

Funkcionális anatómia II.

**Szentágothai, János
Réthelyi, Miklós**

Funkcionális anatómia II.

írta Szentágothai, János és Réthelyi, Miklós

Publication date 2006-09-01

Szerzői jog © 2006-09-01 Miklós, Réthelyi

Kivonat

Ez a tankönyv kísérlet az orvostudományok alapját képező morfológiai ismeretanyagnak konzekvensen alkalmazott funkciós szemléletben való egybeolvasztására.

Tartalom

1. 6. fejezet. Keringési szervek (angiológia)	1
1. 6.1. SZÍV	1
1.1. A szív külső idoma	1
1.2. A szívet alkotó szerkezeti egységek	1
1.3. A szív üregei	3
1.4. Szívbillentyűk	5
1.5. A szívfal szerkezete	9
1.5.1. A szívfal rétegei	9
1.5.2. A szív ingerületvezető rendszere	12
1.5.3. A szív erei	12
1.5.4. A szív beidegzése	16
1.6. Szívburrok	16
1.7. A szív helyzete és vetülete (situs cordis)	18
1.8. A szív fejlődése	21
2. 6.2. ÁLTALÁNOS ÉRTAN	31
2.1. A peripheriás vérkeringés anatómiai tényezői	31
2.2. Az erek falának szöveti szerkezete	31
2.3. Verőerek	32
2.4. Hajszálerek	40
2.5. Visszerek	44
2.6. Elágazódás, elrendeződés, az érkötegek felépítésének általános elvei	45
2.7. Arteriovenosus anastomosisok, érzáró készülékek	47
3. 6.3. A KIS VÉRKÖR ÉS EREI	48
4. 6.4. A NAGY VÉRKÖR VERŐEREI	48
4.1. Aorta6	48
4.2. Az aortaív ágai	50
4.2.1. Az arteria carotis externa és ágrendszere	52
4.2.2. Az arteria carotis interna ágrendszere	55
4.2.3. Az arteria subclavia ágrendszere	57
4.2.4. Az arteria axillaris ágrendszere	59
4.2.5. Arteria brachialis (a szabad felső végtag arteriás rendszere)	59
4.3. Az aorta thoracica ágai	61
4.4. Az aorta abdominalis ágrendszere	61
4.4.1. Az aorta abdominalis fali ágai	62
4.4.2. Az aorta abdominalis páros zsigeri ágai	62
4.4.3. Az aorta abdominalis páratlan zsigeri ágai	63
4.5. Arteria iliaca communis	65
4.5.1. Az arteria iliaca interna és ágrendszere	65
4.5.2. Az arteria iliaca externa és ágrendszere	66
4.5.3. Az arteria femoralis és a szabad alsó végtag verőerei	66
4.6. Az erek általános fejlődése	68
4.6.1. Az arteriás rendszer fejlődése	68
5. 6.5. VENÁK	71
5.1. A vena cava superior és ágrendszere	71
5.2. A vena cava inferior ágrendszere	72
5.3. A vena azygos és a vena hemiazygos rendszere	73
5.3.1. A vena portae rendszere	74
5.3.2. A vena portae anastomosisai	75
5.4. Az arc vénás elvezetése	77
5.5. A felső végtag vénás elvezetése	78
5.6. A törzsfal vénás elvezetése	78
5.7. Az alsó végtag vénás elvezetése	78
5.8. A fő vénák fejlődése	79
6. 6.6. A MAGZATI VÉRKERINGÉS ÉS ANNAK SZÜLETÉS KÖRÜLI ÁTALAKULÁSA	82
7. 6.7. NYIROKKRENSZER	83
7.1. A sejt közötti folyadék keletkezése és elvezetése, a lymphá és a nyirokkeringés elve	83

7.2. Nyirokszövet	86
7.3. Thymus	88
7.4. Peripheriás nyirokszervek	92
7.4.1. Nyálkahártyához kapcsolódó nyirokszervek	94
7.4.2. Nyelvmandula	95
7.4.3. Szájpaddmandula	95
7.4.4. Garatmandula	97
7.4.5. Nyirokcsomó	97
7.4.6. Lép	100
7.5. A regionalis nyirokelvezetés	103
7.5.1. A fej nyirokútjai	103
7.5.2. A nyaki szervek nyirokelvezetése	105
7.5.3. A felső végtag és a felső törzsfal nyirokelvezetése	105
7.5.4. A mellüreg és a mellüri zsigerek nyirokútjai	105
7.5.5. Az alsó végtag és a köldök alatti törzsfal nyirokelvezetése	107
7.5.6. A hasüreg és a hasüri zsigerek nyirokelvezetése	107
7.5.7. A nagy nyirokértörzsek	108
7.6. A nyirokrendszer fejlődése	109
2. 7. Fejezet. Zsigertan (splanchnologia)	110
1. 7.1. A ZSIGEREKRŐL ÁLTALÁBAN	110
1.1. Cső alakú (vagy tömlős) zsigerek és a nyálkahártya	110
1.2. Mirigyek	113
2. 7.2. EMÉSZTŐKÉSZÜLÉK (apparatus digestorius)	114
2.1. Általános áttekintés	114
2.2. Az emésztőcsatorna felső szakasza	115
2.2.1. Szájüreg	115
2.2.2. Fogak	120
2.2.3. Szájfenék	134
2.2.4. Torokszoros	135
2.2.5. Lágy szájpadd	136
2.2.6. Nagy nyálmirigyek	137
2.2.7. Garat	142
2.2.8. A kopolytúbél származékai (a garat fejlődése)	146
2.2.9. Bárzsing vagy nyelőcső	149
2.3. AZ EMÉSZTŐCSATORNA KÖZÉPSŐ SZAKASZA	154
2.3.1. Gyomor	154
2.3.2. Vékonybél	164
2.4. Az emésztőcsatorna alsó szakasza	179
2.4.1. Vastagbél	179
2.4.2. Végbél	181
2.4.3. Az elsődleges bélkacs és az utóbél fejlődési viszonyai	186
2.5. Nagy emésztőmirigyek	190
2.5.1. Máj	190
2.5.2. Hasnyálmirigy	208
2.5.3. Lép	211
3. 7.3. LÉGZŐKÉSZÜLÉK	212
3.1. Általános áttekintés	212
3.2. Felső légutak	214
3.2.1. Orr	214
3.3. Alsó légutak	218
3.3.1. Gége	218
3.3.2. Légcső	225
3.3.3. Hörgők	225
3.3.4. Tüdő	228
3.3.5. Mellhártya	234
3.3.6. Az alsó légutak és a tüdő fejlődése	236
4. 7.4. HÚGY-IVAR SZERVI KÉSZÜLÉK (apparatus urogenitalis)	238
4.1. Vizeleti rendszer (organa uropoetica)	238
4.1.1. Általános bevezetés	238
4.1.2. Vese	238

4.1.3. Húgyvezeték	260
4.1.4. Húgyhólyag	261
4.1.5. Női húgycső	264
4.1.6. Az uropoeticus apparatus fejlődése	264
4.2. Nemi szervek (organa genitalia)	269
4.2.1. Általános bevezetés	269
4.2.2. Férfi nemi szervek (organa genitalia masculina)	270
4.2.3. Női nemi szervek (organa genitalia feminina)	293
4.2.4. A nemi szervek fejlődésének összefoglalása	307
4.2.5. Gát	314
5. 7.5. A TESTÜREGEK ELKÜLÖNÜLÉSE ÉS A HASHÁRTYA ÖSSZEFOGLALÁSA	316
6. 7.6. BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ MIRIGYEK (glandulae sine ductibus)	322
6.1. Általános bevezetés	322
6.2. Agyalapi mirigy vagy agyfüggelék-mirigy	323
6.3. Tobozmirigy	330
6.4. Pajzsmirigy	331
6.5. Mellékpajzsmirigy	337
6.6. Mellékvese	337

A táblázatok listája

1.1. 1. táblázat. T- és B-dependens területek a peripheriás nyirokszervekben és a járulékos sejtjeik 94

1. fejezet - 6. fejezet. Keringési szervek (angiológia)

1. 6.1. SZÍV

A vérkeringés központi szerve és elsőrendű aktív tényezője a **szív** (*cor*). Izmos falú kettős tömlő, amely ritmusosan váltakozó telődésével és kiürülésével, valamint a tömlő szájadékait szelepszzerűen elzáró billentyűk segítségével a vért szivattyú módjára továbbítja.

1.1. A szív külső idoma

A szív a mellkasnak a tüdők által közrefogott közbülső terében, a mediastinum alsó részében helyet foglaló szerv. A balra, előre- és kissé lefelé irányuló kamrai része kúpra emlékeztet. Felfelé és kissé jobbra tekintő alapja (*basis cordis*), amely a pitvarokat és a szívből ki- és belépő nagy ereket tartalmazza, szabálytalan alakú. A szív kamrai (csúcsi) részét a pitvari (alapi) résztől a kúp alapján körülfutó koszorúbarázda (*sulcus coronarius*) választja el.

Előre- és felfelé tekintő felszíne a *facies sternocostalis*, amelynek nagyobb részét a szív kamrai, felül kisebb részét a kamrákból eredő verőereket jobbról és balról körülvevő pitvari fülcsék (*auricula atrii*) foglalják el. A *sulcus coronarius*, amely a fülcséket elválasztja a kamráktól, jobbról lentől, balra felfelé halad. Bal oldalon a *facies sternocostalis* tompa görbülettel megy át a szívnek a bal kamra által alkotott bal felszínébe, amely a bal tüdő mély gödre felé tekint. Elölről nézve a szív bal széle megközelítőleg függőleges irányú, gyengén domború vonalban vetül a mellkasfalra. A *sternocostalis* felszín e tompa bal széle a szívcsúcsban (*apex cordis*) találkozik össze a felszín jobbról felülről balra lefelé haladó alsó jobb szélével (*margo dexter*). (A kifejezés nem egészen szerencsés, mert a szívnek ez a széle közelebb áll a vízszinteshez, mint a függőlegeshez.) A szív tényleges jobb széle a jobb pitvar, melynek kontúrvonala előlről nézve gyengén domború függőleges vonal. A *sternocostalis* felszínén egy, a *sulcus coronarius*-nak a bal fülcsé alatti részéből elágazó, sekély, függőleges barázda (*sulcus interventricularis anterior*) húzódik lefelé a szívcsúcs jobb oldalán látható sekély behúzódáshoz (*incisura apicis cordis*). E barázda jelzi a határt az elülső felszínnek a bal kamrához tartozó jóval kisebb és a jobb kamrát alkotó, jóval nagyobb része között. A szívcsúcsot tehát a bal kamra alkotja.

A *sulcus interventricularis anterior*-tól jobbra eső háromszögletű jobb kamrai felszín átmegegy a jobb kamrából eredő tüdőverőérbe (*truncus pulmonalis*). A jobb kamrának eme kivezető részét *conus arteriosus*-nak nevezzük.

A szív másik nagy felszíne a laposabb rekeszi felszín (*facies diaphragmatica*). Ez a rekesz két kupolája közötti nyeregben és a bal kupola elülső lejtőjén nyugszik. Ezt a felszínt szinte kizárólag a kamrák alkotják, mégpedig nagyobb részben (3/5) a bal, kisebb részben (2/5) a jobb kamra. Csupán jobb oldalt hátul vesz részt a jobb pitvar kissé a rekeszi felszín alkotásában, ott, ahol a rekeszen átlépő vena cava inferior közvetlenül belép a jobb pitvarba. A két kamra falai által alkotott rekeszi felszíneket sekély, hátulról előre- és kissé bal felé haladó barázda, a *sulcus interventricularis posterior* választja el, amely az *incisura apicis cordis*-nál összetalálkozik a hasonló elülső barázdával. A *sulcus coronarius* hátsó és jobb része gyakorlatilag egybeesik a rekeszi felszín hátsó határával. A rekeszi felszín bal felé tompa domborulattal megy át a szív bal felszínére, elől jobbra hegyesszögben és az aránylag éles *margo dexter*-ben találkozik a *sternocostalis* felszínnel.

A szív bal felé eső felszínét a bal kamra erős domborulata képezi, és sem a *sternocostalis*, sem a *diaphragmaticus* felszíntől nem választható el élesen. A jobb felé eső felszínt a jobb pitvar hasonlóan domború felszíne alkotja.

A legtöbb leírásban elhanyagolt, de gyakorlati szempontból különösen fontos felszíne tekint a szívnek hátrafelé, a mediastinum posterius felé. E felszín legnagyobb részét a bal pitvar alkotja, mely itt a szívburkon keresztül a nyelőcsővel érintkezik. Jobb felé ezt a felszínt egy jobbra domborodó sekély barázda választja el a jobb pitvarnak a vena cava superior-nak felülről és az inferior-nak alulról való beömlése által függőleges irányban elnyújtott részletétől.

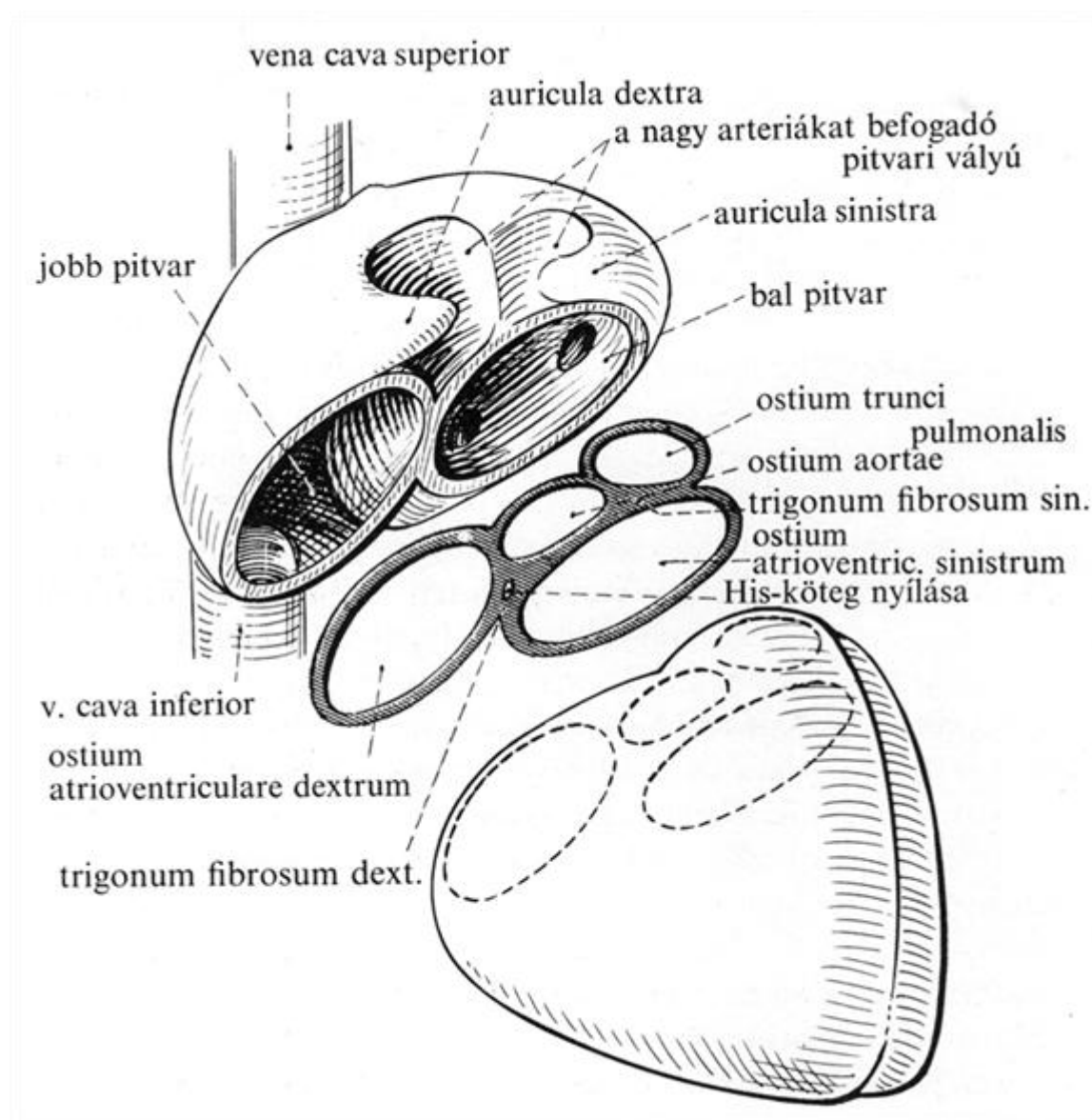
1.2. A szívet alkotó szerkezeti egységek

A szív szerkezetiileg három részre osztható:

- ◆ 1. A sulcus coronarius síkjában elhelyezkedő rostos váz (*anuli fibrosi*),
- ◆ 2. A szív basisát adó pitvarok (*atrii*),
- ◆ 3. A szív nagyobb, csúcsi részét képező kamrák (*ventriculi*).

Az azonos oldali pitvarokat és kamrákat összekötő pitvarkamrai vagy venás szájadékok (*ostium atrioventriculare dextrum et sinistrum*) a rostos váz síkjában találhatók. Ugyanitt helyezkednek el a kamrák és a belőlük kiinduló nagy arteriák (*aorta és arteria pulmonalis*) közti arteriás szájadékok (*ostium aortae et ostium trunci pulmonalis*) is.

A szív rostos váza (*anuli fibrosi*). A sulcus coronarius síkjában négy rostos gyűrű veszi körül a két venás (atrioventricularis) és a két arteriás szájadékot (**6/1. ábra**). Ebben a síkban leghátul, bal oldalt van a bal venás szájadék (*ostium atrioventriculare sinistrum*), a sík ferdesége miatt lejjebb, de egyben előrébb is fekszik a jobb venás szájadék (*ostium atrioventriculare dextrum*). A kettő között és előtt (egyben felett) van a bal arteriás szájadék (*ostium aortae*). Az *ostium aortae* előtt (egyben felett) és kissé balra van a jobb arteriás szájadék (*ostium trunci pulmonalis*). A szájadékokat körülvevő rostos-kötőszövetes gyűrűrendszer két területen háromszög alakban megerősödik (*trigonum fibrosum dextrum et sinistrum*). A jobb háromszög a két venás szájadék és az aortaszájadék között található (6/1. ábra). Ettől balra, a bal venás szájadék és az aortaszájadék összefekvésénél látjuk a bal háromszöget. A *trigonum fibrosum dextrum*-ról indul a pitvarokat, ill. a kamrákat elválasztó sövény. Egy nyílást is találunk rajta, amelyen a szív ingervezető rendszerének egy nyalábja (*fasciculus atrioventricularis*) halad át a pitvarok felől a kamrák felé.



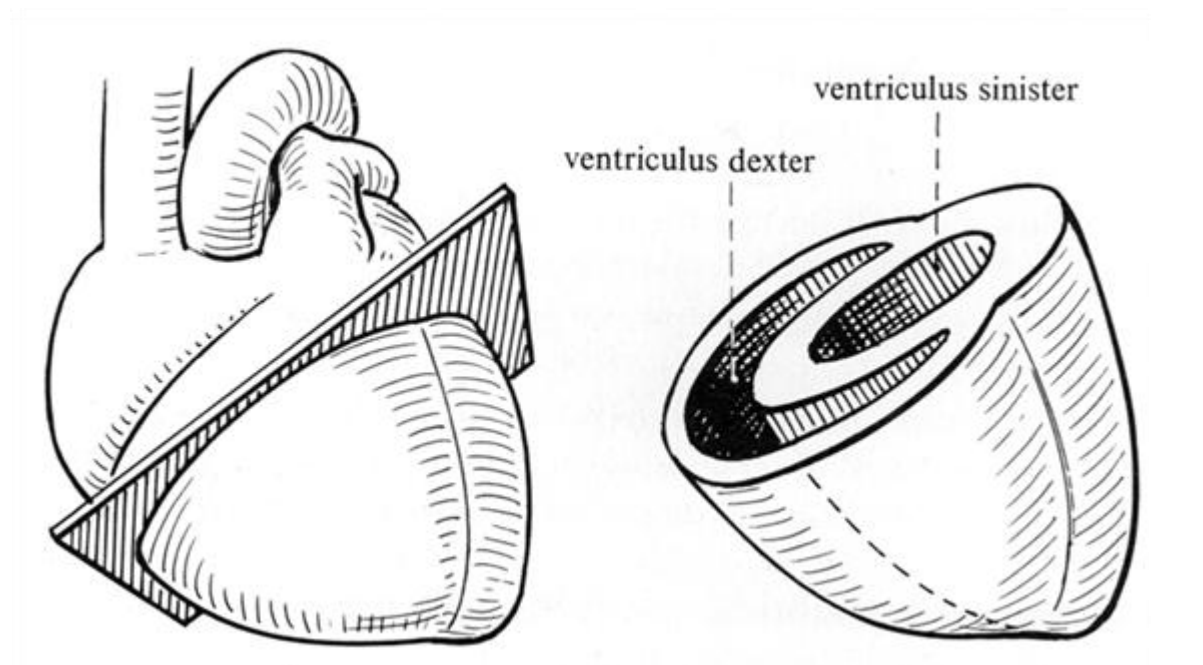
6/1. ábra. Séma az anulus fibrosus (középen) és a tőle elválasztott kamrai és pitvari izomtömlők ábrázolására (Rushmer nyomán). A kamrai izomtömlő nyílásai az előlnézet folytán takartak (ezért szaggatott vonallal ábrázoltuk)

Az arteriás szájadékoknak saját önálló faluk lévén, a szív rostos vázrendszere ezek körül elvékonyodik, és így szinte nincs is igazi anulus fibrosus az arteriák kezdete körül, azaz a nagy arteriák falának kezdete egyben az arteriás szájadékok rostos gyűrűje. Az anuli fibrosi rendszeréhez tartozik még egy erősebb összeköttetés (ún. conusín), amely a trigonum fibrosum dextrumtól jobbra előre indul, és elhaladva az aortaszájadék jobb oldalán hátulról tapad az ostium trunci pulmonalishoz (6/1. ábra).

Az anuli fibrosi rendszerének döntő funkciók jelentősége az, hogy tökéletesen elválasztja a pitvarok izomzatát a kamrákétól. Az előbbi a gyűrűrendszertől hátra és felfelé ered, az utóbbi tőle előre és lefelé. Ennek megfelelően az ingerület terjedése szempontjából egységet képező pitvari és kamrai izomtömeg egymástól működésileg is teljesen el van választva. Csupán egyetlen helyen, a jobb trigonum fibrosumon halad át a pitvarokból a kamrákba a speciális ingervezető izomköteg, amely célszerű „időzítéssel” (késleltetéssel) viszi át a pitvarok ingerületét a kamrákra.

A pitvari izomtömlő. A 6/1. ábra szemlélteti a kamráktól az anuli fibrosi síkjában elválasztott pitvarokat. A pitvarok kizárólag a venás szájadékokat körülvevő két gyűrűről erednek, és az arteriás szájadékoktól teljesen függetlenek. A két gyűrű közös szakaszáról ered a pitvari sövény (*septum interatriale*). A pitvarok két előre kanyarodó fülecsükkel (*auricula cordis*) körül fogják a fő verőerek kezdeti szakaszait, azaz voltaképpen majdnem zárt félholdalakban ölelik körül a verőereket. Üregük fő része a verőerektől jobbra (jobb pitvar) és mögötte (bal pitvar) foglal helyet.

A kamrai izomtömlő. Idomát a 6/2. ábra szemlélteti. Különösen a keresztmetszeti képből érthető, hogy ez lényegében két test kombinációjából jön létre: az egyik a tyúktojáshoz hasonló idomú, vastag falú bal kamrai izomtömlő, a másik – a jobb kamrai izomtömlő – egy erre jobbról rátapadó, vékonyabb falú, félhold alakú átmetszetű tasak. A két tömlő közt még az is lényeges különbség, hogy amíg a bal kamrai tömlő egységes tojásidomú, melynek tompa végén szoros együttest képez a bal venás és arteriás szájadék, addig a jobb kamrai tömlő lapos ív alakú ürege felfelé V alakban szétterő, teljesen különálló bemeneti nyílással (*ostium atrioventriculare dextrum*) és elvezető szárral, a conus arteriosusszal rendelkezik.



6/2. ábra. A kamrai izomtömlő átmetszeti képe (Rushmer nyomán)

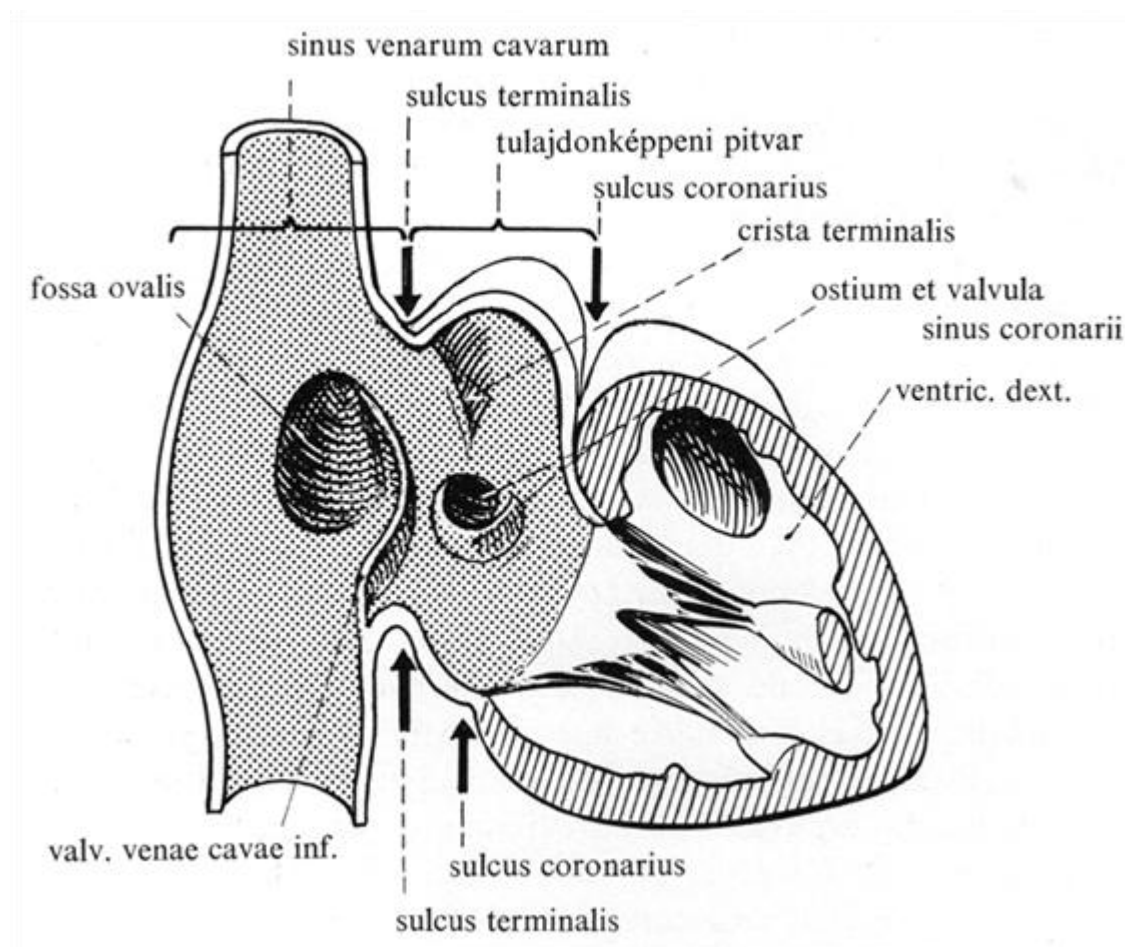
1.3. A szív üregei

Jobb pitvar (*atrium dextrum*). A jobb pitvar felépítése legjobban sagittális irányú átmetszetéből érthető meg (6/3. ábra). Voltaképpen két részből áll, egy hátsó, függőlegesen elnyúlt fülkeszerű részből, a *sinus venarum*

cavarumból, valamint az ettől jobbra eső, majd jobb fülcsként (*auricula dextra*) előre felé kanyarodó tulajdonképpeni pitvarból. Az előbbibe nyílnak a test nagy gyűjtőerei, felülről a pitvar legmagasabb pontján a vena cava superior, alulról megközelítően legalacsonyabb pontján a vena cava inferior. Ennek nyílása előtt kissé bal felé a pitvar-kamrai határhoz közel nyílik a szív venás sinusa: a sinus coronarius, amelynek benyílását jobb felől egy hártás billentyű (*valvula sinus coronarii*) szűkíti.

A sinus venarum cavarumot a tulajdonképpeni pitvartól egy kívülről látható barázda (*sulcus terminalis*) választja el, amelynek megfelelően a belső felszínen erős ív alakú izomgerenda (*crista terminalis*) emelkedik ki. Ellentétben a sinus venarum sima felszínével, a tulajdonképpeni jobb pitvar belfelületén fésűfogszerűen rendezett izomgerendák láthatók (*musculi pectinati*). Ezek a crista terminalisra közel merőlegesek – tőle a pitvar-kamrai határ felé futnak. Az auricula csúcsa felé haladva ennek hossz tengelyére merőlegesek, azaz körkörösékké, illetve szabálytalanabb hálózatszerűvé válnak. Az egyes gerendák közt a pitvar fala majdnem áttetsző. Az auricula háromoldalú pyramis alakú, előretekintő nagyobb domború felszínnel. Másik két felszíne közül az egyik a sulcus coronarius felé, a másik az aorta elülső, jobb felszíne felé tekint.

A tulajdonképpeni pitvar tág előretekintő nyílással (*ostium atrioventriculare dextrum*) nyílik a jobb kamrába, amit egy, a kamra felé benyomuló, hártás, tölcészerű betét, a valva tricuspidalis szűkít. A jobb pitvar gyakorlati szempontból legfontosabb felszíne – gyakori fejlődési rendellenességek miatt – a pitvarok közötti sővény (*septum interatriale*). Általában sima, de feltűnik rajta egy főleg felülről és alulról erősebben kiemelkedő, ajakszerű határral körülvett, bemélyedt terület (*fossa ovalis*). Ez a gödör a sinus venarum cavarum fülkeszerű teréhez látszik tartozni, bár fejlődése szerint nem ehhez, hanem a tulajdonképpeni pitvarhoz tartozik. Bemélyedt feneke igen vékony, csaknem izommentes sővényrész. A vena cava inferior benyílása jobb és alsó peremétől egy félhold alakú, gyakran likacsos vagy hálószerű endocardiumkettőzet (*valvula venae cavae inferioris*, Eustach-féle billentyű) vezet a fossa ovalis alsó széléhez. Magzati korban a fossa ovalis helyén a jobb és a bal pitvar közti nyílás, a foramen ovale található, mely csak a születés után záródik el (részletesebben lásd Magzati vérkeringés c. fejezetnél).



6/3. ábra. A jobb pitvar tagozódásának sémás magyarázata a jobb szívfél sagittális metszetén

Bal pitvar (*atrium sinistrum*). A szív hátrafelé tekintő felszínét csaknem teljesen elfoglaló vastag endocardiuma folytán sima belfelületű üreg. A jobb és a bal oldalán hátul belépő két jobb és két bal vena pulmonalis következtében téglalomszerű, haránt irányban kissé elnyúltabb. Üregéből szűkebb járáttal indul el előre felé, majd a truncus pulmonalis előtt jobb felé kanyarodó horogszerű, bemetszések folytán kakastaréjra emlékeztető bal fülcse (*auricula sinistra*). A pitvar előre felé a jobb vénás szájadéknál valamivel szűkebb bal vénás szájadékkal (*ostium atrioventriculare sinistrum*) megy át a bal kamrába. Ezt a nyílást a valva atrioventricularis sinistra (*valva mitralis*) szűkíti, illetve zárja be.

Jobb kamra (*ventriculus dexter*). A bal kamrára jobb felől tasak-szerűen ráfekvő, átmetszetben félhold alakú, felfelé nyílt V alakú üreg. Hátsó, tágabb szárába nyílik a jobb vénás szájadék, és ebben foglal helyet a háromcsúcsú billentyű (*valva atrioventricularis dextra* vagy *valva tricuspidalis*). A kamra elülső szára balra és felfelé irányuló tölcészerűen szűkülő üreg; neve ezért a szív külső formájában való megjelenése szerint conus arteriosus, vagy belülről nézve inkább tölcser (*infundibulum*). Ez a sulcus coronarius szintjében a tüdőverőérbe (*truncus pulmonalis*) folytatódik. Kimeneti nyílásánál a *valva trunci pulmonalis* három billentyűtasakja található. A kamra két szárát belülről nézve nagyjából előlről hátra haladó bolthajtásszerű széles izomgerenda, a *crista supraventricularis* választja el.

A jobb kamra fala jóval vékonyabb, mint a bal kamráé: 3–5 mm; vastagsága az izomgerendák (*trabeculae carnae*) miatt alig határozható meg pontosan. E gerendahálózat fő iránya hosszanti, a kamra alsó részében erősebb, és annak alsó szögletét szinte laza szivacs formájában tölti ki. A kamra középmagasságában a szívsvövényről rendszerint hídszerű erősebb izompillér (*trabecula septomarginalis*) húzódik át a kamra elülső falára.

Bal kamra (*ventriculus sinister*). Egységes üregű, tojáshoz hasonló idomú, 10–12 mm vastag fallal bíró tömlő. A bal kamra falvastagsága – a jobb kamráénak mintegy háromszorosa – csak a születés utáni második, harmadik hónapra alakul ki. Születéskor a két kamra falvastagsága még közel azonos, így világos, hogy a születéskor a keringésben bekövetkező nyomásviszonyok „átrendeződésének” következménye a bal kamra falának fiziológiás megvastagodása. Hátrafelé, egyben kissé jobb felé és felfelé tekintő tompa végén szorosan egymás mellett van az egymástól csak rostos szerkezetekkel elválasztott két nyílása: a vér beáramlását biztosító *ostium atrioventriculare sinistrum* és a kiáramlást biztosító *ostium aortae*. Belfelületén a *trabeculae carnea* hálózata finom szivacsos szerkezetet képez. A falából kiemelkedő és összehúzódott szíven az üreg nagy részét kitöltő szemölcsizmokról (*musculi papillares*) a billentyűk leírásánál szólunk.

Különleges nevezetességű a kamrák közötti sövény (*septum interventriculare*). Húsos része mindkét kamra felé sima felszínű. Gyakorlatilag a bal kamra erős körkörös izomzata alkotja, és így voltaképpen nem is igazi sövény, hanem a bal kamra falának egy része.

A sövény izmos része az aortanyílás és a jobb kamra közötti területen hirtelen elvékonyodva, hártás szerkezetű háromszögletű sövényrésznek, a *pars membranacea septi interventricularis*nak ad helyet. A sövény e része a szív arteriás és vénás félre való elválasztásának utolsó és egyben legkritikusabb helye és mozzanata (lásd a szív fejlődése). A sövény izmos része ugyanis alulról felfelé növekedve alakul ki, míg hártás része az aorta és a truncus pulmonalis eredeti közös törzsét elválasztó és felülről lefelé növekvő spirális sövény alsó részéből lesz az alsó izmos sövényvel való összetalálkozás helyén. Érthető, hogy e helyen gyakoriak a fejlődési rendellenességek. Tekintettel arra, hogy a jobb atrioventricularis szájadék bal széle valamivel a sulcus coronarius síkja alá esik, a *pars membranacea* jobbról mind a pitvarban, mind a kamrában látható.

1.4. Szívbillentyűk

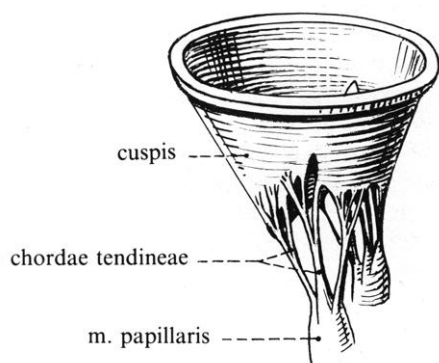
A szív szivattyúszerű működését biztosítja és egyben a vér áramlási irányát szabályozzák az atrioventricularis, illetve arteriás szájadékokban elhelyezkedő szívbillentyűk. Felépítésük szerint kétfélek:

- ♦ a vénás (*atrioventricularis*) szájadékokat elzárók ún. vitorlás (csúcsos, *cuspidalis*),
- ♦ az arteriás szájadékokat elzárók ún. félholdképző (tasakos, *semilunaris*) billentyűk.

Működésük szelepszzerű, passzív, azaz záródásuk és nyílásuk a szív üregeiben lezajló áramlások és nyomásváltozások következménye.

Vitorlás (*cuspidalis*) billentyűk. Egy vitorlás billentyű szerkezetét sémásan a (6/4. ábra) mutatja. Lényegében inas lemezből álló tölcser, amelynek pereme a vénás szájadékokat körülvevő anulus fibrosusban körkörösén rögzül.

A tölcsér fala változó szélességű, alsó széle durván csipkézett; két vagy három, mélyebbre lenyúló csipkét vitorlának vagy csúcsnak (*cuspis*) nevezik. A tölcsér fala azonban sehol sem szenved megszakítást, sőt a nagyobb vitorlák közt mindig találni egy-egy kisebb, ún. mellék- vagy köztivitorlát.



6/4. ábra. A vitorlás billentyűk szerkezete sémásan (Rushmer nyomán)

A vitorlák széleit az ejtőernyő széléből eredő kötelekhez hasonlóan inas húrok (ínhúrok, *chordae tendineae*) rögzítik részben közvetlenül a szív falához (inkább a kisebb mellékvitorlák rögzítettek így), nagyobbára azonban a szív falából kiemelkedő hengerded izmoszlopokhoz, az ún. szemölcsizmokhoz (*musculi papillares*). Nagysága szerint változó számú (6–12) ínhúr ered a szemölcsizom csúcsáról, de számuk további elágazódásuk révén még szaporodik. Az ínhúrok egyszerű vagy kettős legyező alakjában, lap szerint szétterve tapadnak rendszerint két szomszédos billentyű vitorlájának záródásakor összefekvő részein. Nem csupán a vitorlák szélein tapadnak ínhúrok szétterjedő csipkéikkel, hanem a vitorláknak a kamra felé tekintő falán, sőt az anulus fibrosuson tapadó alapjukon is.

A vitorlás billentyűk működésének részletes elemzése az élettan és a belgyógyászat tárgykörébe esik. Itt csupán annyit említünk meg, hogy újabban röntgenfilm-felvételes módszerekkel kitűnt, hogy a billentyűvitorlák sohasem térnek szét egymástól teljesen, és a kamrák falát meg sem közelítik. Normális billentyű vitorlái elég csekély szétterréssel bőségesen teret engednek a szív kamráinak a kitágulásakor (diastole) arra, hogy megfelelő mennyiségű vér a pitvarokból a kamrákba átkerüljön. Régebben úgy képzelték, hogy a billentyűket a kamrák összehúzódása kezdetén visszaáramló vér sodra csapja össze. Bár ez a mechanizmus kétségtelenül jelentkeznék, mégis gondos elemzés egyrészt kimutatta, hogy a vitorlák összecsapódása előtt túl sok vér áramlanék vissza a pitvarba, minek következtében a szivattyú működése igen rossz hatásfokúvá válnék. Másrészt az is kitűnt, hogy a billentyűvitorlák már a kamrai összehúzódás kezdete előtt csaknem tökéletesen összezárulnak. Ennek oka, hogy egy folyadékáram hirtelen megszakításakor ti. a pitvar összehúzódása végén a tehetetlensége következtében továbbhaladó folyadéktömeg mögött negatív nyomás keletkezik, amely a nyílás felé behúzza és zárja a két billentyűt. A kamrák összehúzódásával keltett nyomás már csupán az ügyis csaknem teljesen zárt billentyűk szoros összezárását okozza, visszaáramló vér által okozott veszteség nélkül.

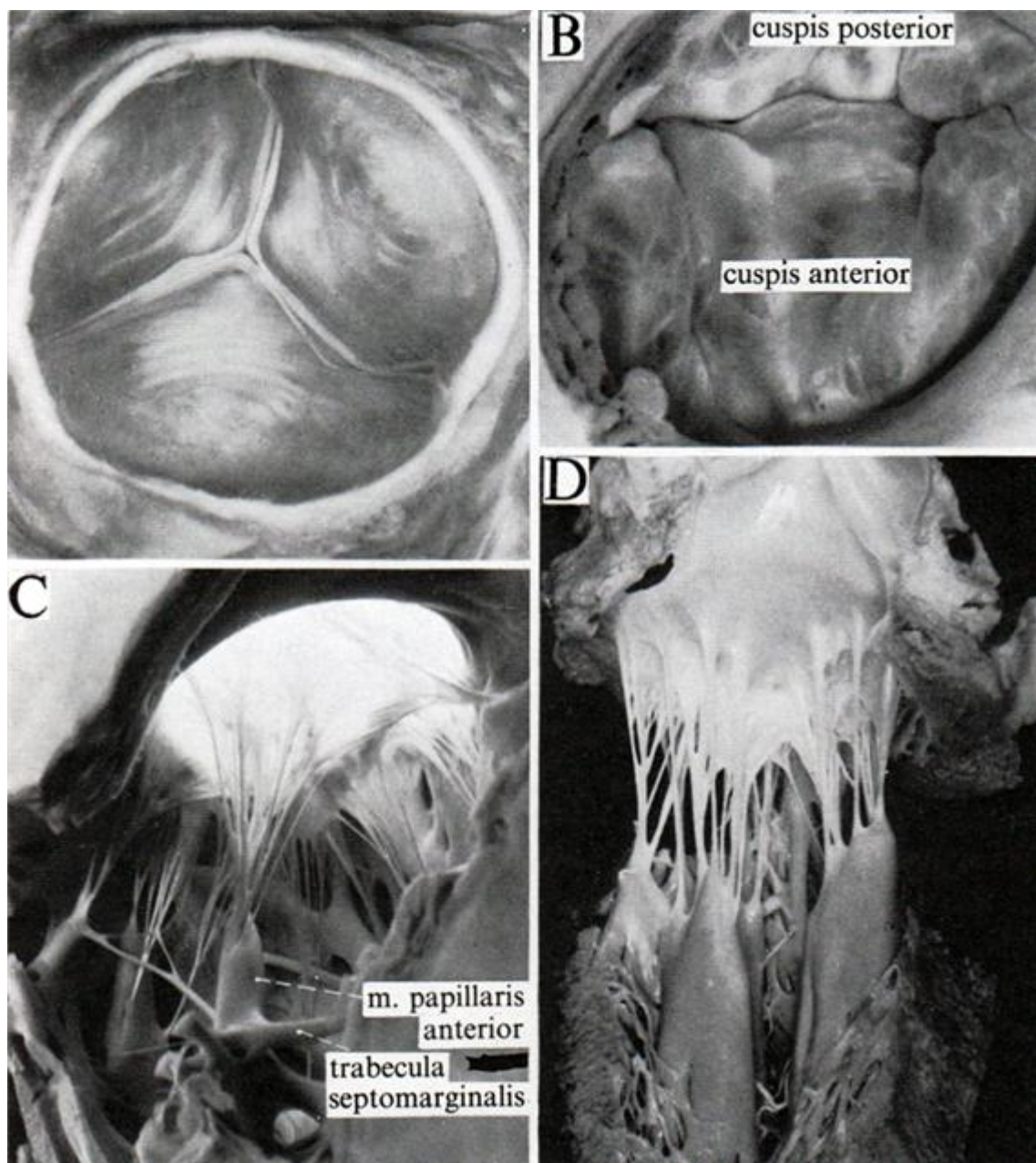
A musculus papillarisok szerepe is sokoldalú, mindenesetre egyik az, hogy a chordae tendineae és a billentyűvitorlákat állandóan feszesen tartják. A systole második szakasza alatt (lásd később) a vérnek a kamrából való kihajtásakor a kamra üregének összehúzódása folytán elsősorban a szív hosszanti átmérője rövidül. Ennek következtében a szív falától eredő chordae tendineae eredési pontjainak tapadási pontjaikhoz való közeledése az ínhúrok ellazulását okozná, és így a billentyűvitorlák összezárása tökéletlenné válnék (a billentyűk átcsapódhatnának a pitvar felé). A papillaris izmok egyidejű összehúzódása azonban kompenzálja a kamra hossz tengelye irányában való rövidülését, és a billentyűnek a systole végéig való zárását biztosítja.

Valva atrioventricularis dextra, seu *valva tricuspidalis*. Három vitorlája van, egy jobb oldali elöl és egyben felül elhelyezkedő *cuspis anterior*, egy jobb oldali hátul, egyben alul elhelyezkedő *cuspis posterior* és egy a sövény felé eső oldalán elhelyezkedő *cuspis septalis*. Csupán egy nagyobb izom állandó, a *m. papillaris anterior*, amely rendszerint a trabecula septomarginalisnak az elülső kamrafalon való tapadásáról ered (6/5. ábra, C). Több apró m. papillaris van a kamra hátsó falán, és ritkábban egy-két jelentéktelen a kamrasövényen. Számuk, helyük és nagyságuk is rendkívül változó, a sövényről eredő legtöbb chorda tendinea közvetlenül az izomfalról ered.

Valva atrioventricularis sinistra seu *valva bicuspidalis* seu *mitralis*.¹ Nevének megfelelően két nagyobb vitorlája van. Az egyik, a *cuspis anterior*, nagyobb mint a másik (6/5. ábra, B). A valóságban elöl felül és kissé

¹1 Nevét attól kapta, hogy nyitott állapotban lefelé fordított püspöksüveghez (mitra) hasonló alakú.

jobb felé helyezkedik el, s a bal atrioventricularis szájadékot az aorta szájadékától elválasztó anulus fibrosus részen ered. A billentyű külső felszíne sima, az ínhúrok csak a szélén tapadnak, bár kötőszöveti rostjaik a külső felszínen, mint szétterő erősítő bordák folytatódnak. A másik vitorla (*cuspis posterior*) egyúttal balra és lefelé is esik, és kisebb. A muscoli papillares a két fővitorla közötti rés elülső és hátsó végpontjában helyezkednek el; ezért a m. papillaris anterior egyben bal oldalt ered a kamra elülső falán, míg a m. papillaris posterior a hátsó fal jobb oldalán. Mindkét izom jóval erősebb, mint a jobb kamra elülső papillarisizma, csúcsi végük gyakran több ágra hasad vagy egészben is kettőzöttnek lehetnek (6/5. ábra, D).



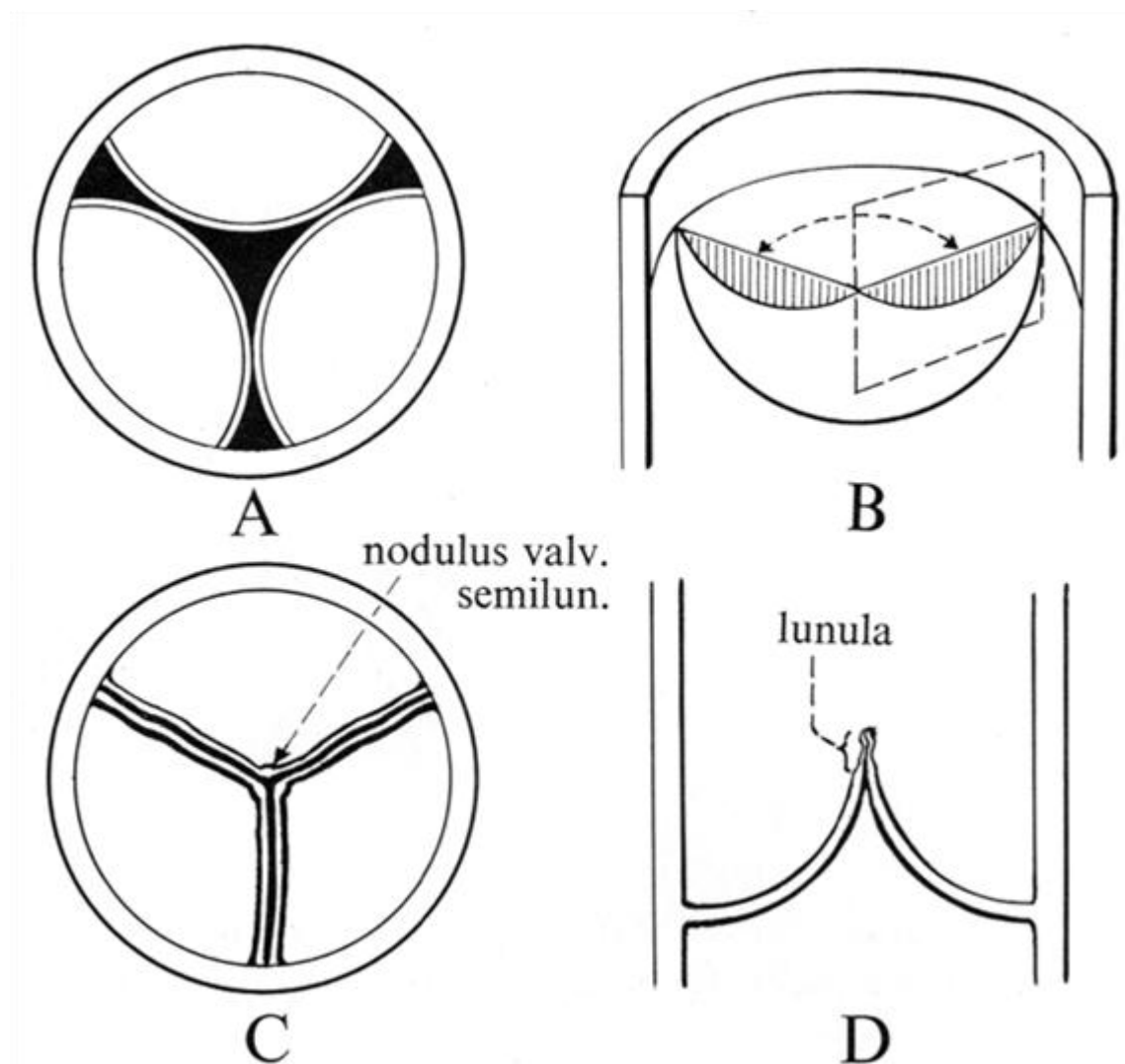
6/5. ábra. Részletek a szívbillentyűk felépítéséről és záródásáról (Lozsadi K. készítményei és felvételei). A: záródott semilunaris billentyű, felülről nézve; B: záródott valva atrioventricularis sinistra felülről (a bal pitvar felől) nézve; C: záródott valva atrioventricularis dextra a jobb kamra ürege felől nézve; D: kivett valva atrioventricularis sinistra

Félhold alakú (semilunaris) billentyűk. Egy arteriás billentyű három, ún. félhold alakú tasak (*valvula semilunaris*) együtteséből áll (6/5. ábra, A). Ezek az arteriás szájadék falából kiemelkedő felfelé nyílt gömbhéjszelet alakú inas lemezekből állnak.

Mint hogy három 120° -os körívvel egy körfélszín semmiképpen sem zárható el hézagmentesen (6/6. ábra, A), a billentyűtasak valódi alakját úgy nyerjük, hogy a (6/6. ábra, B) szerint az ér falából kiemelkedni képzelünk harmadgömbcikkelyből 120° -ban divergáló függőleges síkkal levágunk két további szeletet. Az így keletkezett két kis félhold alakú metszési felszín felel meg a billentyű úgynevezett laza felépítésű félholdacskaának (*lunulae valvularum semilunarium*), míg a 120° -ban eltérő síkok szögletében megmaradt középső csipke helyén a billentyű szélének egy csomószerű inas megerősödése (*noduli valvarum semilunarium*) van. Könnyű megérteni (6/6. ábra, C és D), hogy a három gömbhéjcikkely alakú billentyű szomszédos lunulái párosával pontosan össze tudnak feküdni, és egy Y alakú záródási vonalat alkotnak felülnézetben (6/6. ábra, C). Amint a D ábrarészleten egy függőleges metszeten láthatjuk, a valóságban a lunulák és a billentyűk tömörebb fő része közötti határvonalak fekszenek össze egy vonalban, a lunulák maguk a vonal felett lap szerint összefekve, és lazább, hajlékonyabb szerkezetük folytán valamelyik oldalra elhajolva tökéletessé teszik a zárat.

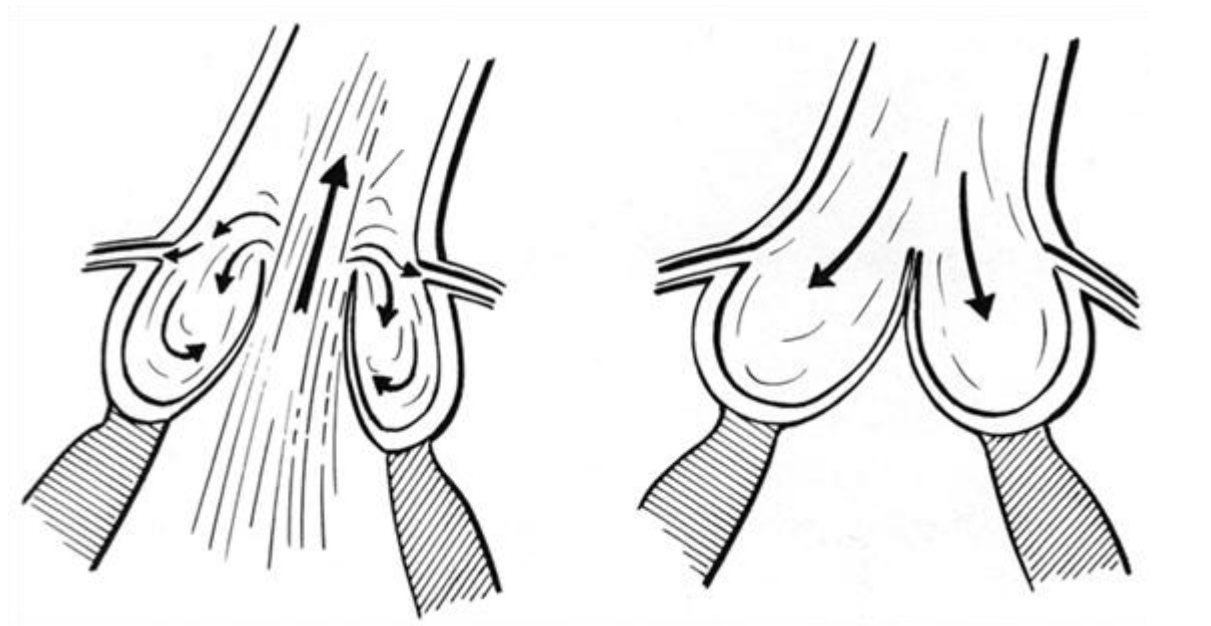
Valva trunci pulmonalis. Három billentyűtasakja közül az egyik elülső helyzetű (*valvula semilunaris anterior*), a két hátsó közül az egyik jobb (*valvula semilunaris dextra*), a másik bal (*valvula semilunaris sinistra*) helyzetű (6/6. ábra).

Valva aortae. Tasakjai ellenkező elrendeződésűek, van egy hátsó (*valvula semilunaris posterior*), egy elülső jobb (*valvula semilunaris dextra*) és egy elülső bal (*valvula semilunaris sinistra*). A truncus pulmonalistól eltérően, az aorta kezdete nem tisztán henger alakú, hanem a billentyűtasakokkal szemben a fal főleg systolés nyomás alatt jól látható módon kidomborodik (*sinus aortae*). Együttesen az aorta kezdetének zöldhagymaszerű megvastagodását okozzák: *bulbus aortae*. A két (jobb és bal) elülső billentyűtasak azáltal kitüntetett, hogy felső szélükkel egy magasságban a sinus falából indul ki a szív két koszorús verőere (*arteria coronaria dextra et sinistra*).



6/6. ábra. A semilunaris (félhold alakú) billentyűk alakját és záródását magyarázó séma

A 6/7. ábrán látható, hogy a félhold alakú billentyűk systolékor sem szorulnak teljesen a verőér falához, hanem főleg az aortában, a sinusokban keletkező örvényáramok által elemelve tartatnak. Ezzel megakadályozzák a coronarianyílások eltömését. Egyben a systole végén a közel fekvő billentyűk a vérnek a kamrába való visszaáramlásából eredő minimális veszteséggel ismét zárulhatnak.



6/7. ábra. Az aorta semilunaris billentyűinek helyzete és a vér áramlása a kamra kiürülése (bal kép) és telődése (jobb kép) közben (Rushmer nyomán)

Szövettani szerkezet tekintetében mind a csúcsos billentyűk vitorlái, mind pedig a félhold alakú billentyűk endocardiumkettőzetek, amelyek az anulus fibrosusok belső pereméhez kapcsolódnak. A két endocardiumréteg között megerősítésül azonban sűrűn szőtt collagenrostokból álló tömött kötőszövetes lemez helyezkedik el, amelynek a kamrák felé tekintő felszínét elasticus rostokból szőtt, csaknem egységes vékony réteg borítja. Ez különösen erős a semilunaris billentyűk tömörebb része és a lunulák határán. Capillarisok emberben csak a billentyűk tövében fordulnak elő, a lemezekbe nem nyomulnak be.

A *chordae tendineae* vékony endocardiumréteggel borított kollagén rostkötegek. A papillariszomok rendes szívizomból álló vékony endocardiummal borított hengerek.

1.5. A szívfal szerkezete

1.5.1. A szívfal rétegei

A szív fala három rétegből épül fel:

- ◆ 1. a külső epicardiumból (*pericardium viscerale*),
- ◆ 2. a szívfal fő rétegéből, a *myocardium*ból és
- ◆ 3. a szívbelhártyából, az *endocardium*ból.

Az **epicardium** egy vékony hártya, amelyet külső felszínén mesothelsejtek borítanak. Szorosan kapcsolódik az általa beborított szívizomzathoz. A szívbe belépő és a szívet elhagyó erek kezdeti szakaszát is beborítja, majd az erek falát elhagyva folytatódik a szívet teljesen körülvevő szívburok külső, hártyás rétegében (*pericardiumáthajlás*).

Normális zsírpárnázatú egyénben a szív felszínének mélyebb vajúlataiban és behorpadásaiban, így elsősorban a sulcus coronariusban és a két sulcus interventricularisban, kisebb mértékben a fülcsék körül az epicardium alatt zsírszövet helyezkedik el. Ez a zsír egyrészt kitölti ezeket a mélyedéseket és elsimítja a szív felületének

szabálytalanságait, másrészt körülágyazza a szív külső falán haladó és ott elágazódó nagyobb ereket. Túltáplált egyénben ez a subepicardialis zsírszövet jelentékeny mennyiségben kiterjedhet, úgyhogy a szív domborulatain csak kis területeken tűnik át az epicardiumon a szívizom barnászörös színe. Súlyosabb fokú elhízásnál a subepicardialis zsírszövet egyrészt tömegénél fogva zavarja a szív mozgásait, másrészt az erek mentén behatol az izomzat szövetébe, ami már komolyan befolyásolja az izomszövet működését.

Myocardium. A pitvarok izomzata kétrétegű. A külső falrétegen a sejtnyalábok lefutása nagyobbára körkörös, azaz a sulcus coronarius síkjával párhuzamos. A fülcsékben ez a réteg néhány nyalábra korlátozódik. A belső falrétegben a sejtnyalábok iránya ívben előlről hátrafelé haladó, azaz hosszanti. Elöl erednek az anulus fibrosusok elülső peremén, és ívben megkerülik a pitvarok üregét, majd hátul leszállva, az anulusok hátsó peremén tapadnak. Ehhez a rendszerhez tartoznak a musculi pectinati, melyek a crista terminalis vaskos izomnyalábjából leválva szállnak le a jobb anulus fibrosushoz. A jobb fülcsében e nyalábok függetlenítik magukat az anulus fibrosustól, és körkörösén hossz tengelyére merőleges irányban veszik körül a fülcsé üregét. Hasonló irányúak a bal fülcsé belső izomnyalábjai.

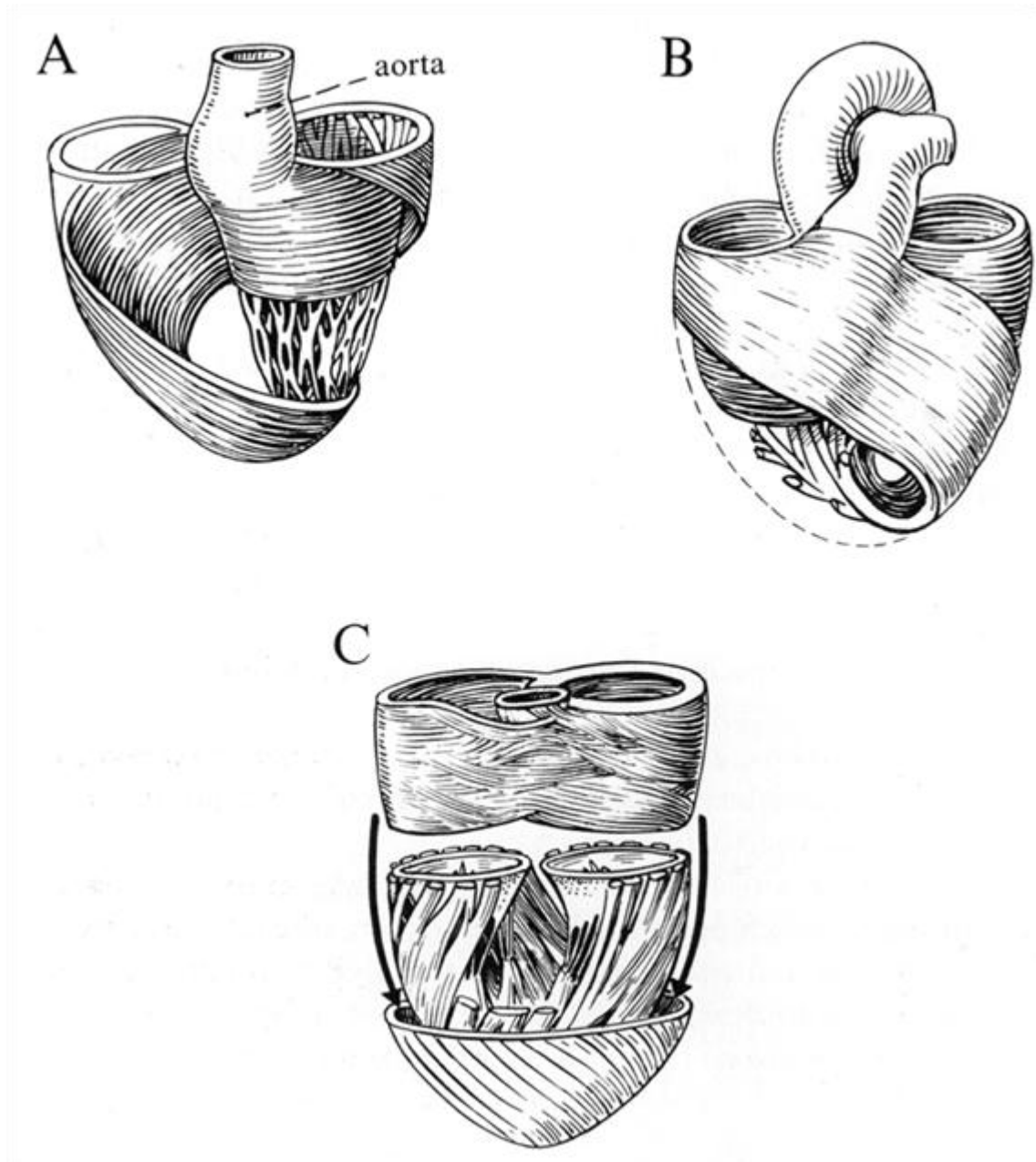
A pitvarokba belépő venákat gyűrű alakú izomnyalábok veszik körül, amelyek egy darabig ráterjednek a vénák falára; legmesszebb a venae pulmonalisokon, ahol elérik a tüdőkaput. Ezek az izomgyűrűk a pitvarok összehúzódásánál csökkentik a vér visszaáramlását a vénákba, tehát billentyűket helyettesítenek. A vena cava inferior benyílásánál nincs izomgyűrű.

Emlőszállatok pitvarizomzata belső elválasztású mirigyként is működik. A 28 aminosavból álló peptidmolekulát (pitvari nátriumürítő faktor), különösen a bal pitvar izomsejtjei termelik. Az izomsejtek megnyúlása során fokozott mennyiségben kerül a nátriumürítő faktor a keringésbe.

A kamrák izomzata három rétegből áll. Ezek:

- ♦ 1. külső ferde vagy helyesebben meredeken spirális réteg,
- ♦ 2. középső körkörös, azaz a valóságban laposan spirális réteg,
- ♦ 3. belső, nagyobbára hosszanti réteg.

A külső ferde izomréteg sejtnyaláblefutását a **6/8. ábra** szemlélteti. A nyalábok mindkét anulus fibrosuson erednek. A szív elülső felszínén jobbról a basis felől a szívcsúcs felé, hátsó felszínen fordítva: balról a basis felől jobbra a csúcs felé szállnak le spirálisan, majd a csúcstól kissé jobbra eső központtal örvényt (*vortex cordis*) képezve, a mélybe buknak. Itt visszafordulva, az elülső fal izomnyalábjai hátra kerülnek, a hátsók pedig előre, és a kamrák belső izomrétegét alkotva a trabeculae carneaeban és a musculi papillarisban követhetők.



6/8. ábra. A szívkamrák izomzatának sémás ábrázolása (Rushmer nyomán). A: az anulus fibrosus hátsó részéről eredő felületes, ferdén leszálló izomréteg és a bal kamra felső vészét körülvevő körkörös izomzat egy része; B: az anulus fibrosus elülső részén eredő felületes ferde izomzat, és ennek mélybe fordulása a vortex cordisnál (a kamrák körkörös izomzatának egy része is ábrázolva); C: A séma alsó része a külső ferde és belső hosszanti izomzatot együtt ábrázolja az ellentétes irányú spirális csavarodás bemutatására (a séma felső része kiemelve mutatja a közbülső körkörös izomzat egy részét)

A középső, ún. körkörös réteg szintén az anulus fibrosuson ered, azzal a különbséggel, hogy jóval laposabb spirálisban halad lefelé. A kamráknak csak basalis kétharmadában van meg ez a réteg, mert a szív csúcsi részét teljes egészében a felületes rétegnek a vortexban való visszafordulása képezi. A körkörös réteg viszonyát a külső spirális és belső hosszanti réteghez a 6/8. ábra C sémája mutatja. Ebből a rajzból az is kitűnik, hogy a belső, hosszantának nevezett réteg (amely a külső izomréteg mélybe bukott folytatása) voltaképpen szintén spirális jellegű, csak kb. 90°-kal eltérő irányban, mint a külső réteg. E két réteg ellensúlyozza az izomspirálisnak a szívbe gyakorolt elcsavaró hatását.

Az ingervezető nyáláb (lásd később) kivételével a kamrák izomzata sehol sem folytonos a pitvarok izomzatával.

Endocardium. A szívbelhártya az erek intimájára emlékeztető háromrétegű hártya. A pitvarokban különösen a bal pitvarban jóval vastagabb, mint a kamrákban.

Belső rétege finom kötőszövetből áll, a szív üregei felé endothelborítással bír. Középső rétege változó erősségű, tömött rostos kötőszövetből álló lemez, benne simaizomsejtek is előfordulnak. A harmadik (külső) rétegben már hajszálerek és helyenként a szív ingervezető rendszerénél leírandó speciális ingervezető szívizomsejtnyalábok (Purkinje-rostok) is találhatóak.

1.5.2. A szív ingerületvezető rendszere

A szívizomszövet maga is ingerülettermelő tulajdonságokkal bír, ingerület képzéséhez idegi behatásra nincs szüksége. Bár e tulajdonság tekintetében az egész szívizomzat egységes, mégis fiziológiai viszonyok között a szívizom ingerülete specifikus, kevésbé differenciált szívizomsejtekből álló csoportosulásokban keletkezik, és innen terjed rá a szív munkaizomzatára. Az ingerülettermelő speciális izomsejt-csoportosulások ezért a szív működés ritmusát meghatározó ún. pacemakerek. Ez az ingerülettermelő és -vezető rendszer két különálló részből:

- ◆ 1. sinuscsomóból (*nodus sinuatrialis*ből vagy Keith–Flack-csomó) és
- ◆ 2. a nodus és fasciculus atrioventricularisból (pitvar-kamrai csomó, Tawara-csomó és a belőle eredő His-köteg) áll.

Sinuscsomó (*nodus sinuatrialis*). A vena cava superiorinak a jobb pitvarba való benyílásánál a sulcus terminalis felső végében elhelyezkedő, répa alakú csomó. A rendes szívizomrostoknál vékonyabb, kötőszövettel erősebben kevert szívizomsejt-nyalábokból áll. A csomó tengelyében egy kisebb, ún. nodalis arteria fut végig. Nagyszámú vegetatív idegrost hálózta át a sinuscsomó szövetét. Összeköttetése az atrioventricularis ingervezető rendszerrel nem mutatható ki, ezért feltételezik, hogy a sinuscsomó által keltett ingerület a pitvar rendes munkaizomzatának közvetítésével terjed rá az atrioventricularis rendszerre.

Pitvar-kamrai v. Tawara ²2-csomó és His³3-köteg (*nodus et fasciculus atrioventricularis*). A nodus atrioventricularis a pitvarsövény alsó részében, közvetlenül az ostium sinus coronarii előtti területen levő szívizomszövetből álló csomó. A sejtek fénymikroszkópban karcsúbbak, mint a munkaizomsejtek, és kevesebb myofibrillumot tartalmaznak.

A His-köteg (*fasciculus atrioventricularis*) a Tawara-csomóból előrefelé eredő izomsejtköteg. A pitvarsövény alsó részében halad előrefelé a jobb trigorum fibrosum területe fölé, itt lefelé fordulva áthalad annak már említett nyílásán. A kamrasövény pars membranacea részének hátsó szélénél halad át, végül mintegy „lovagolva” a húsos septum felső szélén két ágra válik. A két szár (Tawara-szárok) a kamrasövény két felszínén száll le a kamrák csücsi része felé. A széles lapos bal szár nem konzervált szíven, ahol világosabb színe alapján felismerhető, aránylag könnyen kipreparálható. A jobb szár kissé mélyebben fekszik, és nehezebben boncolható ki. Mindkét szár a kamracsúcsok tájékán az endocardium alatt felrostdozódik (Purkinje-rostok), különösen a nagyobb papillarisizmok basisához követhetők erősebb nyalábok.

A szív ingerületvezető rendszerét a **6/9. ábra** mutatja be, főbb szakaszai finomabb szerkezetének ábrázolásával. A His-köteg izomsejtjei a köteg felső részében rendkívül vékony szívizomrostok kevés közti kötőszövettel, de igen bőséges hajszálérhálózattal. A kamrasövény közepétől lefelé, ahol a köteg két szára az endocardium alatt kezd felrostdozódni, a sejthalakok hirtelen megvastagodnak, és átmennek az ún. Purkinje-féle rostrendszerbe.

A Purkinje-rostok lényegében szívizomsejtek, amelyek a rendes szívizomsejtekhez hasonlóan kapcsolódnak össze. Annyiban térnek el a munkaizomrostoktól, hogy vastagabbak, és csupán a sejtek szélén tartalmaznak kevés myofibrillumot. Tengelyükben a központi helyzetű magok körül széles, közönséges festésekkel világos plasmaterület található, amely glikogénben igen gazdag.

1.5.3. A szív erei

Elsősorban a myocardium igényel bőséges vérellátást. Ezt a szív saját véredényrendszere, a koszorúérrendszer biztosítja. Az aorta kezdeti szakaszából a bal és a jobb sinus aortae-ből erednek, egyéb helyről a szív szövetei nem kapnak arteriális vérellátást. Kizárólag az endocardium felületes rétegei, illetőleg a billentyűvitorlák, inárok

²2 Tawara japán kórboncnok 1906-ban írta le Aschoff német kórboncnok laboratóriumában, ezért a német nyelvű irodalomban Aschoff–Tawara-csomónak nevezik.

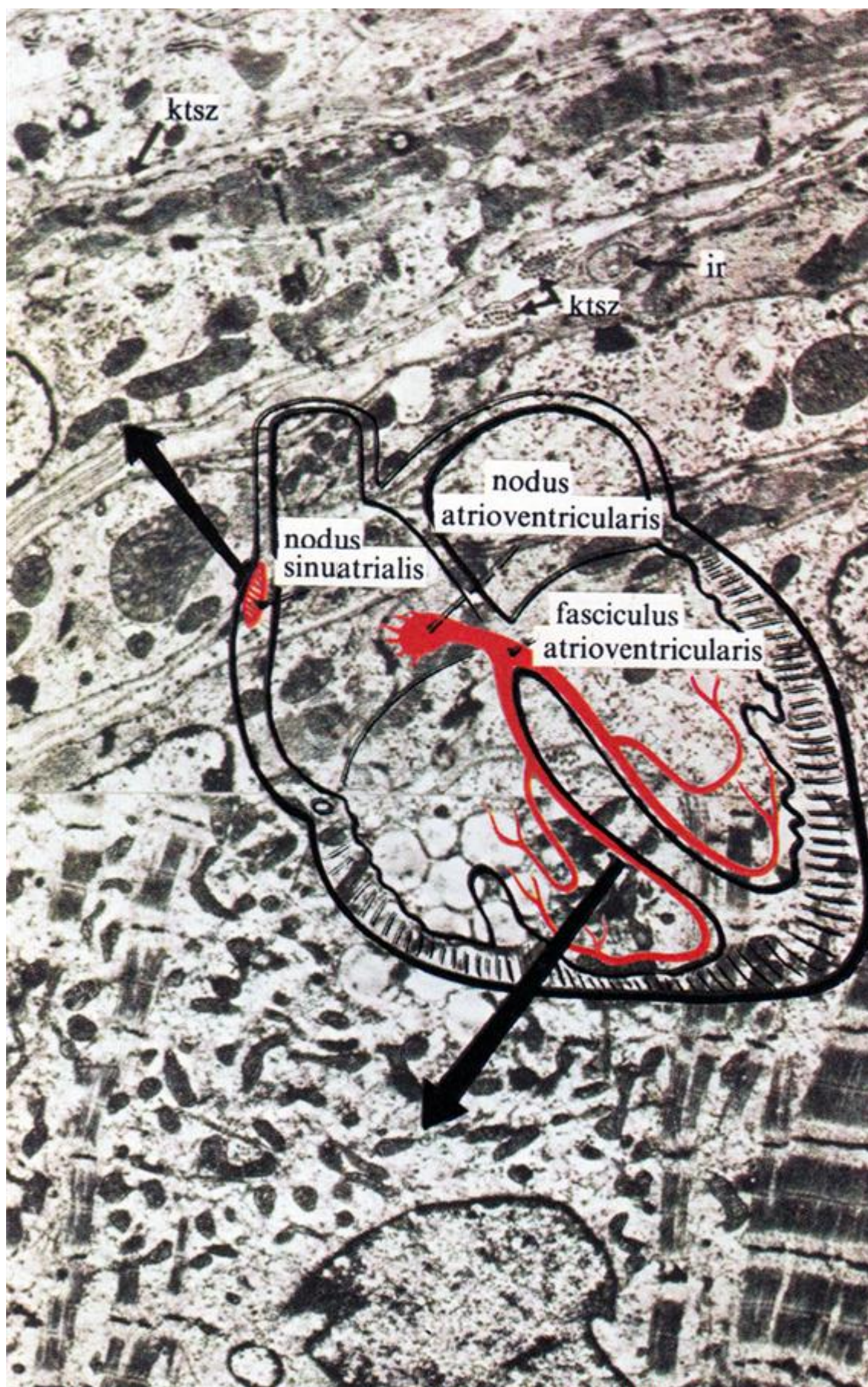
³3 His, W., ifj., 1893-ban írta le először.

és a félhold alakú billentyűk igénytelen szövetei táplálkoznak diffúzió útján a szív üregeit kitöltő vérből. A szív venás vérének elvezetése egy nagyobb, a jobb pitvarba nyíló gyűjtőeres öböl, a sinus coronarius útján bonyolódik le nagyobbrészt, de nem kizárólag. Emellett vannak mind a négy üregbe benyúló kisebb vénák (*venae minimae cordis*), amelyek a szív falának vérét vezetik el.

Arteriae coronariae. Az aorta jobb és bal elülső sinusából, a megfelelő billentyű szabad széleinek magasságában, a valvula semilunaris közepének megfelelően erednek.

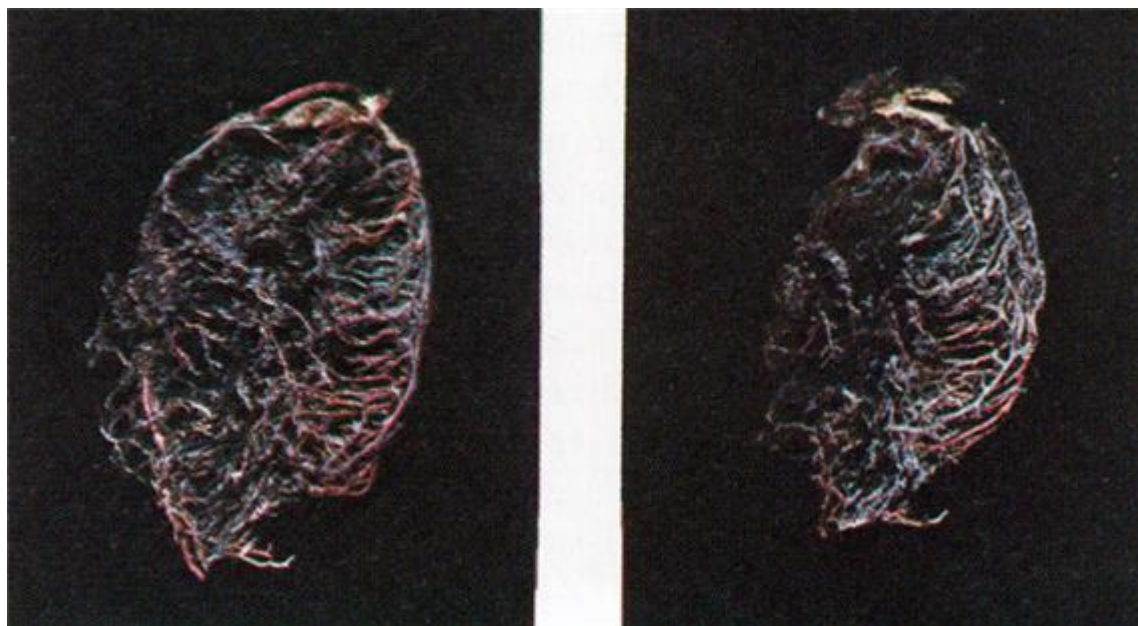
Az *arteria coronaria dextra* eleinte rejtetten halad a sulcus coronariusban jobb felé a truncus pulmonalis és a jobb fülcsé csúcsa által takartan kerüli meg a szív jobb szélét. A rekeszi felszínen balra fut a sulcus interventricularis posterior felső végéhez. Innen mint *ramus interventricularis posterior* halad a szívcsúcs felé. A jobb a. coronaria ágaival ellátja a jobb kamra izomzatának nagyobb részét mint *arteria marginalis dextra* és a sulcus interventricularis posteriorban leszálló ága pedig a kamrai sövény hátsó egyharmadát. Ágakat ad a jobb pitvar falához, ellátja a sinuscsomót az atrioventricularis csomót, és a His-köteg jobb szarát.

Az *arteria coronaria sinistra* a conus arteriosus és a bal fülcsé között lép elő, és még eközben két ágra oszlik. Elülső ága, a *ramus interventricularis anterior*, a sulcus interventricularis anteriorban húzódik lefelé az incisura apicis cordis irányába, ahol a vége rendszerint még áthajlik a szív rekeszi felszínére. Ellátja mindkét kamra sulcus interventricularis anteriorral szomszédos részét a kamrasövény elülső kétharmadát és a His-köteg bal szarát. Másik ága, a *ramus circumflexus*, a sulcus coronariusban haladva bal felé kerüli meg a szívet, rendszerint nem éri el a sulcus interventricularis posteriort. Legnagyobb ága a szív bal széle mentén leszálló *arteria marginalis sinistra*, mely a bal kamra felső részét látja el. Kisebb ágai a bal pitvar vérellátását biztosítják.



6/9. ábra. A szív ingertermelő (sinuscsomó) és ingervezető (His-köteg) rendszere sémásan és fontosabb részeinek elektronmikroszkópos szerkezete; (Virágh Sz. felvételei). A sinuscsomó igen vékony, kevés myofibrillumot tartalmazó, kötőszövettel (ktsz) erősen körülszótt és bőségesen beidegzett (ir = idegrost) speciális szívizomszövet. A fasciculus atrioventricularis distalisabb részeiben található Purkinje-rostok (alsó elektronmikroszkópos kép) csak a sejt periferiáján tartalmaznak myofibrillumokat

A két arteria coronaria ellátási területei közötti határok egyéni változatokat mutatnak. A jobb és a bal a. coronaria vázolt ellátási területe kb. az esetek 70%-ban igaz. A további 30%-ban ún. jobb vagy bal dominancia érvényesül. Az előbbi esetben az arteria coronaria dextra nemcsak a. interventricularis posteriort adja, hanem a sulcus coronariusban tovább haladva a bal oldali marginalis arteria is belőle ered. Ennek az eredménye, hogy a bal kamra felső részét is ez az arteria látja el. Bal dominancia esetén a bal arteria adja az arteria interventricularis posteriort is, aminek következtében a teljes kamrai septum az atrioventricularis csomó és mindkét His-köteg a bal coronariából kapja vérellátását.



6/10. ábra. A bal kamra izomzatát ellátó erek eloszlása két nézetből (Kádár F. korróziós készítménye). A jobb képen nagyobb rálátás van a külső felszínre. A bal képen (a jobb szélénél) függőlegesen látunk rá a vastag kamrafal erezetének törési felszínére. Jól felismerhető a harmadlagos erek merőleges behatolása a kamrafalba és a beszűkült kamraüreg felszínén való viselkedésük. A kamraüreg felé behatoló egyes arteriaágak a musculi papillares ellátásában vesznek részt

Az arteria coronariák másodlagos ágai az epicardium alatt haladnak, és csak a harmadlagos ágak nyomulnak be merőlegesen a szívizomzatba, ahol jellemző mintázat szerint oszlanak tovább (6/10. ábra). A nagyobb coronariaágak között, részben az arteria coronaria dextra és sinistra rendszere között is, sajátos spirálrugószerűen csavarodott anastomizáló arteriák fordulnak elő. Ezek azonban általában nem elégségesek arra, hogy kompenzálják egy-egy elzáródó arteriához tartozó terület vérellátásának kiesését, azaz végarteriák. A coronariák akut elzáródásának következménye az ellátott terület oxigénellátásának kiesése vagy elégtelenné válása. Ez az ischaemiás állapot heves mellkasi fájdalommal jár, mely főleg a bal vállba és a felső karba sugározhat ki, vagy epigastriális tájon jelentkezik. Ez az angina pectorisnak nevezett állapot a szívizom necrosisával, azaz az életet is fenyegető szívinfarctussal járhat.

A **szív gyűjtőeres vérét** három nagyobb és több kisebb vena szállítja. A *vena cordis magna* a szívcsúcson kezdődik, és felszállva a sulcus interventricularis anteriorban bal felé kerüli meg a szívet. Hátul a sulcus coronariusban mint sinus coronarius folytatódik. A vena és a sinus közti határt egy billentyű és a *v. obliqua atrii sinistri* beömlése jelzi. Ezen utóbbi apró, sokszor alig látható ér nevezetes eredetére a vénák fejlődése során fogunk visszatérni.

A *vena cordis media* a sulcus interventricularis posteriorban halad felfelé, és a sinus coronariushoz közvetlenül annak a jobb pitvarba való beömlése előtt csatlakozik. A *vena cordis parva* a sulcus coronarius jobb oldalán fut hátrafelé, és a vena cordis media benyílása mellett ömlik a sinus coronariusba. Ezen utóbbi vena rendszerint nem éri el a szív elülső felszínét, ugyanis a jobb kamra elülső felszínének vénái mint *venae cordis anteriores*

közvetlenül belepnek a jobb pitvarba. A *venae cordis minimaeról*, amelyek a pitvarok falából (kétséges, hogy kamrák esetében vannak-e ilyenek) közvetlenül nyílnak be a pitvarok üregébe, már előzőleg szoltunk.

1.5.4. A szív beidegzése

Mind az ingerületképző és az ingerületvezető, mind pedig a munkaizomzatot beidegző vegetatív idegrostok szerepe az, hogy a szívműködést reflexesen szabályozzák, illetve adaptálják a mindenkori szituációhoz, amelyben az ember van, ti. pihenő vagy erőgyűjtő szituációhoz, vagy a veszély esetén a menekülés körülményeihez. Szívet ellátó vegetatív idegrostok erednek egyrészt a X. agyidegből (nervus vagus; ezek a szívösszehúzódnásokat ritkítják), másrészt a truncus sympathicus nyaki dúcaiból. Az utóbbiak a szív összehúzódnásait szaporító és az összehúzódnáshoz kifejtett feszültséget fokozó hatásúak. Reflexes szabályozására az érrendszer és a szív különböző pontjain érzőidegek is végződnek. A keringésben levő vér volumenének szabályozásában a pitvarokban (főleg a balban és a vena pulmonalisokban) levő receptoroknak van fontos szerepük. Mindezen receptorok által nyert információt az agytörzs vérkeringés-szabályozó idegmechanizmusai feldolgozzák, és a vegetatív idegeken keresztül reflexesen szabályozzák a keringés centralis (szív) és peripherias (vérerek) tényezőit.

A szív érintésre, vágásra vagy a hőmérséklet változására érzéketlen. A vérellátás romlása, és az azzal járó anyagcseretermékek felszaporodása viszont erős fájdalmat okoz a myocardiumban (koszorúérrendszer ágainak elzáródását kísérő anginás fájdalom). A fájdalomérzést kiváltó érzőrostok a truncus sympathicus közvetítésével érik el a gerincvelőt. A rostok a gerincvelő bal oldalán, a felső thoracalis szelvényekben végződnek.

Funkciós megjegyzések. A két, egymástól az anulus fibrosus rendszer által tökéletesen elválasztott izomtömlő-rendszer, a pitvarok és a kamrák, mindegyike külön-külön működésre képes. A két egység meghatározott időrendben való együttműködésének anatómiai alapja az atrioventricularis ingervezető köteg, amely a pitvarok összehúzódnását előidéző ingerületet a Tawara-csomó közvetítésével, amely maga a pitvar izomzatának egy része, és amely minden irányban szétsugárzó nyalábokkal a pitvarsővény munkaizomzatával összeköttetésben áll, bizonyos, az ingerület vezetéséből folyó késleltetéssel (0,16 s) viszi át a kamrákra. A pitvarok ingerületét a pacemaker sinuscsozó idézi elő felnőttben átlag 70/min frekvenciával. Az atrioventricularis köteg és a felosztódásából előálló Purkinje-rostrendszer (a valóságban sejtfüzérek) subendocardialis helyzete folytán a kamrafal ingerületi állapota mindkét kamra belfelületén kezdődik, majd a hálózatosan összefüggő izomsejtek útján, a falon keresztül kifelé terjed. A kamrák alakjából eredően összehúzódnásuk „geometriai” következményei, és ezzel teljesítményük is, igen eltérő jellegű. A félhold alakú és görbült üregű jobb kamra a kovácsfűtatóhoz hasonló működésű. A szabad kamrafal minimális mértékű kitágulása, illetve ugyancsak minimális mértékű összehúzódnása a jobb kamra által befogadható és kiüríthető vérmennyiséget nagymértékben növelheti. Ezért a jobb kamra könnyen és természetesen alkalmazkodhat nagyobb vérmennyiségek továbbítására, de igen rosszul alkalmazkodik hirtelen nyomásemelkedésre – pl. a tüdőerek elzáródására –, fokozatos nyomásemelkedésre is csak izomzatának erős hypertrophiájával és alakja bal kamraszerűvé történő átalakulásával képes alkalmazkodni. – Fordítva: a bal kamra tojásidomú üregével aránylag kevésbé tud alkalmazkodni nagyobb folyadékmennyiségek továbbítására – legfeljebb erős dilatációval, azaz üregének kitágulásával (a szívizom működési effektusának ezzel járó súlyos hátrányaival). Viszont erős spirális és körkörös izomzatával nagy nyomáskülönbségek legyőzésére alkalmas. Ezen anatómiai tényezők jelentőségével (vagyis, hogy a szív a keringés különböző tényezőinek kóros megváltozásaihoz alkalmazkodni képes) a belgyógyászati tanulmányok során bőségesen találkozunk.

1.6. Szívburok

A **szívburok** (*pericardium*) három nagy savós hártya – mellhártya, hashártya, szívburok – egyike. A szívet két rétegben veszi körül a pericardium. Belső lemeze (*lamina visceralis pericardii*) megegyezik a szívfallal rétegeinél tárgyalt külső, vékony hárttyával, azaz az epicardiummal. A szívbe érkező és onnan távozó erek mentén a lamina visceralis áthajlik egy hasonlóan vékony hárttyás rétegbe, ami a szívburok külső lemezének (*lamina parietalis pericardii*) belső (serosus) rétegét adja. Ehhez fekszik hozzá szorosan a külső rostos (fibrosus) réteg. Így a csak serosus rétegből álló zsigeri lemezzel szemben a fali lemez serosus és fibrosus rétegből áll. A két serosus réteg között található a zárt pericardiumüreg (*cavum pericardii*). Ez egy keskeny rés, amelyben kb. 50 ml folyadék (*liquor pericardii*) biztosítja a szív összehúzódnása közben az egymás felé tekintő felszínek súrlódásmentes elcsúszását.

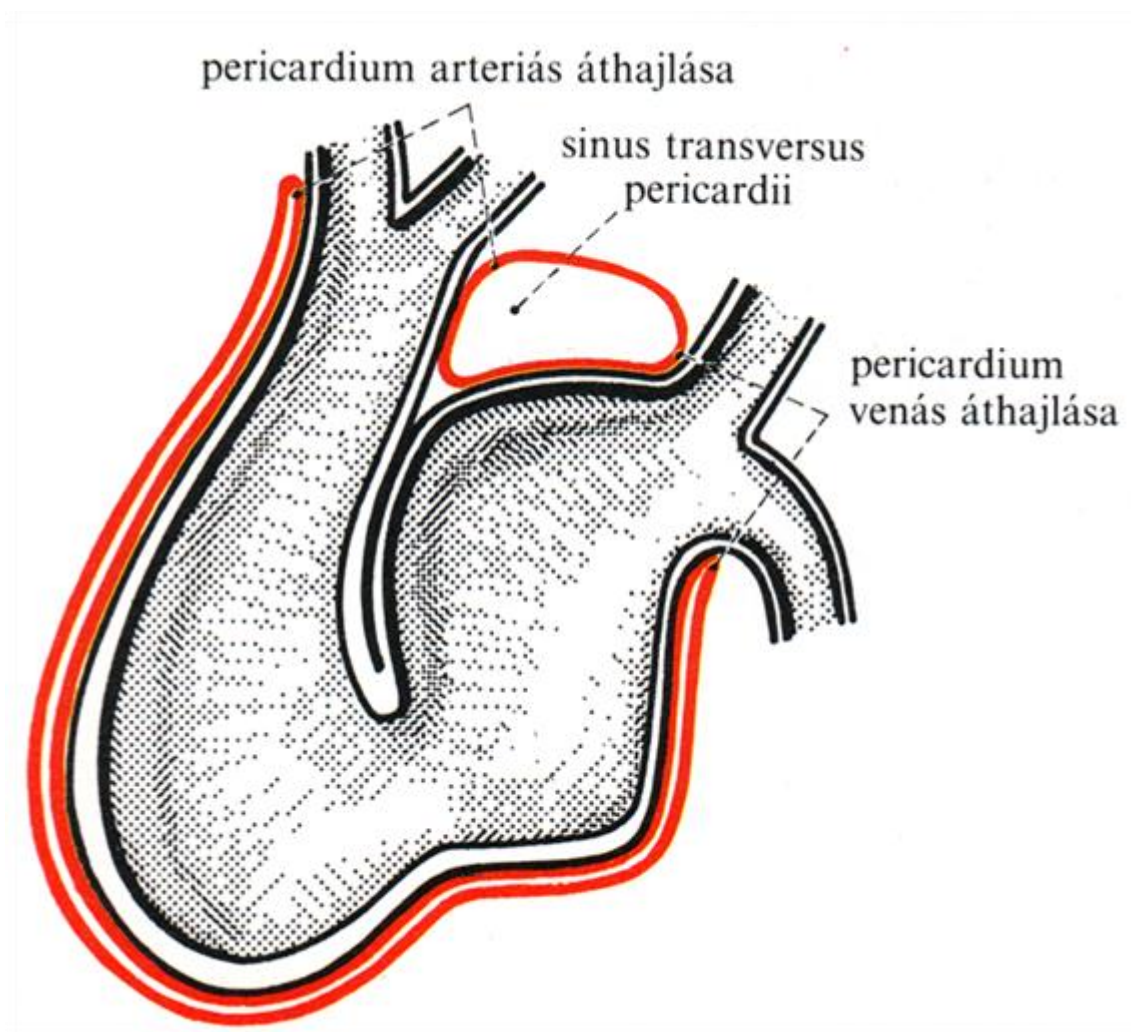
A pericardium alakja a szívet nagy vonalakban utánozza: kissé aszimmetriás csonka kúphoz hasonló idomú. A fali lemez rostos rétege alul egy lekerekített csúcsú háromszög alakban a rekesz felső felszínével szorosan összenőtt. E háromszög jobb hátsó csúcsának megfelelően lép be a szívburokba a vena cava inferior. E felszín

szélei elől hegyes, kétoldalt és hátul tompább szögben visszafordulva mennek át a parietalis lemeznek a csonka kúp köpenyét alkotó felszínébe. Ez elől a 4–6. bordaporc sternalis rögzülése közötti kb. gyermektényérnyi területen közvetlenül hozzáfekszik a mellkas elülső falához. A pericardium és a mellkasfal között az összeköttetés igen laza, bár a laza kötőszövetben a pericardium és a szegycsont közt szalagszerű megerősödéseket is lehet találni (*lig. sternopericardiale*). Hasonló, bár még ennél is határozatlanabb kötőszöveti nyalábok vezetnek a pericardium hátsó mediastinalis felületéről a mediastinumon keresztül a gerinc két oldalához.

A pericardium oldalsó felszínei és a mediastinalis pleuralemez közötti összenövés elég szoros, de tompán, nagyobb nehézség nélkül szétválasztható.

Nevezetes és nem egykönnyen érthető része a pericardiumnak a két savós lemez egymásba való áthajlása a szív nagyerei körül. Érthetővé válik mégis a szív fejlődésével ismertetendő ama tényből, hogy a szív eredetileg gyengén S alakban görbült, craniocaudalis irányú cső, melyet a pericardium már korai stádiumtól kezdve inthüvelyhez hasonló kettős lemezzel vesz körül. A külső lemez a szívcsövet csőszerű burok formájában követi, a belső szorosan ráfekszik a szívcsőre.

A két lemez a szívcső két végén egy-egy körvonal mentén egymásba áthajlik. A szív alsó, azaz venás vége a fejlődés során felemelkedve, a szívcsövet durva egyszerűsítéssel U alakú csővé változtatja, minek következtében a pericardium eredetileg felső arteriás végi áthajlása előre, és eredetileg alsó venás végi áthajlása hátra kerül (6/11. ábra). Minthogy az aorta és a truncus pulmonalis a szívcső eredetileg közös arteriás törzséből válik szét, az arteriák körül közös, 8-as alakú áthajlási vonal mentén hajlik át a pericardium parietalis lemeze a visceralisba. Az aortából igen nagy darab (10–12 cm), a truncus pulmonalis teljes lefutása intrapericardialis elhelyezkedésű.



6/11. ábra. A pericardium (piros) és a fejlődő szívcső egymáshoz való viszonya erősen sémásan az arteriás és a venás áthajlás, valamint a sinus transversus pericardii létrejöttének magyarázatára

A szív nagy venái is eredetileg egyetlen közös törzsbe, a sinus venosusba nyílnak, így a venás áthajlási vonal is közös. Ez azonban bonyolultabb lefutású, hiszen a pitvarokba bevont sinus venosusokba összesen hat nagy vena – nem számítva a sinus coronariust – nyílik be.

A venák benyílásának elrendeződése olyan, hogy egy vízszintesen fekvő T betűt adnak ki (Sappey-féle T). A fekvő T függőleges szárának felső pontja a vena cava superior, alsó végpontja a vena cava inferior beömlésének felel meg. A függőleges és vízszintes szár találkozásánál van a jobb venae pulmonales, a vízszintes szár bal végén a bal venae pulmonales beömlése. A T végpontjait fogja körül a venás áthajlási vonal.

A 6/11. ábrából érthető, hogy az arteriás és a venás áthajlás között a szív basisa felett csatorna vezet – a *sinus transversus pericardii* –, amelyen az ujjunkat az aorta és a truncus pulmonalis mögött a pericardium üregén belül át tudjuk vezetni. A pericardiumnak egy másik, kevésbé nevezetes zuga felemelt szívcsúcás alatt válik láthatóvá, tí. a bal venae pulmonales és a v. cava inferior között keletkező, és a jobb venae pulmonales felé mutató zug – a *sinus obliquus pericardii*.

A szívburok zsigeri lemezét a szív saját erei táplálják. A fali lemez vérellátásában az arteria thoracica interna ágai vesznek részt (*a. pericardiacophrenica*). A pericardium érző idegrostjai a nervus vagusból és a truncus sympathicusból érkeznek.

1.7. A szív helyzete és vetülete (situs cordis)

A szív és a környező szervek közti topográfiai viszonyok részletes tárgyalására a 9. fejezetben kerül sor. Itt a szívnek kizárólag vetületi anatómiájával foglalkozunk, mégpedig abból is csak az általános orvos számára fontos elülső mellkasfalra való vetületével. Elsősorban a röntgenszakorvosnak a szív más vetületeivel, pl. oldalsó és ferde vetületekkel is tisztában kell lennie, ezek tárgyalását azonban át kell engednünk a szaktudományoknak.

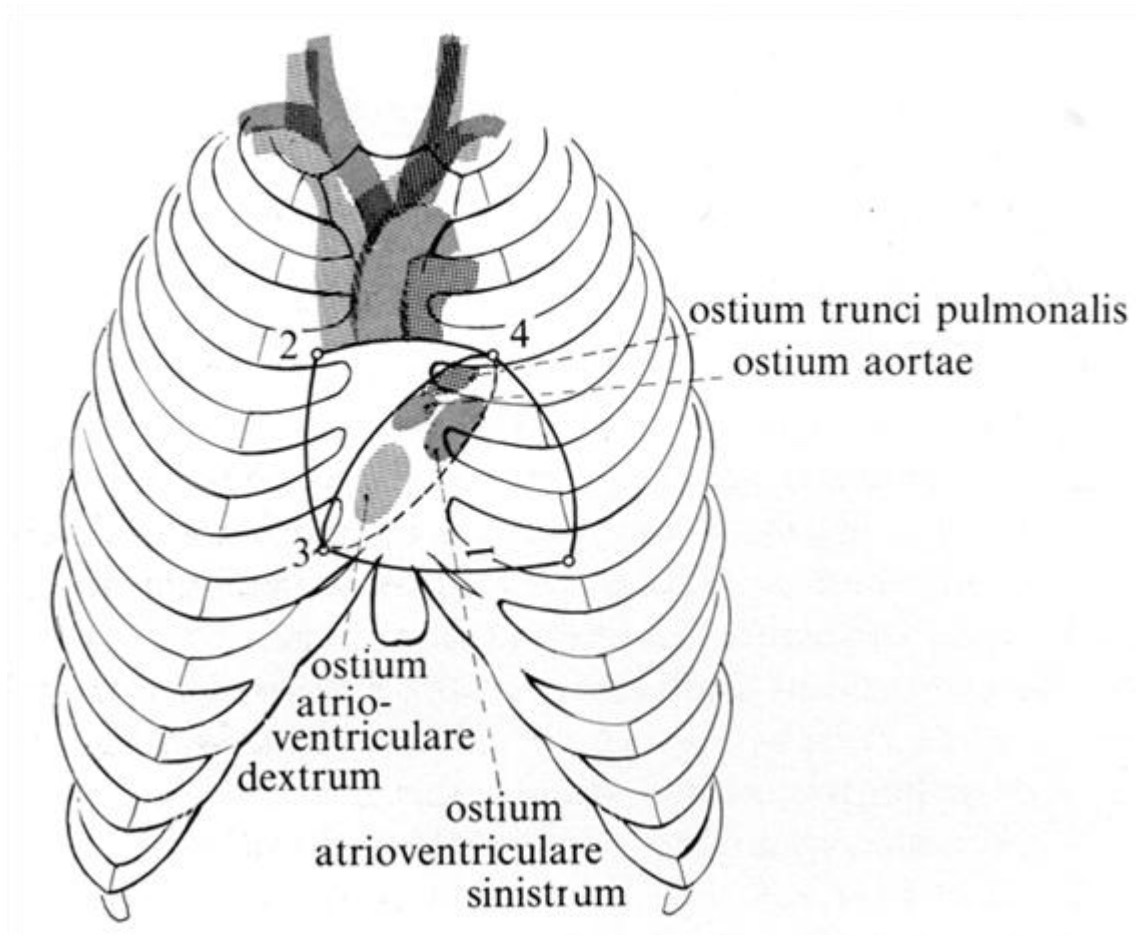
Az ún. fizikális diagnosztikán általában a klasszikus tapintás (palpatio), kopogtatás (percussio) és hallgatódzás (auscultatio) alkalmazásával megállapítható jelenségekre alapozott módszereket értik. Megfelelő tájékozódásra kielégítő, ha a szív négy pontjának az elülső mellkasfalra való vetülését ismerjük. E négy pont a következő:

- ◆ 1. A szív csúcának vetülete (egyben a szívcsúcslökés tapintható helye) a bal 5. bordaköznek a sternum közepétől 9 cm távolságra lévő pontja. A szívcsúcás normálisan nem terjed túl oldal felé a férfi emlőbimbó (mamillaris vonal), ill. a clavicula közepén átvezető (medioclavicularis) vagy még az ettől egy jó ujjnyival beljebb eső medioinguinalis vonalon sem.
- ◆ 2. A vena cava superior pitvari beömlése a jobb 3. bordaporc sternalis végének megfelelően vetül az elülső mellkasfalra.
- ◆ 3. A sulcus coronarius jobb vetületi végpontja a jobb 6. bordaporc sternalis végétől jobb felé 2 cm távolságra eső pont.
- ◆ 4. A sulcus coronarius bal vetületi végpontja a bal 3. bordaporcogó sternalis végétől 3 cm-re balra lévő pont.

Ha e négy pontot gyengén domború vonalakkal összekötjük, megkapjuk a szív gyakorlati tájékozódás szempontjából fontos kontúrvonalát (**6/12. ábra**). E kontúrvonalak közül a jobb ív a jobb pitvar kontúráját, az alsó a szív éles margo dexterét, azaz nagyobbára a jobb kamra által alkotott szélt, a bal ív a bal kamra által alkotott bal kontúráját adja meg, a felső ívnek nincs egységes anatómiai értelmezése, ill. körülbelül a pitvarok tetején fut végig. E szabálytalan ívrombuszból igen egyszerűen rekonstruálhatjuk a szív szájadékainak vetületét is. Nem kell mást, mint igen lapos ellipszissel összekötnünk a sulcus coronarius két vetületi végpontját (3 és 4), ebbe az ellipszisbe esnek be a szív szájadékai.

Az anuli fibrosi már megismert leírásából könnyű rekonstruálni a 6/12. ábrán bemutatott helyzetet.

A mellkas falához legközelebb a bal 3. bordaporc sternalis végének megfelelően az ostium trunci pulmonalis fekszik. Ettől kissé jobbra és hátra fekszik az ostium aortae. Ismét valamivel hátrább, de jobbra, az 5. bordaporcokat összekötő vonalban fekszik a sternum alsó része mögött az ostium atrioventriculare dextrum, és leghátul, a bal 4. bordaporc sternalis végpontja mögé esik az ostium atrioventriculare sinistrum.



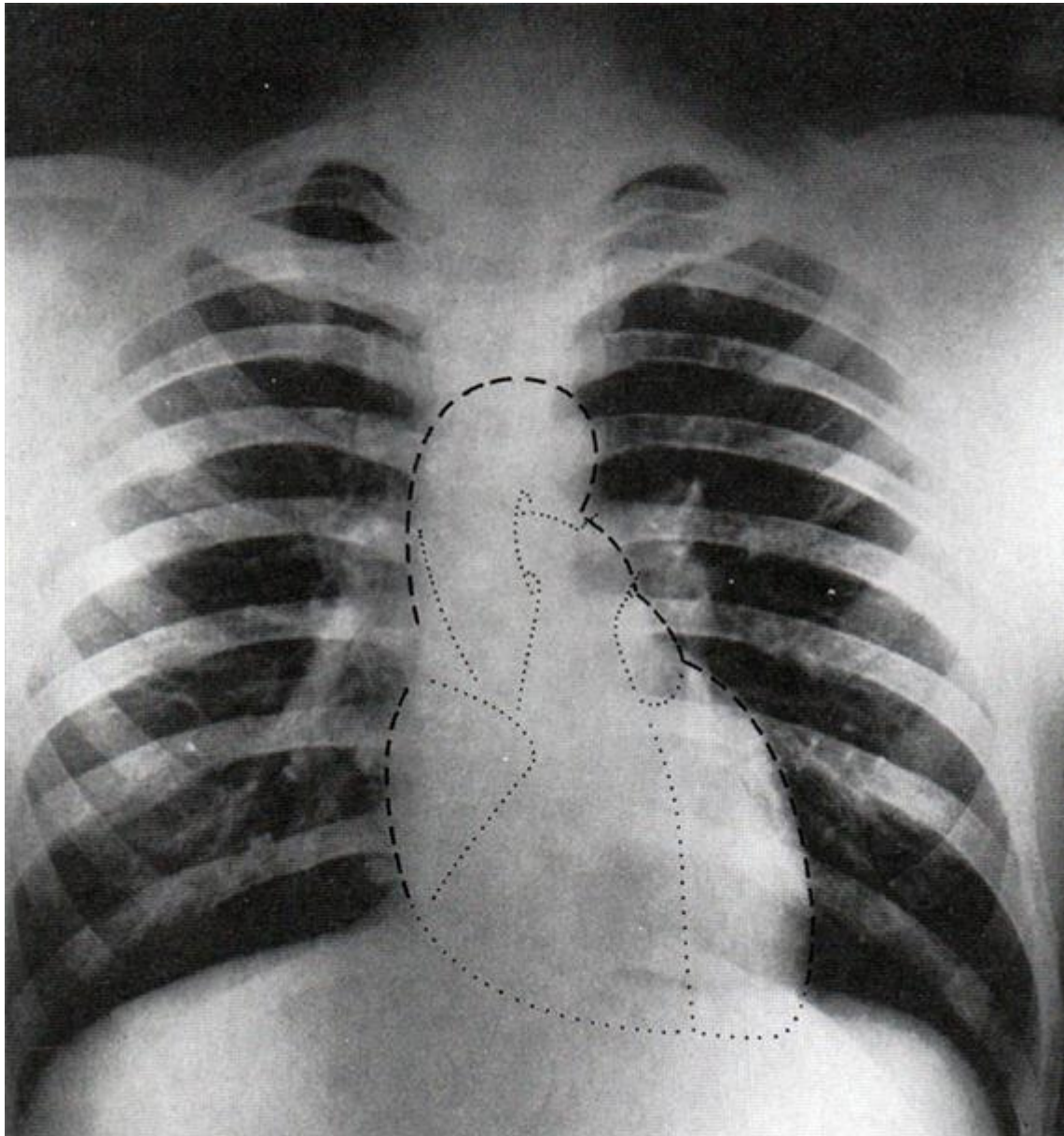
6/12. ábra. A szív elülső mellkasi vetületének megközelítő rekonstrukcióját szolgáló ívrombuszséma. Végpontjainak számozása megegyezik a szövegben megadott számozással. A szájadékok vetületének sávozása megegyezik a belőlük kiinduló vagy hozzájuk vezető nagyerek vetületének sávozásával

A 6/12. ábrába berajzoltuk a szív és a nagyerek tényleges vetületi viszonyait is annak érzéktetésére, hogy ez a mesterséges konstrukció hogyan viszonyul a szív részeinek tényleges helyzetéhez. Ezen ábra tanulmányozásával, és annak figyelembevételével, hogy a szívhangok keletkezésénél a szív mely üregei teltek vérrel – ugyanis csak a vérrel telt részek vezetnek jól a hangot –, könnyű megérteni, hogy a különböző billentyűk záródásakor keletkezett hangokat, illetve a főleg szájadékaik rendellenes áramlási viszonyaikból adódó zörejeket hol lehet elsősorban észlelni. Az első szívhangnak a valva bicuspidalis záródása által keltett hangrezgéseit, minthogy keletkezésük pillanatában (a systole elején) a bal kamra tele van vérrel, ennek a mellkasfalhoz legközelebb levő részén, azaz a szívcsúcs helyén, illetve innen a 4. borda sternalis végéig terjedő vonalban fogjuk leginkább észlelni. Az első szívhangnak a tricuspidalis billentyű által keltett részét vagy zörejeit a jobb kamrának az elülső mellkasfalra való egész felfekvési területén, de legerősebben a billentyűhöz legközelebb, a sternum alsó vége jobb szélé felett fogjuk hallani. A semilunaris billentyűk záródásakor keletkező második szívhang pillanatában (a diastole elején) a kamrák üresek, a hang vezetése errefelé tehát csökkent. Ezért őket ott fogjuk legjobban hallani, ahol a vérrel telt nagyarteriák aránylag legközelebb esnek a mellkasfalhoz.

A 6/12. ábrából látható, hogy a truncus pulmonalis a bal második bordaköz sternalis vége felett válik felületessé, tehát a záródáskor keltett hang itt lesz legjobban észlelhető. Az aorta íve az elülső mellkasfalhoz aránylag közel, a jobb 2. bordaközbe kerül, ezért a második szívhangnak az aortára eső részét itt hallgatjuk. A lényegesen nagyobb nyomás alatt összecsapódó aortabillentyűk által keltett hang az aorta mélyebb helyzete miatt körülbelül olyan erősséggel észlelhető, mint a truncus pulmonalis billentyűi által okozott hang, noha a truncus pulmonalisban a nyomás sokkal alacsonyabb. E szerencsés helyzetből kifolyólag a második szívhangnak az aorta feletti hallgatódzási ponton való megerősödése a nagyvérkörben, a truncus pulmonalis felettin pedig a kisvérkörben való nyomásemelkedést jelez.

A szívhangok erőssége és jellege sok más tényezőtől, ti. a billentyűk és érfalak kvalitásaitól függ (lásd a belgyógyászatban).

Noha a szív a mellüreg elülső részében helyezkedik el, a szívet, ill. a pericardiumot a tüdők, ill. a tüdőket körülvevő mellhártya nagyrészt elválasztja az elülső mellkasfaltól. A középvonalban a pericardium érintkezik a sternummal. Innen balra a 4. és a 6. bordák közti területen a bal tüdőn lévő bevágásnak megfelelően (*incisura cardiaca*) egy kb. gyermektenyérynyi területen a pericardium érintkezik a bordákkal is. Ezen a területen kopogtatva a szívre jellemző tompa kopogtatási hangot hallja az orvos, ezért ezt a területet abszolút szívtompulatnak nevezik. Az incisura cardiaca mentén eleinte csak vékony rétegben borítja a bal tüdő a szív bal részét, ezért az abszolút szívtompulattól cranialisan és különösen tőle balra szegélyszerűen egy átmeneti kopogtatási hang hallható. Ezt a területet nevezik relatív szívtompulatnak. A szív nagyságáról a relatív szívtompulat tájékoztat, bár az oldalfelé egyre vastagodó tüdőszövet takarása miatt a szív általában nagyobb, mint amekkorának az orvos a relatív szívtompulatot kirajzolja.



6/13. ábra. A mellkas anteroposterior irányú röntgenfelvétele a szívárnyékkal (SOTE, Radiológiai Klinika anyagából)

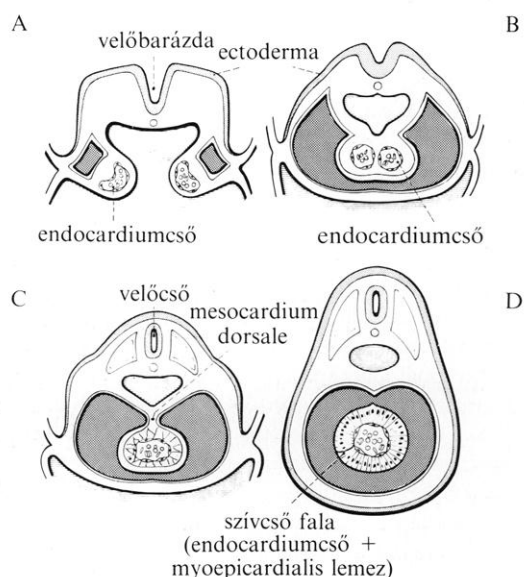
A szív alakjának pontosabb vetületét nyerjük a röntgenfelvételen. A szokványos sagittalis irányú posteroanterior felvételen a kamrák alsó része, a szív jobb éles széle és a szívcsúcs a máj árnyékába vetülnek, viszont a szív basisának képződményei és elsősorban a bal kamra kontúrvonalának nagy része világosan kirajzolódik a

mellkas középpárnyékában. A középpárnyék jobb kontúrvonalára két ívet alkot. Egy alsó ív a jobb pitvar jobbra tekintő felszínének felel meg; ez a jobb pitvari ív. Az e fölött emelkedő karcsú ív alakú árnyékot a jobb pitvarba ömlő vena cava superior alkotja. A jobb oldalról a balra átkötő ívet már a bal oldali határvonal legfelsőbb részét is képező, ún. aortaív adja. Az ehhez balra lefelé csatlakozó eléggé határozatlan kettős ív közül a felsőt a truncus pulmonalis hátrafelé hajló törzse és elágazása okozza; ez a pulmonalis ív; az alsó az előrehajló bal fülcske kontúrja; ez a bal pitvari ív. Végül az árnyék bal alsó íve a bal kamra széle felső kétharmadának felel meg. A röntgen szívárnyékot ebben a vetületben a **6/13. ábra** mutatja.

Természetesen a szív más irányú röntgenvetületei oldal- és ferde átvilágításokban ugyancsak alapvető tájékoztatást adnak a szív egészben és részletekben való alakjáról, de e képeknek még hozzávetőleges magyarázata is túlterjedne az anatómia tárgykörén.

1.8. A szív fejlődése

A szív telepének a fejlődése a 18–19. napon indul meg az embryopajzs elülső végén, közvetlenül a membrana buccopharyngea előtt (*cardiogen lemez*), melyből mindkét oldalon egy-egy cső differenciálódik (endocardiumcső). Az endocardium csövet dorsalis oldaláról egy másik mesodermális képződmény, a myocardialis vályú veszi körül. Ez utóbbiból lesz a myocardium, a pericardium lemezei a septum transversum telepéből alakulnak ki (**6/14. ábra**). A pericardialis üreg része a mesoderma oldallemezei között lévő celomaüregeknek.

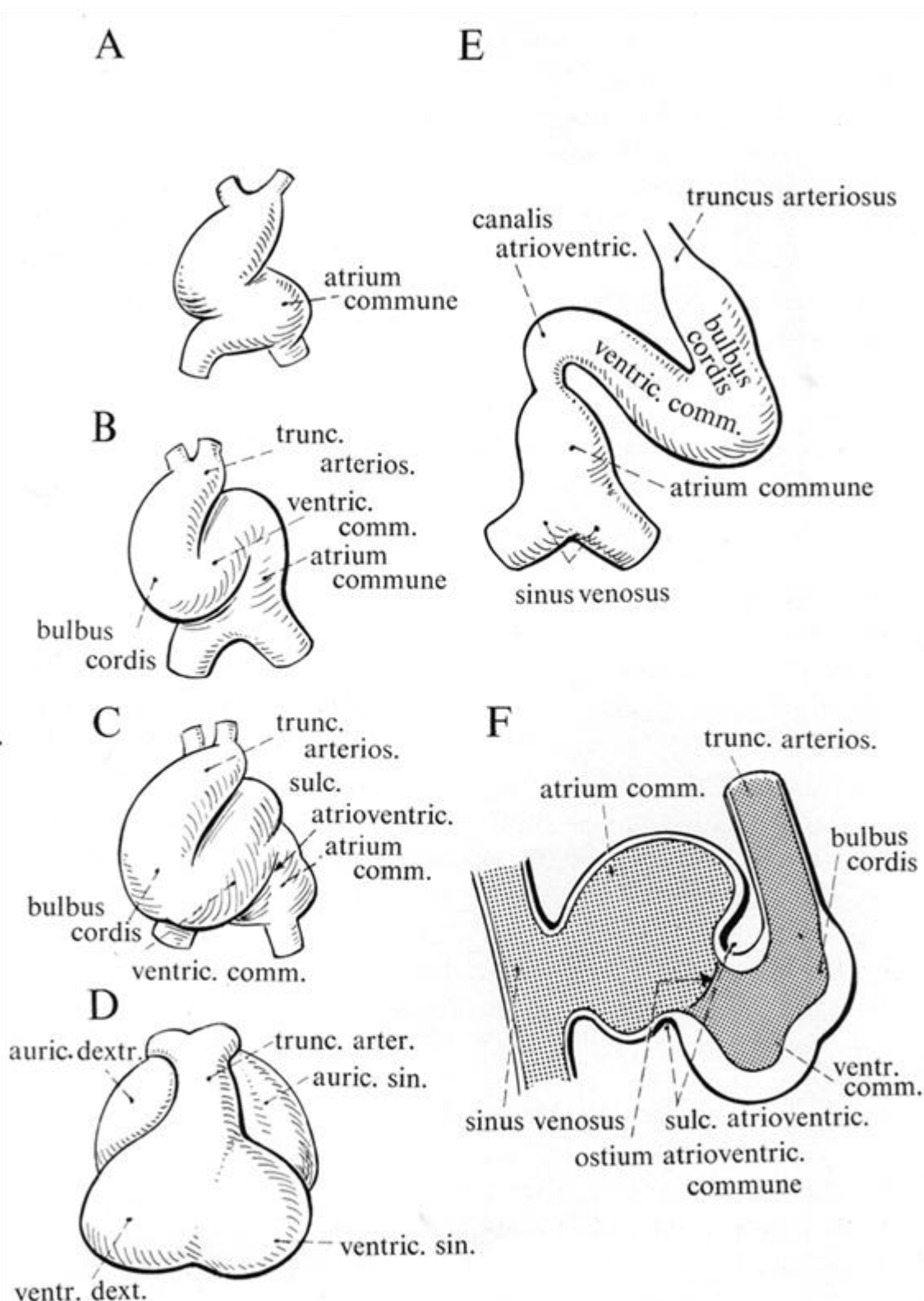


6/14. ábra. A szív korai fejlődését magyarázó sémás rajzsorozat (Moore nyomán, módosítva). Az előbél ürege és a szikzacskó vízszintesen sávozva, a celoma üregnek az a része, amelyből a cavum pericardii lesz sűrűn pontozva. A: a lefűződés folyamatában a kétoldali endocardiumcső és az azokat felülről-lateral felől borító celomaüreg egymás felé közeledik. Az előbél még nincs elválasztva a szikhólyagtól; B: a lefűződés végén a kétoldali endocardiumcső, melyeket a celomaüreg előlről és oldalról vesz körül, az előbélből ventralisan egymás mellé kerül; C: az egységes szívcsővé egyesült endocardiumcsöveket beborítja az oldalleméből differenciálódott myoepicardialis réteg; D: a mesocardium dorsale eltűnésével a most már epi-, myo- és endocardiumból álló szívcső szabadon található a pericardiumüregben

Az embryo lefűződése a fejlődő szívtelepet két módon érinti. Egyrészt az embryopajzsot oldalról érő, hengerformáló erők hatására a kétoldali szívtelep egymás felé közeledik, és a középvonalban egyesül. Az endocardiumcsövek összeolvadását követi a két myocardialis vályú egyesülése is.

Másrészt az embryopajzs feji végén érvényesülő lefűző erők hatására a szívcső az előbél elé, az embryo későbbi mellkasi területére kerül. A rekesz telepét adó septum transversum fejei felszínével kerül közvetlen összeköttetésbe a szívcső és a szívcsövet főleg ventralis oldaláról körülvevő pericardialis üreg (6/14. ábra). Ebben a helyzetben a pericardialis üreg dorsalis irányban növekszik: kialakul, majd felszívódik a *mesocardium dorsale*, a szív kétoldali fejlődésének utolsó jele. A még mindig egységes, de már enyhe hajlatot mutató szívcső (endo-, myo- és epicardium) szabadon található a pericardium üregében.

A hosszanti szívcső felső, arteriás vége (*truncus arteriosus*), két felszálló aortára válik; melyek az első kopoltyúív magasságában dorsolateralisan visszafordulva mint jobb és bal dorsalis leszálló aorta folytatódik. Az azonos oldali ventralis felszálló és dorsalis leszálló aortát az egyes kopoltyúíveknek megfelelően ún. kopoltyúarteriák kötik össze, melyek a nyaki nagy arteriák kezdeményei. A szívcső alsó, tágultabb részébe, a sinus venosusba, a közben már kialakult három venapár: a *venae omphahmesentericae*, a *venae umbilicales* és a két *ductus Cuvieri* nyílnak. A *venae omphalomesentericae* a szikhólyagból, a *venae umbilicales* a chorionbolyhokból és a majdan kialakuló placentából, míg a jobb és a bal vena cardinalis communis (*ductus Cuvieri*) az embryóból magából szállítja a vért a szívhez.



6/15. ábra. A szívcső görbületei és külső idomának kialakulása. A-D: előlnézet; E: oldalnézet; F: oldalnézet felmetszve

A szívcső gyorsabban nő hosszban, mint a rendelkezésre álló tér, és ezért eleinte S alakú görbületet vesz fel (6/15. ábra, A), majd fokozatosan a görbület még fokozódik, és a sinus venosusok, valamint a cső venás vége, az atrium commune, mindinkább felemelkedve (6/15. ábra, C), hátulról körülöleli a truncus arteriosust (6/15. ábra, D). Az S alakú szívcső fő részeit a szívtelepet oldalnézetben mutató séma (6/15. ábra, E) ábrázolja, míg valamivel később, a D stádiumnak megfelelő hosszmetsetet a 6/15. F ábra, mutatja be.

A 6/15. ábra D sémájának megfelelő stádiummal a szívcső lényegében felvette a szív végleges külső alakját. Kezdetleges formában már a szív későbbi négy ürege is jelzett kívülről, de belül még a szívcső egységes üregrendszerű. Ez a venás végen (hátsul) egy, a fő gyűjtőereket felvevő kisebb *sinus venosus*ból, és egy tőle sekély barázdával – a későbbi *sulcus terminalisszal* – elválasztott nagyobb *atrium commune*ből áll. Ez utóbbi előre és lefelé a *sulcus atrioventricularisszal* (a későbbi *sulcus coronarius*) befűzött szűkebb nyíláson, az *ostium atrioventriculare commune*n keresztül közlekedik a közös kamraüreggel. A közös kamraüreg (*ventriculus communis*) felfelé a *bulbus cordis* nevű megvastagodással megy át a felszálló *truncus arteriosus*ba, a szívcső elvezető arteriás szárába.

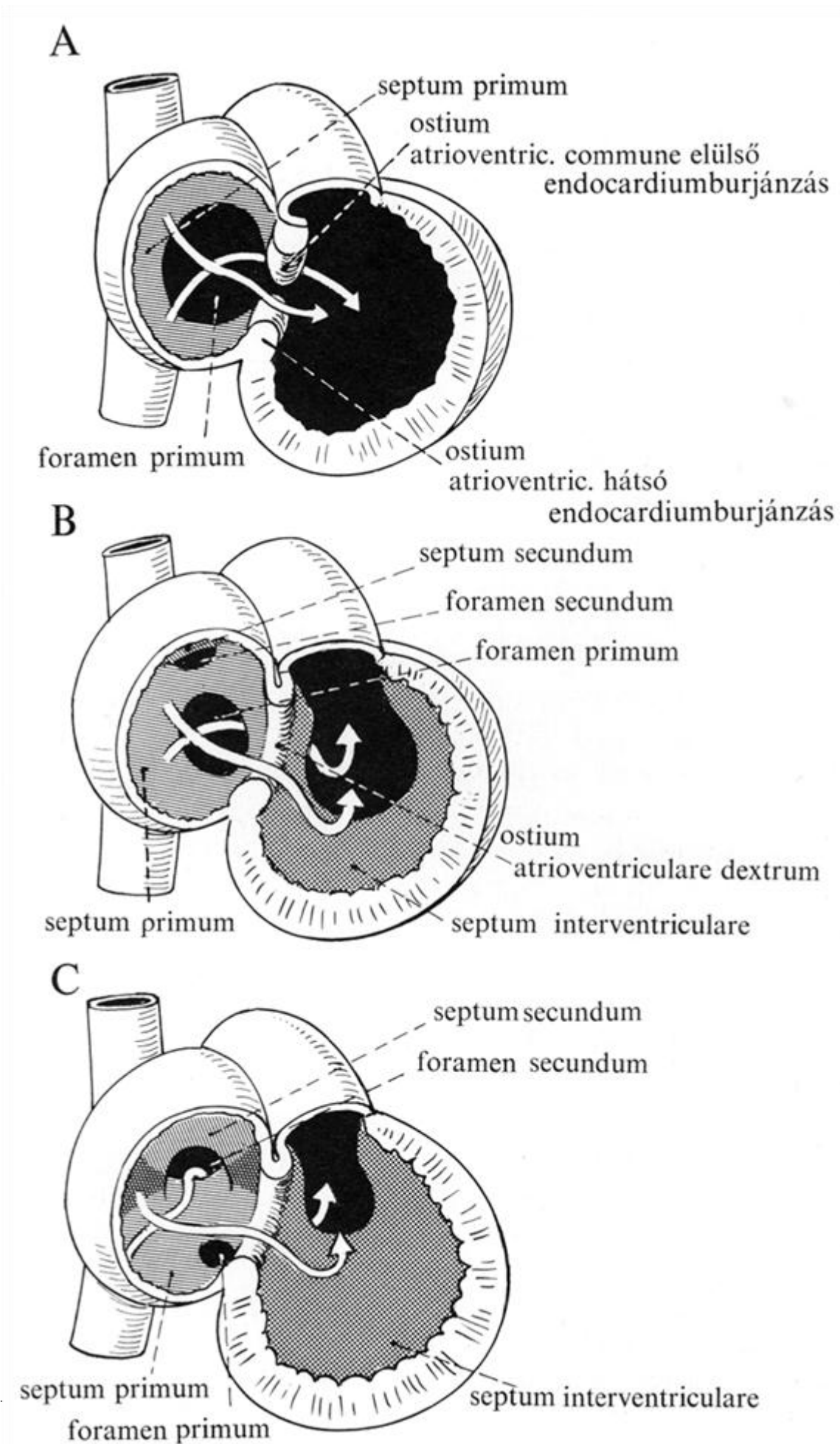
A görbült szívcső falszerkezete ebben a stádiumban az ún. endocardium csőből és a myocardiumból áll. A két réteg között tág sejtmintes matrix állomány helyezkedik el, mely proteoglycanokból, fibronectinből és különböző fehérjékből áll. Ez az extracellularis állomány az ún. „cardiac jelly”, melybe az atrioventricularis és bulboventricularis határon az endocardium sejtei bevándorolnak, kialakítva a későbbi endocardiumpárnák telepét.

A közös szívtelepet jobb és bal szívvé három sővényrendszer:

- ◆ 1. a pitvari sővényrendszer,
- ◆ 2. az interventricularis septum és
- ◆ 3. a spirális aorticopulmonalis septum kifejlődése választja el.

A sővények kialakulásának előmozdítása az ostium atrioventriculare commune sagittalis irányú elválasztása, ti. egy jobb és egy bal atrioventricularis nyílássá. Amint ezt a **6/16. ábra** is mutatja, asztékválasztást az endocardiumnak a közös nyílás ventralis és dorsalis oldalán keletkező, ún. endocardiumpárnák okozzák. Ezek középen összenőve, a nyílást egy jobb és egy bal atrioventricularis szájadékra osztják. E stádiumban azonban még mind a pitvarok, mind a kamrák továbbra is közös üreggel bírnak (6/16. ábra, B).

A pitvarok elválasztása a 3. héten indul meg a septum primum kialakulásával (6/16. ábra, A). A közös pitvart (*atrium commune*) annak felső hátsó faláról lefelé növő sővény függőnyszerűen választja el jobb és bal félre (*atrium dextrum et sinistrum*). A sővény alsó szabad szélé és az atrioventricularis határon már kialakult endocardiumpárnák közötti nyíláson (*foramen primum seu subseptale*) a jobb és a bal pitvar közlekedik egymással. A sővény további lefelé növekedésével a foramen primum fokozatosan kisebbedik, majd teljesen elzáródik, amikor a septum primum összenő a endocardiumpárnákkal. Mielőtt a foramen primum teljesen elzáródna a septum primum közepén – apoptózissal – apró hiányok keletkeznek, melyek összefolyva kialakítják a *foramen secundumot*. A foramen secundumot egy második válaszfal (*septum secundum*) fogja elzárni, mely a septum primumtól jobbra, a jobb pitvar felső faláról nő lefele (6/16. ábra, C). A septum secundum alsó szabad szélé sarló alakú, mert a sővény elülső és hátsó szélé gyorsabban nő, mint a közepe. A két szél elérve az endocardiumpárnákatazokkal összenőve kialakul a septum secundum alsó részén a *foramen ovale*. Ez utóbbi nyílás felső szélé megfelel a foramen secundum alsó szélé magasságának, ezért a két foramen a két septum kölcsönösen lefedi. Tekintve, hogy a két septum még nem fekszik szorosan egymás mellett, ezért a két pitvar a foramen secundumon és ovalén keresztül továbbra is átjárható. A pitvari növekedési folyamatok következményeként a két septum egymáshoz közeledve a foramen ovale alsó szélé mentén összenő egymással. Az összenövés révén kialakul a végleges foramen ovale, melynek a szélét, a *limbus fossae ovalis* felül elöl és hátul a septum secundum, alul pedig a septum primum maradványa szolgáltatja. A két septum összenövésével párhuzamosan a septum primum felső része, mely a foramen secundum és a pitvar teteje között van, felszívódik. Ennek a septum primum résznek az eltűnésével szabad, a sővénynek felfelé néző szélé marad, mely mint *valvula foraminis ovalis* működik egészen a születésig, biztosítva a jobb pitvarból a bal pitvarba való áramlást. A születéskor meginduló tüdőlégzéssel párhuzamosan a bal pitvari nyomás meghaladja a jobb pitvarit, és ezért a valvula foraminis ovalis felső szabadon mozgó szélét hozzápréseli a limbus fossae ovalis felső széléhez, mellyel a születés után néhány héttel összenő, és kialakul az embryonalis foramen ovaleból a fossa ovalis. Az összenövés az esetek jelentős részében (kb. 20%) elmaradhat, de ez semmiféle klinikai következménnyel nem jár. A limbus fossae ovalis képzéséhez még egy harmadik képlet is hozzájárul. A két ductus Curvieri (sinusszarvak) összeömléséből keletkező sinus venosus eredetileg harántul fekszik, és az atrium commune-hoz való csatlakozását két ajakszerű redő határolja. A két redő cranialisan összeolvad sővényyszerű képletté, mely az atrium commune minden összehúzóódásánál megfeszül, húzást gyakorol a sinus venosus beömlését határoló két ajakszerű redőre, melyek ilyenkor billentyűszerűen összefeksznek, és meggátolják a vérnek a közös pitvarból a sinusba való visszaáramlását. A sinus venosusnak a közös pitvarba való benyílása kezdetben középen van, de a pitvari sővények megjelenésével azok jobb oldalára kerül, és ez által a pitvari septatiót követően kizárólag a jobb pitvarba fog nyílani.



6/16. ábra. A közös atrioventricularis nyílás és a közös szívpitvar szétválása, valamint a septum interventriculare kifejlődésének kezdeti mozzanatai (Rushmer nyomán módosítva)

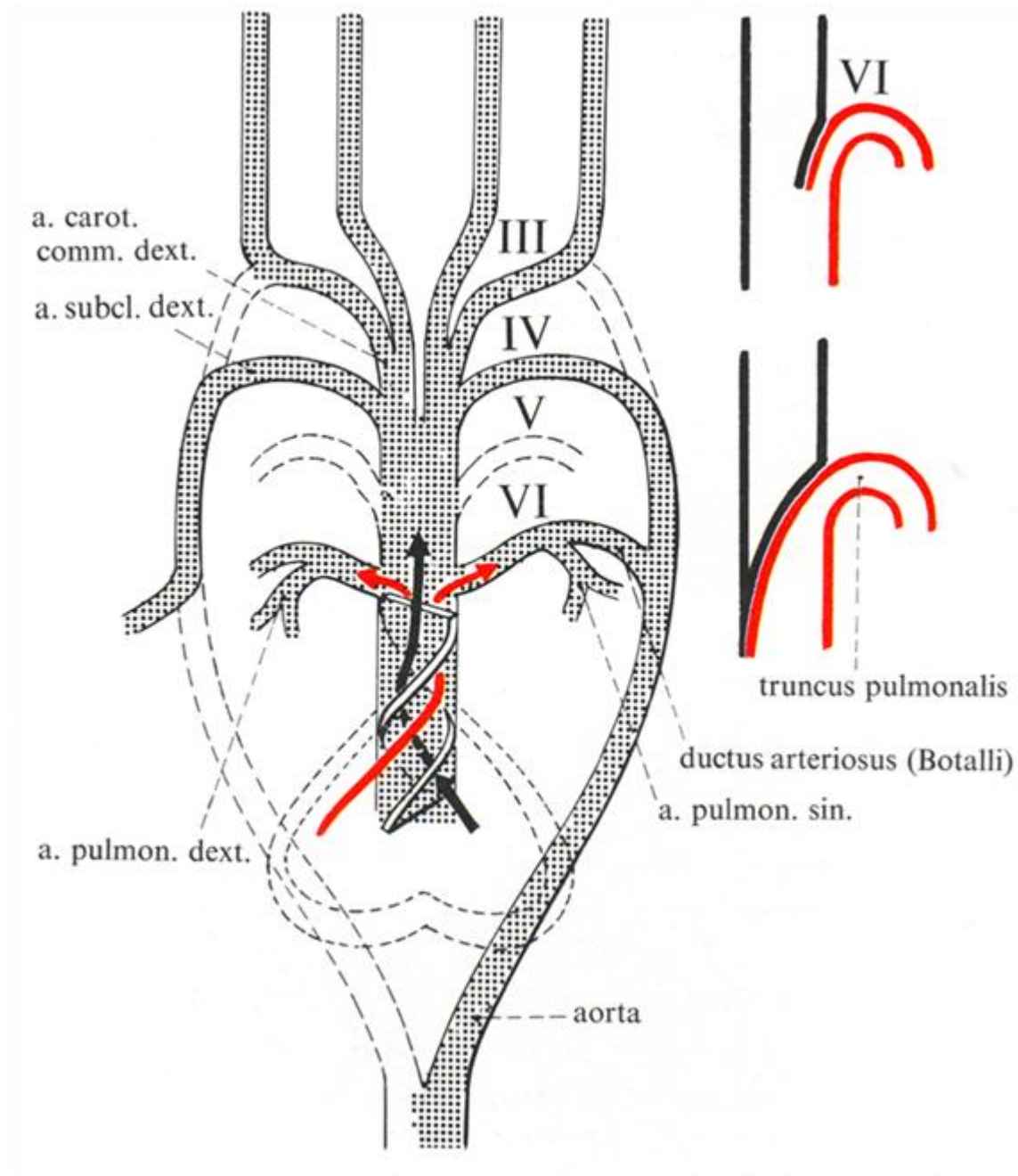
A sinus venosus benyílását határoló ajakszerű redők közül (*valvula venosa sinistra* és *dextra*), a bal oldali, a septum secundumhoz közelebbi hozzájárul a limbus fossae ovalis hátsó részének alkotásához. Az eredetileg harántul fekvő sinus venosus fokozatosan függőleges helyzetűvé válik, és benyílása a jobb és bal sinusszárnak megfelelően két részre különül. A nagyobbik, jobb sinusszarvból kialakuló képlet a vena cava inferior, és a jóval kisebb bal sinusszarvból jön létre a sinus coronarius. Ezt az elkülönülést követi a *valvula venosa dextra* is, és belőle fog kialakulni a vena cava inferiort határoló *valvula venae cavae inferioris* és a sinus coronariusba való regurgitációt akadályozó *valvula sinus coronarii*.

Miközben a sinus venosus harántirányú helyzetéből függőlegessé válik, fokozatosan bevonódik a kialakuló jobb pitvarba. A jobb pitvar és a sinus venosus határát azonban mindvégig jelzi a pitvar belső felszínén látható és jól tapintható függőleges kiemelkedés (*crista terminalis*), mely a pitvar külső felszínén viszont enyhe árokként (*sulcus terminalis*) az egész élet folyamán megmarad. A primitív atriumból csak a fésűs izmokkal fedett jobb fülce (*auricula dextra*) marad meg, míg a pitvar nagyobbik, belső sima felszínű része a sinus venosusból és a jobb sinusszarvból fejlődik. A bal sinusszarv pitvarhoz közeli részéből alakul ki a sinus coronarius, míg a distalisabb vége zsugorodik, és mint vena obliqua atrii sinistri marad meg a bal pitvar hátsó falán.

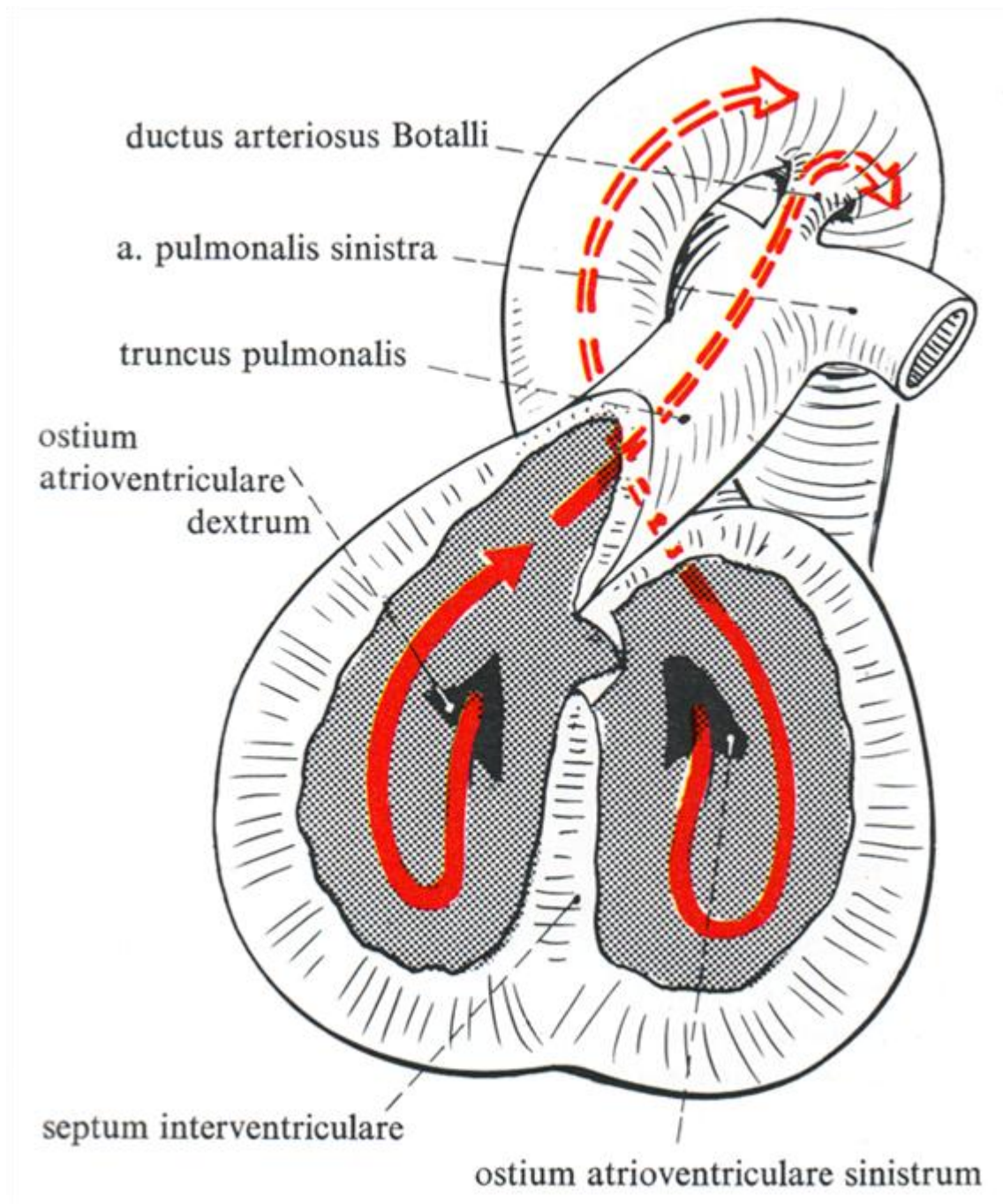
A bal pitvar is két részből fejlődik ki. A bal fülce telepét az atrium commune adja, míg nagyobb részét a pitvarból a tüdő telepe felé kinövő vena pulmonalisok kezdeti részének a pitvarfalba való bevonódása képezi.

A kamrák elválasztása a pitvarválaszfal kialakulásával közel egyidejűleg indul meg egy izmos sövény: a septum interventriculare kifejlődése, melyet a kamrák falán elől és hátul egy-egy hosszanti barázda, a sulcus interventricularisok jeleznek. A sarló alakú *septum interventriculare* hátsó szára a két atrioventricularis szájadék közötti válaszfalhoz támaszkodik. Az izmos septum interventriculare nem választja el tökéletesen a szív két kamráját; felül a bulbus cordis közelében még hosszú ideig egy nyílás (*foramen interventriculare*) marad fenn. Ezt csak később, a septum bulbi lefelé növekedve zárja el; ez felel meg a szívsövény pars membranaceájának.

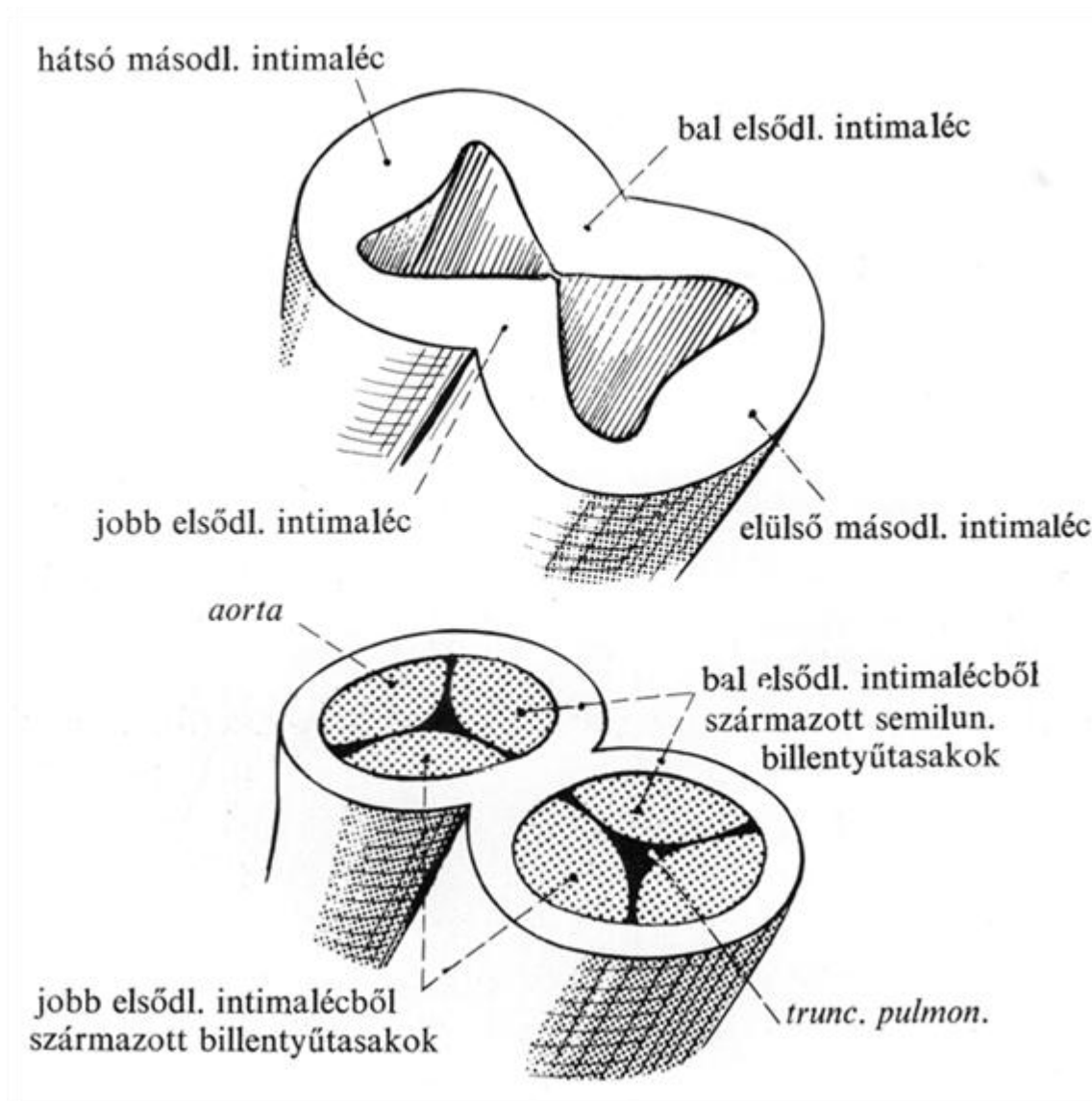
A truncus arteriosus és a bulbus cordis egy spirálisan csavarodó sövény, a *septum aortopulmonale* (lejjebb *septum bulbi*) választja el. A folyamat lényege az, hogy a felszálló aortából kétoldalt egy-egy intimaléc fejlődik ki (6/17. ábra), amelyek közül a bal a truncus arteriosusban előre-, majd jobbra és a bulbusban hátra kerül, azaz 270°-ot csavarodik. A jobb intimaléc fordítva, a truncus arteriosusban hátrafelé, majd balra és végül a bulbusban előrekerül. A két szemben fekvő intimaléc kiugró élei egymással összetalálkozva, olyan spirális sövényt hoznak létre, mely az aorta ascendensből a VI. kopolyúarteriapár kilépésének megfelelő hátsó csatornát vág le. A bulbus alsó részén az alul sagittális irányú spirális sövény összetalálkozik az izmos septum interventricularéval (6/18. ábra), és annak felső nyílását kitöltve, elzárja a két kamra közti közlekedést. Így a jobb kamrából eredő truncus pulmonalis felfelé haladva a bal kamrából eredő aorta elé, majd tőle balra, végül pedig mögé kerül. Ezzel a truncus pulmonalis elveszíti közvetlen közlekedését az aorta ascendens üregével, és átmegy a VI. kopolyúarteria-párba (lásd a 6/17. ábra részletrajzeit).



6/17. ábra. A spirális septum aorticopulmonale lefutása sémásan. A piros nyű a leendő kamrafélből a leendő truncus pulmonalison keresztül a VI. kopoltyúarteriákba vezet, a fekete nyíl a bal kamrából induló aorta útját jelzi. A primitív felszálló aortából eredő, római számmal jelzett kopoltyúarteriák és az azokból kialakuló erekről az arteriák fejlődése és a 6/39. ábra kapcsán szólunk. A jobb oldali két részletséma mutatja az aorticopulmonalis septum indítását közvetlenül a VI. kopoltyúarteria-pár kiágazása felett. Később a spirális septum kifejlődése után (alsó részletrajz) a pirossal jelzett truncus pulmonalis járat egyenesen folytatódik a VI. kopoltyúarteriákba, és ezeken keresztül a tüdőbe, ill. bal oldalt a ductus arteriosus Botalliba. A metszésből kieső aortajárat fekete, a septum felső vége felett egyedül foglalja el az egész truncus arteriosust



6/18. ábra. A spirális septum aorticopulmonale összetalálkozása a septum interventricularéval; a truncus pulmonalis és az aorta teljes elválása. A kamrasövény – azaz a foramen interventriculare – teljes elzáródása később következik be



6/19. ábra. Az aorta- és a truncus pulmonalis billentyűk keletkezése a truncus arteriosus és a bulbus cordis egyesült elsőleges és másodlagos intimaléceiből

A bal oldalon a VI. kopolyúarteria teljesen kifejlődik, és csatlakozik a bal IV. kopolyúarteriából kifejlődő aortaív leszálló részéhez. Ez az összeköttetés a ductus arteriosus Botalli, mely a magzati életben biztosítja a jobb kamra által továbbított vér nagy részének csatlakozását az aortához. Mindkét VI. kopolyúarteriának mellékágai benyomulnak a tüdő telepébe, de a légzés megindultáig az összenyomott, légtelen tüdőszöveten keresztül csak igen kevés vér áramlik át. A jobb VI. kopolyúarteriának a tüdőhöz elágazó ágai utáni része nem fejlődik ki.

A két fő intimaléc közt a truncus arteriosus alsó részében még van két másodlagos intimaléc is, az egyik elől (ez a truncus pulmonalisba kerül), a másik hátul (ez az aortába kerül). Az aorticopulmonalis septum kifejlődése után az eredeti – ebben a magasságban jobb és bal helyzetű intimaléceknek – éleik egyesülése után egy-egy fele kerül be a truncus pulmonalisba és az aortába. Ezekből a intimapárnákból alakulnak ki a semilunaris billentyűk (**6/19. ábra**), amelyekből így a truncus pulmonalisban van egy elülső (az elülső másodlagos lécből) és egy jobb és bal hátsó (az egyesült fő lécek elülső feléből). Az aortában van egy hátsó (a hátsó másodlagos lécből) és két ti. jobb és bal elülső (az egyesült fő lécek hátsó feléből). Ez utóbbiaknak megfelelően ered az aorta falából a két arteria coronaria.

Fejlődési rendellenességek. Viszonylag egyszerűnek látszik a közös üregű szív kifejlődése az S alakban görbült szívcsőből, mégis előfordul, hogy a görbületek ellenkező irányban alakulnak ki. Az így fejlődő szív a normálisan fejlődő szív tükörképe lesz (*dextrocardia*). A korai fejlődés zavara lehet az a nagyon ritka fejlődési rendellenesség, amelynél az össze nem nőtt sternumfelek között a szív szabadon látszik (*ectopia cordis*). A

pericardium fejlődésének zavarát is magában foglaló rendellenesség a tökéletlen lefűződésnek lehet az eredménye.

Bonyolultabb folyamat mind a pitvarok, mind pedig elsősorban a kamrák és az elvezető arteriák szárai szétválasztása a leírt három sövény, ill. sövényrendszer kifejlődésével. Fokozza a fejlődési mechanizmus bonyolultságát, hogy ez az átalakulás nem statikus viszonyok között zajlik le, hanem működő keringés mellett, azaz menet közben, egyben alkalmazkodva az embrió és a fétus, végül pedig az újszülött mindenkori keringési igényeihez. Ebből érthető, hogy a szív fejlődési rendellenességeinek java része a szívsövények kialakulása körül jelentkezik. Ezek egy része a méhen kívüli élettel összeegyeztethetetlen, tehát az ilyen újszülöttek rendszerint órák vagy legkésőbb napok múltán elpusztulnak. A sövények kisebb, de sokszor nagyobb defectusai is, illetve a szájadékok rendellenességei és a két vérkör közötti magzati közlekedések (ún. shuntok) fennmaradása nem okoz legyőzhetetlen akadályokat az extrauterin élethez szükséges keringés számára. Sőt ellenkezőleg, a szív és a keringés bámulatosan alkalmazkodik a defectusokhoz. Maguk a két vérkör közötti shuntok is sokszor a szájadékok vagy sövények rendellenességeihez való alkalmazkodásként foghatók fel. Az így létrejött kombinált fejlődési hibák, ill. ún. syndromák tehát egy vagy több eredeti fejlődési defectus és a keringésnek ehhez már a magzati kortól kezdve való alkalmazkodásából állnak. E fejlődési rendellenességek egy része a fiatal gyermekkorban csak kisebb zavarokat okoz, de később, a növekedés során, mind súlyosabb terhet ró egyik vagy másik vérkörre, és végül végzetes keringési zavarokhoz vezet. Ezért ma az a törekvés, hogy időben, műtéti úton helyreállítsák a hibákat, vagy az adott körülmények közötti legelőnyösebb anatómiai helyzetet hozzák létre.

Pitvari septum defectus. Az emberek 25%-ában apró lukacsok találhatók a fossa ovalis felső részén. Ez önmagában még nem okoz zavart. A két pitvar közti nagyobb méretű összeköttetés (pitvari septum defectus) a következő okok miatt jöhet létre:

- ◆ 1. A septum primumon a foramen secundumot létrehozó szöveti resorptio nagyobb területre terjed ki.
- ◆ 2. Rendellenesen nagy foramen ovale.
- ◆ 3. A septum primum nem nő össze az atrioventricularis szájadék endocardiumpárnáival: maradandó foramen primum.

Az első két elváltozás együttesen is előfordulhat.

A *kamrai septum defectusok* túlnyomó többsége a pars membranaceát érinti. Leggyakrabban a septum membranaceum fejlődési zavara áll a defectus mögött. Okozhatja a septum aorticopulmonalénak az endocardiumpárnákkal, vagy a septum muscularéval való összenövés hiánya. Rendszerint nem egyedül álló fejlődési rendellenesség, hanem kombinálódik egyéb szívfejlődési, pl. pitvari vagy aorticopulmonalis septum defectussal.

Aorticopulmonalis septum defectus. A truncus arteriosus spirális septumának fejlődési rendellenességei speciális csoportot képeznek. Ezek lényege, hogy a spirális csavarodása tökéletlen. Előfordul pl., hogy a septum csavarulata 180°-kal kevesebb, azaz nem 270°, hanem csak 90°. Ilyenkor a truncus pulmonalis a bal, az aorta a jobb kamrából veszi eredetét (a nagyerek teljes transposíciója); vannak részleges transposíciók is. Ezek a fejlődési rendellenességek felvetik a fejlődés hemodinamikai tényezőinek jelentőségét.

Romhányi szellemes modellkísérletekben igazolta, hogy az S alakú szívcsőben áramló folyadékban (vérben) szükségszerűen két tengelyáram keletkezik, amelyek a bulbusban és a truncus arteriosusban éppen ugyanúgy csavarodnak egymás körül, mint a truncus pulmonalis és az aorta. A két tengelyáram között aránylag lassú áramlású semleges zóna keletkezik, amelybe a két elsődleges intimaléc tarajszerűen benőve, végül létrehozza a truncus arteriosus spirális sövényét. Nem mérhető fel azonban teljes biztonsággal, hogy ezek a hemodinamikai tényezők milyen mértékben determinálják a helyi szövetnövekedéseket.

A nagyerek teljes transposíciója esetén az aorta a jobb kamrából a truncus pulmonalis pedig a bal kamrából ered. Mindig vagy pitvari, vagy kamrai septum defectussal jár, különben a két vérkör egymástól izolált lenne. Ezek a septum defectusok lehetővé tesznek bizonyos közlekedést a két vérkör között.

A septum aorticopulmonale nem megfelelő arányában osztja el a bulbus cardis és a truncus arteriosust. A truncus pulmonalis lumene a kettőnél szűkebb, ezért congenitalis pulmonalis stenosis keletkezik.

Leggyakrabban Fallot-tetralógia résztüneteként jelentkezik; 1. pulmonalis stenosis, mely következményesen; 2. jobbkamra-hypertrophiát okoz; 3. a részleges nagyerek transposíciója miatt az aorta lovagol az izmos

kamraseptumon, ami természetesen 4. kamrai septum defectussal jár. A kis- és nagyvérkör véreinek keveredése miatt cyanosis jelentkezik.

A septum articopulmonale szövete a cranialis ganglionléc származéka. A ganglionléc sejtek vándorlásának zavara septumdefectussal jár, ami gyakran társul thymushiányos, Di George-szindrómához.

2. 6.2. ÁLTALÁNOS ÉRTAN

2.1. A peripheriás vérkeringés anatómiai tényezői

A keringés peripheriás tényezői az **erek** (*vasa sanguinea*). Ezek, bár nem hajtóerői a keringésnek, de azért korántsem passzívak, mert faluk tónusának változtatásával, sőt egyes helyeken ürterük teljes elzárásával, vagy összeköttetések megnyitásával, a vérnek egyes szervekre való elosztását mélyrehatóan befolyásolják.

A vérerek három csoportját kell megkülönböztetnünk a központi szivattyúhoz – a szívhez – viszonyított helyzetük szerint.

A szív kamráiból eredő **verőerek** (*arteriae*⁴) elasticus rostok és simaizomelemek kombinációjából álló csövek. Verőereknek nevezzük őket, mert a szívkamrák összehúzódásakor a verőeres rendszerbe nyomult újabb vérmennyiségtől eredő nyomási hullám végigterjed az egész arteriás rendszeren, és ez érverésként (pulzus) tapintható felületesebb fekvésű verőereken (arteria radialis, arteria dorsalis pedis, arteria temporalis superficialis stb.). Függetlenül attól, hogy milyen jellegű vért tartalmaznak – ti. oxigénben dúsított (ún. arteriás) vért, vagy CO₂-ban dúsabb (ún. vénás) vért –, a kamrából eredő erek jellegük szerint arteriák.

A bal szívkamrából az aortával eredő verőerek, a nagyvérkör arteriái, az oxigénben dúsabb élénk, cseresznyepiros arteriás vért osztják szét az egész szervezetben, míg a jobb kamrából az ún. truncus pulmonalisból eredő kisvérköri tüdőarteriás rendszer a tüdőben osztja szét a sötét bíborvörös, CO₂-ben dús vénás vért. Az arteriák a vér áramlási irányában mind apróbb ágakra oszlanak. A vért a szervezet különböző részei és szövetei között osztják szét, ezért osztóereknek is nevezik őket.

A szövetekben az arteriák legkisebbjei végül **hajszálerekre** (*capillaris*) oszlanak, amelyeknek vékony falán keresztül a vér és a szövetek sejtjei, illetve az ezeket közvetlenül körülvevő sejt közti állomány között az anyagok kicserélődése lezajlik.

A hajszálerek sok szövetben hurokszerűen visszafordulva, vagy egyébként változatos mintázatú hálózatok formájában ismét nagyobb erekbe, **gyűjtőerekbe** (*venae*) szedődnek össze. A vénák, a véráram irányában mind nagyobb törzsekre szedődve össze, a vért a szívhez vezetik vissza. Bennük a vér aránylag kis nyomás alatt áramlik, faluk ennek megfelelően – ürterükhöz viszonyítva – vékony. A fal elasticus és simaizomszövetei lényegesen gyengébbek, azon külső szövetelemek kivételével (adventitia), amelyek a környezetükhöz mintegy lehorgonyozzák a vénákat. Ez biztosítja, hogy a legkülönbözőbb aktív és passzív mozgásokkor jelentkező mechanikai energia a vénás keringés (rész-) hajtóerejeként használódjék fel. Tetemben a vénákat alvadtt vagy esetleg folyékony vérral telten találjuk. A vénákat a szövetek közül kiszabadított állapotukban zsákszerűen összeeső vékony falukról könnyű megkülönböztetni a vastag falú, hengeres, cső alakjukat mindig megtartó arteriáktól.

A nyirokrendszer, mint azt a bevezető fejezetben láttuk, a keringési rendszer speciális, kiegészítő nedvkeringési útja. Bár a benne szállított szövetnedv, más szóval **nyirok** (*lymph*) végül is visszakerül a vérpályába, speciális szűrőberendezéseiken való átjutás után (nyirokcsomók).

2.2. Az erek falának szöveti szerkezete

A 6/20. ábráról leolvasható, hogy a vérpálya egyes szakaszain milyen falszerkezet felel meg a funkcionális követelményeknek. A vérnyomás magas az arteriás oldalon, majd hirtelen leesik az arteriolák területén. A

⁴ Gör.: levegőt tartalmazó; ti. boncoláskor az arteriákban levegőt találunk. Ez hosszú ideig tévedésbe ejtette az anatómusokat, pedig igen egyszerű az oka: a halál beállta – azaz a központi idegrendszer és a szív működésének megszűnte – után a kevésbé érzékeny szövetek még egy ideig tovább élnek, és elfogyasztják a vérben még jelen lévő oxigént. A szövetekben felszaporodó CO₂ erős ingere a simaizomoknak, minek következtében azok görcsösen összehúzódnak. Az arteriák erősebb simaizomzata legyőzi a vénák gyengébb izomzatát, és a vénákba préseli át az ekkor még folyékony vért. Később, az izomsejtek elhalása után, az arteriák erős elasticus elemei eredeti ürterük visszaállítására törekszenek ugyan, de az így kifejtett szívóerő nem elégséges a közben már részben meg is alvadott vér visszaszívására a verőerekbe. Így a sértetlen tetemben az arteriákban tartós elasticus szívóerő marad konzerválva. Mihelyt a boncoló bemetsz valahol a tetembe, a megnyílt kis arteriakon keresztül levegő szívódik be a verőeres rendszerbe.

venákban a vérnyomás töredéke az arteriás vérnyomásnak. Az anyag- és gázcseré kizárólag a capillaris szakaszon történik, ennek a funkciónak felel meg a capillarisok falszerkezete.

Az erek fala három rétegből épül fel:

- *tunica intima*,
- *tunica media* és
- *tunica adventitia*.

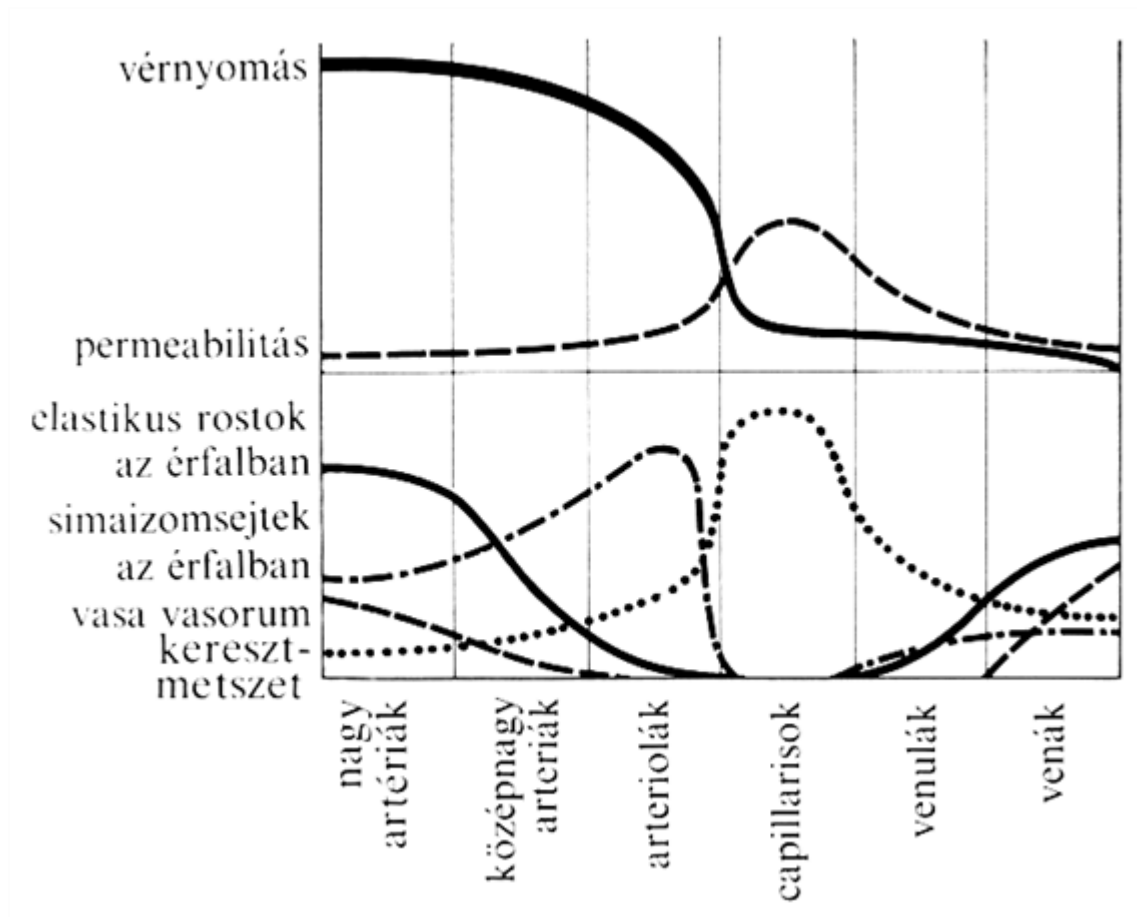
A funkcionális követelményektől függően az egyes rétegek szerkezete vagy azonos minden érszakaszon (pl. *tunica intima*), vagy jelentős eltéréseket mutat (pl. *tunica media*, *adventitia*).

2.3. Verőerek

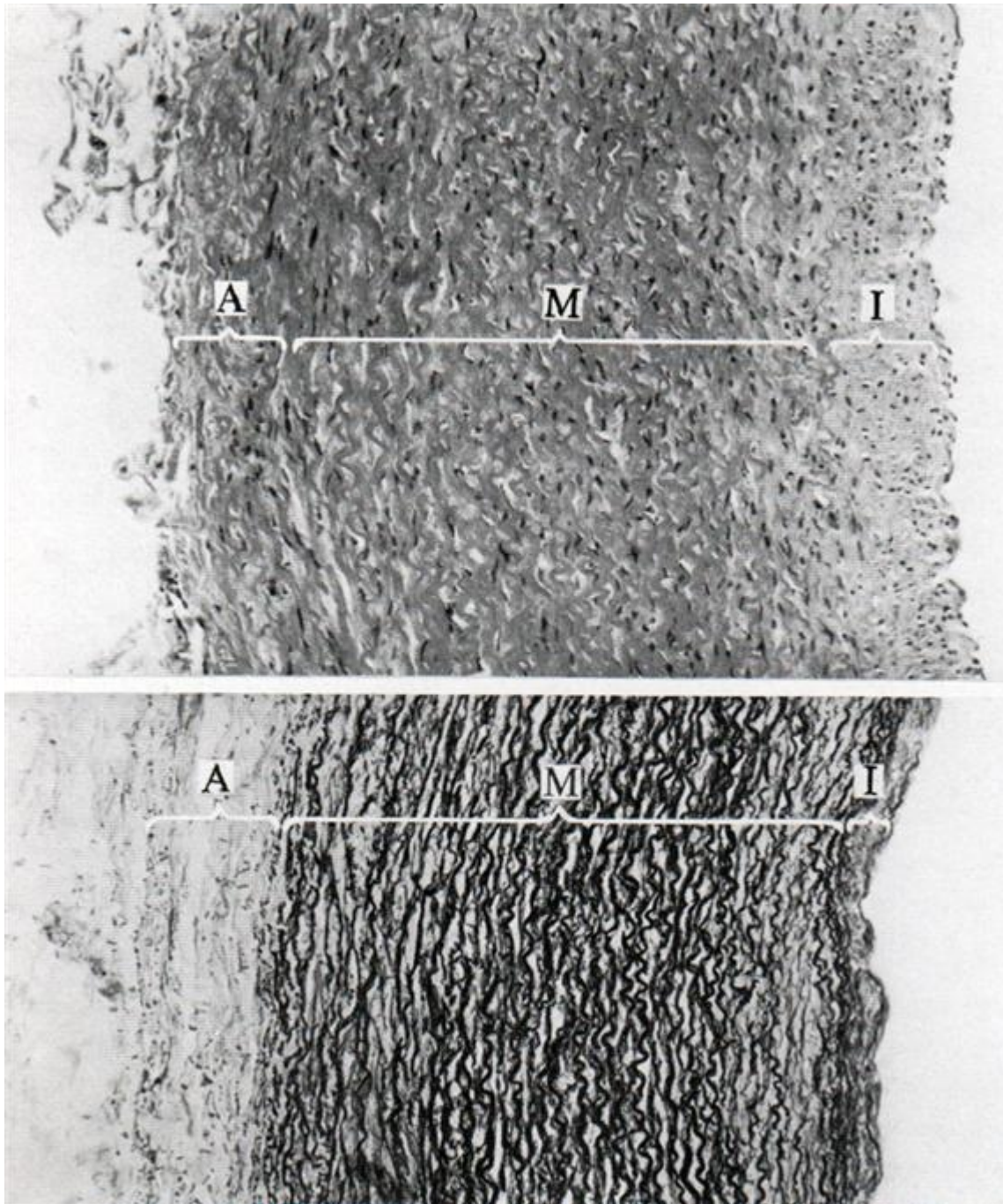
A **verőereket** (*arteriae*) szerkezetük és bizonyos megszorításokkal egyben méreteik szerint is három fő kategóriába osztjuk:

- ♦ 1. elasticus típusú (általában nagy) arteriák,
- ♦ 2. izmos típusú (általában közép méretű) arteriák és
- ♦ 3. arteriolák.

Az **elasticus típusú nagy verőerek** a keringés ún. szélkazan- (vagy légpárnás) nyomáshullám-kiegyenlítő berendezései. A szív kizárólag a kamrai összehúzódás (*systole*) idejének egy részében nyom be ténylegesen vért a verőerek rendszerébe. A szív működés egy ciklusának nagyobb részét kitevő időben – a kamrafal elernyedése idején (*diastole*) és a *systole* első részében – a kamrák kijáratí billentyűi zártak. Merev falú csőrendszerben ez a nyomás és a véráramlás nagyfokú ingadozására vezetne. Az elasticus, nagy verőerek falai *systolében* kitágulnak, és így mintegy energiát tárolnak, amely energia a *diastole* alatt az erek összehúzódása során visszatérül, azaz a vér nyomásának hirtelen esését csökkenti, és egyúttal a véráramlást folyamatosan tartja.



6/20. ábra. A keringés sajátosságai (fenn) és az érrendszer falszerkezete közti összefüggések (lent) grafikonyszerű ábrázolása. A nagy artériákra a magas vérnyomás (folyamatos vonal, fenn) és az érfal gazdag elasticus-rosttartalma (folyamatos vonal, lent) jellemző. A középnagy artériákban a nyomás még mindig magas, de az elasticus rostokat simaizomsejtek (pont-vonal-pont) váltják fel. A simaizomzattal gazdagon ellátott arteriolák mentén a vérnyomás hirtelen esik le. A capillariskok szakasza jelenti az érpálya legnagyobb keresztmetszetű területét (pontozott vonal). Itt a vérnyomás alacsony, a vékony érfal a permeabilitást biztosítja (szaggatott vonal, fenn). A kis és a középnagy vénák mentén a nyomás fokozatosan csökken, kismértékben visszatérnek mind a simaizmok, mind az elasticus rostok. Vasa vasorumok (szaggatott vonal, lent) elsősorban a nagy artériákban és vénákban találhatók



6/21. ábra. Elasticus típusú arteria hematoxilin-eozin (felül) és rezorcin-fukszin-festéssel (alul). I: intima, M: media, A: adventitia. A hematoxilin-eozin festésű képen láthatók a belső felszínt borító endothelsejtek magvai. A media sejtmagjainak zöme simaizomsejt (Figyeljük meg: az e festésnél gyengén látható elasticus lemezekhez viszonyítva mindig rézsútosan helyezkednek el)

Elasticus típusú arteria az aorta és nagyobb ágai (a. carotis communis, a. subclavia, aa. iliacae). A végtagok legnagyobb arteriái is már inkább az izmos típusúakhoz tartoznak. Mint minden ér, az elasticus típusú arteriák fala is három fő rétegből áll, amelyek azonban – legalábbis a belső két réteg – itt kevésbé világosan különül el egymástól, mint a többi kategóriában (**6/21. ábra**).

A *tunica intimát* az ér lumene felé egy endothelsejtréteg határolja. Ez alatt egy subendothelialis réteg van, mely jobbra hosszanti rendezettségű sejt közti alapállományba ágyazott finom elasticus rostokból és kevés kötőszöveti sejtből áll. Az intima fő részét durvább és inkább körkörös lefutású, főleg elasticus és kisebb részben kollagén rostok alkotják. Külső határán az elasticus rostok lap szerint összeszövődve ún. fenestrált membránokat képeznek. Ez megfelel az izmos típusú arteriák membrana elastica internájának.

A *tunica media* a felnőtt aortájában mintegy 70, újszülöttben még csak mintegy 40, koncentrikus elrendeződésű fenestrált membránból áll. A szomszédos lemezek között jóval finomabb elasticus és kollagénrostok töltik ki kötőszöveti és nem csekély számú simaizomsejttel, valamint amorf sejt közötti állománnyal, amely zömben glükózaminoglikánokból áll.

A *tunica adventitia* ezeknél a nagy ereknél vékony, szabálytalan, de jobbra hosszanti rendezettségű, finom elasticus és kollagén rostokból áll. Benne található az ér külső rétegeinek táplálói (vasa vasorum).

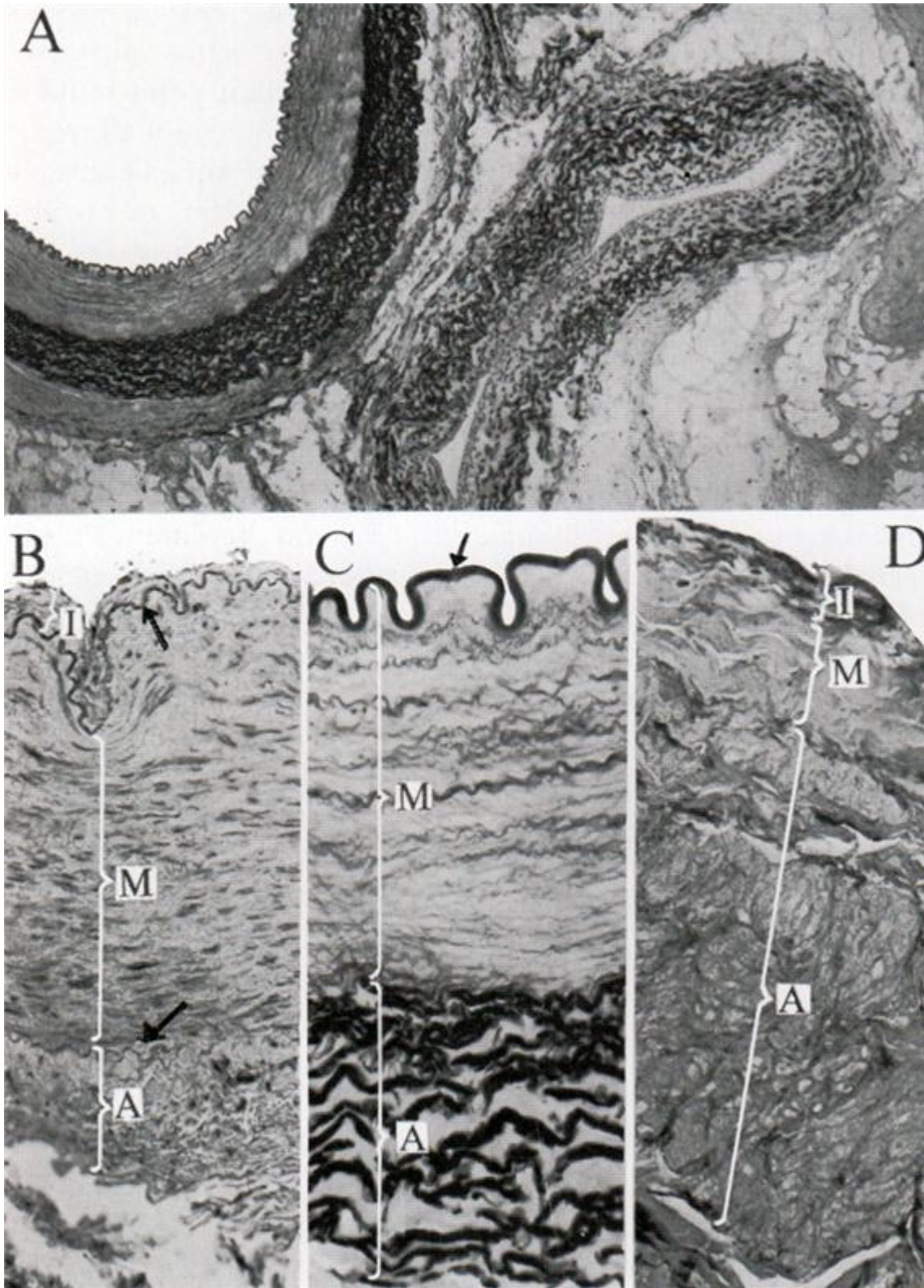
Az **izmos típusú középnagy verőerek** tágassága bizonyos határok közt szabályozható lévén, szerepük a test különböző részeibe szétáramló vér elosztása. Ezek az arteriák anatómiailag jól preparálhatók. Izmos típusú arteria és vena keresztmetszetét mutatja be a **6/22. ábra**.

Tunica intima. Elasticus festésű készítményen csaknem úgy tűnik, mintha egyetlen erősen hullámos, meglehetősen vastag elasticus fenestrált lemezből állna; ez a *membrana elastica interna*. (Idősebb korban nemritkán többrétegűvé válhat, sclerotisál.) Sejtfestéses készítményben azonban felismerhető a belső felszínt határoló endothelréteg, amelynek magvai szigorúan az ér hosszában rendeződnek. Az endothelréteg alatt igen vékony, finom rostú kötőszövetes réteg található.

Tunica media. Körkörösén vagy legalábbis lapos spirálban rendezett simaizomszövetből álló vaskos réteg. A simaizomsejtek között finom elasticus és kollagén, valamint az izomsejteket harisnyyszerűen körülvevő rácsrostokból álló kötőszöveti váz található.

Tunica adventitia. Testtájékok szerint erősen változó vastagságú réteg, belső részében inkább körkörös, majd mindinkább hosszanti irányba kerülő spirális lefutású elasticus rostokból és kollagén kötegekből áll. A media határán tökéletlenül összeszövődött elasticus rostok egy *membrana elastica externát* képeznek. A nagyobb erek adventitiájában vasa vasorumokat találunk. Az adventitia vastagsága elsősorban attól függően, vajon zárt testüregekben (pl. koponya, hasüreg) van-e az ér vagy végtagban, és a felületi lágyrészekben; az utóbbi esetben az adventitia erősebb.

A capillarisok elé kapcsolt **arteriolák** voltaképpen nyomásredukációs szelepek szerepét töltik be, melyek az eddig meglehetősen magas arteriás nyomást – meredeken eső gradienssel – a capillarisok vékony fal szerkezetéhez adaptált nyomásra redukálják.



6/22. ábra. Izmos típusú arteria és vena keresztmetszete. A: áttekintő kép elasticus festéssel, balra az arteria, jobbra az összeesett vena. A vena falának nagyobb részét a hosszanti (magas menetű spirális) lefutású elasticus rostokat tartalmazó adventitia teszi; B: hematoxilin-eozin festés mellett jól elkülöníthető az arteria intimája (I), a media (M) simaizomzata és a mediát kívül-belül határoló membrana elastica interna és externa (nyílak); C: az A képen látható arteria fala erősebb nagyítással. A membrana elastica interna (nyíl) itt egységes, az intima nem látható. Az adventitia ebben az érben durva, spirális lefutású elasticus rostok szövédéke; D: zsigeri fő vena (hasonló szerkezetűek a végtagok felületes venái is) az érfal nagy részét alkotó hosszanti lefutású simaizom-szövetű adventitiával (A)



6/23. ábra. Arteriolák a bőr alatti zsírszövetből (Mallory-festés). Felül balra nagyobb arteriola több simaizomsejt-réteggel; jobbra hasonló méretkategóriájú vena, melyben felismerhető, hogy a simaizomsejtek magas menetű spirálist alkotnak. Köztük lejjebb egyetlen simaizom-sejtrétegű precapillaris arteriola

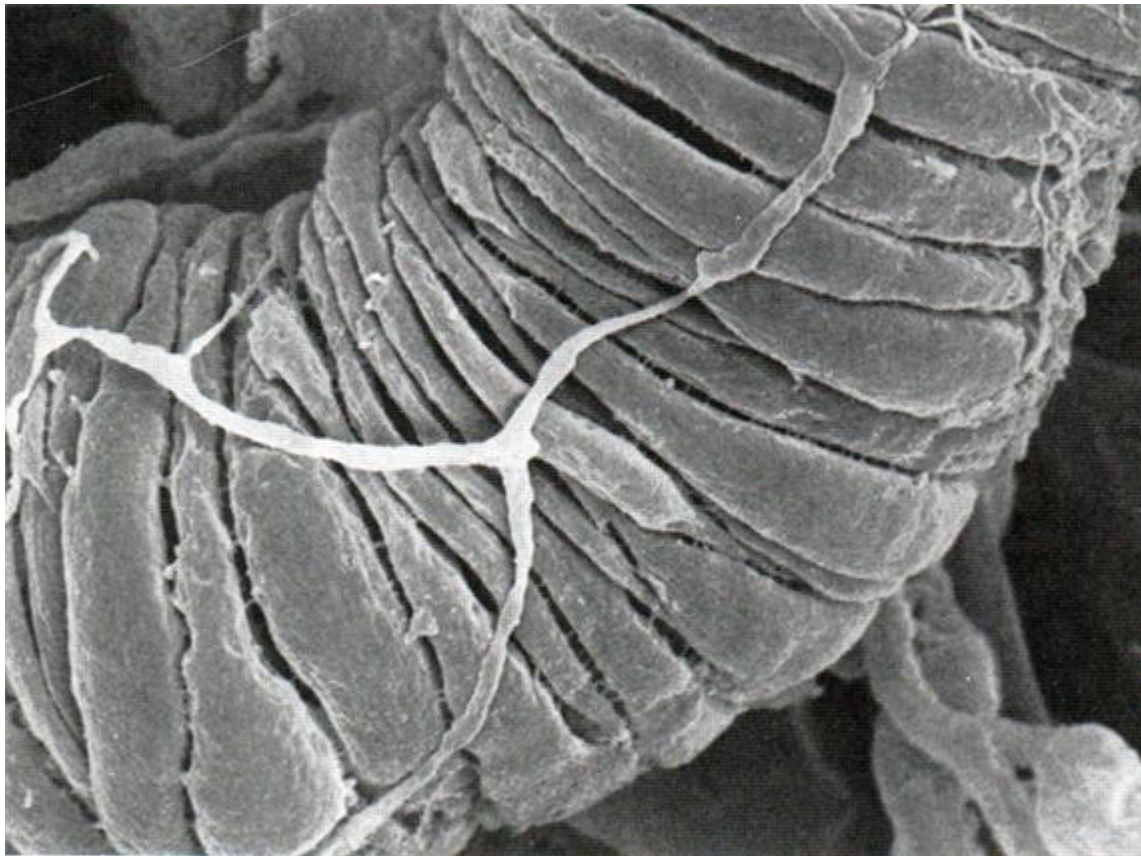
A kisebb, izmos típusú arteriák és a valódi arteriolák közötti átmenet nem világos, különböző leírások más-más kritériumokat vesznek fel határként. A nagyobb arteriolákban a simaizomsejtek még 3–4 réteget képeznek, a valódi precapillaris arteriolákban egyetlen simaizomsejt-réteg veszi körül az intimát (**6/23. ábra**).

Tunica intima. Hosszanti elrendeződésű endothel sejtek rétege (**6/24. ábra**), mely a vékony hullámos membrana elastica internára fekszik fel.

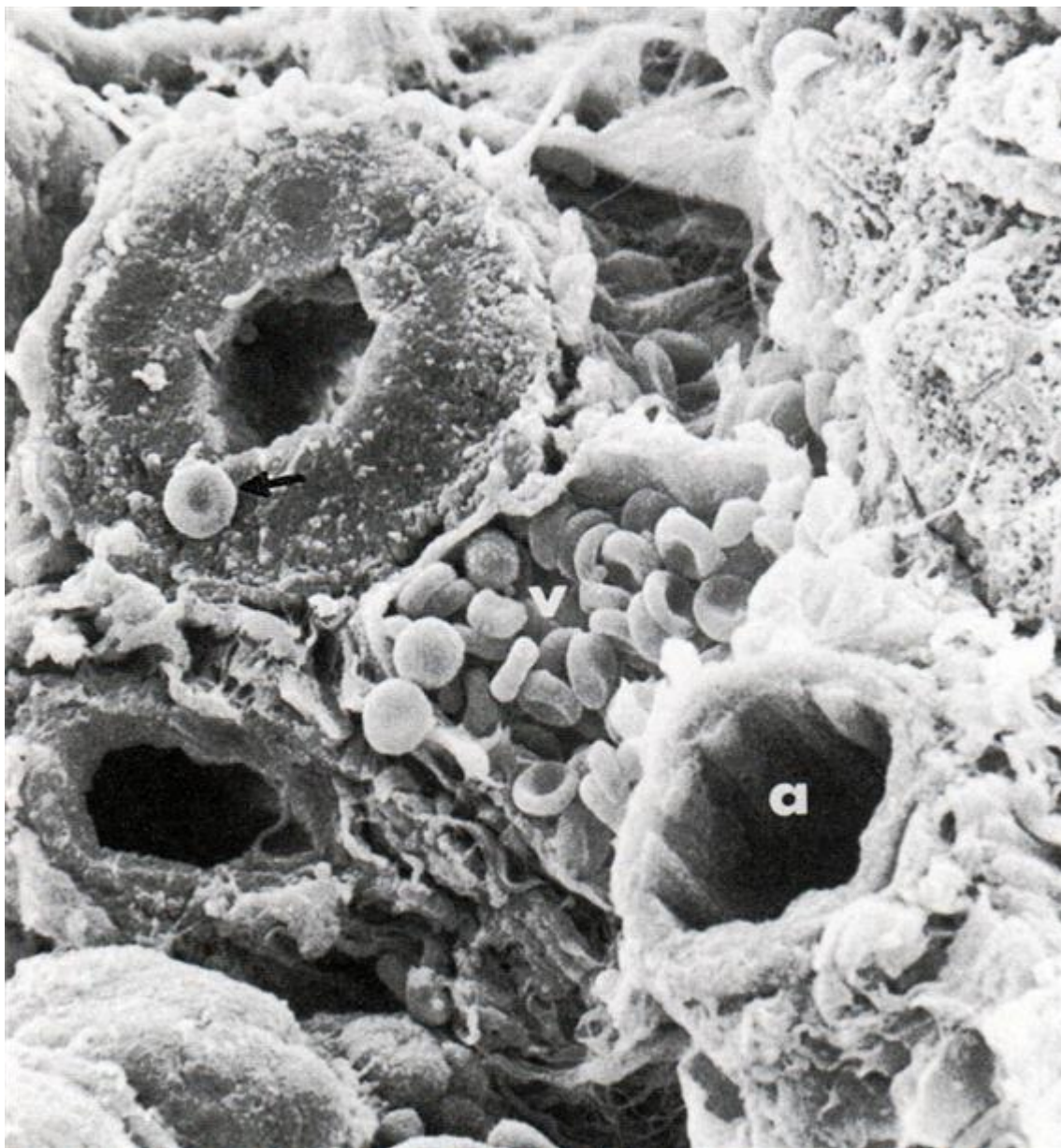
Tunica media. Három-négy simaizomsejtnyi vastagságú réteg a nagyobbakban, és egyetlen simaizomsejt-réteg a precapillaris arteriolákban. A sejtek közt csupán rácsrostváz látható. A belső – vagy egyetlen – rétegben a simaizomsejtek éppen körülérik az ér körfogatát (**6/25. ábra**).

Tunica adventitia. Anagyobb arteriolákban hosszanti elasticus és kollagén rostkötegek képezik; a precapillarisokban minimálisra redukálódhat.

Az arteriafal táplálása és beidegzése. A verőerek belső falrétegei kellő oxigén- és tápanyagellátáshoz jutnak az intimán keresztül lezajló diffúzió útján is. Hasonlóképpen kisebb verőerek külső falrétegei a környező szövetek capillaris rendszere felől láttatnak el. A fenestrált elasticus membránok nyílásai feltehetőleg jelentős szerepet visznek a diffúzióban. A nagyobb verőerek külső falrétegei – elasticus és izmos típusúaké egyaránt – ily módon nem láthatók el. Ilyen erek adventitiájában számos kisebb eret – vasa vasorum – látni, melyek végső ágai a nagyobb elasticus erek mediájába is benyomulnak.



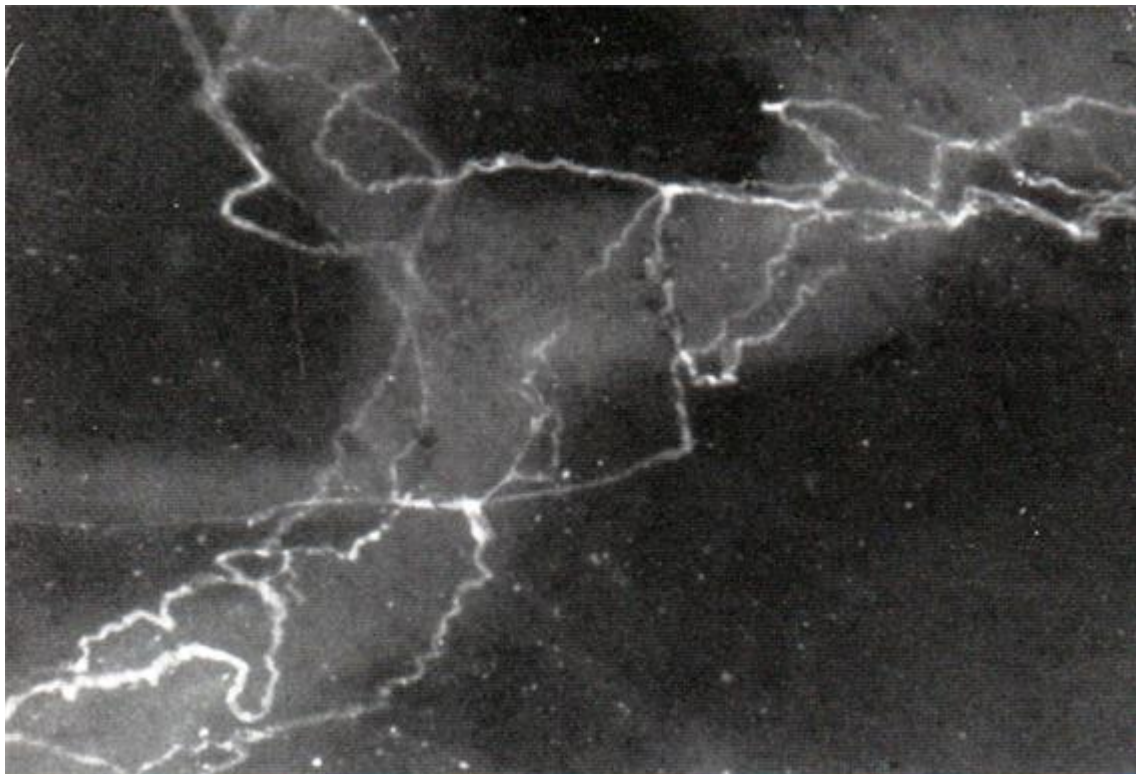
6/24. ábra. Körkörös elhelyezkedő simaizomsejtek egy kb. 20 mm átmérőjű arteriola media rétegében (az adventitiát eltávolították). Varicosus idegrost húzódik az izomsejtek felszínén (Köszönettel átvéve Y. Uehara és S. K. Suyama munkájából, amely a Journal of Cardiovascular Pharmacology – szerkesztő: Burnstock és Griffiths – jelent meg)



6/25. ábra. Kisebb arteriola és megfelelő igen vékony falú venula scanning elektronmikroszkópos képe nyálmirigyből (1200-szoros nagyítás). Az arteriola (a) ürterébe beemelkedő endothelsejtmagok által okozott hosszanti sáncok jól láthatók. A vékony, zsákszerű falú venula (v) telve van jellegzetes alakú vörösvértestekkel, amelyek közül egy (nyíl) kiesett az eltört érből, és rajta fekszik egy félbevágott mirigykamra falán. Jól felismerhető a mirigyvégkamrák közötti kötőszövet (P. Skaring, Dánia, felvétele)

A **keringés szabályozásában** lényeges szerepet visz az idegrendszer. Az arteriák falában számos helyen fordulnak elő receptor-idegvégződések, leginkább nyomásjelző baroreceptorok és a vér kémiai összetételét jelző kemoreceptorok. Ilyenek koncentráltan vannak az aortaív falában és az arteria carotis interna kezdetének sinusszerű tágulatában (*sinus caroticus*). Ezek az adventitia mélyebb rétegében szétterülő szőlőfürtszerű, tok nélküli idegvégzések. Főleg az izmos falú arteriák bő motoros beidegzéssel bírnak. Minden nagyobb eret velőtlen idegek egész fonata hálóz körül az adventitia külső felszínén, illetve felületesebb laza rétegében. E fonat effectoros (ingerületátadó) hálózata behatol az adventitia belsejébe, és szorosan rásimul a media külső felszínére, de oda sohasem hatol be. Itt nincsenek idegvégzések. Az idegrostok az idegvégzésekkel foglalkozó fejezetekben leírt ún. alapfonatos beidegzést képeznek. Kivéve vagy kiemelkedve az őket körülvevő Schwann-féle sejtek plasmájából, a külső rétegben elhelyezkedő simaizomsejtek közvetlen környezetében adják le ingerületátvivő (mediator) anyagukat, a sympathicus vasoconstrictor idegrostok főleg a noradrenalint (**6/26. ábra**). Minthogy a mélyebb fekvésű simaizomsejtek nyilván nem juthatnak közvetlen kapcsolatba ezzel az ingerületátvivő anyaggal, fel kell tételezni, hogy a külső izomsejtek így keltett ingerülete ráterjed a belső rétegek izomsejtjeire. Nem mindenütt, de sok helyen vannak parasympathicus jellegű vasodilatator rostok, amelyek

ugyanazokban az alapfonatokban futva, a simaizomsejtek összehúzódását gátló mediátort termelnek. A legkisebb, egyetlen izomsejt réteggel bíró, precapillaris arterioláknak is van vasoconstrictor beidegzésük.



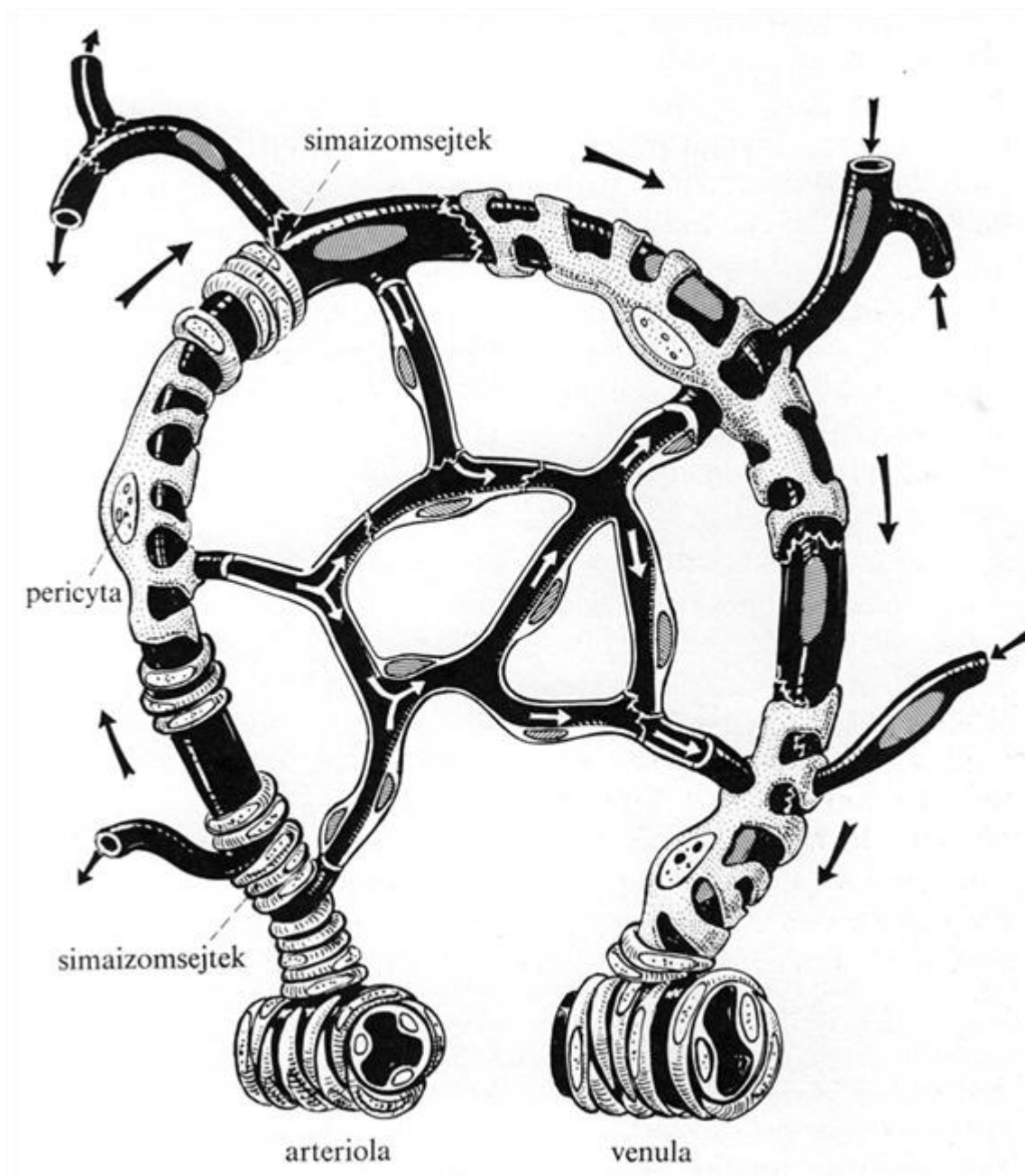
6/26. ábra. Noradrenalintartalmú sympatheticus idegfonat arteriola falából (Donáth T. készítménye).
Katecholamin-formalingáz fluoreszcencia

2.4. Hajszálerék

Régebben a **hajszálerék** (*capillarisok*) hálózatát úgy képzeltek, hogy az arteriolák, elvesztvén simaizomzatukat, szétoszlanak valódi hálózatot képező hajszálerékre, majd ezek ismét összeszedődnek a legkisebb gyűjtőerekbe, a postcapillaris venulákba. Újabban mind világosabbá vált, a precapillaris arteriolát a megfelelő postcapillaris venulával egy ív alakú nagyobb capillaris, az ún. kitüntetett (preferenciális) ércsatorna (*muscularis capillaris, metaarteriola*) köti össze.

Mielőtt ennek az elrendezésnek általános érvényű voltát ismerték volna, ezeket a kitüntetett ércsatornákat arteriovenosus anastomosisoknak nevezték. Ez nem tévesztendő össze a nagyobb arteriolákat és venulákat direkt a hajszálerék kikerülésével összekötő valódi arteriovenosus anastomosisokkal.

A szövet nyugalmi állapotában a valódi capillarisok nagy része zárt. Régebben a capillarisok endotheljét contractilisnak vélték, s ebben látták a capillaris keringés fő szabályozóját. Újabban a szabályozást kizárólag a keringés izmos falú bemenő és kimenő szárán biztosított beáramlás és eláramlás egyensúlya függvényének vélik (6/27. ábra).

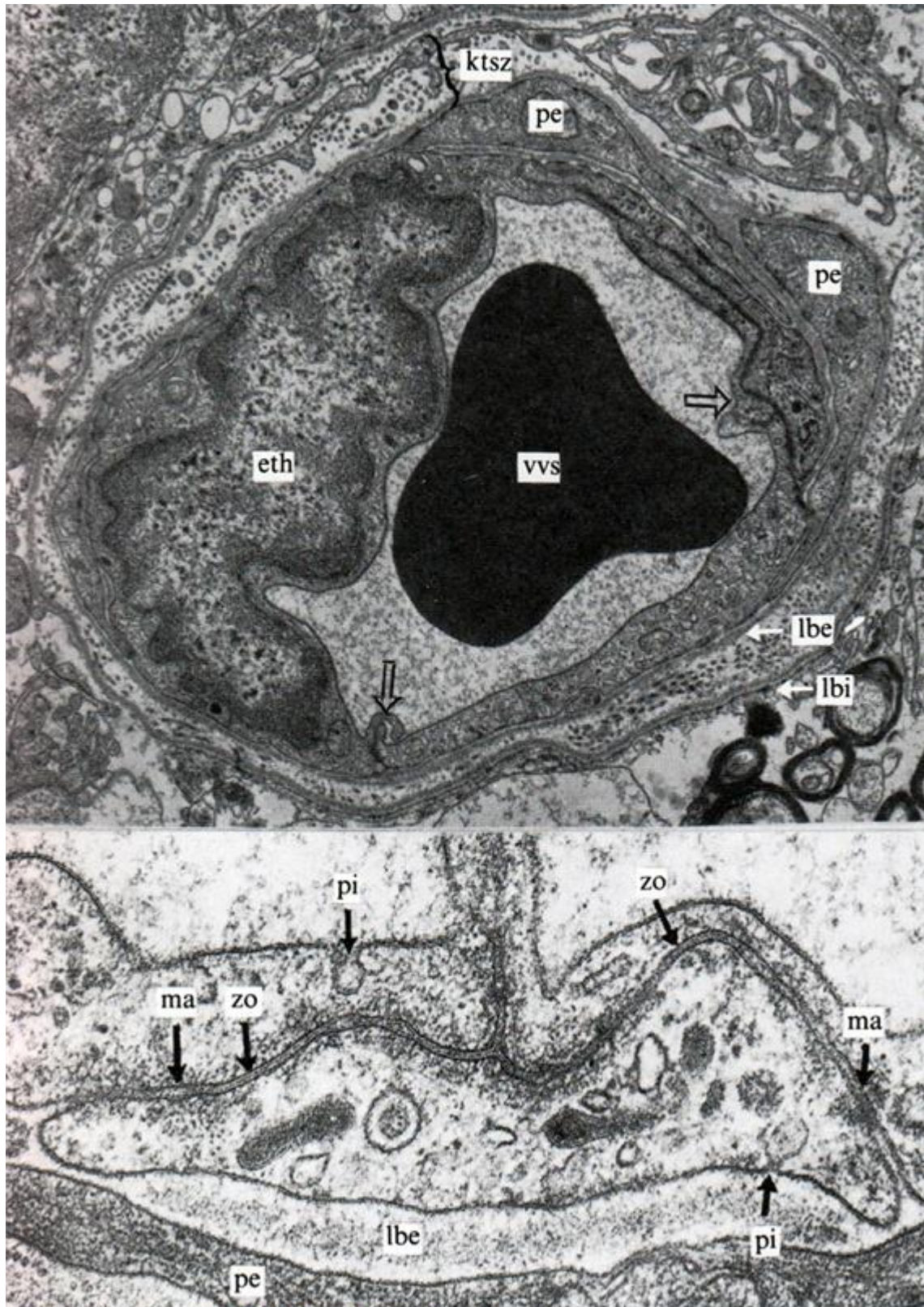


6/27. ábra. A capillariskeringés szerkezeti elve. Az arteriolát a venulával kitüntetett capillaris jellegű ércsatorna köti össze, melynek főleg kezdeti és végső részét elszórt simaizomsejtek veszik körül (neve ezért metaarteriola vagy muscularis capillaris). Endothelcsövét és alaphártyáját pericyták nyúlványai ölelik körül. A kitüntetett csatornából minden irányba ágazik el a valódi capillarisok hálózata

Fénymikroszkópos szerkezetük. Endothelcsövek; valódi capillarisokban egyetlen sejt képezi az egész falat hengerbe hajlítva (2/44C ábra, az első kötetben), nagyobb, kitüntetett csatornáknban és izommentes venulákban esetleg számos endothelsejt, mindig az ér tengelyével párhuzamos hossz tengelyű maggal, alkotja a falat. Ilyenkor az endothel hálózatos sejthatárai ezüstimpregnációval feltüntethetők (2/31. ábra az első kötetben). Az endothelcsövet rácsrostok jobbra körkörös fonata veszi körül, amely az endothel felületén alaphártyává tömörül. A capillaris közvetlen környezetében változatos sűrűségben láthatók sejtek az ún. *pericyták*, amelyek nyúlványaikkal a kéz ujjaira emlékeztető módon fogják körül a capillarist.

Elektronmikroszkópos szerkezetük (6/28. ábra). A mag körüli rész kivételével az endothelsejt vékony plasmaréteggel veszi körül a hajszálér lumenét. Szomszédos endothelsejtek közti határoknál az összetalálkozó sejtszélek között a hámszövettel kapcsolatban leírt felszínzáró szerkezeti struktúrát találunk, mely a lumen felé

első részen zonula occludens a lumentől távolabbi részen inkább macula adherens típusú kapcsolódásokat találunk.



6/28. ábra. Capillaris elektronmikroszkópos szerkezete. Felső kép: emberi agyszövet capillarisa a benne levő erősen elektronsugár-elnyelő vörösvértesttel (vvt). A capillarisfalat itt két endothelsejt képezi, az egyik magva látható (eth), a másik sejt vékony plasmája a két nyíllal jelzett sejthatár vagy „varratvonal” közé esik. (Jobbra fent még egy harmadik endothelsejt plasmája is csatlakozik kívülről az ér falhoz.) Az endothel-csövet az

endothel lamina basalis (lbe) fogja körül, amely helyenként szigetszerűen szétvált, és pericyták (pe) nyúlványait fogadja be. A capillaris falát kollagén filamentumokat tartalmazó kötőszöveti rés (ktsz) veszi körül; felül még egy kötőszöveti sejt vékony nyúlványa is látható benne. A kötőszöveti rést az agyszövet felé egy újabb lamina basalis (lbi), ezúttal az idegszöveté zárja le. Alsó képrészlet (nagyobb nagyítású): endothelsejtek (itt három található) varratát mutatja ötrétegű zonula occludens típusú sejthártya-összeolvadásokkal (zo) és macula adherens típusú (ma) kapcsolási helyekkel. Pinocytoticus hólyagok (pi) láthatók felnyílni vagy bezáródni az endothel mindkét oldalán (A többi részlet jelzése megegyezik a felső ábráéval)

Az endothelsejtek plasmája gazdag belső differenciáltsága; benne a szokásos plasmaalkotórészek mellett különböző filamentumok, lysosomák; az ér lumene felé boholszerű kiemelkedések és pinocytoticus hólyagok láthatók, melyek szerkezeti substratumai az endothelfalon keresztül lezajló aktív folyadéktranszportnak.

A capillarisok nagyobb részében az endothelréteg hézagmentesnek tűnik. Vannak azonban területek (a vese glomerulusai, egyes endocrín szervek), ahol a capillaris endothelfala fenestrált, azaz kb. 0,1 µm nyílásokat mutat. Ezekkel funkciós jelentőségük miatt az illető szerveknél részletesen foglalkozunk.

Az endothelcsövet egy egészben kb. 50 nm vastagságú, nagy elektronmikroszkópi feloldásban is hézagmentesnek tűnő alaphártya (*lamina basalis*) veszi körül. Bár ez az alaphártya hézagmentesnek tűnik, finomszemcsés szerkezete ugyanakkor mégis arra utal, hogy a mostani vizsgálóeszközökkel még pontosan fel nem ismerhető filamentosus anyag szövetékből áll.

Elektronmikroszkóppal is jól láthatók az endothelcsövet körülvevő pericyták. Ha sejttestük nem is, de nyúlványaik szinte minden érátmetszetbe bekerülnek. Az endothel alaphártyája két vagy több lemezre válva, ezeket a sejteket és nyúlványaikat is befogadja. Ma differenciálatlan mesenchymasejteknek tartják őket, melyek macrophag irányba is differenciálódhatnak.

Az izommentes postcapillaris venulák szerkezete azonos, a capillarisokéval, azzal a különbséggel, hogy lumenük tágabb, és több pericytájuk van.

Capillarisok nem csak az anyag- és gázcsere szempontjából nélkülözhetetlenek; szövetátrendeződés vagy -újráképződés során capillarisokból indul ki a szükséges tápláló erek növekedése. Endothelsejtek testszerte képesek az osztódásra, erek sérült bélését a környező endothelsejtek osztódással és odavándorlással pótolják. Arra is képesek, hogy az ér pótlásként beültetett műanyag csövek belső felszínét kibéleljék. Normális körülmények között különösen az erek elágazódási területén fokozott az endothelsejtek osztódása.

Az erek kialakulása alapvető igény a szervek fejlődése számára. Organogenesis, sebgyógyulás, daganat növekedése erek nélkül nem valósulhat meg. Ezért azon anyagoknak a keresése, melyek elősegítik az érképződést (*angiogenesis*) vagy éppen gátolják pl. daganat növekedés esetén, a kutatás előterében áll. Számos ún. növekedési faktorról kiderült, hogy pozitívan befolyásolja az érendothel növekedését, mint pl. a fibroblast növekedési faktorok (FGF), transforming growth faktor α és β (TGF α és β), tumor nekrosis faktor α (TNF α) és a vascularis endothelialis növekedési faktor (VEGF). Ezzel szemben más regulátoros anyagokról kiderült, hogy gátolják az érképződést pl. thrombospondin, angio- és endostatin.

A VEGF mitogén hatása az érendothelre, de nincs ilyen hatása más típusú sejtekre, igazolva specifikus endothel proliferációs hatását. In vitro fokozza a vascularis szigetek összeolvadását elongált ér jellegű képletté, utánözva az embryonális érképződés mechanizmusát. Fokozza az érendothel bimbózási útján való növekedését is. VEGF mint vascularis permeabilitást fokozó faktor is működik. VEGF a vascularis sejt adheziós molekulák (VCAM) expresszióját is indukálja, ezáltal a gyulladásos reakciókban lokális granulocytá, macrophag és lymphocytá endothelhez való adhezióját fokozza, ami következményesen sejtek érből való kivándorlását segíti. Az extravascularisan képződött fibrin gén támogatja a kivándorolt sejtek chemotaxisát. Intravenás adása esetén átmeneti tachycardiát, vasodilatációt és vérnyomáscsökkenést okoz. Az utóbbi hatása az endothelből felszabaduló NO hatására következik be. Fiziológiai körülmények között a bázikus tulajdonságú VEGF heparinhoz kötődve kering. A VEGF felszabadulást indukál az alacsony O₂-tenzió, azaz az ischaemiás állapot. Coronariaocclusio esetén a myocardium VEGF-et szintetizál. A rendkívül sokrétű hatást kiváltó VEGF fontosságát az is hangsúlyozza, hogy a VEGF gén elvesztése még a korai embryonális korban az embryo halálát okozza. VEGF hatását az endothelen lokalizálódó VEGF-receptorokon keresztül érvényesíti. VEGF fokozza a coronariák véráramlását és a collateralis keringés kialakulását, ami terápiás alkalmazásának lehetőségével kecsegtet.

Az endothel azonban maga is számos anyagot szintetizál és secretál, mellyel a lokális szöveti milieu-t befolyásolja. Az ereket bélelő funkciója mellett akkor értékelhető igazán „endocrín” funkciója, ha

meggondoljuk, hogy az összendothelsejt tömege kb. megegyezik az egyén májának tömegével: 1,5–1,8 kg. Az endothelsejteket a hámsejtekhez hasonlóan basalis membrán választja el a környezetétől, melynek képzésében maga is részt vesz a III-as típusú kollagén, laminin és fibronectin termelésével. Secretál azonban biológiailag aktív anyagokat is, melyek a vérbe ürülnek; ilyenek

- ◆ 1. *endothelin*, mely oxigénhiányos ischaemiás állapotok hatására termelődik, és erős simaizom-contractiót vált ki;
- ◆ 2. *thrombocytaaktiváló faktor*, mely endothelsérülés esetén szabadul fel;
- ◆ 3. *von Willebrand-faktor*, hiánya véralvadászavart okoz;
- ◆ 4. a már említett *nitrogén-oxid*, ami simaizom-relaxációt idéz elő.

Ezekon kívül számos egyéb faktor termelésében vagy átalakításában játszik szerepet, melynek tárgyalása az életan körébe tartozik.

2.5. Visszerek

A **visszerek** (*venae*) falszerkezete, melyet környezetük jelentősen befolyásol, sokkal változatosabb, mint az arteriáké (6/22. ábra).

A kis- és a középnagy vénák. A *tunica intimát* alkotó endothel minimális subendothelialis laza kötőszövettel rögzül a nagyobbára hosszanti rugalmas rostokból tökéletlenül szőtt *membrana elastica internához*.

A *tunica media* igen vékony rétege az egész falvastagság töredékét képezi. Izomelemből, és igen gyenge, inkább kollagén kötőszöveti vázból áll. A felületes végtagvenákban az izomszövet aránylag erős, belső rétege hosszanti, külső körkörös vagy laposabban spirális lefutású.

A *tunica adventitia* az ér legvastagabb rétege, nagyobbára hosszanti – magas menetű spirális – lefutású kollagén nyálábokból, kevés simaizomból és elasticus rostból áll. (Ennek jelentőségét lásd majd az érkötegek általános szerkezeti elveiről írt fejezetben.)

A fő **venák falszerkezete** abban különbözik a kis és a középnagy vénáktól, hogy *intimájukban* kissé erősebb a subendothelialis szövet, a mediában kevés az izomelem, és ez a réteg még jelentéktelenebb. Az adventitia itt is a legerősebb réteg (6/22. ábra, A és D), hatalmas oszlopszerű, magas menetű spirális simaizom váltakozó kollagén és elasticus rostkötegekből áll. – Feltűnő a nagy, sőt még a középnagy vénák jó ellátottsága vasa vasorummal, amelyek itt mélyen behatolnak a mediába is. Ellentétben az arteriákkal, a vénák falának bő nyirokhálózata van. Mindez az arteriákban uralkodó nagy nyomással kapcsolatos megfontolásból logikusan következik is. A vénák mentesek az arteriákban fellépő lerakódásos eredetű megbetegedésektől. Fordítva: daganatok, amelyek az arteriák falát szinte sohasem támadják meg, vénák falát gyakran infiltrálják.

Venabillentyűk. A vénás keringést elősegítő – főleg a mozgásoknál melléktermékként jelentkező mechanikai energiát kihasználó – berendezések a vénák billentyűi. Párosával, ritkábban egyesével elhelyezkedő zsebszerű intimakettőzetek a vena két szemben levő falán. A tasakok a szív felé tekintő irányban nyílnak, a szívtől távolodó irányú véráramlás esetén szabad széleik összezsapódva megakadályozzák a vér visszaáramlását. Elsősorban a végtagok venái vannak bőségesen ellátva billentyűkkel; a nagy testüregek vénáiban teljesen hiányoznak, a fejen és a nyakon is ritkák.

Az orvostudomány történetének egyik legegyszerűbb, leglogikusabb és egyben legelegánsabb kísérlete, amellyel W. Harvey (1628) élő emberen bizonyította, hogy a billentyűk miatt a vénákban a vér kizárólag csak a szív felé áramolhat.

Vénás sinusok és sinusoidok. A sinusok vagy sinusoidok, capillarishoz hasonló szerkezetű, szabálytalan alakú, tág gyűjtőerek, melyek falát egyéb, nem vascularis rendszerhez tartozó struktúrák támogatják. Ilyen capillarissinusoidok a májlebenyke hajszálerei, az agyfüggelék-mirigy elülső lebenyének hajszálerei, és némi módosítással a lép postcapillaris vénás sinusai.

Makroszkópos értelemben valódi sinusok a koponya belső felületét beborító kemény agyhártya (*dura mater*) sinusai és a vörös csontvelő vénás sinusai, a koponyatető canales diploicijai. A sinus durae matris úgy jönnek létre, hogy a koponyacsontok koponyaüregi felszínén levő barázdákba a dura mater egyik lemeze benyomul, a másik felette átvonul. Mászor a csonthoz tapadó durakettőzetek tapadásuknál szétválva háromszög alakú rést

hagynak szabadon. Önálló, a vénához tartozó fal csupán az endothelréteg és változó mennyiségű subendothelialis szövet. Főleg a koponyán belül ez előnyös szerkezeti megoldás, mert ezek a sinusok összenyomhatatlanok, és ezért az esetlegesen bekövetkező szöveti nyomásfokozódás nem tudja megakadályozni a venás áramlást, ami pedig a zárt üregek keringésének nagy veszélye.

2.6. Elágazódás, elrendeződés, az érkötegek felépítésének általános elvei

Az **arteriák elágazódásának** ismerete a műtéti jellegű orvosi szakágazatok (sebészet, szülészet és nőgyógyászat, urológia, orr-fül-gégészet stb.) számára igen fontos. Élettani és klinikai gyakorlati jelentőségűek az arteriák közötti nagyobb összeköttetések: az anastomosisok. Két formában fordulnak elő:

♦ 1. *Ízületi anastomosishálózatok*, főleg a végtagokon. Az ízületeket általában erős arteriás ágak látják el, amelyek az ízület tokján kívül arteriákból álló hálózatot (*rete articulare*) képeznek. Ezen anastomosishálózatok létrejötte könnyen érthető abból a körülményből, hogy az ízületek mozgásainál a körülöttük levő lágyrészek sokszor erősen megfeszülnek az egyik oldalon, és összehúzódnak a másikon. Ez már magában is stimulálja erősebb anastomosisok létrejöttét, amelyek révén az ilyenkor összenyomott nagyobb erek helyett a vér egérutat nyer az ún. collateralis keringési utakon keresztül. Gyakorlati jelentősége ezeknek az ízület körüli anastomosishálózatoknak, hogy a végtagarteriák lekötését, ha csak lehet, az ér ízület melletti szakaszán kell eszközölni, mert itt van lehetőség a végtag distalis részét ellátó collateralis keringés kialakulására.

♦ 2. *Árkád vagy gyűrű alakú arteriás anastomosisrendszerek*. Az előbbiek főleg a cső alakú zsigerek (gyomor, bél, női nemzőcsatorna) érellátásában visznek szerepet. Lényegük, hogy a zsigert ellátó két vagy több arteria szomszédos ágai közt árkádszerű összeköttetés jön létre. Így a nagyobb arteriák egyikének vagy másikának kiesése nem jár az illető szerv táplálkozási zavarával. Az utóbbi anastomosis forma legjellemzőbb példája az agyalapi arteriás anastomosis gyűrű, melynek alkotásában az agyat ellátó négy fő arteria, a két a. carotis interna és két a. vertebralis, vesz részt, és amelyből az agyat ellátó erek túlnyomó része ered. Elvileg hasonló, de a két típust kombináló a gerincvelő érellátása.

Végarteriák. A legtöbb életfontosságú szerv kisebb arteriás ágainak sérülése vagy lekötése az illető ág által ellátott terület súlyos táplálkozási zavarát, legtöbbször szöveti elhalását okozza.

A **venák elágazódása** kevésbé meghatározott, a variációk sokkal szélesebb skálája fordul elő: a legnagyobb vénákon kívül nem is lehet egyetlen domináns elágazódási típusról beszélni. Hajlamosak fonatképződésekre: ilyenek a medencebeli szervek elvezető venás fonatai, az arc mély fonatai a mm. pterygoidei körül, a gerinccsatornában és a gerinc körül levő venás fonatok.

A nagy, ún. főgyűjtőerek a nyak és a végtagok fő venái (v. jugularis interna, v. axillaris, v. femoralis) a megfelelő arteriával közös kötőszöveti tokban haladnak, általában az arteriához viszonyítva felületesebben, illetve a végtagon egyben medialisabban.

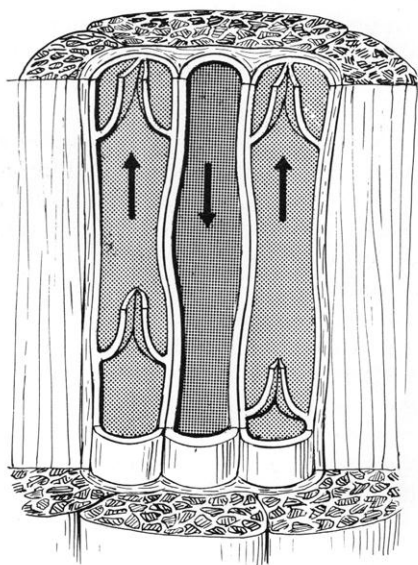
A másodlagos, harmadlagos stb. venák elsősorban a végtagokban, de némi változtatással és kevésbé rendszeresen más testrészekben is, két eltérő rendszert képeznek:

♦ 1. a mély, ún. kísérő venák (*venae commitantes*) és

♦ 2. a felületes venák rendszerét.

A kísérő venák párosával közrefogva a megfelelő arteriát azzal szoros kötőszöveti tokba zártan egységes arteriás-venás érköteget képeznek. Minthogy az arteriák kevés kivétellel a lágyrészek mélyén haladnak, ezek az érkötegek mély képződmények. Funkciós jelentőségük kettős: egyrészt feltételezik – és erre modellkísérletek is vannak –, hogy a **(6/29. ábra)** szerint az arteria pulzushulláma előrehaladtában összepréseli a két kísérő vena egy-egy szakaszát. A sűrűn álló billentyűk miatt a vénákban levő vér minden szakaszcson, csak a szív felé tud kitérni, tehát az arteria pulzusa melléktermékként pumpaszerűen elősegítené a venás áramlást.⁵ Az érköteg környezetében levő izmok működésük közben hol itt, hol ott nyomják össze a vénákat, segítve a vér szív felé áramlását. Ezzel függ össze az a jelenség, hogy függőleges vagy ülő testhelyzetben a tagok mozgásának megakadályozása – pl. zsúfolt vonatban órákig való ülés – a nem kielégítő venás keringés miatt egészséges emberben is a bokák és a lábszár duzzadását idézi elő.

⁵ Kiss Ferenc (1889–1966) a Budapesti Orvostudományi Egyetem anatómus professzora, foglalkozott intenzíven a keringésnek ezzel és hasonló kisegítő tényezőivel.



6/29. ábra. Magyarázó séma közös kötőszöveti hüvelybe zárt arteria (középen) és két kísérő vena között az arteriás pulzushullám hatásáról

A felületes, ún. bőrvenák orvosi gyakorlati szempontból különösen jelentős rendszert alkotnak, elsősorban a végtagokon (gyógyszerek vagy egyéb anyagok bejuttatása a vérpályába, vérvétel, e vénák gyakori megbetegedése stb.). Ezek a vénák a fasciák felett, a bőr alatti zsírszövetben haladva környezetük által kevésbé védettek. Ennek megfelelően, főleg az alsó végtagban, ahol közel 1,5 m-es véroszlop hidrosztatikai nyomása nehezíti a falukra, a felületes vénák különlegesen erős simaizom-falazattal bírnak, amelynek belső rétege hosszanti. E vénák falának igénybevételükhöz való messzemenő alkalmazkodása ellenére is a legközönségesebb megbetegedések közé tartoznak az alsó végtag felületes vénáinak ún. „varicosus” tágulatai, és ezek súlyos következményei a lábszár bőrének vérellátászavara, mely a lábszárfekély leggyakoribb oka. A felületes vénáknak a mély vénás ágakkal ismételt kapcsolata van. Ezért a felületes vénák varicosus tágulatai lerontják a mély vénák keringését is.

Az elmondottakból bizonyára világossá válik az erek falszerkezetével kapcsolatosan említett ama tény, hogy a vénák falfelépítése mindig a környezetüktől függ. Mivel a vénák keringésében döntő szerepet játszik a közvetlen környezet, logikus és szükségszerű, hogy ahhoz jobban alkalmazkodnak. Ez magyarázza a vénák adventitiájának előtérbe jutását és változatosságát, hiszen ezzel vannak mintegy lehorgonyozva környezetükhöz.

Kettős hajszálérrendszerek: „arteriás csodarecék” és portális vénák. Néhány helyen előfordul, hogy az arteriák nem egyszer bomlanak hajszálerekre, és nem egyszer szedődnek össze vénákká, hanem ugyanez kétszer fordul elő egymás után kapcsolatosan. Magasabb rendű szervezetekben ennek két megoldását találjuk:

- ◆ 1. arteriás csodarece (*rete mirabile*) és
- ◆ 2. portális vénák formájában.

Arteriás csodarecének nevezzük, ha egy arteriola néhány capillarishurokra oszlik, majd ezek újra egyesülnek egy másik arteriolában, amely csak azután oszlik a tulajdonképpeni capillaris hálózatra. Ilyen arteriás csodarecék alkotják a vese glomerulusokat.

A portális keringés a nevét a máj kapujába belépő májkapugyűjtőérből (*v.portae hepatis*) nyeri, mely a gyomorbél csatornából és a lépből összeszedődő vénák közös elvezető útja, tehát e tekintetben más vénákkal egyenértékű. A májkapugyűjtő ér azonban belépve a májba, ennek szövetében arteriára emlékeztető módon újra mind kisebb erekre, és végül a máj lebenykéit átjáró sinusokra oszlik. A sinusok azután újra mind nagyobb vénákba szedődnek össze, és a máj gyűjtőereivel (vv. *hepaticae*) csatlakoznak az alsó fő gyűjtőér vérehez, vagyis az általános vénás keringéshez. E sajátos megoldásnak alapvető funkciós jelentősége, hogy a bélből a vérbe felszívott, tehát a szervezetre nézve még idegen, sőt mérgező anyagok nem jutnak be közvetlenül az általános vérkeringésbe, hanem először meg kell járniuk a máj capillarishálózatát, amelynek szerepe bizonyos tápanyagok elraktározása és a szervezetre idegen vagy mérgező anyagok ártalmatlanná tétele.

Ehhez mindenben hasonló, de lényegében más funkciós jelentőségű portális keringése van az agyfűggelékmirigy (*hypophysis*) elülső lebenyének, amelynek arteriolái előbb a hypothalamus infundibulumát képező agyállományban oszlanak capillarisokra, majd összeszedődve, a hypophysis elülső lebenyének fő részéhez leszálló néhány portális venát képeznek, amelyek azután újra szétoszlanak az elülső lebeny szövetének sinusoid capillarisaira; majd ezek szedődnek össze igazi venákba. Meg kell jegyezni, hogy itt nincs semmiféle porta- vagy hypophysiskapu; a név csak a vena portaevál való analógiából ered.

2.7. Arteriovenosus anastomosisok, érzáró készülékek

A keringés szabályozásának lényeges tényezői az arteriovenosus anastomosisok (6/30. ábra, C). Arteriolákat és venulákat közvetlenül összekötő, kisebb arteriolának megfelelő méretű ágak.



6/30. ábra. Lupenagyítású képek arteriák és venák elágazódásairól korróziós készítményben (Vajda J. korróziós készítményei és felvételei). A: részletek pre- és postcapillaris elágazódásról a mesenteriumnak a bélfalon való tapadásánál; B: mesenterialis vena billentyűtasakjainak öntvénye és apró nyirokcsomó-capillaris hálózata



6/30. ábra, C: arteriovenosus anastomosisok a bélfalban. Az anastomosisokat szintelen műanyag tölti ki (nyilak)

A valódi arteriovenosus anastomosisok gyakran megerősödött simaizomzattal és bő beidegzéssel rendelkeznek. Előfordulnak bennük speciális lumenzáró berendezések. Ezek többnyire az intima párnaszerű kiemelkedései. E párnák következtében az ér lumene félhold alakúvá válik.

Vannak speciális szövetek (glomusok), amelyekben az arteriovenosus anastomosisok halmozottan lépnek fel (lásd krómaffin szövetek). Az intima párnás érzáró készülékek nem csupán arteriovenosus anastomosisokban lépnek fel, hanem pl. a nemi szervek ún. erectilis szöveteiben is.

3. 6.3. A KIS VÉRKÖR ÉS EREI

A *truncus pulmonalis* a jobb kamrából eredve bal felé, felfelé és hátrafelé halad, majd az aorta ascendens hátsó szintjét elérve, T alakban vízszintesen elágazódik.

Jobb ága, az *a. pulmonalis dextra*, jobb felé kanyarodik, és hátulról keresztezi az aorta ascendenst, majd a jobb pitvar mögött elfutva, a jobb bronchus előtt belép a tüdőkapuba.

Bal ága, az *a. pulmonalis sinistra*, egészen rövid, az elágazástól vízszintesen bal felé halad, és a bal tüdőkapuba lép be a bal bronchus felett és előtt. Az *a. pulmonalis sinistra* kezdeti szakaszától ferdén húzódik felfelé és hátra az aortaív konkavitásához a *ligamentum arteriosum*, a *ductus arteriosus* (Botalli) elzáródott maradványa.

A vv. *pulmonales* tüdőbeli elágazódása nem követi az arteriákat és a bronchusokat, hanem a tüdősegmentumokat elválasztó kötőszöveti sövényekben haladnak a tüdőkapu felé. A tüdőkapuból az *a. pulmonalis* alatt és előtt lépnek elő, mindkét oldalt két törzzsel. Vízszintesen haladnak az *a. pulmonalis* alatt, és így érik el a bal pitvart, amelybe ömlenek.

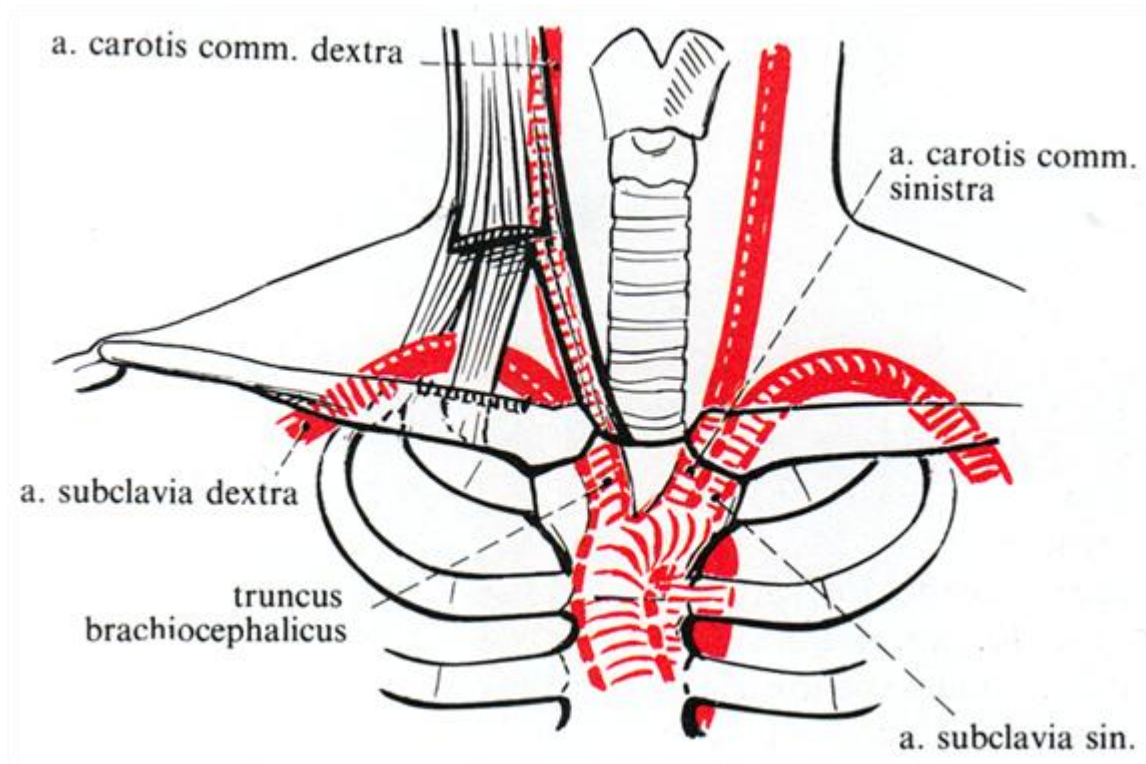
4. 6.4. A NAGY VÉRKÖR VERŐEREI

4.1. Aorta⁶

A nagy vérkör verőérrendszere az aortával veszi eredetét a bal kamrából. Kezdeti szakasza a **felszálló aorta** (*aorta ascendens*). Ez eredete felett zöldhagymához hasonló megvastagodást mutat (*bulbus aortae*), amit a három semilunaris billentyűtásak kiöblösödése, a sinus aortae okoznak. A két elülső (jobb és bal) sinusból veszi eredetét az aorta első két ága: az *a. coronaria dextra* és *sinistra*. Az *aorta ascendens* kezdetben ferdén felfelé és jobb felé, valamint kissé előre felé tart, majd hamarosan ívben hátrafelé kezd kanyarodni; ez már az *arcus aortae*, az aortaív. A felszálló aortának nagy része (10–12 cm) a pericardiumon belül van. Elülső vetülete a jobb 2. bordaközben eléri, de nem haladja meg a sternalis szöglet jobb szélét.

Az **aortaív** (*arcus aortae*) ferdén hátrafelé ível egy olyan síkban, amely ferdén jobbról-előlről-balra-hátrafelé tart. Az ív a tracheától és az esophagustól balra halad el, mindkettővel érintkezve, az esophagust gyengén benyomja. Felfelé eléri az I. bordaporcok sternalis végét összekötő vonalat (**6/31. ábra**). Leszálltában az ív megkerüli a bal főbronchust és a lejjebb keresztben futó *a. pulmonalis sinistrát*, majd a IV. hátcsigolya teste magasságában eléri a gerincet a középvonaltól balra. E ponttól lefelé leszálló aortának (*aorta descendens*) nevezzük. Első ágát, a *truncus brachiocephalicust* az aortaív kb. 1 cm-rel a pericardiumból való kilépése után adja (6/31. ábra).

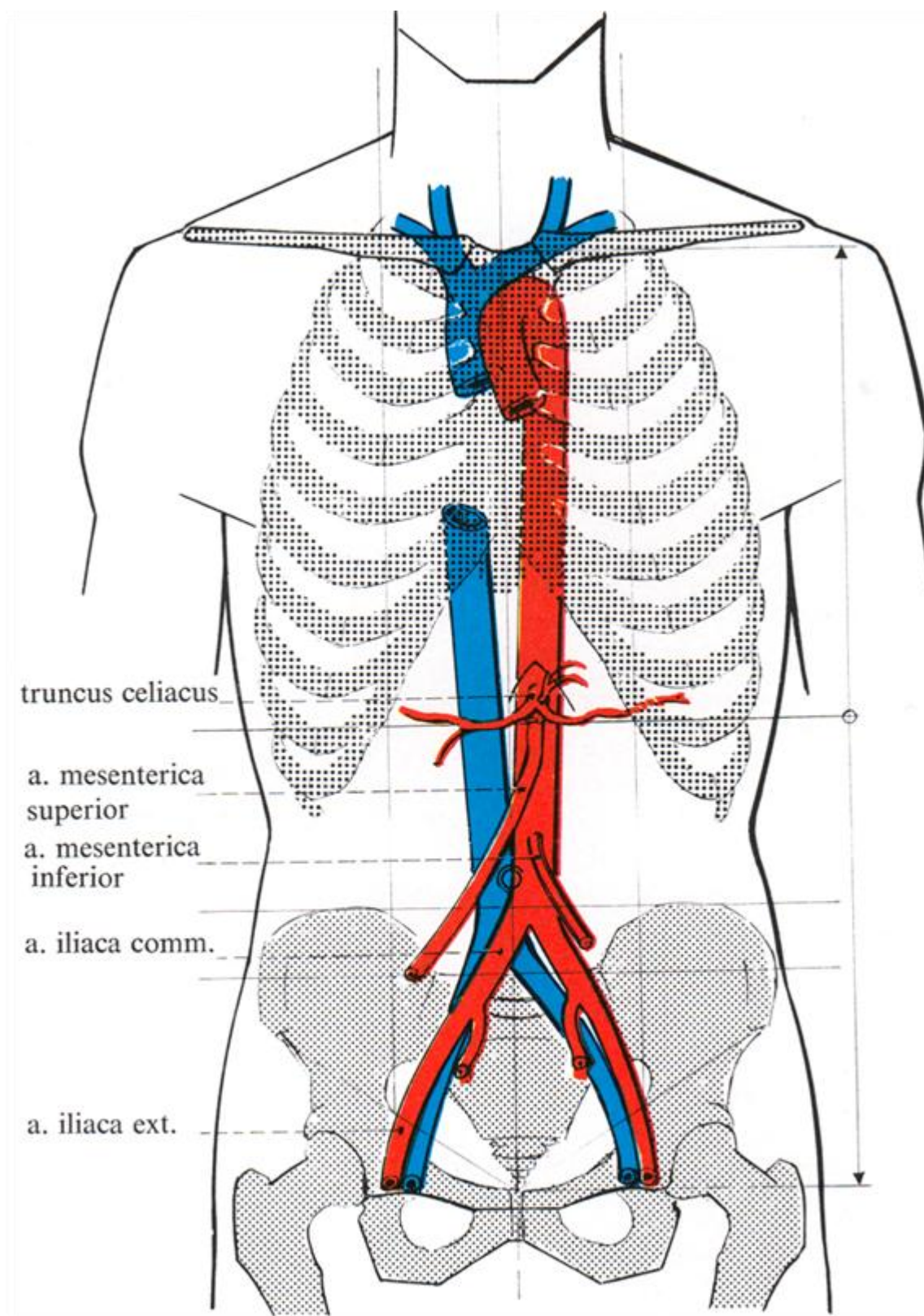
⁶6 Görög eredetije – „függve tartó”, ti. a szív rajta látszik függeni (Arisztotelész), innen régies magyar neve „függőér”.



6/31. ábra. Az aortaív és ágainak vetülete

A **leszálló aorta** (*aorta descendens*) a csigolyatestek által alkotott oszlopnak a középvonaltól balra eső felszínével végig érintkezésben maradva halad a 4. ágyécsigolya testének magasságáig, ahol eloszlik a két a. iliaca communisra. Az első ágyécsigolya teste előtt halad át a rekesz hiatus aorticusán, e pont felett *aorta thoracica*nak, ez alatt *aorta abdominalis*nak nevezzük.

Vetületét, amelyet az elülső testfalon megközelítőleg a bal 2. bordaporc sternalis végétől (angulus sterni bal széle) a crista iliaca legmagasabb pontjait összekötő vonalnak a középvonallal való kereszteződésétől 1 cm-nyire balra felvett pontig húzott vonallal jelezhetjük, a (6/32. ábra) mutatja.



6/32. ábra. Az aorta és a nagy vénák vetülete az elülső hasfalra

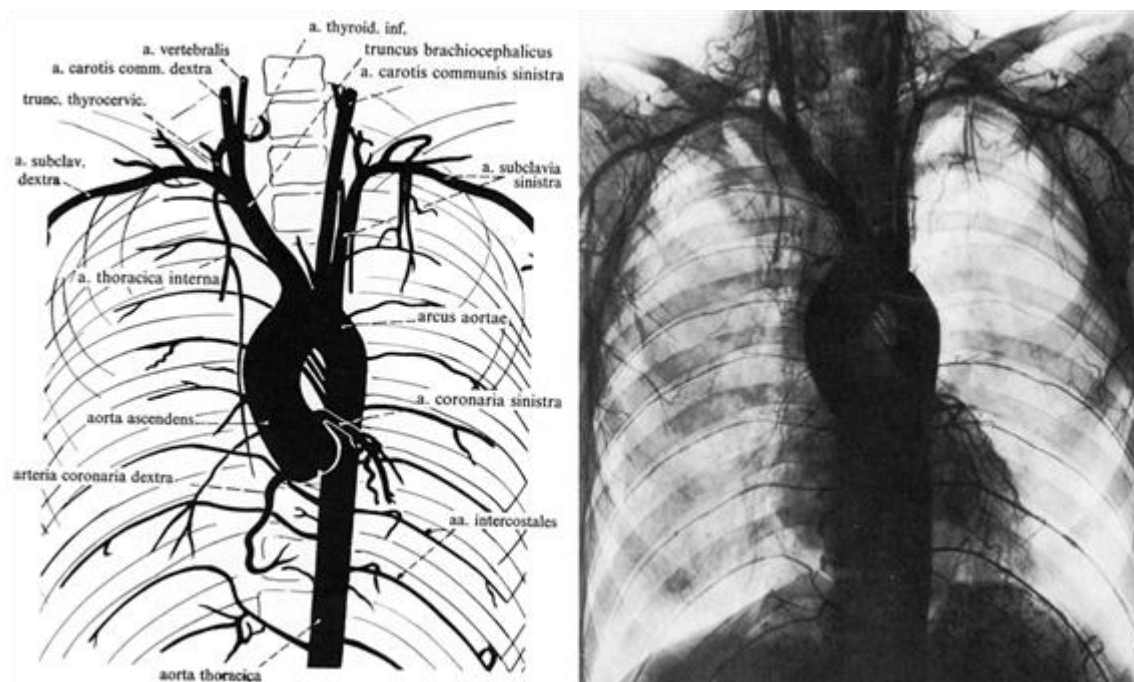
4.2. Az aortaív ágai

Az aortaív (6/33. ábra) konvexitásából a fej, a nyak, a felső végtagok és a mellkas elülső falának verőeres ellátását adó három nagy arteria ered: truncus brachiocephalicus, a. carotis communis sinistra és a. subclavia sinistra.

Truncus brachiocephalicus. Az aortaív legmagasabb pontján a középvonaltól inkább kissé balra ered, és a jobb szegycsont alatti ízület felé halad (6/31. ábra). A sternoclavicularis ízület mögött elágazódik két ágra: az a. subclavia dextrára és az a. carotis communis dextrára. A továbbiakban ezek lefutása tükörképpileg azonos a részletesebben leírandó bal közös fejverőér és kulcsfont alatti verőérével. Eredésénél a truncus brachiocephalicus hozzáfekszik a légcső elülső felszínéhez, amelyet ferdén keresztez. Kereszteződik az előtte keresztben elfutó v. brachiocephalica sinistrával. Jobb oldalát a mellhártya mediastinalis lemeze fedi, és a jobb tüdő csúcsának medialis felszínével érintkezik.

Arteria carotis communis sinistra (bal közös fejverőér). A truncus brachiocephalicus után, kissé hátrább ered az aortaívből, mert az ferdén hátrafelé halad (6/31. ábra). Mélyebb eredése miatt 2 centiméterrel hosszabb, mint a jobb a. carotis communis, és a mellkas elülső falától kissé távolabb fekszik. Kezdeti szakaszán hozzáfekszik a trachea bal oldalához.

A sternoclavicularis ízület mögötti ponttól kezdve a kétoldali a. carotis communis azonos lefutású. Vetülete durván a sternoclavicularis ízületet a caput mandibulae hátsó szélével összekötő vonallal határozható meg. Lefutásuk nagy részét a m. sternocleidomastoideus és beljebb a m. omohyoideus takarja. A nyakizmoknál leírt trigonum caroticumban a m. sternocleidomastoideus hátrafelé, a m. omohyoideus előre felé félrehúzódik, és így az ér ebben a háromszögben csupán a platysma, a nyaki fasciák és saját kötőszöveti hüvelye által takart. Lükettése itt jól kitapintható, sőt kifeszített nyak mellett a bőrön keresztül látható is. A pajzsporc felső szélének szintjében, tehát a háromszög közepén, szétválik külső és belső fejverőerre (*a. carotis externa et interna*). Egész nyaki szakaszán kötőszöveti hüvelyben (*vagina carotica*) fut, a tőle laterálisan lévő v. jugularis internával és a köztük és mögöttük elhelyezkedő nervus vagusszal (X. agyideg) együtt.



6/33. ábra. Az aorta ívének és mellkasi részének arteriográfiás röntgenképe (Luzsa Gy. anyagából)

Az a. carotis communis medialis oldalán a nyaki zsigerekkel (légcső, esophagus, pajzsmirigy, garat) hátsó oldala a gerincet borító mély nyakizmokkal, illetve az azokat borító fascia prevertebraliszal, és az ez alatt haladó nyaki truncus sympathicuszal érintkezik. Két végágán kívül nincsenek ágai.

Arteria subclavia sinistra (bal kulcsfont alatti verőér). Az aortaívből az a. carotis communis sinistra után, kissé lejjebb és hátrább ered, ezért mélyebben fekszik itt, mint a jobb.

A sternoclavicularis ízület mögötti területtől a kulcsfont alatti verőerek felfelé domború ívben kerülnek meg a mellkas bemenetét elzáró mellhártya, a cupula pleurae elülső lejtőjét, majd az 1. borda felett a m. scalenus

anterior és medius közötti hiatus scalenin kilépnek a nyakra. Innen ívük már lefelé halad, a kulcscsont közepe alatt áthaladva már mint hónalji verőér (*a. axillaris*) folytatódnak (6/31. ábra). Az ív legmagasabb pontja a hiatus scalenin átlépő szakasz.

Az a. subclavián e lefutásnak megfelelően három szakaszt különböztetünk meg, ágait is ennek megfelelően osztjuk fel. Első szakasza a mellüreghez tartozik. A valóságban persze a bal a. subclavia kezdeti szakaszán kívül az egész a. subclavia az 1. borda által alkotott síkon felül helyezkedik el, tehát a szorosabb értelemben vett csontos mellkason kívül. De a mellkas bemenete felé sáterszerűen szétterülő scalenus izmok egy kúp alakú – a tüdőcsücsöt befogadó – térrel felfelé megnövelik a mellüregtet. Az a. subclavia mellüregi szakasza egyúttal a trachea és a scalenus anterior közötti árokban, a fossa scalenotrachealisban fekszik. Ezt az árkot előlről a m. sternocleidomastoideus eredése és a clavicula sternalis vége takarja.

Az a. subclavia második szakasza a scalenus-hasadékra esik, a harmadik – ún. nyaki – szakasza a scalenus hasadékon túli aránylag felületes szakasza, a clavicula alatti kilépéséig tart. A scalenus-hasadékban az a. subclavia felett és mögött haladnak át a nyaki idegfonat (plexus brachialis) törzsökei (truncusai); a clavicula alatt ezek fokozatosan az arteria köré kezdenek átrendeződni.

4.2.1. Az arteria carotis externa és ágrendszere

Az a. carotis communis a gége pajzsporcának felső szélé magasságában oszlik két főágra: az arteria carotis externára (külső fejverőér) és az arteria carotis internára (belső fejverőér). Az oszlásnál eleinte az arteria carotis externa van elől, a carotis interna hátul. Minthogy a carotis interna kezdetén kis tágulata van, ennek oldalsó felszíne valamivel felületesebben fekszik.

Az arteria carotis externa életmentő beavatkozásként szükségessé válható lekötésénél a carotisok elágazásának felkeresése után tehát nem a felületesebbnek (!) tűnő, hanem az elől elhelyezkedő ág a carotis externa!

A két ér eleinte közel párhuzamosan, szorosan egymás mellett száll felfelé. Az a. carotis externa leadott erős ágai folytán gyorsan elvékonyodva, az a. carotis interna külső oldalára kerül. Az állkapocs alatti tájékon az a. carotis externa külső oldalán vonul el a m. digastricus hátsó hasa és a m. stylohyoideus. Az állkapocsszögletet elérve, az a. carotis externa a fültőmirigy (*glandula parotis*) mandibula mögötti részeinek állományába ágyazódik be. Innen felfelé kilépve, a mandibula nyaka belső oldalán oszlik két végágra: az a. maxillarisra és az a. temporalis superficialisra.

A carotis externa ágai eredésük szerint csoportosíthatók. Legtöbbjük az ér kezdete közelében ered és előre, hátra vagy medial felé fut. Előre futó ágak:

Arteria thyroidea superior. Közvetlenül az a. carotis externa eredése felett, tehát a nyelvcsont nagy szarva alatti tájékon ered előre felé, majd éles ívben lefelé kanyarodva a trigonum caroticum elülső részében éri el a pajzsmirigy oldalsó lebenyének csúcsát. Egyik ága (*a. laryngea superior*) a felső gégeideggel (*n. laryngeus superior*) együtt átfúrja a membrana hyothyreoideát, és a gége üregébe lépve ellátja annak belső felső részét. Többszörösen anastomizál az azonos oldali a. thyroidea inferiorral és az ellenoldali társával.

Az életmentő beavatkozást jelentő légszörmetszés (tracheotomia) esetében a lig. cricothyroideum medium felett a kétoldali ér ágrendszere közötti anastomosis lehetőségére is gondolni kell, ami zavaró vérzést okozhat.

Arteria lingualis. Közvetlenül az a. thyroidea superior felett ered előrefelé a nyelvcsont nagy szarva magasságában. A m. hyoglossus belső oldalán a nyelvcsont nagy szarva felett, fut előre a nyelv állományában, az alsó felszín nyálkahártya-borításához közel a nyelvcsücsig. Igen bő arteriális hálózattal látja el a nyelv állományát és a nyelv alatti tájékot (ti. a szájfénék m. mylohyoideus feletti képződményeit); a kétoldali ér ágai bőségesen anastomizálnak.

Ágai:

- ◆ a) *a. profunda linguae*, az ér végága, a nyelv mélyén fut előre a nyelvcsücs irányába;
- ◆ b) *aa. dorsales linguae*, számos ág a nyelv dorsalis felszínéhez;
- ◆ c) *ramus tonsillaris*, a nyelvgyök és a tonsilla palatina ellátására szolgál.
- ◆ d) *a. sublingualis* táplálja a glandula submandibularist.

Arteria facialis. A mandibula szöglete magasságában ered. Hátulról belépve a trigonum submandibularéba mélyen beágyazódik a glandula submandibuláris állományba. Eredésétől kezdve kanyargós lefutású, a mandibula bázisát a m. masseter tapadása előtt megkerülve az arcra tér. Előre és felfelé a szájug irányába fut, majd onnan a felsőajakba sugárzó mimikai izmok alatt a medialis szemzugba lép.

Ágai:

♦ a) *a. palatina ascendens*, az ér kezdeti szakaszából ered és a garat falának elülső laterális részén száll fel a lágy szájpadhoz. Ellátja az oldalsó szájpad íveket (arcus palatoglossus és palatopharyngeus), és ágot ad a tonsilla palatinához is;

♦ b) *a. submentalís*, a trigonum submandibularében ágakat ad a m. digastricus elülső hasa és a m. mylohyoideus számára;

♦ c) *a. labialis superior et inferior*, a felső és alsó ajkak ellátására.

Arteria pharyngea ascendens. A nyelvcsont magasságában medial felé ered, a garat falán hátul oldalt száll felfelé, egészen a koponyaalapig, ahol a foramen jugularén benyomulva a koponyaüregbe, a keményagyhártyát apró hátsó ágakkal ellátja. Ágai alulról a dobüregbe is benyomulnak, (*a. tympanica inferior*) a n. tympanicus kíséretében a hasonló nevű nyíláson keresztül, míg mások a fülkürtöt és a garatmandulát látják el.

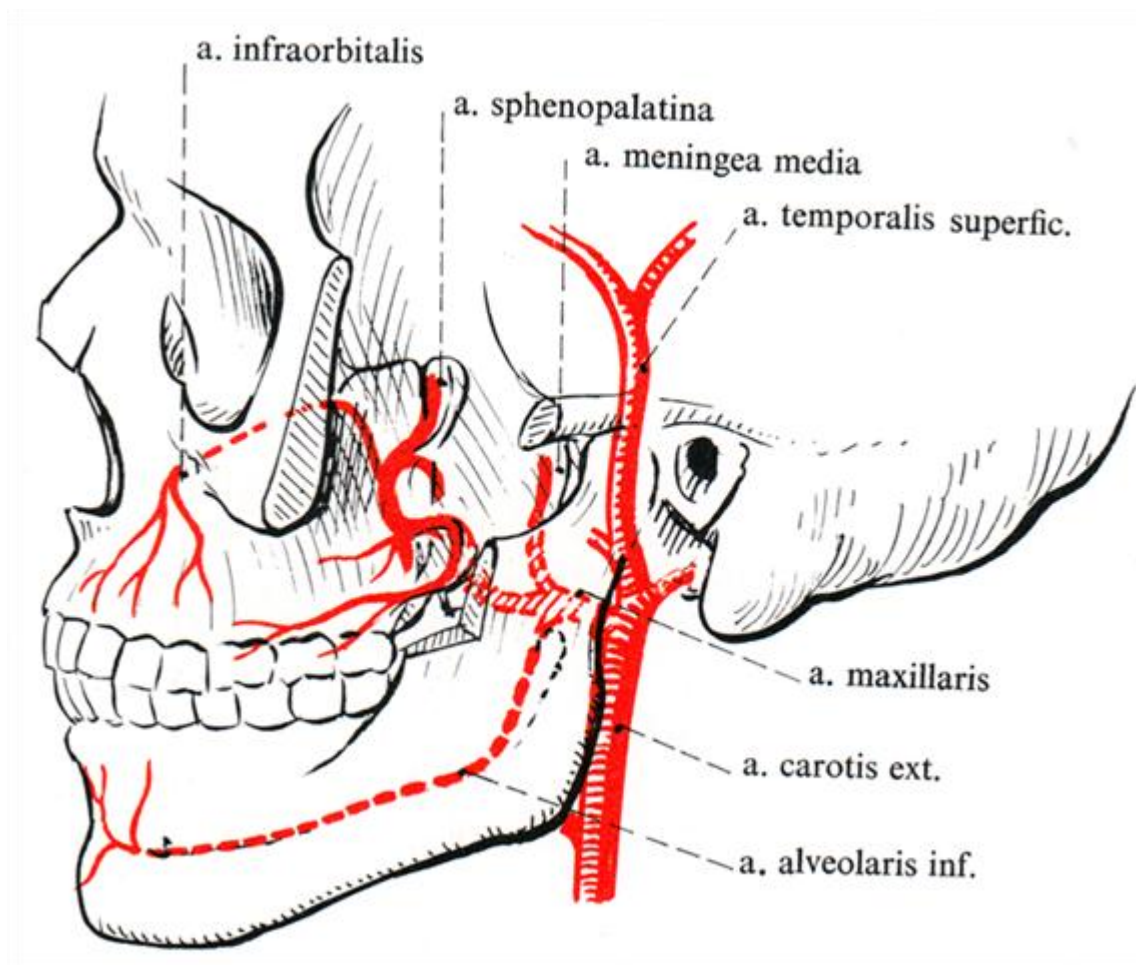
Arteria occipitalis. A m. digastricusszal való kereszteződés tájékán hátrafelé ered az arteria carotis externából; ezen izom hátsó hasának belső oldalán a halántékcsonthoz csacsnyúlványától medialisán halad hátrafelé a külső koponyaalapon. A m. sternocleidomastoideus és a m. splenius capitis tapadása mögött válik felületessé és száll fel kanyargósan a fejtetőre.

Arteria auricularis posterior. Az a. occipitalis után ered hátrafelé. Kezdetben vele párhuzamosan majd a fülkagyló mögé kanyarodva oszlik végágaira. Ellátja a fülkagyló hátsó felszínét és a mögötte levő occipitalis területet. Egyik ága (*a. stylomastoidea*) belép a hasonló nevű csatornába, ahol ellátja a m. stapediust, és a cellulae mastoideaet. Egyik ága a chorda tympanival belép a dobüregbe, és annak hátsó részében oszlik ágaira mint a *tympanica posterior*.

Arteria temporalis superficialis. Az a. carotis externa egyik végága. A collum mandibulae belső oldalán ered, majd hátrafelé megkerülve a mandibula nyakát a fül előtt felületessé válva keresztezi a járomívnek a fülkagyló előtti szakaszát. Itt lüktetése könnyen kitapintható. A járomív alatt vele párhuzamosan egy ága (*a. transversa faciei*) előre felé halad az arcra. A járomív felett két ágra oszolván (*ramus frontalis* és *parietalis*) a fascia temporalis külső oldalán száll fel a fejtetőre. Bőségesen anastomizál az a. occipitalis végágaival a „skalp” rétegei között. Elülső ágának előre domború íve bekerül a homlok bőre alá annak oldalsó szegletében. Idősebb korban az elvékonyodott bőrön keresztül áttűnik kanyargós lefutása.

A külső hallójárat előtt elhaladva ágakat ad annak elülső felszínéhez és a fülkagylóhoz, valamint a temporomandibularis ízülethez és a parotishoz.

Arteria maxillaris. Az a. carotis externa másik, medialis irányba futó végága. A mandibula nyakának belső oldalán ered, majd a fossa infratemporalisban a m. pterygoideus laterális belső oldalán halad előre és felfelé a fissura pterygomaxillaris felső részéhez, ahol belép a fossa pterygopalatinába, és végágaira oszlik a szem-, orr- és szájüreg számára, követe e fontos régió hasonló nevű csontos összeköttetéseit. A **6/34. ábra** sémás rajza mutatja az ér lefutását és ágait.



6/34. ábra. Az a. maxillaris és ágrendszere

A fossa pterygopalatinába lépése előtt a m. pterygoideus lateralis és medialis között halad, miközben számos ágat ad ezekhez az izmokhoz. Tápláló ágat ad a m. masseter és temporalis számára is. A nem közvetlen izomágak általában lefelé vagy felfelé futnak.

Ágai:

♦ *A. tympanica anterior* a chorda tympani mentén annak a dobüregből való kilépési helyén a fissura petrotympanicán lép be a dobüregbe.

♦ *A. meningea media*. Felfelé ered a m. pterygoideus lateralis és medialis szögletében. Köztük és a n. auriculotemporalis két gyökere között áthaladva, a foramen spinosumon való belépése után a középső koponyagödörben laterál felé fut, majd a koponya lateralis falán ágazik el. A kemény agyhártya (*dura mater*) külső felszínére tapadva halad, de az ágak körfogatának nagyobb része a csontvályúba (*sulci arteriosi*) ágyazódik. Az ér orvosi gyakorlati jelentőségét az adja, hogy a koponya oldalsó felszínének törései vagy repedései során könnyen megsérül; ilyenkor a keményagyhártya és a koponya között életveszélyes vérzéseket okoz. Ezt az állapotot feltétlenül észre kell venni, ill. a lehetőségére gondolni kell minden koponyatraumánál. Az elülső ága a gyrus precentralis fölött fut a koponyatető felé, ezért sérülésekor keletkező vérzés esetén főleg a motoros mező kerül nyomás alá. A hátra felé futó ága a gyrus temporalis superior fölött fut horizontálisan hátra, ennek sérülésekor keletkező vérömleny főleg ezt a tekervényt érinti, mely ellenoldali halláscsökkenést vagy süketiséget okozhat.

♦ *A. alveolaris inferior*. Lefelé ered mindjárt a maxillaris kezdeténél, és megcélozza a canalis mandibulae bemeneti nyílását, melyen a csatornába lép. A csatornából eredő apró ágakkal ellátja a teljes alsó fogsort és a mandibulát, majd a végága mint *a. mentalis* a hasonnevű nyíláson kilépve az alsó ajakban ágazódik el, ellátva annak valamennyi képletét. A canalis mandibulaéba való belépése előtt adja le az *a. mylohyoideát*, mely a hasonnevű ideggel együtt a mandibula belső felszínén fut előre a m. mylohyoideus számára.

♦ *A. buccalis*. Az a. alveolaris inferiortól distalisan ered lefelé, és a m. buccinator külső felszínén húzódik előre a pofa hasonló nevű érzőidege kíséretében.

♦ *A. infraorbitalis*. A fissura orbitalis inferioron keresztül egyenesen belép a sulcus infraorbitalisba, majd a canalis infraorbitalisban előrehaladva, a hasonló nevű nyíláson kilép az arc mélyébe, ahol a felső ajak és az orrszárnny felé elágazik. A sulcusból és a canalisból elágazó csatornácskákon keresztül ellátja a felső fogakat.

♦ *A. sphenopalatina*. A fossa pterygopalatinából a foramen sphenoplatinumon át belép az orrüregbe, majd részben annak oldalfala hátsó és alsó részében a nyálkahártya alatt, részben az éksont testén az orrsövényre húzódik, és annak nyálkahártyája alatt ágazódik el. A septalis ágak egyike belép a canalis incisivusba, és ezen keresztül anastomizál az a. palatina descendensszel.

♦ *A. palatina descendens*. A fossa pterygopalatinából lefelé halad a canalis palatinusban. Nagyobb végága a foramen palatinum majuson a szájpad nyálkahártyája alá lépve előrehalad a szájpad oldalán a canalis incisivusig. Apróbb ágai a szájpadcsont kis nyílásán lépnek ki, és a lágy szájpadba haladnak hátrafelé, ágakat adva a tonsilla palatinához is.

A tonsilla palatina és a dobüreg vérellátása bonyolult, mert mindkét szerv, ill. terület több helyről kap vérellátást. A tonsilla sebészi eltávolítása mindennapos feladat, ezért fontos a tonsillát ellátó erek ágainak ismerete. Ma már a hallásjavító műtétek is bevonultak a fül-orr-gégészeti praxisba, ezért a dobüreg vérellátása is részletes ismeretet igényel.

Tonsillákat ellátó ún. rami tonsillaresek az alábbi arteriákból jönnek:

- a) a. pharyngea ascendens,
- b) a. palatina descendens,
- c) a. palatina ascendens,
- d) a. lingualis.

A dobüreget ellátó arteriák:

- a) a. tympanica superior (ex a. meningea media)
- b) a. tympanica inferior (ex a. pharyngea ascendens)
- c) a. tympanica posterior (ex a. auricularis posterior)
- d) a. tympanica anterior (ex a. maxillaris)

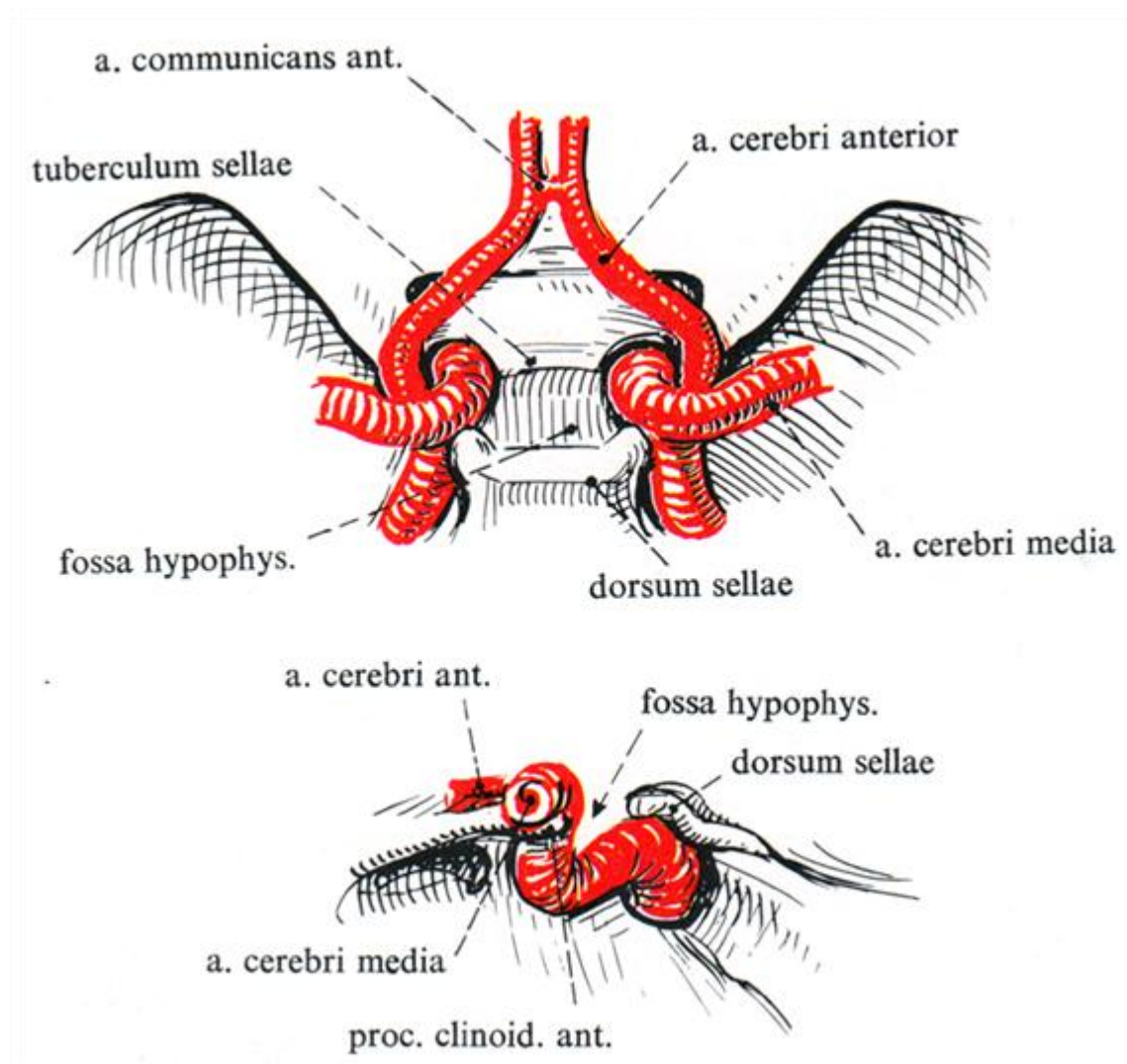
4.2.2. Az arteria carotis interna ágrendszer

A pajzsporc felső széle magasságában hátrafelé ágazik el az a. carotis communisből. Valamivel erősebb, mint a külső fejverőér, és kezdeti szakaszán kifejezett tágulata van (*sinus caroticus*). Az ér falának itt fontos receptorterülete van, ahol a vérnyomásjelző baroreceptorok, valamint a vér kémiai tulajdonságait jelző kemoreceptorok találhatók. A baroreceptorok magában a carotis sinus elvékonyodott falában levő, lapos, szőlőfürtszerű idegvégződések, míg a kemoreceptorok az a. carotis externa és interna kezdeti szakasza közé ékelt paraganglion szerkezetű glomus caroticumban helyezkednek el. Mindkét receptor területet a n. glossopharyngeus (IX. agyideg) egyik igen vékony ága, a *ramus sinus carotici* látja el érzőidegrostokkal.

Felfelé haladva, az a. carotis interna már a trigonum caroticum felső határán mélyebben fekszik, mint az a. carotis externa. A kettő között húzódik át a m. stylopharyngeus és a m. styloglossus. Az a. carotis interna a garat oldalfala mentén, azzal lazán érintkezve, kissé hullámos lefutással éri el a koponyaalap alsó felszínét, a canalis caroticus külső nyílásánál. A koponyán kívül nincsenek ágai. A csontos koponyaalapon való áthaladtában, majd még inkább azon belül, de még a keményagyhártya lemezei között különböző irányban igen erős kanyarulatokat képez, amelyek feltehetően a pulzushullám lefékezésében visznek szerepet (**6/35. ábra**). Az agyvelőt ellátó másik nagy arteriapár, az aa. vertebrales, a koponyába való belépés előtt egészen hasonló kanyarulatokat tesz.

A canalis caroticusba függőleges irányban belépő ér 90°-os szögben megtörve vízszintesen halad a pyramis tengelyében medial és előre felé. A pyramis csúcsa, és az éksont teste között újra 90°-ban felfelé hajlik a sella

turcica oldalán, és belép a sinus cavernosusba.⁷⁷ Itt S alakú hajlatot képez, amelyet az arteria carotis *syphonjának* nevezünk. Végül a processus clinoideus anterior és posterior magasságában elhagyja az ér a dura mater kettőzetet, és belép a koponyaüregbe, ahol élesen oldalfelé kanyarodva oszlik el két nagy koponyaüregi végágára: az a. cerebri mediára és az a. cerebri anteriorra.



6/35. ábra. Az a. carotis interna görbületei a koponyába való belépés után (felső rajz felül-, alsó rajz oldalnézetben)

Ágai:

♦ **A. ophthalmica** (*szemverőér*). Az a. carotis internából a sinus cavernosusból való kilépésénél a processus clinoideus anteriortól medialisán és kissé alatta ered a látóidegtől takartan. A koponyaüreg felől alig látható, mert a látóideg alatt közvetlenül benyomul a canalis nervi opticebe, és ezen át jut a szemüregbe. Itt eleinte a szemideg laterális oldalán halad, majd felülről ferdén keresztezve a szemideget erősen kanyargós lefutással halad a szemüreg elülső medialis része felé. Három fontos ágcsoportjával és egy orvosi szempontból különösen nevezetes ágával látja el a szemet, ezek:

♦ a) **A. centralis retinae**. Az szem fejlődése során a szemserleg nyél alján kialakuló optikus hasadék fogadja be a szem belső mesenchymáját tápláló arteria (*a. hyaloidea*). Az üvegtest kialakulása után ezen arteria distalis része elsorvad, míg a papilla nervi opticiig persistáló része lesz az a. centralis retinae. Felnőttben az arteria belépési helye a nervus opticusba 1,5–2 cm-re van a szemgolyó mögött. A szemidegben előrehaladva behatol a szemgolyóba, és az ideghártya belső felszínén ágazik el. Ennek az ágnak és a megfelelő vénának az

⁷⁷ Bár itt a csontos koponyaüregbe belép, a valóságban mégsem kerül be még ténylegesen a koponya belső terébe. A sella turcica oldalán egy venás öblöt (sinus cavernosus) képező durakettőzetben, venás vértől körülveve helyezkedik el.

elágazódása látható a szemfenéki képben, alkalmat adva az orvosnak nem csupán a szemideghártya keringésének, hanem egyben az agykeringés egy reprezentáns részének közvetlen megfigyelésére.

♦ b) *Aa. ciliares posteriores breves*. Négy-hat, még a szemén kívül tovább elágazó apró ág, amelyek a szemgolyó hátsó részén keresztül furakszanak be az érhártya táplálására.

♦ c) *Aa. ciliares posteriores longi*. Két ág, egy medialis és egy lateralis, amelyek bár szintén hátul lépnek be a szembe, az ínhártya alatt előrehaladnak, s a szem sugártestét és a szivárványhártyát látják el.

♦ d) *Aa. ciliares anteriores*. A szemizmoknak a szemén való tapadásánál hatolnak be a szemgolyóba, a c) pontban említett erekhez csatlakoznak. Mindezek részletesebb ismertetésére a szem leírásában visszatérünk.

♦ e) *A. lacrimalis*. Az orbita lateralis falához közel fut a glandula lacrimalishez. Apró ágakat ad a kötőhártya lateralis részéhez és a külső szemhéjhoz.

♦ f) *A. supraorbitalis*. Aszemüreg tetején a m. levator palpebrae superiorral párhuzamosan fut előre, majd a végága kilép a homlokra a hasonnevű nyíláson vagy bevágáson keresztül és táplálja a homlok bőrét, valamint mimikai izomzatát.

♦ g) *A. frontalis*. Az előbbi arteriától medialisán fut előre. Az e) és f) pontokban leírt erek gyakran közös törzzsel erednek, és csak az orbitából való kilépés előtt ágaznak el. Ellátási területe azonos az előbbi arteriáéval. Az a. frontalis két szemüregi ága az *a. ethmoidalis anterior* és *posterior*, melyek a hasonló csatornába lépnek. Az elülső ág az orrüregből a lamina cribrosaán keresztül belép az elülső koponyaüregbe, ahol a keményagyhártyát táplálja. A hátsó ág a hátsó rostasejteken ágazik szét.

Az a. carotis interna további ágai.

♦ *A. choroidea anterior*. Az oldalkamrák plexus choroideusának fő tápláló arteriája.

♦ *A. communicans posterior*. Acirculus arteriosus Willisii részeként kapcsolatot teremt az a. carotis interna és az a. vertebralis rendszere között.

♦ *A. hypophysealis superior*, amely a hypophysis portalis vérrellátását biztosítja.

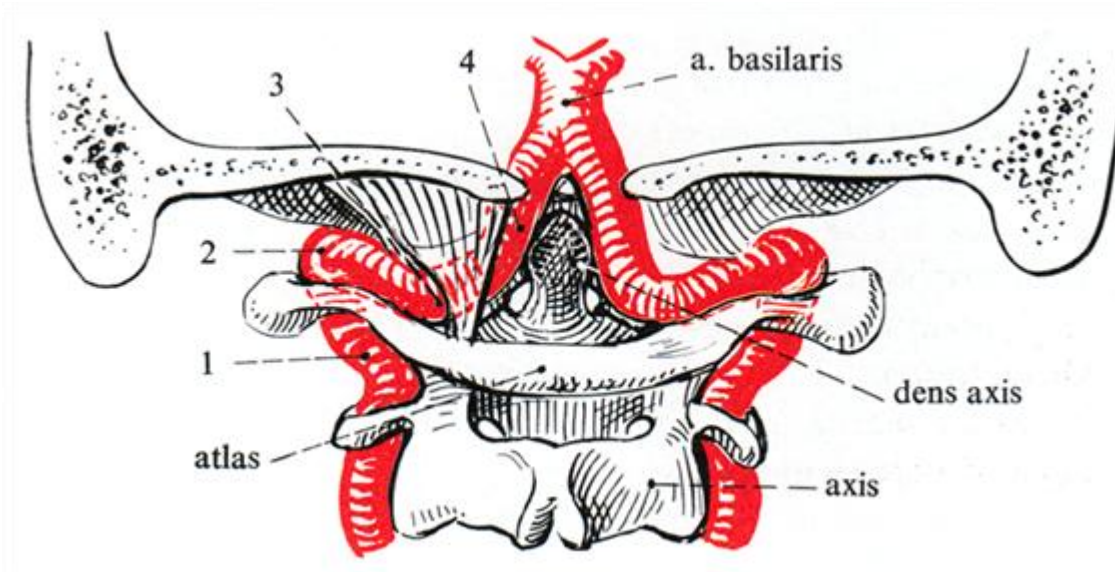
♦ *A. cerebri anterior* és *a. cerebri media* (további részleteket lásd az agyvelő vérrellátása c. fejezetben).

4.2.3. Az arteria subclavia ágrendszere

A kulcscsont alatti verőerek lefutását az előbbieken már ismertettük. Láttuk, hogy három szakaszukat lehet megkülönböztetni: ún. mellkasi szakaszukat a fossa scalenotrachealisban, muscularis szakaszukat a scalenushasadékban és nyaki szakaszukat a scalenushasadékon túl a clavicula alatti kilépéséig. Az ágakat e három szakasz szerint csoportosítjuk.

A mellkasi szakasz ágai.

♦ *A. vertebralis*. *Aa. subclavia* első ága a m. scalenus anterior és a m. longus coli közt felfelé haladva, a 6. nyakcsigolya foramen transversariumába, majd a nyakcsigolyák foramen transversariumai által alkotott csontcsatornában fut az atlas felső felszínéig. Közben minden csigolya közti lyukon ad egy-egy ágat a gerinccsatornához, amelyek a (bordaközi) segmentalis arteriák ilyen ágaihoz (*rami spinales*) hasonlóan viselkednek. Az axis foramen transversariumán való átlépéstől kezdve az a. carotis interna koponyaüregi belépésénél leírthoz hasonló kanyargós lefutásba kezd (**6/36. ábra**). Minthogy az atlas haránt irányban lényegesen szélesebb, mint az axis, az ér élesen oldalfelé kanyarodik, míg el nem éri az atlas foramen transversariumát. Ezen átlépve az atlas massa lateralis mögött és hátsó ívének barázdájában (*sulcus a. vertebralis*) vízszintesen medial felé halad, majd újra éles kanyarban előfordul, és átfúrja a membrana atlantooccipitalis posteriort. Bejutva a gerinccsatorna legfelső részébe, ívben megkerüli a nyúltvelő alsó részét, közben belép a foramen magnumon keresztül a koponyaüregbe. A nyúltvelő és a híd határán ventralisan összetalálkozik a túloldali a. vertebralisszal. Egyesülésük után, mint a. basilaris halad felfelé a clivus belső felszínén, a középvonalban. Koponyaüregi ágrendszere az agyvelő hátsó és alsó részeit, valamint a gerinccsont felső részét látja el; részletes ismertetését lásd az idegrendszerrel.



6/36. ábra. Az a. vertebralis lefutása a koponyába való belépés körül

♦ *A. thoracka interna*. Majdnem szemben ered a vertebralisszal a subclavia alsó, elülső oldalán. Ferdén előre felé és lefelé haladva az 1. bordaporc belső felszínén éri el a mellkasfalat; majd innen függőlegesen száll lefelé a szegycsont széle mentén, részben takartan a mellkas elülső falát borító jelentéktelen izomtól (*m. transversus thoracis*). A rekesz sternalis és costalis részei közt áthatolva, belép a rectushüvely hátsó fala és a *m. rectus abdominis* közötti részbe, ahol kapcsolatba lép az ugyanott felszálló a. epigastrica inferiorral. Ez az anastomosis a test elülső falán összeköttetést hoz létre a felső és az alsó testfél arteriás rendszere között. Az aorta fejlődési zavarból létrejött szűkületei (*coarctatio aortae*) esetében ez az anastomosis erősen kifejlődve biztosítja az alsó testfél vérellátását. Ágaival ellátja a mediastinum arterius szöveteit, köztük a thymust, és a bronchusokhoz is ad ágat. Minden bordaközben a bordaközi segmentalis arteriákhoz ad egy-egy anastomizáló ágat. Átfűrő ágakkal – különösen nőben – az emlő medialis részét látja el. Név szerint megemlítenő ága az *a. pericardiacophrenica*, mely a rekesz idegével, a *n. phrenicus*szal együtt a szívburok és a vele összetapadt mediastinalis fali mellhártya közt száll le a rekeszhez. Az *a. thoracica interna* a rekeszen való átlépésnél ágat ad annak bordái részéhez (*a. musculophrenica*); a rectushüvelyen belüli részét a. epigastrica superiorinak nevezik.

♦ *Truncus thyrocervicalis*. Rövid törzs, amely a *m. scalenus anterior* medialis szélénél felfelé hagyja el az a. subclaviát, és hamar eloszlik négy ágára.

♦ a) *A. cervicalis ascendens*. Am. *scalenus anterior* elülső felszínén száll föl a *n. phrenicus* mellett, a nyaki fascia mély lemeze (*lamina prevertebralis*) által takartan. Ágakat ad a scalenusokhoz és a mély nyakizmokhoz.

♦ b) *A. cervicalis superficialis*. A scalenusok előtt harántul futva ágakat ad ezen izmok kulcscsonthoz közeli részéhez és a karfonathoz.

♦ c) *A. suprascapularis*. Szintén a scalenus izmok előtt ferdén leszállva a clavicula mögé, a scapula felső élének incisurájához halad. Itt a bemetszést áthidaló szalag fölött benyomul a *m. infraspinatus* alá, és anastomizál az a. axillaris rendszeréhez tartozó a. circumflexa scapulaeal.

♦ d) *A. thyroidea inferior*. A truncusból való eredése után a gége gyűrűporcának magasságáig függőlegesen felfelé száll a v. jugularis interna mögött, és csak ezután kanyarodik ívben medial felé a pajzsmirigy lebenyének hátsó felszínéhez. A pajzsmirigybe való belépése előtt keresztezi az alsó gégeideget (*n. laryngeus recurrens*); a mirigyen kívül ellátja a nyelöcső felső részét és a gége alsó részét.

A muscularis szakasz ágai.

♦ *Truncus costocervicalis*. Voltaképpen a mellkasi muscularis szakasz határán a *m. scalenus anterior* mögött hátrafelé ered a subclaviából. A cupula pleuraen ívben hátrahaladva az 1. borda nyakánál válik két végágra, amelyek ellátják az első 2 bordaközt (*a. intercostalis suprema*), és a mély tarkóizmokat (*a. cervicalis profunda*).

A nyaki szakasz ága.

♦ *A. transversa colli*. Ascalenus hasadékon kilépő arteria subclavia szakaszból ered, és a plexus brachialis idegtörzsei közt kanyarog hátrafelé. A mm. rhomboideit elérve azokat és a környező izmokat látja el. Gyakori változat, hogy az a. transversa colli együtt ered az a. suprascapularissal. Ilyen esetben az a. subclavia harmadik szakaszának nincs ága.

4.2.4. Az arteria axillaris ágrendszere

A hónaljverőér (*a. axillaris*) az a. subclavia egyenes folytatása a kulcscsont alsó szélétől a m. pectoralis major alsó széléig. Irányát és helyét megközelítően egy olyan egyenes adja meg, amely a kulcscsont alsó szélének közepét a könyökhajlatban kitapintható m. biceps inától medialisán fekvő ponttal köti össze. Ez a vonal nemcsak az a. axillaris, de a folytatásába eső a. brachialis lefutását is jelzi.

Felső szakasza még ráfekszik a mellkas falára, alsó fele a fossa axillaris oldalsó falához fekve a kar medialis felszínére húzódik át. Tőle medialisán halad a v. axillaris. A karfonat idegtörzsei eleinte nagybórára laterális oldalát ölelik körül, majd alsó szakaszában a karfonat három fasciculusa mindinkább közrefogja az arteriát. Előlről az éret szinte teljes lefutásában takarja a m. pectoralis major és a fascia clavipectoralis, középső szakasza előtt húzódik a m. pectoralis minor. Az elülső hónaljredőn túl, a fossa axillaris oldalsó falán, a bőrön kívül az ér-ideg köteget csak a fascia axillaris takarja, mely a m. coracobrachialis által okozott kiemelkedés mögött abdukált karon jól kitapintható, sőt sovány egyéneknél jól látható az a. axillaris lüktetése is.

Ágai:

- ♦ *A. thoracalis suprema*. Az első és második bordaközbe és a m. pectoralis major számára szállít vért.
- ♦ *A. thoracalis lateralis*. A mellkas oldalán függőlegesen száll lefelé a m. serratus anterior számára.
- ♦ *A. thoracoacromialis*. Átfúrja a fascia clavipectoralist, és a sulcus deltoideopectoralisban izomágakat ad, ill. a rete acromialis fő tápláló arteriája.
- ♦ *A. subscapularis*. A medialis hónaljrés előtt száll lefelé, egyik ága (*a. thoracodorsalis*) a hátsó hónaljredőt alkotó izmokat kíséri, másik (*a. circumflexa scapulae*) a medialis hónaljréssén belépve, a m. teres minor, valamint a m. infraspinatus és a scapula közé kerül, majd a fossa infraspinata mélyén anastomizál az a. suprascapularisszal. Ez az anastomosis orvosi gyakorlati szempontból fontos, mert kapcsolatot létesít az a. subclavia mellkasi szakasza és az a. axillaris alsó szakasza között. Ha tehát a felső végtag fő verőerét le kell kötni, a végtag ellátottsága szempontjából legelőnyösebb az a. subclavia nyaki szakaszának leköttetése, mert ilyenkor ezen az anastomosison keresztül collateralis keringés alakul ki.
- ♦ *A. circumflexa humeri anterior et posterior*. A két ér az a. axillaris alsó szakaszából egymással szemben erednek, körülölelve a humerus sebészi nyakát. A hátsó ág jóval erősebb és a laterális hónaljréssén a n. axillariszal együtt a m. deltoideus alá jutnak, melyet ellátnak. Az elülső a vállizület tokszalagjához ad tápláló ágakat.

4.2.5. Arteria brachialis (a szabad felső végtag arteriás rendszere)

Az **a. brachialis** az a. axillaris egyenes folytatása. A sulcus bicipitalis medialisban halad a könyökárok közepe felé. A könyökárokban a m. biceps brachii inától medialisán halad az aponeurosis m. bicipitis alatt. A fossa cubiti közepén ágazik el a. ulnarisra és a. radialisra. Nemritkán az ér elágazódása már magasan a karon megtörténik.

Ágai:

- ♦ *A. profunda brachii*. Egyetlen vastagabb mellékága, mely mindjárt kezdetén válik le a hátsó hónaljredőt alkotó izmok (m. teres major és m. latissimus dorsi) iná alatt, majd a m. triceps fejei közt a n. radialis kíséretében a karcsont sulcus n. radialisában a kar dorsalis oldalára kanyarodik. Az arteria a felkar közepe táján két végágára oszlik (*a. collateralis radialis* és *media*).
- ♦ *A. collateralis ulnaris superior és inferior*. Mindkét ér a sulcus bicipitalis medialisban száll le a könyök körüli rete cubiti fölülről (a felkar felől) táplálva. A könyök arteriás hálózatában az a. brachialis két, ún. collateralissal (*a. ulnaris superior et inferior*), az a. profunda brachii pedig ugyancsak két collateralis végágával (*a. collateralis radialis et media*) és az alkararteriák egy-egy visszakanyarodó ággal (*a. recurrens ulnaris, radialis et interossea*) vesznek részt. Orvosi gyakorlati jelentősége az, hogy az a. brachialis leköttetése után a hálózat útján gyorsan kielégítő collateralis keringés fejlődik ki. Ezért a felső végtag vérellátása szempontjából aggálytalan az

a. brachialis lekötése a kar közepétől lefelé; súlyosan aggályos az a. axillaris utolsó szakaszának és a. brachialis kezdeti szakaszának (ti. az a. profunda brachii eredése feletti) lekötése.

A. ulnaris (*singcsonti verőér*). A könyökárkot a felületes flexorcsoporthoz tartozó eredése alatt, a m. flexor digitorum profundus felett hagyja el ferdén ulnaris irányban. A könyökhajlat közepétől ferdén lefelé és medialis irányba futva kb. a felső és középső harmada határán éri el az alkar medialis szélét, ahol csatlakozik hozzá a sulcus nervi ulnarisból jövő n. ulnaris. Innen a m. flexor carpi ulnaris által fedve az os pisiformehez húzott vonal mentén található.

A csuklótájékon felületessé válik, az ulnaris ér-ideg köteget itt a m. flexor carpi ulnaris ina csak részben takarja, egyébként pedig a megerősödött fascia antebrachii borítja. Az ideggel együtt az os pisiforme, és a hamulus ossis hamati radialis oldalán lép be a tenyérbe. Itt a felületes tenyéri ívben – arcus palmaris superficialis – folytatódik.

Ágai:

♦ *A. interossea communis*. Rövid arteriás törzs, amely a könyökárok mélyére érve, eloszlik *a. interossea anteriorra* és *posteriorra*. E két ág a csont közti hártya elülső és hátsó felszínén száll le a mély alkarizmokat ellátva; a hátsó arteria a csont közti hártya nyílásán lép át a dorsalis oldalra.

♦ *A. recurrens ulnaris anterior et posterior*. A rete cubiti számára visszakanyarodó ágak.

♦ *Ramus palmaris profundus*. Az os pisiformétől distalisan a hypothenar izmait átfúrva, vagy tőlük radialisan a tenyér mélyébe nyomul, és részt vesz a mély tenyéri ív alkotásában.

A. radialis. Az a. brachialis egyenes folytatása, de az a. ulnarisnál valamivel gyengébb ág. Lefutását az alkaron a fossa cubiti közepétől a radius processus styloideusához vezető vonal határozza meg. Végdarabja csontos aljzaton, a radius elülső felszínén fekszik, csupán a bőr és a fascia antebrachii takarja. Itt tapintjuk a pulzust.

Egész alkari lefutásában felületesen halad, csupán az alkar középső részén takarja a m. brachioradialis elülső széle. A csukló fölött a processus styloideus radii megkerülve a m. abductor pollicis longus és a m. extensor pollicis brevis ina alatt belép a fossa radialisba, majd a m. extensor pollicis longus ina alatt a kézhátra tér, és az 1. spatium interosseum tövéen keresztül befurakszik a tenyér mélyébe, ahol a mély tenyéri ívet alkotja.

Ágai:

♦ *A. recurrens radialis*, a rete cubiti táplálására szolgál.

♦ *Ramus palmaris superficialis*. A csukló volaris felszínén válik le a törzsből, és a m. abductor pollicis brevist tenyéri felületével párhuzamosan átfúrva lép be a tenyérközéphe, ahol részt vesz a felületes tenyéri ív alkotásában.

♦ *A. princeps pollicis*. A tenyér mélyén ered, miután az 1. spatium interosseumon ájtött. A hüvelyk és a mutatóujj egymás felé néző oldalát látja el.

♦ *Rete carpi dorsale*. Arteriás anastomotikus hálózat a kéztő dorsalis oldalán, részben az a. radialisból, részben az a. ulnaris apróbb ágaiból és a csont közti arteriákból ered. A kézháton belőle distal felé az *aa. metacarpeae dorsales* alakulnak ki, melyek az ujjak dorsalis oldalát látják el a középpercek közepéig.

Arcus palmaris superficialis. Az a. ulnaris rendszerint az a. radialis ramus palmaris superficialiséval együtt az aponeurosis palmaris és az ujjhajlító inak közt fekvő felületes tenyéri ívet hozza létre.

Az ívből erednek az ujjak volaris felszínét ellátó, aránylag jelentékeny vastagságú arteriák, rendszerint három *a. digitalis palmaris communissal*. Ezek a 2-3., a 3-4. és a 4-5. ujjak közei felé irányulnak, majd az ujjak tövein szétoszlanak egy-egy *a. digitalis palmaris propriára*, melyek az ujj volaris oldalának egy-egy szélén haladnak. Közben ellátják a középső ujjperc közepétől distalisan az ujjak dorsalis felszínét is. A kisujj így kimaradó ulnaris széléhez az ívből külön a. digitalis propria halad. A mutatóujj radialis volaris oldalát és a hüvelyk volaris oldalát hasonló elágazódással az *a. princeps pollicis* látja el.

Arcus palmaris profundus. A mély tenyéri ívet az a. radialisnak az 1. spatium interosseum tövéen a tenyérbe furakodott ága alkotja az a. ulnaris ramus palmaris profundusával. Az ív az ujjhajlító inak alatt a m. interosseusok volaris felszínén helyezkedik el jóval proximalisabban, mint a felületes ív.

Az ívből négy *a. metacarpea palmaris* ered a 2–5. ujjak metacarpusközeinek megfelelően. Distal felé húzódva egyrészt ellátják a tenyér mély szöveteit, másrészt perforáló ágakkal a spatium interosseum distalis végénél anastomizálnak a dorsalis csont közti arteriákkal és a tenyér felszíne felé az aa. digitalis communes elágazódás előtti szakaszával.

E sokoldalú anastomosisrendszer biztosítja, hogy a felületes tenyéri ív összenyomása esetén is (pl. a kézzel erősen megragadott tárgy folytán) elég vér jut az ujjakhoz.

4.3. Az aorta thoracica ágai

A mellkasi aortának csak kevés zsigeri ága van, mert a mellkasi zsigerek közül a nagyobbak részben az aorta kezdetéből kapják arteriás vérüket (szív), részben a kisvérkörbe vannak bekapcsolva (tüdők).

Gyakorlati szempontból csupán a *rami bronchiales* bírnak jelentőséggel. Közülük egyesek már az aortaív homorulatából erednek, a legnagyobb és legállandóbb ilyen ágak azonban a leszálló mellkasi szakasz felső részéből származnak, és a bronchusokhoz csatlakozva, azok mentén benyomulnak a tüdőkbe, és a hörgőket követve ágazódnak el.

Vérük a tüdő hilusa körüli területekről a vv. bronchialisokon keresztül jut vissza a vénás keringésbe. A tüdő felszínes részeiről azonban az aa. bronchiales vére a vv. pulmonales ágrendszerével vezetődik el. Így az aa. bronchiales közlekedést hoznak létre a nagy- és a kisvérkör között, ami normális keringési körülmények között jelentéktelen, de kóros tüdőkeringés esetében fontosságot nyerhet.

Az aorta thoracica apróbb ágai ellátják a nyelőcsövet és a pericardium hátsó részét.

Aa. intercostales (posteriores). A mellkasi aorta legfontosabb (fali) ágai a segmentalis borda közti arteriák, amelyek az erek közül a legtökéletesebben őrizték meg a test szelvényezettségi elvét (*metameria*). Az aorta hátsó oldalán erednek két párhuzamos sorban, az aorta kissé balra tolt helyzete miatt a jobb oldaliak valamivel hosszabbak. Csak tíz pár van, mert az első kettőt rendszerint az a. subclavia truncus costocervicalisa adja. Minthogy azonban az aortaív csak a 4. hátcsigolya előtt éri el a gerincet, az első bordaközi arteriáknak így is ferdén kell felszállniuk, hogy elérjék saját bordaközüket.

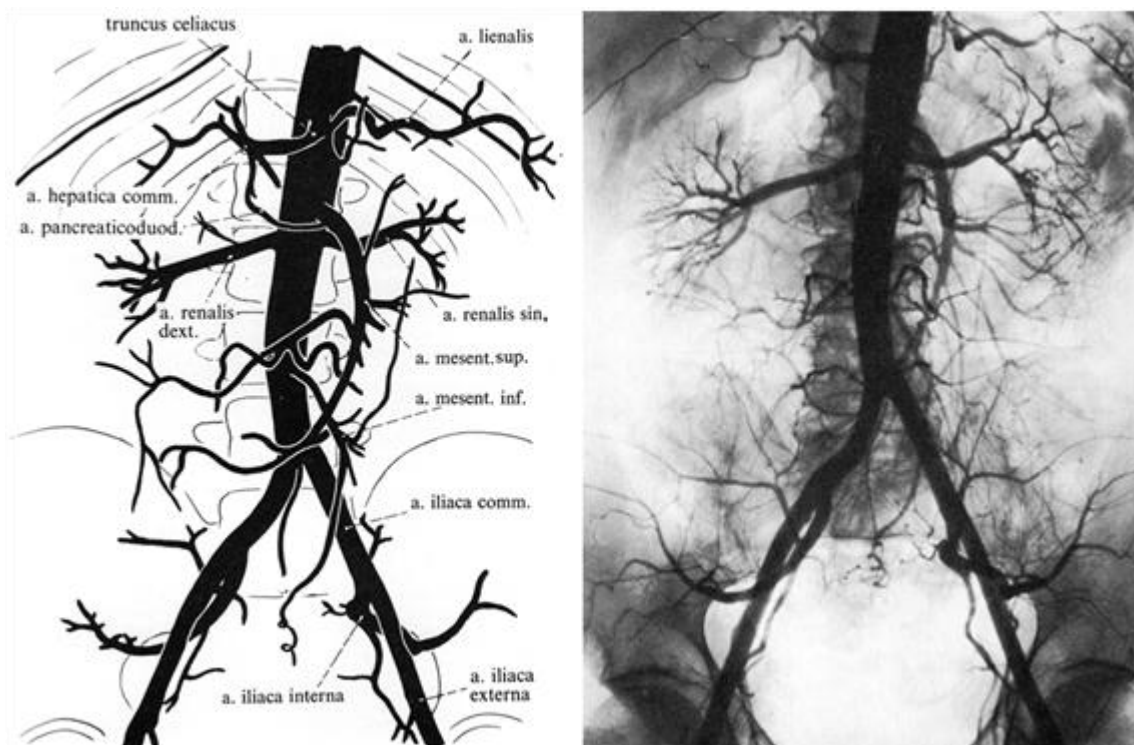
A csigolyatest szélét elérve minden a. intercostalis dorsal felé egy ágot ad le (*ramus dorsalis*), amely két szomszédos bordanyak közt átfurakszik a háti oldalra, ahol a hátizmok közt és a hát bőrében ágazik el. A foramina intervertebraliát oldalról keresztezve, minden ramus dorsalis egy-egy *ramus spinalis* ad a gerinccsatornához; további elágazásukat a gerincvelő vérellátásával kapcsolatban ismertetjük.

Az a. intercostalis további útján a sulcus costae alsó részébe fekszik, felette fut a borda teljes védelmében a v. intercostalis, alatta, a csonttól már nem védetten, a n. intercostalis. (Ezért kell a mellkas csapolása esetén mindig valamelyik borda felett beszúrni; így elkerülhető az erek megsértése.)

A mellkas ürege felé eleinte csupán a mellhártya fali lemeze takarja, majd a bordaszögletnél belép a m. intercostalis internus két eredő rétege közé, és ezek közt halad előre, mígnem az a. thoracica interna bordaköziágaival anastomizál. Lefutása közben a középső hónaljvonalban ad egy átfúró ágot a mellkas felületes rétegeihez. Nöben ezek felül erősebbek, mert előrefutóágaik az emlő oldalsó részeit látják el. Egy másik ág leszálva, a bordaköz alsó széle mentén fut előre.

4.4. Az aorta abdominalis ágrendszere

A hasi aorta ágrendszere (6/37. ábra) jóval bonyolultabb és természetesen dúsabb, mint az aorta thoracicae. Fali és zsigeri ágakat kell megkülönböztetnünk. A fali ágak a mellkasi aorta segmentaliságaival analógok. A zsigeri ágak a hasüregi zsigerek páros, illetve páratlan voltának megfelelően páros és páratlan zsigeri ágakat kell megkülönböztetnünk.



6/37. ábra. Az aorta abdominalis ágrendszerének arteriográfiás röntgenképe (Luzsa Gy. anyagából)

4.4.1. Az aorta abdominalis fali ágai

A. phrenica inferior. Közvetlenül a rekesz hiatus aorticusa alatt leadott két arteria, mely ferdén száll felfelé és oldalra a rekesz alsó felszínén. Nem igazi fali ág, mert egyrészt a rekesz nem tartozik a testfalhoz, másrészt egy kis ágat ad a mellékveséhez (*a. suprarenalis superior*).

Aa. lumbales. A bordaközi arteriáknak megfelelő, 4 pár segmentalis arteria.

A. sacralis media. Az aorta egyenes folytatásába esik, emberben csökevényes. A 4. lumbalis csigolyánál való elágazástól halad lefelé a középvonalban. Farkos állatokban az ér erős (*aorta caudalis*).

4.4.2. Az aorta abdominalis páros zsigeri ágai

A. suprarenalis media. Apró arteria az aorta abdominalis legfelső részéből, a mellékvese elülső felszínén lép be.

A. renalis. Jó ceruzavastagságnyi arteria, mely az aortából az 1. ágyékcsigolya alsó szélénél ered, és gyengén lejtve halad a vese kapujához. Még ide való belépése előtt felfelé a mellékveséhez ad egy ágat (*a. suprarenalis inferior*) és néhány ágat az ureter felső részéhez. A két vesearteria a keringő összes vérmennyiségnek (perctérfogat) közel 20%-át bocsátja át.

Nemritkán több vesearteria van jelen, vagy az *a. renalis* még a vesekapu előtt oszlik több ágra. Ezek közül a vese alsó széléhez haladók potenciális veszélyt jelentenek az ilyen variáció hordozójára; mert a veséből kilépő uretert megtörik vagy leszorítják. Sokszor műtétileg kell megoldani.

A. testicularis vagy (nőben) **ovarica.** A vesearteriával egy magasságban vagy néha felette ered. A *m. psoas* majoron száll le a hashártya mögött, közben előlről ferdén keresztezi az uretert. A medence határát elérve, férfiban (*a. testicularis*) útját egyenesen tovább folytatja lefelé és előre felé, majd a hashártya alatt a *canalis inguinalis* belső nyílásához lép, és az ondószínór (*funiculus spermaticus*) alkotórészeként leszáll a heréhez, majd a mellékherétől medialisán, hátulról belép a here hilusába. Az arteriát egész útjában a fonatszerű v. testicularis veszi körül (*plexus pampiniformis*).

Nőben az *a. ovarica* a medence határán medial felé fordul, keresztezi az *a. iliaca externa* kezdeti szakaszát, és a hashártyát redőbe emelve (*lig. suspensorium ovarii*) éri el a két (külső és belső) csípőverőér oszlási szögében

elhelyezkedő petefészek hilusát. Két ágra válik: az egyik hátrább, az ovarium hilusa mentén halad el, és anastomizál a méharteria (*a. uterina*) a petefészekhez haladó ágával (*r. ovaricus*). A másik a méhkürt hashártyakettőzete széle mentén fut, és az *a. uterina* méhkürti ágával jut összeköttetésbe.

Az *a. ovarica* és az *a. uterina* e két erős anastomosisa nőgyógyászati műtéteknél nagy jelentőségű, ugyanis a belső nemi szervek bármely részének (ovarium, tuba uterina) műtéti eltávolítása esetén mindkét ág felől gondosan le kell kötni az ércsonkot.

4.4.3. Az aorta abdominalis páratlan zsigeri ágai

4.4.3.1. A truncus celiacus ágrendszere

A **truncus celiacus** a rekesz szárai közt – a 12. hátsigolya testének alsó szélénél – hagyja el előrefelé az aorta abdominalist. Rövid, alig 1–2 cm hosszúságú törzs, amely jellemző módon egyszerre három ágra válik: az *arteria gastrica sinistrára*, az *arteria lienalisra* és az *arteria hepatica communisra*. A truncus celiacus törzsének vetületét az elülső testfalra a 6/32. ábra jelzi. A sternum incisura jugularisát a symphysis felső szélével összekötő vonalat telező vízszintes ún. transpyloricus sík felett egy harántujjal, közvetlenül a hasnyálmirigy felső széle felett van.

Ágai:

♦ *Arteria gastrica sinistra*. Felfelé, majd ívben bal felé haladva a cardiánál éri el a gyomor kisgömbületét, és annak mentén húzódik jobbra és lefelé. Anastomizál az *a. hepatica propria*nak a gyomor kisgömbületén jobbról bal felé és felfelé haladó ágával, az *a. gastrica dextrával*.

Arteria lienalis. Meglehetősen erős ág, amely erősen kanyargós lefutással halad balra és gyengén felfelé a hasnyálmirigy teste és farka felső szélén húzódó barázda felett. A barázdában magában inkább a *v. lienalis* fekszik. A lépkapuban az ér hirtelen több (6–12) ágra válva lép be. A hasnyálmirigy testét és farkát közben az *a. lienalis* törzse bőséges mellékágaival táplálja. A lépén kívüli ágai:

♦ *Aa. gastricae breves*. A lépkapu felső részéből a *lig. gastrolineale* nevű hashártyakettőzet felső részében hajlanak vissza a gyomor nagygömbületének felső részéhez.

♦ *A. gastroepiploica*⁸ *sinistra*. Alépkapu alsó részéből visszahajló erős ág, amely a *lig. gastrolienale* alsó részében kanyarodik vissza a gyomor nagygömbületének alsó részén tapadó nagycsepleszhez, amelynek lemezei közt a gyomor gömbületéből kb. egyujnyi távolságban kanyarodik jobb felé, közben ágakat ad mind a gyomorhoz, mind a csepleszhez. Összetalálkozik és anastomizál a jobb oldalról bal felé haladó *a. gastroepiploica dextrával*, amely az *a. hepatica communis* rendszeréhez tartozik.

Arteria hepatica communis. A hasnyálmirigy fejének felső szélén, jobbra és kissé lefelé halad, majd a gyomor pylorusa mögött két fő ágra válik (*a. gastroduodenalis* és *a. hepatica propria*). Az *a. hepatica communis* törzséből, vagy már valamelyik ágából válik le az *a. gastrica dextra*, mely a gyomor kisgömbülete mentén halad balra és felfelé, anastomizál az *a. gastrica sinistrával*. Az *arteria hepatica communis* ágainak lefutása:

♦ *A. gastroduodenalis*. Aduodenum felső része mögött a pancreas fejének elülső felszínén levő barázdában halad lefelé, majd hamarosan két végágára válik. Az *a. pancreaticoduodenalis superior*, a pancreas feje és a duodenum homorulata közötti elülső barázdában száll lefelé mindkét szervhez ágakat adva, végül árkádban összetalálkozik az *a. mesenterica superior* hasonnevű arteriájával (*a. pancreaticoduodenalis inferior*). Az *a. gastroepiploica dextra*, a nagycseplesz lemezei között jobbról balra halad a gyomor nagygömbülete mentén.

♦ *A. hepatica propria*. Apylorus mögül a *lig. hepatoduodenale* hashártyakettőzetébe kerülve halad felfelé és kissé jobbra, a májkapu felé. Még mielőtt a máj állományába nyomulna, két végágra oszlik a jobb és bal lebeny számára. Rendszerint jobb ágából ered az *a. cystica*, az epehólyag arteriája.

4.4.3.2. Az arteria mesenterica superior és ágrendszere

Az arteria mesenterica superior (*felső bélfodorverőér*) erős arteriás törzs, amely közvetlenül a truncus celiacus alatt, de már a hasnyálmirigy mögött ered. Lefelé és előrehúzódva belefekszik a hasnyálmirigy alsó bevágásába, közte és a duodenum alsó haránt darabja között belép a bélfodor (mesenterium) lemezei közé (6/32. ábra).

⁸ Gyomor-nagycseplesz arteria (gör.: epiploon = a cseplesz).

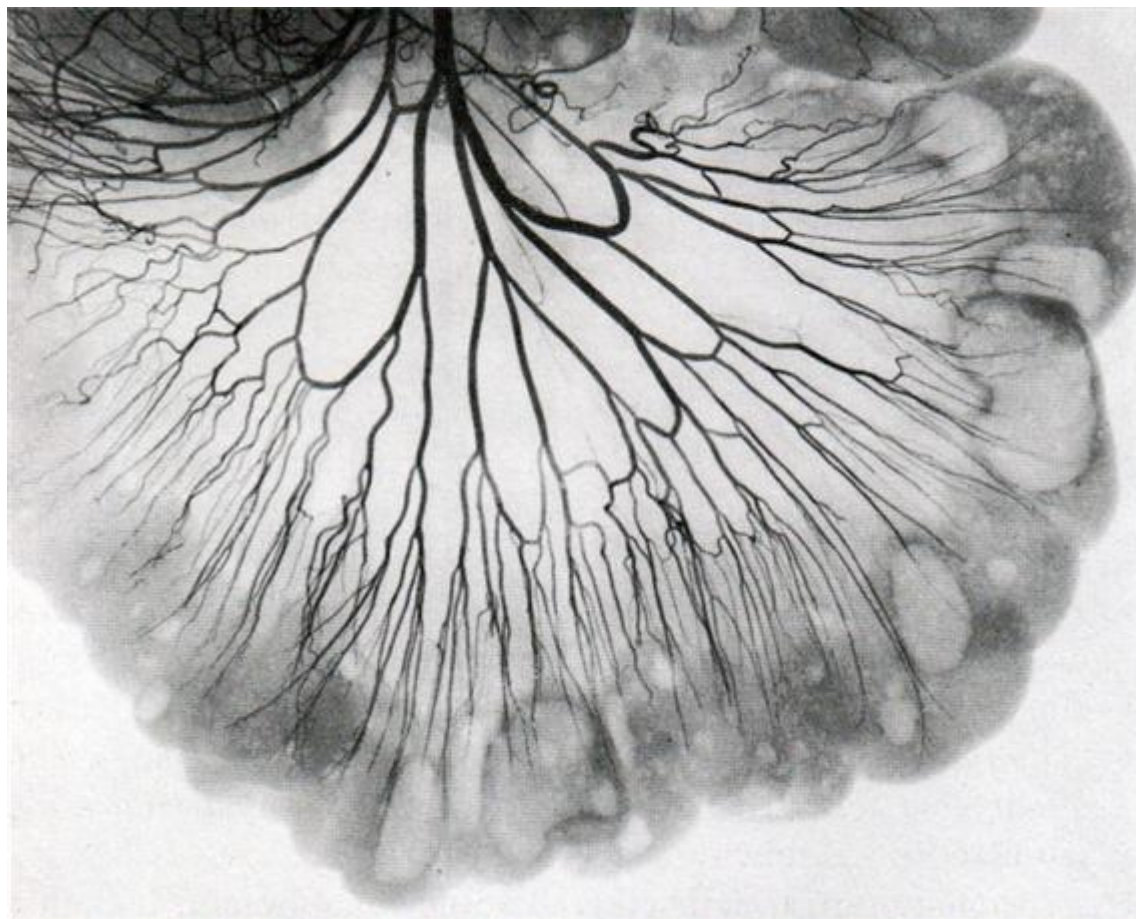
Ágai:

♦ *A. pancreaticoduodenalis inferior*. A pancreasfej és a duodenum közötti barázda alsó részétől jobbra és felfelé futó apró ér, amely a hasonló felső arteriával árkádszerű ívet hoz létre.

♦ *Aa. jejunaes et aa. ilei*. A törzstől lapos seprű módján, eredő 10–16 ág a vékonybél fodrában. A vékonybélből kb. tenyérnyi távolságban a szomszédos arteriák elágazódva, egymással árkádszerű anastomosissort létesítenek, amelyekből eredő másodlagos ágak a bélből 2–3 harántujjnyira egy második emeletben újabb – már kevésbé rendszeres – árkádsort hoznak létre (**6/38. ábra**). Végül egy harmadik szintben létesített árkádszerű anastomosisból erednek 1–1,5 harántujjnyi távolságban a bél tengelyére merőleges lefutású harmadlagos ágak. Fontos tény, hogy ezek az ágak már funkcionális végarteriák, azaz elzáródásuk vagy lekötésük a bélfal hozzájuk tartozó gyűrűszerű részének elhalásával jár.

♦ *A. ileocolica*. A törzs tulajdonképpeni végága a vékony- és vastagbél átmenetéhez megy, ágaival egyrészt a vékonybél utolsó szakaszát, másrészt a vakbelet (cecum) látja el. Sebészeti szempontból fontos ága az ileum vége mögött áthaladó és a fűregnyúlvány kis saját hashártyaredőjében futó *a. appendicularis*.

♦ *A. colica dextra*. A törzs ívének homorú oldalából eredve nem a bélfodorban halad, hanem annak a hátsó hasfali tapadásából kilépve, a hashártya fali lemeze mögött éri el a felszálló vastagbelet. Még a bél előtt fel- és leszálló ágra oszolva anastomosál a szomszédos ágakkal (*a. ileocolica* és *a. colica media*). Ezekből az ívszerű összeköttetésekben jönnek a bélfalat ellátó arteriális ágak.



6/38. ábra. A vékonybél mesenteriumának arteriográfiai röntgenképe (Luzsa Gy. anyagából)

♦ *A. colica media*. A törzs mesenterialis szakaszának mindjárt a kezdetén ered, s a harántvastagbél fodrában halad előre és balra. Két ága közül az egyik jobbra, a másik balra halad a vastagbelet ellátó két szomszédos ér által adott oldalágak felé, amelyekkel nagy árkádszerű anastomosist képez. Különösen fontos a balra haladó ág anastomosisa az *a. mesenterica inferior*-ból származó *a. colica sinistra*-val. Ezekből az artériális ívekből jönnek a bélfal tápláló artériái.

4.4.3.3. Az arteria mesenterica inferior és ágrendszere

Az **a. mesenterica inferior** (*alsó bélfodri verőér*) az aorta abdominalis alsó részéből, kb. 3 harántujjnyival kettéoszlása felett a harmadik lumbalis csigolya előtt ered. A fali hashártyalemez mögött, tehát retroperitonealisan húzódik lefelé és balra, majd három ágra oszlik. Vetületét a 6/32. ábra mutatja:

Ágai:

♦ **A. colica sinistra.** Balra és felfelé haladva a leszálló vastagbél medialis szélé előtt fel- és leszálló ágra oszlik, amelyek mindegyike a colonnal párhuzamosan halad a két szomszédos arteriával alkotott ívszerű anastomosis felé. A felszálló ág az a. colica mediával, a leszálló az a. sigmoideával alkot árkád.

♦ **Aa. sigmoidea.** Sokszor nem is egy, hanem több ág, amelyek balra és lefelé haladva lépnek be a sigmabél fodrába (*mesosigmoideum*). Ha több ág van, ezek egymással, ha csak egy, a két szomszédos vastagbél-arteriával alkot anastomosis.

♦ **A. rectalis superior.** Szintén a mesosigmoideumban, lejjebb a végbél mögötti kötőszövetben száll le a végbél felső részéhez. A végbél falában anastomosál az a. iliaca interna rendszeréhez tartozó a. rectalis media ágaival. A vastagbél homorulatában a bél egész hosszában, lefutásával párhuzamosan egy ún. széli vagy *marginalis arteria* húzódik, melyből a vastagbelet ellátó végarteriák erednek. Az arteria marginalis valójában egy olyan árkád, melyet az arteria colica dextra, media, sinistra, arteria sigmoidea és az arteria rectalis superior táplálnak.

4.5. Arteria iliaca communis

Az aorta abdominalis a 4. ágyékcsigolya teste előtt oszlik két végágára, a két közös csípőverőerre (*a. iliaca communis*). Mintegy 65–75° fokos szögben szétterve (nőben nagyobb a széttérés szöge a tágabb medence folytán) szállnak lefelé és oldalfelé. Majd a m. psoas major medialis szélé felett az articulatio sacroiliaca vonalának megfelelően belső és külső csípőverőerre oszlanak. Mellékágai egyébként nincsenek.

4.5.1. Az arteria iliaca interna és ágrendszere

Az **a. iliaca interna** (*belső csípőverőér*) a m. psoas major medialis oldalán száll le a medencében kissé hátrafelé húzódva. A medence oldalfalán hamar szétoszlik fali és zsigeri ágaira.

Fali ágai:

♦ **A. iliolumbalis.** A m. psoas major alatt oldalfelé haladó, lényegében a segmentalis lumbalis arteriáknak megfelelő, de erősebb ér.

♦ **A. sacralis lateralis.** Az elülső keresztcsonti lyukak mentén leszálló ér, a m. piriformis eredése és a sacralis idegtörzsek előtt. Ágai a keresztcsonti lyukakon belépnek a canalis sacralisba, sőt átjutnak a medence dorsalis felszínére.

♦ **A. glutea superior.** A foramen ischiadicum majus felső részén a hiatus suprapiriformison a hasonló nevű ideggel kilép a medencéből. A medencén kívül a m. gluteus medius és minimus közt ágazik el, csupán egy felületesebb ága lép a m. gluteus medius és piriformis között a m. gluteus maximus felső része alá.

♦ **A. glutea inferior.** A hasonló nevű ideggel együtt a medencéből a n. ischiadicus medialis oldalán a hiatus infrapiriformison keresztül lép ki. A m. gluteus maximus alatt ágazik el, és egy ága a combon kíséri a n. ischiadicust, mint *a. comitans nervi ischiadici*.

♦ **A. obturatoria.** A medence falán előre- és lefelé futva, kilép a canalis obturatoriuson keresztül, és a comb adductorai között oszlik el. Jelentősebb ága, a ramus acetabuli, az incisura acetabulin belép a csípőízületbe, és a lig. teres femoris útján a combcsont fejét is ellátja.

Zsigeri ágai:

♦ **A. umbilicalis.** A magzatban nagy ér, voltaképpen az a. iliaca interna folytatása. A húgyhólyag két oldalán felszáll az elülső hasfalra, és a hashártya fali lemeze alatt a köldökhöz veszi útját. Az extrauterin életben elzáródik, és mint *lig. umbilicale mediale* marad fenn. Kezdeti szakasza kisebb verőérként megmarad; ebből néhány kisebb ág megy a húgyhólyag felső részéhez (*aa. vesicales superiores*).

♦ *A. vesicalis inferior*. A húgyhólyag fenekén, az ondóhólyag és a prostata tájékán oszlik el.

♦ *A. uterina*. Jelentékeny ág, a zsigeri ágak legnagyobbika. Eredése után eleinte a medence oldalfalán halad előre, majd a medence fenekén a m. levator ani felső felszínét borító fascia diaphragmatis pelvis superioron medial felé fordul, és a széles méhszalag alsó szélén haladva éri el a méh isthmusát. Az uterus közelében, az oldalsó hüvelyboltozat felett, nevezetes kereszteződése van az ureterrel, amelyben az utóbbi hátulról és alulról kerül meg az a. uterinát. A méh isthmusát elérve, az arteria uterina fel- és leszálló ágra válik. A leszálló *a. vaginalis* a méhnyak supravaginalis részén, az oldalsó hüvelyboltozaton a hüvely oldalsó szélén halad le. A felszálló ág a széles méhszalagnak a méhen tapadó szélén halad felfelé, majd *ramus ovaricus*ra és *tubarius*ra oszlik, amelyek mindegyike árkádszerű anastomosist létesít az a. ovarica hasonnevű ágával. – Férfiban az a. uterina helyén egy vékonyabb ág, az *a. ductus deferentis* halad az ondóvezeték ampullájának felső részéhez, majd onnan visszafelé végigkíséri az ondóvezetékét, és még a mellékhere farkát is ellátja.

♦ *A. rectalis media*. A végbél középső szakaszát látja el.

♦ *A. pudenda interna*. Az a. iliaca interna végága, a gáttájék és a külső nemi szervek verőere. Férfiban jóval erősebb. A fali ágakkal együtt eredve a hiatus infrapiriformison kilép a medencéből, de a regio glutea mélyén csupán megkerüli a spina ischiadicát, és visszabújik a medence oldalfala és a m. levator ani közötti ék alakú térbe, a fossa ischiorectalisba. Ennek is az oldalfalán található a fascia obturatoria kettőzetében. Innen apró, medial felé haladó ága *a. rectalis inferior* látja el a végbélnyílás környékét. Az a. pudenda interna előrehaladva, a diaphragma urogenitale hátsó szélén kikerül a fascia obturatoria kettőzetéből, és két ágra oszlik. Az alsó (felületes) ág, az *a. perinei* a gát bőre alatt halad előre, és férfiban a herezacskó bőrét, nőben a nagy szeméremajkak hátsó részét látja el. A felső (mélyebb) ág, a diaphragma urogenitale felső felszíne felett halad előre. Végso ágai:

♦ *A. bulbi penis* (nőben *a. bulbi vestibuli*) a corpus spongiosum penis hátsó részét látja el, ennek egy ága férfiban a húgycsővet végigköveti.

♦ *A. profunda penis*, rendszerint több ág, amelyek átfurakodva a diaphragma urogenitalén, a corpus cavernosum penisbe nyomulnak.

♦ *A. dorsalis penis* a symphysis alsó és a diaphragma urogenitale elülső széle közt kijut a penis dorsalis felszínére. A kétoldali ér szokatlan módon egy középső vénát fog közre.

4.5.2. Az arteria iliaca externa és ágrendszere

Az **a. iliaca externa** (*külső csípőverőér*) a közös csípőverőér egyenes folytatása. Egész lefutásában a m. psoas major medialis szélén húzódik a fali hashártyától fedve. A lig. inguinale alatt a lacuna vasorum lateralis felében halad át; innen már a. femoralis a neve. A lig. inguinale alatti pontos helyet a medioinguinalis függőleges vonal jelzi.

Ágai:

♦ *A. epigastrica inferior*. A lig. inguinale alatti szakaszból ered. A hasfalán a fascia transversalisba ágyazva, felfelé és medial felé fut, és elválasztja egymástól a fossa inguinalis medialis és laterálisát. *Plica umbilicalis lateralis* alakjában felemeli a hashártyát. A rectushüvely hátsó falának linea arcuataja alatt belép a rectushüvelybe, és az izom mögött vagy gyakran annak állományába ágyazottan felszáll az a. epigastrica superiorral (a. thoracica interna ága) való anastomosishoz. Az ér kezdeti részéből jövő ággal (*ramus pubicus*) ellátja a symphysis körüli tájékot, majd az os pubis mögött leszáll a canalis obturatorius belső nyílásához, ahol anastomosál az a. obturatoriaival. Ez az ág egyes esetekben olyan erős, hogy helyettesíti az a. obturatoria törzsét, és sérvműtétknél kés alá kerülve rejtett, halálos kimenetelű vérzést okozhat, ezért kapta a corona mortis nevet. A modern endoszkópos sérvműtétknél az a. epigastrica inferior fontos tájékozódási pontot jelent a sebész számára.

♦ *A. circumflexa ilium profunda*. A hiatus subinguinalis mélyén a spina iliaca anterior felé haladó ér.

4.5.3. Az arteria femoralis és a szabad alsó végtag verőerei

A lig. inguinale alatt az a. iliaca externa neve **a. femoralis**ra (*combverőér*) változik. Eleinte a fossa iliopectineában, majd ennek folytatásában a comb elülső izomvályújában halad lefelé. Ezt az izomvályút a m. adductor longus és m. vastus medialis határolják. A vályú alsó részét erős, mély fascialemmez, lamina

vastoadductona fedi be, és canalis adductoriusszá alakítja. A fascia iliopectinea elválasztja az a. femoralistól a lig. inguinale alatt seprűszerűen elágazó nervus femoralist, amely nem az erek, hanem a combfeszítő izmok kötőszövetes rekeszébe halad.

A fossa iliopectineát és az elülső izomvályú felső részét előlről a fascia lata takarja, lejjebb azonban a vályút ferdén keresztező m. sartorius. A comb felső harmadában a v. femoralistól lateralisan fekszik. Itt az arteriát és a venát közös kötőszöveti hüvely fogja körül, a nagy nyaki erek hüvelyéhez hasonlóan. Már az elülső izomvályúban, és még inkább a canalis adductoriusból az arteria a vena elé kerül. A canalis adductoriusból az arteriát és venát tartalmazó érhüvely a hiatus adductoriuson keresztül bekerül a térdalji árokba. Innen az arteria és vena neve: a. és v. poplitea.

Az arteria femoralis lefutását durván egy olyan vonallal lehetne meghatározni, amely előlről nézve a medioinguinalis vonal és a lig. inguinale metszéspontjától, a tuberositas tibiaetól egy harántujjnyira lateral felé eső ponthoz vezet. A valóságban a lefutása nem egyenes, hanem gyengén spirális, és eleinte függőlegesen száll lefelé, majd spirálisan medialis oldalról kerülve meg a combcsontot jut a térdalji árok mélyére.

Ágai:

A lig. inguinale alatt adott jelentéktelen felületes hasfali és szeméremtájék bőréhez adott ágak után.

♦ *A. profunda femoris*. Ceruzánál vastagabb ág; majdnem egyforma átmérőjű az a. femoralis megmaradó törzsével. Négy centiméterrel a lig. inguinale alatt válik el kissé oldal- és hátrafelé, a m. adductor longus mögé kerül, amely izom elválasztja az a. femoralistól. Mindjárt az eredésénél medial és lateral felé ad egy-egy nagyobb ágat:

♦ az *arteria circumflexa femoris lateralis* a combfeszítő izmok közé kerül; és

♦ az *arteria circumflexa femoris medialis* az adductor izmok között ágazik el, de mélyebb ága a m. pectineus és a m. iliopsoas közt a combtő hátsó oldalára kerülve a combnyak mögötti izmokat és inakat is ellátja.

♦ Az a. profunda femorisnak a m. adductor longus és magnus közötti leszálló vége az adductor magnus húsos részét átfúró *rami perforantes* adja, amelyek a combhajlító izmok közé kerülnek.

♦ *A. genus descendens*. Az a. femoralisnak a canalis adductoriusbéli szakaszából kilépő ága; átfúrva a membrana vastoadductoriát, leszáll az elülső térdtájékhoz, amelynek arteriás recéjében vesz részt.

♦ *A. poplitea* (térdalji verőér). A rombusz alakú fossa popliteába a hiatus adductoriuson lép be. Egészen mélyen a femur distalis részének hátsó felszínén húzódik lefelé, és a térdízület tokjának hátsó felszínéhez fekszik hozzá. A térdízület alatt a m. soleus inas íve alá nyomul, s a tibia és a fibula közti csontközi hézag felső szélénél két végágára: arteria tibialis anteriorra és arteria tibialis posteriorra oszlik.

Ágai:

♦ *A. genus*. Öt ilyen arteria van: felső kettő (*superior medialis* és *lateralis*), alsó kettő (*inferior medialis* és *lateralis*) és egy páratlan (*media*). – Az arteria femoralisnál említett a. genus descendenssel és az arteria tibialesből visszakanyarodó ágakkal a térdízület körüli erős arteriás hálózatot alkotják (*rete articulare genus*).

♦ *Aa. surales*. Két erős izomág az erős lábikraizomzat táplálására.

♦ *A. tibialis anterior* (elülső sípcsonti verőér). A membrana interossea felső hézagán átlépve, a lábszár extensorok rekeszébe kerül. Felső részében a m. tibialis anterior és a m. extensor digitorum longus közt a csont közti hártán halad lefelé. A lábszár középső harmadától kezdve a m. tibialis anterior és a m. extensor hallucis longus fogja közre. A lábhátra a feszítő izmok inait leszorító retinaculum musculorum extensorum alatt lép be, megközelítően a két boka közötti távolság közepén. Egyben alulról keresztezi a m. extensor hallucis longus inát, úgyhogy a lábhat tövén az arteriát könnyű megtalálni ennek az innak a lateralis szélén, de valamivel mélyebb rétegben. Innen már mint *a. dorsalis pedis* halad tovább az ujjfeszítő izmok inai alatt az 1. spatium interosseum felé, amelyek proximális végén átfurakszik a talp mélyére.

Ágakat ad a medialis és a lateralis boka tájékához, valamint a lábtőcsontok medialis és lateralis felszínéhez. Két ága említésre méltó:

- ♦ az *a. tarsea lateralis*, amely a kisujj metatarsusának töve felé veszi útját, majd az arteria arcuatával anastomosál, és
- ♦ az *a. arcuata*, amely az *a. dorsalis pedis*nek a talp felé való átfúródása előtt a metatarsusok basisai felett oldalfelé húzódó ág. E két ág anastomotikus ívéből igen vékony *aa. metatarseae dorsales* húzódnak distal felé a lábujjak dorsalis bőrének ellátására.
- ♦ *A. tibialis posterior* (hátsó sípcsonti verőér). A *m. soleus* inas íve alatt bekerül a lábszárhajlító izmok felületi és mély rétege közé. A fascia cruris mély lemeze a mély lábszárhajlító izmokhoz szorítja. Eleinte a *m. tibialis posterior* izomhasa mentén húzódik le, később a *m. flexor digitorum longus* és a *m. flexor hallucis longus* inai közötti barázdában fut. Vetületét olyan vonallal határolhatjuk meg, amely a fossa poplitea közepét a medialis boka és a medialis sarokgumó-érdesség közötti távolság közepével köti össze.

Ágai:

- ♦ *A. peronea*. Mindjárt eredésénél válik le lateral felé, és a fibula medialis oldalán, a *m. flexor hallucis longus*tól körülveve húzódik lefelé, táplálva a peroneus izmokat. Végül a rete malleolárisokat erősítve a bokák tájékán ágazik el.
- ♦ *A. plantaris medialis*. Az *a. tibialis posterior* a medialis boka alatt a retinaculum *mm. flexorum*tól fedetten oszlik két végágára, a medialis és a lateralis talpi verőérre. Az *a. plantaris medialis* a *m. abductor hallucis* alatt bejutva a sulcus plantaris medialisba, előre felé halad.
- ♦ *A. plantaris lateralis*. Jóval erősebb a medialisnál, a talpra ugyancsak a *m. abductor hallucis* alatt lép be, majd a *m. flexor digitorum brevis* és a *m. quadratus plantae* között ferdén áthalad a talp oldalsó barázdájába, melyben előre felé fut. Hamarosan a talp mélyébe nyomulva, és a medial felé halad, és az *a. dorsalis pedis* átfúró ágával létrehozza a talp arteriás ívét: az *arcus plantaris*. Ebből az ívből distal felé eredő vékony ágak, az *aa. metatarseae plantares*, az ujjak tövének eloszolva két ujj egymás felé tekintő szélét látják el.

4.6. Az erek általános fejlődése

A legkorábbi erek a terhesség harmadik hetében extraembryonálisan, mint vérszigetek jelennek meg a szikhólyag falában, melyek egyesülve hozzák létre a vascularis érhálózatot. Ettől az extraembryonális hálózattól függetlenül alakul ki az intraembryonális érhálózat, és a két rész másodlagosan kapcsolódik össze a keringés megindulásakor. Az elmondottakból következik, hogy

- ♦ a korai embryo ereket nem tartalmaz és
- ♦ a kialakuló vascularis rendszernek alkalmazkodnia kell a fejlődő, növekvő embryo igényéhez, azaz, miközben a vascularis rendszer maga is fejlődik, átalakul, el kell látnia az embrióban a cardiovascularis rendszer komplett feladatát is.

Az intraembryonális rendszer fejlődése történhet lokálisan a mesenchymalis sejtek angioblastokká (endothel precursor sejtek) alakulásával, melyek később kisebb-nagyobb vesiculákká formálódnak. Ezek összefolyva alakítják ki a háromdimenziós vascularis hálózatot. Ebben a fejlődési stádiumban még nincs különbség arteriás és vénás rendszer között, hiszen a „keringés” még nem valódi keringés, mert a vascularis hálózatban a keringés iránya változhat. Angioblastok a chorda dorsalis és a prechordalis lemez kivételével valamennyi mesodermális elemből fejlődhetnek. A már kialakult nagyobb erek bimbózással benőnek az egyes szervekbe vagy régiókba, pl. intersegmentális vascularis rendszer.

Egyes szervek lokális, angiogenetikus faktorok termelésével stimulálni képesek a vascularis hálózat bimbózását. Ezek a faktorok a fibroblast növekedési faktorok (FGF) és a vascularis endothelialis növekedési faktor (VEGF).

Az érfal simaizomrétege is az „endothelcsatornák” körül mesenchymasejtekből alakul ki. Az endothelsejtek vérlemezke eredetű növekedési faktort (plateletderived growth faktor, PDGF) termelnek, és szekretálnak környezetükbe, amely chemoattractív hatású a mesenchymalis sejtekre. Ezek a mesenchymalis sejtek az endothelcső köré vándorolva érintkeznek az endothelsejttel, és ez a sejt-sejt kontaktus az endothelsejtet a transforming growth faktor β (TGF β) termelésére stimulálja. TGF β hatására a mesenchymalis sejtek simaizomsejteké transzformálódnak, fokozatosan kialakítva az erek tunica mediáját.

4.6.1. Az arteriás rendszer fejlődése

Az arteriás rendszer kifejlődéséből általános orvosi igényekre elég egyetlen lényeges mozzanatot megismernünk: ez a kopolyúarteriák kifejlődése és átalakulása, az aortaív és ágai kialakulásának megértéséhez. E fejlődési folyamatok egyes részleteit már a szív fejlődésének leírásában is ismertettük, de itt kissé más szemszögből újra összefoglaljuk az egészet.

A truncus arteriosus felfelé két (primitív) felszálló aortára oszlik, amelyek ívben hátrahajolva mennek át a bélcső dorsalis két oldalán leszálló két aorta descendensbe. A szív alatt ez a két aorta descendens összetalálkozik, és egységesen halad lefelé. A felszálló és leszálló aortát a szívtől cranialisan a garatbél két oldalán kopolyúíveknek megfelelően 6 kopolyúarteria-pár köti össze. Ezek azonban soha sincsenek egy időben jelen; előbb a felsők fejlődnek ki, majd sorban az alsók, de közben a felsők már kezdenek elzáródni. Amint az a **6/39. ábrából** kitűnik, az I., a II. és az V. kopolyúarteria mindkét oldalon teljesen eltűnik, a III. kopolyúarteria mindkét oldalon megmarad, mint az a. carotis interna kezdeti szakasza. Az a. carotis interna további szakasza az aorta descendensnek a III. kopolyúarteria becsatlakozása feletti része lesz. Az aorta ascendensnek a III. kopolyúarteria leválása feletti szakasza, mint a. carotis externa marad meg. A IV. kopolyúarteriából bal oldalon az aortaív lesz; jobb oldalon az ér az a. subclavia kezdeti szakaszát adja. Az aortaívnek az a. carotis communis sinistra leválása utáni szakasza és az a. subclavia dextra kezdeti része fejlődésileg azonos eredetűek. Ebből érthető, hogy a két nervus vagusszal való kereszteződés szempontjából a két ér azonos viselkedésű, azaz a jobb n. vagus recurrens ága a jobb a. subclavia, a bal n. vagus hasonló ága az aortaív alatt kanyarodik vissza. Az aorta ascendensnek a III. és a IV. kopolyúarteria leválása közötti szakasza az a. carotis communis adja. A jobb aorta ascendens ez alatti szakasza a truncus brachiocephalicust szolgáltatja, a bal oldali aorta ascendens az aortaívnek a truncus brachiocephalicus és az a. carotis communis sinistra közötti részét hozza létre.

lesznek az aa. pulmonales. A jobb VI. kopolyúarteria további része a jobb leszálló aorta alsó részének elsovadása miatt szintén eltűnik. Megmarad viszont a bal VI. kopolyúarteria distalis része, mint *ductus arteriosus* (Botalli). Ez majd csak az extrauterin életben záródik el, befejezve a kis- és a nagy vérkör elválását.

5. 6.5. VENÁK

5.1. A vena cava superior és ágrendszere

A v. cava superior gyűjtőterülete a fej, a nyak, a felső végtag, a mellkasfal és az egész hátsó törzsfal. Gyűjtőterülete tehát nagyobb, mint az aortaív nagy ágainak elosztóterülete, melyből kiesik a hátsó és az oldalsó testfal, valamint a gerinc mellkasi és ágyéki része. A hátsó testfali vér elvezetését azonban egy teljesen különálló fő vena, a v. azygos rendszere biztosítja.

A **v. cava superior** a jobb 1. borda porcának sternalis vége mögött jön létre a két v. brachiocephalica összeömléséből, és a jobb 3. bordaporc sternalis részének megfelelően kb. 6 centiméternyi függőleges lefutása után nyílik be a jobb pitvar felső csúcsába. Vetületét a sternum jobb széle mentén az 1. és a 3. bordaporcot összekötő vonal adja. Mintegy felét a pericardium borítja. Közvetlenül a pericardium áthajlása felett, azaz a 2. borda sternalis vége fölött veszi fel a v. azygost. Jobb oldalához hozzáfekszik a fali mellhártya mediastinalis lemeze; közte és a vena közt száll le a jobb n. phrenicus, a rekesz idege. A mellhártyán keresztül a vena a jobb tüdő csúcsának medialis felszínével is érintkezik. Bal oldalához az aortaív kezdeti szakasza fekszik hozzá, mögötte a bal a. pulmonalis halad el harántul.

Vv. brachiocephalicae. A v. cava superior fő gyökerei. Mindkét oldalon a clavicula sternalis végdarabja, és a m. sternocleidomastoideus két eredő részlete mögött jönnek létre a v. jugularis interna és a v. subclavia összeömléséből. A jobb oldalon ez az összeömlés az truncus brachiocephalicus elágazása előtt, tőle kissé laterálisan és valamivel magasabban van. Ebből felismerhető hosszuk és lefutásuk jelentős eltérése (6/32. ábra), azaz a jobb jóval rövidebb és meredekebben lefelé irányuló lefutású, a bal jóval hosszabb, kevésbé lejtő lefutással átlósan keresztezi az elülső mediastinumot. Nevezetes pont mindkét venánál a v. jugularis interna és a v. subclavia összetalálkozása (*angulus venosus*⁹), amelybe hátulról bal oldalon a fő nyirokvezeték (*ductus thoracicus*), jobb oldalon a jóval gyengébb *truncus lymphaticus dexter* nyílik be.

Ágaik:

Az elülső mediastinumból, főleg a szívburokból, a thymusból, ezen kívül a nyak mélyéből, a gerinctájékról (v. *vertebralis*) vehetnek fel ágakat. A jobb v. brachiocephalica rövideége miatt inkább a balba ömlenek ezek az ágak. Egy nevezetes ág emelendő ki:

♦ **V. thyroidea inferior.** A pajzsmirigy alsó részén elhelyezkedő nagy vénás fonatból (*plexus thyroideus impar*) lefelé összeszedődő egy vagy több nagyobb ág. Rendszerint a bal v. brachiocephalicába ömlik. – Ez a vena és a vénás fonat okozza a legtöbb problémát a pajzsmirigyműtételnél. Sérülése műtét közben a légembolia veszélyét rejt magában. Elsősorban a vénás rendszer jelenléte miatt nem nagy gyakorlattal bíró orvos által végzendő életmentő légszomtszést jobb nem az egyébként sok szempontból előnyösebb helyen, a trachea alsó nyaki részében végezni (tracheotomia inferior), hanem ilyenkor a mirigy isthmusa felett, a pajzs- és a gyűrűporc között kell megnyitnunk a légszövet.

V. jugularis interna. A torkolati vagy fő nyaki gyűjtőér a koponya alapján a foramen jugulare hátsó részén ered. Itteni tágulatát *bulbus venae jugularis (superior)*-nak nevezik. Tág, zsákszerű vena, mely csaknem függőlegesen halad lefelé eleinte az a. carotis interna lateralis oldalán a vagina caroticában. Köztük és mögöttük halad a n. vagus nyaki része ugyancsak e hüvelyen belül. Egy alsó tágulattal (*bulbus venae jugularis inferior*) a clavicula felső része mögött, a m. sternocleidomastoideus két eredési gödre alatt ömlik össze az *angulus venosus*-ban a vena subclaviával.

Gyűjtőterülete a fül mögötti és a tarkótájék kivételével a fej egész és a nyak mélyebb területei. A fej bonyolult és gyakorlati szempontból igen jelentős vénás elvezetésével külön pontban fogunk foglalkozni, amikor is a v. jugularis interna koponyán belüli rendszere mellett az arci ágakra részletesebben visszatérünk.

Ágai a mélyebb nyaki zsigerek felől vezetnek el vért, úgymint a nyelvből, a garatból, a pajzsmirigyből és a gégeből. Ezek lényegében az a. carotis externa hasonló ágainak felelnek meg.

⁹Pirogov, N. J. (1810–1881) kiváló orosz sebész és a modern sebészeti anatómia egyik megalapítója nevezte el így.

Név szerint a következő nagyobb ágait kell megjegyezni:

♦ *V. facialis*. Az a. facialisnak megfelelő vena.

♦ *V. retromandibularis*. Az a. carotis externa végső, parotison belüli szakaszának és két végágának megfelelő vena.

♦ *V. jugularis externa*. Anyak fő felületi gyűjtőere; a fej fül mögötti tájékán eredve függőlegesen száll lefelé a m. sternocleidomastoideust ferdén keresztezve. A felületes nyaki fascialemez és a platysma között halad. A mellkasi nyomás emelkedésénél (erőltetett hangadás, erős hasprés, köhögés stb.) erősen kiemel a bőrt. A m. sternocleidomastoideus hátsó szélének alsó részében a m. omohyoideus alsó hasa alatt átfúrja a felületi és a pretrachealis nyaki fasciát, az utóbbival erősen összenőve, és vagy a v. subclaviába, vagy a v. jugularis internába, vagy az angulus venosusba ömlik. A nyak elülső részének felületes venáit (*v. jugularis anterior*) és az elülső válltájék venáit (*v. suprascapularis*) szokta még felvenni.

V. subclavia és v. axillaris (*kulcscsont alatti és hónaljgyűjtőér*). A v. brachiocephalica másik fő gyökere. Önálló nagy törzsökként a kar alsó részében ered; a két v. brachialisból, melyek a hasonló nevű arteria egyszerű kísérő venái. A v. brachialishez csatlakozik a hiatus basilicuson átlépő a felső végtag egyik nagy felületes gyűjtőere, a v. basilica. A v. axillaris a hónaljárok laterális falán haladó ér-ideg köteg medialis oldalához fekszik, majd az 1. borda és a kulcscsont között az a. subclaviától medialisán halad át, neve innen már az arteriához hasonlóan v. subclavia. A v. axillaris a hónaljárok felső részében még felveszi a felső végtag másik nagy felületes gyűjtőerét a v. cephalicát, mely a sulcus deltoideopectoralisban bukik a mélybe. Az 1. borda felett a m. scalenus anterior tapadása és a lamina prevertebralis előtt halad, majd rákerül a tüdőcsúcsot borító cupula pleurae elülső lejtőjére. A clavicula medialis végdarabja mögött az angulus venosusban összetalálkozik a vena jugularis internával.

Gyűjtőterülete a felső végtag, a mellkas oldalfala, a lapockatájék, a nyak felületes része és a fül mögötti felületes tájék.

A v. thoracoepigastrica felveszi a köldöktől felfelé és lateral felé levő hasfali terület véré, majd ferdén felfelé és hátrafelé húzódik a hónalj tájékához, amelynek mélyén a v. axillarishez csatlakozik. Serdületlen gyermekek bőre alatt álló testhelyzetben jól látható a vena lefutása.

5.2. A vena cava inferior ágrendszere

A v. cava inferior gyűjtőterülete az alsó végtag, a kismedence és annak zsigerei, valamint a hasüreg páros zsigerei. A májon keresztül felveszi a májkapu gyűjtőér (*v. portae*) véré is. A hátsó törzsfal véréből aránylag keveset vesz fel, mert azt a v. azygos gyűjti össze. Az elülsőtől a hasfal a. epigastrica inferiorjának kísérő venáin keresztül kap vért. A v. cava inferior a 4. és az 5. ágyéksigolya közötti porckorong magasságában – tehát valamivel lejjebb, mint az aorta bifurkációja – kezdődik a középvonaltól jobbra. Az aortától jobbra halad felfelé a gerinc elülső felszínének jobb felén. Érintkezik a jobb vese és főleg a jobb mellékvese medialis szélével, és végül a máj jobb hátsó hosszanti barázdájába oly mélyen befekszik, hogy a máj állománya falának legnagyobb részét körülöleli. A májat elhagyva, átfúrja a rekeszt a centrum tendineum jobb karéjának hátsó medialis széle előtt, majd a rekesz felett, a pericardium parietalis lemezének átfúrása után benyílik a jobb pitvarba (6/32. ábra).

A v. cava inferior a két v. iliaca communis kb. 70–80 fokos szögben való összeömléséből jön létre. E két vena folytatásába eső vv. iliaca externae a megfelelő arteriáktól medialisán fekszenek, ezért a két v. iliaca communis a két oldalon eltérő helyzetű az a. iliaca communishoz viszonyítva. A bal oldalon a v. iliaca communis felfelé haladtában medial felé eltér az a. iliaca communis sinistrától, majd az 5. ágyéksigolya teste alsó részének megfelelően átbújik az a. iliaca communis dextra mögött. A v. iliaca communis dextra már a v. iliaca externa és interna összeömlésétől kezdve, az a. iliaca communis dextra mögött helyezkedik el, és felszállva, fokozatosan annak jobb oldalára kerül át, ahol a két vena egyesül a v. cava inferiorban.

Ágai:

♦ *Vv. hepaticae*. Nagy vénás törzsek a máj állományában. A májba a v. portae és az a. hepatica útján bejutó vért gyűjtik össze, és közvetlenül ürítik a v. cava inferiornak a máj állományába mélyedő szakaszába. Csak úgy tehetjük láthatóvá a májvenákat, ha a v. cava inferior falától kezdődően kiszabadítjuk a venákat a máj állományából, vagy a v. cava inf. hátulról való felhasítása után láthatóvá válnak a benyíló vv. hepaticae beszájadzásai.

♦ *V. suprarenalis*. A mellékvesék elvezető vénája; sokszor a *v. renalis*ba nyílik.

♦ *Vv. renales*. Két, kisujnyi vastagságú vena, melyek a vese hilusából gyengén felszállva haladnak a *v. cava inferior* felé. A bal jóval hosszabb, mint a jobb, mert a középvonalat kereszteznie kell, hogy elérje a *v. cava inferior*ot.

♦ *Vv. testiculares* (nőben: *vv. ovaricae*). A herét (petefészket) ellátó a. testicularist (nőben: a. ovaricát) körülfontó nevű venás fonatból (*plexus pampiniformis*) kialakuló két vena. A jobb oldali közvetlenül a *v. cava inferior*ba, a bal oldali gyakrabban a *v. renalis* sinistrába ömlik.

♦ A *v. cava inferior* ezeken az ágakon kívül a rekesz alsó felszínéről és az alsó ágyéki tájékról vesz fel kisebb vénákat.

A ***v. iliaca communis*** a *v. iliaca externa* és *interna* összeömléséből jön létre. Lefutását és főleg az a. iliaca communisokkal való kereszteződését már az előbbieken ismertettük. Nevezetesebb mellékágai nincsenek.

V. iliaca externa. A *v. iliaca communis* egyenes folytatásába esik, a megfelelő arteria medialis oldalán fut a fali hashártyától fedetten. A külső csípőgyűjtőér a lig. inguinale alatt halad át folytatása a *v. femoralis*, amely az egész szabad alsó végtag véréhez hozza.

Nevezetesebb ágai nincsenek, csupán az a. iliaca externa ágainak megfelelő kísérő vénákat (*vv. epigastricae inferiores*) veszi fel.

V. iliaca interna (*belső csípőgyűjtőér*). A medencefal, a far- és gáttájék, a külső nemi szervek és a kismedencei zsigerek elvezető vénája. A hasonló nevű arteria mögött halad felfelé a kismedence oldalfalán, és az azonos nevű arteria ágainak neveivel megegyező nevű vénákat gyűjti össze. Ezek, kísérő vénák lévén, rendszerint kettősek (*vv. gluteae superiores*; *vv. gluteae inferiores*; *vv. obturatoriae* és *vv. sacrales laterales*).

Zsigeri ágai nem egyszerűen kísérő venái a megfelelő arteriáknak, hanem a medencefenék belső oldalán hatalmas és sűrű venás fonatokat képeznek, amelyekből a zsigeri arteriáknak csak nagyjából megfelelő venás törzsek alakulnak ki. Ezek végül meglehetősen esetleges módon csatlakoznak a *v. iliaca internához*.

A medencei fonatok:

♦ *Plexus venosus vesicalis. Plexus venosus prostaticus*. Nőben csak az előbbi van meg, férfiban a hólyag alsó részét gyűrűszerűen körülfogó fonat összefolyik a prostatát tokján belül teljesen körülzáró venás fonattal. Ez a hólyag hátsó falán összefügg az itt levő, az ondóhólyagot és a ductus deferens ampulláját körülhálózó venás fonattal. Elölről a symphysis alsó széle és a diaphragma urogenitale közötti résen át felveszi a hímvessző dorsalis oldalán futó *v. dorsalis penist*. A fonat hátrafelé a diaphragma urogenitale felett, de a m. levator ani alatt a *v. pudenda internában* vezetődik el, amely a hasonló nevű arteriát kíséri a fascia obturatoria kettőzetében. A vena a foramen ischiadicum minuson át a farizmok alá kerül, megkerülve a spina ischiadicát a hiatus infrapiriformison keresztül visszafut a medencébe (ezáltal már a medencefenék szintje fölött), és csatlakozik a *v. iliaca internához*.

♦ *Plexus venosus uterovaginalis*. Igen erős fonat, különösen a méhnyak két oldalán, innen felfelé betérjed a lig. latum uteri lemezei közé, és bőségesen anastomosál a méhkürt és a petefészkek fonatos vénáival, amelyek a *vv. ovaricae* útján vezetődnek el. Lefelé a hüvely falát a diaphragma urogenitalén átfúródó szakaszáig kíséri, és itt anastomosál a *v. pudenda interna* rendszerével. Fő elvezetési útja az a. uterina kíséretében a széles méhszalag alsó széle mentén a m. levator ani felett közvetlenül a *v. iliaca internába*.

♦ *Plexus venosus rectalis*. Bonyolult fonat a végbél falában és külső felszínén. Hármasszerű elvezetése van: alsó részéből a vér a medencefenék alatt a *v. pudenda internába* ömlik, középső részéből a medencefenék felett úgynevezett *vv. rectales mediae* útján közvetlenül a *v. iliaca internába*; a legfontosabb elvezető út a *vv. rectales superiores* révén a *v. portae* (*v. mesenterica inferior* közvetítésével) rendszeréhez csatlakozik.

A medencei venás fonatok orvosi gyakorlati jelentőségét az adja, hogy bennük aránylag gyakran lépnek fel rögösödések (thrombosis). Gennykeltőktől származó fertőzőes folyamatok különösen veszélyesek.

5.3. A vena azygos és a vena hemiazygos rendszere

A hátsó testfal segmentális venáit a gerinc két oldalán felszálló két gyűjtőeres törzs szedi össze. Csak részben szimmetrikus lefutásúak.

A jobb oldali, a v. azygos¹⁰10, az ágyéki gerinc csigolyatesteinek jobb oldalán, mint v. *lumbalis ascendens* kezdődik. Felveszi az ágyéki segmentalis venákat, majd a rekesz medialis ágyéki szára és a thoracolumbalis ív medialis pillére közt a n. splanchnicus majossal átlépve bekerül a mellkasba. Itt a mellcsigolyák csigolyatesteinek jobb oldalán halad felfelé. Körülbelül a 7. hátszigolya magasságában – ez azonban igen változó – felveszi a bal oldali párját: a v. hemiazygost, amely ferdén felfelé haladva jön át a jobb oldalra a csigolyatestek előtt. A 3. mellcsigolya magasságában elhagyja a gerincet, és a mellhártya mediastinalis lemezétől borítva ívben előre felé húzódik. A jobb tüdőgyökerek felülről megkerülve, a v. cava superiorba hátulról ömlik be. Mellkasi lefutásában felveszi az összes jobb borda közti venát. Legjobban úgy tekinthető át a lefutása, ha a jobb tüdőt eltávolítjuk, vagy előre felé kibuktatjuk a jobb pleura üregéből. Ilyenkor jól áttűnik egész lefutása a fali mellhártya mediastinalis lemezén keresztül.

A v. azygos bal oldali párja, a v. *hemiazygos*¹¹11, a 7–8. hátszigolyáig azonos lefutású, itt ferdén keresztezve a gerincet, beömlik a v. azygosba. Az 1–7. bal borda közötti venákat egy felfelé való folytatásába eső v. *hemiazygos accessoria* veszi fel, amelyekben a vér azonban lefelé áramlik, és végül a v. hemiazygos végső szakaszába benyúlva, ugyancsak a v. azygos felé vezetődik el.

Gyűjtőterületük elsősorban a hátsó testfal a segmentalis (lumbalis és intercostalis) venák útján, ezenkívül a nyelőcső, a hátsó szívburokfelszín és a tüdőgyökök (vv. bronchiales) vénás vérének is felveszik. A gerinc területén két fontos vénás fonat alakul ki, melyek vérének részben közvetlenül, részben a segmentalis venák hátsó ágai) közvetítésével vezet el a v. azygos és hemiazygos.

Ezek:

♦ *Plexus venosi vertebrales externi*. Elöl a csigolyák teste és hátul a csigolyaívek és -nyúlványok külső oldalát körülhálózó vénás fonat.

♦ *Plexus venosi vertebrales interni*. A gerinccsatornán belül a keményagyhártya (dura mater spinalis) és a csonthártya között elhelyezkedő vénás fonat. Különösen erős a csigolyatestek hátsó felszínén a hátsó hosszanti szalagtól részben fedetten. Itt nagy ágakat vesz fel a csigolyatestekből (vv. *basivertebrales*), amelyek az igen bő vérellátású csigolyatesti vörös csontvelőből vezetik el a vért. Felnőttekben ez a vérképzés fő helye. A két fonat a foramina intervertebralia útján közlekedik egymással és a segmentalis venák hátsó ágaival.

5.3.1. A vena portae rendszere

A páratlan hasúri zsigerek külön vénás elvezető rendszerét (6/40. ábra) alkotja a májkapugyűjtőér (v. *portae hepatis*).

Elsősorban a táplálócsatorna elvezető venája, mely felveszi a gyomor, a vékonybelek és a vastagbél vérének egészen a rectum közepéig harmadáig. Ezeken kívül még a lép és a hasnyálmirigy vénás vérének is elvezeti.

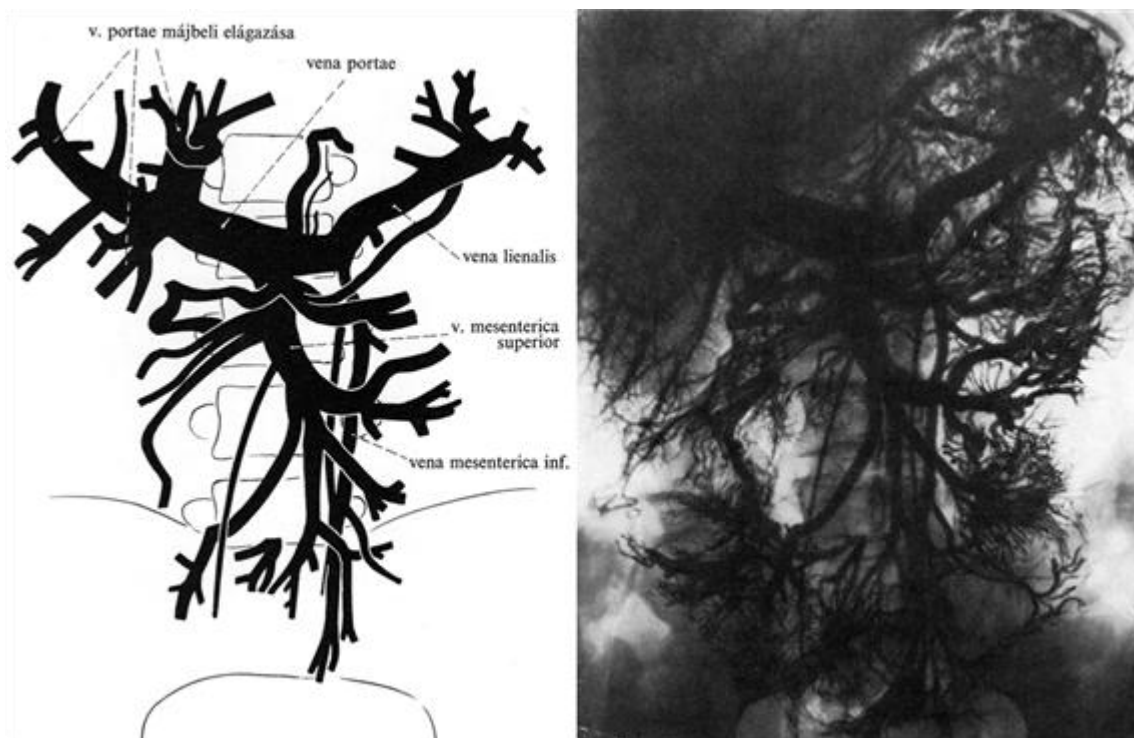
A v. *portae* a hasnyálmirigy feje mögött jön létre a v. mesenterica superior és a v. lienalis összeömléséből. Innen az ér belép a duodenum felső részét a májkapuval összekötő hashártyakettőzetbe, a lig. hepatoduodenaléba. Elérve a májkaput, rendszerint két ágra oszolván lép be. A májban, mint az általános fejezetben már említettük, arteriákhoz hasonlóan másodszor is capillarizálódik, sinusokra oszlik, melyek a májsejt lemezek között alkotott hálózatok után szedődnek össze a vv. hepaticaeba, és így csatlakoznak a v. cava inferior útján az általános véráramhoz.

Ágai:

♦ V. *mesenterica superior*. A bélfodor alapján (*radix mesenterii*) alakul ki a hasonló nevű arteria jobb oldalán. Ugyanazokból az ágakból alakul ki, mint amilyeneket az a. mesenterica superior ad. Az arteriáknak megfelelő vénák azonban nem haladnak szorosan együtt az arteriákkal. A v. mesenterica superior az arteriával együtt a duodenum alsó szára előtt, a pancreas feje mögött, a pancreason alul mély bevágást okozva halad felfelé a hasnyálmirigy felső széléig, ahol összenyílik a v. lienalisszal.

¹⁰10 Gör.: páratlan.

¹¹11 Értelmetlen szóképzés: „fél páratlan”; feltehetően azért, mert csak fele olyan hosszú, mint a v. azygos.



6/40. ábra. A v. portae ágrendszere flebográfiás röntgenképe (Luzsa Gy. anyagából)

♦ *V. lienalis*. A lép elvezető venája. A lép kapujában alakul ki, majd a hasnyálmirigy farkának első barázdájában halad jobb felé. Hamarosan ez a barázda megkerüli a pancreas felső szélét, és hátsó oldalába vándorolva halad egészen a fej és a nyak határáig, ahol a v. lienalis összenyílik a v. mesenterica superiorral. Ágai a hasonló arteriának megfelelőek, de ezenkívül az esetek egy részében alulról még felveszi a v. mesenterica inferiort is.

♦ *V. mesenterica inferior*. A hasonló arteriának megfelelő gyűjtőér, amely a fali hashártya mögött a bal oldalon halad felfelé. A duodenum alsó részének szintjét elérve, két módon csatlakozhat az előbbi vénához. Valamivel gyakoribb, hogy jobb felé fordulva eléri a radix mesenterii-t, és az a. mesenterica superior mögött átbújva, a v. mesenterica superiorhoz csatlakozik. Másik variációja, hogy egyenesen felszállva, a v. lienalisba nyílik, vagy néha az előbbi vena összeömléséhez csatlakozik. Ágai a hasonló arteriáknak megfelelőek. Közülük a v. *rectalis superior*nak helyzeténél fogva különös jelentősége van, mert a portális és systemás (v. *cava inferior*) vénás keringés között létesít kapcsolatot.

♦ *V. coronaria ventriculi*. A gyomor kiscsörgületén haladó vena, mely rendszerint a v. portae törzsébe nyílik.

♦ A v. portae nagy funkcionális és egyben orvosi gyakorlati jelentőségű ér. Erre röviden már utaltunk az általános értan fejezetében, de ez még világosabbá válik a máj szerkezetének leírásából. A bélcsatorna vénás elvezetésével kapcsolatban azonban külön ki kell emelnünk azt a tényt, hogy a végbél alsó kétharmadából a vért már nem a v. portae, hanem közvetlenül a v. iliaca interna (vv. *rectales medii* útján), illetve a v. *pudenda* közvetítésével (vv. *rectales inferiores* útján) a v. *cava inferior* rendszere vezeti el. Így, bár a végbélből a felszívódási feltételek nem különösen jók, mégis a végbélben (pl. végbélkúp útján) keresztül adott számos gyógyszer a máj (méregtelenítő működésének) kikerülése folytán erősebb hatású, mint orálisan (szájon keresztül) bevéve.

5.3.2. A vena portae anastomosisai

A vérpályának kétszer egymás után capillarisokra oszlása a keringés egyik Achilles-sarka. A keringési elégtelenség tanulmányozása során (belgyógyászatban) látni fogják, hogy a májban a vér pangása bizonyos keringési elégtelenségekben korán jelentkezik, és vezető tüneteket okoz. Speciális esetet képeznek a májszövet pusztulásával és a kötőszövet felszaporodásával járó megbetegedések, az ún. cirrrosisok, amelyek a máj hajszálérrendszerét beszűkítik, véráteresztő képességét rontják. Ezek következménye a v. portae rendszerében a vér normális továbbhaladásának akadályozottsága, a hozzá tartozó zsigerekben a vér pangása és ebből eredően a véredvnek a normálisnál nagyobb mértékben való átszűrődése az érfalakon. Mint a nyirokszerveknél látni

fogjuk, ez bizonyos mértékben normálisan is fennáll, de az így keletkező felesleges szövetközi folyadékot a nyirokrendszer képes folyamatosan elszállítani. Nagyobb vérpangás esetén a nyirokrendszer útján való szövetnedv elszállítása elégtelenné válik, és a folyadék bekerül a hashártyaüregbe. Az itt felgyűlő folyadék hasüregi vizenyőt – ascitest – okoz, ami e betegség egyik lényeges megnyilvánulása. Mindez maga nem anatómiai kérdés, s e kórfolyamatokkal sokkal részletesebben lesz alkalmunk megismerkedni a kórbonctanban és a különböző klinikai tárgykörökben.

Közvetlenül anatómiai jelentőségű – helyesebben, fordítva: az anatómiai ismeretek nélkülözhetetlenek e kórfolyamatok fontos következményeinek magyarázatában – ama tény, hogy a megnehezített elfolyású v. portae vére egerutat nyerhet a v. portae és a v. cava superior, v. cava inferior és a v. azygos-hemiazygossal alkotott anastomosisok révén. A v. portae anastomosisai tehát kiemelkedő orvosi gyakorlati jelentőséggel bírnak, amiért is az alábbiakban egy kiemelt fontosságú fejezetben foglalkozunk össze őket.

Ezek az anastomosisok nem csupán azért fontosak, mert kitágulásuk a bőr alatt szemmel látható tüneteket okoz, hanem azért is, mert az anastomosisrendszerek kitágulása súlyos vérzések veszélyét hozza magával.

Cardia körüli anastomosisok. A gyomor venái a v. portaeba vezetnek (*v. coronaria ventriculi*; *vv. gastroepiploicae*), az esophagus venái pedig a v. azygos és hemiazygos rendszere útján végül a v. cava superiorba jutnak. A gyomorszáj (*cardia*) körül e két rendszer normálisan is bőséges anastomosisokkal bír. Ez a venás fonat a nyelőcső-gyomor átmenet nyálkahártyája alatt helyezkedik el. A v. portae rendszerének pangása során (pl. májsugorodás) ezek az anastomosisok hatalmasan kitágulva ún. esophagusvarixokat hoznak létre, amelyekből gyakoriak a súlyos, nemritkán halálos vérzések.

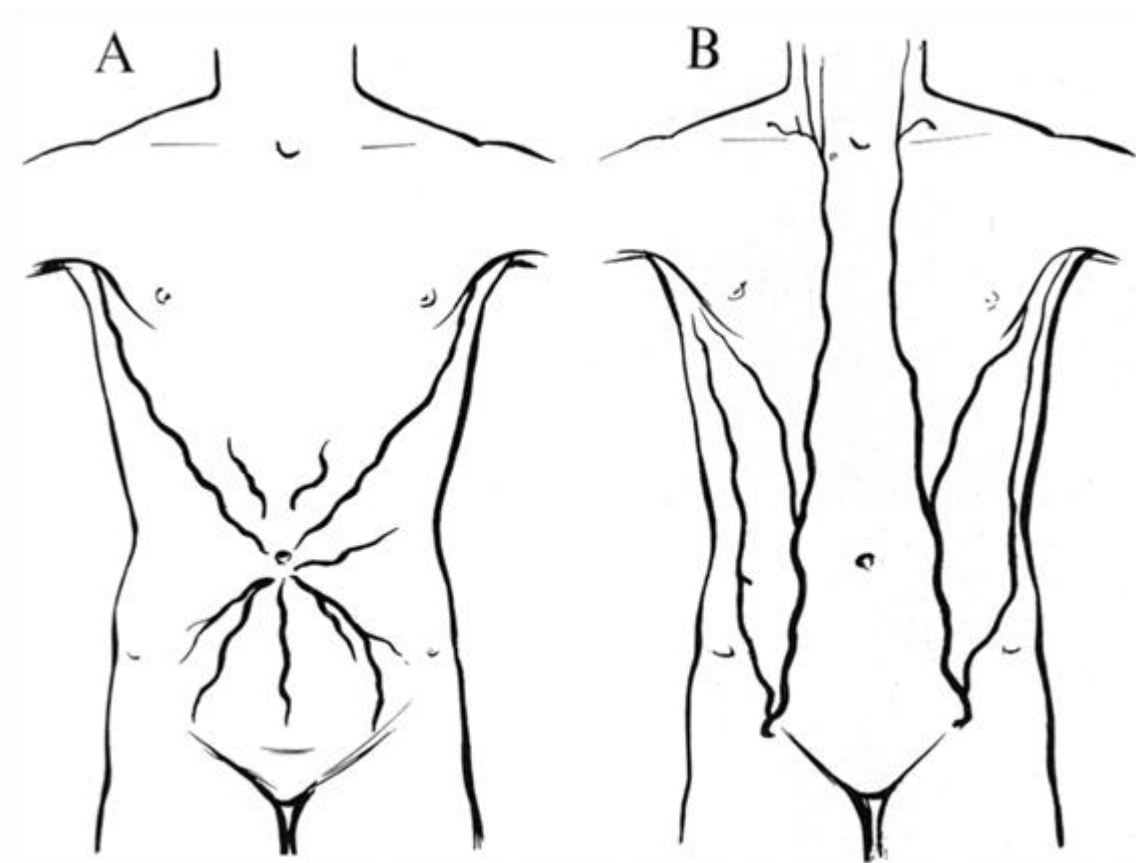
Végbél-anastomosisok. A végbél felső harmadából a vér a v. portae rendszerébe, alsó kétharmadából a v. cava inferior rendszerébe kerül. Az anastomosisok mind a rectum külső falrétegeiben, mind a nyálkahártya alatti rétegben vannak. Kitágulásuk (aranyeres csomók) a végbél jó megközelíthetősége folytán sokkal kevésbé ad okot veszélyes szövődményekre, mint az előbbie.

Retroperitonealis anastomosisok. A v. portae rendszeréhez tartozó szervek egy része teljesen vagy félig retroperitonealis, azaz hashártya mögötti helyzetű (a duodenum egy része; a hasnyálmirigy; fel- és leszálló vastagbél). Ezenkívül, a v. mesenterica inferior és v. mesenterica superior egyes ágai retroperitonealis lefutásúak. Itt tehát mind e szervek, mind az említett vénák apró mellékágai és a hátsó testfal venái között bőségesen vannak – normálisan persze jelentéktelen – anastomosisok. Portalis pangásnál ezek nagymértékben kitágulnak.

Venae paraumbilicales. A lig. teres hepatis (portalis) és a köldök körüli hasfali venás rendszer (cavalis) közti normálisan jelentéktelen vénák. A v. portae elvezetésének akadályoztatásakor erősen kitágulva ennek a vérért a köldök körüli hasfali vénákba vezetik el. Ezen anastomosis erős kifejlődése esetén a köldöktől sugarasan szétfutó vastag vénák láthatók a hasfalon. Ez a tünet a *caput Medusae*¹², a portalis rendszer pangásának feltűnő anatómiai jele (6/41. ábra).

Érdemes vele összehasonlítani a v. cava inferior elvezetésének akadályozottságából eredő venatágulatokat, amelyek nem a köldök felé, hanem amellettfutva rajzolják ki az elülső testfal felső és alsó elfolyású felületen venás összeköttetéseit (6/41. ábra). Ha a v. cava superior elvezetése akadályozott, akkor is ugyanezek az anastomosisok tágnak, kiegészülve a nyaki bőr alatti vénák erős kitágulásával.

¹²12 A Meduza-fő a görög mitológiából származó fogalom.



6/41. ábra. Az elülső testfal kitágult vénái. A: a vena portae vérelvezetésének akadályozottsága mellett: caput Medusae; B: a vena cava inferior elzáródásánál

5.4. Az arc vénás elvezetése

Az arc felületesebb szöveteinek fő elvezető vénája a *v. facialis*. A belső szemzug tájékán alakul ki a homlok, az orrhát, a szemhéjak és az elülső szemüreg szöveteinek apróbb vénáiból. Innen meglehetősen egyenes vonalban halad az arcbőr alatti zsírszövetében, részben egyes arcizmoktól takartan a m. masseternek a mandibulán való tapadása elülső széléhez, ahol a hasonló arteriával együtt megkerüli a mandibula basisát. A továbbiakban azonban a submandibularis háromszögben ismét felületes marad, és a submandibularis mirigy felett elhaladva, annak hátsó szélé mentén kanyarodik a mélybe.

E vénának a felső szemzug feletti tájékon fontos anastomosisa van a szemüreg felső vénájával a *v. ophthalmica superior*ral. Ez a vena a szemüreg felső medialis részén alakul ki, és a szemüreg felülről keresztezve, halad hátrafelé a fissura orbitalis superiorhoz, és ezen átlépve, a sinus cavernosusba ömlik. A szem vénás vérének nagy részét vezeti el a szemüreg egyéb szöveteinek vérével együtt. Orvosgyakorlati szempontból ez az anastomosis igen fontos.

Az arc szöveteinek speciális felépítése (a mélyből eredő és a bőrbe besugárzó izmok, fascia hiánya, mozgékonyság) folytán ugyanis a bőr gennykeltő kórokozók okozta fertőzései a más testrészekben tapasztaltakkal szemben inkább hajlamosak a mélybe és a vénákba betörni. Ilyenkor nagy annak a veszélye, hogy a fertőzőes folyamat a *v. facialis* útján visszaterjed a szemüreg felső vénájába, és ennek útján a sinus cavernosusba.

Az arc mélyebb rétegeinek fő vénája a *v. retromandibularis*. A fültőmirigy (*glandula parotis*) belső oldalán alakul ki a halántékcsonst alatti árokban. Részben felveszi a felületesebb halántéki vénákat is. Fő gyűjtőterülete a mély rágóizmok körüli erős vénás fonat (*plexus pterygoideus*), amely az a. maxillaris ágainak kísérő vénáit veszi fel. A foramen ovale keretének vénás fonata útján a koponyaüreg vénáival közlekedik, a fissura orbitalis inferioron keresztül felveszi a szemüreg alsó vénáját, a *v. ophthalmica inferior*ot.

Lefelé a v. retromandibularis a glandula submandibularis mögött összetalálkozik a v. facialisszal, és a kettő rendszerint rövid törzsökkel az állkapocs alatti háromszög alsó részében vagy még kissé lejjebb benyílik a v. jugularis internába.

5.5. A felső végtag vénás elvezetése

Az a. brachialis közepétől kezdve lefelé minden arteriát két kísérő vena fog közre, ezekről tehát külön nem kell megemlékeznünk. Elágazásuk megfelel az arteriáknak. Orvosgyakorlati szempontból is fontosabb a felületi vénák ismerete. A kéz tenyéri oldalán a bőr alatti zsírszövetben apróbb vénák sűrű fonata található. Nagyobb törzsekké ezek csak az ujjak és a kéz dorsalis oldalán folynak össze (itt kevésbé vannak kitéve összenyomatásnak). A kézhát bőre alatt, főleg idősebb korban, erősen áttűnik lelógó kar mellett a kézhát dorsalis vénás fonata.¹³13 E fonatból a csuklótájékán mind a radialis, mind az ulnaris oldalon kialakul egy-egy nagyobb bőr alatti vena: a radialis a v. *cephalica*¹⁴14 és az ulnaris a v. *basilica*¹⁵15.

Az alkar alsó harmadában ezek a vénák még a dorsalis oldalon maradnak, majd a volaris oldalra átfordulva haladnak a könyökhajlat felé. Itt jellemző anastomosisuk van, amely lehet N vagy M alakú, az alkar volaris oldalán egy közepső vena is haladhat felfelé. Egyénileg igen változó e vénák elrendeződése.

A könyökárok az intravenás injekció szokásos helye. A vénák itt közlekednek a mély vénákkal, de felfelé tovább haladnak a sulcus bicipitalis medialisban és lateralisban. A v. *cephalica* a sulcus bicipitalis lateralisban, majd a sulcus deltoideopectoralisban halad felületesen, végül ennek felső részében nyomul a mélybe, és a m. pectoralis major alatt medial felé fordulva, átfúrja a mély pectoralis fasciát (*fascia clavipectoralis*), és beömlik a v. axillarisba.

A v. *basilica* a sulcus bicipitalis medialisban csak a kar alsó és középső határáig marad felületen, itt a hiatus basilicusnál egy bőrideggel együtt (*n. cutaneus antebrachii medialis*) átfúrja a kar fasciáját, és egyesülve a v. brachialiszal a felső végtag fő vénás törzsét képezi.

5.6. A törzsfal vénás elvezetése

A v. azygos és hemiazygos rendszerének leírásából láttuk, hogy a hátsó törzsfal segmentalis (hátsó intercostalis és lumbalis) venái közvetlenül e vénák rendszerébe ömlenek. A segmentalis vénák dorsalis ágai gyűjtik össze a hát, a hátizmok és a gerinc véreinek fő részét. Csupán a két legalsó lumbalis segmentalis vena, a sacrum venái és a medencefal venái (a vv. gluteaeval együtt) nyílnak a v. cava inferior rendszerébe, az előbbieket közvetlenül, a medenceiek a v. iliaca interna közvetítésével. A medencebeli szervek és a medencefenék venáit részben említettük (v. iliaca interna ágainál), részben még megemlékezünk róluk a medencei zsigerek leírásában.

Az elülső törzsfalon a belső vénák szintén segmentalis elrendezésűek; ti. a bordaközök elülső venái, melyek a v. thoracica internába ömlenek, és ezek útján a vv. subclaviae vagy brachiocephalicae felé vezetődnek el. A felületibb és a hasfal mély venái is, az arteria epigastricák kísérő venái, nem segmentalis jellegűek, hanem részben felfelé a v. axillaris (v. *thoracoepigastrica*) és v. subclavia felé, részben lefelé a v. femoralis és mélyebben a v. iliaca externa útján (v. *epigastrica inferior*) vezetődnek el gyakorlatilag mint arteriákat kísérő vénák.

5.7. Az alsó végtag vénás elvezetése

Az alsó végtag vénás elvezetése elvben hasonló a felső végtagéhoz. A v. popliteától distalisán két *vena comitans* kíséri az arteriákat. A mély vénák rendszere legkonzekvensebben épp az alsó végtagon, főleg a lábszáron valósul meg, ezért a boncoláskor legjobb itt vizsgálni az érkötegek felépítését.

A v. *poplitea* már egyedüli vénás törzs, amely az a. popliteától felületesen (hátra) helyezkedik el, vele azonban közös kötőszöveti hüvelyben. Együtt haladnak át a hiatus adductoriuson, és innen a gyűjtőér neve: v. femoralis. Az elülső combbarázda mélyén a v. femoralis az a. femoralisnál mélyebben fekszik. A comb felső részében a v.

¹³13 Figyeljük meg, hogy egészséges keringésű emberben a kézhát vénáinak bőr alatti domborulata megszűnik (ti. kiürülnek), ha a vízszintes helyzetben tartott kezét és alkart passzíve (tehát nem saját izomerővel!!) a 3. bordaporc sternalis végének magasságába emeljük fel. E helyen ti. a vénás keringés nyomása ± 0 , és a közlekedődények törvénye alapján az ilyen magasságban tartott kézhát vénáiban sem lehet pozitív a nyomás.

¹⁴14 V. *cephalica* (gör.) – fejvena; ti. a régi orvosok a fej megbetegedéseiben ezen a vénán végeztek érvágást.

¹⁵15 V. *basilica* (gör.) – királyvena; ti. a görögök a májat tekintették a zsigerek királyának, és feltételezett betegségeiben a régi orvosok (még a 18–19. század fordulóján is) ezen vágtak éret.

femoralis fokozatosan az arteria medialis oldalára kerül, és így halad át a lig. inguinale alatt, ahol a v. iliaca externába megy át. Ágai az a. femoraliséival megegyezők.

Gyakran találkozunk az orvos a láb felületi vénáival. A talpon sűrű bőr alatti vénás fonat van, amelynek gyűjtőágai a talp medialis és lateralis szélét megkerülve a lábhátra jutnak. Itt a legtöbb emberben egy nagyobb, distal felé domború, vénás ív keletkezik az ujjak tövétől felfelé, melyből medialisan a v. *saphena*¹⁶ *magna* és lateralisan a v. *saphena parva* alakul ki. Az előbbi a medialis boka előtt halad fel a lábszárra, majd ennek medialis oldalán száll fel, a térdízület medialis domborulatát kissé hátrafelé kerüli meg, majd a combon megint inkább előrekerül, és végül a fascia lata hiatus saphenusán lép be a v. femoralisba. Ez a vena és ágai a varicosus venatágulatok leggyakoribb helyei.

A v. *saphena parva* a lateralis boka mögött kerül a lábszár hátsó oldalára, majd ennek közepe táján száll fel a térdalji árokig, ahol a mélybe furakodva beömlik a v. popliteába.

5.8. A fő vénák fejlődése

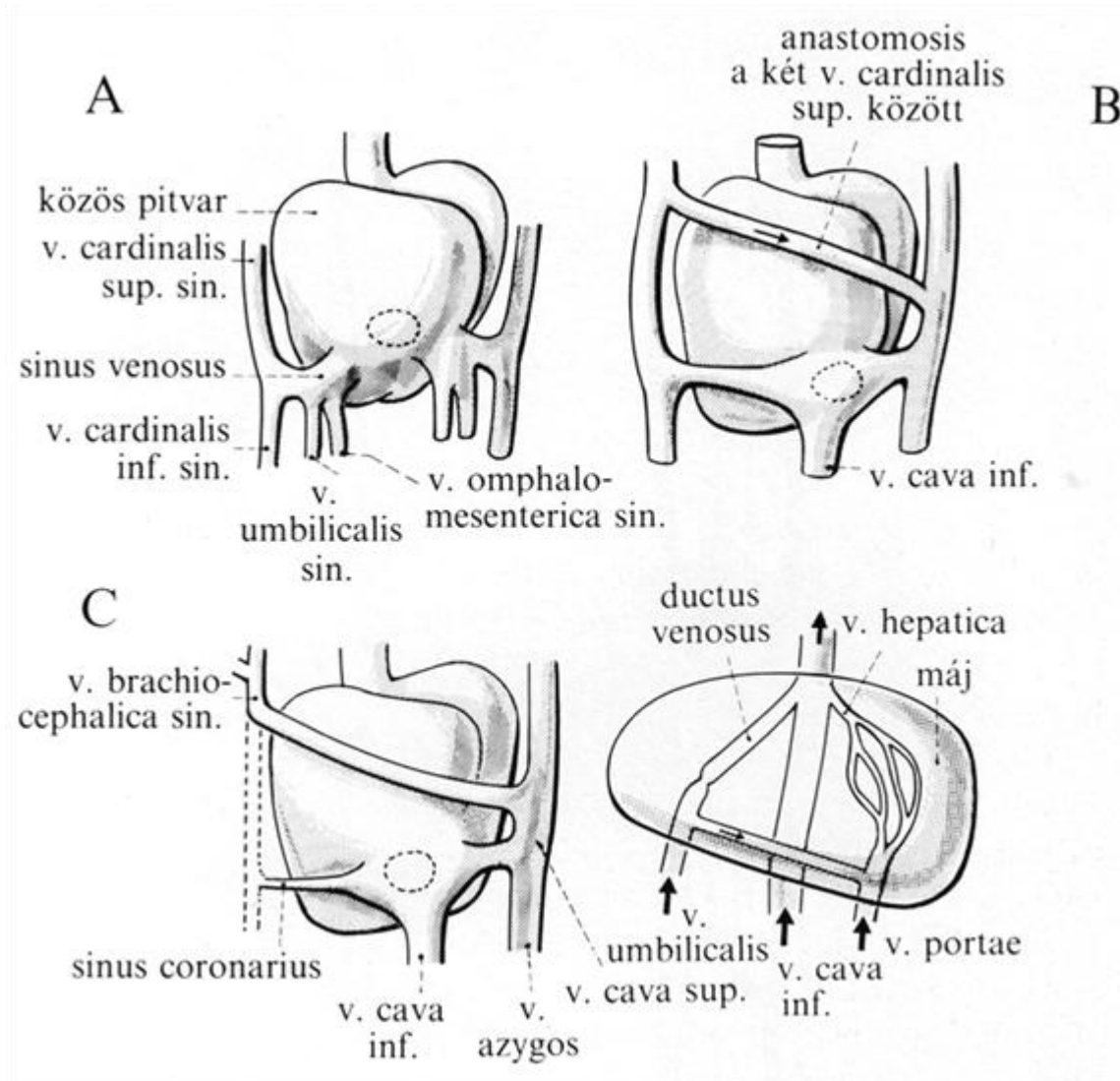
Már a 3. embryonalis hét során három páros venatörzs nyílik be a szívcső alsó végébe, a sinus venosusba (6/42. ábra, A). Közülük két venapárt már az általános fejlődést taglaló fejezetben megismertünk. Az egyik a szikkeringéshez tartozó vv. *omphalomesentericae*, tőlük lateralisan találhatók a méhlepény venái (vv. *umbilicales*). Aharmadik venapár két haránt irányú rövid gyűjtőeres törzs (*ductus Cuvieri*), amelyek két oldalról nyílnak be a sinus venosusba. Ezek mindegyike két egymással szemben futó, a test hátsó falán kétoldalt le-, ill. felszálló vena (*v. cardinalis superior* és *v. cardinalis inferior*) T alakú találkozásával jön létre. A fejlődő májtelep a septum transversumba nő bele, és így kapcsolatba kerül a szikhólyagból és a placentából jövő vénákkal.

Ezt követően a bal v. *omphalomesenterica* elsorvad, míg a jobb oldali vena máj előtti szakaszából (*v. advehens hepatis*) a v. *portae*, májban futó részéből a vv. *hepaticae* lesz. Ezen utóbbi vénák folytatása (*v. revehens hepatis*) adja a v. *cava inferior* végső szakaszát.

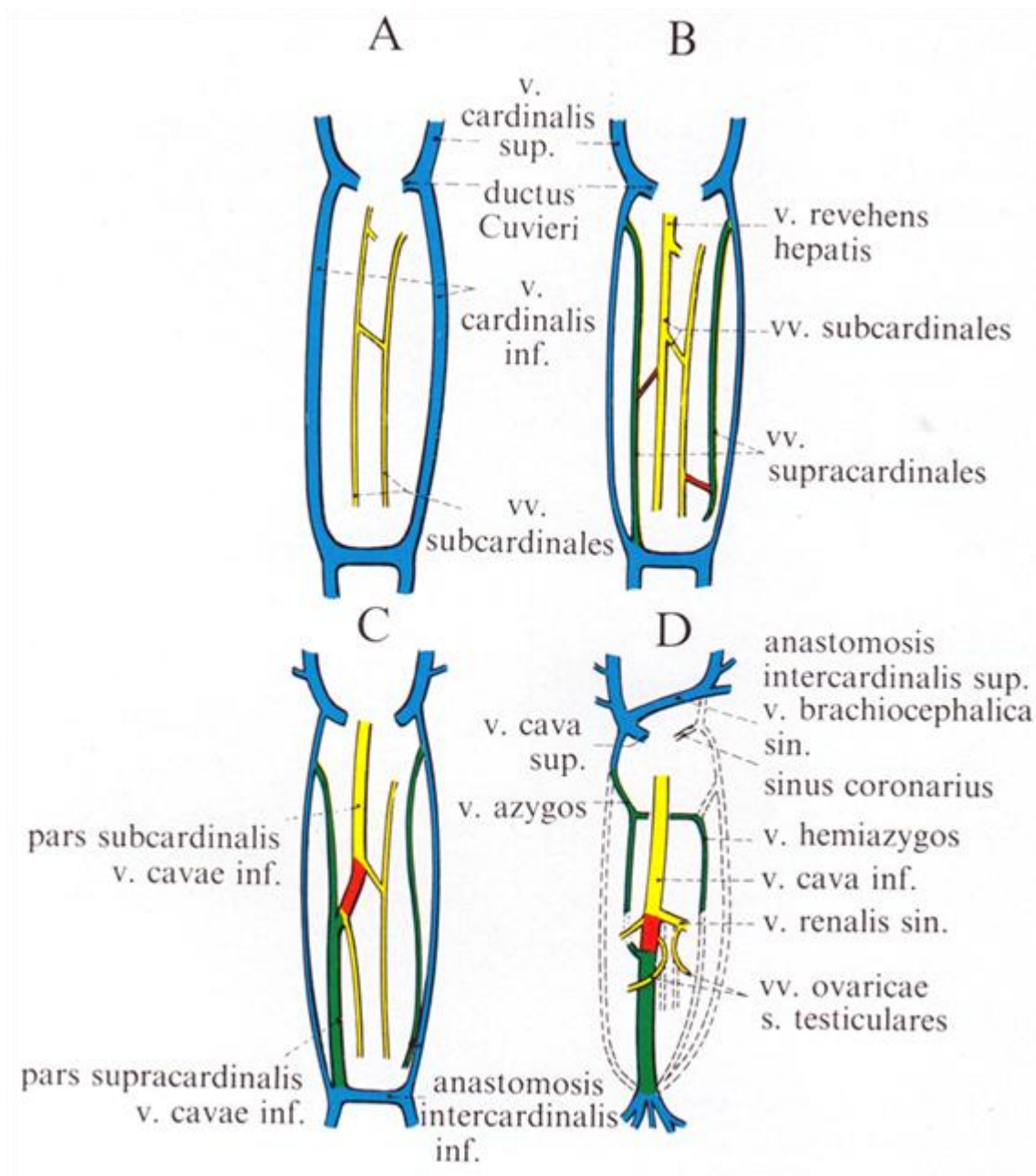
A jobb v. *umbilicalis* teljesen eltűnik. A bal oldali a máj felszínén anastomosist létesít a v. *cava inferior* törzsével (*ductus venosus Arantii*). Így a placentából jövő vér nagy része a máj megkerülésével jut a vénás keringésbe, míg kisebb része átfolyik a májon (6/42. ábra, B).

A két *ductus Cuvieri* keringése egyenlőtlenné válik azáltal, hogy a két v. *cardinalis superior* között egy balról jobbra lejtő anastomosis alakul ki (6/42. ábra, C), amely a bal felső v. *cardinalis* vérét a jobb törzsbe vezeti át. Ez az anastomosis adja a bal v. *brachiocephalicát*. A jobb *ductus Cuvieri* és a jobb felső *cardinalis* vena csatlakozás alatti szakasza adja a v. *cava superior* (6/43. ábra). Ugyanez történik a test alsó részében, ahol egy hátsó anastomosis a két alsó v. *cardinalis* közt létesít kapcsolatot. Az alsó testfél vére is inkább jobb felé terelődik ezen az anastomosison keresztül, tehát a bal *ductus Cuvieri* fokozatosan kiesik a véráram útjából, és elsorvad. Distalis részéből egy csökevényes, a bal pitvar hátsó falán, ferdén lefelé futó vena a (*v. obliqua atrii sinistri*) marad meg, míg proximalis darabjából a *sulcus coronarius*ban elhelyezkedő *sinus coronarius* fejlődik.

¹⁶16 Al saphen (arab) = rejtett.



6/42. ábra. A sinus venosusba összenyíló három pár vena fejlődése. A: a sinus venosusba hátulról beömlő három pár vena: ductus Cuvieri, vv. umbilicales, vv. omphalomesentericae (a kör alakú szaggatott vonal a sinus venosus beszájadását jelzi a közös pitvarüregbe); B: a kifejlődő máj a vv. omphaloentericaet két szakaszra bontja. Jobb oldalon a vena a máj feletti szakaszából a vv. hepaticae és a v. cava inferior szív közeli szakasza lesz. Mindkét vena máj alatti szakasza a v. portae kialakításában vesz részt. A jobb v. umbilicalis eltűnik. A bal v. umbilicalis elveszti közvetlen kapcsolatát a sinus venosusszal, vére részben a májon keresztül, részben a ductus venosus útján a v. cava inferioron keresztül jut a szívbe; C: a vénás keringés jobbra tolódásából és a vénák számának csökkenéséből kialakuló végleges kép (Moore után, módosítva)



6/43. ábra. A fő vénák fejlődése erősen sematizálva (Fischel nyomán). Kék: vv. cardinales rendszere, sárga: vv. subcardinales, zöld: vv. supracardinales, piros: anastomosisok a subcardinalis és a supracardinalis vénák között

Az ősvesetelep két oldalán a vv. cardinales inferioroktól medialisán két további vénás törzs fejlődik ki: az ősvesetől medialis vv. subcardinales és a tőle lateralis vv. supracardinales. Ezek egyrészt egymással, másrészt a venae cardinales inferiorokkal anastomosálódnak (6/43. ábra A és B). A legfontosabb azonban az, hogy a jobb v. subcardinalis felső vége kapcsolatba kerül a v. revehens hepatis communisszal, és így a három hosszanti venapár számára a legrövidebb és legelőnyösebb út fejlődik ki a v. cava inferiorra.

A 6/43. ábra C részén leolvasható, hogy a jobb v. iliaca communis a jobb v. cardinalis inferior anastomosis alatti szakaszából, a bal v. iliaca communis a bal v. cardinalis inferiorból és az anastomosisból fejlődik. A v. cava inferior legalsó szakasza a jobb v. supracardinalisból, majd egy további szakasza a supracardinalis és subcardinalis közti ferde anastomosisból alakul ki. Ettől felfelé a jobb subcardinalis vena adja a v. cava inferior felső szakaszát a máj mögötti részig, amely már a v. revehens hepatis communisnak felel meg (6/42. ábra, D).

A v. azygos felső szakasza a jobb v. cardinalis inferiorból, alsóbb szakasza és a v. hemiazygos a vv. supracardinales megfelelő szakaszaiból alakul ki.

6. 6.6. A MAGZATI VÉRKERINGÉS ÉS ANNAK SZÜLETÉS KÖRÜLI ÁTALAKULÁSA

A méhen belüli életben a magzat vérenek oxigenizációját, széndioxidjának kiürülését, táplálékfelvételét, víznek és vízben oldható anyagcseretermékeinek kiürítését a placenta közvetítésével az anyai szervezet végzi. A magzat testéből a vér az aa. iliaca internae hasfalra felfutó két nagyobb ágának (*a. umbilicales*) révén kerül be a placentába, ahol ezek hajszálerekre oszlanak. E hajszálerek a chorionbolyhokban ív alakban postcapillaris vénákban, majd nagyobb gyűjtővénákban folytatódnak, végül egy köldökvenába (*v. umbilicalis*) szedődnek össze. A *v. umbilicalis* a *v. portae*val alkotott tág anastomosis után, mint *ductus venosus* (Arantii) halad tovább a máj bal hosszanti barázdájának felső részében, és végül a *v. cava inferior* utolsó szakaszához csatlakozik. Így a placentából visszakerülő vér egy része a májon áramlik keresztül a *v. portae* vérével együtt, másik része a *v. cava inferior*ba kerül be közvetlenül.

A méhen belül a tüdő későbbi légzőfelülete csak kevésbé kibontott állapotban van, mert az alveolusok zártak, és a légutakat pedig aspirált magzatvíz tölti ki. Ilyen állapotban a tüdőszövet aránytalanul nagy keringési ellenállást képez, ezért a jobb kamra által továbbított vér a kisebb ellenállás irányába, a *ductus arteriosus* (Botalli) útján az aorta véréhez csatlakozik.

A jobb pitvarba a *v. cava superior*on és *inferior*on keresztül bekerülő vér áramai egymást keresztezik. Mínhogy az áramlás nagyobbára lamináris, a *v. cava superior* vére egyenesen bekerül a szemben levő jobb artioventricularis nyíláson át a jobb kamrába, míg a *v. cava inferior*ból jövő főleg arteriális és tápanyagokban gazdagabb vér (ti. a *v. umbilicalis*ből a *ductus venosus*on hozzakerült, a placentából származó vér révén) a *valvula venae cavae inferioris* által terelve, inkább a *foramen ovale* nyílása felé halad, és ezen keresztül a bal pitvarba jut. Annál is inkább, mert a minimális tüdőkeringés folytán a bal pitvarban a nyomás sokkal kisebb, mint a jobb pitvarban. A két véráram kereszteződése mellett persze óhatatlan, hogy bizonyos keveredés ne történjék, de újabban radioaktív anyagokkal végzett kísérletek szerint is a két áramnak csak legfeljebb negyedrésze keveredhet.

Természetesen vannak regionalis különbségek; így a máj kapja a *v. portae* útján a leginkább oxigenizált vért, és utána a *v. cava inf.* a bal pitvar, a bal kamra, az aortaív kezdete és a felső testfél nagy arteriái révén elsősorban a fej. Érthető ebből az is, hogy a bal és a jobb kamra falvastagsága közt újszülöttnél még alig van különbség, az eltérés csak később alakul ki.

Születéskor a légzés megindulásával az alveolusok megnyílnak, és a tüdő megtelik levegővel. Ennek következtében a kisvérkör ellenállása nagymértékben lecsökken, és a vér a *ductus arteriosus* (Botalli) helyett inkább a tüdőarteriák felé folyhat el. Ez a vv. pulmonales útján a bal pitvarba befolyó vér mennyiségének hirtelen sokszorosára való felemelésével a bal pitvarban megemeli a nyomást, és a bal pitvar felé nyílt ajtószárny módjára belógó *valvula foraminis ovalis*et hozzászorítja a *limbus fossae ovalis*hoz. Ezzel és a *ductus Botalli* fokozatos elzáródásával a kis és a nagy vérkör elválasztása gyakorlatilag megtörtént. A légzés megindulása oly radikális változást okoz a nyomásviszonyokban, hogy a köldökzsinór elvágása (állatokban az anya elrágja) közvetlenül a születés után sem okozna vérzést.

A *ductus Botalli* és a *foramen ovale* elzáródása mellett a köldökzsinór elvágásával az *umbilicalis* erek is elzáródnak. Az *arteria umbilicalis*ok helyett az a. iliaca interna teljes vérmennyisége a medencei szervek felé irányul. Helyettük az alsó hasfal belső falán két redő marad meg, mint *plica umbilicalis mediana*. Az *arteria umbilicalis*ok proximális darabja megmarad, mint az aa. *vesicales superiores* kezdeti része. A *v. umbilicalis* és a *ductus venosus Arantii* keringése is megszűnik, ezért azok teljes egészében átalakulnak lig. teres hepatiszá, illetve lig. venosummá. Az előbbi a lig. falciforma hepatis alsó szabad szélében jól tapintható, míg az utóbbi a máj alsó felszínének bal hátsó barázdájában fekszik.

A *ductus Botalli* teljes elzáródása néhány napot vesz igénybe a születést követően. A folyamat összetett, mechanizmusa nem pontosan tisztázott. Több lokális tényező játszik szerepet benne. Az első légvétel alkalmából a magas oxigéntensio hatására a tüdőből felszabaduló bradykinin, mint aktív simaizom-contractiót kiváltó tényező, fontos szerepet játszik. Emellett a prostaglandin E₂ szintjének hirtelen csökkenése is hozzájárul a shunt záródásához. Prostaglandin E₂ folyamatos jelenléte szükséges a shunt nyitva tartásához. Ezek a lokális szabályozó tényezők mellett a shunt falában lévő elasztikus elemek beépülnek, és helyette kollagénben gazdag, ún. Botall-féle szövet képződik, amely a születés utáni időben kialakuló funkcionális elzáródás hisztológia alapját is megteremti.

Megmaradó (perzistens) ductus arteriosus viszonylag gyakori érfejlődési rendellenesség. Halmozott előfordulásával találkozhatunk, az éretlen magzat ductus Botallije nem reagál kellően az oxigéntensio változására. Gyakran jár együtt más, szív vagy aorta fejlődési rendellenességgel, amikor születés után is a kis és nagy vérkör közti kapcsolatot biztosítja.

Coarctatio aortae (aortaszűkület, az aortaív és a leszálló aorta határán) rendszerint a ductus Botalli közelében. A ductus Botalli benyílása előtti szűkület (preductalis coarctacio) esetén a szűkület alatti szakaszon a vérnyomás rendkívül alacsony marad születés után is, ezért a ductus Botalli perzisztálása pozitívan érinti a leszálló aorta vérellátását. A Botallo-vezeték benyílása utáni szűkület (postductális coarctacio) viszont olyan jelentősen megemelheti a vérnyomást az aortaívben, hogy az aortából a a. pulmonalisba pumpálódhat a vér, meggátolva a Botallo-vezeték simaizomösszehúzódnak záró hatását. A coarctatio valódi oka ismeretlen, feltételezhető, hogy a „Botall-szövet” szerepet játszik kialakulásában, főleg azokban az esetekben, amikor a coarctacio a ductus arteriosusnak az aortába való benyílása helyén keletkezik, az esetek 90%-a ilyen lokalizációjú. Az aortaívek fejlődési zavara sem zárható ki a coarctatio létrejöttében.

7. 6.7. NYIROKRENDSZER

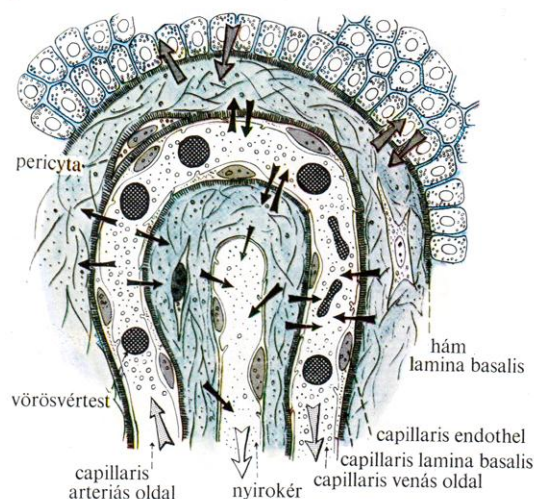
7.1. A sejt közötti folyadék keletkezése és elvezetése, a lymph és a nyirokkeringés elve

A capillarisok fala a vérpályában visszatartja a vörsejteket és a véredv nagy molekulájú alkotórészeit, tehát elsősorban a fehérjét. Szabadon átjárható viszont a capillarisfal víz és a benne oldott kis molekulájú (krisztalloid) anyagok számára. A capillarisok falán kilépő és az ún. sejt közötti térbe bekerülő folyadék közt bonyolult egyensúlyi állapot alakul ki, melynek főbb tényezői a következők:

- ♦ a capillarisban uralkodó hidrosztatikus nyomás és
- ♦ a capillarison belüli és kívüli folyadék ozmotikus nyomás.

A szövetek többségében a capillarishálózat arteriás oldalán a nyomás elég nagy ahhoz, hogy a folyadékaáramlás kifelé irányuló legyen, azaz a capillarisokból állandóan víz és benne oldott gázok és krisztalloid anyagok lépnek ki a szövetközi térbe. A capillarishurok venás oldalán ez a nyomás már lecsökkent, így az arteriás oldallal ellentétben a sejt közötti folyadék fordítva: befelé áramlik a vérpálya felé (**6/44. ábra**). A két áram a legtöbb szövetben nincs tökéletes egyensúlyban: a vérpályából kifelé való áramlás összes mennyisége, melyhez hozzáadódnak a sejtek anyagcseréje során keletkezett víz és a benne oldott kisebb molekulájú anyagok, meghaladja a venás capillarisokba visszaáramló sejt közötti folyadék mennyiségét.

A **nyirok** (*lymph*) tehát nem más, mint a nyirokerekbe bejutott szövetközi folyadék; benne néhány vörösvértest és lymphocyt. Mennyisége nagymértékben függ a szövetek működési állapotától; az egész test nyiroktermelése durva becsléssel napi 3 literre tehető. Ezt a még nyirokcsomón át nem ment és szinte sejtmentes szűrletet hívjuk peripheriás nyiroknak, szemben a regionalis nyirokcsomókból kilépő vas efferensek sejtekben (lymphocyt, plasmasejt, dendriticus sejt) gazdag nyirkával, amit centrális nyiroknak hívunk. Az elsődleges, másodlagos, sőt harmadlagos regionalis nyirokcsomókon átment nyirok fokozatosan dúsul sejtekben, míg a peripheriáról jövő, szervezetre káros (baktérium, sérülés esetén gyulladás, szétesett sejttermelék) anyagok pedig a nyirokcsomókban kiszűrődnek, mire a nyirok a venás rendszerhez csatlakozik.



6/44. ábra. A szövet közti folyadék keletkezésének és elvezetésének elvi sémája. A két pontozott nyíl a vér áramlásának irányát mutatja egy capillarishurokban. A fekete nyilak a szövetnedv vándorlását mutatják, amely a capillarishurok arteriás oldalán döntően a vérpályából a szövet közti tér felé és a vénás oldalon inkább fordítva: a szövet közti térből a vérpálya felé irányul. A kék színnel jelzett szövet közti tér java része a kötőszövetre jut, de a hámsejtek közti finom résrendszere is az általános sejt közti térhez tartozik. A koloidrészecskéket karikák, a krisztalloidokat pontok jelzik. A hámszövet és a kötőszöveti tér közti anyagvándorlást a sávozott nyilak jelzik

A capillarisokba fel nem vett sejt közötti folyadékot külön hajszálérrendszer, a nyirokcapillarisok vezetik el. Ezek kevés kivétellel (pl. a központi idegrendszer szövetei) minden szövetben előfordul, a szövet jellege szerint változó mintázatú endothelcsőhálózatok, amelyek vak zsákként kezdődnek (6/45. ábra, A), és fokozatosan nagyobbodó nyirokerekbe (*vasa lymphatica*) szedődnek össze.

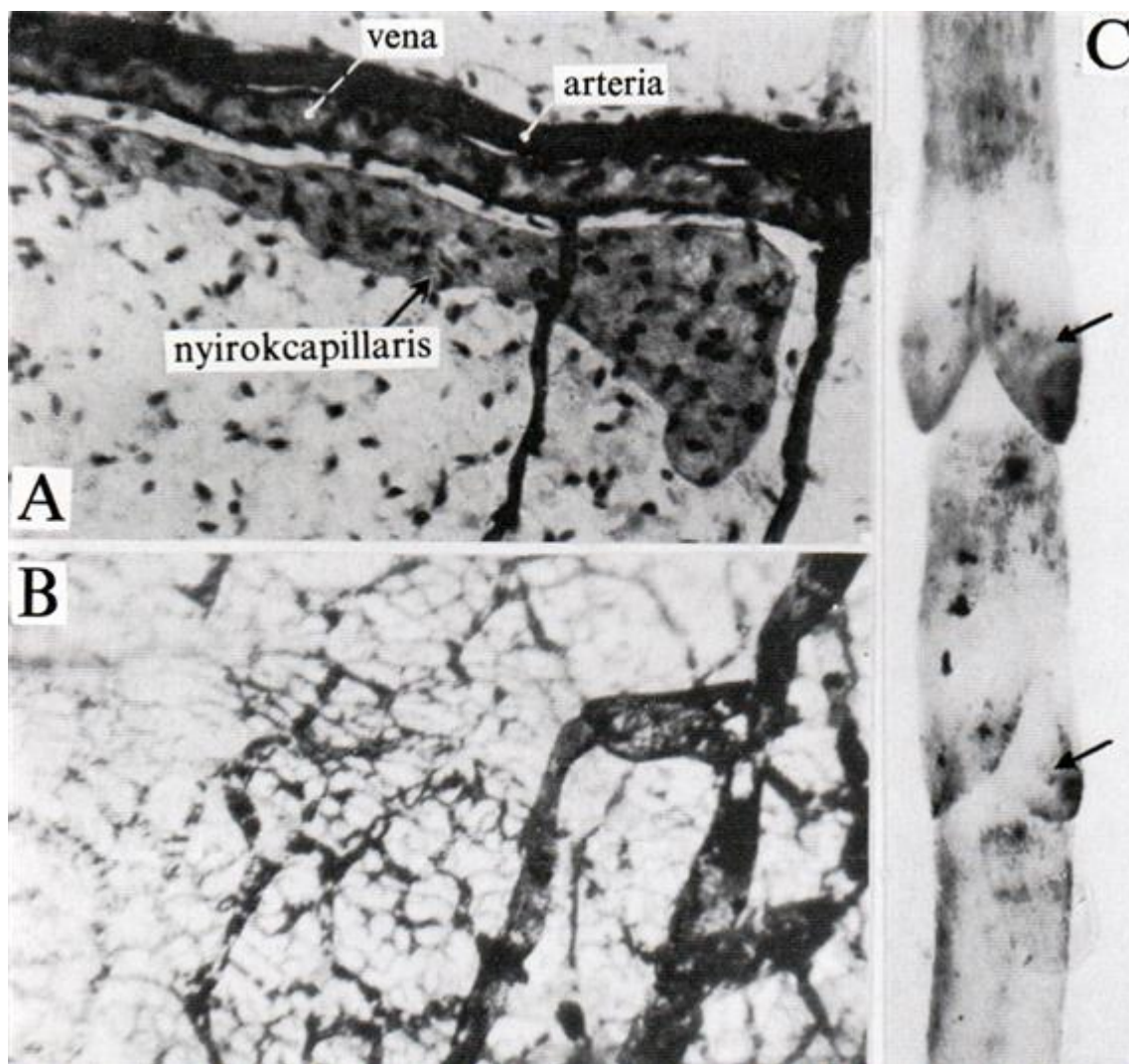
A nyirokhajszálerek egyszerű endothelcsövek, amelyeket kötőszöveti rostok laza hálózata vesz körül. Az endothelsejteket kívülről vékony, basalis lamina határolja.

A szövet közti folyadék keletkezésének, illetve elvezetésének legfontosabb zavara a szövetnedv rendellenes mennyiségben való felgyülemzése, szaknyelven oedema. Okai között a legfontosabbak:

- ◆ 1. a capillaris nyomás emelkedése (pl. valamely szövetterület venáinak leszorítása, elzáródása, rossz keringése folytán); ilyenkor a szövetnedvet a capillarisok falán keresztül filtráló nyomás nagyobb a rendesnél;
- ◆ 2. a vérplasma koloidjainak megfogyatkozása, amikor is a szövetnedvet a capillarisokba visszaszívó koloidozmotikus nyomás csökkent;
- ◆ 3. az ionforgalom zavarai, elsősorban a natrium felszaporodása a szövet közti térben;
- ◆ 4. a szövetterület elvezető nyirokereinek elzáródása.

A szövet közti nedv akkor is felszaporodik, ha a capillarisok fala rendellenesen átjárhatóvá válik. Ez következik be gyulladásos folyamatokban vagy égési sérülések során. Ilyenkor azonban nem csupán a szövet közti nedv mennyisége, hanem a minősége is megváltozik, azaz fehérvérsejtekben is dúsabbá válik. A gyulladásos szövet közti izzadmány tehát már nem egyszerűen oedema. Elvezetésében a szövet közti folyadék felszívódásáról mondtak értelmében a nyirokereknek speciális fontosságuk van, mert koloidok egyáltalán nemképesek felszívódni a vércapillarisokba.

A nyirokhajszálerek hálózatából, hálózatos jellegüket megőrizve, nagyobb nyirokerek (*vasa lymphatica*) szedődnek össze (6/45B ábra). A venákhoz hasonlóan egyrészt a mély érkötegekhez csatlakozva haladnak, rendszerint többesével (mély nyirokerek). Másik, mennyiségileg jelentősebb, részük felületesebb, a bőr alatt halad. Falszerkezetük a venákéra emlékeztet: az endothel alatt finom elasticus rostokat tartalmazó intima, majd körkörös, illetve spirális simaizomréteg és kollagénrostokban dús adventitia jellemző ezekre az erekre. A sűrűn, meglehetősen szabályos közökben elhelyezett kettős billentyűk közötti tágulatok jellemző gyöngyfüzér szerű jelleget kölcsönöznek a nyirokereknek (6/45C és 6/46. ábra).



6/45. ábra. Részletek nyirokcapillarisokról (Vajda J. anyagából). A: vakon, zsákszerű tágulattal kezdődő nyirokér a mesenteriumban; B: nyirokcapillarisok hálózata bél submucosájában; C: nyirokér kettős billentyűkkel (nyilak)

A nyirokereket hosszabb-rövidebb lefutás után borsónyi-babnyi nyirokszűrő szervekbe, az ún. nyirokcsomókba (*nodi lymphatici*) nyílnak. A nyirokcsomó felé vezető nyirokereket *vas afferensek*nek nevezik, ezek rendszerint a nyirokcsomó domború oldalán lépnek be. A babhoz hasonló idomú nyirokcsomó behúzóadásának megfelelő, ún. nyirokcsomókapun kilépő elvezető nyirokereket a *vas efferensek*.

Minden testtájéknak, szervnek, esetleg szervrészletnek megvannak a regionalis nyirokcsomói, melyekhez az illető testtájék, szerv vagy szövetterület nyirokerei elvezetik a nyirkot. A peripheriás gyűjtőterületről összeszedődő nyirok útjába eső első nyirokcsomókat elsődleges regionalis nyirokcsomóknak nevezzük. Ennek *vas efferensei* más szomszédos területek elsődleges nyirokcsomóinak hasonló nyirokereivel együtt elvezetnek a másodlagos regionalis nyirokcsomókhoz, amelyek tehát már nagyobb terület egyszer megszárt nyirkát vesznek fel. Ez még harmadszor, sőt egyes esetekben még negyedszer is megismétlődhet, és ennek megfelelően harmadlagos, sőt negyedleges regionalis nyirokcsomókról is szólhatunk. Végül a nyirok belekerül a nagy nyiroktörzsekbe (*ductus thoracicus és truncus lymphaticus dexter*), amelyek a nyirkot a vénás rendszer speciálisan alacsony nyomású pontjába, a v. jugularis interna és v. subclavia összeömlésénél keletkező, ún. *angulus venosusok*ba (az előbbi bal oldaliba, az utóbbi a jobb oldaliba) vezetik. A nagy nyiroktörzseket külön fejezetben ismertetjük.



6/46. ábra. Nyirokhajszálerek ezüstimpregnációval feltüntetett sejthatárai (Jancsó M. készítménye és felvétele). A kettős billentyűknek megfelelően tasakszerűen kitágult nyirokér egy másikkal szájadzik össze

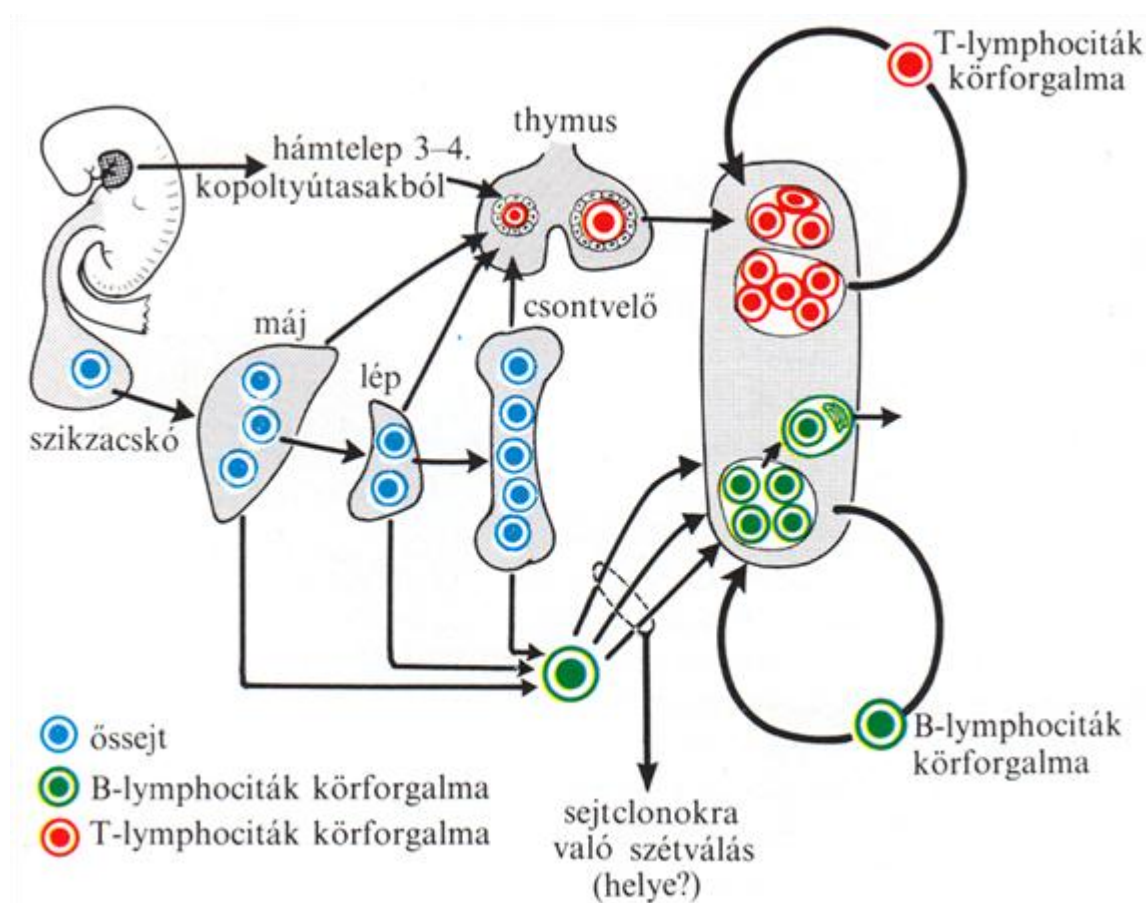
7.2. Nyirokszövet

A nyirokszövet a szervezet neuroendocrin immunrendszer részeként olyan információk felvételére képes (baktérium, parazita, vírus, fajidegen fehérje), melyekre a neuroendocrin rendszernek nincsenek megfelelő

sejtjei és receptorai. Míg a szervezet egyes szervei jól körülírható anatómiai, hisztológiai, sőt embriológiai egységet képeznek, addig a nyirokrendszer sejtjes elemei az egész szervezetben szétszórta, sebészileg csak egyes elemei távolíthatók el. Sejtjei az ún. „immunológiai surveillance”-ban ellenőrző funkciót ellátva mindenütt – csontvelő, vér, nyirokkeringés, kötőszövet sőt a szervezet felszínét alkotó bőr, emésztő- és légzőrendszer hámja – is jelen vannak. A nyirokrendszer sejtjes elemeinek összömege fiatal felnőtt emberben megközelíti a máj tömegét, majd lassan csökken a mennyisége, fiziológias involutióba megy át. Éhezés, stressz, sugárzások, fertőzés és daganat hatására akuttá válik a nyirokrendszer sorvadása.

A lymphoid rendszer nem választható el a csontvelői myeloid rendszertől, nemcsak azért, mert lymphocyták a csontvelőben anatómiailag is előfordulnak, hanem azért is, mert a lymphomyeloid rendszernek közös őssejtje van (6/47. ábra). Az emlősök esetén pedig, a lymphocyták egyik típusának, az ún. B-lymphocytáknak immunológiai érése is a csontvelőben történik. A myeloid rendszer nem specifikus módon, de intenzíven közreműködik az immunválasz létrejöttében, pl. monocyták és neutrophyl granulocyták baktériumok phagocytálásával és lebontásával folszabadítanak bakteriális antigéneket, melyekre az immunrendszer specifikus elemei már adekvát módon reagálnak. Patológiai megfigyelés is alátámasztja a lymphoid és myeloid rendszer anatómiai és funkcionális egységét, hiszen myeloma multiplex (plasmacytoma), ami a B-lymphocyták terminalis érésekor keletkező plasmasejtek daganat jellegű túlbujánzása, elsősorban a csontvelőben jelentkezik.

A specifikus immunválasz feltétele, hogy a szervezet különbséget tudjon tenni a saját és az idegen „anyagok” között. A filogenezis során kialakultak olyan a sejtmembránba épült molekulák, melyek a fajra és a faj egyedeire specifikusok, és ezek segítségével a szervezet immunrendszere képes megkülönböztetni a sajátot az idegentől. Az immunrendszer specifikus sejtjei a *lymphocyták*, melyek morfológiailag, méretük és cytoplasma szerkezetük alapján kis, középnagy- és nagy lymphocytaként jelennek meg.



6/47. ábra. A lymphaticus elemek vándorlását, T- és B-lymphaticus elemek vándorlását és differenciálódását, valamint a nyirokszervekben való megtelepedést magyarázó séma

Funkcionális szempontból a lymphocyták három csoportra oszthatók. Egyszerű morfológiai eszközökkel (pl. fénymikroszkóppal) a csoportok nem különíthetők el, de két lymphocytatípus az előbb említett fajra és egyedre specifikus membránba épült molekulák mellett különböző receptorokat is képez. Az egyik

lymphocyta csoport sejtmembránjába receptorként működő immunglobulinok vannak, melyekkel az idegen anyagot, ún. antigént megkötve a sejt aktiválódik. Ennek eredményeként a sejt osztódik, és közben az antigénre specifikus ellenanyagokat kezd termelni. Ezt a lymphocytát B-lymphocytának, B-sejtnak nevezzük. A *B-lymphocyták* nevüket a „bursa” szóból kapták. A B-lymphocyták immunológiai érése madarakban egy külön szervben történik, amit *Fabricsius*¹⁷ *17-bursának* nevezzük, míg emlősökben bursa Fabricii hiányában a B-lymphocyták a csontvelőben (bone marrow) érnek. Az aktiválódott B-lymphocyta 6–8 osztódáson megy keresztül, miközben már fehérjetermészetű ellenanyagot (immunglobulinokat, IgM, IgG, IgA) termel. Az ellenanyag-termelésben szerepet játszó durva felszínű endoplasmás reticulum felszaporodik a B-lymphocyta cytoplasmájában, és a sejt fokozatosan átalakul *plasmasejtté*, mely a B-lymphocyták érésének terminalis alakja.

A B-lymphocyták és a belőlük kialakult plasmasejtek ellenanyag-termelésükkel az ún. humorális immunválaszt felelősek. Az antigénspecifikus ellenanyag az antigénhez kötődve azt közömbösíti, vagy bakteriális fertőzés esetén a baktériumok felszíni antigénjéhez tapadva opsonizálja a baktériumot. Opsonizálás segíti a szöveti macrophagok és neutrophyl granulocyták phagocytálását, és így a baktériumok elpusztítását. Az opsonizált baktérium, ami valójában immunkomplex (ellenanyag + antigén), mely, ha a friss szérumban mindig megtalálható komplementtel kerül kapcsolatba, bacteriolysist okoz, ami a phagocytálás mellett a baktérium elpusztításának másik lehetősége.

A lymphocyták másik funkcionális csoportja nem termel immunglobulinokat, hanem receptorával képes kötődni vírusokhoz, parazitákhoz vagy pl. transzplantált szövet sejtjeihez. Ezek a thymusban fejlődő ún. *T-lymphocyták*. A T-sejteknek a célsejthez való kötődése aktiválja a lymphocytákat, melyek interleukinokat és perforint kezdenek szekretálni. Az utóbbi a célsejt sejtmembránján „lyukat ütve” perforálja azt, és ez által az extracellularis folyadék szabad beáramlása révén a sejt megduzzad, majd elpusztul. Az interleukinok hatására pedig újabb perforint szekretáló sejtek verbuválódnak az idegen sejtek elpusztítására. Ezeket a sejteket, melyek idegen sejtek közvetlen megölésére képesek, cytotoxicus T-sejteknek hívjuk. A cytotoxicus T-sejteken kívül megkülönböztethető a T-sejteknek egy másik alcsoportja is, mely a B-lymphocyták aktiválásához és ellenanyag-termeléséhez nyújt segítséget. A cytotoxicus T-sejtek felszíni membránspecifikus molekuláját CD8-nak (cluster of differentiation), míg B-lymphocytákat segítő T-sejt-alcsoport membránspecifikus molekuláját a CD4-nek nevezzük, ezek az ún. segítő (helper) T-sejtek.

A lymphocyták harmadik típusa a natural killer sejt (NK). Az NK-sejtek felszínén sem B-, sem T-sejtre jellemző receptor nincs, ezért ezeket a sejteket Null-sejteknek is nevezzük. A sejtek magszerkezete a lymphocytákéhoz hasonló, de sokkal nagyobb cytoplasmával és benne számos azurophil festődésű granulummal rendelkeznek, melyek perforint, szerinproteázokat és proteoglikánokat (heparin, chondroitin szulfát) tartalmaznak. Az NK-sejtek, mint primitív cytotoxicus T-sejtek hasonló mechanizmussal fejtik ki hatásukat a célsejtekre, melyek vírus transzformált saját sejtek, bizonyos daganatsejtek, paraziták vagy éppen idegen szervezetből származó sejtek lehetnek. Cytoplasmaticus granulumaik alapján LGL-nek, azaz „large granular lymphocytának” is nevezzük őket.

A T-lymphocyták immunológiailag éretté, azaz immunválaszra képes sejté mind madarakban, mind az emlősökben a thymusban válnak, ahonnan a T elnevezés származik. Mivel a T-lymphocyták elsősorban élő sejtek (pl. transzplantált szövet, mint idegen agyag) elpusztítására specializálódtak, ezért az általuk mediált immunválaszt T-sejtes vagy transzplantációs immunválasznak hívjuk.

A nyirokszervek specifikus sejtjei a T- és B-lymphocyták, valamint az utóbbiból fejlődő plasmasejtek. A lymphocyták aktiválásában, azaz az immunválasz elindításában ún. járulékos sejtek is részt vesznek. Ezeknek a sejteknek az a funkciója, hogy az antigéneket a T- és vagy B-lymphocyták számára felismerhető formába hozza, azaz prezentálja. Az antigénprezentáló sejtek sokfélék lehetnek, de leggyakrabban macrophagok és ún. *dendriticus sejtek*, melyek nevüket nyúlványos cytoplasmájuk után kapták. Valamennyi sejt, mely rendelkezik szerkezetéből adódóan, vagy indukálható módon II. típusú fő hisztokompatibilitási antigénnel (MHCII), képes lymphocytákat antigénprezentálással aktiválni. Az antigénprezentáló sejtek, valamint a T- és B-lymphocyták kommunikációjának cellularis viszonyaival az immunológia foglalkozik.

7.3. Thymus

Az ember thymusa kétlebenyű szerv, mely a harmadik kopoltyútasak származéka. Mindkét oldalon a tasak falából tömött hámcsap (*thymus epithelialis*) nő ventrolateralisan és lefelé a környező mesenchymába. A 7–8 hetes embrióban a szívből jövő nagy erektől cranialisan és ventralisan a két oldali telep találkozik, majd közös tok veszi őket körül. A mesenchymalis tok és az ebben belőle képződő interlobularis sővények a cranialis

¹⁷ Hyeronimus Fabricius ab Aquapendente 16. századi páduai tudós írta le a madarak e szervét.

ganglionlécből származnak. A ganglionléc sejtek vándorlásának elmaradása thymushiányos állapothoz (DiGeorge-szindróma) vezet, mely klinikailag hasonló immunhiányos állapot, mint ami a meztelen (nude) egerekben észlelhető.

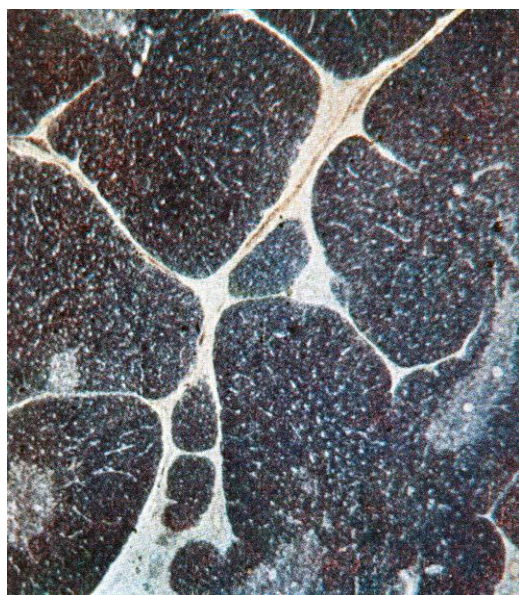
A 10–11 hetes embrióban a tömött epithelialis thymustelep körül megjelennek az accessoricus sejtek és a vérerekből kilépő T-lymphocyták precursorai, melyek a hámteletet körülvevő basalis membránon átlépve a hámsejtek közé ékelődnek. Az éretlen T-lymphocyták rendkívül gyors szaporodásukkal a desmosomákkal összekapcsolódott hámsejtek közé ékelődnek, melyek ezáltal csillag alakúvá válnak. Ezek az endodermális eredetű, nyúlványos hámsejtek a hámreticulumsejtek, melyek a lymphocytákkal együtt a thymus lymphoepithelialis szövetét (*thymus lymphaticus*) alkotják. A lymphocytákkal együtt macrophag és dendriticus sejtek, mint a thymus járulékos sejtjei is belépnek a thymusba. Mindkét utóbbi sejtípus elsősorban a később kialakuló kéreg–velő határon lokalizálódik (6/48. ábra).

A lymphocyták betelepülését követi a klasszikus kéreg- és velőállomány kialakulása, valamint a lebenyek (lobus) további lebenyekre (lobulus) való tagolódása, mely a tokból kiinduló és a lebeny felszínét „benyomó” sővények következménye. A kialakuló interlobularis sővények a kéreg–velő határig nyomulnak, ezért a lebeny velőállománya egységes marad, csak a kéreg tagolódik tökéletlen lebenyekre. Ez a folyamat a 15 hetes embrióban történik, mikorra a thymus a mediastinum anterior (supracardiacum) képlete lesz.

Az eddig említett négyféle sejtípus (hám, lymphocytá, macrophag, dendriticus sejt) a thymus számára specifikus sejt, de a thymus velőállományának sejtjei között számos „szokatlan” sejt is előfordul, melyek funkcionális jelentősége nem, vagy csak részben ismert. Myoid sejtek a velőállomány állandó elemei, melyek száma a korral csökken. Ezek a sejtek többnyire hosszú orsó alakú elemek, egy- és többmagvúak lehetnek és contractióra képesek. A velőállományban rendszeresen előfordulnak különböző endocrin sejtek mint pl. insulint és ACTH-t termelők, és a lebenyközi sővényekben parathyreoidea szövet sem lehet ritka.

A thymus *kéregállománya* a sővények által lebenyekre tagolt. A kőb alakú lebenyek egyik oldalukkal a közös velőállományhoz csatlakoznak, míg az ezzel szemben lévő oldal a tok felé néz. A lebenyek oldalát sővények határolják, melyek a thymus vér- és nyirokereit foglalják magukba. A sővények eléri a velőállományt, mert a kéreg csak a sővények végéig terjed, a bennük futó erek így a kéreg–velő határán lépnek be a thymusba.

A kéregállományban a lymphocyták száma messze túlnő a hámsejtek számán, ezért itt a lymphocytamagok basophil festődése dominál. A hámsejtek cytoplasmája szegényes, hosszú nyúlványaik a lymphocyták között csak elektronmikroszkóppal ismerhetők fel. Szétszórtan előforduló egy-egy macrophag rendszerint tele van különböző emésztési stádiumban lévő lymphocytákkal, azaz pusztulóban lévő vagy elpusztult (apoptotikus) sejtekkel. A kéregállomány felszínét lapos hámsejtek képezik, melyeket basalis membrán választ el a tok és a lebeny közti sővények kötőszöveti elemeitől. Ez a basalis membrán biztosítja a kéregállomány viszonylagos izolált voltát, amely szükséges a T-lymphocytákéréséhez.



6/48. ábra. Thymus. Szögletes határu lebenyekre osztott nyirokszerv, tüszői nincsenek, a lebenyek központi részét a világosabb velőállomány alkotja, amelyre a lebenyek mintegy „rá vannak fűzve” (jobb oldalt, a képmező alsó részén)

A velőállományban a hám–lymphocyta arány a hámsejt javára tolódik el, ezért a hámsejtek szétterülő, acidophil cytoplasmájának festődése jut érvényre. Ehhez járul még számos endocrin és myoid sejt kiterjedt cytoplasmája is. A thymus kéreg- és velőállományának fénymikroszkópos elkülönülése jórészt a hámsejtlymphocytaránynak a kéregben és a velőben lévő eltérő voltán nyugszik. A thymus velőállományának jellegzetes strukturális elemei az ún. *Hassal-testek*, melyek nevüket első leírójuk után kapták. A Hassal-testek a thymus hámreticulumsejtek elhalásának, keratinizációjának (mint a bőr többrétegű elszarusodó laphámja) hisztológiai reprezentánsai. A test felszínén az elszarusodott laphámsejtek folyamatosan leválnak, míg thymus esetében a szabad felszín hiányában az előregedő hámsejtek összefeksznek, és a káposzta leveleihez hasonlóan gömbszerű képleteket alkotnak. A Hassal-testekbe, feltehetően mint „idegentestbe”, macrophagok és neutrophil granulocyták vándorolnak, melyek hidrolitikus enzimjeik segítségével lebontják, eltakarítják az elszarusodott hámsejteket. Mai ismereteink szerint a Hassal-testek a hámreticulum sejtek végtermékei.

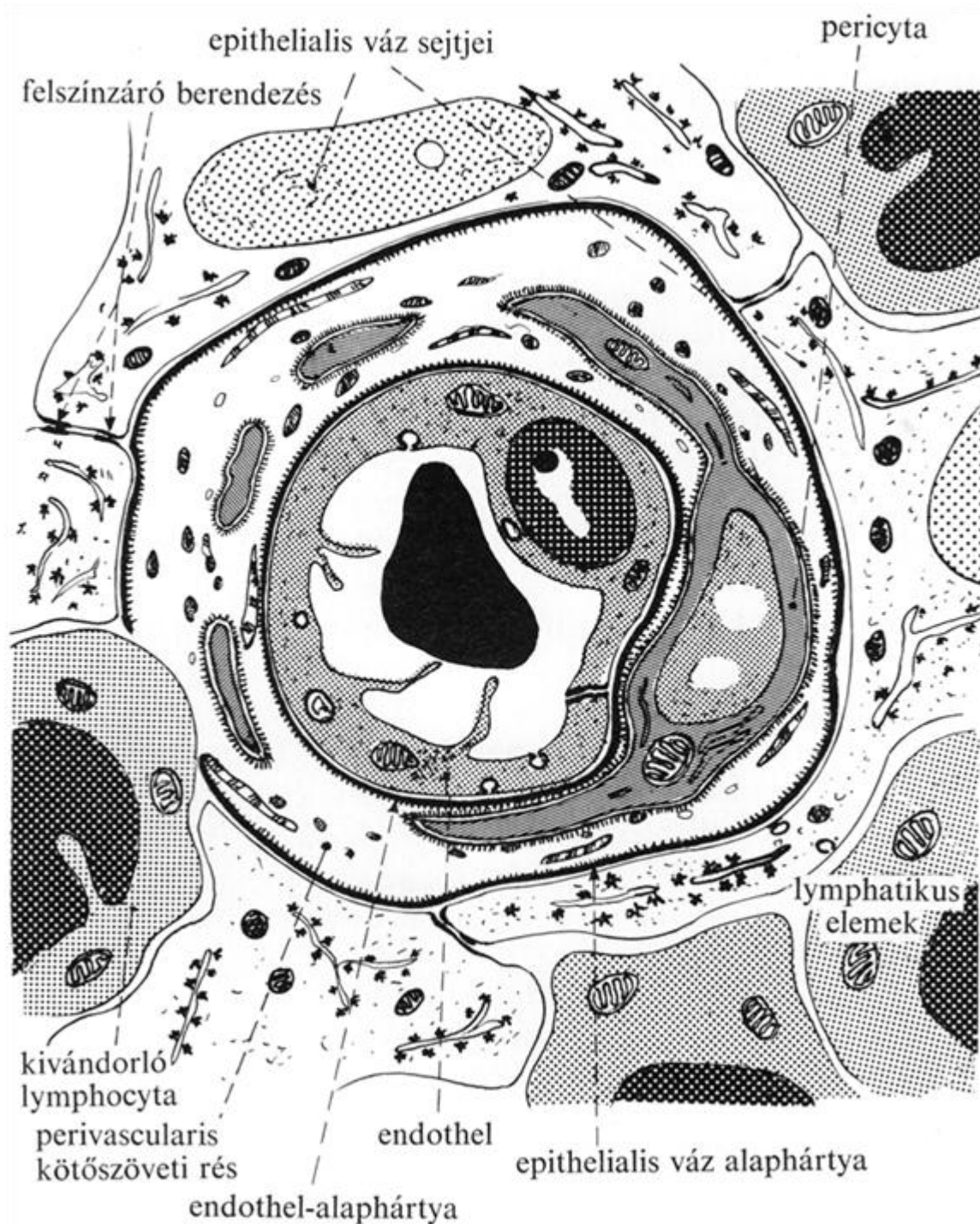
A thymus hámreticulumsejtjei között citológiai szerkezetük alapján több szubpopuláció különíthető el. A kéregben a sejtek csillag alakúak, míg a velőben a kisebb számú lymphocyta miatt kevésbé nyúlványosak, inkább szétterülő cytoplasmával rendelkeznek. Sok esetben cystákat képeznek, melyekben nyákos anyag található. A kéregállomány nyúlványos reticulum sejtjei között enzimatisztikus kezelés után, in vitro, kimutatható egy ún. *dajka* (nurse) sejt, mely cytoplasmájába 25–50 lymphocytát is képes bekebelezni. Az *emperipoleszis*nek nevezett jelenség során a lymphocyták közvetlen kapcsolatba lépnek a hámsejtek cytoplasmájával. Feltételezik, hogy az emperipoleszis révén a hámsejtek hozzájárulnak a T-lymphocytákéréséhez. In vivo a jelenség nem bizonyított.

A kéreg–velő határ jellegzetes sejtjei az ún. *interdigitáló dendriticus sejtek*, amelyek, vagy a saját antigének T-sejteknek való prezentálásában, vagy a „hibás klónok” eliminálásában játszhatnak szerepet.

A thymus súlya pubertás után csökken, krónikus involutio kezdődik, és végül a thymus helyét zsírszövet (*thymus adiposus*) tölti ki. Mikroszkópos vizsgálat azonban bebizonyította, hogy ebben zsírszövetben még 80 éves korban is lehet találni thymocytákat, melyek funkcionális szempontból teljes értékűek. A szervezetet érő stressz, betegségek, éhezés, sugárzás, szteroidkezelés hatására a thymus akut involutiót mutat, ami szövettanilag a kéregállomány elvékonyodásában, sőt teljes eltűnésében nyilvánulhat meg.

A thymus arteriái az a. thoracica internából származnak. A tokot elérve az erek a sövények mentén adnak ágakat, melyek a sövény végénél lépnek be a thymus állományába. A kéreg–velő határon lévő erekből indulnak el a kérget ellátó capillarishurkok, melyek nagy molekulák számára nem permeabilisak, azaz hatékony thymus–vér barriert képeznek (6/49. ábra). Ahogy a már említett kéreg felszínén lévő basalis membrán felől, úgy a capillarisek felől is zárt külső antigén-„mentes” környezetben fejlődnek a lymphocyták. A thymusba azonban bejuthatnak nagy molekulájú saját antigének, amelyek ellen tolerancia alakul ki. A kialakult saját antigén elleni tolerancia biztosítja, hogy a peripheriára kijutott T-sejt különbséget tud tenni a „saját” és az „idegen” között. A velőállományban a postcapillaris venulák biztosítják az immunológiai érett T-lymphocyták keringésbe való belépését, valamint az 1–2%-nyi B-lymphocyta vándorlását és a velőállományába való letelepedését.

A thymus szöveti fejlődése (histogenesis). A szikhólyagból a keringés közvetítésével jutnak a thymocyták előalakjai a thymus tok alatti ún. subcapsularis zónájába, ahol erőteljes proliferáció mennek keresztül. A T-lymphocytákérésük és differenciálódásuk során a subcapsularis zónából a velőállomány felé tolódnak, majd a kéreg–velő határon levő dendriticus sejteken is átjutva, már mint immunológiai érett T-lymphocyták érkeznek a velőállományba. Az érett T-sejtek a postcapillarisokba lépve elhagyják a thymust, és benépesítik az ún. peripheriás, vagy secundaer nyirokszerveket. A thymus kéregállománya olyan külső antigéntől mentes micromilieu-t biztosít, mely szükséges a T-lymphocytákéréséhez. A micromilieu mibenlétét a hámsejtek peripolézise (hám–lymphocyta kontaktusa) és/vagy a hámsejtek által szekretált anyagok (thymosin, thymopoietin, thymusfaktor), hormonszerű hatása biztosítja.



6/49. ábra. Elektronmikroszkópos séma a thymus szerkezeti elvének magyarázatára. A képmező közepén vörösvértestet (fekete) tartalmazó capillarisátmetszet látható, amelyet a szokásos kötőszöveti rés és alaphártyák vesznek körül. A thymus epithelialis vázának sejtjei (világos) teljes zárat képesek a capillaris körül, és a lymphaticus elemek (pontoszva) általában nem érintkeznek a kötőszöveti térrel. Csak a kivándorló lymphocyták törnek át ezt a hámkorlátot

A lymphocyták érése komplex folyamat, melynek során a subcapsularis zónából a T-sejt bejut a velőállományba, miközben erőteljes differenciálódáson megy keresztül. Ennek szakaszai:

- ◆ 1. a T-sejt-praecursor belép a subcapsularis zónába, ahol a T-sejtek proliferációja történik;
- ◆ 2. T-sejt specifikus membrán molekulák szintézise (CD4 helper és CD8 cytotoxicus sejt);

- ♦ 3. MHCI, és MHCII. membránantigének megjelenése;
- ♦ 4. T-sejt-receptor-szintézis;
- ♦ 5. negatív szelekció: eliminálja azokat a T-sejteket, melyek az egyed saját T-sejtjeit is felismerik, azaz az öntámadó (selfreactive) sejtcsoportok (klónok) eltüntetése;
- ♦ 6. pozitív szelekció, csak az idegen- és nem a saját antigént felismerő T-sejt klónok viszonylagos felszaporodása a negatív szelekció révén;
- ♦ 7. az immunkompetens T-sejtek belépése a velőállományba és onnan a keringésbe.

A thymusban képződő lymphocyták több mint 95%-a nem kerül ki a peripheriára, hanem a negatív szelekció révén apoptózissal elpusztul, védve ezzel a szervezetet a hibásan képződött önpusztító sejtek autoimmun megbetegedést okozó hatásától.

7.4. Peripheriás nyirokszervek

A peripheriás nyirokszervek fejlődését megelőzi a primaer nyirokszervek kialakulása, amennyiben ezeket a nyirokszerveket az immunológiailag érett T- és B-lymphocyták népesítik be. Egérnél az érett T-lymphocyták a születést követő első két nap alatt vándorolnak be ezekbe a nyirokszervekbe, ember esetében már a születést megelőzően megtörténik az ún. peripherialisatio, azaz T-sejt-kiáramlás a thymusból. T-sejt periferizációt megelőzően elvégzett thymus eltávolítás (thymectomy) gátolja a peripheriás nyirokszervek szövettani kialakulását, és T-sejtes immundeficienciához vezet. Madárban a bursa Fabricii kikelést követő sebészi eltávolításával B-sejt-hiányos állapot idézhető elő, ami a humorális immunválasz kiesésével jár. A T- és B-sejtek a peripheriás nyirokszervekben külön csoportokban foglalnak helyet. Ennek megfelelően ezek a nyirokszervek ún. T- és B-dependens állományból állnak. Nyirokcsomók, Peyer-plaque-ok és a tonsillák T-dependens területén módosult postcapillaris vénák vannak, melyeket nem a szokványos lapos, hanem köb alakú endothelsejtek bélelnek. Ezek a magas endothelsejtes venuák (high endothelial venule, HEV) biztosítják a lymphocytaecirkulációt, mely az egész élet folyamán zajlik.

A keringő lymphocyták ún. homing receptoraik segítségével ismerik fel, és kötődnek az endothelhez, amit a lymphocyták extravasatioja követ a T-dependens állományba. A T-lymphocyták a T-dependens területről belépnek a nyirokszervek elvezető nyirokereibe, melyek összeszedődve, mint fő nyirokértörzsek a v. jugularis interna és a v. subclavia összeömlésénél levő angulus venosusnál, csatlakoznak a vénás rendszerhez. A szíven keresztül az arteriás vérrel eljutnak ismét a nyirokszervekbe és a HEV-en keresztül visszajutnak a T-dependens állományba. Ez a lymphocytaecirkuláció része a szervezet immunmegfigyelő (surveillance) működésének. Ha a szervezetbe bárhol idegen anyag kerül, a lymphocyták ott helyben kapcsolatba lépnek vele.

A peripheriás nyirokszövet anatómiai elhelyezkedését tekintve „alkalmazkodott” az idegen anyagok (antigén), kórokozók szervezetbe kerülésének belépési helyéhez. A nyirokcsomók antigéninformációt elsősorban az afferens nyirokereik útján szereznek, ami magyarázza regionalis elhelyezkedésüket, és azt, hogy egyetlen olyan szervünk, mely nemcsak efferens, hanem afferens nyirokerekekkel is rendelkezik. A lép lymphaticus állománya a vérbe került idegen anyagok és előregedett, sejtmembránantigenitász-változáson átesett T-sejtek kiszűrését és eliminálását végzi. A harmadik peripheriás nyirokapparátusunk a nyálkahártyákhoz (mucosa) kapcsolódó nyirokszövet (mucosalassociated lymphatic tissue; MALT), mely az óriási szabad légúti, emésztő- és kisebb mértékben a genitális utakból veszi fel az antigént és védi a nyálkahártyákat.

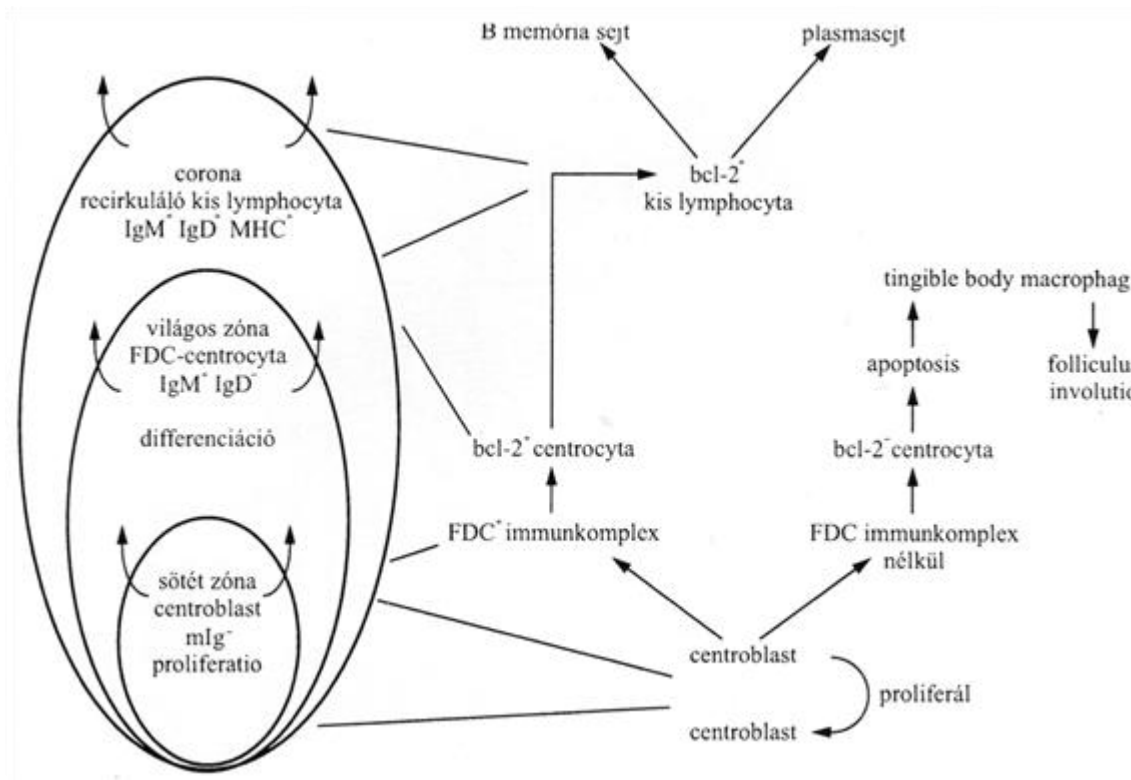
Szorosan véve nem tekinthető a MALT részének, de a bőrhöz kapcsolódó nyirokszövet (skinassociated lymphatic tissue, SALT) is hasonló elvek alapján működik. A kb. 1,7 m bőr epidermisében és cutis rétegében nagyszámú T- és B-lymphocyták találhatók. A többrétegű elszarusodó laphám stratum spinosumában foglalnak helyet a bőr különleges antigén prezentáló accessoricus dendriticus sejtjei, a *Langerhans-sejtek*. A bőr felszínéről felvett antigén információt a Langerhans-sejt szállítja az afferens nyirokér útján a regionalis nyirokcsomókba, ahonnan már az antigénaktivált dendriticus sejtek és lymphocyták dúsíják a nyirokcsomó elvezető nyirkát. A Langerhans-sejtek cytoplasmájának különleges struktúrája az ún. Bierbeck-granula, mely a sejtmembrán hosszú, henger alakú lefűződésével keletkezik.

Valamennyi peripheriás nyirokszervünk bizonyos lokális, regionalis sajátsággal rendelkezik, de az egész rendszer képes aktiválódni, bármelyik behatolási kapun is érte a szervezetet a kórokozók támadása. Mindegyik nyirokszervünk rendelkezik elvezető nyirokerekekkel, melyen keresztül képes az egész szervezet immunvédekezését alarmírozni.

A T-dependens terület, melyet a különböző nyirokszervekben más-más néven jelölnek (lásd. táblázat), jellegzetes sejtje az *interdigitáló dendriticus sejt* (IDC). Az IDC antigénprezentáló, és T-sejt-aktiváló sajátssággal rendelkezik. Antigénprezentálás molekuláris mechanizmusát az immunológia tárgyalja.

A B-lymphocyták valamennyi peripheriás nyirokszervben, a csíracentrumokban (*centrum germinativum*, GC), más néven nyiroktüszőkben (*folliculi lymphatici*) csoportosulnak. Ezek a 0,2–0,5 mm átmérőjű képletek ovális alakúak, jól definiált belső, polarizált szövettani szerkezettel bírnak. Bennük sötét zónát, világos zónát és kis lymphocytá köpenyt vagy pontosabban koronát különíthetünk el (6/50. ábra). A csíracentrumoknak, azaz a B-dependens területeknek is van specifikus járulékos sejtjük (*follicularis dendriticus sejt*, FDC), mely megfelelő receptornak a segítségével immunkomplex kötését és hosszú idejű tárolását biztosítja.

A sötét zónában erőteljes sejtproliferáció folyik, amit a triciklált thymidin gyors beépülése mutat. Ebben a zónában a *lymphoblastok* vagy más néven *centroblastok* felszíni membrán immunglobulint nem tartalmaznak (mIg⁻).



6/50. ábra. A csíracentrum szerkezete

A centroblast T-sejtek a sötét zónából átlépnek a világos zónába, ahol a follicularis dendriticus sejtekkel kerülnek érintkezésbe. Ebben a zónában proliferációs képességüket elvesztik és *centrocytá*vá differenciálódnak.

Az immunkomplex pozitív FDC-k folyamatosan stimulálják a centrocytákat. Ugyanakkor az FDC hatására a bcl-2 (antiapoptotikus) gén aktiválódik, és ennek a génnek a terméke megvédi a centrocytákat az apoptózistól. A centrocytákban megindul az immunglobulin termelése, és kimutatható lesz rajtuk a felszíni membrán IgD és IgM. Ha az FDC felszínéről „elfogy” az immunkomplex, a centrocyták stimuláló hatása megszűnik, a bcl-2 gén aktiválása elmarad, a centrocyta elpusztul, és a macrophagok az apoptotikus centrocytákat phagocytálják. Ezek az ún. „festődő testeket” tartalmazó macrophagok. A folliculus ezt követően fokozatosan atrophisál és eltűnik.

A világos zónából a centrocyták a koronába jutnak, ahol már a kis lymphocytára jellemző citológiai szerkezetűek. Ezek a sejtek az IgD és IgM membrán immunglobulin mellett MHC-t is expresszálnak. A korona mikrokozonyetét meghatározó interleukinok jelenlététől függ, hogy a korona sejtjei B-memória-sejtté vagy plasmasejtté differenciálódnak (6/50. ábra). A csíracentrumok világos zónájában és kis lymphocytá köpenyében néhány T helper sejt is előfordul.

A csíracentrumok funkcióját tehát:

- ♦ B-sejt-proliferáció.

◆ B-memória-sejt-képzés.

◆ IgM-IgG izotípus kapcsolás. A primaer immunválasz IgM izotípusú ellenanyag-termeléssel indul, és 2–3 nappal az antigénstimulus után jelenik meg az IgG-válasz. Részleteket illetően lásd az immunológiai tankönyveket.

1.1. táblázat - 1. táblázat. T- és B-dependens területek a peripheriás nyirokszervekben és a járulékos sejtjeik

	T-dependens	B-dependens
Nyirokcsomó	paracortex vagy mély kérgi állomány, IDC	centrum germinativum és velőköteg, FDC
Tonsilla	interfollicularis állomány, IDC	centrum germinativum, FDC
Peyer-plaque	interfollicularis állomány, IDC	centrum germinativum FDC
Lép	periarterialis lymphocythüvely (PALS), IDC	centrum germinativum és széli zóna, FDC

7.4.1. Nyálkahártyához kapcsolódó nyirokszervek

A nyálkahártyához kapcsolódó nyirokszövet (mucosa associated lymphatic tissue; MALT) több anatómiailag elkülönülő részből áll. Megkülönböztetjük az emésztő rendszerhez kapcsolt részt (gut associated lymphoid tissue; GALT), a felső légutakhoz (nasal associated lymphatic tissue; NALT) és az alsó légutakhoz kapcsolódó lymphatikus állományt (bronchus-associated lymphatic tissue; BALT).

A nyálkahártyához kötődő nyirokszervek szövettanilag két részből állnak. Megkülönböztetjük a lymphoepithelialis szövetet, melyet a nyálkahártya hámja és a hámba vándorok lymphatikus sejtek (T-, B-lymphocyták, plasmasejtek, macrophagok és dendriticus sejtek) alkotnak, és a tunica propria-ban helyet foglaló szerkezet nélküli lymphoid csoportosulásokat (régebben primaer folliculusoknak hívták őket).

A nyálkahártyához kapcsolt nyirokszervek anatómiailag is preparálhatók, jól körülírt szerveket is képezhetnek, melyeket a csíracentrumok és a közöttük lévő ún. interfollicularis állomány alkot, azaz a peripheriás nyirokszervekre jellemző B- és T-dependens elrendeződést mutatnak. Ebbe a csoportba tartozó nyirokszervek a Waldeyer-féle lymphoepithelialis torokgyűrű részei (tonsilla palatina, tonsilla lingualis, tonsilla pharyngea és tonsilla tubaria), az ileumban helyet foglaló Peyer-plaque-ok és az appendix. Jóval kisebb számban, mint a bélben és a légutakban, de a genitalis csatornák nyálkahártyájában is találhatók lymphoid csoportosulások. Immunélettani szerepük kettős, egyrészt a nyálkahártyák felszínének védelme, ill. a kórokozó behatolását követően immunválasz generálása.

A nyálkahártyák felszíni védelmét, az antigéntermészetű anyagnak, és/vagy a kórokozó mennyiségének csökkentését, humorális ellenanyagoknak a hámon keresztül való szekretálásával érik el. A nyálkahártya tunica propria-ban nagyszámú IgA-t és IgM-t szekretáló plasmasejt van, melyekből a szekretált immunglobulin a hámsejtek termelte transmembran glikoproteinhez (szekretoros komponens, SC) kapcsolódva transzponálódik a nyálkahártya felszínére, ahol az antigénhez kötődve csökkenti azok patogén hatását. Szekretoros IgA és IgM jelen van a könnyben, ornyálkahártya-váladékban, az anyatejben, nyálban, valamint az egész légúti és emésztőrendszer nyálkahártya váladékában. Ha a felszíni szekreciós immunglobulin hatás ellenére a kórokozó bejut a nyálkahártya tunica propria-jába, akkor ott immunválaszt indíthat el, melynek cellularis alapjai adóttak. A folyamat jelenleg legjobban a Peyer-plaque esetében tanulmányozott, ezért azon keresztül írjuk le a mucosalis immunválasz működési mechanizmusát.

A Peyer-plaque-ok vagy ún. aggregált tüszők csíracentrumokból és a közöttük lévő tömött, lymphaticus, interfollicularis állományból állnak. A tüszők valódi csíracentrumok, B-dependens területek, míg az interfollicularis állományban a T-sejtek lokalizálódnak, így ezek T-dependens területnek számítanak. A csíracentrum és a fölötte levő hám közötti keskeny állományban is sok T-lymphocytá, macrophag és antigénprezentáló dendriticus sejt (IPC) található. Azt a területet, amely a gömbhélyszerű hámból, hám alatti keskeny, T-sejteket és macrophagokat tartalmazó zónából, valamint csíracentrumból áll, „dómnak” nevezzük. A

folliculus fölötti hámot ún. M-sejtek (mikrofold) alkotják, amelyek apikális felszínén zegzugos redők vannak, ellentétben a klasszikus mikrobolyhos felszínű bélhámsejtekkel. Az M-sejtek antigénfelvételt és antigénprezentálásra képes sejtek, melyre intenzív pinocitózisuk és basolateralis felszínükön expresszálandó MHC-class II. antigén jelenléte utal. Antigénprezentáló képességüket azonban eddig nem sikerült megnyugtatóan bizonyítani.

Az intraepithelialis T-lymphocyták túlnyomó többsége CD8 cytotoxicus sejt, míg a tunica propriában lévő CD4 helper sejtek, melyek a B-sejtek aktiválásában játszanak szerepet.

A dóm hámja alatti keskeny zónában található macrophagok és antigénprezentáló dendriticus sejtek stimulálják T- és B-lymphocytákat, melyek egyrészt lokális immunválaszt indítanak el, másrészt a belépnek az elvezető nyirokerebbe, és a mesenterialis nyirokcsomókon keresztül szétszóródnak az egész tunica propriában, ahol a B-sejtek IgA és IgM típusú immunglobulint termelő plasmasejttekké differenciálódnak. A szekretált IgA és IgM a Lieberkühn-kripták hámsejtjein keresztül a lumenbe kerül, az elmondott módon védve a felszínt.

A mucosalis lymphoid szövet jelentőségét igazán az adja, hogy a nyálkahártya a test felszín legnagyobb antigénbehatolási felülete, és ezáltal számos megbetegedés kiindulópontja lehet. A gyomorban található *Helicobacter pylori* baktérium szerepe ma már bizonyított a gastritisek és gyomorfekélyek kialakulásában. A baktérium tartós jelenléte a nyálkahártya irritálását és immunfolyamatot indít el. A mucosalis lymphoid szövetnek szerepe van a chronicus vastagbélgyulladásban, a coeliakiában, a legkülönbözőbb táplálékintoleranciákban. Az allergének jelentős része a nyálkahártyákon keresztül nyer utat a lymphoid szövet felé allergiás állapotot előidézve (asthma, szénanátha). Jelenleg aktív kutatások folynak a szájon keresztül való vaccinálásra, mely a legolcsóbb és legkönnyebben kivitelezhető, hiszen a legnagyobb antigénbehatolási kaput célozza meg.

Szabad, elszórt nyiroktüszők (*folliculi lymphatici solitarii*) legnagyobb mennyiségben a táplálécsatornában fordulnak elő. Más nyálkahártyákban is előfordulnak, de ott rendszerint kisebbek. A vékonybél felső részében eleinte ritkábbak, majd lefelé a mennyiségük szaporodik. A vékonybél nyiroktüszői a nyálkahártya tunica propriájában foglalnak helyet, és csupán ha nagyobbak, akkor terjednek be a tela submucosába. A csipőbél (*ileum*) alsó részének jellemző képződményei a csoportos nyiroktüszők (*folliculi lymphatici aggregati*). Több száz, egy rétegben elhelyezkedő nyiroktüsző néhány centiméter hosszú és kb. 1–2 centiméter széles területet képez (Peyer-féle plaque) a bél hashártyakettőzettel szembeni oldalán. Az ovális terület hossz tengelye mindig a bél hossz tengelyével egy irányban fekszik. Egyébként az egyes tüszők nem különböznek a szétszórt nyiroktüszőktől. A plaque-ok székhelye a hastífusz (*typhus abdominalis*) legfontosabb kórbonctani megnyilvánulásának. Ezek a plaque-ok ugyanis tifuszban elhalnak, majd az elhalt szövet leöklődése nyomán a bél átfürödhet, ill. vérzések veszélyével járó fekélyek keletkeznek. Ma védőoltások, ill. eredményes antibiotikus kezelés folytán ritka a kifejlett elváltozás. Ugyanebbe a nyirokszöveti kategóriába tartozik voltaképpen a főregnyúlvány (*appendix*), amelynek egész nyálkahártyája csoportos nyiroktüszőkkel telt.

7.4.2. Nyelvmandula

A **nyelvmandula** (*tonsilla lingualis*) a nyelvgyökön a sulcus terminalis és az epiglottis közötti négyszög alakú területet foglalja el. Itt mintegy 50–80 tűszúrásnyi nyílással kezdődő, kesztyűujj vagy résszerű invaginációval a felszíni többrétegű el nem szarusodó laphám a nyelv állományába nyomul, kialakítva a tonsilla kriptának, fossulának vagy lacunának nevezett képletet. A krypta körül alakulnak ki a csíracentrumok (*folliculi*) és közöttük pedig az interfollicularis állomány. A kryptába nyálmirigyek kivezető csövei nyílnak. A kryptát és a körülötte elhelyezkedő lymphoid állományt együttesen *kryptolymphonnak* nevezzük, mely a legegyszerűbb tonsillatípust képviseli, és egyben a tonsillák nemcsak anatómiai, de immunológiai és patológiai egysége is. Saját vérellátással és nyirokelvezetéssel rendelkezik. A kryptát körülvevő csíracentrumokhoz közeli többrétegű, el nem szarusodó laphám infiltrálódik lymphoid sejtekkel is, ezáltal átalakul lymphoepithelialis szövétté. A lymphoepithelialis szövet „szivacsos” szerkezeténél fogva jelentősen megkönnyíti az IgA secretióját a krypta üregébe, és egyben elősegíti a tonsillába jutó antigén behatolását is. Ez a folyamatos antigén inger „fiziológias szintű” immunstimulust jelent a lymphoid rendszer számára. Az egyes kryptolymphonokat laza kötőszövet választja el egymástól, mely azonban tokká sosem tömörül. Pubertás után az 50–80 kryptolymphon egység száma jelentősen csökken, ami az általános lymphoid involutio lokális megnyilvánulása. A kriptának nincsenek elágazódásai, és a mirigyek állandóan mossák az üreget, így klinikai megbetegedései a tonsilla lingualisnak gyakorlatilag nincsenek.

7.4.3. Szájpadmandula

A **szájpadmandula** (*tonsilla palatina*) az arcus palatoglossus és palatopharyngeus közötti fossa tonsillarist tölti ki, mely a második garattasak helye. A tonsilla palatina 12–15 kryptolymphonból áll. Bonyolulttá az egyes krypták másodlagos, sőt harmadlagos elágazódása teszi. Mirigyek nem nyílnak a kryptába, ezért, valamint elágazódásuk miatt a krypták kimenete átmenetileg vagy véglegesen elzáródhat, ami acut, illetve chronicus gyulladást okozhat. Rendkívül nagy számú csiracentrum veszi körül a kryptákat, így a belőlük kivándorló kis lymphocyták nagy kryptafelületet infiltrálnak, lymphoepithelialis szövetté transzformálva a kryptát fedő többrétegű, el nem szarusodó laphámot (**6/51. ábra**). A kryptákban maradhat nem infiltrált hámterület is, ezért a krypta üregét többrétegű, el nem szarusodó laphám és lymphoepithelialis szövet béleli. Akut gyulladás esetén óriási számú neutrophyl granulocytá vándorol át a lymphoepithelialis szöveten a krypta üregébe, melyet kitöltve „kibuggyanhat” a tonsilla szájüregi felszínére is, jelezve a krypta nyílását. A gyulladás kryptolymphonokra lokalizálódik, így a tonsilla felszínén lévő sárgás fokok, „tüszők” száma jelzi a megbetegedett kryptolymphonok számát, mely a gyulladás súlyosságával arányos. A krypták strepto- és/vagy staphylococcus baktériumok számára reservoirként működhetnek, klinikai tünetek nélkül is, és ún. másodlagos betegség forrása lehet, ami a tonsillák sebészi eltávolításának egyik indikációja.



6/51. ábra. Emberi tonsilla palatina (hematoxilin-eozin festés), lh: többrétegű el nem szarusodó laphám; nym: mucinosus nyálmirigy; cg: nyiroktüszők centrum germinativumokkal; a nyirokszövet helyenként infiltrálja a laphámot (nyíl)

Itt is az egyes kryptolymphonokat kötőszövet választja el egymástól, melyben a tonsilla vérerei és nyirokerei futnak. Ez a kötőszövet a garat izmos falánál tokká sűrűsödik, mely lehetővé teszi a tonsillák sebészi eltávolítását. A tonsilla palatina garati és szájpadivek felé néző felszínét kötőszöveti tok, míg szájüregi felszínét a szájüreg nyálkahártyája takarja, ahova a kryptolymphonok nyílnak. Immunszuppresszív (pl. szteroid) kezelés a tonsillákban akut involutiót idéz elő, aminek első jele, hogy a lymphoepithelialis szövetből a lymphoid elemek visszahúzódnak, és a krypták belső felszínét többrétegű, el nem szarusodó laphám foglalja el.

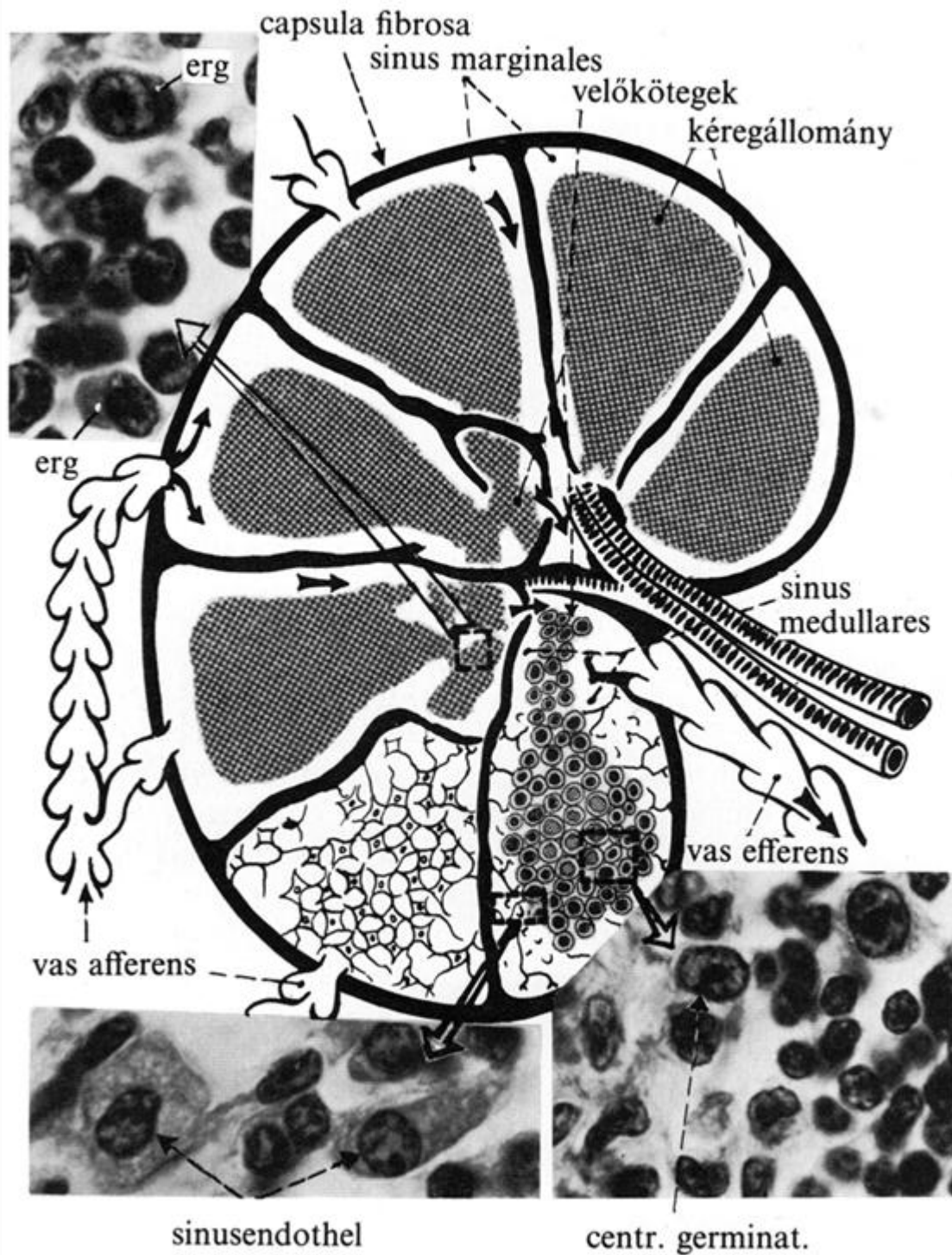
7.4.4. Garatmandula

A **garatmandula** (*tonsilla pharyngea*) az orrgarat hátsó felső falán és tetején a középvonalban található. Az eredetileg páros szerv, de nagyon gyorsan összeolvad egységes szervvé. Lényegében 6–8 sagittalis irányú redőből és azokat elválasztó árkokból áll. A redők felszínét (orrgarat a légzőrendszer része) többmagsoros csillós hengerhám fedi, belsejükben pedig számos csíracentrum található interfollicularis állománnyal váltakozva. A csíracentrumokból a redő felszínét takaró hám infiltrálódik, létrehozva a lymphoepithelialis szövetet. Az árkok fenekén és a redők csúcsán a szájüregre jellemző többrétegű, el nem szarusodó laphámszigetek is előfordulnak. Patológiai jelentősége nincs. Mivel a redők közti árkok viszonylag tágak, pangás nem fordul elő bennük, így gyulladásos jelenségek, melyek a tonsilla palatinára jellemzőek, itt ritkák. Gyakori azonban a lymphoid állomány extrém fölszaporodása egyes gyerekekben, mely orri légzésüket is zavarhatja, ezért éjszaka nyitott szájjal alszanak. Ilyenkor indokolt lehet sebészi eltávolításuk. A tuba auditiva (Eustach-kürt) garati nyílása körül is van lymphaticus accumulatio, melyet néha *tonsilla tubariának* hívnak.

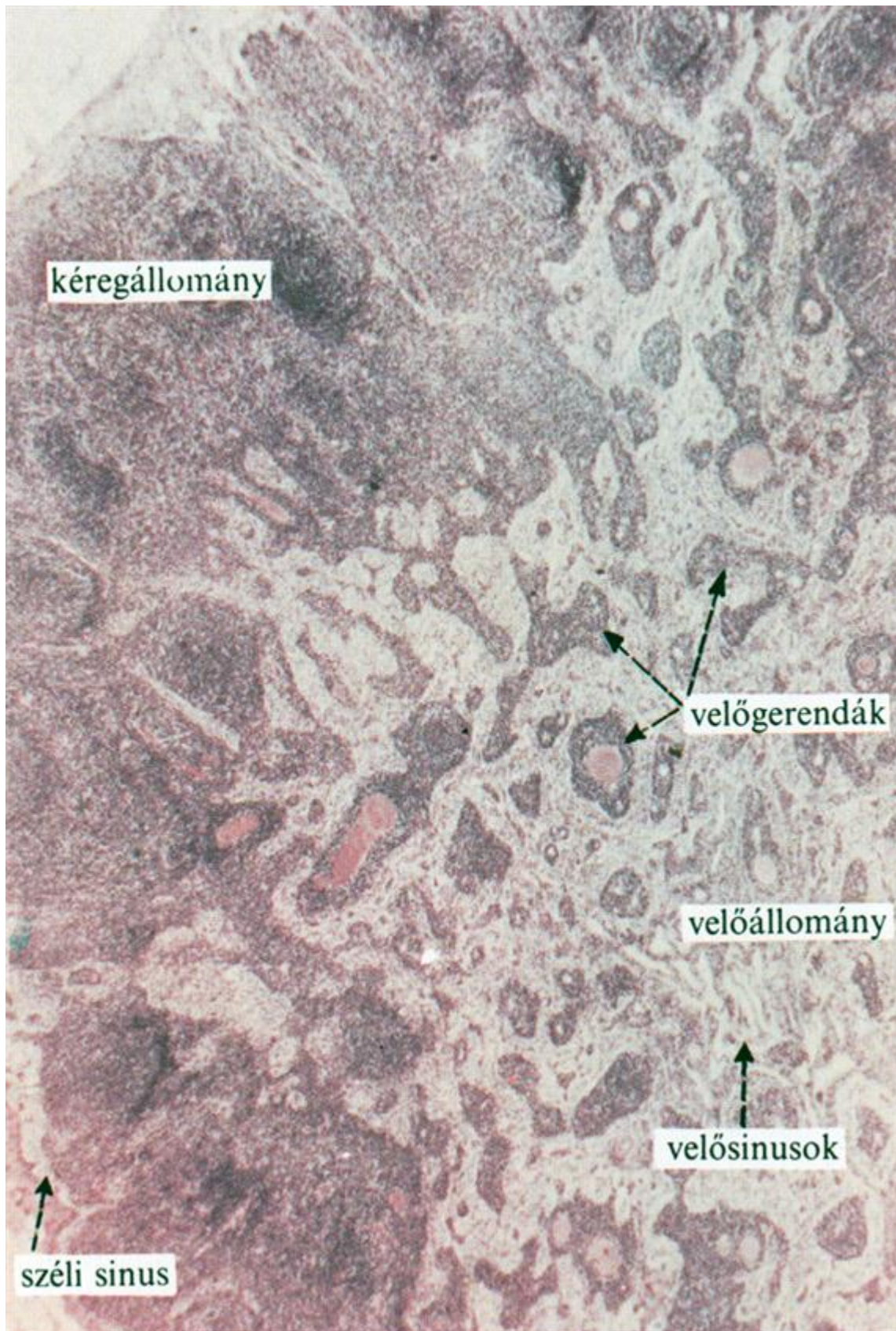
7.4.5. Nyirokcsomó

A **nyirokcsomók** (*nodus lymphaticus, lymphoglandula*) 0,2–25 mm nagyságú lymphoid szervek, melyek zsírszövetbe ágyazottan testszerte megtalálhatók. A mintegy 1000–1200 darab nyirokcsomó az egyetlen olyan szervünk, amely afferens (nyirokcsomóba belépő) és efferens (nyirokcsomóból kilépő) nyirokerekkel bír. A nyirokcsomókat kötőszöveti tok veszi körül, melyből több sővény (*trabecula*) lép a szerv belsejébe, ahol a nyirokcsomó fő támasztó vázát képezi. Erre a kötőszöveti vázra épül rá a nyirokcsomó finom reticularis kötőszöve. A reticularis vagy rácsrosthálózatot a nyirokcsomó reticulumsejtjei az axonok Schwann-sejtjeihez hasonlóan behüvelyezik, és így a lymphoid elemek a reticulumsejtek membránjával és nem a rácsrosttal magával érintkeznek. A reticulumsejtek nemcsak behüvelyezik a rácsrostokat, de a nyirokcsomón belüli lymphaticus sinusokat is kibélelik sinusendothel funkciót ellátva (**6/52. ábra**).

A legkisebb nyirokcsomókban sinusoidalis és asinusoidalis állomány különíthető el, míg a két állomány a nagyobb méretű csomókban mint kéreg- és velőállomány jelenik meg (**6/53. ábra**). Ez utóbbi nyirokcsomók bab vagy vese alakúak, konvex domború felszínükön fogadják az afferens nyirokereket, melyekben nyirokcsomóba nyílásuk előtt billentyűk szabályozzák a nyirokáramlás irányát, illetve gátolják a periphéria felé való visszafolyást. A nyirokcsomó konkáv, homorú oldala a hilusa, melyen keresztül az efferens nyirokerek elhagyják a csomót. A nyirokcsomó a hiluson keresztül kapja arteriás vérellátását is, és vénák is itt lépnek ki a csomóból. Az afferens nyirokerek száma rendszerint több, és a csomó méretétől függ. Az efferens erek száma mindig kisebb, mint az afferenseké. Ez a különbség a nyirokcsomón belüli nyirokban nyomásfokozódást okoz, ami kedvez a nyirokcsomók szűrőfunkciójának. A lelassult nyirokáramlás következménye egyrészt, hogy a szűrőfunkciót ellátó sinusokat átszövő rácsrosthálózat „mechanikus” szerepe hatékonyabb, másrészt a rácsrost felszínén található macrophagok phagocytafunkciója fokozódik, mert hosszabb ideig érintkeznek a nyirokkal vagy az esetlegesen benne lévő idegen antigénszerű anyagokkal.



6/52. ábra. Nyirokcsomó átmetszete a nyirokszövet elrendeződésének durván sémás ábrázolásával. Az alsó két lebenykéből a bal oldaliban a nyirokelemek kimosása után megmaradó reticularis kötőszövetet, a jobb oldaliban az ennek hézagait kitöltő nyiroksejteket ábrázoltuk sémásan. A fényképbetétek közül a jobb alsó egy centrum germinativum széli részét, a bal alsó egy sinusrészletet, a bal felső egy velőköteg részletét mutatja. A velőkötegben basophil ergastoplasmát (erg) tartalmazó plasmasejtek láthatók



6/53. ábra. Nyirokcsomó emberből (hematoxinilín-eozin festés) (Flerkó B. készítménye)

A nyirokcsomók asinusoidális vagy kéregállománya a hilussal szorosan összefüggő sinusoidális, velőállományt öleli körül. A kéreg tömött lymphoid szövete a B-dependens csíracentrumokból és a közöttük levő diffúz

lymphoid szövetből, a T-dependens vagy mély kérgi állományból az ún. paracortexből áll. A nyirokcsomó kéregállományának cellularis összetétele biztosítja a nyirokcsomó immunműködését, melyet a nyirokcsomó lymphaticus keringése lát el antigéninformációval. Az utóbbit támogatja a nyirokcsomó már említett szűrőfunkciója.

A nyirokcsomó afferens nyirokerei a tokot átfúrva a tok alatt, laposan, vele párhuzamosan szétterülő részbe ömlenek. Ez a tok alatti széli sinus (*sinus marginalis*) a sövények mentén a velőállomány felé vezető összekötő vagy *intermedier sinusok* közvetítésével ürül a *velősinusokba*, ahonnan a vas efferensek erednek és a hiluson keresztül elhagyják a nyirokcsomót. Az efferens nyirokerekben lévő nyirok sejtűs, ellentétben az afferens nyirokkal, mely csak igen kevés lymphoid sejtet és egy-két vörösvértestet tartalmaz. Az efferens nyirok a recirkuláló lymphocytákkal és antigén információt szállító dendriticus sejtekkel dúsul fel. Az első lokális immunreakciót adó regionalis nyirokcsomókból ez által informálódik az egész szervezet immunrendszere, és mozgósítódik az immunválaszra. A velősinusok képezte három dimenziós rendszer elemeit az ún. *velőkötegek* választják el egymástól, melyek főleg kis lymphocytákból, plasmasejtekből és macrophagokból állnak. A nyirokcsomóban mindenütt előforduló sövények vagy trabeculák, szerkezetüket és festődésüket illetően azonosak a tokkal, azaz kötőszöveti elemekből épülnek fel.

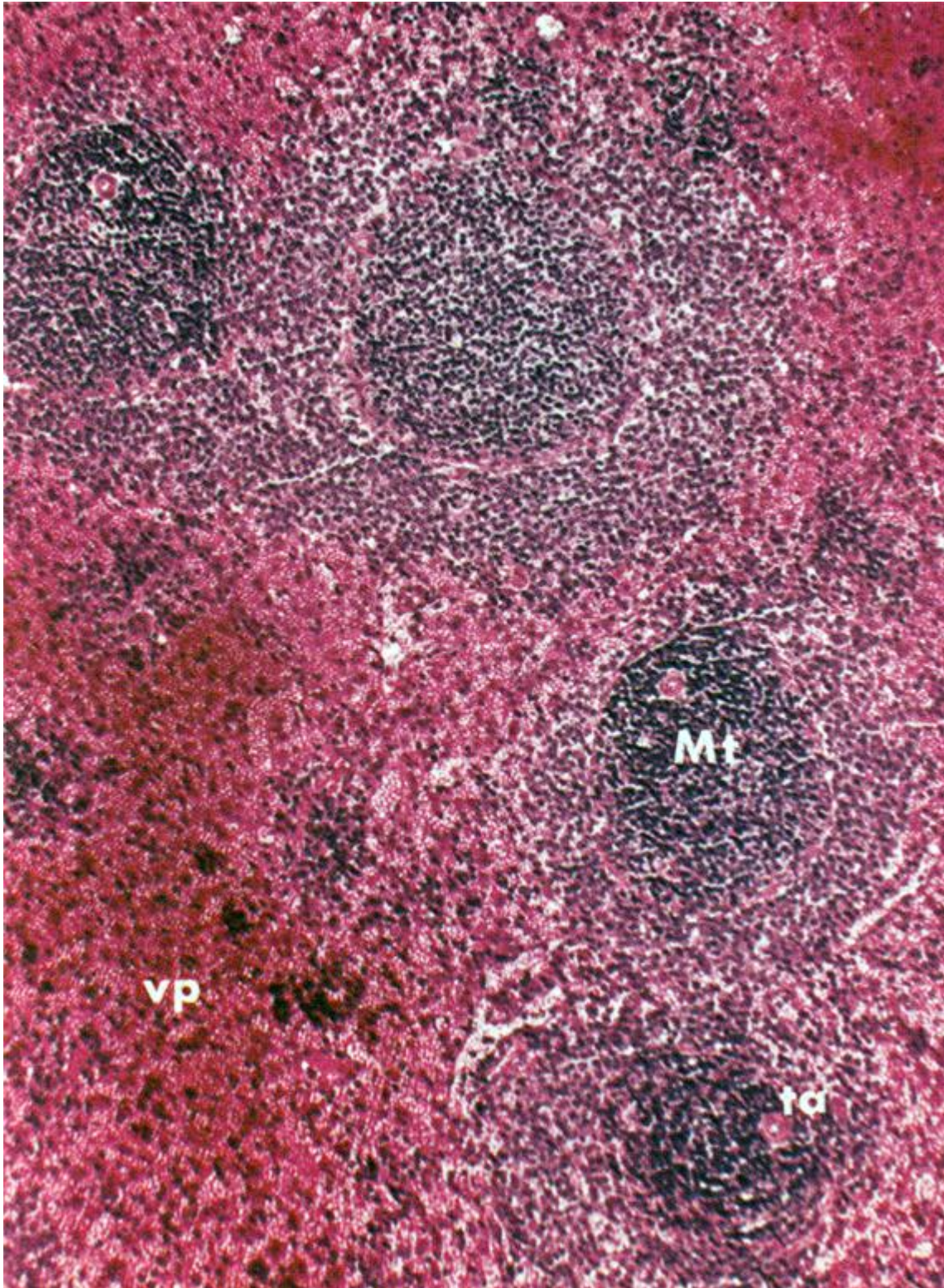
A nyirokcsomó arteriái és venái a hiluson lépnek be, illetve hagyják el a csomót. A belépő arteria először a hilus tájékáról kiinduló sövényekben fut, majd a kéreg–velő határán a capillarisok belépnek a csíracentrumokba, ahonnan a vénák indulnak vissza a hilus felé. Azok az ágak, melyek a mély kérgi állományba lépnek, magas endothelű venulákba (HEV) folytatódnak, melyen keresztül a lymphocyta-recirkuláció zajlik. Ezért a nyirokcsomóba belépő arteriák lymphoidsejt-tartalma általában nagyobb, mint a nyirokcsomóból kilépő vénás véré.

7.4.6. Lép

A **lép** (*lien*) a hasüreg bal felső részében elhelyezkedő kb. 150 gramm tömegű intraperitonealis szerv. Domború sima felszíne a rekeszizom felé néz, míg a homorú a lépkaput és képleteit magában foglaló felszíne a gyomorra tekint. A lépkapu hashártya szalagjai révén a rekesszel, a gyomorral és retroperitoneummal van összeköttetésben, bennük futnak a lépet ellátó erek és idegek, valamint a lépből kilépő vénák és nyirokerek. A lépet körülvevő tömött rostos kötőszöveti tokból indulnak ki a lép durva támasztó váz rendszerét alkotó trabeculák. Bennük és a tokban jelentős számú simaizom található, mely egyes állatfajokban összehúzódásával jelentősen csökkentheti a lép térfogatát, és ezáltal a lépben tárolt vörösvértesteknek a keringésbe dobásával akut vörösvértestszám-növekedést válthat ki.

Friss, fixálatlan lép metszéslapján szabad szemmel két rész különböztethető el. A barnászörös mezőben szétszórtan, világos fehérésszürke, csomók láthatók. Az előbbi vörös pulpának hívjuk, mely színét a nagy mennyiségű vörösvértestektől nyeri, míg az utóbbi állomány a fehér pulpa, mely a lép lymphaticus szövetét alkotja. Mindkét állomány szorosan organizálódik a lép keringése köré, ezért annak ismertetése után részletezzük az egyes pulpaállomány szöveti felépítését. A lép szöveti szerkezetét a **6/54. ábra** mutatja.

A lépkapu előtt az a. lienalis 6–8 ágra válik, melyek a lépkapuból kiinduló trabeculákban futnak. A trabeculák elágazódásait követve az arteriák mérete fokozatosan kisebb lesz, és a kb. 0,2 mm átmérőjű trabecularis arteria belép a lép állományába. Ezt az arteriát a trabeculától kezdve henger alakú, T-lymphocytákból álló, hüvely (periarterialis lymphocyta-hüvely; PALS) veszi körül. A hüvely tengelyében futó arteriát *centralis arteriának* hívjuk. A centralis arteriából oldalt leágazódó capillarisok táplálják a PALS-t, melynek a szélén a capillarisok szabadon végződnek az ún. *marginalis zónában*. A marginalis zóna lapos résszerű vénás sinusokból áll, melyek közötti pulpakötegek nagyszámú B-lymphocytát, plasmasejtet és macrophagokat tartalmaznak. A PALS-on keresztül jövő capillarisok ezekben a pulpakötegekben szabadon végződnek, ezért a marginalis zóna sejtei exponálódnak először a keringésből kilépő anyagokkal. Az arteria centralis a PALS tengelyében futva egyre kisebb lesz, majd belép a vörös pulpába, ahol ecetszerűen 3–5 ágra oszlik (*arteriola penicilliformis*). Az ecsetarteriola nagyon rövid, simaizomsejtjeit elvesztve, mindegyik további 3–5 ecsetcapillarisra oszlik. Ettől a ponttól a tunica media simaizomrétegét helyettesíti az ún. Schweigger–Seidel-féle hüvely, vagy az angol irodalomban *ellipsoidnak* nevezett struktúra (**6/55. ábra**).

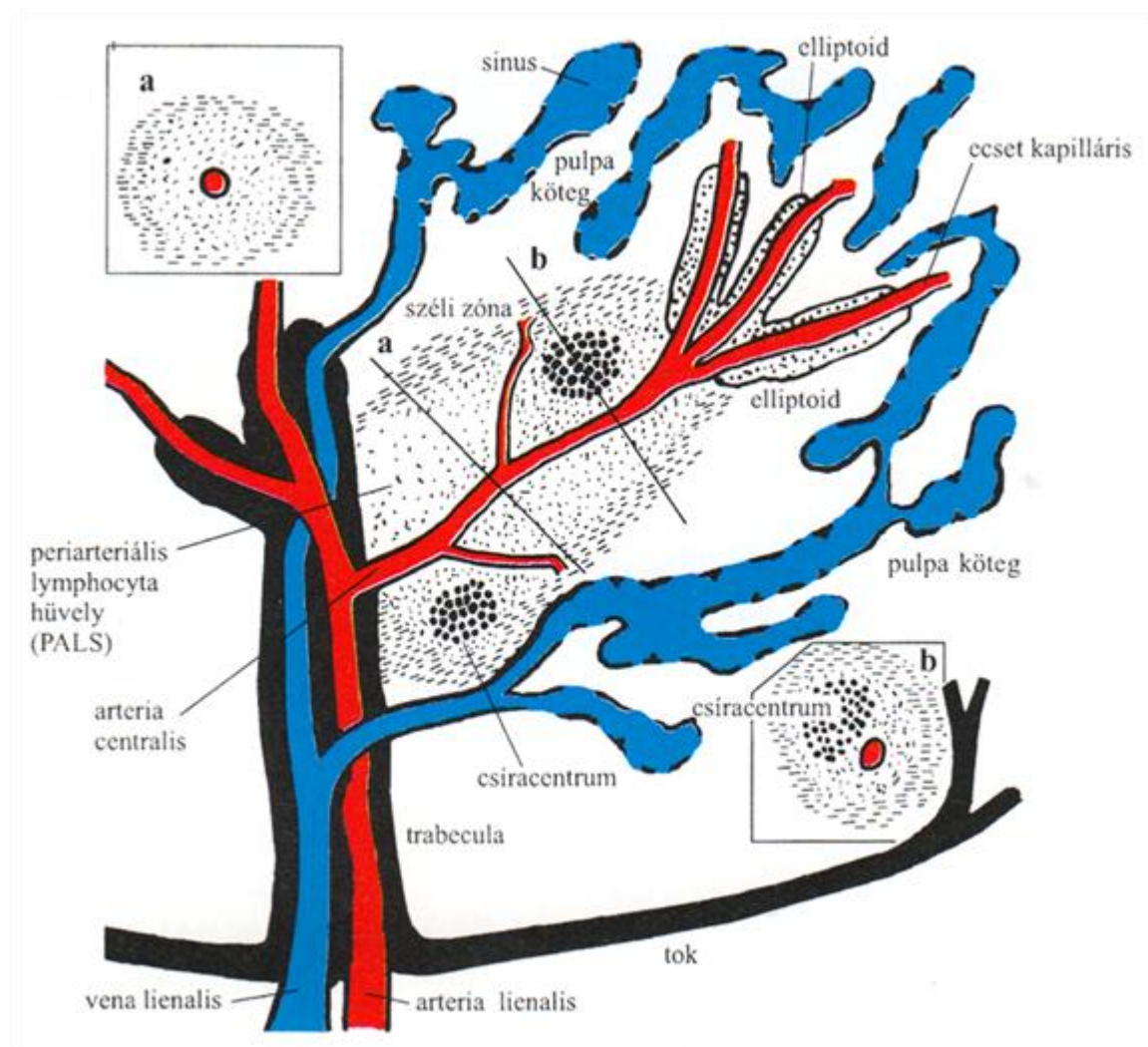


6/54. ábra. Lép áttekintő képe (hematoxinilín-eozin festés, 940-szeres nagyítás) (Palkovits M. anyagából). Mt: Malpighi-tüsző; ta: tüszőarteriola; vp: vörös pulpa

Az ellipsoid reticulumsejtek háromdimenziós szövédékből és macrophagokból áll. Az ellipsoid sejtes összetétele meghatározza funkcióját, mely a penicilliform capillaris endothelján keresztül a keringésből kilépett corpuscularis és solubilis anyagok szűréséből és endocytosisából áll (phagocytosis és pinocytosis). A macrophagok endocytosisát követően elhagyják az ellipsoidot, és a vörös pulpán keresztül a széli zóna és a PALS határa felé vándorolnak, ahol T- és B-lymphocyták egymás mellett találhatók. Ez a fehér pulpának az a területe, ahol a csíracentrumok képződnek. A centralis arteriák tehát nincsenek a lép csíracentrumaiban, de ezek

oldalirányú capillarissai, melyek a PALS-t keresztezik, átmehetnek a lép csíracentrumain. Szövettani diagnózis szempontból érdemes megjegyezni, hogy a centralis arteriát körülvevő PALS keresztmetszete felületes vizsgálat alapján csíracentrumnak nézhető, de a PALS mindig csak kis lymphocytákból áll, míg a csíracentrum jól definiált hisztológiai felépítésű.

Itt jegyezzük meg, hogy korábban felmerült, hogy az ellipsoidok funkciója az intralienalis keringés szabályozása lenne. Erre azonban ma sincs bizonyítékunk, és a Schweigger–Seidel által javasolt szűrőfunkció pedig többszörösen megerősítést nyert. Egy másik megjegyzés is ide kívánczok, ami a lép zárt és nyílt keringésére vonatkozik, és összefügg az ellipsoidok keringést szabályozó téves feltételezésével. Ez abból a megfigyelésből táplálkozott, hogy az arteria centralisból leágazódó capillarissok szabadon végződnek a lép széli zónájában, azaz nincs közvetlen kapcsolat a lépen belül az arteriás és vénás keringési szakasz között. Az intravenásan adott festékanyag vagy tus másodperceken belül feltöltötte a széli zóna pulpakötegeit, és nem jutott el a vörös pulpába. Úgy gondolták, hogy az ecsetcapillarison levő ellipsoid contractiója miatt nem jut a festékanyag a vörös pulpába. Mára számosan megerősítették a nyílt vérkeringés létét, azaz nincs direkt összeköttetés az ecsetcapillaris (arteriás szár) és a lépsinusok (vénás szár) között, hanem a kettő között a pulpaköteg lát el vascularis funkciót. Az emlősökre a nyílt vérkeringés jellemző, míg madaraiban direkt összeköttetés található az ecsetcapillaris és a vénás sinusok között, azaz a zárt keringés a valószínűbb. Madarakban nincs marginalis zóna.



6/55. ábra. A lép fehér és vörös pulpájának valamint keringésének sémás szerkezete. Az a.) kép a periarterialis lymphocytá hüvely (PALS pontozott terület) keresztmetszetét mutatja. A b.) kép esetén a metszési sík a PALS-hoz asszociálódott csíracentrumon megy keresztül. A fehér és vörös pulpát a széli zóna (szaggatott vonallal jelzett terület) választja el egymástól, melyben az arteria centralisból leágazó kapillárisok szabadon végződnek

Az ecsetcapillarisok a vörös pulpa pulpakötegeibe nyílnak, ahonnan a vérsejtek a sinusok falát alkotó endothelsejtek között diapedesis útján jutnak a sinusok üregébe. A sinusok hosszú, orsó alakú endothelsejttei

úgy állnak egymás mellett, mint kiszáradt hordók dongái, melyek között hézagok vannak. Ezért a sinusok endothelsejtjeit „dongasejtnek” hívják. A hordó dongáit összetartó abroncsokat pedig a sinusok körüli rácsrostok képezik. A sinusok szabálytalan alakú elágazódó, összeszűkülő, majd kitáguló üregek, melyek összeszedődve belépnek a trabeculában lévő elvezető vénákba. A v. lienalis a máj portalis keringésének része, így válik anatómiailag egységgé a hepatolienalis phagocytarendszer, mely a máj Kupffer-sejtjeiből és a lép ellipsoidjainak az ún. ellipsoidhoz asszociálódott macrophagjaiból áll.

A lép *fehér pulpáját* a lép arteriás rendszeréhez csatlakozó lymphoid állomány képezi, mely az arteria centralis körül lokalizálódó T-dependens PALS-ból és a PALS szélén helyet foglaló B-dependens csíracentrumokból áll. Az utóbbiak száma a nyirokcsomókhoz viszonyítva csekély, ami érthető, hiszen fertőző anyagok jóval ritkábban kerülnek a vérbe, mint a nyirokerekbe. A lépnek is csak elvezető nyirokerei vannak, melyek a trabeculákban lépnek fel.

A *vörös pulpa* a sinusokból és a sinusok közötti pulpa- vagy Billroth-kötegekből áll. Az utóbbiakban a lépreticulumsejtek háromdimenziós hálózatot képeznek, nyúlványaikkal egymáshoz és a sinusok basalis membránjához kapcsolódnak. Erre a reticulumsejtek alkotta mechanikus szűrőrendszerre épül rá nagyszámú macrophag, melyek az előregedett vörösvértesteket phagocytálják. Cytoplasmájukban jelentős mennyiségű vastartalmú pigment (hemosiderin) található, aminek vastartalma újra fölhasználódik az erythropoiesis során. A macrophagokon kívül T- és B-sejtek, plasmasejtek, granulocyták, vérlemezkék és a vörös pulpa színét adó vörösvértestek találhatók. A szérum szabadon jut be a pulpakötegből a sinusba, míg a sejtjes elemek diapédessissel lépnek be a sinusok üregébe.

A lépparenchyma harmadik állománya a *marginalis zóna*, mely a fehér pulpát veszi körül, és mint említettük, nagy lapos, résszerű sinusokból áll. A 2–3 lapos sinus közti térbe nyílnak az arteria centralisból leágazó capillarisok. Különleges B-lymphocyta szubpopulációt tartalmaz, mely a pneumococcus poliszacharid tokanyaga ellen képes antitestet termelni. Kisgyermekkorban végzett lépirtás után a gyerek fokozottan érzékeny pneumococcus-inféktióra.

A lép funkciója szerkezetéből kiolvasható. A fehér pulpa nyirokszövet és a nyirok, valamint a vérkeringésen keresztül csatlakozik a szervezet egész nyirokrendszeréhez. A vörös pulpa embernél elsősorban az előregedett vörösvértestek eliminációját végzi, szűrő szerepe van. Egyes állatokban hemopoetikus szervként is működik. Emberben ez a funkciója születés után megszűnik, egyedül a lymphopoiesis marad meg. A lép nem nélkülözhetetlen az élethez. Lépirtás után a vörös pulpa funkcióját néhány retroperitonealis nyirokcsomó veheti át, ami átalakulhat ún. hemalis csomóvá. Az ilyen nyirokcsomók sinusai tele vannak vörösvértestekkel és erythrophagiát mutató macrophagokkal. Nyirokcsomó-méretű járulékos lépek is előfordulhatnak a lig. gastrolienalében is.

7.5. A regionalis nyirokelvezetés

Általánosságban azt mondhatjuk, hogy a felületes (bőr alatti) nyirokerek a vénákat, míg a mélyek az arteriákat kísérik, kihasználva az arteriák lüktetéséből származó energiát a nyirok továbbítására.

7.5.1. A fej nyirokútjai

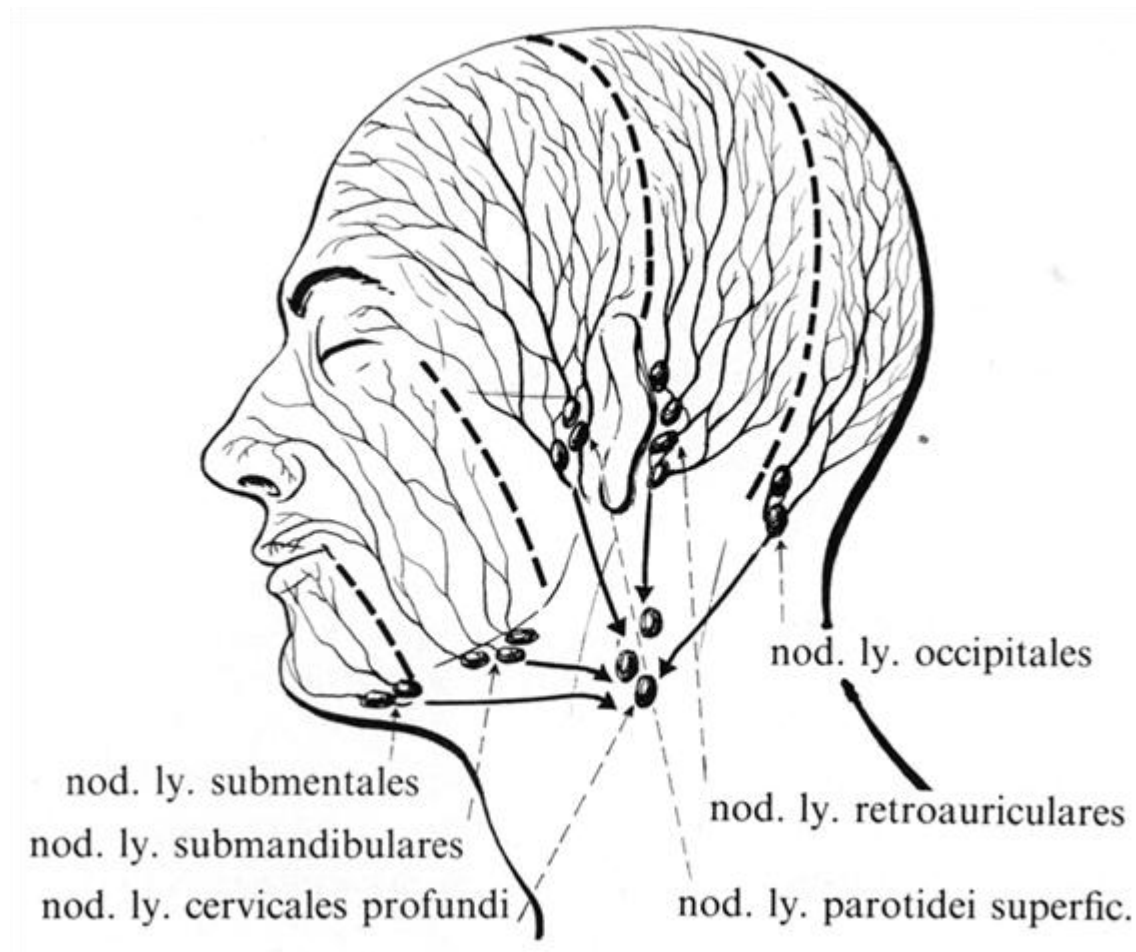
A fej és az arc felületes szöveteinek regionalis nyirokelvezetése sávszerű (6/56. ábra).

- ◆ 1. A hátsó nyakszirti tájékról a nyirokerek a m. sternocleidomastoideus tapadása mögötti *nodi lymphatici occipitales*be;
- ◆ 2. a fül mögötti fejtetősávról, a fülkagyló hátsó felszínéről, a külső hallójárat hátsó faláról, részben a dobüreg hátsó részéből is a nyirok a fül mögötti *nodi lymphatici retroauriculares*be ömlik;
- ◆ 3. a fültől előre eső fejtetősávról, a homlokról és a felső szemhéjról a fültőmirigybe felületesen ágyazott *nodi lymphatici parotidei superficiales*be vezetődik a nyirok;
- ◆ 4. az orr felületes szöveteiből, az alsó szemhéjből és a felső ajakból a nyirok a submandibularis háromszögben felületesen elhelyezkedő *nodi lymphatici submandibulares*ba vezetődik;
- ◆ 5. az alsó ajakból, az elülső alsó fogakból és a mögöttük levő, nyelv alatti tájék első részéből, sőt a nyelvcúcsból a nyirok a submentális háromszögben elhelyezkedő *nodi lymphatici submentales*be ömlik.

Mindezen nyirokcsomókból a nyirok a nyaki érköteget körülvevő nagyszámú mély nyaki nyirokcsomóba (*nodi lymphatici cervicales profundi*) jut, mint másodlagos regionalis nyirokcsomókba.

Bonyolultabb az elvezetés az arc mélyebb régióiból.

♦ 1. A garat felső részéből, a dobüregből, a lágy szájpadról, az orrüreg hátsó részéből, a szemüreg mélyéből a nyirok a garat hátsó falán ülő *nodi lymphatici retropharyngei*be vezet; ezek elgennyesedése főleg kisgyermekkorban ún. retropharyngealis tályogokat okoz.



6/56. ábra. A fej nyirokelvezetésének „sáv”-szerű jellege

♦ 2. Az orrüreg elülső részéből és a nyelv középső szakaszából, a felső fogakból, a szájpadból, az oldalsó alsó fogakból a nyirok a *nodi lymphatici submandibulares*be jut.

♦ 3. A tonsilla palatina, a nyelvgyök és a bölcsességfogak területéből a nyirok közvetlenül jut az elülső felső mély nyaki nyirokcsomókba (*nodi lymphatici cervicales profundi*).

A nyirok további másodlagos és harmadlagos nyirokcsomókon átvezető útja ugyanezen mély nyaki nyirokcsomók során átvezet lefelé.

Az agyvelőnek nincsenek nyirokereit. A központi idegrendszernek ugyanis sajátos, a szervezet többi sejt közötti rendszerétől elválasztott vérpályán kívüli nedvtere van, az ún. liquortér, amelyről az idegrendszerről írt fejezetben az agyburokkal kapcsolatban szólnunk részletesen. A kemény agyhártya (*dura mater*) külső rétegéből már van nyirokelvezetés, ami a koponyafal megfelelő sávja szerint kerül különböző elsődleges regionalis nyirokcsomókba. A két nedvtér – ti. a liquortér és a fejfal nyirokterülete közt vannak a folyadékcseré mennyiségi szempontjából talán jelentéktelen, de orvosi gyakorlati szempontokból (fertőzési utak, hatóanyagok felszívódása) mégis igen fontos összefüggések. Ezek egyik legfontosabbika a fila olfactoria körül a rostacsont lamina cribrosáján keresztül meglevő kapcsolat (az orrüreg felső részéből hatóanyagok juttathatók be a liquortérbe).

7.5.2. A nyaki szervek nyirokelvezetése

A nyakon van néhány kisebb jelentőségű felületes nyirokcsomó (*nodi lymphatici cervicales superficiales*) a v. jugularis externa körül. A nyaki nyirokcsomók fő tömege (kb. 30 db) a nyaki érköteget körülvevő *nodi lymphatici cervicales profundi*. Ezek, mint láttuk, a fej másodlagos és harmadlagos regionalis nyirokcsomói, de egyes mély arci és koponyaalapú területekből a nyirok közvetlenül is ide jut, tehát e területek elsődleges nyirokcsomói.

A nyaki zsigerek – gége, pajzsmirigy, garat, nyelőcső – nyirka e szervek erei mentén zömben a mély nyaki nyirokcsomók különböző csoportjaiba vezet. Különleges helyzetet foglal el a légcső (*trachea*), mely körül néhány külön nyirokcsomó található (*nodi lymphatici tracheales*), amelyek a gége, a légcső és a nyelőcső egy részének elsődleges regionalis csomói. A v. jugularis interna körül a mély nyaki nyirokcsomók összekötő nyirokerei egy nagyobb nyiroktörzsbe, a *truncus jugularis*-ba folynak össze, amely a kulcscsont feletti árok mélyén csatlakozik a többi fő nyirokvezetékhez.

7.5.3. A felső végtag és a felső törzsfal nyirokelvezetése

A felső végtag és a törzsfal köldök feletti része – az utóbbi legbelső rétegének kivételével – egységes nyirokelvezető rendszert alkot. E hatalmas terület központi nyirokgyűjtő állomása a hónalji nyirokcsomók (*nodi lymphatici axillares* 20–25 db) nagy csoportja. Ezek a csomók a mély nyaki nyirokcsomókhoz hasonlóan részben elsődleges, részben másodlagos regionalis nyirokcsomói a gyűjtőterületüknek.

A felső végtag nyirokerei nagyobb részt a felületes vénákkal párhuzamosan haladnak a bőr alatti kötőszövetben. A könyöktájék néhány nyirokcsomója, a *nodi lymphatici cubitales* (egy-egy található a könyökárokban és a könyök felett a v. basilica mellett), a nyirokereknek csupán kisebbik részét veszi fel, a többi egyenesen a hónalji nyirokcsomóba vezet. A felkaron azonban már több nyirokér a mély érköteg mentén halad; ezek azok, amelyek nyirka már átszűrődött a könyöki nyirokcsomókon.

A felületes vagy lateralis – a fascia axillaris felett fekvő – nyirokcsomók csoportja veszi fel a felső végtag felületes nyirokereit és a köldök feletti törzsfal ide konvergáló nyirokereit. A végtag mélyebb nyirokerei a v. brachialis és axillaris mentén közvetlenül a centralis axillaris nyirokcsomókba ömlenek, amelyek a hónaljközponti részét foglalják el. Orvosgyakorlati szempontból elsőrendű fontosságú (az emlőmirigy gyakori gyulladásos és rákos megbetegedései miatt) az emlőmirigy tájékának nyirokelvezetése. Ennek elsődleges regionalis nyirokcsomói a két m. pectoralis közt elhelyezkedő *nodi lymphatici pectorales*, és a még mélyebben fekvő *nodi lymphatici intercostales*. Innen a nyirok a centralis hónalji nyirokcsomók, sőt részben azok legmélyebb, ún. apicalis csoportjába kerül mint másodlagos csomókba. A mellrákos megbetegedései szempontjából veszélyes, elvezető út az emlő medialis részéből a mélybe furakodó nyirokerek révén a mellkas belső felszínén elhelyezkedő *nodi lymphatici parasternales*-be irányul. A válltájékról és a hátról a bőrnél kissé mélyebben fekvő szövetekből a nyirok a scapula hónalji széle előtt és alatt fekvő *nodi lymphatici subscapulares* jut.

A hónalji nyirokcsomók apicalis csoportja után nyirokérrendszerek a v. axillaris mellett egy-két nagyobb törzsbe szedődnek össze, majd a clavicula alatt, a v. subclavia fölött és mögött haladva, rendszerint közös törzsként (*truncus subclavius*) csatlakoznak az angulus venosusok tájékán a nagy nyiroktörzsekhez.

7.5.4. A mellüreg és a mellúri zsigerek nyirokútjai

A mellüreg belső falrétegeinek és a mellúri zsigerek nyirokelvezetését erősen sematizálva a **(6/57. ábra)** illusztrálja. Ebből az ábrából le is olvashatjuk a testüregi nyirokelvezetés néhány fontosabb alapelvét. Minden testüregnek háromféle nyirokérrendszere van:

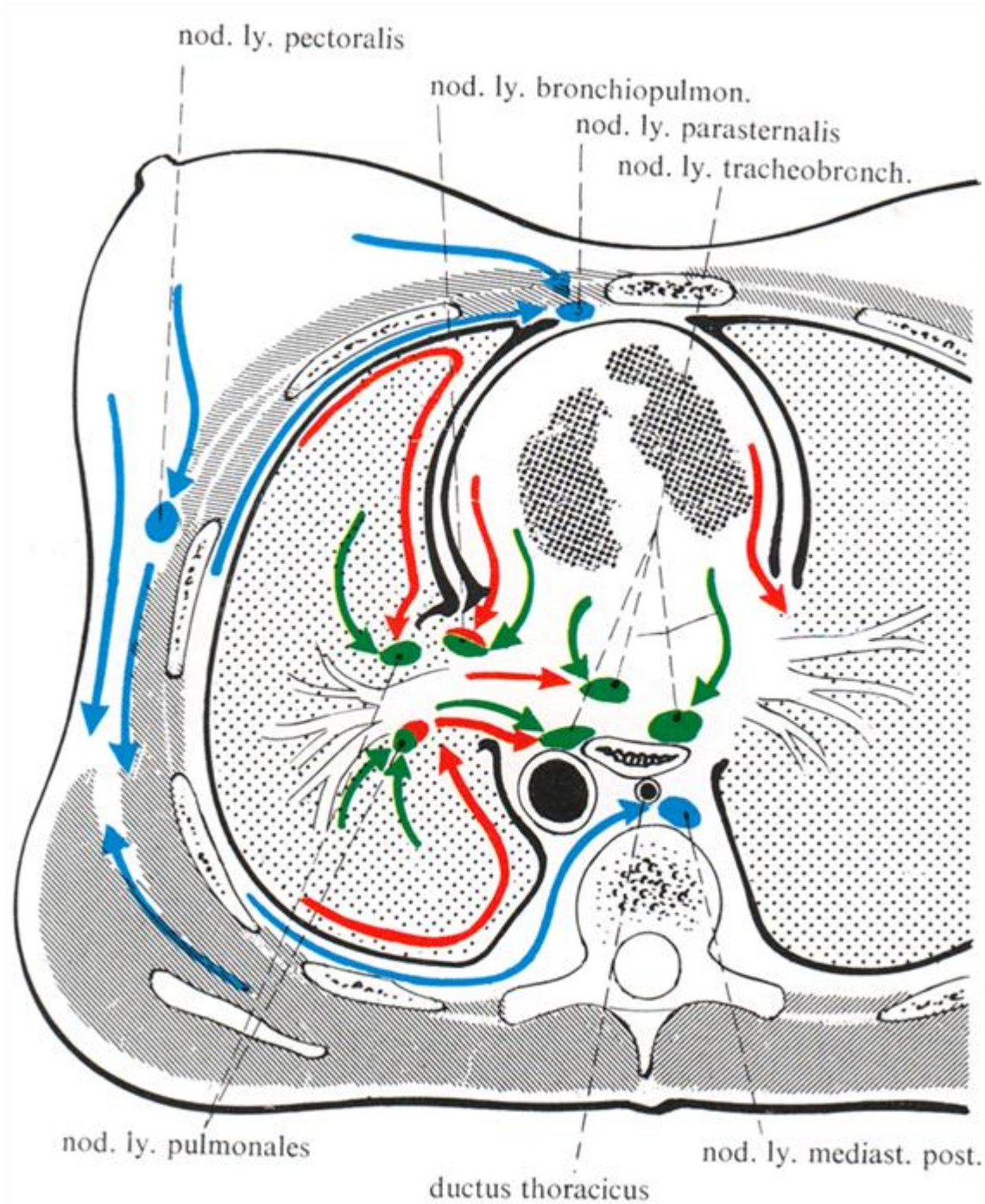
- ◆ 1. parietalis subserosus rendszer,
- ◆ 2. zsigeri subserosus rendszer,
- ◆ 3. zsigeri érmenti és pericanalicularis rendszer.

A mellüregi parietalis subserosus rendszer főleg az intercostalis erek körül, velük párhuzamosan futó nyirokerekbe szedődik össze. Természetesen nem csupán a mellhártya és a szívburok fali részéből vesznek fel nyirokereket, hanem a testfal mélyebb izmos és csontos rétegéből is. A mellkasban speciális helyzetet teremt,

hogy az üreget széles válaszfal, a mediastinum választja el, amelynek elülső részét a szív alkotja. Nyirokcsomók a válaszfal elülső és hátsó részében találhatók; ezek

- ♦ a) a *nodi lymphatici mediastinales posteriores* a hátsó mediastinalis nagyerek és a nyelőcső körül;
- ♦ b) a válaszfal elülső részében a mellkasfal belső falán a *nodi lymphatici parasternales* és
- ♦ c) feljebb a szív feletti mediastinumban a *nodi lymphatici mediastinales anteriores*.

Amint a 6/57. ábrából kitűnik, az intercostalis nyirokerek mentén a nyirok a mellkas elülső felében a parasternalis, hátsó felében a hátsó mediastinalis nyirokcsomók felé vezetődik el. A parasternalis nyirokcsomók, mint az előző fejezetben láttuk, átfúró nyirokerekkel az emlőmirigy medialis részéből is kapnak nyirokbefolyást. Alulról a rekesz elülső résein (az a. és v. thoracica interna mentén) az elülső hasfal belső felszínéről és a lig. falciforme hepatis útján a májból kapnak nyirokereket.



6/57. ábra. A mellüreg nyirokelvezetésének elve. Kék: külső testfali és parietalis subserosus rendszer; piros: visceralis subserosus rendszer; zöld: pericanalicularis zsigeri rendszer

A hátsó mediastinalis nyirokcsomók a mellkasfal hátsó felszínén kívül a nyelőcső, a szív hátsó felszíne, a nagyerek és a rekeszen áthaladó v. cava inferior mentén a máj hátsó és a mediastinum anterius egyéb szöveteiből vezetik el a nyirkot.

A zsigeri subserosus rendszer a mellkasban főleg a tüdő felületes rétegeiből gyűjti össze a nyirkot, és rendkívül sűrű hálózata a tüdőkapu tájékán levő *nodi lymphatici bronchopulmonales* felé vezetődik el.

A szív subepicardialis nyirokhálózata a hátsó mediastinalis és a tracheobronchialis nyirokcsomók felé vezet.

A zsigeri ér menti, ill. pericanalicularis rendszer a tüdőben jelentős. A bronchusfa elágazódása mentén central felé (ti. a tüdőkapu felé) futva, a tüdőállomány mélyén levő *nodi lymphatici pulmonales*be vagy közvetlenül a *nodi lymphatici bronchopulmonales*be ömlenek. – Innen a nyirok a hörgőket és a légcsövet körülvevő nagyszámú tracheobronchialis és trachealis nyirokcsomócsoporthoz jut (*nodi lymphatici tracheobronchiales et tracheales*).

Végül ennek a nyirokcsomócsoporthoz az összekötő nyirokerei elől az elülső mediastinalis, hátulról a hátsó mediastinalis nyirokcsomókból jövő vas efferensekkel megerősödve, egy, a nagy nyiroktörzsekhez csatlakozó *truncus bronchomediastinalis* nevű törzset vagy sokszor csupán köteget alkotnak.

7.5.5. Az alsó végtag és a köldök alatti törzsfal nyirokelvezetése

E nagy terület nyirokelvezetése teljesen analóg a felső végtag és a köldök feletti felületes törzsfal nyirokelvezetésével. Csak az a különbség, hogy itt nem az axillaris, hanem az inguinalis nyirokcsomók alkotják a felületes nyirokereket konvergenciapontját.

Az alsó végtag distalis részében a nyirokereket zöme a bőr alatti kötőszövetben halad, majd a v. saphena parva gyűjtőterületéből származók, a fossa popliteába benyomulva, egy elsődleges regionalis nyirokcsomó útján (*nodus lymphaticus popliteus*) mély nyirokköteget hoznak létre az a. poplitea, majd femoralis mentén.

A nyirokereket többsége felületes marad, és a v. saphena magnával párhuzamosan halad, majd a fascia lata hiatus saphenus felé konvergál. E körül T alakban több felületes nyirokcsomó csoportosul: a *nodi lymphatici inguinales superficiales*. A T függőleges alsó szárát alkotó nyirokcsomók a felületes alsó végtagi nyirokereket veszik fel, a lig. inguinalis párhuzamos felső szár nyirokcsomói pedig az egész köldök alatti törzsfal a far- és gáttájék, a külső nemi szervek és a végbélnyílás nyirkát veszik fel. A here és a here burkai, valamint a férfi húgycső hímvesszőn belüli részének nyirokerei nem ide tartoznak. Nőben speciális nyirokelvezető út vezet a méh testéből a lig. teres uteri útján az inguinalis nyirokcsomókhoz. Férfiban a canalis inguinalison keresztül haladó nyirokáramlás éppen ellentétes irányú.

Felületes inguinalis nyirokcsomókból a nyirok a hiatus saphenus útján a mélybe kerül, s a *nodi lymphatici inguinales profundi* felé, majd a hiatus subinguinalis medialis részén át az a. iliaca externa mentén fekvő nyirokcsomók felé vezetődik el.

7.5.6. A hasüreg és a hasúri zsigerek nyirokelvezetése

A hasüregben a nyirokelvezetés elve hasonló a mellüregben leírtakhoz, csupán annak következtében, hogy a hasúri zsigerek nagy része vékony falú cső, a zsigeri subserosus és ér körüli, ill. pericanalicularis nyirokérrendszer elválása nem olyan feltűnő, mint a tüdőnél. Itt azonban a tömörebb szervekben (máj, vesék, lép) a tok alatti és a belső ér menti nyirokelfolyás két fontos rendszert képvisel. A fali hashártyaviszonyok egyszerűbb volta (nincs mediastinum) következtében a mellüregben tapasztalt viszonyoktól eltérően minden nyirok inkább hátrafelé törekszik a gerinc előtti nagy erek (aorta, v. cava inferior) körül csoportosuló nyirokcsomók felé.

A hasüregi szervekből elvezetett nyirok az 1. ágyékcsigolya teste előtt, már a rekesz szárai közt fekvő laposan elterülő, többé-kevésbé cisternaszerű üreggé összefolyó nyirokérfonat a *cisterna chyli* felé konvergál. Itt található az aorta két oldalán felsorakozó *nodi lymphatici lumbales* összekötő nyirokereiből kialakuló két *truncus lumbalis*. Ezek az aa. iliaca externae és internae, majd communes mentén felsorakozó hasonló nyirokcsomók (*nodi lymphatici iliaci*) révén az egész alsó végtag, a külső alsó törzsfal és a medence nyirkát hozzák, s egyben felveszik a hasfal belső felszíne nyirkának nagy részét. A cisterna chylibe nyílik be a bélfodor

nyirokcsomóinak elvezető nyirokereiből kialakuló fő chylusvezeték, a *truncus intestinalis* is. A cisterna chyli felfelé a fő nyiroktörzsbe, a *ductus thoracicus*ba folytatódik.

A felső hasúri szervek nyirokelvezetése szempontjából nagyobb orvosi gyakorlati jelentőségű komplexumot képez a gyomor, máj, lép, pancreas, duodenum szervcsoport szorosan összeszövődött nyirokrendszere. E nyirokút komplexus központi gyűjtőterülete a gyomor. Nyirka négy regionalis nyirokcsomópont felé vezetődik el, mint elsődleges szűrőállomás felé.

♦ 1. A gyomor fundusa és kiscsücsületével határos fala nagy részéből a nyirok a *nodi lymphatici gastrici sinistri* felé vezetődik. E nyirokcsomók ott helyezkednek el, ahol az a. gastrica sinistra a kiscsücs bal felső szélénél eléri a gyomrot. A csoport további tagjai a cardiát veszik körül, sőt a fundusra is ráhúzódnak. Ezekből a nyirokcsomókból a nyiroknak két elvezetési útja van: az egyik az esophagus rekeszi nyílásán keresztül a hátsó mediastinalis nyirokcsomók felé, a másik az a. gastrica sinistra mentén visszafelé a truncus celiacus mellett elhelyezkedő *nodi lymphatici celiac*i mint másodlagos regionalis nyirokcsomók felé. Innen a nyirok közvetlenül bejuthat a cisterna chylibe.

♦ 2. A gyomor nagycsücsületének felső része tájékáról a lig. gastrolienale útján a nyirok a lép kapujához közel elhelyezkedő nyirokcsomókba (*nodi lymphatici pancreaticolienales*) jut. Innen a pancreas farka, majd teste mentén, főleg az a. és v. lienalis kíséretében, a nyirok további pancreas körüli nyirokcsomókon átszűrődve éri el a cisterna chyli.

♦ 3. A gyomor kiscsücsületének jobb végénél, a pylorus és a duodenum felső szára mentén fekvő nyirokcsomók (*nodi lymphatici pylorici*) veszik fel a gyomor pyloricus felső szektorának és a duodenum felső szakaszának nyirkát. E nyirokcsomók szoros összeköttetésben vannak a májkapu nyirokcsomóival (*nodi lymphatici hepatici*), és mindkét csoport nyirka a truncus celiacus körüli nyirokcsomók útján éri el a cisterna chyli.

♦ 4. A gyomor nagycsücsülete jobb végénél lévő *nodi lymphatici gastrici dextri* a gyomor negyedik szektorából gyűjtik össze a nyirkot. Innen a nyirok duodenum felső része és a pylorus mögött éri el a cisterna chyli.

A belek nyirokrendszer a szervezet egyik legfontosabb és működési szempontból kitüntetett nyirokterülete. Minden bélboly tengelyében van egy zsákszerű, a boly csúcsához közel vakon eredő, központi nyirokér (*vas chylifera centrale*), amelyek a bélnél leírandó nyirokérfonatok útján végül a bél mesenterialis nyirokereibe szedődnek össze. Itt több bélfodri nyirokcsomón (*nodi lymphatici mesenterici*) áthaladva, végül a bélfodor tövében összetalálkoznak a truncus intestinalis nevű nagyobb nyirokér-törzsben. A vékonybelek nyirokrendszerét a felszívódáskor benne áramló tejfehér nyirokra (*chylus*) való tekintettel chylusereknek nevezik. A vastagbél nyirokerei a felszívódásban már kisebb jelentőségűek. Az arteriák mentén fekvő nyirokcsomók útján nyirkuk részben a truncus intestinalisba (az a. mesenterica sup. mentén), részben a hátsó hasfali nyirokerekhez csatlakozik. A hátsó hasfali zsigerek (vese, mellékvese) nyirka az aorta körüli lumbalis nyirokcsomókba kerül, és onnan a truncus lumbalisszal vagy közvetlenül éri el a cisterna chyli.

A medencei zsigerek nyirka e szervek oldalán eléggé szabálytalanul elhelyezkedő és igen kevésbé állandó nyirokcsomókba jut, mint elsődleges regionalis szűrőállomásokba. Innen a nyirok a medencei zsigeri erek mentén a két iliaca érkeg körüli és közötti nyirokcsomókba, majd az aorta körüli lumbalis nyirokcsomókba kerül. Gyakorlati fontosságuk még a sacrum belső felszínén lévő *nodi lymphatici sacrales*, amelyek a végbélből, de ezenkívül a medencei zsigerek medencefenéki részéből kapnak nyirokáramot. E csomók nyirka is a lumbalis nyirokcsomók felé vezetődik el. Speciális nyirokelvezetése van a nemi mirigyeknek, amelyeknek nyirokerei e szervek arteriái és venái mentén vezetnek az aorta abdominalis felső része körüli nyirokcsomókba. A nemi mirigyek daganatai ezért különösen veszélyesek távoli áttételek szempontjából. A méhtest és a méhkürt nyirkának egy része a petefészek nyirokereivel együtt szintén közvetlenül a felső, aorta körüli nyirokcsomók felé folyik el. Egy másik mellékútja a méhtest nyirokereinek a lig. teres uteri mentén és a canalis inguinalison keresztül a *nodi lymphatici inguinales*be vezet.

7.5.7. A nagy nyirokértörzsek

Az egész alsó testfélből a cisterna chyliben összegyűlő nyirok a *ductus thoracicus* útján vezetődik el. Ez a rekeszen az aortával együtt annak jobb oldalán közvetlenül a csigolyatesthez tapadva halad át, majd a hátsó mediastinumban a v. azygos és az aorta között halad felfelé. A 6. mellcsigolyától kezdve a csigolyatestek és az aorta közt áthajlik a bal oldalra, majd a hátsó mediastinum laza kötőszövetében felfelé megkerüli a pleura kúpot, és kis távulattal hátulról benyílik a bal angulus venosusba. Ide való belépése tájékán veszi fel eléggé szabálytalan elrendezésben a bal truncus jugularist, truncus subclaviust és truncus bronchomediastinalist. Így a ductus thoracicus végül is a test 3/4 részéből származó nyirkot juttatja be a vénás rendszerbe.

Szöveti szerkezet tekintetében a ductus thoracicus vénák és artériák közötti falszerkezetet mutat. Az intima endothelje alatt finom elasticus hálózatot tartalmaz. A media körkörös izomrétegből áll, finom elasticus rostokkal. Az adventitia hosszanti, magas menetű spirális simaizom- és kötőszöveti nyalábokból áll.

A jobb *truncus jugularis*, *truncus subclavius* és *truncus bronchomediastinalis* a jobb angulus venosus mögötti tájékon rövid közös törzsbe (*truncus lymphaticus dexter*) olvad össze, és ez benyílik a jobb angulus venosusba. Így a test jobb felső kvadránsának nyírka a jobb v. brachiocephalica véráramához csatlakozik.

7.6. A nyirokrendszer fejlődése

A nyirokrendszer eredetéről és fejlődéséről jóformán csak feltételezések vannak. Az egyik lehetőség, hogy a vénák endotheljének bimbózásából keletkeznek, legalábbis a fő nyirokértörzsek, amelyek az angulus venosusban csatlakoznak a vénás rendszerhez. A másik lehetőség, hogy lokálisan mesenchymalis sejtek nyirokerekké állnak össze, a keringési rendszer fejlődésénél ismertetett módon. Filogenetikailag a nyirokrendszer kezdeményei a kétélűeknél található nyirokszíveknek megfelelően keletkeznek melyek, mint központi elemek másodlagosan kerülnek egymással összeköttetésbe. Emlősöknél a nyirokszíveknek megfelelő nyirok-„tasakok” vagy cisternák jelennek meg, melyek valószínűleg a lokálisan képződő nyirokereket orientálják. Ezek a primaer lymphaticus cisternák a terhesség 6–7. hetében lépnek fel párosan a nyakon, az angulus venosus szomszédságában és a hátsó hasfalon. A nyirokerek időben és térben együtt fejlődnek az arteriális és vénás rendszerrel. Ez a tény is hangsúlyozza jelentőségét, nevezetesen a szívből nagy nyomáson kiáramló arteriális rendszernek a vértérfogata két úton tér vissza a szívbe; vénás és nyirokrendszeren keresztül. Az utóbbi kis nyomású rendszerekben az összes sejtes elem és a folyadék jó része a vénás, míg a „folyadék” másik jelentős része, a nyirokrendszeren keresztül jut vissza a szívhez, így a vénás és a nyirokkeringés kölcsönösen kiegészítik egymást.

2. fejezet - 7. Fejezet. Zsigertan (splanchnologia)

1. 7.1. A ZSIGEREKRŐL ÁLTALÁBAN

Zsigereken [*viscera* (lat.); *splanchna* (gör.)]eredetileg a mell- és hasüregben helyet foglaló szerveket értették, utóbb azonban a fogalmat kiterjesztették a fejen, a nyakon és a gáttájékon elhelyezkedő és működésileg a testüregek szervrendszeréhez tartozó szervekre is. Viszont a szív és a vele összefüggő nagyerek nem tartoznak a zsigerek közé. A zsigerek „rendszere” nem olyan értelemben rendszer, mint az eddig tárgyalt csontvázrendszer, izomrendszer, érrendszer és a később tárgyalandó idegrendszer, amelyek nagyjából hasonló szerkezeti elven felépülő szervekből állnak. A zsigerekhez olyan szélsőségesen eltérő felépítésű szervek tartoznak, mint pl. a fogak, a nyelv, a gége, a máj és a hímvessző. Van azonban néhány közös vonása a zsigeri szerveknek is. Egyrészt sok zsigeri szerv cső alakú, és falszerkezetük jelentős működési különbségek ellenére bizonyos mértékig hasonló felépítési elven alapul. Másrészt a zsigerek közt sok a folyadékszerű váladékot termelő szerv, azaz mirigy.

E két szerkezeti elem általános felépítésével ezért e rész első fejezetében külön foglalkozunk.

A zsigeri szervek működés tekintetében három nagy, egészében csatorna jellegű, szervkomplexusban csoportosulnak, amelyek közül az egyik voltaképpen kettős, és csupán a hímnemben való szorosabb anatómiai összekapcsoltsága folytán foglaljuk egységbe. E nagyobb működési egységeket az őket felépítő szervek különbözősége folytán helytelen volna rendszernek nevezni, inkább készülékekről (*apparatus*) szólunk.

A zsigeri rendszer így az alábbi készülékekből áll:

- ◆ emésztőkészülék – *apparatus digestorius*,
- ◆ légzőkészülék – *apparatus respiratorius*,
- ◆ húgy-ivar szervi készülék – *apparatus urogenitalis*,
- ◆ belső elválasztású mirigyek – *glandulae sine ductibus*.

Az *apparatus urogenitalis* voltaképpen két teljesen különálló készülékből: vizeletkiválasztó készülékből (*organa uropoetica*) és nemi készülékből (*organa genitalia*) áll. Ezek a nőnemben gyakorlatilag teljesen különváltak, és a női nemi készülék betegségeivel, sőt egyes természetes működéseiben (terhesség, szülés) is szükséges orvosi közreműködéssel az orvostudomány külön ága: a szülészet-nőgyógyászat foglalkozik. A vizeletkiválasztó készülék és a férfi nemi szervek más orvosi speciális szakma, az urológia tárgya.

A belső elválasztású mirigyeket nem lehet anatómiai alapon készüléknek nevezni, mert testszerte elszórtan helyezkednek el. Működés tekintetében nagy részük szorosan összetartozik ugyan, de ilyen értelemben voltaképpen az idegrendszer alkotó részét képezik, mint neuroendocrin készülék. Általános konvenció szerint és mert mirigyes szerkezetűek – sőt esetenként egyéb zsigeri szervek részét képezik –, e szerveket ebben a részben tárgyaljuk, de funkciós anatómiai szemléletük ismertetésére a köztiagy fejezetében térhetünk csak ki.

Zsigerekről tehát általában alig beszélhetünk az egyes szervek közt fennálló alapvető szerkezeti és működési különbségek folytán. Mégis van két általánosan előforduló szerkezeti elem – a cső alakú, nyálkahártyával bélelt zsigerek és a mirigyek –, amelyeknek általános felépítését, közös és néhány eltérő vonásukat érdemes külön is összefoglalnunk.

1.1. Cső alakú (vagy tömlős) zsigerek és a nyálkahártya

A legtöbb zsigeri készülék felépítése szerint voltaképpen csatorna, ezért szólunk emésztőcsatornáról, légutakról, vizeletelvezető csatornáról és nemzőcsatornáról. A lényeg mindegyik esetben az, hogy e készülékek természetes működése során valamiféle anyag áramlik vagy szállítatik a zsigerek által alkotott csatornán. Lényeges különbséget az okoz a szervek felépítésében, hogy milyen a bennük szállított anyag.

Az emésztőcsatornában a táplálékként bevitt falat eleinte mind fizikai, mind kémiai, sőt nem utolsósorban, biológiai tulajdonságában (konzisztencia, ozmotikus tulajdonságok, baktériumokkal való fertőzöttség stb.) rendkívül változatos, ezért az emésztőcsatorna felső szakaszának (szájüreg, garat, nyelőcső) fő feladata a továbbszállítás (nyelés) mellett elsősorban az anyag felaprítása és a kórokozók ártalmatlanná tétele (rágás, nyállal való átitatás, hígítás, bevonás; a gyomorban fertőtlenítés). Az emésztőcsatorna középső (gyomor, vékonybelek) részeinek feladata már más: itt zajlik le a homogenizált táplálék kémiai emésztése és a feltárt tápanyagok felszívása. A csatorna végső része (vastagbelek) elsősorban a szervezet vízzel való gazdálkodása érdekében a bétartalomtól a víz optimális kivonását és az emészthetetlen maradék kiürítésére való előkészítését és kiürítését szolgálja.

A légutakban gáznemű anyag áramlik, mégpedig – aminek a cső alakú szervek falszerkezetét szükségszerűen befolyásolnia kell – szívó hatásra. Mint minden vákuumrendszerben, itt is merev, helyesebben félmerev falú csőrendszerre van szükség.

A vizeletelvezető csőrendszerben vizelet, azaz mint látni fogjuk, a test nedveitől összetételében nem, de koncentrációban nagymértékben idegen oldat vitetik, illetve ideiglenesen tároltatik, ami a fal belső rétegével szemben különleges igényt jelent. – A nemzőcsatornában szállított vagy tárolt anyagok a hímnemben egyáltalán nem, a nőnemben azonban részben (a magzat és burkainak egy része) idegenek a szervezettől, mégis az anatómiai felépítést elsősorban a funkciók bonyolult mechanikai igényei (gyors nyomásváltozások, nagy nyomóerők, jelentős alakváltozások stb.) határozzák meg.

A lényeges közös vonás mindezekben mégis az, hogy a zsigerek belső tere a szervezet egészén belül van ugyan, mégis lényegileg külső terület: azaz nem a valódi szöveti és szövet közti térrel, hanem a külvilággal közlekedő tér. A szervezet belső tere és a külvilág között a határreteg: a zsigerek falának belső rétege, a nyálkahártya, helyesebben ennek is legbelső rétege, azaz hámja.

Már ebből is érthető, hogy a cső vagy tömlő alakú zsigerek legáltalánosabb jelentőségű építőeleme a nyálkahártya (*tunica mucosa*). Anyálkahártya a testet fedő bőrhöz hasonló felépítésű, azzal az alapvető különbséggel, hogy míg a bőr magasabb rendű gerincesen teljesen száraz külső réteggel védi a szöveteket elsősorban a szövetnedv elpárolgásától, addig a zsigereken belül ilyen szempont nem jön szóba, sőt a bennük szállított anyag mozgását elősegítendő sikamlós nedvvel (nyálka = *mucus*) kell hogy bevonva legyenek. Mint később meglátjuk, ez még a légemű anyagot tartalmazó légutakban is fontos. Nyálkás nedvvel való bevonsága alapján nevezzük ezt a belső réteget nyálkahártyának. A nyálkahártyát érő mechanikai ingerek is jóval kisebbek, mint a bőrt érők, ezért védő hámrétegük sokkal vékonyabb, és az erekkel ellátott mélyebb réteg jobban áttűnik, ezért a nyálkahártya élön élénk piros színű. Ellentétben a bőrrrel, a nyálkahártyát már nem éri fénysugárzás, ennek folytán az emberben normálisan nem pigmentált. Ezért is ítéli meg az orvos a szövetek vérteltségét, és részben a vér minőségét is, már „első benyomásra” a látható nyálkahártyák, ill. bőrbe való átmenetük színéből.

A zsiger változatos funkciója szerint a nyálkahártya hámja (*epithelium mucosae*) területenként igen eltérő. Erősebb mechanikai hatásnak kitett helyeken (pl. az emésztőcsatornában – a szájnyílástól a nyelőcső végéig – és a végbélnyílásnál; a légutakban, az orrnyílásban és a hangrésnél; a nemzőcsatornában a hüvelyben) többrétegű, el nem szarusodó laphám található. Ez gyakorlatilag „nem áteresztő” réteg. A légutak hámja speciális csillószőrös hengerhám, amely a belsejüket borító nyálkafilm folyamatos továbbítását és ezzel a légutak öntisztulását biztosítja. A külvilághoz közelebb eső – tehát száradásnak (nedvvesztés) erősebben kitett részekben ún. több magosoros a hám, mélyebben már egyrétegű csillós hám található. Ugyanilyen a női nemzőcsatorna felső része (a méhkürt és részben a méh) hámja is. A férfi-nemzőcsatorna hámja is egyrétegű csillós hám, de nem mozgó csillókkal; itt ugyanis az ivarsejtek továbbítását más mechanizmus, hatásosabb tényező biztosítja. A vizeleti utak speciális ozmotikus hatásoknak kitett hámja különleges többrétegű hám (urothelium), illetve lejjebb többrétegű hengerhám borított.

A mechanikai hatásoknak kevésbé kitett, viszont speciális felszívó működésű felületek (bélcsatorna) hámja egyrétegű hengerhám, amely azonban a felületén különleges felszívó organellumokkal (*cuticula* = elektronmikroszkóppal látható mikrobolyhok) bír. Más egyrétegű hengerhámok (pl. a gyomorban) általában kevésbé átjárhatóak. E tekintetben főleg a hasonló hámbélésű mirigykivezetőcsövek igen változatosak: vannak gyakorlatilag nem átjárhatóak, de vannak erőlyes felszívó működésűek (epehólyag) is. – A lényeg minden esetben ugyanaz: a belső hámréteg tökéletes válaszfalat képez egyfelől a külvilág, másfelől a szöveti és a szövet közti terület között. Ezen a hámrétegen normális viszonyok között csak speciális anyagok mehetnek át mindkét irányban (befelé – felszívódás, kifelé – elválasztás, ti. a szervezet szöveti terére vonatkoztatva az irányt) a hámsejtek erre való speciális organellumai közbejöttével. A hámsejtek közötti réseket az általános szövettanban ismertetett zárólécrendszer (*zonula occludens*) tökéletesen lezárja. Itt normálisan nem megy át semmi.

A cső vagy tömlő alakú zsiger fala általában a következő rétegekből áll:

♦1. **Nyálkahártya** (*tunica mucosa*), amely ismét rendszerint három rétegű, úgymint

♦ a) *epithelium mucosae*; a nyálkahártya hámrétege, amelyről már részletesen szoltunk;

♦ b) *lamina propria mucosae*; a nyálkahártya kötőszövetes saját rétege. Gyakran tartalmaz mirigyeket, illetve mélyebb rétegekben elhelyezkedő mirigyek átfűrődő kivezetőcsöveit. A szerv működéséből adódó mechanikai igények szerint változatos erősségű és szövésű kötőszöveti rostokból álló lemez. Szerepe döntően mechanikai, a nyálkahártyát voltaképpen ez tartja össze;

♦ c) *lamina muscularis mucosae*; simaizomréteg, mely a nyálkahártya jellegzetes redőzöttségét tartja fenn, illetve a szerv mindenkor működési állapotához igazítja a nyálkahártya redőit.

♦ 2. **Tela submucosa**. Laza kötőszövetes réteg, amely a nyálkahártyát a fal fő rétegéhez rögzíti. Benne ér-, nyirokér- és idegfonatok, valamint egyes szervekben mirigyek helyezkednek el. E réteg biztosítja, hogy a szervfal alakváltozásaitól vagy mozgásaitól a nyálkahártya aránylag függetlenül elcsúszhat.

Egyes különleges nagy mechanikai igénybevételnek kitett szervekben – pl. méh, hüvely – a tela submucosa hiányzik, ezekben a szervekben a nyálkahártya a zsiger falát alkotó fő szövetelemekkel szorosan össze van nőve.

♦3. **Tunica muscularis** alkotja a legtöbb cső alakú vagy tömlős zsiger falának fő részét. Rendszerint két, de néha három (gyomor, húgyhólyag) rétegű vagy még bonyolultabb szerkezetű (méh) simaizomszövetből áll. Leggyakrabban belső, vastagabb körkörös és külső, hosszanti rétegből épül fel; a húgyvezetékben (ureter) a rétegezettség fordított, ami talán úgy fogható fel, hogy a főképp hosszanti *muscularis mucosae* itt fő réteggéént önállósodott. A külső, hosszanti izomréteg egyébként is sok szervben hiányos (gyomor, a vastagbél felső része). Az izomréteg bizonyos működési mintázatokban és ritmusokban tovahaladó összehúzóási hullámokkal biztosítja a szerv működését (megtelés, kiürülés, a tartalom tovaszállítása, keverés stb.). Ebben kitüntetett helyet foglalnak el a körkörös izomréteg egyes speciális részletei, amelyek záróizomként (sphincter) működnek, és a szerv működési állapotainak megfelelően szelepszerűen zárva tarthatják, illetve meghatározott pillanatokban nyithatják a csatorna egyes pontjait. A simaizmok működése jelentős autonómiával rendelkezik. Bennük a szervi jellemző alapritmus szerint minden idegi inger nélkül is ingerületi, azaz összehúzóási hullámok keletkeznek. A legtöbb zsiger simaizomsejtjeinek működésébe a vegetatív idegrendszer csak módosító tényezőként, a saját alapritmust gátló vagy gyorsító, az összehúzóást fokozó vagy csökkentő módon avatkozik be.

A nagyon változatos (idegen) tartalmú bélcsatorna falában – a tela submucosában és az izomfal két rétege között – egy-egy speciális önállóságú idegfonatot (*plexus submucosus* és *plexus myentericus*) találunk, amely a béltartalom mindenkor jellege szerint célszerűen szabályozza a simaizomzat összehúzóását. A légutak csőszerű szerveinek felépítése vákuummal működő jellegüknek megfelelően jelentősen módosul. A fal merevítését itt nem teljesen zárt porcgyűrűk biztosítják, amelyeknél a gyűrűből hiányzó részt és az egymás után következő porcok közötti hézagokat tölti ki csupán simaizom. A tunica muscularist itt tehát porcos-izmos szerkezet helyettesíti.

♦4. **Tela subserosa**. Ismét laza kötőszövetes réteg, amely a zsiger külső falát borító savós hártát rögzíti a zsiger fő rétegéhez. Ha a zsigernek nincs savós hártája, ez a réteg vastagabb, tömegesebb, és az erekhez hasonlóan tunica adventitiáról szoltunk. Az erősebb kötőszöveti rostrendszer ilyenkor mintegy lehorgonyozza a zsigert a környező testfalakhoz; sok esetben a rostrendszerek valóságos szalagokat alkotnak. A tela subserosában lap szerint elterülő ér- és nyirokérhálózat található.

♦5. **Tunica serosa**. A legtöbb hasi és mellüri zsiger külső felszínét bevonó, a nagy savós hártákhoz tartozó lemezrészlet. Kifelé tekintő felszínét speciális egyrétegű laphámszerű szövet – mesothel (a valóságban nem hám) – borítja. Ettől oly sima, szinte „tükrözően” fényes az egészséges savóshártá felszíne. Fő rétegét vékony, de különösen a mozgó-táguló zsigerekben ellenálló sűrű szövésű kötőszöveti lemezből álló lamina propria (serosae) képezi.

A savós burok biztosítja, hogy saját működésük és a testüregek alakváltozásait okozó nagyobb törzsmozgások során a zsigerek egymáshoz viszonyítva akadálytalanul elmozdulhassanak. Biológiailag fontos szerepe, hogy a legkülönbözőbb kóros ingerekre a savós hárták endothelfelületei már órák alatt szorosan összetapadnak, és meggátolják fertőző folyamatok tovaterjedését. Az üreges zsigereket ért áthatoló sérülések gyógyulásának is alapfeltétele a savós hárták gyors összetapadása. Ezért a sebész úgy varrja össze a zsigereket, hogy a savós

hártya külső felszíne egy másik savós hártya külső felszínével érintkezzék; összevarrt nyálkahártyafelszín soha nem nőne össze. Ezért is okoznak külön problémát a savós hártya nélküli zsigereken (pl. nyelőcső) végzett sebészeti beavatkozások, amikor is igyekeznek mesterségesen, más helyről odavont, savóshártya-részekkel fedni a szerv bevarrt sebzését.

1.2. Mirigyek

Mirigyen tömör, sejtdús, váladéktermelő hámszerveket értünk. A hámszövetnek – mint az általános szövetekben láthattuk – csupán egyik speciális vonása, hogy pontosan egymáshoz illeszkedő sejteivel képes felületeket hézagmentesen borítani (fedőhámok). Másik alapvető tulajdonsága: e „hézagmentes” rétegen keresztül egyik vagy másik irányban való „anyagmozgatás”, azaz felszívás (*resorptio*) vagy elválasztás (*secretio*). Egyik esetben sem egyszerűen passzív anyagvándorlás zajlik, hanem a hámréteg egyik oldalról felvett anyagoknak a sejt különböző organelumaival való szoros kölcsönhatásáról, sőt a felvett alapanyagokból teljesen új anyagok szintéziséről van szó.

Maguk a fedőhámok is rendelkeznek több-kevesebb mértékben ezzel a képességgel, sőt a szervezetben lezajló egyik legjelentősebb resorptiós művelet – a tápanyagok felvétele – a vékonybél felületi egyrétegű hengerhámján keresztül bonyolódik le. Fordítva, előfordul, hogy az elsősorban fedőhám jellegű hámréteg felszíne bizonyos anyagokat rendszeresen elválaszt (gyomor, méhnyakcsatorna): ilyenkor „elválasztó hámfelszínről” beszélünk. Más esetben (vékonybél, légutak, belső női nemzőcsatorna) a fedőhámréteg sejtei között elszórtan egyes elválasztó működésre specializált hámsejtek (kehelysejtek) – tehát úgyiszlólván egysejtű mirigyek – fordulnak elő. Mindkét megoldás azonban legfeljebb arra alkalmas, hogy a fedőhámot vékony védő nyálkahártyával vonja be, nagy váladékmennyiségek nyerésére specializált elválasztó hámszervek szükségesek.

A mirigy elvi szerkezetét legszemléletesebben keletkezési mechanizmusa mutatja. A legtöbb mirigy ugyanis úgy keletkezik, hogy valamely testfelület (külső vagy belső zsigeri) fedőhámja egy helyen szaporodni kezd, majd csapszerűen a mélybe tör. A hámcsap sejteinek egymás felé tekintő oldalai egymásba illő hullámos felszíneikkel összeróttak, míg a csap közepe felé eső felszínük között hézag keletkezik. Ez a – rendszerint szűk – hézag tehát szűk csővé vagy tömlővé változtatja a csapot.

A csap mélyén levő hámsejtek speciális szerkezeti differenciálódáson esnek át, és elválasztó működést vesznek fel (végkamra), míg a külső rész sejtei inkább megtartják fedőhámjellegüket, és kivezető csővé alakulnak át.

Ezzel máris előttünk áll a legegyszerűbb egykamrás mirigy, és ezzel a fogással azon a helyen, ahol azelőtt a felületet 4-5 hámsejt zárta le, most a mélyben több száz differenciált mirigyhámsejt helyezkedik el. Ezek már jelentős mennyiségű váladékot képesek termelni. A mirigy hisztológiai építőegysége tehát a végkamra, azaz a secernáló sejtekből álló gömb vagy henger alakú sejtsoportosulás.

Különböző alakú mirigyeket találunk a zsigerekben. Egyszerű mirigyek nagy számban fordulnak elő a gyomorban és a bél falában, valamint a méh nyálkahártyájában, ahol a tunica propria mucosae szinte méhlepényszerű a sűrűn egymás mellett elhelyezkedő egyszerű csöves mirigyvégkamráktól.

Az egyszerű mirigyek közé tartozó glandula ramificata található a száj-, orr-, légúti és húgycsőnyálkahártya apró nyálkamirigyei között. Tipikusan ilyen mirigyek a gyomor pylorusának és a méhnyakcsatorna mirigyei is. Összetett csöves, bogyós mirigyeket találunk a nyálmirigyekben.

A mirigyvégkamrák közötti szövetet – összetett mirigyek esetében – mirigystromának nevezzük. Ez a különböző mirigyek szerint változatos jellegű kötőszöveti váz, amely durvább sövényekkel nagyobb lebenyekre, majd kisebb lebenyekre osztja a mirigyet.

Nyalmirigyek esetében ez adja a mirigy szabad szemmel is látható és tapintható dudoros „mirigyes” jellegét. Más mirigy esetében a kötőszöveti váz olyan finom, hogy a végkamrákat körülvevő rácsrost stromán kívül nagyobb kötőszöveti válaszfalak nincsenek, ezért például a vesében és a májban a nagyobb lebenyek határai csak speciális preparációs módszerekkel a kivezető csövek és erek elágazódása alapján ismerhetők fel. Hasonlóképpen a lebenyész szerkezet sem nyilvánvaló, és csak a végkamrarendszer térbeli rendezettsége alapján érthető meg és ismerhető fel.

A legtöbb mirigy stromája ereken és sok mirigy idegeken dús. Főleg a nyálmirigyek végkamráit valószínűleg hám eredetű, de izomjelleg irányában differenciált, ún. myoepithel sejtek kosárszerűen fogják körül. Lapos nyúlványaik golyót tartó kéz ujjaira emlékeztető módon markolják körül a végkamrát, és egyesek szerint a

szomszédos vegetatív idegfonatok ingerére összehúzódva mintegy kipréselik a végkamrát. Ez esetben tehát a váladék termeléséhez még külön kiürítő mechanizmus is járul.

2. 7.2. EMÉSZTŐKÉSZÜLÉK (apparatus digestorius)

2.1. Általános áttekintés

Az emésztőkészülék vagy táplálócsatorna durván 8 m hosszúságú – tágulékonyosága, falának változó összehúzódottsági foka, valamint erősen kanyargós lefutása miatt hosszát nehéz objektíve megállapítani –, a szájnnyílással kezdődő és a végbélnyílással végződő cső. Felső, középső és alsó szakaszt különböztetünk meg, amelyek közül az első döntően a táplálék felvételét (bekebelezését), a középső a táplálék emésztését és felszívódását, az utolsó az emészthetetlen maradék kiürítésre való előkészítését és kiürítését szolgálja.

A felső szakasz a szájüreggel kezdődik, amelyben a fogak a táplálék megfelelő felaprózására és mechanikai szétmorzsolására, az ajkak és a nyelv a táplálék megragadására, folyadék esetén beszívására, összedagasztására és fogak közé illesztésére, míg a szájüreghez tartozó nyálmirigyek a táplálék átnedvesítésére és nyelésére alkalmas konzisztenciájúvá tevésére szolgálnak. Némi emésztés is megindul a nyál fermentumaival.

A szájüreg hátrafelé a torokszoroson keresztül (*isthmus faucium*) közeledik a garattal (*pharynx*), amely a táplálócsatorna és belőle vak tasakként való kitüremkedéssel fejlődő légutak közös szerve. A garatnak a torokszoros szerveivel – lágy szájpad (*velum palati*) és a nyelv gyöki részével, valamint a légutakhoz tartozó gége (*larynx*) bemenetelével – együtt speciális funkciója a nyelés, ill. a lenyelendő anyagok helyes irányba (ti. nem a légutak felé) való terelése.

A felső szakasz vége a nyakról a mellüregen áthaladó, majd a rekeszt átfúrva, a hasüreg felső részébe belépő nyelőcső vagy régi magyar kifejezéssel bázsing (*esophagus*), amely a gyomorszájjal (*cardia*) megy át a középső szakaszba.

A középső szakasz a gyomorral (*ventriculus*) kezdődik, és a vékonybéllel (*intestinum tenue*) folytatódik. A vékonybél három részből: epés- vagy patkóbélből (*duodenum*), éhbélből (*jejunum*) és csipőbélből (*ileum*) áll, és szelepszerűen záró valvula ileocecalisszal megy át az emésztőkészülék alsó szakaszába, azaz a vastagbélbe.

A gyomor a felvett táplálék átmeneti gyűjtőhelye, amelyben a táplálék egy része nagyobbára felázás, a húsнемű táplálék pedig e kötőszöveti rostok (kollagén) emésztése révén teljesen híg péppé olvad szét, közben a gyomorsósava a táplálékban levő baktériumokat előli, tehát sterilizáló működésű. Leglényegesebb funkciója, hogy apró mennyiségekben adagolja az így előkészített tartalmat a vékonybél kezdeti szakaszának, ahol az emésztés döntő része zajlik.

A duodenum submucosájában vaskos réteget képező saját mirigyeivel és a belé nyíló kivezető csövű emésztőmirigyekkel (máj és hasnyálmirigy) az emésztés kulcsponti székhelye. A lebontott tápanyagok felszívódása itt kezdődik; a gyomorból gyakorlatilag még nincs felszívódás.

A vékonybél további szakaszában a duodenumban megindult emésztés tovább folytatódik, saját mirigyei által termelt váladékának azonban már alárendeltebb szerepe van. Alapvető funkciója a felszívás, amelyben a nyálkahártya redőivel és szabad szemmel alig látható kesztyűujjszerű bolyhaival óriási mértékben megnagyobbított nyálkahártya-felületnek van döntő szerepe.

Az alsó szakaszt a vastagbél (*intestinum crassum*) képezi. Ez a vakbéllel (*cecum*) kezdődik, amelybe csökevényes bélrészlet: a feregnyúlvány (*appendix vermiformis*) is nyílik. A vastagbél fő része a remesébél (*colon*), amely a hasüreg szerveit keretszerűen veszi körül. Megkülönböztetünk felszálló remesét (*colon ascendens*), majd haránt (*colon transversum*) és végül leszálló remesét (*colon descendens*). A bal csipőárokba érve a remese jellege megváltozik: erős, egységes hosszanti izomzata alakul ki; ez a sigmabél (*colon sigmoideum*), amely a még vaskosabb izomfalú végbélbe (*rectum*) megy át. Ez a gáttájékon a végbélnyílással (*anus*) végződik. – A cecumban és a colonban, élősködő baktériumok közbejöttével, erjedéses jellegű utóemésztés folyik, amely az emlősök számára emészthetetlen növényi sejtfalak felbontásával még további sejtanyagokat képes a felszívódás rendelkezésére bocsátani. Ez azonban csak növényevőkben jelentősebb tényező, egyébként a colon szerepe döntően a béltartalom vizének lehetőleg maximális visszanyerése (ti. ami továbbításával és kiürítésével még összeegyeztethető). Szerepe tehát döntően a víz- és folyadékgazdálkodás, amelynek jelentősége már abból is érthető, hogy a naponta termelt emésztőnedvek mennyisége több liter folyadéknak felel meg. Orvosgyakorlati szempontból döntő megérteni, hogy a bélcsatornán keresztül

(hasmenés, hányás) főleg a csecsemő és az idős szervezet órák alatt olyan mennyiségű vizet veszthet, amely a keringés felbomlását (folyadékveszteséges shock) vonja maga után. Hozzájárul ehhez – elsősorban hányásnál – az elektrolitvesztés (lásd a sóforgalom élettana és patológiája).

Az emésztőcsatorna sajátos baktériumflórával rendelkezik; felső szakasza a gyomorig a szájüreg baktériumflórájából és a felvett táplálékból származó baktériumokat tartalmazza, középső szakasza a gyomor sterilizáló hatására egészséges egyénben gyakorlatilag steril. A zömmel tejjel táplálkozó csecsemő vékonybelében normálisan is van egy speciális baktériumflóra. A tulajdonképpeni bélflóra székhelye a vastagbél.

Modern eljárásokkal fertőzésmentesen – helyesebben csíramentesen – tartott állattörzseken végzett vizsgálatok igazolták, hogy a magasabb rendű gerincesek baktériumflóra nélkül is egészségesen tarthatók, és normálisan fejlődnek. A normális baktériumflóra mégis szükséges a vastagbél rendes kialakulásához. Ezt abból látjuk, hogy a csíramentesen nevelt patkányok vastagbele torz módon kitágul. Ez nagyobb bajt általában nem okoz, de ha ugyanez más élőlényben is kialakulna, nem lehetetlen, hogy a bélműködés mechanikai zavaraira vezetne. A növényevők táplálékkivételére még nincs adat. E kutatások igazolták Mecsnikov zseniális gondolatát, hogy az öregedésben a bél baktériumflórája által termelt és a szervezetbe felszívódó anyagok lényeges szerepet visznek. Egyéb, a nyirokcsatornáknál tárgyalt különbségek mellett pl. csíramentesen tartott patkányok életkora lényegesen megnő.

2.2. Az emésztőcsatorna felső szakasza

2.2.1. Szájüreg

Tágabb értelemben a szájüreghez tartoznak a fogak, a nyelv, a nagy nyálmirigyek és a torokszoros képződményei, de az áttekinthetőség kedvéért külön pontokban tárgyaljuk őket. E pontban csak a szűkebb értelemben vett szájüregt ismertetjük.

A **szájüreg** (*cavum oris*) zárt száj esetében felfelé domború, résszerű üreg, amely a száj nyitásával előre nyílt öböllé tágítható. Előre a külvilággal az ajakrazen (*rima oris*), hátrafelé a garattal a torokszorison (*isthmus faucium*) keresztül közlekedik. A felülről, illetve alulról benyomuló két, ív alakú fogsor a szájüregt az íveken kívül eső szájtornára (*vestibulum oris*) és az ívek által közrefogott tulajdonképpeni szájüregre (*cavum oris proprium*) osztja.

A **szájtorná** (*vestibulum oris*) patkó alakban görbült függőleges rés, amelyet előről az ajkak belső felszíne, oldalról a pofa nyálkahártyája, belülről a fogak külső felszínei és felül-alul a foghús határol, amelybe elől az ajkak, illetve oldalt a pofa nyálkahártyája, felül és alul boltozatszerűen visszahajlik. Hátrafelé a pofa nyálkahártyája a mandibula szára előtt és a bölcsességfogak mögött befelé nyomul, és a szájpadív felé a torokszoros nyálkahártyájába megy át.

A szájnyílást felülről és alulról egy-egy izmos bőr-nyálkahártyaredő; az **ajkak** (*labia*) határolják, melyek a szájzugban (*angulus oris*) találkoznak. A felső ajkat (*labium superius*) felfelé az orr határolja, oldal felé a pofától a sulcus nasolabialis, egy az orrszárnnyaktól ferdén lefelé és lateral felé induló és a szájzugtól néhány milliméterre oldalt elhaladó barázda választja el. A szájnyílás felső szélén a középvonaltól kettős ívben megy át a bőr a nyílást határoló átmeneti szakaszba, az ajakpírba (*rubor labiorum*). A két ív között középen a bőr alig jelzett szegletben lefelé irányul; csecsemőn itt az ajakpír kis gumót képez (*tuberculum labi*). Ettől felfelé az orrsővény alapjához sekély barázda (*philtrum*) halad. Az alsó ajkat (*labium inferius*) az állcsúctól nagyjából harántul futó barázda (*sulcus mentolabialis*) határolja el.

Az **ajakpír** egyénileg változóan keskenyebb vagy duzzadtabb, gyengén elszarusodott hámmal borított bőrfelület, amely a könnyedén zárt ajkak záróvonalának megfelelően majdnem észrevétlenül az ajkak belső nyálkahártyájába megy át. Mikroszkóp alatt az átmenet az elszarusodó laphámából az el nem szarusodó többrétegű laphámába éles, és könnyen felismerhető. Az ajkak belső felszínét nyálkahártya borítja, melynek a középvonalban egy-egy erős redője (*frenulum labii superioris et inferioris*) rögzíti a felső és az alsó ajkat a foghúshoz.

Az ajkak állományát a külső bőr és a belső nyálkahártya között a m. orbicularis oris képezi, melynek szabad széle a szájnyílásnál kissé kifordul, és az ajakpír kissé tömegesebb anyagát adja. Az ajkak mozgékonyágát a körkörös izomba felülről és alulról besugárzó számos izom biztosítja (lásd mimikai izmok).

A nyálkahártya és az izom között belül apró nyálkamirigyekből (*glandulae labiales*) álló, csaknem zárt réteg található. A bőrt nőben és gyermekben pihezszőrzet, férfiban másodlagos nemi jellegként a felső ajkon bajusz (*mystax*) és az alsó ajakra ráterjedő szakáll (*barba*) szőrzete borítja.

A **pofa** (finomabban: *orca*; *bucca*) a szájüregnek oldalsó határa; kívülről bőrből és – főleg csecsemőn, ill. fiatalabb egyénben – vaskos bőr alatti zsírszövetből, továbbá izomból (*m. buccinator*), belül pedig nyálkahártyából áll. A nyálkahártya alatt elszórtan nyálkamirigyek (*glandulae buccales*) helyezkednek el. Erős bőr alatti zsírszövete hátrafelé erős zsírcsomó (*corpus adiposum buccae*; Bichat-féle zsírcsomó) alakjában beterjed a *m. masseter* és a *m. buccinator* közé. A pofa bőr alatti zsírszövete, valamint e zsírcsomó fontos mechanikai szerepet tölt be a szájüregben létesített vákuum előidézésében. Felnőttben ez alárendeltbb jelentőségű, mert az ivásnál létesített vákuum aránylag csekély. A csecsemő szopásánál (mechanizmusáról később a szájfenékkal kapcsolatban szólunk) viszont elengedhetetlen előfeltétel a jelentős vákuumhatás, amelyet lehetetlen volna elérni a pofa kellő ellenállású szövetei nélkül. Ezt a merevítést biztosítja a zsírszövet. Mozgékonyságával (*m. buccinator*) a pofa fontos szerepet játszik a rágásban, a megrágandó falatnak a fogak közé való terelésében és ott-tartásában.

A szorosan vett **szájüreget** (*cavum oris proprium*) felülről a kemény és a lágy szájpad, oldalról a fogsorok határolják, alulról a nyelv emelkedik be, tehát nagyrészt ennek háta képezi alsó határát. A valóságban azonban a nyelv a szájfenék kiemelkedése, tehát a szájüreg igazi alsó fala a szájfenék. A nyelvcsúcs előtt és kétoldalt a szájüreg ív alakban leterjed a szájfenékig, illetve az azt borító nyálkahártyáig. E területről – melyet regio sublingualisnak neveznek – a nyelvénél külön szólunk, és az egyszerűség kedvéért ott fogunk megemlékezni a szájfenék szerkezetéről is.

A **kemény szájpad** (*palatum durum*) csontos alapú, a csonthoz szorosan tapadó, ezért aránylag vértelen sápadt nyálkahártyával borított felszín.

Domborulata nem azonnal a felső metszőfogak mögött kezdődik, hanem kb. 1 cm-rel hátrább. A metszőfogak mögötti még vízszintes területen harántul futó kemény nyálkahártyaredők láthatók, amelyek csecsemőn különösen erőteljesen fejlettek, és az emlőbimbó megragadását szolgálják. A metszők mögötti vízszintes szájpadterület és domborulata közti szöglet különösen fontos a beszédben, mert sok mássalhangzó kiejtésénél (t, d, l) zárként ide helyezzük a nyelv csúcsát. A szigmatikus hangok (s, sz, zs) létrehozására itt létesítünk változó alakú szűkületeket. Beszédhibák javításánál, ill. idegen nyelv tanításában ezért fontos az anatómiai viszonyok ismerete.

Oldalfelé a szájpad éles átmenet nélkül folytatódik a felső fogak foghúsába. Hátrafelé folyamatosan megy át a lágy szájpadba, határukat tapintás nélkül is fel lehet ismerni, élön az utóbbi élelnebb piros színe alapján (vérteltebb). Mind a kemény, mind a lágy szájpad nyálkahártyája alatt szinte folyamatos rétegben helyezkednek el apró nyálkamirigyek (*glandulae palatinae*).

Alkati rendellenesség a túl magas (ún. gótikus), ill. túl lapos szájpad.

2.2.1.1. Az arc fejlődése

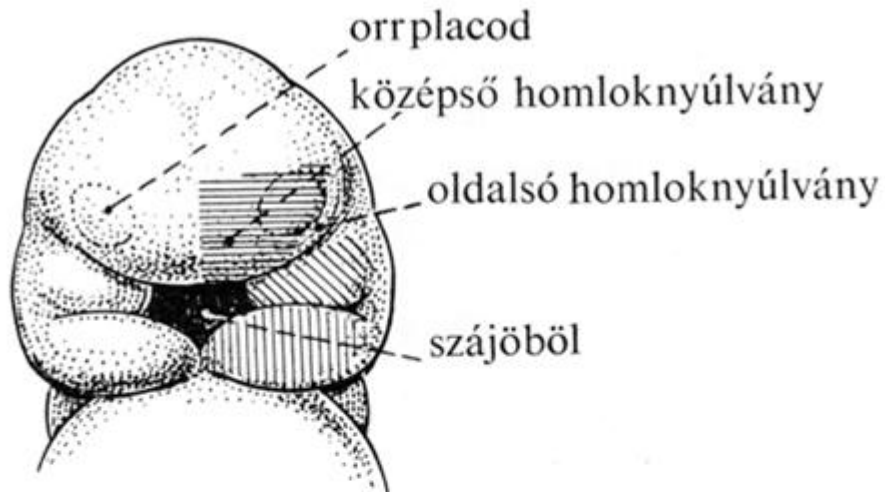
Az arc az általános fejlődéstanból ismert (1/32. ábra az első kötetben) elemi szájgödör vagy szájöböl (stomodeum) körül elhelyezkedő nyúlványokból fejlődik. A száj gödröt öt arcnyúlvány veszi körül (7/1. ábra, A). Ezek: 1. a stomodeumtól cranialisán elhelyezkedő páratlan **homloknyúlvány** (*processus frontalis*); 2. és 3. a homloknyúlvány két oldalán található **felső állcsonti nyúlvány** (*processus maxillaris*); 4. és 5. az előbbiektől caudalisán található két **alsó állcsonti nyúlvány** (*processus mandibularis*).

A processus maxillarisok és mandibularisok közösen az első kopolyúívet alkotják (a kopolyúbél, ill. kopolyúívek leírását lásd később).

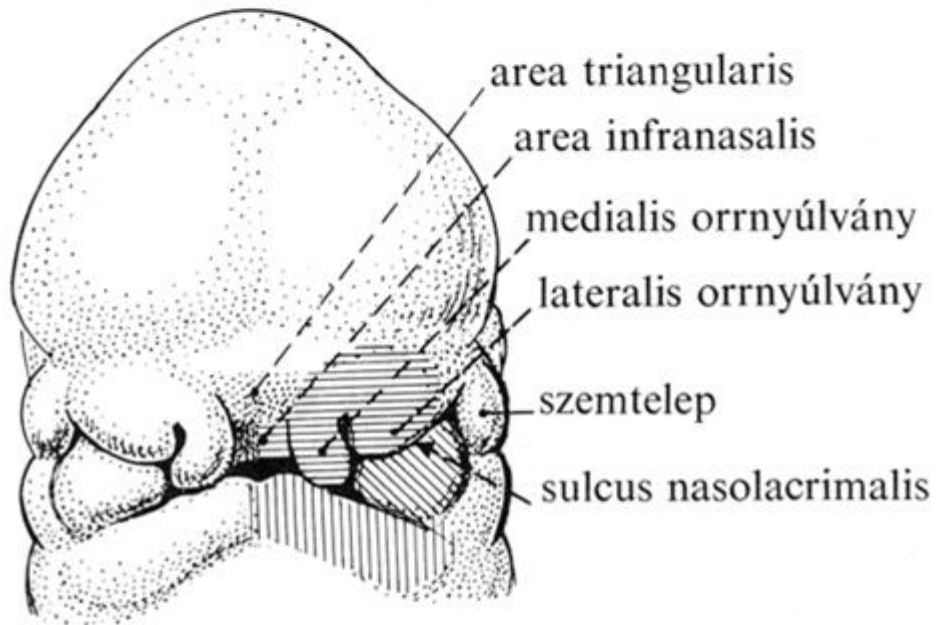
Az arc fejlődését két pontban tárgyaljuk: az arc külső formájának kialakulása, és a közös száj- és orrüreg elválasztása, azaz a szájpad kialakulása.

Az arcnyúlványok kifejlődése és összenövésük. Az arc kialakulása a processus mandibularisok összenövésével kezdődik, a két nyúlványból alakul ki a mandibula telepe.

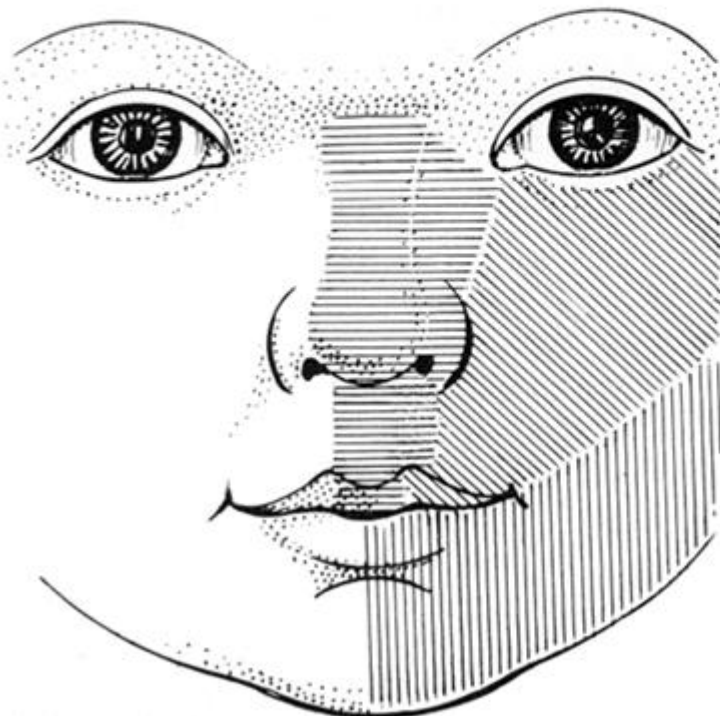
A



B



C



7/1. ábra. Az elemi szájöblöt körülvevő öt arcnyúlvány szerepe az arc kialakításában. A homloknyúlvány vízszintesen, a felső állcsonti nyúlvány ferdén, az alsó állcsonti nyúlvány függőlegesen sávozva

A mandibula kialakulásával egy időben a homloknyúlvány két oldalán az ectoderma kör alakú foltban megvastagodik. Ezek a területek (orrplacod), amelyek a szaglóhám telepét adják, az ectoderma alatti kötőszövetbe kezdenek süllyedni. Az orrplacodok körül a felszíni hám patkó alakban megvastagszik, és kialakul a medialis és lateralis orrnyúlvány (7/1. ábra, B). A két orrnyúlvány a későbbi orrnyílást veszi körül.

A processus maxillarisok is növekedésnek indulnak, egymás felé, ill. az orrnyúlványok felé nőnek. A maxillaris nyúlvány és az oldalsó orrnyúlvány találkozási vonala mentén a felszíni hám egy köteg mentén a mélybe süllyed. A hámköteg a centralis sejtek felszívódásával csővé alakul, és ez a cső lesz a könnyet a szemüregből az orrüregbe vezető ductus nasolacimalis. A processus maxillarisok összenőnek az egyre inkább oldal felé növekvő medialis orrnyúlványokkal is. E növekedés során a kétoldali medialis orrnyúlvány egymással is összenő.

A fenti leírás szerint az orrhát és az orrcsúcs a frontalis nyúlvány középvonali részéből fejlődik ki. Az orr oldalsó része a lateralis orrnyúlványokból lesz. A felső ajak a medialis orrnyúlványokból és a processus maxillarisokból fejlődik. Az egymással összenőtt medialis orrnyúlványok adják a maxillának a metszőfogakat tartalmazó részletét és a szájpadnak a foramen incisivum előtti kis részét (ún. os intermaxillare). Az arc felső része a maxillaris nyúlványból, míg az alsó ajak, az áll és az arc alsó része a mandibularis nyúlványból fejlődik ki.

Az arc izmai közül a rágóizmok az első kopolyúív mesodermájából, a mimikai izmok a második kopolyúív mesodermájából fejlődnek ki.

Az arc kialakulása a terhesség ötödiktől a nyolcadik hétig tartó időszakában történik.

A szájpad kialakulása. Az arcnyúlványok fejlődésével egyre határozottabb formát ölt a primitív szájüreg (*stomodeum*).

A fejlődés kezdetén a stomodeumot a garattól a membrana buccopharyngea választja el, a negyedik héten ez a válaszfal megszűnik. A mélybe nyomuló orrplacodok a primitív szájüreg felső falára kerülnek, így a primitív szájüreg közös orr- és szájüreggé alakul. A közös üreg elválasztása különálló orr- és szájüregre a szájpad kialakulásával történik meg.

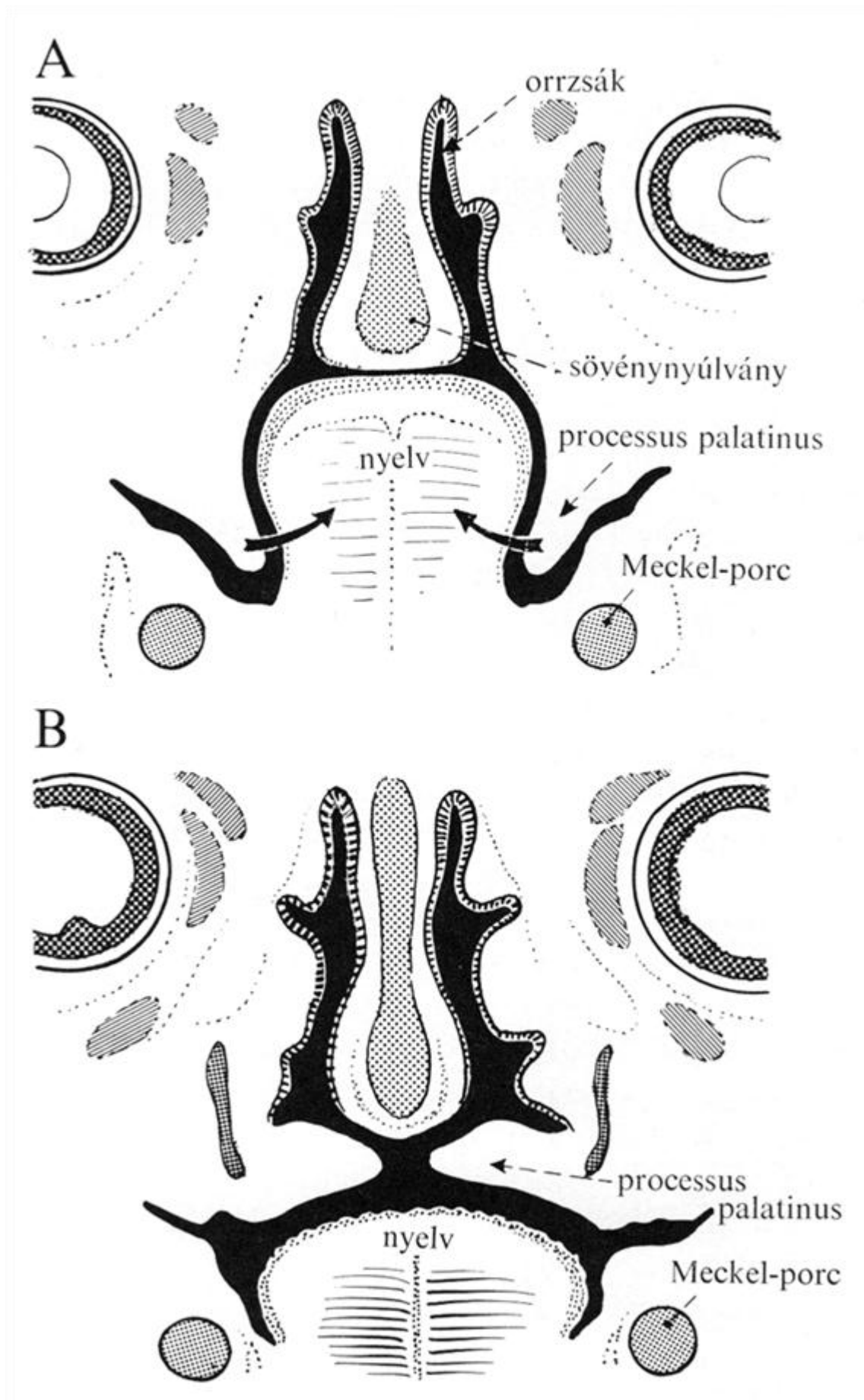
Említettük már, hogy a szájpad elülső kis része (a foramen incisivum előtti terület) a medialis orrnyúlványokból lesz. A szájpad hátsó nagyobb részének kialakulását sémásan a 7/2. ábra mutatja. Egy kb. 6 hetes embryo arcának frontális metszetén a középről lenövő sővénynyúlvány (a medialis orrnyúlványok származéka) a szájfenékből kiemelkedő nyelvvel közvetlenül érintkezik. A felső állcsonti nyúlvány szövetéből mindkét oldalon egy-egy sagittalis állású **szájpadnyúlvány** (*processus palatinus*) nő be a nyelv melletti barázdába. Az arc hosszönvekedése folytán a nyelv a szájfenékkal együtt mind mélyebbre kerül, és így kb. 8–10 hetes korban a két szájpadnyúlvány kikerül a nyelv melletti barázdából, és csapóajtószerűen felemelkedik a 7/2. ábra B részén mutatott helyzetbe. A szájpadnyúlványok összenőnek egymással, a foramen incisivum előtti, már korábban kifejlődött szájpadrészzel és a felülről jövő sővénynyúlvánnyal. Így fejeződik be a szájüreg és a két orrüregfél elválasztása.

2.2.1.2. Fejlődési rendellenességek

♦ 1. A medialis orrnyúlvány és a felső állcsonti nyúlvány összenövésének zavara **ajakhasadékot**, más szóval nyúlajkat (*cheiloschisis*) okoz. A hasadék lehet egy- vagy kétoldali, szorítkozhat csak a lágyrészekre vagy kiterjedhet a csontokra is.

♦ 2. A szájpadnyúlványok tökéletlen összenövése egymással, ill. a szájpad foramen incisivum előtti részével **szájpadhasadékot** vagy más szóval farkastorkot (*palatoschisis*) okoz. Nyúlajak és farkastorok együttesen is előfordulhat. Kétoldali nyúlajakkal kombinált farkastorknál a felső fogmedri nyúlvány középső része (*os intermaxillare*) különböző mértékben mutathat hiányos fejlődést.

♦ 3. Az oldalsó orrnyúlvány és a processus maxillaris összenövési zavara okozza a **ferde archasadékot**, ami egyben a ductus nasolacimalis hiányát is jelenti. A ductus nasolacimalis atresziája (át nem járhatósága) jelentkezik akkor, ha a hámkötegben a lumenképződés nem tökéletes.



7/2. ábra. A: Kb. 6 hetes emberi embryo arcának frontális metszete a nyelv melletti barázdába nőtt processus palatinusokkal, amelyek később az arc függőleges megnövekedése nyomán csapóajtószerűen (vastag nyilak) vízszintes helyzetbe kerülnek, és B: összenőnek a sővénynyúlvány alsó élével (Fischel nyomán)

♦ 4. A felső és alsó állcsonti nyúlványok elégtelen összenövése oldalsó **archasadékot** okoz. Kétoldali ilyen zavar szimmetrikusan nagyobbítja meg a szájníylást (*macrostomia*). Afenti nyúlványok fokozott összenövése szűkíti a szájníylást (*microstomia*).

2.2.2. Fogak

A szájjüreg orvosi szempontból speciális jelentőségű képződményei a **fogak** (*dentes*). Látszólag a koponyához tartoznak, mégis fejlődésük – ti. a szájjüreg hámképződményeiből alakulnak ki kötőszöveti elemek közbejöttével – és a szájba szabadon való beemelkedésük, továbbá a táplálkozásban vitt fontos szerepük folytán logikusabb őket itt tárgyalni. A fogak a csontnál jóval keményebb, a felső állcsont és az állkapocs fogmedri nyúlványába csapszerűen beékelt képződmények. Felül és alul parabolához hasonló ívben egy-egy sort (*arcus dentalis superior et inferior*) alkotnak. Az élet folyamán két sorozatban: előbb mint tejfogak (*dentes decidui*; ti. hulló fogak) jelennek meg, majd maradandó fogakkal (*dentes permanentes*) cserélődnek fel. Az egész tejfogazat 20 fogból áll, tehát egy fogsor a középtől oldalfelé számított kvadránsában 5 fogat, a maradandó fogazat összesen 32, azaz egy kvadránsban 8 fogat tartalmaz. Az egy sorhoz tartozó két kvadráns fogai egymásnak tükröképszerűen megfelelők; a felső és az alsó fogsor egymásnak megfelelő fogai kisebb, de mégis jelentős különbségeket mutatnak. A fogak nem egyformák, hanem helyük és a rágásban betöltött szerepük szerint eltérő alakú kisebb csoportokat alkotnak, de e csoportok tagjai sem egészen egyformák. Egy kvadránsban – a középvonaltól számítva – a maradandó fogaknál megkülönböztetünk 2 metszőfogat (*dentes incisivi*), 1 szemfogat (*dens caninus*), 2 kisórlófogat (*dentes premorales*) és 3 nagyórlót (*dentes molares*). Atejfogazatban egy kvadráns tartalmaz 2 metszőt, 1 szemfogat és 2 nagyórlót, a kisórlóknek megfelelő fog a tejfogazatban nincs.

A fogakat egyszerűsítve a középvonaltól számított sorszámuk szerint jelöljük: pl. jobb felső hetes = a jobb felső második nagyórló stb. Írásban a fog szabad felszínét és a középvonal felé eső oldalát jelző derékszöggel és számával jelöljük a fogakat, pl. = jobb felső szemfog, = bal alsó első kisórló. (A vonalakat úgy kell elképzelnünk, mintha velünk szemben álló ember vízszintes vonalba kiegyenesített fogsorát szemlélnénk.)

A fagon kívülről a zománcsal borított koronát (*corona dentis*), a foghússal körülvett fognyakat (*collum dentis*) és a fogmedri nyúlványba beékelt csapszerű gyökeret (*radix dentis*) különböztetjük meg. A gyökerek száma lehet 1, 2 vagy 3, amelyek egymástól különböző fokban válhatnak el. Belül a fog koronájába különböző fokban benyúló fogüreget (*cavum dentis*) találni, amelyet a fogbél (*pulpa dentis*) tölt ki. A gyökéren keresztül a fogüregből egy vagy több gyökcsatorna (*canalis radialis dentis*) vezet a foggyökér csúcsához, és ott pontszerű nyílással (*foramen apicis dentis*) nyílik.

Általános irány- és helymegjelölések a fogakon. Minthogy a fogak parabolikus ívben helyezkednek el, a szokásos általános iránymegjelölések nem jól alkalmazhatók, ezért sajátos iránymegjelöléseket kell alkalmazni. (Sajnos, a hivatalos nomenklatúrák e klinikai szempontból fontos általános megjelöléseket nem veszik át teljesen, hanem a félreérthető medialis-lateralis, anterior-posterior iránymegjelölést alkalmazzák. Itt tehát eltérünk a hivatalos nomenklatúrától.) A fogkoronának a másik fogsor felé tekintő, tehát a rágásban közvetlenül részt vevő felszínét rágófelszínnek (*facies masticatoria*) nevezzük. Az elülső fogaknál ez nem annyira felszín, mint inkább rágóél (*margo masticatorius*). Afogsor külső oldala felé tekintő (azaz elülső fogaknál előre, hátsóbb fogaknál oldalra tekintő) felszíneket *facieslabialis* (elülső fogaknál) és *facies buccalis*nak nevezzük aszerint, hogy a szájtornác mely részével érintkeznek; egyértelműbb volna: *facies vestibularis*. Abefelé tekintő felszíneket a nomenklatúra általánosan *facies lingualis*nak nevezi; ez a megjelölés a nyitott szájjban dolgozó fogorvos számára értelmetlen, ezért helyesebb csak az alsó fogakon használni ezt a kifejezést; a felső fogakon: *facies palatinalis*. Afognak két szomszédjával, ti. az előtte és mögötte való foggal érintkező felszínét *facies contactus*nak nevezik általában; a középvonalhoz közelebb esőt *facies mesialis*nak, a távolabb esőt (tehát az elülső fogakon a lateralist, a hátsókon a hátsót) *facies distalis*nak.¹

Maradandó fogak (*dentes permanentes*). **A metszőfogak** (*dentes incisivi*) véső alakú koronával bírnak; labialis felszínük kissé domború, belső (lingualis, ill. palatinalis) felszínük gyengén kivájt, a nyak határa felé alacsony gumóban emelkedik be. A felsők jóval nagyobbak, különösen az első, az alsók keskenyek, majdnem

¹ Szórszálhasogatásnak tűnhet nomenklatúrai kérdéseken vitatkozni, pedig a nomenklatúrában nyelvi helyesség és az általános fogalmak konzekvens alkalmazása – különösen ahol az értelem szerűen nem is lehetséges – harmadrendű szempont a félreérthetlenség és a célszerű gyakorlati alkalmazhatóság mellett. A nomenklatúrák célja gyakorlati, amit az őket összeállító bizottságok gyakran elfelejtettek.

egyformák, de az első valamivel mégis keskenyebb. Egy gyökerük van, amely a felső metszőfogakon kerek átmetszetű, az alsókon oldalirányban összelapított ellipszis alakú. A cavum dentis a felső metszőkön a koronához hasonlóan oldalirányban kiterjedő lapos háromszög alakú üreg. Felül egy gyökcsatorna van, az alsó metszőn a gyökcsatorna gyakran kettős, egy elülső és egy hátsó, melyek azonban közösen nyílnak.

A metszőfogak rágóélei a fogsorok rendes összezáródásánál nem találkoznak, hanem az alsók élei a felsők mögé kerülnek, tehát az olló szárainak összezáródásához hasonlóan működnek. Fizikai értelemben két szorosan egymás mellett ellentétesen haladó ék hatásával működnek, azaz „vágnek”. A magyar „metsző”-fog kifejezés tehát helytelen szóhasználatból ered. „Metszésen” magyarul éles szerszámnak az átmetszendő felszínnel párhuzamosan való elhúzását, fizikai értelemben szubmikroszkópos fűrészhatást értünk.

A **szemfogak** (*dentis canini*) – kvadránsokként csak egy van belőlük – csúcsban végződő hordóidomú koronával bírnak. A fogsorok rendes záródása mellett csúcsuk azonban csak serdülőkorban van meg, később hamar lekopik, tehát kívülről nézve eredeti lancettaalakjuk hamar eltűnik, és később valódi hordó alakot vesznek fel. A sorból kiálló szemfog – ezen a fogon a leggyakoribb a helyzeti rendellenesség – csúcsa megfelelő szemben álló fog hiányában természetesen nem tud lekopni. Főleg a felsőnek igen hosszú és erős, a maxillát pillérszerű jugumban kiemelő gyökere van. Az alsó szemfog valamivel kisebb, gyökere is rövidebb, gyökcsatornája gyakran egy szakaszon kettéválk, de újra egyesül. E fogak általában nagy jelentőségűek mint tépőfogak; emberben ez a szerepük már csak jelzett. Kevésbé romlanak, mint más fog, ezért sokszor előrehaladottabb korban is megmaradnak, mint „pillérfogak”.

A **kisórlók** (*dentis premoiales*) – egy kvadránsban kettő van belőlük – kívülről nézve a szemfoghoz hasonló idomúak, de a rágófelszín felől nézve egészen más alakot mutatnak, annak következtében, hogy két gumójuk van: az egyik buccalis, a másik lingualis (felül palatinalis) elhelyezkedésű. A két kúp alakú gumót egy mesiodistalis irányú barázda választja el. A buccalis tuberculum mindig jobban kiemelkedik, mint a lingualis, főleg az alsó első kisórlón, amely ezért a szemfogtól kevésbé különbözik. A felső kisórlók mesiodistalis irányban lelapított ovális, az alsók gyakorlatilag kör alakú átmetszetűek. Általában egygyökerűek, csak a felső első kétgyökerű – az egyik buccalis, a másik palatinalis helyzetű – vagy legalábbis függőleges barázdákkal jelzetten két pillérből álló, melyek sokszor a csúcson válnak szét. A második felső kisórlón is sokszor jelzett a két gyökér különválási tendenciája. Az alsókon ez jóval ritkább. A pulpakamra a koronához hasonlóan kétszűcsű vagy jelzetten kétszűcsű, a felső elsőn a gyökércsatorna általában egyszűcsű gyökérben is kettős, a másodikban már jóval ritkábban. Az alsók gyökerei egyszűcsűek, aránylag ritkán kettőzött csatornával.

A kisórlók a táplálék durvább szétdarabolását végzik erősen kiemelkedő kúpos gumókkal, míg a nagyórlók a finomabb szétmorzsolást, tehát a valódi „örlést”. A szuvasodásnak leggyorsabban ezek a fogak esnek áldozatul.

Nagyórlók vagy **zápfogak** (*dentis molares*). Koronájuk minden nézetben többé-kevésbé négyzet alakú, bár a felsőké szabálytalanabb, inkább rombuszidomot mutatnak átmetszetben vagy a rágófelszínük felől nézve. Ez okozza, hogy a zápfog alakját elvben meghatározó rágófelszíni gumó és a köztük levő kereszt alakú barázda nem oly szabályos a felső fogakon, mint az alsókon. Az első felső nagyórlónak megvan ugyan mind a négy – két buccalis és két palatinalis – gumója, de az utóbbiak az előbbiekhöz viszonyítva erősen hátratólódottak, és a palatinalis gumók közül a mesialis (elülső) nagy tompa gumó, míg a distalis a rombusz hátsó csúcsát képezi, és eléggé csökevényes. A második felső nagyórló palatinodistalis gumója már gyakorlatilag elmarad. A palatinomesialis gumó ugyancsak nagy, így a fog ferde ellipszis alakot mutat a rágófelszín felől. A harmadik felső molaris – vagy felső **bölcsességfog** (*dens serotinus*) – az előbbihez hasonló, de sokszor még csökevényesebb koronájú. A felső molarisok háromgyökerűek, ezekből kettő buccalis, egy palatinalis helyzetű. A gyökök egymástól kissé divergáló irányúak, de csúcsaik gyengén egymás felé hajlanak. A buccomesialis gyökér a legegyszerűsebb, a palatinalis a legerősebb, kissé lapos, néha jelzetten osztott. A fogak ürege három gyökércsatornával bír, mindegyik gyökérben egygyel. A második és főleg a harmadik felső zápfog gyökerei közül egyesek részlegesen, a bölcsességfognál néha mindhárom kúposan összenőtt. Főleg a bölcsességfog gyökércsatornái már nagyon szűkek, és gyakran erősen görbék, vagy végük szögletben tört, ezért alig kezelhetők szabályszerűen.

Az alsó nagyórlók jóval szabályosabbak: egy-egy gumóval többel bírnak, mint a megfelelő felső fog. Az elsőnek 5 gumója van: két buccalis, két lingualis és egy distalis helyzetű. A négy fő gumót elválasztó keresztbarázda hosszanti szára hátul kettéválva fogja közre a distalis gumót. A második nagyórló és az alsó bölcsességfog szabályosabb négyszög alakú, 4-4 gumóval, szabályos keresztbarázdával. Gyökeik kettős: egy mesialis és egy distalis helyzetű. Mindkettő, de főleg a mesialis széles, előlről hátra összelapult, és mindkettő distal felé homorú. A mesialis gyökér hosszabb, és erősebben görbül, néha függőleges barázdával jelzetten buccalis és lingualis pillérré válik. A gyökércsúcsok ismét közelednek egymáshoz. Mindegyik gyökérben egy-

egy gyökcsatorna van. A bölcsességfog csak kevéssel szabálytalanabb vagy csökevényesebb alakú, mint a második nagyörlő.

Tejfogak (*dentis decidui*). A tejfogak a megfelelő maradandó fogakhoz hasonlítanak, de koronájuk aránylag alacsonyabb és szélesebb. Alakjuk egészben is kezdetlegesebb, kevésbé harmonikusan kidolgozott idomúnak tűnik, gyökereik merevebbek, egyenesebbek és a molarisokon divergálók.

A két metszőfog nagyon hasonlít a maradandó metszőkhöz; a szemfog is eléggé hasonló. Az első felső tejmolaris koronája inkább a maradandó premolarisokra emlékeztet mély mesiodistalis barázdájával, a második jóval nagyobb, és az első maradandó felső molarishoz hasonlít. Az első alsó mesiodistalis erősen megnyúlt fog négy gumóval, de ugyancsak mélyebb mesiodistalis barázdával. A második alsó a felsőhöz hasonlóan az első maradandó alsó molarishoz hasonlít. A tejmolarisok gyökerei a maradandókéhoz hasonlóak, de jobban szétállnak, mert a maradandó fogak telepeit kell közrefogniuk.

A fogzás (*dentitio*). A tejfogak a méhen kívüli élet 7–30. hónapjában törnek át a foghúson.

A tipikus sorrend – amelytől persze számos jelentéktelen eltérés van – a következő: A 7. hónapban az alsó első metszők, és később a felső első metszők, a 8. hónapban a felső második metszők, a 9–10. hónapban az alsó második metszők, a 12–14. hónapban az első molarisok, rendszerint előbb az alsók. A szemfogak rendszerint kissé lemaradnak (a 16–20. hónapban), a másfél év körüli kisgyermek mosolya ezért kedvelt fényképészeti motívum a szemfogak hiányából eredő bájos impressziót keltő négy foghíjjal. A második molarisok a 24–30. hónapokban, tehát a 3. életév elején bújnak ki.

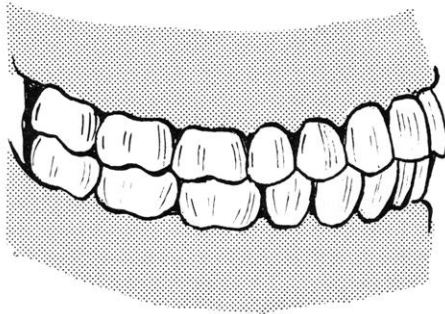
A maradandó fogak a fogváltás során jönnek elő a 6–24. év során. Először a második tejmolaris mögött jönnek elő az első maradandó molarisok, tehát olyképpen, hogy előttük nem esik ki tejfog. Ez a szülőket, sőt a fogászatban tájékozatlan orvost is megtéveszti az irányban, hogy a fogsor utolsó fogát 6–7 éves gyermekben tejfognak nézi, és „ezzel már most kár foglalkozni” jelszóval elmulasztják fogorvosi ellenőrzésüket. A 7. évben a medialis metszők esnek ki, és helyükbe előlépnek a gyermeki archhoz viszonyítva akkor még ijesztően nagyknak tűnő első maradandó metszők; a 9. évben az oldalsó metszők cserélődnek, a 10.-ben az első premolarisok, az első tejmolaris, és a 11.-ben a második premolarisok a második tejmolaris helyén. A tejszemfogak visszamaradása a 12. életévig fontos a fogsor szabályos kialakulása érdekében; ekkor együtt cserélődnek a második maradandó molaris áttörésével. A bölcsességfogak a 18. év körül kezdenek áttörni, de a folyamat normálisan is elhúzódhat a 24–25. évig. Át nem törő bölcsességfogak – gyakran nekinőnek az előttük levőnek – sok zavart okoznak.

A tejfogak gyökerei a mögöttük fejlődő maradandó fog koronája nyomása következtében fokozatosan elsorvadnak, ettől a fog mindjobban meglazul, és végül a fognyakból maradó két apró csipke tartja a foghúson, majd kihullik az utána jövő maradandó fog koronája legkiugróbb csipkéjének megjelenésével majdnem egyidejűleg.

Ha a maradandó fog csökevényes vagy rossz irányban fejlődik, a tejfog gyökere nem szívódik fel, és helyben marad.

A fogsor egészben és a fogak occlusiója. A fogazat funkciója szempontjából igen jelentős tényező a két fogsor összeilleszkedése, szakszóval occlusiója vagy articulatioja. Normális fogazat mellett az egyes fogak bámulatos pontossággal illeszkednek be kiemelkedéseikkel a velük szemben álló fogak mélyedéseibe, és viszont. Ennek nem kizárólag, sőt talán nem is elsősorban az az oka, hogy az egyes fogak telepei célszerűen vannak a fogmedri nyúlványokban elhelyezve, és a fogak méretei mindkét fogsorban célszerűen rendezettek a leendő pontos articulatio szempontjából. Bár bizonyára ez is lényeges tényező, hiszen a lényegesen keskenyebb alsó metszők folytán az alsó fogsor fél [ill. egynegyed – ti. a szemfogra és a kisörlőkre vonatkoztatva 1/2, a nagyörlőkre ez körülbelül 1/4 mesiodistalis átmérőt jelent (**7/3. ábra**)] fogátmérővel előretolódik a felső sorral szemben. Így pl. az alsó nagyörlők első gumói a megfelelő felső nagyörlő előtti mélyedésben és a hátsók a felső foggumói közötti üregbe esnek (**7/3. ábra**). A lényeges az, hogy a rágás, ill. a fogsorra ható más izmok (belülről a nyelv, kívülről a m. buccinator és az ajkak izomzata) együttesen terelik be a fogakat a helyes állásba és articulatioiba. A fogmeder csontszöve is, akárcsak minden más csontszövet, készségesen enged a tartós nyomásnak, és a nyomás helyén felszívódik. Így a nem egészen pontos helyen és irányban kinövő fogak addig vándorolnak, míg az adott körülmények között a legmegfelelőbb helyre nem kerülnek. Érdekes, hogy a foggyökér cementje – bár csontszövet – e tekintetben ellenállóbb, és ezért a nyomás irányában a fogmeder csontszöve szívódik fel, illetve a nyomással ellentétes irányban új csontszövet rakódik fel. E normálisan is – de természetesen kisebb mértékben – jelentkező mechanizmust használják fel a fogszabályozásban a fogakra felszerelt eszközökkel, hogy a nem megfelelő helyen álló fogakat kozmetikai és funkciós szempontból jó irányba tereljék. Az

elmondottakból az is érthető, hogy azok a helyesen szabályozó eszközök, amelyek a rágás és egyéb szájmozgások természetes erőit használják fel a fogak telerésére.



7/3. ábra. A felső és az alsó fogak occlusiója

A rendellenes fognövekedésnek jelentős részben az az oka, hogy a fogak méreteit meghatározó öröklési tényezők nem azonosak azokkal, amelyek az állcsontok méreteit meghatározzák. Így függetlenül örökölné az egyén pl. az egyik felmenő ágról a nagyméretű fogakat és a másiktól a kisméretű állcsontokat vagy fordítva. Az egyik esetben a fogak nem férnek el egy sorban, a másikkban ritkán állnak, és nem támogatják egymást kellőképpen. Természetesen az embrióban keletkezett fejlődési zavar (ún. embryopathiák), mozgási hibák és bénulások, légzési zavarok (pl. nyitott szájjal való alvás), sőt rossz szokások (megmaradó ujjszopás) is lényegesen közrejátszanak szerzett occlusiós rendellenességek létrejöttében. A későbbi korban hasonló szerepe lehet a rossz fogpótlásnak és a protézisnek is.

A normális occlusióban az alsó metszők a fogsorok zárása mellett – mint már említettük – a felsők mögé kerülnek. Az alsó fogsor, főleg elől, valamivel szűkebb és parabolikus, míg a felső inkább elliptikus, ezért az alsó szemfog és a kisőrlők gumói valamivel beljebb kerülnek, mint a felsők külső gumói. Így az alsó buccalis gumók éppen beleesnek a felső fogak gumói közötti völgyekbe. A gumók és völgyek alternálása tehát kettős: mesiodistalis irányban az alsó fog a neki megfelelő felső és az azt megelőző fog közötti völgygel kerül szembe, buccolingualis irányban pedig az alsó (pl. kisőrlő) fog buccalis gumója a felsők két gumója közötti barázdák szintjébe esik. A parabolikusan széttérő állkapocs folytán a nagyőrlőkben ez a buccolingualis irányú eltérés csökken.

Oldalról nézve a fogak gondolatban kisímitott articulációs síkja gyengén S alakú vonalat mutat, amely hátul a nagyőrlők között felfelé, elől a kisőrlők és a szemfogak között lefelé homorú (Spee-féle görbe). A görbület nem mindig kifejezett, jelentősége is vitatott. Feltehetőleg a rágás örlőmozgása – amelyben igen sok tényező szerepel: a rágóizületben a mozgások lehetősége, a rágóizmok húzási iránya, a fogak dudoros felszíneinek egymáshoz viszonyított mozgásai stb. – alakítja ki ezt az articulációs síkot. A matematikának egy speciális, még kellőképpen ki nem dolgozott ága, a funkcionális geometria foglalkozik ilyen típusú kérdések elméleti alapjaival. A gyakorlatban bonyolult görbült felszínek pontos csiszolását több igen eltérő mozgási komponens keverésével lehet elérni (egyszerű természeti példája a kavicsok lecsiszolódása a folyómederben).

A fogak szövettana. A corona dentist kívülről a **fogzománc** (*enamelum* = *substantia adamantina*) változó vastagságban borítja. A gumóknál a zománc 1 mm-nél vastagabb, oldalt kb. 1/2 mm vastagságú. Hám eredetű, 3–6 mm átmérőjű, hatszegletű hasábokból áll, amelyek a zománc egész mélységén átterjednek; az elmeszesedett zománcsejtek (*adamantoblastok*) termékei.

A fogfelszín domborulatának megfelelően a zománcprizmák kifelé vastagodnak. Összetartásukat kevés elmeszesedett ragasztóanyag és főleg az biztosítja, hogy a prizmak nem egészen egyenesek, hanem kifelé haladva enyhén csavarodnak, tehát a szomszédos csoportok között kiskökű összefonódás van.

A fog fő állományát, a koronáét, a nyakét és a gyökérét, a **dentin** (*dentinum*)² alkotja (7/4. ábra). A fog külső felületére nagyjából merőleges, a fog tengelyétől kifelé irányuló sugaras szerkezetű elmeszesedett sejt közti állomány, amely sugaras szerkezetét a csatornácskákban haladó odontoblastsejtek nyúlványaitól nyeri. Az odontoblastok a fog üregének és gyökcsatornájának felületét hengerhámszerűen borító kötőszöveti eredetű sejtek, amelyeket a csontsejtektől eltérően az elmeszesedett sejtközi állomány nem vesz teljesen körül, hanem csak azok kifelé irányuló és a zománc belső felszínéig érő nyúlványait.

²Eredeti klasszikus neve *substantia eburnea*. Az *enamelum* kifejezéshez hasonlóan az angol orvosi szóhasználatból a PNA-ba erőltetett kifejezés.

Az alapállomány egyébként összetételben hasonló a csont alapállományához, csupán mészsókban gazdagabb és organikus alkatrészekben (kollagénben) valamivel szegényebb. A dentin kialakulása és elmeszesedése kívül a zománchatáron indul meg, és befelé terjed a fogüreg felé. A legbelső és egyúttal legfiatalabb dentin még felnőttben is tökéletlenül meszesedett el; ezt a réteget predentinnek nevezik. E mechanizmusból érthető, hogy előrehaladó korral a fogüreg és a nyakcsatorna kismértékben szűkül.

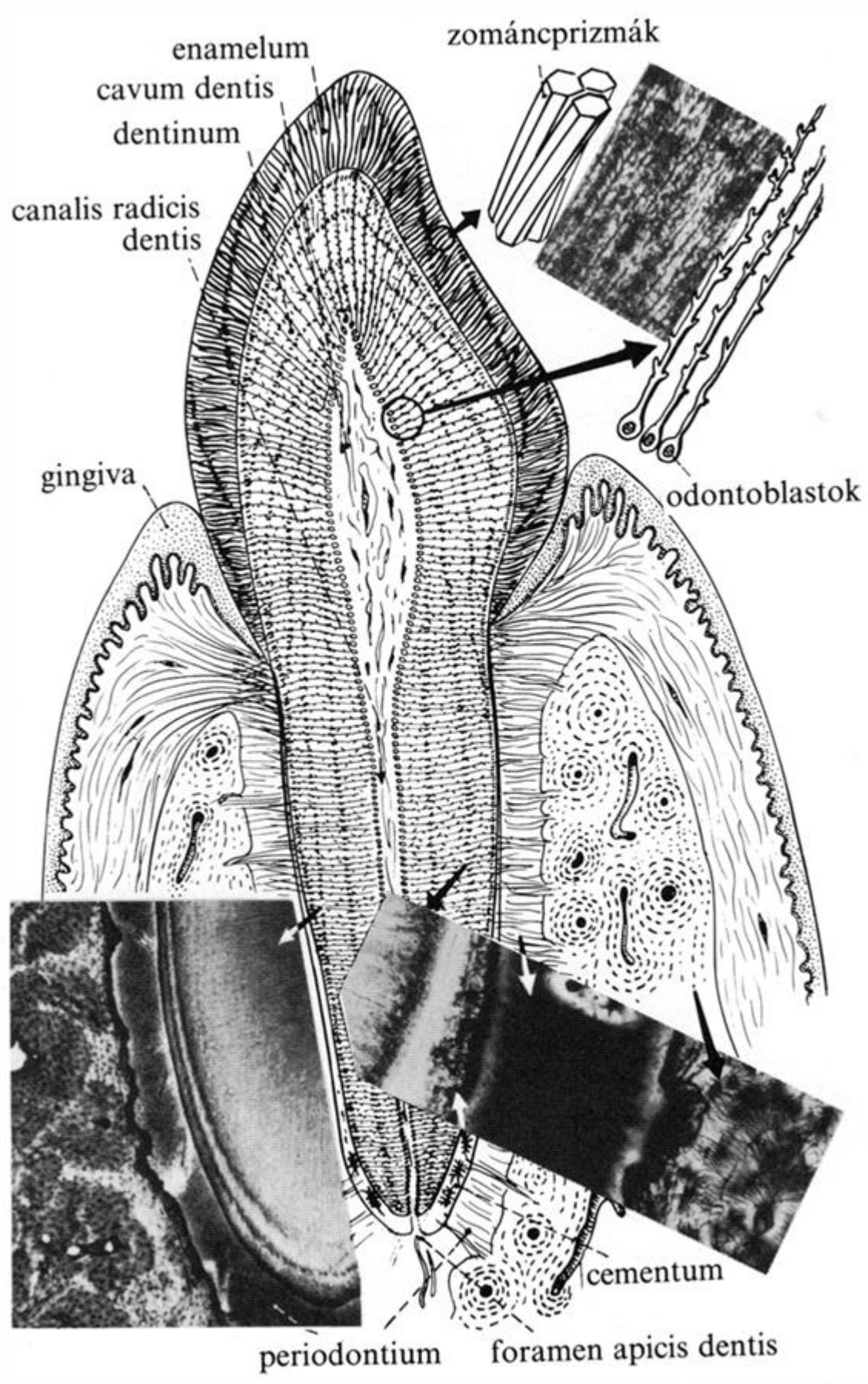
A fog gyökerét vékony rétegben még egy harmadik állomány: a **cement** (*cementum*; eredeti neve *substantia ossea*) borítja. Ez mélyebb – ti. a gyökér csúcsa felé eső részben a csonthoz mindenben hasonló csontsejteket tartalmazó állomány, a nyakhoz közelebb eső részeken nem tartalmaz sejteket. Jelentősége, hogy kifejlődése során körülövi azokat az erős kollagénrost-kötegeket, amelyek a fogcsírástól a fogmedri nyúlvány kötőszöveti telepéhez haladnak.

Ugyanezen rostok távoli végeit a fogmedri nyúlvány alveolusainak kifejlődő csontszövege növi körül. Így a csontszövetnél leírt Sharpey-féle rostok keletkeznek, amelyek egyik vége a fog gyökerét beborító cementbe, másik vége a fogmedrek csontjába van beágyazva. E rostok összességükben erős rögzítőrendszert képeznek, amely a foggyökér teljes felszínét mintegy lehorgonyozza a fogmederbe.

A foggyökér cementje és az alveolus csontfelszíne között megmaradó soha el nem meszesedő kötőszövet a *periodontium* – egyúttal *periosteum alveolare* – hajszálerekben és érzőidegekben gazdag. Az erek táplálják a cementet, az idegek a fogak fontos „tapintó” – ti. a rágott vagy egyébként a fogak közé jutott anyag konzisztenciáját felmérő – működését látják el.

A fogmedri nyúlványokra kívülről a pofa, belül felülről a szájpad, alulról a szájfenék nyálkahártyája mint **foghús** (*gingiva*) húzódik rá, és körkörösén körülfogja minden fog nyakát. A foghús erős, sűrű szövésű, és a csontos alaphoz feszesen rögzített kötőszövetes tunica propriaival rendelkező nyálkahártya, mirigyektől mentes, és vastag, sűrű és mély kötőszöveti papillákkal ellátott, többrétegű, el nem szarusodó laphámmal borított. Vastag hámja és csonthoz való szoros rögzítettsége folytán a gingiva elég durva mechanikai hatásoknak is ellenáll, és kevésbé érzékeny. Gyulladt állapotban viszont igen fájdalmassá válik. Egészséges fogakon a gingiva nemcsak a fog nyakát, hanem a zománccal borított koronából is még közel egy milliméternyit bevon, két szomszédos fog között pedig **interdentalis papilla** alakjában csipkeszerűen (a valóságban sáncszerűen) ki is emelkedik.

A fogazat egyik legkritikusabb pontja (az ún. locus minoris resistentiae) a foghúsnak a foghoz való rögzülése. A zománccal a foghús hámja a mélybe fordul, és bármily szorosan feszül is hozzá, mégis vékony hasadék van a foghús hámja és a fog felszíne között. A zománc szélénél a foghús hámja is véget ér, tehát itt a hasadék mélyén a fognyak–zománc határt gyűrű alakban egy hámmentes vonal veszi körül, ahol a fog körüli kötőszövet bármilyen kismértékben is, de mégis szabadon fekszik. (Némi túlzással „fiziológias sebfelületnek” volna tekinthető.) Itt a kötőszövetben mukopoliszacharidokban dús basalis membrán mintegy pótzárat létesít, és a foghús mély kötőszövege sugaras és gyűrű alakú rostokkal a nyak körül speciálisan erős rostos rendszert képez. Érthető azonban, hogy ez a megoldás addig jó, míg a foghús szövetei egészségesek, és szöveti turgorukkal, illetve a kötőszövet feszességével a fog körüli rést tökéletesen zárva tartják. Bármilyen, a fogászatban majd részletesen megismerendő, tényező, amely a rés tökéletes zárását csökkenti, oda gyorsan bomló ételmaradékok bejutását és circulus vitiosusként a fog körüli szövetzár összeomlását vonja maga után.



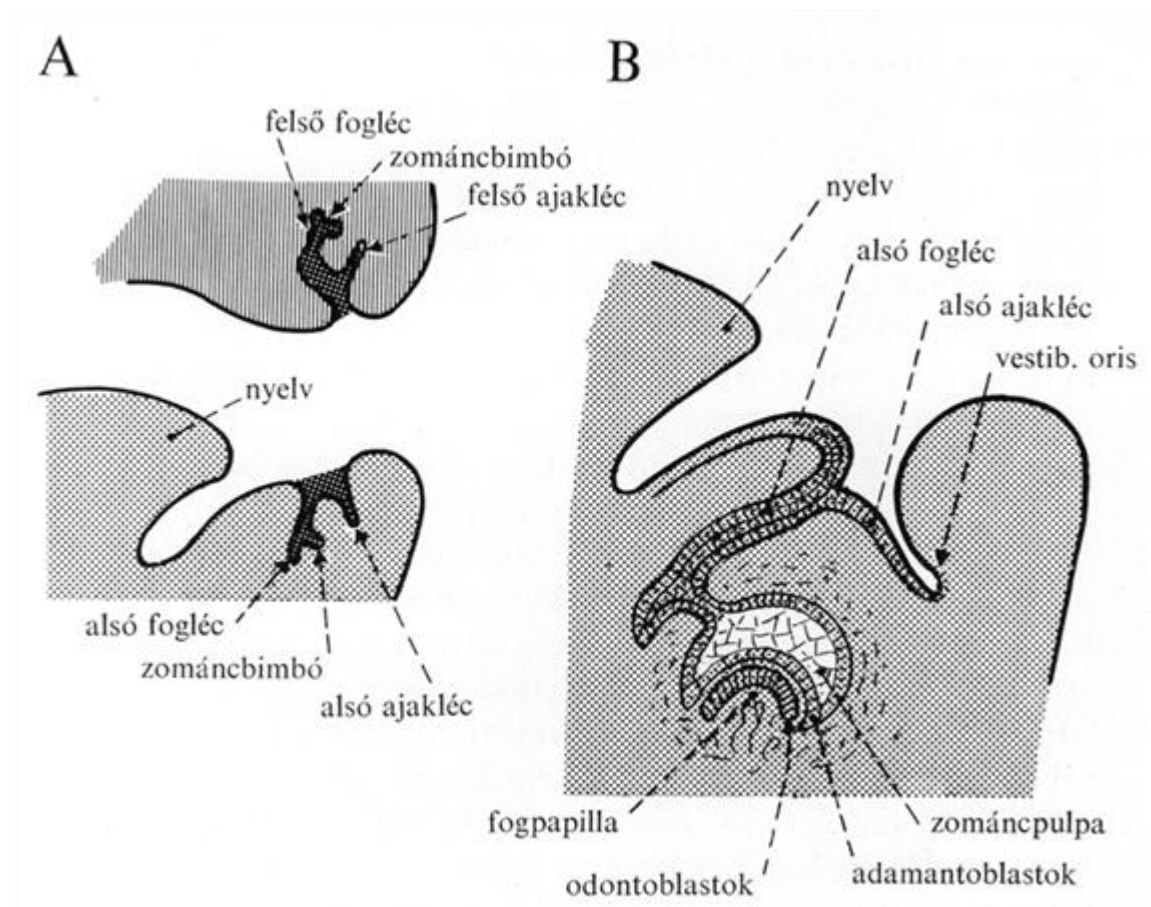
7/4. ábra. A fog felépítése és finomabb szerkezete. A félig sémás rajzba beiktatott mikrofelveletek közül a jobb felső a dentincsatornákat mutatja az odontoblastnyúlványok finom oldalágaival. Az alsó mikrofelveletek a cementet és az alveolusok csontállományát összekötő – ezen az ezüstimpregnációs készítményen csaknem feketének tűnő – rostos szerkezetű periodontiumot mutatják

A fog üregét és a gyökércsatornát a **fogbél** (*pulpa dentis*) tölti ki, amelynek nagy része aránylag differenciálatlan mesenchyma jellegű, eléggé sejtdús szövet. Külső, a dentinnel határos felületét hengerhámszerűen egymás mellé ékelődő odontoblastok borítják. Igen vékony falú erekben és érzőidegekben dús szövet, amelyeknek végső rostjai az odontoblastok rétege alatt sűrű fonatot alkotnak. Számos rost behatol a praedentinbe is, és ott laza fonatot képez az egyik dentincsatornán kifelé, majd egy másikon visszafelé futva. Ez is hozzájárul a dentin mélyebb rétegeinek érzékenységéhez (a szuvas fog hidegre érzékeny, illetve a dentin fűrésra fájdalmas).

A gyökércsatornán haladó nagyobb erek szoros kíséretében lépnek be a fog üregébe az idegrostkötegek.

A fog szövetei regenerációra csak minimális mértékben képesek. A modern civilizációval együtt járó étkezési szokások mellett a fogak kopása (*abrasio*) elég kismérvű, csak rendellenes fogállásnál és a metszőfogak élén, ill. a szemfog csúcsán jelentősebb. Ez valószínűleg inkább káros, és elősegíti a fogszuvasodást. Primitívebb életkörülmények és főleg növényi magvak tökéletlenebb kiörlése és rostosabb táplálék mellett a kopás jelentős. Ilyenkor idősebb korra a pulpa csúcsa már belekerülne a lekopott részbe, de a rágás ingerére az odontoblastok fokozott dentinképzéssel reagálnak a veszélyeztetett helyen, tehát a kopás így rendszerint nem okoz bajt. Fogszuvasodásnál is van valamely ilyen védekezés az odontoblastok részéről, de a képzett szekunder dentin nem eléggé rendszeres szerkezetű, és nem védi meg a pulpát a fertőzéstől. A fogak szöveteinek látszólagosan inert (nem reagáló – tehetetlen –, ti. a zománc élő alkatrészét egyáltalán nem tartalmaz) volta ellenére radioaktív izotópokkal nyert tapasztalat alapján a nyálból anyagok jutnak be a fog szövetébe, és fordítva, a nyál összetétele tehát a fogak élete szempontjából nem közömbös, és ha nem is élő, de valamiféle „anyagforgalom” van a fog zománcában is.

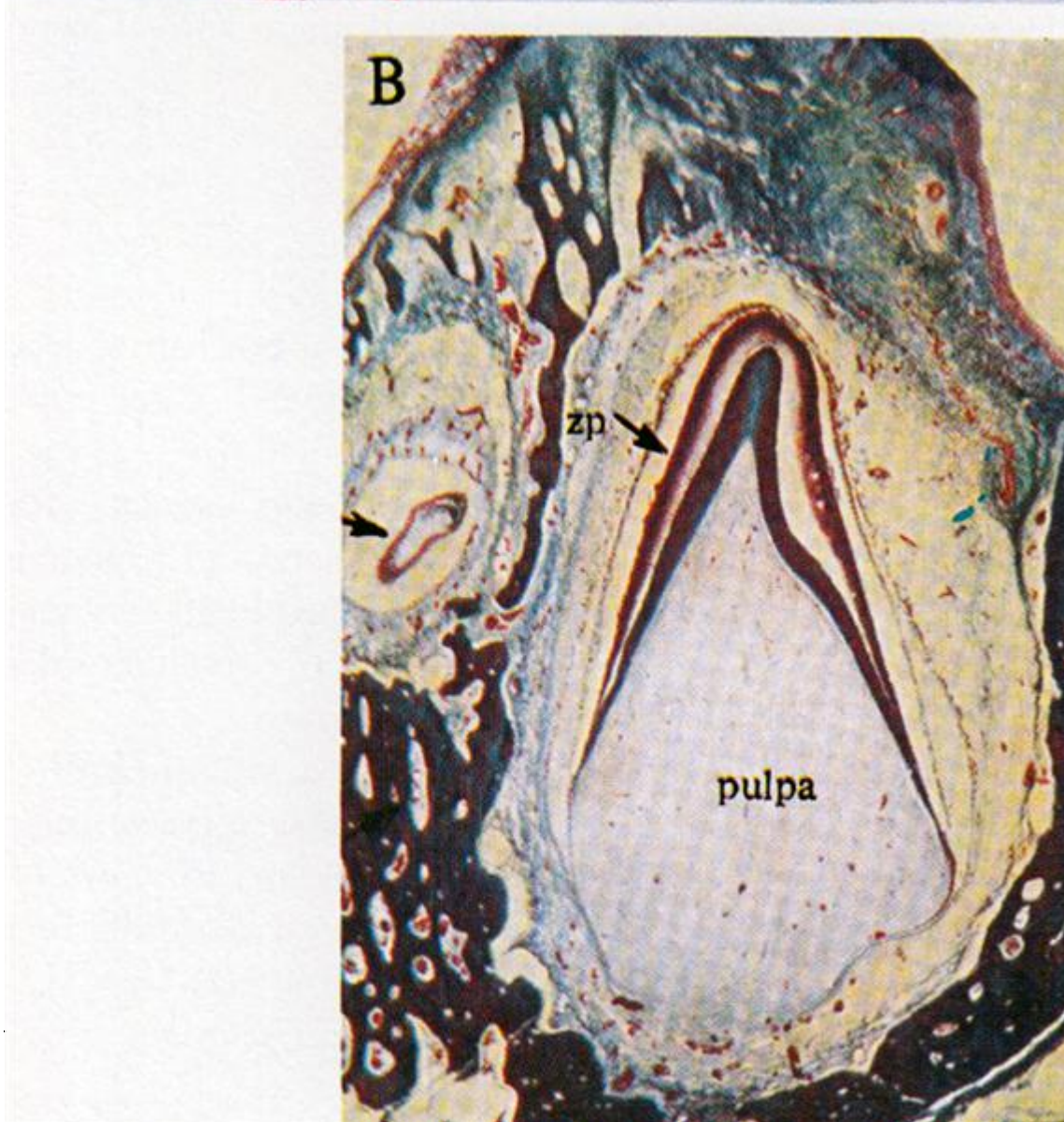
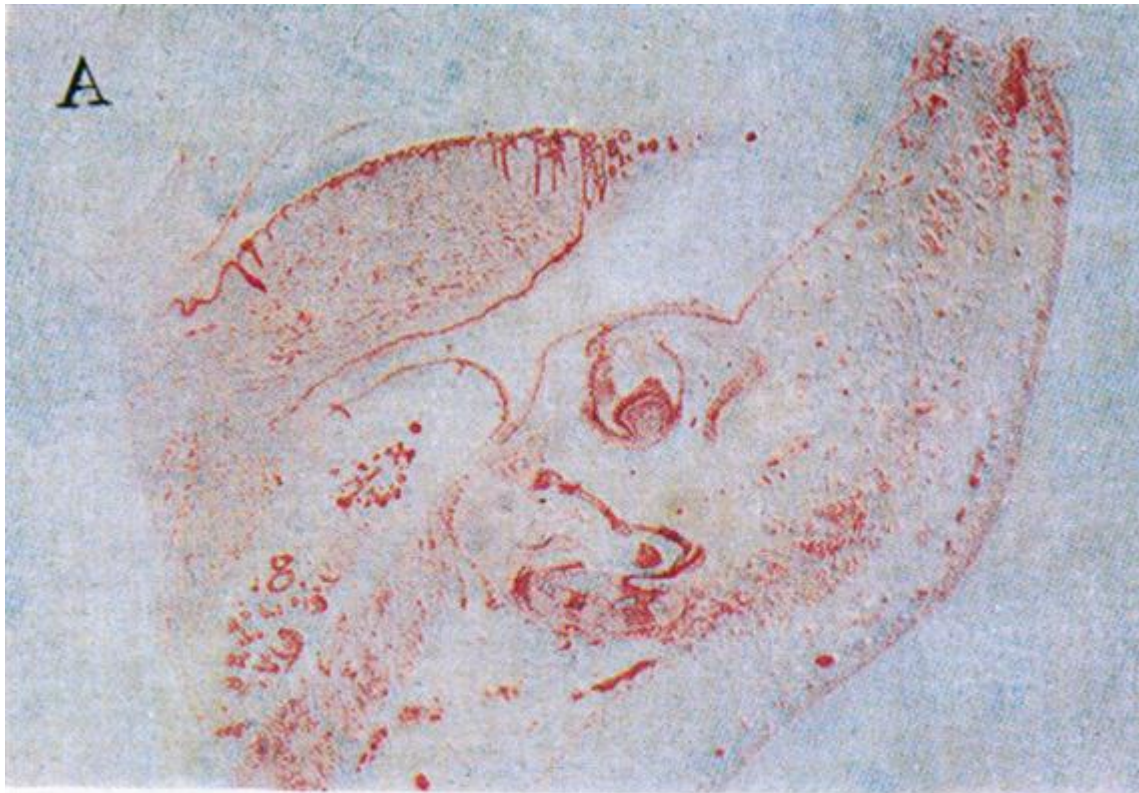
A fogak fejlődése. Az elemi szájbőlöt bélelő hám, mint már előzőleg láttuk, ectodermális eredetű. A membrana buccopharyngea által elválasztott fejbél hámja pedig endoderma.



7/5. ábra. A: a szájöböl ajak- és foglécének kialakulása; B: a fogléc külső oldalán keletkezett zománcbimbók hámját a mesenchymalis eredetű fogpapilla benyomja. A zománcszerv belsejét elfoglaló zománcpulpa a bimbó hámjának „mesenchymaszerű” átalakulásával jön létre

A később felszívódó membrana buccopharyngea a kifejlett szervezetben olyan ferde síknak felel meg, amely a garat fornixának hátsó részétől húzódik lefelé és előre a nyelv sulcus terminalis előtti tájékához. Ennek megfelelően a szájüreg minden olyan hámképződménye, mely e sík előtt fejlődik ki (adenohypophysis, a fogak hám eredetű részei, a nagy nyálmirigyek) ectodermalis eredetűek, a mögötte kifejlődők (a nyelvgyök hámszármazékai, mirigyei és főleg a pajzsmirigy) endodermalis eredetűek.

Ajak- és fogléc. Az elemi szájöböl felső és alsó peremén belül patkó alakú hámmegegyesülés alakul ki (ajak- vagy vestibularis lécszövet). Ez a mélybe nyomulva (ti. a felső szájöböl falon felfelé, az alsón lefelé) Y alakban kettéválk egy külső, tulajdonképpen ajakléc, és egy belső, fogléc (7/5. ábra, A). Az ajak- vagy vestibularis lécszövet belső hámrétegei felszívódván, kialakul az ajkakat a foghústól elválasztó vestibulum oris. – A fogléc szabad széléhez közel, annak kifelé tekintő oldalán a hám kis csomókban elszaporodik, majd a foglécet összeköttetését megtartó kis hámgömböket, az ún. **zománcbimbókat** alakítja ki. E hámgömbök külső sejtjei megtartják hámjellegüket, míg belső sejtjei, az ún. **zománcpulpa**, mesenchymához hasonló csillag alakú sejtek szövetékké válik. A hámgömbnek a szájöböltől távolabb eső oldalán (tehát a felsőknél felül, az alsóknál alul) egy mesenchymalis sejtösszefüggés, a fogpapilla fejlődik, amely növekedve benyomja a zománcbimbó aboralis oldalát, amely így kettős falú félgömb alakját vesz fel. A fog kemény szöveteinek kialakulása a fogpapilla és a behomorított zománcbimbó belső hámfelszíne közötti határon indul meg. A zománcbimbó homorú felszínének sejtjei a fog későbbi csúcsától (vagy élétől) kezdődően a fogpapilla felé fordított oldalukon **zománcprizmákat** kezdenek termelni. Az egész zománcképződés folyamata alatt a zománcképző hámsejtek (*adamantoblastok*) végig megmaradnak. Fordítva: a fogpapilla külső, hengerhámszerűen tömörült mesenchymasejtjei (*odontoblastok*) csúcsnyúlványai körül a dentinállományt kezdik kifejleszteni. A fogpapillát ilyen módon a fogkezdemény egy külső, zománcréteggel és egy belső, dentinréteggel növi körül. Eleinte ez csupán csésze vagy ék alakú kemény fogkezdemény (7/5. ábra, B, valamint 7/6. ábra), majd később felveszi a fogkorona végső alakját. A fogpapilla a korona alatt fokozatosan tovább megnyúlva nem csupán a koronának, hanem a fognyaknak és a gyökérnek megfelelően is fejleszt ki külső felszínén dentint. A gyökérre ráakadó fogcement a fogpapillán kívüli mesenchyma (**fogzacskó**) elcsontosodásából lesz. A zománcbimbó külső hámrétege, mint a zománcsapkát védő külső zománcchám, a fog áttöréséig megmarad, majd felszívódik. Hasonló sors vár a zománcbimbók külső és belső (zománcképző) hámja közti zománcpulpa sejtjeire. A zománctermelés befejeztével, a fog áttörése előtt az adamantoblastok elpusztulnak. Az odontoblastok a fog élete során végig megmaradnak, és szükség esetén biztosítják egy darabig a reparatív dentintermelést. A tej- és a maradandó fogaknak megfelelően a fogkezdemények kialakulása és kifejlődése kétszer, egyszer az 5–15 cm-es embryonagyságnál, és egyszer később, a 6. magzati hónaptól jóval a születés utánig zajlik le.



7/6. ábra. A: korai fogcsíra a gömb alakú zománcszervbe alulról benyomuló fogpapillával. B: tejmetezőfog koronájának előrehaladottabb kialakulása. Kis nagyítású felvétel, amelyen a fejlődő zománcréteg ibolyáspiros, a dentinréteg sötét kékesibolya színben látható. A zománcréteget üresnek tűnő üreg, a zománcpulpa veszi körül. Az ék alakú koronatelep belsejét elfoglaló eredeti fogpapilla laza mesenchymalis fogpulpává kezd átalakulni. A dentin alatti odontoblastréteg e készítményen az azanfestés miatt nem ismerhető fel. A tejfogcsírából balra már látható a még sokkal kezdetlegesebb maradandó fog csírája

Nyelv

A **nyelv** (*lingua*) a szájfenék nyálkahártyájával borított tömör, nagyjából izomszövetből és részben mirigyekből felépített kiemelkedés.

Hátsó része rögzítettebb nyelvgyökér (*radix linguae*). Rögzítettsége sokoldalú: lefelé a szájfenékhez, hátrafelé a gégehez, a nyelvcsomhoz és a processus styloideushoz, oldalra a szájpadívekhez; ezeket a viszonyokat részletesebben a nyelvizmokkal és a torokszorossal kapcsolatban fogjuk megismerni.

Teste (*corpus linguae*) már elemelkedik a szájfenékről, majd előre fel teljesen szabadon álló csúcsba (*apex linguae*) megy át. Alakja olyan sajátos, és egyben mozgékonyasága folytán oly változó, hogy pontosabb körülírása nehézkes, valamint általános ismertsége folytán felesleges is volna; inkább más tárgyakat hasonlítunk hozzá (a „nyelv alakú” mindenki számára közismert fogalom).

Széleit (*margo linguae*) nyálkahártyával bélelt, mély, patkó alakú barázda választja el az alsó fogsor belső foghúásától. Ezen barázda hátrafelé a szájpadíveknél ér véget, elől a nyelv csúcsa alatt tág gödörre, a nyelv alatti tájékká (*regio sublingualis*) szélesedik ki.

A **nyelv nyálkahártyája**. A nyelv háta (*dorsum linguae*) a nyelv elülső kétharmadában sűrűn álló szemölcsöktől durván bársonyos, hátsó harmadában dudoros nyálkahártyával borított. E két területet előre nyílt tompaszögű V alakú barázda (*sulcus terminalis*) választja el egymástól. A „V” csúcsában vak mélyedés (*foramen cecum*) található, mely a pajzsmirigy telepének eredetét képező ductus thyroglossus fejlődési maradványa. A sulcus terminalis előtti bársonyos nyálkahártya-terület (*pars papillaris linguae*) különböző alakú szemölcsöket (*papillae*) hord. A sulcus terminalis mögé eső, nem bársonyos nyelvgyöki nyálkahártya-terület a nyelvmandula (*tonsilla lingualis*, *pars follicularis linguae*). A nyelvmandula a közepén sekély barázdával elválasztott, két ellipszis alakú dudoros terület, amelyek hossz tengelye előre felé gyengén divergál. Az egyébként sima nyálkahártyával fedett lapos dudorok a mandula nyiroktüszőinek felelnek meg (*folliculi linguales*). Hátrafelé a nyálkahártya teljesen elsimul, és a közepén erős sagittális nyálkahártyaredőtől (*plica glossoepiglottica mediana*) elválasztott két mély gödörbe (*vallecula epiglottica*) bukik be. E gödrök választják el a nyelvgyököt a gégefedőtől (epiglottis; lásd részletesebben a gégénél). A gödröket oldal felé újabb, kevésbé magasan kiemelkedő nyálkahártyaredők (*plica glossoepiglottica lateralis*) határolják.

A nyelv alsó felszínén az oldalsó széleken aláforduló nyálkahártya hirtelen átmenettel simává válik. Ettől az átmenettől néhány milliméterrel medial felé két, a nyelvcsúcs felé hegyesszögben konvergáló castrangos nyálkahártyaredő húzódik előre felé (*plica fimbriata*), majd a nyelv középvonalában sagittális nyálkahártyaredő: a nyelvfelek (*frenulum linguae*) köti össze a nyelv alsó felszínét a szájfenék nyálkahártyájával. A nyelvre ennek gyakorlatilag nincsen rögzítő szerepe, csak a nyelvhegy maximális felemelkedésével és hátracsapásával feszíthető meg. A nyelv alsó felszínén, különösen a plica fimbriata alatt, és ettől medialisra, a nyelv nagy vénái tűnnek át a vékony nyálkahártyán.

Nyelvizmok. Rendkívül sokoldalú mozgékonyaságát a nyelv külső és belső izmainak köszönheti. Külsőkön olyan izmokat értünk, amelyek valamely vázrészről erednek, és a nyelvben tapadnak, belsőkön olyanokat, amelyek a nyelven belül erednek és tapadnak.

♦ A) Külső nyelvizmok.

♦ 1. *M. genioglossus*. Páros legyező alakú, szorosan a középvonal mellett elhelyezkedő izom, amely a mandibula belső oldalán, az állcsúcsnak megfelelően ered, és hátra, valamint felfelé szétsugárzik a nyelv gyöke és dorsalis része felé. Működése: előrehúzza és kiölti a nyelvet.

♦ 2. *M. hyoglossus*. Anyelvcsont nagy szarváról és testének jelentős oldalsó részéről eredő, és a nyelv oldalsó részéhez felszálló izomlemez. Működése: lehúzza a nyelvet a szájfenékre és ellaposítja.

♦ 3. *M. styloglossus*. Ahalántéksont processus styloideusáról le- és előre felé a nyelv oldalsó részébe haladó karcsú, de erős izom. Működése: a kétoldali együtt gyeplőszerűen működve fel- és hátrafelé húzza a nyelvet. Nyelvvi sszahúzó.

♦ B) Belső nyelvizmok.

♦ 1. *M. longitudinalis superior et inferior*. Az előbbi a nyelv dorsalis részében, az utóbbi az alsó felszínhez közel elhelyezkedő, a nyelv csúcsától gyökeréig végighaladó lapos izomrostnyaláb. A középvonalban hiányzik. Működése: a felső izom a nyelvet felfelé homorítja (pl. „l” vagy „r” hang kiejtésénél), az alsó a nyelv csúcsát lefelé fordítja (pl. a szájfenékbe került ételrészlet kiemelésekor), a két izom együtt a nyelvet rövidíti és szélesíti.

♦ 2. *M. transversus*. Anyelvet sagittalisán elválasztó középső erős kötőszöveti sövénytől (septum linguae) harántul oldal felé irányuló nyalábok, amelyek a nyelv széle felé kissé felfelé és lefelé is szétsugároznak. Működése: a nyelvet keskenyíti és vastagítja (pl. a nyelv kiöltésénél), felső része külön a nyelvet hosszanti vályúba homorítja.

♦ 3. *M. verticalis*. Valószínűleg nem önálló izom, hanem a külső nyelvizmok (főleg a m. hyo- és genioglossus) levált, függőlegesen futó nyalábjai. Működése: laposítja, és ezzel passzíve szélesíti a nyelvet.

A nyelvizmok a nyelv három dimenziójában (előlről hátra, jobbról balra és függőlegesen) fonódnak össze. A rostok a végükön rendszerint elágazódnak. Az izomrostok fonadéka közé mindenütt bőséges zsírszövet, és helyenként apróbb mirigyek szövődnek.³³

A nyelv mirigyei. A nyelv állományában háromféle apróbb nyálmirigy fordul elő. A papillae vallatae körkörös, illetve a papillae foliatae függőleges árkaiba (a papillák leírását lásd később) tiszta savós nyálmirigyek nyílnak (feltehetőleg az ízlelés számára oldószerként szerepel a váladékuk). A nyelvgyökön tiszta mucinosus nyálmirigyek vannak, amelyek kivezetőcsövei átfúrják a tüszöket. A nyelvcsúcsban egy páros, kb. borsó nagyságú, kevert, a gl. sublingualishoz hasonló szerkezetű mirigy (*glandula lingualis anterior* ún. Nuhn–Blandin-mirigy) helyezkedik el, amelynek több kivezetőcsöve a plica fimbriata elülső részében végződik.

ÉR- és idegellátás. Rendkívül bő érellátását az *a. lingualis*, az *a. carotis externa* ága adja. A kétoldali arteria ágrendszere a nyelvben bőségesen anastomosál, ezért súlyosabb sérülésnél az egyik oldali ér lekötése (a nyelvcsont nagy szarva felett a m. hyoglossus belső oldalán) esetleg nem csillapítja a féloldali sérülésből eredő vérzést.

Venái igen dús kötegeket képeznek a nyelv alsó felszínén a nyelvfelek és a m. genioglossus két oldalán. Ezek hátrafelé a v. retromandibularis ágrendszeréhez csatlakoznak.

Nyirokereit a csúcsból a submentalis, testéből a submandibularis, gyökéből a mély nyaki nyirokcsomókhoz vezetnek.

Mozgatóidege a XII. agyideg (*n. hypoglossus*). Két érző idege van: az V. agyideg 3. ágából a *n. lingualis*, valamint a IX. agyideg (*n. glossopharyngeus*) végágai. A *n. lingualis* az elülső kétharmad általános (tapintás, hő, fájdalom) érzőidege; ízérző rostjai a VII. agyidegből (*n. facialis*) a *n. lingualis*hoz csatlakozó *chorda tympaniból* származnak. A *n. glossopharyngeus* a sulcus terminalis mögötti terület nyálkahártyáját látja el mind általános érző, mind ízérző rostokkal. E rész mirigyeit ugyanezen ideg vegetatív rostjai látják el, ezért a nyelvgyökben apróbb vegetatív idegsejtcsoportok is találhatóak.

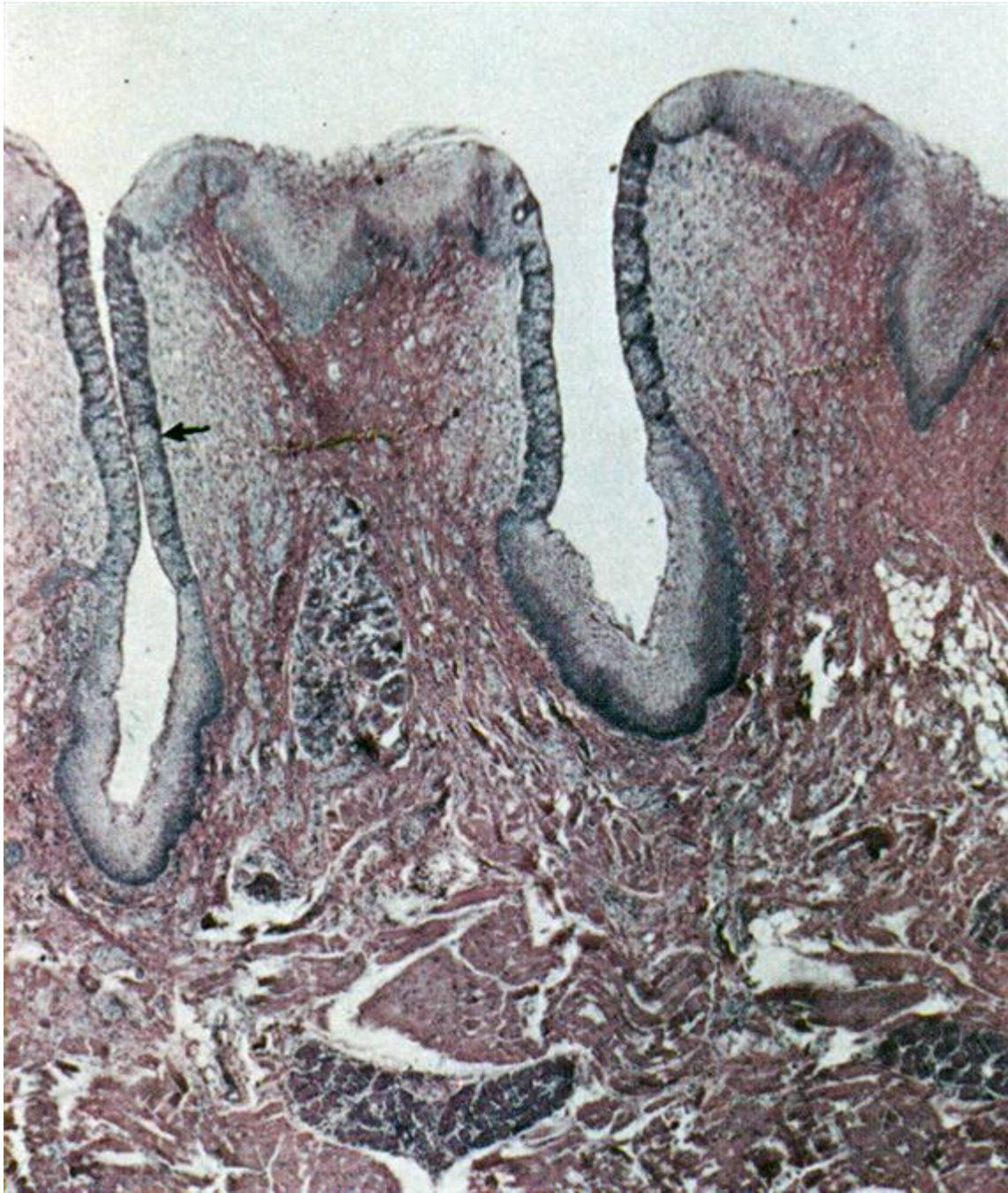
A nyelv szöveti szerkezete az elmondottakból önként adódik. Már lupenagyítással is első rátekintésre felismerhető a nyelv szövettani metszete a tér három irányában futó harántcsíkos izomrostok jelenlétéről. Az izomrostok között mindenütt szétszórt zsírszövet és apróbb serosus vagy mucinosus mirigyek találhatók. A nyelvet hámló alatti meglehetősen vastag, durva rostú tunica propria mucosae fogja össze, ami megfelel a nyálkahártya rágas közben való erős mechanikai igénybevételeknek. Az epithelium mucosae többrétegű, el nem szarusodó laphám, amely a nyelv alsó felszínén és a nyelvgyökön sima vagy gyengén dudoros, aránylag vékony. Egészen más jellegű, a pars papillaris linguae. Itt a bársonyos jelleget sűrűn álló, nagyító alatt látható, egy vagy több csúcsban végződő szemölcsök adják, amelyeket ezért fonál alakú szemölcsöknek (*papillae filiformes*, 7/7. ábra) neveznek. A csaknem fonálszerűen kihegyesedő csúcsokat az egyébként el nem szarusodó laphám részleges elszarusodása okozza. Állatok érdes nyelvét a nyálkahártya szemölcsseinek nagyobb mérvű elszarusodása okozza, amelyek pl. a macskaféléknél a torok felé fordított csúcsú valószínű horgocsakákká

³³ A szövetek e speciális keveredése egyes állatok nyelvének speciális ízqualitásait (marhanyelv) adja, de egyben a kereszteződő rostnyalábok dekoratív qualitásait is felhasználják a húsiparban és a vendéglátóipari művészetben (hússajtók, hidegtálak).

alakulnak. A fonál alakú szemölcsök közt elszórtan bunkósan kiszélesedő, ún. gomba alakú szemölcsök is előfordulnak (*papillae fungiformes*, 7/7. ábra). A nyelv oldalsó szélén eléggé hátul néhány függőleges rovátkával ellátott lapos kiemelkedés látható, melynek széle levélszerűen gyengén karéjosított (levél alakú szemölcs; *papilla foliata*, 7/8. ábra). A sulcus terminalis előtt egy sorban lapos, kb. lencse nagyságú kiemelkedéseket körkörösén árok, és középrésznél valamivel alacsonyabb sánc vesz körül. Ezek a körülárokolt (helyesebben körülsáncolt szemölcsök (*papillae vallatae*, 7/9. ábra). Az árokba nyílnak a szemölcsök alatti kötőszövetben elhelyezkedő serosus mirigyek kivezetőcsövei. A *papillae fungiformes* oldalában, a *papillae vallatae* árkaiban és a *papillae foliatae* vályúiban találhatók leginkább az **ízlelőbimbók** (*caliculi gustatorii*). Szerkezetük leírását lásd az érzékszerveknél.



7/7. ábra. Pars papillaris linguae (azanfestés festés, 360-szoreos nagyítás; Krompecher I. anyagából). pfu: papilla fungiformis; pfi: papilla filiformis, csúcsán a hám elszarusodásával, iz: harántcsikos izomrostok



7/8. ábra. Papilla foliata linguae (hemotoxilin-eozin festés, 270-szeres nagyítás; Törő I. anyagából). A papilla árkának falában (nyíl) a hámban számos ízlelőbimbó ismerhető fel



7/9. ábra. Papilla circumvallata linguae (hemotoxin-eozin festés, 500-szoros nagyítás; Flerkó B. anyagából, sny: savós nyálmirigyek, amelyek az árokban nyílnak

A pars follicularis linguae jellemző tonsillaszerű szerkezetű, nyálkahártya alatti nyiroktüszőhalmaz. E tüszők mégis különböznek más tüszőktől abban, hogy szinte mindegyiket a nyelvgyökben elhelyezkedő mucinosis nyálmirigy kivezetőcsőve fúrja át. A tüszők alatt a nyelv rendes izom-zsír-mirigy szövete ismerhető fel.

A nyelv fejlődése. A nyelv kialakításában a szájüreg és a kopolytűből képletei vesznek részt, ezért a fejlődés menetének ismertetését a kopolytűből megismerése utánra halasztjuk.

2.2.3. Szájfenék

A **szájfenék** (*diaphragma oris*) fő rétegét a m. mylohyoideus (lásd nyakizmok nyelvcsont feletti izomcsoportja) képezi. Közel vízszintes állású; a kétoldali izom lapos vályúszerű izomlemez formájában, amely teljesen zárt reteszt képez a mandibula belső felszínén levő linea mylohyoidea és a nyelvcsont teste között. Hátsó szabad széle

mögött ez a retesz megszűnik, és itt a szájfénék belső (kötőszöveti) tere közlekedik a trigonum submandibulare terével. Ez a szájfénék és a nyelv alsó területébe belépő idegek és egyéb képletek (mirigykivezető cső) fontos belépő kapuja, az utóbb külön pontban tárgyalandó sulcus lateralis linguae. A szájfénék alsó felszínéhez kívülről a nyelvcsont feletti izmok csatlakoznak (m. digastricus et m. stylohyoideus). Ezek, mint az izomtanban láttuk, a mandibula basisával a trigonum submandibularét, az állcsúccsal és a nyelvcsont testével a trigonum submentale fogják közre. Kifelé sorjában még a következő rétegek takarják a szájféneket: a nyaki fascia felületes rétege, kétoldalt a platysma, végül a bőr.

A szájfénék belső felszínét laza nyálkahártya borítja, mely a nyelv alsó felszínéről húzódik le a szájfénékre, majd az azon fekvő képződményeket – főleg a glandula sublingualist – lazán beborítva, végül ismét felszállva átsap a mandibula belső felszínére, és az alsó foghúsba megy át. A középvonalban a nyelvnél már említett sagittalis állású nyálkahártyaredő a nyelvfék (*frenulum linguae*) felemelt csúcsú nyelv mellett a szájfénék feletti regio sublingualist mintegy két félre osztja. Mélyében fut az állcsúcs belső szögletétől hátrafelé húzódó m. genioglossus felső széle, és ez alatt az előlről hátrafelé haladó m. geniohyoideus. Mindezek az izmok a m. mylohyoideus lemeze felett, tehát a szájfénéktől dorsalisán helyezkednek el.

A nyelvféktől kétoldalt egy-egy dudoros, félhold alakú kiemelkedést látunk, mely a nyelv körüli barázda oldalsó része felé fokozatosan elsimul. E kiemelkedést a három nagyobb nyálmirigy legkisebbike, a nyelv alatti mirigy (*glandula sublingualis*) okozza (lásd nyálmirigyek). A mirigy által okozott sáncszerű nyálkahártya-kiemelkedésnek a nyelvfékhez közeli legmagasabb pontján, egy nyálkahártya-csomócskán (*caruncula sublingualis*) nyílik az állcsont alatti mirigy (*glandula submandibularis*) kivezetőcsöve, és a glandula sublingualis medialis részének fő kivezetőcsöve (*ductus sublingualis major*). A redőnek a középvonaltól távolodó részén még a nyelv alatti mirigy több kisebb kivezető csöve nyílik.

Oldalsó nyelvbarázda (*sulcus lateralis linguae*). A szájüreg felé nyíló, V alakú átmetszetű vályú, amelyet a szájüreg felé csak a szájfénék nyálkahártyája borít be. Falát medial felől a m. hyoglossus, lateral felől a m. mylohyoideus képezi. A vályú éle az izmok nyelvcsonti eredésére, illetve tapadására esik. Minthogy a m. hyoglossus hátrafelé jóval túlterjed a m. mylohyoideus hátsó szélén, a vályú a trigonum submandibularéba nyílik, amelynek alapját elülső felében a m. mylohyoideus, a hátsóban a m. hyoglossus alkotja. E vályú útján lépnek be a szájüregbe a nyelvhez, illetve szájfénékhez haladó fontos képződmények: legfelül a mandibula basisát el nem érő lefelé domború ívben a n. lingualis (V/3, agyidegből); középen a *ductus submandibularis*, amelyet az előbbi ideg kívülről és alulról kerül meg, majd medialisán felszállva lép a nyelv elülső részébe; legalul csaknem a vályú élében a n. hypoglossus (XII. agyideg), a nyelv mozgató idege. A nyelvhez menő többi fontos képlet még mélyebben halad: így pl. az a. lingualis a m. hyoglossus belső oldalán a nyelvcsont nagy szarva felett halad előre. A n. glossopharyngeus (IX. agyideg) a m. styloglossus mentén éri el a nyelv állományát.

2.2.4. Torokszoros

A szájüreg a **torokszoros** (*isthmus faucium*) útján közlekedik a garattal. Román stílusú ikerablakhoz hasonlító kettős keretű nyílás; felülről a lágy szájpad (*velum palatinum*), alulról a nyelvgyök, kétoldalt a szájpadívek határolják, középen hengerdeden lelógó nyálkahártyacsap (*uvula*) osztja ketté. A lágy szájpad ív alakban lefelé hajolva két nyálkahártyaredőbe válik szét (szájpadívek), melyek a torokszoros kettős kapukeretét képezik. Az elülső ív, amely kb. 6–8 mm-rel a lágy szájpad hátsó széle előtt kezdődik, az *arcus palatoglossus*, mélyében kis izomnyaláb húzódik (*m. palatoglossus*), amely a nyelv haránt izomzatába megy át, és sphincterszerűen szűkíti a torokszorost.

A hátsó ív a lágy szájpad hátsó széléből húzódik le a garat falába (*arcus palatopharyngeus*), a benne levő hasonnevű izomnyaláb a garatemelő izmokhoz tartozik. A két ív sekély gödröt (*fossa tonsillaris*) fog közre, amelyben mandula alakú nyirokszerv, a szájpadmandula (*tonsilla palatina*) foglal helyet. Ezt a szájüreg felé, illetve a torokszoros felé nyálkahártya borítja, kívülről kötőszöveti tok rögzíti a felső garatfüző izomnak a szájpadívek izomnyalábjai között szabadon fekvő rostjaihoz.

A nyelvcsap (*uvula*) szabadon lóg lefelé a lágy szájpadról, kis páros izmocskát (m. uvulae) tartalmaz.

Minthogy a tonsilla palatina eltávolítása után esetleg veszélyessé váló utóvérzések támadhatnak, ezért felsoroljuk főbb arteriás ágainak eredetét, fontosságát és (a vérzés okozásának) valószínűségi sorrendjében:

- ◆ 1. az a. *palatina ascendens*, az a. facialisból a trigonum submandibulare mélyén ered;
- ◆ 2. az a. *lingualis* nyelvgyöki ágai;

- ◆ 3. az *a. palatina descendens*, az *a. maxillaris*ból;
- ◆ 4. az *a. pharyngea ascendens*. Valamennyien az *a. carotis externa* ágai.

A tonsilla palatina nyirokereit a nodi lymphatici submandibularesbe és a nodi lymphatici cervicales profundiba vezetnek.

A **tonsilla palatina finomabb szerkezete** megegyezik általában a tonsillákéval. Meglehetősen szabálytalanul elhelyezett nyiroktüszők (*folliculi lymphatici*) halmazából áll, amelyet a nyálkahártya szorosan beborít, amitől ez dudorossá válik. A dudorok közötti gödrök (*fossulae tonsillares*) a valóságban mély és helyenként elágazódó járatok (*cryptae tonsillares*) külső nyílásai. E járatok mélyen betérjednek a nyiroktüszők közé, és utat biztosítanak a tüszőkből kivándorló nyiroksejteknek. Ezek tömeges átvándorlása a nyálkahártya többrétegű el nem szarusodó laphámján – amely persze a crypták mélyébe is betérjed – mindenütt észlelhető (6/56. ábra).

A tonsilla palatina a második garattasakban felszaporodó lymphoid szövetből fejlődik ki.

2.2.5. Lágyszájpad

A **lágyszájpad** (*velum palatinum*) a kemény szájpad folytatását képező, mintegy 1 cm vastagságú, lejtős állású, felfelé gyengén domború lemez, amelyet felülről az orrüreg nyálkahártyájának, alulról a szájpad nyálkahártyájának folytatása borít. A két nyálkahártya között kevert nyálmirigyek, zsírszövet és izomrostok, valamint a szájpadfeszítő izom szétsugárzó inából eredő kötőszöveti rostrendszer található. A lágyszájpad hátsó széle az isthmus faucium felső és oldalsó keretét képezi, közepéről a nyelvcsap lóg lefelé.

Szájpadizmok.

◆ 1. **Szájpadfeszítő izom** (*m. tensor veli palatini*). Az ékcsonat nagy szárnya alsó felszínén és főleg a fossa scaphoideában, valamint a fülkürt porcának oldalsó lemezén, sőt hártás falán is ered (lásd fülkürt; hallószerv), majd az utóbb bemutatott izomtól laterálisan húzódik lefelé függőlegesen. Vékony ina megtörik a hamulus pterygoideuson, és medial felé besugárzik a lágyszájpad szövetébe. A kétoldali izom legyezőszerűen szétsugárzó inostjai együttesen erős rostos lemezt hoznak létre. Így érthető, hogy a két izom összehúzódnása nevének megfelelően feszítő hatása a lágyszájpad lemezére. Az izom összehúzódnásának fontos következménye, amihez a szájpademelő izom is hozzájárul, hogy a fülkürt hártás falát oldal felé húzza, nyeléskor nyitja a nyugalomban zárt fülkürtöt, és ezzel szellőzteti a dobüregt. Beidegzés: n. trigeminus (V/3).

◆ 2. **Szájpademelő izom** (*m. levator veli palatini*). Az os temporale pyramisa csúcsának alsó felszínén eredve, lefelé és kissé előre felé húzódik, majd a fülkürt garati nyílása alatt ívben medial felé hajolva felülről rögzül a lágyszájpadban. Működése nevének megfelelő. Beidegzés: n. vagus (X.)

Hirtelen légnyomásváltozásakor – főleg repülőgép felemelkedése és leszállása közben, hegyi utakon gyors járművel stb. – fontos sűrűn nyelni. Ezzel egyenlítettük ki a dobüreg és a kültér közti légnyomáskülönbséget. Főleg a különnyomás emelkedésénél (leszálláskor) könnyen el lehet mulasztani az alkalmas pillanatot, amikor is a nyomásdifferencia már olyan nagy, hogy az izom többé nem képes felnyitni a fülkürtöt, és ez hosszas fájdalmas nyomásérzést okoz.

◆ 3. **M. palatoglossus**. Már az isthmus fauciumnál leírtuk. Beidegzése: n. glossopharyngeus (IX.).

◆ 4. **M. palatopharyngeus**. Az isthmus fauciumnál említettük (lásd még egyszer a garatemelő izmoknál). Beidegzés: n. vagus (X.).

◆ 5. **Nyelvcsapizom** (*m. uvulae*). Jelentéktelen páros izmocská; érdemleges mechanikai szerepe aligha lehet, féloldali bénulása (ilyenkor az uvula ferde állású) diagnosztikai értékű. Beidegzés: n. vagus (X.); egyes – vitatható – adatok szerint a n. facialis (VII.) is részt vehet benne.

A minden oldalról belésugárzó izmok a lágyszájpadot igen mozgékony szervvé teszik. Érthető, hogy a lágyszájpad-feszítő és -emelő izmok együttes összehúzódnása szükséges a garat orrüregi részének tökéletes elzárásához: ti. a kifeszített szájpadlemez hátra- és felfelé húzása, amihez még a felső garatfűző izmok összehúzódnása is hozzájárul. A zár tehát részben szelepszerű, részben sphincterszerű. Egyúttal nyeléskor a szájpadívek izmai a torokszorost sphincterszerűen szűkítik, és a m. palatopharyngeus a garatot mintegy „ráhúzza” a lenyelendő falatra.

A **lágyszájpad funkciója** a garat orrüregi részének a szájüregi részétől való elzárása. Erre nyeléskor és számos mássalhangzó kiejtésénél kerül sor: mindazon mássalhangzónál, amelyet a torokban (g, k) vagy előrébb a szájüregben (d, t), illetve az ajkaknál (b, p) létrehozott zár vagy szűkület (f, v, r, l és az összes szigmatikus hang; s, sz, z, zs), illetve a kettő kombinációja (c, cs) segítségével hozunk létre. Mind e hangok kiejtésének alapfeltétele a levegő és a gégehang útjának elzárása az orrüreg felé. A magyar (és legtöbb európai) nyelvben csupán a nasalis hangok (n, m) és kissé változott formában az ny-nél hagyjuk szabadon az utat az orrüreg felé. E zárat a garat felső szűkítő izmainak összehúzásával és a kifeszített lágyszájpad felemelésével hozzuk létre. A lágyszájpad bénulása vagy súlyosabb alaki rendellenessége következtében a beszéd ezért „dünnyögő”, nasalis jellegűvé és a gyakorlatlan hallgató számára csaknem érthetatlenné válik.

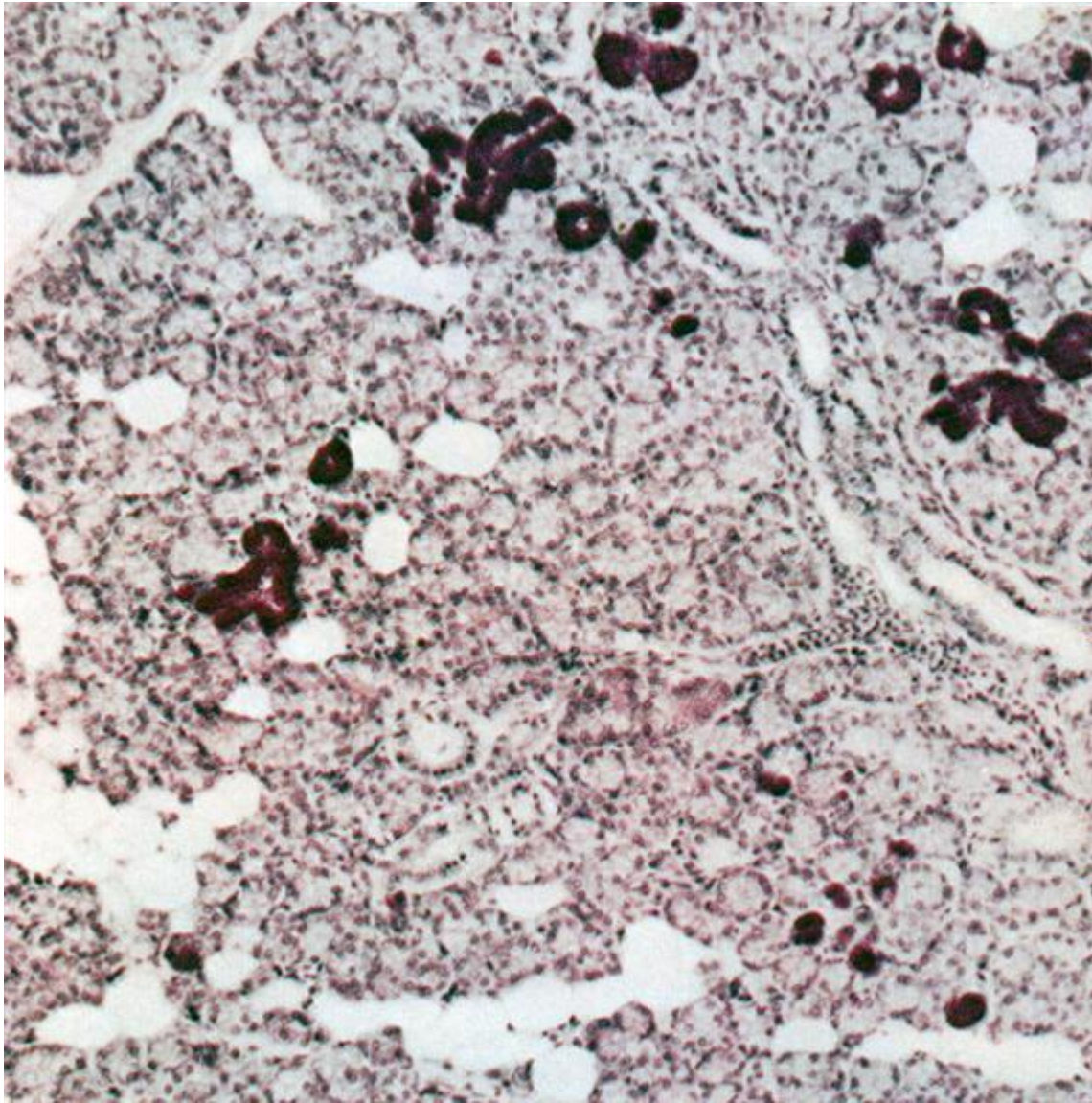
2.2.6. Nagy nyálmirigyek

A szájüreg és szerveinek leírásában említett nagyszámú apróbb nyálmirigy mellett három pár nagy nyálmirigy is tartozik a szájüreghez. Élettani szerepük a falat formálásához szükséges nagy mennyiségű nyál termelése.

A nyál összetételének és élettani változásainak ismertetése az élettan és a biokémia feladata.

♦1. **Állkapocs alatti mirigy** (*glandula submandibularis*). 7–8 g tömegű, kötőszöveti sövényekkel lebenyekre osztott szerv, amely a trigonum submandibularét elülső csúcsa kivételével kitölti. A környező képletektől származó, meglehetősen szabálytalan benyomatokkal alakított sokszögű test, amelynek átmérői minden irányban közel azonosak. Belső felszíne a trigonum submandibulare fenekével (m. mylohyoideus és m. hyoglossus) érintkezik, külső felszínét az itt elég erős felületes fascialemez borítja. Belső felszínének hátsó részébe az a. facialis mélyen beássa magát, olyannyira, hogy szinte két lebenyre osztja a mirigyet. Felső felszíne mentén hajlik el a n. lingualis íve, melyből a mirigyhez leszálló apróbb idegágak lapos csomóban, a mirigy parasympathicus secretoros idegdúcában (*ganglion submandibulare*) egyesülnek. Külső felszínén fut lefelé a vena facialis. – Kivezető csőve (*ductus submandibularis*) a mirigy medialis felszínén ered, és hátrafelé haladva a m. mylohyoideus hátsó szélét horogszerűen megkerülve, belép a sulcus lateralis linguaebe. Kb. 4 cm hosszú lefutás után a caruncula sublingualison nyílik a szájüregbe. Útját a szájfénék leírásában már ismertettük.

Szöveti szerkezet (7/10. ábra). Az állkapocs alatti mirigy kevert nyálmirigy, tubuloalveolaris szűk lumenű végkamrákkal. Metszetén feltűnő, hogy a végkamrák többsége tisztán serosus. Csak kevés végkamrának a kivezető cső felé eső része jellemző mucinosus szerkezetű. Ilyenkor a serosus rész a végkamra végrészének félgömböszerű végét alkotja; metszeten félhold alakú (*Gianuzzi-félholdak*). Közösleges hematoxilin-eozin festésű metszeten a serosus rész felismerhető, a sejtek basophil plasmája és a magvak középső helyzete révén. A plasma basophiliját a mirigysejt fehérjetermeléséhez szükséges nagy mennyiségű ribosoma okozza. A mucinosus végkamrák sejtjeinek plasmája jellemzően nem festődik meg, a sejtmag a sejt alapjához nyomott erősen zsugorodott képet mutat. A mucin specifikus megfestésekor természetesen a mucinosus sejtek tűnnek szembe (7/10. ábra), melyek plasmája mindig telt secretum-, ill. prosecretumszemcsékkel.

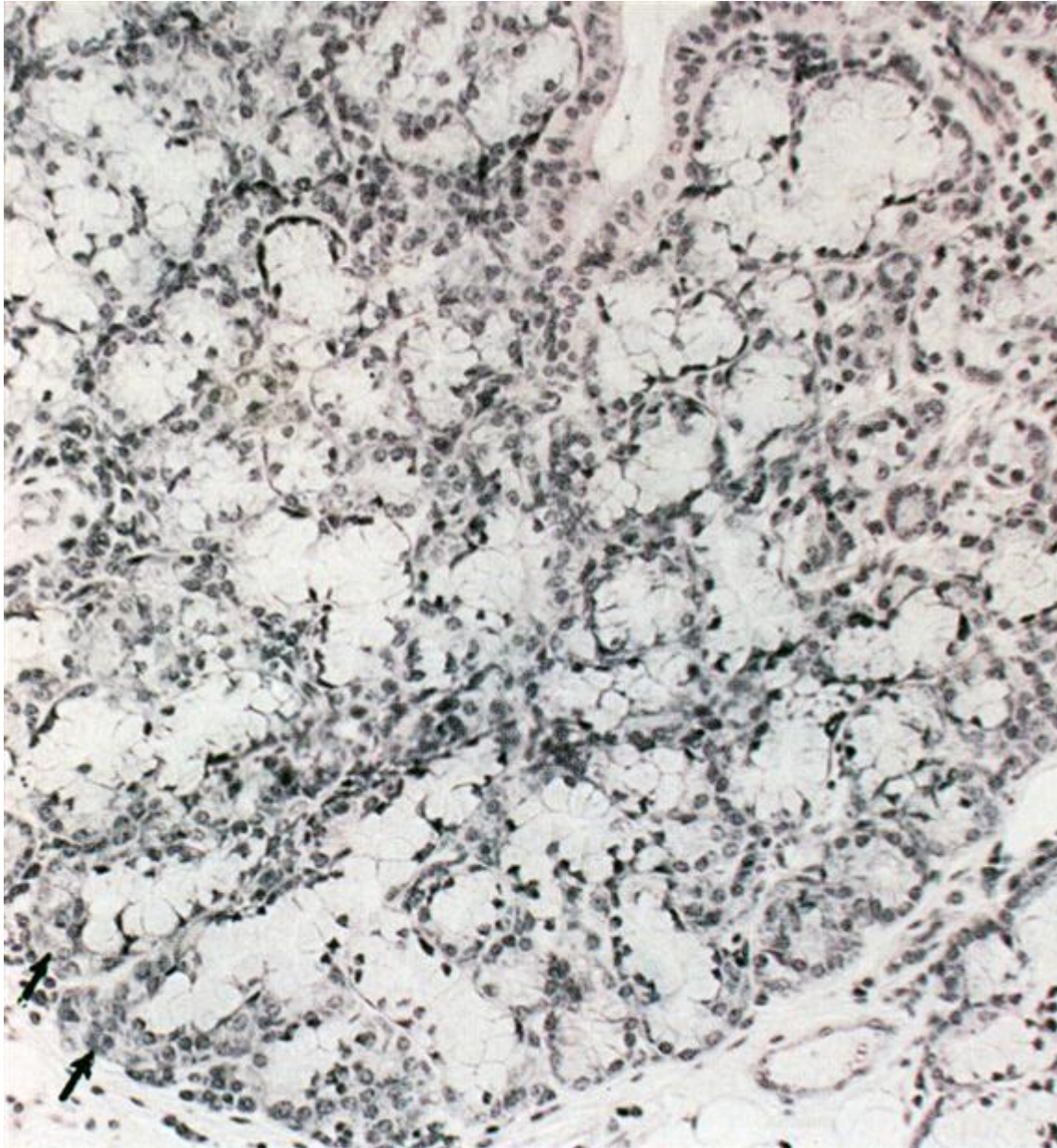


7/10. ábra. Glandula submandibularis (hematoxin-eozin-PAS-festés, 750-szeres nagyítás; Flerkó B. gyűjteményéből). A végkamrák túlnyomó többsége savós jellegű, az elszórta előforduló mucinosus végkamrák a PAS-reakció folytán élénkpiros színűek. A lebenyke határa a kép bal felső sarkában, a kivezetőcső-rendszer a kép jobb oldalán ismerhető fel. Néhány zsírsejt kioldott hálója is jól felismerhető

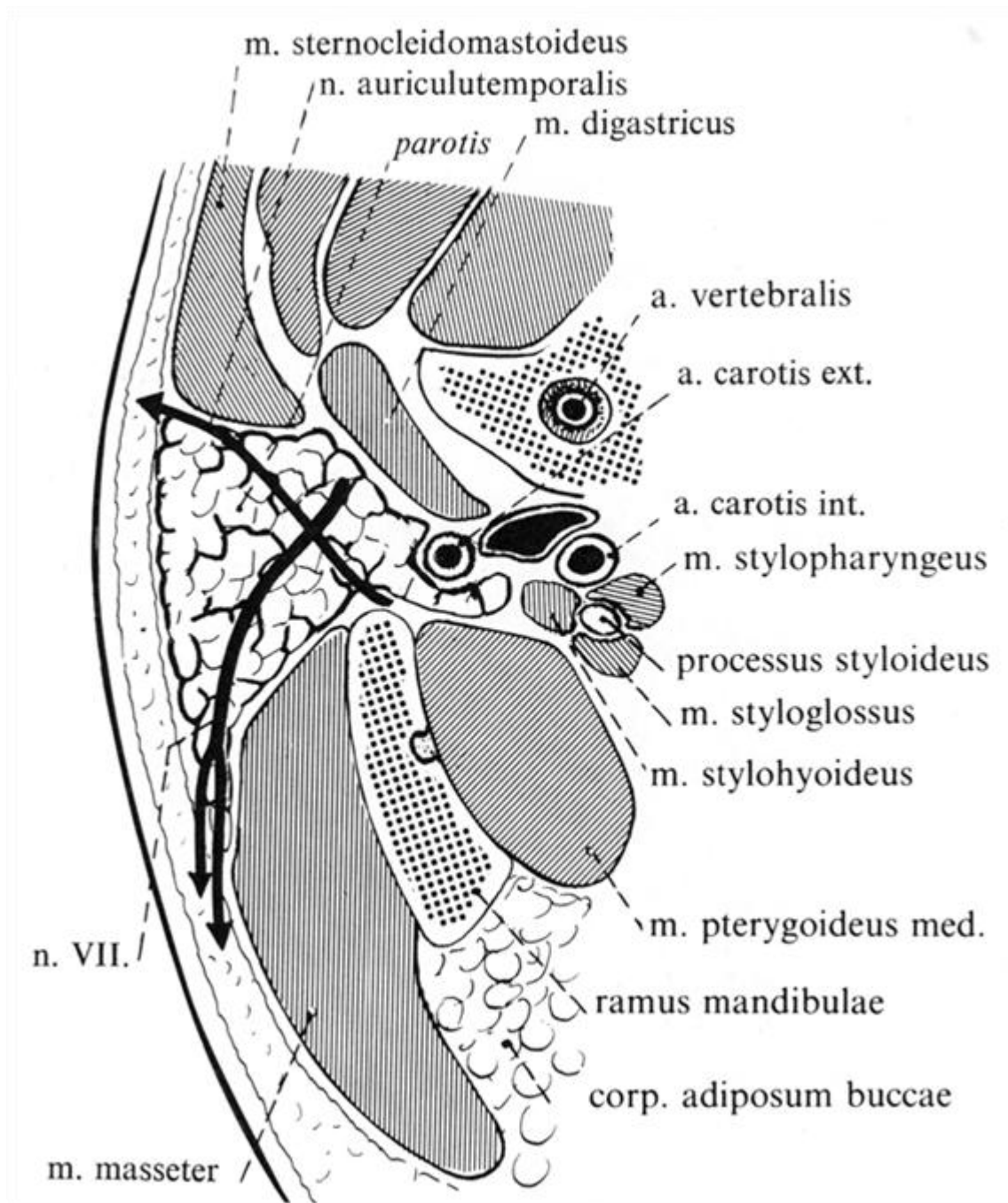
♦ **2. Nyelv alatti mirigy (glandula sublingualis).** Oldalirányban összenyomott csepp alakú, vékonyabb „farka” hátrafelé nyúlik, elülső tompa vége gyakran külön lebenyt képez. A kétoldali mirigy elülső vastosabb végei a nyelvcsúcs alatt csaknem találkoznak a középvonalban. Együtt a két mirigy patkó alakú. A mirigyek a m. mylohyoideuson nyugszanak, felülről a szájfenék nyálkahártyája borítja, ezen a mirigy a szájfenéken jól látható redőt képez. A mirigy apró kivezető csövei a redő élén elhelyezkedő kis pontsorban nyílnak. Csupán a medialis tompa végének megfelelő nagyobb lebenynek van egy nagyobb egységes kivezető csöve, mely a mirigy medialis oldalán előrefutó ductus submandibularisszal együtt nyílik a *caruncula sublingualison*. A mirigy az a. lingualis nyelv alatti ágai látják el, secretoros beidegzését a n. lingualisban odajutott vegetatív rostok adják, melyek a n. facialis preganglionaris rostrendszeréhez tartoznak, a n. lingualist a chorda tympani útján (lásd n. facialis) érik el. A postganglionaris neuronok idegsejtjei részben a ganglion submandibularéban, részben a n. lingualisnak a mirigyhez futó ágaiban fekszenek szétszórta.

Szöveti szerkezet (7/11. ábra). Kevert nyálmirigy erős mucinosus túlsúllyal. Egyes részeiben alig találni serosus végkamrát, más részeiben a serosus végkamrák a mirigyszövet felét is kitehetik. Kivezetőcső-rendszere jóval egyszerűbb, mint a többi nagy nyálmirigyé.

♦ 3. **Fültőmirigy** (*glandula parotis*). A szájüregi nyálmirigyek legnagyobbika. Orvosgyakorlati szempontból és más fontos képződményekhez való szoros topográfiai viszonya folytán anatómiai ismerete nem csupán jelentős, de egyben igényes feladat is. Az arc külső (bőr alatti) felszínén mutatkozó felületes része voltaképpen a mirigynek csupán kisebb része. Nagyobb (mély) része a mandibula mögötti árokban foglal helyet. Helyzetéről és a környező szövetekhez való viszonyáról legjobban az arc e részéből készített horizontális metszet sémás rajza (7/12. ábra) tájékoztat. Ebből kitűnik, hogy a glandula parotis erős fasciatokba zárva (*fascia parotideae*) az állkapocs mögötti árokban, izmok által körülfogott valóságos fészekben foglal helyet (*nidus parotideus*). A fészek elülső falát a m. masseter, a mandibula ramusa és a m. pterygoideus medialis hátsó szélé közösen képezik. Belülről a fészket a halántékcsontról processus styloideusáról eredő három izom (m. stylohyoideus, styloglossus és stylopharyngeus) határolja. Itt a parotis függőleges barázdájába mélyen belefekszik az a. carotis externa utolsó, már meglehetősen elvékonyodott része. Még ebben a mirigyágyban oszlik az ér két végágára: az a. maxillarisra és az a. temporalis superficialisra.



7/11 ábra. Glandula sublingualis (hematoxin-eozin festés, 1300-szoros nagyítás, Krompecher I. gyűjteményéből). A többségben levő mucinosus végkamrák jellegzetesen világosak, sötét zsugorodott magvaik a karma falához szorultak. A sötétebb plasmával bíró serosus végkamrák sok esetben csak a mucinosus kamrák félhold alakú átmetszetű (Gianuzzi-félholdak, 1. nyilak) sapkaszerű végeit képezik. Felül egy elágazódó nagyobb kivezető cső látható



7/12. ábra. A nidus parotideus horizontalis metszetben. A fekete nyíl a parotist átfűrő két ideg – a n. facialis (VII.) és a n. auriculotemporalis – útját jelzi; az előbbi jóval lejjebb fűrja át a parotist, mint az utóbbi

A parotisfészek hátsó falát beljebb a m. digastricus hátsó hasa, laterálisabban a m. sternocleidomastoideus elülső széle képezi. A mirigynek az arc bőr alatti szövete felé tekintő külső felszíne aránylag nagynak tűnik, ugyanis a parotis vékony rétegben előre felé ráhúzódik a m. masseter külső felszínére. A parotis fasciatokja (*fascia parotidea*) előre felé egyesül a m. masseter fasciájával (ezért a nevük együtt: *fascia parotideomasseterica*), hátra felé a felületes nyaki fasciába olvad bele. A parotis laterális felszíne felül szélesebb, eléri az arcus zygomaticus alsó felszínét. Itt felül azonban a mirigynek a mandibula mögötti része a mandibula hátra felé húzódó nyaka miatt már elkeskenyedik. Lefelé a mirigy a m. digastricus és m. sternocleidomastoideus ferdén előre, valamint a m. masseter és m. pterygoideus internus ferdén hátra irányuló lefutása miatt elkeskenyedik. A mandibula szögletéről a m. sternocleidomastoideushoz húzódó felületes nyaki fasciamegerősítés alulról lezárja a parotisfészket. Az arci felszín legszélesebb részén lép ki a parotis

kivezetőcsőve: a *ductus parotideus*.⁴Vízszintesen előrefelé futva, kb. egy harántujjal az arcus zygomaticus alatt a m. masseter elülső szélénél a mélybe fordul. Elölről megkerülve a Bichat-féle arci zsírcsomót, átfúrja a m. buccinator, és a 2. felső zápfog magasságában egy kis nyálkahártya-csomócska csúcsán benyílik a vestibulum orisba.

A 7/12. ábrán vastag vonalak tüntetik fel a glandula parotist átfűrő két ideg útját. Hátról előre fűrja át a n. facialis (VII. agyideg), amely a mirigy állományában fonatszerűen eloszolva, majd részben újra egyesülve, a mirigy elülső részéből már külön ágakkal lép elő. Agának a parotishoz egyébként semmi köze nincs. A n. auriculotemporalis (az V/3. agyidegből) a parotis felső részét belülről kifelé fűrja át. Érzőideg lévén, sebészeti szempontból nem okoz olyan problémát, mint a n. facialis. A parotis működése szempontjából mégis fontosabb, mert ez hozza a n. trigeminus 3. ágának belső oldalán elhelyezkedő vegetatív dúcból (*ganglion oticum*) a parotis secretoros rostjait. Ezek preganglionaris rostjai a n. glossopharyngeusból (XI. agyideg) származnak (lásd ennél az agyidegnél).

A n. facialis nagy funkciós és kozmetikai jelentősége miatt (az arc mimikai izmainak beidegzése) a parotison végzett műtéti beavatkozások különösen nehéz sebészeti anatómiai problémát képeznek.

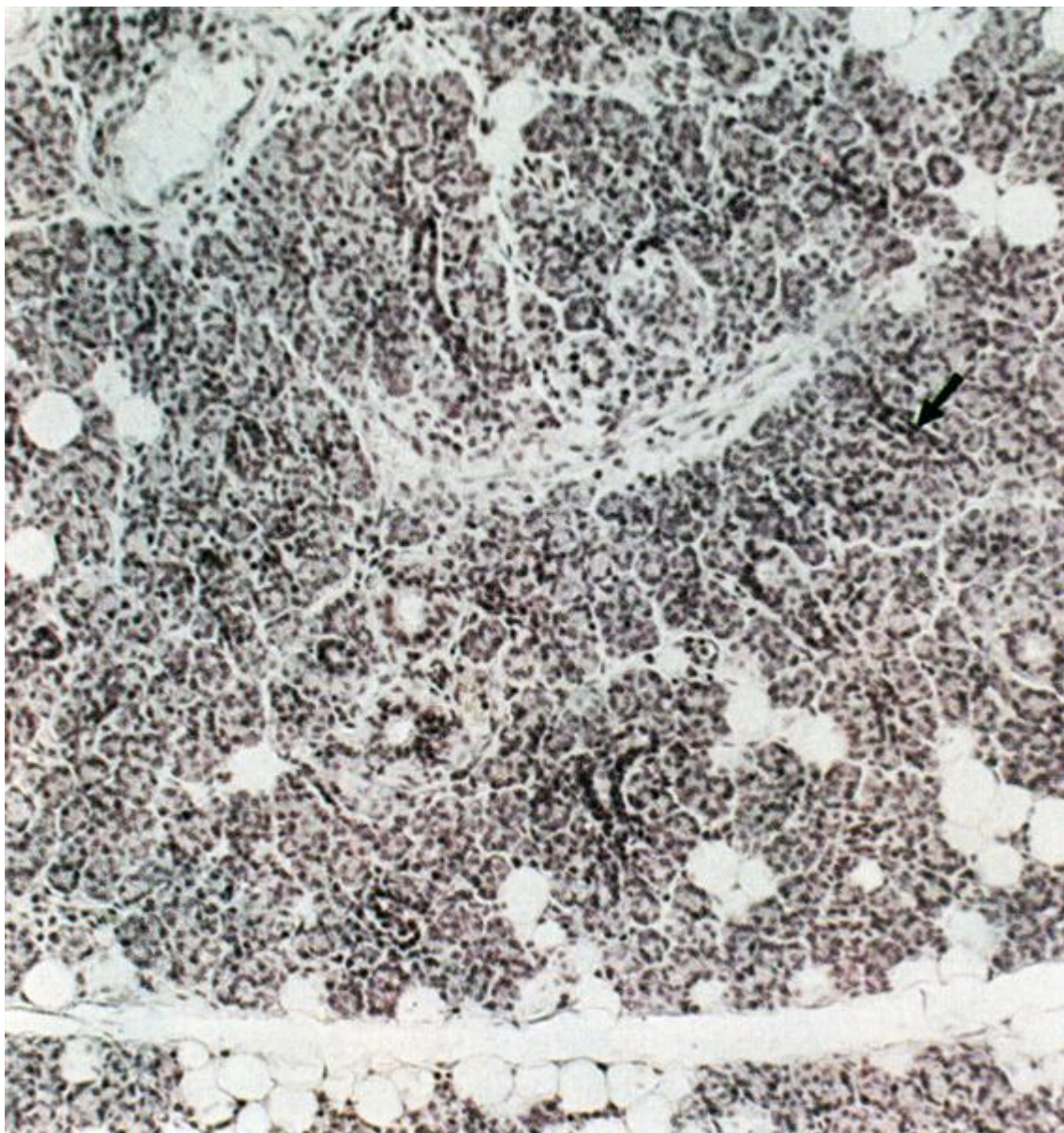
Szöveti szerkezet (7/13. ábra). Tisztán serosus nyálmirigy, szűk lumenű savós végkamrákkal, a mirigyben számos elszórt zsírsejtsoporttal. A mirigy szövetének nem kis százalékát képezik kivezető csövei, melyek hámsejtjei fedőhám jellegűek, plasmájuk ezért részletszegény, basophiliát nem mutat. A végkamrákból közvetlenül kiinduló, ún. közbeiktatott csövecskék hámja magas köbhám. Annak következtében, hogy a hám fokozatosan magasodjék, majd a valódi kivezető csövekbe való átmenetük felé újra fokozatosan köbhámmá laposodik, a nyálcsövek hosszmetsetben orsó idomúak.

Valamennyi nyálmirigyre, de más mirigyekre is jellemző, hogy a végkamra mirigysejtjei a környező capillarisokból veszik fel a secretum előállításához szükséges anyagokat, majd a secretum a kivezető csövekbe kerül. A nyálmirigyek kivezető csöveiben a nyál összetétele még tovább változik, erre utal az is, hogy a nyálkacsövecskék hámsejtjei szövettani szerkezetükben a jelentős transzportfunkciót végző vese tubulussejtekhez hasonlítanak.

Több emlősfajban a nemi hormonoknak erős befolyása van a nyálmirigyek szerkezetére és egyes biokémiai összetevőire.

A nyál (saliva) összetétele a mirigyek beidegzése szerint erősen változó. Táplálékfelvételtkor a nyálmirigyek parasympathicus secretoros beidegzés alatt állnak – a ganglion submandibulare és oticum felől –, ilyenkor bő, savós, fermentumokban gazdag (amiláz, maltáz) a nagyobbára a serosus mirigyvégkamrák által termelt nyál. Ez az ún. emésztőnyál napi összmenyiségben 1000–1500 ml mennyiségre tehető, természetesen nagymértékben a táplálék minőségétől függően.

⁴ Azelőtt Stenon-féle vezeték (Stensen dán anatómus, 1638–1686).



7/13. ábra. Glandula parotis áttekintő képe (hematoxilin-eozin festés, 500-szoros nagyítás; Csillik B. gyűjteményéből). Tisztán serosus nyálmirigy. Egy lapos hámmal borított közbeiktatott csatorna a nyíllal jelzett helyen ismerhető fel

Sympathicus (lásd a vegetatív idegrendszerrel) idegbehatáskor (félelem, védekezési és támadó szituációban) a mucinosus végkamrák termelte nyúlós nyáktartalmú védőnyál ürül, amely bevonja a nyálkahártyát, s védette és egyben sikamlóssá teszi az állat száj nyálkahártyáját legfontosabb fegyverzete, a fogai használata számára. A szájba került maró vagy csípős hatású szerek is reflexesen ilyen védőnyál elválasztását váltják ki.

2.2.7. Garat

A **garat** (*pharynx*) a koponyaalapon felfüggesztett függőleges, előről hátrafelé összelapított tömlőszerű zsiger, amely a beléje (vagy belőle) nyíló orrüreg, szájüreg és gége mögött helyezkedik el. Ennek megfelelően három részét: *pars nasalis*, *pars oralis* és *pars laryngea* különböztetjük meg. Régies, de a klinikumban tovább használt nevük *epipharynx* (*pars nasalis*), *mesopharynx* (*pars oralis*) és *hypopharynx* (*pars laryngea*). Elülső fala tulajdonképpen nincs is vagy ezt csak igen hézagosan alkotják az előtte levő szervek. Lateralis falai és főleg széles lapos hátsó fala egységes, az utóbbi laza kötőszövetes rés közbeiktatásával a mély nyakizmokat és a gerinc elülső felszínét borító lamina prevertebralisal érintkezik. Lefelé az 5. és a 6. nyakcsigolya közt hirtelen elkeskenyedve megy át a nyelőcsőbe.

A garat hátsó fala a koponyaalapon ered a pars basilaris ossis occipitalison levő tuberculum pharyngeumtól enyhe ívben előre- és kétoldal felé futó vonal mentén, amely a pyramis alsó felszínére áthúzódva, csaknem eléri a canalis caroticus külső nyílását. Innen az eredési vonal élesen előre felé fordul, és a rőpnyúlvány tövén levő fossa scaphoidea medialis szélén, majd a rőpnyúlvány medialis lemezének hátrafelé tekintő szabad szélén halad lefelé. A processus pterygoideus medialis lemezén eredő része a garatfalnak már az oldalfalához tartozik. Ennek további eredése igen változatos, és minthogy a garatfal fő rétegét izmai alkotják, oldalfalának eredése végig egyben megfelel az ún. garatfűző izmok eredésének.

A processus pterygoideust a mandibulával összekötő kötőszövetes kötegen (*raphe pterygomandibularis*) előre felé a pofa falát alkotó m. buccinator, hátrafelé pedig a garat egyik izma ered (lásd később). A mandibula ramusa és teste belső felszínén a garat a linea mylohyoidea hátsó részén ered. Innentől kezdve a nyelvcsontig nem lévén vázrész, a garat fala a nyelv gyökében van mintegy „lehorgonyozva”, majd a középső garatfűző izomként a nyelvcsont kis és nagy szarván ered. Végül a pajzsporc és a gyűrűporc hátsó-oldalsó felszínén ered oldalfalának alsó része (alsó garatfűző izom). A nyelőcsőbe való átmenetnél veszi csak fel a tápláló csatorna valóban csőszerű alakját.

A garatfal rétegei a következők: nyálkahártya, kötőszövetes réteg, izomréteg.

A **garat nyálkahártyája** a hátsó falról előre rácsap a koponyaalap alsó felszínére, és mint a garat felső boltozata (*forix pharyngis*) előrehúzdódik az éksont testére, ahol az os vomer hátsó széleinek megfelelően átmegegy az orrüreg felső falának nyálkahártyájába. A hámréteg az orrüregi részben több magosoros csillószerű hengerhám, a szájüregi és gégei részben többrétegű el nem szarusodó laphám. A hám alatt a tunica propriában elszórtan, főleg a tuba auditiva benyílása körül mucinosus nyálmirigyek fordulnak elő. A számos elasticus rostot tartalmazó tunica fibrosa egységes réteggént erősíti a garat falát. Szerepe különösen azokon a helyeken fontos, ahol az izomréteg egyes részei között hézagok maradnak ki. A koponyaalapon való eredés alatt teljesen izommentes a garat fala, itt a megerősödött rostos réteget *fascia pharyngobasilaris*nak nevezik.

Az izomrétegben belül találjuk a hosszanti garatemelő izmok kisugárzását, míg a körkörös garatfűző izmok külső réteget képeznek. Az izmokat kívülről már csak laza kötőszövetes adventitiaréteg veszi körül.

Garatizmok. Megkülönböztetünk garatemelő és garatfűző izmokat.

♦1. **Garatemelő izmok** (*mm. levatores pharyngis*).

♦ a) A *m.stylopharyngeus* a halántéksont processus styloideusán eredve, lefelé és gyengén előre felé húzódva befurakszik a felső és a középső garatfűző izom közé, és a garat rostos rétegén sugárzik szét.

♦ b) A *m.salpingopharyngeus* nem csupán a fülkürt porcán, hanem a lágy szájpadban és a processus pterygoideus hamulusán is ered, lefelé és kissé hátrafelé húzódva a garat belső izomrétegét alkotja a hátsó fal felé kisugározva.

♦ c) A *m.palatopharyngeus* az előbbi izomtól élesen el nem választható; a lágy szájpad hátulsó íve mentén éri el a garat falát.

♦2. A **garatfűző izmok** (*mm. constrictores pharyngis*) három csoportból állnak: felsőből, középsőből és alsóból, amelyek egymással tetőcserepszerűen fedő rétegeket képeznek oly módon, hogy mindig az alsók fedik kívülről a felettük levőt. Ezek az izmok a garat oldalfalai eredésénél említett vázrészekre és porcokra erednek, és lapos lemezeket képezve a garat hátsó falának közepén varratban (*raphe pharyngis*) tapadnak.

♦ a) A *m.constrictor pharyngis superior*on eredésük szerint megkülönböztetünk pars pterygopharyngeát, pars buccopharyngeát, pars mylopharyngeát és pars glossopharyngeát, amelyek neve egyben jelzi eredésüket.

♦ b) A *m.constrictor pharyngis medius* a nyelvcsont kis és nagy szarváról ered legyezőszerűen szétterve, a legyezőnek azonban csak felső részét látjuk, mert alsó részét az alsó izom elfedi.

♦ c) A *m. constrictor pharyngis inferior* eredése szerint két részből, a pajzsporcon eredő pars thyropharyngeából és a gyűrűporcon eredő pars cricopharyngeából áll.

A **garat ürege.** A garat orrüregi részébe (*pars nasalis pharyngis*) előlről az orrüreg a két choanával nyílik be. Közvetlenül az orrüreg és a garat oldalfalának átmenete mögött az alsó orrjárat magasságában nyílik be a fülkürt az *ostium pharyngeum tubae*val. Ez keskeny függőleges rés, amelyet fordított V alakban két redő határol. Az elülső (*plica salpingopalatina*) a lágy szájpad felső felszíne felé, a hátsó (*plica salpingopharyngea*) a garat

oldalfalára húzódik le. A plica salpingopharyngea felső részét a tuba auditiva medialis porclemeze erősen kiemeli (*torus tubarius*). Atubanyílás körül a nyálkahártyában levő nyiroktüszők összességét *tonsilla tubariának* nevezik. A hátsó tubaredő mögött a garat oldalsó fala erősen kiboltosul, és aránylag mély recessust képez. A fornix pharyngisról a garat hátsó falára húzódóan néhány függőleges nyálkahártya-barázda körül a mucosa tunica propriájában csoportosuló számos nyiroktüsző alkotja a garatmandulát (*tonsilla pharyngea*).

Gyermekkorban a garatmandula gyakori túltengése akadályozza az orrlégzést, és a nyitott szájjal való légzés megszokását okozza. Az állandóan nyitott száj az arcnak jellemző bamba képet ad, és a fogak növekedésében is zavart okoz. A túlfelfelt tonsilla a tubákat elzárva zavarja a dobüreg szellőzését.

A garat szájüregi részébe (*pars oralis pharyngis*) előlről nyílik be a szájüreg az isthmus faucium útján. Az orrüregi és a szájüregi rész között a lefelé hajló lágy szájpad a válaszfal, amelynek (felső) hátsó felszíne a garat elülső falát képezi egy darabon.

A garat szájüregi és gégei részei között (*pars laryngea pharyngis*) a nyelvgyökhöz rögzül középen a gégefedő (*epiglottis*; részletes leírását lásd a gégénél). Ezt a nyelvnél már leírt módon a középen egy sagittalis nyálkahártyaredő (*plica glossoepiglottica mediana*) rögzíti a nyelvhez. Ettől kétoldalt a gégefedő és a nyelvgyök közt egy-egy mély gödör (*vallecula epiglottica*) található. Ennek oldalsó határát újabb nyálkahártyaredő alkotja: az epiglottis oldalsó részétől a nyelvgyök és a garat határához húzódó *plica glossoepiglottica lateralis*. E két redő képezi voltaképpen azt a „küszöböt”, amelyen keresztül a lenyelt falat vagy folyadék az epiglottis által szigetszerűen két áramlatra szétválasztva jut be a garat alsó részébe, a pars laryngea pharyngisban, középen ugyanis a gégefedő és a tőle lefelé húzódó két plica aryepiglottica által határolt gégebemenet (*aditus laryngis*) kissé beemelkedik a garat ürege felé. A gégebemenet két oldalán viszont a plica aryepiglottica és a garat oldalfalának a nyelvcsonton és a gégeporcok hátsó szélein való eredése között a nyálkahártya egy-egy mély árkot alkot (*recessus piriformis*). Ezen árkokban halad le nyelés közben a hígabb táplálék vagy ital annak veszélye nélkül, hogy bekerüljön a gége bemenetébe. A gégebemenet alatt a garat elülső falát a gége gyűrűporcának hátsó lemezét és a kannaporcok mögötti izmokat borító nyálkahártya képezi. Itt a garatnak saját izmos fala nincsen. Lefelé a garat hirtelen összeszűkülve, a gége alsó szélének magasságában átmegy a nyelőcsőbe vagy magyarosabban: a bázsingba.

A garat erei és idegei. Arteriás ellátását főleg az *a. pharyngea ascendens* (az *a. carotis externa* ága), valamint a lágy szájpadból, a nyelvből és a gége felől hátrakanyarodó apróbb ágak adják. Venái és nyirokereik egy-egy mucosus és külső fonatot alkotnak. Orvosgyakorlati szempontból nevezetesek a garat hátsó falán elhelyezkedő retropharyngealis nyirokcsomók, amelyek elgennyesedése retropharyngealis tályogot okozhat.

Idegei a garat falán kívül elágazódó fonatot alkotnak, amelyben a *n. glossopharyngeus* (IX. agyideg), a *n. vagus* (X. agyideg) és a nyaki sympathicus idegdúcok ágai vesznek részt. A garat felső részének érző és kisebb részben mozgató beidegzését a *n. glossopharyngeus* adja, alsó részének beidegzésében inkább a *n. vagus* vesz részt.

A garat mozgásai csak kisebb mértékben tudatosak, nagyobbára félig vagy teljesen reflexesek. A nyelés, mint már említettük, igen bonyolult komplex mozgás, amelyben a garatemelő izmok a garatot felfelé, mintegy „ráhúzzák” a falatra; persze ez a mozgás nem független a gégének a nyelvcsont feletti izmokkal való felemelésétől. A garatfűző izmok felülről lefelé terjedő, szinte „perisztaltikus” összehúzódnási hullámmal előbb elzárják a lágy szájpadat együtt az utat az orrüreg felé, majd lefelé préselik a lenyelendő anyagot. Mindez már teljesen reflexes. – A beszédben és a hangadásban a garatnak bonyolult, sokoldalú szerepe van, részben az orrüreg felé nyíló út elzárásában, részben a hangszínezet (magánhangzók) alakításában is. Sok egyéb felső zsigeri mozgásban: torokköszörülés, öklendezés, hányás, gargalizálás stb. igen változatos a garat szerepe.

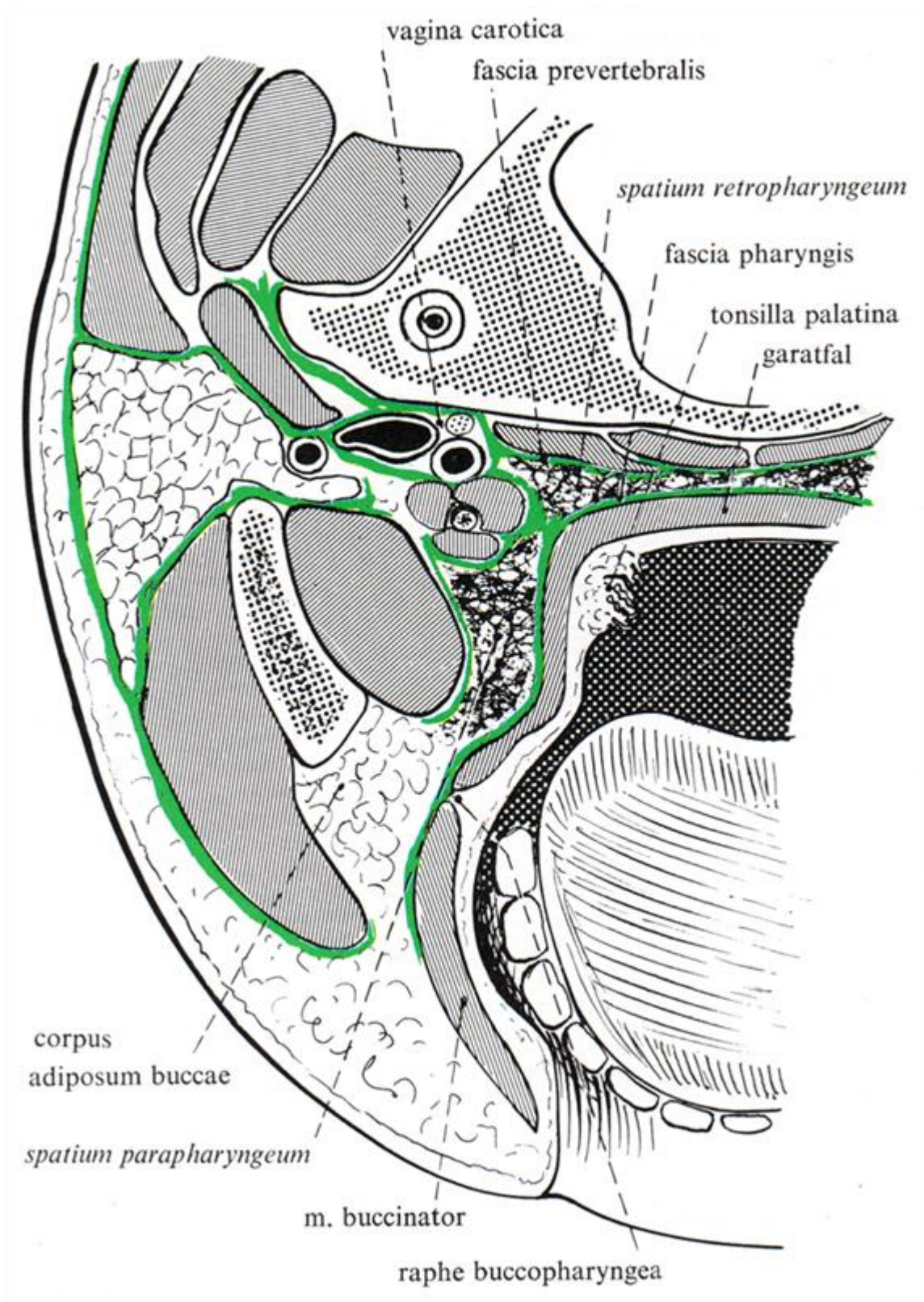
Fontosabb topográfiai viszonyok, garat körüli rések. A garattól kétoldalt, oldalfalaihoz elég közel, de minden szorosabb összeköttetés nélkül haladnak a nagy nyaki ér–ideg kötegek. Ezek képződményei közül a medialis helyzetű *a. carotis communis* esik a garatfalhoz legközelebb, de a vagina caroticába bezárva, s a garat fala és közte levő laza kötőszöveti rés folytán durván roncsoló sérülések (lövés, szúrás) kivételével ez a szomszédság a gyakorlatban nem jelentkezik. Más a helyzet feljebb, a koponyaalaphoz közelebb, ahol az *a. carotis interna* felső szakasza közelebbi szomszédságba kerül a garat már nem izmos falával (viszont a garatnak ez a része alig van kitéve traumának). – Ritkán előfordul, hogy a rendesnél kanyargósabb *a. carotis interna* egy-egy hajlata közelebb kerül a tonsilla palatina mögött levő garatfalrészhez, ami a mandulán végzett műtétek (pl. tonsilla körüli tályog megnyitása) során okozhat veszélyes komplikációt. Akármilyen ritka és valószínűtlen is az *a. carotis interna* megsértése, ilyen beavatkozásnál mégis gondolni kell a lehetőségre, és minden tonsillán való beavatkozás csak jól képzett szakorvos által és szakintézményben végzendő.

A **garat körüli réseket** a 7/14. ábra mutatja félig sémásan. A garat hátsó fala és a lamina prevertebralis közt elhelyezkedő laza kötőszövettel kitöltött rés a **garat mögötti rés** (*spatium retropharyngeum*). A rés elülső és hátsó fala jól definiált. Felfelé a koponyaalapig terjed, lefelé folyamatosan átmegy a nyaki fasciákkal kapcsolatban tárgyalt retrovisceralis részbe, mely ugyancsak határ nélkül terjed be a mediastinum posterius (lásd mellüreg) laza kötőszövetébe. Ez a topográfiai kapcsolat azzal a veszéllyel jár, hogy a garat és a nyelvcső falából vagy az e részben elhelyezkedő retropharyngealis nyirokcsomóból kiinduló (fül vagy orrmelléküreg eredetű), gennykeltők okozta fertőzőes folyamatok akadály nélkül lesüllyedhetnek a mediastinumba.

Ezért nagyon fontos a gennyes beolvadással járó garat mögötti folyamatok (pl. retropharyngealis tályogok) idejében való felismerése, és szabad útjuk biztosítása a garat felé.

Oldalfelé a garat mögötti rés falát a vagina carotica körüli kötőszövet alkotja. A processus styloideusról eredő m. stylopharyngeus és a körülötte levő fasciaszerű kötőszövet – habár tökéletlenül, de mégis – elválasztja a spatium retropharyngeumot a spatium parapharyngeumtól.

A **garat melletti rés** (*spatium parapharyngeum*) medialis falát a garat oldalfala képezi, hátsó falát a processus styloideusról eredő izmok, lateralis falát a m. pterygoideus medialis. Előrefelé a rést a Bichat-féle zsírcsomó mintegy tamponálja. Lefelé a rés a m. pterygoideus medialis és a parotiszfészek alsó határánál bevezet a trigonum submandibulare laza kötőszöveti terébe. A spatium parapharyngeum szoros topográfiai viszonyban van a tonsilla palatina fészkeivel. Ennek nyirokerei a garat falán átfurakodva, a részben gyülekeznek, és haladnak lefelé a submandibularis nyirokcsomók felé. Érthető tehát, hogy e rés gennykeltők okozta kötőszöveti gyulladásai (garat körüli tályogok) elsősorban a tonsilla palatina megbetegedéseiből erednek.



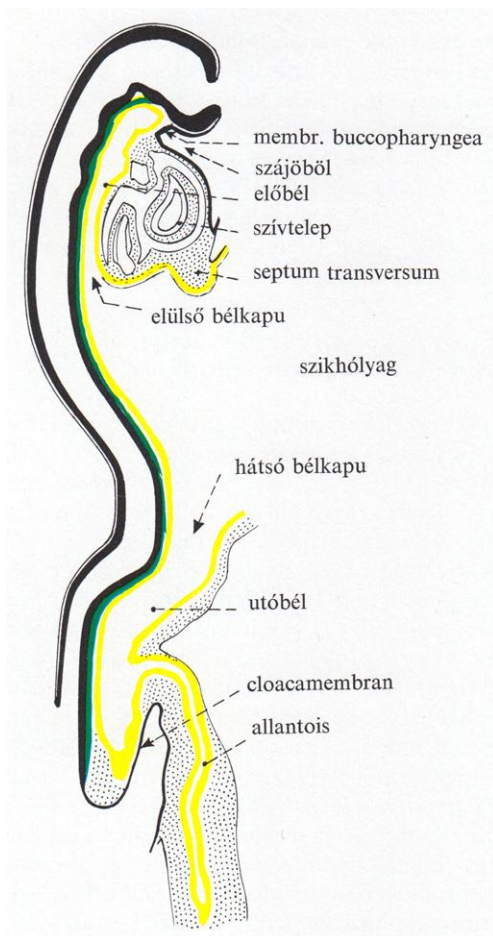
7/14. ábra. A garat körüli rések, valamint az őket és a parotist határoló fasciák zöld színben (a nem jelzett képletek megegyeznek a 7/12. ábra megfelelő részleteivel)

2.2.8. A kopolyúbél származékai (a garat fejlődése)

A garat fejlődésének leírásához a szikhólyagról épp lefűződött három csiralemezhez és természetesen az emésztőkészülék hámszöveteinek zömét alkotó endodermához kell visszatérnünk, oda, ahol ezt az 1. fejezet

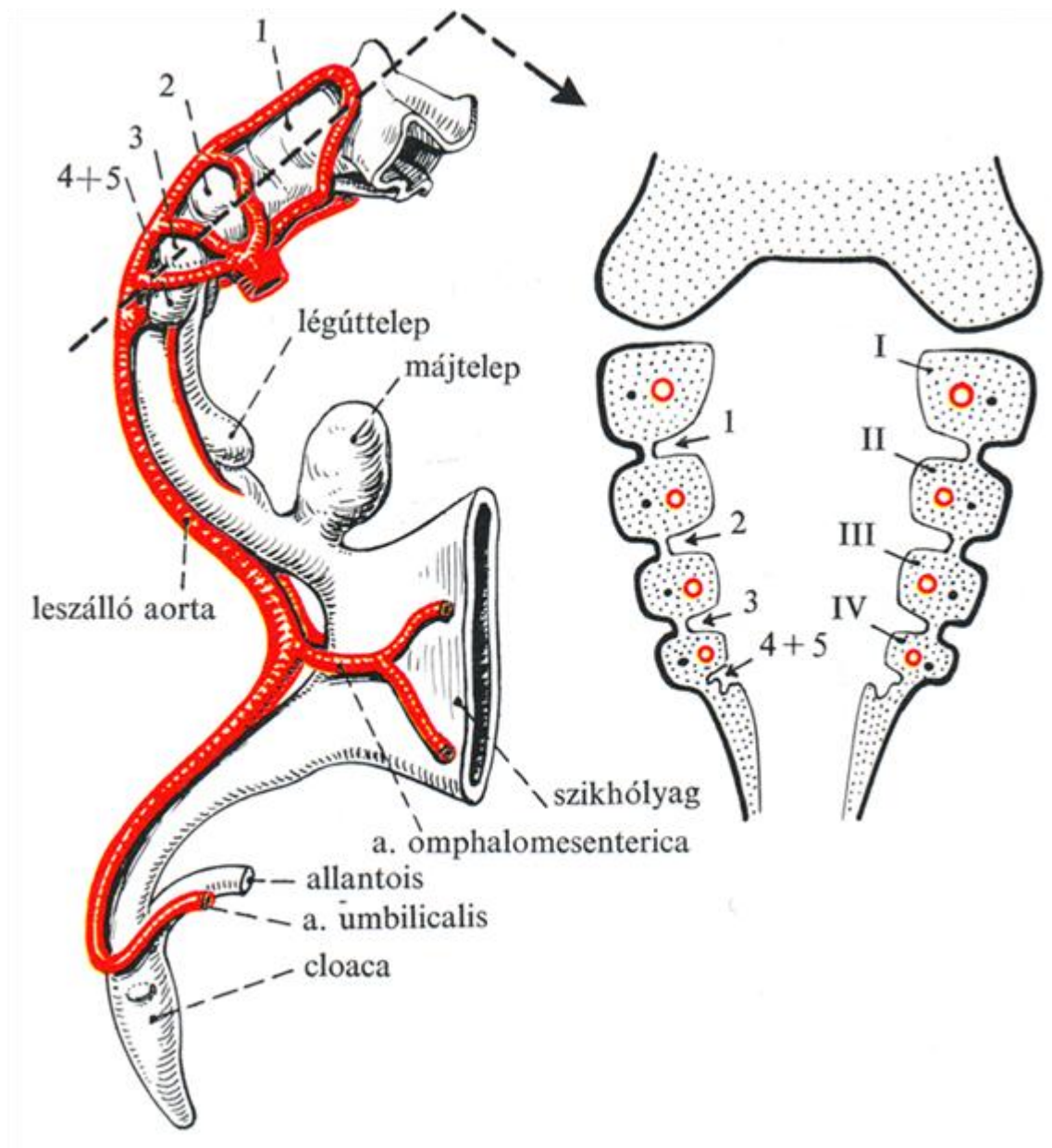
végén elhagytuk. E stádium median-sagittalis hosszmetsetét mutatja be a **7/15. ábra**, melyből kitűnik, hogy a szikhólyaggal még szélesen közlekedő ún. bélvályú, az embryónak jórészt már lefűződött elülső és hátsó testvégének megfelelően, egy elülső és egy hátsó bélkapu útján közlekedik a vakon végződő elő-, illetve utóbéllel. Az előbél a membrana buccopharyngeánál ér véget, dorsalis felszínén egy darabon össze van nőve a chorda dorsalis szövetével. A membrana buccopharyngea az ectoderma által alkotott elemi szájgödröt választja el az előbél üregétől. Ez a vékony kettős hámlemez hamarosan átszakad, és létrehozza a folyamatoságot a későbbi száj- és orrüreg, valamint az elsődleges bélcső között. A későbbi száj- és orrüregben az ecto- és endoderma közötti határt egy a garat fornixától (kb. a garatmandula helyénél) ferdén lefelé és előre – a nyelv foramen cecuma elé húzódó, ferde sík jelzi.

Az előbél további fejlődését a 7/15. ábrán rögzített stádiumnál valamivel későbbi (4 hetes) fejlődési fokból vett rajzon mutatjuk be (**7/16. ábra**). A bélcsőhöz hozzárajzolt nagy verőerek (kopolytúív-arteriák, ill. elsődleges aortaívek) mutatják, hogy az előbél cranialis része az ún. kopolytúíbelet képzí.



7/15. ábra. 24–25 napos emberi embryo hosszmetsete sémásan (Fischel nyomán). A velöcső és az ectoderma fekete, a chorda zöld, az endoderma sárga színben; a mesenchyma pontozva

Kopolytútasakok és kopolytúbarázdák. A 7/16. ábra és a jelzett irányban készített frontális metset sémás rajza mutatja, hogy a kopolytúbélben kétoldalt kifelé boltosuló tasakok, a garattasakok, más szóval a belső kopolytúbarázdák sorakoznak. Minden belső garattasakkal szemben az ectoderma mély betüremkedéseket, ún. külső kopolytúbarázdákat mutat. A két hámlemez itt gyakorlatilag mesenchyma közbejötté nélkül fekszik össze. Kopolytúval lélegző állatokban (halak) ezek a hárták átszakadnak, a magasabb rendű gerincesekben zártan maradnak. Emberben csak három külső kopolytúbarázda fejlődik ki teljesen, és négy belső, de a negyedik fenékéből még egy csökevényesebb 5. belső kopolytúbarázda vagy garattasak türemkedik lefelé. Az összefekvő külső és belső kopolytúbarázdák közt fennmaradó mesenchymával kitöltött hátulról előrehúzó ívelt hídszerű pillérek az ún. kopolytúívek. Mindegyikük tartalmaz egy kopolytúarteriát vagy elsődleges aortaívet, egy ideget és egy mesenchymatömörülést, amelyből a kopolytúívek porcai és izomzata származik.



7/16. ábra. A korai bélső sémás ábrázolása az arteriás rendszerrel való viszonyában (Fischel nyomán). Az ábra jobb része a fejbélnek a szaggatott vonal irányában ejtett átmetszetét mutatja a külső kopolyúbarázdák és garattasakok (arab számmal), valamint a köztük levő kopolyúívek (római számmal) létrejöttének magyarázatára

Amint ezt az arteriák fejlődésénél ismertettük, a kopolyúarteriák a fejlődés során nem egyszerre vannak jelen. A felsők elsorvadnak, mielőtt az alsók kialakultak volna. Felnőttben csak a 3., 4. és a 6. kopolyúarteria marad meg egészben vagy részletekben.

Az I., ún. **mandibularis ív** idege a n. mandibularis (V/3), a II., ún. **hyoid ív** idege a n. facialis (VII), a III. ívé a n. glossopharyngeus (IX), a IV-V. ívé a n. vagus (X).

Az I. kopolyúív porca a *Meckel-féle porc*, amelynek hátsó részéből két hallócsont (a kalapács és az üllő) fejlődik ki. Elülső része köré csontosodik a mandibula. A II. kopolyúív porca a *Reichert-féle porc*. Ebből lesz a harmadik hallócsont (kengyel), a processus styloideus, a nyelvcsont kis szarva és testének felső része. A III. kopolyúív porca adja a nyelvcsont többi részét. A IV-V. kopolyúív porcából a gégeporcok származnak.

Az I. ív mesenchymájából alakulnak ki a rágóizmok, a II.-ból a mimikai és egyéb n. facialis beidegzésű izmok, a III-V. ív a mesenchymájából a garat- és a gégeizomzat.

A garattasakok származékai. Az 1. és a 2. kopolyúívek közötti első garattasak a fej szöveteinek megszaporodása kapcsán kinyúlik, és oldalsó része kitágulva, a dobüreget borító hámot hozza létre. Az elsődleges bélcsővel (későbbi garat) való összeköttetése beszűkül, és belőle lesz a fülkürt hámja. Az első (külső) kopolyúbarázdát határoló 1. és 2. kopolyúívek szomszédos részei három-három gumót képezve, a fülkagylót alakítják ki, a kopolyúbarázda a külső hallójáratát szűkül be. A barázdát a tasaktól elválasztó ectoderma-endoderma hámréteg közé mesenchyma vándorol be, és ebből lesz a dobhártya (lásd a hallószervnél).

A második garattasak hámja nem fejlődik tovább, hanem inkább visszamarad. Környékében nyirokszövet szaporodik fel; ez lesz a későbbi *tonsilla palatina*. A harmadik és negyedik garattasak hámja burjánzásnak indul, mégpedig elsősorban a tasak dorsalis és ventralis végén. Mindkét hátsó burjánzásból kialakuló hámtelep önállóítva magát, egy-egy mellékpajzsmirigyet (*glandula parathyroidea*) szolgáltat (lásd a belső elválasztású mirigyeknél). Ezek mindegyike hátulról hozzátapad a pajzsmirigy lebenyéhez: az egyik feljebb, a másik lejjebb. Így jön létre összesen (a két oldalon) négy mellékpajzsmirigy a belső elválasztású mirigyeknek leírandó jellemző helyükön, de érthető, hogy nemritkán a mellékpajzsmirigyek rendellenes helyzete is előfordul. A harmadik és a negyedik garattasak elülső hámurjánzása bunkósan megvastagodott elülső véggel lefelé és medial felé növekedve, a szívtelep elé kerül. Itt a kétoldali telep összefekve, a csecsemőmirigy (*thymus*) hámkezdeményét hozza létre. Alsó bunkós vége a thymus lebenyeit, a visszamaradó keskenyebb részek a thymus ún. szarvait alkotják. A negyedik kopolyúbarázdából kialakuló caudalis thymustelepek lassan eltűnnek. Ha megmaradnak, a thymusnak 4 lebenye lesz. Az ötödik garattasakból fejlődő csökevényes hámszerv, az ún. *ultimobranchialis test* az embrióban még megvan, később nyomtalanul eltűnik.

A külső kopolyúbarázdák elzáródása, sinus cervicalis. A kopolyúívek közül a 3. és 4. növekedésükben visszamaradnak, míg az erősen növekvő 2. kopolyúív szövetei fokozatosan föléjük boltosulnak. A nyak oldalán így egy mélyedés keletkezik (*sinus cervicalis*), amely a második, a harmadik és a negyedik kopolyúbarázdába vezet. A 2. kopolyúív alsó széle az embrió hosszúnövekedésével párhuzamosan részben tovább növe, részben a nyak megnyúlása kapcsán hosszan kifeszítve mint *processus opercularis* – ez megfelel a halak kopolyúfedőjének – kb. a m. sternocleidomastoideus elülső szélének megfelelően mindjobban elfedi a sinus cervicalis bejáratát. Innen a sinus cervicalis felfelé vezet, és a harmadik kopolyúbarázdának megfelelően egy kis hólyagszerű üregbe (*vesicula cervicalis*) nyílik. E kis üregnek egy felfelé, ill. lefelé haladó nyúlványa a második, ill. a negyedik kopolyúbarázda maradványának felel meg. Végül a *processus opercularis* összenő a nyaknak oldalsó felszínével, és ezzel megszűnik a kopolyúbarázdák kifelé közlekedése. Hámjuk normálisan felszívódik; nemritkán azonban a *vesicula cervicalis* és összeköttetéseinek valamelyik része megmaradva, nyaki cysták vagy sipolyok (fistulák) kifejlődéséhez vezet. Ezek, ha a külvilággal közlekednek, akkor rendszerint a *processus opercularis* lenövési vonala mentén, azaz a m. sternocleidomastoideus elülső széle mentén nyílnak.

Nedvező, nyílt fistulát vagy nagysága miatt zavart okozó cystát sebészileg kell eltávolítani; kényes, sokszor nehéz műtét, mert hámját maradvány nélkül ki kell irtani, különben kiújul.

A nyelv fejlődése. A nyelv mesenchymalis szövetei – az izomzat kivételével – a szájfénék ectodermális hámja alatti három mesenchymatömörülés (egy páratlan, a 2. kopolyúív anyagából és két [páros] az 1. kopolyúív anyagából) összenövésből jönnek létre. E szövettömörülés, körülbelül a későbbi sulcus terminalisig, a nyelv elülső részét hozza létre, tehát ectodermális eredetű hám fedi. A nyelvnek a sulcus terminalis mögé eső része főleg a 3. és részben a 4. kopolyúív mesenchymájából fejlődik ki, ezt tehát már endodermális hám borítja. Ebből logikusan következik, hogy a nyelv elülső 2/3-ának idege a n. trigeminus (V.) n. mandibularis ága, de részt vesz benne a n. facialis is (VII.), hátsó harmadának idege a n. glossopharyngeus (IX.) és gyökén leghátul a n. vagus (X.) is részt vesz a beidegzésben. – A nyelv harántcsíkos izomelemei feltehetőleg az első 3-4 occipitalis összelvény mesenchymájából származnak. Erre utal legalábbis beidegzésük (n. hypoglossus).

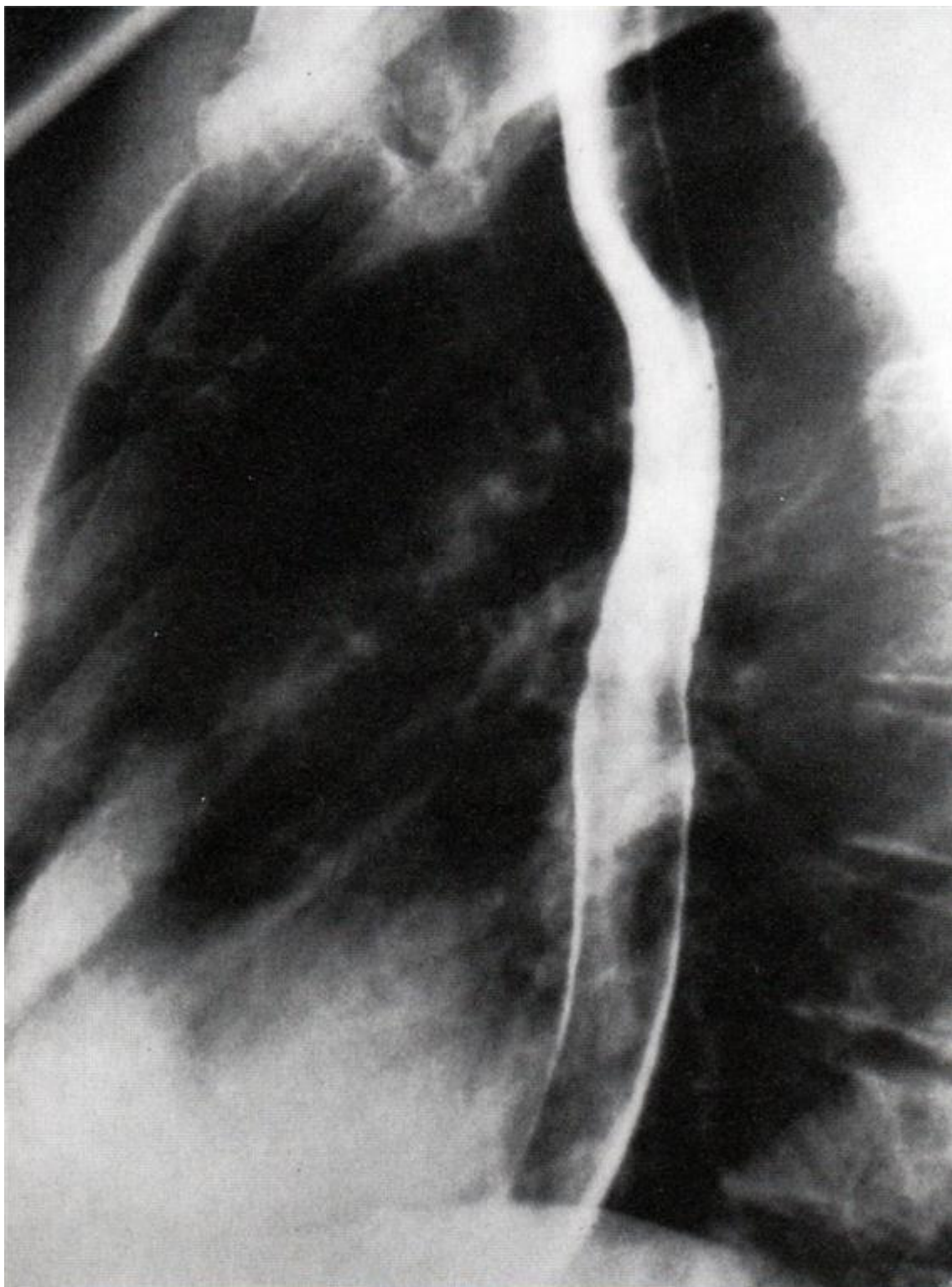
2.2.9. Bárzsing vagy nyelőcső

A **bárzsing** (*esophagus*) az emésztőcsatorna első valóban cső alakú része. Mintegy ujjnyi vastagságú cső, melynek három részét, ún. felső nyaki (*pars cervicalis*), középső, mellkasi (*pars thoracalis*) és rövid, hasi (*pars abdominalis*) szakaszát különböztetjük meg. A garat folytatása lefelé, a gége gyűrűporcának alsó szélénél (a 6. nyakcsigolya felső széle) kezdődik, és elülső vetülete olyan vonalnak felel meg, amely a 6. nyakcsigolya magasságában a középvonaltól kissé balra kezdődik, majd lefelé haladva a 3. bordaporc tájékán kissé átkerül a középvonaltól jobbra, innen lefelé megint bal felé tolódik, és ott végződik (ez a cardia helye), ahol a bal 7. bordaporc a középvonaltól 2 cm-re balra húzott függőlegest metszi.

Lefutása oldalirányú röntgenfelvételen látható jól (7/17. ábra), amely mutatja, hogy gyenge görbülettel követi a mellkasi gerinc homorulatát, de a 7. hátcsigolya testénél előre felé eltérve, az aorta elé kerül, amelytől előre és kissé balra, a hiatus esophageuson furja át a rekeszt.

Nyaki szakasz (*pars cervicalis*). Elölről hátrafelé összelapítva helyezkedik el a légcső mögött, ennek lapos porcementes falával eléggé szorosan összenőve. Hátsó a lamina prevertebralisra fekszik laposan, de laza kötőszöveti résszel elválasztva. Nem pontosan a középvonalban halad, hanem ettől kissé bal felé. Oldalfelé falát a pajzsmirigy lebenyeivel és esetleg az ebbe beágyazott mellékpajzsmirigyekkel érintkezik. A bal oldalon a nyaki érköteggel (a. carotis communis) is érintkezésbe jut. A légcső és a bázis közötti vályúban kétoldalt a n. laryngeus recurrens (a X. agyidegből) halad felfelé.

Mellkasi szakasz (*pars thoracalis*). Az apertura thoracis superioron belépve a mellkasba, az esophagus a mediastinum posteriusban halad. Eleinte továbbra is a légcső falához rögzül, de kissé balra tolódott helyzetéből a vele bal oldalán kereszteződő aortaívtól inkább a középvonal felé szorul. Az aortaívvval való kereszteződésnél kis benyomat is keletkezik a nyelőcső bal oldalán. A légcső elágazásától kezdve a nyelőcső a 4–7. mellcsigolya teste között a gerinc előtt az aorta jobb oldalán halad, majd elhagyva a gerincet, az aorta elé kerül, sőt a 10. hátcsigolya magasságában az aorta előtt, és kissé tőle balra lép át a rekeszen. A hiatus esophageusnál a rekesz izmosszéle szorosan hozzáfekszik a bázis falához – összehúzódáskor össze is nyomja az esophagust –, de köztük csak laza kötőszövetes kapcsolat van.



7/17. ábra. A nyelőcső mellkasi szakaszának oldalirányú röntgenfelvétele (a nyálkahártya felszínét borító kontrasztanyaggal láthatóvá téve). A mellkasi szakasz ürtere tátongó, levegővel telt (SOTE, Radiológiai Klinika anyagából)

A mellkasban uralkodó negatív nyomás következtében üregetátongó, levegővel telt. A mellkasi szakasz alsó részében az esophagus elülső oldala szorosan hozzáfekszik a pericardium hátsó falához és ezen keresztül a bal pitvarhoz. A mediastinumot jobb felé határoló jobb mediastinalis mellhártyalemez a bázsinggal sehol sem érintkezik szorosan, a bal mediastinalis mellhártyalemez az esophagus bal oldalával az aortával való kereszteződés felett nem minden esetben, a mellkas alsó részében a hiatus esophageus felett rendszerint szorosan érintkezik. A trachea elágazódása tájékán a két n. vagus (X. agyideg) hozzáfekszik a nyelőcső falához,

és a gyomor fejlődése során való jobbra csavarodásának megfelelően a bal n. vagus spirálisan az esophagus elülső, a jobb a n. vagus hátsó oldalára kerül, és így lépnek be a hiatus esophageuson keresztül a hasüregbe.

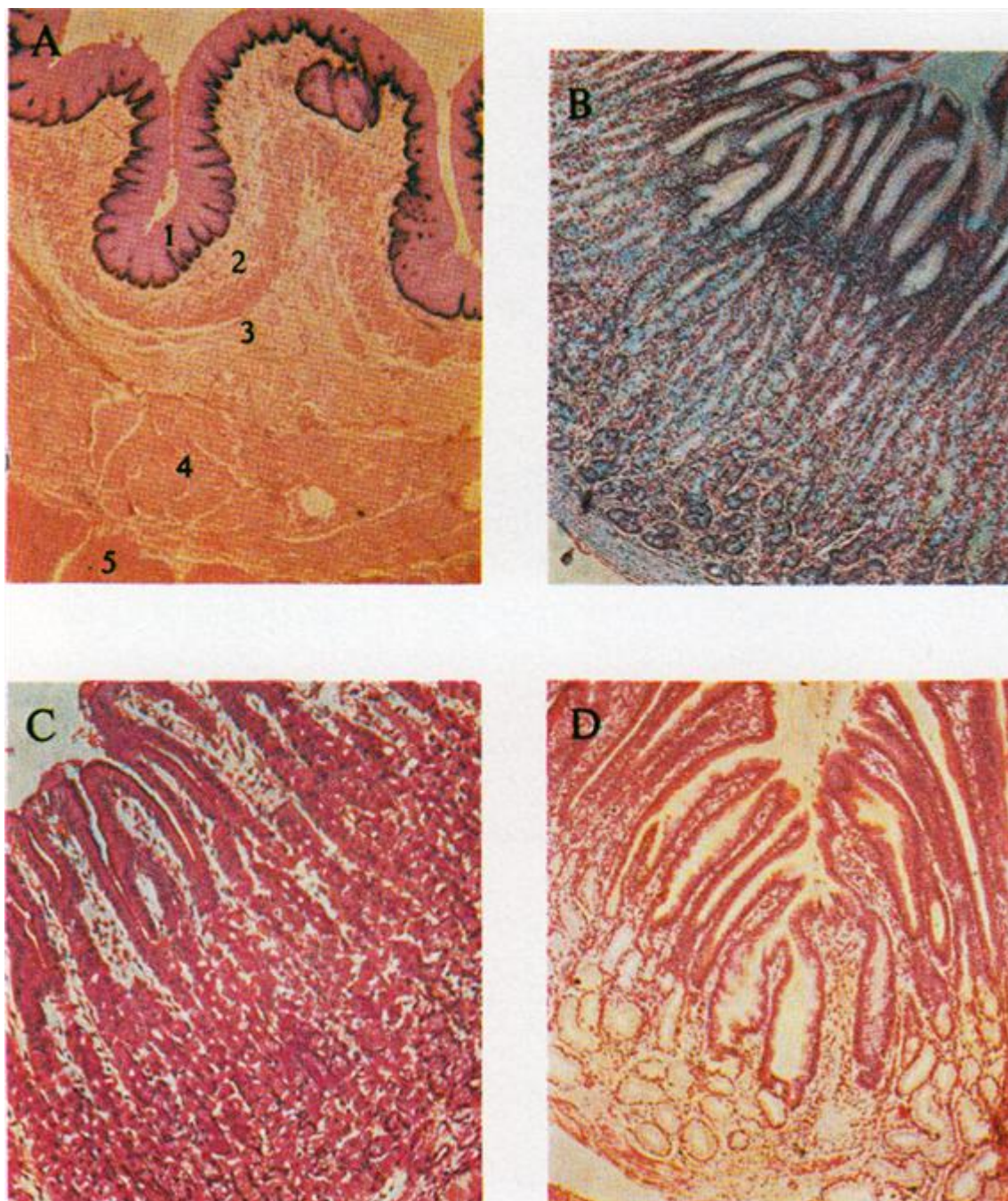
Hasüregi szakasz (*pars abdominalis*). Rövid (1–1,5 cm), a hasüregben uralkodó pozitív nyomás és falának saját tónusa révén a csillag alakban összegyűrt nyálkahártya körül teljesen összehúzott nyelőcsőszakasz. A rekeszen való átlépés után még kissé bal felé húzódik, majd a cardiánál hirtelen kitágulva, átmegy a gyomorba. Benyomatot okoz a máj bal lebenyén, a hashártya teljesen beborítja.

Erei és idegei. Az esophagus arteriái a nyaki szakaszon az a. subclavia ágrendszeréből származnak (a. thyroidea inferior), a mellúri szakaszon az aortából, a hasüregi szakaszon a gyomor arteriáiból. Venái a nyaki szakaszon az arteriákat kísérő gyűjtőerekbe, a mellúri szakaszon a vena azygos és hemiazygos felé, a hasi szakaszon a gyomor venái felé vezetődnek el. Ez utóbbi helyen, mint már említettük, fontos anastomosis van a v. portae és a v. azygos rendszere között. A portalis keringés megnehezítettsége (pl. cirrhosis hepatis) esetén az esophagus-cardia tájékon, főleg a submucosában, a kisebb vénák hatalmasan kitágulnak. E hatalmas esophagusvarixokból ilyenkor súlyos, sokszor halálos vérzések indulhatnak meg.

Nyirokerei a hátsó mediastinalis és a mély nyaki nyirokcsomók felé irányulnak. Fő érző- és mozgatóidege a n. vagus, a beidegzéshez azonban a sympathicus dúclánc kisebb ágakkal hozzájárul.

Működés. Nyelésnél a garatból lefelé hajtott falatot az esophagus peristalticus összehúzódnási hullámokkal továbbítja. Ez tehát aktív folyamat. Fejjel lefelé lógó helyzetben is lehet nyelni. A cardia nyugalmi állapotban zárt, csupán a peristalticus hullám közeledtére nyílik meg egy-egy pillanatra azért, hogy a hosszanti izomzat összehúzódnása az itt a valóságban spirális körkörös izomzat „menetét” megrövidíti, és ezzel a spirális átmérőjét passzívan növeli.

Falszerkezete (7/18. ábra, A). A nyálkahártya hámja vastag, többrétegű, el nem szarusodó laphám. Ez megfelel annak, hogy a változatos mértékben megrágott falat, főleg rostos táplálék esetén, még elég durva mechanikai ártalmat jelenthetne ennél vékonyabb hámrétegnek. Mechanikai behatások mellett főleg hő-, ozmotikus és vegyi (pl. alkohol, fűszerek) hatásoknak is eléggé kitett az esophagus normális életmód és körülmények között is. A lamina propria mucosae erős kötőszövetes réteg, alapján kifejezett hosszanti irányú simaizomzatból álló muscularis mucosaeval. Az esophagus felső és alsó végén is a gyomorcardia mirigyeire emlékeztető szerkezetű mirigyek fordulnak elő a lamina propriában. A tela submucosa igen laza, és meglehetősen vastag. Benne csak igen elszórtan fordulnak elő mucinosus nyálmirigyek. A tunica muscularis az esophagus felső harmadában kissé primitívebb szerkezetű és beidegzésű harántcsíkos izomból áll (beidegzi a n. vagus), majd a középső harmadban belülről fokozatosan kicserélődik belső, körkörös és külső, hosszanti simaizomzattal. Tunica serosája az esophagusnak – az abdominalis szakasz kivételével – nincs. Az izomzatot csak laza adventitialis kötőszövet – nem is igazi fascia – veszi körül.



7/18. ábra. Az esophagus és a gyomor szöveti szerkezete. A: emberi esophagus kis nagyítású átmetszete; rétegei: 1: többrétegű el nem szarusodó laphám; 2: tunica propria mucosae, kifelé az erősebben eosinophil muscularis mucosae határolja; 3: tela submucosa; 4: stratum circulare; 5: stratum longitudinale tunicae muscularis; B: a gyomorfundus nyálkahártyája kongo-hematoxin festéssel, a fedősejtek téglapirosak, a mirigyek basalis részében a basophil-fősejtek; C: a gyomorfundus nyálkahártyája PAS-kongo-hematoxin festéssel, a mucin jellegű váladékot termelő elemek (a nyálkahártya felülete és a mirigycsövek középső részén) PAS-festés révén bíborvörösek, a fedősejtek téglapirosak; a fősejtek e festésnél nem adnak jellemző színreakciót; D: a gyomor pars pylorica nyálkahártyája (hematoxin-eozin festéssel): a mirigyekben jellegtelen, a mucinosus sejtekre némileg emlékeztető sejtek

Ennek komoly gyakorlati következményei vannak az esophaguson végzett sebészi beavatkozásoknál. Minthogy a cső alakú zsigerek sebzéseinek elzárásában és gyógyulásában a savós hátyaboríték döntő fontosságú, műtételnél mesterségesen kell gondoskodni a sebfelület hashártyával való fedéséről.

Bár az esophagus szerkezetéből folyóan nyálkahártyája könnyen ráncba emelhető, természetes helyzetében a nyaki és a mellkasi szakaszon nincsenek ráncai. A hasi szakasz összehúzódtott volta folytán az összeszorult

hosszanti ráncok a cardia elzárásához járulnak hozzá. (Kivett esophagus mellkasi szakasza természetesen összeesik, és ugyancsak csillag alakú lument vesz fel.)

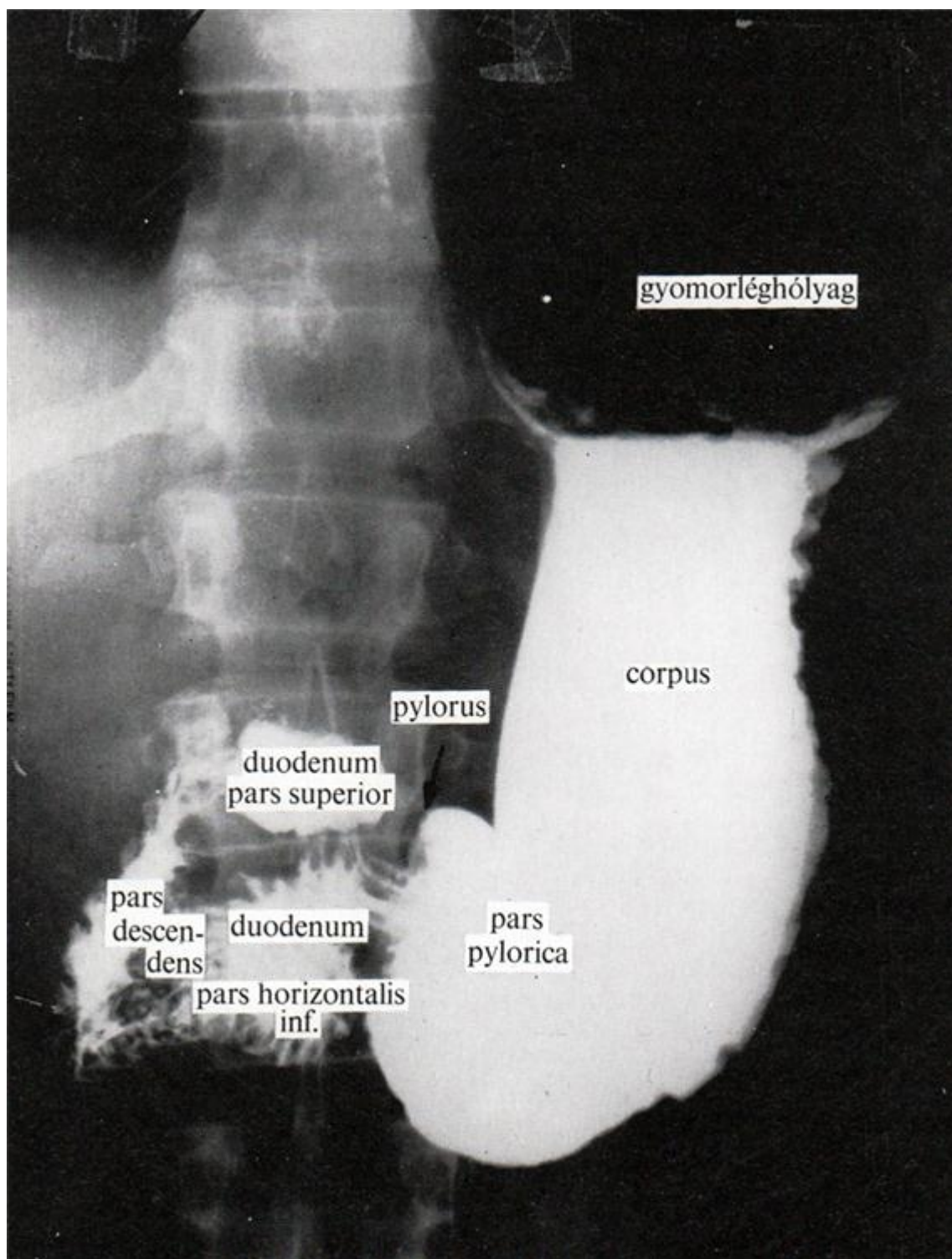
A nyelőcső fejlődése. A nyelőcső az előbélnek a tüdőből alatti eleinte igen rövid, majd csak az embryo későbbi hossznövekedésével megnyúló részéből alakul ki. Természetesen – mint a többi cső alakú zsigernél is – csupán a háma. A zsigertfal többi részei a hámat kívülről borító mesodermalemez, a splanchnopleura származékai.

2.3. AZ EMÉSZTŐCSATORNA KÖZÉPSŐ SZAKASZA

2.3.1. Gyomor

A gyomor (*ventriculus*) az emésztőcsatorna középső szakaszának kezdeti – üres állapotban zsákszerűen lapos, nagymértékben tágulékony (fiziológiai viszonyok között 1,5–2 literre) – kiszélesedése.

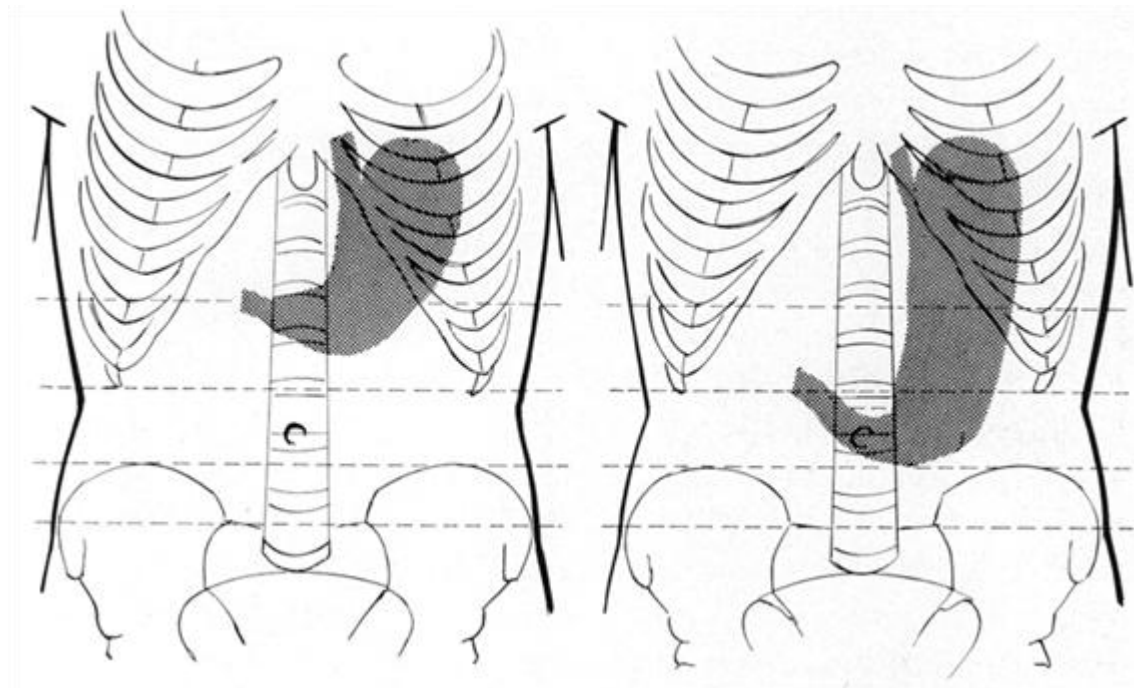
Alak és részek. Álló testhelyzetben a gyomor függőleges állású tömlő, amelynek alsó része horogszerűen visszakanyarodik, azaz nagy nyomtatott J alakú. Ez az idom a legjobban az álló helyzetben végzett röntgenvizsgálatnál tűnik szembe (7/19. ábra). Fekvő testhelyzetben – azaz olyan helyzetben, amelyben az orvos általában a hasüreget tapintással vizsgálja – a gyomor a tetemben is rendszerint észlelt „tűlök” vagy „postakürt” alakját vesz fel. Ez az alak azonban csak közel üres gyomornál jelentkezik, teltebb gyomor fekvő helyzetben inkább haránt téglalap idomban terül szét. – A gyomor a gyomorszájával (*cardia*) kezdődik, amely a nyelőcső átmenete a gyomorba. A gyomor következő része a cardiától felfelé emelkedő és a rekesz bal kupoláját kitöltő *fundus ventriculi*. A fundus még egészen üres állapotban is mindig tartalmaz levegőt (gyomorlégőlyag), amely falait itt tátongva tartja, és léggömböszerű hatásával hozzájárul a gyomor helybentartásához. – A cardiától lefelé a gyomor, álló helyzetben, függőleges része a gyomortest (*corpus ventriculi*) következik. – A „J” kampójának visszaforduló része a gyomor kapui része (*pars pylorica*). A *pars pylorica* két részből: a fokozatosan szűkülő és főleg álló helyzetben erősen felfelé emelkedő *antrum pyloricumból*, valamint a már vízszintesebb helyzetű, rövid csőszerű *canalis pyloricusból* áll. Ez utóbbi erős, gyűrűszerű izommal beszűkítve az *ostium pyloricummal* megy át a duodenumba. – Zsákszerűen összelapult idoma folytán az üres vagy csak mérsékelten telt gyomron világosan el lehet különíteni elülső (*paries anterior*) és hátsó (*paries posterior*) falat. Telt állapotban természetesen a fal megtelő tömlő módjára fokozatosan kikerekedik. Főleg fekvő helyzetben a hasüreg alsó részében levő belek felemelik a gyomrot, s elülső fala ilyenkor kissé felfelé, hátsó felszíne kissé lefelé tekint. A két fal a gyomor két görbült élében találkozik össze, ezek a gyomor görbületei (*curvaturae ventriculi*). A bal felé, majd lefelé tekintő domború nagygörbület a *curvatura major*, a jobbra, majd felfelé tekintő homorú kisgörbület a *curvatura minor*.



7/19. ábra. Gyomor röntgenképe álló testhelyzetben. A pylorus éppen zárt, a duodenum pars ascendense belevetül a pars pyloricába (SOTE, Radiológiai Klinika anyagából)

Elhelyezkedés. Topográfia. A gyomor különböző részeinek helyzete nagymértékben változik a testhelyzettel (7/20. ábra). Aránylag legállandóbb helyzetű a cardia, mely a 11. hátcsigolya bal szélének (az első testfalra vetítve a bal 7. bordaporcnak a középvonaltól 2 cm-re balra levő részletének) megfelelően helyezkedik el. Ugyancsak állandó helyzetű a gyomor fundusa, mely a rekesz bal kupolájába fekszik bele, ott-tartásában közreműködik a gyomor légphólyagjának felhajtó ereje. Elégképp rögzített helye a gyomornak a pylorus az 1. ágyékcsigolya középmezőjében, a középvonaltól 2 cm-re jobbra. E helyzetben találjuk fekvő helyzetben vagy megközelítően itt üres gyomor mellett álló helyzetben is. Vetületét az első testfalra könnyű meghatározni abból, hogy a pylorus síkjában a test hossz tengelyére merőlegesen vezetett (álló helyzetben horizontális) sík –

az ún. transpyloricus sík – a sternum incisura jugularisát a symphysis felső szélével összekötő függőleges vonal felezési pontján halad át. Álló helyzetben már mérsékeltén telt gyomor mellett is a pylorus egy-másfél csigolyaszélességgel lejjebb kerül, azaz a 2. ágyékcsigolya, sőt teltebb gyomor mellett a 3. ágyékcsigolya elé. A *curvatura minor ventriculi* vetületét az elülső testfalra könnyű rekonstruálni oly módon, hogy fekvő testhelyzetben a cardia helyét a pylorusával felfelé és jobbra gyengén homorú vonallal kötjük össze. Álló helyzetben ez a vonal közel a köldök magasságáig jön le függőlegesen, majd innen éles szöglettel hajlik vissza a pylorus helyéhez.



7/20. ábra. A gyomor vetülete gyengén telt állapotban fekvő (bal) és álló testhelyzetben (jobb). A vízszintes vonalrendszer értelmezését lásd a 3/1. és a 3/2. ábrán (első kötetben)

A *curvatura major* vetülete a cardia helyétől balra és felfelé követi a rekeszkupola vonalát az 5. borda magasságáig felemelkedve, majd a medioinguinalis vonaltól kissé oldalt hajlik lefelé: fekvő helyzetben domború ívben kb. tenyérnyivel a köldök felett halad el a pylorus helye felé, álló helyzetben a medioclavicularis vonalban függőlegesen halad lefelé a gyomor teltségétől függően a köldök és a crista iliácákat összekötő vonal közötti magasságig, majd kampószerűen jobbra visszahajolva éri el a pylorust a 2-3. ágyékcsigolya testének jobb oldalán. – A gyomor cardiáját, corpusának kisgyömbülete, sőt fundusának egy kis részét is a máj bal lebenye takarja, főleg fekvő helyzetben. Álló helyzetben a kisgyömbület egy része előjön a máj alól. A pylorust a máj alsó felszínének lobus quadratus feddi. A gyomor fundusa és teste nagygyömbületi része feljebb a rekesz bal kupolájához és elülső domborulatához fekszik hozzá, lejjebb a bal bordaív, a máj alsó széle és a gyomor nagygyömbülete által határolt háromszög alakú területen érintkezik a gyomor az elülső hasfallal. Fundusa bal oldalához a lép fekszik hozzá, a gyomorfundus és -corpus hátsó felszíne a bal vesével és mellékvesével jut kontaktusba. A gyomor nagygyömbülete alatt a haránt vastagbél húzódik a nagygyömbület alsó részével párhuzamosan, és inkább mögötte. A gyomor hátsó felszíne a cseplesztömlő (*bursa omentalis*, lásd később) közvetítésével a hasnyálmirigy elülső felszínével érintkezik.

Hashártyaviszonyok. A gyomor teljes egészében hashártyával borított, más szóval intraperitonealis szerv. A hashártya a gyomrot kettőzet formájában éri el a kisgyömbület mentén. Ez a megközelítően a frontális síkban álló hashártyaszalag, amely a bélcső korai fejlődésénél tárgyalandó *mesogastrium ventrale* származéka, a májról érkezik (*lig. hepatogastricum*). A kisgyömbületet elérve két lemeze széttér, az elülső lemez a gyomor elülső falát, a hátsó lemez a gyomor hátsó falát vonja be. A nagygyömbületnél a két lemez ismét összetalálkozik, és innen indulnak azok a hashártyaszalagok, amelyek mind a *mesogastrium dorsale* származékai. A nagygyömbület legfelsőbb részétől a rekeszhez húzódó hátsó kettőzet rész a *lig. gastrophrenicum*. E szalag további lefele való folytatásába a lép illeszkedik be, így a kettőzet most már két részre válik a gyomor nagygyömbületének bal felé tekintő részétől a léphez húzódó *lig. gastrolienale* és a léptől a rekeszhez húzódó *lig. phrenicolienale*.^{5A}

^{5A} E bonyolult viszonyok első olvasásra még atlasz segítségével sem érthetők meg, fontos e fejezethez később hozzáolvasni A testüregek elkülönülése és a hashártya összefoglalása c. fejezetet.

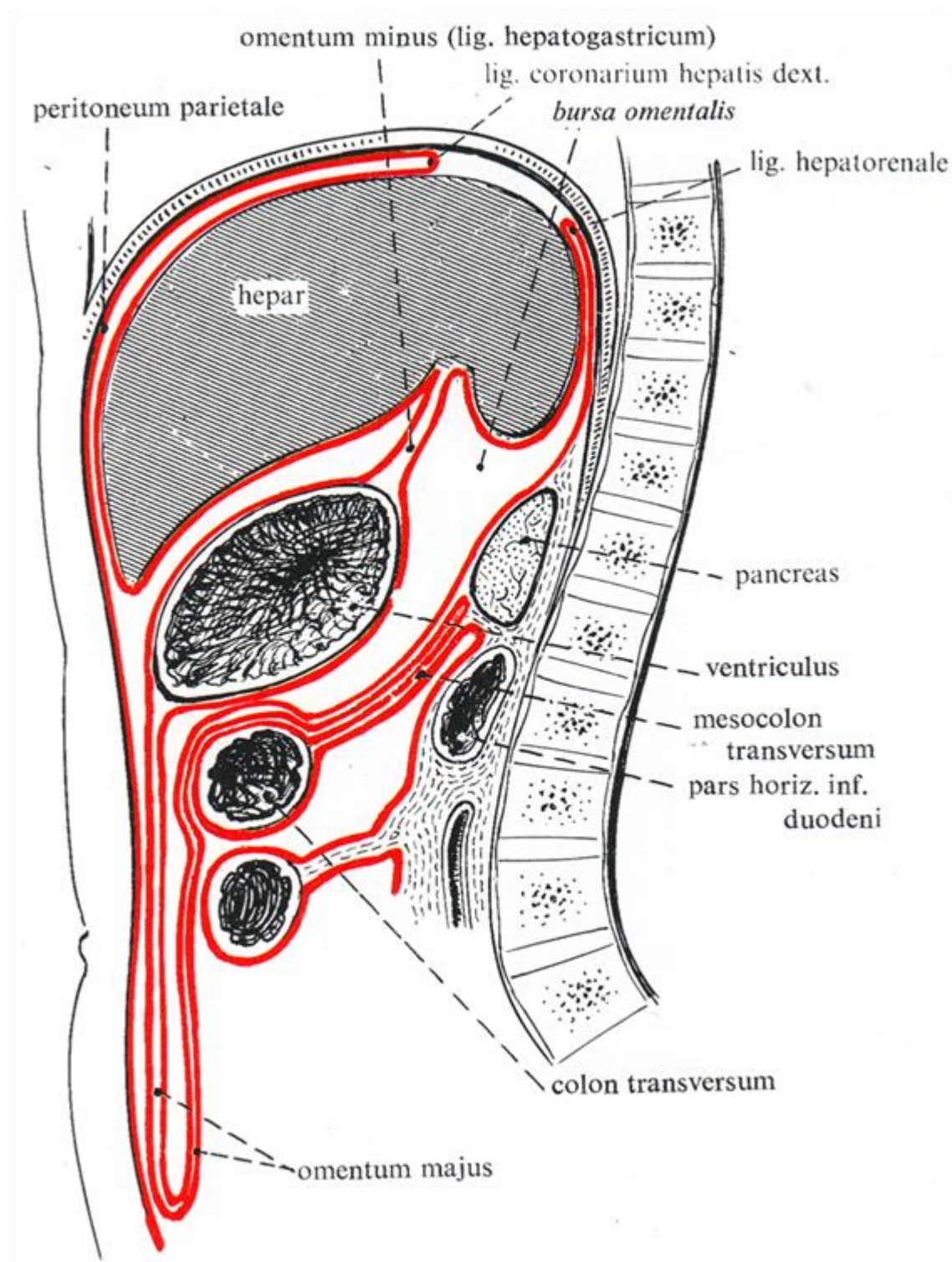
nagygörbület tovább lefelé tekintő részéről eredő hashártyakettőzet a harántvastagbél előtt kötényszerűen lóg le az elülső hasfal és a belek között (nagycseplesz; *omentum majus*). A nagycseplesz voltaképpen négy lemezből áll, mert a kettőzet a hasüreg alsó részében visszahajlik (a kettőzet kettőzetet képez), és amint ezt a **7/21. ábra** mutatja, újra felszáll a nagygörbület közelébe. Itt összenő a vastagbél eredeti saját hashártyafelszínével és a harántvastagbél hashártyakettőzetével, és azzal együtt tapad a hátsó hasfalon. Újszülöttben és csecsemőkorban a gyomor és a vastagbél között a bursa omentalis egy lefelé haladó nyúlványa még közlekedik a nagycseplesz két lemeze közötti réssel, de ez a rés hamarosan elzáródik a két lemez teljes összetapadásával. A nagycseplesz durva horgolásra emlékeztető mintázatban zsírszövettel bőven átszőtt hashártyaképződmény; jelentőségéről bővebben a hashártyánál szólnunk.

ÉR- és idegellátás. Az arteriák és a vénák leírásánál már említettük, hogy a gyomor kis- és nagygörbületénél egy-egy arteriás és venás ív halad, amelyből tápláló erei származnak. A kisgörbülethez balról a cardia alatt lép az a. *gastrica sinistra*, a truncus celiacus közvetlen ága, jobbról a májkapu felől az a. hepatica propriától visszakanyarodó a. *gastrica dextra*. A nagygörbület mentén, de attól 1,5 cm-re, a nagycsepleszben halad az a. gastroepiploica sinistra (az a. lienalisból) és az a. *gastroepiploica dextra* (az a. gastroduodenalisból) által alkotott nagy arteriás ív. A gyomor nagygörbületének felső fundusi részéhez a lig. gastrolinaléban haladnak még az a. lienalisból induló aa. *gastricae breves*. Az arteriák a gyomor falában subserosus és mélyebb elhelyezkedésű elég bő fonatot alkotnak; a fal érellátása ezért elég bőséges, és ez sebészeti beavatkozásokban aránylag nagyobb szabadságot biztosít a sebésznek, mint a bélesatorna egyéb részeinél.

A vénák közül nevezetesebb a kisgörbület mentén haladó íves vena: a v. *coronaria ventriculi*. Ez jobb felé a vena portaeba vezetődik el.

A gyomor nyirokelvezetését lásd a regionalis nyirokelvezetés megfelelő fejezetében.

A gyomor külső idegellátását döntő mértékben a n. vagus (X. agyideg) adja. A bal n. vagus a gyomor elülső, a jobb n. vagus a gyomor hátsó felszínén ágazódik el. A n. vagus érző rostjai a nyálkahártyát látják el, ún. specifikus zsigeri afferensek, amelyek zsigeri érzéseket (éhség) és reflexeket (hányási reflexek) képesek kelteni, tartósabb ingerlésük fájdalmat is közvetít. Secretoros rostjai a gyomorsecretio idegi impulzusait hozzák a mirigyekhez. A gyomorfal mozgásai nagyjából autonómok, azaz a fal localis idegsejtfonatai által szervezettek, a külső idegek (n. vagus) működésüket alig befolyásolják. Az arteriák mentén főleg a ggl. celiacumból sympathicus és fájdalomérző idegrostok is haladnak a gyomorhoz.



7/21. ábra. A hashártyazsák és a bursa omentalis sémás ábrázolása. A piros vonallal jelzett peritoneumlemezek a gyomor alsó szélé és a colon transversum között, az eredeti mesocolon transversum és az omentum majusnak a hátsó hasfalra felhúzódo lemezei között, és az omentum majust képző kettőzet között (részlegesen) másodlagosan összenőttek

Nyálkahártya-relief. A gyomor nyálkahártyafelszínének funkcionálisan változó domborzata igen nagy orvosi jelentőségű. Erről ezért sokkal bővebben hallunk a röntgenológiában, a belgyógyászatban, főleg ennek endoszkópos vizsgálóeljárásaival kapcsolatban. A durvább nyálkahártya-rajzolatot nagyobb redők alkotják, amelyek a kiscsörbület mentén, azzal párhuzamosan futnak. Az itt összefekvő hosszanti redők szinte a cardiát a pylorusszal összekötő egységes pályát alkotnak, amelyen telt gyomor mellett (étkezés közben) fogyasztott

foliadék közvetlenül eljuthat az esophagusból a duodenumba. A kiscsatornától távolabb a nyálkahártyaredők szabálytalan hálózatot képezve nyálkahártyafülkéket alkotnak, amelyekbe a nagyobb, rosszul megrágott falatok belefekszenek – helyesebben a mozgékony nyálkahártyaredőzet ilyen falatokat zár körül fülkékkel –, mindaddig, míg ezek emésztés és felzász révén híg péppé nem esnek szét. Ettől a nyálkahártyarajzolatától függetlenül zajlanak le a gyomor izmos fala által okozott összehúzóási hullámok, amelyek a gyomor ürülésekor a gyomor közepe körül alakulnak ki, és peristalticus hullámokban haladnak sorozatokban a pylorus felé. (E mozgásokat is lásd részletesebben az élettanban.)

Egy finomabb, de orvosi gyakorlati szempontból nem kevésbé fontos nyálkahártyarajzolat keletkezik azáltal, hogy a hálózatosan futó finom barázdák rendszere apró, kissé kiemelkedő, polygonalis területeket hoz létre a gyomornyálkahártyán (*areae gastricae*), amelyeken tölcészerűen nyílnak azok a gödrök, amelyekbe a gyomornyálkahártya mirigycsővei szájadzanak.

Az esophagus és a gyomor találkozásánál az átmenet világosan felismerhető éles zégzugos vonal alakjában, amely az esophagus vastagabb, tetemben fehéres, nyálkahártyáját a gyomor vékonyabb, tetemben palaszürkés, nyálkahártyájától elválasztja. Ez az éles vonal szövettani készítményben is hirtelen átmenetnek felel meg.

A gyomor szövettana. A gyomor a cső alakú zsigerekről írt általános fejezetben ismertetett jellemző rétegződést mutatja:

♦ **1. Tunica mucosa.** Felületi hámja egyrétegű hengerhám, amelynek felületi rétege mucinszerű anyagot termel (7/18. ábra, C és 7/22. ábra). Ez az anyag nem teljesen egyezik meg a mucinosus nyálmirigyek vagy helyesebben mucinájával. Mégis a gyomor egész felülete mucinosus jellegű elválasztó hámfelszínnek tekinthető. Kétségtelen, hogy e nyákszerű anyag termelésének fontos szerepe van a gyomornyálkahártya önmegújítására elleni védelemben. Nem teljesen érthető, hogy mi az oka annak, hogy a halál után órák alatt megindul a felületi hámréteg gyors önmegújítása. A lamina propria mucosae tartalmazza a gyomornyálkahártya csöves mirigyeit. Ezek tekintetében a gyomor két teljesen eltérő szerkezetű részre osztható:

♦ a) *Fundus és corpus* (7/18B, C és 7/22. ábra). A nyálkahártya felületére merőlegesen sűrűn egymás mellé rendezett csöves mirigyek, amelyek a felszíni nyálkahártya által képzett mély, tölcészerű gödrök fenekébe nyílnak kettesével-hármasával. A tölcészerű gödrök a tunica propria 1/3–1/4-ének mélységéig nyúlnak be, faluk a felszíni hámmal megegyező sejtekkel borított. A mirigyek rövid kezdeti szűkülettel (isthmus) kezdődnek, majd egy főleg mucinosus sejteket tartalmazó nyakba, és végül egy kissé hullámosabb lefutású basalis szakaszba mennek át. Az isthmust a felületi hámsejtekhez hasonló, felületükön mucinszerű anyagot képező sejtek bélelik. Elektronmikroszkóppal vizsgálva, a sejtek bőségesen tartalmaznak különböző stádiumban lévő mucinogén és mucingranulumokat. Felületükön kevés mikrobolyhot látni. Mindkét fajta mucinosus sejt bevonó és védő funkciójú váladékot termel.

Az isthmusban és a nyaki szakaszon a mucinosus sejtek között egyre több **fedősejtet** találunk. Ezek a sejtek a közönségesen megfestett metszetekben halványan maradnak, de jellemzően téglapiros színűek kongóvörös festéssel. A fedősejtek nevüket arról nyerik, hogy szinte kiszorulnak a mirigy felületére a többi mirigysejt által alkotott sorból. Jellemző rájuk hatalmas intracelluláris járatrendszerük, amely a mirigy üregével közlekedik. A járatrendszert sűrű mikrobolygó-hálózat tölti ki (7/23. ábra). A sejtek plasmájában sok, nagy mitochondriumot láthatunk. Az endoplasmás reticulum kevés. E sejtek termelik a gyomornedv szabad sósavát, de nem mint régebben képzelték fehérjéhez kötötten, mert ehhez kevés volna a riboszómájuk.



7/22. ábra. Gyomorfundus áttekintő képe (ugyanaz, mint a 7/18. ábra, C). A felszíni és a tölcsérszerű mirigyszájadékokat bélelő hám bíborvörös PAS-pozitív belső zónája jól látható. A mirigycsövek felületközeli isthmusában a ugyancsak PAS-pozitív mucintermelő sejtek felismerhetők. A nagyon kerekded téglapiros sejtek a fedősejtek

A basalis szakaszban a fedősejtek száma lefelé gyérül, és az uralkodó sejtípus az ún. **fő-** vagy **zymogen sejt**: erős basophiliát mutató kis kocka idomú sejtféleség. Mélyebb részükben durva felszíni endoplasmás reticulumot tartalmaznak rengeteg ribosomával (7/23. ábra). Ez adja basophil festődésüket. Felületesebb részük nagy secretumszemcsékkel telt. A gyomorvádék enzimjeit, elsősorban a pepszint termelik.

♦ b) *Pars pylorica*. Anyálkahártya tölcsérszerű gödrei, melyekbe a mirigyek nyílnak, sokkal mélyebbek, és ezért a csöves mirigyek rövidebbek. Kanyargósabb lefutásúak, végeik elágazódnak. Fő- és fedősejtek csak igen elvétve fordulnak elő a pyloricus rész felső és néha alsó határán. A mirigycsöveket kizárólag a gyomorfundus

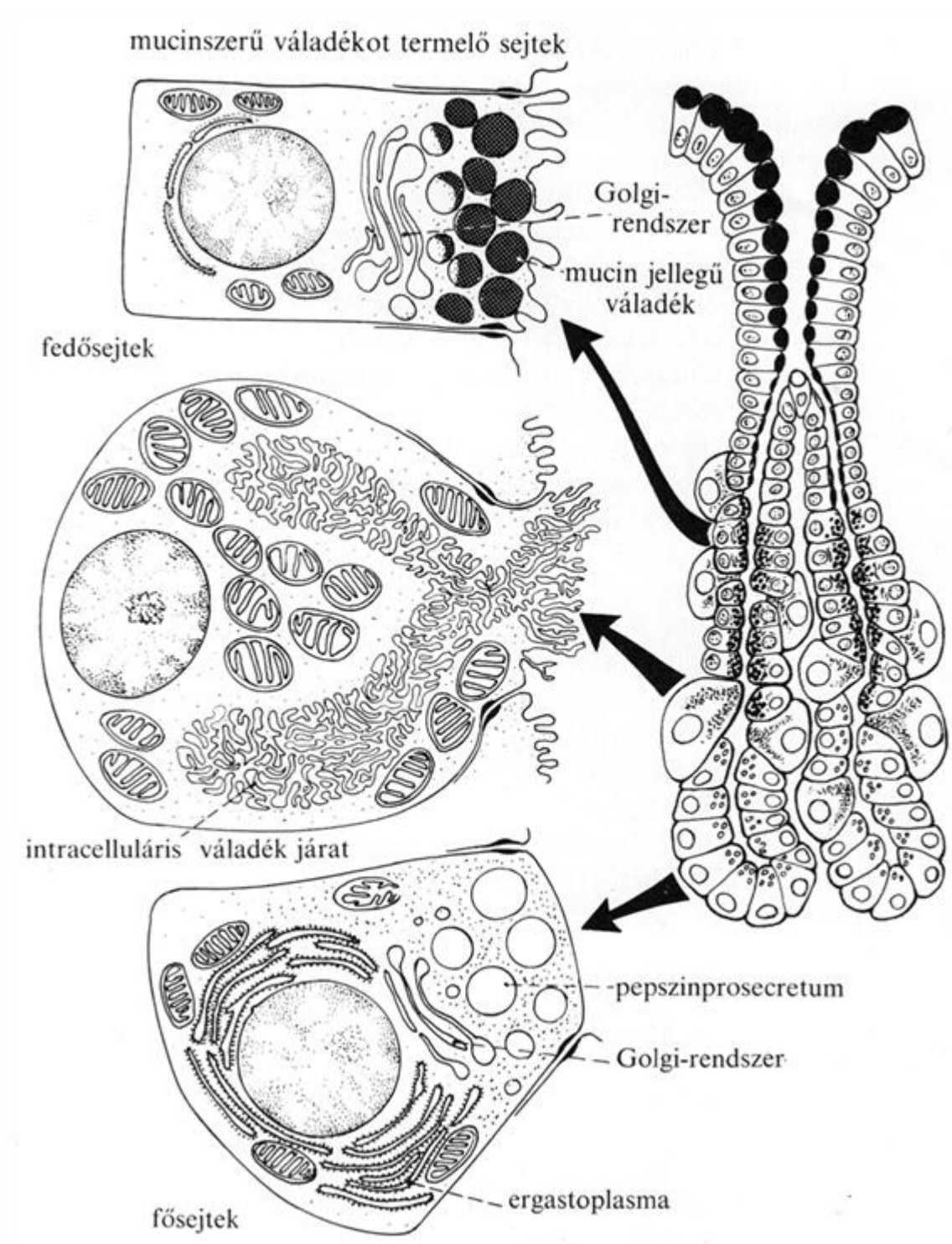
mirigyeinek nyaki részét képező, mucinhoz hasonló anyagot termelő mirigysejtek építik fel (7/18. ábra, D). Emésztőváladékot a gyomor e része nem termel.

Újabban biogén aminokat (pl. szerotonin) és különböző peptideket (glukagon, gasztrin, szomatosztatin) tartalmazó sejteket is találtak a gyomornyálkahártya mirigyeinek basalis részén. A szerotonint tartalmazó sejtek megegyeznek a korábban ezüst- vagy krómsókkal kimutatott ún. argentaffin- vagy enterokrómaffin-sejtekkel. A peptidtartalmú sejtek immunhisztokémiai módszerrel, a peptidek ellen termelt specifikus antitestek segítségével tehetők láthatóvá (7/24. ábra, A). Elektronmikroszkóppal vizsgálva a sejtek különböző méretű és szerkezetű szemcséket tartalmaznak a kerek sejtmag és a sejt basalis felszíne között. Az emésztőrendszerben található amin- és peptidtartalmú sejtek összefoglaló áttekintésére a fejezet végén kerül sor.

♦ 2. **A tunica muscularis mucosae**, a nyálkahártya legmélyebben fekvő rétege, a gyomorban jól fejlett, nagybórára hosszanti simaizomréteg.

♦ 3. **A tela submucosa** laza kötőszövetes réteg, amelyben erek és nyirokerek bő fonatai találhatók, valamint a muscularis mucosae és a mirigyeket beidegző, csomópontjaiban apró dúcsejtcsoportokat tartalmazó idegfonat, a Meissner-féle submucosus fonat.

♦ 4. **A tunica muscularis** három rétegű. Külső, hosszanti rétege csupán a nagy- és kismagbület mentén erősebben fejlett, a gyomor elülső és hátsó falán hiányos. A körkörös réteg mindenütt egységes, az izomfal fő rétege; de van két kitüntetett helye: az egyik a cardia körül, a másik a pylorusnál, ahol megerősödik. Valódi záróizomról – sphincterről – azonban csak a pylorusnál szólhatunk. E záróizom működését bonyolult és az élettanban megismerendő mechanizmus szabályozza; ugyanis csak folyékony vagy hígan pépes anyag közeledtére (a pars pylorica felől) nyílik meg, de csak akkor, ha az előző megnyílásakor a duodenumban került adag savanyú vegyhatása már közömbösítődt. Így a szabályozást az emésztőcsatornának általa elzárt két szakasza felől érkező együttes információ alapján végzi. – Van még egy belső, ferde izomréteg is, amely a cardia és a fundus közötti vályúban egységes köteggént helyezkedik el, és okozója ennek a bevágásnak. Lefelé haladva a gyomor elülső és hátsó falán legyezőszerűen sugárzik szét. – A külső, hosszanti és körkörös réteg között fekszik a myentericus idegfonat, amely elsősorban az izomfal beidegzését szolgálja.



7/23. ábra. A gyomorfundus mirigyeinek sémás rajza. Jobb oldalt: fénymikroszkópos kép; bal oldalt: a különböző sejtípusok elektronmikroszkópi képek nyomán (a mucin jellegű váladékot fekete vagy sűrű keresztsávozás jelzi)

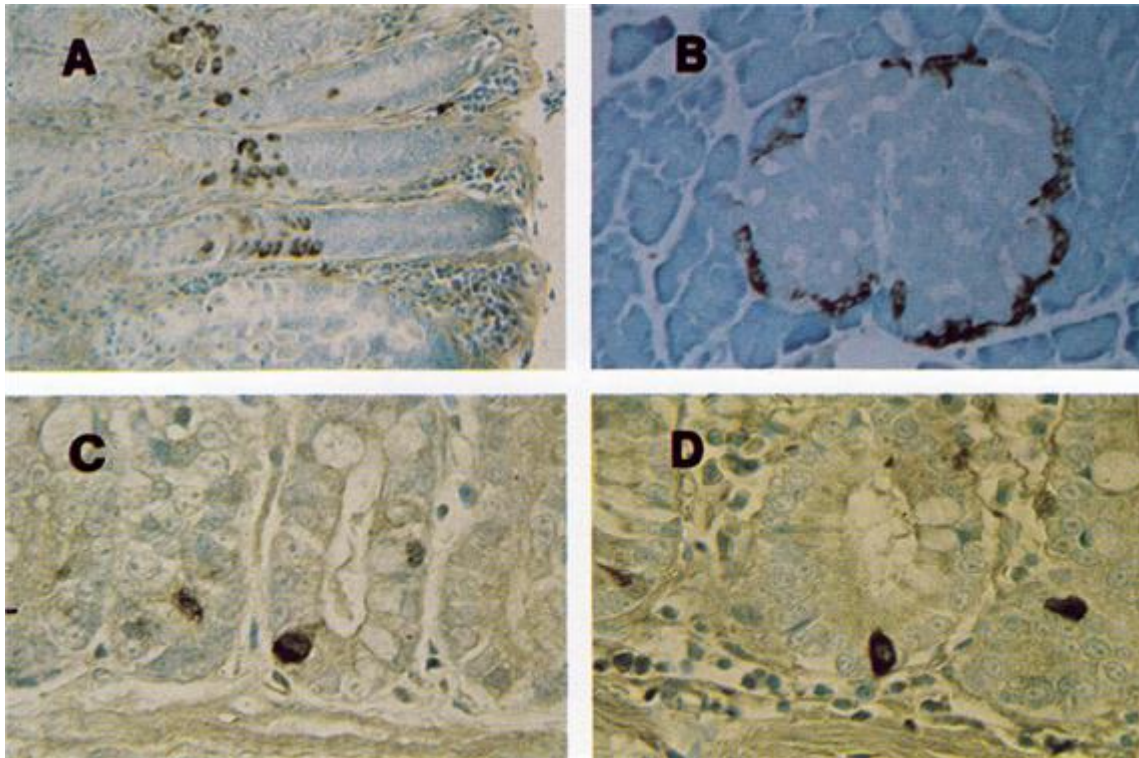
♦ **5. Tela subserosa.** Laza kötőszövetes réteg, amely a savós hártát rögzíti az izomfalhoz. Benne ágazódnak el a gyomor falát ellátó nagyobb erek; a nyirokerek sűrű fonatot alkotnak.

♦ **6. Tunica serosa.** A gyomor hashártyaborítéka. Szerkezete más savós hártákéval megegyező, ti. endothellel borított, amely alatt finom szövésű subendothelialis réteg, majd rugalmas és kollagénrostokból sűrűn szőtt erős tunica subserosa alkotja a fő réteget. Jelentőségéről már az általános fejezetben szoltunk.

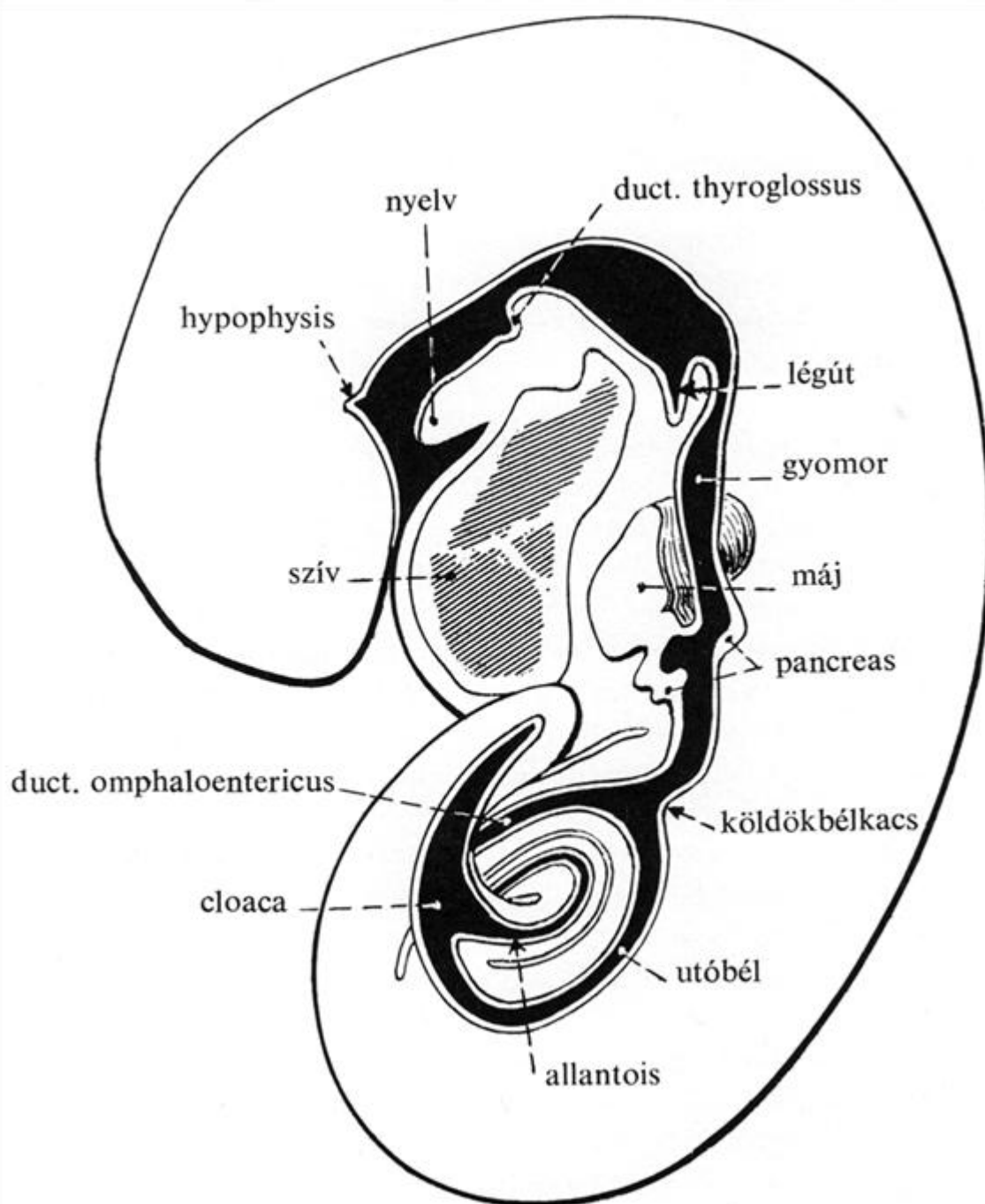
A gyomor fejlődése. Az előbélén korán (4–5 mm testhossz) meglevő kis orsószerű tágulat a sagittalis síkban előre homorú görbületet képez. Ez a gyomor telepe (**7/25. ábra**), melynek hátsó domború széléhez a hátsó hasfaltól egy celomakettőzet halad (*mesogastrium dorsale*). Elülső homorú szélétől az elülső testfalhoz egy másik kettőzet követhető (*mesogastrium ventrale*). Az előbbiben egy később kialakuló nyirokszövet-szaporulat alakítja ki a lép telepét, az utóbbiba még annak igen kezdetleges stádiumában a máj kezdeménye nő bele (lásd később).

A gyomor telepe a duodenumnak jobbra elfordulása és a hátsó hasfalra való letapadása során 90°-ban jobbra csavarodik, síkja tehát a frontális síkba kerül.

Az elcsavarodás az esophagust kísérő, eredetileg jobb és bal helyzetű n. vagusok (X. agyideg) helyzetváltozásában jelentkezik, ti. a bal n. vagus az esophaguson és a gyomron előre–, a jobb a hátsó falra kerül. – A legtöbb modern fejlődéstan a gyomornak ezt a jobbrafordulási elméletét tagadja. Valószínűleg igazuk van, mégis megtartjuk ezt a kissé vulgáris és igen vitatható leírást, mert az általános orvosi tájékozódáshoz megkívánt szinten könnyen érthetővé teszi a hashártyaviszonyok kialakulását.



7/24. ábra. Immuncitokémiai módszerrel feltüntetett enteroendocrin sejtek a gyomor-bél csatornából és a pancreasból (Petrusz P. anyaga). A: gasztrint tartalmazó sejtek macskapylorusban; B: pancreaspolipeptidet (PP) tartalmazó sejtek patkány Langerhans-szigetben; C:olecisztokinint tartalmazó sejtek macskaduodenumban; D: szerotonin pozitív sejtek macskaduodenumban



7/25. ábra. Körülbelül 5 mm hosszú emberi embryo hosszmetsete (Fischel nyomán), a bélcső főbb tagozódásainak és származékainak feltüntetésére

2.3.2. Vékonybél

A **vékonybél** (*intestinum tenue*) alak és szerkezet tekintetében eléggé egységes, nyúlékonytsága és hashártyaszéli rögzítettsége folytán nehezen meghatározható hosszúságú – friss tetemből kivéve 6–7 m – hengeres bélrészlet.

Részek, elhelyezkedés, topográfiai és hashártyaviszonyok szempontjából három fő szakaszát külön kell ismertetnünk, egységesen majd csak a vékonybél falszerkezetét és érellátását írhatjuk le.

2.3.2.1. Epésbél vagy patkóbél

Az epésbél vagy – alakja szerint – **patkóbél** (*duodenum*)⁶a vékonybél első, számos vonatkozásban – egy részének rögzítettsége, hashártya mögötti elhelyezkedése, a nagy emésztőmirigyek ide való benyílása, a hasnyálmirigy fejével összenőtt volta és az ebből adódó sokfunkciós szempont miatt – kitüntetett része. A pylorusnál kezdődik, és meglehetősen éles kanyarulattal a flexura duodenojejunalisszal megy át a vékonybél következő részébe.

Alak, részei. Jobbra domborodó patkó alakú. Felső vízszintes része (*pars superior*) a gyomor pylorusának folytatásába esik, a máj jobb lebenyének vastagodása folytán jobbra haladtában mind közelebb kerül a hátsó hasfalhoz.

Ezt követően derékszögben megtörve (*flexura duodeni superior*), függőlegesen lefelé halad, most már szorosan ráfekve a hátsó hasfalhoz illeszkedő szervekre (a jobb vesére; *pars descendens*). Újra derékszögben megtörve (*flexura duodeni inferior*), eleinte vízszintesen halad balra a hátsó hasfalon (*pars inferior*). A középvonalon áthaladva, ferdén felfelé szállóvá válik, majd éles fordulattal – a flexura duodenojejunalisszal – elhagyja a hátsó hasfalat, és szabadon előrefordul a hasüreg felé. Ez azonban már a vékonybél következő szakasza: a jejunum.

Elhelyezkedés, topográfia (7/26. ábra). Felső része fekvéskor az ún. transpyloricus síkkal jelölhető meg, amely az 1. ágyéksigolya testének magasságában halad el. Álló emberben a gyomor teltségétől függően egy, esetleg két csigolyával lejjebb kerül, de ilyenkor felszálló irányú, mert a flexura superior helye már csaknem teljesen rögzített. Leszálló része az 1-3. ágyéksigolya közötti függőleges vonalban a jobb medioinguinalis vonaltól jó egy harántujjal medial felé fekszik.

A *pars inferior* a 3. ágyéksigolya magasságában húzódik, az elülső hasfalon az ún. subcostalis síkkal meghatározható vonal magasságában. A középvonaltól balra ferdén felszálló része elég meredeken felemelkedve, a csigolya bal szélénél már eléri az 1. ágyéksigolya alsó szintjét; itt van a flexura duodenojejunalis.

A *pars superior* elől a máj jobb lebenyével és az epehólyaggal érintkezik (ezek szorítják jobb felé haladva mindinkább a hátsó hasfalhoz), lefelé a haránt vastagbéllel. A *pars descendens* a jobb vese medialis részéhez rögzítve száll lefelé, előlről keresztezi a harántvastagbél.

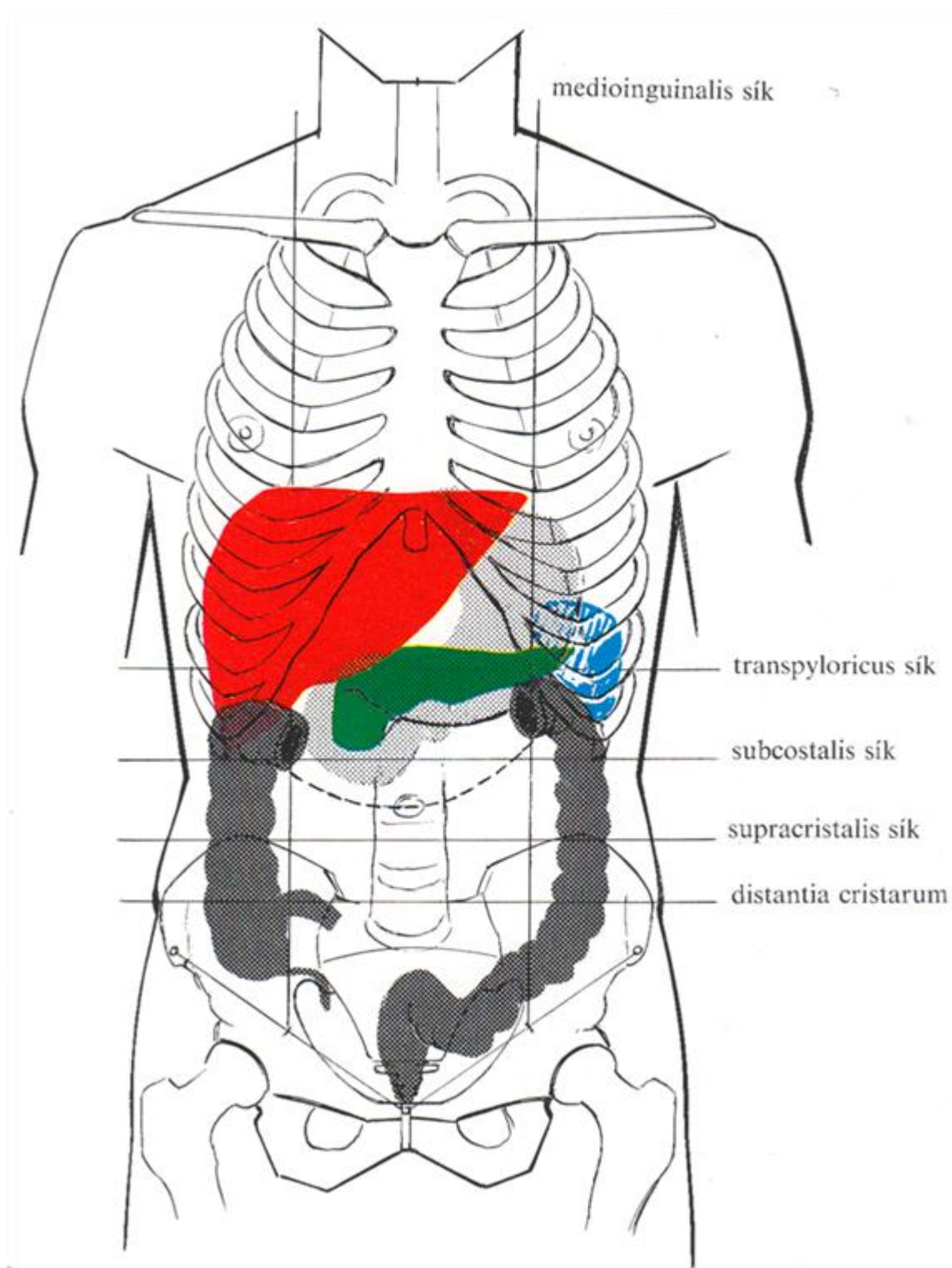
A *pars inferior* a hátsó hasfalon haladó vena cava inferior és aorta abdominalis előtt halad át. Orvosgyakorlati szempontból még jelentősebb, hogy felette halad lefelé az a. és v. mesenterica superior, így a duodenum alsó része az a. mesenterica superior és az aorta által alkotott, lefelé nyitott hegyesszögű villában halad át. A duodenum egész patkó alakú vájulatát kitölti a hasnyálmirigy feje, mellyel a duodenum szélesen összenőtt.

Hashártyaviszonyai. A duodenumnak csak a *pars superiorja* intraperitonealis. Felső kerületéhez a májkapuból száll le egy elég vastag hashártyakettőzet (*lig. hepatoduodenale*), amely a kiscseplesz (*omentum minus*) részeként, a *lig. hepatogastricum* jobb felé való folytatása.

Jobb felé a *lig. hepatoduodenale* szabad széllal végződik, és itt előlről határolja a cseplesztömlő (*bursa omentalis*) bejáratát, a *foramen epiploicumot*.⁷ A *lig. hepatoduodenale* két lemeze között halad a jobb szélhez közel a közös epevezeték (*ductus choledochus*), bal oldalán, ugyancsak elől az a. hepatica propria, s a kettő között és mögött a vena portae. Minthogy mindhárom képlet a májkapuhoz halad, illetve ettől jön, a viszonyok leírását részletesebben a máj kapunál adjuk.

⁶Tizenketten (gör.), ti. Hérophilosz szerint 12 ujj szélességnyi.

⁷Winslow-féle nyílás.



7/26. ábra. A fontosabb hasüregi szervek elülső testfali vetülete helyzetben. A tájékozódást elősegítő vonalrendszert lásd a 3/1. és ábrával (első kötet) kapcsolatban. A kék színnel jelzett lépnek tömören színezett elülső pólusa veendő tekintetbe az elülső vetületnél, a sávozott színezésű hátsó rész vetületét lásd a hátsó vetületeknél (7/64. ábra)

A duodenum többi része hashártya mögötti, azaz retroperitonealis, vagyis a hashártya a duodenum előtt húzódik különböző mértékben összenőve a bél elülső felszínével. A duodenum leszálló részét a haránt vastagbél kettőzetének, a mesocolon transversumnak a tapadása keresztezi, így itt egy vízszintes vonalnak megfelelően még elől sincsen hashártyaborítéka. Ugyancsak keresztezi a duodenum alsó részének felszálló szakaszát a radix mesenterii, a bélfodor gyökerének eredése (lásd később).

Nyálkahártya-reliefje, benyíló kivezetőcsövek. A duodenum nyálkahártyarajzolata egészében a vékonybélre emlékeztet, azaz rajta körkörösén haladó, meglehetősen magas nyálkahártyaredők különböztethetők meg. Speciális helyzet alakul ki a duodenum leszálló részében annak homorú oldalán inkább hátul benyíló két nagy mirigykivezetőcső, a közös epevezeték (*ductus choledochus*) és a hasnyálmirigy fő kivezetőcsöve (*ductus pancreaticus major*) közös vagy legalábbis közel szomszédos benyílása körül. Itt ugyanis 2–3 cm hosszúságú erős hosszanti nyálkahártyaredőt látunk, amelybe a körkörös redők két oldalról belefutnak. E hosszanti redő alsó végéhez közel, körülbelül a leszálló rész felső és középső harmada határán, kis szemölcszerű kiemelkedés csúcsán (*papilla duodeni major*) nyílik a ductus choledochus és a ductus pancreaticus. Az esetek egy részében a két kivezetőcső a papillában levő közös fülkeszerű mélyedésbe nyílik (*diverticulum duodenale Vateri*), más részében (50% körül) a papilla csúcsán egymás mellett van a két kivezető cső nyílása, az epevezetéké felül. A papilla major felett és tőle kissé balra egy további kis szemölcs látható (*papilla duodeni minor*), amelyen a járulékos hasnyálmirigykivezetőcső (*ductus pancreaticus accessorius*) nyílik.

A duodenum fejlődése. Az előbél a gyomortágulatot követően gyors hossznövekedéssel egy eleinte előre-, majd mindinkább jobbra irányuló domborulatú kisebb kacsot képez (duodenumhurok). A gyomornál már említett dorsalis és ventralis kettőzet hátul teljesen, elől azonban csak részben folytatódik a kacsból kialakuló duodenumra. A duodenum domborulata közepétől az elülső kettőzet hirtelen megszűnik. A további növekedés során a duodenum telepe jobb felé hajolva ráfekszik a hátsó hasfalra, leszálló és alsó része azzal összenöve elfoglalja végleges helyzetét.

2.3.2.2. Éhbél és csípőbél

Részek, elhelyezkedés és alak. A vékonybél további részei az **éhbél** (*jejunum*) – nevét onnan nyerte, hogy tetemben általában üresnek találjuk – és a **csípőbél** (*ileum*), egymástól élesen el nem választhatók. Mindkettő szélesen kanyargó hurkokat vet, amelyeket bélkacsoknak nevezünk. A jejunum a flexura duodenojejunalisnál kezdődve, nagyjából a vízszintes síkban eleinte hosszabb, majd fokozatosan rövidülő kacsokat alkot. A jejunum és az ileum közötti határ körülbelül ott van a bal csípőtányér felső tájékán, ahol a bélkacsok a függőleges irányba fordulnak, és előbb kisebb, majd mind nagyobbodó hurkokat képeznek, amelyek hol leszállnak a kismedence üregébe, hol ismét felszállnak a jejunum haránt bélkacsaihoz. A jejunum kacsai tehát a vékonybél terének bal felső, az ileuméi azok jobb alsó részét foglalják el. Természetesen a bélkacsok elrendezése a valóságban sohasem ilyen szabályos, mégis hozzávetőleges tájékozódásra jó emlékezni erre a szabályra. Végül az ileum utolsó kacsja a vastagbél első részébe, a vakbélbe, annak bal oldalán szájadzik be.

A jejunum és az ileum hengeres, de a flexura duodenojejunalistól (4–5 cm) a végéig (3–3,5 cm) egyenletesen szűkülő átmérőjű.

Fejlődési maradványként mintegy fél méterre a vakbélbe való beszájadásától vak tasak fordulhat elő az ileumon (*Meckel-féle diverticulum*), a később tárgyalandó *ductus omphaloentericus* maradványa.

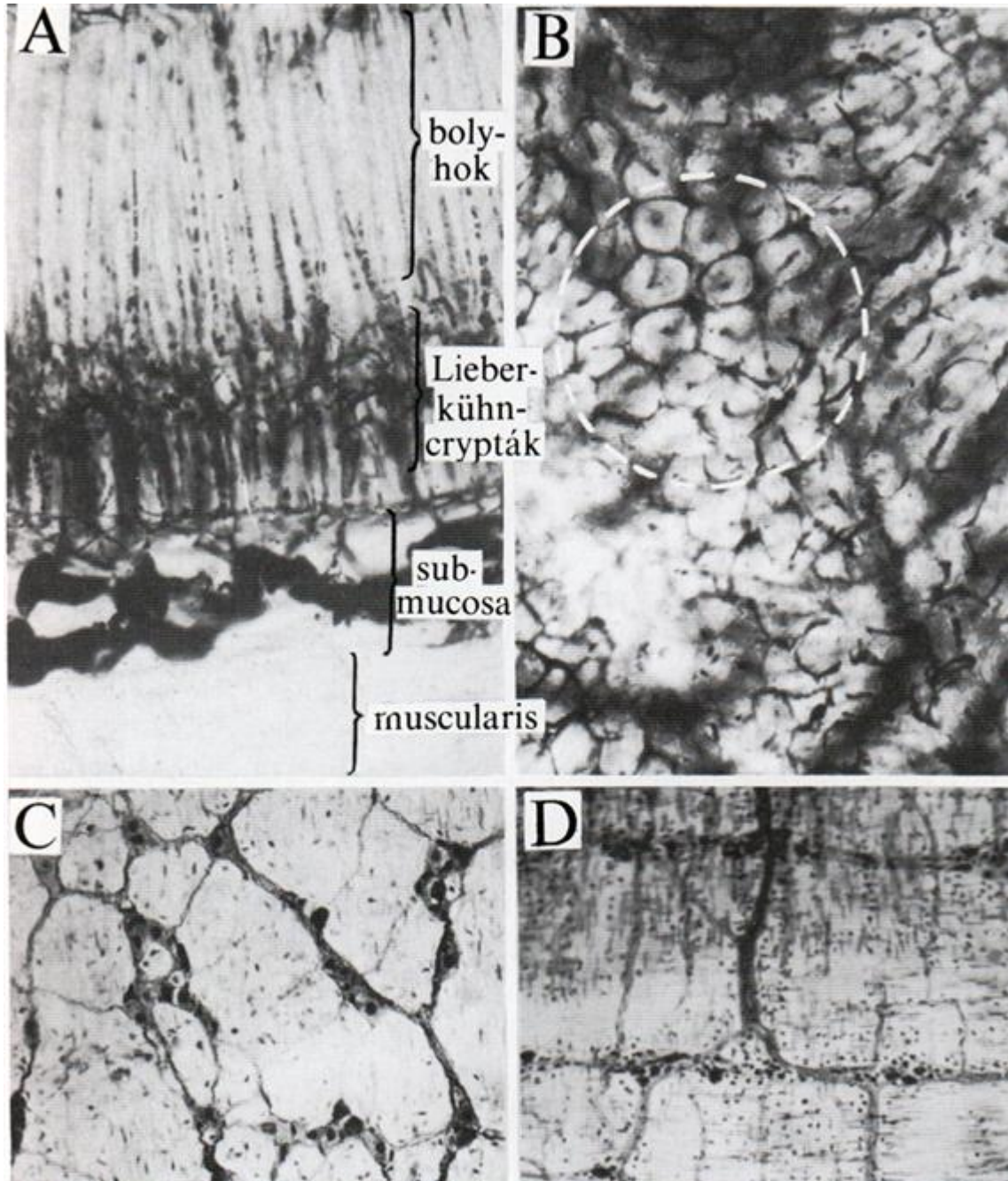
Hashártyaviszonyai. A vékonybél középső és distalis szakasza intraperitonealis elhelyezkedésű. Attól a keskeny csíktól eltekintve, ahol a bélfodor (*mesenterium*) a belet eléri, a hashártya azt teljesen beborítja. A bél fala – bár a valóságban hengeres – így két kitüntetett széllel bír. Az egyik az, ahol a hashártyakettőzet eléri, ezt nevezzük a mesenterialis szélnek; különlegességét az adja meg, hogy itt érik el a belet az erei és az idegei. Hasonló, sőt még nagyobb gyakorlati fontosságú a bélnek a mesenterium tapadásával szemben húzódó szabad vagy antimesenterialis széle. Ez azért jelentős, mert a mesenterialis szélhez érkező erek kettéágazva látják el a bél falának két felét, és ez a két vérellátási terület az antimesenterialis szélnél találkozik össze. Így az antimesenterialis szél mentén hosszában fel lehet vágni a bél falát anélkül, hogy ebből a fal bármely részén vérellátási zavar keletkeznék.

A vékonybél ér- és idegellátása. A vékonybél közvetlen arteriái és venái a bél hátsó mesenterialis széle mentén futó árkádszerű anastomosisokból erednek (ill. ide ömlenek).

A duodenum speciális anatómiai viszonyai folytán ez lényegesen módosul, mégis az *a. gastroduodenalis* (tr. celiacusból) és az *a. mesenterica superior* által adott egy-egy ág – *a. pancreaticoduodenalis superior*, illetve *inferior* – egymással a duodenum és a pancreasfej közt ívben haladva anastomosisárkádot alkotnak. Ebből az ívből lépnek a duodenum elülső és hátsó falához, a hosszirányára merőlegesen futó, közvetlen ágak. A két ágcsoport ellátási területe a duodenum hátsó, illetve elülső oldala, amelyek a domborulaton találkoznak. A vénák elvezetése az arteriák lefutásához hasonló.

A vékonybél többi részét a mesenteriumban sugarasan haladó *a. mesenterica superior* ágai látják el. A béltől jó tenyérynyi szélességnyire az elsődleges ágak (*aa. jejunaes et ilei*) kettéoszlanak, és két szomszédos főág ágai

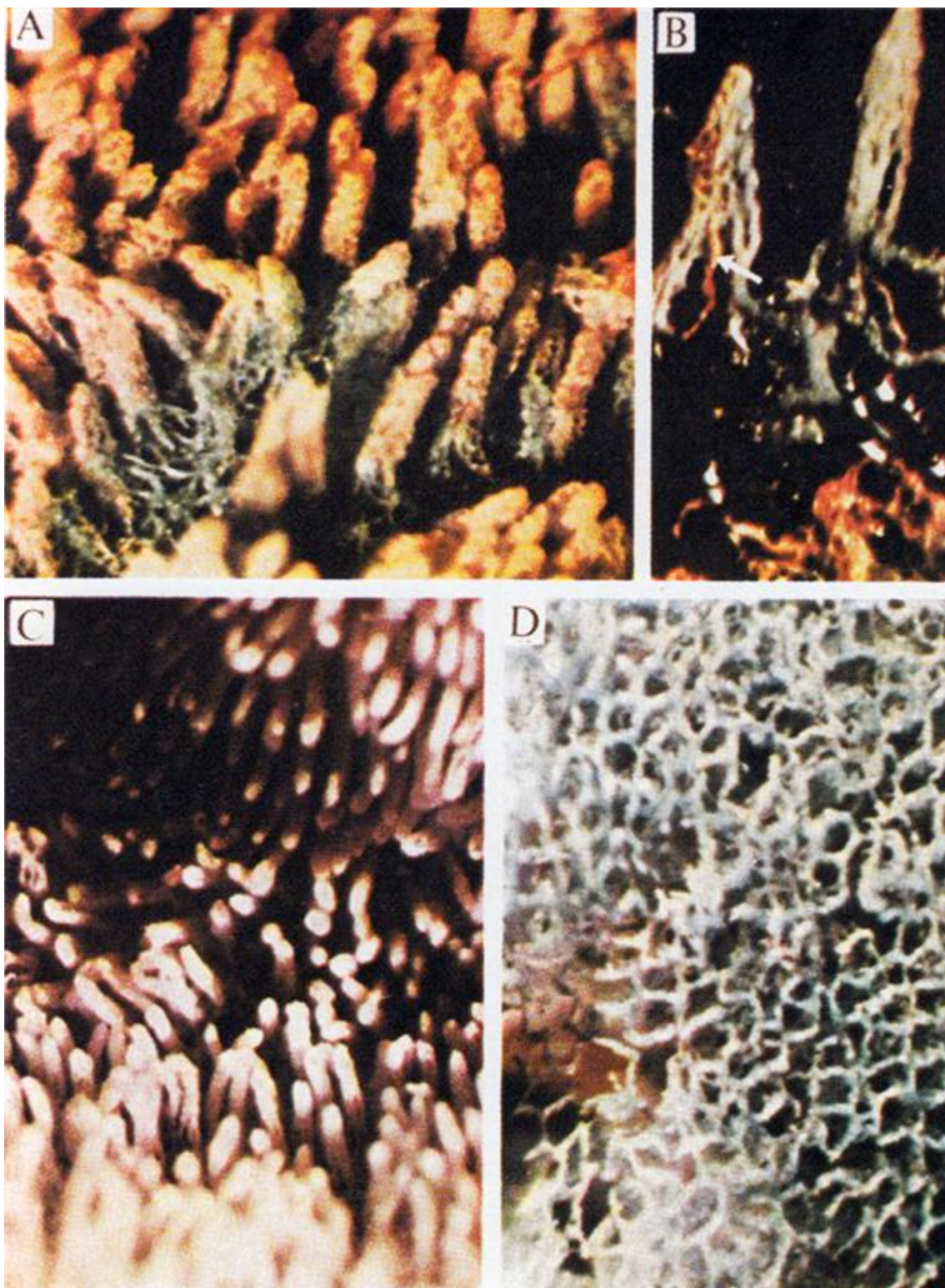
egymással a bél felé domború árkádban anastomosálnak. Az ezekből újra sugarasan eredő további ágak valamivel szabálytalanabban újra ilyen árkádsort, sőt hézagosan, még egy harmadik sort is képeznek. A bél mesenterialis szélétől mintegy egy harántujjnyira eredő és a bélre merőlegesen futó közvetlen arteriák gyakorlatilag végarteriáknak tekintendők. Bár anatómiai értelemben megközelítőleg sem végarteriák, elzáródásuk feltétlenül a bél falának hozzájuk tartozó keskeny gyűrűszerű részének elhalásával jár, ezért a sérült végső arteriához tartozó bélfalrészt feltétlenül ki kell iktatni. Ezzel ellentétben a nagyobb arteriás ágak sérülése – főleg fiatalabb egyénben, és ha az anastomosisok elég bőségesek – a bélfalra hátrányos következménnyel nem jár. Sérült elsődleges mesenterialis arteriákat ezért proximálisan és distálisan le kell kötni.



7/27. ábra. A: vékonybél falának átmetszete, felszívódásos módszerrel tussal feltöltött nyirokerekkel (Vajda J. anyaga és fényképei). A nyálkahártya szabad felszínén és részben a bolyhok csúcsai között még nem látható szabad tus, de a bolyhok rétegében már jól láthatók a tussal feltöltött centralis chyluserek. Feltűnő a tág submusosus nyirokfonat is; B: ugyanez lapmetszetben. Az ábra centralis részében (szaggatott vonallal jelzett kör) a bolyhok alapjához közel eső síkban jól láthatók a centralis chyluserek átmetszetei, az ábra többi része mélyebb síkba esik; C: submucosus (Meissner-féle) idegfonat és D: a jóval szabályosabb myentencus (Auerbach-féle) idegfonat Bielschowsky-féle ezüstimpregnációs képekben

Egy-egy ilyen közvetlen arteria a mesenterialis szélhez érve három ágcsoportha válik: az egyik a bél gyűrű alakú falrészének egyik, a másik a másik oldalhoz, a harmadik pedig a mesenterialis szélhez közeli bélfalrészhez halad. A két bélfalszakasz ereinek ellátási területe az antimesenterialis szélnél találkozik össze. Ebből logikusan következik, hogy a bélfalat vagy pontosan hossztengelyére merőlegesen – ez esetben bárhol – lehet átvágni (és ilyen széleket összevarrni), vagy pontosan az antimesenterialis szélnél hosszában. A vénák eloszlása az arteriákéval nagymértékben megegyező, csupán a nyálkahártyában eltérő az eloszlásuk. A nyirokerek a bélbolyhok centralis nyirokerével kezdődnek, ezek a submucosában és a subserosában egy-egy lap szerint elterülő és nyiroktárolóként is szereplő sűrű fonatot alkotnak (7/27. ábra, A). A mesenterialis szélnél összeszedődő elvezető nyirokerek már billentyűkkel bírnak, és az elsődleges regionalis nyirokcsomókként szolgáló, a mesenteriumban distalisan található nyirokcsomókba vezetnek.

Az erek mentén, de részben attól függetlenül is, vegetatív idegek haladnak a bél falához. Ezek csupán beavatkoznak a bél saját idegfonatai által fenntartott mozgási automatikába (lásd az élettanban). A bél secretiós működései nagyobbára nem idegi, hanem humoralis szabályozás alatt állnak.



7/28. ábra. Korróziós készítmények a vékonybél bolyhairól (Vajda J. készítményei és felvételei). A: áttekintő kép, amely mutatja, hogy az arteriákat kitöltő piros műanyag a bolyhok csúcsán jelenik meg, majd külső köpenyének erei a boholytövek felé fokozatosan venássá (kék) válnak; B: nagyobb nagyítással látható (nyíl) a boholy tengelyében felszálló boholyarteriola, a köpenyében szökőkútszerűen leszálló és venássá váló kitüntetett ércsatornák; C: kis nagyítású átnézeti kép; D: a Lieberkühn-crypták szintjében a bolyhok eltávolítása után láthatóvá váló méhlepírszerű sűrű érfonat már jobbra venás, csupán helyenként sejthetők a bolyhokba felszálló arteriolák keresztmetszetei

A vékonybél nyálkahártya-reliefje. A vékonybél nyálkahártya-rajzolatát sűrűn álló, magas körkörös redők (*plicae circulares*) adják, amelyek a jejunum kezdetén a legmagasabbak, legsűrűbben állók és legszabályosabbak, a duodenumban is megközelítően ilyenek, de az ileumban fokozatosan ritkulnak, ellaposodnak, és kevésbé szabályosan helyezkednek el. A redőket a jobbra hosszanti irányú muscularis mucosae okozza, és azok igen nagy mértékben megnagyobbítják a bélnyálkahártya felületét.

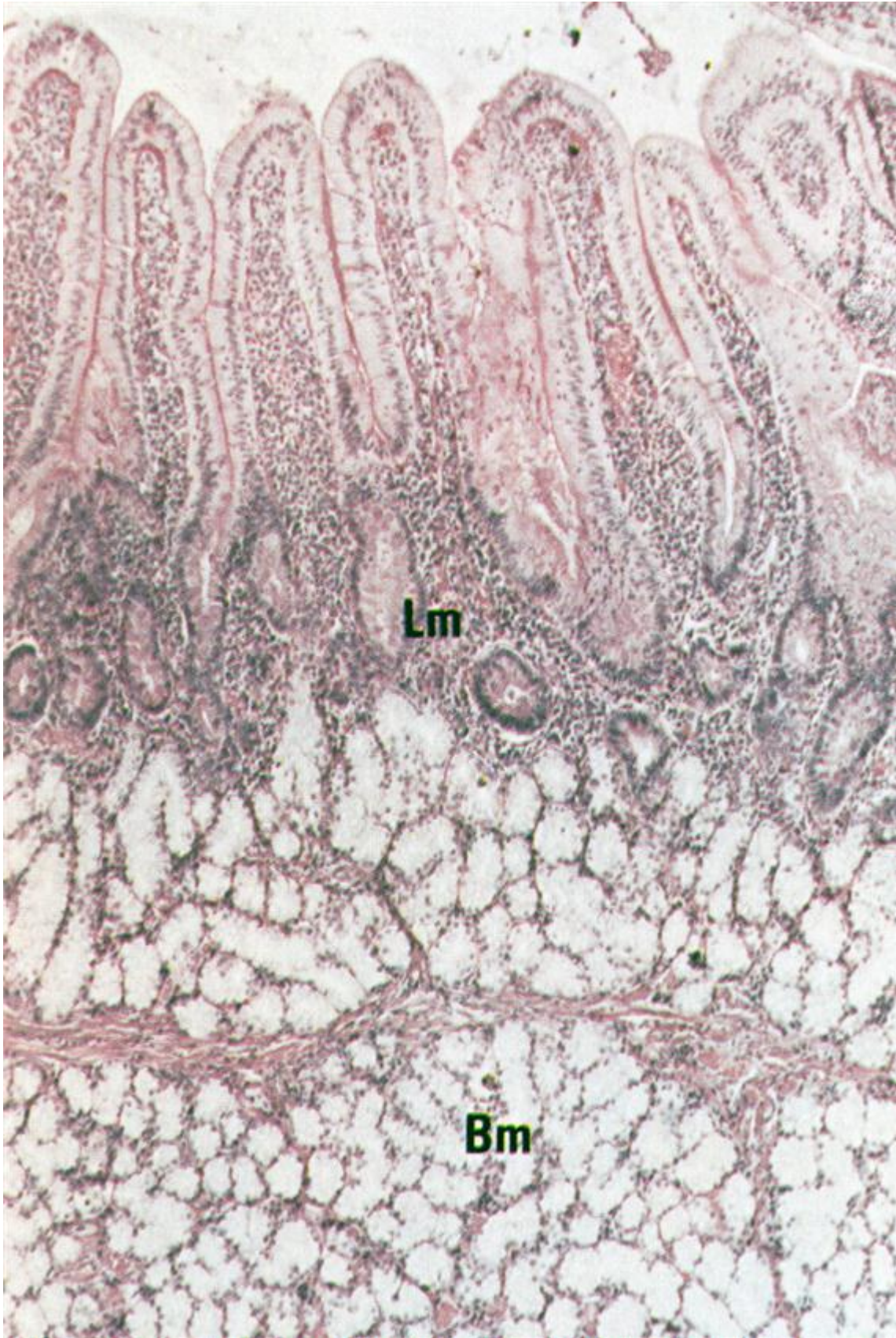
Az ileumban lefelé mind nagyobb számban ismerhetők fel egyes nyiroktüszők (*folliculi lymphatici solitarii*), s az antimesenterialis szélnek megfelelően 1-2 cm széles és több cm hosszú, laposan elterülő nyiroktüszőhalmazok: *folliculi lymphatici aggregati* (*Peyer-féle plaque-ok*⁸) fordulnak elő. A nyálkahártya a bélbolyhoktól bársonyos.

A vékonybél szövettana. A nyálkahártya körkörös redői miatt a vékonybél falszerkezetét világosan csak hosszmetseten lehet áttekinteni. Az ilyen metseten jól felismerhetők a lumenbe beemelkedő nyálkahártyaredők. Már lupenagyítással is felismerhetők a vékonybél nyálkahártyájának legjellemzőbb képződményei: a bélbolyhok (*villi intestinales*; 7/28. ábra, C). Ezek a nyálkahártyának a duodenumban inkább lapos levél alakú, a jejunumban kifejezetten hengeres kesztyűujjszerű kiemelkedései.

♦ 1. Tunica mucosa.

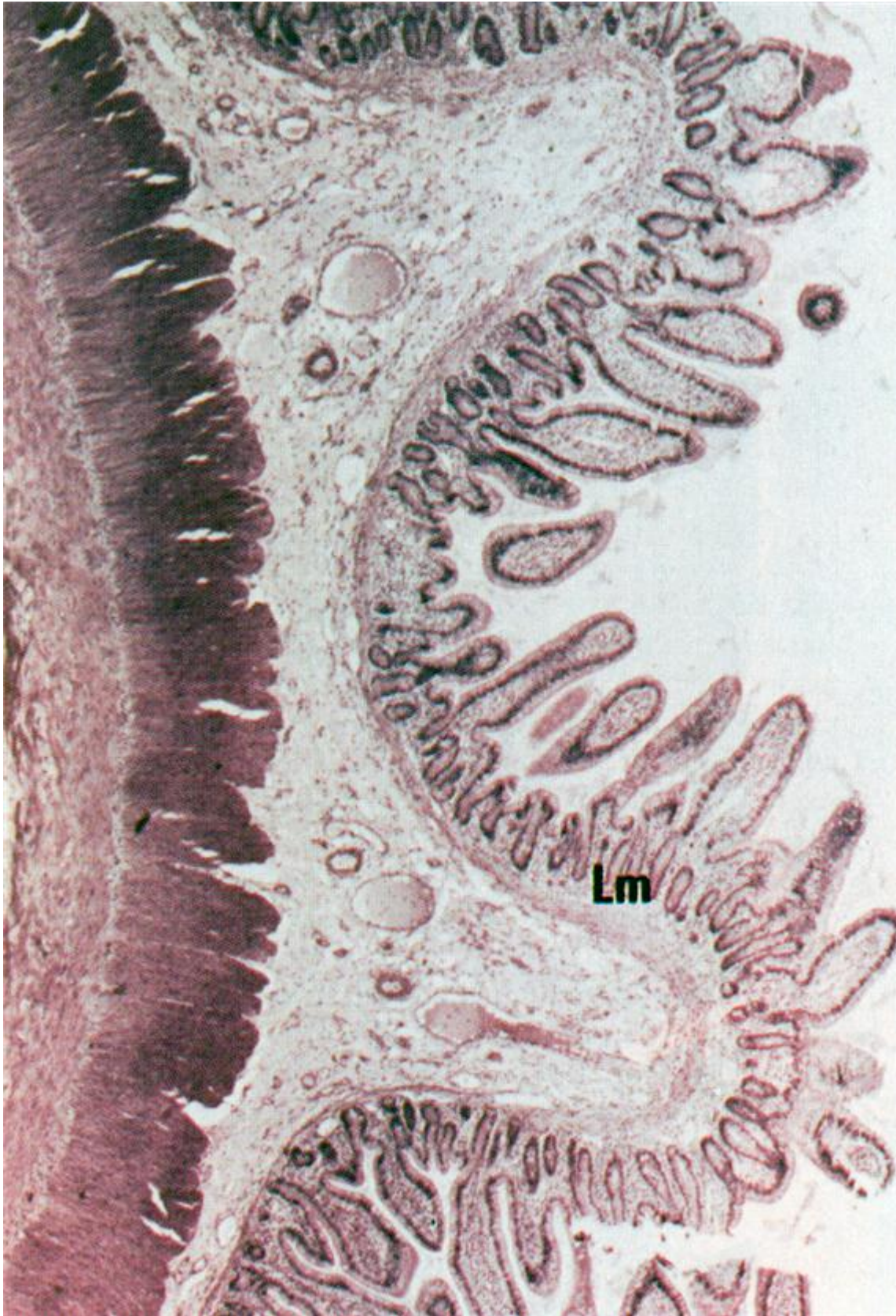
♦ a) *Hámborítás.* Egyrétű, ún. cuticularis hengerhám (7/29. ábra), melynek a béllumen felé tekintő felszínén fénymikroszkóppal a felszínre merőleges csíkoltságú vékony hártát látunk. Elektronmikroszkóp alatt kitűnik, hogy ez a cuticula egyáltalán nem hártá, hanem a felszínen sűrűn elhelyezett mikrobolyhok tömege. Egy-egy mikrobolyh kb. 0,5 µm hosszú és 80–100 µm vastagságú. Egyetlen hengerhámsejt felületét mintegy 3000 mikrobolyh boríthatja, elképzelhető, milyen hatalmas felületet alkotnak. Ilyen mikrobolyhokat látunk minden olyan hámfelszínen, amelyen keresztül jelentősebb anyag – nem csupán víz és kis molekulájú krisztalloidok (!) – szívódnak föl (lásd majd a vesetubulusok egy részében is). A mikrobolyhok tengelyét képező plasma finom filamentosus szerkezetet mutat, amely benyúlik a sejtnék a mikrobolyhok alapját képező speciális plasmafelépítésű rétegébe (l. 2/2. ábra az első kötetben). Nem tisztázott, vajon ez a „filamentosus szerkezet” a mikrobolyhok támasztó váza-e, vagy pedig preformált pályák (esetleg csövek) nagyobb molekulák felszívódásához. A rendes (felszívó) hámsejtek közt bőven fordulnak elő mucint termelő kehelysejtek. A felületi hámsejtek a bél csöves mirigyeinek nyaki részén folyamatosan zajló mitosisok révén pótlódnak.

⁸8 Plaque (fr.): lemez. lap.



7/29. ábra. Duodenum (hematoxilin-kromotrop festés, 570-szeres nagyítás; Krompecher I. gyűjteményéből). Jellemzők a hosszú, kissé ellaposodott, cuticularis hámmal borított bélbolyhok, a rövid Lieberkühn-mirigyek (Lm) és a submucosában vastag rétegben a Brunner-féle mirigyek (Bm)

♦ b) *Bélbolyhok (villi intestinales)*. Abél felszívó felületének másik sokszorozóját a (fénymikroszkópos nagyságrendben) a bélbolyhok képezik (7/29. és **7/30. ábra**). Közel 1 mm hosszú, nyelvyszerű vagy kesztyűujjszerű kiemelkedések, számuk kb. 20/mm². Felszínüket a már tárgyalt hám borítja. Tengelyüket laza kötőszövet, simaizomsejtek, bonyolult érhalózat, finom idegfonat és egy, a csúcs közelében vakon kezdődő, centralis nyirok- vagy chylusér tölti ki (7/27. ábra, A, B). A hosszanti irányú simaizomsejtek összehúzódásukkal hol harmonikászerűen megrövidítik a bolyhot, hol megint megengedik, hogy eredeti hosszukra megnyúljanak. Felteszik, hogy ez a centralis nyirokér vonatkozásában szivattyúszerű mechanizmusként érvényesül. A finom idegfonat a boholy simaizomzatát működteti. Minden boholy tengelyéhez közel egy terminalis arteriola halad felfelé, rendszerint elágazás nélkül. A boholy csúcsában az arteriola szökőkút vízsugarához hasonlóan több ágra szakadva visszahajlik (7/28. ábra, A, B). Az ágak közül két-három is „kitüntetett csatorna” jellegű capillaris, amelyek hamarosan további valódi capillarisokra oszlanak. Ezek a bolyhok stromájának köpenyében haladnak lefelé, és a kitüntetett csatornák hamarosan postcapillaris venulákba mennek át, amelyek további lefutásukban gyűjtik össze a capillarisokat (7/28. ábra, D).



7/30. ábra. Jejunum hosszmetsete, a belső körkörös izomréteg keresztmetsetben látható (hematoxilin-eozin festés, kis – 130-szoros – nagyítás). Két plica circularis átmetszetének megfelelően a nyálkahártya sáncszerűen beemelkedik, a bolyhok mellett a Lieberkühn-mirigyek (Lm) jobban előtűnnek, mint a duodenumban

♦ c) *Glandulae intestinales*. A tunica mucosa lamina propriáját a felszínre merőleges csöves mirigyek (*Lieberkühn-féle mirigyek* vagy *crypták*) foglalják el. E mirigycsövek fenéki részét olyan mirigysejtek alkotják, amelyek plasmájában már fénymikroszkóppal is felismerhetők secretum-, ill. prosecretumszemcsék (*Paneth-féle sejtek*). Elektronmikroszkóppal felismerhető, hogy e sejtek valóban fehérjét (enzimeket) termelő sejtek, ugyanis bőséges ergastoplasmával rendelkeznek. Egy másik sejtféleség ezüstreakciót ad, ezek ún. *enterokrómaffin-sejtek*. A crypták felső részében számos kehelysejt és a felületi hámhózz némileg hasonló, de még éretlen tartaléksejtek fordulnak elő. Ezek gyors mitotikus aktivitása pótolja a bolyhok folyton pusztuló hámját. Autoradiográfiás módszerrel jelzett sejtek segítségével a boholyfelületi hám pótlását jól lehet követni. Emberben a pótlás és elpusztulás ciklusa bámulatosan gyors, 3-4 nap. Ha radioaktív timidin-3H-t adnak be az állatnak, azt a mitosisra készülő sejtek gyorsan felveszik, és beépítik a magvakba. Néhány óra múlva a radioaktivitás a Lieberkühn-cryptákban, 3-4 nap múlva a boholy csúcsában látható a hám felett.

A gyomornyálkahártyához hasonlóan a vékonybél hámjában is találni peptid- és amintartalmú sejteket (7/24. ábra, C, D). Jelentőségüket lásd később.

♦ d) A muscularis mucosae erős, dominánsan hosszanti simaizomréteg.

♦2. **Tela submucosa**. Laza kötőszövetes réteg, amelyben lap szerint elterülő érfonatok biztosítják a nyálkahártyát ellátó arteriális és az onnan elvezetett vénás vér és nyirok szétosztását, ill. összegyűjtését. A benne levő idegfonat, a *plexus submucosus* (Meissner) biztosítja a muscularis mucosae és a boholy simaizomzatának motilitását (7/27. ábra, C). A vékonybél három szakasza legfeltűnőbben a submucosa szerkezetében tér el:

♦ a) A *duodenum submucosája* elég vastag rétegben tartalmaz egy elágazódó csöves mirigyféleséget, az ún. *Brunner-féle mirigyeket*. Ezek meglehetősen hasonlóak a pars pylorica mirigyeihez, tehát pseudomucinosus jellegű mirigyek; nem biztos, vajon képesek-e enzimek termelésére. Feltehetően szerepük elsősorban a duodenumba ürített pancreasnedv elleni nyálkahártya-védelem, esetleg az emésztőfermentumokat aktiváló anyagok termelése. E mirigyek kivezető csövei a muscularis mucosae átfúrva, a Lieberkühn-crypták aljába nyílnak (7/29. ábra).

♦ b) A jejunum submucosája az általános szakaszban leírtakon kívül más elemet nem tartalmaz (7/30. ábra).

♦ c) Az ileum submucosájában a nyiroktüszők tűnnek fel. Az egyes tüszők (*folliculi lymphatici solitarii*) rendszerint áttörnek a muscularis mucosae, és egy alapján kúpszerűen tágult, egyben rövidebb boholyba nyúlnak be. A Peyer-féle plaque-ok (*folliculi lymphatici aggregati*) csak annyiban különböznek, hogy itt a submucosát egy rétegben elhelyezkedő nyiroktüszők tömege tölti ki. Ezek a nyiroktüszők is a lumen felé eső felszínükön áttörnek a muscularis mucosae, és a tunica propria mucosae Lieberkühn-cryptáit széttolva, egy ott levő szélesebb alapú, rövid kúpszerű boholyba is benyomulhatnak (7/31. ábra).

♦ 3. **Tunica muscularis**. Belső, vastagabb körkörös és külső, gyengébb, de egységes hosszanti izomréteg, köztük idegfonat (*plexus myentericus*; 7/27. ábra, D) található meg.

♦ 4. **Tela subserosa**. Laza kötőszövetes réteg, a mesenterialis szél közelében még sok érrel, amelyek aztán ferdén befurakodnak az izomfalba. Lap szerint elterülő nyirokérfonat van benne, mely átfúró ágakkal a submucosus nyirokérfonattal és a mesenterium felé az elvezető nyirokerekkel van összeköttetésben.



7/31. ábra. Ileum nyálkahártyája Peyer-féle plaque-kal (hematoxin-eozin festés, kis – 170-szeres – nagyítás)
Az aggregált nyiroktüszők felett a bolyhok szabálytalanok, a tunica propriába benyomuló nyiroktüszők felett a három tompa kúp alakú kiemelkedést képez (nyilak)

♦ 5. **Tunica serosa.** Hashártyaboríték, azonos szerkezetű, mint más savós hártyák.

A jejunum és az ileum fejlődését a vastagbél fejlődésével együtt fogjuk áttekinteni.

A felszívódás szövettani sajátosságai. A táplálékból a hasznos anyagok nagyrészt a vékonybélben szívódnak föl. A gyomorbennék a duodenumba jut, ahol epével, pancreasnedvvel és bélnedvvel keveredik össze. A gyomorban megindult emésztés a vékonybélben fejeződik be. A fehérjék, a zsírok és a szénhidrátok építőkövei a bél hám- és kötőszöveti rétegén keresztül vándorolva jutnak be a vérerekbe, ill. a nyirokerekbe.

A vékonybél hámsejtjeinek mikrobolyhai nemcsak felszínnyagbító jelentőségűek, hanem több bontó enzim a mikrobolyarendszerhez kötődik. Ezek az enzimek tehát nem kerülnek be a bélnedv alkotórészeként a bél lumenébe. Ilyen enzim a fehérjéket bontó aminoszavak vagy a szénhidrátokat bontó laktáz és maltáz.

Közismert a fejlődési rendellenességre visszavezethető csecsemőkori hasmenéssel és hasfájással járó laktázintolerancia, ami a laktáz enzim hiányának a következménye.

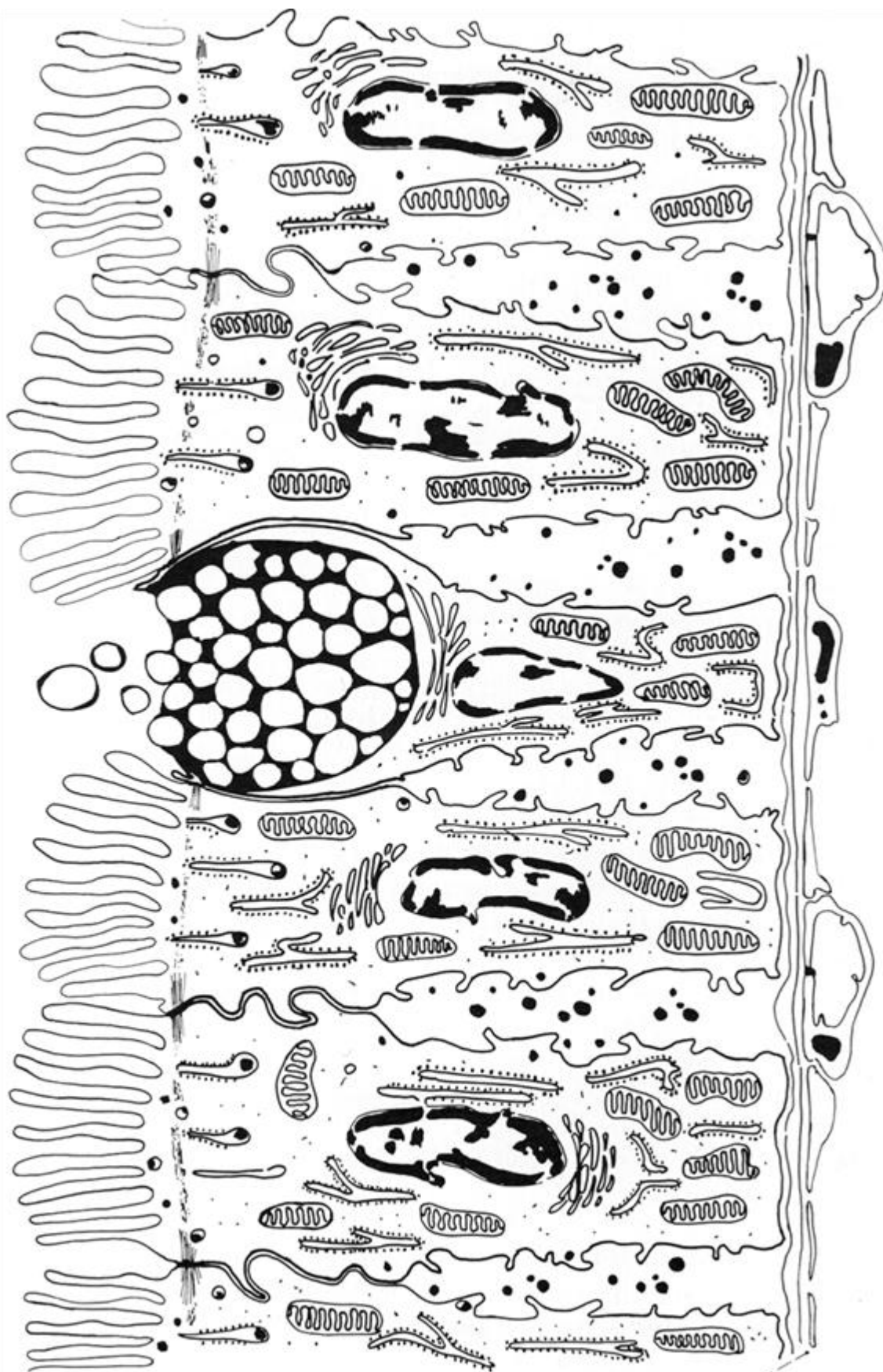
A szénhidrátok monoszacharidkomponensei és a fehérjék bontásából származó aminosavak látható szövettani elváltozás nélkül jutnak keresztül a bélhámsejteken. A felszívódás folyamatának részleteit viszont jól lehet tanulmányozni a zsírok útjának követésével. Táplálékunkban a zsírok főleg trigliceridek formájában találhatók. A pancreas lipáz enzimje a trigliceridmolekulákat szabad zsírsavakra és monogliceridekre bontja, melyek az epesavak sóival kapcsolódnak össze. Mind a zsírsavak, mind a monogliceridek átjutnak a hámsejt sejtthártyáján, és a sejt apicalis részén csoportosulnak. Itt a sima felszíni endoplasmás reticulum zsákjaiban található az az enzim, amely a zsírsavakból és monogliceridekből zsírokat szintetizál. Az elektronmikroszkóppal látható zsírcseppek az endoplasmás reticulumzsákokból a Golgi-rendszerbe jutnak, és ott glikolipoproteinné alakulnak át. Az így kialakult ún. chylomicronszemcsék kilépnek a hámsejtekből, és a sejt basalis részei közötti résrendszerbe kerülnek (7/32. ábra). Innen útjuk a hámsejt basalis felszíne mentén húzódó lamina basalisra keresztül a tunica propria nyirokereire felé vezet.

Enteroendocrin rendszer. Régóta ismert, hogy a béltraktusban a felszívó- és mirigyhámsejt mellett enterális hormonokat termelő sejtek is találhatók. Feltüntetésükre ezüstnitrát impregnációt vagy krómsókkal való festéseket használtak (*argentaftin* vagy *enterokrómáftin-sejtek*). Ma már több mint egy tucatra tehető a vékonybélben azoknak az anyagoknak a száma (peptidok, aminosavak), amelyeket a korábban argentaftin sejtek nevezett sejtekben tudtak immuncitokémiai módszerekkel azonosítani. A sejtek elektronmikroszkópos szerkezete és a bennük található anyagok természete alapján az argentaftin sejtek rendszerét ma enteroendocrin sejteknek nevezik. Van olyan szélsőséges vélemény, amely szerint az emésztőtraktus a legnagyobb endocrin (belső elválasztású) mirigy.

Az enteroendocrin sejtek ellipszoid vagy henger alakúak. A vékonybélben a sejtek rendszerint átérlik az egész hámréteget. Szabad felszínüket mikrobolyhok borítják. A sejt basalis része kissé kiszélesedik, a sejtmag és a basalis felszín között 150–450 µm átmérőjű secretiós szemcsék csoportosulnak. A különböző anyagokat tartalmazó enteroendocrin sejtek leginkább a secretiós szemcsék méretében, alakjában és szerkezetében különböznek egymástól.

A szerotonin volt az első anyag, amelyet enteroendocrin sejtekben sikerült kimutatni. További vizsgálatok kiderítették, hogy enterális hormonok (gasztrin, kolekisztokinin, szekretin, vasoaktiv intestinalis polipeptid – VIP) és a központi idegrendszerben előforduló peptidmolekulák (P-anyag, szomatosztatin, neurotensin, enkefalin, endorfin) egyaránt megtalálhatók az enteroendocrin sejtekben. Egy-egy sejt többféle anyagot is tartalmazhat. Az immuncitokémia széles körű elterjedésével az is kiderült, hogy nemcsak a központi idegrendszer peptidjai találhatók meg a bélcsatornában, hanem fordítva, enterális hormonok is előfordulnak az agyban, mint az idegsejtek modulator (esetleg transzmitter) anyagai.

Az enteroendocrin sejtek működését úgy próbálják magyarázni, hogy a béllumen felől származó fizikai, de főleg kémiai ingerek hatására a sejtekből felszabaduló szerotonin vagy peptidok a környező sejtek (hámsejtek, kötőszöveti sejtek, simaizomsejtek, idegsejtek, idegrostok) működését változtatnák meg (paracrin szabályozás).



bélhámsejtek lamina basalisa

7/32. ábra. Sémás rajz a vékonybél (jejunum) hámrétegéről. A hámsejtekben újraszintetizálódott zsírok chylomicronszemcsék formájában a hámsejtek közti extracellularis részbe kerülnek. Innen a lamina basalisra keresztül a tunica propria vér- és nyirokcapillarisába jutnak. A felszívó működésű hámsejtek között középen egy kehelysejt van

2.4. Az emésztőcsatorna alsó szakasza

2.4.1. Vastagbél

Részei és lefutása. A vastagbél (*intestinum crassum*) a hasüreg vékonybél tömegét szögletes keret formájában körülvevő bélszakasz, amely a jobb csípőtányéri tájékban kezdődik a vakbéllel (*cecum*), majd felfelé folytatódik felszálló remesével (*colon ascendens*), a máj jobb lebenye alatt átmegy a haránt remesébe (*colon transversum*), majd a lép alatt hegyesszögben megtörve lefelé folytatódik mint leszálló remese (*colon descendens*). Ez a bal csípőtányéri tájékban a sigmabélbe (*colon sigmoideum*) és végül a kismedencébe véglegesen belépve a végbélbe (*rectum*) megy át.

Általános alakja. Lényegesen tágabb, mint a vékonybél, különösen kezdeti szakaszán, a cecumban. Nem egyenletesen hengerded – a rectum kivételével –, hanem rajta három párhuzamos sorban gömbszeletszerű kiöblösödések (*haustra coli*) foglalnak helyet. E kiöblösödések nem állandók, hanem a fal összehúzódási állapota szerint változó mennyiségűek és helyzetűek, közöttük félhold alakú behúzódnások láthatók kívülről, belülről nézve ezek félhold alakú falredők alakjában jelentkeznek (*plicae semilunares*). Ahárom sor haustrumot három hosszanti szalagszerű képződmény (*teniae coli*), a hosszanti izomréteg megerősödése választja el egymástól. A colonnak ez a jellege a colon sigmoideumban fokozatosan megszűnik oly módon, hogy három tenia előbb két szélesebb izompántba, majd a rectumon igen erős egységes hosszanti izomrétegbe olvad össze.

Hashártyaviszonyai a vastagbél különböző szakaszaiban igen eltérők, ezért ezt az egyes részokről írt következő részletes szakaszban tárgyaljuk. Az egész vastagbéltre jellemzők a hashártya által a bél fala körül alkotott zsírszövettel telt egyszerű vagy elágazó tasakok (*appendices epiploicae*), amelyek alapján a vastagbél erősen és egyenletesen összehúzódott szakaszai is elkülöníthetők a vékonybélről (pl. műtét közben).

2.4.1.1. Vakbél

A vakbél (*cecum*) vastagbél kezdeti, lefelé vakon végződő tag szakasza. A jobb csípőtányérban fekszik, a hasüreg csekély mélysége folytán előrefelé az elülső hasfallal érintkezik. Csupán a nagycseplesz ékelődik rendszerint közé és az elülső hasfal hashártyaborítéka közé. Felfelé éles határ nélkül folytatódik a colon ascendensbe. Az elülső hasfalra vetítve a vakbél nagyobbik része a medioinguinalis és a crista iliaca legjobban oldalra kiugró pontjait összekötő vízszintes vonal (az ún. intertubercularis vonal) által lefelé és oldal felé közrezárt derékszögbe esik. E két vonal keresztezése jelzi az ileum belépési helyét a cecumba (*ileocecális szájadék; ostium ileocecale*). Ez a cecum vak vége fölött 4–5 centiméternyire, a bal oldalán és inkább kissé a hátsó falán található meg. Az ileum vége mélyen betüremkedik a cecum ürege felé, a két bélszakasz átmenete így szelepszerű működésű billentyűt (*valva ileocecalis*) alkot, amely már kis nyomás mellett megengedi az ileum tartalmának ürülését a cecum felé, míg fordítva, a cecumban uralkodó nagyobb nyomás mellett sem ürül a cecum vissza az ileum felé. A cecumon is jól felismerhető a vastagbél három teniája. A három tenia a cecum alsó vak végének egy balra és hátrafelé eső pontján fut össze, itt veszi eredetét a cecumból egy csökevényes bélrészlet, a feregnyúlvány (*appendix vermiformis*). Műtét közben a feregnyúlványt a sebész úgy találja meg, hogy az egyik teniát követi lefelé, ami elvezeti az appendix tövéhez.

A vakbél hashártyaviszonyai meglehetősen változók: hol aránylag hosszú hashártyakettőzet rögzíti a csípőtányéron levő m. iliacushoz, hol egészen rövid ez a kettőzet, sőt hátsó felszínének egy része hashártyaborítás nélkül is maradhat. Az ileum benyílása körül a két bélrészletet összekötő hashártyaredők – felül is, alul is egy-egy – kis hashártyafülkét (*recessus ileocecalis*) fognak közre.

2.4.1.2. Feregnyúlvány

A feregnyúlvány (*appendix vermiformis*) rendkívül változatos alakú és helyzetű csökevényes vastagbélrészlet; a valódi feregnyúlvány az emberre specifikus. Átlagban 6–8 cm hosszú és ugyanannyi mm vastagságú, de előfordulnak ettől szélsőséges eltérések is (2–25 cm hosszúság; vékony noteszceruzától hüvelykujnyi vastagságig). A cecum vak végének medialis hátsó részén gyakran kissé elvékonyodva ered, ürege az előbbiével elég szűk, néha billentyűszerű nyálkahártyaredővel szelepszerűen zárt nyílással (*ostium appendicis vermiformis*) közlekedik. Fala a bél rétegeivel rendelkezik, de ezek a többi bélszakaszénál vékonyabbak, submucosájában a folliculi lymphatici aggregati zárt rétege foglal helyet, amelynek nyirokszöveve mindenütt áthatol a tökéletlen

muscularis mucosaen keresztül a tunica propriába. Ezek révén az appendix vermiformis voltaképpen a tonsillakéval azonos szerepű szerv. A középső, normálisan steril, és az alsó, normálisan baktériumokkal telt, bél határán való elhelyezkedése tekintetében a tonsillákkal valóban analóg helyzetű is.

Helyzete. Változatos, leggyakrabban – ez a típusos – a linea terminalison keresztül a vége belóg a medencébe, de gyakori a felfelé visszacsapott, sokszor a cecum mögé ékelt elhelyezkedés. A tér minden lehetséges irányában irányulhat felfelé, előre és főleg balra. Hasfali vetülete (típusos helyzete esetén) a lig. inguinale közepét a köldökkel összekötő vonal középső és alsó harmada közti határnál keresztezi a m. psoas majort és a nagy csípőereket.

Hashártyaborítéka. Kis hashártyakettőzet (*mesoappendix*) húzódik hozzá a mesenterium alsó vége és a mesocecum (ha van ilyen) találkozási helyéről. Alakja és eredési viszonyai igen változatosak. A féregnyúlványon végzett műtéteknél e változásokra a sebésznek nagy figyelemmel kell lennie (lásd a vastagbél vérellátásánál).

2.4.1.3. Felszálló remese

A **felszálló remese** (*colon ascendens*) a cecumból éles határ nélkül felfelé folytatódó remeserészlet. A máj jobb lebenye alá száll fel, ahol ezzel érintkezve derékszögűn alig hegyesebb hajlattal (*flexura coli dextra*) megy át a haránt remesébe. Teniái azonos helyzetűek a cecuméival, azaz egy elől, egy-egy hátul jobb oldalt és bal oldalt. Hátsó felszíne széles hashártyamentes csíkkal rögzül közvetlenül a hátsó hasfalhoz, legfelső részében pedig a jobb vese elülső felszínének laterális alsó kvadránsával. Vetülete az elülső hasfalra a medioinguinalis vonaltól oldalra eső, kb. három harántujjnyi széles területet foglalja el a crista iliaca legmagasabb pontjait összekötő vízszintes és a transpyloricus sík között.

Hashártyaviszonyai. Csak részben intraperitonealis, a hashártya csupán oldalait és elülső felszínét borítja. Hátsó felszíne elég széles, bár változatos méretű csíkban rögzül a hátsó hasfal belső fasciájához.

2.4.1.4. Haránt remese

A **haránt remese** (*colon transversum*) flexura coli dextrától gyenge, a köldök felé lelógó ívben húzódik át a vastagbélnek a bal hypochondriumban levő jóval hegyesebb szögű hajlatához (*flexura coli sinistra*). Helyzete erősen függ a gyomor nagygömbülete alsó részének és pyloricus részének helyzetétől, amelyekkel nemcsak érintkezik, hanem meglehetősen szorosan össze is nőtt. Álló testhelyzetben és ha telt a gyomor lefelé domború, az íve ezért jóval lejjebb lóg, mint fekvő helyzetben, és ha üres a gyomor. Mindaddig normálisnak tekinthető a helyzete, míg a crista iliácák legszélesebb távolságát jelző vízszintes vonal alá nem süllyed. A flexura coli sinistra kb. három harántujjnyival magasabban fekszik (a transpyloricus sík felett), mint a flexura coli dextra legmagasabb pontja. A bal oldali hajlatnál a colont erős hashártyaszalag (*lig. phrenicocolicum*) rögzíti a rekeszhez, ez egyben a lép alsó pólusának alátámasztója is. Hosszú hashártyakettőzete a mesocolon transversum. Ennek a hátsó hasfalon való tapadása kb. az 1. és 2. ágyékcsigolya teste közötti magasságban harántul keresztezi a duodenum leszálló részét és a pancreas fejét, majd gyengén felfelé szállva, elfut a flexura duodenojejunalis és a bal vese tokjának közepe felett, és a flexura coli sinistránál ér véget, mivel az itt kezdődő leszálló colon ismét szorosan hozzánőtt a hátsó hasfalhoz.

A colon transversum egész felszíne hozzánőtt a nagycseplesz felszálló hátsó lemezéhez. Ez az összenövés a colonon felül elől végigfutó tenia mentén kezdődik, ezért nevezzük ezt tenia omentalisnak. A mesocolon és az omentum majus együttes lemeze a colon felső hátsó szélén futó tenia mentén válik le a colonról (*tenia mesocolica*). Az egyedüli szabadon maradó alsó helyzetű tenia a *tenia libera*.⁹A nagycseplesznek azt a részét, mely a gyomor nagygömbülete és a cseplesz alsó felszínéhez nőtt colon transversum közé esik, *lig. gastrocolicum*nak nevezzük. Újszülöttnél a nagycseplesz két lemeze még nem nőtt össze, ezért ilyenkor *lig. gastrocolicum*ról még nem szólhatunk. – A leírtakból következik, hogy előlről a colon transversum csak akkor válik láthatóvá, ha a kötényszerűen lelógó nagycsepleszt felemeljük. Minthogy a mesocolon transversum és nagycseplesznek a hátsó falhoz rögzülő része lap szerint összenőtt, a bursa omentalisba a legegyszerűbben a mesocolon könnyen hozzáférhető alsó felszínén keresztül juthatunk be (lásd később).

2.4.1.5. Leszálló remese

A **leszálló remese** (*colon descendens*) lényegesen vékonyabb vastagbélrészlet, mint a többi. Holttestben nemritkán ujjnyi vastagságúra összehúzódtott állapotban találjuk. Gyengébb hullámos lefutással húzódik le a

⁹A flexuránál a colon nem csupán a függőlegesbe hajlik, hanem egyben tengelye körül lateral felé is fordul, úgyhogy a tenia libera mind a colon ascendensen, mind a descendensen előre kerül.

medioclavicularis vonalban – tehát közel két harántujjal lateralisabban, mint a medioinguinalis vonal – a flexura coli sinistrától a bal csípőtányérba. – A hashártya a colon ascendenshez hasonlóan csupán elülső és oldalsó felszíneit borítja, hátsó felszíne közvetlenül hashártyamentesen rögzül a hátsó hasfalhoz.

2.4.1.6. Sigmabél

A **sigmabél** (*colon sigmoideum*) S idomú¹⁰10 vastagbélrészlet, amely a bal csípőtányérból rendszerint leszáll a medence üregébe, majd újra felemelkedik a medencebemenet szintjéig – esetleg kissé e fölé –, majd ismét lefelé fordulva átmegy a végbélbe. Előfordul, hogy az S idom helyett egyetlen felfelé irányuló kacsot képez, amely ilyenkor persze magasán felnyúlhat a hasüregbe. A haustrumok rajta kevésbé kifejezettek, teniái egy elülső és egy hátulsó szélesebb pántszerű hosszanti izomlemezbe olvadtak össze.

Intraperitonealis bélrészlet, kettőzete a *mesosigmoideum*. A sigmabelet a bal ileocecalis tájékban attól a ponttól számítjuk, ahol a vastagbélnek újra kialakul a kettőzete, egészen addig a pontig, ahol a végbél kezdeténél a hashártyakettőzet megszűnik. Ha a sigmabélnek a medencébe belógó kacsát felemeljük, és kettőzete megfeszül, lefelé tekintő nyílású kis fülkeszerű mélyedést (*recessus intersigmoideus*) látunk a mesosigmoideumnak a hátsó hasfalon való tapadásánál.

2.4.2. Végbél

A **végbél** (*rectum*), nevével ellentétben, természetes helyzetében nem egyenes, hanem oldalról nézve gyengén S alakú. A friss tetemből kivett rectum erős falának rugalmas összehúzódása következtében valóban meglepően egyenes hengerré ugrik össze.

Felső görbülete, a hátrafelé domború *flexura sacralis*, belefekszik a keresztcsont vájulatába, majd a keresztcsont–farkcsonti határnak megfelelően ez a görbület megfordul, és hátrafelé tekintő homorulattal (*flexura perinealis*) mintegy megkerüli a farkcsont csúcsát. E görbület nagy része a székürítés idejétől eltekintve teljesen összezárt cső (*canalis analis*). A *flexura sacralis*nak megfelelő szakasza kezdetben meglehetősen szűk, majd lefelé fokozatosan tágul, végül alsó részében hirtelen összeszűkül, mielőtt a *flexura perinealis*ba menne át. Ezt a tágulatát *ampulla rectine*nek nevezik, fiatal egyénben hiányzik, csak előrehaladó korral alakul ki egyénileg változó mértékben; vitatható, hogy vajon normális képződménynek tekinthető-e.

Hashártyaboríték. A végbél felső harmadát borítja a hashártya előlről és oldalról, a középső harmadáról fokozatosan (a végbél oldalfalán látható ferde vonallal) lehúzódik, és férfiban előre átcsap a húgyhólyag hátsó-felső falára, nőben a hátsó hüvelyboltozatra és innen felfelé a méhre. A hashártya átcsapásánál jelentkező mélyedés férfiban, ezért az *excavatio rectovesicalis*, nőben az *excavatio rectouterina* (vagy Douglas-féle üreg). A végbél alsó harmada már a hashártya zsákja alatti szerv, tehát infraperitonealis.

Topográfia. Nagyobb része a medence üregéhez, alsó része a gát tájékához tartozik. Medencei részében laza kötőszövettel rögzül a sacrum elülső felszínéhez. Felső, elől hashártyával borított kétharmada elől és oldalt a medencébe belógó ileumkacsokkal és a sigmabéllel érintkezik. Férfiban perinealis görbület előredomborodó felső része közvetlenül érintkezik a húgyhólyag fenekével és a rajta levő ondóvezeték-ampullával, valamint az ondóhólyag alsó részével. Valamivel lejjebb szorosan érintkezik a prostata hátsó felszínével.

Orvosgyakorlati szempontból fontos ez a topográfiai viszony, mert a végbélen keresztül ez a terület közvetlenül tapintható, sőt egyéb diagnosztikai és terápiás beavatkozások számára is elérhető.

Nőben a végbél középső, hashártyával még borított része és a méh között a medencének nevezetes hashártyával borított kiöblösödése van, az *excavatio rectouterina*, amelybe ileumkacsok, illetve esetleg a sigmabél kacsá nyúlik bele. A perinealis görbület felső szakasza közvetlenül a hüvely hátsó falának felső részével érintkezik, s minthogy a hüvely ferdén lefelé és előre halad, a végbél utolsó szakasza pedig hátrafelé görbül, a kettő egymástól széttr. A kettőjük között lefelé szélesedő ék alakú terület alkotja a szűkebb értelemben vett gát szövettömegét.

A végbélen keresztül a hüvely felső részébe nyomuló méhnyak egy részét, főleg pedig szülés közben a méhszájat és a magzat elől fekvő részeit, jól lehet tapintani. E topográfiai viszony ezért nagy gyakorlati fontosságú.

¹⁰10 Régi neve „S romanum”; az orvosi gyakorlatban összetételekben még előfordul.

A végbél ampulla alatti része a m. levator ani által alkotott vályúba, ill. hátrafelé tölcészerűen zárt részébe illeszkedik be. Végül a végbélnyílás feletti területen az izomtölcser alsó széle és a végbél falához tartozó záróizomzat szorosan összenőtt (lásd később).

2.4.2.1. Végbélnyílás

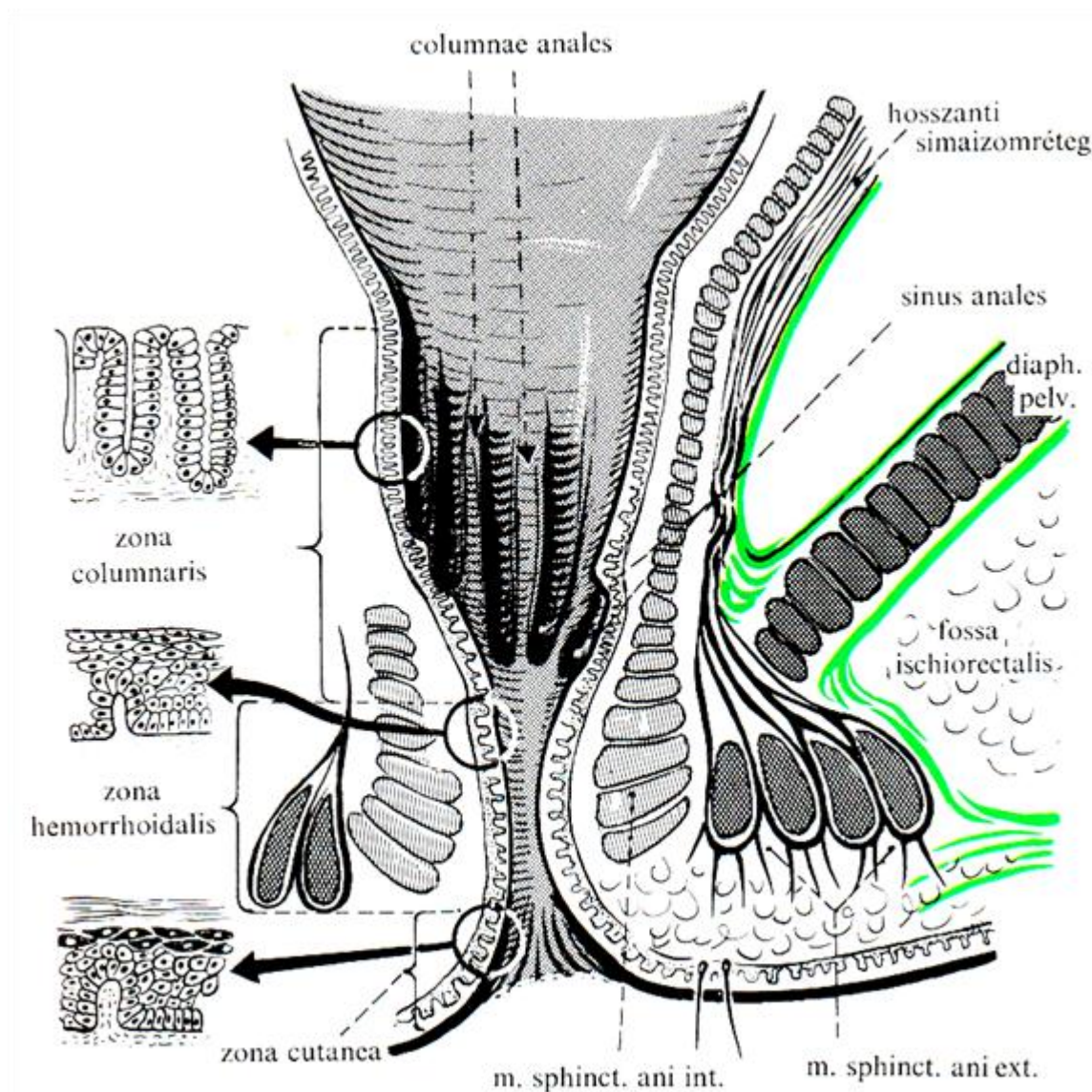
A bélcsatorna a gáttájék hátsó részében, a farpofák közötti hasadék mélyén kb. 2,5 cm-rel a farkcsont csúcsa előtt nyílik a **végbélnyílással** (*anus*). A nyílást erős végbélzáróizom-rendszer (*m. sphincter ani*) normálisan teljesen zárva tartja, székelésnél a bélsároszlop vastagságának megfelelően kerek nyílássá tágul. A végbélnyílás teljesen zárt részének – felvágott végbélen – a nyálkahártya felől jól látható kb. 2 cm magas gyűrű alakú terület (*zona hemorrhoidalis*) felel meg, amelyet a végbél körkörös simaizomzatának megerősödése, a m. sphincter ani internus okoz. Ettől lefelé erősen pigmentált tölcészerű bőrterület található, mely csak gyenge elszarusodású, és szőrtüszőket nem tartalmaz.

Zárt végbélnyíláson ez a bőrterület finom, a nyílásban összefutó ráncokat képez, székkürítéskor a bélsároszlop a végbélnyílást szétfeszítve a ráncokat eltünteti, és a bőrterületet tölcészerűen kissé előtüremíti. A pigmentált bőrterület és a gát rendes bőre határán inkább férfiban ritkás, erősebb szőrzetet, nagy faggyúmirigyeket és mindkét nemből filogenetikailag ősebb természetű verejtékmirigyeket (helyesebben illatmirigyeket: *glandulae circumanales*) találunk. Állatokban ezeknek a mirigyeknek a nemi vonzásban van fontos szerepük.

Végbélzáró izomrendszer. Két részből áll: a már említett simaizomszövetű *m. sphincter ani internus*ból, és az ezt gyűrű alakban körülvevő harántcsíkos *m. sphincter ani externus*ból. Ez utóbbinak csupán belső és mélyebb rétegei veszik körül a végbélnyílást gyűrű alakban, a felületesebb és laterálisabb izomnyalábok inkább a gátizomzathoz tartoznak, és hosszanti, a gát ún. centrum tendineumát a lig. anococcygeummal összekötő orsó módjára fogják körül a belsőbb gyűrű alakú izomrészeket. A m. sphincter ani externus makroszkóposan meglehetősen durva rostozatúnak tűnik. Ezt az okozza, hogy a végbél igen erős hosszanti simaizomrétege lefelé részben elasticus szövetből álló kötőszöveti lemezekre válik szét, amelyek a m. sphincter ani internus külső oldalán elfutva haladnak át a m. sphincter ani externuson, és azt durva körkörös nyalábokra osztják. A m. sphincter ani externus külső oldalán ezek a kötőszöveti lemezek egymás felé visszahajolnak, és parittyaszerűen körülölelik a m. sphincter ani externus nyalábjait (7/33. ábra).

A végbél nyálkahártyája. A végbél medencei részének nyálkahártyája tipikus vastagbél-nyálkahártya, csupán nagyobb számban találhatók a tela submucosában nyiroktüszők. Az ampulla felett néhány nagyobb haránt nyálkahártyaredőt találunk (*plicae transversales recti*). Ezek részben tartalék redők, részben a rectum felső részében a körkörös izomfal összehúzódásából keletkező változó helyű redők. A canalis analis felső részében meglehetősen szabályos elrendezésben mintegy 8–10 függőleges nyálkahártyaredőt látunk (*columnae anales* [Morgagni]), amelyek kiszélesedő alappal pillérszerűen nyugszanak a zona hemorrhoidalis felső peremén. A redők itt a legmagasabbak, és az anulus hemorrhoidalisra nyugvó alapjaik közt mély, öbölszerű nyálkahártyafülkék keletkeznek (*sinus anales*).

A columnae anales a végbél alsó részének körkörös izomfalának tónusa következtében szorosan összefekszenek, teljesen zárt, szabálytalan alakú lument képezve; ezzel a zárt anulus hemorrhoidalis felett még egy további zárt cső alakú végbélszakasz keletkezik, amelynek a bélgázok vagy esetleges folyékony bélsár visszatartásában van fontos szerepe.



7/33. ábra. Erősen sémás frontális metszet a végbél alsó részéről és a canalis analisről. Az ábra bal oldala a nyálkahártya különböző zónáit és azok szöveti szerkezetét mutatja sémásan mikroszkópi részletekben. A végbél hosszanti simaizomzata (az ábra jobb felében) lefelé elasticus rostokban bővelkedő lemezrendszerbe megy át, amelyek (vastag fekete vonalak) parittyaszerűen körülzárják a m. sphincter ani externus izomnyalábait. A fascia pelvis rendszere zöld színnel van ábrázolva; két rétegben követi a diaphragma pelvist (m. levator ani), és felfele visszacsap a rectum adventitiájába. (Részletesebben lásd a kismedence topográfiájánál)

Az emberi civilizációból adódó körülmények – a béltartalom, a bélgakok időleges visszatartásának szükségessége – hozzájárulnak a végbélnyílás szöveteit érő mechanikai (a hosszas visszatartásból, életmódból stb. eredő túlságosan kemény széklet), kémiai és bakteriális behatások fokozásához, nem számítva a keringés szempontjából előnytelen (európai: széken) ülő életmód, egyenes testtartás stb. adta tényezőket, az embert speciálisan hajlamossítja a végbél megbetegedéseire. Ez ellen egyetlen eredményes védekezés, ill. a megelőzés a bélürítés idejének szabályozása és a tökéletes tisztálkodás (a fürdőszoba megfelelő berendezései).

Az emésztőcsatorna alsó szakaszának ér- és idegellátása. A vastagbelet a rectum alsó kétharmada kivételével az *a. mesenterica superior* és az *a. mesenterica inferior* ágai látják el. Az előbbi a cecumhoz adja az *a. ileocolicát*, amelynek kis ága az ileum alatt áthaladva látja el az appendix vermiformist (*a. appendicularis*); továbbá a colon ascendenshez az *a. colica dextrát* és a colon transversumhoz az *a. colica mediát*. Mindezek az ágak a bél falától mintegy két harántujjnyira futó nagy arteriás árkádokban anastomosálnak egymással. – Az *a. mesenterica inferior* a colon descendenshez adja az *a. colica sinistrát*, a sigmabélhez egy vagy két *a. sigmoideát* és a rectum felső harmadához az *a. rectalis superiort*. Ezek az arteriák egymással és az *a. colica sinistra* a mediával nagy, árkádszerű anastomosisokat képeznek. A bél falát ellátó kisebb arteriák ezekből az árkádokból

veszik eredetüket. Ezen utóbbi arteriák ugyancsak funkciós végarteriaként viselkednek, de az elágazódásuk kevésbé szabályos (a vastagbél fala kevésbé oxigénigényes is), mint a vékonybélben. – A rectum középső harmadát az a. iliaca internából jövő *a. rectalis media*, alsó harmadát az *a. pudenda internából* származó *a. rectalis inferior* látja el.

A vastagbél venái a rectum középső harmadáig a v. portae rendszerébe ömlenek a flexura coli sinistráig a v. mesenterica superiorba, innen a v. mesenterica inferiorba. A fő venás gyűjtőfonat itt is a submucosában van. – A rectum sűrű venás fonata a középső harmadból a v. iliaca interna, alsó harmadából a v. pudenda interna venás rendszeréhez csatlakozik. Ennek gyakorlati jelentőségét a portalis rendszer tárgyalása kapcsán említettük, ti., hogy a végbélen keresztül adott hatóanyagok a rosszabb felszívódási viszonyok ellenére erősebben hatnak, mert a máj megkerülésével jutnak be az általános keringésbe.

A rectum venás keringése számára előnytelen viszonyokat teremt részben a m. sphincter ani állandó erős tónusa, másrészt emberben az egyenes tartás (függőleges testhelyzet) következtében a medenceüregben jelentkező aránylag erős nyomás (amely az üregen kívüli vénáknak az üreg felé való elfolyását nehezíti), valamint az aránylag nagy hidrosztatikai nyomás. Ebből erednek a végbél vénáin jelentkező gyakori megbetegedések (aranyeres bántalmak).

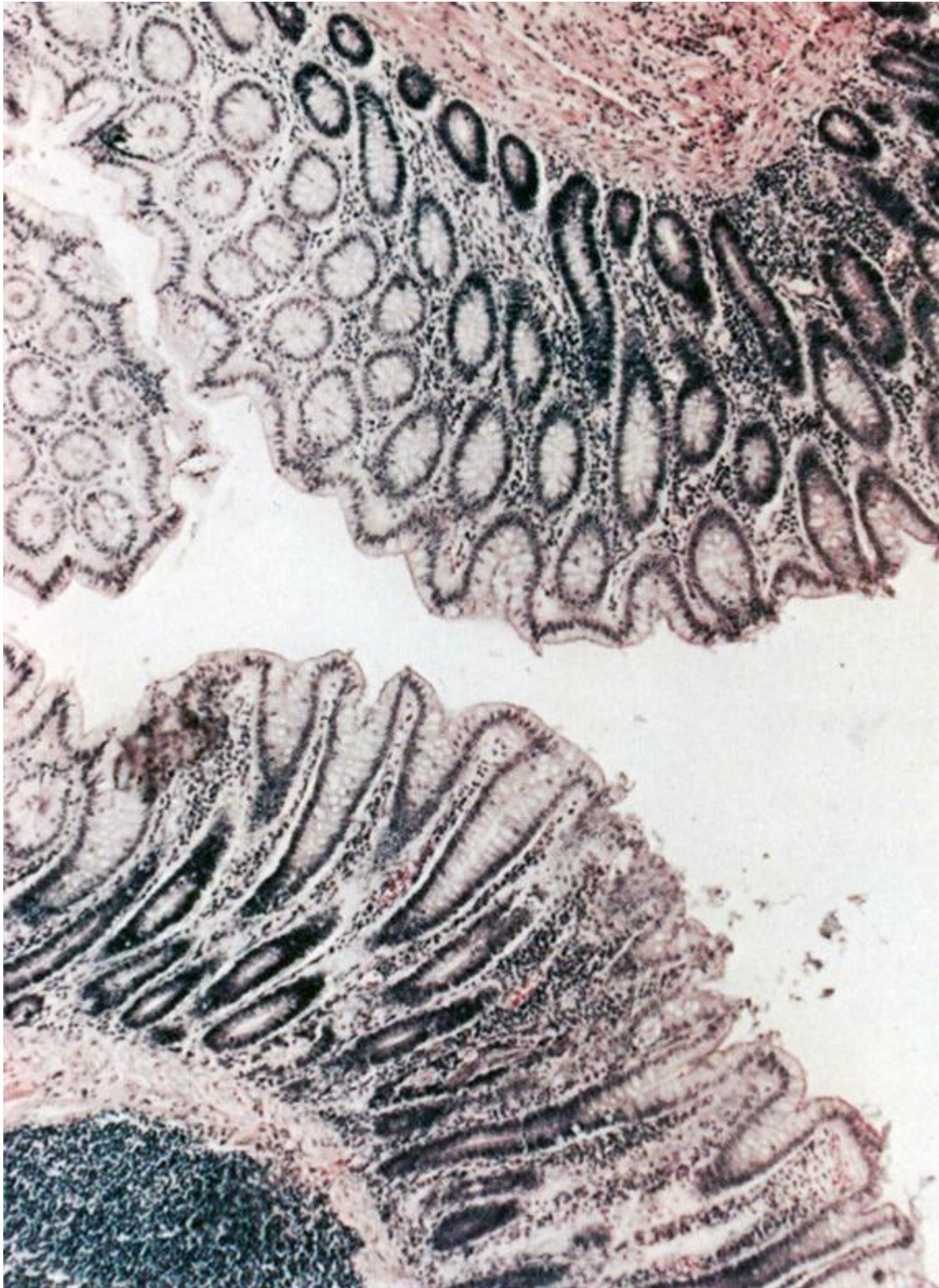
A vastagbél nyirokerei közül csak a cecum, az appendix, a colon ascendens és a colon transversum nyirokerei vezetnek a mesenterialis nyirokcsomókba. Ezeknek is számos összeköttetésük van azonban a bél hashártya nélküli felületein keresztül a hátsó hasfal nyirokereivel. A colon transversumból nyirokerek a pancreasfej és a duodenum közti, illetve a lép hilusában levő nyirokcsomók felé is vezetnek. A colon descendens, sigmoideum és a végbél felső részének nyirokerei az aorta körüli nyirokcsomók felé vezetnek néhány, az alsó mesenterialis arteria mentén fekvő nyirokcsomó útján. A rectum nyirokerei felső részéből a sacralis nyirokcsomók közvetítésével, alsóbb részéből egy ún. anorectalis nyirokcsomó és az előbbi vagy az a. iliaca mentén levő nyirokerek útján kerülnek az aorta körüli nyirokcsomókba. A végbélnyílás területéről a nyirok az inguinalis nyirokcsomókba jut.

A vastagbél autonómiájában a döntő szerepet szintén a bélfal saját idegfonatai játsszák, itt kevésbé a submucosus, mint inkább a myentericus fonat. Ebbe az autonómiába beleszól a vegetatív idegrendszernek mind a parasympathicus, mind a sympathicus része. A parasympathicus hatást a colon transversum végéig a n. vagus adja, bár nem ismert, hogy rostjai milyen úton érnek idáig. A colon descendens, a sigmabél, valamint a végbél parasympathicus rostjai a gerincvelő sacralis szakaszából (S₃₋₅ szelvényből) származnak. A sympathicus rostok a vastagbél különböző szakaszait az ellátó arteriák mentén elhelyezkedő dúcsejtes fonatokból (plexus mesentericus superior et inferior) érik el.

Az emésztőcsatorna alsó szakaszának szövettana. A vastagbél fala elsősorban a nyálkahártya szerkezete tekintetében tér el a vékonybélétől. A vastagbélben bélbolyhokat nem találunk, de a lamina propria mucosae vastagabb, és annak *Lieberkühn-cryptái* mélyebbek, mint a vékonybélben (7/34. ábra). A nyálkahártya felületi hámja egyrétegű cuticularis hengerhám, lényegében a vékonybél felületi hámjával azonos szerkezettel. A Lieberkühn-cryptákban nagyszámú mucint termelő kehelysejtet találni, valódi mirigysejtjei nincsenek. Így a vastagbél csupán a nyálkahártyafelszín védő mucint, de emésztőnedveket nem termel. Ez teljesen megfelel a vastagbél már említett funkcióinak. A tunica muscularis mucosae és a tela submucosa a vékonybéléhez hasonló, míg a tunica muscularis abban különbözik, hogy csupán a belső körkörös izomzat egységes vastagságú, a külső hosszanti izomzat a remesekben csak a teniáknak megfelelően fejlett, a teniák közti területeken csökevényes. A tunica serosa, a serosamentes területek kivételével, azonos a vékonybelekével.

Féregnyúlvány (*appendix vermiformis*). Szöveti szerkezete speciális; bár lényegében csökevényes vastagbélrészlet, a többi vastagbélszakaszhoz hasonló nyálkahártyával. A tunica propriában számos nyiroktüsző van, amelyek az ileum Peyer-plaque-jainál leirtakhoz hasonlóan néha áttörnek az egyébként is csökevényes muscularis mucosae, és behatolnak a submucosába (7/35. ábra). A tunica muscularis két izomrétege egységes, de sokszor csökevényes, így gyulladásos folyamatok néha igen könnyen áttörnek a féregnyúlvány falát.

A **végbél**nyálkahártyája a redők közti szakaszokban és a sinusokban még vastagbél jellegű, de a redők élén már el nem szarusodó laphámából áll. Ez a hámborítás azután a zona hemorrhoidalis felső szélén egységes gyűrűbe fut össze (7/33. ábra), majd annak alsó pereménél a pigmentált bőrterület szélén hirtelen az ajakpír külső oldalán található hasonló vékony elszarusodású bőrhámba megy át.



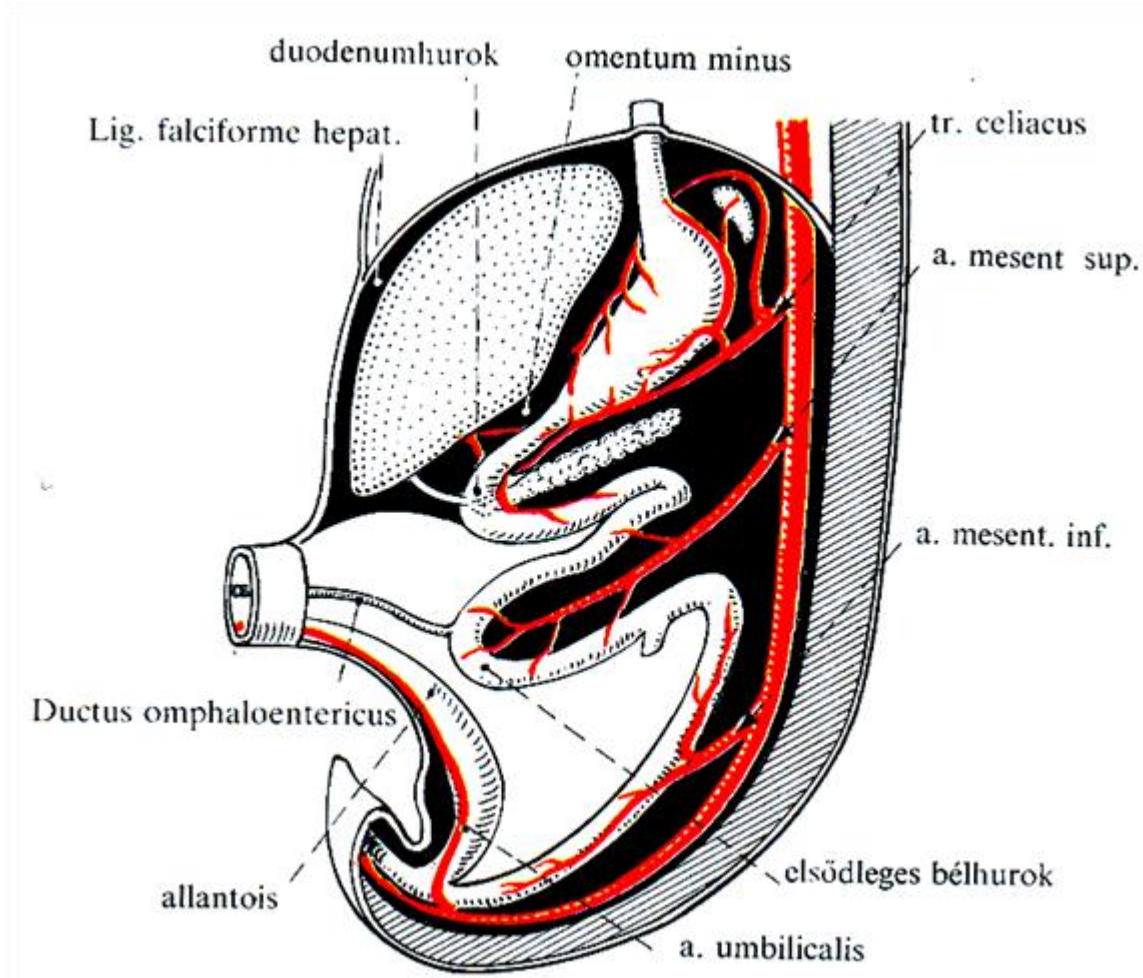
7/34. ábra. Colonnyálkahártya (hematoxin-eozin festés, 540-szeres nagyítás). A bolyhok hiánya különösen ott ismerhető fel (felül balra), ahol a metszés felszíne nem merőleges a nyálkahártya felületére. A Lieberkühn-crypták jóval mélyebbek, mint a vékonybélben, és kehely-sejtekben dúsak. A bal alsó sarokban a submucosában egy nyiroktüsző



7/35. ábra. Appendix vermiformis (hematoxin-kromotrop festés, 250-szeres nagyítás; Krompecher I. gyűjteményéből). Jellemző a vastagbél jellegű nyálkahártya és a tunica propriából submucosába átnyúló nyiroktüszők csíracentrumokkal

2.4.3. Az elsődleges bélkacs és az utóbél fejlődési viszonyai

A korai bélcső a duodenum telepétől lefelé eleinte egyetlen, ún. **elsődleges** (vagy köldök-) **bélkacs**ot képez ki, mely a hátsó hasfalról az ekkor még nyitott köldökön keresztül a köldökzsinórkezdeménybe húzódik le (leszálló szár). Itt elágazik belőle a *ductus omphaloentericus*, majd hajtű módjára visszafordul a bélkacs a felszálló szárba. Ez utóbbi ferdén felszállva, a leszálló szár elindulása alatti ponton éri el a hátsó hasfalat (7/36. ábra), majd innen húzódik lefelé az utóbél alsó része az embryo farokbimbójába.



7/36. ábra. Sagittalis séma a bélcső tagozódásáról, valamint elülső és hátsó hashártya kettőzetéről (fekete), az aorta főbb ágainak jelzésével (Fischel nyomán)

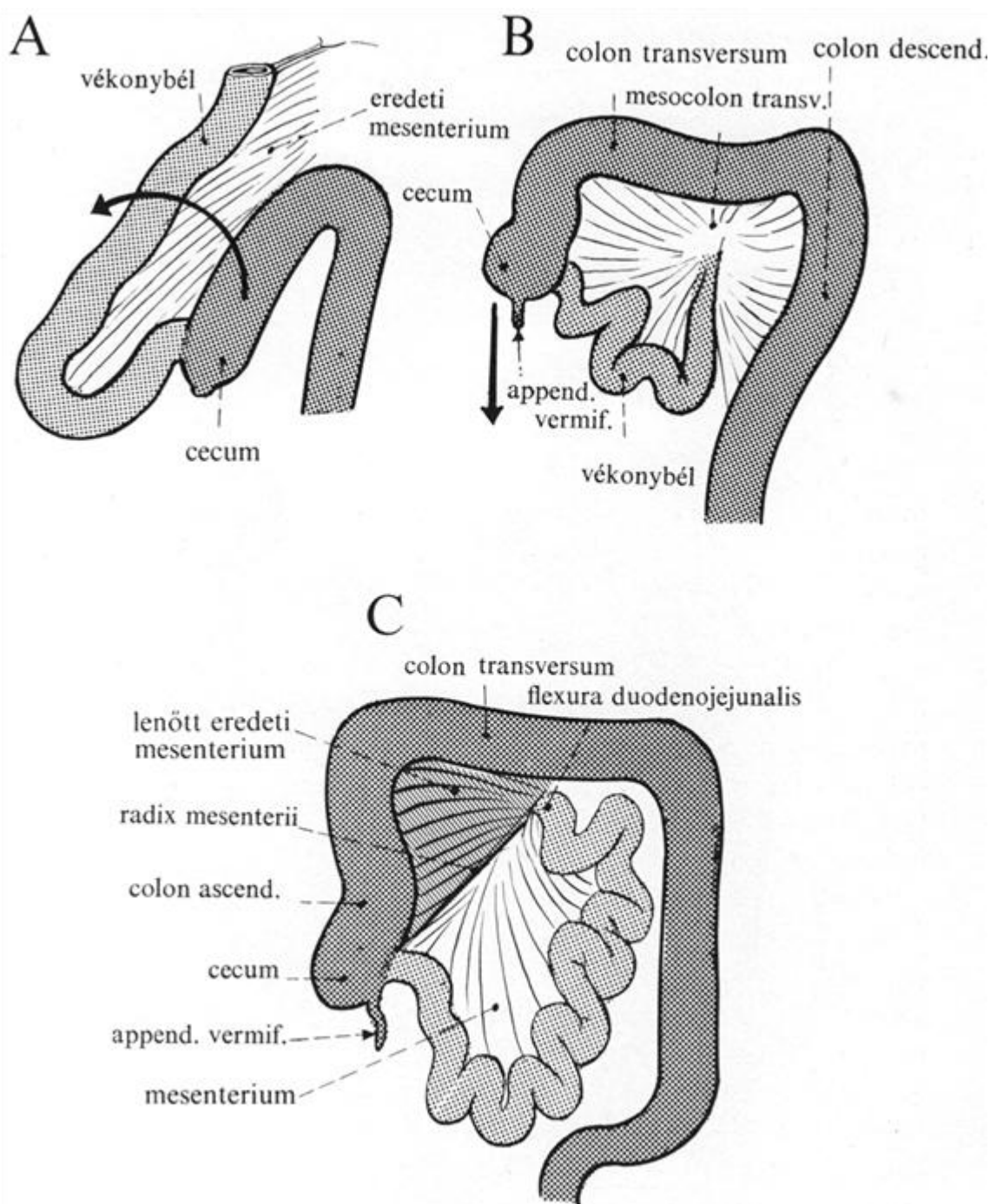
A felszálló szár közepén már ilyenkor (a 2. hónap elején) jól látható kis kiöblösödés jelzi a cecum és az appendix helyét. Nem nehéz átlátni, hogy az elsődleges bélkacs leszálló szára adja a flexura duodenalistól lefelé az egész jejunum és az ileum egy részének telepét. A ductus omphaloentericus elágazása az ileumnak a cecumtól felfelé felnőttben mintegy 60–80 cm-re eső pontján van. Itt találjuk a ductus részleges fennmaradása esetén az ún. Meckel-gurdélyt. A bélkacs felszálló szárából alakul ki az ileum alsó szakasza, a cecum és az appendix¹¹, a colon ascendens és a colon transversum. Az utóbél többi részéből lesz a colon descendens, a colon sigmoideum és a rectum.

Az elsődleges bélkacshoz csak hátulról húzódik hashártyakettőzet (*mesogastrium dorsale*), mivel az elülső kettőzet a köldöktől a máj alsó felszínéhez haladó *lig. teres hepatis* mentén véget ért. A hátsó hashártyakettőzetben halad az a. mesenterica superior. Ágaival ellátja a bélkacs mindkét szárát. (Vö. az elsődleges bélkacsból származó bélszakaszt és az a. mesenterica superior ellátási területét.) A 2. hónap során az elsődleges bélkacs leszálló szára gyorsan növekszik, és másodlagos bélkacsokat vet, amelyek eleinte kiszorulnak a hasüregből, és a köldökzsinór kezdetében foglalnak helyet. Ez az embryo fiziológiás köldöksérve. A másodlagos bélhurkok a 3. hónapban a hasüreg növekedése révén visszahúzódnak, s a köldökgyűrű a rajta átlépő erek és járatok körül záródik.

Az elsődleges bélkacs, illetve a belőle már kialakult másodlagos bélhurkok együttesen a „hajtű” ferdén leszálló hossz tengelye, vagyis az a. mesenterica superior körül az óra járásával ellentétes irányban forgást végeznek. A forgás során a bélhurkokkal gazdagon ellátott leszálló szár először jobbra (90°), majd alulra (180°), végül balra (270°) kerül. A viszonylagosan egyenes lefutású felszálló szár a 270°-os forgás végén az eredeti leszálló szárból kialakuló jejunum- és ileumkacsoktól felfelé és jobbra fog elhelyezkedni (7/37. és 7/38. ábra). Ilyenkor a

¹¹ A cecum és az appendix eredetileg egységes vastagságú zsák, amelynek alsó része fejlődésben és növekedésben visszamaradva képezi az appendix vermiformist.

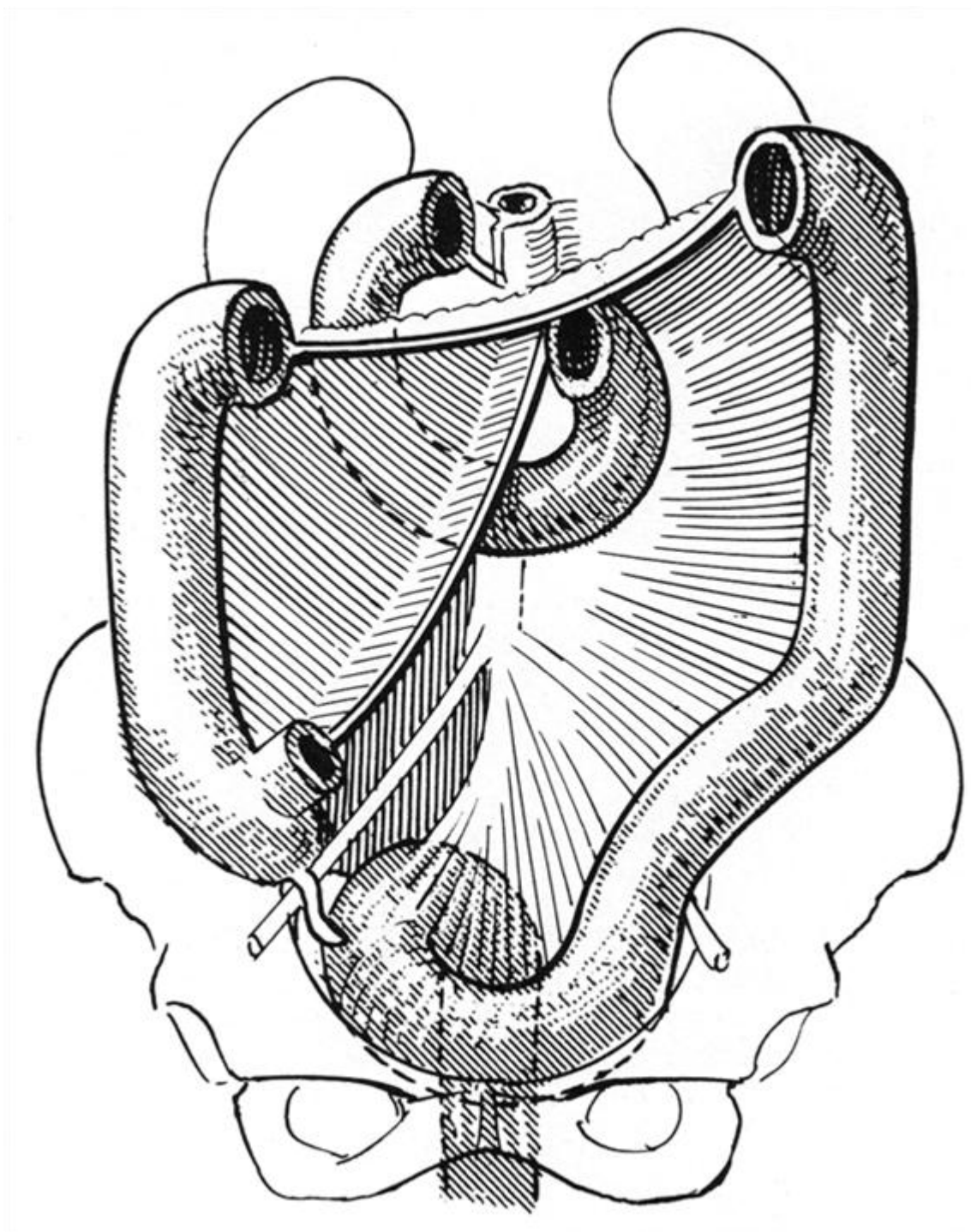
cecum még a máj alatt található. Végleges helyét a jobb csípőárokban fokozatos vándorlással csak a késői embryonalis időszakban éri el.



7/37 ábra. Az elsődleges bélhurkok forgása és a végleges mesenterium, a radix mesenterii, valamint a belek végső elrendeződésének kialakulása. A: a hajtúszerű bélhurok hossz tengelye körüli forgásának kezdete. B: a forgás befejeződött. C: közel végleges helyzet, a sávozott háromszög alakú terület a hátsó hasfalhoz lenőve kialakítja a radix mesenteriiit

A fenti fejlődési folyamatok során a következő **zavarok** állhatnak elő.

Omphalokele. A fiziológiás köldöksérv nem tűnt el. Ilyenkor az amnionnal borított köldökszinórtömlőbe a beleken kívül más hasüri szerv (pl. máj, lép) is belecsúszhat.



7/38. ábra. A belek hashártyaviszonyainak sémás ábrázolása felnőttben (Walter L. rajza Lenhossék M. Az ember anatómiája c. tankönyvből)

Tökéletlen forgás. Csak az első 90°-os elfordulás történik meg, ezért a jejunum–ileum a jobb oldalon, a vastagbél a hasüreg bal oldalán marad.

Fordított irányú forgás. Eredménye, hogy a duodenum és a colon transversum helyet cserélnek, vagyis a duodenum a colon előtt halad.

A cecum végleges vándorlása elmarad, és felnőttkorban még mindig a máj alatt található.

Megmaradó ductus omphaloentericus. A szikhólyaghoz vezető összeköttetés fennmaradhat, mint az ileumtól a köldökhöz húzódó járat vagy köteg. Más esetben az ileumon látható kiboltosulás (*Meckel-diverticulum*)

[gurdély]) jelzi a ductus omphaloentericus helyét. A Meckel-gurdély nyálkahártyája tartalmazhat gyomornyálkahártya-szigeteket. Az innen felszabaduló sósav fekélyt okozhat a szomszédos bélnyálkahártyán. A fekély okozta fájdalom appendicitis gyanúját keltheti.

A végbél kifejlődése bonyolultabb. Az utóbél ugyanis, mint láttuk, teljesen kitölti az embryo farokbimbóját, s elülső részéből horogszerűen visszahajlik a hasnyélbe nyíló allantois. A bélcsőnek a farokbimbót kitöltő része, a *cloaca*, a farokbimbó előtt már a gastrulatio stádiumától kezdve össze van nőve *cloacamembrán*ban az ectodermával (lásd. 1/10. ábra az első kötetben). A cloacát az allantoisnyúlvány és az utóbél elágazása közötti hegyes sarkantyú (*septum urorectale*) választja szét egy elülső és egy hátsó maradványra. Az elülső maradvány további sorsáról az urogenitalis szervek fejlődésénél szönlünk, belőle lesz a húgyhólyag és a húgycső egy részének hámja. A hátsó cloacamaradványból lesz a rectum. Ennek a farokbimbóba lenyúló része (7/25. ábra) előbb felszívódik. A hátsó maradványra eső cloacamembránrészlet átszakadása után alakul ki a végbélnyílás.

A végbél fejlődési zavarainak a fő oka a septum urorectale hibás fejlődése vagy/és a cloacamembrán megmaradása. Az így kialakuló agenesis (ki nem fejlődés), stenosis (szűkület) vagy atresia (elzáródás) sokszor szövődik a rectum rendellenes kapcsolatainak a kialakulásával. A rosszul fejlődő rectum leánymagzatban a hüvelybe, fiúmagzatban az urethrába nyílnat.

2.5. Nagy emésztőmirigyek

2.5.1. Máj

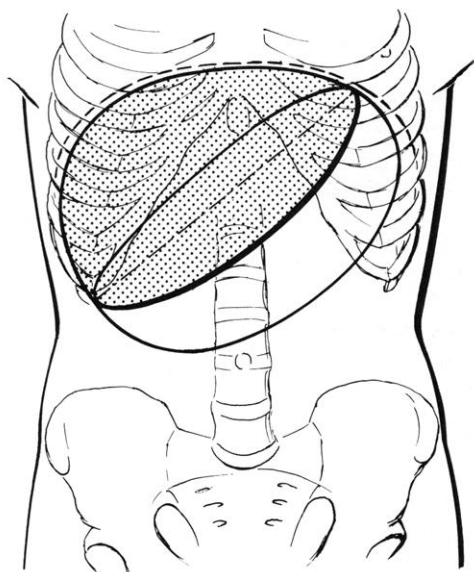
A **máj** (*hepar*) közel másfél kilogramm tömegű, mirigyes szerkezetű hámszerv – ténylegesen a test legnagyobb mirigye –, amelynek működése azonban lényegesen sokoldalúbb, mint az epe (*fel* seu *bilis*) termelésével emésztőmirigyként játszott szerepe. A valóságban inkább anyagcsereszerv, amely

- ◆ 1. glikogén alakjában raktározza a szőlőcukrot, és a szükségletnek megfelelően képes azt felszabadítani;
- ◆ 2. döntő szerepet tölt be a zsírok képződésében és átalakításában; sokoldalú szerepe van a felszívódott aminosavak lebontásában, illetve átalakításában;
- ◆ 4. végzi a bélből felszívódó és a szervezetre mérgező egyes anyagok méregtelenítését (detoxikálását), szteroidhormonok inaktiválását stb.;
- ◆ 5. különböző fehérjéket (főleg szérumfehérjéket) szintetizál;
- ◆ 6. a vérfestékek anyagcseréjében elsősorban ún. Kupffer-sejtjeivel vesz részt;
- ◆ 7. magzatban vérképző szerv.

Alak, részek, elhelyezkedés. A máj nagy része a jobb hypochondriumban fekszik, a rekesz jobb kupolájába illeszkedik be, és azt teljesen ki is tölti. Bal lebenye azonban az epigastrium felső részén keresztül áthúzódnik a bal hypochondriumba is. Alakját (és egyben helyzetét) kissé sematizálva, a **7/39. ábrán** bemutatott rajz szerint legjobban úgy kapjuk meg,¹² ha a hasüreg felső részében tompa végével jobb felé, egy, a hasüreget harántul csaknem teljesen kitöltő tyúktojásidomot képzelünk el (amelynek hossz tengelye bal felé kissé emelkedik), majd ebből az ábrán ellipszissel jelzett ferde síkkal – a sík balról jobbra és hátulról előre lejt – egy 1/3-ánál valamivel nagyobb szeletet vágunk le. Az előre- és jobbra tekintő szelet felel meg a máj alakjának.

Eme idomának megfelelően a májon két felszint kell megkülönböztetnünk: egy domború, rekeszi felszint (*facies diaphragmatica*) és egy laposabb, alsó (egyben hátra és kissé bal felé is tekintő) zsigeri felszint (*facies visceralis*). A két felszín egymással elől hegyesszögben találkozik, és így az éles margo inferiort hozza létre. Ez az elülső hasfallal közvetlenül érintkezve ferdén halad felfelé, átlósan keresztezve az epigastriumot.

¹²12 Glisson, F. angol orvos (1596–1677) hasonlata.



7/39. ábra. Glisson hasonlata a máj idomának gondolatbeli rekonstruálására

Hátul-felül a két említett felszín tompa domborulattal megy át egymásba, főleg a vaskosabb jobb lebenynek megfelelően, úgyhogy a két felszín határát csak mesterségesen vonhatjuk meg a májat a rekeszhez rögzítő hashártyaszalag hátsó lemezének a májon való tapadásával. – A máj elülső felszínén a középvonaltól kissé jobbra tapadó szalag (*lig. falciforme hepatis*) a májat jobb (*lobus hepatis dexter*) és bal (*lobus hepatis sinister*) lebenyre osztja. Közülük a jobb jóval nagyobb. A májon a lebenyek e szétválasztása csak a margo inferiornál mutatkozik, ahol kis éles bevágás (*incisura ligamenti teretis*) jelzi a határt.

A máj visceralis felszínét H alakú barázdarendszer négy részre osztja, melyeket helytelenül lebenyeknek is neveznek. A H bal függőleges szárát mély hasadék képezi, melynek a haránt szár fölé eső részét *fissura ligamenti venosin*ak, alsó (elülső) részét *fissura ligamenti teretis*nek nevezik. A jobb függőleges szárát két tágabb gödör alkotja. A haránt szár feletti mélyebb barázdát az alsó főgyűjtőérnek a májba mélyen belefekvő szakasza tölti ki (*sulcus venae cavae*). A barázda felső része majdnem teljesen zárt, és a vena cava inferior hátsó szabad felszínét kis haránt szalag hidalja át. Szalag helyett nemritkán májszövetből álló híd teljesen körülzárja a venát. A haránt szár előtti (alatti) lapos gödröt (*fossa vesicae felleae*) a májállományba csupán kissé bemélyedő epehólyag foglalja el.

A H alakú barázdarendszernek a haránt szárát a máj kapuja (*porta hepatis*) alkotja. Ide lép be két-két ágra válva a máj két odavezető ere az a. *hepatica propria* (elől) és a v. *portae* (hátsul). Innen lép elő ugyancsak két ággal a máj kivezető csöve (*ductus hepaticus*). – A H alakú barázda, ill. gödörrendszer függőleges száraitól jobbra, illetve balra eső visceralis felszínrészeket a jobb, ill. a bal lebenyhez tartozónak vesszük. A két függőleges szár közé eső felszín alsó részét *lobus quadratus*nak, felső részét *lobus caudatus*nak nevezik. A lobus caudatusnak a porta hepatis-szal szomszédos szélén két említésre méltó kiemelkedés van: a bal lebeny felé eső sarkán levő tompa kúpos kiemelkedést látunk (*processus papillaris*), míg jobb szegleténél a lebeny farokszerűen vagy hidszerűen áthúzódik a v. cava inferior és a v. portae között a jobb lebenyre (*processus caudatus*).

Szín, konzisztencia, állomány. Színe vérteltségétől függ; általában vörösbarna, a vér teljes kimosása (perfusio útján) után világos okkerbarna. Az egészséges májszövet főtt tésztára emlékeztető tapintató, de meglehetősen rugalmas.

Átlagos vastagságú hasfalon keresztül normális konzisztenciájú és méretű máj nem tapintható; általában akkor válik tapinthatóvá, ha megnagyobbodott és konzisztenciája keményebb.

Hashártyával fedett felszínén állománya kevésbé, hashártya nélküli felületén vagy metszéslapon eléggé törekeny. Metszéslapján állománya épen kivehető márványozott rajzolatot mutat; ez felel meg lebenyek szerkezetének; nagyobb vénáinak keresztmetszetei tatóngó lyukként mutatkoznak.

Hashártyaviszonyok. A máj felszínét egy kötőszövetes tok (*Glisson-féle tok*) borítja. Ehhez hozzánőve a felszín nagy részét hashártya borítja, csupán a jobb lebeny hátsó része marad hashártyamentes (*area nuda*). A hashártyakettőzetek, ill. egyes lemezek formájában kapcsolja a májat a környező szervekhez. Az elülső hasfalról

indul a máj felé a mesogastrium ventrale maradványa, a *lig. falciforme hepatis*. Ered a középvonalban a köldök felett, és ferdén jobbra haladva éri el a máj elülső felszínét. (Kezdetben a *lig. falciforme hepatis* a mediansagittalis síkban helyezkedett el, de a máj jobbra tolódása miatt – lásd a máj fejlődésénél – a szalag egyre inkább a frontalis síkba fordult.) A *lig. falciforme hepatis* alsó szabad széle megvastagszik az ott futó *lig. teres hepatis* miatt. Ez a kötőszövetes köteg a korábbi v. umbilicalisnak felel meg (lásd magzati vérkeringés). A *lig. teres hepatis* a H alakú barázda bal szárában folytatódik a májkapu felé.

A *lig. falciforme hepatis* lemezei beborítják a máj jobb és bal lebenyeinek elülső felszíneit, majd a margo inferior mentén a zsigeri felszínen folytatódnak. Felfelé haladva a *lig. falciforme hepatis* két lemeze a rekeszi felszín felső szélén szétválik. A bal felé húzódó bal lemez megfelel a rekeszről a májra átcsapó hashártyakettőzet (*lig. coronarium sinistrum*) elülső lemezének. A kettőzet hátsó lemeze a bal lebeny visceralis felszínét beborító hashártyában folytatódik. Jobbra követve, a hátsó lemez eléri a zsigeri felszínen a H alakú barázda felső szárát (*fissura lig. venosi*). Ebben a barázdában halad lefelé, majd átfordul a H alakú barázda haránt szárába, és annak jobb végén találkozik a jobb lebeny felől odahúzódo hashártyalemezzel. A *lig. coronarium sinistrum* bal végének háromszög alakú kiszélesedése a *lig. triangulare sinistrum*.

A *lig. falciforme hepatis* jobb lemeze a máj domborulatán jobbra húzódik, és megfelel a rekeszről a májra húzódo hashártya elülső lemezének. Ellentétben a bal oldallal, itt a hátulsó lemez nem fekszik az elülső lemezhez szorosan hozzá, hanem jóval lejjebb, a máj zsigeri felszínének kb. a közepén található. *Lig. coronarium dextrum*nak nevezzük a *lig. falciforme hepatis* jobbra irányuló folytatását (a nem létező kettőzet elülső lemeze). A hátulsó lemez a májról már nem a rekeszre, hanem a jobb vesére csap át, ezért a neve *lig. hepatorenale*. Jobb oldalon a *lig. coronarium dextrum* és a *lig. hepatorenale* a *lig. triangulare dextrum*ban találkozik. A két szalag között hiányzik a máj hashártyaborítása (*area nuda*=*csupasz terület*).

A *lig. hepatorenale* balra húzódo folytatása a *fissura lig. venosiban* eléri a *lig. coronarium sinistrum* hátsó lemezét. A két lemez együtt folytatódik a már leírt módon először a *fissura lig. venosiban*, majd jobbra fordulva a májkapu mentén. Ennek jobb végénél a két lemez egymásban fordul át. A fenti kettőzet mentén hagyja el a hashártya a májat. A *fissura lig. venosiból* indul ki a gyomor kiscsücsü felé a vékony, hártyás *lig. hepatogastricum*. A májkapuban ered és a duodenum pars superiorján tapad vaskos kettőzet formájában a *lig. hepatoduodenale*. Ez utóbbi szalag jobb széle lekerekített, szabadon végződik. Vaskosságát az okozza, hogy benne haladnak a májat ellátó nagyerek, idegek, nyirokerek és a máj kivezető csöve (*ductus hepaticus*). Jobb oldalt elöl, szabad széléhez közel találjuk benne a közös epevezeték (*ductus choledochus*), bal oldalt elöl fut a máj verőere: az a. hepatica propria. A kettő között és mögött fut a közel hüvelyknyi tágasságú v. portae. E nagyobb képletek adventitiájában és a köztük levő kötőszövetben vannak a máj és az epeutak vegetatív idegfonatai és nyirokerei.

A *lig. hepatogastricum* és *hepatoduodenale* összefoglaló neve kiscseplesz (*omentum minus*).

Topográfiai viszonyai. A máj helyzetét a 7/26. sémás ábrából lehet megérteni. Orvosi szempontból felső határának elülső mellkasfali vetülete és alsó éles szélének lefutása jelentős. Felső határának vetülete megegyezik a rekesz vetületével, azaz legmagasabb pontján eléri az 5. borda felső szélét. Az alsó széle a középső hónaljvonalától kezdve egybeesik a jobb bordaív vonalával. Ezt a medioinguinalis sagittalis síkban kb. a 10. bordánál elhagyja, és ferdén felfelé szállva keresztezi az epigastriumot. A test középvonalát a processus xiphoideus és a köldök közötti távolság közepe felett (körülbelül az úgynevezett transpyloricus síkban) metszi, majd a 8. bordaporc csúcsánál belép a bal hypochondriumba, amelyben a bal lebeny hegyes csúccsal hamarosan véget ér.

Felszíni érintkezései. Domború felszíne elöl a bordaívek között az elülső hasfallal, egyébként egész kiterjedésében a rekesszel érintkezik. Zsigeri felszíne felül a jobb oldalon (az *area nudánál*) a jobb mellékvesével, a jobb vese felső harmadával, a bal oldalon a nyelőcső hasi szakaszával, a bal lebeny nagyobbik része a gyomor kiscsücsü részének elülső felszínével, a lobus quadratus a gyomor pyloricus és a duodenum felső részével érintkezik. A jobb lebeny felső része, mint láttuk, a jobb vesével érintkezik, és ez rajta jól látható benyomatot okoz (*impressio renalis*). Lefelé a jobb lebeny hátsó és a vese elülső felszíne ék alakban szétternek, és lefelé szélesedő zúgot hoznak létre, melyet a flexura coli dextra és a colon transversum kezdeti szakasza tölt ki. A lobus caudatus a rekesz száraival és a hasi aorta kezdeti szakaszával érintkezik közvetlenül. A gyomor kiscsücsü felett a bal lebeny a kiscseplesszel és ezen, valamint a cseplesztömlőn keresztül, a pancreas elülső felszínével érintkezik. Itteni bizonytalan kiemelkedését régebben tuber omentálnak nevezték.

A máj ezen érintkezéseiből következik, hogy a rekesz légzőmozgásait hűen követi – ezt az hasfalon keresztül tapintható májon fontos észlelni –, és e mozgásokat többé-kevésbé átadja a vele érintkező szerveknek (gyomor, a duodenum felső része, a colon transversum jobb oldali része).

A máj vér- és idegellátása. A májba két ér hozza a vért, a v. portae és az a. hepatica propria. A vena nagyobb, mint az arteria. A v. portaen jut be a májba a gyomorból, a vékony- és vastagbélből, a rectum felső 1/3-ából, a pancreasból és a lépből érkező vér. Ez a terület megfelel a truncus celiacus páratlan zsigeri ágai által ellátott területnek. Az a. hepatica propria a truncus celiacus másodlagos ága.

A máj állományába belépő ereket a májkaputól kezdődően elég jelentékeny mennyiségű kötőszövet kíséri. A kapuhoz közel ez még elég vaskos kötegeket képez, de az erek elágazódásának megfelelően gyorsan igen finom méhlepényszerű sővényrendszerre oszlik, amely a máj szöveti lebenyeit választja el egymástól. Emberben ez a kötőszövet igen csekély mennyiségű, a sertésmáj viszont kötőszövetben igen gazdag. A máj felületén a hashártyaboríték alatt újra valamivel tömegesebb a kötőszövet. Ezt az egész kötőszöveti rendszert Glisson-toknak nevezik, noha valójában egyáltalán nem tok.

Mind a v. portae, mind az a. hepatica propria két ágra válik a máj állományában vagy már a porta hepatis előtt. A további oszlások során kialakuló venák és arteriák együtt haladnak. A mindig nagyobb lumenű venát és a kisebb arteriát harmadik képletként egy köb- vagy hengerhával bélelt epeút kísér. A három képletet együtt *portalis trias*nak nevezik.

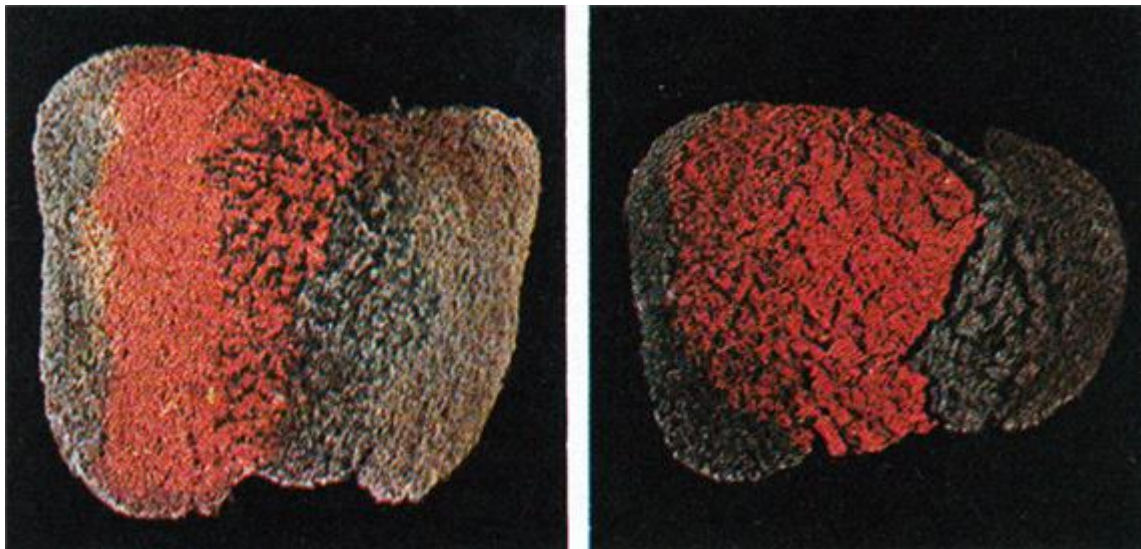
A portalis érképletek elágazása bizonyos szabályosságot mutat; a másodlagos ágak által ellátott máj állományrészeket a máj segmentumaiként foghatjuk fel, mégpedig portobiliaris segmentumaiként **(7/40. ábra)**. (Elkülönítendő a máj elvezető v. hepatica rendszere által alkotott s az előbbiekkal alternáló és – fedésbe kerülő segmentumoktól.) E segmentumok határai a máj állományán nem jelentkeznek, csupán az egyes segmentumágak különböző színben festett anyagokkal való feltöltésével tehetők láthatóvá. Mégis, minthogy határaik megközelítően sagittális síkban futnak, a segmentumos elrendezés a máj sebészeti úton való részleges eltávolítására (pl. daganatok esetében) ad lehetőséget, a megmaradt rész jó vérrellátásának biztosításával. Ugyancsak a máj korróziós anatómiájából ismerhető fel, hogy az emberi máj voltaképpen háromlebenyű, ugyanis a lig. falciforme tapadásától jobbra egy közbülső, lapos, ékszerű lebeny képezi a jobb lebeny bal részét.

A portalis érképletek legfinomabb, ún. interlobularis ágai az emberben majdnem csak jelzett mennyiségű interlobularis sővényekben helyezkednek el. E sővényrendszer és a lebenyes szerkezet jobb megértésére a szövettani gyakorlatokon általában sertésmájból vett metszeteket is be szoktak mutatni.

Az a. és v. *interlobularis*okból a vér a májlebenyke sinusaiba, onnan a lebenyke közepén húzódó v. *centralis*ba jut. A venás és az arteriás vér a sinusokban összekeveredik.

Felteszik azonban, hogy mindkét ér presinusoid részének simaizomfalai sphincterszerűen szabályozzák a kétféle vér beáramlását. Emellett szólna a portalis erek igen gazdag idegellátása.

A sinusok szerkezetéről a máj szövettani leírásánál írunk majd. A vv. *centrales* a lebenyke alapján kilépve nagyobb önálló, de gyenge falú elvezető vénákba nyílnak (vv. *sublobulares*), amelyek egymással összeszájadzva a vv. *hepaticae* rendszerét képezik. Ezek végül néhány törzs alakjában szájadzanak be a vena cava inferiornak a máj sulcus venae cavaejába beágyazott szakaszába.



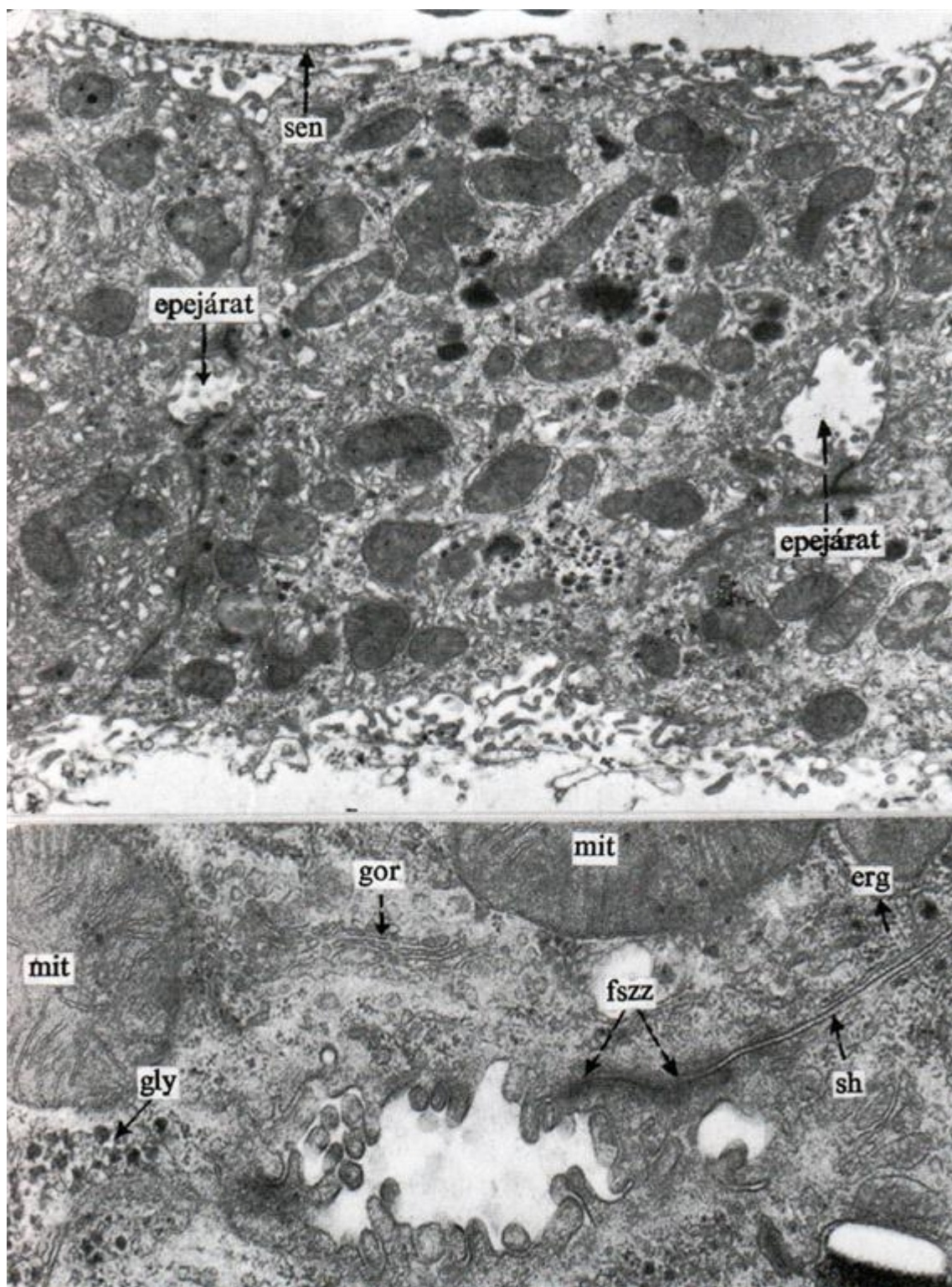
7/40. ábra. A máj segmentalis szerkezete két különböző alaktípusú májban (Ungvári Gy. készítményei). Bal kép: a vena portae segmentumai balról jobbra (tehát a jobb lebeny felől számítva) zöld-piros-kék, az ezeket mintegy 50%-ban átfedő vena hepatica segmentumok barna-fekete-barna műanyaggal vannak feltöltve; jobb kép: a középső vena hepatica segmentum feltöltése nem sikerült

Mint említettük, a venae hepaticae a portalis erekhez hasonló, de velük szemben alternálóan fél-fél segmentummal eltolódott elágazódási segmentumokat képeznek (7/40. ábra).

A máj nyirokútjai. A májban a nyirokerek az interlobularis kötőszövetben kezdődnek. A nagyobb erek több irányban hagyják el a májat, ún. a májkapun keresztül a nodi lymphatici hepaticae felé, a vv. hepaticae mentén a mediastinalis nyirokcsomók felé, a lig. falciforme mentén a parasternalis nyirokcsomók felé. A máj nyirokerei eljutnak az aorta körüli nyirokcsomókhoz is.

A máj beidegzése. A májkapun keresztül sympathicus jellegű postganglionaris idegrostok lépnek a máj állományába.

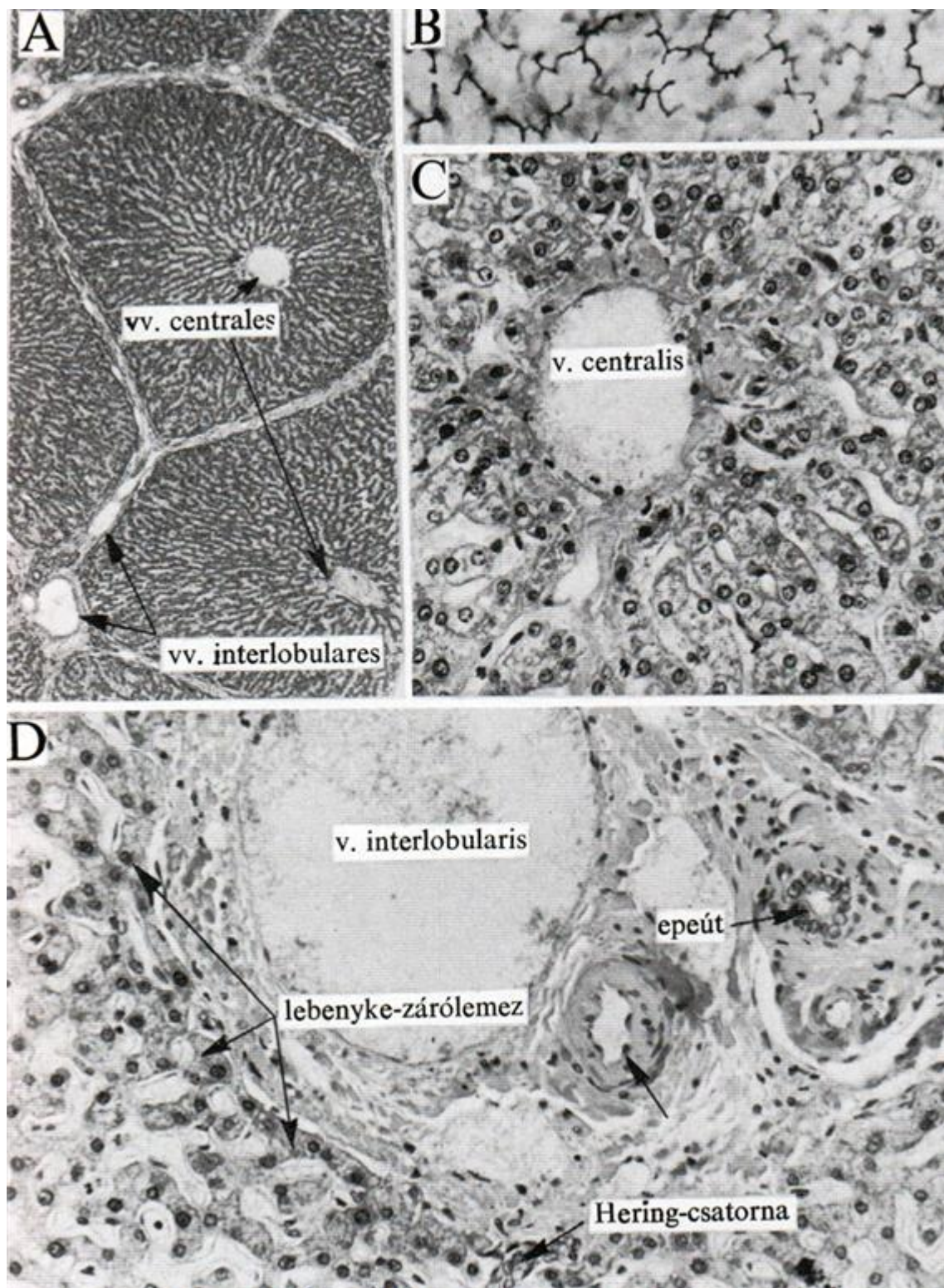
A máj szövettana. A májsejtek poligonális hámsejtek, fénymikroszkópban is részletdúsnak tűnő plasmával, nemritkán két maggal. Leírásukat az elektronmikroszkópi kép nyomán adjuk (7/41. ábra), amelyből könnyebb visszafelé következtetnünk a fénymikroszkóppal látható viszonyokra. A májsejt plasmájában bőségesen találni sima és durva felszínű endoplasmás reticulomot, az utóbbihoz asszociált ribosomákat, nagyméretű mitochondriumokat, jól fejlett Golgi-membrán-rendszereket és az epecapillarisokhoz közel lysosomákat. A sejtzárványok közül a legfontosabb a glikogén; ez elektronmikroszkópos képen sötétén mutatkozó amorf szemcsék képében jelentkezik (7/41. ábra). Mennyisége erősen függ a felszívott szénhidrátok mennyiségétől, amelyeket a máj glikogén alakjában tárol.



7/41. ábra. Májsejtek elektronmikroszkópi képe (Virágh Sz. felvételei). Felső kép: gyenge nagyítással mutatja egy májsejtlemmez átmetszetét három májsejt részleteivel, köztük egy-egy epejárat átmetszetével. A kép felső és alsó szélén látható a májsejt bolyhokat tartalmazó Disse-tér, és felül a rendkívül elvékonyodott sinusendothel (sen); alsó (nagyobb nagyítású) kép: két szomszédos májsejt részlete egy közük zárt epejáratával, amelybe a májsejtek mikrobolyhjai nyúlnak be. Jobb felé jól kivehető a két májsejt sima határa (sh), amelyet az epejárat szomszédságában felszínzáró (fszz) macula occludens–macula adherens rendszer zárja le. A májsejtre jellemző a nagy, sötét matrixú mitochondriumok (mit), ergastoplasma (erg), Golgi-rendszer (gor) és amorf glikogén szemcsék (gly) (nem tévesztendő össze a sokkal finomabb és rozettaszerűen rendezett, kevésbé elektronsugár-elnyelő ribosomákkal) előfordulása

A legérdekesebb a májsejt felületének alakulása. Minthogy a májsejtek egyetlen rétegből álló lapokat képeznek, kétféle felszínüket kell megkülönböztetnünk. A szabad vagy sinus felé tekintő felszínek sűrűn álló mikrobolyhokkal borítottak, amelyek pillérszerűen mintegy támasztják a sinusok endothelsejtjeit, és velük közrefogják a Disse-tereket (lásd később). Ugyancsak a felszínek barázdáiba mélyed belé a májszövet rácsrostváza. A májsejtek közötti érintkezési felszínek emberben elég simák. Két vagy helyenként három májsejt egymással érintkező felszínén található fél- vagy harmadbarázdák pontosan összeilleszkedve képezik a máj epecsatornácskáit (7/41. ábra), melyeknek falát a májlebenyén belül a májsejtek sejthártyája alkotja.

Az *intralobularis epecapillaris*okat legjobban Golgi-impregnációval tehetjük láthatóvá, elrendeződésükről a májsejtlebenyén belül a **7/42. ábra**, B nyújt fogalmat. Az epecapillaris a májsejtek közötti intercelluláris résektől macula occludens típusú sejthártyaösszeolvadások választják el, amelyekben máshámszövetekhez hasonlóan a kettős sejthártyák külső rétegei egy darabon összeolvadnak. Megkülönböztetendők ezektől a távolabb elhelyezkedő desmosomaszerű sejthártya-megvastagodások, melyek valószínűleg inkább a sejtek mechanikai összetapadását biztosítják.



7/42. ábra. A máj főmikroszkópos szerkezete. A: lebenykes szerkezetet mutató sertésmáj; B: epecapillarisok hálózata Golgi-impregnációval; C: emberi máj vena centralisát körülvevő sugarasan összetérő májsejtlemezek (a vena centralisnál nincs májsejtekből álló zárólemez); D: emberi máj portális térsége; jól felismerhető a „portális trias” (v. portae ág, arteria hepatica ág és önálló hámfallal bíró epeút); a portális térséget a lebenyek felé májsejtekből álló zárólemez határolja; az epecapillarisokból az önálló falú epeutak felé átvezető Hering-csatorna látható alul

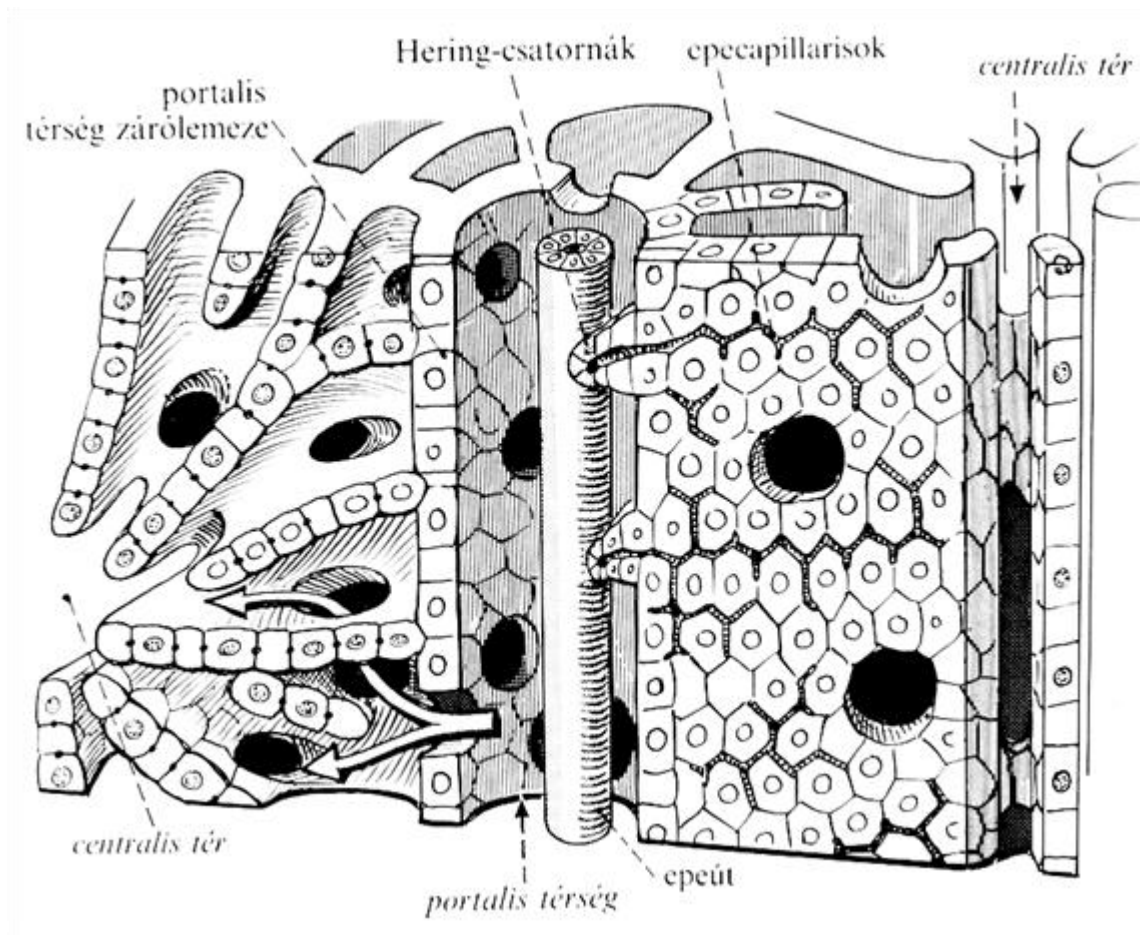
A máj szöveti egysége a klasszikus leírás szerint a májlebenyke (*lobulus hepatis*; 7/42. ábra, A). A lebenyke idealizáltan hatszögletű gúlával vagy csonkagúlával lezárt hatszögletű hasábnak megfelelő idomú, kb. 2 mm

hosszú és 1 mm átmérőjű. A lebenykék a máj állományát csaknem maradéktalanul kitöltik; csupán igen kevés interlobularis kötőszövet található leginkább a v. portae és az a. hepatica interlobularis ágai, valamint az önálló falú epeutak végső ágai körül. A májlebenyke a hossz tengelyére vonatkoztatva sugaras elrendeződésű hámsejtlemezekből áll. Körülbelül úgy, mintha egy vastagabb spirálrugós fűzet két fedőlapját hátrafelé összehajtanánk, és lapjai egyenletesen sugároznak szét.

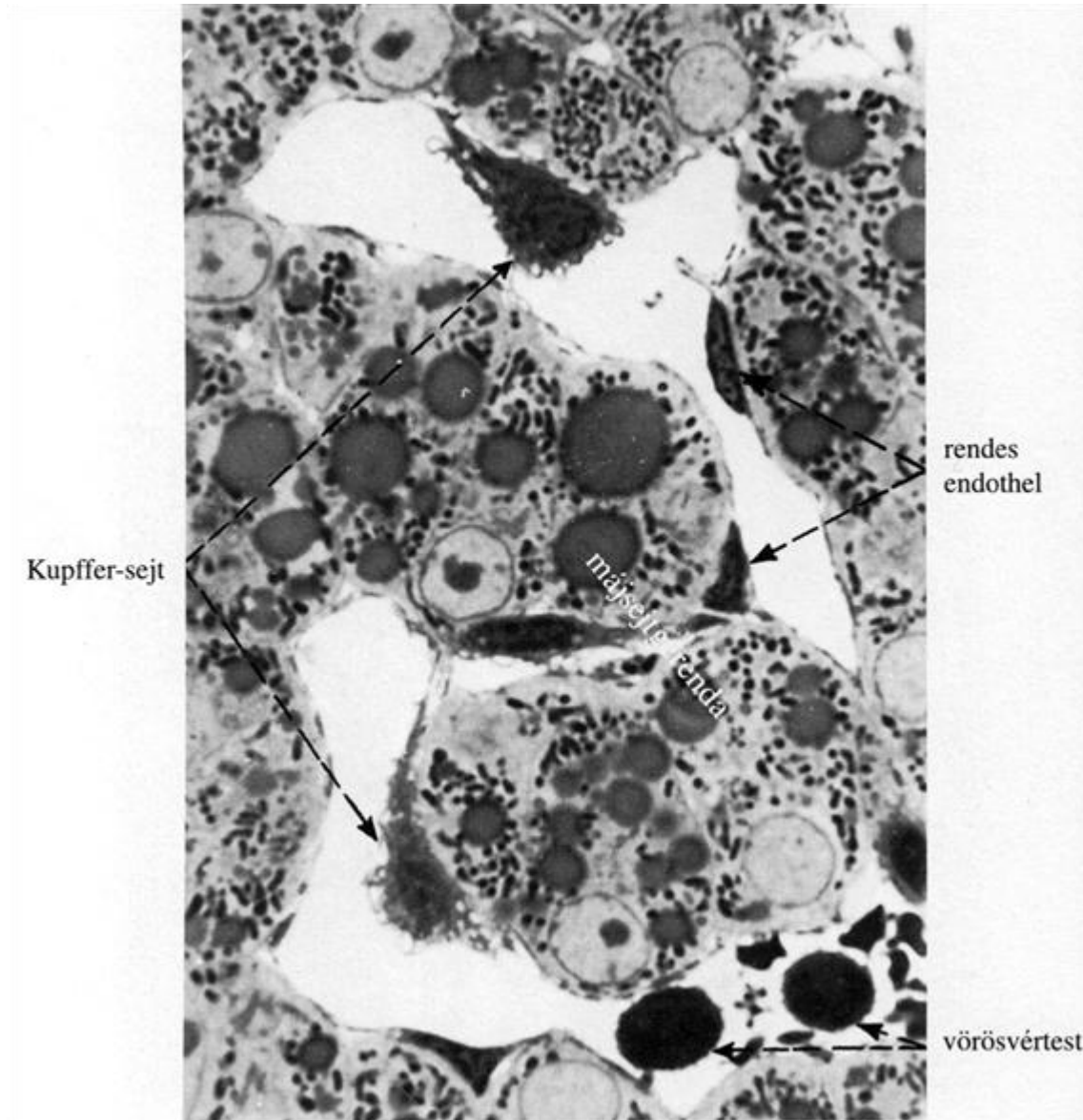
Az egyes lemezek egyetlen májsejtrétegből állnak, és helyenként tág hézagokkal bírnak. Minthogy a sejtek méretei a lebenyke centrumában és periferiáján nem különböznek lényegesen, a sejtlemezeknek a lebenyke tengelyétől kifelé haladva szükségszerűen el kell ágazniuk, azaz a sejtlemezek száma kifelé szaporodik. Amint ez a sémás májszöveti tömbszelvényből kitűnik (**7/43. ábra**), a májlebenyke periferiáját a portalis érkötegek felé egy májsejtekből álló, a lebenyke felszínével párhuzamos határoló sejtlemez zárja le (7/42. ábra, D). Ilyen határoló sejtlemez nem található a lebenyke tengelyét elfoglaló ún. centralis vena körül (7/42 C és 7/43. ábra).

A sugarasan szétterő sejtlemezek közeit capillarissinusoidokból álló érhalózat tölti ki. Nevüknek megfelelően ezek nem szokásos értelemben hajszálerek, hanem endothelsejtekkel borított rések, amelyek laposan szétterülő hálózat módján töltik ki a sejtes lemezek közti réseket, de a sejtlemezek likacsain keresztül szomszédos rések egymással is bőségesen közlekednek. A sinusoidok falát borító endothelsejtek a közönséges érendothelhez hasonlítanak (**7/44. ábra**), magvaik laposan ovoidok, kromatindúsak, általában nem mutatnak phagocytosist. Az ellapult endothelsejtekben, sőt néha a sejtek között is apró lyukakat találunk (fenestrált endothel), melyeken keresztül nagyobb molekulák is képesek átjutni a sinusoidokból az azokat körülvevő térbe (Disse-tér, lásd később), ill. fordítva, a Disse-térből a sinusoidok lumenébe.

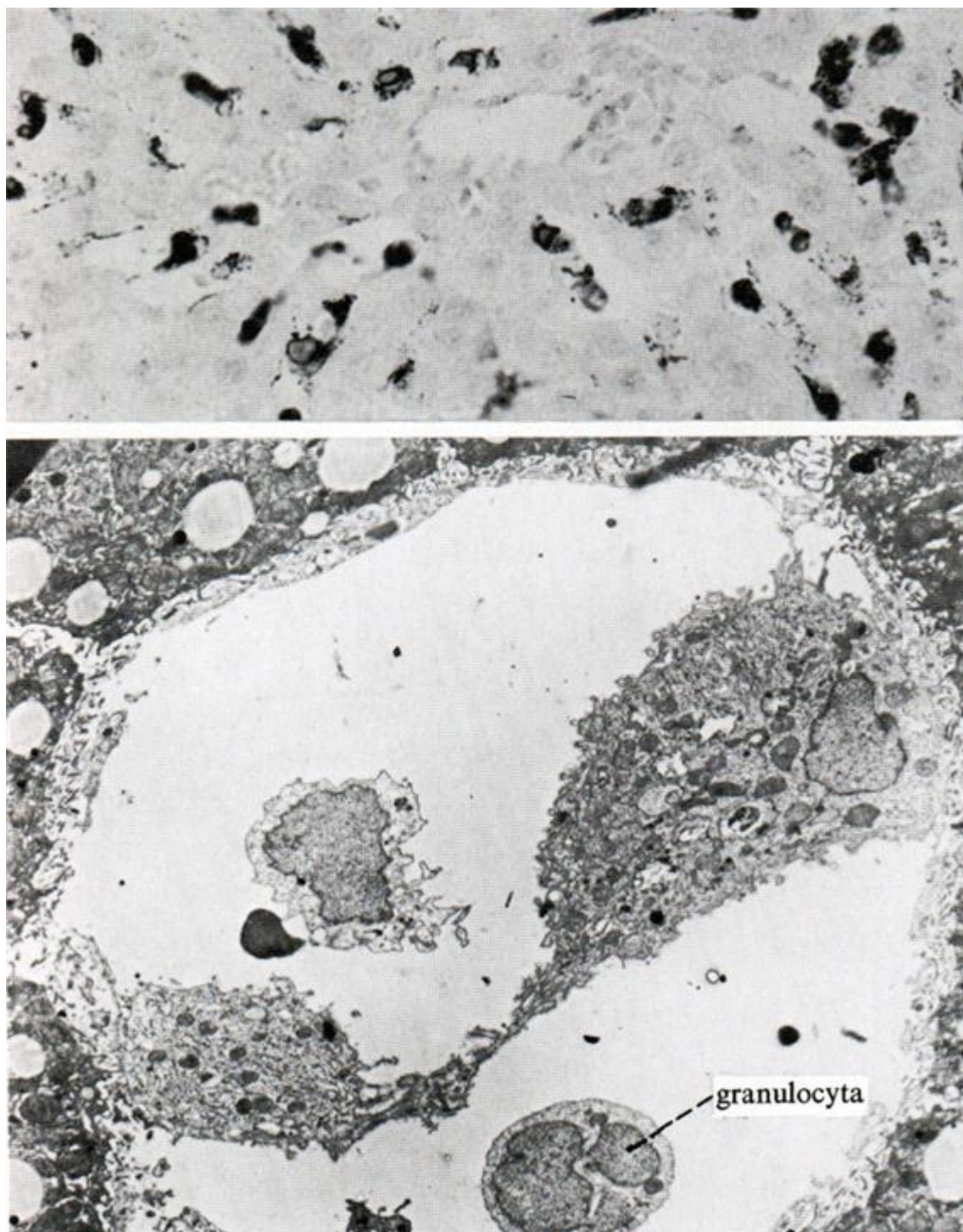
Az endothelsejtek között található másik sejtféleség nagyobb gömbszerű, kromatinszegényebbnek tűnő maggal bír (persze a mag nem szegényebb kromatinban, hanem csupán nagyobb térben tartalmaz ugyanannyi kromatinállományt). A sejt plasmája kevésbé ellapult, ribosomákban dúsabb. Póklábszerű nyúlványaival részben a többi endothelsejt közé ékelődik, részben nyúlványaik át is hidalják a sinusoidok ürterét (**7/45. ábra**). A vérpályába suspensio formájában bejuttatott kolloidális eloszlású, ún. vitális festékeket (pl. tripankéket) vagy nagyon finom diszperzitású, nem igazán kolloidális eloszlású anyagokat (pl. tusoldat szemcséit) erősen phagocytálják. Ezeket a sejteket régtől fogva *Kupffer-féle csillagsejtek*nek nevezik. – A sinusoidok a rendes capillarisoktól elsősorban abban különböznek, hogy nincsen igazi membrana basalisuk, sőt elektronmikroszkópos értelemben sem látunk az endothelsejteken kívül lamina basalist, csupán egyes kötőszöveti rostkötegeket, amelyek a májsejtek barázdáiba bemélyedve mind a májsejtlemezek, mind a sinusoidok kötőszöveti vázszerkezetét adják. Ezek a kötőszöveti rostkötegek fénymikroszkópos nagyságrendben argyrophil, azaz rácsrostoknak felelnek meg.



7/43. ábra. A máj hámszövetének elrendeződése Elias szerint (kizárólag a májsejtlemezek és az epeút háma került ábrázolásra). A sémás kép jobb oldalán a metszés hosszában találja a lebenykét, de nem metszi a centralis teret; a bal oldalon a metszés keresztben találja a lebenykét (a fehér nyilak a véráramlás irányát mutatják)



7/44. ábra. A májsinusok falát béleelő kétféle sejt félvékony metszetben (Virágh Sz. készítménye). Az elektronmikroszkópia kifejlesztette új szövettani módszer, a félvékony, az elektronmikroszkópi értelemben vett ultravékony metszetekhez (15–20 nm) viszonyítva értendő, ti. körülbelül 1 mm körüli vastagságú ultramikrotommal készített metszet. A képen jól felismerhetők a falhoz simuló, lapos magvú rendes endothelsejtek és a bolyhos felszínű Kupffer-féle sejtek

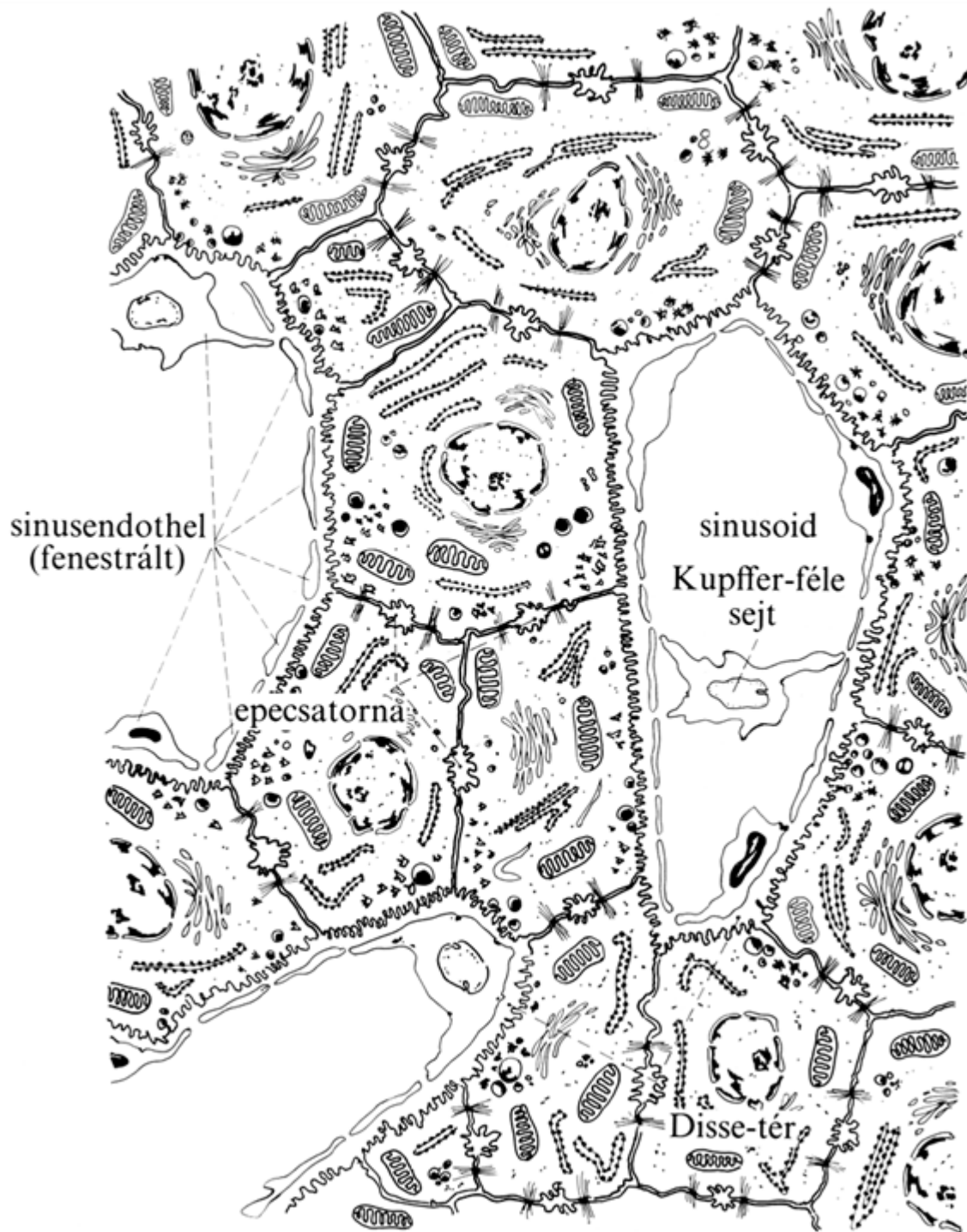


7/45. ábra. A májsinusoidok Kupffer-sejtjei Felső kép: a kolloid festékszemesék phagocytosisa útján láthatóvá téve, erős fénymikroszkópos nagyítás (Jancsó M. készítménye és felvétele), alsó – gyenge elektronmikroszkópos nagyítás – kép: a sinusoidot áthidaló Kupffer-sejt (Virágh Sz. felvétele)

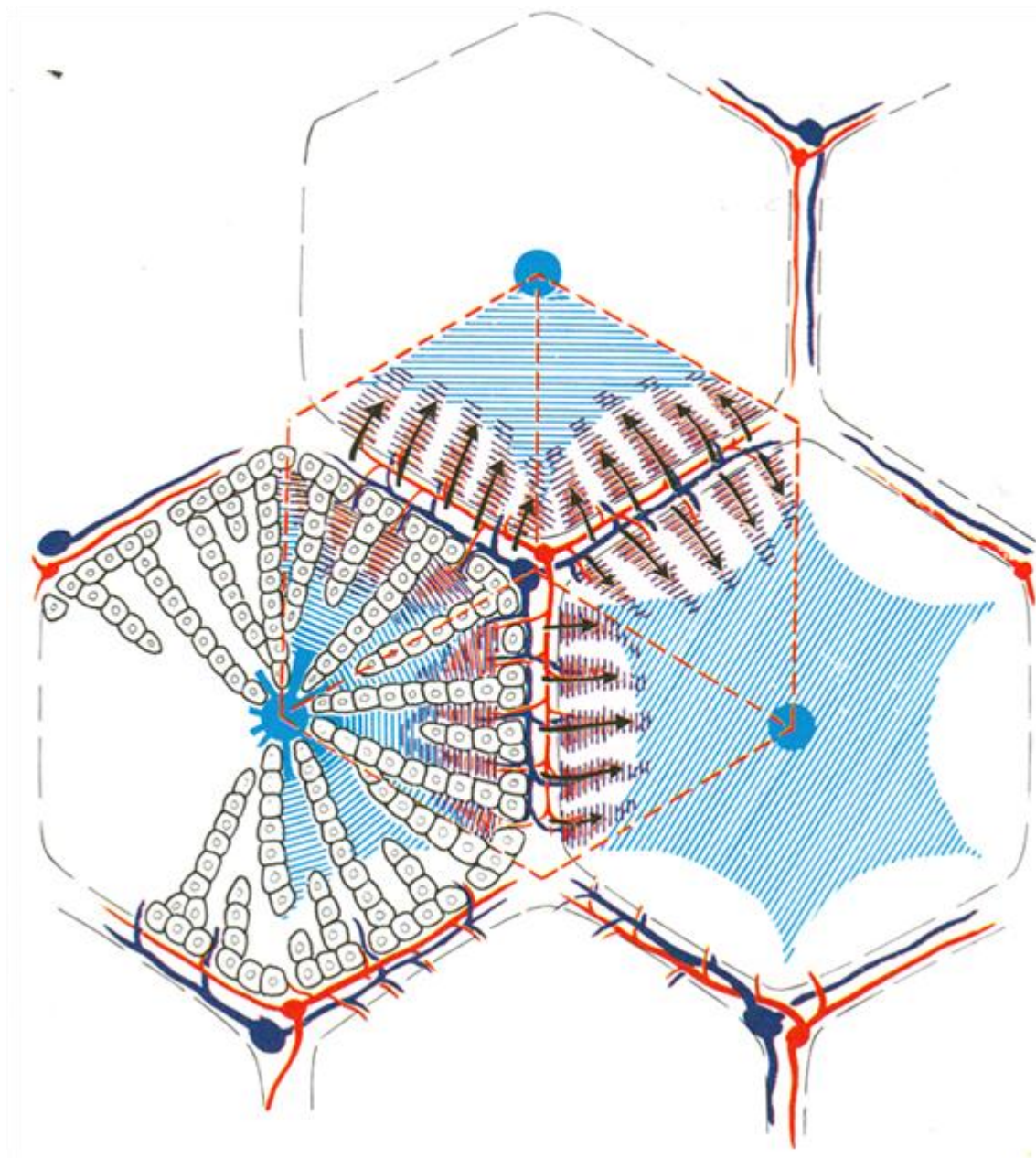
Disse-terek. A májsejtek felszíneinek a sinusoidok endothelfalával közvetlenül érintkező részei nagyszámú mikrobollyal bírnak (7/46. ábra), ezek összessége az endothelsejtek külső felszínével elég jelentékeny méretű sejt közötti teret fog közre. E szerkezetben az a lényeges, hogy a sinusoid endothel vékony falrészein vagy éppenséggel résein keresztül nyilván aránylag szabadon kijut a vérplasma a Disse-terekbe, és ott közvetlenül érintkezik a májsejtek felületét jelentősen megnövelő mikrobolyhokkal. Minthogy a májnak döntő szerepe van a vérplasma fehérjéinek szintézisében (a gamma-globulinokon kívül az összesében), valamilyen speciális válogató és irányító mechanizmusnak kell itt lennie, mely a Disse-terekből a fehérjéket a sinusoidok ürege, a szövetnedv

többi részét pedig a májlebenyke felülete felé tereli. Lehet, hogy az endothel aktív közreműködése is kell a plasmaalkatrészek eme „szétválogatásához”.

A máj magasabb rendű szöveti egységeinek idáig adott klasszikus leírása elsősorban az emberi máj vonatkozásában nem egészen helyes, és főleg nem alkalmas a májszövet kórfolyamatai számos fontos jelenségének magyarázatára. Ez már a májszövet felületes megtekintéséből is kitűnik. A klasszikus hatszögletű lebeny felfogásából ugyanis logikusan az következik, hogy egy-egy lebenykének vagy hat oldalán, vagy hat élén kellene, hogy elágazzék egy-egy portalis trias. Csupán ilyen eloszlásnál volna biztosítva a lebenykét átáramló vérnek valóban egyenletes sugaras átszüremkedése a lebenyke peripheriájától a lebenyke tengelyében futó vena centralis felé. A valóságban ehelyett egy-egy keresztben metszett lebenyke körül általában 2-3-4 portalis trias keresztmetszetét látjuk. Ezeket portalis gyökereknek (*radicula portalia*) nevezik. A lebenykék alakjának és elrendeződéseinek természetes szabálytalanságait elhanyagolva *Rappaport* (1958) a portalis ellátás új sémás elképzelését, a *májacinus* fogalmát vezette be. Ezt az idealizált elrendezést és annak a klasszikus lebenykéhez való viszonyát a **7/47. ábra** mutatja. Ebből kitűnik, hogy a májacinus keresztmetszetben rombusz alakú terület (a valóságban ilyen átmetszetű hasáb), amelyből mindig három különböző alkot egy lebenyke nagyságú, de a valóságban három lebenykéhez tartozó portalis egységet. Egy-egy ilyen portalis egység közepében halad egy portalis trias, és hat éle közül háromra jut egy-egy vena centralis, míg másik három élére egy-egy érmentes lebenyközi csomópont.



7/46. ábra. Májsejtek és májsinusoidok sémás ábrázolása. A májsejtek összefekvő felszíne sima, a sejtek között epecsatornák találhatók. A sejteknek a sinusoidok felé fordított felszíne mikrobolyhokkal borított. A fenestrált endothelsejtekkel bélelt sinusoidok és a májsejtek szabad felszíne közötti rés a Disse-féle tér. Az egyik sinusoidban egy Kupffer-sejt is található



7/47. ábra. A „portalis gyökér” és a Rappaport-féle májacinus fogalmának erősen idealizált sémája. A májacinust piros, szaggatott vonalrendszer jelzi; három acinus egy hatszögletű kúp alakú „portalis gyökér körüli lebenyt” hoz létre. Ennek viszonya a klasszikus hámlebenyhez a fekete, szaggatott vonalrendszer és a bal alsó kirajzolt májsejtlemmezű lebenyke alapján érthető. A vena portae ágai ibolya, az arteria hepaticae piros és a vena centralisok kék színnel feltüntetve. A sémából és a vér kitüntetett áramlási irányait jelző fekete nyilakból, valamint a megfelelő színű sávozásból érthető, hogy a három májlebenykének a portalis gyökeret körülvevő lóherelevél alakú része aránylag jó vérellátású, míg a kék sávozással jelzett fennmaradó tér central felé romló oxigénellátással bír. E szerkezeti viszonyok patológiai következményeit a kórbonctanban, a kórélettanban és a belgyógyászatban ismerjük majd meg

Természetesen legyünk tisztában azzal, hogy ez nagymértékben idealizált elképzelés, amelynek tökéletesen megfelelő elrendezést nem mindenütt látunk, részben a lebenyek szabálytalansága, részben a metszésnek a lebenyekhez való eltérő (azaz nem haránt) iránya folytán. A rajzból is kitűnik, hogy a rombusz alakú acinus mindig két egymással határos lebenyhez tartozó, egyenlő oldalú háromszögletű (a valóságban ilyen hasábnak megfelelő) cikkelyből áll. A rombusz rövidebb átlójával határos részek (a háromszögek egymás felé fordított alapjai) vérrel a legjobban ellátottak, mert ezek kapják a vena portae és az a. hepatica radicularis ágaiból eredő végágak vérét. A sémás rajztól eltérően ezek az erek nem haladnak egy meghatározott síkban, hanem szabálytalanul felfelé vagy lefelé, eredési pontjuktól számítva. Az acinusoknak a két vena centralisszal határos

egymástól legtávolabbra eső része vérrel aránylag legkevésbé jól ellátott. A máj acinusokból való felépítésének eme új képzete számos, a máj szöveti károsodásainál tapasztalt jelenséget sokkal jobban alkalmas magyarázni. Ezek tárgyalását azonban át kell engednünk a kórbonctan és a belgyógyászat megfelelő fejezetének.

Mindenesetre a leírt szerkezeti viszonyokból logikusan következik, hogy a vér áramlása a májban koránt sincs mereven meghatározva a májlebenyke peripheriájától sugarasan a központ felé vezető irányban, hanem a szövet különböző érfeleségeiben és különböző területekben pillanatnyilag uralkodó nyomásviszonyok szerint a vér más utat is vehet; pl. két szomszédos acinus közös oldala mentén az egyik portalis érkötegtől a másik felé.

Intrahepaticus epeutak. A májlebenyke szélén az epeacillarissokat rövid szakaszon májsejtek, majd ezektől eltérő epejáráthámsejtek határolják; ezek a *Hering-féle csatornák* (7/43. ábra), amelyek végül benyílnak a valódi epejáratokba. Ezen utóbbiak a portalis trias egyik elemeként az interlobularis kötőszövetben haladnak. Eleinte köbhámból, majd később hengerhámból álló csövek (7/42. ábra, D).

Több epeút összeszájadásából kialakuló járatok már a hámsejtek körül elhelyezkedő kötőszövetes fallal is bírnak. Végül két nagyobb epejárat lép ki a májból, melyek rövidesen egyetlen ductus hepaticusszá egyesülnek.

2.5.1.1. Epeutak

A májkapuból két ággal előlépő gyűjtő epejárat itt hamarosan egyesül az ún. májvezetéké (ductus hepaticus). Ez mintegy 2-3 cm-nyi darabon halad lefelé a lig. hepatoduodenale lemezei között, majd hegyesszögben találkozik össze az epehólyag kivezetőcsövével, a ductus cysticusszal. Egyesülésükből jön létre az ún. közös epevezeték (ductus choledochus). Ez a két előbbinél valamivel tágabb járat eleinte a lig. hepatoduodenale jobb széléhez közel halad lefelé és kissé medial felé, majd elérve a hasnyálmirigy fejének felső szélét, ennek egy hátsó barázdájába mélyed, végül a pancreasfej és a duodenum leszálló részének bal oldala közé bezárva halad még lefelé.

A duodenum leszálló részének felső és középső harmada között rendszerint összetalálkozik a hasnyálmirigy fő kivezető csövével; a kettő párhuzamosan haladva átfúrja a duodenum falát, és a papilla duodeni majoron nyílik.

A duodenum leírásában említettük, hogy gyakran a két vezeték a papillába bemélyedő fülkeszerű öbölbe, a *diverticulum duodenale*- (Vateri)-ba (*ampulla hepatopancreatica*) nyílik. Más esetben a két járat benyílása egymás mellett ugyan, de külön van a papilla csúcsán. A ductus choledochus körkörös simaizomrétege az alsó – a duodenum falát átfúró – szakaszon erősebben fejlett, úgyhogy a duodenumba való benyílásánál szinte sphincterről lehet szólni.¹³¹³

2.5.1.2. Epehólyag

Az epehólyag (*vesicafellea*) karcsú, körte alakú tömlő, amely a máj H alakú barázdarendszere jobb függőleges szárának alsó részébe (*fossa vesicae felleae*) illeszkedik. Rendes helyzetében lefelé tekintő tompa vége (*fundus vesicae felleae*) a máj alsó szélét rendszerint csak éppen hogy meghaladja; a máj állománya itt erősen elvékonyodik vagy kis behúzódat mutat. Az epehólyag fundusa itt pontosan a medioinguinalis vonal medialis oldalán, a 10. borda porcos csúcsa alatt fekszik. Az epehólyag teste (*corpus vesicae felleae*) fokozatosan elvékonyodva halad felfelé, hátra és kissé medial felé. Az epehólyag elvékonyodott nyaka (*collum vesicae felleae*) éles határ nélkül megy át a ductus cysticusba. Ez mindjárt a kezdetén hegyesszögben horogszerűen visszafordul, és a lig. hepatoduodenaléba belépve, kb. 4 cm-nyi lefutás után egyesül a ductus hepaticusszal.

Hashártyaviszonyok. Az epehólyagot a májhoz rögzíti a máj visceralis felszínét borító hashártya, mely – aszerint, hogy az epehólyag mélyebben vagy kevésbé mélyen ágyazott be a máj állományába – többet vagy kevesebbet borít az epehólyag oldalsó felszíneiből. Az epehólyag elülső (májhoz fekvő) felszínét természetesen nem borítja hashártya.

Topográfia. Fundusa hátrafelé a colon transversummal, corpora és nyaka a duodenum leszálló részével érintkezik. Fundusának és testének elülső testfali vetülete a medioinguinalis és transpyloricus sík közötti lefelé és medial felé tekintő szögletbe esik.

Érellátás. Arteriás ellátását az a. hepatica jobb ágából eredő a. cystica adja, mely a májkapuhoz közel eredve az epehólyagot nyakán éri el. Venái a v. portaeba ömlenek, bő nyirokere a májkapu nyirokereéhez csatlakoznak.

¹³¹³ PNA: m. sphincter ampullae hepatopancreaticae; a klinikai gyakorlatban leírja nyomán Oddi-sphincter (Oddi: olasz sebész).

Sebészeti szempontból igen fontosak az a. cystica rendellenességei, különösen, amikor maga a májat ellátó jobb ág halad az epehólyag nyakához, és csak az epehólyag falán ered az igazi a. cystica.

Falszerkezete. Nyálkahártyája finom, hálózatos kötőszöveti mintához hasonló rajzolatot képez, amely az epehólyag nyakában és a ductus cysticus kezdetén spirális lefutású nagyobb nyálkahártyaredőbe megy át. Hámja magas, igen szabályos hengerhám, amelynek felszínét a vékonybéléhez hasonlóan mikrobolyhok borítják (7/48. ábra). Ez is jelzi, hogy e hámfelszín felszívó (az epét besűrűsítő) működésű. Elvértve kehelysejtek is előfordulnak; mucinosus nyálmirigyek csak az epehólyag nyakában és az epeutak falában találhatók.¹⁴¹⁴

A hámréteget a tunica propria rögzíti az egységes hálózatos izomfalhoz. Az izomfalon kívül még egy meglehetősen erős, rugalmas rostokban bővelkedő rostos falréteg van, amelyhez a hashártyaborítás rögzül. Számos apróbb idegsejtcsoport is található a fal külső rétegeiben.

A máj és az epeutak fejlődése. A máj telepe már igen korán jelentkezik (7/16. és 7/25. ábra) az előbélnek az első bélkapu fölötti szakaszán, mint kifelé boltosuló hámmegvastagodás (májöböl vagy májvályú). Az előbél további fejlődése során ez a májkezdemény a duodenum domborulatára kerül. A májtelep szaporodó hámszöve a szívkezdemény alatt az első hasfal mesenchymájából kialakuló ún. septum transversumba burjánzik bele. Ezzel a septum transversummal bővebben kell foglalkoznunk a testüregek elkülönülése és a hashártya összefoglalása című fejezetben a zsigertan végén; ugyanis ennek a behatoló májszövet felett megmaradó része egyben a rekesz elülső telepét is alkotja.

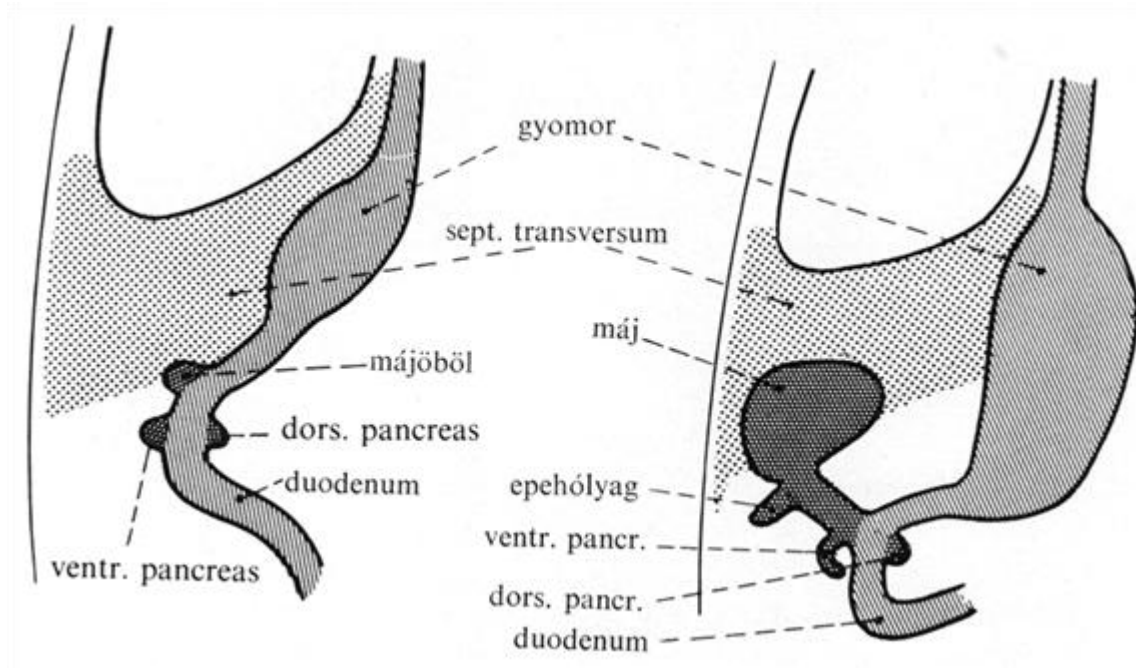
¹⁴¹⁴ Az epehólyagon végzett sebészeti beavatkozások szempontjából fontosak a nyálkahártyának az epehólyag falán áthatoló vak járatai (Aschoff-féle járatok), amelyek behatolhatnak a máj állományába. Nem mirigyjáratok, hanem fejlődési maradványok.



7/48. ábra. Epehólyag fala (hematoxin-eozin festés, 540-szeres nagyítás). Alul a májszövet határa ismerhető fel

A májkezdemény mindjárt kezdeti hámcsap korában T alakban kettéválik (**7/49. ábra**). Ennek alsó, fejlődésében kissé visszamaradó része képezi az epehólyag és a dactus cysticus hámját. Felső, a septum transversumba beburjánzó hámgerendákat adó része a máj és a májon belüli epeutak hámját adja, valamint az elágazás feletti része a ductus hepaticust. Alsó, közös szára a ductus choledochus hámtelepét szolgáltatja.

A máj fejlődésére visszatérünk még a hashártya fejlődésével kapcsolatban.



7/49. ábra. A máj-epehólyag telep, valamint a ventralis és a dorsalis pancreastelep kialakulása és első fejlődési mozzanatai

2.5.2. Hasnyálmirigy

A **hasnyálmirigy** (*pancreas*) a hasüreg másik nagy emésztőmirigye, amely azonban nem csupán az emésztés egyik legfontosabb tényezője, hanem exocrin mirigyszövet mellett szigetszerűen elhelyezett belső elválasztású szövetrészeket is tartalmaz. Ezek az élethez nélkülözhetetlen inzulint termelnek. Az exocrin szövet által termelt pancreasnedv mindhárom fő tápanyagféleséget (fehérjéket, zsírokat és szénhidrátokat) emésztő fermentumokat tartalmaz.

Alak, elhelyezkedés és részek. A pancreas hosszan elnyúlt (12–14 cm) keskeny (a kutya nyelvéhez hasonlító) mirigyes, élön gyengén rózsaszínű, tetemben szürkésfehér, mintegy 80 g tömegű szerv. A hasüreg hátsó falához tapadva húzódik az 1. és 2. ágyéksigolya magasságában csaknem harántul, mégis jobb, vaskosabb vége a duodenum által alkotott homorulatban lejjebb helyezkedik el, mint a bal hypochondriumba benyúló farka. Dorsoventralis irányban összelapított, úgyhogy elülső és hátsó felszínét különböztetjük meg, de e két felszín lefelé ék alakban egymás felé konvergál.

A duodenum homorulatát kitöltő, a többi részénél jóval szélesebb (magasabb) része a fej (*caput pancreatis*). Ez a duodenum homorú oldalát megfelelő vájulatába fogja (néha majdnem körülöleli egész kerületét), és vele kötőszövetesen összenőtt. A fej alsó része a duodenum alsó része mentén horog alakúan még bal felé is visszakanyarodik (*processus uncinatus*), amelyet a pancreas testéből az incisura pancreatis nevű bevágás választ el. A fej a pylorus mögött ferdén felfelé irányuló nyakszerű résszel megy át a pancreas testébe (*corpus pancreatis*). Minthogy ez a haránthoz közelebb álló lefutású, a fej és a nyak határán szöglettörést látunk, amelynek megfelelően a felfelé irányuló kiemelkedést kiscseplesszel érintkező tuber omentalisnak nevezzük. A test bal felé és kissé felfelé haladva fokozatosan keskenyedek, és éles határ nélkül a farkba (*cauda pancreatis*) megy át. A fark már a bal hypochondriumban fekszik, és rendszerint (bár nem mindig) eléri a lép hilusának alsó részét, ahol lekerekítetten végződik.

Hashártyaviszonyok. Csupán elülső felszínét borítja a hashártya, azt is csak lazán, mintegy elvonulva felette. A hasnyálmirigy feje fölött harántul vonul el a mesocolon transversum tapadása, ezért ennek elülső felszíne nagyrészt extraperitoneális. A test és a fark elülső, hashártyával borított felszíne a bursa omentalis ürege felé tekint.

A pancreas sebészi megközelítésére elvileg három út kínálkozik: 1. a kiscseplesz lig. hepatogastricumának átvágása útján; 2. nagycseplesz egy részének a gyomor nagygörbületéről való leválasztása után a gyomor és a colon transversum közt behatolva, és 3. a nagycseplesz és a colon transversum felemelése útján a mesocolon transversum átmetszésével alulról behatolni a cseplesztömlőbe.

A (2) és (3) esetben természetesen tekintettel kell lenni az átvágandó hashártyakettőzetekben futó erekre. Minthogy a pancreas sebészi megközelítése sokszor egyéb felső hasúri szervek nemegyszer kiterjedt csonkításának szükségességével jár (pl. daganatok esetében), az itt említett, az eredeti anatómiai viszonyokat fenntartó megközelítések csupán a műtét kezdeti (exploratív) részét képezik, és később az anatómiai helyzetet radikálisan megváltoztató beavatkozásokká kell kiterjeszteni őket.

Topográfia. A csontvázhoz viszonyítva (skeletotopia) a hasnyálmirigy az 1. és a 2. ágyékcsigolya teste magasságában fekszik, tőlük jobbra a sagittalis középsík és a medioinguinalis sík közötti távolság jobb és középső harmada határáig (7/26. ábra). A tuber omentale a 12. háti és az 1. ágyékcsigolya teste határán a középvonalban található. A pancreas teste az 1. ágyékcsigolya teste előtt húzódik el; farka a 12. hátcsigolya teste alsó szintjében balra 2-3 harántujjal túllépi a bordáivet.

Érintkezés más szervekkel (syntopia): a pancreas egész hátsó felszíne közvetlenül rögzül a hátsó hasfalra, azaz feje a rekesz jobb szárával és az alóla kibúvó m. psoas majorral, teste a gerinc előtt a vena cava inferiorral és az aortával, további része jobb felé ismét a rekesz szárával érintkezik; farka a bal vese elülső felszíne előtt elfutva rendszerint eléri a lép hilusát. Elülső felszíne a fej alsó részétől eltekintve a bursa omentalis felé tekintve a gyomor hátsó felszínével érintkezik. Ennek legmagasabb pontja jobb oldalt a tuber omentale, amely nevének megfelelően a kiscseplesszel, illetve ezen keresztül a máj alsó felszínével is érintkezik. Feje természetesen kiterjedten érintkezik a duodenum homorú oldalával, alsó részének elülső felszíne a mesocolon transversum tapadása alatt a hasüreget kitöltő vékonybelekkel jut érintkezésbe.

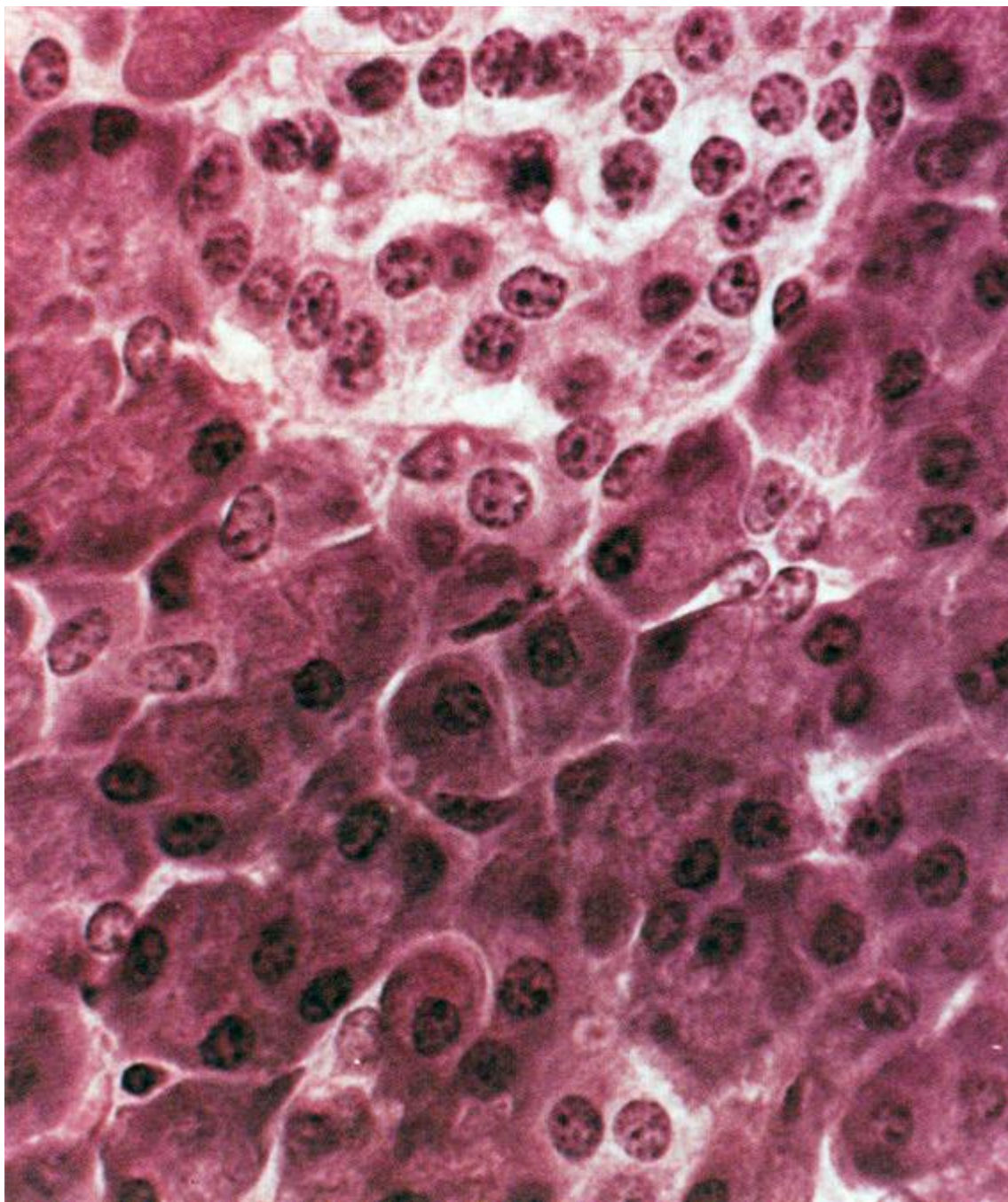
Kivezetőcső-rendszer. A hasnyálmirigy fő kivezető csöve, a *ductus pancreaticus major*, a farokban kezdődik, és a hátsó felszínhez közelebb húzódik végig a pancreas középmagasságában. A mirigylebenyekből rövid mellékágak csatlakoznak derékszögben hozzá. A pancreasfejben a kivezető cső tompaszögben kissé lefelé fordul, és a pancreasfej hátsó, majd a duodenum felőli oldalán bemélyedt ductus choledochusszal együtt fürja át a duodenum falát. Nyílása vagy a duodenumnál és a ductus choledochusnál leírt diverticulum duodenaléban (*ampulla hepatopancreatica*) közösen, vagy a papilla duodeni majoron közvetlenül a ductus choledochus alatt található. A pancreasfej alsó részéből a processus uncinatus területén elinduló nagyobb kivezető cső (*ductus pancreaticus accessorius*) kereszteződik a fő kivezető csővel, és valamivel a fő kivezető cső nyílása felett – a papilla duodeni minoron – szájadzik be a duodenumba.

Ér-, nyirok- és idegellátás. A pancreas fejét a tr. celiacusból származó *a. pancreaticoduodenalis superior* és az a. mesenterica superiorból felkanyarodó *a. pancreaticoduodenalis inferior* látja el. A test és a fark az a. lienalisból kap kisebb ágakat. A pancreas venái a v. portae rendszerébe ömlenek. A mirigy nyirokerei a környező regionalis nyirokcsomókat érintve az aorta körüli nyirokcsomók felé tartanak. A pancreas vegetatív idegrostokat kap a n. vagusból és a ggl. celiacumból.

Szöveti szerkezet. A pancreas exocrin részét tekintve tipikus serosus nyálmirigy. Szerkezete legjobban a parotisra emlékeztet (7/50. ábra). Szigetszerű területein (*Langerhans-szigetek*) szerkezete egészen eltérő; ezek alkotják a pancreas belső elválasztású részét. Vékony kötőszöveti tokjának sövényei a mirigyszövetet nagyobb, majd kisebb lebenyekre osztják.

Az exocrin rész kivezető csövekből és tubuloalveolaris végkamrákból áll. A végkamrák szűk lumenűek, és kivezető csövük háma mintegy betüremkedik a végkamrába. Ezeket a betüremkedett világos, nagyobb plasmatest nélküli centralis sejteket centroaciner sejteknek nevezik. A valódi mirigyhámsejtek hatszögletű csonkagúla idomúak. Basalis részük oly erősen basophil, hogy rendszerint sötétebbre festődik, mint a magvak. A sejtek csúcsi része viszont fordítva: nagyobb nagyítással durva, erős fénytörésű, inkább acidophil festődésű szemcsézettséget mutat (7/98. ábra, C). Ennek megfelelően a végkamra egy külső, basophil és egy belső, ún. zymogen¹⁵ zónából áll.

¹⁵ Cl. Bernard (1812–1878) francia fiziológus elnevezése = emésztőnedvet adó.



7/50. ábra. A pancreas áttekintő képe (hematoxilin-eozin festés, 500-szoros nagyítás). Felül egy Langerhans-sziget részlete látható. Jellemző az exocrin végkamrák erős basophiliája

A mirigysejtek elektronmikroszkópos felépítését és a secretiós mechanizmus interpretációját a 2/10. ábra (az első kötetben) mutatja. A sejt basalis részének basophiliáját igen sűrű párhuzamos lemezekben elrendezett, durva felszínű endoplasmás reticulum, azaz ergastoplasma adja, melynek ribosomái szintetizálják a fehérje természetű emésztőfermentumokat. A radioaktív izotóppal (^3H) jelzett aminosav bejuttatásától a leírt zymogen szemcséig a secretiós folyamat 12 percet vesz igénybe.

Langerhans-szigetek. Tekervényesen összegubancolt hámsejtgerendákból álló, néhány száz m átmérőjű gömb- vagy tojásídimű közönséges hemotoxilin-eozin-festésű készítményen az exocrin résznél tömöttebbnek tűnő szigetek. A hámsejtgerendák között bőséges, tágult capillarishálózat helyezkedik el. A hámsejtgerendák kétféle sejtből: sötétebbre festődő cytoplasmájú nagyobb, ún. alfasejtekből, és kisebb, világos plasmájú, a capillarisok falával szorosabb viszonyba kerülő béta-sejtekből épülnek fel (7/98. ábra, C). Az utóbbiak száma jóval nagyobb. Az alfa-sejtek fénymikroszkóppal épp látható szemcsészsége alkoholban nem, vízben jól oldódik; fordítva; a béta-sejteké vízben nem, de alkoholban oldódik. Elektronmikroszkópban jól láthatók mindkét sejtféleség erősen

elektronsugár-elnyelő granulumai; az alfa-sejtekéi valamivel nagyobbak és kerekdedek, felületi hártájukat kitöltik; a béta-sejtekéi valamivel kisebbek, tokjukat nem teljesen töltik ki, gyakran nem gömb-, hanem szögletes idomúak, majdnem kristályoknak tűnnek.

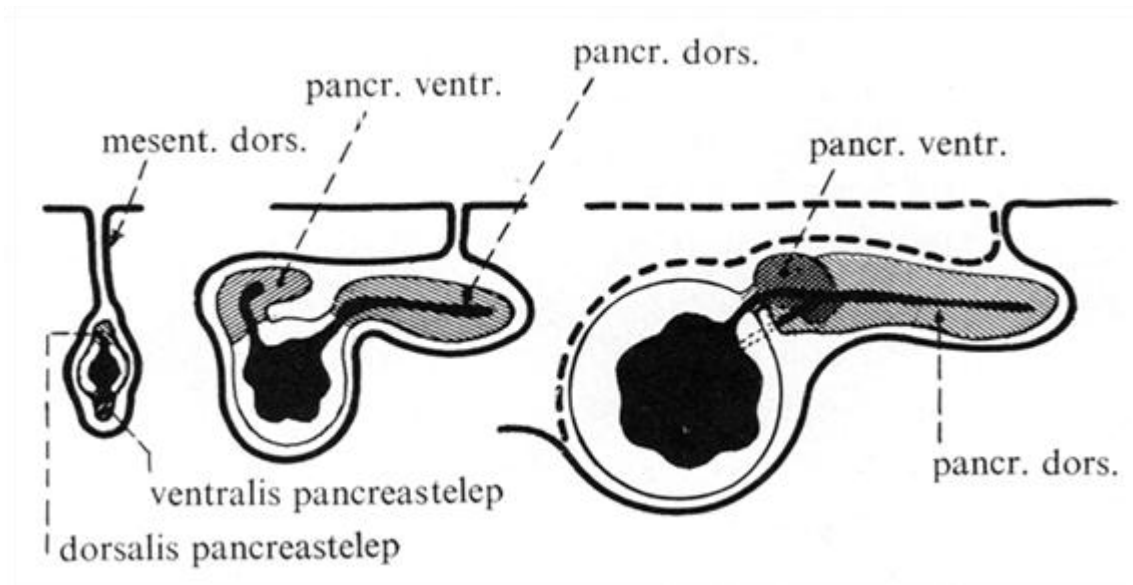
Számos kísérletes vizsgálat szerint a béta-sejtek termelik és granulumaik raktározzák az inzulint. Az alfa-sejtek valószínűleg az inzulinnal ellentétes hatású glukagont termelik.

Az insulák sejtjei a pancreas kivezető csöveinek hámból válnak le, és innen képesek bizonyos mérvű regenerációra is. Emberben a regenerációs tendencia, sajnos, minimális.

A már régóta ismert inzulin és glukagon mellett a Langerhans-szigetek sejtjei más peptideket is termelnek, úm. a gyomornyálkahártya sósavsecretióját szabályozó gasztrint, szomatosztatint, kolekisztokinint és egy polipeptidmolekulát, amelyet az irodalom pancreaspolipeptid (PP) néven tart számon (7/24. ábra, B). Ezen peptidmolekulák a bélnyálkahártya hasonló sejtjeinek mintájára fejthetik ki hatásukat az emésztőrendszer működésére.

A hasnyálmirigy fejlődése. A hasnyálmirigy a duodenum két hámmegvastagodásából fejlődik ki (7/49. ábra). A ventralis telep a duodenumtelep elülső domború oldalán mindjárt a májából alatt alakul ki, a dorsalis vele szemben, de kissé magasabban fejlődik ki, és hátrafelé a hátsó duodenumkettőzetbe nyomul be. A további fejlődés során (7/51. ábra) a duodenum jobbra hajlása és a hátsó hasfalra való lenövése mellett az elülső telep eredeti jobb oldalán körülövi a duodenumot, és összenő a hátsó teleppel. A két telep kivezető csöve egymással összekapcsolódik, és a ventralis telepé a pancreas kivezetőcső-rendszere fő kijáratává fejlődik ki.

A duodenum helyzetváltoztatása és falának aszimmetriás növekedése folytán ez a nyílás azonban a duodenum eredeti domborulatáról átkerül a homorulat hátsó részére. Így érthető meg a kifejlett szervezetben megismert végleges helyzet, ti. a papilla duodenalis majoron együtt nyíló közös epevezeték és a fő pancreasvezeték. A ductus pancreaticus accessorius az eredeti dorsalis pancreastelep maradványa.



7/51. ábra. A két pancreastelep (sávozva) helyzetváltozásai a duodenumnak a hátsó hasfalra való letapadása során. A letapadással összenövő hashártyalemez szaggatott vonallal jelezve. A hátsó testüreg fal az ábrában felülre esik

2.5.3. Lép

A lép (lien) ugyan nem emésztőmirigy, hanem haemolymphás szerv, amelynek finomabb szerkezetét a nyirokszerveknél részletesen tárgyaltuk; egyedülállósága és az emésztőcsatorna szerveivel való szoros topográfiai viszonyai miatt célszerűségebből és anatómiai tradíció szerint is itt tárgyaljuk makroszkópos anatómiai viszonyait.

Alak, elhelyezkedés. Dinnyeszelethez hasonló idomú szerv, amely a bal hypochondriumban helyezkedik el. Normális viszonyok között a bal bordaívét nem haladja meg, sőt a bordaív alá való betapintáskor nem is

tapintható. Férfiban 110–120, nőben 140 g tömegű, mintegy 12 cm hosszúságú, hossz tengelyével a 9. bordaköz hátsó részével párhuzamosan helyezkedik el (7/26. ábra).

Konzisztenciája normálisan elég lágy, elernyedett nyelvre emlékeztető. Kóros viszonyok között (akut fertőzőes folyamatok, sepsis) még lágyabbá vagy keményebbé (krónikus fertőzőes folyamatok, keringési pangás, a hemolymphás szövetek elváltozásai) válik. Színe tetemben vörhenyesibolyás, élőben az arteriális vértől élénkebb piros felé hajló tónusú; nagymértékben függ fehérés tokjának vastagságától, amelyen szövetének színe csupán áttűnik.

Felszíneit aszerint nevezzük, hogy milyen más szervvel érintkeznek. A dinnyeszelet héjának megfelelő domború felszíne, *facies diaphragmatica*, a rekesz bal domborulatába fekszik bele. Belső, a hasüreg felé tekintő felszínét fordított Y alakú kiemelkedés három gyengén vágott felszínre osztja. A kiemelkedő középső részén helyezkedik el a lép hilusa. Két felső nagyobb felszín közül az elülső erősebben kivágott felszín a *facies gastrica* a gyomor fundusával érintkezik. A hátsó, a *facies renalis*, a bal vese elülső felszínével érintkezik. Az Y lefelé elágazó két szára az alsó (elülső) polussal kisebb felszínt fog közre (*facies colica*), mely a flexura coli sinistrával jut érintkezésbe. A *facies diaphragmatica* és a *facies gastrica* közötti elülső szélén alul látható néhány bevágásból a kivett lépén is könnyű megállapítani, melyik az elülső szél. A *facies diaphragmatica* és *renalis* közötti ugyancsak hegyesszögű, de kevésbé éles széle hátrafelé tekint. Két pólusa közül az egyik inkább hátrafelé (és kissé felfelé), a másik előre- és kissé lefelé irányul.

Hashártyaviszonyai. A lép intraperitonealis szerv, amelynek hilusához két hashártyaszalag konvergál: az elülső *lig. gastrolienale* és a hátsó *lig. phrenicolienale*. Alig. *gastrolienale* a gyomor fundusának nagygörbületi részéről ered, és előlről éri el a lép hilusát; benne futnak az aa. *gastricae breves*. A *lig. phrenicolienale* a rekeszről halad bal felé, és előre a lép hilusához.

A két szalag a hilusnál hegyesszögben összefutva a bursa omentalisnak ide nyúló recessus lienalisát alkotja. Lefelé a pancreas farkánál ez a két szalag összetalálkozik, és ebben az összetalálkozásban halad az a. *lienalis* a pancreas farkától a lép hilusába. A léppel nincs összenőve, de alátámasztásában fontos szerepet visz a *lig. phrenicocolicum*, amely a flexura coli sinistrát a rekeszhez rögzíti. Ez a szalag támasztékot és szinte fészket képez a lép számára (*nidus lienis*).

Topográfia. A csontvázhoz viszonyítva a lép a 8. és a 11. borda alsó széle közötti területet foglalja el. Hátsó pólusa a hátra vetítve (7/64. ábra) kb. 2 harántujjal meghaladja medial felé a medioinguinalis sík hátsó metszévonalát. Elülső pólusa az elülső testfalra vetítve nem haladhatja meg (normálisan) a 11. borda porc csúcsát és a szegycsont izületét összekötő vonalat.

Domború rekeszi felszíne a rekesz bal domborulatába fekszik bele, így a mellkasfal és a lép közé a rekeszen kívül még a belégzési állapottól függő vastagságú tüdőréteg ékelődik (lásd a légzőszerveknél). Befelé tekintő, ún. zsigeri felszínei a nevükben meghatározott szervekkel érintkeznek.

Ér- és idegellátása. Az a. *lienalis* a pancreas farkától elemelkedve, 6–8 ágra oszolva nyomul be a lép hilusába. Előbb azonban még leadja az a. *lienalis* egyéb ágait: az aa. *gastricae breves* és az a. *gastroepiploica sinistrát*. Venája hasonlóan lép elő, és közvetlenebbül fekszik a pancreas vályújába. Az ereket a plexus *lienalis* nevű sympathicus plexus kíséri; ez a ggl. *celiacumból* ered.

A lép fejlődése. A lép a mesogastrium dorsaléban, a középsíkban kezd fejlődni mesenchymasejtek csoportosulása formájában. A zsigerek későbbi átrendeződése során a hasüreg felső részének bal oldalára húzódik. A mesogastrium dorsale lép előtti (*lig. gastrolienale*) és lép mögötti (*lig. phrenicolienale*) részei eredetileg a sagittális síkban egymás folytatásába estek, az elfordulás után hegyesszögben találkoznak a lép hilusánál.

3. 7.3. LÉGZŐKÉSZÜLÉK

3.1. Általános áttekintés

A légzőkészülék elsőrendű szerepe az élőlény gázcseréjének biztosítása, azaz O₂ felvétele és CO₂ leadása. Magasabbrendűekben ez a szövetek „legimperatívabb” anyagszükséglete, melynek megfelelően a keringő vérnek gyakorlatilag 100%-a minden körforgásfázisban egyszer megjárja a kis vékör révén a tüdőt, ahol a gázcsere lebonyolódik. A keringés teljes megállásából adódó oxigénhiány a központi idegrendszer szürkeállományában (ti. az idegsejteket és a neuronális kapcsolatokat tartalmazó szövetekben) 4–5 perc után

már helyrehozhatatlan következményekkel jár, más szövetek oxigénhiány-„tűrő képessége” igen eltérő. Származása és fejlődése szerint a légzőkészülék leglényegesebb része az alsó légutak hámja, a táplálócsatorna hámjának kitüremkedése. E hámkitüremkedés két alsó zsákszerű részében – a későbbi tüdőben – a mirigyek végkamráinak kialakulásához hasonló hámburjánzás óriási hámfelületet hoz létre. Az intrauterin élet utolsó harmada során, de elsősorban a születés után, ez a hámfelület további jelentős felületi növekedése mellett rendkívül elvékonyodik, olyannyira, hogy végül a légzőfelület nagy részén csupán 0,5 μm választja el a levegőt a kis vérkör hajszálereiben keringő vértől. Ezen elválasztó felületből mintegy 0,2–0,2 μm jut a tüdőhólyagcsák hámjára és a tüdőhajszálerek endotheljére, a fennmaradó 0,1 μm a közbülső alaphártyákra és a kötőszöveti vázra. Nem nehéz megérteni, hogy e szerkezetek szinte ideális feltételeket teremtenek a gázcseré számára.

A légzőkészülék egyéb, részben igen bonyolult szervei biztosítják, a levegő oda- és visszavezető útjait. Itt találhatók azok a „biztonsági berendezések”, amelyek gondoskodnak, hogy lehetőleg csak megfelelő minőségű levegő kerüljön be a légutakba, míg megfelelő reflexek és egyéb mechanizmusok a légutak öntisztulását szolgálják. Végül, mivel az állatvilágban a hanghullámok igen fontos tájékozódási jelrendszert képeznek, logikus, hogy a levegőrezgések keltésére alkalmas szervek a légutakba legyenek beépítve. Ez azonban nem az egyetlen lehetséges megoldás, mert több gerinctelen törzsben, főleg a külső kitinvázis ízeltlábuakban, egyéb úton, megfelelő külső vázfelületek összedörzsölésével stb. is kelthetők hangok (pl. tücsök). Még gerincesekben, sőt emlősökben és az emberben is előfordul a nem légzőmechanizmussal keltett hangok útján való információ, pl. csettintés a nyelvvel, cuppantás az ajakkal (egyes ősbíb nyelvben ezek beépülhetnek a beszédhangok rendszerébe is).

Itt természetesen csak a szorosabb értelemben „biológiai” hangkeltésre gondolunk, és nem számítjuk a technikai eszközökkel keltett hangokra (pl. dobolás) alapozott bonyolult információközlítés lehetőségeit (afrikai népek).

A felső légutak nyílásai, az orrnyílások vízi emlősöknél tökéletes szelepként működnek a víz alatti tartózkodás idején. A szárazföldi élőlényeknél, főleg emberben, e zárómechanizmus már csökevényes, de – mint a mimikai izomzatnál láttuk – orvosi szempontból fontos (orrszárnyai légzés). Az orrüreg funkciója a beszívott levegő durva lebegő anyagoktól (rovarok, növényi szálak, por) való megtisztítása, előmelegítése és páradúsítása. Itt helyezkedik el a szaglószer, amely a levegőbe jutott illó anyagok révén életfontosságú jelzőrendszer a beszívott levegő minőségére vonatkozóan, s tájékoztatja az élőlényt az esetleges veszélyt jelentő hozzákeveredett légnemű vagy szuszpendált anyagokról. Egyes maró hatású gőzöket vagy füstöket nem is a szaglószer, hanem az orrüreg általános érzékenységu nyálkahártyája jelzi (pl. csipős füst, ammónia).

A garat – mint már láttuk – a légző- és táplálócsatorna közös része. Szerepe a légúti és a táplálkozási funkciók megfelelő összeegyeztetése, pl. nyelésnél, hangadásnál stb. a megfelelő utak pontosan időzített szelepszerű nyitásával és zárásával (elsősorban lágy szájpad, a torokszoros és a garatizmok megfelelő együttműködésével).

A garat alsó részéből előre- és lefelé nyílnak az alsó légutak a gégevel.¹⁶ Ez bonyolult, porcos vázú szerv. Porcainak egymáshoz viszonyított helyzete ízületekben változtatható, és így nyálkahártyával bélelt ürtére lényeges alakváltozásokra képes, sőt teljesen elzárható. Ebben a nyálkahártya mélyebb rétegét képező erős rugalmas kötőszövetből álló hárták visznek fontos szerepet, különösképpen pedig ezek kitüntetett részei, a hangszalagok. A nyálkahártyát redőszerűen kiemelő két hangszalag megfelelő beállításával a gége egyrészt légmentesen elzárható, tehát a kilégző izmok és a hasprés működtetésével a mell- és a hasüreg erősen felfújtt labdához vagy autókerekhez hasonló szilárd, de rugalmas szerkezetté változtatható.

Másrészt a többé-kevésbé megfeszített hangszalagok közt kiáramoltatott levegő a hangszalagokat rezgésbe hozza, és így változtatható magasságú hangok képzésére teszi alkalmassá. A gerinces altörzsben azonban nem a gége a kizárólagos hangadási szerv, mert a madarak a légső elágazásánál levő syrinxszel adnak hangot.

A gége lefelé a légsőbe (*trachea*) folytatódik. Ez bevezetve a mellkasba, ott két főágra, az ún. főhörgőkre (*bronchi*) oszlik a két tüdőt számára. Ezek már nagyobbára egy-egy tüdőn belül faagszerűen elágazódnak mind kisebb hörgőágakra, amelyek végül is elvezetnek a tüdők elsőrendű légzőfelületét képező tüdőhólyagcsákhoz, az alveolusokhoz.

Minthogy a légutakban a levegőt a mellkas térfogatváltozásával létrehozott aspiráció, azaz a külső nyomásnál alacsonyabb nyomás mozgatja – ti. a belégzés fázisában –, a légutaknak merevített falúaknak kell lenniük,

¹⁶ A gége (larynx) néha alkalmazott régies „gégefő” kifejezés abból ered, hogy a magyar nyelvnek nem volt külön eredeti kifejezése a légsőre (*trachea*), hanem a kettőt együtt nevezték gégenek (*giga*). Felső, vastkosabb végét nevezték gégefőnek mindaddig, míg az orvosi nyelvújításból eredt „légső” át nem ment a gyakorlatba.

különben falaik összeesésének veszélye fenyegetne.¹⁷¹⁷ A légutak minden része megfelel ennek az igénynek, az orrüreg jobbra csontos falú, csak legelöl részben porcos, a garat a koponyaalapon a gerinc elülső felszíne és az arckoponya hátsó része, illetve lejjebb a gégeváz közt úgy van felfüggesztve, hogy felső kétharmada nemigen eshet össze. A gége és a légcső egészen az apró bronchusokig porcos vázzal bír. Különösen szép megoldás technikai szempontból a légcső porcos gyűrűkből (amelyek ugyan nem teljesen zárt körök) és közbülső hártvás részekből való felépítettsége. Ezt az elvet a technikában is mindennap alkalmazzák, főleg kisebb vákuumhatásnak kitett csövekben (pl. gázmaszkok csövein). Érdekes, hogy a természet ugyanezt az elvet már az ízeltlábúak törzsénél alkalmazza a tracheás légzésű állatokban. Itt a tracheákat kitingyűrűk merevítik, és – minthogy tracheásokban a gázcsere teljes egészében a légcsövekre alapozott – a vérkeringés közbejötté nélkül a tracheáknak bámulatosan finom ágakra kell oszlaniuk. Végső ágaik egyes sejtekbe – pl. izomrostokba – is behatolnak. E bámulatot megoldásnak természetesen limitációi vannak az élet szempontjából fontos gázok (O₂ és CO₂) diffúziós sebességéből adódóan, ezért nem csodálkozhatunk azon, hogy a tracheás légzés jelentős méretkorlátozásokat szab a testnagyságra. Ezt a méretkorlátozást más szempontból már említettük: a külső és a belső testváz előnyei és hátrányai szembeállításával (lásd a csontvázrendszer bevezető részét).

A gázcsere vért keringéssel kombinált másik megoldása az alacsonyabb rendű gerincesekben (a halak, a kételtűek egy részénél, főleg lárvakorban) a *kopolyúlégzés*. Ez elvben nem különbözik a tüdőlélegzéstől. Feltétele a vizes közegben való állandó tartózkodás, hiszen a test felületéből kiálló vagy, bár a kopolyúfedőtől védetten, de mégis a környező vízzel való állandó közvetlen kapcsolatban levő kopolyú biztosítja a nagy felületet képviselő kopolyúérhálózat és a környező víz közötti gázcsertét. Így a kopolyúlégzés a vízi élethez való ideális alkalmazkodás; óriási előnye egyben, hogy az élőlény igen nagy nyomáskülönbségeket viselhet el terhelés nélkül. A tüdőlélegzés ugyanilyen ideális alkalmazkodás a szárazföldi – levegőközegben való – élethez. Itt a légcserehez szükséges hatalmas hajszálérfelület befelé fejlődik ki, tehát oly légtérben, amelynek levegője gyakorlatilag 100%-os páratartalommal tartható. Komoly hátránya a tüdőlélegzésnek, hogy elsősorban a gyors nyomásváltozásokra igen érzékeny.

A keszonbetegség, búvárbetegség élettana az, hogy nagyobb nyomásnál a vér a levegőből több nitrogént köt meg. Ez még nem volna baj, de hirtelen nyomáscsökkenésnél a nitrogén felszabadul a vérből, és benne buborékokat képez. A modern búvártechnika igyekszik ezt legyőzni részben azzal, hogy nitrogén helyett nemesgázokat kevernek a légzőkeverékhez. De így is határok vannak az ember által elviselhető nyomások nagysága és a változás gyorsasága tekintetében.

3.2. Felső légutak

3.2.1. Orr

Az **orr** (*nasus*) voltaképpen csupán az orrüreg kiszögellése az arc felé; különválasztását az orrüreg leírásától csak az indokolja, hogy az orrüreg csontos falait a koponya leírása kapcsán már ismertettük, és így itt az orrüreg leírása úgyszólván csak nyálkahártya-borításának vázolására szorítkozik. Az orr leírásában pedig annak falaival is kell még foglalkoznunk.

Az orr, szorosabb értelemben külső orr (*nasus externus*) az arc jellegét nagymértékben meghatározó kiemelkedés. Vázát az apertura piriformis körül főleg az orrháton csont, egyébként jelentékeny részben porc, illetve meglehetősen tömör kötőszövet alkotja, melyet kívülről bőr, belülről nyálkahártya borít. Európai népeken az orr általában keskeny piramis alakú, háta (*dorsum nasi*) a két szemgödör között magas nyeret képez, a porcos és a csontos rész határán néha kiemelkedő gumókban megtört, ún. sasorr (dinári, armenoid, észak- és közép-amerikai indián rasszokban), sokszor egyenes vagy konkáv. Mongoloid és negroid népekben gyakoribb az alacsonyabb, széles orrnyereg, a szélesebb orrcsúcs és a haránthoz közeledő orrnyílások. Az orrcsúcs (*apex nasi*) alatt lefelé – vagy konkáv orrhát mellett gyengén előre is tekintően – nyílnak az orrnyílások (*nares*). Ezeket középen elválasztja az orrsövény alsó mozgékony részének (*pars mobilis septi nasi*) szabad széle.

Az orrnyílásokat oldal felé határolják az orrszárnyak (*alae nasi*), amelyeket az arc és az orrhát többi része felé egy felfelé, majd előreukorodó sekély barázda választ el. E barázdából ágazik ki lefelé az arc egyik legjellemzőbb barázdája: a *sulcus nasolabialis*.

Orrporcok. Az orr alakját jelentékeny mértékben porcai határozzák meg. Az orrsövény elülső részét a *cartilago septi nasi* alkotja; ez négyszög alakú porc, amelynek két hátsó oldala az os ethmoidale lamina perpendicularis és a vomer által alkotott előre nyílt derékszögbe illeszkedik be. Elülső szélei közül a felső az orrháton az oldalsó

¹⁷¹⁷ A mindennapi technikában is vákuumcsöveknek legalábbis félmerev – különösen vastag falú gumi- vagy műanyag – csöveket alkalmaznak.

orrporcokkal van összenőve. Alsó elülső széle nem éri el az orrsövény alsó szélét, hanem elvékonyodva, felette végződik; az orrnyílásokba vezetett két ujjal e szél jól tapintható.

Az orrhát elülső részét két közel trapéz alakú üvegporc, a két *cartilago nasi lateralis* képezi. Erősen össze vannak forrva T alakban a cartilago septivel és részben az orrcsont szabad alsó szélével, de az orr oldalfalának jelentékeny része hártvás.

Az orrnyílást határolja a két *cartilago alaris major*. Mindegyiknek van egy keskeny, medialis szára, amelyek együtt a septum alsó szélének gyenge megvastagodását okozzák. A medialis és a lateralis szár az orrcsúcsban találkozik össze, idomuk határozza meg elsősorban az orrcsúcs alakját, hogy hegyes-e vagy tompa, egységes-e vagy kívülről is látható barázdával osztott, esetleg aszimmetriás. A lateralis szár szélesebb, az orrszárnny vázát képezi, alakja igen változatos, oldalsó részéből kisebb szárnnyorcogók válhatnak külön.

A két cartilago alaris medialis szára és a cartilago septi alsó széle között keskeny hártvás orrsövényrész marad fenn; ez a *septum membranaceum*.

Az orr izmairól a mimikai izmok között már megemlékeztünk. Csupán emlékeztetünk az orrszárnnyak főleg erőltetett légzőmozgásokkal szinkron mozgásaira (orszárnny légzés), ami az orvost figyelmeztető tünet. Az orrsövény mozgékony részét lehúzó izomnyaláb (*m. depressor septi*) kissé az orrcsúcsot is lefelé húzhatja, és ezzel „szaglászó” mimikai gesztust hoz létre vagy átvitt értelemben a „kelletlenség” érzését jelző mimika részjelensége is lehet.

3.2.1.1. Orrüreg

Az orrüreg (*cavum nasi*) csontos oldalfalairól a koponyánál részletesen megemlékeztünk. A nyálkahártvás orrüreg a csontostól csupán abban különbözik, hogy a csontos felszínt meglehetősen vastag, mirigyekkel és főleg venás fonatokkal bőségesen ellátott nyálkahártva vonja be. Így a nyálkahártvás orrüreg jóval szűkebb, mint a csontos, a nyálkahártva a csontfelszín sok érdekességét lesimítja, s több apró nyílást áthidal. Előrefelé az orrnyálkahártva ráhúzódik a külső orr porcos és hártvás falára is. Az orrszárnnyaknak megfelelően, sőt még kissé feljebb is, az orrnyílásoknál benyomuló bőr béleli az orrüreg előcsarnokát (*vestibulum nasi*), amelyet a valódi nyálkahártva felé egy ívelt vonal – limen nasi – határol.

A vestibulumban, főleg férfiakban és idősebb korban, erős, sörteszerű szőrök nőnek (*vibrissae*), amelyek az orrnyíláson belül szitászertű szűrőt alkotnak.

A nyálkahártvás orrüreg elülső, felső, alsó és sövényi falán érdemleges részletet nem látunk.

Az oldalfalon egymással párhuzamosan haladnak a nyálkahártvával borított orrkagylók: *concha nasalis superior*, *concha nasalis media* és *concha nasalis inferior*. A felső jóval rövidebb, mint a két másik; az orrüreg felső falával párhuzamosan, kissé hátrafelé lejtően halad az os sphenoidale testének elülső felszíne által képzett recessus sphenothmoidalis középnyagasságában. Előrefelé nem éri el az orrüreg lejtős elülső falát. Az alatta elhelyezkedő szűk felső orrjáratba (*meatus nasi superior*) nyílnak a hátsó rostasejtek (*sinus ethmoidalis, cellulae posteriores*). A felső orrkagyló nyagasságában, de nem a felső orrjáratba, hanem a recessus sphenothmoidalisba nyílik a sinus sphenoidalis.

Legnevezetesebb a középső orrkagyló alatti középső orrjárat (*meatus nasi medius*). Az orrkagyló eltávolítása után az orrüreg oldalán való tapadásának közepe alatt egy lapos, dombszerű kiemelkedés, a *bulla ethmoidalis* tűnik szembe, és azt előlről és alulról félholdalakban körülvevő félhold alakú rés: a *hiatus semilunaris*. E rés elülső végéből ferdén felfelé és előre bejutunk a sinus frontalis tölcészerű kivezető részébe, amely a rostacsont-labyrinthus útján közlekedik itt az orrüreggel. A hiatus semilunaris hátsó részébe nyílik a *sinus maxillaris*, amelynek kivezető nyílása közel az üreg felső szintjében van. A bulla ethmoidalisnak a hiatus mélye felé fordított oldalán nyílnak a középső és az elülső rostasejtek (*cellulae anteriores et mediae sinus ethmoidalis*).

Az orrüreg nyálkahártvája e nyílásokon keresztül betérjed a melléküregekbe, és falukat lényegesen vékonyabb réteggel, de tökéletesen beborítja. Az *alsó orrkagyló* alatti alsó orrjárat (*meatus nasi inferior*) legelejébe a nyálkahártva egy billentyűszerű redőjének védelmében nyílik a *ductus nasolacrimalis*.

E redő az oka annak, hogy ha befogott orrnyílás mellett kilégzéssel nyomást létesítünk az orrüregben, levegő nem megy át a könnyelvezető csatornán. Ellentétben a garat felső részébe nyíló fülkürttel, amelynek nyálkahártvazárja nagyobb nyomással – pl. erőyes orrfúvásnál – legyőzhető, és ilyenkor levegőt erőltethetünk be a dobüregbe.

Az **orrüreg ér- és idegellátása**. Az orrnyálkahártya érellátása igen bő. Az üreg felső és elülső részét a lamina cribrosán át behatoló *a. ethmoidalis anterior* (az *a. ophthalmicából*) ágai látják el mind az oldalfalon, mind a septum elülső részében. Vele együtt jön be és azonos területet lát el a *n. ethmoidalis anterior* (a *n. ophthalmicus nasociliaris* ágából). Az arteria és az ideg együtt lép be a szemüreg medialis falán levő foramen ethmoidale anteriuson keresztül előbb az elülső koponyagödörbe a lamina cribrosa fölé. Itt a kemény agyburkokhoz leadott apró ágak után mindkettő belép az orrüreg tetején keresztül. Az ideg végig lejön az orrháton, és azt egész az orrcsúcsig látja el.

Az orrüreg hátsó és alsó részét az *a. sphenopalatina* látja el, az arteria maxillaris végága, mely a foramen sphenopalatinumon keresztül lép be az orrüregbe. Ágai az orrüreg oldalfalán ferdén leszállva haladnak előre. Septalis ágai a foramen sphenopalatinumtól a nyálkahártyától fedetten az éksont teste alsó felszínén érik el az orrsövényt, s itt is ferdén előre- és lefelé haladó irányt vesznek fel.

Hasonló lefutásúak a *n. trigeminus 2. ágából* (*n. maxillaris*) eredő idegek (*rami nasales posteriores*), amelyek ugyancsak a foramen sphenopalatinumon lépnek be az orrüregbe. Ezek az idegek elsősorban érzők, de a ganglion sphenopalatinumból bőségesen keverednek hozzájuk parasymphathicus secretorios idegrostok, s az arteriák mentén haladó symphathicus eredetű fonatok hozzá a bő érhálózatához a vasomotoros idegrostokat.

Az orrüreg venás vére az arc mélyebb venái felé (*plexus venosus pterygoideus, pharyngeus*) vezetődik el. Az orrnyálkahártya bő nyirokérhálózata a submandibularis, retropharyngealis és a felső mély nyaki nyirokcsomók felé veszik útjukat. Az orrnyálkahártyának összefüggései vannak a lamina cribrosa útján a kemény agyhártyának a szaglóidegrostokat kísérő finom hüvelyszerű folytatásain keresztül a koponyán belüli térrel. – Innen ered részben, hogy az orrba felszippanzott porokkal nagyon intenzív hatást lehet elérni. Amerikai indiánoknál volt általános gyakorlat révületet kiváltó ceremóniáknál; Európában mint a kábítószer-élvezet módja terjedt el. Speciális esetben terápiás szempontból hasznos lehet, bár az adagolás így is igen bizonytalan.

Az orrüreg nyálkahártyájának szöveti szerkezete. A vestibulumban rendes elszarusodott bőrhám borítja az orrüreg belfelületét, alul nagy szőrtüszőkkel és faggyúmirigyekkel. Az orr külső bőre is igen bővelkedik faggyúmirigyekben. A limen nasi tájékán a hám fokozatosan kevésbé szarusodik el, majd átmegy az orrüreg nagy részét (*regio respiratoria*) borító többmagsoros csillószerű hengerhámra. E hám igen vastag, bővelkedik kehelysejteken és a tunica propriában kisebb mirigyekben, amelyek részben mucinosusak, részben serosusak. A csillók hatásos csapása a choanák, tehát a garat felé irányul.

A tunica propria egybeolvad a csontjárával, és meglehetősen sejtdús. Legfontosabb tulajdonsága azonban igen bő vérellátása. Főleg a középső és az alsó orrkagyló egy részén és a velük szemben levő septumterületen speciális falszerkezetű vénák egész cavernosus szövetet képeznek (*plexus cavernosi concharum*). Ebből szoktak kiindulni az orrvérzések. E fonatok szerepe nem egészen tisztázott: biztos, hogy fontos szerepük van a belégzett levegő előmelegítésében. Ez azonban még nem magyarázza azt a tényt, hogy ezen érfonatok vérbőségét a nemi hormonok befolyásolják; az orrvérzések egy része összefüggésben lehet a menstruációs működéssel (ún. vikariáló vérzés).

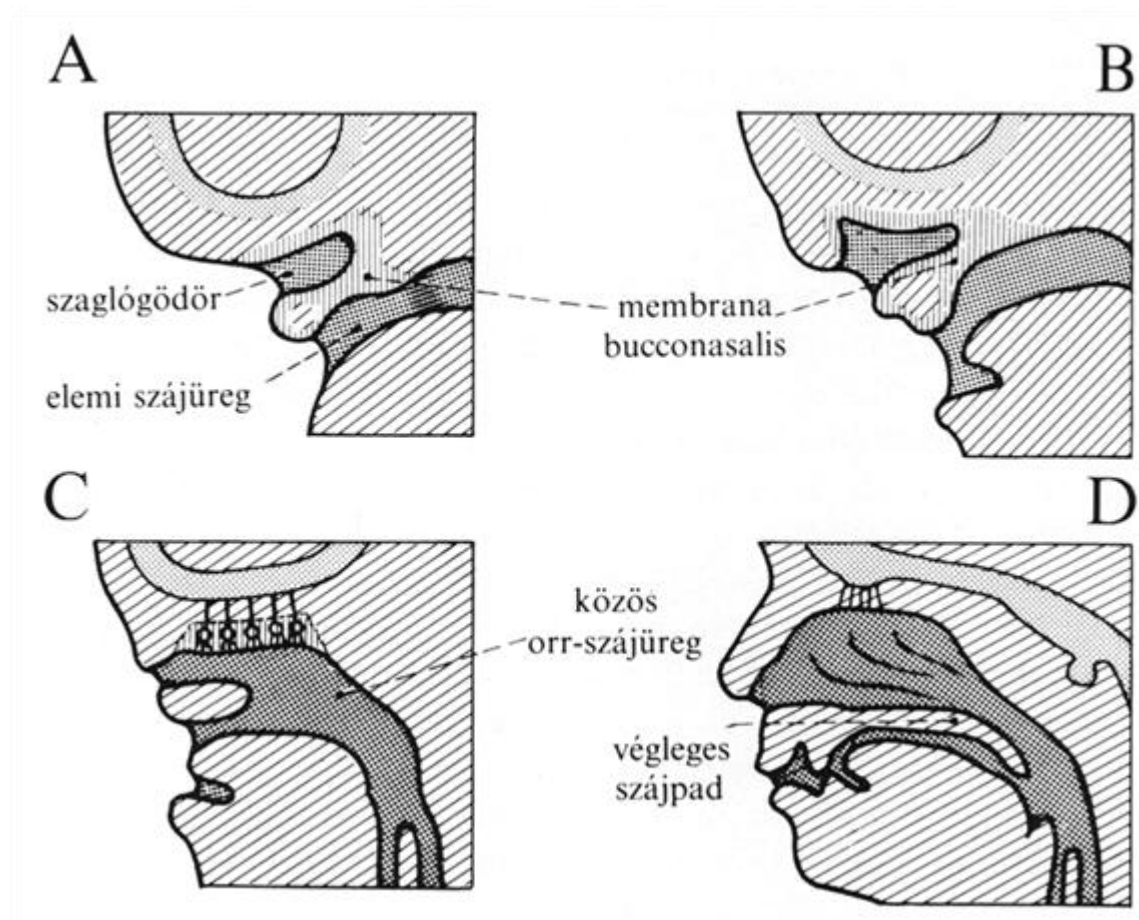
A melléküregek hámja hasonló, de jóval vékonyabb, mint az orrüregé. A csillók az üregek nyílása felé csapkodnak; a hám kevés kehelysejttel bír, és elvértve tartalmaz mirigyeket. A tunica propria összeforrt a periosteummal, vékony sejtdús, kötőszöveti rostokban szegény, rugalmas elemet nem tartalmaz.

Az orrüreg felső részén a felső orrkagyló és a vele szemben levő nyálkahártya-terület az ún. *regio olfactoria*. Ennek szerkezete speciális, majd az érzékszervek leírása során tárgyaljuk.

Az orrüreg és a melléküregek fejlődése. A homloknyúlvány két oldalán az ectoderma kb. 4 mm hosszú embrióban megvastagodik (*orr placod*), majd fokozatosan a mélybe süllyed. Eközben a körülötte levő részek mesenchymájának túlbujánzása folytán a megvastagodott részek egy hámmal bélelt gödör (*fovea nasalis*) mélyébe kerülnek. A gödrök az elemi szájüreg fölött helyezkednek el. A gödrök megnyúlva fokozatosan mélyülnek és az orrszakokat (*saccus nasalis*) alkotják. A szájgödör teteje és az orrszak feneké közötti vékony választóréteget *oronasalis membránnak* nevezik (**7/52. ábra**). Ez a vékony fal hamarosan átszakad, és az orrszak az elemi szájüreggel kerül összeköttetésbe a primitív choanákön keresztül. A végleges orr- és szájüreg szétválasztása a szájpadnyúlványok kialakulásával később történik. A folyamatot a szájüreg fejlődésénél ismertettük már.

Az orrüreg és a szájüreg kettéválása után a laterális fal képződményeiként kialakulnak az orrkagylók. Az orrüreg tetején a placod eredetű hám egyes sejtjei receptorsejttekké differenciálódnak a későbbi area olfactoria területén. A sejtek nyúlványai belépnek a koponyaüregben elhelyezkedő *bulbus olfactoriusba*.

Az orrüreg melléküregei az orrüreg kiöblösödéseiként fejlődnek ki. Születéskor egy parányi sinus maxillaris és néhány apró rostasejt található. Születés után a sinus maxillaris egyenletesen növekszik, míg végleges nagyságát el nem éri. Egy elülső rostasejt belenő a homlokcsontba, és kialakítja a sinus frontalist. Egy hátsó rostasejt hasonló módon alakítja ki a sinus sphenoidalist. Az orrmelléküregek differenciálódása a postnatalis periódusban tovább folytatódik, végkifejlettségüket pubertás idejére érik el.



7/52. ábra. Membrana buconasalis (A, B). A szaglógödör és az elemi szájüreg közötti válaszfal nagy része felszívódik, és egy időre kialakul a közös elemi orr-száj üreg (C). A két üreg a szájpadnyúlvány kialakulásával különül el (D) (Moore nyomán, módosítva)

Az orrüreg funkciója nyálkahártyájának szöveti szerkezetéből érthető meg. Az aránylag szűk, nagy felületű, több járatra oszló üregeken áthaladó levegőben lebegő por nagy része hozzátapad a nedves falakhoz, egyben kellő mennyiségű párat vesz fel, és a levegő kellő hőmérsékletűre melegedik fel. Egészséges állapotban a mirigyek secretiós tevékenysége és a belégzett levegő páradúsításához szükséges nedvesség között természetes egyensúly van. A fennmaradó vékony nyálkafilmet a csillók mozgása állandó áramlásban tartja a choanákon keresztül a garatba, majd annak felső részéből a középső, szájüregi rész felé. Így a lerakódott por, koromszemcsék, lebegő növényi alkatrészek normálisan folyamatosan bekerülnek a garatba, ahonnan a nyeléskor akaratlanul továbbíthatnak az emésztőcsatorna felé. A hőszabályozás zavarai (láz) vagy a levegő extrém szárazsága esetén (nem megfelelő fűtés) ez az egyensúly megbomlik, és az orr-, garat- és gégenyálkahártya kellemetlenül kiszárad. Hasonlóképpen zavart okoz az orrsővény gyakori elferdülése, amit már a csonttanban említettünk. Ilyenkor az egyik orrüreg túl tág, a másik túl szűk, az egyik tehát a kellenél jobban, a másik a kellenél kevésbé veszít párat, ami krónikus nyálkahártyahurutot tart fenn. Fertőzőes nyálkahártyahurutnál a nyálkahártya nagy mennyiségű nyákos vagy éppenséggel gennyes váladékot termel; ez a közönséges nátha. (Az orrváladék neve: *pituia narium*.) Előidézője rendszerint vírus, de megbetegedés létrejöttében a nyálkahártya átmeneti lehűlése, feltehetően „locus minoris resistentiae” teremtsével, közrejátszik. A „hűléses” mechanizmusban a nyálkahártya cavernosus szövetének célszerűtlen vasomotoros reakciói fontos szereppel bírnak. Ezeket más testrészek lehűlése is normálisan kiváltja. Szerepük a levegő és egyéb környezet hőmérsékletéhez (ami nem azonos, mert ha a levegő meleg, de a szoba falai és nagyobb tárgyai hidegek, és fordítva), páratartalmához, a levegő áramlásához stb. alkalmazni az orrnyálkahártya vérellátását és nyálkasecretióját.

3.3. Alsó légutak

3.3.1. Gége

A **gége** (*larynx*) üvegporcos vázból, szalagokból, izmokból, kötőszövetes lemezekből és nyálkahártyából felépített üreges szerv. Mint hangkeltő szerv az ajakíspok közé sorolandó.

3.3.1.1. A gége porcai

a) Legnagyobb porca a **pajzsporc** (*cartilago thyroidea*). Ez két, egymással nem és életkor szerint változó szögben – férfiban 90°, nőben 120°, gyermekben még tompább – elől összetalálkozó lemezből (*lamina dextra et sinistra*) áll. A két lemez találkozásából keletkező elülső él felső végén bemetszés (*incisura thyroidea superior*) található. A lemezek hátsó szabad széle felfelé két karcsú hengeres felső szárba (*cornu superius*) folytatódik, amelynek felső vége a nyelvcsont nagy szarvának végével áll szalagos összeköttetésben.

Lefelé a lemez hátsó széle a medial felé és kissé előregörbülő zömökebb alsó szarvba megy át (*cornu inferius*). Ennek végén egy medial felé tekintő kis ízületi felszín szolgál a gyűrűporccal való ízesülésre. Az alsó szarv eredése előtt kis gumóval egy-egy ferde lécz (*linea obliqua*) húzódik felfelé és kissé hátra a felső szarv töve felé. Izmok eredése és tapadása okozza.

A hangszalagok leírásából könnyű lesz átlátni, hogy minél hegyesebb a pajzsporc lemezeinek szöge, annál hosszabbak a hangszalagok, és ennek megfelelően annál mélyebb a hang fekvése. Főleg mély hangú férfi pajzsporca ezért a nyaktól éles szögben kiugrik (ádámcsutka = pomum Adami, *prominentia laryngea*). Fiúk serdülésekor a pajzsporc gyors növekedése okozza a hangváltozást, a serdülő egy darabig igyekszik tartani a gyermekkortól megszokott és öntudatlanul szabályozott hangmagasságot, majd amikor ez már nem megy, egy ideig kiszámíthatatlanul hol mély, hol magasabb hangot ad (mutál).

b) **Gyűrűporc** (*cartilago cricoidea*). A *cartilago thyroidea* alatt foglal helyet, pecsétgyűrűhöz hasonlít hátrafelé tekintő „pecséttel”. Elöl található a gyűrűporc íve (*arcus cartilaginis cricoideae*), hátul a pecsétnek megfelelő, de a gyűrű síkjából csak felfelé kiemelkedő lemez (*lamina cartilaginis cricoideae*). A *lamina* oldalsó széle azonban a pecsétgyűrűtől eltérő módon nem derékszögben találkozik az ívvel, hanem ferdén száll le előre. A lemez hátulról nézve hatszögletű, középen függőleges kiugró éllel, oldalsó részei kissé bemélyedtek.

A gyűrűporcon két páros ízületi felszín található: az ív és a lemez találkozásánál kétoldalt a *facies articularis thyroidea* a pajzsporc alsó szarvával való ízesülésre és a lemez felső és oldalsó szélei lekerekített szögletén a *facies articularis arytenoidea* a kannaporcokkal való ízesülésre.

c) **Kannaporc** (*cartilago arytenoidea*). Páros, háromoldalú piramis alakú porc, amely alapján ízülettel rögzül a gyűrűporc *facies articularis arytenoidea* részéhez. Medialis felszíne sima, sagittális állású, előre és lateral felé tekintő felszínét egy vékony csontléc egy felső (*fovea triangularis*) és egy alsó (*fovea oblonga*) részre osztja. Hátsó felszíne homorú, úgyhogy a kannaporc csúcsa (*apex cartilaginis arytenoideae*) erősen hátrafelé hajlik, sőt a csúcs folytatásaként még egy kis szarvacskaszerűen hátrahajló rugalmas porcocska (*cartilago corniculata*)¹⁸18nőtt hozzá a kannaporchoz.

A kannaporc basisa a medialis és elülső-lateralis felszínei találkozásánál előreirányuló hegyes csúcsban végződik (*processus vocalis*), amelyen a hangszalag ered. A kannaporc többi részével szemben nem üveg-, hanem rugalmas porcból áll. A hátsó és elülső-lateralis felszíne találkozásánál a basison tompa gumó irányul oldal felé (*processus muscularis*).

d) A **gégefedő** (*epiglottis*). Kártyaszívhez vagy levélhez hasonló, vékony rugalmas porcból álló lemez. Felső széle előre a nyelv gyöke felé kunkorodik, de előretekinő homorulata lefelé hamarosan hátratekinő homorulatba vált át; sagittális átmetszete ennek megfelelően gyengéden S alakú. Lefelé fokozatosan elkeskenyedik, és a gégefedő nyelébe (*petiolus epiglottidis*) megy át. Ez a pajzsporc két lemeze közt hátrafelé tekintő vályúban rögzül. Az epiglottisnyél levél szárához hasonlóan egy darabig mint megvastagodott lécz követhető az epiglottis középvonalában. Ez a függőleges porcléc a gégebe tükörrel vagy közvetlen betekintést nyújtó eszközzel való belenézéskor gumó alakjában mutatkozik (*tuberculum epiglotticum*). A lécz két oldalán az epiglottis lemeze lyukacsos, ugyanis a porclemez előtt elhelyezkedő apró nyálmirigyek kivezető csövei az epiglottisporc átfúrással vezetnek be a gége üregébe. Rugalmas szövete miatt az epiglottis friss készítményen sárgás színű.

¹⁸18 Santorius-féle porc (*cartilago Santorini*).

e) A gége apróbb porcai közül említésre méltó a *cartilago cuneiformis*,¹⁹ két apróbb, rugalmas porcocska, mely a *cartilago corniculata* előtt és tőle kissé oldalt helyezkedik el a plica aryepiglotticába ágyazottan.

3.3.1.2. A gége szalagkészüléke és ízületei

A gége porcait egymással, a nyelvcsonttal és a légcső első porcgyűrűjével erős kötőszövetes szalagok és lemezek kötik össze:

a) A nyelvcsont teste és nagy szarvai alsó felszínét széles, felül ívben görbült, lejjebb a pajzsporcnak megfelelően inkább szögletben megtört hártya (*membrana thyrohyoidea*) köti a pajzsporc felső széléhez. A középvonalban ez a hártya szalagszerűen megerősödött (*lig. thyrohyoideum medianum*); két oldalon, már közel a pajzsporc felső szarvaihoz, mindkét oldalon egy-egy nyílás szolgál a felső gégeideg és a gége belső szöveteit ellátó erek belépésére. A pajzsporc felső szarvainak végét erősebb szalag – egyben e hártya hátsó széle is –, a *lig. thyrohyoideum laterale* köti a nyelvcsont nagy szarva végéhez. E hártya mögött az epiglottisig terjedő teret egy zsírtest (*corpus adiposum preepiglotticum*) és az epiglottis mirigyei töltik ki. Itt erős szalagok rögzítik az epiglottist a nyelvcsont testéhez és nyelét a pajzsporc két lemeze által alkotott vályúhoz.

b) A pajzsporc és a gyűrűporc között is hasonló hártya feszülne ki, minthogy azonban a gyűrűporc arcusának felső széle oldal felé magasabbra kerül, mint a pajzsporc alsó széle, ez tulajdonképpen nem hártya, hanem a középvonalban elhelyezkedő, lefelé gyorsan keskenyedő szalag (*lig. cricothyroideum medianum*).

Alakja miatt (és részben a gége elasticus membránjának leírásából megértendő okokból) ezt a szalagot a klinikusok egyszerűen *lig. conicum*-nak nevezik. A hangrész szintjében avagy afölött hirtelen kialakuló légúti elzáródás (idegentest, vízenyő) fulladáshoz vezethet. A fenti szalag szakszerű átmetszésével és a sebajkak szétterpesztésével ismét levegő beáramlása biztosítható az alsó légutakba. Az életmentő beavatkozást kevesebb szakmai gyakorlattal rendelkező személy is sikeresen elvégezheti komolyabb vérzés veszélye nélkül.

c) A gyűrűporcot a légcső első porcgyűrűjével a *lig. cricotracheale* köti össze.

A hangszalagok és a hangrész feszítésére, ill. beállítására a gégeporcok egymáshoz viszonyítva a gégeporcok közötti **ízületekben** elmozdíthatók. Ezek ugyan valódi ízületek, azaz ízületi felszínekkel, ízületi üreggel, tokkal, sőt apró szalagokkal is bírnak, de főleg az általános orvos szempontjából pontos szerkezetük ismerete elhanyagolható. Annál fontosabb működési mechanizmusuk megértése, melyet azonban az izmok működésével együtt néhány egyszerű sémás ábra kapcsán könnyebb megérteni. Ezért először az ízületeket csak felsoroljuk tengelyük felemlítésével.

♦ 1. *Articulatio cricothyroidea*. Páros ízület a pajzsporc alsó szarvainak és a gyűrűporc lemezének és ívének összetalálkozása között; mozgási tengelye a két ízületet összekötő haránttengely.

♦ 2. *Articulatio cricoarytenoidea*. A kannaporc basisa és a gyűrűporc lemezének felső és oldalsó szélei határára; tengelye függőleges, az ízületet és a kannaporc csúcsát összekötő vonal.

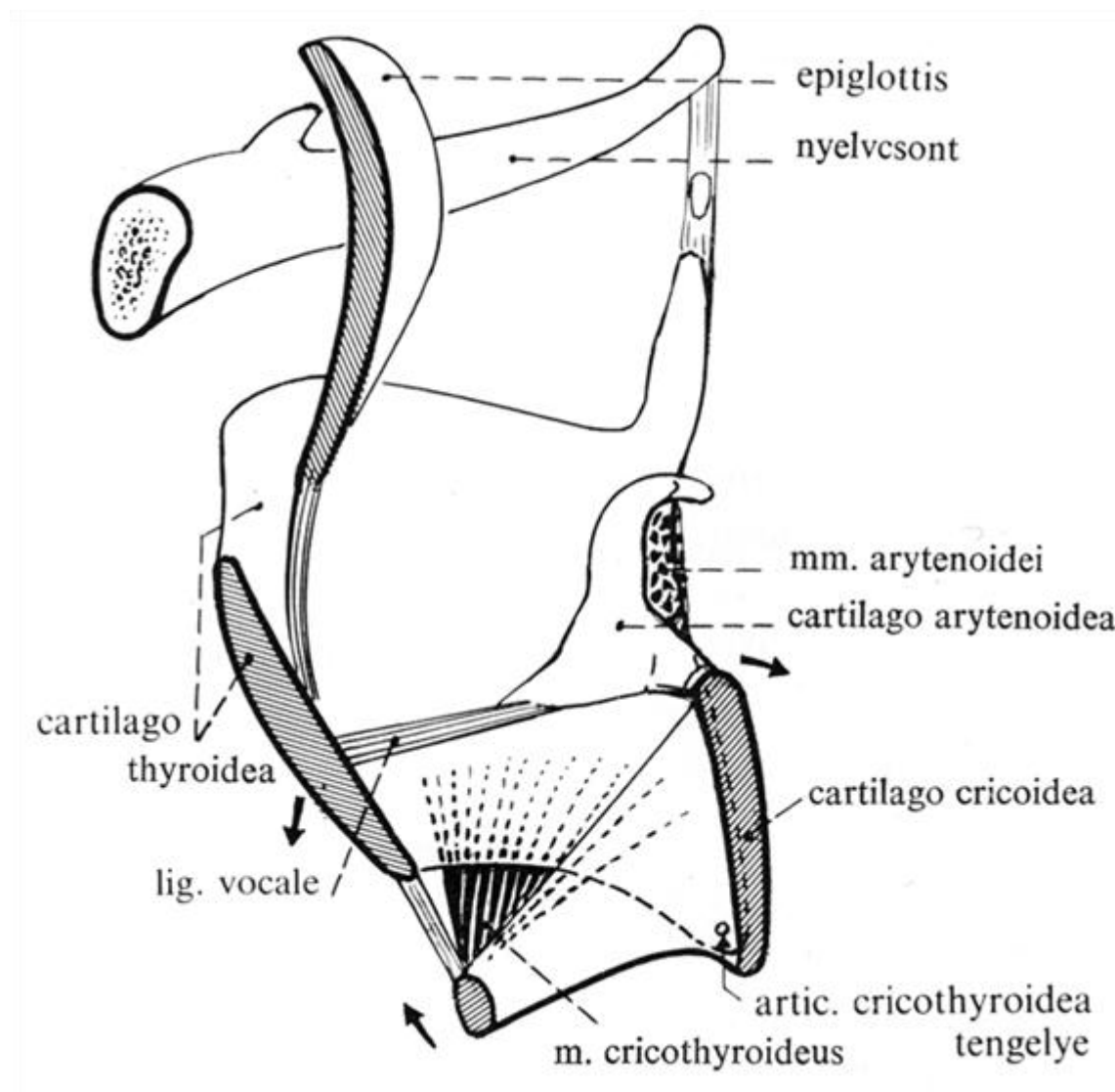
Bár nem tartoznak a gége ízületi és külső membránrendszeréhez, hanem egy, a nyálkahártya kapcsán tárgyalandó belső rugalmas lemezrendszerhez, mégis már itt meg kell említenünk a hangszalagot (*lig. vocale*) és az ún. áhangszalagot (*lig. vestibulare*). Az előbbi a kannaporc processus vocalisától vízszintesen húzódik előre a pajzsporc szögletének középmagasságához. Vele párhuzamosan fut felette a *lig. vestibulare*, mely alig érdemi meg a nevét. Inkább nyálkahártyaredő, mint szalag. Mindkettővel még részletesen kell foglalkoznunk a gége nyálkahártyájával és üregével kapcsolatban.

3.3.1.3. A gége izmai

A gége külső felszínén előről oldalirányba terjedve csak egy páros gégeizom látható (*m. cricothyroideus*). A gyűrűporc ívéről elöl ered, és legyezőszerűen sugárzik szét a pajzsporc alsó széléhez. A medialis rostok még elég meredeken szállnak felfelé (*pars recta*), a laterálisabb rostok mindinkább a vízszinteshez közel eső irányban futnak (*pars obliqua*). Az izmot a felső gégeideg (*n. laryngeus superior*), a *n. vagus* (X.) ága látja el egy, a gégebe be nem nyomuló, külső ágával. – Működése a gége sagittális metszetét sémásan feltüntető **7/53. ábrából** könnyen megérthető. Az izmok a *cartilago cricoidea* ívét a *cartilago thyroidea* felé és a *thyroidea* elejét a *cartilago cricoidea* íve felé húzzák. Ennek következtében mindkét porc – de mégis inkább a mozgékonyabb és kisebb tömegű *cartilago cricoidea* – eleje közeledik egymáshoz az *articulatio cricothyroidea* tengelye körüli forgással. Könnyen átlátható a sémából, hogy a *cartilago cricoidea* laminája e tengely körül hátra-, a *cartilago*

¹⁹19 Wrisberg-féle porc.

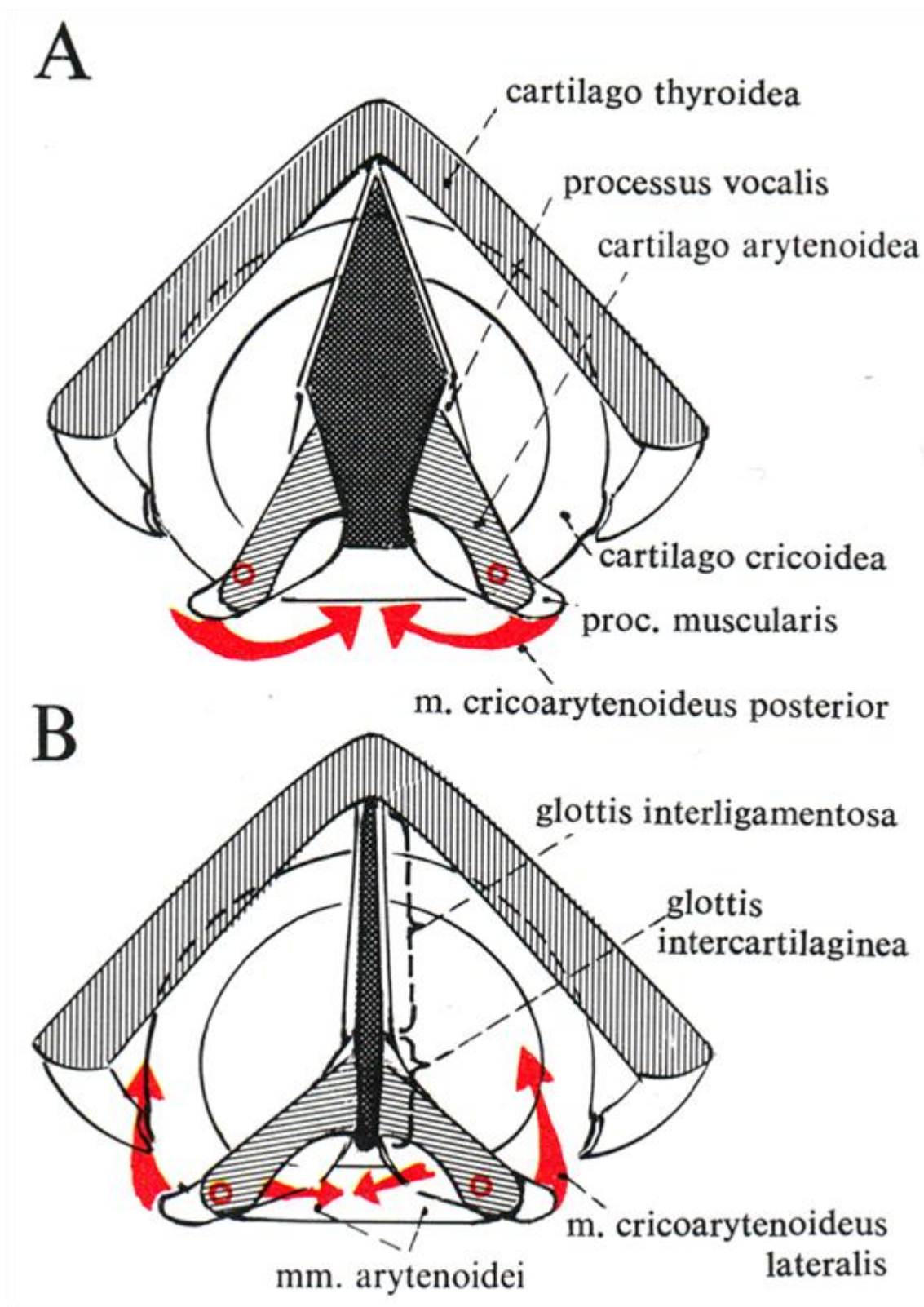
thyroidea pedig előrebillen. Ezzel a lig. vocale eredési és tapadási pontja egymástól távolodnának, de minthogy sem a szalag, sem a lamina cricoideához rögzített cartilago arytenoidea nem nyújthatók lényegesen, a hangszalagok megfeszülnek. A feszesebb hangszalag nagyobb frekvenciájú rezgésbe jut, a m. cricothyroideusok tehát összehúzódnásukkal a hangmagasságot emelik.



7/53. ábra. Gége sagittális metszete sémásan a m. cricothyroideus működésének magyarázatára

A hangszalagok egymáshoz viszonyított távolságát két antagonista izom állítja be.

A *m. cricoarytenoideus* posterior ugyancsak páros izom. A lamina cricoidea hátsó felszínén erednek a középvonalban futó hátsó porcléc két oldalán legyezőszerűen oldal felé és felfelé összetérő rostokkal. Az izmok a kannaporc processus muscularisán tapadnak. Működésüket a gége harántmetszetét felülnézetben ábrázoló sémás 7/54. ábra teszi érthetővé. A processus muscularist az izom lefelé és hátra húzza, de a kanna- és a gyűrűporc közötti ízület függőleges tengely miatt e húzásnak csak hátrafelé irányuló komponense érvényesül, következésképpen a kannaporcokat az izmok függőleges tengely körül kifelé forgatják, ti. oly módon, hogy a processus vocalisok széttérnek. Ennek következtében a két hangszalag hátrafelé nyílt V alakban széttér, tehát a hangrés tágul. A mm. cricoarytenoidei posteriores a hangrés egyedüli tágítói, melyek akaratlanul minden belégzésnél összehúzódnak.



7/54. ábra. Gége horizontális metszetei a hangrészt tágító (A) és szűkítő (B) izmok hatásának magyarázatára. A porcok metszési felszínei sávozva, rálátási felszínek fehéren hagyva. A piros nyilak az izmok hatékony húzási irányát, a piros gyűrűk az articulatio cricoarytenoidea függőleges tengelyét jelzik. A: a musculus cricoarytenoideus posterior a hangrés mindkét részét tágítja; B: a m. cricoarytenoideus lateralis a hangrés elülső részét zárja; a hátsó porc közti rész összehúzásához a mm. arytenoidei hatása is kell. Figyeljük meg ezek viszonyát az ízület függőleges tengelyéhez

Az ezen izmokat beidegző idegrostok érzékenyebbek, mint a többi gégeizmot beidegzők, azért nemritkán előfordul, hogy a hangrés tágítói bénulnak. Ennek következménye, hogy a hangrészt szűkítő izmok túlsúlyra jutnak, és ez légzési nehézséget okoz. Az előbbi izom antagonistája a *m. cricoarytenoideus lateralis*. Ugyancsak páros izom, amely az arcus cartilaginis cricoideae oldalsó része felső szélén ered, s felfelé és hátrafelé húzódva ugyancsak a kannaporc processus muscularisán tapad. Húzása – mint a 7/54. ábra B része mutatja – ellentétes irányú, tehát a kannaporcot függőleges tengelye körül befelé forgatja, azaz a két processus vocalist és ezzel a hangszalagokat közelíti. Ez az izom tehát hangrészáró (vagy szűkítő), ami a hangadásnak is feltétele, ti. ennél a hangrés csupán összeszűkül, de nem teljesen zárt.

Teljesen összezárt hangszalagok mellett a gége szelepszzerűen teljesen lezárható. Ezt alkalmazzuk a hasprés működtetésekor, nagy erő kifejtésekor, amikor a törzsből az összehúzódó végtagizomzat számára szilárd lehorgonyzottságot kell biztosítanunk, és köhögéskor, amikor a zárt hangrés mögött előbb erős légnyomást létesítünk kilégzéssel, majd a hirtelen felnyitott hangrésszerűen robbanásszerűen kiáramló levegő turbulenciája segítségével tisztítjuk légutainkat.

Ezt a működést azonban a *m. cricoarytenoideus lateralis* nem volna képes egyedül elvégezni. Azáltal ugyanis, hogy a kannaporcokat egymás felé fordítja függőleges tengelyük körül, a kannaporcok medialis felszínei nemhogy szorosan összezárulnának egymással, hanem hátrafelé még szét is térnek.

Miután – mint majd látni fogjuk – a hangrés hátsó része (*pars intercartilaginea*) betérjed a két kannaporc medialis felszínei közé, így a gégeüreg teljes elzárásához még egy további segédizomra van szükség. Ezek a *mm. arytenoidei*. Két rétegben hidalják át a kannaporcok kívájt felszínét. Hátrább (tehát hátulról nézve felületesebben) két ferdén kereszteződő pántszerű nyaláb (*m. arytenoideus obliquus*), mélyebben az izom haránt nyalábjai (*m. arytenoideus transversus*) helyezkednek el. E két izom feladata a két kannaporc egymáshoz közelítése és medialis felszíneik lap szerinti összezárasa. Felületes megtekintésre úgy tűnhet, hogy ilyen irányú izom inkább a *m. cricoarytenoideus posterior*t segítené. Pontosabban megfigyelve azonban a gége sagittalis metszetén (7/53. ábra) az izom átmetszetének helyzetét, mindjárt kitűnik, hogy a kannaporc hátsó felszínének kívájt volta miatt ezek az izmok az articulatio cricoarytenoidea függőleges tengelye előtt fekszenek. Ugyanez látható a 7/54. ábra B részében adott sémán is. Az izom hatása így a két kannaporc medialis felszínének teljes összezárasa. A *m. arytenoideus obliquus* felfelé kis nyalábbal folytatódik a gége bemenetét határoló plica aryepiglotticában. Ez az izomnyaláb (*m. aryepiglotticus*) a gégebemenet szűkítésének (nyeléskor) fontos tényezője, szinte sphincterszerűen szűkíti a gégebemenetet.

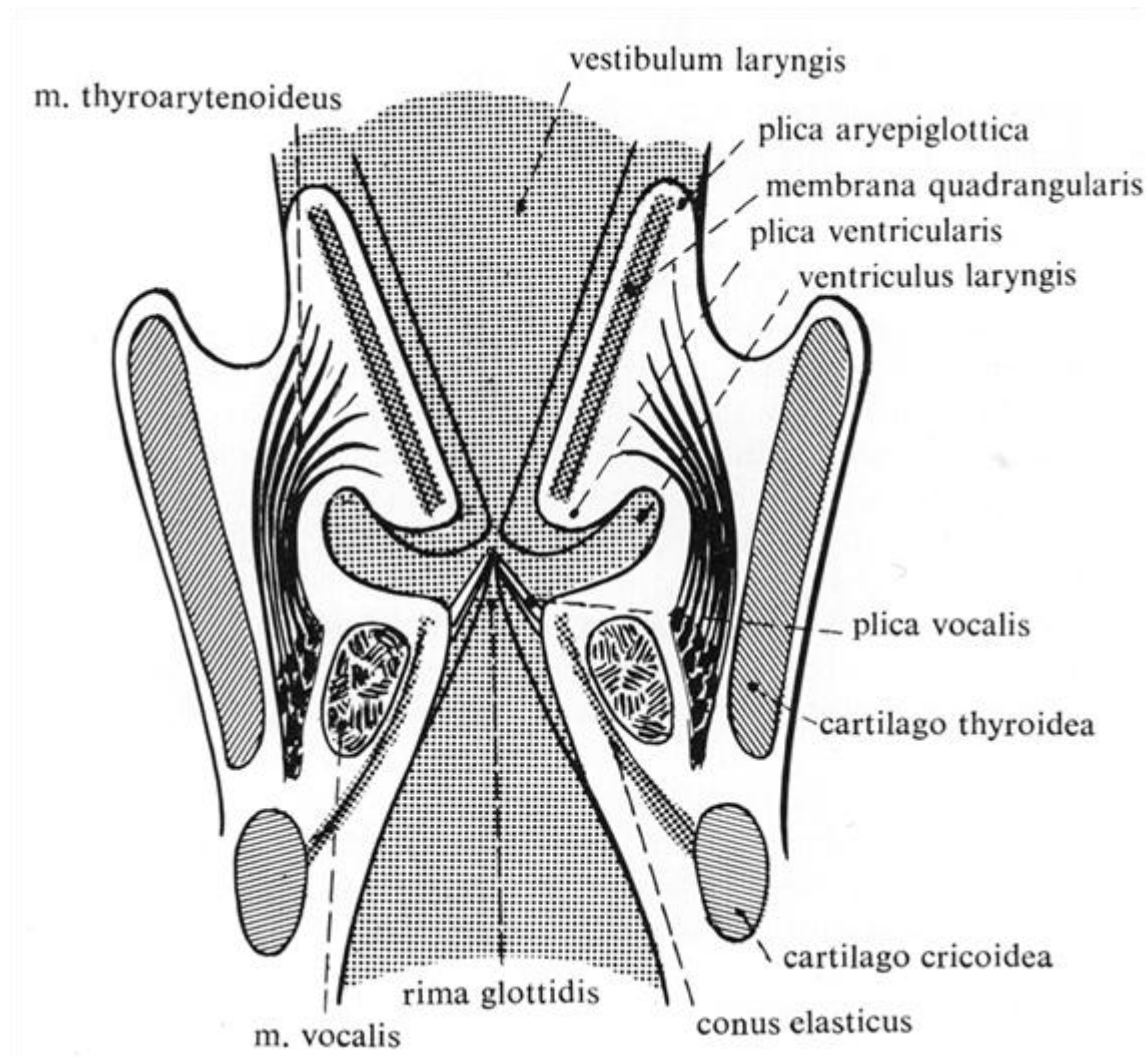
A gége tökéletes és biztos összezárasának képessége emberi specifikum. Ennek köszönheti az ember nem biológiai mozgásokban való nagy verzalítását és erő kifejtő képességét – míg állatok általában csak biológiai „repertoárjukon” belül képesek erre. Ennek köszönheti továbbá a légúti fertőzések iránti aránylag nagy tűrőképességét, és a hangjával való sokoldalú banni tudását.

A gége porcai között fennmaradó tér működésileg hasznos kitöltésére még két páros izom szolgál. Ezek a hangszalagtól oldalra a cartilago arytenoidea elülső-lateralis és a cartilago thyroidea lemeze hátsó felszíne közötti teret hidalják át (thyroarytenoid izmok). Medialis helyzetű a *m. vocalis*. Nevét onnan nyeri, hogy közvetlenül a hangszalag mellett fut a kannaporc elülső-lateralis felszíne alsó részétől a pajzsporc belső élének közepmagasságához, a hangszalag tapadásától laterálisan. A hangredő (*plica vocalis*) főtömegét adja, a hangszalag ennek élében haladó kötőszövetes megerősítés. Működése, hogy összehúzódásával a hangredőt megkeményíti, ezáltal rezgések képzésére is alkalmasabbá teszi. Egyes rostjai a hangszalagon is tapadnak, így ellene hatnak az izom ama hatásának, hogy a kannaporcnak a pajzsporchoz való bármily csekély közelítésével a hangszalag maga ellazuljon. A hangredő megkeményítése a hangrés eredményes zárásának is feltétele.

Tőle oldalt és nehezen elválaszthatóan inkább függőleges állású lemezt képez a *m. thyroarytenoideus*. A kannaporc oldalsó élétől eredve előrehúzódik a pajzsporc lemezének a *m. vocalis* tapadásától oldalra eső függőleges vonalához. Számos rostja, egyénileg igen változó módon, felfelé húzódik a plica ventricularishoz, sőt azon túl egészen a plica aryepiglotticához. Egy erősebb, a pajzsporctól az epiglottis széléhez felszálló nyalábját *m. thyroepiglotticus*nak nevezik. Ez az izom tehát nem vízszintes irányú nyaláb, mint a *m. vocalis*, hanem hálózatosabb rostirányú hengerded lemez, amely a hangszalag szintjéből – ahol az izom vastkosabb része található – felhúzódik a gége bemenetéig. Működése döntően az, hogy sphincterszerűen szűkíti a gége egész hangszalag feletti részét, a vestibulum laryngist, tehát (főleg nyelésnél) védi a géget az oda bejutó nem légnemű anyagoktól. A gége bemeneti nyílását a *m. aryepiglotticus* szűkíti, mely a *m. arytenoideus transversus* folytatásába eső és a plica aryepiglotticába végződő izom kisugárzás.

3.3.1.4. A gége ürege és nyálkahártyája

Lényegét legjobban a gége frontális metszetén érthetjük meg (7/55. ábra). Üregének felső része (*vestibulum laryngis*) homokóraszerűen szűkül a hangrés (*rima glottidis*) irányába terjedően, majd az alatt lefelé haladva ismét tágul (*cavum subglotticum*). Fontos megjegyezni, hogy a valódi homokórától eltérően ez csak frontális metszeten mutatkozó látszat, sagittális metszeten a gége ürege egyáltalán nem szűkül, hanem csupán tompaszögben megtört cső képét mutatja. A szűkület kétszeres, mert a vestibulum lefelé szűkülve két sagittális irányú nyálkahártyaredő (*plica ventricularis*) közt véget ér. Itt a gége ürege oldal felé tasakszerűen kiboltosul, ez a *ventriculus laryngis* (Morgagni), majd ezt lejjebb két, valamivel medialisabb helyzetű, élesebb szélű redő, az igazi hangredő – *plica vocalis* – határolja. Ennek éles szabad szélében, mintegy a nyálkahártya tunica propriájához tartozóan fut a hangszalag, majd ék alakban vastagodó laterálisabb részében helyezkedik el a *m. vocalis*. A hangszalagoktól lefelé a gége ürege megint tölcészerűen tágul. A hangrés (*rima glottidis*) nem egyszerűen a hangszalagok közötti rés, hanem hátraterjed a két kannaporc medialis felszínei közé, amelyek nagy részét szintén beborítja a nyálkahártya. Így a hangrésen megkülönböztetünk egy elülső *pars intermembranaceát* és egy hátsó *pars intercartilagineát*.

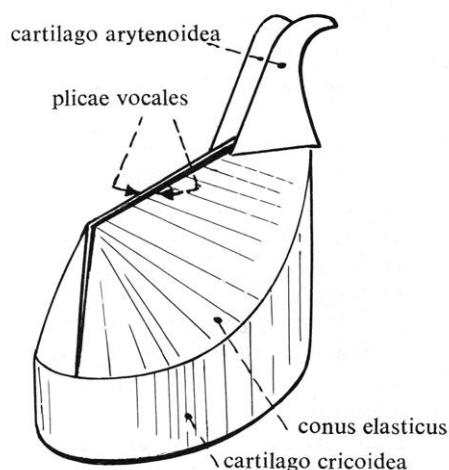


7/55. ábra. A gége frontális metszete a gége üregének és elasticus membránjainak magyarázatára

Gégebemenet (*aditus laryngis*). Rendkívül nagy orvosi jelentősége miatt a garat leírásánál említettekén túlmenően itt még részletesebben ismertetjük. Körte alakú, ferdén hátra- és felfelé tekintő nyílás, amelyet előrefelé a gégefedő, majd az ennek széleiről a kannaporcok csúcsai felé haladó két nyálkahártyaredő, a *plica aryepiglottica* határol. Ez szab határt medial felé a pajzsporc és a gégebemenet közt kétoldalt keletkező recessus piriformisnak. Mint a garatnál említettük, a lenyelt folyadék vagy inkább pépszerű anyag a szigetszerűen elhelyezkedő gégefedő felett szétválva, a két recessus piriformis útján folyik le az esophagus felé. A két plica aryepiglottica lefelé konvergálva két megvastagodást mutat: *tuberculum cuneiforme*, a beleágyazott cartilago cuneiformis, és *tuberculum corniculatum*, a benne fekvő cartilago corniculata folytán.

A két tuberculum corniculatum között kezdődően a középvonalban még egy kis lefelé irányuló bemetszés, az *incisura interarytenoidea*, egészíti ki a gégebemenetet.

A gége kötőszövetes váza (*membrana fibroelastica laryngis*). A nyálkahártya tunica propriájának mély rétege a gége üregének nagy részében – a lefelé tölcsérszerűen szűkülő vestibulumban és tölcsérszerűen táguló hangrés alatti részben – rugalmas membránok alakjában mintegy önállóul. Szerepük, hogy a gégeporcok mindenkor helyzetétől függetlenül a gége nyálkahártyájának sima feszes alapot kölcsönözzenek. Ez biztosítja, hogy a hangot tompító laza nyálkahártyaredők nem keletkezhetnek. A vestibulum laryngis nyálkahártya alatti rugalmas falát a trapéz alakú *membrana quadrangularis* képezi. Ennek két széle porchoz rögzített, elől, az epiglottisporc szélén és hátul, a kannaporc elülső élén. Ferde, felső széle a plica aryepiglotticát alkotva szabadon végződik, vízszintes, alsó széle szintén „szabad”, és a plica ventricularist adja. Természetesen e két trapéz alakú lemez hengerszerű vájullattal néz egymás felé, és lefelé sagittalis irányban mindjobban kifeszülve, a vestibulum laryngis tulajdonképpeni falát alkotják, amit a nyálkahártya csupán bélel.



7/56. ábra. A conus elasticus erősen sematizálva

A gége alsó részében található a *conus elasticus*. Ez két háromszögletű, az előbbinél erősebb rugalmas lemez, amelynek alsó széle a gyűrűporc felső szélén rögzül. Elülső széle felül a pajzsporc belső és alsó felében ered, a középvonalhoz közel; eredése innen áthúzódik a lig. cricothyroideum medianum hátsó felszínére.²⁰ Felső, „szabad” széle nem más, mint maga a hangszalag, a lig. vocale. Megint lényeges megértenünk, hogy nem lapos háromszögletű lemezekről van szó, hanem a két kúpszerű idomra (persze csak frontális metszetben nézve) összehajlított háromszögletű lemezeiről (7/56. ábra).

A gége erei és idegei. Verőerei az a. thyroidea superiorból és részben az inferiorból származnak. A felső pajzsmirigy-arteria gégei ága a membrana thyrohyoidea átfúrásával jut be a gége belsejébe. A felső gégeideg (n. laryngeus superior) belső ága az érrel együtt lép be a gégebe, és annak egész nyálkahártyáját a hangszalag alatti terület egy része kivételével, érzően beidegzi. Mozgató ágakat ad a m. cricothyroideusnak. Az alsó gégeideg (n. laryngeus inferior, a n. vagus ága) főleg motoros, a m. cricothyroideus kivételével minden gégeizmot motorosan idegez be. Kevés érzőrostja a hangrés alatti nyálkahártyához megy. Az ideg a trachea és az esophagus közötti barázdában felszállva éri el a géget, és a gyűrűporc oldalán ágazik el a különböző izmokhoz. Az ideget az alsó pajzsmirigyverőérből származó kisebb, egyénileg változó ágak kísérik.

Venái részben az arteriákat kísérik, részben a pajzsmirigy és a garat vénás fonataihoz csatlakoznak.

Nyirokelvezetése sokirányú: a felső mély nyaki nyirokcsomók, a trachea körüli nyirokcsomók fő elsődleges regionalis nyirokcsomói. Nem ritka a gége előtt elhelyezkedő egy-két nyirokcsomó.

A gége szöveti szerkezete. Nyálkahártyájának hámja magas több magos csillószerű hengerhám, de a vestibulumban, főleg az epiglottis pereméhez közel, még többretegű, el nem szarusodó laphámából álló szigetek normálisan is előfordulnak. A plica vocalisnak a hangszalagot borító részét – tehát ahol igen erős a mechanikai megterhelés – többretegű, el nem szarusodó laphám borítja. A hámban sok kehelysejt és a tunica propriában – a

²⁰Úgy is felfogható a dolog, hogy a lig. cricothyroideum medium nem más, mint a conus elasticus elülső szabad széle, ti. a két elülső szélének összeforrása. A JNA ezt a szalag nevében jelezte is. A szalag egyszerűsített klinikai nevében (lig. conicum) talán ez az összefüggés is jelezhető.

plica vocalison kívül – mindenütt sok apró nyálmirigy fordul elő. A legnagyobbak az epiglottis előtt helyezkednek el, de kivezető csövik az epiglottisporc átfűrészával a vestibulumba nyílik. A tunica propria mucosae felületesebb, lazább része bővelkedik rugalmas rostokban és kisebb nyiroktüszőkben. Mélyebb rétege az erős rugalmas rostokból álló membrana fibroelasticaként önállósodik. A ventriculus laryngis nyálkahártyája alatt ez a mély réteg hiányzik.

A gége fejlődése. A fejezet végén a légzőrendszer fejlődését egységesen tekintjük át.

3.3.2. Légcső

A **légcső** (*trachea*) 12–14 cm hosszúságú, 17 mm körüli átmérőjű, elől és oldalt hengeres, hátul lelapult, porcos és részben hártás-izmos falú, nyálkahártyával bélelt cső. A cartilago cricoidea folytatásában a 7. nyakcsigolya magasságában kezdődik, belép az apertura thoracison keresztül a mellkasba, és ott a 4-5. hátszigolya között oszlik két ágra, a főhörgőkre (*bronchi principales*). Falát C alakú üvegporcos gyűrűrészek (*paries cartilagineus*) képezik elől és oldalt, hátsó fala hártás (*paries membranaceus*); kötőszövetből és simaizomból áll. A porcgyűrűket gyűrű alakú hártás részek kötik össze. Hátsó végükön a porcok néha villa alakban kettéválnak, számuk közel 20.

Topográfia. A légcső néhány (2–4) felső gyűrűje előtt fut el harántul a pajzsmirigy két lebenyét összekötő isthmus. Mögötte, hozzá viszonyítva kissé balra eltoltan, a paries membranaceushoz szorosan hozzánőve, száll le a nyelőcső nyaki szakasza. A kettő közti barázdában száll fel mindkét oldalon a n. vagus visszakanyarodó ága (*n. laryngeus recurrens*). A nyaki érhüvely, benne a medialis helyzetű a. carotis communis, csak lazán érintkezik a légcső oldalfalával. A mellkasban a légcsövet ferdén keresztezi (nem szorosan érintkezve vele) a v. brachiocephalica sinistra, közvetlenül érintkezve halad el a középvonaltól jobb felé felszállva a truncus brachiocephalicus, balra a trachea elágazás feletti részével az aortaív kereszteződik, rajta kis benyomattal képezve.

A trachea elágazódása (*bifurcatio tracheae*). A légcső két főhörgőre (*bronchus principalis dexter et sinister*) oszlik, amelyek a tracheával azonos felépítésűek. A jobb főhörgő valamivel tágabb, mint a bal, meredekebben száll lefelé;²¹21 elágazódása hamarabb kezdődik, valamivel hátrább fekszik, mint a bal és medial felé homorú, egyetlen gyenge görbülete van, míg a bal gyengén S alakban kanyarog.

Topográfia. A bal főhörgőt az aortaív, a jobbat a v. azygos kerüli meg felülről. A tracheába (gégetükrrel vagy laringoszkóppal) tekintve, a trachea elágazódása közti félhold alakú sarkantyú mint homorú éles taraj (*carina tracheae*) jelentkezik, amely az előbbi felsorolt geometriai okokból aszimmetriás – erősen balra tolt helyzetű –, tehát sokkal jobban belátni a jobb főhörgőbe. Idegen testek is nagyobb valószínűséggel jutnak be a jobb tüdőbe.

Falszerkezet (7/57. ábra, A). Nyálkahártyáját több mag Soros csillósörös hengerhám képezi, a csillók effektív csapása a garat felé irányul. A hámban sok a kehelysejt. A tunica propria rugalmas rostokban bővelkedő hártya, mely a nyálkahártyát simán rögzíti alapjához. A submucosában, főleg a porcgyűrűk közötti szakaszokon és a hátsó falban, számos apró nyálmirigy található, melyek kivezető csöve a lumenbe vezet. A harmadik fő rétegben a paries cartilagineusnak megfelelően üvegporc, míg a hátsó paries membranaceus területén simaizomsejtek és részben rugalmas kötőszövet bonyolult szövődéke található. Mirigyek itt az izmos kötőszövetes falban vagy még azon kívül az adventitis kötőszövetbe ágyazottan helyezkednek el.

3.3.3. Hörgők

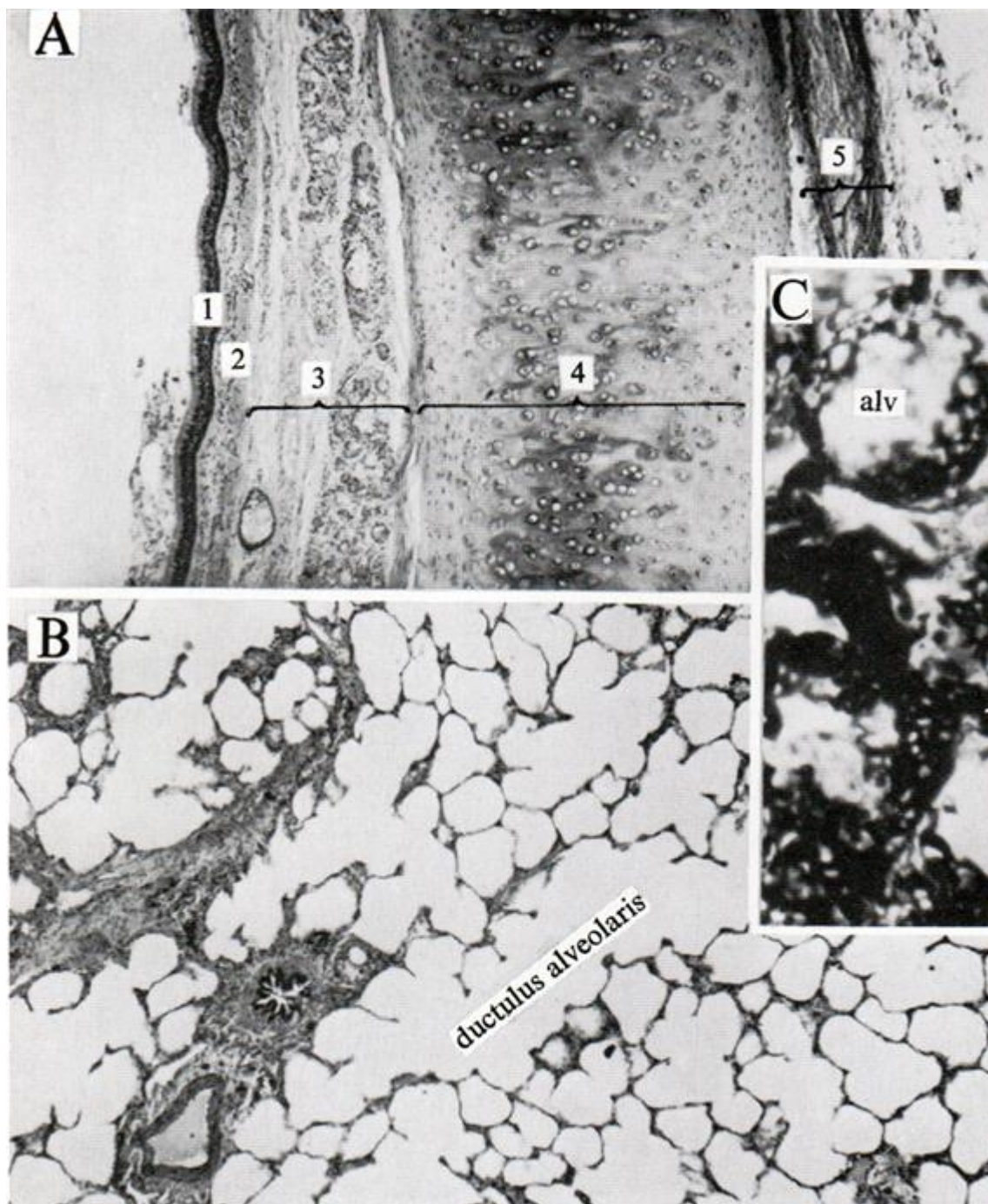
A **főhörgők** (*bronchi principales*) és azon túl minden további **hörgő** (*bronchus*) dichotomikusan ágazik el, azaz nem egy irányát megtartó főág ad jóval kisebb mellékágot, hanem általában minden elágazódás közel egyenértékű ágakat eredményez.

Az első ágak a *bronchi lobares* egy-egy tüdőlebeny számára. A jobb főhörgő bronchus lobaris superiorja már 2 cm után elágazik felfelé, s a tüdőkapun ez, valamint a főhörgő középső és alsó lebenyhez vezető maradványa lép be. A bal főhörgő jóval távolabb (5 cm) ágazik el két közel egyenlő nagyságú felső és alsó bronchus lobarisra épp a tüdőkapuba való belépéskor.

A bronchi lobares rövid lefutása után már saját lebenyükön belül oszlanak a bronchuságak igen fontos kategóriájára: a *bronchi segmentales*re. Annyi bronchus segmentalis van, ahány tüdősegmentum, azaz a felső lebenyben (a jobb tüdőn) három, a középsőben kettő, és az alsó lebenyben öt. A bal tüdőben külön középső

²¹21 A mediansagittális síkkal a jobb 25°-os, a bal 45°-os szöget zár be.

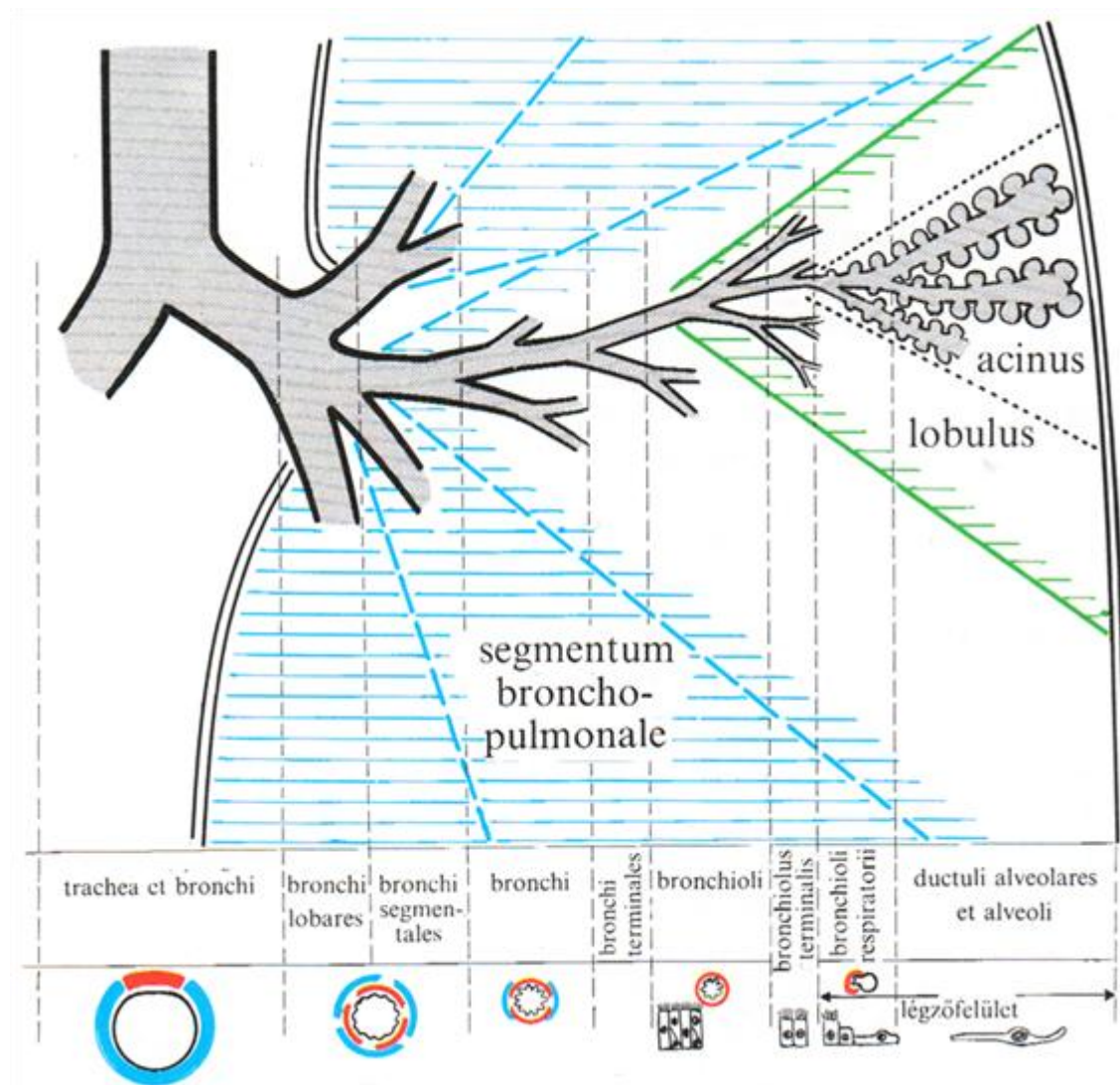
lebeny nem lévén, az ezt magában foglaló felső lebeny bír több bronchus segmentalisszal. A bronchi segmentales szigorúan együtt futnak és ágaznak el az a. pulmonalis ágaival, ti. a piramis alakú segmentum csúcsán lépnek be, és minden kisebb tüdőegységnek mintegy tengelyét képezik. A v. pulmonalis nagyobb ágai ezzel szemben a segmentumok közötti határvonalak mentén haladnak.



7/57. ábra. A: trachea falának átmetszete (1: több magosoros csillós hengerhám; 2: tunica propria; 3: submucosa kevert nyálmirigyekkel; 4: porcgyűrű; 5: adventitia); B: tüdőszövet kis nagyítású képe (a hosszában metszett ductus alveolarisba benyúló fülkeszerű alveolusok nyílásait pillérszerűen körülvevő kiszélesedett falrészec helyenként jól láthatók; balra egy csillag alakú lumenű, csak izomfallal rendelkező bronchiolus); C: tussal injiciált tüdő (a felső alveolust [alv] körülvevő sűrű capillarishálózat jól felismerhető)

A segmentumokon belül a segmentalis bronchusok *bronchusokra*, majd *bronchiolusokra*²² oszlanak, amelyek eleinte még a tracheához és a hörgőkhöz hasonló szerkezetűek, csupán a falukban levő üvegporcok már nem gyűrű alakúak, hanem szabálytalan, néha elágazódó porcos szigetek. A fal alkotásában fokozatosan simaizomszövet és rugalmas kötőszövet válik uralkodóvá. A simaizomszövet az apróbb bronchusokban és bronchiolusokban két ellentétesen körülcsavarodó spirális nyálában tömörül, míg az elasticus rostok a bronchusokkal párhuzamos irányú és velük elágazódó hosszanti rostköpenyt képeznek. – A bronchiolusok kategóriájában, amelyek a tüdő lobulusaiba lépnek be, a porc teljesen megszűnik. A bronchiolusoknak ugyanis már nincs falmerevítésre szükségük, mert oly módon épültek be a tüdőszövet szivacszerű rugalmas szövetébe, hogy belégzéskor az egész tüdővel együtt tágulnak, és nincs lehetőség arra, hogy a külsőnél alacsonyabb nyomás egyiket vagy másikat összeesésre bírja. A hám a kisebb hörgők felé egyszerű csillószörös hengerhámra, majd részben csilló nélküli köbhámra laposodik el. Mirigyek már nincsenek a bronchiolusok falában. A bronchiolusok további elágazódását és a tüdő különböző egységeihez tartozó bronchuskategóriákat a 7/58. ábra foglalja össze.

Vérellátás. Az aorta thoracica ágai – rami bronchiales – kísérik a bronchusokat a tüdőben. Az arteriák vére a vv. pulmonalesekbe és a vv. bronchialesekbe kerül. Ezen utóbbi vénák vérének a v. azygos és hemiazygos gyűjti össze.



7/58. ábra. A bronchusfa elágazódása és különböző bronchuskategóriák (Flerkó B. ábraterve nyomán). A kék szaggatott vonalakkal elválasztott kék sávoszerű területek a segmenta bronchopulmonalia, a zöld sávoszerű szerkezeti alegység a tüdőlobulus, a pontozott vonallal bekeretezett legkisebb egység az acinus. A vízszintes irányú elágazásnak megfelelő bronchuskategória nevét a függőleges szaggatott vonalakkal elválasztott oszlopok

²² E téren a leírások, sajnos, nem egységesek. Szövetani leírások szerint bronchiolus csupán az volna, amelyiknek falában már nincsen porc. A hivatalos nomenklatúrák a különbséget nem határozzák meg.

alján találjuk meg, alatta az illető bronchusfésülés falának szerkezete sémában (kék: porc; piros: simaizom; fekete: hámborítás)

3.3.4. Tüdő

A tüdő (*pulmo*) a gázcsere szerve. Páros, együttesen tompított kúphoz, külön-külön félkúphoz hasonló idomúak. Allományuk szivacszerű, peripheriásabb szövetrészeik majdnem habszerű, egészben lágyabb párna tapintatúak. Színük csecsemőn még világos rózsaszínű, felnőttben palaszürke, a beszívott és a kötőszövetben lerakódott portól és koromtól kékesfeketén márványozott rajzolattal. Egy-egy tüdő tömege 500–700 g közt váltakozik, a jobb rendszerint valamivel nagyobb. A tüdők a mellüregben a szív és a nagyerek által szabadon hagyott teret teljesen kitöltik, és pontosan követik a mellüreg alakját.

Külső idom. Egy-egy tüdő tompított félkúphoz hasonló alakú, rajta három felszint lehet jól elkülöníteni. Szélesebb alapját (*basis pulmonis*) képező felszíne a rekesz domborulatának megfelelően erősen kivájt (*facies diaphragmatica*). A bordák felé tekintő külső domború felszíne több részből áll, hátsó része a gerinc felé tekint, és nem válik el élesen a bordai felszíntől (*facies costalis*), hanem azok tompa görbülettel mennek át egymásba. A középvonal felé tekintő felszín a gátorüreggel határos (*facies mediastinalis*).²³ Ez a paramedian sagittalis állású felszín részben sima, részben a mediastinum különböző képződményei által behorpasztott. Ezen a felszínen található a tüdőkapu (*hilus pulmonis*), ahol a pleura áthajlásától körülvelt csepp alakú területen haladnak keresztül a tüdő erei és a bronchusok, gyűjtőnéven a tüdőgyökér (*radix pulmonalis*) képletei. A mediastinalis és a bordai felszín elöl, a rekeszi és a bordai felszín a bázis körül éles szélben találkozik össze. Kevésbé éles a mediastinalis és a rekeszi felszín találkozási, és egészen tompa a tüdő hátsó széle. A tüdő csúcsa (*apex pulmonis*) túlér az 1. bordák által alkotott síkon, és ezen túl még a kulcscsont felső szélének vízszintes síkját is meghaladja 1-2 cm-rel. A tüdőcsúcsok a mm. scaleni által az 1. borda felett, illetve az ezt borító és medial felé kiegészítő *lamina prevertebralis* (*fasciae cervicalis*) által alkotott sátoroszerű térben helyezkednek el.

Benyomatok. A tüdők felszínén különböző képződmények okoznak benyomatot. Közülük legjelentősebb az impressio cardiaca, különösen a bal tüdőn, ahol a szív benyomata ráterjed a tüdő elülső szélére, és ott félkör alakú bevágást (*incisura cardiaca*) okoz. E bevágás alatt a tüdő elülső széle még nyelvyszerűen visszakanyarodik a tüdő elülső határa általános vonalához. Ezt a kis (a felső lebenyhez tartozó) tüdőrészt *lingula pulmonis*nak nevezik. A tüdőcsúcsok elülső lejtőjén a két a. subclavia okoz sekély benyomatot. A bal tüdő mediastinalis felszínén az aortaív és a leszálló aorta, a jobb tüdőn a v. cava superior és a v. azygos benyomata látszik.

Lebenyek és lebeny közti barázdák. Mindkét tüdőt egy ferdén hátulról-felülről előre-lefelé haladó ferde hasadék (*fissura obliqua*), majdnem teljesen a hilusig bevágva, elől-felül elhelyezkedő lobus superiorra és alul-hátul fekvő lobus inferiorra osztja. A lebeny közti hasadék olyan ferde, hogy a bal tüdőn még a rekeszi felszín elejéből is egy rész a felső lebenyhez kerül. A jobb tüdőn ezenkívül egy közel vízszintes irányú hasadék (*fissura horizontalis*) levágja a felső lebeny alsó részét. Ez a jobb tüdő középső lebenye (*lobus medius*). Amint ez a bronchusok elágazásából és a tüdők segmentumbeosztásából kitűnik, a bal tüdőn is megvan a középső lebenynek megfelelő szervrész, csak nem vált külön a felső lebeny felső részétől.

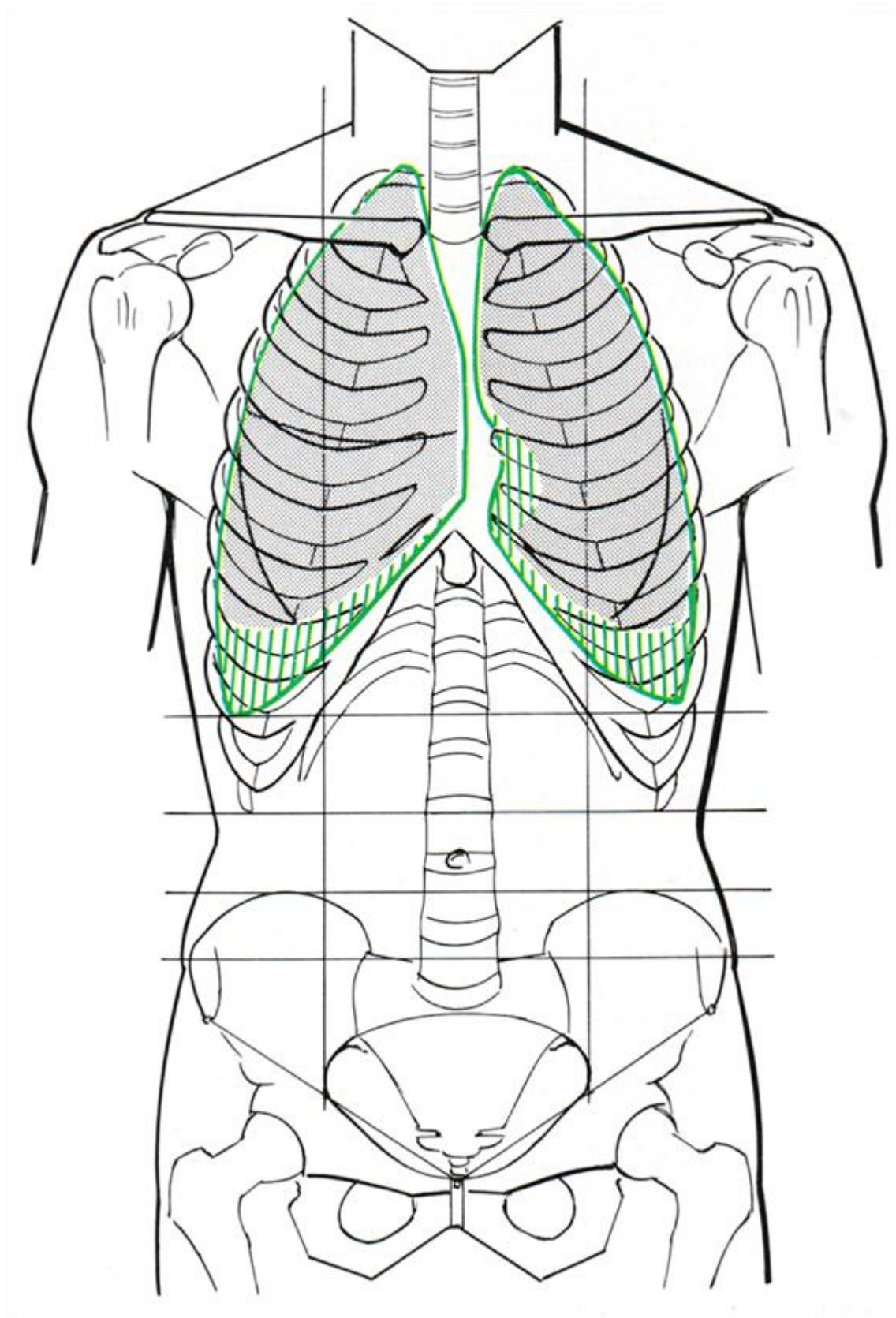
Hilus pulmonis. A mellhártya áthajlása által körülvelt tüdőkapu fordított csepp alakú, felül széles, lefelé elkeskenyedik. A hilus a mediastinalis felszín középső és hátsó harmadának határán található. A tüdőgyökér képletei szabályos sorban érik el a hilust. Mindkét oldalon elöl és kissé alul hagyják el a tüdőt a venae pulmonales. A venák mögött éri el a hilust az a. pulmonalis, még hátrább található a főhörgő. A jobb tüdőkapuban a főhörgő átmetszetét az arteria átmetszete felett találjuk, míg bal oldalon az arteria helyezkedik el magasabban. A fenti képletekkel együtt haladnak a tüdők felé, ill. felől az arteriae és venae bronchiales, a plexus pulmonalis sympathicus és parasympathicus idegrostjai és nyirokutak. A képletek között számos hilusi nyirokcsomó látható; felnőttben ezek a belégzett és lerakódott szennyező anyagoktól szénfeketék.

Tüdősegmentumok. Ha a tüdőgyökök felől követjük a vena pulmonalis elágazását, kitűnik, hogy az nem az arteria pulmonalis és a bronchus ágaival együtt fut, hanem aránylag könnyen szétválasztható kötőszöveti sővényekben. Egy kis gyakorlattal a tüdő mintegy tíz, csúcsával a hilus felé tekintő szabálytalan piramisra osztható, melyek bázisai a tüdő felszínei felé tekintenek. Ezek a tüdő segmentumai (*segmenta bronchopulmonalia*). Minden segmentum csúcsába, mint említettük, egy bronchus segmentalis és egy hozzá tartozó a. pulmonalis ág hatol be. A bronchopulmonalis segmentumok beosztásáról és elnevezéséről itt részletesen nem szólnunk, különböző klinikai iskolák ugyanis eltérő elnevezéseket alkalmaznak. Elég, ha az elvet értjük.

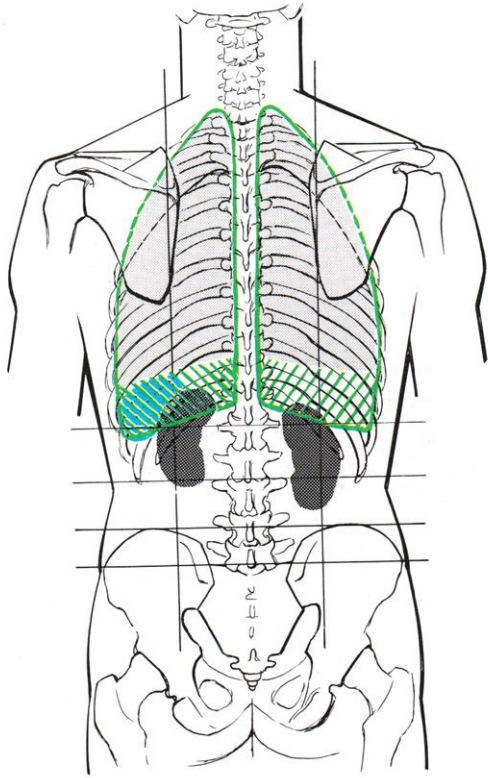
²³23 A PNA szerint pars mediastinalis, ti. a facies medialis hátsó része a pars vertebralis, elülső része a pars mediastinalis. Nem kell feltétlenül követnünk ezt a nomenklatúrai szörszálhasogatást, a BNA és a JNA szerint a kettő együtt volt a facies mediastinalis.

Tájékoztató és az anatómiai atlaszokkal, valamint a gyakorlatok során tapasztaltakkal való összehasonlításra említjük, hogy a jobb tüdő felső lebenye és a bal tüdő ennek megfelelő része egy csúcsi, egy hátsó és egy elülső segmentummal, a jobb tüdő középső lebenye és a bal tüdő felső lebenyének ennek megfelelő része két segmentummal bír (ezek helyzete azonban eltérő a két tüdőn); az alsó lebenyt öt, egy felső és a bázison köröskörül rendezett elülső, oldalsó, hátsó és medialis segmentumra osztják. A segmentumok a tüdőnek klinikai szempontból fontos alegységei, ugyanis gyakorta izoláltan betegszenek meg, s sebészeti eljárással egyes segmentumok külön kipreparálhatók és eltávolíthatók.

Topográfia (7/59. és 7/60. ábra). Az orvosi gyakorlat számára különleges jelentőségűek a tüdőhatároknak a mellkas felszínére eső vetületei. Ezeket ugyanis az orvos az egyszerű fizikális diagnosztika eszközeivel (kopogtatás) ellenőrizheti. A röntgendiagnosztika által megkívánt igényesebb topográfiai viszonyokkal itt nem foglalkozhatunk. – Mint már említettük, a tüdőcsúcsok előlről nézve 1-2 cm-rel meghaladják a kulcscsont felső szélének vízszintes síkját. A tüdőcsúcs legmagasabb pontja itt a median sagittalis sík és a medioinguinalis sík közötti távolság medialis és középső harmada közötti határon van. Innen a két elülső tüdőhatár lefelé húzódva egymás felé konvergál. A sternum szögletét (2. bordaporc rögzülése) elérve, a határok megközelítően függőlegesen húzódnak le a processus xyphoideus tövéhez. Helyzetük azonban aszimmetriás, mert a jobb tüdő elülső széle a sternum középvonalának megfelelően, a bal tüdőé pedig egy darabig vele párhuzamosan a sternum bal szélének vonalán húzódik lefelé. Ez a szél elérve a 4. borda porcát, az incisura cardiacának megfelelően élesen oldalra fordul mintegy 3–4 cm-nyire, majd visszakanyarodva, a 6. bordaporc mentén megközelíti a sternum szélét – ez a lingua csúcsának vetületi pontja –, de azt már nem éri el. A tüdő alsó határa a processus xiphoideus tövétől oldalfelé eleinte erősebben, majd mind gyengébben lejtő és a középső hónaljvonalától kezdve vízszintes vonal, amely a gerincet a 11. borda vertebralis végének felső szélén éri el. A két tüdő alsó határa közt érdemleges különbség csak az, hogy a bal tüdő alsó határa nem a processus xiphoideus töve közepén kezdődik, mint a jobbé, hanem ettől kb. két harántujjal balra. A tüdő hátsó határai a közbeeső mély hátizmok és csigolyák miatt az egyszerű fizikális diagnosztika számára nem közelíthetők meg, de meg kell jegyeznünk, hogy a tüdőcsúcsok a 7. nyakcsigolya tövisnyúlványának magasságáig nyúlnak fel.



7/59. ábra. A tüdő (pontozva) és a pleura (zöld) határainak vetülete elülső testfalra



7/60. ábra. A tüdők, a pleurazsák (zöld), a vesék és a lép (kék) vetülete a hátsó testfalra

Vér- és nyirokellátás. A tüdőknek kettős vérellátásuk van. A tüdőkapun belépő a. pulmonalis ágakra oszlik, az ágakból kiinduló capillarishálózat körül fogja a gázcserét lebonyolító tüdőhólyagocskákat (*alveoli pulmonales*). A vér a vv. pulmonales rendszerén keresztül hagyja el a tüdőt. A kis vércső nevezett erei a tüdők funkcionális keringését biztosítják, mely a gázcserében betöltött szerepe révén az egész szervezet szolgálatában áll. A tüdőszövet vérellátására a nutritív keringés szolgál, melyet a bronchusok arteriái és venái tartanak fenn.

A tüdő nyirokereit egy felszínes és egy mély hálózat alkotja. A nagyobb nyirokereket a bronchiolusokat, bronchusokat követik, és a tüdőkapu környéki nyirokcsomókba (*nodi lymphatici pulmonales et bronchopulmonales*) nyílnak.

Idegellátás. A tüdők beidegzését a n. vagusból és a truncus sympathicusból eredő ágak végzik. Az erek és a bronchusok simaizomzata mindkét helyről kap rostokat. A légzés idegi szabályozásában fontos szerepet játszó táglási receptorokhoz tartozó érzőidegek a n. vagushoz csatlakozva érik el az agytörzset.

Finomabb szerkezet. A bronchusfa elágazódásában már előzőleg eljutottunk ama ágakhoz, amelyek a kötőszövettel különválasztott nagyobb tüdőszöveti egységeket, a *lobulus*okat látják el. Ezt a hörgszakaszt, amelyek a bronchus-bronchiolus kategóriák határán vannak, helyes *bronchus terminalis*nak nevezni (7/58. ábra). A lobulus a tüdőszövetnek jól definiált egysége. Szabálytalan piramis alakú, amelynek bázisa, ha történetesen a tüdő külső pleurával borított részéhez ér, a lobulust határoló kötőszöveti sővényben lerakódott korom (lásd utóbb) folytán jól körülhatárolható. E lobulushatárok okozzák a tüdőfelszín finom, hálózatos márványozottságát, amely hálónak szemei közepesen légtelt tüdőn 1 cm, maximálisan 2 cm átmérőjűek.

A lobuluson belül a bronchus terminalis még tovább oszlik bronchiolusokra, amelyek porcos fallal és mirigyekkel már nem rendelkeznek. Végül a bronchusrendszer utolsó, még önálló fallal bíró szakaszán találjuk *bronchiolus respiratorius*okat.²⁴ Ezt a bronchiolus fajtát részben csillós köbhámjáról, valamint csillómentes secretoros sejteiről (*Clara-sejtek*) lehet felismerni. Az utóbbiak a II. típusú pneumocyttákkal mutatnak rokonságot és felületaktív (surfactant) anyagot termelnek. A bronchiolus respiratoriusok falából már helyenként valódi légzőfelületet képviselő egyes alveolusok nyílnak. Egy-egy bronchiolus respiratorius végén két vagy esetleg több *ductulus alveolaris*ra nyílik.

²⁴24 Egyes leírások a helyenként még alveolusokkal nem rendelkező utolsó bronchiolus szakaszt bronchiolus terminalisnak és az ezekhez tartozó tüdőszöveti alegységet acinusnak nevezik. Ez, úgy érezzük, túlzás és felesleges, a szerkezet megértését már nem javítja (7/58. ábra).

A lobulus légzőegységei. Lényeges megérteni, hogy a bronchiolus respiratoriussal szemben a ductulus alveolaris már nem bír önálló fallal, hanem egyszerűen egy táguló folyosó, amelyből nem csupán mindkét oldalra, hanem felfelé és lefelé is fülkeszerűen nyílnak a tüdőhólyagcsák (*alveoli pulmonis*). A tüdő mikroszkópi metszetein igen feltűnő képződmények a ductulus alveolarisok és a falukból nyíló metszetben félkör szerű kiboltosuló *alveolusok* (7/57. ábra, B). A ductulus alveolarisok végső részeiből sokhelyütt lóherelevelszerű csoportokban nyílnak hármás vagy többes alveoluscsoportok (*sacculi alveolares*). A 7/57. ábra B részéből kitűnik, hogy az alveolusok benyílását a ductulus vagy sacculus alveolarisokba kissé megvastagodott gyűrűszerű falrészecskék határolják. Ránézetben természetesen ezek nem önálló gyűrűk, hanem a szomszédos alveolusbenyílások számára közös szakaszokkal bíró gyűrűrendszerek. E megerősödött gyűrűkben haladnak a tüdő elasticus rosthálózatának egyes rostjai, sőt egyes helyeken simaizomsejtek is vannak beépítve a benyílásokat határoló pillérekbe. A leírtakból kitűnik, hogy a légső és a folytatásába eső bronchusfa funkcionálisan két részre tagolható. A trachea kezdeti szakaszától a bronchiolus terminalis szintjéig terjedő egység a légvezető szakaszt képezi. A bronchiolus respiratoriustól a légúti csőig tartó részt respiratorikus szakasznak nevezzük.

Az alveolusok falszerkezete. Az alveolusrendszer üregét változó vastagságú fal határolja (0,05–2,00 μm). A légúti cső falában vékony alveolaris epithelium lemezt találunk, melyet külső felszínén lamina basalis övez és pulmonalis capillarisok szövetébe vesz körül. A szomszédos alveolusok összefekvő falai mentén vastagabb képződmények (*interalveolaris septumok*) alakulnak ki. A szövetek tengelyében különféle kötőszöveti sejtek és kollagén, valamint elasticus rostok figyelhetők meg. Gyakori a macrophagok előfordulása. Régebben sokat vitatott kérdés volt, de ma általánosan elfogadott, hogy szomszédos alveolusok között helyenként pórusszerű nyílások vannak, sőt léteznek a bronchiolus respiratoriusból nyíló *Lambert-féle sinusok*, amelyek más bronchiolus respiratoriushoz tartozó alveolusokba vezetnek.

Az alveolusfal kialakításában az alábbi struktúrák vesznek részt:

♦ 1. *Alveolaris epithelium.* Az alveolaris epithelium I. és II. típusú pneumocytá (alveolaris) sejtek alkotta mozaikstruktúra. Az I. típusú pneumocyták vékony laphámsejtek, centralisan elhelyezkedő maggal. A cytoplasma a széli részek felé fokozatosan elvékonyodik. E sejtek a vékony cytoplasmán átérő, ún. transcytoticus vesiculákat tartalmaznak. Az alveolaris felszín 95%-át borítják be. A II. típusú pneumocyták a hámbélés mintegy 5%-át teszik ki. Gömbölyded, az alveolus üregébe beemelkedő sejtek (7/61. ábra), diszkrét microbólyborítással. Gyakorta a septalis interalveolaris porusokat szegélyezik. Ez utóbbi sejtek bővelkednek mitochondriumokban, és jellegzetes lemezes szerkezetű vesiculákat tartalmaznak. Az utóbbi organellek az alveolaris felületaktív anyag, az ún. surfactant praecursor anyagát tárolják. Az alveolusüregbe jutó foszfolipid-fehérje keverék egy vékony filmet képez annak belfelületén, mely csökkentve a felületi feszültséget, megakadályozza a légúti cső kollapsusát. A felszínaktív anyag vesztülettel hiánya újszülöttnél súlyos légzési elégtelenséget okoz (neonatalis distress syndrome, hyalinmembrán-betegség).

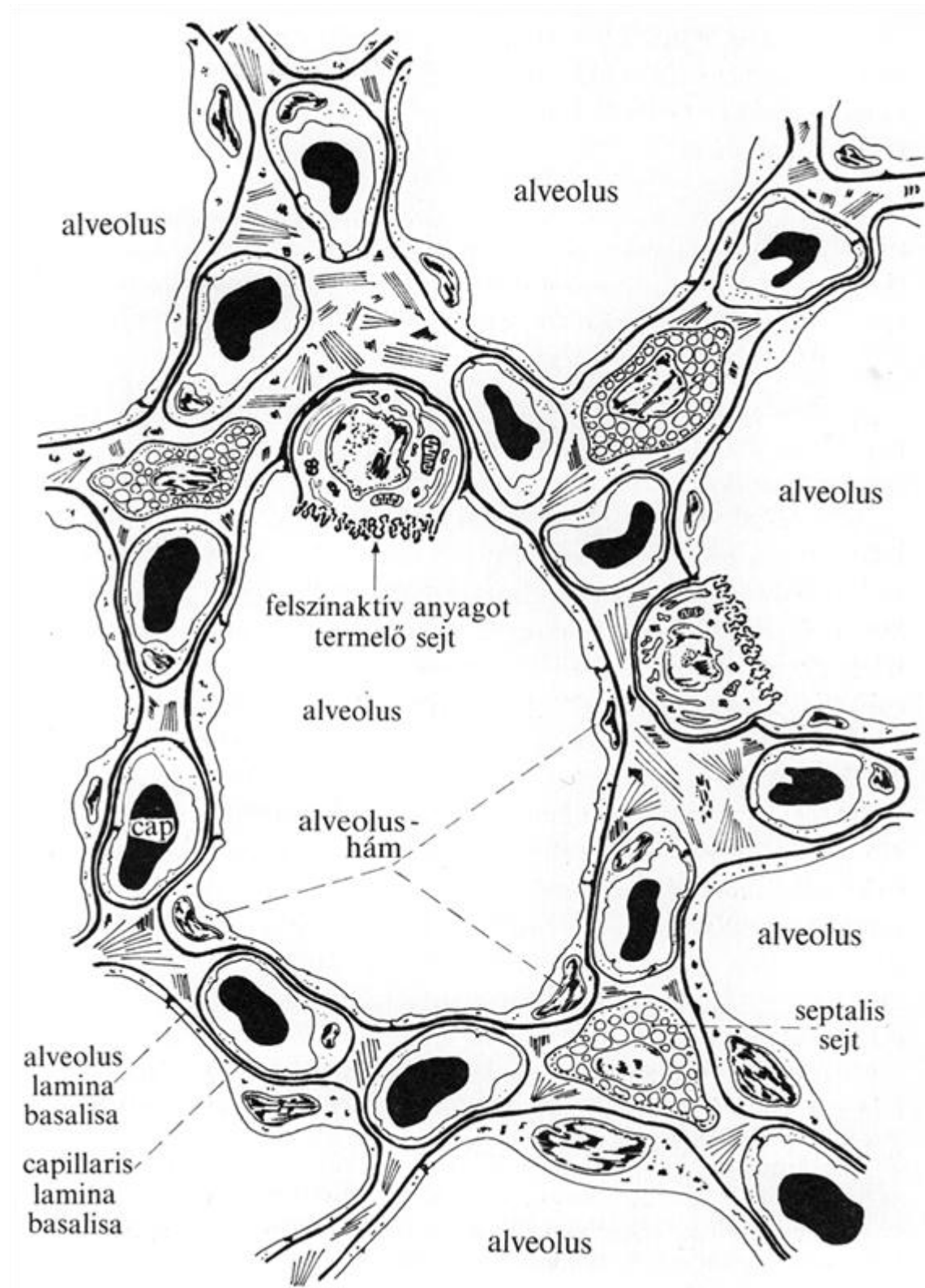
♦ 2. *Endothelsejtek.* A pulmonalis hajszálerek falát endothelsejtek folyamatos vékony lemeze béleli, melyhez az alveolaris felszín mentén lamina basalis kapcsolódik. Helyenként még a 0,1 μm vastagságot sem éri el. Transcytoticus apró vesiculák jellemzik a sejtek cytoplasmáját. A gázcsereben betöltött szerepük mellett számos egyéb funkcióban vesznek részt (prohormonfeldolgozás és konverzió, prosztaglandinszintézis, szerotonininaktiválás stb.).

♦ 3. *Alveolaris macrophag sejtek.* Csontvelő eredetű, a mononuclearis phagocytá rendszerbe sorolt sejtek. Mozgékonyak; behatolva az alveolusok üregébe, ott belégtet igen finom por- és koromszemcséket phagocytálnak. Ezután vagy a bronchusrendszer ciliaris nyálkaáramlásával bekerülnek a garatba, vagy bevándorolnak a tüdőlebegek kötőszöveti szövetébe, ahol lerakódnak. Lehetséges, hogy a nyirokcsomókkal a tüdő regionalis nyirokcsomóiba jutnak, ahol letelepsznek, vagy részben el is pusztulnak, és a magukkal vitt por sejten kívül raktározódik.

A tüdőben így kialakuló porlerakódásokat pneumoconiosisoknak nevezik. A szén (korom) lerakódása aránylag ártalmatlan (anthracosis). A dohányzás (főleg cigaretta) ártalmosságát inkább a belégtet kátrányanyagok (rákkeltők) okozzák. Egyes ipari porok, mézpor, vaspórlerakódásai sem túlságosan veszélyesek, hacsak nem extrém fokúak. A legveszélyesebb, és komoly munkaegészségügyi problémát jelent a szilícium-dioxidot tartalmazó kőporok belégtése. Ezek a kötőszöveti elemeket burjánzásra serkentik (silicosis), és a tüdő légzőfelületét fokozatosan elpusztítják.

Levegő-vér gát. Festékek injiciált tüdőkészítményben megfigyelhető (7/57. ábra, C), hogy az alveolusok falában levő hajszálhálózat rendkívül sűrű. Az alveolaris hám nagyobb része érintkezik capillárisokkal, mint nem. Elektronmikroszkópi szerkezetét a 7/61. ábra mutatja. Ebből kitűnik, amit már a bevezető fejezetben is

említettünk, hogy az alveolusok levegőjét csak az igen vékony alveolushám-plasmaréteg, az ehhez kívülről csatlakozó epithelialis lamina basalis, a vele helyenként összeolvadni látszó capillaris lamina basalis, majd capillaris endothelium plasmarétege választja el a capillarisokban keringő vértől. Helyenként a két alaphártya egymástól eltér, és közöttük finom reticularis és rugalmas rostváz számára kevés kötőszöveti tér marad fenn. A barrier vastagsága 0,2–2,5 μm között változik, a részt vevő alkotóelemek vastagságának megfelelően. A levegő-vér gát vékony szakaszai – néhány tized μm falvastagsággal – kedveznek a diffúzió és gázcsere folyamatainak.



7/61. ábra. Tüdőalveolusok szerkezete sémásan. Az alveolaris hámsejtek 1 μm törtészére elvékonyodnak, lamina basalisuk sok helyen teljesen összeolvad a capillaris endothel lamina basalisával. E helyeken a tüdőhólyagokban levő levegőt 0,5 μm -nél vékonyabb fal választja el a keringő vértől. Az alveolusok hámsejtjei között a lumenbe erősen beemelkedő, felszínaktív anyagot termelő sejtek ülnek. A capillarisok (cap) és az alveolushám lamina basalis között helyenként kitáguló teret finom reticularis és rugalmasrost-rendszer tölti ki, ugyanitt phagocytosisra képes, rendszerint vacuolisált, ún. septalis sejtek találhatók. A capillarisokban vörösvértestek

Kis vérköri elégtelenség esetén a capillarisokból kikerülő vörösvértestek törmelékeit macrophagok phagocytálják. Ezután egy részük bevándorolva az alveolusokba és a bronchusrendszerbe, megjelenik a köpetben mint barna, vastartalmú pigmentet tartalmazó, ún. „szívbjajsejt”.

A tüdőszövet váza. A bronchus- és bronchiolus-nyálkahártya tunica propriájában haladó hossz tengelyükkel párhuzamos és elágazódásukkal mindjobban felrostozódó rugalmas rostrendszer a tüdő végső szöveti egységeiben egységes hálózattá bomlik fel, amelyikbe a bronchiolusok fala, valamint a ductulus alveolares és az alveolusok mint a szivacs hézagai vannak beépítve. Ez a rugalmas rosthálózat azonban csupán a durva váz, amelyhez az elektronmikroszkóppal látható kötőszövetes terek finom reticularis és rugalmas váza csatlakozik. – A lényeges annak megértése, hogy ez a váz az egész élet során mintegy „szét van feszítve”, mert a tüdő egy saját „természetes” térfogatnál nagyobb teret kénytelen kitölteni. Míg szinte minden más szövetünkben bármilyen okból elpusztult szövet törmelékeinek eltávolítása vagy elvezetődése után a szövetek saját nyomása és a rájuk kívülről gyakorolt nyomás az ép szövetrészeket egymás felé nyomva, ezzel mintegy megteremti a feltételeket a szövethiány eltüntetésére – azaz gyógyulására –, addig ez nem így van a tüdőben. Minden szövetpusztulás itt a megszakadt szöveti elemek visszahúzóódását okozza – mint pl. egy kifeszített gumilemezen vagy harisnyán levő szakadás hajlamos a gyors nagyobboldásra. Érthető tehát, hogy a tüdőben bekövetkező mindennemű szövetpusztulás üregek (cavernák) képződésére vezet. A tüdőben igen rosszak a gyógyulásra a feltételek, illetve csak mesterségesen: a tüdőszövet összenyomásával lehet ezeket a feltételeket megteremteni.

3.3.5. Mellhártya

A mellhártya (pleura) a nagy savós hártyák (peritoneum, pericardium, pleura) egyike. Finomabb szerkezet és általános funkciók jelentőség tekintetében is megegyezik a többivel, amelyek egyikét, a pericardiumot, a keringési szerveknél már megtárgyaltuk. A mellhártya páros képződmény, két zsákja ugyan a sternumnál való elülső áthajlásuknál egymáshoz közel kerül, de közvetlen érintkezésbe nem jut, üregeik egymással nem közlekednek.

Lemezei. A többi savós hártyához hasonlóan a mellhártya is fali (*lamina parietalis*) és zsigeri (*lamina visceralis*) lemezből áll. A pleura zsigeri lemezét pleura pulmonalisnak, fali lemezét pleura parietalisnak nevezik.

A *pleura pulmonalis* nem csupán a tüdő külső felszínét borítja be, hanem behatol a tüdőlebenyek közötti ferde és vízszintes fissurákba is. Ennek mélyében a bevágás két falát borító pulmonalis pleurarészlet lap szerint összefekszik egymással, de normálisan nem tapad össze. A tüdő különböző felszíneinek megfelelően a zsigeri pleuralemezt nem látják el külön névvel. Vékony rétegein áttűnnek a tüdő lobulusátárain lerakódott koromszemcsék, ami a tüdő felszínének márványozott rajzolatát adja.

A *pleura parietalis* belülről vonja be a mellüreg, és annak megfelelően, ti. hogy ennek mely falát borítja, más névvel látjuk el.

A bordák belfelületét borító, a mellüreg felől tekintve homorú felszín a *pleura costalis*. Ezt a bordák, a bordaporcok és a bordaközoeket kitöltő izomzat belső felszínéhez elég erős egységes fasciaszerű subserosus kötőszöveti lemez, a *fascia endothoracica* rögzíti. Az apertura thoracis superiorának a belépő légcső, nyelőcső és átlépő nagyerek által szabadon hagyott oldalsó részein a pleura costalis kúpszerűen benyomul a mm. scaleni és medialisan a lamina prevertebralis által alkotott sátorba. Ez a tüdőcsúcsot magába fogadó pleurakúp (*cupula pleurae*).

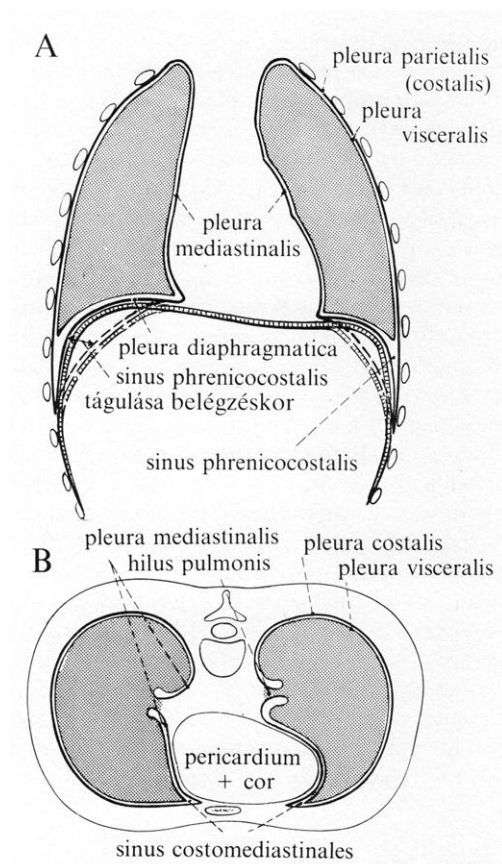
A mellkas rekeszi felszínét borító parietalis pleurarészt *pleura diaphragmaticának* nevezik.

A mellkas középső részét, a mediastinumot kitöltő zsigereket, a szívet és a nagyereket borító parietalis pleuralemez a *pleura mediastinalis*. Ez nagyjából és egészben sagittális állású pleuralemez, amely hátul a gerinc oldalán hagyja el a mellkas hátsó falát, és a mediastinum szerveit balról és jobbról körülvéve halad a sternum belső felszíne felé, ahol a costalis pleuralemezben folytatódik. A mediastinalis lemez azonban csak a tüdőkapu

felett egységes, a tüdőkaputól kezdve egész a rekeszi felszínig áthajlik a zsigeri lemezbe. Ez az áthajlás nem korlátozódik a tüdőgyökerek körüli területre, hanem azok alatt keskeny szárral lehúzódik a rekeszi felszínig. Az így keletkezett frontális állású pleurakettőzet a *lig. pulmonale*. A tüdőkapu előtt a pleura mediastinalis – kevés laza kötőszövet közbejöttével – mindkét oldalon szorosan összefekszik a szívburrok külső felszínével. A két savós hártya között fut le mindkét oldalon a rekesz idege (n. phrenicus) az a. pericardio-cophrenica kíséretében. Érthető, hogy a balra sokkal jobban kiterjedő szív miatt a bal mediastinalis lemeznek inkább kell oldalra kitérnie a sagittális iránytól.

A pleura zsigeri és fali lemeze közötti virtuális rés a *cavum pleurae*, melyben néhány ml savós folyadék biztosítja légzésnél és erősebb törzsmozgásoknál a két felszín egymással szembeni lap szerinti elcsúszását. Tényleges pleuraüreg csak akkor keletkezik, ha kóros körülmények között oda folyadék (savó, genny, vér) vagy gáz (leggyakrabban levegő a tüdő vagy a mellkasfal sérüléseinél) kerül be. Előre ment gyulladásos folyamatok nyomán a két pleuralemez helyenként vagy nagyobb területen lap szerint összetapadhat.

Pleurasinusok. Amellkasban a légzés során bekövetkező változások megértéséhez fontos megértenünk a pleurasinusokat és funkciójukat. Pleurasinus a parietalis pleuralemez két szomszédos lemeze által közrefogott térség, mely az áthajlás mentén alakul ki. Amint ez a **7/62. ábrán** bemutatott sémás frontális és horizontális metszetből kitűnik, a pleura costalis a rekesz eredésénél igen hegyes szögben megy át a pleura diaphragmaticába. A rekesz meredeken felfelé szálló domborulata miatt ide a tüdő alsó szélé nem nyomul be, hanem a két fali lemez egy darabon lap szerint összefekszik. Ez a *sinus phrenicocostalis (recessus costodiaphragmaticus)*. Hasonlóképpen a mediastinalis lemeznek a sternumnál való áthajlása a costalis pleurába ilyen hegyesszögben megy végbe; ez a *sinus costomediastinalis (recessus costomediastinalis)*. Belégzésnél a rekessel kapcsolatban már leírt mechanizmus szerint a rekesz lelapul, ezért a sinus phrenicocostalis megnyílik, és befogadja a tüdő alsó szélét. Kopogtatással ilyenkor úgy észleljük, hogy a tüdő alsó határalezáll. A mellkas körfogatának növekedése belégzéskor szükségszerűen magával vonja a sinus costomediastinalis megnyílását – azaz szögének tompábbá válását, ennek következtében az elülső tüdőhatárok kissé medial felé tolódnak. A mediastinalis és a rekeszi pleuralemezek közt keletkezik még egy kevésbé kifejezett *sinus (ill. recessus) phrenicomediastinalis* is.



7/62. ábra. A tüdő és a pleura a mellkas frontális (A) és horizontális (B) metszetén sémásan. A felső ábra (A) belégzéskor a sinus phrenicocostalisnak a rekesz lelapulása következtében való felnyílását mutatja

Ezekből megérthető a pleura leglényegesebb funkciós szerepe, ti. az, hogy a maximális kilégzési és belégzési állapot közötti nagy térfogatkülönbség igen jelentékeny alakváltozást okoz a mellüregben. Ehhez a tüdő szivacszerű szövege könnyedén alkalmazkodik mindaddig, míg szabadon a szövetében levő minden irányban levő nyújthatóságának megfelelően tölti ki a mindenkor rendelkezésre álló teret. Ehhez szükséges a tüdő külső felszínének a mellkas belső felszínéhez viszonyított szabad elcsúszása. Érthető, hogy a zsigeri és a fali mellhártya részleges vagy teljes összenövése a tüdőnek ezt a szabad alkalmazkodását lerontja. Rendkívül rugalmas szövege során a tüdő ehhez, sőt még extrémebb változásokhoz is, képes alkalmazkodni (a tüdő szövege nagy részének légtelenedéséhez, eltávolításához stb.) a megmaradó szövetrészek kompenzáló kitágulásával, de ez már nem különbözik a tüdő szöveti elemeinek (rugalmas rostok) épsége és a kis vérkör szempontjából.

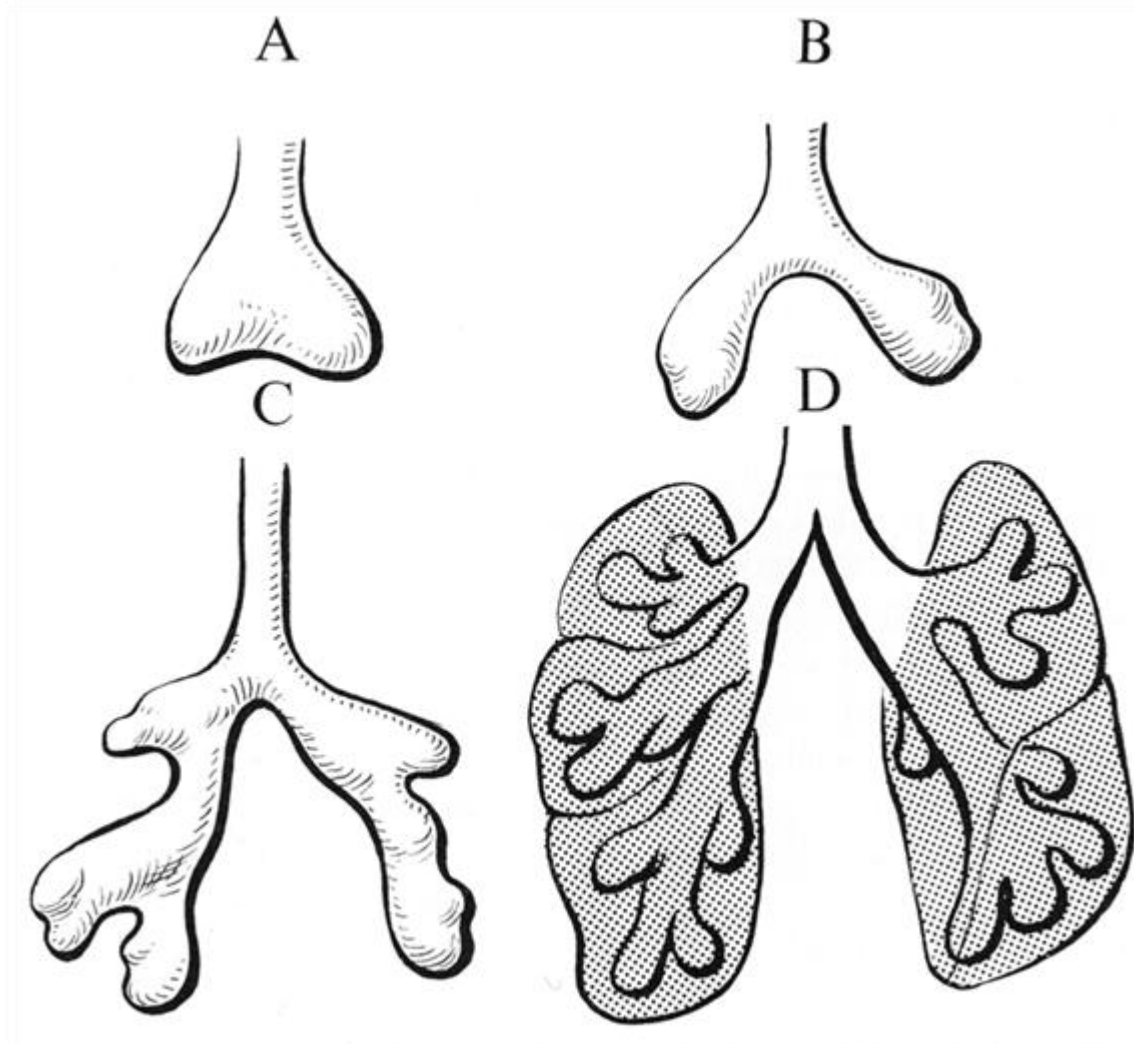
Topográfia. Itt kell foglalkoznunk az ún. pleurahatárokkal, azaz a pleuraáthajlási vonalaknak a mellkasfalra való vetületével. Ezek nem egyeznek meg a tüdőhatárokkal, amelyekkel nagyjából párhuzamosan futnak ugyan, de tőlük különböző fokban térnek el (7/59. és 7/60. ábra).

A tüdőcsúcs és a cupula pleurae határai alig térnek el, mert itt nincs hegyesszögben való áthajlás. A tüdő- és a pleurahatár elöl a szegycsont izület tájékán már eltér kissé egymástól, a pleura elülső áthajlási vonala mindkét oldalon ezen izület mögött száll le, majd a szegycsonti szöglet tájékán a szegycsont bal oldala közelében egymást a két határ csaknem teljesen megközelíti. Innen a jobb pleura határa függőlegesen leszáll a proc. xiphoideus tövének bal széléhez. A bal pleurahatár a sternum bal széle mentén jön le a 4. borda alsó széléig, ott a tüdő incisura cardiacájához hasonló, de kisebb kihagyást tesz, majd megint megközelíti, de nem éri el a 6. borda sternalis végét. Innen oldal felé indul az alsó pleurahatár mellkasfali vetülete. A bordák ferde állása miatt a vetületi vonal oldalfelé majd hátrafelé haladva egymás után metszi a bordákat: a 7. bordát a medioclavicularis vonalban, a 10. bordát a középső hónaljvonalban, a 11. bordát a lapocka angulus inferiorjával jelzett vonalban. A pleurahatár vetületi vonala a gerincet a 12. borda alsó szélénél éri el (7/59. és 7/60. ábra). A test fő síkjait használva referenciarendszerként azt látjuk, hogy azt elülső hónaljvonalról kezdve az alsó pleurahatár eléri, majd hátrafelé meghaladja a transpyloricus síkot.

A cupula pleurae lejtőjén hajlik át lejjebb a vena és kissé feljebb az arteria subclavia. Ennek egyik ága, a truncus costocervicalis, a cupulán felfelé, egy másik, az a. thoracica interna, rajta lefelé halad. A cupula csúcsa fölött fut el a karfonat (plexus brachialis) alsó törzsöke.

3.3.6. Az alsó légutak és a tüdő fejlődése

Az alsó légutak és a tüdő hámtelpe az előbél garati részének alsó szakaszán mint ventralisan elhelyezkedő függőleges hámmegvastagodás, majd előre kiöblösödő vályú (*laryngo-trachealis vályú*) jelentkezik (7/16. és 7/26. ábra). A hám tehát teljes egészében endodermális eredetű. A vályúszerű hámkioöblösödés alsó vége hamarosan zsákszerűen lefelé türemkedik, és már 4 mm hosszú embrióban alsó vége fordított V alakban kettéválik (7/63. ábra, A, B). Ez a zsák lefelé növekedve, a szívtelep mögé kerül, és két oldalsó kiboltosulása a nyelőcső és a szívtelep között oldal felé betüremkedik a mellüri celomába. Az alsó légutak eme hámtelpeinek felső részéből lesz a gége hámja, összekötő részéből a légcső, elágazódás utáni részéből a főhörgők hámja, valamint két oldalsó kiboltosulásából a hörgők és a tüdő hámja. A tüdőtelep két alsó kiboltosulása az elágazó mirigycsövek kialakulásához hasonlóan, a hám erős burjánzásából eredő sorozatos bimbózással oszlik mind apróbb csövekre (7/63. ábra, C). Ezek megfelelnek a bronchusfa fokozatos elágazódásának, végkamraszerű végső részeikből alakulnak ki az alveolusok hám eredetű részei. Az alsó légutak hámtelpeinek felső részét a 2. és 3. embryonalis hónapok között egy hámcsap teljesen eltömeszeli, mely azonban később felszívódik. Az alsó légutak váza és izomzata a kopoltyúívek mesenchymájából alakul ki, mely eleinte a hámkezdemény előtt tömörül, majd kétoldaltól mindjobban körülnövi. A nyelvcsont teste felső része és kisszarvai a 2., a test alsó része és a nagyszarvak a 3. kopoltyúívből fejlődnek ki. A gégebemenetet körülvevő porcrészek főleg az epiglottis, a plicae aryepiglotticae és talán még a cartilago arytenoidea részei is a 2. és 3. kopoltyúív elülső végeit összekötő mesenchyma tömörülésekből fejlődnek ki.



7/63. ábra. A garattelepből előrefelé kitüremkedő laryngotrachealis vályú és a belőle kinövő légúttelep különböző fejlődési mozzanatai. A: a telep kettéválásának kezdete; B: a V alakban kettévált telep; C: a hámtelep kezdődő bimbózása a későbbi lebenyhörgőknek megfelelően; D: a bimbózdó légúttelepet körülvevő mesenchymazsák (pontozva)

E mesenchymatömörülések neve copula és furcula; az előbbi egy előrébb fekvő hosszanti, az utóbbi egy hátrább fekvő villaszerűen elágazó mesenchyma tömörülés. Elülső részük a nyelv telepéhez használtatik fel.

A cartilago thyroidea a 4. és az 5. kopoltyúív mesenchymalis anyagából alakul ki. A cartilago cricoidea, a cartilago arytenoidea alsó része és a trachea porctelepei ismeretlen eredetű mesenchymából fejlődnek ki. Azt, hogy a gégeizmok a 4. és az 5. kopoltyúív mesenchymaanyagából lesznek, az is valószínűsíti, hogy a gégeizmokat a n. vagus és részben a n. accessorius (X. és XI. agyidegek) idegzik be, melyek e két kopoltyúív idegei.

A tüdő bimbózó hámtelepét (7/63. ábra, D) már igen korán mesenchymatömörülés veszi körül, amely már eléggé korán jelzi a két tüdő eltérő lebenyes tagozódását. A tüdőtelepek mesenchymája a bimbózó hámtelep ama részei körül hengerszerűen tömörül, amelyekből a bronchusok lesznek. A későbbi respiratorikus részeket adó (ductuli és sacculi alveolares, alveolusok) végső bimbókat csak igen laza szövésű mesenchyma veszi körül.

A tüdőtelep kb. a 4. magzati hónapig valóban mirigy jellegű, a fejlődés kezdeti szakaszát ezért pseudoglandularis periodusnak nevezzük. E szakasz végére megjelennek a terminalis bronchiolusok. A 16–28. hét közé eső szakasz a canalicularis periodus, melyet a hámcsovek rohamos osztódása, proliferációja és üregképzése (caniculatio) jellemez. Megjelennek a respiratorikus bronchiolusok. A hám köbös jellegű, gyakorta csillóval rendelkező. A 28–36. hét közé eső szakasz a saccularis periodus, mely folyamán primitív alveolusok jelennek meg és kerülnek közeli kapcsolatba pulmonaris capillarissal. A 36. héttől a megszületésig az alveolaris periodus jellemzi a fejlődő tüdőt, melyben a bronchrendszer további finom

differentiálódása és az alveolusok nagymérvű fejlődése figyelhető meg. Hámjuk elvékonyodik, és faluk pulmonaris capillarisokkal válik borítottá. Az alveolusok belső felszínét surfactant máz fedi.

A légzőfelület tehát az utolsó hónapokban már kialakult, még azonban zárt folyadéktérrel érintkezik. A születés utáni első valódi lélegzetvételek során bekerülő levegő az addig magzatvízzel kitöltött, hámmal körülzárt teret fokozatosan a többszörösére nagyobbítja. A tüdőben levő magzatvíz a légzőfelületet benedvesítő folyadékfilmmé válik, majd felszívódik, illetve a légutak termelte saját folyadékfilmnek, a nagyobb bronchiolusokban pedig nyálkarétegnek ad helyet.

4. 7.4. HÚGY-IVAR SZERVI KÉSZÜLÉK (apparatus urogenitalis)

4.1. Vizeleti rendszer (organa uropoetica)

4.1.1. Általános bevezetés

A vizeleti szervek vagy készülék szerepe, hogy kiürítse a szervezetben feleslegessé vált (részben a táplálékkal és italokkal felvett, részben az égési folyamatok során keletkezett) vizet, és benne oldható anyagokat (sók és anyagcseretermékek: úm. ureum, húgysavszármazékok stb.). Ilyen értelemben a vizeleti szervek a szervezet víz- és krisztalloid-anyagforgalmának és az ezekkel való megfelelő gazdálkodás legfontosabb szervei, azzal a döntő biológiai céllal, hogy a szervezet belső összetétele, elsősorban sejt közötti folyadéktereinek nagysága (ti. a folyadék mennyisége) és a benne levő folyadék ozmotikus koncentrációja egészben és különböző ionokra, ill. nem disszociált anyagokra lebontva is állandó maradjon. E feladatnak döntően a vizeleti szervek lényeges szerve – a tulajdonképpeni excretiós szerv – a vese (*ren*) felel meg. A vizeleti szervek többi része vizeletelvezető működéseket szolgál (vesemedence; húgyvezeték), egyben azonban átmeneti vizelettároló berendezésre is van szükség (húgyhólyag), amely a néhány órán át gyűjtött vizeletet néhány másodpercig tartó vizeleti funkcióval egy zárómechanizmussal ellátott csövön (húgycső) keresztül kiüríti. A húgycső csak nőben tartozik kizárólagosan a vizeleti szervekhez, férfiban egyben a nemzőkészülék kivezető része, ezért majd csak ennek keretében ismertetjük.

Érthető módon szinte csak kivételképpen és rövid időre fordulhat elő, hogy a vese a sejt közötti folyadékokat egyenlő ozmotikus koncentrációjú folyadékot ürít. A belső ozmotikus koncentráció fenntartására a vese vagy a saját testnedveknél koncentráltabb vagy annál hígabb vizeletet kell, hogy készítsen. Munkája ezért döntően koncentráló vagy hígító működés. Mindkettő ozmotikus munka. A szárazföldi életmódra az jellemző, hogy víz nem áll korlátlan mennyiségben rendelkezésre, és a szervezetben nélkülözhető víz egy részét két másik mechanizmus: a verejtékezés és a verejték elpárologtatásával biztosított hűtés és a légzés (a cserélt levegő páradúsítása) is igényli. Ezért a feleslegesen elfogyasztott nagyobb folyadékmennyiségek (nagyobb mennyiségű víz, sör, tea stb.) eseteitől eltekintve, a vese általában a testnedveknél nagyobb koncentrációjú vizeletet kell, hogy ürítsen. A szárazföldi élethez való alkalmazkodás főleg erősen vízhiányos (sivatagi) területeken bámulatos mechanizmusokat termelt ki a szervezetek vízgazdálkodására. Ezek egy része az anyagcsere alkalmazkodása, nevezetesen az élőlény környezetében fellelhető szinte egyetlen tápanyagra specializálódik (pl. a viaszoly a méhviaszra), és az élethez szükséges vizet ezen anyag elégetéséből termeli. Magasabb rendű állatok (gerincesek és főleg emlősök) anyagcseréje sokkal igényesebb, semmint hogy ennyire beszűkíthessék életfeltételeiket. Ezeknél a vízgazdálkodáshoz való alkalmazkodás nem elsősorban anyagcseréjük specializálódásából, hanem a kiürítendő vizelet maximális koncentrációjában áll. A vizeletkoncentrálás és egyben vízgazdálkodás érdekes mechanizmusát látjuk hullókból (amelyek közül sok kiválóan alkalmazkodott vízszegény területhez: kígyók, gyíkok) és madarakban. Ezek túltelített húgysavoldat vizeletet ürítenek a cloacájukba, ahol a húgysav kicsapódik (ez a madárürülékben a szürkés bélsárhoz csatlakozó fehéres – közelebből megismerve kristályos massa), és ezzel a víz nagy része a cloacából való felszívódásra ismét rendelkezésre áll. – Az emlősök veséje egészen más úton alkalmazkodik a vízgazdálkodás feladatához: az ún. ellenáramlási elvet használja fel a vizelet koncentrálására, és erre a célra vizeletet hosszú, vékony falú csövekből álló hajtúkanyarokban (Henle-kacs) vezeti egy adott, majd ezzel ellentétes irányba. Vízszegény környezethez alkalmazkodott emlősök (főleg sivatagi rágcsálók) veséje anatómiai felépítésében ez szépen tükröződik azzal, hogy hajtúkanyaros vesecsatornáik lényegesen hosszabbak, mint a vízbő környezetben élőkéi. Az ember e tekintetben a közepesen vízigényes emlősökhöz tartozik; vízszegény környezethez való alkalmazkodása már nem biológiai, hanem társadalmi jellegű.

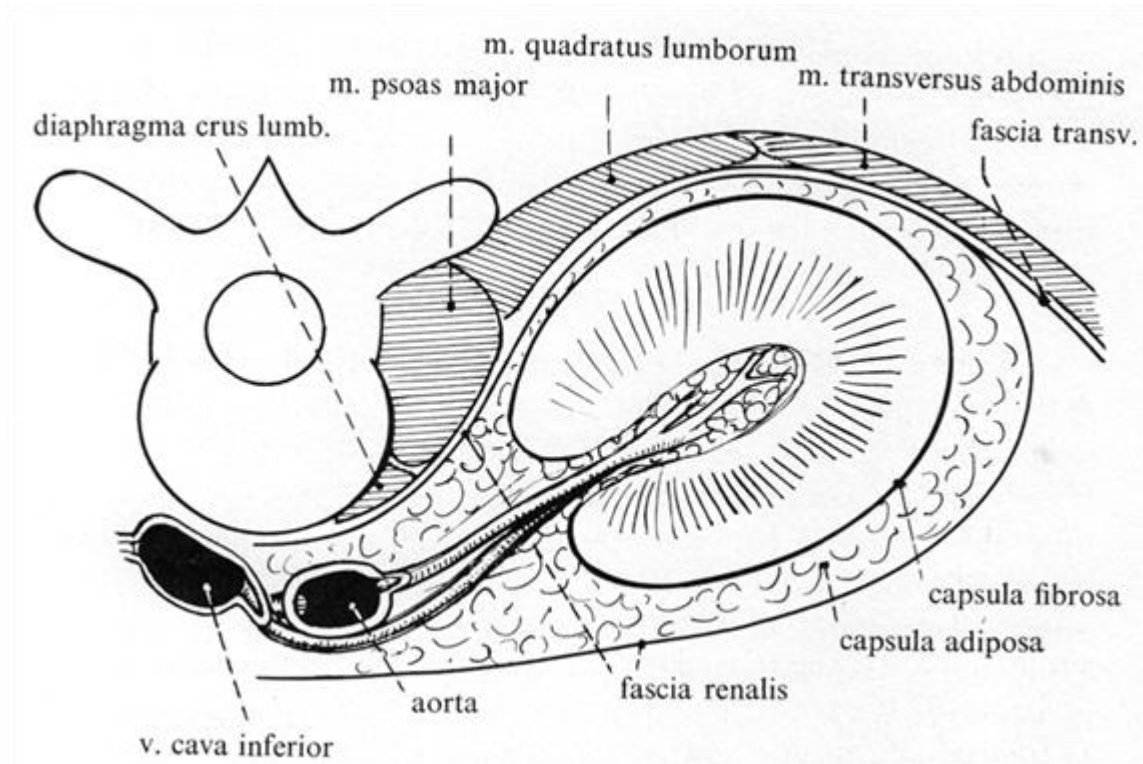
4.1.2. Vese

4.1.2.1. A vese makroszkópos felépítése

A vese (*ren*) páros szerv, amely a hátsó hasfalán a gerinc két oldalán helyezkedik el retroperitonealisan, nagyjából az utolsó hát- és a felső két ágyékcsigolya magasságában. Egy-egy vese tömege 130–140 g. Bab alakú, a függőlegeshez közel álló hossz tengellyel. Elülső és hátsó felszínét különböztetjük meg, minthogy azonban a vesék nem frontális állásúak, hanem legnagyobb átmetszetük síkjai előre felé konvergálnak, a hátsó felszín egyben kissé medial felé és az első felszín kissé lateral felé is tekint. Oldalsó széle domború vonalban köti össze felső és alsó pólusát (*extremitas superior et inferior*). Medialis széle a pólusoknál domború, de középső harmadában – a bab „csírájának” megfelelően – a szél homorulatot, illetve inkább behúzódnást mutat. Itt helyezkedik el a vese függőleges hasadékhhoz hasonló kapuja (*hilus renalis*), amely mintegy 3–4 cm hosszú. A vesekapu bevezet a vese belsejét kitöltő, előlről hátrafelé összelapított, zsákszerű üregbe, a veseöbölbe (*sinus renalis*). A vese mirigyes állományát tekintve, ugyanis nem tömör szerv, hanem inkább 2,5 cm falvastagságú, szűk üregű zsákként fogható fel. A vesesinus üregét, mint majd részletesen leírjuk, a vesét ellátó erek elsődleges elágazódásai a vesemedence és zsírszövet töltik ki. – A vese felszíne felnőttben sima, csak ritkán mutat a hilusból sugarasan kifelé haladó sekély vályúkat. Ezzel éles ellentétben az újszülött veséje még világosan mutatja a vese eredeti lebenyezett szerkezetét (*ren lobatus*); ritka rendellenességként ez a lebenyezettség felnőttben teljesen vagy részletekben megmaradhat. – A vese állománya élön vagy friss tetemen meglehetősen tömör, törékeny; színe a vérteltségétől függ, kimosott vér mellett is élénk barna színű.

Tokjai és rögzítése. Három tok veszi körül a vesét (7/64. ábra). Legfelül helyezkedik el a veseállomány tulajdonképpeni tokja (*capsula fibrosa*). Aránylag sima felszínű, sűrű szövésű kötőszövetes hártya, amelyet a vese oldalsó széle mentén való felmetszése után könnyen és a vese mirigyes állományának sérülése nélkül le lehet vonni.²⁵ – A capsula fibrosát kívülről 0,5–1,0 cm átlagos vastagságú zsíros tok veszi körül (*capsula adiposa*). Ez a vesét, sőt még a fölötté elhelyezkedő mellékvesét is vastag, védő zsírréteggel fogja körül, lefelé a vese alsó pólusa alatt még 4–5 cm-nyire folytatódik, majd a vastagbél és a hátsó hasfal között ék alakúan elvékonyodva megszűnik. A vesekapunál a zsíros tokot adó szövet befordul a veseöbölbe, és ennek a vese nagyobb ereivel, idegeivel és a vesemedencével el nem foglalt terét tölti ki. – A capsula adiposát kívülről a capsula fibrosánál kevésbé erős és nem ilyen sűrű szövésű fascialemez veszi körül; ez a vese harmadik tokja (*fascia renalis*). Két – elülső és hátsó – lemeze a vese zsíros tokját a hasüreg többi része felé lezárja. A két lemez a vese laterális oldalán áthajlik egymásba; a vese medialis oldalán ellenkezőleg, a tok két lemeze párhuzamosan medial felé húzódik, a hátsó lemez az aorta, illetve a vena cava inferior mögé, a másik pedig eléjük. E két medial felé húzódó lemez tehát laza kötőszövetes rést hagy szabadon, amelyen át a nagyerek felől a vese arteriái és venái elérhetik a vesekaput. Felfelé a rekesz domborulata miatt a két lemez a mellékvese felett összenőtt, lefelé azonban a két fascialemez párhuzamosan futva, fokozatosan elvékonyodik, a fascia renalis tehát lefelé sem képez zárt tokot. Itt lép ki lefelé az egy darabig a zsíros tokban futó ureter.

²⁵ Kóros körülmények között, főleg idült vesegyulladásokban, a veseszövet hegesen megerősödött kötőszöve miatt ez nehézségekbe ütközik, és a tok csak cafatokban vagy rajta tapadó veseszövetrészletekkel vonható le.



7/64. ábra. A vese horizontális metszete az I. ágyékcsgolya magasságában, tokjainak és a hátsó hasfalhoz való viszonyának ábrázolására

A vese rögzítésében a legjelentősebb szerepet tokjai viszik, elsősorban a fascia renalis. Ennek hátsó lemeze erősen összenőtt a hasfal belső fasciájával, a fascia transversalisszal. Elülső lemeze helyenként a hashártya fali lemezével is összenőtt, bár a hashártya eléggé lazán vonul el a vese tokjai előtt.

Fontos szerepe van a vese rögzítésében a capsula adiposának, amely – azáltal, hogy a fascia renalis lemezei között szabadon maradó teret kitölti – a vesét úgy rögzíti, mint faforgács vagy összegyűrt selyempapír (újabbban műanyag szivacs) a dobozba becsomagolt törékeny tárgyat. Egyúttal a fascia renalistól a zsíros tokon áthaladó és a capsula fibrosában végződő, külön-külön jelentéktelen, de együttesükben mégis elég erős, kötőszöveti rostrendszer is hozzájárul a vesék helyben tartásához. E viszonyok ismeretében nem fogunk csodálkozni azon, hogy nagyobb mértékben lesoványodott egyénekben, akiknél a vese zsíros tokja elvékonyodik, a vese könnyen elhagyja helyét (vándorvese). A vesék rögzítésében persze ereik is szerepelnek, de ezek sokszor elég kanyargósak ahhoz, hogy ne akadályozzák a vese lefelé való elmozdulását.

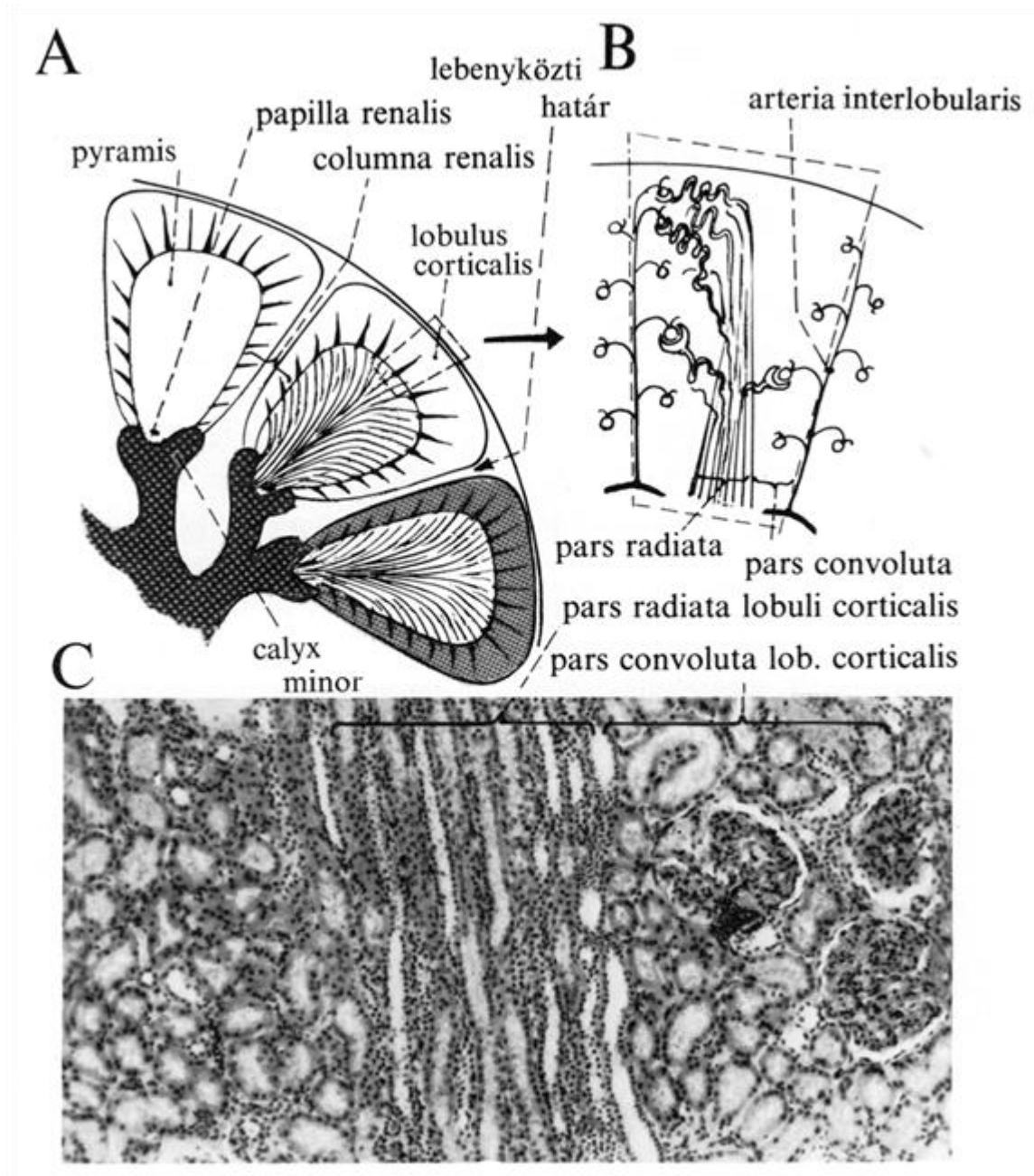
Topográfia. A vesék a csontvázhoz viszonyítva az utolsó hátcsigolya és a két első ágyékcsgolya magasságában helyezkednek el. A máj nagy jobb lebenye miatt a jobb vese kb. egy fél csigolyatest magasságával leszorul. Ennek megfelelően a 12. borda a bal vesét ferdén 1/3–2/3 arányban osztja; a jobbnak csupán felső pólusa mögött vonul el. A bal vese alsó pólusa a subcostalis vízszintes sík magasságában, a jobbé a subcostalis és a crista iliaca legmagasabb pontjait összekötő síkok közötti magasságba kerül. A vese eme hátsó testfali vetületét összehasonlítva a pleura alsó határának hátsó vetületével (7/60. ábra), minden további nélkül megérthető, hogy a kettő egymást fedi, azaz főleg a bal, de kisebb mértékben a jobb vese felső része mögé is lehúzódik a sinus phrenicocostalis. Természetesen a sinus phrenicocostalis a rekesz mögött, a vese pedig ez előtt fekszik. A vesének a hátsó hasfalhoz való topográfiai viszonyát egy, az I. ágyékcsgolya magasságában vezetett, vízszintes metszet (7/64. ábra) magyarázza. A vese medialis széle a m. psoas majoron, hátsó felszíne a m. quadratus lumborumon nyugszik, természetesen a zsíros tok és a fascia renalis hátsó lemezének közvetítésével. Ebből ered, hogy a két vese nem a frontális, hanem két gyengén előrekonvergáló síkban fekszik, és hilusa nemcsak medial felé, hanem kissé előre is néz. A vesék felső fele – a jobb vesén egyharmada – a rekesz lumbalis részéhez fekszik hozzá.

A hasüri zsigerek közül a jobb vese felső fele a máj jobb lebenyének mélyedésébe fekszik bele, a máj hashártyamentes területe alsó széléről itt a hashártya szalag alakjában (*lig. hepatorenale*) hajlik át a vese elülső felszínére. A jobb vese alsó feléhez oldalt a flexura coli dextra, hilusi részéhez a duodenum leszálló részének domborulata fekszik hozzá. A bal vese felső része előtt húzódik el a pancreas farka. Egyébként itt a vesét a

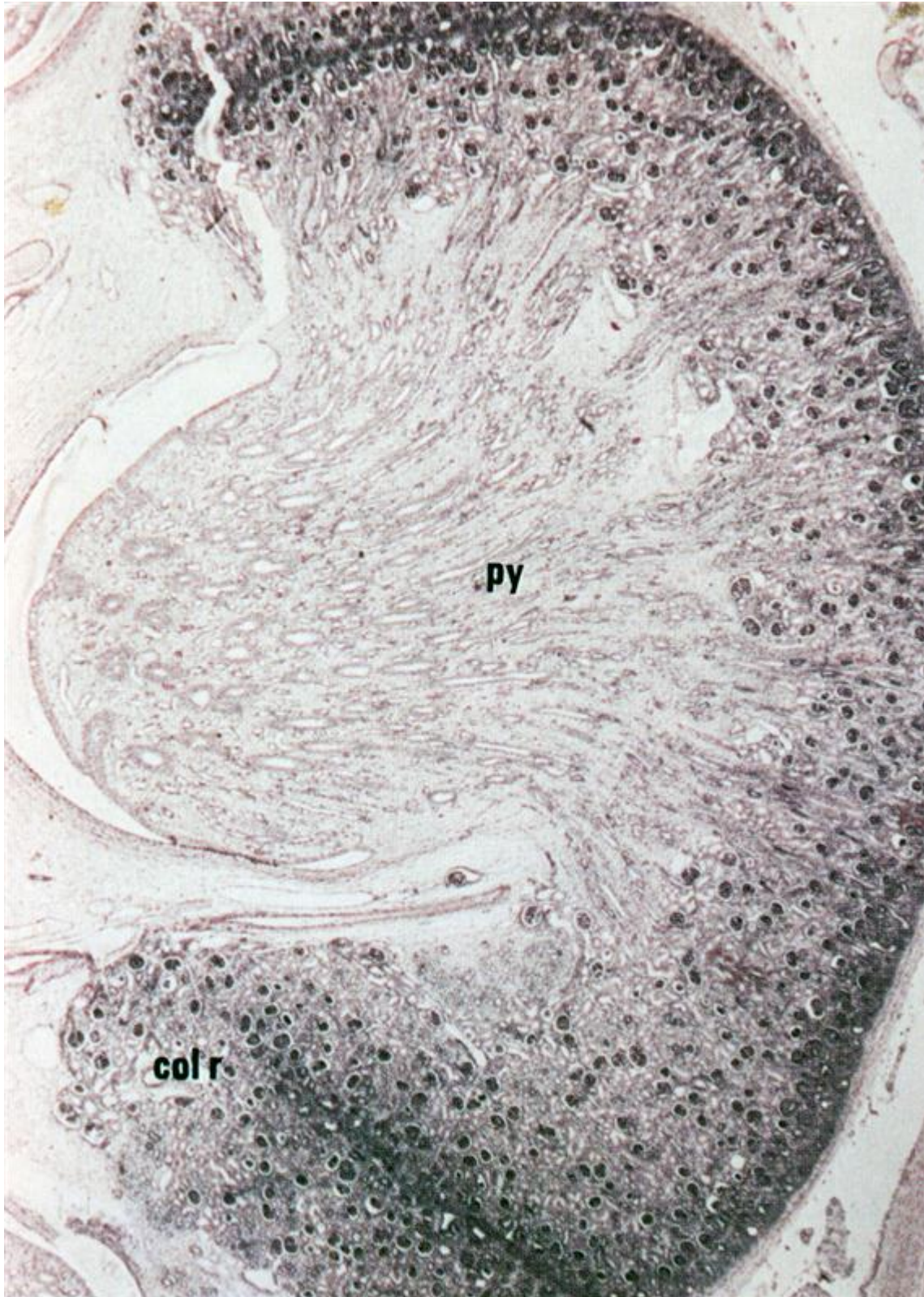
cseplesztömlő hátsó falát alkotó hashártya borítja. A cseplesztömlőn keresztül itt a vese elülső felszíne a gyomor hátsó falával érintkezik. Elülső felszínének felső részéhez oldalt a lép fekszik hozzá, alsó részéhez a flexura coli sinistra, medialisabban pedig vékonybelek illeszkednek. Mindkét vese felső pólusához és medialis széle felső részéhez a zsíros tokon belül fekvő mellékvesék fekszenek hozzá.

Átmetszeti kép. A vese legnagyobb átmetszetén felismerhető, hogy mirigyes szövete karéjszerűen, kb. 2,0–2,5 cm vastag rétegben veszi körül az ereket, vesemedencével és zsírszövettel kitöltött sinus üregét. Kétféle állományát különböztetjük meg: a kéreg- és a velőállományt. A kettő közötti viszony nem olyan egyszerű, mint ezt nevük jelezni látszik. Helyes megértéséhez a vese eredeti, újszülöttkorban még látszó lebenyes szerkezetéből kell kiindulnunk. A **7/65A** és a **7/66. ábra** mutatja, hogy a metszetben háromszög, a valóságban pyramis alakú (*pyramides renales*) velőállományt a kéregállomány a pyramisok csúcsi része kivételével körülveszi. A velőpyramisoknak a vese felülete felé tekintő bázisait borító kéregállomány 7–8 mm vastagságú, a pyramisok oldalán a kéregállomány ennél vékonyabb. Minden egyes velőpyramis és az azt körülvevő kéregréteg egy eredeti veselebenynek felel meg. Az extrauterin életben a szomszédos lebenyek nyom nélkül összeforrnak, de természetesen a kéreg- és a velőállomány egymáshoz való eredeti viszonyai megmaradnak. Ezért a felnőtt vese pyramisainak bázisait egységesnek tűnő kéregállomány borítja, de minden két szomszédos pyramis között az oldalukat borító eredeti kéregállomány két összenőtt rétege metszetben oszlopként benyomul a vesesinusig (*columnae renales*).

A pyramisok száma eléggé változó – kb. 30 –, ennyi eredeti lebenyből tevődött össze a vese, de több pyramis csúcsi része összeolvad, úgyhogy sok lebeny nem teljesen önálló. Végül is a vesesinusban mintegy 9–10 közös csúcsban nyomulnak be a kettesével-hármasával vagy négyesével összefutó pyramisok. Ezek a vesepapillák (*papillae renales*). A vesemedence kelyhei által befogadott papillák csúcsai felszínén szitaszerűen lyukacsos területet látni (*area cribrosa*), ezen nyílnak a vese kivezető csövei, a húgycsatornák, a nyílások száma papillánként 20–30.



7/65. ábra. A vese lebenyes (A) és a kéreg lebenykés (B és C) szerkezete



7/66. ábra. Fetalis vese teljes lebenye (hematoxin-kromotrop-festés; Krompecher I. gyűjteményéből). Jól felismerhető, hogy a kéreg a pyramist (py) csúcsán kívül teljesen körülveszi, és a vesecolumnák (colr) felét alkotja; vö. a 7/65. ábra A sémájával. A papillában látható nagyobb lumenek ductus papillarisok, a kisebbek Henle-féle kacsok részei

A kéreg lobularis szerkezete. A vese lebenyen belüli szövetegysége, a kérgi lebenyke (*lobulus corticalis*), már átmenet a vese mikroszkópos szerkezete felé; legjobban szövettani készítmények ún. lupenagyítása (10–20x)

alatt látható. Szabad szemmel is felismerhető alapja ennek a velőpyramisokból radialis irányban (7/65. ábra, A, B) a kéregbe besugárzó rajzolat. Minden kéreglebenyke tengelyét egy hegyes kúphoz hasonló, a vese felszínét el nem érő, úgynevezett velősugár képezi (*pars radiata [lobuli corticalis]*). A lebenyke határát a következő velősugártól való távolság közepén ugyancsak sugárirányban haladó kisebb arteria, az *a. interlobularis*²⁶ képezi. A kéreglebenyke a velősugár és az *a. interlobularis* közé eső része a benne helyet foglaló kanyarulatot vesecsatornácskák alapján a *pars convoluta (lobuli corticalis)* nevet kapja (7/65. ábra, C). A lebenykes szerkezet némileg torzítva a columnae renalesban is megtartott, de itt a két összenőtt lebenynek megfelelően két egymás felé haladó kéreglebenyke bázisai találkoznak össze az oszlop közepén.

Mindezek a szerkezeti komplikációk hiányoznak oly állatok veséjében, amely egyetlen lebenyből, azaz egyetlen pyramisból áll. Ezért a kéreglebenyke bemutatására szövettani gyakorlaton nyúl vagy macska veséjét mutatják be.

4.1.2.2. A vese érszerkezete

A vesekapuba belépő *a. renalis* a vesesinus zsírszöve között oszlik el. Fő ágai, az *aa. interlobares*, jellemző módon egy elülső és egy hátsó csoportban hatolnak be a pyramisok oldalai és a columnae renales közötti határon. Ennek fontos gyakorlati következménye, hogy a vese legnagyobb átmetszeti felszíne mentén (azaz lap szerint) felezhető nagyobb arteriás vérzés nélkül.

A vesének ez az ún. természetes oszthatósága bizonyos veseműtéteknél használható fel. Az *aa. interlobares* sugaras irányban haladnak a pyramisok alapja felé. Ezt elérve, rendszerint elágaznak, és két szomszédos pyramis bázisán ívben két oldal felé haladnak. Nem egészen helyesen ezeket az arteriákat *aa. arcuatae*nek nevezik, ti. a hasonló vénákkal ellentétben a pyramisok bázisai felett nem alkotnak valódi íveket. Ezekből az arteriákból indulnak el a kéreglebenyek határain sugarasan kifelé haladó *aa. interlobulares* (7/67. ábra). Az *aa. interlobulares*ből erednek a rövid vas afferensek, amelyek folytatása a capillaris jellegű érgomolyag (*glomerulus*). Az érgomolyagok ágai újra összeszedődve, a vas afferens átmérőjénél valamivel kisebb átmérőjű vas efferensekben folytatódnak. A vas afferensek a glomerulusokkal együtt az *a. interlobularis* elágazódásait ribizkefűrthöz teszik hasonlóvá.

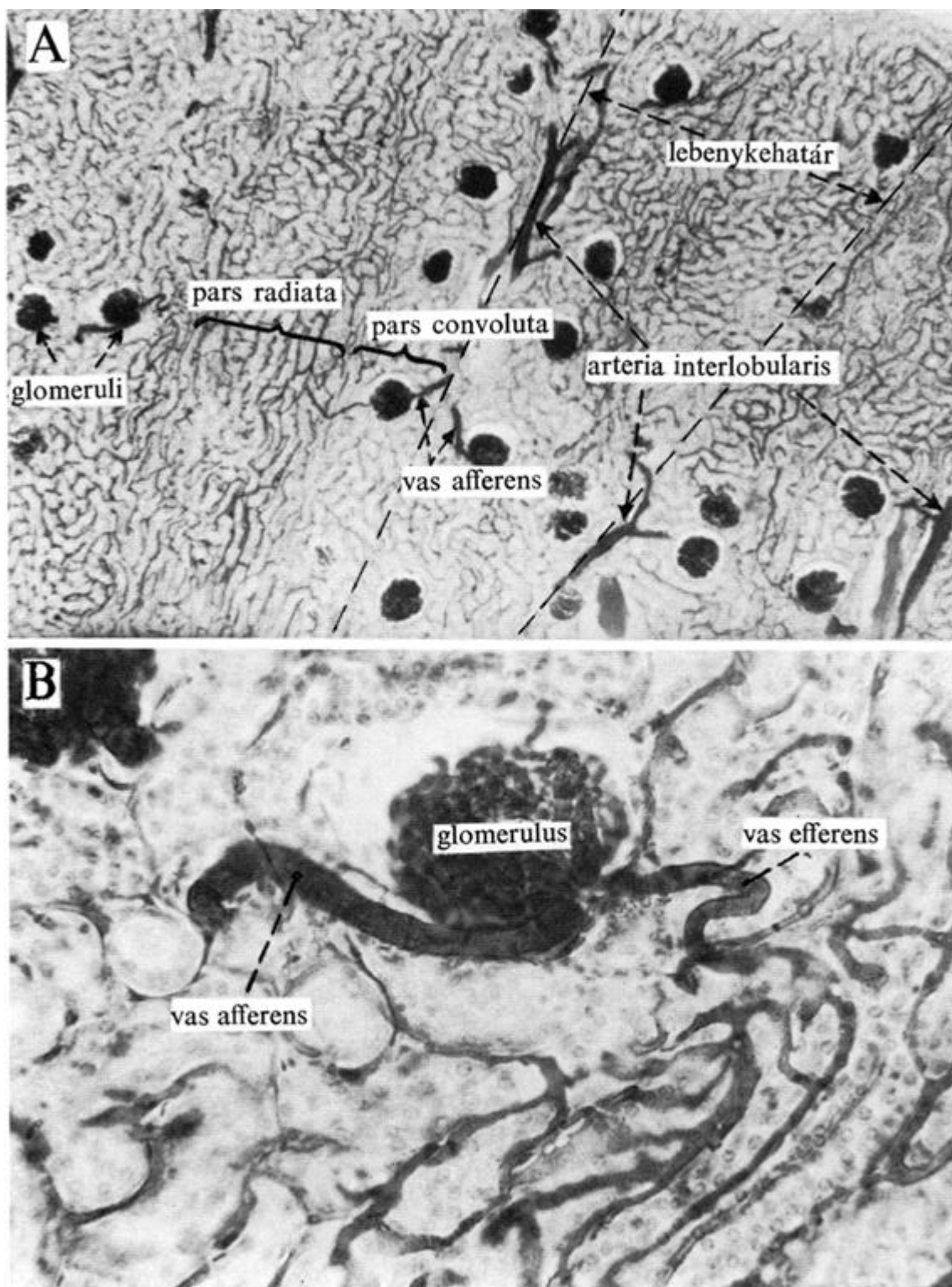
A vas efferensek egészen másként viselkednek a velőállományhoz közeli mély, ún. *juxtamedullaris glomerulusok* esetében, és másként a kéreg felületes részében. Ez utóbbiak vas efferensei hamarosan újra capillarisokra oszlanak, és előbb a glomerulusok körüli *pars convoluta lobuli corticalis* hajszálérhálózatát, majd a lebenyke közepe felé a *pars radiata lobuli corticalis* hosszanti szemeket képező hajszálérhálóját adják.

A *pars convoluta*ban a hajszálerek sok helyen a glomerulusok hajszálereihez hasonlóan fenestrált endothellal bírnak, a *pars radiata*ban és a velőállományban nem.

A *juxtamedullaris glomerulusok* jóval nagyobbak, vas efferenseik a velőállomány felé fordulnak, és lófarokszerűen precapillaris arteriolákra, majd capillarisokra bomlanak. Ezeket az arteriolákat *arteriolae rectae*nek nevezik; a velőállományt látják el. A velőállományban az *arteriolae rectae*ből eredő capillarisálózat erősen hosszanti orientáltságú, és figyelemre méltó, hogy a Henle-kacshoz (lásd később) hasonlóan a capillarisok is hajtűszerűen hajlanak vissza a vénás elvezetés felé.

Régebben megkülönböztettek *arteriolae rectae verae*et, ti. olyanokat, amelyek glomerulusok közbejötté nélkül veszik eredetüket az *aa. interlobulares*ből. Ezekkel szemben *arteriolae rectae spuriae*nek nevezték azokat, amelyek a fentiek szerinti módon erednek. Az előbbieik száma azonban kicsiny, és mai általános felfogás szerint csupán elpusztult *juxtamedullaris glomerulusok* nyomán alakulnak ki, ezért jobb a fogalmat egészen elejteni.

²⁶E tekintetben a leírások nem egységesek. A régebben egységes felfogás, amelyet a PNA is követ, a fentebb ismertetett. Később, főleg német nyelvterületen, az *a. interlobularis* (persze más névvel) helyezték a lebenyke központjába, és az egy velősugár közepétől egy másik velősugár közepéig tartott. Legújabb megint a klasszikus leírásmód diadalmaskodott.



7/67. ábra. Injiciált vesekéreg. A: kisebb nagyítással a kéreglebenyke és az érellátás közötti összefüggés magyarázatára; B: glomerulus nagyobb nagyítással, a vas afferens lényegesen tágabb, mint a vas efferens, amelynek a kanyarult csatornákat ellátó capillariskra való oszlása jól megfigyelhető

A nagyobb vénák elágazása hasonló, minden a. interlobularis mellett van egy v. interlobularis is, amelynek egy része a kéreg felületéhez közeli capillariskból csillagszerűen összeszedődő venae stellataeként indul. A kéreg belseje felé haladva gyorsan nőnek a beléjük szájadzó mélyebb kérgi postcapillaris vénáktól, majd a pyramisok bázisa felett sokszor valódi íveket képező vv. arcuatae-ba nyílnak. Ugyanezekbe nyílnak a pyramis felől a velőállomány postcapillaris vénái. Végül a vv. arcuatae vérét a hasonló arteriákkal együtt futó vv. interlobares vezetik be a sinus renalisba, ahol ezek v. renaliszba nyílnak össze.

A vese nyirokerei. A vese nyirka két – egy felszínes és egy mély – hálózatba szedődik össze, a nyirokerek a hiluson lépnek ki és az aorta körüli nyirokcsomókba ömlenek.

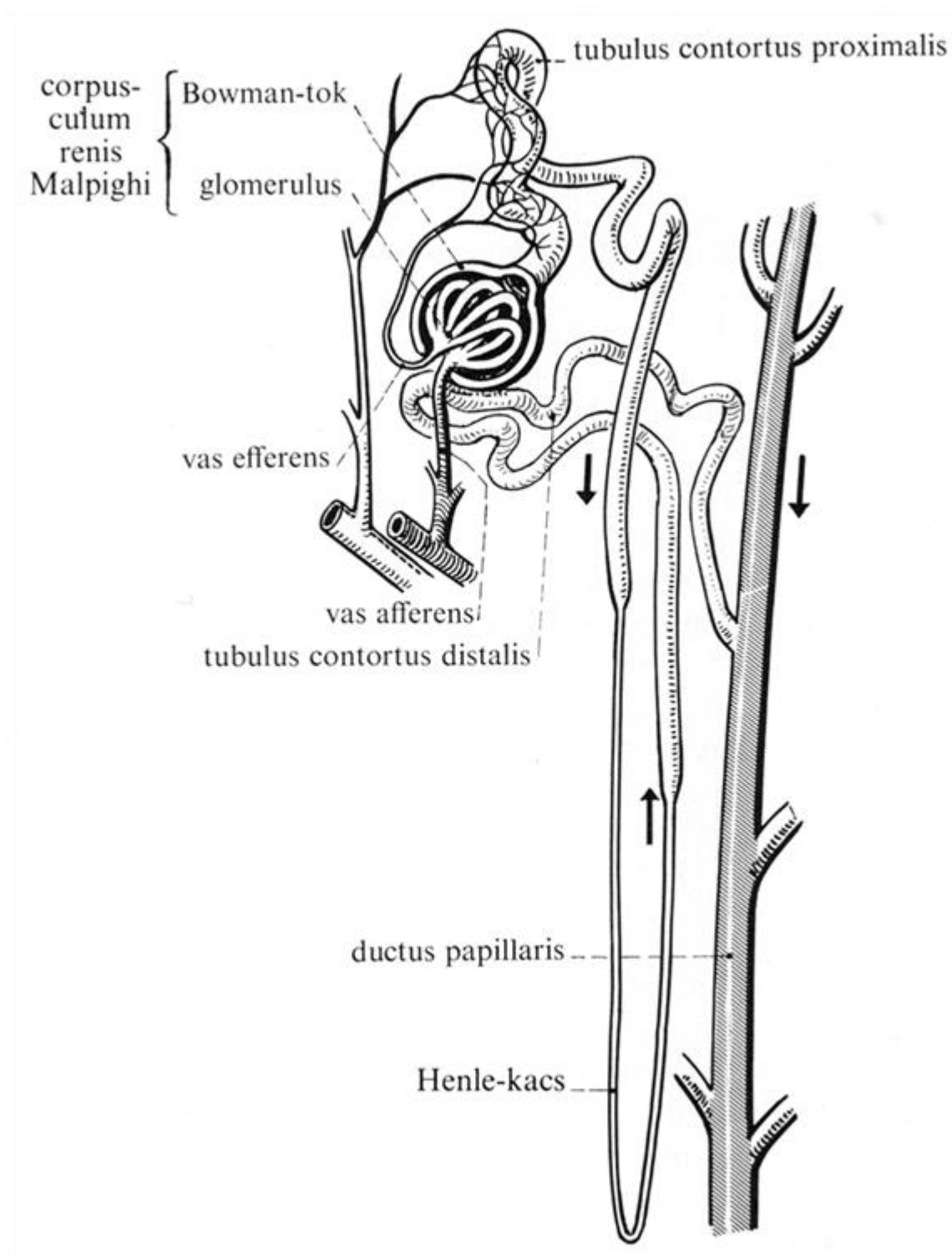
Idegellátás. A vesekapun belépő idegfonat (*plexus renalis*) elsősorban sympathicus rostokat tartalmaz. Az idegrostok az arteriák mentén érik el a veseállományt.

4.1.2.3. A vese finomabb szerkezete

A vese bonyolult, összetett tubularis mirigy. Végkamrái, a *nephronok* azonban nem egyszerű csövek, hanem szigorúan meghatározott alakú és felépítésű funkciós egységek.

A nephron részei. Az ember egy veséjében óvatos becslés szerint körülbelül közel másfél millió nephron van. Minden nephron a pars convoluta lobuli corticalisban:

- ♦ 1. egy Malpighi-féle vesetestecskével (*corpusculum renis*) kezdődik, majd
- ♦ 2. egy aránylag vastag falú, szűk lumenű kanyarult hámcsőben folytatódik (*tubulus contortus [proximalis]*). Ez is a kéreglebenszövet pars convolutájában foglal helyet; ettől kapta nevét a kéreglebenszövetnek ez a része.
- ♦ 3. Belépve a kéreglebenszövet centrumát elfoglaló pars radiatába a csatorna kiegyenesedik, és ott sugárirányban a vesepapilla felé eleinte leszálló, majd éles hajtszerű kanyarral visszaforduló és a leszálló szár kezdetéhez visszatérő ún. Henle-kacsba (*tubulus rectus*) megy át.



7/68. ábra. A nephron áttekintő sémás ábrázolása

Amint ez a nephront bemutató **7/68. ábrából** is kitűnik, a *Henle-kacs* három eltérő részből áll:

- ◆ a) leszálló részének kezdeti szakasza szerkezetileg még lényegében megegyezik a proximalis kanyarult csatornával;
- ◆ b) a Henle-kacs hajtűrésze lényegesen vékonyabb, és falát itt lapos hám alkotja. Ez az egyenes vesecsatornáknak a Henle-kacs specifikus működése szempontjából lényeges része;

◆ c) a Henle-kacs felszálló része hosszabb-rövidebb darab után megint megvastagszik, e szakasza megegyezik a distalis kanyarulat csatorna szerkezetével;

◆ 4. végül a proximalis kanyarulat csatornája területéhez visszatérve, a Henle-kacs felszálló része újra belép a kéreglebenyke pars convolutájába, és ott a distalis kanyarulat csatornát képezi (*tubulus contortus [distalis]*).

Fontos megérteni, hogy ugyanazon nephron proximalis és distalis kanyarulat csatornáit egyugyanazon területen helyezkednek el, egymással részben összegabalyodva. Sőt a distalis kanyarulat csatorna egy jellemző részével (*macula densa*) hozzáfekszik a nephron vesetesticskéjének ún. érpólusához. (A vese fejlődésének leírásából könnyű lesz megérteni, hogy hogyan kerül mindig egymás közelébe a hosszú csatorna kezdetén és végén levő kanyarulat rész.) A distalis kanyarulat csatorna a proximalisnál valamivel vékonyabb, de jóval tágabb lumenű, köbhámmal bélelt cső.

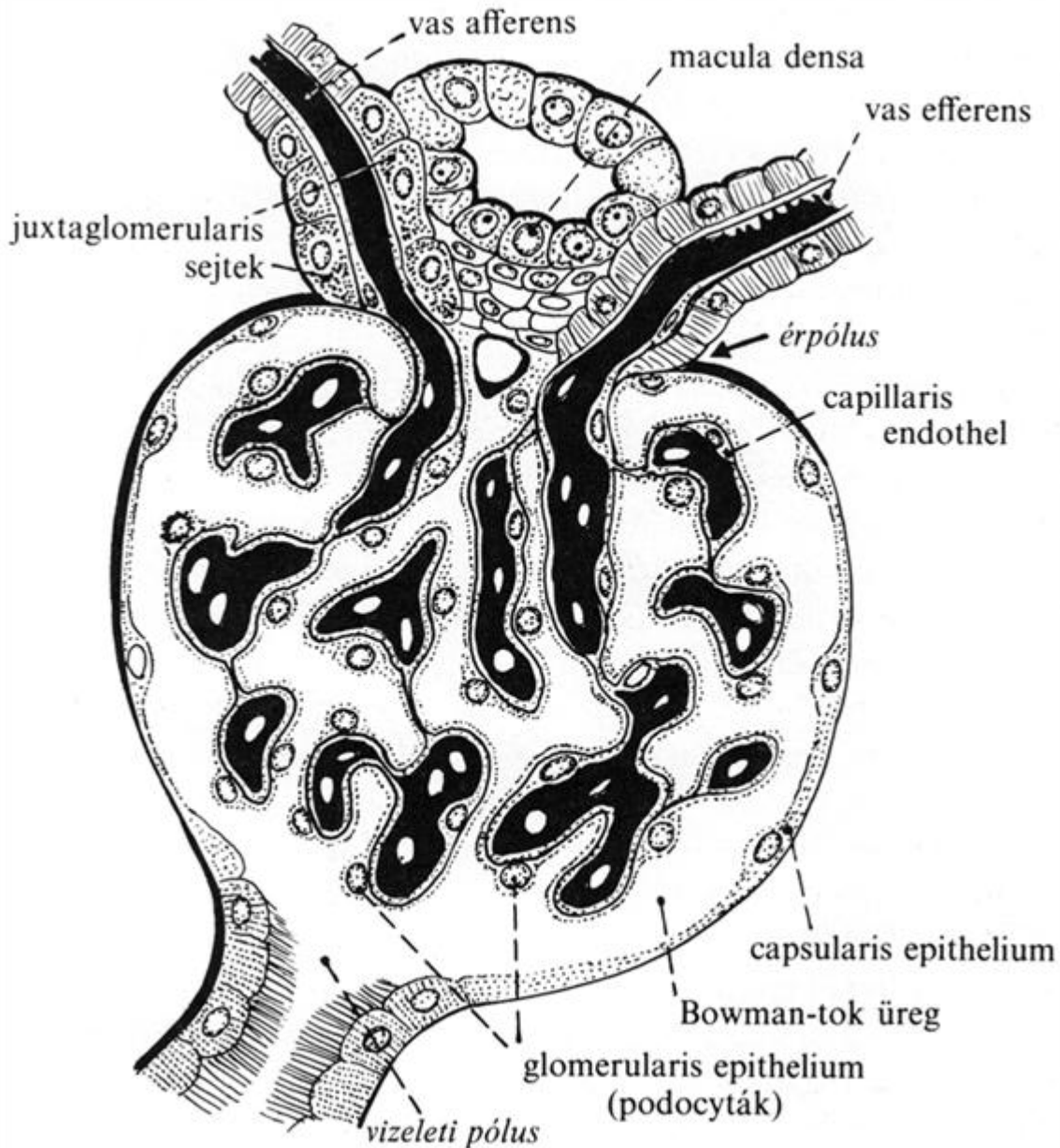
A nephronok alakja és mérete – aszerint, hogy vesetesticskék a kéregben a felszínhez vagy a pyramis basisához közelebb helyezkednek el – más és más. A vese felszínéhez közeli területen levő vesetesticskékkel induló nephronok aránylag rövidek, Henle-kacsuk a pars radiata lobuli corticalisból alig nyúlik be a vese pyramisába. Fordítva: a kéregállomány mélyén levő vesetesticskékből induló nephronok Henle-kacsai mélyen benyúlnak a pyramisok papilla felé irányuló részébe. A columnae renalesben elhelyezkedő vesetesticskékből elinduló nephronok elvileg hasonló felépítésűek, elrendezésük leírása azonban feleslegesen komplikálná az ismertetést.

Az utóbbi néhány évtizedben az itt használt klasszikus beosztást: proximalis kanyarulat csatorna, Henle-kacs, distalis kanyarulat csatorna (elsősorban német nyelvterületi tankönyvek) elvetették, és helyette a tubulus hámfalának szerkezetére alapozott más beosztást vezettek be. Így pl. a proximalis kanyarulat csatorna és a Henle-kacs leszálló részének kezdeti, vastag falú részét egységesen pars principalisnak nevezték stb. Újabban a vesetubulusok működéséről kialakult modern képzetekre való tekintettel úgy tűnik, hogy a funkció megértése szempontjából nem szükséges eltérni a nephronrészek régi beosztásától.

Kivezetőcső-rendszer. A nephronok végei a velősugarakban levő gyűjtőcsatornába nyílnak, amelyek ezekben, majd a pyramisokban sugárirányban haladva hegyesszögben más gyűjtőcsatornákkal (*tubulus collectivus*) szájadzanak össze, végül ezek utolsó, legnagyobb szakaszait ductus papillaresnek nevezik. A gyűjtőcsatorna-rendszer egészen más hámtelepéből fejlődik, mint a nephronok (lásd a vese fejlődését), falát fénymikroszkópban tipikus, igen világos plasmájú, jól látható határokkal rendelkező köbhámsejtek bélelik. Bár, mint látni fogjuk, csupán passzív módon, mégis e csatornarendszer falán keresztül megy végbe a vizelet végső koncentrációját okozó vízfelszívódás.

A továbbiakban a nephron részeinek finomabb szerkezetét vesszük sorra.

a) **Vesetesticske** (*corpusculum renis, Malpighi*). Lényegében a nephron hámcsove proximalis végének olyan labdaszerű tágulata, melyet sajátos arteriás capillaris rece kettős falú kehellyé türemít be (**7/69. ábra**). Átmérőjük 200 µm körüli, a pyramis bázisához közelebb levők általában nagyobbak. Így minden vesetesticske két részből áll: az arteriás capillaris recének megfelelő glomerulusból és az ezt kettős falú kehelyként körülvevő hámtokból: a *Bowman-tok*ból. Behorpasztott gömb jellegének megfelelően a savós hártály analógtájára kétféle hámt kell megkülönböztetnünk: az eredeti külső gömbfalnak megfelelő „parietalis” hámfalat vagy capsularis epitheliumot, és a behorpasztott „visceralis” hámfalnak megfelelő ún. *glomerularis epitheliumot* (7/69. ábra). A kettő egymásba ott megy át, ahol az érgomolyag betüremített a hámtömlőt, ez a vesetesticske érpólusa. Vele szemben indul a proximalis kanyarulat csatorna, ez tehát a vesetesticske vizeleti pólusa. A vesetesticske két hámrétege között szabadon maradó szűk résszerű teret a Bowman-tok üregének nevezzük. A 7/69. félig sémás rajz nyújt képet a vesetesticske szerkezetéről, amelynek néhány részletéről még a továbbiakban kell megemlékeznünk. – A glomerulus, mint erre röviden már az általános értanban utaltunk, ún. arteriás csodarece, azaz arteriola, mely hajszálerekre való oszlás után újra arteriolába szedődik össze. Ennek megfelelően a vesetesticske érpólusához két arteriola: az odavezető vas afferens és az elvezető vas efferens követhető (7/67. ábra). A vas afferensek a kéreglebenyek határán sugarasan haladó aa. interlobulares ágai.

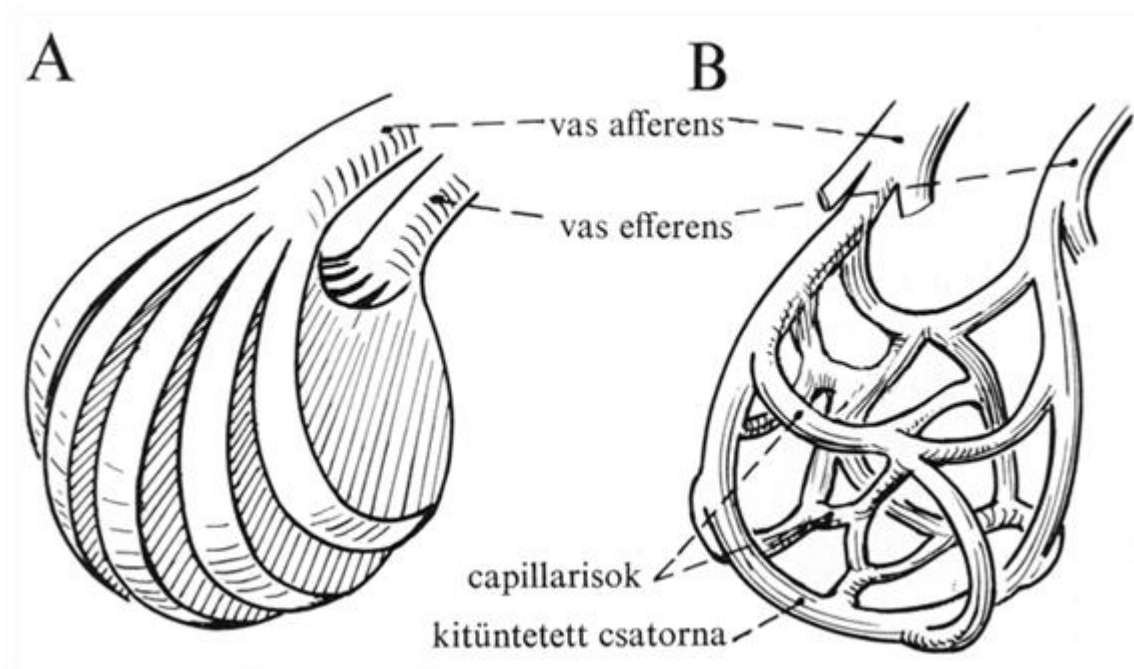


7/69. ábra. A vesetestecske szerkezete félig

Közvetlenül, mielőtt a vas afferens belépne a glomerulusba, egyetlen réteget képező simaizomsejtjei módosulnak, epitheloid jelleget vesznek fel. Plasmájukban speciális festésekkel feltüntethető, elektronmikroszkópban erős osmiophiliájuk folytán felismerhető szemcséket tartalmaznak. E sejteket *juxtaglomerularis* (JG-) *sejtcsoport* vagy *complexus* néven jelölik. Általános felfogás szerint a szemcsék anyaga a renin nevű hormonszerű, vérnyomást emelő és a mellékvese zona glomerulosájára ható anyaggal vagy ennek előanyagával (prekurzorával) volna azonos. Az érpóluson belépő és kilépő vas afferens és efferens közt jelentkező V alakú szögletet a distalis kanyarulat csatorna egy speciálisan magdús részlete, a macula densa tölti ki. A macula densa sejtei valószínűleg receptorként érzékelik a distalis kanyarulat csatornában áramló vizelet mennyiségét vagy/és ionkoncentrációját, és ezen értékek alapján befolyásolják a JG-sejtek renintermelését.

A vas afferens a vesetestecskébe belépve, 4–6 fő ágra oszlik. Ezek mindegyike önmagában ágazik el, és létrehozza a glomerulus ugyanennyi lebenyét. Ezek egymáshoz való viszonyát úgy kell elképzelnünk, mintha közel gömb alakú testet gyengén egy pont felé (ti. az érpólus felé) konvergáló síkokkal több szeletre vágunk volna (7/70. ábra, A). Minden ilyen lebenyén belül a vas afferens fő ága két-három ún. kitüntetett csatornára oszlik (lásd a capillarishálózat leírását az értanban), amelyek ívben visszahajolva, ismét összenyílnak a vas

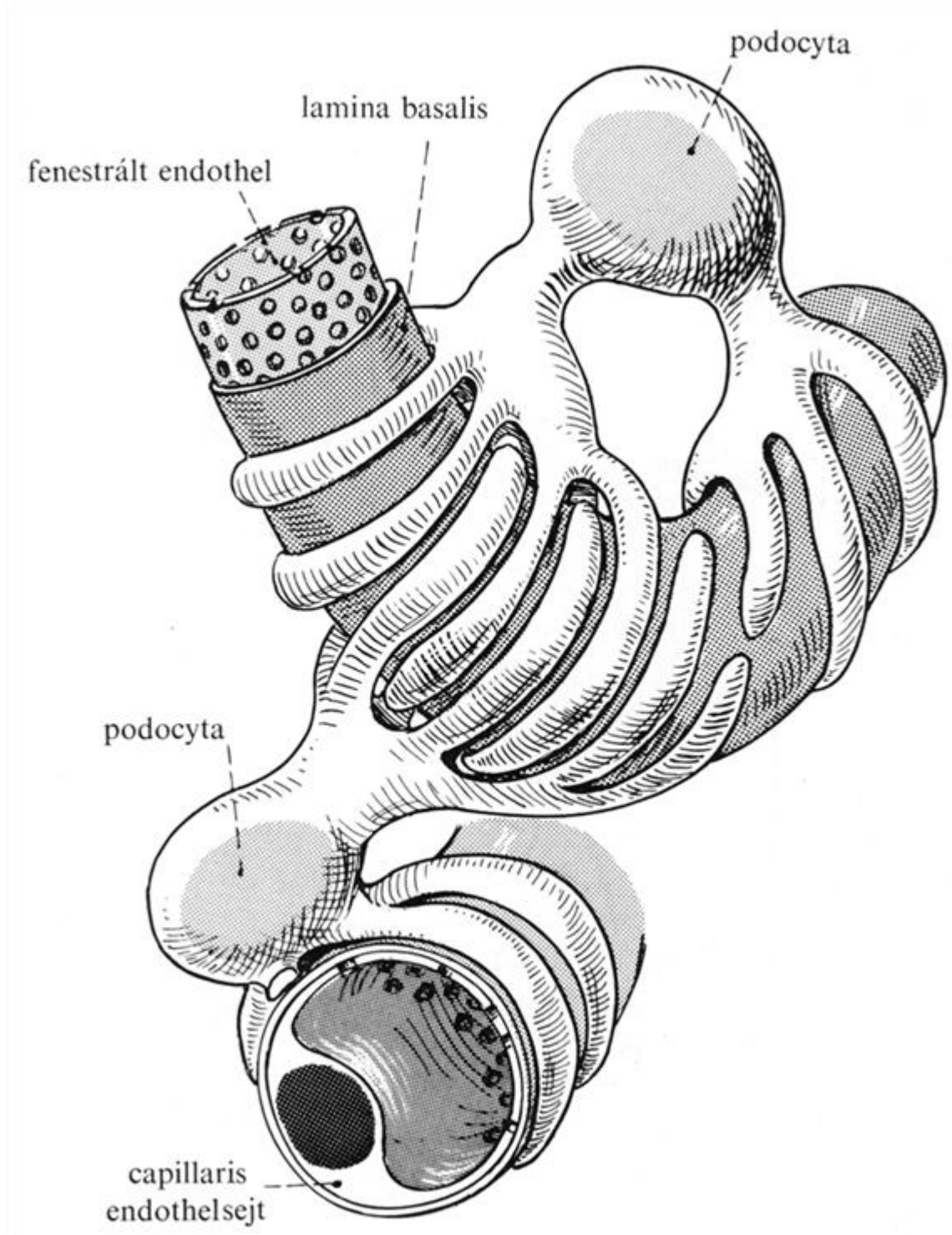
efferens hasonló lebenyi fő ágába. A lebenyen belüli kitüntetett capillariscsatornák között vékonyabb capillarisok szabadon anastomosáló hálózata alakul ki (7/70. ábra, B). Főleg a lebenyeket ellátó fő ágak elágazása körül néhány pericyta jellegű kötőszöveti sejt is előfordul, amelyek a glomeruluscapillarisokat helyenként körülvevő hálózatos kötőszöveti tér filamentosus és mukopoliszacharid anyagait termelik (*mesangialis sejtek*). Valódi kollagén rostok termelésére csak kóros viszonyok között kerül sor. – A glomeruluscapillarisok jellemző fenestrált endotheliummal borítottak, amelynek pórusai átlagban 0,1 μm átmérőjűek. Az endothelsejt réteget kívülről PAS- (perjódsav-leukofukszinreakció) pozitív, tehát feltehetőleg mukopoliszacharidokat tartalmazó basalis membrán veszi körül. Ez elektronmikroszkóppal nézve szerkezet nélkülinek tűnő hártya, amely csak helyenként válik szét egy endothelialis és egy epithelialis eredetű lamina basalisra a fent említett pericyták és kevés kötőszöveti alapállomány befogadására.



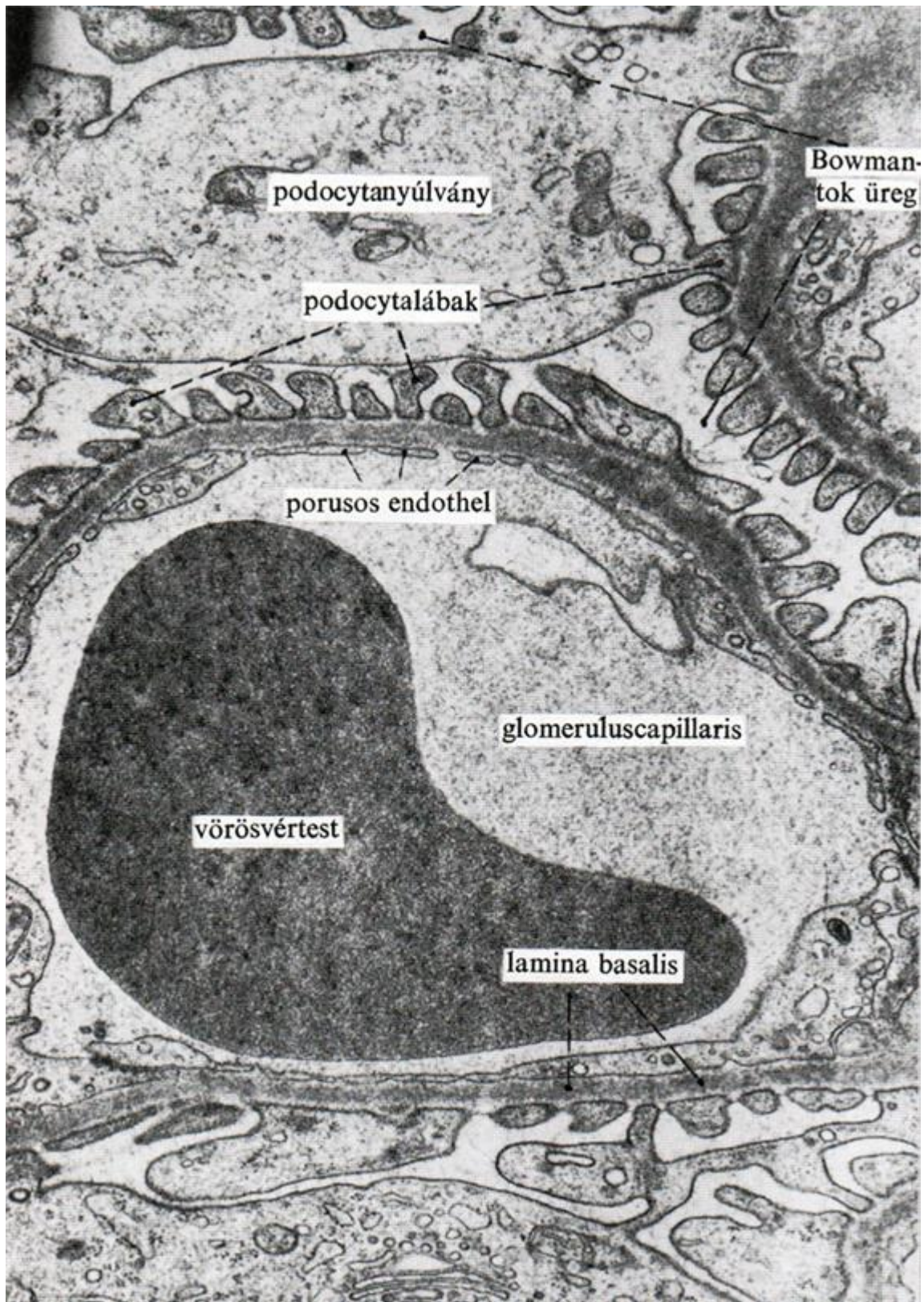
7/70. ábra. Glomerulus szerkezete sémásan. A: a glomerulus érlebenyei; B: egy érlebeny ágrendszere

A Bowman-tok visceralis rétegét sajátos pilléres hámsejtek, ún. lábas sejtek (*podocyták*) képezik. A glomeruluscapillarisokat borító visceralis hámréteg tehát nem egységes hám, hanem hézagos fal (7/71. és 7/72. ábra), amelyet a podocyták egymással összefonódó nyúlványai alkotnak.^{27/27} Az alternáló podocytaujjak egymással nem érintkeznek, hanem (7/73. ábra) közöttük finom rések maradnak, amelyeken keresztül a glomeruluscapillarisok alaphártyája érintkezik a Bowman-tok üregével. Minthogy a capillarisendothel is fenestrált, a két sejtréteg (ti. az endothel és a podocyták) közötti lamina basalis a vese valódi ultrafiltráló rétege; ez fizikai értelemben ideális dializáló membrán.

^{27/27} Erről könnyű magunknak képet alkotnunk, ha kb. 10 cm-es átmérőjű papírhengert alternáló ujjainkkal körülfogunk.



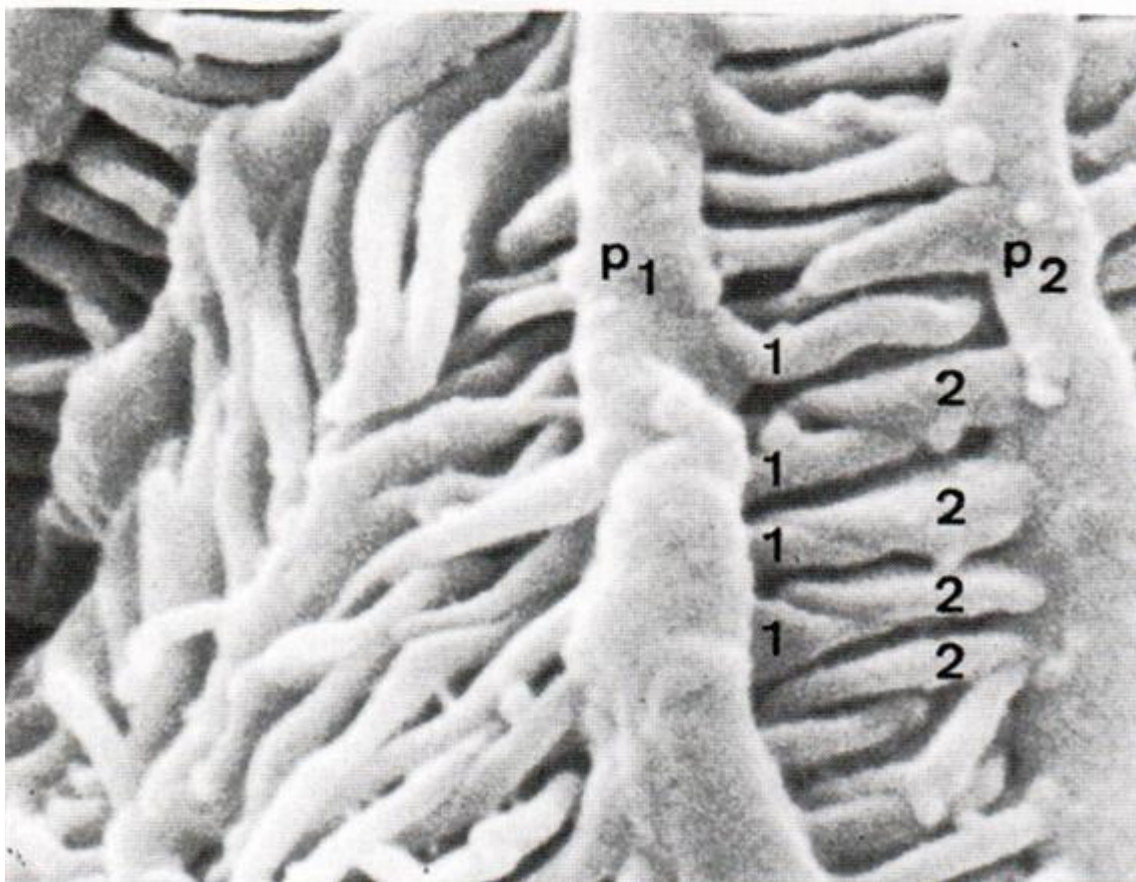
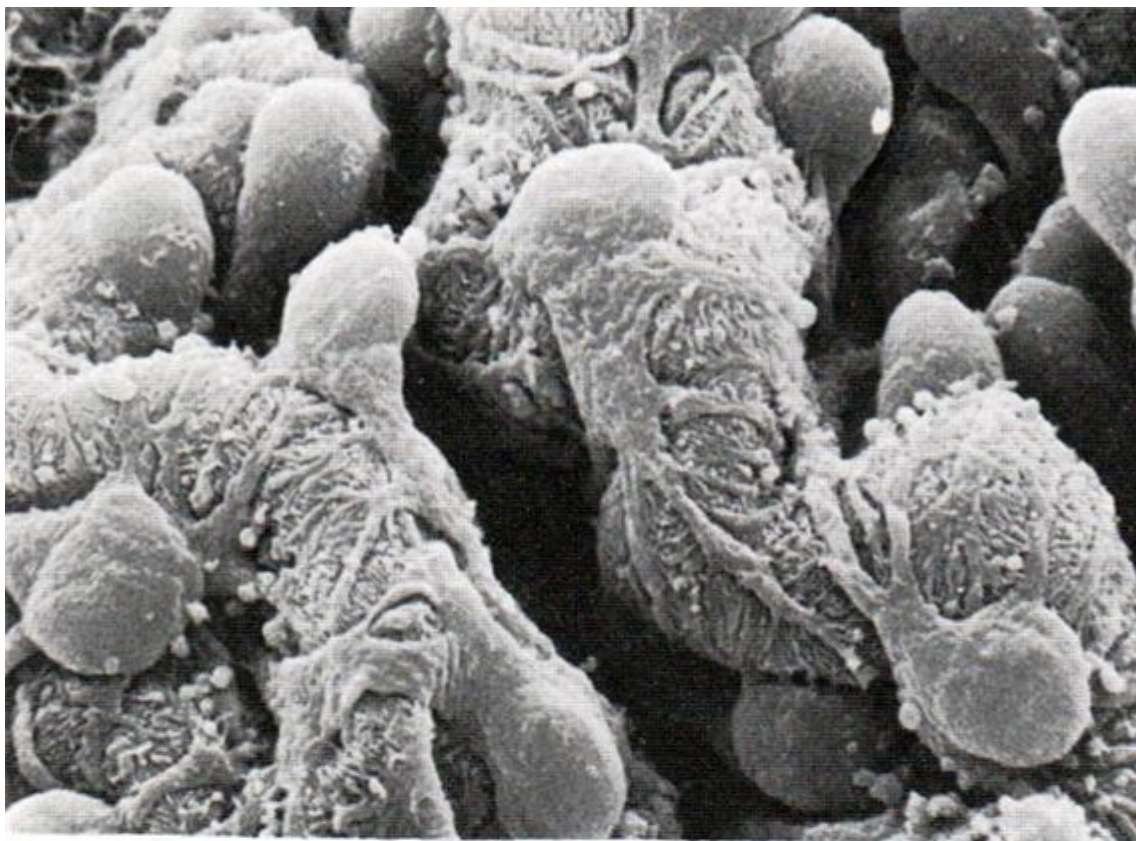
7/71. ábra. Glomerulus podocytái és a glomeruluscapillarisokhoz való viszonyuk sémásan



7/72 ábra. Glomeruluscapillaris pórusos endothellel, lamina basalis és a külső podocytalábak által alkotott rács elektronmikroszkópi képe (Léránth Cs. felvétele)

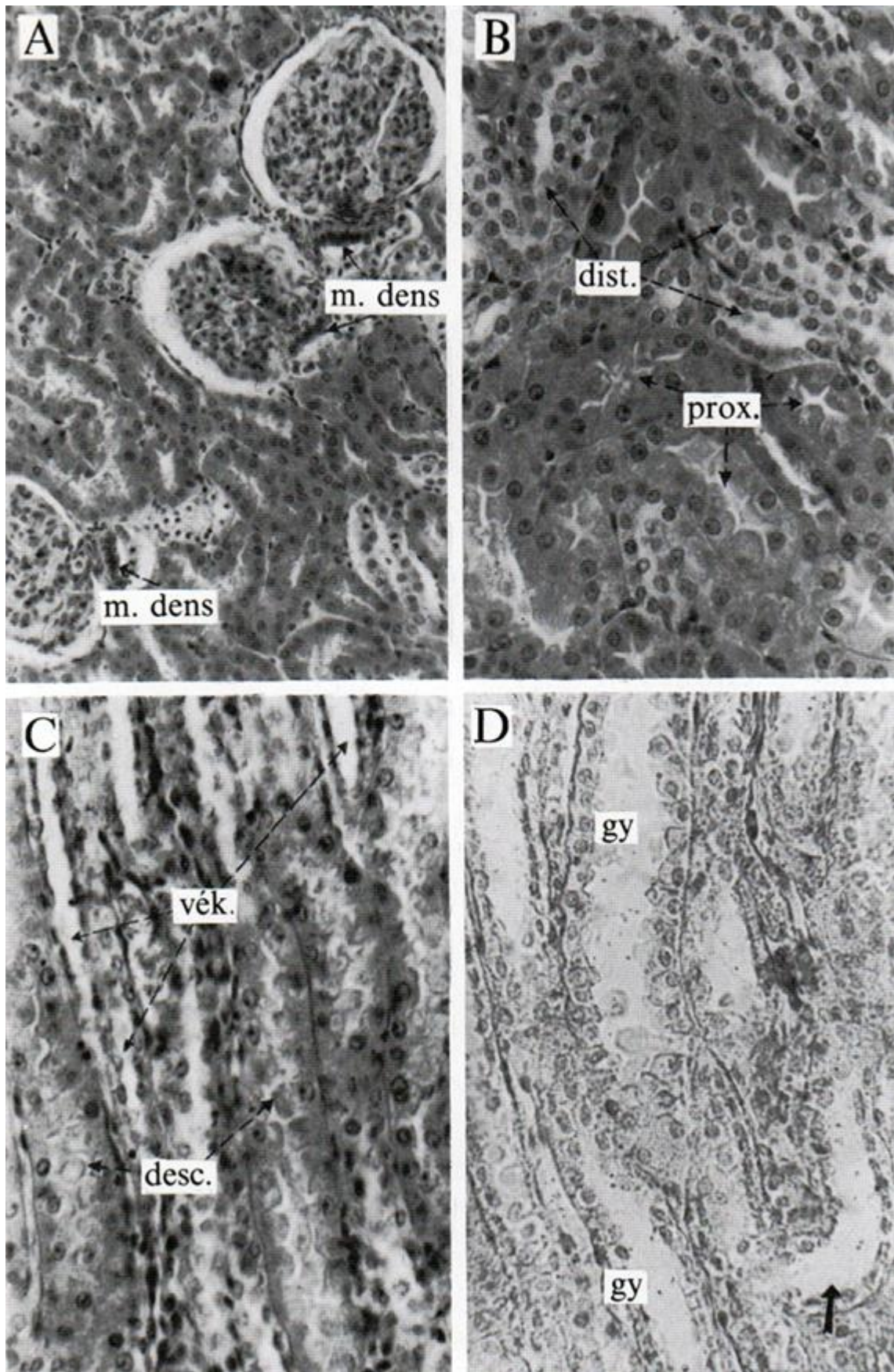
A Bowman-tok parietalis rétege, a capsularis epithelium, rendes, igen vékony laphám, amelynek sejtmagvai erősen beemelkednek a tok ürege felé.

b) **Proximalis kanyarulos csatorna.** A vesetestecske vizeled pólusából elinduló, kb. 14 mm hosszú csatornarésznek csak kezdeti nagyobb része kanyarulos. Ugyanilyen szerkezettel, de egyenesen, még a pars radiata lobuli corticalisban, sőt a mélyebben fekvő glomerulusokból eredőknél még a velőállományban is folytatódik, ti. a Henle-kacs leszálló részében. Fénymikroszkópban e csatornák átmetszetei könnyen megtalálhatók, mert a pars convoluta lobuli corticalisban az átmetszetek túlnyomó többségét képezik. Lumenük szűk, sokszor csillag alakú, ritkábban láthatók tágultabb lumenek (7/74. ábra,B). A lument erősen festődő, szemcsésnek tűnő köbhám béleli felismerhető sejthatárok nélkül. A hámsejtek belső felszínén sötétebb festődésű, a felszínre merőleges csíkoltságot, az ún. kefeszegélyt láthatjuk. Kevés készítményben (emberi anyagon) sikerül azonban a hámot elég jól rögzíteni. Elektronmikroszkópi készítményben jól felismerhető, hogy a felszín kefeszegélyét sűrűn álló, kb. 1 nm hosszúságú mikrobolyhok képezik (7/75. ábra), amelyek egy határozatlan szerkezetű, de kifejezett elektronsugár-árnyékot adó sejten kívüli matrixba vannak beágyazva. Ebben különböznek ezek a mikrobolyhok a vékonybélhám mikrobolyhaitól. Mindkét szerkezet azonban felszívó funkciójának megfelelően óriási felületnagyságot jelent. A hámfal lap szerinti metszetén feltűnik, hogy a szomszédos sejtek hullámos határokkal vannak egymásba róva, ezért nem láthatók a sejthatárok a fénymikroszkópi képen. A hám legfeltűnőbb sajátossága, hogy a sejtek basisa – azaz a csatorna külső felszíne felé fordított oldaluk – sűrűn összepréselt vastag nyúlványok tömegéből áll, ún. basalis csíkolat (7/76. ábra), amelyek közé a sejthártya mély kettőzetek formájában, mintegy sejten kívüli hasadékok képezve mélyen, helyenként – ti. ahol nem foglalja el a helyet a sejtmag – a sejt feléig benyomul. E nyúlványokat hosszú oszlopszerű mitochondriumok töltik ki. Feltehetőleg ezek szolgáltatják az aktív felszívó működéshez szükséges energiát.



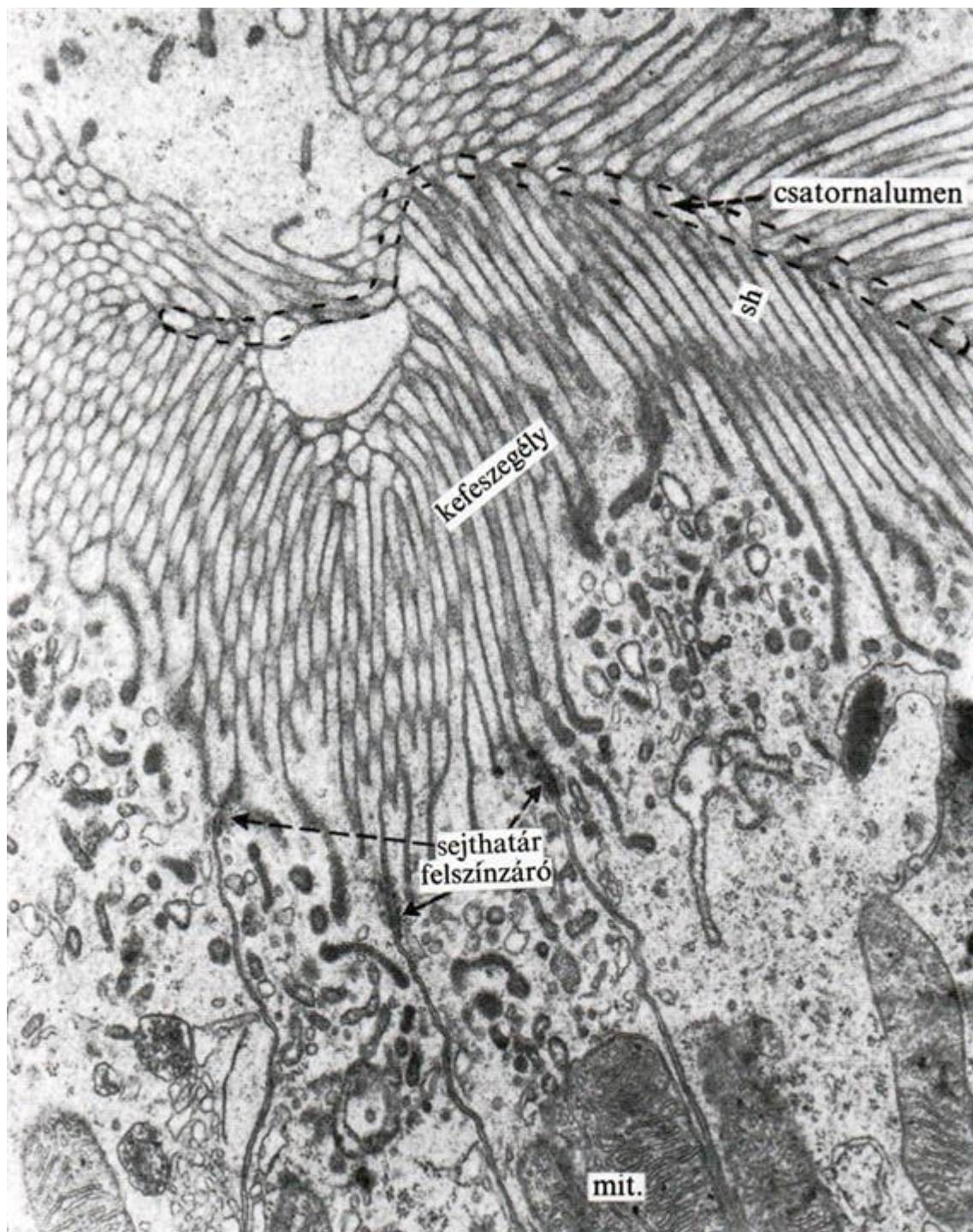
7/73 ábra. Glomerulus scanning elektronmikroszkópos áttekintő képe (a JEOL japán cég szíves engedélyével). Az alsó képbetéten két szomszédos podocytanyúlvány (p1 és p2) alternáló nyúlványai láthatók (21 000-szeres nagyítás; P. Skaring, Dánia, felvétele)

c) **Henle-kacs.** Mint említettük, ennek kezdeti része a proximalis, végső része a distalis kanyarult csatornával megegyező szerkezetű (7/74. ábra, C). Itt tehát csak a középső, elsősorban a hajtőkanyarra eső, ún. vékony szakaszát ismertetjük. Ezt olyan lapos, endothelszerű hám béleli, hogy közös fénymikroszkópi képen a vele párhuzamosan haladó capillarisoktól alig különíthető el. A Henle-kacsok átmetszetei a capillarisokénál tágabbak, de sokszor összeesettnek mutatkoznak (7/74. ábra, D). Elektronmikroszkóppal sem látunk semmi feltűnőt e vékony endothelszerű hámon.

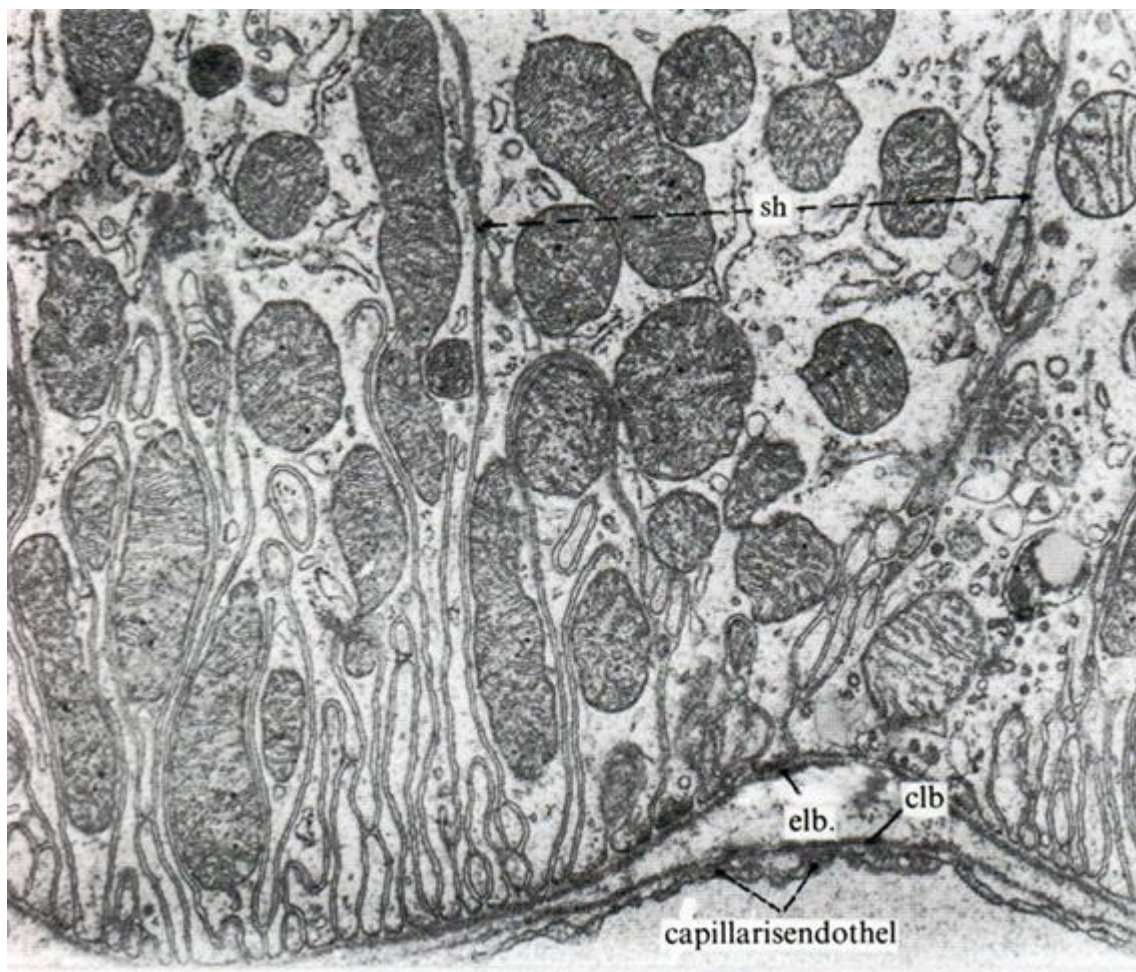


7/74. ábra. A vese fénymikroszkópos felépítése. A: a három vesetestecske Bowman-tokjának ürege és a felsőnél a parietalis epithelium jól látható. Mindhárom vesetestecske érpólusához hozzáfekvő macula densa (m. dens)

felismerhető. A vesecsatornák zöme proximalis, csupán a kevés világosabb csatorna distalis; B: a proximalis kanyarultatos csatornák felismerhetők szűk csillag alakú lumenükről és sötét szemcsés plasmaszerkezetükről, a kefeszegély csak sejthető; a distalis kanyarultatos csatornák hámja világosabb, alacsonyabb és üregük tágabb; C: a velőállomány külső részében a Henle-kacsok leszálló része (desc) azonos szerkezetű a proximalis csatornákéval, a laphámmal bélelt vékony (vék) szakaszok jól felismerhetők; D: a velőállománynak a papillához közeli részében a tág, köbhámmal bélelt gyűjtőcsatornák (gy) mellett felismerhetők a Henle-kacsok hajtókanyarai (nyíl)



7/75. ábra. Proximalis kanyarultatos csatorna belső részének elektronmikroszkópos képe (Hámori J. felvétele). A lumen a szemben levő sejtek összetetallokozó kefeszegélyei közt gyakorlatilag eltűnik. A kefeszegély mikrobolyhai közötti sötétebb extracellularis matrix ismerhető fel a ferdén metszett mikrobolyhok közt jelentkező sötét csíkozás alapján



7/76. ábra. Distalis kanyarulat csatorna hámja basalis részének elektronmikroszkópi képe (Hajós F. felvétele). Az átmenő sejthátárokon kívül (sh) a hámsejtek alapjáról sejthártyakettőzetek mélyen benyomulnak a sejtekbe, és azok külső részeit keskeny, nagy mitochondriumokat tartalmazó oszlopokra bontják. A hám alapján látható az epithel lamina basalisa (elb), és kötőszöveti réssel elválasztva a capillaris endothel lamina basalisa (clb). A capillarisendothel itt is porosus, azaz itt látható, hogy ezek nem igazi porusok, hanem a két sejthártya szakaszos összeolvadásai

d) **Distalis kanyarulat csatorna.** A vesetubulus e része már a Henle-kacs felszálló részén kezdődik.²⁸ Hámja a proximális kanyarulat csatornáénál alacsonyabb, világosabb plasmájú, jobban felismerhető sejthatárú köbhám. Felszínén kefeszegély nincs.

Elektronmikroszkópi képen a sejtek felületén kevés, szabálytalan mikroboholy látható, elvértve egy-egy valódi cilium. A sejtek bázisán a proximális tubulusban leírt nyúlványos szerkezet még kifejezettebb, hasonló hosszú oszlopszerű mitochondriumokkal (7/76. ábra). A distalis tubulusrésznek a glomerulus érpólusához fekvő speciális részét, a macula densát már megemlítettük.

A **vese fejlődését** az egész uropoeticus rendszer fejlődésével együtt később tárgyaljuk.

Funkciós megjegyzések a vese finomabb szerkezetéhez. A vese bonyolult funkciójának megértéséhez a finomabb szerkezeten túlmenően számos egyéb természetű adat ismeretére is szükség van, így ezzel a kérdéssel érdemben csak az élettan, a kórélettan, majd a továbbiakban a klinikai patológia tankönyvei foglalkoznak. Itt csupán néhány olyan utalásra szorítkozhatunk, amelyek a finomabb szerkezet egyik-másik fontosabb aspektusát világíthatják meg.

A vesetestecskékben lényegében ultrafiltráció zajlik, a dializáló membrán, mint láttuk, a glomeruluscapillarisok és a visceralis glomerulusepithel (podocyták) közös alaphártyája. A Bowman-tok üregébe bejutó ultrafiltrátum a

²⁸ Ez elsősorban a kéreg mélyebb részeiben levő glomerulusokból eredő hosszabb Henle-kacsokra érvényes. A kéreg felszínebb részéből eredő rövid nephronok egy részében ez az átmenet már a hajtűkanyar előtti részre eshet.

vesén átáramló vér sejt közötti folyadékának fehérjementes ultrafiltrátuma. A naponta termelt glomerulusfiltrátum mennyisége 170–200 l, amelyből a végleges – adagban 1,5 l mennyiségű – vizeleten kívül a vesecsatornákon való áthaladás során minden visszaszívódik. A glomerulusfiltrátum nagyobb része (7/8-a) a proximális kanyarutos csatornában reabszorbeálódik, bizonyos szelektivitással bár (pl. a filtrátumban levő cukor mind felszívódik már itt, viszont a kiürítendő fehérje-bomlástermékek csak igen kevésé), de végül is oly módon, hogy a Henle-kacsba belépő maradék továbbra is a vérrel azonos ozmotikus koncentrációjú. A Henle-kacsból a distalis kanyarutos csatornába belépő folyadék azonban vérnedvhez képest hipotóniás, azaz kevesebb elektrolitot tartalmaz, téves tehát az a régi elképzelés, hogy a vizelet koncentrációja a Henle-kacs vékony részében bonyolódik le. A distalis kanyarutos csatornából – antidiuretikus hormon jelenlétében – víz lép ki, tehát ennek végén a gyűjtőcsatornába belépő vizelet ismét megközelítően izotóniássá válik. Az antidiuretikus hormonnak az agyfüggelékmirigyből való kiürítésének akadályozottsága mellett nagy mennyiségű folyadék felvétele következtében a vese nagyobb mennyiségű, elektrolitokban szegény vizeletet ürít. A köztiagy tárgyalásánál térünk majd rá arra, hogy az agyfüggelékmirigy hátsó lebenyének eme hatóanyagát a valóságban a hypothalamus idegsejtjei termelik. A Henle-kacs az ellenáramlás elvén működő ozmotikus multiplikáló. Ez, az élettanban részletesen megismerendő, fizikális kémiai mechanizmus okozza, hogy a kacsban leszálló folyadék a vesepapilla irányában mind koncentráltabbá, a felszálló kacsban áramló folyadék a kéreg felé mind hígabbá válik. Ez az önmagában egyensúlyban levő mechanizmus azonban egyben azzal a következménnyel is jár, hogy a szövet közti térben az elektrolitok, főleg a nátrium-klorid koncentrációja a papilla felé nő, és annak csúcsában a normális szövet közti folyadék sokszorosát érheti el. Habár a vesecsatornában haladó folyadék a distalis kanyarutos csatorna végéig épp hogy csak izotóniássá válik, a gyűjtőcsatornákon való áthaladása közben a papilla felé, a növekvő nátrium-klorid-koncentrációjú szövet közti tér felé mind több vizet veszít. Így a papilla csúcsán levő area cribrosán kilépő vizelet a normális szövet közti folyadékkal szemben elektrolitokban lényegesen gazdagabbá válhat. A Henle-kacsok szerepe a vese koncentráló működésében tehát nem közvetlen, hanem közvetett, amennyiben az ellenáramlási mechanizmussal a szövet közti tér ozmotikus koncentrációját a vesepapilla felé – tehát ott, ahol a vizeletvezető csatornáknak át kell haladniuk – erősen emeli. A vese velőállományát vérrel ellátó arteriolae rectae-ből eredő hasonló hajtűkanyarban visszahajló capillarisek a vese gyűjtőcsatornáiból a fent említett ozmotikus mechanizmus folytán kiáramló folyadékot folyamatosan elszállítják. Az ezekben áramló vér ugyanis a nagy juxtamedullaris glomerulusokban ultrafiltráció révén fehérjementes szövetnedvük nagy részét elvesztették, tehát fehérjében dúsabbak, mint a vér általában. E fehérjék kolloidozmotikus nyomása fontos tényező a velőállományban felgyűlő szövet közti folyadék folyamatos elszállításában. A helyzet ilyenén állása mellett nem csodálkozhatunk azon, hogy kevés folyadékot igénylő emlősök (pl. sivatagi rácsálók) igen koncentrált vizeletet készítő veséje rendkívül hosszú vesepapillával bír. – Nem minden sivatagi állat, pl. a nagy távolságokat legyőzni képes teve más módon alkalmazkodik. Szövet közti folyadékának egy részét el tudja veszteni a keringés súlyosabb zavara nélkül, tehát hosszú ideig túri a vízhiányt, míg újra alkalma lesz magát vízzel feltölteni.

4.1.2.4. Vesemedence

A **vesemedence** (*pelvis renalis*) lapos, háromszögletű, legyezőszerűen elágazó izmos falú tömlő, amelynek elágazódó része a vesesinusban helyezkedik el. Keskenyedő része kilépve a hiluson ívben lefelé fordul, és éles határ nélkül megy át az ureterbe. Három nagyobb, ugyancsak lapos, tömlőszerű ágból szedődik össze, ezek a nagykelehek (*calyces renales majores*).²⁹29A nagykelehek szintén rendszerint három ágból szedődnek össze, ezek a kiskelehek (*calyces minores*). Mindegyik kiskehely valóban kehelyszerűen nyílik szét és fogad be egy vesepapillát. Általában kilenc kiskehely van egy vesében, így mindegyikre egy papilla jut. Előfordul azonban az is, hogy két szomszédos papilla ugyanabba a kehelybe nyílik. Ez utóbbi esetben a papillák száma nagyobb, mint a kiskeleheké. A kis vesekelhely fala boltozatszerűen visszafordul a vese állományából kiemelkedő papilla tövéhez, vagyis oda, ahol a columnae renales végei körülveszik a papillák széleit. A kehely hámborítása itt átmegy a papilla felszíni hámjába. A vesemedence és a kelehek alakját minden preparátumnál és atlaszábránál jobban megérthetjük röntgensugár-elnyelő anyaggal kitöltött medencéjű vese röntgenfelvételéből (7/77. ábra).³⁰30 E röntgenfelvétel gondos tanulmányozásából könnyű megérteni, hogy bár a vesemedence lapos képződmény, kiskelehei közül egyesek az elülső, ill. hátsó elhelyezkedésű vesepiramisok papilláinak befogadására előre, ill. hátra kell hogy forduljanak.

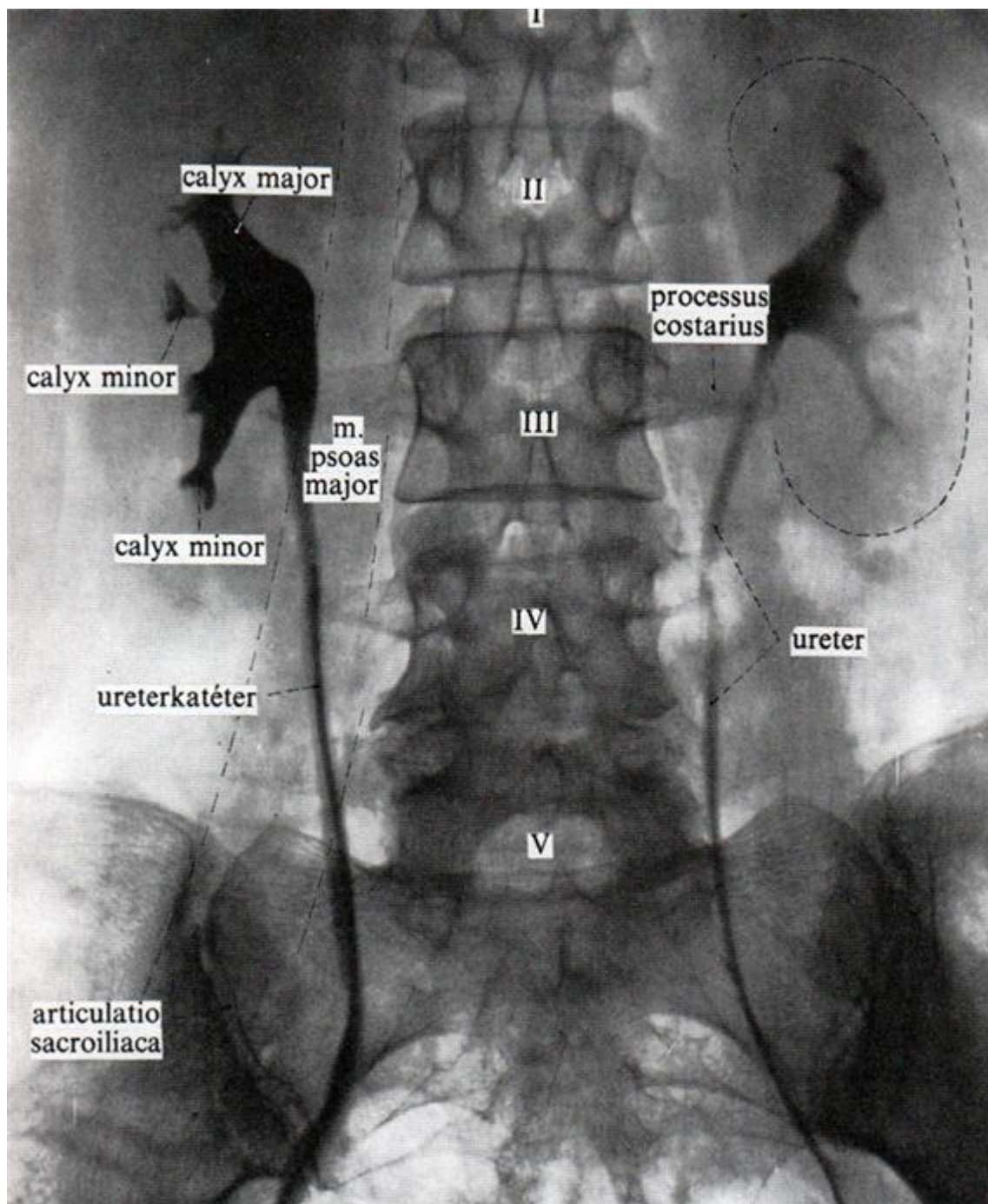
Falszerkezete. A vesemedence falát belülről átmeneti hámmal, azaz urotheliummal borított nyálkahártya béleli. A nyálkahártya lamina propriaja erős, sűrű szövésű elaszticus rostokban bővelkedik, csak külső rétegei lazulnak fel. Igazi submucosa nincs, a lamina propria éles határ nélkül megy át az izomfalba. Az izomfal nem nagyon

²⁹29 A név nem helyes, mert ellentétben a kiskelehekkel, egyáltalán nem kehely alakúak.

³⁰30 Ezt élőben úgy érik el, hogy a vérpályába juttatott jódtartalmú anyagot a vesével választják ki, vagy hólyagtűkőrrel az ureterbe bevezetett katéterrel közvetlenül juttatják oda az anyagot.

erős, belső rétegeiben inkább körkörös, külső rétegeiben inkább hosszanti irányú. A vesekelyheknek a papillán való tapadása körül erősebb körkörös simaizomnyalábok fordulnak elő.

Az izomfalat gyenge adventitialis kötőszövet rögzíti a vesemedencét mindenütt körülvevő zsírszövethez, ti. a vesesinust kitöltő, majd a vesekapun kívüli zsíros tokhoz.



7/77. ábra. Vesemedencék és ureterek röntgenfelvétele (SOTE, Urológiai Klinikájának anyagából). A calyces minoresbe benyomuló vesepapillák okozta árnyékkiesések jól felismerhetők. A vesék szövete jól kivehető árnyékot ad, amelyet a bal vesénél (a képen jobb oldalt) szaggatott vonal jelez. A vesemedencéket az ureterekbe felvezetett ureterkatéterek segítségével töltötték fel röntgenkontrasztanyaggal; a két katéter erősebb árnyéka ismerhető fel. Az ágyékcsigolyák testeit római számok, a kép bal oldalán a m. psoas majort szaggatott vonalak jelzik

4.1.3. Húgyvezeték

A húgyvezeték (ureter) mintegy 30 cm hosszú és 5 mm vastag, nyálkahártyával bélelt izmos falú cső, amely a vesemedencét a húgyhólyaggal köti össze. Lefutásában két részét különböztetjük meg: hasüregi szakaszát (*pars abdominalis*) és medencei szakaszát (*pars pelvina*). Hasüregi szakasza az L₂ csigolya magasságában indul, és a m. psoas majoron húzódik le, fokozatosan annak laterális oldaláról medialis oldalára kerülve át. Az egész hasi szakasz a fali hashártya mögötti kötőszövetben húzódik, nem nagyon zsíros hasüregben az ureter végéig áttűnik a hashártyán. A m. psoas közepe táján az ureter ferdén kereszteződik az eleinte tőle medialisan, majd lejjebb, laterálisan lefelé húzódó a. testicularisszal (nőben az a. ovarica) és az azt kísérő fonatszerű vénákkal. A kereszteződésben az erek vannak elől.

A medence szélét elérve az ureter a linea terminalist az articulatio sacroiliacától kissé oldal felé keresztezi, a lágyrészekhez viszonyítva a medencébe való belépés jellemző helye közvetlenül az a. iliaca communis oszlása előtt van. Így az ureter a medence bemeneténél az a. iliaca externa kezdetét keresztezi. Lejjebb, már a kismedence falán, az a. iliaca internát is keresztezi. Itt az ureter az arteria iliacák előtt (felett), illetve tőlük medialisan halad el. A medence hátulsó-eldalsó falán lefelé húzódva az ureter eléri a m. levator anit borító fasciát, s abban húzódik ferdén előre és medial felé.

A két nemben itt topográfiai viszonyai érthetően eltérők.

Férfiban a végbél két oldalán halad, majd elérve a húgyhólyag hátsó részét, kereszteződik az ondóvezetékkel, és a hólyag falát ferdén hátulról előre és laterálról medial felé haladva fúrja át.

Nőben az ureter a petefészek és a széles méhszalag alatt fut. Itt van orvosi gyakorlati szempontból legfontosabb kereszteződése az a. uterinával. A kereszteződésben az ér laterál felől medial felé halad, míg az ureter hátulról előre. Az ureter fut mélyebben.

A kereszteződést elhagyva az ureter laza kötőszövettől körülvéve közel kerül a hüvely oldalsó boltozatához, és főleg a hüvely elülső boltozata oldalsó részéhez. Innen közvetlenül eléri a hólyag bázisának hátsó részét, s falát a férfiéhoz hasonló módon ferdén medial felé és kissé előrehaladó irányban fúrja át.

Vérellátás. A környező arteriákból – úm. a. renalis, a. testicularis, ill. a. ovarica, a. iliaca communis és interna, a. uterina és a. vesicalis superior – kiinduló ágak az ureter mentén egy hosszanti arteriás anastomosisrendszert alkotnak.

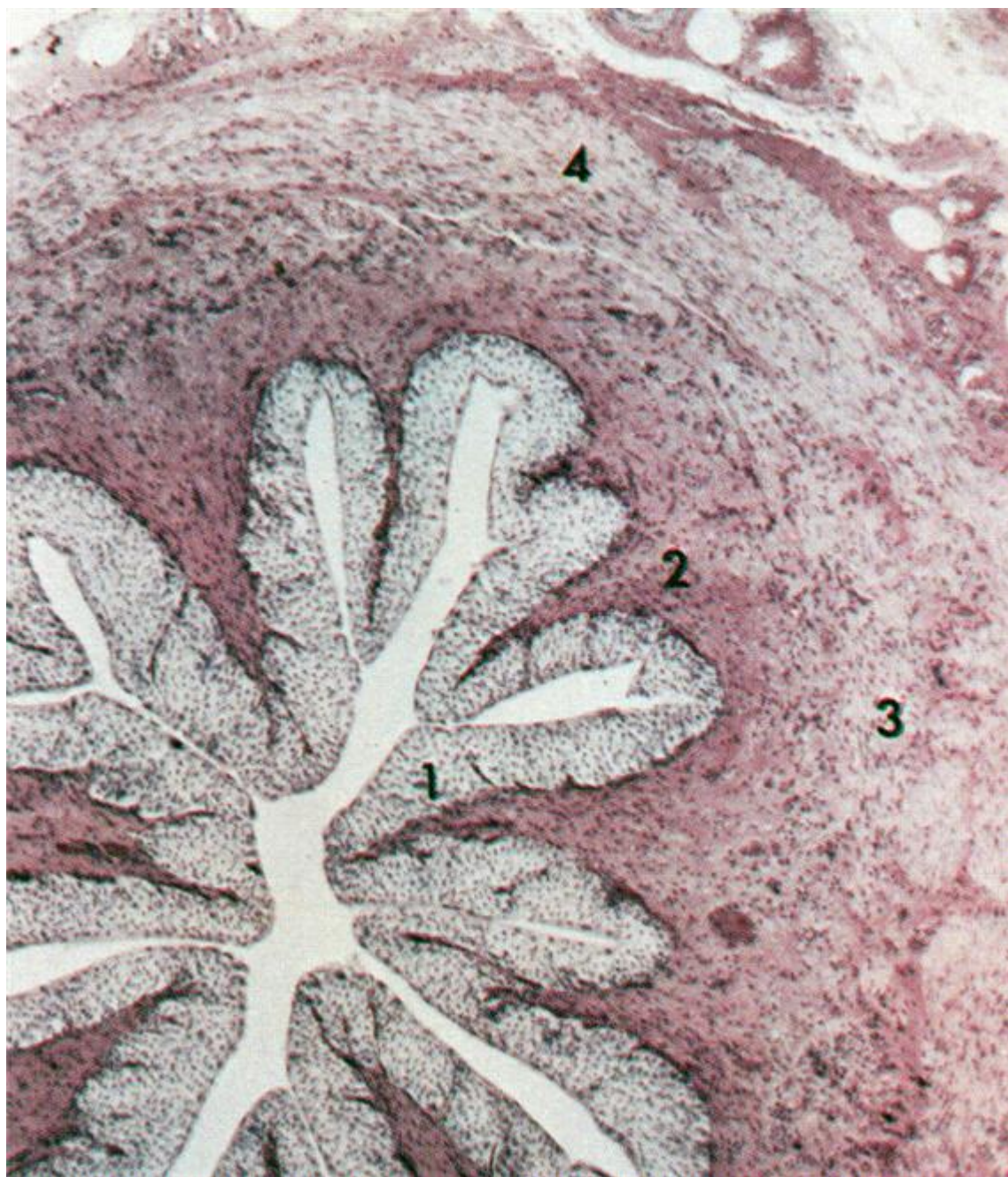
Fal szerkezete. Nyálkahártyája üres állapotban öt-hat nagyobb hosszanti redőt képez, átmetszete ezért csillag alakúnak mutatkozik. Hámja urothelium, lamina propria a vesemedencéhez hasonlóan sűrű szövésű, kifelé minimálisan fellazulva megy át az ureter hosszanti simaizomrétegébe. Sajátságos módon itt ugyanis – fordítva, mint más cső alakú zsigerekben – az izomfalat egy belső, hosszanti és egy külső, körkörös simaizomréteg alkotja. Az izomfalon kívül az ureter falában csak kevés adventitis kötőszövetet találunk, melyben a medencei részben néhány külső hosszanti izomnyaláb is előfordul.

Az ureter utolsó, a hólyag falán átfurakodó részében csak a belső, hosszanti izomréteg marad önálló, a külső izmok szövődnek a hólyag falának izomzatával (**7/78. ábra**). Mirigyek nincsenek az ureterben.

Fejlődés. Az ureter teljes egészében (hám és a fal egyéb alkotórészei) mesodermális eredetű. Kialakulásáról az uropoeticus apparatus fejlődését tárgyaló fejezetben írunk.

4.1.4. Húgyhólyag

A **húgyhólyag (vesica urinaria)** izmos falú, nyálkahártyával bélelt tömlő, mely a folyamatosan képződő vizeletből 300–350 ml-t képes befogadni. Ez az átlagos napi vizeletmennyiség egynegyede-egyötöde lévén, egészséges vizeletelvezető rendszer mellett naponta négyszer-ötször válik szükségessé a húgyhólyag kiürítése. Vizeletürítéskor teljesen kiürül a húgyhólyag, ilyenkor citrom alakú és nagyságú, csaknem tömör szervvé húzódik össze, majd a simaizomfalú tömlős szervek módjára minden lényeges nyomásemelkedés nélkül kb. 250–300 ml vizeletet képes felvenni. Ezen túl a húgyhólyag további telődése vizelési ingert okoz, és az embert előbb-utóbb hólyagja kiürítésére készíti. Üresen a symphysis mögött, teljes egészében a kismedence elülső részében foglal helyet. Telődéskor főleg nőben – ahol a méh teste felülről reáfekve, a hólyagot kissé benyomja – a hólyag eleinte haránt irányban tágul, majd erősebb telődéskor a symphysis fölé emelkedve benyomul a hasüregbe, és függőleges – helyesebben a symphysissal párhuzamosan előre dőlő – hossz tengelyű tojásdad idomot vesz fel. A női húgyhólyag a tágabb medence folytán telt állapotban is szélesebb, mint a férfié.



7/78. ábra. Ureter átmetszete (hematoxilin-eozin festés, 400-szoros nagyítás) (Törő I. gyűjteményéből). 1: urothelium; 2: tunica propria; 3: hosszanti simaizomkötetek; 4: körkörös izomzat

Tengelyének felső-elülső végén a hólyag – ha csak nincs túlságosan telt állapotban – kissé kihegyesedik (*vertex vesicae*), mely csúcshoz közel elvékonyodva az elülső hasfal belső felszínének középvonalában felfelé futó szalagba, a lig. umbilicale medianumba megy át. Ez a belső csíralemeznél már említett, a húgyhólyag fejlődésével kapcsolatban még részletesebben leírandó urachus elzáródott maradványa. A húgyhólyagnak a vertex alatti része a hólyag teste (*corpus vesicae*), melynek elülső és hátsó felszíne nem egyforma. Az elülső felszín a symphysis hátsó felszínéhez fekvő laposabb, a hátsó a has- és a medenceüreg felé jobban beboltozuló – gyengén telt hólyagnál főleg nőben behorpasztott – felszíne jóval hosszabb. A hólyag aránylag szélesebb alapját *fundus vesicae*-nek nevezik.

Elülső részén – egyben ez a hólyag legmélyebb pontja – az *ostium urethrae internum*-mal indul el a húgycső (*urethra*).

A hólyag belső felszíne felől nézve a húgycső nyílása finom összefutó nyálkahártyaráncok közt, csillag alakban zárt nyílás. Férfiban, főleg idősebb korban, a hátulról beemelkedő nagyobb nyálkahártyaredő miatt (*uvula vesicae*) a nyílás hátrafelé homorú alakot vesz fel.

A fundus hátsó részének két oldalán furakszik át ferdén medial felé és előrehaladva a két ureter. Ennek benyílása a hólyagba az *ostium ureteris*. E három nyílás a hólyag ürege felől nézve nevezetes háromszöget képez (*trigonum vesicae*).³¹31 A háromszög a fundusnak mintegy közepét képezi, de ettől a hólyag fundusa még kissé hátrafelé kiöblösödik. A háromszögnek megfelelően a hólyag nyálkahártyája sima, egybeült hálózatos irányú nyálkahártyaredőkkel redőzött.

A húgyhólyag falát ferdén átfúró ureter a nyílástól oldalra és hátrafelé redőszerűen megemeli a hólyag nyálkahártyáját. Ennél feltűnőbb a két ureternyílást harántul összekötő és a hólyagháromszöget hátrafelé határoló redő (*plica interureterica*). Az ureterek ferde benyílása a húgyhólyagba funkciós szempontból fontos tényező, mely a hólyagban uralkodó nagyobb nyomás mellett is szelepszerű zárat képezve megakadályozza a vizeletnek a hólyagból az ureterbe való visszaáramlását. E természetes és néha még lefelé nyíló billentyűszerű nyálkahártyaredőkkel (az ureternek a hólyag falán átfúródó részében) erősített zár mellett az ureternek egy-egy perisztaltikus hulláma továbbít mindig egy néhány centiméter hosszú „vizelethengert” a hólyagba. A perisztaltikus hullámok között az ureter fala elernyed is lehet, és a vizelet ennek ellenére sem áramlik vissza a hólyagból.

Rögzítés, hashártyaviszonyok. A húgyhólyagnak csupán a fundusa rögzített, mégpedig a két nemből igen eltérő módon. Férfiban a hólyag fundusa elég erősen összenőtt az alatta elhelyezkedő prostata erős kötőszövetes tokjával. Ez nem más, mint a fascia pelvisnek a prostata befogadására szétvált két lemeze. A két lemezre való szétválásnál mindkét oldalon egy-egy erős ív keletkezik (*arcus tendineus fasciae pelvis*), amelyek még külön rögzítik a prostatát. Előre a symphysishez is rögzül egy simaizomszövetet tartalmazó nyaláb (*m. puboprostaticus*). Nőben prostata nem lévén, a hólyag fundusa kevésbé rögzített, és inkább csak ráfekszik a fascia pelvisre. Előrefelé a húgycső kilépése előtti területét a symphysishez egy, a férfiban említett izmos szalaghoz hasonló nyaláb, a *m. pubovesicalis* rögzíti. A női hólyag legfontosabb rögzítése az elülső hüvelyfal, amelynek felső részével a fundus nagy része lap szerint összenőtt. Ennek nagy gyakorlati jelentőségét a nőgyógyászatban fogjuk megismerni, ugyanis ismételt szülések során, de néha egyébként is, a kitágult hüvelyfal nem biztosít kellő támaszt a hólyag fundusának a trigonum közepére és mögéje eső kiboltosuló részének.

A hólyag lapos, rövidebb elülső fala a symphysis hátsó felszínéhez laza kötőszövetes rés közbevetésével fekszik hozzá. Összenőve nincs, hiszen a gyors egymásutánban való telődés és kiürülés a kettő közötti szabad elmozdulást kívánja meg. Hashártyaborítéka elől még telt állapotban sincs, ilyenkor a hólyag az elülső hasfal hashártyáját hátsó domború felszínére vonja rá, míg elülső fala közvetlenül az izmos hasfal mögötti kötőszövetben húzódik a symphysis fölé.³²32 A húgyhólyag hátsó és oldalsó falát ellenkezőleg, a hashártya a fundusig beborítja. Innen a hashártya a két nemből eltérően viselkedik. Férfiban egyszerűen visszahajlik a végbél elülső falára, nőben körülbelül hasonló magasságban a hashártya a méh isthmusára csap át. A fundus maga, főleg a trigonum vesicae-nak megfelelő terület, hashártyamentes.

Ér- és idegellátás. A húgyhólyag arteriái az a. iliaca interna ága (*a. vesicalis inferior*) és az a. umbilicalisból induló kisebb ágak (*aa. vesicales superiores*). A vénás vért a hólyag fundusa körül kialakuló plexus vesicalis vezeti a v. iliaca int. felé. Nyirokerei az a. iliaca externa és interna körüli nyirokcsomók felé vezetnek.

A hólyag beidegzését sympathicus-, parasympathicus- és érzőidegrostok adják. Ezek összehangolt működése biztosítja a vizeletürítés normális folyamatát.

Fal szerkezet. Az előzőekben ismertetett vizeletvezető szervekhez mindenben hasonló. Nyálkahártyáját urothelium borítja, a lamina propriát a hólyag nagyobb részén kifejezetten lazább kötőszövetes réteg, valóságos tela submucosa rögzíti az izmos falhoz. Ennek megfelelően a hólyag teltségi állapotától függően a nyálkahártya redőket is képez, csupán a trigonum vesicae területén sima, ahol egyrészt a hámot tökéletlen papillák rögzítik a lamina propriához, másrészt a lamina propria erősebben rögzül az itt tömöttebb izomfalhoz.

Izomfala háromrétegű:

♦ 1. a belső réteg hálózatos, izomgerendái a vizeletürítés akadályozottsága mellett (pl. prostatahypertrophiában) megerősödve durva gerendák alakjában emelik ki a nyálkahártyát;

³¹31 Lieutaud, J. francia orvosról (1703–1780) elnevezett háromszög.

³²32 Ezt az anatómiai szituációt a sebészet már igen régi idők óta felhasználta a húgyhólyagba a hasfalon keresztül, de a hashártyaüreget megkerülő behatolásra (*sectio alta*).

♦ 2. a középső réteg körkörös irányú, különösen a húgycső nyílása körül erősödik meg mint *m. sphincter vesicae*, az ureter körkörös izomrétegével is összefonódik;

♦ 3. a külső réteg hosszanti, a funduson keskenyen indulva felfelé legyezőszerűen sugárzik szét az elülső és hátsó falon; az elülső és a hátsó legyező oldalsó rostjai ívben összeköttetésbe jutnak egymással.

Régebben a külső izomréteget nevezték *m. detrusor urinae*-nak, ami nem jogosult, mert az izomfal minden része egyaránt részt vesz a hólyag összehúzódásában a *m. sphincter vesicae* és a trigonum területén körben futó rostok kivételével, amelyek vizeléskor elernyednek.

4.1.5. Női húgycső

A húgycső férfiban oly mértékben összeszövődött a nemi szervekkel, hogy csupán ezek ismertetése keretében írhatjuk le. Ez bizonyos tekintetben a női húgycsőre is érvényes; legalábbis külső nyílása tekintetében, mégis, hogy már itt egységes képet nyújtunk a vizeletelvezető berendezésről, indokolt a női húgycső leírása ezen a helyen.

A **női húgycső** (*urethra feminina*) rövid, 3-4 cm hosszú, eléggé tágulékony, nyálkahártyával bélelt cső. A hólyagban az ostium urethrae internummal kezdődik, és a vestibulum vaginae-ban (lásd később) nyílik az *ostium urethrae externum*-mal. A hüvely elülső falával csaknem egész hosszában szorosan összenőtt, csupán felső harmadában aránylag laza kötűk az összeköttetés.

Alsó része a hüvellyel együtt átfúrja a diaphragma urogenitalét. Fala itt a diaphragma kötőszövetével és a benne lévő harántcsíkos izommal is összenőtt. E helyen az urethrát körkörös harántcsíkos izom, a *m. sphincter urethrae* veszi körül. A végbél záróizmához hasonlóan tehát a húgycsőnek is van egy simaizomból álló sphinctere (*m. sphincter vesicae*) és egy harántcsíkos izomsphinctere (*m. sphincter urethrae*). A különbség annyi, hogy a húgycsőnél a két sphincter egymástól távolabb van. A harántcsíkos izomból álló *m. sphincter urethrae* akarattal is működtethető. Motoros beidegzését a n. pudendus-ból kapja.

A női húgycső vérellátását az a. vesicalis inferiorból az a. pudenda internából és az a. uterina ramus vaginalisából kapja. A nyirokerek a sacralis és az a. iliaca internát kísérő nyirokcsomókhoz vezetnek.

Falát bélelő nyálkahártya a hólyaghoz közel urotheliummal, középső szakaszán többrétegű vagy több magos hengerhámmal, alsó szakaszában többrétegű el nem szarusodó laphámmal borított. Itt néhány mirigy is előfordul.

A húgycső alsó részével párhuzamosan futó, vakon kezdődő és az urethra két oldalán nyíló, hámmal bélelt járatokat paraurethralis járatoknak nevezik. Talán a férfi prostatamirigyekkel homológok. A nyálkahártya lamina propria-ja vénákban igen gazdag, a vénák itt valószínűleg corpus spongiosumot képeznek.

A húgycső izomfala is erős belső hosszanti, külső körkörös izomzattal bír.

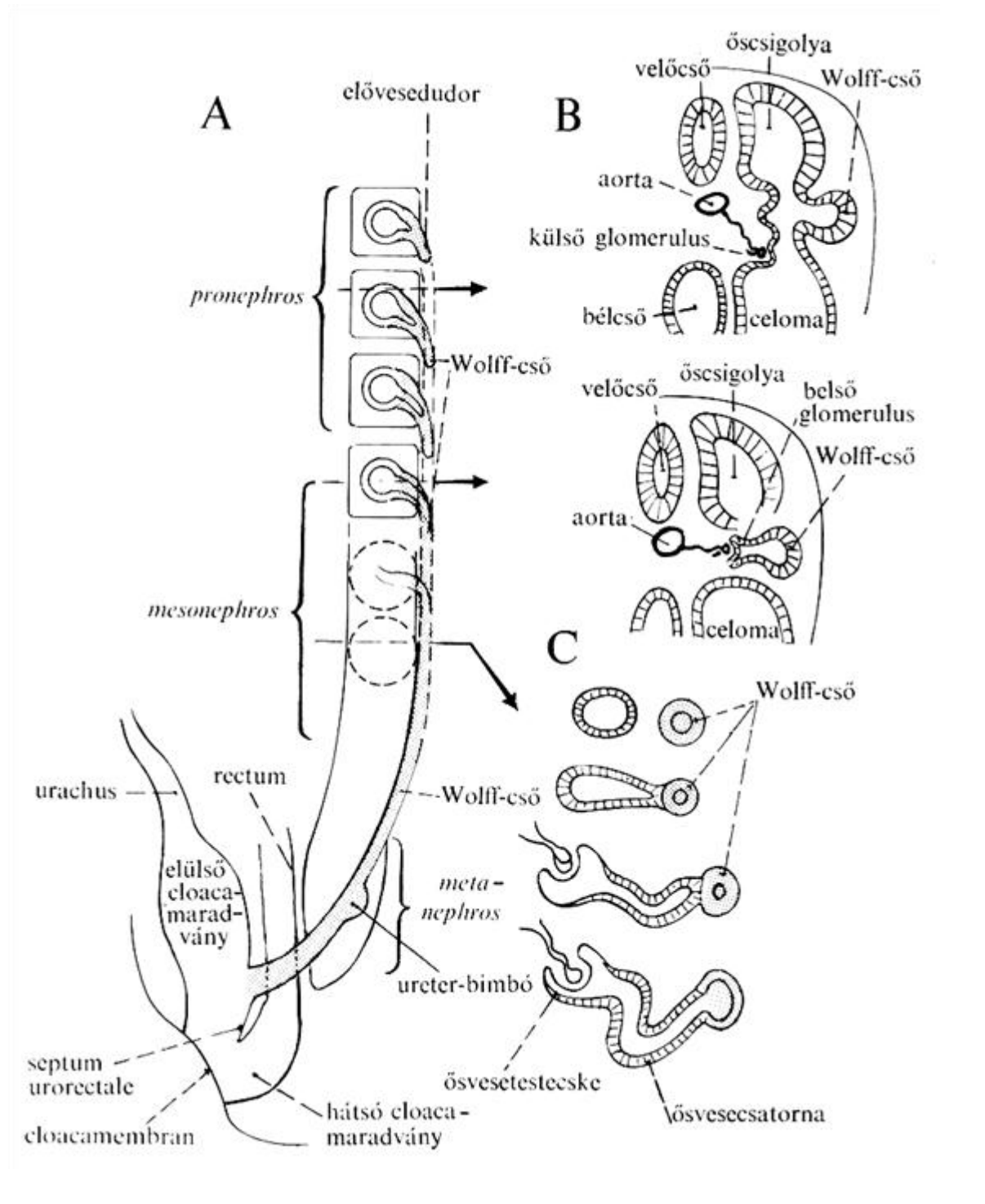
4.1.6. Az uropoeticus apparatus fejlődése

A vizeleti szervek hámtelpei a középső csíralemez ún. őscsigolyanyeleiből (középlemez) származnak. Mind időben, mind pedig az embryo hossz tengelye mentén térben egymás után háromféle vesetelep alakul ki:

- ♦ 1. ontogenetikailag és filogenetikailag az első és egyben a legcranialisabb vesetelep az elővese (*pronephros*);
- ♦ 2. későbbi és középső helyzetű telep az ősvese (*mesonephros*);
- ♦ 3. csak utoljára fejlődik ki caudalisabban a maradandó vese (*metanephros*).

Elővese (*pronephros*). A legalacsonyabb rendű gerincesek (*Cyclostomata*) excretiós szerve. Telepe a nyaki és egy-két felső háti szelvényben fejlődik ki; emberben igen csökevényes, rendszerint csak a legalsó nyaki és legfelső háti szelvényekben lelhető fel. „Nephronjai” igen kezdetleges, ún. külső glomerulusok, azaz a celomába betüremkedő glomerulusszerű érhurkok, amelyekhez „tubulusként” az őscsigolyanyelek tartoznak (**7/79. ábra, B**). Csupán a legalsó előveseszelvényeknél fordul elő, hogy magából az őscsigolyanyél szövetéből ún. „belső” glomerulusok fejlődnek ki az ősvesénél leírandókhoz hasonlóan. E telep fontossága abban van, hogy

belőle alakul ki a vesetelepek és a férfi nemi szervek eredeti közös kivezető csöve, a Wolff-féle³³³³ cső (7/79A ábra). Ennek kifejlődése azzal indul meg, hogy az őscsigolyanyelek dorsalis falán a hám megvastagszik, és ún. elővesedudorokat képez. Hamarosan ezek a hámudorok lefelé hajlanak. Minden elővesedudor burjánzó hámja az alatta levő szelvény dudorával összenő. Így az eredeti őscsigolyanyelek (dorsolateralis) oldalán egységes hámköteg alakul ki, melynek központi sejtjei felszívódnak, a köteg csővé alakul. A hámcső lefelé növekedve önállóvá válik, s az őscsigolyák ventralis éle és az előtte levő celomazsák között nő lefelé a lejjebb már nem szelvényezett, hanem egységes oszlopszerű sejtömeget képező ősvese és maradandó vese hámtelpe oldalán. A Wolff-féle cső az 5. ágyéki szelvény magasságában előrehajlik, és kb. 6 mm hosszú embrióban eléri a cloaca oldalfalát, amelybe benyílik.



³³³³ C. F. Wolff német származású, majd Szentpétervárott működő kutató, 1759-ben megjelent Theoria generationis c. műve jelzi kezdetét a tudományos fejlődéstannak. Wolff az addig általános preformáció tan helyett a fejlődés epigenetikus (a szervek kifejlődése alakatlan csírákból) magyarázatának szószólója.

7/79. ábra. Elő-,ős- és maradandó vese fejlődése erősen sematizálva. A: a különböző nephrogen telepek elrendeződése az embryo hossztengelye mentén és a Wolff-cső kialakulásának elve; B: két keresztmetszet az embryo elővesét (illetve az ősvese felső részét) tartalmazó szelvényeiből a kezdetlegesebb külső, majd a fejlettebb belső glomerulusok magyarázatára; C: rajzsorozat a valódi ősvese-csatornácskák (nephronok) kifejlődéséről

Ősvese (*mesonephros*). A halak és kétéltűek excretiós szerve a háti (részben még az alsó nyaki szelvényektől a 3. ágyéki szelvényig terjedő) szakasz őscsigolyanyeleiből alakul ki. A legfelső rész kivételével azonban ezen a szakaszon már nem alakul ki az őscsigolyanyelek szelvényezettsége, tehát inkább az őscsigolyák ventralis éle és a celomazsák között húzódó egységes hámoszlop képezi ezt a telepet.

Az ősvese az elővesével ellentétben már valódi, bár kezdetleges nephronokból áll. Ezek a 7/79. ábra C részén bemutatott módon úgy alakulnak ki, hogy a mesonephrogen hámszövet előbb különálló golyócskákká tömörül, majd ezek központi sejtjeik felszívódásával ősvesehólyagokká alakulnak át. Az ősvesehólyagok eleinte csak megnyúlva, majd egy-két kanyarulatot képezve ősveseecsövekké alakulnak. Ezek lateralis végei benyílnak a Wolff-féle csőbe, mely ezzel az ősvese nephronok közös kivezető csövévé válik. Medialis végük hólyagszerűen kitágul, hámla elvékonyodik, és ezt az elvékonyodott hámla a hasi aorta ágaiából származó arteriák glomerulusai a hólyag ürege felé betüremítik. Így a vesetestecskékhöz hasonló ősvesetestecskek jönnek létre, amelyek ugyanúgy arteriás érgomolyagból (*glomerulus*) és visceralis, ill. parietalis hámmal rendelkező tokból állnak.

Az ősvese cranialisabb részei már 5 mm hosszú embrióban elszorvadnak és eltűnnek. Ez a folyamat az ősvese legnagyobb részére kiterjed, egészen az 1. ágyéki szelvényig. Csúpn az 1–3. ágyéki szelvénynek megfelelő területen fejlődik ki az emberben teljesen az ősvese. Itt a celoma hátsó falát erős redő alakjában – ősveseredő (*plica mesonephridica*) – boltosítja elő. Mint majd a nemi készülék tárgyalásánál meglátjuk, férfiban az ősvesetelep alsó, L₁–L₃ szelvényeknek megfelelő része a mellékhere csatornarendszere egy részében kerül majd felhasználásra. Nőben csak csökevényes szervek maradnak meg belőle.

Maradandó vese (*metanephros*). A maradandó vese az őscsigolyanyeleknek megfelelő szövettömeg legalsó, az L₃₋₅ testszelvényeknek megfelelő részéből fejlődik ki a Wolff-cső itt kialakuló kiöblösödésének felhasználásával.

Már a Wolff-cső kifejlődését bemutató 7/79. ábrán felismerhető, hogy azon a helyen, ahol a cső a cloacába való beszájadzához előrefordul, egy kis kiöblösödése van hátrafelé, amely belefekszik a nephrogen hámtömeg alsó részébe. Ez az ureterbimbó, mely hamarosan gömbszerűen kitágul, és sapkaszerűen magára vonja a metanephrogen szövetet. Az ureterbimbó gömbszerű vége – az elsődleges vesemedence – mirigyek fejlődési módján előbb elsődleges, majd másodlagos stb. ágakra oszlik (**7/80. ábra**), amelyek közül az elsődlegesek a vesemedence nagykelyheinek, a másodlagosak a kiskelyheknek, a harmadlagosak pedig a későbbi ductus papillarisoknak és végül a továbbiak a vese gyűjtőcsatornáinak felelnek meg.

Eközben az ureterbimbó mindjobban elkülönül a Wolff-csőtől, úgy, hogy a köztük levő sarkantyú (7/80. ábra, B) spirálisan növekszik előre a cloaca felé. Ennek következménye az lesz, hogy a cloacának a végbélteleptől elválasztott elülső részébe a Wolff-csőből a spirális septummal elválasztott végleges ureter följebb nyílik be, mint az eredeti Wolff-cső.

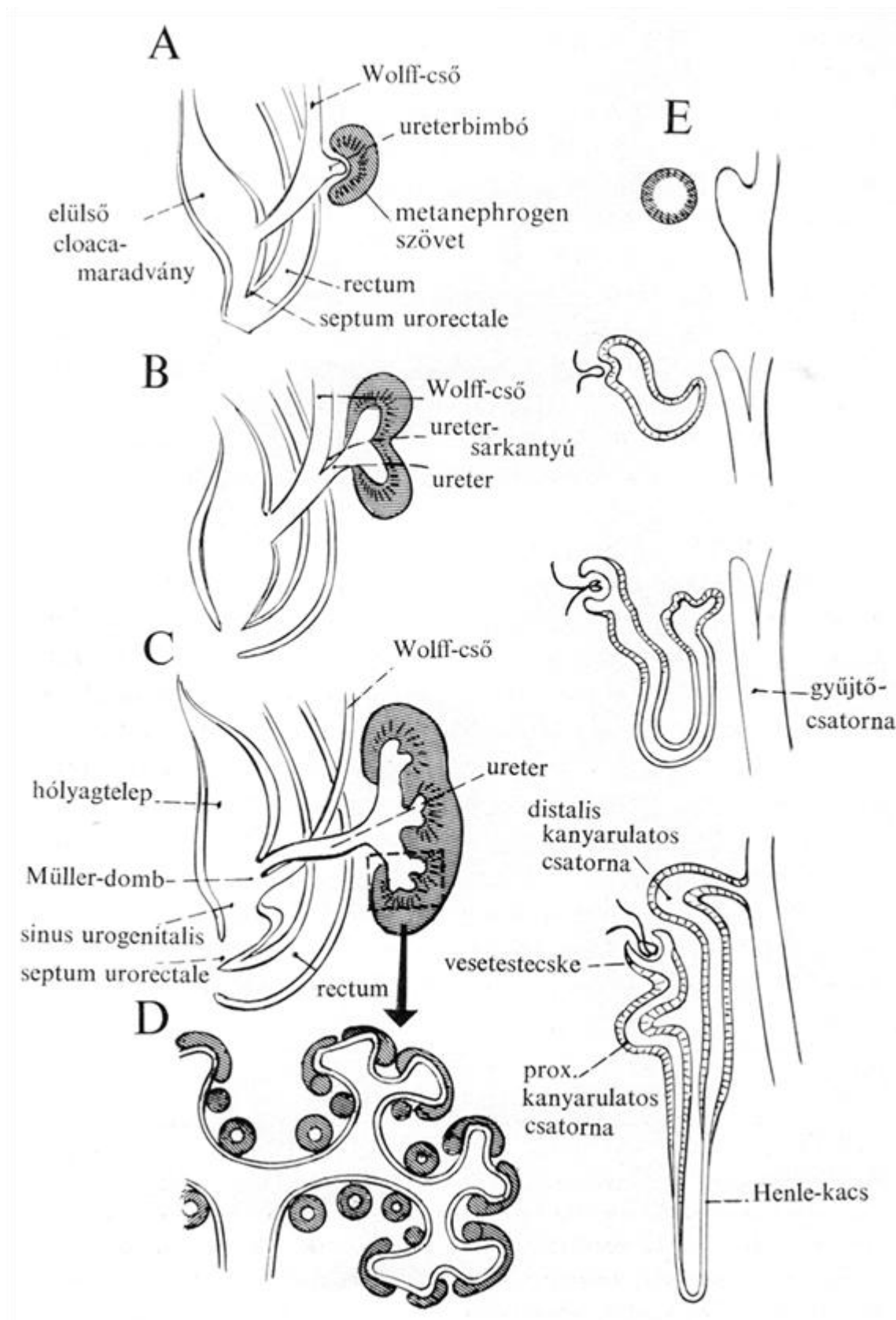
A későbbi fejlődés során az urethra belső nyílását jelentő beszűkülés a két benyílás közé kerül, és ennek megfelelően az ureter a hólyagba, viszont a Wolff-csőből alakult férfi nemzőcsatornaszakasz a húgycsőbe nyílik.

A 7/80. ábra D részén látható, hogy az ureterbimbó minden elágazódása a metanephrogen szövet megfelelő szétválásával jár oly módon, hogy az ureterbimbó minden zsákszerű végét sapkaszerűen veszi körül a metanephrogen szövet reá eső része. E sapkaszerű hámtelpek széléből előbb tömör hámgolyócskák válnak le, melyek a centralis sejtek elpusztulásával hamarosan hámmal körülvett hólyagokká válnak. Ez a folyamat mindaddig zajlik, míg az ureterbimbónak a vese gyűjtőcsatornáira való fokozatos szétválása fel nem emésztette a még tömör és persze közben szaporodó, metanephrogen szövetet. Ennek végén az egész metanephrogen szövet hámgömbökre, ill. később hólyagokra vált szét. A vesehólyagocskák az ősvesenél leírt mechanizmushoz hasonlóan fokozatosan nephronokká alakulnak át. A vese fejlődésének egyik kritikus mozzanataként ezután a két csatornarendszer – az ureterbimbóból kialakuló vizeletgyűjtő csatorna vak vége és a metanephrogen szövetből kialakuló nephron distalis vak vége – egymásba nyílik (7/80. ábra, E).

A 7/80. ábra E részében főbb lépéseiben bemutatott folyamatból nem nehéz megérteni, hogy ugyanazon nephron distalis kanyarulat csatornája mindig a proximalishoz és a vesetestecskéhez közel fekszik, hiszen a csatorna kialakulását úgy kell elképzelnünk, hogy az eleinte U alakú vesecsövecske két vége mintegy helyben

marad, és a köztük levő Henle-kacs az, amely ettől növekedésével eltávolodik. A nephronok differenciálódása az eredeti nephrogen szövetsapkák peremei mentén indul meg, tehát a velőállományhoz közel levő juxtamedullaris glomerulusok alakulnak ki először.

A vesék a fossa iliácában fejlődnek ki. Az embryo testének hossznövekedése miatt azonban a kész vesék egyre magasabbra, végül is a hasüreg hátsó részébe kerülnek. A vesék, a viszonylagos „felszállás” során, állandóan más-más arteriából kapják a vérellátásukat. Ez magyarázhatja a végleges a. renalis gyakori rendellenes lefutását, elágazódását.



7/80. ábra. A maradandó vese fejlődésének főbb mozzanatai. A: az ureterbimbó és a metanephrogen szövet első telepe; B: az ureterbimbó oszlásának kezdete és az „uretersarkantyú” növekedésének megindulása; C: az ureterbimbó további tagozódása és a spirális Wolff-cső-uretersővény teljes kifejlődése; D: a bimbózkodó ureter, ill. vesemedence és gyűjtőcsatornarendszer-telep a végeit beborító metanephrogen szövetet (sávozva) sapkákra,

illetve a szélein leváló gömbökre, majd hólyagokra osztja; E: rajzsorozat a metanephrogen hámhólyagok átalakulásáról

A cloaca átalakulása e folyamatok közben (5–7 mm hosszú emberi embrióban) oly módon zajlik le, hogy – amint ezt a végbél fejlődésénél már említettük – az allantoisnyúlvány és az utóbbi közti ék alakú „sarkantyú” mint *septum urorectale* lefelé, majd előre a cloacamembrán felé növekedvén, szétválasztja a cloacát egy *dorsalis* és egy *ventralis cloacamaradványra* (7/79. ábra, A). Az előbbi a végbél telepe, az utóbbiba kerül a Wolff-féle cső benyílása. Ez a *ventralis cloacamaradvány* jóval tágabb, és ezt a Wolff-cső benyílása körüli bedomborodás felső és alsó részletre választja szét. A további fejlődés során a *ventralis cloacamaradvány* felső részéből lesz a húgyhólyag hámja, sőt a két rész közötti beszűkült járatból a női húgycső hámja, illetve a férfi húgycső egy kis kezdeti részének hámja. A beszűkült rész hátsó falába benyúló Wolff-csőnek és a belőle kiágazó ureternek az előbb említett spirális septummal való szétválása és a benyílások közötti terület hámjának egyenlőtlen növekedése folytán az ureterbenyílás az előző cloacamaradvány felső részébe, azaz a hólyagba kerül (7/80. ábra, B, C). Ez alatt szűkül össze a két rész közötti összeköttetés orificium urethrae internummá, és csak alatta, az előző cloacamaradvány alsó részébe, a sinus urogenitalisba nyílik a Wolff-cső. A sinus urogenitalis további fejlődésével a nemi szervek fejlődésének leírásában fogunk foglalkozni. Ebből is világos azonban, hogy az egész húgyhólyag és a női húgycső hámja az endodermából származik egy kicsiny terület, ti. az ureterek benyílása körüli és a húgycső hátsó falán a Wolff-cső benyílásáig terjedő hámcsík kivételével. Ez megfelel a trigonum vesicae hámjának, és a férfi húgycsőben a ductus ejaculatoriusok (ezek alakulnak ki a Wolff-cső legalsó részéből) benyílásáig.

Az uropoeticus apparatus fejlődési zavarai. Ritkán, de előfordulhat, hogy a vese ki sem fejlődik (*renal is agenesis*). Ha a zavar csak az egyik oldalon jelentkezik, a másik oldali vese pótolja a hiányzót. Kétoldali agenesis az élettel összeegyeztethetetlen. – Az ectopiás vese esetében a „felszállás” elmarad, a vese a csípőárokban helyezkedik el.

A két vese összeolvadásából lesz a rendszerint sokáig tünetmentes patkóvese. Kettőzött ureterbimbó különböző fokban kettőzött uretert és vesemedencét eredményez.

Az ureterbimbóból és a metanephrogen szövetből kialakuló csatornák össze nem szájadzása vagy gyűjtőcsatornák hibás fejlődése nyomán a vese állományában különböző méretű, folyadéktartalmú hólyagocskákat találunk (*polycystás vese*). A cysták a gyűjtőcsatorna nélküli, kitágult nephronokból lesznek.

4.2. Nemi szervek (organa genitalia)

4.2.1. Általános bevezetés

A fajfenntartás szolgálatában álló nemi szervekben jelentkeznek az elsődleges nemi különbségek. A másodlagosokról a 3. fejezet keretében már szóltunk. Elvi felépítés tekintetében a hím és a női nemi szervek megegyeznek, ugyanis mindkét nemből a leglényegesebb szervünk az új egyedek létrehozására alkalmas ivarsejteket (*gamétákat*) termelő gonadok. Helytelenül nevezik őket ivarmirigyeknek, mert bár belső elválasztás jellegű működést végző szövetek mindkét nem gonadjában vannak, mégis elsősorban citogenetikus, tehát sejtermelő szervek. Ez hímnemben a here, nőnemben a petefészek.

A nemi szervek második része egy legalábbis telepében páros nyálkahártyával bélelt csatornarendszer. A két nem genitális csatornája azonban nem homológ – azaz nem ugyanazon telepből származó – képződmény. A hím nemzőcsatorna a Wolff-cső, a női egy vele párhuzamosan haladó, a celoma kitüremkedéseként jelentkező Müller-cső származéka. Míg a hím nemzőcsatorna végig páros képződmény marad, addig a női genitális csatorna alsó szakaszában a kétoldali telep egyesül. Az egyesülés különböző emlősfajokon különböző mérvű. Sok – inkább alacsonyabb rendű – emlősből a méh nagyobb része páros képződmény, másoknál – köztük az emberben is – a méh egységes szervvé olvad össze. A genitális csatornáknak mutatózó nagy nemi eltérést funkcióik különbségei indokolják. Míg a hímnemben a genitális csatorna lényegében kivezető cső, amely a hím ivarsejteknek a női szervezetbe való átjuttatását biztosítja, addig a nőnemben a nemi csatorna a megtermékenyítéstől a magzat teljes kifejlődéséig védelmet és teljes anyagforgalmi (légzés, táplálkozás, kiválasztás) feltételeket biztosít, végül pedig az érett magzatnak a külvilágra való kijuttatását (szülés) is le kell hogy bonyolítsa. Mindkét nem genitális csatornához több különféle mirigy csatlakozik; ezek nagyobb jelentőségűek a hímnemben. A hím nemi váladék ugyanis elég jelentős mennyiségű (2–3 ml egy ürítésre [ejaculatio]), amelynek minden ml-e 10^8 hím ivarsejtet (spermium) tartalmaz. Bár ez tekintélyes szám, mégis a vérrel való összehasonlításból (5×10^6 vörösvértest/0,001 ml) nyilvánvaló, hogy az ondó tömege messze túlnyomó részét nem spermiumok, hanem más, részben hígító stb. (lásd alább a járulékos nemi mirigyeknél) szereplő mirigyváladékok képezik. A női nemzőcsatornában fordítva, nagy erejű simaizomzatból álló erős falak

és a magzat fejlődését követni képes gyorsan felépíthető, majd még gyorsabban lebomló szövetek és rendkívül gazdag vérellátás számára biztosított, ill. biztosítható feltételek képezik a szerkezet lényeges vonását. – A nemi szervek harmadik része copulatiós szerv, amely az ivarsejteknek (a magasabb rendű gerincesben) bejuttatását biztosítja a női szervezetbe. A dolog lényegéből következik, hogy ezek a hímnemben, kiemelkedő (vagy kiemelhető) szervek, amelyek nemi érintkezéskor behatolnak a női szervezetbe, ahol a hím ivarsejteket megfelelő helyre képesek üríteni. A nőnemben fordítva: a copulatiós szervek inkább befelé irányulnak, és aránylag csak kevés külső nemi rész veszi körül a szeméremnyílást.

Az élővilágban általános elv, amely azonban a magasabb rendű állatokban jelentkezik különösen szembetűnően, hogy a hímnem óriási számokban produkál ivarsejteket. Ezért a hím gonadban a szaporodásra alkalmas egész életszakaszban állandó gyors szöveti utánpótlás gondoskodik az ivarsejtek folyamatos utánpótlásáról. A nőnemben – ellenkezőleg – feltűnő az ivarsejtekkel való szigorú gazdálkodás. A nő két petefészkében együttvéve csupán 400 ezer elsődleges tüsző fejlődik ki, ugyanannyi potenciális petesejttel. A nő átlagban 30 éves (15–45 éves életkorok között) termékeny életszakaszában ezekből is azonban csak kb. 400 érnek meg, és lenne elvben megtermékenyíthető. Minthogy a terhesség és a szoptatás alatt rendszerint nincs peteérés, a tényleges szám még ennél is kisebb. Ebből érthető, hogy a petefészekben nincs szükség a petesejtek utánpótlására; ennél fogva az elsődleges tüszők a leánymagzatban már korán mind kialakultak, és később a meglevő elsődleges tüszőtartalékból mindig csak egyesek érnek meg kifejlett petesejteké.

4.2.2. Férfi nemi szervek (organa genitalia masculina)

4.2.2.1. Here

A **here** (*testis*) páros, nagyobb szilvához hasonló, de oldalirányban lelapított szerv, amely a hasfal különböző rétegeiből keletkezett burkoltól körülvéve, a gáttájék bőrének zsákszerű kiöblösödésében, a herezacskóban foglal helyet. Eredetileg a hasüreg felső részében a felső ágyéki szelvényeknek megfelelően fejlődik, de a 2. magzati hónapban megindul leszállása (*descensus testiculorum*); a 3. hónap végére eléri a canalis inguinalis belső nyílását. Itt egy időre megállapodik, majd a 7. hónapban a lágycsatorna útján leszáll a herezacskóba.

A here sajátos hasüregen kívüli helyzete emlősökben általános jelenség, csupán egyes emlősökben húzódik vissza a szezonális szexuális aktivitás bizonyos fázisában a here a hasüregbe. A hím ivarsejtek fejlődése és termékenyítőképes állapotban való tartásához a test belső hőmérsékleténél néhány fokkal alacsonyabb hőmérséklet szükséges. A herezacskó normális hőveszteségét megakadályozó melegítő zsák felerősítésével hím állatot hamarosan terméketlenné lehet tenni.

A herén felső és alsó pólust lehet megkülönböztetni, hossz tengelyének felső vége kissé előre és oldal felé dől. Elülső széle szabad, hátsó széléhez a mellékhere rögzül. Medialis felszíne laposabb, a lateralis valamivel domborúbb. Felszínét erős, sima, feszes, fehér, csak helyenként kékesen áttűnő rostos burok (*tunica albuginea*) veszi körül. E rostos burok sima felszínét azonban az okozza, hogy a herét külön kis savós hártya – a hashártya levált része (*tunica vaginalis testis*) – borítja. Ennek zsigeri lemeze elválaszthatatlanul hozzánőtt a tunica albugineaához, sima felszíne kifelé tekint.

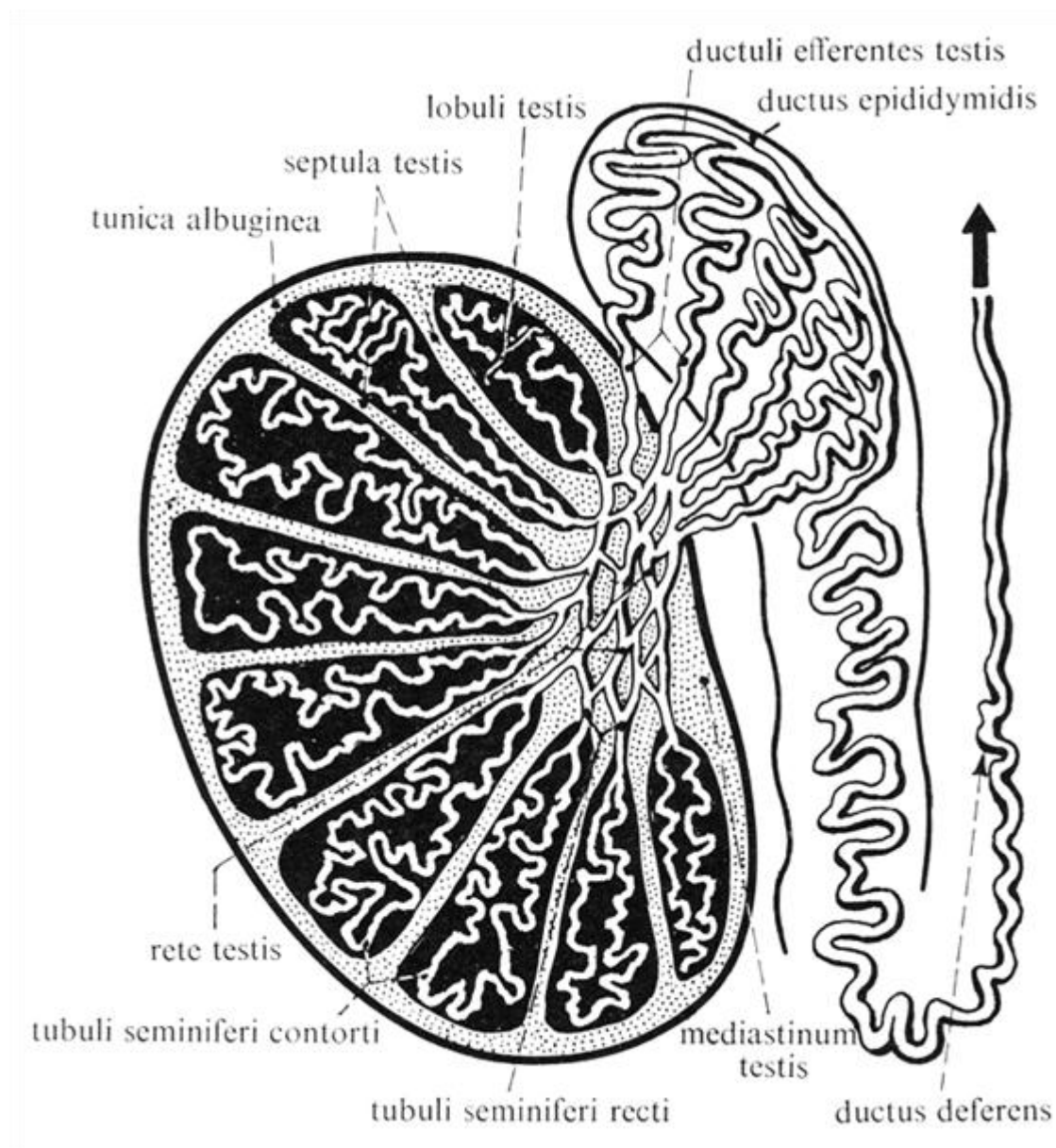
Metszlapon a here lágy parenchymája szinte kibuggyan, a tunica albuginea belső felszínéről eredő sövények (*septula testis*) az állományt ék alakú korongokra, a herelebenyekre (*lobuli testis*) osztják (**7/81. ábra**). Azért ék alakúak, mert a heresövények sugarasan a here hátsó szélének felső része felé konvergálnak. Összetalálkozásuknál a herének tömöttebb hálózatos szerkezetű állományát találjuk (*mediastinum testis*). Egyrészt ide lépnek be a here hátsó széle felső részében levő herekapun a here erei, másrészt e területen hálózatot képeznek a here különböző lebenyéből összetérő herecsatornák.

Ha csipesszel belemarkolunk a herelebenyek parenchymatosus állományába, finom cérnaszerű fonalakat húzunk ki belőle; ezek a herecsatornácskák.

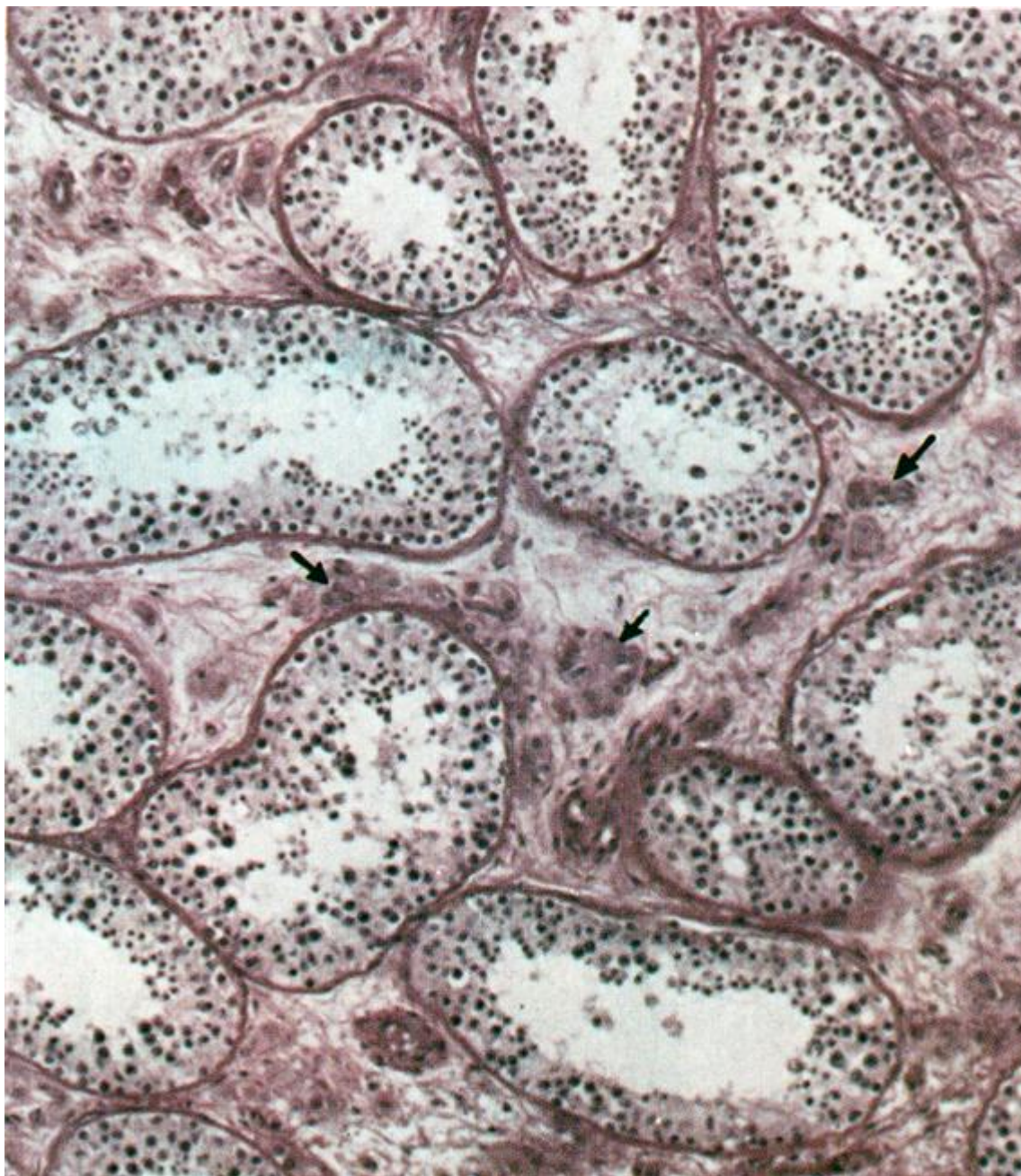
Vérellátás, nyirokelvezetés. A here arteriája az a. testicularis, amely az L₂ csigolya magasságában ered az aortából, és a hátsó hasfalon való lefutás után a funiculus spermaticus egyik elemeként éri el a célját. Az arteriát kíséri a here vénás vérét szállító plexus pampiniformis, amely jobb oldalon a v. cava inferiorba, bal oldalon a v. renalisba ömlik (lásd vénák fejlődése).

A here nyirokere a funiculus spermaticus elemeiként a hasüregbe jutnak, és az aorta körüli nyirokcsomókban végződnek. Megjegyzendő, hogy a herezacskó (*scrotum*) nyirokere a felszínes inguinalis nyirokcsomók felé futnak.

Szöveti szerkezet. A tunica albuginea és a septula testis állománya kollagénrostos kötőszövet. A herelebenyék szabálytalanul összegöngyölt csövekből állanak (*tubuli seminiferi contorti*). Minden herelebenyke egy vagy két zárt hurkot képező kanyarulat csatornából áll. A hurok végei a mediastinum közelében összeszájadzanak, és egy rövid egyenes herecsatornácskába mennek át (*tubuli seminiferi recti*, 7/81. ábra). Ezek a mediastinum testisben hálózatos, önálló kötőszövetes fal nélküli résrendszerbe, a rete testisben találkoznak. A rete testistől elvezető herecsatornák (*ductuli efferentes testis*) leírása már a mellékheréhez tartozik. – Szövettani metszetben a tubuli seminiferi contorti szabálytalanul összegubancolt lefutásuk folytán hol haránt, hol ferde, hol hosszanti, tangencionális vagy ezek minden kombinációjának megfelelő átmetszetben láthatók (7/82. ábra). Falukat vékony kötőszöveti réteg képezi, amelynek belső oldalán több rétegben helyezkednek el a fejlődő spermiumok különböző alakjai. A sok mitosis előtti vagy utáni stádiumban levő, tehát a spermiogenesis folyamatához tartozó sejt között látni néhány, a csatornák kötőszövetes faláról pillérszerűen elemelkedő és a fejlődő ivarsejtek közé benyomuló olyan sejtet is, amelyek kromatinstruktúrája és magvacskája elárulja, hogy megállapodott sejtféleségről van szó (*Sertoli-féle dajkasejtek*). Sok helyen az is felismerhető, hogy e sejteknek a herecsatornácskák lumene felé szétnyíló kehelyszerű plasmarészében hármásával, négyesével éretlen spermiumok helyezkednek el. Innen kapta ez a sejtféleség a „dajkasejt” nevet. A spermiogenesis, tehát a hím ivarsejtek fejlődésével alább külön szakaszban fogunk foglalkozni.



7/81. ábra. A here és a mellékhere hosszmetsete sémásan, járatrendszerük demonstrálására



7/82. ábra. Here áttekintő képe (hematoxilin-eozin festés, 700-szoros nagyítás) (Törő I. gyűjteményéből). A herecsatornácskák közt interstitialis sejtek csoportjai láthatók (nyilak)

A *tubuli seminiferi recti* falában csak Sertoli-féle sejteket találni; spermiogenesis itt nem zajlik.

A *rete testis* a mediastinum hálózatos kötőszövetének hézagait kitöltő résrendszer, amelyet köbhám bélel; minden köbhámsejtnek van egy merev csillója.

Interstitialis sejtek (*Leydig-féle sejtek*). A herecsatornácskák között kötőszöveti stromában tíz-húsz sejtből álló csoportokban elég nagy méretű polygonalis epitheloidsejtek ismerhetők fel. Magvuk kromatinszegény, plasmájuk elég nagy, és lipoid jellegű anyagot magába záró vacuolumokat tartalmaz. Sajátos tulajdonságuk ezeknek a sejteknek, hogy plasmájukban pálca vagy elnyújtott rombusz alakú kristályszerű zárványok fordulnak elő; ezek a Reinke-féle kristalloidok. Ezek szerkezete elektronmikroszkóp alatt szabályos keresztszövés mintához hasonló.

A plasmában levő sűrű tubularis agranularis endoplasmaticus reticulum rendszer jelzi, hogy e sejtek intenzív szteroidszintézist folytatnak. Az interstitialis sejtek termelik az androgént, amely a herének a másodlagos nemi

jelleget okozó hormonja. A mellékhere kivezető csövének (ductus deferens) lekötése nyomán a tubuli seminiferi sorvadnak, de az interstitialis sejtek változatlanul megmaradnak, és továbbra is kifejtik belső elválasztású működésüket. Az ilyen egyedek elvesztik nemzőképességüket, de közösülőképességük megmarad. Hasonlóan elsorvadnak a tubuli seminiferi a hasüregből le nem szállt herében, az interstitialis szövet viszont sokszor még a rendesnél is fejlettebb.

Rejtettheréjűség (*cryptorchismus*). Ha bizonyos korig a here magától nem száll le, hormonkezeléssel (az agyfűggelékmirigy gonadotrop hormonjaival) igyekeznek leszállásra bírni. Ha ez eredménytelen, műtétet kell lehozni, egyébként az illető elveszíti nemzőképességét.

Fejlődés. A here, az ovariumhoz hasonlóan, három szövetféleségből fejlődik: celomahám, az alatta lévő mesenchyma és az ivarsejtek. A gonadok fejlődésének részletes és összehasonlító leírása a női nemi szervek leírása után található.

4.2.2.2. A hím ivarsejtek fejlődése

A hím ivarsejteket szolgáltató sejttelep. A sejtes matrixot, amelyből a hím ivarsejtek származnak, *spermatogoniumok*nak nevezett sejtek képezik. Ezek középnagy, gömb alakú maggal bíró sejtek, amelyek a tubuli seminiferi külső rétegeiben találhatók. Két típusukat különböztetik meg: A és B típust. Az előbbiek állandó mitosisokkal az ivaréres legkezdetétől (sőt kisebb intenzitással már előbb is) időskorig szaporodásban vannak. Ez tehát a hím ivarsejtek képződésének szaporodási szakasza. Osztódásaik utódsejtjei közül mintegy a fele továbbra is A típusú marad, másik fele B típusú sejté differenciálódik, ami kromatinszerkezetének durvábbá válásában nyilvánul meg. A B típusú spermatogoniumok már csak egyszer osztódnak, és utódsejtjeik, *spermatocyták*, egy más fejlődési stádiumba – a növekedési szakaszba – mennek át. Közben valamivel beljebb tolódnak a tubuli seminiferi rétegeiben. Növekedésük lezártaival ismét új fejlődési szakaszba, az érési szakaszba mennek át.

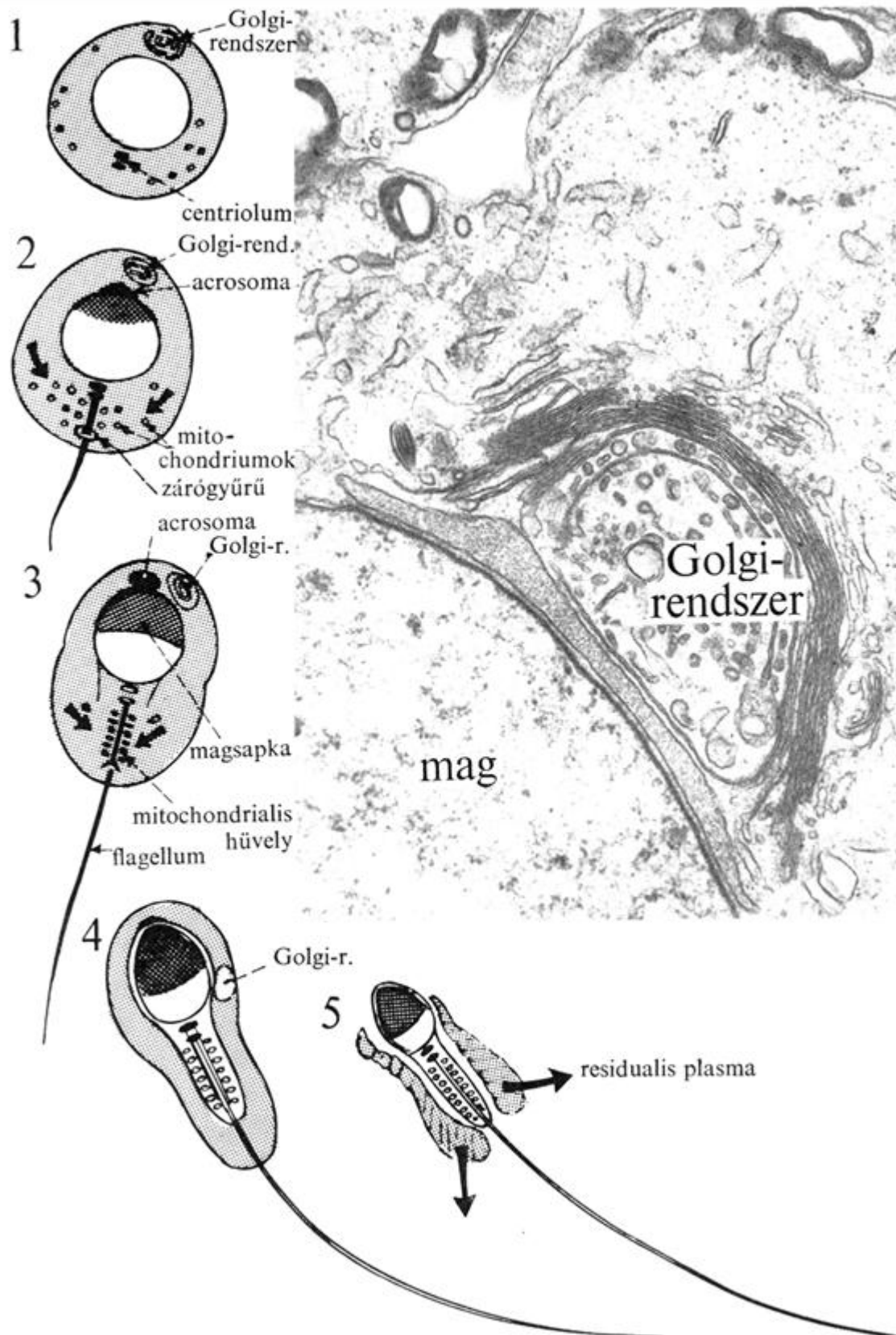
Érési és chromosomareduktíós szakasz. A spermatocytákban lezajló változások túlmennek tárgyunk keretein, és inkább a citológia és a genetika köréhez tartoznak, ezért itt csak röviden jelezhetjük a folyamat lényegét. A spermatocyták magvában a két szülőtől származó homológ chromosomák – már a növekedési szakban – párhuzamosan egymás mellé fekszenek. E chromosomapárosodás jelentőségét az öröklés mechanizmusából lehet megérteni. A megtermékenyítésnél ugyanis az összeolvadó spermium és ovum magvainak chromosomái egymással nem lépnek kölcsönhatásba, hanem az ivarsejtek mindegyike által hozott 23 darabból álló egyszerű (*haploid*) chromosomagarnitúra az ember sejteire jellemző 46-os diploid chromosomagarnitúrává összegeződik. A megtermékenyítés utáni első oszlásban és minden sejtosztódásban azontúl mind a 46 chromosoma hosszában szétválva, minden utódsejtbe 46 chromosoma jut, azaz minden chromosomaféleségből az egyik apai, a másik anyai eredetű. Az ivarsejteknek azonban, hogy megtermékenyítéskor megint 46 chromosomás zygota jöjjön létre, le kell adniuk a chromosomáik felét. E chromosomareduktio célját szolgálja a leírt chromosomapárosodás. Azzal ugyanis, hogy a homológ apai és anyai chromosomák „összeparosodnak”, mód nyílik az addig teljesen külön maradt chromosomák közötti öröklési anyag kicserélődésére. E kicserélődés módját az örökléstan tankönyvei ismertetik. Érthető azonban, hogy a két analóg chromosoma párhuzamos összeilleszkedése folytán csak azok analóg szakaszai cserélődnek fel, és végül minden utódchromosoma az illető chromosomaféleség teljes általános genetikai információját megtartja, azzal a különbséggel, hogy apai és anyai eredetű szakaszok váltakozva foglalnak helyet a chromosoma hosszában.

A spermatocytaban összeparosodó analóg chromosomák mindegyike két chromatidból állván, egy chromosomapár voltaképpen négy teljes genetikai információval rendelkező chromatidból álló egység: ún. tetrád. A reduktíós osztódás (*meiosis*) lényege, hogy minden ilyen chromosomatetrád egy-egy tagja – azaz egy-egy chromatid – bekerüljön egy hím ivarsejtbe. Logikus tehát, hogy a spermatocyta két szorosan egymás után következő sejtosztódáson menjen keresztül. A chromosomák anyaga természetesen közben nem megy át a mitosisoknál szokásos reduplicációs folyamaton. Különböző élőlényeknél itt abban van a különbség, hogy egyeseknél az első osztódás zajlik le az apai és anyai homológ chromosomák eredeti összefekvésének megfelelő síkban, és a második osztódás a chromatidok közti hosszanti hasadéknak megfelelően, más élőlényekben fordítva: az első osztódás folyik le a chromatidok közti hasadék síkjában, és a második osztódás az apai és anyai félchromosoma között, de végeredményben a két osztódás egymástól el nem választható egységes folyamat. Az ember az előbbi típushoz tartozik.

A spermatocyta e két osztódása közül az első nyomán létrejött *prespermatida* (vagy *másodrendű spermatocyta*) igen rövid életű, így szövettani metszetben ritkán található meg. Azonnal újra oszlik spermatidákra, ezek feltűnő, kb. a spermatocyták fele átmérője nagyságú (azaz köbtartalommal negyedük) kerek magvú sejtek.

Minden spermatocytából tehát négy spermatida lett; ezek nem osztódnak tovább, hanem egy metamorfózis jellegű folyamaton kell átmenniök, és spermiumokká alakulniok.

Minthogy a hímnem a nemi chromosomapár egyenlőtlensége határozza meg, azaz, férfinak van egy anyai eredetű nagyobb X és egy apai eredetű jóval kisebb Y chromosomája, a fentebbiekben ismertetett chromosomapárosodás, ill. tetrádképződés és az érési vagy reductiós osztódásuk eredményeként minden spermatocytából logikusan két X-chromosomával és két Y-chromosomával bíró spermatida lesz. Az előbbiekből kialakult spermiumok megtermékenyítéskor nőnemű, az utóbbiak hímnemű egyedet hoznak létre.

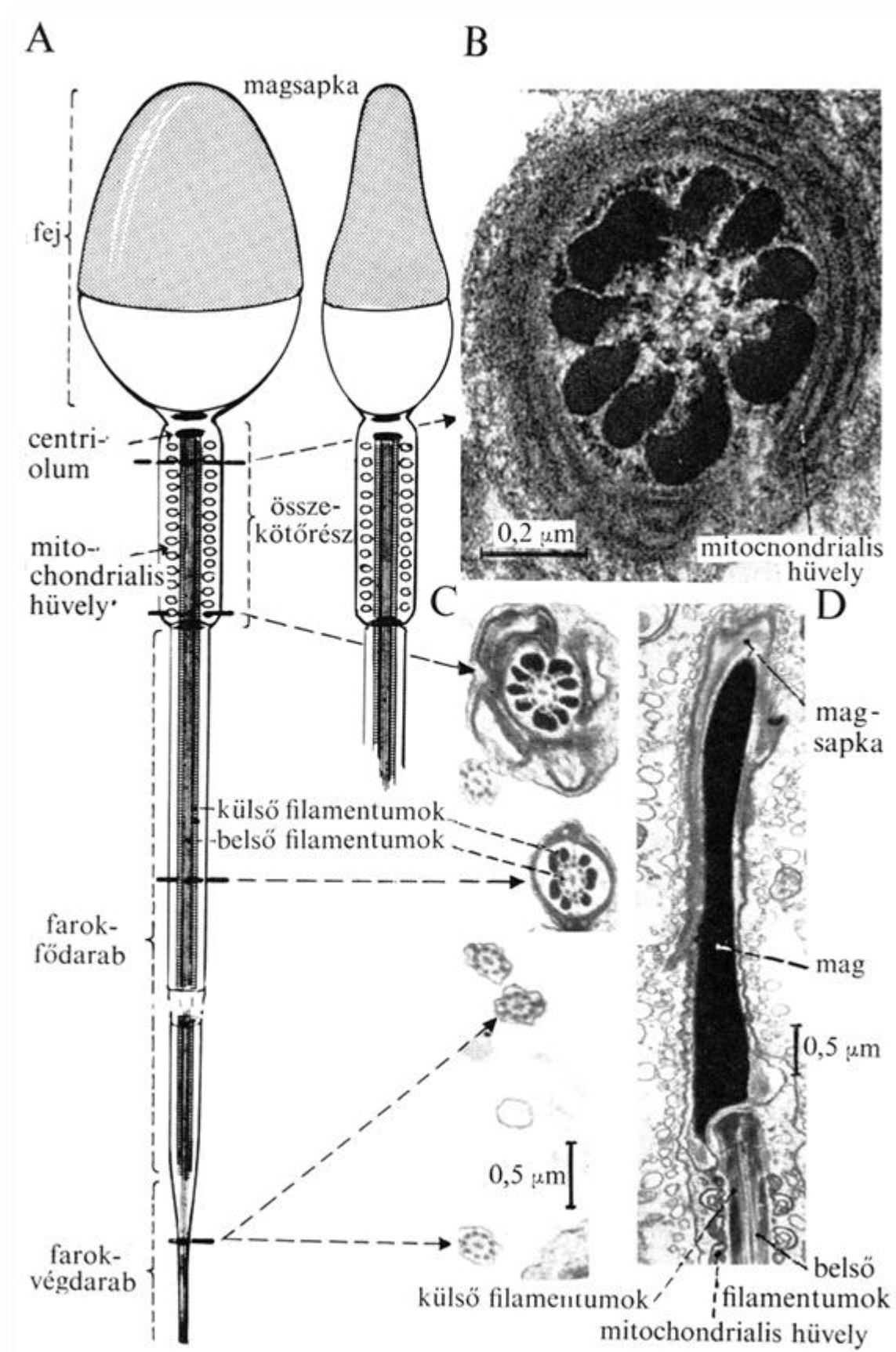


7/83. ábra. A spermatida átalakulása spermiummá (spermiohistogenesis; az elektronmikroszkópos felvétel Szabó D. anyagából). 1: a Golgi-rendszer és a centriolum a mag két ellentétes pólusára kerül; 2: a Golgi-rendszer kialakítja az acrosomát (lásd a jobbra levő elektronmikroszkópi felvételt), a mitochondriumok a kinövő flagellum köré vándorolnak; 3: a zsugorodó mag körül az acrosoma elfogása mellett kialakul a magsapka, és a

flagellum körül a mitochondrialis hüvely; 4-5: a fark proximalis darabja a zárógyűrűvel együtt elhatárolódik a plasma többi részétől, és a spermium residualis plasmája a Golgi-rendszerrel együtt leleködik

Spermatidák metamorfózisa spermiumokká. E folyamat nagy része a Sertoli-sejteknek a herecsatornácskák lumen felé bocsátott kehelyszerű tágulatában zajlik le, amelybe a spermatidák belefekszenek. Eleinte felületesen vannak, majd mélyebbre nyomulnak, és végül az átalakulás befejezte felé ismét visszatolódnak a belső rétegbe, ahonnan az átalakulás végével kiszabadulnak. Átalakulásukban több mozzanatot kell elkülönítenünk:

- ◆ 1. A mag excentrikus helyzetűvé válik, a spermatidáknak a Sertoli-sejt töve felé tekintő részébe vándorol. Kromatinanyaga a mag megkisebbedése mellett rendkívüli módon kondenzálódik, és felülnézetben ovális, oldalnézetben előre felé kihegyesedő ék alakot vesz fel.
- ◆ 2. A Golgi-rendszerből kifejlődik a spermium *acrosomalis rendszere*, amely a mag ék alakú csúcsa elé helyezendő szénhidrátokban gazdag acrosomából, és a magnak körülbelül felét szoros, elektronmikroszkóp alatt többrétegű kéreggel körülvéő spermiumsapkából áll.
- ◆ 3. *Ostorképződés.* Az acrosomával ellentétben, tehát a spermium farki oldalán a maghoz odafekszik a spermatida centrosomája. Ennek a maghoz közelebbi proximalis centrioluma ellaposodik, távolabbi distalis centriolumból kinő a spermium farkát képező ostor (*flagellum*). E szerkezetben lényegében megegyezik a mozgó ciliumoknál leírt felépítéssel: kilenc, egy külső hengerfelszín mentén rendezett külső, és két belső, összesen tehát tizenegy tubulussal. Ezeket azonban még kívülről további, nem tisztázott szerkezetű és jelentőségű filamentumrendszer veszi körül. Feltehetőleg a distalis centriolumból válik le egy, az ostor tubulusait körülvéő gyűrű, amely a kialakuló spermium plasmájának distalis részébe vándorol, és mintegy zárógyűrűként átbocsátja az ostor cytoplasmán kívüli részét.



7/84. ábra. Spermium szerkezete. A: a spermium feje, lapjáról (balra) és éléről nézve (jobbra); B: a farok proximalis szakaszának keresztmetszete, kívül a mitochondriumhüvellyel, belül a külső 9-es és belső 9+2-es filamentumrendszerrel; C: átmetszeti képek a farok különböző szakaszaiból; D: patkány spermiumfej; alakban

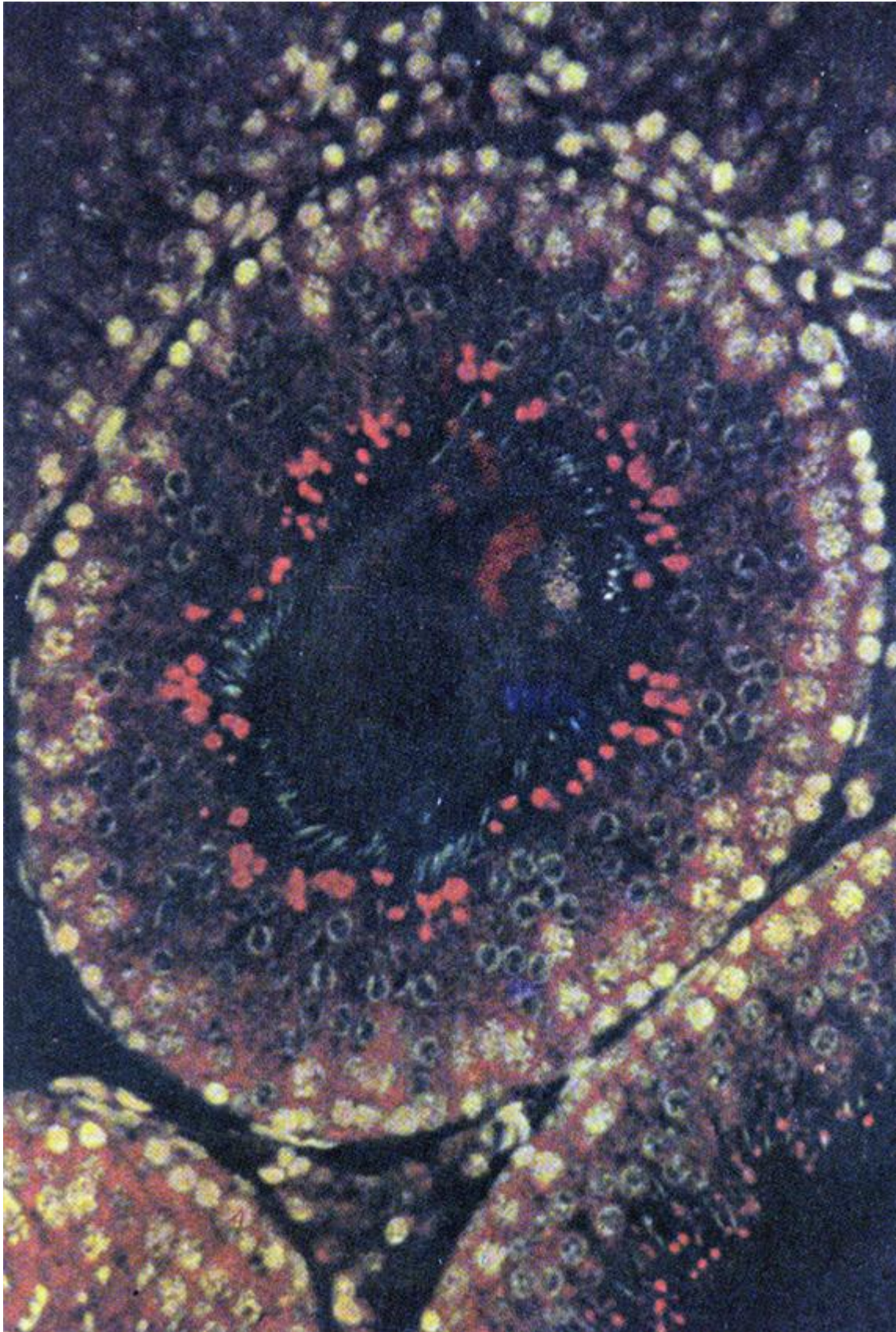
erősen eltért az emberétől, de egyben jól mutatja a mag igen tömör kromatinszerkezetét (az elektronmikroszkópi képek Szabó D. felvételei)

♦ 4. A spermiumnyak a spermatida plasmájának ama részéből lesz, amely a maghoz fekvő centrosoma és az ostort kibocsátó zárógyűrű közé esik. A spermatida szétszórt mitochondriumai az ostornak a nyakon áthaladó szakasza köré szoros hengerként rendeződnek. A spermatida plasmájának és sejtorganellumainak fölös része lelékődve, az ún. residualis testeket alkotja, s a plasmából csak a spermium nyakát alkotó és a farkát egy darabon vékony plasmafilmként befedő kis rész marad meg.

A spermatidák metamorfózisának folyamatát a **7/83. ábra**, a spermium elektronmikroszkópi képét a **7/84. ábra** mutatja be. A spermiumok kialakulása során a fejben a DNS tömörülését, az RNS nagy részének kiküszöbölődését a **7/85. ábrán** követhetjük. A spermiumok speciális anyagcseréjű sejtek, energiaszükségletüket főleg anaerob glikolízissel fedezik. A férfi nemi szerveken belül, főleg a mellékherékben, nemigen mozognak. Aktív mozgásukat az ondóürítéskor hozzájuk keveredő járulékos nemi mirigyek váladéka (prostatanedv) és a női nemi szervekben levő váladékok váltják ki, valamint feltehetőleg a magasabb hőmérséklet, amelybe a testen belül elhelyezkedő női nemi szervekben kerülnek.

A spermiogenesis szabályozó tényezők, spermiogeneticus ciklusok. A spermiogenesis folyamatát az agyfűggelék-mirigy ún. gonadotrop hormonjai stimulálják, elsősorban az FSH. Az LH (ICSH-nak³⁴ is nevezik) az interstitialis sejtekre hat elsősorban. A spermiogenesisben vitt szerepe nem egészen tisztázott. A hypophysis eltávolítása vagy elsorvadása a spermiogenesis, így a nemzőképesség megszűnését okozza. Az LH hiánya folytán azonban az androgéntermelés is zavart szenved. Ellentétben a nő 45–50 éves korban megszűnő peteéréseivel, a férfi időkorig termel megtermékenyítésre alkalmas spermiumokat. Szezonális szexuális aktivitású állatokban az évszak változásai (leginkább a napok hosszabbodása vagy rövidülése) az agyvelő közbejöttével a hypophysisen keresztül szabályozza a spermiogenesis. Férfiban ilyen mechanizmus nincsen, csupán a nőben van meg excesszív éghajlati viszonyok közt (pl. az eszkimóknál) ilyen mechanizmusnak némi nyoma.

³⁴ICSH: Interstitial Cell Stimulating Hormone (angol); interstitialis sejteket stimuláló hormon, azonos a Luteinizáló Hormonnal (LH).



7/85 ábra. Herecsatorna átmetszete (fluoreszcens-mikroszkópi kép, akridin-orange festés; Szabó D. felvétele). E festésnél a dezoxiribonukleinsav zöld, a ribonukleinsav vörösesbarna vagy piros színben fluoreszkál. A kialakult spermiumfejek sötétzöld, a spermiogoniumok és a spermiocyták sárgászöld színűek. A spermiumfejek körüli élénkpiros színben fluoreszkáló szemcsék a lelökődő residuais plasmának felelnek meg

A spermiogenesis bonyolult folyamata nem folyhat egyenletesen és egy időben a herecsatornácskák minden részén. Gondos vizsgálattal emberben hat, kísérleti állatokban (patkány) a spermiogenesisnek nyolc fázisát lehet elkülöníteni. Természetesen minden fázisban több egymás utáni spermiogeneticus sejtgeneráció egyszerre van jelen, tehát nem minden egy helyen fejlődő sejt van ugyanabban a stádiumban. Felteszik, hogy ezek a fázisok a herecsatornácskák falában spirális sorrendben követik egymást, tehát egy spirálisan előrehaladó spermiogenetikus hullám fut végig a herecsatornák belfelületén. ³H-mal jelzett timidinnel és beadás után különböző időpontokban vett herebiopsiával, megállapították, hogy a hat fázis végigfutása emberben 16 napig tart. Ez azonban a fentiek alapján nem jelenti azt, hogy egy spermatogoniumból ennyi idő alatt lehet spermium, hanem csupán annyit, hogy ennyi idő alatt ismétlődik meg ugyanaz a spermiogeneticus hullámstádium egy-egy adott helyen. A spermatogoniumoktól a kész spermiumig lezajló folyamat több mint négy teljes spermiogeneticus hullámot igényel, azaz 70–80 napot.

A spermiumok számának jelentősége. Mint említettük, a kiürített ondóban 108/ml spermium van, vagy ennél több. 5×10^7 /ml spermium már erősen csökkent termékenységet jelez, és 2×10^7 /ml spermium mellett az egyén már gyakorlatilag terméketlen. Miután ezek az állapotok hormonkezeléssel befolyásolhatók, a spermiumok alakjának és számának vizsgálata fontos orvosi ágazattá, az urológia külön területévé, spermatológiává³⁵ vált. A férfi meddőség egyáltalán nem ritka dolog, ezért az általános orvosnak is gondolnia kell erre a lehetőségre, és megfelelő vizsgálatra küldeni az erre gyanús férfit. Teljesen egészséges férfiban is elég nagy százalékban fordulnak elő rendellenes alakú spermiumok; ezek azonban rendszerint nem termékenyítenek.

4.2.2.3. Mellékhere

A **mellékhere** (*epididymis*) félhold alakban öleli körül a here hátsó részét. Aránylag vaskos gömbölyded feje (*caput epididymidis*) a here felső pólusához rögzül. A fej lefelé elvékonyodva, a mellékhere testébe megy át (*corpus epididymidis*), amely a here hátsó szélé mentén húzódik le, végül elkeskenyedve mint a mellékhere farka (*cauda epididymidis*) az alsó herepólus mögött horogszerűen hajlik vissza, átmenve a ductus deferensbe. Vízszintes átmetszetben is félhold alakú a mellékhere, homorú oldala hozzáfekszik a here hátsó széléhez, de csak a medialis oldalon nőtt össze szorosan a here felszínével. Lateralis oldalán a here és a mellékhere között mély öböl keletkezik. A mellékhere fejét és farkát oldalt egy felső és egy alsó szalag rögzíti a heréhez. Felszínét a tunica vaginalis ugyanúgy borítja, mint a heréét. A tunica vaginalis visceralis lemezét a parietalis lemezzel összekötő kettőzet a mellékhere hátsó domború szélének medialis oldalán éri el a mellékherét és a herét. E helyen – azaz a mellékherétől medialisan – hatolnak be a here mediastinumába az erek. – Közvetlenül a mellékhere feje előtt a here felső pólusán vékony nyélen kis körte alakú képződmény (*appendix testis*) függ, ami a Müller-cső (lásd később) cranialis végének maradványa.

A mellékhere erei és nyirokerei azonosak a here ereivel és nyirokereivel.

Belső szerkezet. A mellékhere kétféle csatornát tartalmaz. A rete testisből elvezető *ductuli efferentes testis* 12–14, kezdetben gyengén, majd mind erősebben kanyargó csatorna, a here mediastinumából a here hátsó szélé felső részén a here kapujának tekinthető részen kilép, és mindjárt benyomul a mellékhere fejébe. Itt azáltal, hogy kanyarulataik mind nagyobb kitéréseket képeznek, minden ductulus efferens egy-egy, a here felé irányuló csúcsú kúp alakú lebenykét képez (*lobuli [coni] epididymidis*). Végül a lebenyekék basisán a ductuli efferentes belépnek a mellékhere főjáratába, a *ductus epididymidis*-be (7/81. ábra). A csatorna a mellékhere a testben igen erősen kanyargós járat, míg a mellékhere farka felé fala fokozatosan vastagszik, mind több simaizmot tartalmaz, és kanyarulatai elsimulnak. A mellékherét elhagyva a ductus epididymidis a ductus deferensbe folytatódik.

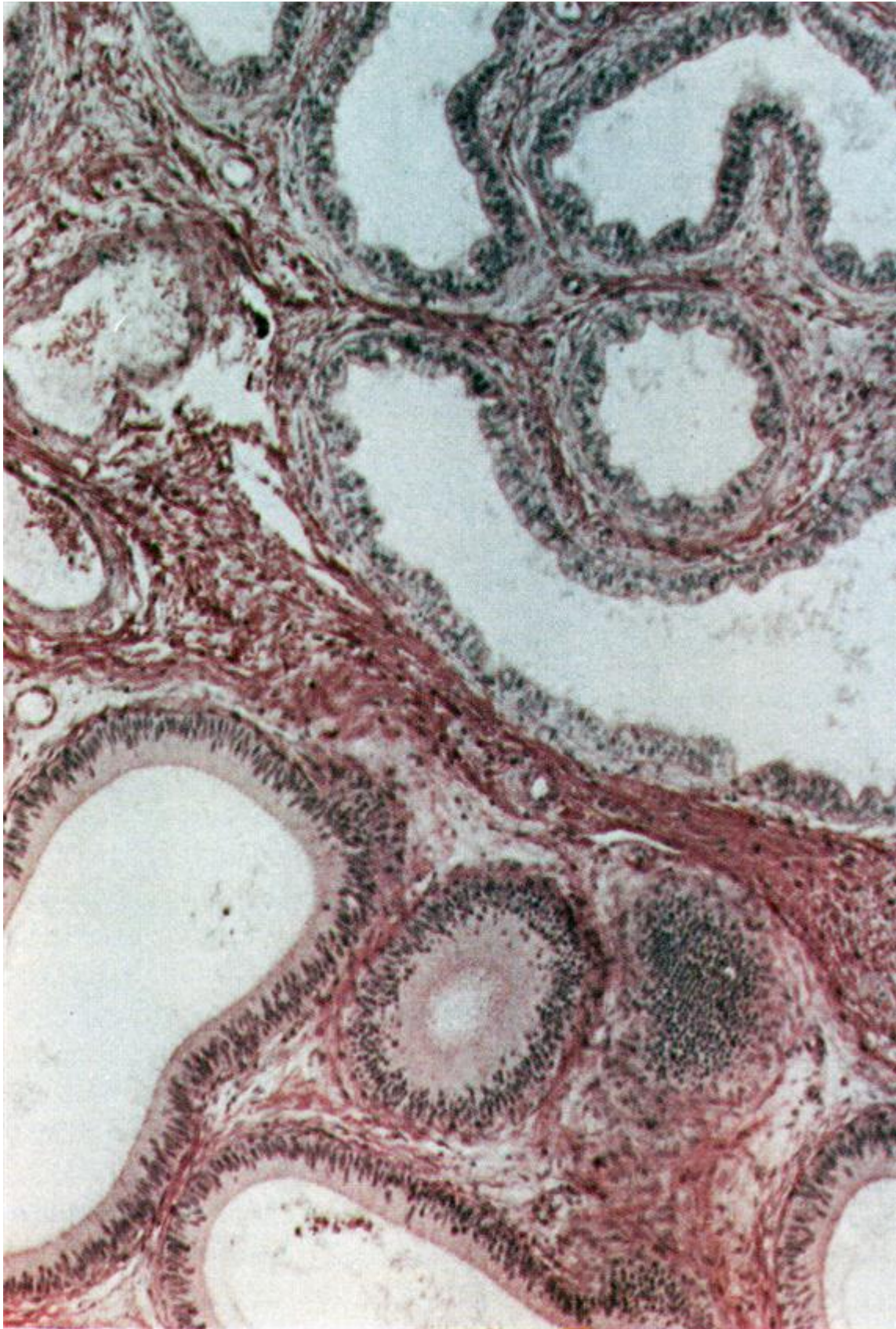
Mikroszkópi metszetben könnyű felismerni a mellékhere fejében a ductuli efferentes testis átmetszeteit a hullámosan változó magasságú hámról és csillag alakú lumenről, amelyeket a magas stereociliumokkal bíró hengersejtek és az alacsonyabb, csilló nélküli köbhámmal bélelt hámtérületek váltakozása okoz (7/86. ábra). Kisebb számban találkozunk ugyanitt a ductus epididymidis átmetszetével, amelyet egyenletes, igen magas stereociliumokkal ellátott két magosoros hengerhám bélel. A csatorna falát helyenként gyenge simaizomréteg veszi körül kevés rugalmas rosttal. – A mellékhere teste és farka arról ismerhető fel, hogy átmetszetén már csak a ductus epididymidis átmetszetei láthatók. A testben a kanyarulatok lefutás miatt még sok, a farkban jóval kevesebb átmetszet mutatkozik. A farkban a hámmal bélelt lument körülvevő simaizomréteg lényegesen megerősödött.

Fejlődés. A mellékhere fejének csatornái (ductuli efferentes testis) a mesonephros csatornáiból fejlődnek. A ductus epididymidis a Wolff-cső származéka.

³⁵ Az állattenyésztésben az apaállatokkal kapcsolatosan nagy gazdasági érdekek és súlyos anyagi kihatásai miatt a spermatológia speciális fontosságú lehet.

4.2.2.4. Ondóvezeték

Az **ondóvezeték** (*ductus deferens*, *vas deferens*) mintegy 45 cm hosszú és 2 mm vastagságú, csaknem porckemény tapintatú, rendkívül szűk (0,2–0,3 mm), csillag alakú, lumenéhez képest igen vastag falú cső. Erős izomzata adta keménysége folytán – annak ellenére, hogy a hasüregen kívüli szakasza az ondózsínórban a here burkaitól körül van véve – élőben is nehézség nélkül tapintható. Horogszerűen visszahajolva ered a mellékhere farkából, majd a here hátsó széle mentén a tunica vaginalis kettőzetéhez laza kötőszövettel rögzítve halad felfelé. Emiatt hamarosan eltér a kissé előredőlő herétől és mellékherétől. Ilyenkor már az ondózsínór (*funiculus spermaticus*) alkotórésze, amelyben hátul foglal helyet. Elérve az elülső hasfalat, kissé oldal felé tér, majd a canalis inguinalison keresztül bejut a hasüregbe. A ductus deferens az anulus inguinalis profunduson átlépve mindjárt medial felé fordul, hátulról keresztezi az a. epigastrica inferiort, majd az a. és a v. iliaca externát felülről keresztezve, leszáll a medence oldalfalán. Itt a medencei hashártyát redőbe emelve medial felé halad, és a hólyagfundus hátsó oldalán medial felé, lefelé és kissé előre felé húzódik. A hólyagfunduson kereszteződik az ureter alsó részével úgy, hogy a hólyagfundus és az ureter közti hegyes szögletben halad át – tehát az ureter előtt – lateralis oldaláról medial felé. A ductus deferensnek itt kiöblösödésektől egyenetlen tágulata van (*ampulla ductus deferentis*). A kétoldali ampulla V-alakban konvergál egymás felé a hólyagfunduson; dorsalis felszínük a végbéllel érintkezik. Egymáshoz közel kerülve, a két ondóvezeték ismét elvékonyodik, és mindegyik egyesül a tőle oldalt fekvő ondóhólyag rövid kivezető csövével ondókilövellő csatornává (*ductus ejaculatorius*). E viszonyokat majd a prostatával kapcsolatban írjuk le.



7/86. ábra. Mellékhere fejének áttekintő képe (hematoxin-eozin festés, 700-szoros nagyítás; Törő I. gyűjteményéből). Felül a ductuli efferentes testi jellegzetes csillag alakú lumenjei, a magasabb hámsejtek csillái is felismerhetők. Alul a ductus epididymidis igen magas csillós hámmal bélelt átmetszetei

Vérellátását az a. uterinának megfelelő, de sokkal vékonyabb *a. ductus deferentis*ből kapja.

Szövetteni metszeten a ductus deferens igen feltűnő képet mutat, szűk, csillag alakú lumenéhez aránytalanul vastag simaizomfalával (7/87. ábra). Hámbélése kezdeti szakaszán a ductus epididymidiséhez hasonló, azaz igen magas, két magosoros stereociliumos hengerhám. Végéhez közel a hám elveszti ciliumait, és több magosorossá válik. A tunica propria mucosae elasticus rostokban gazdag. Ez alkotja a nyálkahártya hosszanti redőit. Rendkívül vastag izomrétege egymástól élesen el nem váló belső és külső hosszanti és közbülső körkörös rétegből áll. A valóságban az izomsejtek iránya inkább olyan spirális, amelyiknek „menete” belül és kívül magas, középtűt alacsony. Az izomzat a szervezet egyik, vegetatív (adrenerg) idegrostokkal legbővebben ellátott szövete.

Fejlődés. A ductus deferens a Wolff-csőből származik.



7/87. ábra. Funiculus spermaticus keresztmetszete (azanfestés, 100-szoros nagyítás; Flerkó B. gyűjteményéből). 1: ductus deferens; 2: arteria testicularis, körülötte vénás fonata; 3: fascia spermatica; 4: musculus cremaster nyalábjai

4.2.2.5. A here burkai, ondózsínór

Leszállása során (*descensus testicularum*) a here áthalad a canalis inguinalison, és közben maga előtt türemíti a hasfal összes rétegét. Ennek megfelelően a here a hasfal valamennyi rétegéből álló zsákszerű burokrendszerben foglal helyet. De nemcsak a here, hanem a leszálláskor maga után vont erei, idegei és kivezető csöve (*ductus deferens*) is benne vannak a herét körülvevő burokrendszer vékonyabb nyélszerű folytatásában. A ductus deferens és a vele haladó ér-ideg képletek egy kb. kisujjnyi, kerek átmetszetű zsineget képeznek, amelyet **ondózsínór**nak (*funiculus spermaticus*) nevezünk. Ha a here burkainak fentebb említett képződési mechanizmusát figyelembe vesszük, nem nehéz elképzelnünk, hogy visszafelé követve a funiculus spermaticust a canalis inguinalison keresztül, a burkok egymás után leválnak, és átmennek a hasfal megfelelő rétegébe.

A here és a funiculus spermaticus burkai kívülről befelé a következők:

◆ a) A herezacskó (*scrotum*) bőre. A rendes bőrnél jóval vékonyabb, erősen pigmentált, ritkás szőröktől borított, a gáttájék bőrének zsákszerű kiboltosulása. Középvonalában húzódo varratszerű vonal (*raphe scroti*) jelzi, hogy a két ivarredő (lásd később) másodlagos összenövéséből jött létre. Feltűnő sajátossága, hogy hidegben bőre sűrű ráncokba gyűrődik (okát lásd a [b] pontban).

◆ b) *Tunica dartos*. Kötőszövetből és simaizomzatból álló, elég vastag (1-2 mm) hártya, melynek eredete nem világos. Részben a bőr rétegeihez tartozik, részben a felületes hasi fascia módosult folytatása. A középvonalban a két scrotumfél tunica dartosa a mélybe fordulva kettős rétegű sövényt (*septum scroti*) képezve külön teret biztosít a két here és belsőbb burkai számára. Összehúzódva a herezacskó bőrét ráncossá teszi.

A here alsó pólusa és a tunica dartos között rövid szalag formájában megtalálható a gubernaculum testis (lásd később) maradványa.

◆ c) *Fascia cremasterica* (*fascia spermatica externa*). A hereburkok legkülsőbb rétege, vékony kötőszövetes réteg, amely a m. obliquus abdominis externus bőnyéjének elvékonyodott kitüremkedése. Az anulus inguinalis superficialisnál hirtelen megvastagodva átmegy a bőnyébe. Ilyen módon az anulus inguinalis superficialis – a canalis inguinalis külső nyílása – nem igazi nyílás. Csak akkor lesz azzá, ha eltávolítjuk a fascia cremastericát.

◆ d) *M. cremaster*. A m. transversus abdominis (és részben a m. obliquus abdominis internus) alsó széléből levált izomnyalábok, amelyek laza rostos izomlemez alakjában veszik körül a herét. A hasizmok működtetésével – főleg kisfiúk – elég erősen meg tudják emelni a heréjüket. Orvosgyakorlati szempontból fontos a cremasterreflex, amelyet a comb belső felszínén a bőrön átlósan végighúzott tompa tárggyal lehet kiváltani. Eredménye, hogy az azonos oldali m. cremaster reflexesen összehúzódva kissé megemeli a herét.

◆ e) *Fascia spermatica* (*fascia spermatica interna*).^{36A} hasfal belső rétegét képező fascia transversalis kitüremkedése.

◆ f) *Tunica vaginalis* (*tunica vaginalis propria*). A hashártya egyik nyúlványából, a processus vaginalisból fejlődik, de korántsem úgy, mint a többi burok, tehát a leszálló here által mintegy kitüremítve. A here eredeti kifejlődése helyén (az L₁₋₃ szelvények magasságában) is retroperitonealis szerv volt, és a helyzetét végig megtartja leszállása közben. A processus vaginalis a canalis inguinalison keresztül már a here leszállása előtt lenyúlik, és a here ténylegesen e nyúlvány mögött, annak hátsó falát maga előtt bedomborítva, száll le a herezacskóba. Egy ideig a születés körül a tunica vaginalis ürege még közlekedik a peritonealis üreggel, de az összeköttetés hamarosan elzáródik, és csak mint kötőszövetes köteg (*vestigium processus vaginalis*) marad meg. Részleges vagy teljes nyitva maradása okozza a veleszületett inguinalis sérveket.

A végső helyzetbe tehát a here mintegy saját külön kis savós burkába betüremkedve foglal helyet. Ennek visceralis lemeze kifelé tekintő savós felszínnel körülvetzi a herét és a mellékherét, parietalis lemeze befelé tekintő savós felszínével zsákszerű burkot képez a kettő számára. A két lemez a mellékhere és here hátsó szélén kissé medialisan hajlik át egymásba.

Az a) és a b) alatt tárgyalt burkok a herezacskót (*scrotum*) képezik, c)–f) a valódi hereburkok.

Ondózsínór (*funiculus spermaticus*). Az ondózsínór kisujjnyi vastagságú köteg, amely a here és a mellékhere hátsó széle és felső pólusának tájékán kezdődik, majd eleinte függőlegesen halad felfelé, végül kissé oldal felé haladva éri el a canalis inguinalis külső nyílását. Mint előzőleg már említettük, a canalis inguinalison való áthaladása közben sorban veszi el burkait: előbb a külső nyílásnál a fascia cremasterica megy át a külső ferde hasizom bőnyéjébe; üregében a m. cremaster rostjai csatlakoznak a m. transversus abdominis és a vele itt

^{36A} A PNA nem egészen szerencsés újítása. BNA neve: tunica vaginalis communis (testis et funiculi spermatici) nem volt ugyan logikus elnevezés, de sebészek és urológusok aligha mondanak le szívesen e tradícióktól megszentelt pittoreszk kifejezésről.

összenőtt m. obliquus internus alsó széléhez, végül a belső nyílásnál a fascia spermatica megy át tölcsérszerűen a fascia transversalisba. Itt a funiculus spermaticus a hasüregen belül „elemeire bomlik”.^{37/37} Az ondózsínórban hátul halad a ductus deferens egy kis arteria (*a. ductus deferentis*) kíséretében (7/87. ábra). Elülső képletcsoportja az a. testicularis a kísérő vénás plexus pampiniformisszal és vegetatív idegfunkciókkal. Az ondózsínór burkai között egy az öt és a m. cremaster ellátó, mozgatórostokat szállító ideg, a n. genitofemoralis egyik ága (ramus genitalis) halad. Elülső felszínéhez csatlakozik egy másik érzőideg, a n. ilioinguinalis, amely a scrotum bőrének elülső felszínét látja el.

4.2.2.6. Ondóhólyag

Az **ondóhólyag** (*vesicula seminalis*) elnyúlt, ovoid idomú, előlről hátra összelapított, dudoros, tömlőszerű páros mirigy. Szabálytalanul összegubancolt, meglehetősen tág járatból áll, amelyet kötőszöveti tok fog össze egységes szervvé. Kívülről is látható dudorait részben a főjárat erős kiöblösödései, részben rövidebb, ujjszerű, szintén ide-oda hajló mellékjáratok alkotják. A húgyhólyag fundusához lazán rögzítve halad lateraltól felülről-hátulról medialra le- és előre felé. Medialis oldala érintkezik a ductus deferens ampullájával, alsó végén elkeskenyedve megy át rövid, egyenes kivezető csövbe, a *ductus excretorius*ba, mely hegyesszögben egyesül a ductus deferens végével. E helyen benyomulnak a prostata állományába, és a *ductus ejaculatorius* alkotják. Hátulról a fascia pelvis egy nyúlványa (fascia retrovesicalis) szorítja hozzá a húgyhólyaghoz, ezen keresztül a végbéllel érintkezik. A hólyag hátsó felszínét borító hashártya épp hogy csak ráhúzódik a vesicula seminalis felső részére; innen közvetlenül visszahajlik a végbélre.

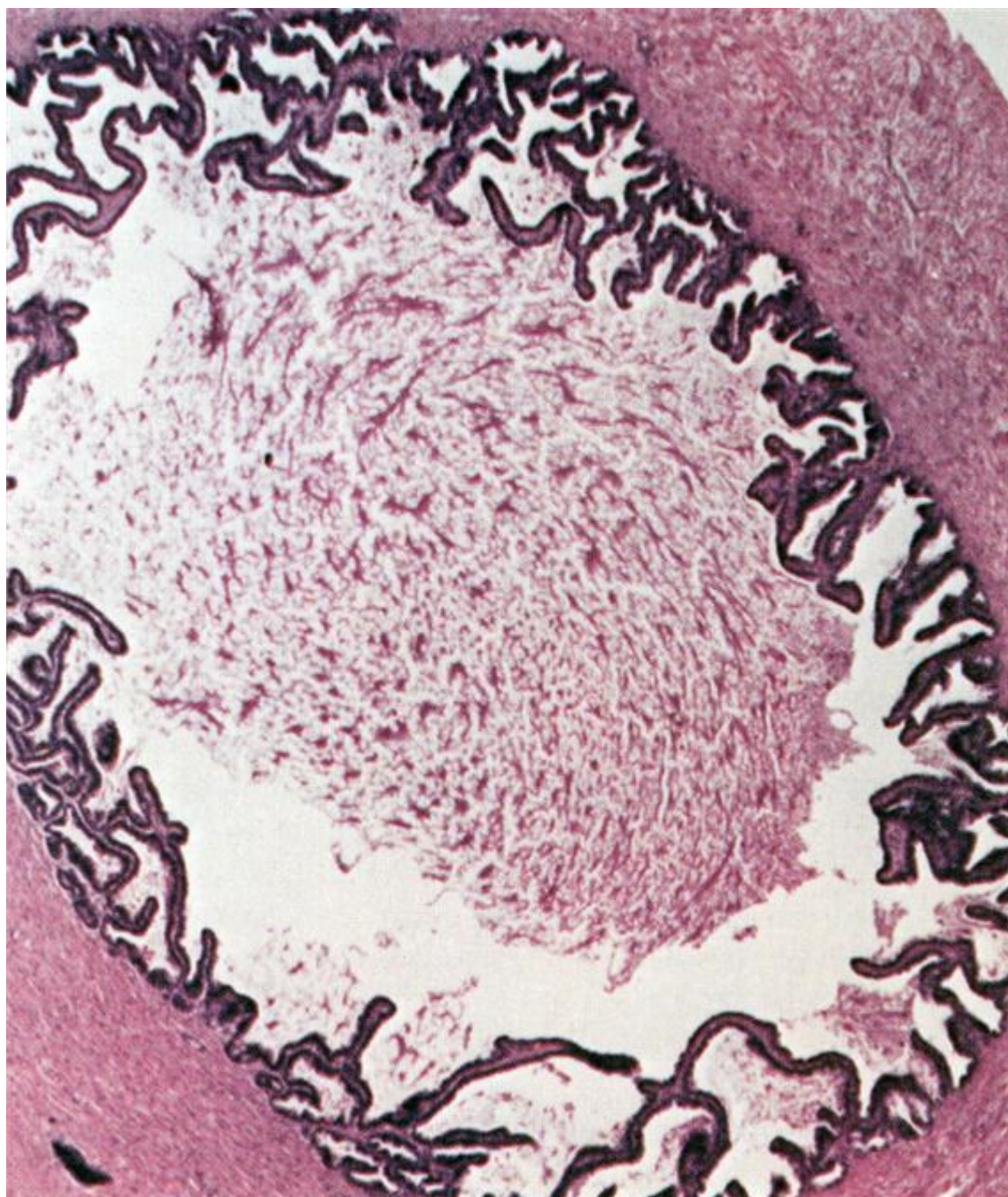
Vérrellátását az *a. ductus deferentis* biztosítja.

Finomabb szerkezete. Mikroszkópi metszetén erős hajlatai miatt a mirigyjárat több átmetszetét látjuk. A mirigyjáratot részben külön, de részben össze is olvadó, tehát a mirigyet egységbe foglaló sok elasticus rostot tartalmazó külső kötőszövetes fal veszi körül. Ezen belül van az eléggé erős kétrétegű simaizomréteg külső hosszanti és belső körkörös irányban rendezett sejtekkel. A mirigyjárat nyálkahártyája rendkívül sűrűn redőzött, olyannyira, hogy az elágazó redők között elhelyezkedő fülkeszerű üregek szinte valódi mirigyvégkamráknak tűnnek (7/88. ábra). Mindenesetre a bőséges redőzöttség elég nagy nyálkahártya-felületet eredményez, amelynek magas hengersejtekből álló háma egészben elválasztó hámfelszín. A hámsejtek magassága és elválasztó tevékenységének intenzitása a here androgéntermelésétől függ. Castrált állatban a hám ellapul, és elveszti secretiós működését. Működése tekintetében tehát járulékos nemi mirigy, és nem – mint régebben hitték (innen a neve is) – az ondósejtek tárolója. Váladéka okozza az ondónak ürítése után rövid időre való megalvadását, ami azonban percekben belül oldódik.

Állatokból vett analógia alapján arra gondolnak, hogy a megalvadás az ondónak a hüvelyből a copulatio után való kifolyását hivatott megakadályozni. Ezt az is támogatja, hogy a vesicula seminalis váladéka az ejaculatum utolsó részébe kerül, és egyes állatokban a hüvelyt egy időre alvadt dugasz alakjában lezárja.

Fejlődés. Az ondóhólyag háma a Wolff-cső származéka.

^{37/37} Kiss Ferenc (1889–1966) találó fogalmazása.



7/88. ábra. Vesicula seminalis (hematoxinin-eozin festés, 200-szoros nagyítás; Törő I. gyűjteményéből)

4.2.2.7. Dűlmirigy

A **dűlmirigy** (*prostate*³⁸³⁸) páratlan, nagyobb szelídesztyénéhez hasonló idomú és nagyságú, összehúzódott izomra emlékeztető tapintató szerv. A húgyhólyag alatt foglal helyet felfelé tekintő basisa (*basis prostatae*) a hólyagfundusnak az urethra kilépése körüli részével lazán összenőtt. Lefelé tekintő csúcsa (*apex prostatae*) közvetlenül érintkezik a diaphragma urogenitale felső felszínével. Elülső felszíne laposabb, majdnem függőleges állású, hátsó felszíne jóval domborúbb, hátra és nagyobbára lefelé tekint, a végbél előre domború görbületével érintkezik. A prostatát felülről lefelé a húgycső egy nevezetes szakasza (*pars prostatica urethrae*) aszimmetrikusan fúrja át oly módon, hogy előtte kevesebb prostataállomány van, mint mögötte. A basison a hátsó felszín határához közel nyomul be a prostatába az egyesült ductus deferensből és ductus excretoriusból létrejött két ductus ejaculatorius. Ezek ferdén lefelé és előrehaladva kb. a prostata közepe táján érik el a

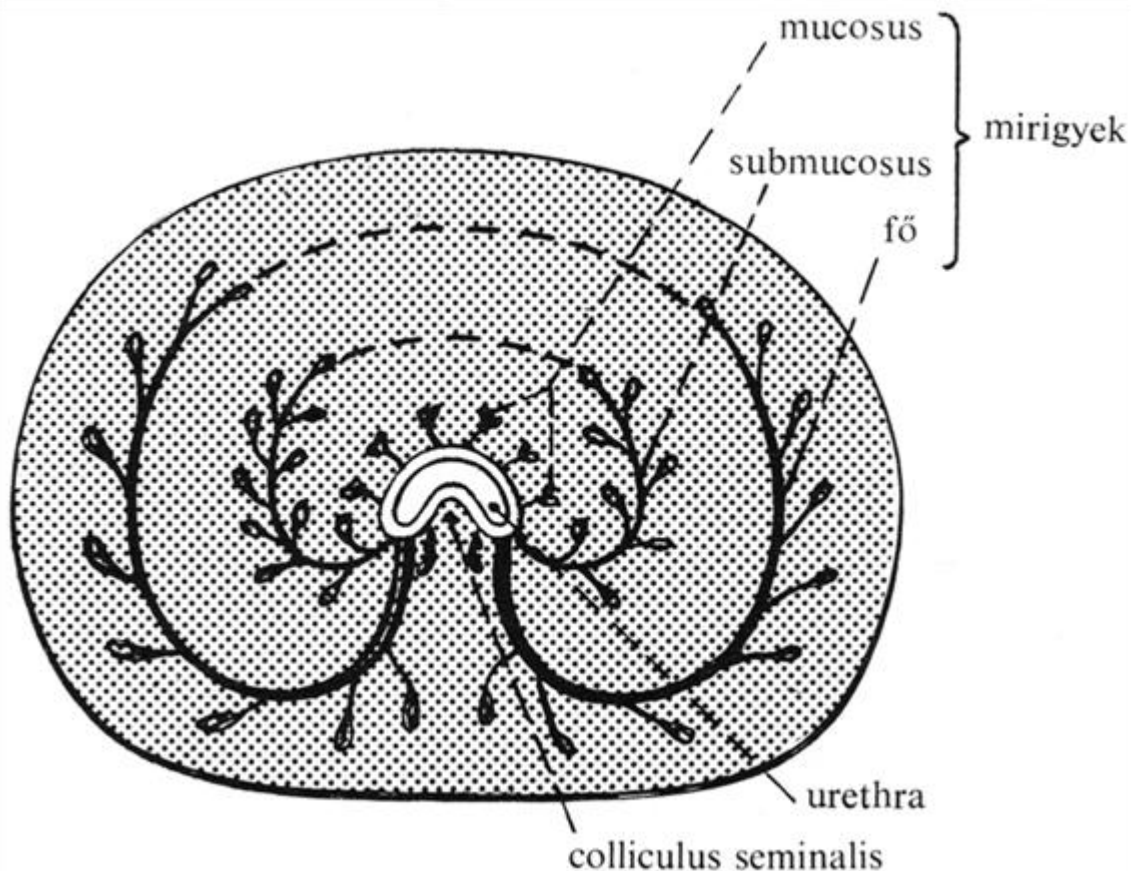
³⁸³⁸ Gör.: előálló (védő). Régies, az orvosi nyelvújításból származó neve (dűlmirigy) nemigen használatos.

húgycsővet, amelynek hátsó falán levő kiemelkedésén nyílnak. A ductus ejaculatoriusok és a húgycső által felfelé bezárt ék alakú terület az *isthmus prostatae*.

Rögzítése. A prostatát a fascia pelvis két lemezre szétválva valóságos tokkal veszi körül. A lemez kettéválásának megfelelően a fascia a prostata előtt és körül ívben megerősödik (*arcus tendineus fasciae pelvis*). Előrefelé a symphysis belső felszínének alsó részében a már említett simaizmokkal telt szalag (m. puboprostaticus) rögzíti. Előrefelé a prostata és a symphysis hátsó felszíne közt elég tág rés van, amelyet az említett izmos szalagon kívül igen dús vénás fonatok és kötőszövet tölt ki. Felfelé a prostata a húgyhólyag falával, oldalra a m. levator ani borító fasciával érintkezik. Legnevezetesebb orvosi gyakorlati szempontból hátsó felszínének érintkezése a végbéllel, ahonnan a prostata egész hátsó felszíne és oldalsó szélei jól kitapinthatók.

Vérellátás és nyirokelvezetés. A prostata az arteriás vért az a. pudenda internából, az a. vesicalis inferiorból és az a. rectalis mediából kapja. A vénás vér a prostata apexe körül kialakuló plexus prostaticusba szedődik össze. Innen a további vénás elfolyás a v. iliaca interna, a plexus vesicalis és a plexus venosus vertebralis externus és internus felé történik. Különösen ezen utóbbi vénás kapcsolatnak van jelentősége a prostatából kiinduló távoli ráksejtmétastasisok kialakulásában. A prostata nyirokerei az a. iliaca interna körüli és a sacralis nyirokcsomók felé húzódnak.

Belső szerkezet. A prostata tömör simaizomszerv, amelybe tág lumenű tubuloalveolaris mirigyek vannak beágyazva. Számuk mintegy 20–30, ezek azonban, mint ezt a 7/89. ábra mutatja, korántsem egyenértékűek. Legkisebbek az urethrába minden oldalról belépő ún. mucosus mirigyek, egyben gyakorlati szempontból a legfontosabbak is. Egy mélyebb, az egész urethrát körülvevő rétegben helyezkednek el az ún. submucosus mirigyek, amelyek kivezető csövei hátrafelé körülhaladva az urethrán, a colliculus seminalist (lásd. később) körülvevő barázdába nyílnak. Ugyanide, de medialisabban, nyílnak be a prostata oldalsó lebenyeiben felületesebben elhelyezkedő fő mirigyek kivezető csövei. A tág, secretum tárolására alkalmas mirigyvégkamrák erősen redőztött hámja elég magas hengerhám, helyenként alacsonyabb sejtekkel (7/90. ábra). A végkamrákban gyakran találni körkörös rétegződésű concrementumokat. Réteges szerkezetük miatt *corpora amylacea*-nak is nevezik.



7/89. ábra. A prostata haránt metszete sémásan, különböző mirigyrendszereinek ábrázolására

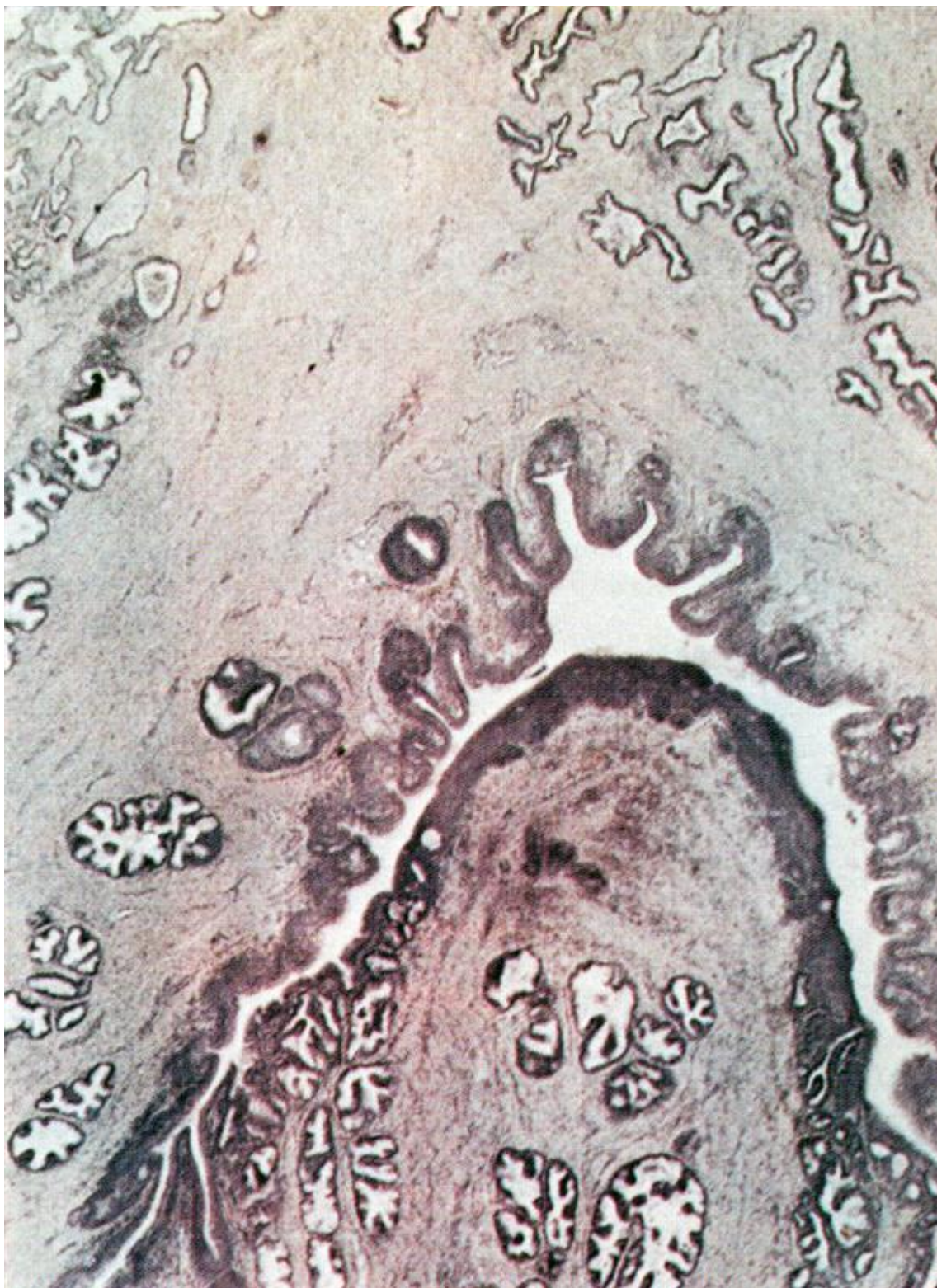
A prostata hámjának működése erősen függ endocrin hatásoktól, de nem csupán a hámé, hanem a mirigyeket körülvevő stroma is érzékenyen reagál hormonhatásokra. Érthetően ennek nagy orvosgyakorlati kihatásai vannak. A prostatanedv a spermiumok mozgását aktiváló és a spermát hígító szerepű.

Fejlődés. A prostata mirigyei endodermális eredetűek. Az elülső cloacamaradványnak azon részéből származnak, amelyből a pars prostatica urethrae (lásd később) lesz. A simaizom és kötőszövet a környező mesenchyma származéka.

4.2.2.8. Férfi húgycső

A **férfi húgycső** (*urethra masculina*) egy része ugyan már a külső nemi szervekhez tartozik és a hímvesszőben foglal helyet, mégis a belső nemi szervekhez való szoros viszonyai miatt jobb itt tárgyalnunk. Megértéséhez legjobb a férfi medence mediansagittalis metszetéről készített atlaszabrákat tanulmányozni. Mintegy 20 cm hosszú, álló testhelyzetben lecsüngő hímvessző esetén S alakban görbült, nyálkahártyával bélelt cső.

A húgyhólyagban az *ostium urethrae internum*mal kezdődve, csaknem függőlegesen halad lefelé, átfúrja a prostatát, majd a diaphragma urogenitalét, végül felülről belép a hímvessző corpus spongiosum penisébe. Itt éles ívben megtörve, előre és felfelé halad a hímvesszőnek a symphysishez rögzített gyökerében, majd a symphysis előtt újra megtörve, ismét közel függőlegesen halad le a hímvesszőben, melynek glansába lépve, annak végén sagittalis résszerű nyílással, az *ostium urethrae externum*mal nyílik. Ez utóbbi görbülete nem állandó, mert ellazult penisnél a testhelyzettől függ, erigált penis mellett a húgycsőnek a görbületet követő szakasza a hasfallal majdnem párhuzamos helyzetbe kerül. Katéter bevezetésére (hólyagcsapoláshoz) a hímvesszőt ezért vissza kell fektetni a hasfalra, és ezzel elülső görbületét meg lehet szüntetni.



7/90. ábra. Prostata a húgycső pars prostaticájának átmetszetével (hematoxinilín-eozin festés, 175-szörös nagyítás, Csillik B. gyűjteményéből). A dorsalis oldal a képen alul van, a húgycsőbe beemelkedő rész a colliculus seminalis. A prostatamirigyek nagy része a colliculust körülvevő vályúba nyílik

Részei. A húgyhólyag falán való áthatolása után, amelyen belül a hólyag simaizomzata körkörösén veszi körül (*m. sphincter vesicae*), azonnal benyomul a prostata basisába, és a prostatát függőlegesen átfúrja.

♦ 1. E kb. 3,5 cm hosszú szakaszt pars prostaticának nevezik. Középe orsószerűen kitágul, de ezzel ürege nem nagyobbodik meg, mert a prostata hátsó faláról beugró kiemelkedés (*colliculus seminalis*) nagyrészt kitölti. Mint

erről legjobban az előlről felmetszett húgycsővön győződhetünk meg, a colliculus seminalis fölfelé egy gyengébb, lefelé pedig egy erősebb függőleges nyálkahártyaredőbe folytatódik. Az alsó redőt *crista urethralis*nak, a felsőt régebben *uvula vesicae*nak nevezték; ez utóbbi inkább csak időskorban jelentkezik. A colliculus tetején kissé feljebb páros tűszúrásnyi lyukakkal nyílnak a ductus ejaculatoriusok, közöttük és kissé lejjebb kis gödör alakjában (*utriculus prostaticus*) egy fejlődési maradvány látható. A colliculus körüli vályúba kétoldalt nyílnak be a nagyobb prostatamirigyek kivezető csövei (7/90. ábra).

♦ 2. *Pars membranacea* a húgycső következő, mintegy 1,5–2,5 cm hosszú szakasza még szintén függőleges, de már kezd előregöbösülni. Aránylag szűk része a húgycsőnek; nevezetessége, hogy ez fürja át a medence fenekét elől lezáró diaphragma urogenitalét. Itt a húgycső falát körkörös harántcsíkos záróizom (*m. sphincter urethrae*) fogja körül. A diaphragmát átfúrva, a húgycső azonnal befurakszik felülről a corpus spongiosum penis hátsó, megerősödött végébe, a bulbus penistől kissé előrefelé. Itt már nem annyira lefelé, mint inkább előrefelé irányul.

♦ 3. *Pars spongiosa* a leghosszabb (kb. 14 cm) szakasz, mely végig a corpus spongiosum penis tengelyében halad, majd átjut a hímvessző makkjába (*glans*), melyben elég nagy, orsó alakú tágulata van (*fossa navicularis*). Egy másik, kisebb tágulata van a corpus spongiosumba való belépésekor. Orvosgyakorlati szempontból fontos, hogy az ostium urethrae externumtól kb. 2 cm-nyire, azaz a fossa navicularis hátsó végénél egy haránt nyálkahártyaredő helyezkedik el, amely a húgycsőbe katéterrel vagy más eszközzel való behatolást akadályozhatja.

A férfi húgycső vérellátását a prostatát ellátó erek és az a. pudenda interna ágai biztosítják.

Falszerkezet, mirigyek. A férfi húgycsőt a pars prostaticában urothelium béleli, mely ennek alsó részében több magosoros, majd a pars membranaceában valódi többrétegű hengerhámmá alakul át. Ez a pars spongiosában csak annyiban változik, hogy a felületes hámsejtréteg sejtjei közül egyesek kehelysejtek. A fossa navicularisban a hám többrétegű, el nem szarusodó hám.

A húgycső nyálkahártyájának proximal felé benyúló vak mellékjáratai a *lacunae urethrales*. Ezek mellett a corpus spongiosumban kétféle, nagyobbára mucinosus, mirigy található: a hámon belüli, ún. endoepithelialis mirigyek és a submucosába benyomuló nagyobb, elágazó mucinosus mirigyek, a *Littre-féle mirigyek*.

Fejlődés. A férfi húgycső pars prostaticájának és pars membranaceájának hámja a sinus urogenitalisból fejlődik. A pars spongiosa fejlődéséhez a külső nemi szervek fejlődésének leírása kapcsán kell még visszatérnünk.

4.2.2.9. Cowper-féle mirigy

A **Cowper-féle mirigy** (*glandula bulbourethralis*) páros, borsó nagyságú, tubuloalveolaris, mucintermelő mirigyek a pars membranacea hátsó oldalán, a diaphragma urogenitaléba ágyazottan. Vékony kivezető csövük egy darabig distal felé követi az urethrát a pars spongiosába való benyomulása után, majd alulról két (vagy néha közös) tűszúrásnyi nyílással szájadzik belé. A húgycső mucinosus jellegű váladéka már nemi izgalomkor megjelenik a húgycső nyílásán, és sikamlóssá teszi a makkot. Egyébként a húgycső falának nyálkás bevonásával biztosítja a kilövellt ondó gyors és veszteségmentes áramlását.

4.2.2.10. Hímvessző

A **hímvessző** (*penis*) a symphysis előtti tájék bőrrel borított hengeres képződménye, melynek végén az ostium urethrae externummal nyílik a húgycső. Szerkezeti lényegét a penist felépítő szivacszerű, ún. erectilis testek képezik, amelyek nemi izgalomra vérrel megtelve, a hímvessző mind hosszban, mind vastagságban való megnagyobbodásával együtt járó megmerevedését (*erectio*) okozzák. Ez teszi alkalmassá a penist, mint copulációs szervet a női nemzőcsatorna alsó részébe (hüvely) való behatolásra, és a hím ivarsejtek oda bejuttatására.

A hímvesszőn megkülönböztetünk tövet (*radix penis*), testet (*corpus penis*) és elülső makkot (*glans penis*). A radix azonban nem jelzi a penis egész kiterjedését, ugyanis erectilis testei messze hátranyúlnak a gáttájékra. Minthogy azonban penisen csak a szabadon levő részt értjük, ezekkel csak a továbbiak során, az erectilis testekről írt szakaszban foglalkozunk. A penis bőre igen vékony, szőrtelen, alapja felett könnyen elmozgatható, bőr alatti zsírszövete nincsen, ellentétben a symphysis tájékának bőrével, amelyet az erős zsír alatti kötőszövet (férfiban ugyan kevésbé, mint nőben) *mons pubis* formájában kiemel. *Dorsum penis*nek nevezzük a lecsüngő penisen előretekintő és *facies urethralis*nak a hátra tekintő felszínt. Erigált penissnél a felszínnek persze fordított irányba tekintenek. A dorsum penis bőrét egy erős bőr alatti vena domborítja ki, ez azonban még nem a penis fő dorsalis vénája. A penis tövét a symphysis elülső felszínéhez erős szalag (*lig. suspensorium penis*) rögzíti.

A penis csúcán a bőr egy redő formájában visszahajlik a makk mögötti barázdához; ez a fityma (*preputium*). A preputium ennek megfelelően hengerded bőrredő, külső felszíne igen vékony, ráncos; belső, a glanshoz simuló felszíne gyengén elszarusodó hámmal borított. A preputium általában csak kisfiúkon borítja teljesen a makkot, felnőtt férfiak többségében a penis túlnövi a preputiumot, úgyhogy az részben visszahúzódik a makkról, és annak felét vagy még nagyobb részét szabadon hagyja.

A makk (*glans penis*) valóban meglehetősen hasonlít a tölgyszeméhez. Domborodott csomókúphoz hasonló idomú képződmény, amelyet a penis többi részétől sekély barázda választ el. A glansnak e barázda mentén ajakszerűen kiemelkedő pereme van (*corona glandis*). A mögötte levő barázdában tapad a preputium, és annak belső bőrfelülete átmegy a glansot borító igen vékony, alapjához feszesen rögzített, gyengén elszarusodó, petyhüdt penisen rózsaszínes, erigált penisen ibolyapiros színű bőrbe. A corona glandist körülvevő barázda (*sulcus coronarius glandis*) csak a penis dorsalis oldalán fut harántul, a penis oldalán aláfordulva a két barázda előre konvergál, és a penis csúcán sagittális részként mutatkozó ostium urethrae externum hátsó végét megközelíti. A preputium bellemzését ide fékszerű bőrredő (*frenulum preputii*) rögzíti (ti. hasonlít az ajaknál vagy a nyelvénél látott fékre).

Közel-keleti népeknél általános szokás csecsemőkorban a preputiumot eltávolítani (*circumcisio*). Számos kultúrában ezt szigorú vallási előírások szabályozzák (mint pl. a zsidóknál), de a szokás eredete kétségtelenül egészségvédelmi. Ezt sivatagi vagy félsivatagi területeken még külön indokolja a meleg és a vízhiány. De még a legelőnyösebb tisztálkodási viszonyok közt és mérsékelt klímában is sokan a preputiumot veszélyes szervnek tekintik. A peniszak statisztikák szerint extrém ritkaság a gyermekkorban circumcindált egyéneknek akkor is, ha egyébként azonos életkörülmények közt élő és antropológiailag hasonló csoportokat hasonlítanak össze (pl. Indiában a mohamedán és a hindu lakosságnál), de egyáltalán nem ritka a nem circumcindaltakon. Ezért pl. az Észak-amerikai Egyesült Államokban a circumcisiót a szülőintézetekben rutinszerűen végzik minden fiú újszülöttön.

Krompecher István vizsgálatai szerint a preputium és a glans között meggyűlő szúrós szagú, faggyúszerű anyag (*smegma preputii*) nagyjából az érintkező hámfelületek felületi rétegének elszáradásából keletkezik, és csak kisebb mértékben a sulcus coronarius glandison elhelyezett szabad faggyúmirigyek terméke.

A penis erectilis testei. A hímvessző három hengerded szivacszerű felépítésű erectilis testből áll: ezek a páros *corpora cavernosa penis*, valamint a köztük és a mögöttük futó *corpus spongiosum penis*, amely előre felé a glans erectilis állományát is képezi.

A *corpus cavernosum penis* kihegyesedve ered az ülő- és szeméremcsont szárainak találkozásánál; ezek képezik a penis szárait (*aura penis*). Akétoldali egymás felé konvergálva, a symphysis előtt hegyesszögben összetalálkozik. Medialis lapos felszínükkel szorosan összefeksznek olyannyira, hogy a két corpus cavernosumot csak fésűre emlékeztető megszakított sövény, a septum penis választja el. A két corpus cavernosumot közösen erős inas lemez, a *tunica albuginea* fogja körül. Elöl a két corpus cavernosum közös tompa csúccsal nyomul be a glans proximal felé tekintő vájulatába, és azt a glans szövetével összenöve teljesen kitölti; csupán a corpus cavernosumok eleje és az ajakszerűen kiemelkedő corona glandis között keletkezik a már említett sekély barázda. A *corpus spongiosum penis* a corpus cavernosumtól eltérően sokkal finomabban szivacsos szerkezetű, és tunica albugineája helyett csak vékony kötőszövetes tokkal bír. (Ezt jelzi az elnevezések különbözősége is, *cavernosus* = barlangos; *spongiosus* – szivacsos.) A gát közepén, 1–1,5 centiméternyivel a végbélnyílás előtt kezdődik zöldhagymaszerű megvastagodással (*bulbus penis*). Ebbe nyomul be ferdén felülről a húgycső, de – mint láttuk – nem a hátsó végébe, hanem kb. két centiméterrel előrébb. Felső oldalán a bulbus penis a diaphragma urogenitale alsó felszínéhez rögzül. A corpus spongiosum ezután elvékonyodva, a két corpus cavernosum penis alsó oldalán levő mély hosszanti árokba fekszik bele, és ebben húzódik a corpus cavernosumok csúcsáig. Itt alakja teljesen megváltozik, mert a glans állományát alkotja. A corpus cavernosumról leválasztva, leginkább merőkanálhoz vagy excentrikusan elhelyezkedő kalapú gombához hasonlít.

Erek, idegek. A hímvessző dorsalis oldalának középső barázdájában bőr alatti fasciája alatt egy nagyobb vena halad, a vena dorsalis penis. Ezt szokatlan módon két oldalán egy páros arteria kíséri (*a. dorsalis penis*). Az arteriák az a. pudenda végágai, a vena symphysis és a diaphragma urogenitale közötti részen keresztül beömlik a prostata előtti nagy vénás fonatba. A két arteriától oldalt még két elég nagy bőrideg halad, a n. dorsalis penis. Ezek az idegek látják el a glans nagy érzőideg-végkészlőkeit.

A corpora cavernosa penis mélyén a középsíkhöz közelebb két nagy arteria halad még: az *aa. profundae penis*. Az erek elágazódásairól az erectio mechanizmusánál szólnunk.

Finomabb szerkezet. A penis mikroszkópi metszetén kis nagyítással könnyű felismerni a két corpus cavernosum penist és az alsó vályúban elhelyezkedő corpus spongiosumot, benne a csillag alakú átmetszetű urethrával (**7/91. ábra**). A penis vékony bőre alatt aránylag erős, körkörös simaizomréteg a herezacskó tunica dartosára emlékeztet. Hidegben ez és a cavernák falainak simaizomzata okozza a penis erős összezsugorodását. A bőr alatti kötőszövetet egy rugalmas rostokban és simaizomsejtekben bővelkedő laza fascia penis képviseli, amely biztosítja a penis bőrének mozgékonyágát. A tunica albuginea tömött kollagénrostos szövet kevés rugalmas rosttal.

A corpus cavernosumok szövetét a tér minden irányában haladó hálózatosan összefüggő, ún. trabeculák képezik, amelyek bővelkednek simaizomsejtekben. Felszínüket mindenütt endothel borítja, amely így tökéletesen kibéleli a trabeculák között fennmaradó üregek (*cavernák*) falát. Jól felismerhető, hogy a központi cavernák tágabbak, gerendáik durvábbak, a periphéria felé a cavernák kisebbek lesznek, és a tunica albuginea felszínével párhuzamosan ellapultak. A cavernák üregeit vér tölti ki.



Created by XMLmind XSL-FO Converter.

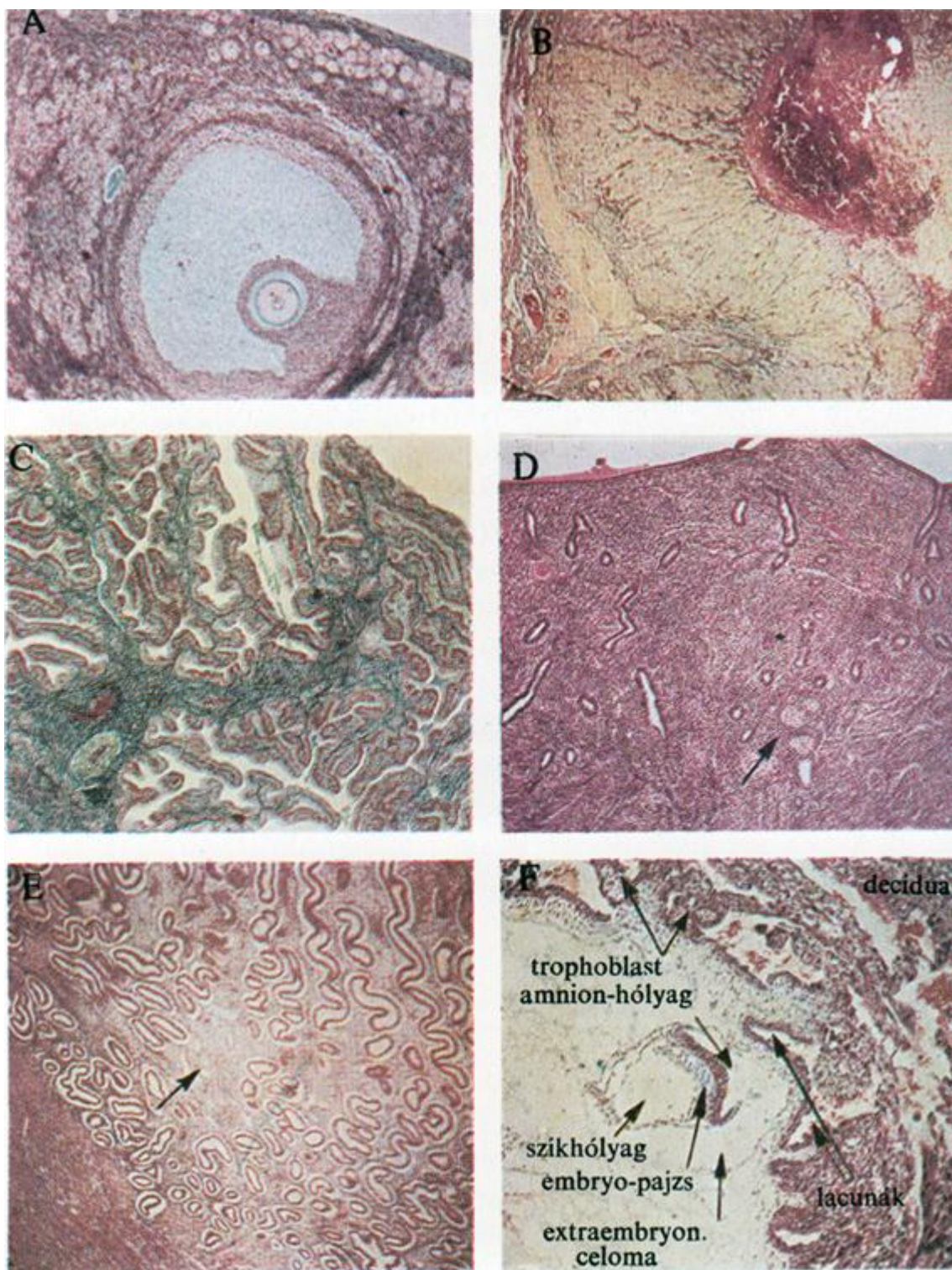
mesovaricusán túl csak igen keskeny csíkban húzódik rá a petefészekre, és fehéres zegzugos vonal alakjában (*Farré-féle vonal*) helyt ad az ovarium felszínét borító egyrétegű hámnak. Az ovarium felszíne serdületlen leányban sima, a menstruatio megindulása után szaporodó heges behúzódások jelentkeznek rajta, amelyek száma folyton nő, és a 45–50 év között fellépő menopausáig az ovariumot a számos behúzódás göröngyös felszínűvé teszi. – Az ovariumnak nincsen saját kivezető csöve.

Érellátása bőséges, a margo mesovaricus mentén két arteria koszorú alakú anastomosisa biztosítja. Felülről a hasi aortának az a. renalis magasságából leszálló ága, az a. ovarica, az a. iliaca externát felülről keresztezve lép be a kismedencébe, és az ovarium felső pólusa felé húzódva ráncba emeli a hashártyát (*lig. suspensorium ovarii*). A név helytelen, mert nem szalag, hanem inkább redő, plica. A mesovariumnak az ovariumon való tapadása mentén összetalálkozik egy, a méh felől jövő kisebb arteriával (*ramus ovaricus a. uterinae*). Ebből az anastomosisból lépnek be az ovariumnak a margo mesovaricuson levő hilusába az erek. A vénák és a nyirokerek ugyanezen a két úton, vagyis az arteriák kíséretében vezetődnek el.

Belső és finomabb szerkezete (7/92. ábra, A). Az ovarium szövettani metszetén fel lehet ismerni a borító köbhámot, amelyet helytelenül csírahámnak is szoktak nevezni. A petefészek belső állományát nagyjából a sejtdús, de sejt közötti állományban szegény kötőszöveti stroma képezi. Az ovarium centralisabb elhelyezkedésű és a hilussal közlekedő velőállományában a stroma kevésbé sejtdús, inkább sok eret tartalmaz. A kéregállomány orsó alakú sejtjei változó irányú hossz tengelyeikkel hullámszórt-örvénylő rajzolatot hoznak létre. Az ovarium kéregállományában nagy számban találunk nagyobb gömb alakú sejteket, amelyeket egyetlen réteg lapos hámsejt vesz körül. Ezek az elsődleges tüszők (*folliculi ovarii primarii*). Ezek száma már három-négy hónapos leánymagzatban megállapodott, a két ovariumban összesen kb. 400 ezer. Ilyenkor ezek nagyobb központi sejtjei még a spermatogoniumokkal egyenértékű *oogoniumok*.

Az alapvető különbség a spermiogenesis és az oogenesis közt itt az, hogy míg a spermatogoniumok ún. szaporodási szakasza az egész élet során tart, a nőnemben ez a szaporodás a harmadik magzati hónap végével befejeződik. A petesejtek fejlődésében a növekedési szakasz rendkívül elnyúlik, és nem is választható el élesen az érési szakasztól. Már a magzati élet során az oogoniumok nagy része kissé megnő, és az első meiotikus osztódás profázisába kerül, majd ebben a stádiumban megállapodik. Így a petefészekben található elsődleges tüszők többsége nem az oogonium, hanem az *oocyta* kategóriájába osztandó. Az oogoniumot, illetve oocytát körülvevő egyetlen lapos hámréteg az *epithelium folliculi*.

Tüszőérés. A nemi érés ideje felé a hypophysis nagyobb arányban kezd ún. gonadotrop hormonokat termelni. Ezek közül a folliculusstimuláló hormon (FSH) hatására az elsődleges tüszők epithelium folliculija eleinte köb, majd hengerded alakot vesz fel, sőt a hámsejtek szaporodása folytán előbb két-, majd többrétegűvé válik. Az így kialakult hámsejtréteget *granulosahámnak* nevezik. Közben az oocyta is tovább nő, mintegy az elsődleges tüszőben levő sejtek kétszeresére. Ilyenkor a tüszőt már másodlagos tüszőnek nevezzük. A további tüszőérés során a granulosahámban félhold alakú, folyadékkal (*liquor folliculi*) telt üreg (*cavum folliculi*) keletkezik (7/92. ábra, A). A folyadék felszaporodásával a tüsző erősen kitágul, a granulosasejtek rétege ellaposodik, csak egy helyen emelkedik be dombszerűen az üregbe; ebben a dombban fekszik az oocyta. A dombot *cumulus oophorus*-nak nevezik. Az oocytát elég vastag, szerkezet nélkülinek tűnő hártya, a *zona pellucida* veszi körül. A zona pellucida körül több sorban elhelyezkedő granulosasejtek alkotják a *corona radiatát*. Ezeket a tüszőket *folliculi ovarici vesiculosinak* nevezik. Az érőfélben levő tüszők az ovarium felszínét hólyagszerűen elődomborítják. – A folliculus növekedése kapcsán a stromának a folliculust körülvevő része, a *theca folliculi* is változásokat szenved. Ennek belső rétegének (*theca interna*) a sejtjei epitheloid jellegűt öltönek, és bőséges capillarishálózatuk fejlődik. A theca külső rétege inkább kötőszövetes jellegű, ereiben szegényebb (*theca externa*). Mindezek a változások a hypophysis-FSH hatására jönnek létre. A folliculusok – különösen azok theca internája – FSH hatására maguk is hormont termelnek; ez az ösztrogén. Ez a hormon felelős elsősorban a másodlagos női nemi jelleg kialakulásáért. Egyúttal azonban az ösztrogén a vérpálya útján visszahatva a hypophysisre, azt egy másik hormon, a luteinizáló hormon (LH) termelésére serkenti.



7/92. ábra. A női nemi szervek szöveti szerkezetének áttekintő táblája (F: POTE, Kóronctani Intézet anyagából). A: ovarium (macskából), a kéregben számos elsődleges tüsző közepén egy közel kifejlett másodlagos tüsző (az emberi petefészek szerkezete kevésbé ad jó áttekintést, hiányzik belőle a másodlagos tüszőktől jobbra és balra látható hám jellegű ún. interstitialis szövet); B: corpus luteum lupenagyítással; a tekervényes mirigytesttől jobbra még látszik a corpus hemorrhagicum véralvadéka; C: tuba uterina ampullaris részének nyálkahártyaredő-labyrinthusa (Pasini-festés: a kötőszövet kék, a hám ibolyáspiros színben); D: méhnyálkahártya, a proliferációs stádium kezdete; a nyíllal jelzett helyen a nyálkahártyába belépő kanyargós arteriolák néhány átmetszete, alul a simaizomfal látható; E: méhnyálkahártya, a secretiós stádium kezdete; dugóhúzószerű mirigycsövek, a nyíllal jelzett helyen kanyargós arteriolák átmetszetei; a simaizomfal a bal alsó sarokban látható; F: frissen beágyazódott (kb. 14 napos) emberi pete

Ovulatio. Az LH az ovariumra kettős hatású. Egyrészt előidézi a legfejlettebb tüsző megrepedését. A repedésen keresztül a folliculus elég nagy nyomás alatt levő folyadéka hirtelen kiáramlik a szabad hasüregbe, és magával ragadja a cumulus oophorusban levő oocytát, amely épp ekkor fejezi be első meiotikus osztódását. A hasüregbe bekerült ovum felületét a granulosa-hám sejtei corona radiata alakjában veszik körül. A szabad hasüregből az ovum azonnal bekerül a méhkürtnek a petefészek felső pólusára visszahajló hasüregi nyílásába, és megkezdí vándorlását a méh felé. A tüsző megrepedése és a petesejt kisodródása az ovulatio. A kiürült tüsző falából, feltehetőleg a tüszőfolyadék ellennyomásától hirtelen felszabadult theca interna ereiből kis vérzés indul meg, s ez a vér a tüsző üregét lazán kitölti (*corpus haemorrhagicum*). Az összeesett tüsző falát képező granulosa-hám hullámos rétegben veszi körül ezt a kis véralvadékot. Az LH második hatása részben a granulosa-sejteket, részben a theca interna kötőszöveti eredetű epitheloidsejteit burjánzásra és egy hormontermelő szervvé való átalakulásra készíti. A sejtek hatalmasan felpuffadnak, és élénksárga színű zsírnemű anyagokat tartalmaznak. A folliculus helyén kialakuló hormontermelő szerv neve ezért sárgatest (*corpus luteum*), termelt hormonja pedig a progeszteron (7/92. ábra, B).

A corpus luteum további sorsa. Ha a tüszőből felszabadult petesejt nem termékenyül meg, a sárgatest csupán mintegy tíz napig fejlődik, kb. 2 cm átmérőt ér el, azon túl a hypophysis nem termel elég LH-t a sárgatest működésének fenntartására. Ennek következményeként tíz nap után a sárgatest nem termel elég progeszteront a pete befogadására elkészült méhnyálkahártya fenntartására, és ez a menstruatio keretében leöklődik. A corpus luteum sejtei hamarosan teljesen elfajulnak, és helyüket fehéres heg foglalja el (*corpus albicans*). – A petesejt megtermékenyülésekor a sárgatestnek ez az elfajulása nem következik be, mert a beágyazott pete trophoblastsejtjei hamarosan egy LH-hoz hasonló hatású anyagot a koriongonadotropint termelik, amely a sárgatest további fenntartását biztosítja. A terhesség harmadik hónapjára a sárgatest kb. 5 cm átmérőre nő meg. Ezután kezd sorvadni, akkorra azonban a placenta már elég progeszteront termel a terhesség fenntartására. Nem tisztázott, hogy ebben milyen szerepe van egy harmadik hypophysis-gonadotrop hormonnak: a luteotrop hormonnak (LTH vagy prolaktin).

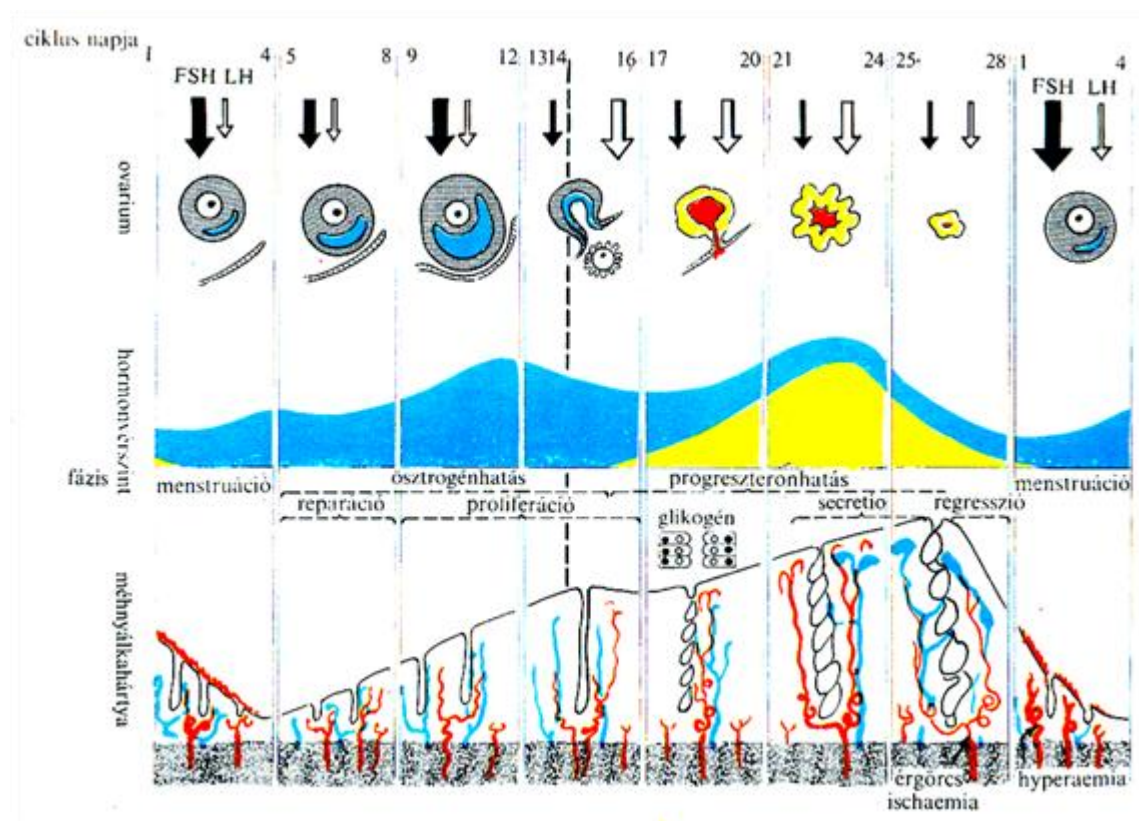
Ovulációs ciklus. Normális viszonyok között minden 28 napban egy ovulatio következik be, és a két petefészek ebben általában felváltva vesz részt. Az ovulatio eme ciklusosságát az említett hormonok: mégpedig az agyfüggelék-mirigy által termelt FSH, LH (esetleg LTH) és a petefészek által termelt ösztrogén és progeszteron bonyolult és egymás őrítését részben kiváltó, részben gátló kölcsönhatásával hozza létre. A ciklus időtartamát a különböző hormonhatások kifejlődésének időállandói, illetve az ovariumban létrejövő szöveti változásokhoz szükséges idők, tehát a szabályozásban szereplő tényezők „tehetetlensége” határozza meg. A ciklus létrejöttében nem elég az agyfüggelék-mirigy és az ovarium, hanem bizonyos köztiagi idegközpontok (hypothalamus) is szükségesek. Az ovariumhormonok ugyanis nem közvetlenül hatnak az agyfüggelék-mirigyre, hanem inkább ezekre az idegközpontokra.^{39/39}

- ◆ 1. A menstruatio elején csökkent ovariumhormon-szintek felszabadítják a hypophysist gátolt állapotából, és az nagyobb mennyiségű FSH-t termel.
- ◆ 2. Az FSH folliculusok érését idézi elő, melyeknek belső thecája ösztrogént termel az FSH és kis mennyiségben elválasztott LH hatására.
- ◆ 3. Az ösztrogén általános hatások mellett a méhnyálkahártya proliferációs fázisát okozza, és kb. két hét után olyan szintet ér el, amely kiváltja a hypophysisből nagyobb mennyiségű LH őrítését.
- ◆ 4. LH előidézi a tüszőrepedést és működő sárgatest kifejlődését a felszabadult petesejt tüszőjében.
- ◆ 5. A corpus luteum által termelt progeszteron a méhnyálkahártya ún. progestationalis vagy secretiós fázisát váltja ki és tartja fenn, egyben a magas ösztrogénvérszinttel egyetemben a hypothalamus közbejöttével gátolja az FSH termelését.
- ◆ 6. Az LH termelése egy ideig (10–12 napig) a tüszőrepedés után még kielégítő, de ezután a csökkent FSH-termelés folytán lecsökkent ösztrogénvérszint következtében, és részben a progeszteron gátló hatására gyorsan csökken, és nem tudja fenntartani tovább a sárgatestet funkcionáló állapotban.
- ◆ 7. Az ennek következtében kevesbedő progeszterontermelés és a már előzőleg csökkent ösztrogénszint mellett a felépült méhnyálkahártya nem tartható fenn, és bekövetkezik a menstruatio.
- ◆ 8. A csökkent ovariumhormon-szintek felszabadítják a hypophysis FSH-termelését, és a ciklus ismétlődik.

^{39/39} E mechanizmus anatómiai alapjait a köztiagi leírása során tárgyalandó hypothalamo-hypophysealis rendszerben fogjuk vázolni.

A női genitális ciklus és hormonális összefüggései megértéséhez különböző állatok ún. ösztrusciklusának tanulmányozása szükséges; ezeket lásd az élettan megfelelő fejezeteiben.

Ellentétben a legtöbb emlősállat ciklikus vagy szezonális aktivitásával (oestrusok), emberben ilyen ciklicitás nem vagy csak határozatlan nyomokban mutatható ki. Ez nyilvánvalóan az ember környezetéhez való alkalmazkodása. Az ember környezete már nem természetes, hanem társadalmi úton kialakított mesterséges környezet, amelyben a szexuális aktivitás ilyenemű szabályozása biológiailag értelmetlen lenne.



7/93. ábra. Ovarium- és méhnyálkahártya-ciklus időbeli lezajlása és az ovariumhormonok vérszintjével való összefüggése (az ösztrogén kék, a progeszteron sárga színnel). A ciklus 24. napja után meg nem termékenyült pete esetén a corpus luteum visszafejlődik. A fekete nyilak nagysága a hypophysis elülső lebenye által minden 4 napos időszakban leadott folliculusstimuláló hormon (FSH), a fehér nyilaké az ugyanezen időben leadott luteinizáló hormon (LH) mennyiségét jelzi. A méhnyálkahártya ereinek alakulásait az ábra sémásan jelzi: figyeljük meg a ciklus 27-28. napján bekövetkező érgörcsöt a regressziós fázis során

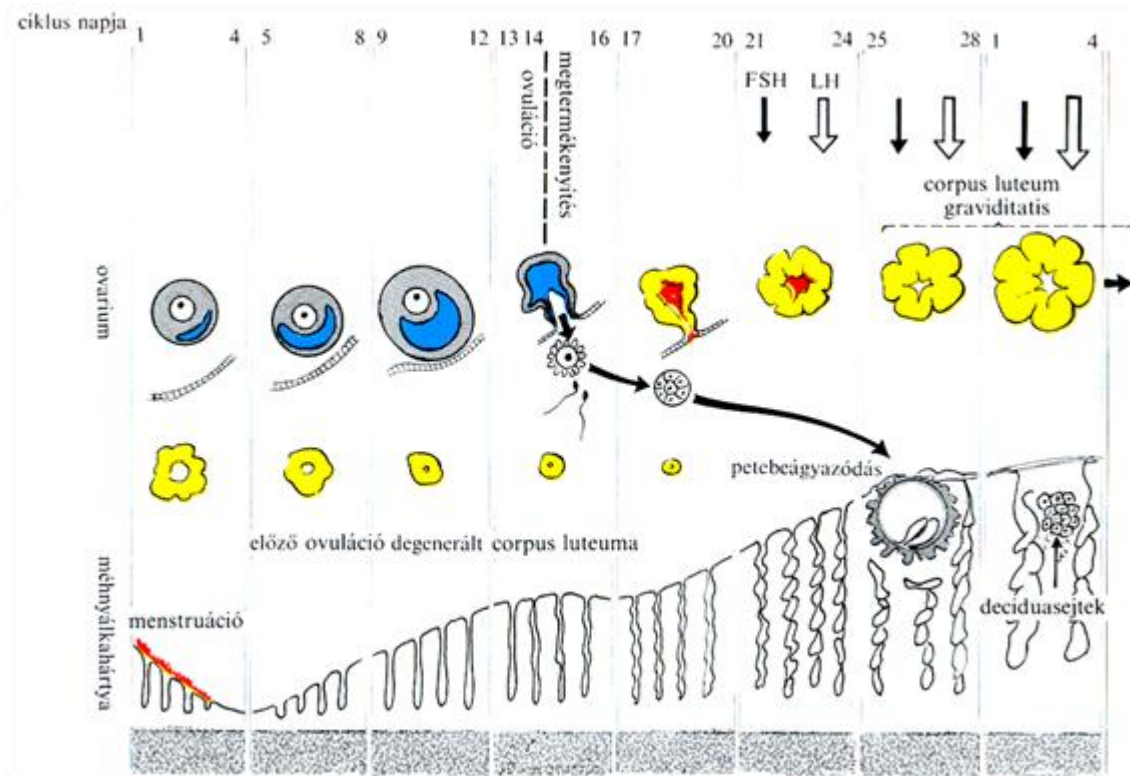
Logikusan felvetődik a kérdés, hogy a hímekben miért nincs genitális ciklus, amikor a hypophysis ugyanazokkal a hormonokkal, FSH-val és LH-val szabályozza a gonád működését. Ennek oka egyrészt az, hogy a hím gonád nem két, hanem csak egy szteroid jellegű sexualhormont, az androgént termeli. Másrészt az experimentális endokrinológia módszereivel kimutatták, hogy az újszülött heréje által már termelt androgén véglegesen megváltoztatja azoknak a hypothalamicus idegközpontoknak az érzékenységét, amelyeknek a női ciklusban, mint említettük, szerepük van a sexualhormonok a hypophysis-hormonok termelésére való gátló visszahatásában.

Ezért ha hím állatot kasztrálunk, és a here helyébe petefészket ültetünk be, az soha ciklicitást nem mutat. Ha ellenben újszülött hím állatot kasztrálunk, és ebbe ültetnek be petefészket, az később rendes ciklust fog mutatni.

Az ovarium és a méhnyálkahártya közötti funkciós összefüggéseket a méhnyálkahártya szöveti szerkezetének leírása során két sémában mutatjuk be. Az egyikben a petesejt nem termékenyül meg (7/93. ábra), a másikban a megtermékenyült petesejthez kapcsolódó változásokat látjuk (7/94. ábra).

A petesejt érési osztódásai és további sorsa. Mint már említettük, az első érési (meiotikus) sejtosztódás a profázisig a legtöbb elsődleges tüszőnél már késői magzati korban eljut. Ez az osztódás azonban csak az érett tüszőn, körülbelül a tüszőrepedés idején fejeződik be. Eredményeként nem két egyenértékű sejt keletkezik,

hanem a plasma túlnyomó része az egyik leánysejtbe kerül (ez marad a petesejt), a másik leánysejtbe csak minimális plasma és sejtorganelum kerül (ez a sarki sejt vagy *polecyta*).



7/94. ábra. Ovarialis és méhnyálkahártya-ciklus időbeli lezajlása megtermékenyítés és a pete beágyazódása mellett (a sárgatest továbbfejlődik). A fázisbeosztás egyébként azonos a 7/93. ábrával. Figyeljük meg, hogy az FSH és főleg az LH secretiója nem csökken, hanem ellenkezőleg: nő az eredeti ciklus végén

A második érési osztódás csak megtermékenyítéskor a petesejtbe behatoló spermium ingerére zajlik le, hasonló módon. Ennek az osztódásnak az eredménye a kész petesejt és egy másodrendű sarki sejt. Egyes állatokban még az első sarki sejt is végez egy osztódást, tehát a két redukciós osztódás összeredménye három sarki sejt, amelyeknek további szerepük nincsen, és egy érett petesejt, mindegyikük 23 chromosomával, amelyek közül az egyik X-chromosoma. A nő rendes chromosomáinak száma ugyanis 44+XX; a többi chromosomapárhoz hasonlóan a két X-chromosoma közül az egyik anyai, a másik apai eredetű.

A petesejt a tüszőből kiszabadulva, azonnal bekerül a méhkürt hasüregi nyílásába, és a méhkürtben megkezdí kb. ötnapos vándorlását a méh felé. Valószínűleg csak néhány óráig, illetve legfeljebb egy napig marad megtermékenyíthető. Ezen túl hamarosan elfajulásnak indul, néhány barázdálódásszerű osztódást még végez, de ezután hamarosan szétesik. Megtermékenyülése esetén a pete további sorsát az általános fejlődésben vázoltuk.

A petesejt időben korlátolt megtermékenyítőképességén alapult az egy ideig elég általánosan gyakorolt ovulációs naptárra épülő születésszabályozás. A sexualis magatartás nehezen kontrollálható pszichikus és egyéb tényezők mellett sikertelenségét részben az magyarázza, hogy a hímivar-sejtek legalább 48 óráig megtermékenyítőképesek maradnak, de főleg az is, hogy kevés nő ciklusa elég szabályos ahhoz, hogy az ovulatio idejét biztosan meg lehessen állapítani (lásd a nőgyógyászatban).

Folliculusatresia, anovulatoricus ciklusok. A két petefészekben rendelkezésre álló 400 000 elsődleges tüsző közül, mint láttuk, legfeljebb 400 érhet meg teljesen és repedhet meg. Az érés különböző stádiumaiban levő tüszők degenerációnak esnek áldozatul; ezt a folyamatot nevezik folliculusatresianak. A legfeltűnőbbben az érett tüszőknél jelentkezik; ugyanis az egy ovulációs ciklusban megérő több tüsző közül általában csupán egy reped meg, a többi egy bizonyos stádiumon túl már nem várhatja be a következő ovulációt. Az atresia az epithelium folliculi sejtjeinek elfajulásával kezdődik. A cumulus oophorus szétesése hamar megmutatkozik, végül fibroblastok hatolnak be, és kötőszövettel helyettesítik a széteső folliculus szövetét.

A menstruatio, illetve menstruációs jellegű vérzések nincsenek szigorúan ovulációhoz kötve. A vér ösztrogénszintjének csökkenése elég lehet egymagában ilyen anovulatoricus vérzés létrehozására. Újabban megállapították, hogy egészséges nőkben, elsősorban a pubertás körül és a menopausa előtti időben, az ovulációs ciklusok között elég jelentős számban anovulatoricus ciklusok is előfordulnak.

4.2.3.2. Petevezeték

A **petevezeték** vagy **méhkürt** (*tuba uterina*) 10–13 cm hosszú, erősen redőzött nyálkahártyával bélelt, izmos falú cső, mely a méhfenék két oldalsó kiszögelléséből szűk csatornaként eredve, mindinkább kitágulva az ovarium felső pólusára visszahajolva, a szabad hasüregbe nyílik.

A háromszögletű méhüreg oldalsó sarkaiból ered az ostium uterinum tubae uterinaeval, a kezdeti egy centiméternél valamivel hosszabb szakasza: a méh vastag falát átfúró szűk (1 mm-es) járat (*pars uterina*). Az uterust elhagyva mint önálló cső halad oldalirányba a medence oldalfala felé. E körülbelül 3–4 centiméter hosszú szakasza még mindig elég szűk (*isthmus tubae uterinae*), majd a medence oldalfalán felszálló része fokozatosan tágul; ez az ampulla tubae uterinae. Az ampulla a petefészek elülső széle előtt halad felfelé, majd ennek felső pólusa fölött hátrafelé visszahajlik, és rojtos szélével körülvelt tölcészerű véggel (*infundibulum tubae uterinae*) borul rá az ovarium felső részére. Az infundibulum mélyén találjuk a számos nyálkahártyaredő közt összeszűkülő, de eléggé táglékony hasüregi nyílását (*ostium abdominale tubae uterinae*).

Az infundibulum szélét képező rojtok (*fimbriae tubae*) közül egy hosszabb az ovarium felszínéhez is rögzül. A fimbriákon hajlik át a tubát bélelő nyálkahártya a tubát kívülről borító hashártyába.

A nő hashártyaürege tehát nem zárt, hanem a tuba nyílásán keresztül közlekedik a genitalis csatorna üregével, és ennek útján a külvilággal is.

Hashártyaviszonyok, érellátás. A tuba uterina intraperitonealis szerv, amely a széles méhszalag felső szabad szélében foglal helyet. A széles méhszalag legfelső, a mesovarium tapadása feletti részét mint tubakettőzetet (*mesosalpinx*) el szoktuk különíteni. A mesosalpinx két lemeze között a tubán való tapadásuknál az ovariumnál leírtakhoz hasonló koszorú alakú arteriás anastomosis van; egy az a. ovaricából eredő és egy a méh testéről oda felfutó kisebb arteria között (*rami tubarii*). E koszorú alakú anastomosis látja el arteriás ágakkal a méhkürtöt. A vénák hasonló módon rendeződnek el részben a v. ovarica, részben a méh vénás fonatai felé.

Falszerkezete. A tuba nyálkahártyája igen erősen redőzött, mégpedig nem egyszerű, hanem többszörösen elágazó redőkkel bír. Ezek átmetszetben bonyolult faágszerű rajzolatot képeznek (7/92. ábra, C). Különösen az ampulla redőzete bőséges, és szinte teljesen kitölti a tuba üregét, amely így bonyolult labirinticus résrendszerre redukálódik. Az isthmus redői egyszerűbbek, kevésbé elágazódók. A nyálkahártyát borító hám egyrétegű csillószerű hengerhám. A csillós sejtek között szép számmal találni csilló nélküli secretoros sejteket is. A hám magassága és a csillós sejtek száma a vér ösztrogénkoncentrációjától függ; az ovulatio körül éri el maximumát, a menstruatio kezdetére a hám ellapul, és felületéből csilló nélküli, bunkó alakú magvú sejtek emelkednek ki. Ezek valószínűleg a hámból kilökődő pusztulófélben levő secretoros sejtek. A csillók a hasüregi nyílás felől a méh felé csapkodva a méh felé irányuló nyálkaáramlást tartanak fenn. A nyálkahártya tunica propria vékony kötőszöveti lemez, és nem tartalmaz mirigyeket. Az izomfal két egymástól jól el nem választott, belső körkörös és külső hosszanti simaizomrétegből áll. A tubát kívülről savós hártya, a hashártya borítja, ennek szerkezete megegyezik a savós hártyák szerkezetével.

Fejlődés. A tuba uterina hámja a később említendő Müller-cső származéka.

4.2.3.3. Méh

A **méh** (*uterus*) körteidomú, előlről hátrafelé (természetes helyzetében inkább felülről lefelé) összelapított, szűk üregétől eltekintve, tömör simaizomszerv. A két tubabenyílás felé háromszögletűen kiszélesedő testet (*corpus uteri*) és hengerded, keskenyebb nyakat (*cervix uteri*) különböztetünk meg rajta.

Nem szült ivarérett nőn a két rész hosszaránya 45 (*corpus*): 25 (*cervix*) mm, összesen 70 mm; szült nőnél az uterus valamivel nagyobb marad 55 (*corpus*): 25 (*cervix*) mm arányban, összesen 80 mm. A cervix és a corpus határán a méh külső oldaláról egyiktől sem elhatárolható, de a méh ürege leírásában lényeges, aránylag szűk közbülső rész van (*isthmus uteri*). Améhnek a két tuba benyílás közötti domború végét *fundus uterine* nevezik. A méh nyaka beletüremkedik a hüvely felső végébe, amelynek fala boltozatszerűen (*fornix vaginae*) visszahajolva tapad a cervixen. A hüvelyhez (*vagina*) való viszonya szerint két részt különböztetünk meg a cervixen: a hüvely feletti (*portio supravaginalis cervicis*), illetve a hüvelyen belüli, félgömböszerűen

bedomborodó részt (*portio vaginalis cervicis*).⁴⁰A *portio vaginalis* közepén harántul ovális gödör mélyén harántréssel nyílik az uterus ürege (*ostium uteri*).

Üreg. A *cavum uteri* a testben harántul elhelyezkedő lapos, háromszögletű résszerű üreg. A háromszög két oldalsó csúcsát a tubák benyílásai (*ostium uterinum tubae*) képezik, ezeket a fundus felé gyengén domború vonalként köti össze az üreg felső (elülső) határa. A háromszög alakú üreg alsó (hátsó) csúcsa a corpusnak az isthmusba való átmenetét jelzi. Azt a helyet, ahol az uterus ürege az isthmus csatornájává összeszűkül, belső méhszájnak nevezik (*orificum uteri internum*; az új nomenklátúra elhagyta ezt a nevet). Gyakorlati szempontból lényeges, hogy az isthmusra eső nem egészen 1 cm hosszú csatornaszerű méhüregrészt szövettani szerkezete szerint a méh üregéhez tartozik, és a terhesség 3. hónapjától kezdve felnyúlva, belevonódik a táguló méhüregbe. Később a szülésnél a méhnek ez a szakasza mint ún. passzív szakasz speciálisan fontos szereppel bír. A *cervix uteri* területén a méh ürege haránt irányban orsószzerűen ismét kitágul, majd a külső méhszájnál megint beszűkül. Ez a kb. 2,5 cm hosszúságú nyakcsatorna (*canalis cervicis*), amelynek alsó (hüvelyi) nyílása többször szült nőkön már nem képes eredeti méretére beszűkülni, hanem repedezett szélű harántrésként mutatkozik a *portio vaginalis*on.

A méh helyzete és topográfiája. A méh a medence üregének közepében foglal helyet a mögötte levő végbél és az előtte levő húgyhólyag között. A külső méhszáj körülbelül a két *spina ischiadicá*t összekötő vonalban helyezkedik el. A méh helyzetét eme általános pozícióján belül a méh előrehajlása és a hüvelyhez viszonyított előredőlt helyzete határozza meg. Álló nőn ugyanis a hüvely a függőlegeshez viszonyítva mintegy 30–40°-kal hátrafelé dőlő helyzetben van. A hüvely felső végébe benyúló méhnyak majdnem függőlegesen helyezkedik el, azaz a hüvelyhez képest előrefelé dől (*anteversio uteri*). Az isthmus tájékán a méh tengelye megtörik, és a méhtest a nyakhoz képest előrefelé hajlik (*anteflexio uteri*). A méh tehát normális körülmények között *anteversio-anteflexio* helyzetében van. A méh *corpusa* ennek megfelelően a hólyagra borulva, megközelítően vízszintes helyzetben fekszik. E helyzet természetesen függ a hólyag és a végbél teltségétől: telt hólyagnál a méh teste felemelkedik, üres hólyagnál eleje jobban előrebukik, de fundusa mindenképpen – normális helyzet mellett – előretekint. A méh laposabb és rövidebb alsó felszíne a húgyhólyaggal, domborúbb és hosszabb, felfelé tekintő felszíne a kismedencét kitöltő vékonybélkacsokkal és esetleg a *colon sigmoideum* medencei hajlatával érintkezik. A végbéllel csupán a *cervix portio vaginalis*a a hüvely hátsó falán keresztül jut kapcsolatba.

Minden olyan esetben, amikor a hüvely felől nem lehet vagy nem célszerű vizsgálni az uterust, a végbél felől lehet tapintani a *portio vaginalis*t.

Hashártyaviszonyai. A méh a medencebéli zsigerekhez hasonlóan részben *infraperitonealis* szerv, azaz alulról emelkedik be a hashártyaüregbe. Annymint beemelkedik azonban, hogy testét teljesen, és hátoldalán a nyaka *supravaginalis* részét is beborítja a hashártya. A medence oldalfaláról *frontalis* állású hashártyakettőzet halad a méh oldalsó éléhez, majd a kettőzet lemeze szétválva, közrefogja a méhet, és átmegegy a szemben haladó másik kettőzet két lemezébe. E lemezek felső, illetve a méhtest előredőlt helyzete folytán elülső szabad szélében fut a *tuba uterina*.

A kettőzet két lemeze a méhnyak magasságában szétválk, és előre-, illetve hátrafelé haladva borítja be a medence fenekét, illetve a rajta levő képződményeket, majd a medence falának fali hashártyájába megy át. Az egész kettőzetet széles méhszalagnak (*lig. latum uteri*) nevezik.⁴¹ A széles méhszalag hátsó, a méh dőlése miatt felfelé tekintő lemeze másodlagos kettőzetet képez az ovarium számára (*mesovarium*).

A széles méhszalagnak a *mesovarium* tapadása feletti részét *mesosalpinx*nak nevezzük. A tapadás alatt fennmaradó nagyobb része a *mesometrium*.

A hashártya lefutásáról a legvilágosabb képet a medence *sagittalis* metszetéről nyerjük. Ezen kitűnik, hogy a húgyhólyag hátsó (felső) falát borító hashártya e felszín és a hólyagfundus határán visszahajlik a méh isthmusának tájékára, és a méh izomfalával szorosan összenőve, borítja be a méhtest alsó felszínét, majd a funduson átkanyarodva, a felső felszínét. Tovább haladva hátrafelé, majd lefelé kanyarodva, ugyanúgy beborítja az isthmust és a *portio supravaginalis cervicis*t, majd még beborítja a hátsó hüvelyboltozatot is, és csak innen, meglehetősen mély gödör képzése után hajlik vissza a végbél elülső felszínére.

A méh előtt és mögött tehát a hashártyának két nevezetes gödre keletkezik:

⁴⁰Minthogy a nőgyógyászati vizsgálatban az orvos leggyakrabban és legközvetlenebbül ezt a részét vizsgálja, közönségesen használt neve: *portio*.

⁴¹A medencéből a széles méhszalaggal együtt kiemelt és kézzel szétfeszített női genitális komplexus repülő denevérré emlékeztet. Vesalius igen találóan nevezte el a széles méhszalagot *ala vespertilionis*nak, denevérszárnynak.

♦ 1. Az elülső, az *excavatio vesicouterina*. Ez kevésbé jelentős, és a méh normális helyzete mellett más szerv nem is kerül bele. A méh és hólyagfal itt közvetlenül érintkeznek egymással;

♦ 2. A hátsó, az *excavatio rectouterina* jóval mélyebb, és jelentős anatómiai tény, hogy a hashártya itt a hüvely hátsó boltozatát beborítja, tehát egy olyan szervet, amely kívülről közvetlenül megközelíthető. Az *excavatio rectouterinát* általában az alsó ileumkacsok töltik ki.

Az *excavatio rectouterina* (Douglas-üreg vagy hashártyagödör) mind álló, mind fekvő nőn a hashártyaüreg legmélyebb pontja. Ide gyűlik tehát mindennemű izzadmány (savó, genny) vagy vér az alsó hasüregi szervek megbetegedéseiben. Aránylag egyszerű sebészi beavatkozással – ún. Douglas-punctio – a hátsó hüvelyboltozat felől akár diagnosztikai célból meg lehet győződni az *excavatio* tartalmáról, akár onnan kóros izzadmányt le lehet bocsátani vagy szívni.

A méh rögzítőkészüléke. Régi keletű vita volt különböző anatómiai és nőgyógyásziskolák között, hogy a méh helyben tartásáért milyen anatómiai tényezők felelősek. Régebben a méh szalagkészülékét tartották fontosabbnak, és a méh helyzeti rendellenességeit korrigáló műtéti beavatkozásokat erre alapozták. Ma általában két rögzítő tényező csoportról beszélnek:

♦ 1. a méh nagyobbára szalagos *függesztőkészülékéről* és

♦ 2. a medencefenék izomzatával összefüggésben levő *támasztókészülékről*.

A **függesztőkészülék**hez tartozó szalagok a következők:

Lig. teres uteri. Páros szalag, amely az uterus fundusától (a tuba benyílása előtti területről) ered, redőszerűen kiemelve a széles méhszalag elülső lemezét a canalis inguinalis belső nyílásához fut, majd azon áthaladva a nagy szeméremajkak bőr alatti kötőszövetében vész el. A *lig. ovarii propriummal* együtt, amelynek voltaképpen folytatása, a here gubernaculum testisének megfelelő képződmény (lásd a nemi szervek fejlődésében). A nem terhes méh rögzítésében lényeges szerepe nemigen lehet, bár bizonyos mértékben hozzájárulhat a corpus uteri vízszintes, a húgyhólyag felett mintegy lebegve tartásához. A terhesség alatt hatalmasan megerősödött méh „lehorgonyzásában” lehet szerepe.

Plica rectouterina. A méh nyakának supravaginalis részéről a rectum oldalához hátra és felfelé húzódó hashártyaredők, amelyek az *excavatio rectouterinát* kétoldaltól határolják. Régebben úgy képzelték, hogy a benne levő simaizommal átszőtt és a sacrumig húzódó szalag lényeges mechanikai tényezője a méhnyak függesztésének. Ma nem tartják jelentősnek.

Valószínűleg a legjelentősebb kötőszöveti készülék mechanikai szempontból is a *parametrium*. Régebben az anatómiai leírások itt valóságos harántszalagról beszéltek (*lig. transversum* vagy *lig. cardinale uteri*), tényleges szalagról azonban nem szólhatunk, hanem inkább laza kötőszöveti rendszerről, amely a méhnyak oldalsó széleit a széles méhszalag itt már széttérő lemezei között a medence oldalfalával, elsősorban a m. piriformis belső felszínén elhelyezkedő plexus ischiadicus kötőszöveti hüvelyével, a *lig. sacrospinosummal* és *sacroterobosummal*, valamint a m. levator ani felső felszínét borító fasciával köti össze. Bár ez elég laza kötőszövet, és nem a szó szoros értelmében vett szalag, mégis összességében ez a kötőszövet igen jelentős mechanikai rögzítő tényezőt képvisel. Valóban, a méhnyak a méh aránylag legjobban rögzített része, és helyzetváltozásához csak a következőkben leírandó támasztókészülék elgyengülése szokott vezetni. Orvosi jelentősége a parametriumnak mégsem mechanikai szerepében van, hanem abban, hogy benne futnak a méh erei és nyirokere. Sajnálatos jelentőségét különösen az adja, hogy a portio vaginalis és a méhnyak rákjai, melyek a leggyakoribb rákos megbetegedések közé tartoznak, a betegség bizonyos szakaszában betörnek a parametriumba, és ezen keresztül eléri a medence oldalfalát, különösen a rajta levő plexus ischiadicust. Ilyen stádiumban a betegség általában már nem kezelhető műtétilag, és csak sugaras eljárások jöhetnek szóba.

A **méh támasztókészülékét** a medencefenék izomzata adja. A medence kimenetét elől elzáró diaphragma urogenitale erősen össze van növe a hüvely falával, és az erős hüvelyfal közvetítésével a diaphragma a méh nyakát is alátámasztja. Mindenesetre tapasztalati tény, hogy szülések folytán kitágult hüvelyfal mellett mind az uterus, mind a hólyag hajlamos lesüllyedésre. A méh alátámasztásának másik fontos izomtényezője a m. levator ani. Ez nincs ugyan összenöve a rajta áthaladó hüvellyel, de tonusával rögzíti azt, és felső fasciája, mely a bonyolult fascia pelvis rendszerének egy lemeze, a parametriummal és lejjebb, a hüvely oldalsó falával, mindenütt szorosan összenőtt.

Ezekből érthető, hogy a méh helyzeti zavarait javító modern műtéti eljárások törekvése: a kitágult hüvelyfalak helyreállítása és az ellazult és oldalfelé széttért m. levator szárák medialis széleinek (fasciákkal együtt való)

egyesítése a középvonalon a végbél és a hüvely között, ti. a m. levator ani két (jobb és bal) fele közötti normális keskeny sagittalis rés (levatorrés) helyreállítása.

A méh érellátása és beidegzése. A méh vérereit az a. és a v. iliaca interna ágrendszerével kapcsolatosan ismertettük. Az uterus izomfalának érrendszere igen speciális szerkezetű, maga a simaizomfal nagy része voltaképpen a sűrű érrendszer simaizomzatának önálló rész. Ennek ismertetése azonban meghaladná könyvünk kereteit. Az erek, elsősorban a verőerek, legfontosabb sajátossága rendkívül kanyargós lefutásuk. Ez a jellemvonásuk már nem szült méhen is jelentkezik, de természetesen kifejezettebbé válik többször szült méhen. A terhesség alatt többszörösére megnagyobbodó, majd a szülés után zsugorodó méh rendkívüli igényeket támaszt az erek alkalmazkodása (kinyúlása, megvastagodása és újra kisebb méretre való összehúzódása) tekintetében. A membrana elastica interna ezt az óriási igénybevételt nem is bírja, hanem minden terhesség után elpusztul, mintegy széttöredezik, és a régi lumenen belül egy új intima és új membrana elastica interna képződik. Újabb terhességnél ez az új intima és elastica interna kell hogy kitáguljon. Néha a fa évgyűrűihez hasonló módon a terhességek és szülések számát fel lehet ismerni a méherek falán.

A méh nyirokereit ugyancsak részletesen ismertettük a regionalis nyirokelvezetés fejezetében.

A méhnek az erek mentén haladó elég bőséges vegetatív idegellátása van. Ennek szerepe azonban a méh erősen hormonális irányítás alatt levő funkcióiban kevésbé tisztázott.

A méhtest és az isthmus finomabb szerkezete. A méh 1–1,5 cm vastagságú falát három réteg képezi:

- ◆ 1. kívül a hashártya (*perimetrium*) borítja;
- ◆ 2. falának legnagyobb részét a vastag izomréteg (*myometrium*) képezi;
- ◆ 3. belső rétege a nyálkahártya (*endometrium*).

A *perimetrium* lényegében hasonlít egyéb savós hátyákhoz, egy mesothelsejtréteg borítja, kötőszöveti lamina propria az izomfal erőssége és aránylagos mozdulatlansága folytán meglehetősen vékony.

A *myometrium* igen bonyolult szerkezetű, látszólag teljesen hálózatos elrendeződésű simaizomtömeg. Csupán a serosa alatt van egy hosszanti subserosus réteg. Ismételten megpróbálták a simaizomzat fő rétegét valamiféle rendszerbe kényszeríteni, de ez eddig nem sikerült meggyőzően. A valóság az, hogy az izomtömeg egy sűrű érfontat (*stratum vasculare*) izomfalaiból önállósodott, filcszerűen összefonódott simaizomtömeg, amelyben az ereken kívül talán nincs is semmiféle rendszer. Az egyes simaizomsejtek igen nagyok nem terhes méhben is (100–200 µm), terhesség alatt hosszuk sokszorosára megnő. A méh terhesség alatti megnagyobbodása azonban nem írható teljesen a sejtek megnagyobbodásának a rovására – azaz kórbonctani szakszóval; nem tisztán hypertrophia, hanem egyben új simaizomsejtek keletkezésével is jár, tehát hyperplasia is. Az új simaizomsejtek feltehetőleg differenciálatlan mesenchymasejtekből lesznek. A szülés utáni átrendeződés (gyermekágyi involutio) a méh simaizomsejtjei egy részének elpusztulásával és a többi megkisebbedésével jár.

Endometrium. A méhnyálkahártya egyrétegű magas hengerhámval bélelt, amelynek sejtjei közül egyesek csillókkal bírnak. A lamina propria nem a szokásos erős kötőszöveti lemez, hanem rostokban igen szegény, rendkívül sejtűs kötőszövet, amelyet jobb egyszerűen stromának nevezni. Ebbe a stromába a hámból egyszerű csöves mirigyek nyúlnak be. Ezek végei eléri a méh simaizomfalát; falukat hengerhám képezi. Submucosa a méhben nincsen, a méhnyálkahártya közvetlenül felfekszik a simaizomrétegre, sőt annak egyenetlenségeibe be is nyomul.

A méhnyálkahártya menstruációs ciklusa. Huszonnyolc napos menstruációs ciklust véve alapul, a ciklust az alábbi fő fázisokra oszthatjuk (7/93. ábra). A menstruáció kezdetétől számított

- ◆ 1–4. nap a menstruációs fázis,
- ◆ 5–16. nap az ösztrogénhatás fázisa,
- ◆ 17–28. nap a progeszteronhatás fázisa (progestationalis fázis).

A ciklus leírását logikusabb azonban az ösztrogénhatás fázisának leírásával kezdeni. A 28 napos menstruációs ciklust konvencionálisan tekintik normálisnak, de az ettől eltérő ciklushosszok (21–32 nap) sem tekinthetők kórosnak. Az eltérő ciklushosszal a fenti fázistartamok is változnak, de nem egyszerű arányossággal; e

részletekre azonban itt nem térhetünk ki. Az ovulatio a 14. napra, tehát a ciklus közepére tehető, de a 16. nap előtt eredményes progeszteronhatás nem lehet.

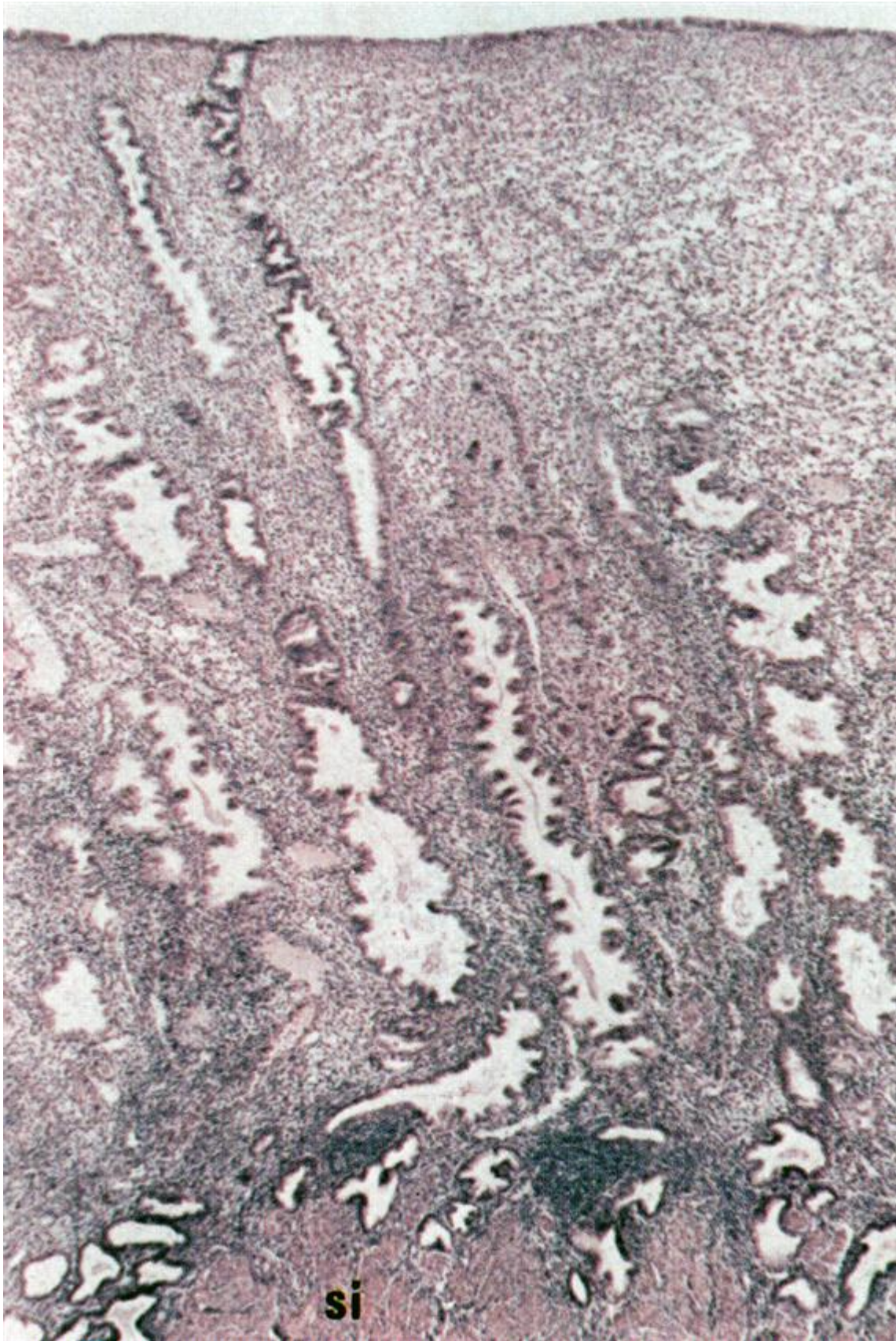
Az ösztrogénhatás fázisa. A menstruatio során elpusztult a méhnyálkahártya legnagyobb része, elsősorban felületesebb kétharmada. Csupán a mélyebb, ún. basalis nyálkahártya maradt meg. Csöves mirigyei a részben hámmentes felületen szájadzanak, bár egyes leírók szerint a felületi hámból legalábbis szigetszerű területek a menstruatio alatt megmaradnak. A hypophysis FSH-tól stimulált érő tüszők által termelt ösztrogén hatására néhány nap alatt a méhnyálkahártya hámborítéka helyreáll, részben a megmaradt mirigycsővekből, részben a felületi hám megmaradt részleteiből. Hamarosan a stroma regenerációja is megindul. Az ösztrogénhatás eme korai szakaszát reparatio szakasznak is nevezhetjük. Ezt hamarosan követi egy proliferatívnak nevezhető szakasz, amelyben a regenerálódó és vastagodó stromaszövetnek megfelelően a mirigyek, hámjuk gyors sejtszaporodása mellett, meghosszabbodnak (7/92. ábra, D). Az ösztrogénhatás fázisának végére a méhnyálkahártya 2-3 mm vastagságúra nő meg, és mirigyei kevés híg váladékot ürítenek.

Aprogeszteronhatás fázisában⁴²42a mirigyeknek főleg középső szakasza még tovább proliferál, és bár a nyálkahártya tovább vastagszik, hossznövekedésük gyorsabb, ezért dugóhúzószerűen felcsavarodottá válnak (7/92. ábra, E). A korai progeszteronhatás fázisában a csöves mirigyek hámjában a mag és a sejt basisa közt glikogén jelenik meg. A stroma szövet közti folyadékban gazdaggá válik. A későbbi, ún. secretiós szakaszban, a mirigyek hatalmasan kitágulnak, belfelületük szabálytalanul cafrangossá válik a secretio különböző állapotaiban levő sejtek folytán (7/95. ábra). A glikogén a sejtek lumen felőli oldalára kerül, és onnan ürül a secretummal. A stroma sejtei megduzzadnak, valósággal epitheloid jelleget öltenek, plasmájuk glikogénnel és lipoidokkal telt. Ez a stromasejtek decidualis reakciója, mely azonban teljes kifejlődéséhez csak a pete megtermékenyülésekor a megnyúlt luteinisációs fázis során jut el. A progeszteronhatás vége felé – a ciklus 25–27. napján – valószínűleg a csökkenő ösztrogén- és progeszterontermelés hatására, a secretiós stádium maximumán 4-5 mm vastagságúra megduzzadt méhnyálkahártya regressiós folyamaton megy át (regressiós fázis), kissé elvékonyodik, és stromájába leukocyták vándorolnak be.

A **menstruációs fázis** megértéséhez előbb meg kell ismernünk a méhnyálkahártya érellátását. Az izomzatból az endometriumba belépő arteriolák kétféleségét kell megkülönböztetnünk. Az egyik csoport az endometrium basalis rétegében capillariskra oszlik; ez a menstruációs ciklus során nem mutat változásokat. Az arteriolák másik csoportja bonyolult kacsakaringós hajlatokat képez (7/92E és 7/93. ábra), majd csak ezek után száll fel az endometrium felülete alá, ahol szökökütszerűen szétágazva oszlik tág sinusszerű capillariskra, melyek a méhnyálkahártya felületi kétharmadát látják el. A regressiós fázis során az arteriolák kanyarulatai még fokozódnak, és falukban elfajulás jelenségei lépnek fel.

A menstruatiót bevezetően faluk hosszan tartóan görcsösen összehúzódik. A menstruatiót tehát voltaképpen a méhnyálkahártya vértelensége (ischaemiás szakasz) vezeti be. A méhnyálkahártya ezzel egy időben egészen elfehéredik. Egy idő után az érfalak görcse oldódik, és épp ellenkezően: vérbőségi szakasz (hyperaemiás szakasz) alakul ki. Ekkorra azonban a regressio során már sérült és a tartós vértelenség (oxigénhiány) folytán még jobban károsított szövetek nem bírják a fokozott vérátáramlást, az erek felszakadoznak, és előbb a méhnyálkahártya felületi szövetei közé, majd a sérült felületi hám hézagain keresztül az üreg felé vérzés indul meg. A kanyarult arteriák egy idő után újra összehúzódnak vagy ürterük alvadással elzárul, és az előzőleg vérrel átitatott, majd újólág oxigénhiányba kerülő méhnyálkahártya felületi kétharmada elfolyósodik, és vérrel kevert szövettörmelék, secretum, szövet közti nedv stb. alakjában mint menstruációs váladék távozik. Az erek distalis részei is teljesen elpusztulnak, és elfolyósodva bekerülnek a menstruációs váladékba. Csupán abban nem értenek egyet a kutatók, vajon a felületi hám is teljesen elpusztul-e, vagy pedig legalábbis egy része megmarad, és visszafekve a megmaradt basalis réteg alapjára, oda visszánő. A menstruatio oka az ovariumnál mondottak szerint is hormonhiány, ti. az ösztrogén és a progeszteron vérszintjének kritikus átmeneti leesése. – Ezt követően a ciklus 4. napján újra jelentkező ösztrogénhatás újra megindítja a nyálkahártya reparációját.

⁴²42 Nem szabad azonban elfelejteni, hogy ilyenkor nagy mennyiségű ösztrogén is van a vérben, tehát voltaképpen főleg a fázis első részében közös ösztrogén- és progeszteronhatásról van szó.



7/95. ábra. Uterus nyálkahártyája a secretiós fázis tetőfokán (hematoxilin-eozin festés, 300-szoros nagyítás; Törő I. gyűjteményéből). Felül látható a nyálkahártya szabad felszíne, alatta az aránylag compactabb és már decidualis sejtekkel telt felületi nyálkahártyaréteg. Mélyebben a dugóhúzszerűen felcsavarodott, metszetben

szagatott szélűnek tűnő secretummal telt mirigyek a nyálkahártyát szivacsossá teszik. A mirigycsövek végei az alul látható simaizomfal (si) felületébe kissé benyomulnak

Megtermékenyítés esetén (7/94. ábra) a hypophysis által leadott FSH és főleg az LH mennyisége nem csökken, ellenkezőleg: az utóbbi nő (lásd az élettanban). Ennek következtében a corpus luteum nem sorvad, a méhnyálkahártya regressiója és menstruációs összeomlása elmarad, s ellenkezőleg, decidualis átalakulása tovább halad előre.

A cervix finomabb szerkezete. Régebbi leírások szerint a cervix corpushoz hasonlóan simaizomból épülne fel, mégpedig elsősorban circularis rostokból. Újabb megállapítások szerint a cervix falszövetének csak igen kis része (15%) simaizomszövet. Az állomány zöme erek és kollagénszövet, valamint jelentékeny mennyiségű sejt közötti állomány. A cervix alapvető funkciója a szülés közben néhány óra alatt alig néhány milliméter átmérőjű csatornából az érett magzatot átbocsátó széles kapuvá való kitágulás. Alig képzelhető el olyan simaizom-mechanizmus, amely ennek az igénynek meg tudna felelni. Inkább képzelhető, hogy hormonhatásokra a kötőszöveti alapállomány, sőt kollagénrostok is olyan konzisztenciaváltozáson mennek át, hogy a corpusizomzat fokozatos összehúzódása a cervix kötőszöveti elemeinek részben megnyúlásával, részben átrendeződésével kitágítja a méhszájat.

A méhszáj tágításában közrejátszó és a szülészetben megismerendő egyéb tényező a magzat feje előtt a magzatburok zsákszerű kitüremkedésében lezárt magzatvíz egy része, az ún. „elővíz”.

A cervixben levő simaizomzat szerepe e megfontolások szerint az volna, hogy a szülés után elősegítene a méhszáj összehúzódását és a cervix helyreállítását, amihez persze szükséges a cervix kötőszövetes rendszerének átrendeződése és közben újjaalakulása is.

A cervix nyálkahártyája a corpus és az isthmus nyálkahártyájától abban különbözik, hogy mirigyei jóval nagyobbak, elágazók, hájuk mucinszerű váladékot termel. A cervix magas hengerhámja szintén számos mucintermelő sejtet tartalmaz, csillós sejt elég kevés található. A nyálkahártya nem vesz részt a menstruációs ciklusban. A cervixnyálkahártya által termelt nyák csap alakjában kitölti a méh nyakcsatornáját. Bár a nyák meglehetősen tömör, mégis átjárható a spermiumok számára.

Baktériumok számára általában nem járható át a csap, tehát effektív zárat képez behatoló fertőzés ellen. Kivétel a gonorrhoea kórokozója, mely ép nyákcsap mellett is be tud jutni a nyakcsatornába.

A cervix hengerhámja az ostium uteri tájékán éles vonallal megy át a portio vaginalis uterit borító többrétegű, el nem szarusodó laphámra. Ez a határ néha kissé kivándorol a portio vaginalis felszínére; ennek gyakorlati jelentőségéről a nőgyógyászai hallunk.

Az uterus fejlődése. Az uterus hámja és mirigyei a kétoldali Müller-cső caudalisan egyesült szakaszából fejlődnek ki. A fal többi részét alkotó kötőszövet és simaizomzat a környező mesenchyma származéka.

4.2.3.4. Hüvely

A **hüvely (vagina)** a női copulációs szerv, közösüléskor a penist fogadja magába. Ide ürül a hím nemi váladéka: az ondó. 7–9 cm hosszúságú, előlről hátra összelapított, mintegy 2–3 cm szélességű izmos falú cső, mely megközelítően a medence tengelyében halad; álló nőt a függőlegeshez viszonyítva 30–40°-kal hátrafelé dől. Felső részébe 70°-os szögben előredőlt tengellyel nyomul be a méhnyak portio vaginalisa.

A hüvely fala, mint már említettük, boltozatszerűen fordul vissza a cervixre, és a kettő közötti tengelyeltérésből kifolyóan a hüvely elülső fala mintegy 1,5 centiméterrel rövidebb. Ennek boltozata a sekélyebb elülső hüvelyboltozat (*fornix vaginae anterior*). Jóval magasabbra nyúlik fel a hátsó hüvelyboltozat (*fornix vaginae posterior*), amelyet az excavatio rectouterina mélyén a hashártya beborít. Két sekélyebb oldalsó boltozattal hajlik át a hüvely a méhnyak oldalsó felszínére, ezek azonban mégis nevezetesebbek arról, hogy közvetlenül fölöttük húzódik előrefelé a két ureter, amelyek azután még szorosabban ráfeksznek az elülső hüvelyboltozat oldalsó részére, mielőtt benyílnának a hólyag fundusába.

A hüvely elülső és hátsó falán párhuzamosan fekvő felfelé nyílt V alakú vonalakban redőzött a nyálkahártya; a két fal egymással lap szerint összefekszik. Az elülső fal felső része a hólyagfundus trigonum vesicae-jével lazán fekszik csak össze, lejjebb a húgycsővel mind szorosabban összenő, és a diaphragma pelvisen való átlépésüknél a két fal már nehezen választható szét. A hátsó fal a hátsó hüvelyboltozatnál közvetlenül érintkezik a végbéllel, de lefelé a két szerv eltér egymástól; a végbél alsó része hátrahajlik, a hüvely pedig előre- és lefelé húzódik. A köztük keletkező lefelé tekintő bázisú, ék alakú terület a szűkebb értelemben vett gát.

A hüvely lefelé a kis szeméremajkak között hosszúkás üregbe, a *vestibulum vaginae*ba nyílik. Nyílását szűzeket vékony nyálka-hártyaredő, a szűzhártya (*hymen*) szűkíti. Ez igen változatos alakú; leggyakrabban félhold alakú, előretekintő homorulattal körülfogott nyílással (*hymen semilunaris*) vagy néha diaphragmaszerű, gyűrű alakú lemez, középső nyílással. Az első közöszülésnél a hymen kisebb vérzés kíséretében megreped, szülés után csak a hüvelynyílás körül gyűrű alakban vagy ívben rendezett kis nyálkahártyacsomócskák jelzik a helyét.

Igazságügyi orvostani jelentősége van a hymen különböző alakulásainak gyermekleányon elkövetett erőszakos nemi cselekmények gyanújakor.

Véréllátás, nyirokelvezetés, beidegzés. Az arteriás vért a hüvely az a. uterinából (a. vaginalis) és az a. pudenda internából kapja. A vénás vér a hüvely körül kialakuló plexus vaginalisba szedődik össze, és így jut a v. iliaca internába.

A nyirokerek részben az aa. iliacae körüli nyirokcsomókba, részben a felületes inguinalis nyirokcsomókba vezetnek.

A hüvely beidegzését a méhvel közös fonatból kapja. Az idegrostok a parametriumban haladnak, mielőtt a beidegzendő szervekhez eljutnak.

Szöveti szerkezete. A hüvely falára már felületes megtekintésre is jellemző, hogy a falát borító hám kivételével világos rétegződés nem ismerhető fel. A mucosa lamina propriája tökéletesen összeszővődik a simaizmokban bővelkedő falréteggel. Mindkét réteg igen bőven tartalmaz elasticus és kollagén rostokat. A rostok irányát nem könnyű meghatározni, mert azok az izomrostozattal együtt bonyolult hálózatot képeznek. Ez a falszerkezet, különösen a submucosa hiánya, tökéletesen megfelel a hüvely meglehetősen erős mechanikai igénybevételének részben közöszüléskor, de elsősorban szüléskor. A filcszerűen összeszővődött fal megakadályozza a rétegek egymáshoz viszonyított lap szerinti elmozdulását, ami réteges szervnél mindenképpen bekövetkeznék.

A nyálkahártyát többrétegű el nem szarusodó laphám borítja. A hámot kevés kúpos kötőszöveti papilla rögzíti a kötőszöveti alaphoz. A hám középső rétegeitől kezdve a sejtek sok glikogént tartalmaznak, amely közönséges szövettani eljárásoknál kioldódik; ezért e sejtek feltűnően világosak.

A hüvely hámja hormonhatásokra reagál. Ezt használják fel a menstruációs ciklus, illetve kísérleti állatokban az oestrusciklus stádiumainak a hüvelyváladékból vett kenet segítségével való megállapítására.

Fejlődés. A hüvely hámja endodermális eredetű, a sinus urogenitalis származéka. A bonyolult és egyes részleteiben még nem teljesen ismert fejlődési folyamatra még visszatérünk.

4.2.3.5. Külső női nemi szervek

A **külső női nemi szerveket** (*partes genitales feminae externae*) lényegében a gáttájék nyílrányú hasadéka a **szeméremrés** (*rima pudendi*) alkotja, melyet két oldalról két bőr alatti zsírszövetből duzzadó bőrredő, a **nagy szeméremajkak** (*labia majora pudendi*), és ezen belül két keskenyebb és rövidebb bőrredő, a **kis szeméremajkak** (*labia minora pudendi*) zárnak közre.

A nagy szeméremajkak szélesen erednek a symphysis tájék alsó részén egy a symphysis előtt levő dombszerűen kiemelkedett bőrterületről. E terület a *mons pubis*, bőrét erősen fejlett bőr alatti zsírszövet emeli ki még egyébként gyenge bőr alatti zsírpárnával bíró egyéneknél is. E területet 12–13 éves korban túl másodlagos nemi szőrzet fedi, melynek felső határa a másodlagos szőrzet mentes hasfal felé nőies alakra jellemzően domború vonal. Férfias alakra jellemző a fanszőrzetnek a has középvonalában való felterjedése legalább a köldökig. A nagy szeméremajkak külső felszínét szintén másodlagos szőrzet fedi, de ez hátrafelé fokozatosan gyérül. Hátra a két nagy szeméremajkat haránt bőrredő (*commissura labiorum posterior*) köti össze a szorosabb értelemben vett gát bőre előtt.

Párhuzamos combok mellett a nagy szeméremajkak a szeméremrészt zárva tartják, széthúzásukkor láthatóvá válik a rima pudendi. Ebben előlről hátrafelé a következő részletek láthatók. Legelől, kb. 2 centiméternyire a szeméremrés kezdete mögött egy csuklyaszerű bőrredővel (*preputium clitoridis*) fedett borsó nagyságú, gyengén elszarusodott, nyálkahártyaszerű bőrrel borított csomócskát látni; ez a glans clitoridis. Ennek alsó felszínéről egy hasonlóan alig elszarusodott vékony bőrredő indul el (*frenulum clitoridis*), amely hamarosan kettéválk, és egyesülve a preputium clitoridis hátrafelé húzódó szárával, átmegy a kis szeméremajkakba. A kis szeméremajkak keskeny, tavikagyló héjához hasonló idomú sagittális állású bőrredők, amelyek a szeméremrés hátsó csaknem kétharmadát zárják közre, de rendszerint nem érnek a commissura labiorum posteriorig, hanem a

hüvelynyílás hátsó széle mögött egy kisebb bőrredőben összehajtanak (*frenulum labiorum pudendi*). A kis szeméremajkak bőre az ajakpírhoz hasonlóan igen vékony, alig elszarusodott bőr, amely a belső felszínen fokozatosan valódi nyálkahártyába megy át. Színük azonban nem az ajakéhoz hasonló, hanem pigmentált. A kis szeméremajkak által közrefogott tér – amely persze zárt combok mellett nem tér, hanem rés – a vestibulum vaginae. Ide nyílik be a hymen maradványaitól körülvetten a hüvely; a nyílás neve ostium vaginae. A clitoris mögött mintegy 2–2,5 centiméterrel, közvetlenül a vagina nyílása előtt egy, a vagina elülső falán folytatódó, nyálkahártyaléc tetején (*crista urethralis*) nyílik a húgycső külső nyílása (*ostium urethrae externum*).

A kis szeméremajkak belső oldalán egészen tövüknél szinte a hüvelybemenet hátsó részébe nyílnak pontszerű nyílással kétoldalt a Bartholin-mirigyek (*glandula vestibularis major*). Meglevő hymen mellett látható, hogy e nyílások a hymenen kívülre esnek, tehát valóban a vestibulum vaginae-ba nyílnak.

A **csikló**⁴³(*clitoris*) a férfi hímvesszője egy részének megfelelő erectilis szövetekből épül fel. Két szárral (*aura clitoridis*) ered a szeméremcsont és az ülőcsont szárainak találkozásáról, majd a szeméremcsont szára mentén felfelé húzódva a kétoldali crus clitoridis egymás felé convergál, és a symphysis alatt összenő, de innen mindjárt kampószerűen lefelé is hajlik. Az egyesült részt *corpus clitoridis*-nek, a szeméremrés elején megjelenő gömb alakú véget *glans clitoridis*-nek nevezik. Belső szerkezete a férfi corpus cavernosumaihoz hasonló, de az egész szerv csökevényes, erectiója is csökevényes, a clitoris jelentős alak- és méretváltozásával nem jár.

Bulbus vestibuli. A férfi corpus spongiosum penisének megfelelő, de nőben páros képződmény. A kis- és nagy szeméremajak felett helyezkedik el mintegy hozzátapadva a diaphragma urogenitale alsó felszínéhez. Hátsó, bunkósan megvastagodott vége valamivel a hüvelynyílás hátsó körfogata előtt fekszik. Ide illeszkedik mögéje a *glandula vestibularis major*. Előrefelé elvékonyodva, a *frenulum clitoridis*-nek megfelelően, de mélyebben, a két *bulbus vestibuli* keskeny elülső nyúlványa összenő. Ugyancsak összefügg a *glans clitoridis* szövetével. A *bulbus vestibuli* a corpus spongiosum penishez hasonlóan átmenet a cavernosus szövet és a sűrű venás fonat között. Vékony tunica albuginea és ezenkívül egy vékony izom, a m. bulbocavernosus (lásd a gátizmoknál) borítja. Szerepe, hogy mintegy tartást ad a szeméremajkak szövetének, és ezzel hozzájárul a szeméremrés zárva tartásához.

A **Bartholin-mirigy** (*glandula vestibularis major*) a férfi a Cowper-mirigyének ekvivalense. A *bulbus vestibuli* mögött a hüvelynyílás hátsó harmadának megfelelően helyezkedik el, körülbelül babnyi nagyságú.

Tubuloalveolaris mirigy, amely mucinszerűen nyúlós, de mucinreakciót nem adó váladékot secretál. Kisebb mirigyek nyílnak be a vestibulum vaginae-ba; ezek a *glandulae vestibulares minores*.

A húgycsőnyílás körül, valamint a vagina bemenete és a kis szeméremajkak közt nyílnak a vestibulumba. Nagybábára a férfi húgycső Littre-féle mirigyének felelnek meg. A vestibularis mirigyek szerepe, hogy nemi izgalomban benedvesítsék és sikamlóssá tegyék a vestibulum vaginae falait.

A külső női nemi szervek **vércellátását** az a. pudenda interna és az a. femoralis proximalis kisebb ágai (aa. pudendae externae) végzik.

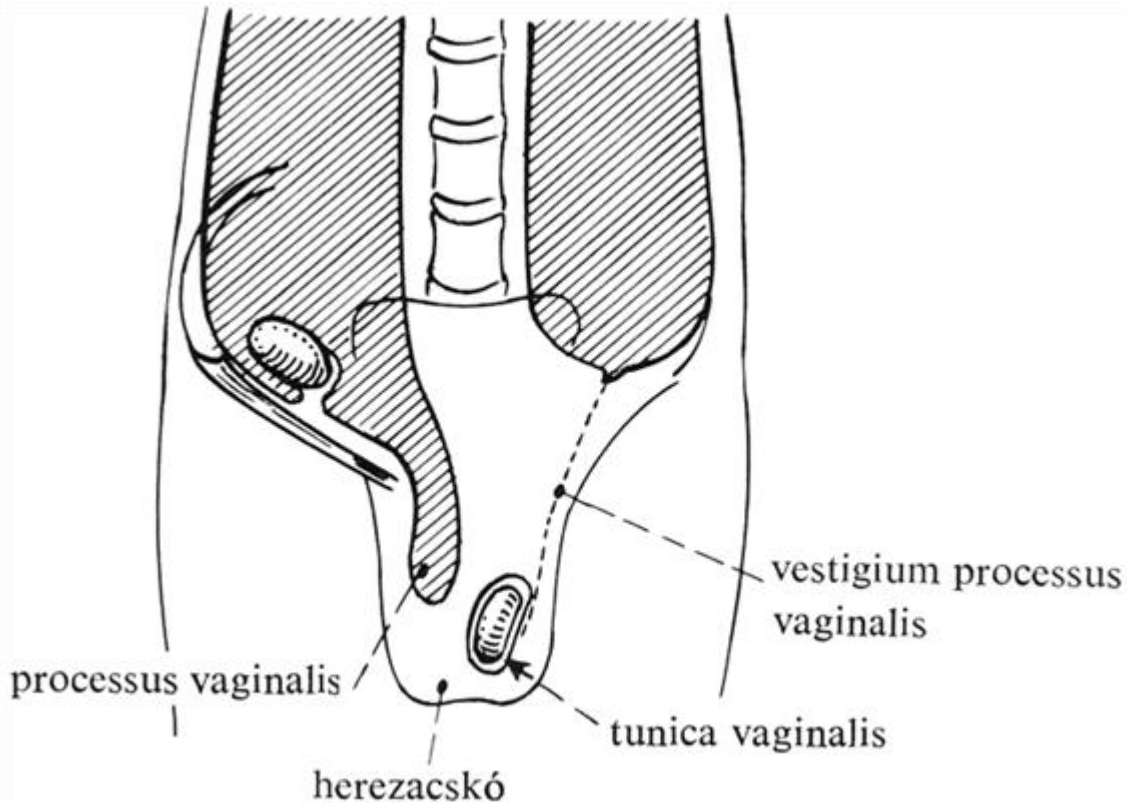
Fejlődés. A külső női nemi szervek fejlődését a következő fejezetben tárgyaljuk.

4.2.4. A nemi szervek fejlődésének összefoglalása

Az előző fejezetekben röviden érintettük a szervek fejlődését, főleg csíralemezre vonatkozó eredetét. Ebben a fejezetben összefoglalóan tekintjük át a fejlődési folyamatot és megemlítünk néhány fejlődési rendellenességet.

A gonadok fejlődése. A gonad fejlődése mindkét nemből ugyanabból az indifferens telepből indul ki, a hátsó hasfali celomahám egy megvastagodásából (*plica genitalis*), amely az ősveseredő (*plica mesonephridica*) medialis oldalán fekszik (**7/96. ábra**). A *plica genitalis* a celomahám és az alatt levő mesenchyma alkotja. Maguk az ősvarsejtek nem ebből a telepből származnak, hanem alacsonyabb rendű élőlényekből vett analógiák alapján következtetve már a barázdálódás korai szakában elkülönülnek a test többi szövetét adó elemektől. Feltételezik, hogy e sejtek a gastrulatio során az endoderma ama részébe kerülnek, amely az utóbél dorsalis falát képezi. Innen vándorolnak át az ősvarsejtek az indifferens gonadtelepbe, melynek elszaporodó és csapok alakjában a telep mélyébe betörő celomahámsejtjei körülveszik az ősvarsejteket.

⁴³43 A „csiklandozni” igéből származtatott magyar neve a szerv eredeti görög nevének helytelen értelmezéséből származik. Eredeti görög értelmezése szerint a szeméremrés zárja.

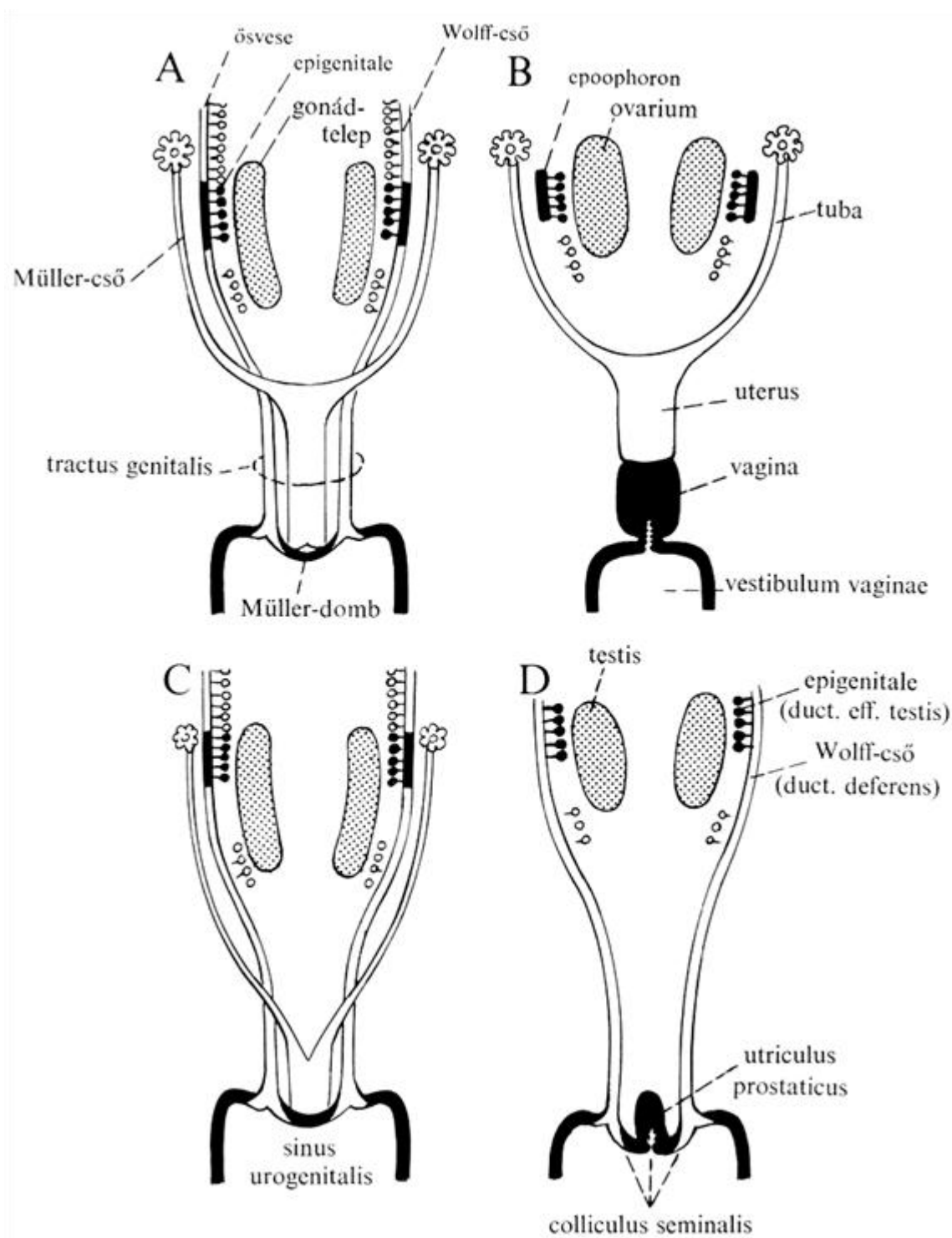


7/97. ábra. Descensus testiculorum sémásan (Fischel nyomán)

A genitális csatornák fejlődése. Mindkét nemben két páros genitális csatornatelep alakul ki. Az egyik a vizeleti szervek fejlődésében már ismertetett *Wolff-cső*, a másik ettől oldalfelé a celomahámnak a 3. mellkasi szelvény magasságában keletkezett burjánzásából kialakult és tölcsérszerűen lefelé növekvő *Müller-cső*. A Müller-cső egészen a medence bemenetének tájékáig a Wolff-cső laterális oldalán húzódik le, itt azt előről megkerülve a medialis oldalára kerül, és a másik oldali Müller-csővel egyesül. Az egyesült Müller-csövek caudalis részei és a mindkét oldalt szorosan hozzáfekvé Wolff-csövek egy közös köteget, az ún. tractus genitalist képezik, és közösen csatlakoznak a cloacának a rectumtól elvált elülső maradványának alsó részéhez, a sinus urogenitalishoz. Ennek hátsó falát a tractus genitalis alsó végét körülvevő kötőszöveti telep dombszerűen kiemeli (*Müller-féle domb*). Ahárom hámsző közül csupán a Wolff-csövek szájadzanak be közvetlenül a sinus urogenitalisba; ezek alkotják férfiban a ductus ejaculatoriiket. Az egyesült Müller-csövek caudalis vége eleinte csak kötőszövetesen nő össze a sinus urogenitalisszal, és csak másodlagosan nő be a sinus urogenitalis felől a hám, létrehozva a hüvely hámtelepét (7/98. ábra).

E mindkét nemben kifejlődő semleges telepből hímnemben – a fetalis here által termelt androgén hatására – a Wolff-cső marad meg mint genitális csatorna. Az epigenitalis (L_{1-3}) ősvese-csőcskék a ductuli efferentes testist szolgáltatják, míg a Wolff-cső e szinthez tartozó része mint ductus epididymidis a mellékhere hámtelepét adja. A Wolff-cső további részei a ductus deferens és alsó vége, az ureter, már leírt leválása után a ductus ejaculatoriust alakítják ki. A here leszállásakor magával viszi a mellékherét és a ductus deferentst a herezacskóba, ez magyarázza a ductus deferens későbbi lefutását a funiculus spermaticusban. A Müller-cső majdnem teljesen elsorvad, csupán a két ductus ejaculatorius között marad meg a sinus urogenitalisból a Müller-cső caudalis vége felé kitüremkedett vaginalemez maradványaként az utriculus prostaticus.

Nőnemben – fetalis androgénhatás hiányában – a Müller-cső marad meg és fejlődik ki maradandó genitális csatornává. Felső tölcsérszerű végéből marad meg a tuba abdominalis nyílása, és leszálló nem egyesült részéből lesz a petevezeték, egyesült caudalis részéből pedig az uterus. A hüvely másodlagosan fejlődik ki a sinus urogenitalis hámtájából a Müller-cső caudalis vége és a sinus közötti kötőszöveti telepbe burjánzó hámlemezéből. Ennek belső sejtfelének felszívódása hozza létre a hüvely üregét. A Wolff-cső a belőle levált végleges ureter kivételével nőben elsorvad. Az epigenitalis ősveserész a Wolff-cső egy kis darabjával mint csőkevényes epoophoron meg szokott maradni. Caudalisabb szakaszai is megmaradhatnak a Wolff-csőnek; ezek ilyenkor a széles méhszalagban leszállyva az ureterus cervixének oldalsó szövetében, majd a hüvely oldalfalában húzódnak le a hüvelybemenet tájékáig. Nevük Gartner-járat.



7/98. ábra. A nemzőcsatorna fejlődése sémásan (Fischel nyomán). A és C: indifferens korai telep Wolff- és Müller-csővel; B: a Müller-cső kifejlődése genitális csatornává nőben; D: Wolff-cső kifejlődése genitális csatornává hímnemben

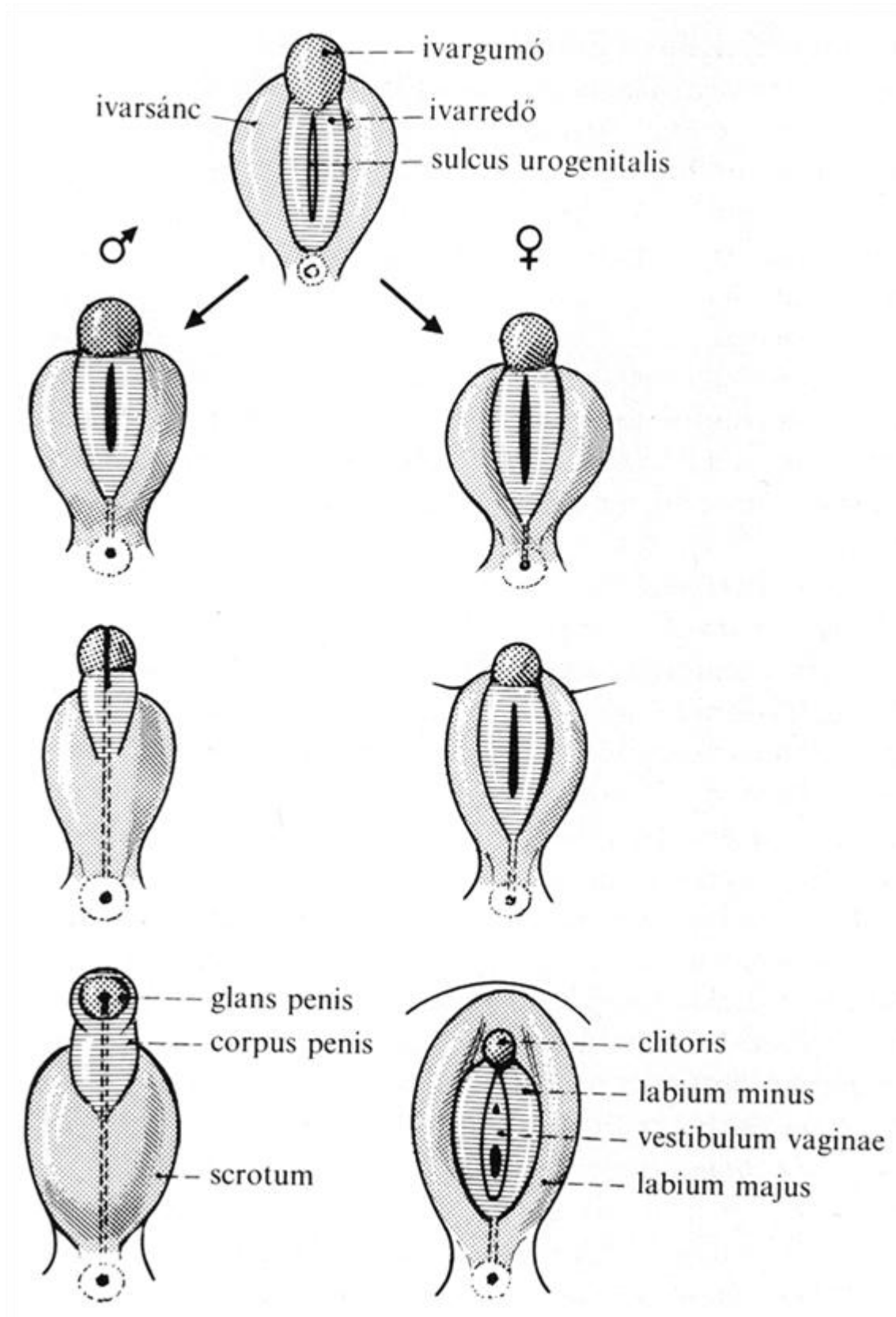
A külső nemi szervek fejlődése. A 2. embryonális hónapban fejlődnek ki a cloacamembránt körülvevő azok a képletek, amelyek az indifferens külső nemi szervek telepét adják. Ezek: ivargumó (*phallusgumó*), ivarredők (*plicae genitales*) és ivarsáncok (*tori genitales*; 7/99. ábra).

Az **ivargumó** a cloacamembrán előtt emelkedik ki, a cloacamembránt körülfogják az ivarredők és tőlük laterálisan az ivarsáncok. A cloacamembrán elülső részének átszakadása összeköttetést teremt a sinus

urogenitalis és a külvilág között (primitív urogenitalis nyílás). Ezt követően a sinus urogenitalis beoltosul az ivargumóba urogenitalis lemez formájában.

A herék által termelt androgénhormonok hatására az indifferens telep férfi irányba fejlődik. Az ivargumó meghosszabbodik, és belőle lesz a penis dorsalis része. Az **ivarredők** az urogenitalis lemez két oldalán húzódva követik az ivargumó növekedését, és így a fejlődő penis ventralis felszínén egy középvonali barázda alakul ki. A barázdát az ivarredők hátulról előre felé terjedő összenövése csatornává, a férfi húgycső pars spongiosájává alakítják. Az összenövés során az urethra külső nyílása egyre inkább a glans felé vándorol. A húgycső utolsó szakasza az ivargumó ectodermális eredetű hámjából alakul ki. A penis barlangos testjei az ivargumó mesenchymájából lesznek. – Az **ivarsáncok** a középvonalban összenőnek és kialakítják a scrotumot.

Androgének hiányában az indifferens telep nő irányba fejlődik. Az ivargumó mérsékelten növekszik, belőle lesz a clitoris. Az **ivarredők** csak dorsalisán nőnek össze (*frenulum labiorum pudendi*), belőlük alakulnak ki a kis szeméremajkak. Az **ivarsáncok** csak ventralis és dorsalis végüknél nőnek össze (*commissura labiorum*), és a nagy szeméremajkakat szolgáltatják. Az ivarredők között található a szeméremrés. A sinus urogenitalisnak az a része, amely az ivargumóba boltosuk be, adja a vestibulum vaginaet.



7/99. ábra. A külső nemi szervek fejlődése. Az indifferent telepből a fejlődés normális körülmények között férfi (bal oszlop) vagy női irányban (jobb oszlop) halad tovább. (Moore nyomán, módosítva)

4.2.4.1. A nemi szervek gyakoribb fejlődési rendellenességei

A fenti hármastagolódás szerint külön kell választanunk a *gonadtelepeket*, a *genitalis csatornák* és a *külső nemi szervek* fejlődési rendellenességeit. A különböző indukáló hatások következményeként a gonadtelepek fejlődési zavara magával vonja a genitalis csatornák és a külső nemi szervek fejlődési zavarait is.

A gonadtelepek fejlődési rendellenességei, *intersexualis állapotok*. ⁴⁴Az ember nemének tényezői a genetikai (chromosomal) meghatározottság, a gonadok, a genitalis csatornák és a külső nemi szervek anatómiai jellege, a hormonképzés, a másodlagos nemi jellegek és a psychosexualis magatartás. Legtágabb értelemben intersexualis állapot néven foglalják össze mindazokat az eseteket, amelyekben a felsorolt tényezők nem képeznek egységes, összehangolt rendszert.

Az intersexualis kifejezéssel igen sokféle és különböző súlyosságú állapotot jelölnek. Ezeknek ma is helytálló vizsgálata csak akkor indulhatott meg, amikor létrejöttek a pontos hormonvizsgálatok módszerei, és kidolgozták a chromosomák vizsgálatának lehetőségét. E terület napjainkban rohamos fejlődésben van, és az orvostudomány speciális szakágazata kezd kialakulni az ilyen zavarok elvi és orvosgyakorlati művelésére. Jelentőségük abból adódik, hogy a pusztán psychosexualis rendellenességektől eltekintve is, az emberek 2-3%-ában fordulnak elő enyhébb vagy súlyosabb formában ilyen állapotok. Fontos igazságügyi és elmekórtani jelentőségük is van ezeknek a rendellenességeknek, hordozóik ugyanis feltűnően gyakran csökkent értelmi képességűek, illetve antiszociális vagy agresszív hajlamokat mutatnak.

A nemet, mint már eddig is láttuk, azt határozza meg, hogy a petét X vagy Y nemi chromosomával rendelkező spermium termékenyítette-e meg. 44+XX chromosomagarnitúra nőnemű, 44+XY chromosomagarnitúra hímnemű magzatot hoz létre. Ez azonban csupán a genetikai nem, és normális chromosomák esetén is a genetikai információ realizálása anatómiai, hormonális és szubjektív nemmé további lépések sorozatán keresztül megy végbe.

A nemi chromosomák meghatározzák a gonad jellegét (here vagy petefészek); a gonadtelep fejlődésének induktora az ivarsejtek bevándorlása. A Wolff-cső fejlődését a fejlődő hím gonad androgénhormon-képzése biztosítja. Egyidejűleg a herékben termelődő Müller-cső fejlődését gátló anyag hatására a Müller-cső elsorvad. Nőben a Wolff-cső fejlődésének fenntartója hiányzik, ezért az eltűnik, és megmarad a Müller-cső. Az indifferens külső nemi szervek nemek szerinti további fejlődését is az androgénhormonok megléte, ill. hiánya biztosítja. A hypothalamus hormonérzékeny sejtcsoportjainak a differenciálódása vezet a ciklikus (nő) vagy aciklikus (férfi) hormontermelés szabályozáshoz (részleteit lásd később).

Mindezek az egymásra épülő folyamatok, kiegészítve más tényezőkkel, beállítják az egyedet az egyik vagy a másik nem irányába. Bármely lépésben, bármely tényezőben bekövetkező hiba intersexualis állapotra vezethet. Nyilvánvaló, hogy minél korábban következik be egy hibás fejlődési mozzanat, annál szélesebb körű lesz a hatása.

Az ivari chromosomák számbeli rendellenességei nélküli esetek.

♦ 1. *Hermaphroditismus verus*. Ez az eset áll fenn, ha az egyén szövettanilag igazoltan herével és ovariummal is rendelkezik, függetlenül attól, hogy ezek épek-e vagy sem. Egyes esetekben a kétfajta struktúra azonos gonadban, az ún. ovotestisben fordul elő. Az esetek kb. 2/3 részében az ivari chromosoma XX, 1/3 részben XY. Az egyén – megjelenésétől függetlenül – azt a nemet szokta elfogadni, amelyben nevelkedett.

♦ 2. *Pseudohermaphroditismus*. Ezen a néven foglalják össze azokat az eseteket, amelyekben az ivari járatok és/vagy a külső nemi szervek nem felelnek meg a chromosomal nemnek és a gonadoknak. Két csoportja ismert:

♦ *Pseudohermaphroditismus masculinus*. A chromosoma összetétele XY, a gonad here jellegű, a külső genitalék női jellegűek. Egyik formája a *Morris-syndroma* vagy *testicularis feminisatio*. (Az angol nyelvű irodalomban gyakran használt neve: *hairless woman*, szőrtelen nő syndroma). A gonad a lágyékcsontról ered, spermiumokat nem képező here. A herék androgént viszont képeznek, de az androgénreceptorok zavara miatt a sejtek androgénrezisztensek. A Müller-cső származékai nem fejlődnek ki. Jellemzőek a férfias

⁴⁴Sokszor, ha a tudomány még nem derített fel egy jelenséget, a művész intuitíve megsejti a lényegét. Ovidius római költő írja le a következő mondát. Élt Káriában, egy tiszta forrásban egy Salmakis nevű nimfa, aki izzó szerelemre lobbant Hermész és Aphrodité fia, Hermaphroditosz iránt. Hogy örökre megtarthassa őt magának, lecsalta a vízbe, és a következő fohással fordult az istenekhez: „Nec duo sunt, et forma duplex, nec femina dici, Nec puer ut possint, neutrumque et utrumque videntur.” E fohásban szinte definíció értékű az az állítás, hogy egyik sem és (mert) mindkettő egyszerre. Ez talán pontosabban is fejezi ki az elváltozás lényegét, mint a ma használatos intersexualitás, vagyis a nemek közti állapot elnevezés.

testméretek, hangsúlyozottan jól fejlett nőies emlőkkel. A másodlagos szőrzet teljesen hiányzik. Nőies külseje miatt teljes értékű nőnek tartja magát az egyén.

♦ *Pseudohermaphroditismus femininus*. Chromosoma-összetétele XX, a gonad ovarium jellegű. Egyik leggyakoribb formája az *adrenogenitalis syndroma*. Oka a mellékvesekéreg túlzott androgénképzése. Ez férfiban nem okoz intersexualitást, csak idő előtti nemi érést (*pubertas precox*). Nőben a tünetek attól függenek, hogy a mellékvese-túlműködés már az embryonalis vagy csak a postnatalis életben indul meg. Az egyén elképzelése a saját neméről – ha a betegség veleszületett – a neveltetéstől függ, bár általában nemét illetően bizonytalan. A neveltetést természetesen meghatározza, hogy születéskor milyennek ítélik meg az újszülött nemét.

Az ivari chromosomák számbeli eltéréseivel járó intersexualis állapotok.

♦ 1. *Klinefelter-syndroma*. A chromosoma-összetétel XXY. A gonad hyalinosan degenerált tubulusokat tartalmazó here, amelyben spermiumok nem képződnek. Az egész testalkat inkább nőies, gyakori az emlőtájék megnagyobbodása (*gynaecomastia*). Az egyén férfinak tartja magát.

♦ 2. *Turner-syndroma-csoport*. Klasszikus formájában a nemi chromosoma összetétele XO. Az ivarsejtek már az embryonalis korban elpusztulnak, és a születéskor a petefészek helyén csak kevés kötőszövet található, amelyben tüszők nincsenek. A belső és a külső női nemi szervek nőiesek, de felnőttkorban is infantilisak maradnak. Gyakran más fejlődési rendellenességgel is szövődik. Az egyén pszichésen labilis, legtöbbször nem tartja magát igazán a nők közé tartozónak.

Számos intersex alkatú egyén hormontermelésének elemzése és eredményeinek pszichológiai és sexualmagatartási megfigyelésekkel való egybevetése arra utal, hogy bár a sexualhormonok határozzák meg a másodlagos nemi jelleget, a szexuális magatartást nem ez determinálja. Ezt igen nagy mértékben az határozza meg, hogy az illető magát milyen neműnek véli. Már a kisgyermekkorban, még az erősebb hormonhatások előtt, nagyon mélyen beépül a tudatba az egyénnek egyik vagy másik nemmel való önidentifikálása.

Ezért is olyan fontos a genetikai nem minél korábban való meghatározása, illetve intersexeknél az összes körülmények figyelembevételével annak eldöntése, hogy melyik nemnek megfelelő viszonyok irányában lehet és célszerű műtéti és hormonális kezeléssel az illető fejlődését és nevelését terelni.

A genitális csatornák és a külső nemi szervek fejlődési rendellenességei. Uterovaginalis fejlődési zavarok.
A Müller-csővek tökéletlen egyesüléséből az uterus kettőzöttségének különböző fokozatai, valamint a hüvely gyakori rendellenességei, legsúlyosabb fokon a hüvely teljes hiánya származhat. Ezekkel szülészeti fontosságuk miatt a szüléset-nőgyógyászatban részletesen foglalkoznak.

A hüvely rendellenes fejlődésére az orvosnak gondolnia kell; enyhébb fokai egyszerű műtéttel megoldhatók, viszont ennek elmulasztása a menstruatio megindulásával a nemi csatorna helyrehozhatatlan károsodását okozza.

A két ivarredő tökéletlenebb egyesülése folytán nem ritkaság, hogy fiúknál a húgycső alsó fala egészben vagy egyes helyeken nyitva marad. Ezt a rendellenességet hypospadiasisnak nevezik. Ha sem az ivarredők, sem az ivarsáncok nem egyesülnek, ez az újszülöttön női nemi szervek látszatát keltheti, és az újszülött téves anyakönyvezését és leányként való felnevelését eredményezheti.

Ezért jogosult főleg a nemzetközi szinten versenyszerűen szereplő sportoló nők orvosi vizsgálata. Ismételten előfordult ugyanis, hogy tévesen nőnek nézett és nevelt, a valóságban azonban rendellenes külső nemi szervekkel bíró férfiak szerepeltek nemzetközi versenyeken nőként. A másodlagos nemi jelleg ilyen esetekben rendszerint kifejezetten férfias.

4.2.5. Gát

A gáton a magyar szó eredeti értelme szerint csupán a női szeméremrés és a végbélnyílás közötti 2–2,5 centiméter hosszúságú bőrterületet, valamint az erről az alapról a hüvely és a végbél közé hegyes ék alakban felfelé terjedő lágyrészeket értjük. A férfin ilyen terület voltaképpen nem definiálható; átvitt értelemben a bulbus penis és a végbélnyílás közötti területet vehetnénk szűkebb értelemben gátnak.

Szülésnél a kitolásban levő magzat a hüvelyt, a medencefeneket és a vestibulum vaginaet kályhacsőkönyökhöz hasonló, a csontos medence parabolászerű tengelyének folytatásába eső szülőcsatornává feszíti szét. A szeméremrés és az ilyenkor szétfeszített végbélnyílás közötti szövet (bőr és mélyebb lágyrészek) az a „gát”,

amely megőrzi a szülőutakat a végbél felé való átszakadástól. A szülés vezetésének elsőrendű törekvése, hogy a lágyrészek épségét megóvja, vagy ha – mint ez igen közönségesen előfordul – nem látszik biztosnak, hogy a gát lágyrészei erősebb roncsolás nélkül kiállják a szétfeszítetést, az orvos megfelelő irányban úgy metszi be a gátat, hogy a szülés után varrattal azt minél tökéletesebben rekonstruálhassa.

Tágabb értelemben gáton az egész medencefeneket értjük, tehát a csontos szalagos medence kimenetét lefelé elzáró lágyrészeket. Az izomtanban a medencefenék néhány izom- és fasciaképződményét, ti. a diaphragma pelvist (*m. levator ani*) és a diaphragma urogenitalét ismertettük. A végbélnyílással és a nemi szervekkel kapcsolatosan számos egyéb részlettel is foglalkoztunk, ezúttal most már csupán a felületes gátizomzatot és fasciákat ismertetjük. A tájék részletes tárgyalása a 9. fejezetre marad.

A tágabb értelemben vett **gát** (*perineum*) rombusz alakú terület, amelyet előlről a symphysis alsó széle, elől oldalt a szeméremcsont és az ülőcsont egyesült szárai és oldalsó szöglei, az ülőgumók, hátsó oldalait a két lig. sacrotuberale határolják. Hátsó csúcsán a farkcsont beugrik, úgyhogy a rombusz valódi csúcsa a keresztcsont–farkcsont határa esik. Az ülőgumókat összekötő harántvonal a gátat hátsó regio analisra, valamint elülső regio urogenitalisra osztja.

Regio analis. A regio analis tekintetében a két nem közt nincsen lényeges eltérés. Összefektetett combok mellett az egész regio analis nem más, mint a farpofák közötti mély résznek a feneke, szétvetett combok mellett az ilyenkor széthúzó két *m. gluteus maximus* közt hátrafelé tekintő csúcsú háromszögletű bőrterületként mutatkozik. Az izomrendszerénél már leírt *m. levator ani* alulról hosszúkas tölcserként mutatkozik, amelynek csúcsán van a végbélnyílás az azt körülvevő sagittalis orsó alakú *m. sphincter ani externus*szal. Csupán a végbélnyílást közvetlenül körülvevő rostjai valóban gyűrű alakúak, a peripheriasabb helyzetű rostok – mint a végbél leírásában már említettük – orsó alakban kötik össze a végbélnyílás mögötti lig. anococcygeumot és az előtte levő centrum tendineumnak nevezett területet, amely több gátizom kötőszövetes összefonódásából alakult ki. Ezek az izmok és a *m. gluteus maximus* és előrébb a *m. obturator internus* belső felszínével kiegészített csontos–szalagos medencefal között mindkét oldalon egy-egy ék alakú gödör (*fossa ischiorectalis*) keletkezik. Ennek medialis falát a *m. levator ani*, lateralis falát pedig a *m. obturator internus* és az annak felszínét borító fascia képezi. Hátrafelé a gödör a *m. gluteus maximus* alsó széle fölé (álló emberben) terjed.

E gödröt egy zsírtest, a *corpus adiposum fossae ischiorectalis* tölti ki. Előrefelé a *corpus adiposum* csőszzerű nyúlványt küld a *m. levator ani* és az alatta levő diaphragma urogenitale közé. Pontosabban ez a nyúlvány a rendelkezésre álló térnek megfelelően háromoldalú hasáb, amelyet a *m. levator ani*, a diaphragma urogenitale és lateralisán a *m. obturator internus* felszíne határolnak. A *fossa ischiorectalis* zsírszövetét a gát bőr alatti zsírszövege felé a vékony *fascia superficialis perinei* határolja el.

Regio urogenitalis. Itt természetesen lényeges különbség van a két nemben. Mégis, ha a külső nemi szervek fejlődéséről mondottakat szem előtt tartjuk, nem nehéz a két nemnél tapasztalt viszonyokat közös nevezőre hozni.

A regio alapját a mélyben (a valóságban álló emberben szemlélve a viszonyokat, felül) a *diaphragma urogenitale* képezi. E trapéz alakú, a szemérem- és ülőcsont szárait áthidaló fasciákból és izmokból álló lemez már az izomtanban ismertettük. Ettől a felület felé két derékszögű háromszöget képező hármis izomcsoport helyezkedik el. A viszonyok egyszerűbbek nőben, ahol a szeméremrés a két izomcsoportot teljesen elválasztja. A szeméremréssel párhuzamosan fut mindkét oldalon a *m. bulbospongiosus*, amely beborítja a bulbus vestibulit, és mögötte a glandula vestibularis majort. Rostjai hátul a *centrum tendineum perinæ* erednek – itt nyolcas alakban összeszövődnek a *m. sphincter ani* rostjaival. A vestibulum vaginae gyenge ívben kerül meg, és elől dorsalis oldalára átfordulva, a clitoris tunica albugineáján tapadnak. Az izomháromszög oldalsó tagja (befogója) a *m. ischiocavernosus*, amely vékony hengerded lemez formájában veszi körül a corpus cavernosum clitoridist; rostjai hátul az ülőcsont alsó szárán erednek, és elől a clitoris tövében tapadnak. A háromszög hátsó oldalát a *m. transversus perinei superficialis* képezi. Ez gyenge, felületes rostnyaláb, amely a centrum tendineumtól oldalfelé a tuber ischiadicum tájékához halad.

Férfiban a viszonyok annyiban különböznek, hogy a két ivarredő összenövése folytán a *m. bulbospongiosus* nem két különálló, hanem egységes, a corpus spongiosum középvonalában csupán egy raphéval elválasztott izomból áll. A *m. bulbospongiosus* rostjai szintén a centrum tendineumon erednek, de csupán a hátsók, az elülsők már a *raphe m. bulbospongiosii*ről erednek a középvonalban. A rostok hátsó része még a húgycső belépése mögött öleli körül a bulbus penist. A rostok többsége a corpus spongiosumnak a húgycső belépése előtti részét veszi körül, de csak úgy, hogy a két konvergáló crus penis belső oldalán tapadnak. A legelülső rostok a penis tövét egészben veszik körül. A *m. ischiocavernosus* hasonló a nőéhez, csak a crus penis nagyobb méretének megfelelően nagyobb. A *m. transversus perinei superficialis* férfiban ugyanolyan, mint nőben.

A felületes gátizmok közül funkció szempontjából a legnevezetesebb a férfi m. bulbospongiosus. Ezt akaratlagosan is működtetik a férfiak a vizelés végén a húgycsőben maradt vizelet kiürítésére. Fontosabb reflexes működése az ejaculációnál. Ilyenkor a m. bulbospongiosus ritmusos, kb. másodpercenkénti összehúzódása támogatja az ampulla ductus deferentis, a prostata, az ondóhólyag és a ductus ejaculatoriusok összehúzódásával a kilövellt ondó áthajtását a húgycsőn. Az ondó a húgycsőnyíláson a m. bulbospongiosus összehúzódásának megfelelő ritmusban jön elő. A m. ischiocavernosusnak és bulbospongiosusnak erectiót támogató szerepet tulajdonítottak régebben; ha van is ilyen hatása, csak olyan értelemben, hogy gyenge erectiónál a gátizmok erélyes összehúzódása pillanatnyilag minimálisan fokozza az erectiót de csak annyiban, hogy az izmok összehúzódása a corpus cavernosusokban és a corpus spongiosusban levő vért a penis elülső része felé préseli. – Nőben a m. bulbocavernosus a vestibulum vaginaera – általában nem nagyon erélyes – sphincterszerű hatást gyakorol.

5. 7.5. A TESTÜREGEK ELKÜLÖNÜLÉSE ÉS A HASHÁRTYA ÖSSZEFOGLALÁSA

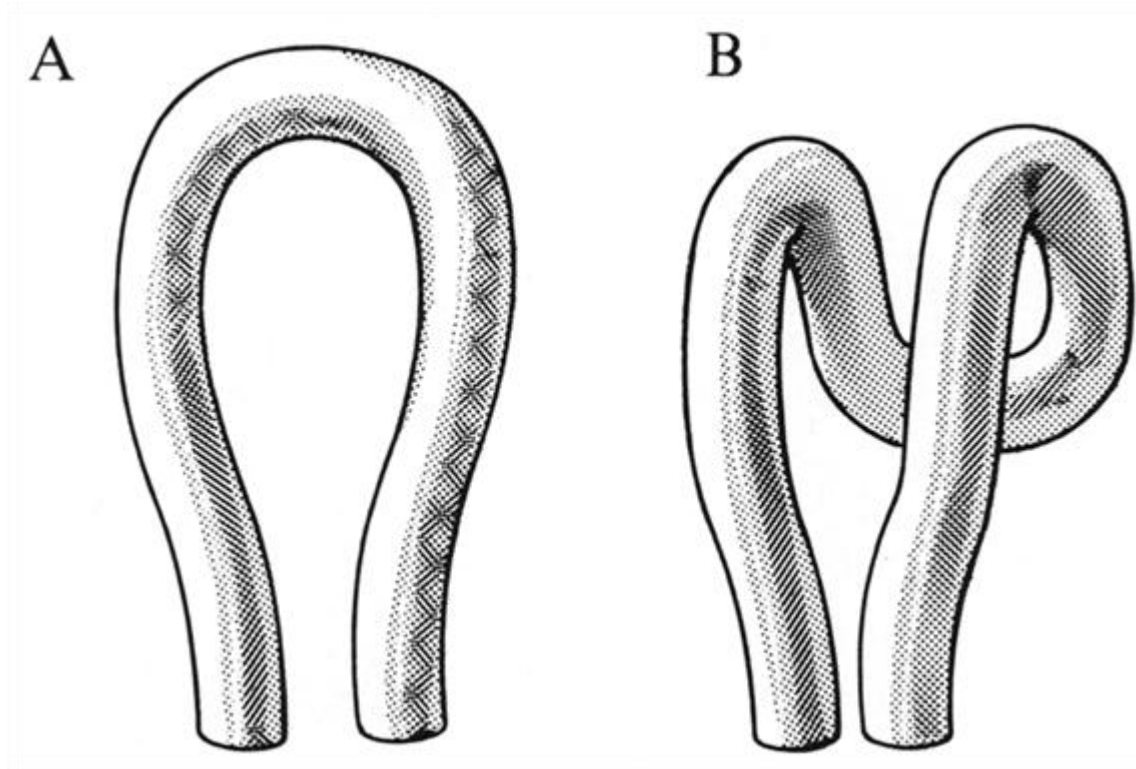
Az általános fejlődéstanban már ismertettük, hogy a mesoderma oldallemezei között egy előre felé zárt U alakú járat (alagút) alakul ki (1/11. ábra az első kötetben). Ez az *intraembryonalis celoma*. A járat elülső ívelt része az embryo lefűződésekor először ventralis irányba majd hátrafelé hajlik, a két szár pedig a bélcsövet körülvéve szorosan egymás mellé kerül (7/100. ábra). Az *intraembryonalis celoma* kezdetben közlekedik az *extraembryonalis celomával*, de a lefűződéskor ez az összeköttetés megszűnik.

Az egységes *intraembryonalis celomából* (közös testüreg) különböző válaszfalak közbejöttével alakul ki a *cavum pericardii*, a *cavum pleurae* és a *cavum peritonei*.

A kétszeresen hajlott *intraembryonalis celomát* kezdetben három részre osztjuk fel. Az U görbületét adó rész a fejlődő szívet veszi körül, ezért ez a rész a *cavum pericardii* telepe. A celomának ez a része érintkezik a korán fejlődésnek induló *septum transversum cranialis* felszínével. Az U két szára jelenti a *cavum peritonei* előfutárát. A görbületet a száakkal összekötő részt *ductus pericardioperitonealis*nek nevezzük (7/100. ábra).

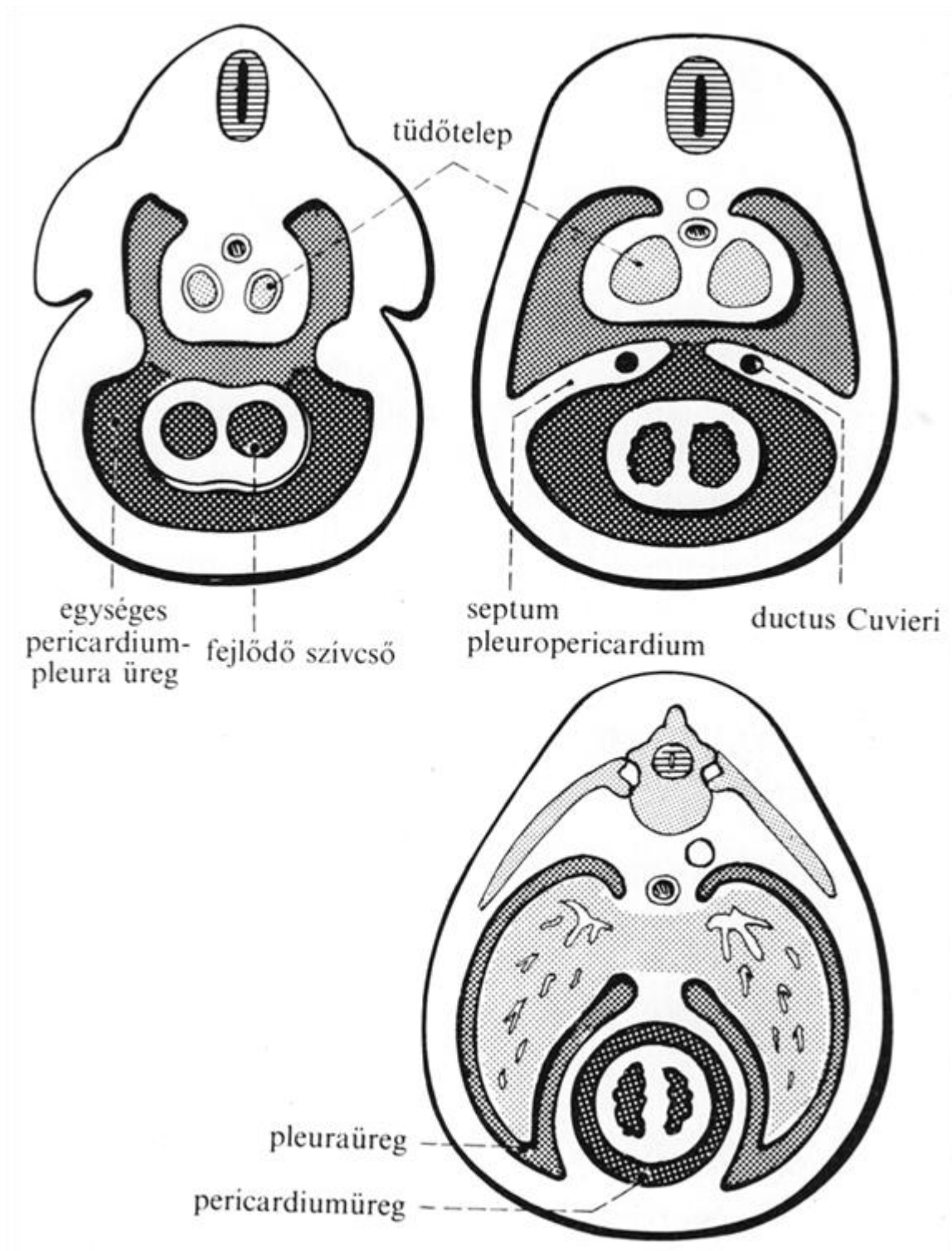
A légzőrendszer fejlődésénél megismert módon a tüdők telepei a *laryngotrachealis* vályú elágazódásából kialakuló két zsákként nőnek bele a szív mögötti *mesenchymába* (7/101. ábra, A). A tüdőtelep oldal felé a *ductus pericardioperitonealis* rovására növekszik, ezért a közös testüregnek az a szakasza tekinthető a *cavum pleurae* telepének.

A közös testüreg három részre tagolódását a következő két sövényrendszer biztosítja: a *septum pleuropericardium* és a *septum pleuroperitoneale*.



7/100. ábra. A celomaüreg feji végének alakulása sémásan. A: a kétoldali celomaüreg az embriópajzs feji végén egymásba áthajlik (vö. az 1/11. ábrával, első kötet); B: az embriópajzs feji végének lefűződésekor a patkó alakú celomaüreg visszahajlik, az elülső hajlat a septum transversum és a szívcső közé kerül

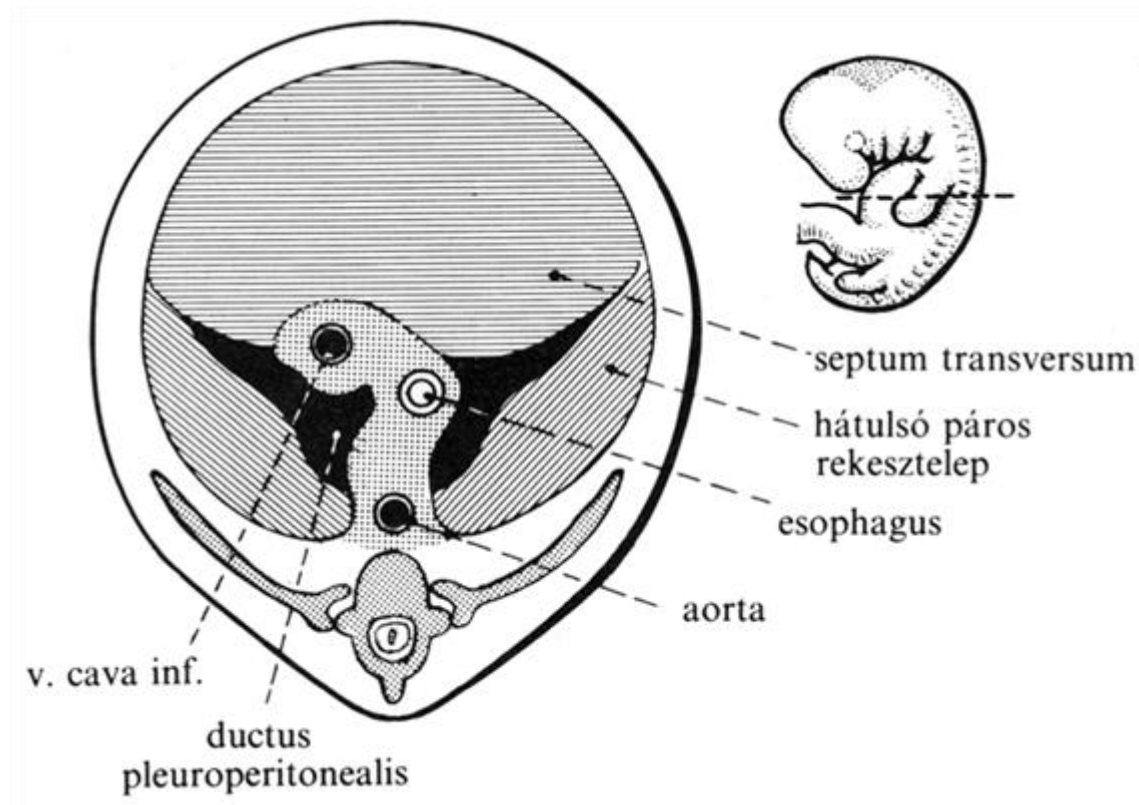
Septum pleuropericardiacum. A ductus pericardiacoperitonealis oldalsó falán egy redő képződik (*septum pleuropericardiacum*), amelyet a szívcső vénás végének a felemelkedésével együtt mozgó kétoldali ductus Cuvierik okoznak. A kétoldali redő a tüdőtelepek előtt és a szív mögött húzódva egyre közelebb kerül egymáshoz, majd a bélcsövet és a tüdőtelepeket körülvevő mesenchymával összenő (7/101. ábra, B). Ilyen módon az eredeti celomaüreg U alakú görbülete egy nagyjából frontális lemez közébejöttével különvlik, és létrejön a cavum pericardii. A tüdőtelepek fokozott növekedése folytán a sövény frontális helyzete elvész, és a szívet körülvevő kettős lemezzé alakul. Belső (szív körüli) felszíne a pericardium fali lemezét, külső (tüdő közeli) lemeze a pleura mediastinalis elülső részét képezi (7/101. ábra, C). A két lemez közé, vagyis az eredeti redő állományába kerül be a n. phrenicus.



7/101. ábra. A pericardium- és a pleuraüreg szétválása (sémásan). A: a még nem egyesült szívsőveket (lásd 6/14. ábra) és a tüdő telepét egységesen veszi körül a celomaüreg. A sűrűn pontozott részből, amely a 7/100. ábrán látható celomaüreg fordított omega alakú hátrahajló részének felel meg, a pericardium ürege lesz; B: a ductus Cuvieri vándorlása magával viszi a somatopleurát egy kettőzet formájában (septum pleuropericardiacum); C: az önálló pleura- és pericardiumüreg (Moore nyomán, módosítva)

Septum pleuroperitoneale. A ductus pericardiacoperitonealist (helyesebb ilyenkor a csatornát már ductus pleuroperitonealisnak nevezni) a cavum peritonei felé szimmetrikusan elhelyezkedő két redő zárja le (*septum pleuroperitoneale*), amelyek a hátsó hasfalról nőnek előrefelé. A redőbe bevándorolnak a 4. nyaki szelvény myotomjának ventralis részéből leszálló izomsejtek, magukkal húzván e szelvényekből eredő idegüket, a n.

phrenicust. Előrefelé növekedésük során a kétoldali septum pleuroperitoneale összenő a *septum transversum* hátsó szabad szélével, ill. az esophagus telepét körülvevő mesenchymával (7/102. ábra). Ezzel az összenövésével különválnak cranialisan a cavum pleurae és caudalisan a cavum peritonei.



7/102. ábra. A rekeszizom fejlődése. Az elülső páratlan (*septum transversum*) és a hátsó páros telepekből kifejlődő rekeszizom részei között egy darabig egy-egy csatornát találunk (*ductus pleuroperitonealis*). Később a csatornák záródnak, és így elkülönül a hasüreg a mellüregtől (Moore után módosítva)

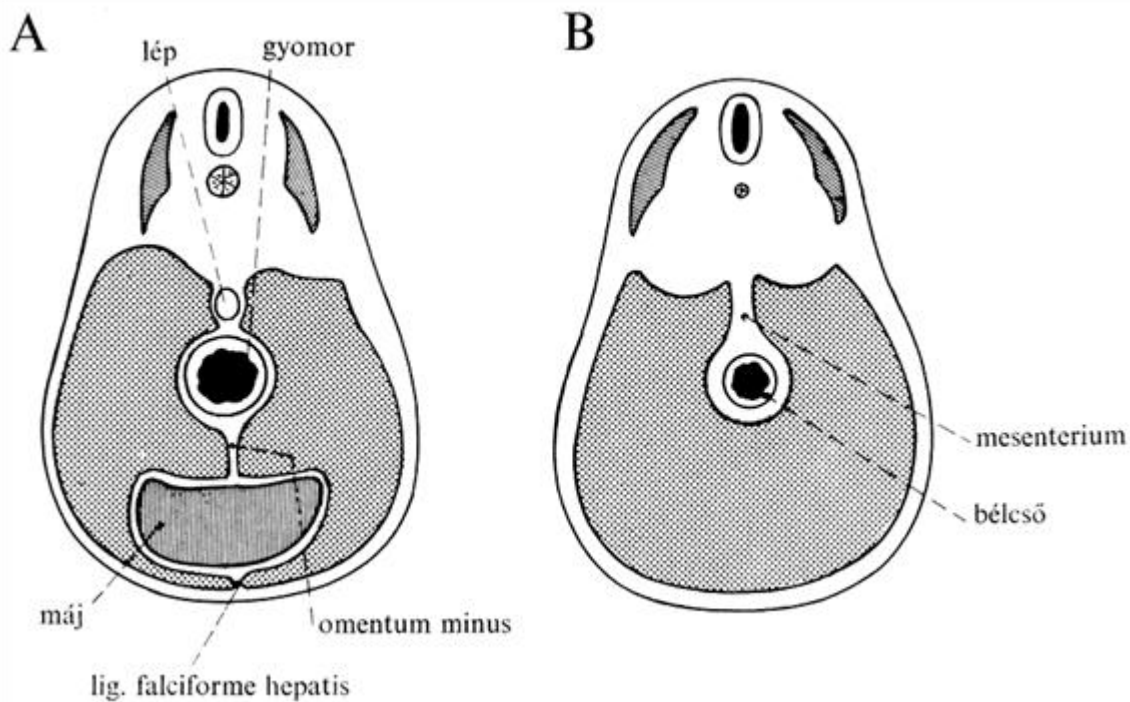
Az előbb leírt fejlődési folyamatok megmagyarázták a rekeszizom (*diaphragma*) fejlődését is. A rekeszizom elülső része a *ductus omphaloentericus* feletti mesenchymatömegből, azaz a *septum transversum*-ból alakul ki. E fölött fekszik a savós hártya pericardialis részétől körülvelt szív, alatta a mesenchyma elülső gyomorduodenum kettőzötté szűkül össze. Innen burjánzik be a *septum transversum* alsó részébe a duodenum májble felől kiinduló májtelep. Hátsó részét a két *septum pleuroperitoneale* állománya adja. A rekeszizom hátsó és oldalsó peripheriás, azaz eredő része az embryo testének falából lesz olyan módon, hogy a fejlődő tüdő valósággal beleváj a test falába. Ezzel alakul ki egyrészt a rekeszizom boltozatos, ívelt formája, másrészt a *sinus phrenicocostalis*.

A rekeszizom fejlődésének zavara veleszületett rekeszsérvet (*hernia diaphragmatica congenita*) okozhat. Leggyakrabban a bal oldalon jelentkezik, a *septum pleuroperitoneale* tökéletlen fejlődésének a következménye.

A hasüregben a mesoderma oldallemezének visceralis lemeze két kettőzetet képez, egyet a bélcső előtt (*mesogastrium ventrale*), és egyet mögötte (*mesogastrium dorsale*). Az elülső kettőzet a későbbi hasüreg felső részében található meg, az alsó részében nem is fejlődik ki. A 7/103. ábra két igen sémás keresztmetszetet ábrázol: az A sémában a gyomor és a duodenum felső részének magasságában képzelt keresztmetszetet látjuk a hátsó *mesogastrium*-mal és a közepén kialakuló lépteleppel. Az elülső kettőzetet a duodenumból kitüremkedő májtelep két részre, egy hátsó kiscsepleszre (*omentum minus*) és egy elülső részletre, a későbbi *lig. falciforme* hepatisra osztja. Az alsó séma (B) egy, a duodenum felső szakasza alatti hasüregrész elvi átmetszetét adja, itt már nincsen elülső kettőzet.

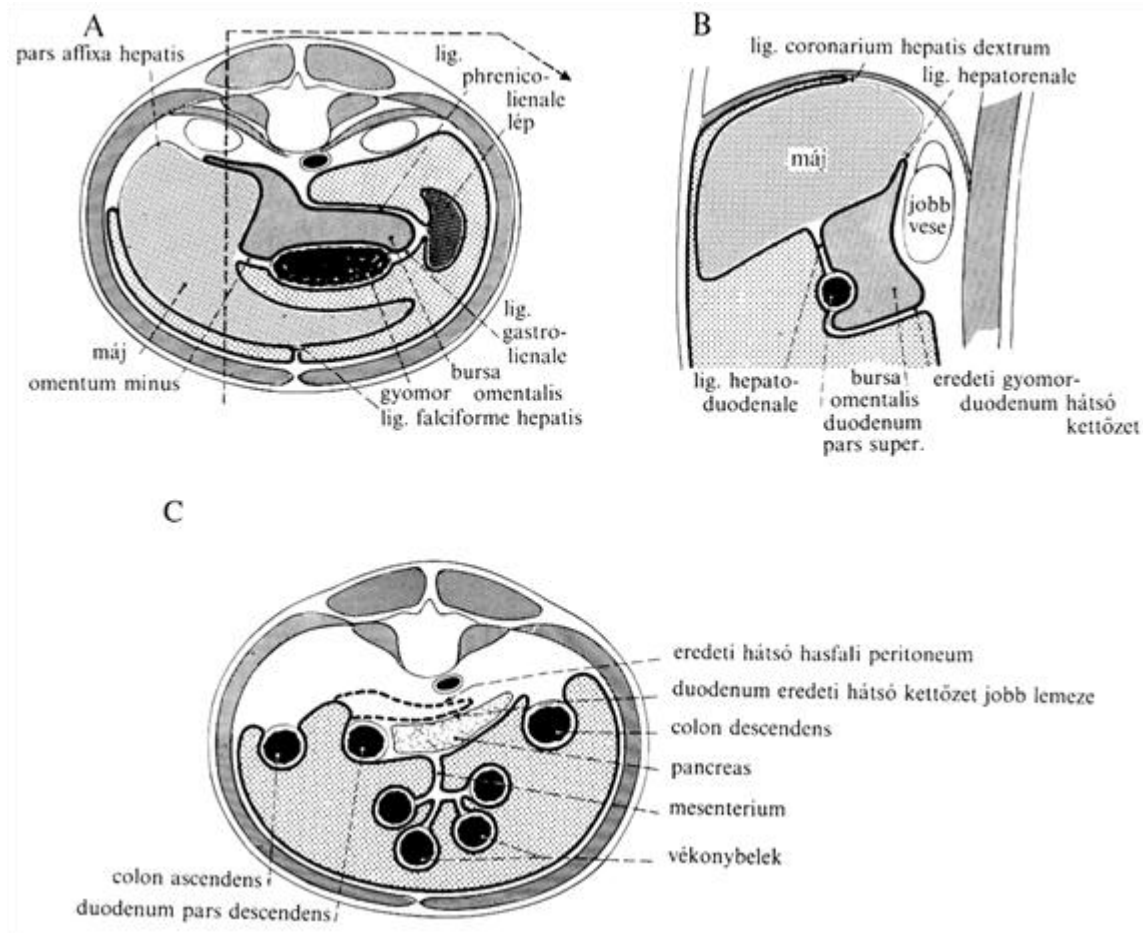
Tisztában kell lennünk vele természetesen, hogy ezek elvi keresztmetszeti sémák, amelyeknek pontosan megfelelő viszonyok reálisan nem fordulnak elő. Ez vonatkozik e fejezet minden sémás ábrájára. Az itt adott fejlődéstani magyarázatok – sok más könyvünkben adott fejlődéstani magyarázathoz hasonlóan – „pseudomagyarázatok”, azaz a kész viszonyok megértését elősegítő magyarázata a struktúrák kialakulásának, ahogy az a valóságban nem történhetett. A valóság ennél komplikáltabb vagy egyszerűbb, de nem magyarázza

olyan közvetlenül a végleges anatómiai viszonyokat. Ismételten kritizálták – elvileg joggal – a fejlődéstani „pszeudomagyarázatok” ilyen alkalmazását. Valóban, sok fejlődéstani rendellenesség nem érthető meg ezek segítségével, mégis követjük ezt a rossz szokást, mert a fejlődéstani célja e tankönyv szintjén nem öncélú fejlődéstani ismeretek közlése, hanem az anatómiai viszonyok térbeli elképzelését elősegítő eszköz.



7/103. ábra. A hasüregt bélelő, nagy savós hártya elvi sémája. A: horizontális metszet a gyomor magasságában; B: horizontális metszet a gyomor–duodenum szakasz alatt

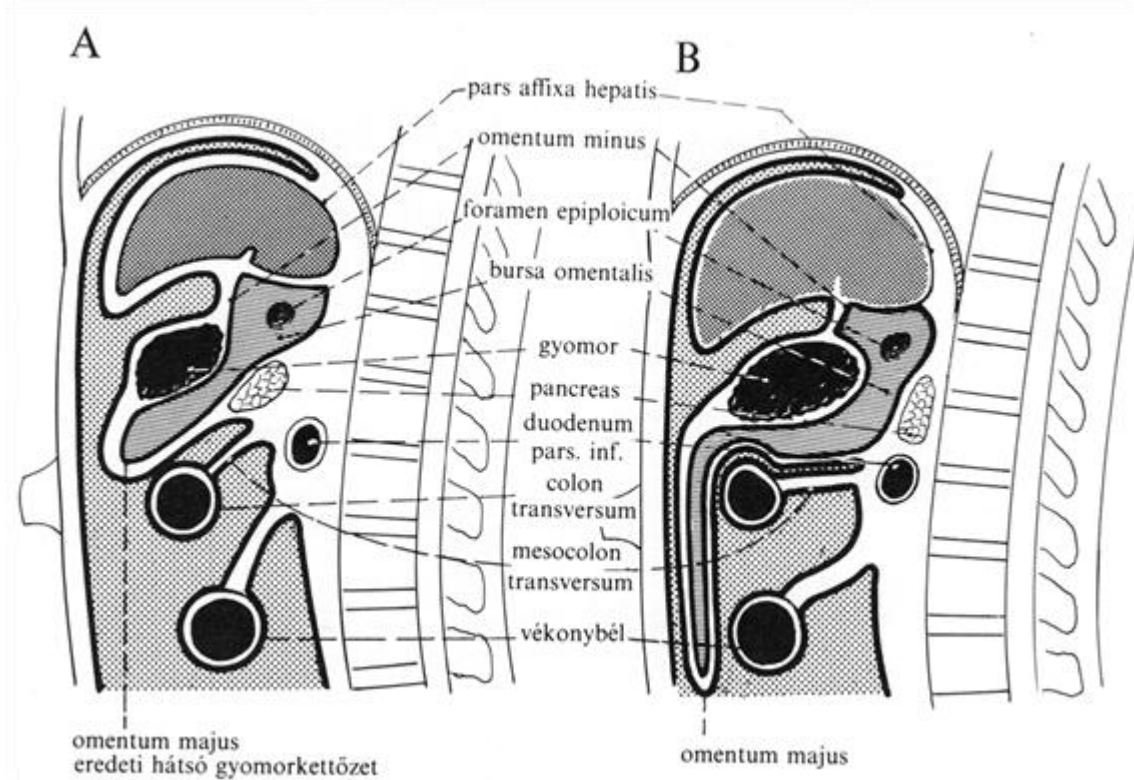
A hasüreg felső részében kialakuló hashártyaviszonyok jobb megértéséhez segít hozzá a bélcsatorna korai hajlatairól adott sagittális ábra (7/36. ábra), ahol a dorsalis és a ventralis mesenterium kiterjedését sémásan ábrázoltuk. Figyelembe véve a bélcsatorna fejlődésénél elmondottakat, nem nehéz elképzelni, hogy kifejlett szervezetben a hasüreg felső részénél vezetett vízszintes metszet a gyomor jobbra való fordulása következtében a **7/104. ábra** A részének megfelelő képet mutat. Ebből a sémás ábrából kitűnik, hogy a gyomor hátsó kettőzetében kifejlődő nyiroksejthalmaz, amely hamarosan a lép telepévé alakul, bal felé való kitérése folytán a hátsó gyomorkettőzetet lig. gastrolienaléra és lig. phrenicolienaléra osztja. E kettő között kihagyódó zug tekint a lép hilusa felé; ez a bursa omentalis recessus lienalis. A *bursa omentalis* a jobbra fordult gyomor eredeti jobb, most hátra került fala és a lig. hepatogastricum határolják előlről. Ez tehát nem más, mint egy a gyomor és a duodenumhurok jobbra fordulásával, és az utóbbinak a hátsó falra való lenövésének következtében létrejött fülkeszerű hashártyarecessus, amely az elülső duodenumkettőzet szabad széllel való végződése folytán jobb felé nyíló nyílással a foramen epiploicummal közlekedik a hasüreg többi részével. Ami ezen az ábrán nem magától értetődő, az az, hogy a 7/103. ábrán jelzett elvi sémával szemben a májnak két érintkezése van a hasfallal: az egyik elől, ez a lig. falciforme hepatis; a másik hátul a májnal leírt és a rekeszhez lenőtt hashártyamentes terület (*pars nuda hepatis*). Ennek egy, a 7/104. ábra A részén jelzett helyen vezetett sagittális átmetszet (7/104. ábra, B) adja magyarázatát. Mint az előző szakaszban már említettük, a máj hámtetele alulról felfelé a septum transversumba nő bele. A septum transversum mesenchymájának alsó része a máj kötőszöveti állományához, a felső pedig a rekesz felépítéséhez használdik fel. A sémás sagittális metszetből (7/104. ábra, B), amelyet a hasüreg jobb felén keresztül vezetünk, érthetővé válik, hogy a máj a rekesszel elég nagy területen fenntartja összeköttetését. A rekesszről a máj elülső felszínére áthajló lemez a lig. coronarium hepatis dextrum, a hátsó hasfalra visszahajló hátsó lemez a lig. hepatorenale, amely egyben a foramen epiploicum hátsó falát képezi. A hasüregen valamivel lejjebb vezetett vízszintes metszet (7/104. ábra, C) a duodenum hurkának a hátsó hasfalra való lenövését mutatja, és azt, hogy ezzel a hátsó duodenumkettőzetbe benőtt pancreas hogyan kerül retroperitoneális helyzetbe.



7/104. ábra. Erősen sematizált metszetek a felső hasüregi hashártyaviszonyok magyarázatára. A: felső vízszintes, B: jobb oldali paramedian sagittalis és C: a duodenum leszálló szárát metsző, kissé lejjebb vezetett vízszintes metszet

A nagycseplesz fejlődését és a bursa omentalis falait két különböző korból származó sagittalis metszeten lehet érthetővé tenni (7/105. ábra). A gyomor pyloricus részének felemelkedése és jobbra fordulása folytán a nagygyöbülete alulra, sőt kissé előre kerül, és a hátsó gyomorkettőzet csak ívben térhet vissza a hátsó hasfalhoz (7/105. ábra, A). Az időközben már bekövetkezett elsődleges bélhurok megcsavarodásával (7/37. ábra) kialakult harántvastagbél előtt a hátsó gyomorkettőzet kötényszerűen lelógó másodlagos kettőzetet (hashártyanegyzetet) képez; ez az *omentum majus*. A hátsó gyomorkettőzet tövi részében a kissé felfelé irányuló pancreas még benne van, később egészen a hátsó hasfalra kerül. A hátsó gyomorkettőzet és a mesocolon transversum tapadása között a hátsó hasfalra fekszik a duodenum alsó része. Később (7/105. ábra, B) az omentum majus felszálló hátsó lemeze összenő a colon transversum tenia omentalisától kezdve a colon felső falával, és hátrébb a mesocolon transversummal is; így a kettő tapadása közösen a duodenum fölé kerül. A gyomor hátsó fala és a colon közt a bursa omentalis még újszülöttön is közlekedik az omentum majus két kettős (fel- és leszálló) lemeze közötti réssel; később ez a rés elzáródik. De ebből az ábrából nem nehéz elképzelni a felnőttkori viszonyokat, amelyek szerint a bursa omentalisba műtétilag három úton lehet bejutni: az egyik a kiscsepleszen keresztül, a másik a gyomor nagygyöbülete és a colon transversum között a lig. gastrocolicumon keresztül, és a harmadik a colon transversumot felemelve, alulról a mesocolon transversummal összenőtt hátsó gyomorkettőzeten keresztül.

A mesocolon transversum vonala alatti terület hashártyaviszonyait az elsődleges bélkacs forgása és az utóbél fejlődése határozza meg (lásd ott). A béltraktus mentén vagy hashártyakettőzetek kapcsolják a belet a hátsó hasfalhoz (*mesenterium*, *mesocolon transversum*, *mesocolon sigmoideum*), vagy a bélszakasz lenőtt a hátsó hasfalra, és csak felszínének 3/4 részére terjed ki a hashártyaborítás (*colon ascendens*, *colon descendens*). A cecum hashártyaborítása egyénenként változó, a processus vermiformist teljesen körülfogja a hashártya, de a mesoappendix nem a hátsó hasfalról, hanem a mesenteriumról indul.



7/105. ábra. A nagycseplez kifejlődését magyarázó elvi séma. A: korábbi; B: későbbi fejlődési stádium

A hasüreg alsó részében és a férfimedencében a viszonyok olyan egyszerűek, hogy erről itt újra nem kell szólnunk. A női nemi szervek hashártyaviszonyainak megértéséhez át kell gondolnunk a nemzőcsatorna fejlődését, ti. azt, hogy a hátsó hasfal oldalán egymás mellett leszálló Müller- és Wolff-cső közül a laterálisabb a Müller-cső a medence bemenete tájékán medial felé fordul, keresztezi a Wolff-csövet, és egyesül a túloldali Müller-cső caudalis részével. Érthető, hogy a medial felé kanyarodó és a medence közepén egyesülő Müller-csövek a hashártya alsó részét egy-egy harántredő alakjában felemelik, ezek a széles méhszalagok, és az egyesült Müller-csővekből létrejött uterus a két harántredő között középen foglal helyet. A többi részletet a nemi szervek kapcsán leírtuk.

A hashártya tipikus savós hártya, amelynek szöveti szerkezetét a zsigertan bevezető fejezetében ismertettük.

6. 7.6. BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ MIRIGYEK (glandulae sine ductibus)

6.1. Általános bevezetés

Belső elválasztású mirigyeken testszerte szétszórta, kivezető cső nélküli mirigyeket értünk, amelyek hatóanyagaikat – a hormonokat – a vérbe ürítik, és ezzel humoralis úton (testnedvek útján) távoli hatásokat fejtenek ki különböző anyagcsere- és egyéb életműködésekre. Bár a belső elválasztású mirigyekhez tartoznak, nem itt tárgyaljuk a hasnyálmirigy szigeteit és a gonadok belső elválasztású működésű szöveteit. Ezeket az illető szervek keretében ismertettük. – Belső elválasztáshoz hasonló működéseket tulajdonítanak más szerveknek és szöveteknek is. Így pl. feltételezik, hogy a kötő- és vérképző szövetek, a máj, a vese, a táplálécsatorna különböző hámjai olyan anyagokat termelnek, amelyek a vér útján más szövetekhez eljutva, humoralis információként használatnak fel, és különböző szabályozások mediatorait képezik. E működésekről, minthogy anatómiai alapjaik igen kevésbé tisztázottak, inkább az élettan hivatott adatokat szolgáltatni. A belső elválasztású mirigyekhez tartozik az idegszöveti eredetű sympathicoadrenalis rendszernek az a része, amely a mellékvese velőállományát és a paraganglionokat adja. – Az utóbbi időben, periventricularis szervrendszer címén, ugyancsak az idegrendszerhez tartozó, de hormonális működésű szervcsoport körvonalai és jelentősége kezd kibontakozni. Erről röviden a tobozmirigy (corpus pineale) leírása keretében emlékezünk meg.

A belső elválasztása mirigyek legfontosabb tagjai bonyolult funkciós rendszer alakjában vannak egymással összekapcsolva. Ebben mintegy vezérszerepet az agyfüggelékmirigy (*hypophysis*) visz, amelynek hormonjai a többi mirigyet (pajzsmirigy, mellékvesekéreg és gonadok) irányítják. Igaz ugyan, hogy az így működésükben befolyásolt végrehajtó endocrin mirigyek által termelt hormonok megint visszahatnak az agyfüggelékmirigyre, tehát végeredményben ezek is irányítják az agyfüggelékmirigyet, de ez minden szabályozás lényege. A szabályozó tényező minden biológiai (és technikai) szabályozó berendezésben viszonyossági kapcsolatban van a szabályozott tényezővel. A kapcsolás a legtöbb esetben a negatív visszacsatolás elve alapján valósul meg, azaz a szabályozott tényező részéről tapasztalt mindennemű eltérés a normától (ti. a pillanatnyilag megkívánt szinttől) ellentétes előjellel kerül visszajelentésre a szabályozó egységbe, és azt a szabályozó impulzusok az előző helyzettel ellentétes eltérésre bírják. Így pl. az agyfüggelékmirigynek egy irányított belső elválasztású mirigyre – mondjuk a pajzsmirigyre – ható stimuláló hatóanyagának termelésére a pajzsmirigy hormonja gátló módon hat vissza. A pajzsmirigyhormon fölös mennyiségben való termelése tehát gátolja az agyfüggelékmirigynek a pajzsmirigyet stimuláló hormonjának termelését (vagy ürítését), és fordítva: a szükségesnél kevesebb pajzsmirigyhormon termelése a hypophysist a pajzsmirigystimuláló hormon fokozott termelésére (vagy ürítésére) készíti. Ez a negatív „feed back” útján⁴⁵ való önszabályozásnak a biológiában számtalan mechanizmusnál alkalmazott elve. A hormonalis rendszer esetében további komplikációt okoz az a tény, hogy az egész rendszert szabályozó agyfüggelékmirigy – mint a neve is mutatja – az agyvelő alapján függő és működésileg is erősen az agyhoz kapcsolt képződmény. Ezen összefüggések megértéséhez azonban előbb meg kell ismernünk az agyvelő és főleg annak köztiagyi részének, a hypothalamusnak az anatómiáját, valamint egy, majd ott tárgyalandó jelenségét, a neurosecretiót. E fejezetben ezért csupán a főbb belső elválasztású mirigyek anatómiájával, finomabb szerkezetével és fejlődésével foglalkozunk, a lényeges működési összefüggések tárgyalását – természetesen ezeknek csupán anatómiai vonatkozásait – az idegrendszeri fejezet számára kell fenntartanunk.

6.2. Agyalapi mirigy vagy agyfüggelékmirigy

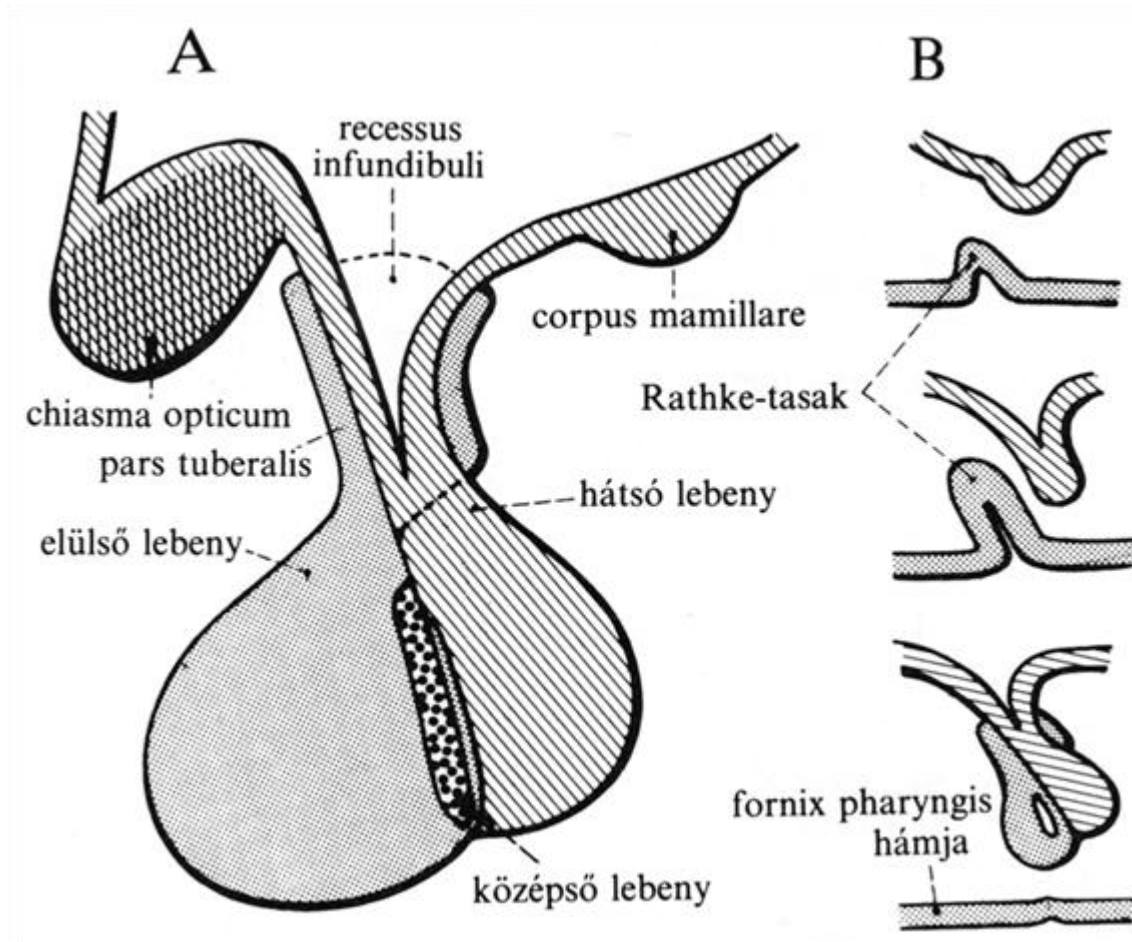
Az **agyfüggelékmirigy**⁴⁶(*hypophysis*) kisebb cseresznyének megfelelő nagyságú, de haránt irányban kissé megnyúlt tengelye folytán attól alakban kissé eltérő, a sella turcica üregében (*fossa hypophysialis*) helyet foglaló szerv. A csontos üreget a kemény agyhártya (*aura mater*) kettőzeteivel teljesen zárt üreggá egészíti ki. Elsősorban oldalt kell kiegészíteni a sella turcica falát a tuberculum sellae és a processus clinoides posterior között. Itt az üreg falát a sinus cavernosus alkotó kettős duralemez képezi. A sella turcica felfelé szabadon nyíló üregét egy duralemez (*diaphragma sellae*) egy kis középső nyílás kivételével teljesen elzárja. Ezen a nyíláson keresztül függ össze a hypophysis hátsó lebenye az infundibulum útján a hypothalamus agyalapi felszínével.

Vérellátás. A hypophysisnek speciális, ún. portalis keringésével a hypothalamus kapcsán foglalkozunk. Ez ugyanis oly szorosan kapcsolja az agyfüggelékmirigyet a köztiagyi működéséhez, hogy az egész kérdést ott, összefüggéseiben tárgyaljuk.

A hypophysis két, fejlődéstanilag is elkülönülő fő egységből, a mirigyes szerkezetű *adenohypophysis*ből és a köztiagyból differenciálódó, így idegrendszeri eredetű *neurohypophysis*ből tevődik össze (**7/106. ábra**). A neurohypophysis szövete megszakítás nélküli folytatása a köztiagyi tölcészerűen beszűkülő basalis részének, az *infundibulum*nak.

⁴⁵Ang: visszatáplálás (tulajdonképpen visszajelentés).

⁴⁶Régi neve, glandula pituitaria, a régi orvosoknak ama sajátos elképzeléséből származik, hogy az agyfüggelékmirigy az agyban működő „spiritusokat” mintegy ledesztillálja, és orrváladék (orrváladék = pituita narium) alakjában kiüríti. Ez a tetszetős teória – sajnos (ti. nem is volna rossz, ha pl. a selejtes gondolatoktól az agy így megfelelő módon megszabadulhatna) – nem igaz, de a képzet, hogy az orrváladékozása tisztítja az agyat, még a 18. században is igen általános volt, innen a tubákolás (tüsszentőporok felszívása az orrüregbe) és a tüsszentéskor „egészségére” szóval kifejezett jókívánság szokása stb. A régi magyar orvosi nyelv népiesen pittoreszk kifejezése („turhamirigy”) is innen veszi eredetét.



7/106. ábra. A hypophysis részei (A) és fejlődése (B). A Rathke-tasakból fejlődő részek pontozva vagy karikákkal jelölve, a diencephalonból fejlődő rész sávozva

Az **adenohypophysis** további három alegységre tagozódik.

- ◆ 1. *Pars tuberalis*: az infundibulumot vékony, vályúszerű réteggel inkább előlről körülfogó és egészen a hypothalamus tuber cinereumig fölterjedő rész.
- ◆ 2. *Elülső (mellső) lebeny (pars anterior, pars distalis)* a mirigy fő tömegét képező lebeny.
- ◆ 3. *Közi lebeny (pars intermedia)*: vékony az elülső lebeny és a neurohypophysis hátsó lebenye közé ékelődő réteg.

Emberben a *pars intermedia* és a tulajdonképpeni elülső lebeny közötti viszony már teljesen elmosódott. A legtöbb emlősállat hypophysisén még jól felismerhetők az eredetileg gömb alakú elülső hypophysis hámszövet, a hypophysis hátsó lebenye által behorpasztott felszíne. Az eredeti hypophysiszöveg ürege itt még látható; emberben nem.

Szöveti szerkezet (7/107. ábra, B).

- ◆ I. **Pars tuberalis.** Az infundibulumra felkúszó adenohypophysisrész gazdag gonadotroph és thyreotroph sejtekben. Állományát dúsán átszövik a portalis erek.

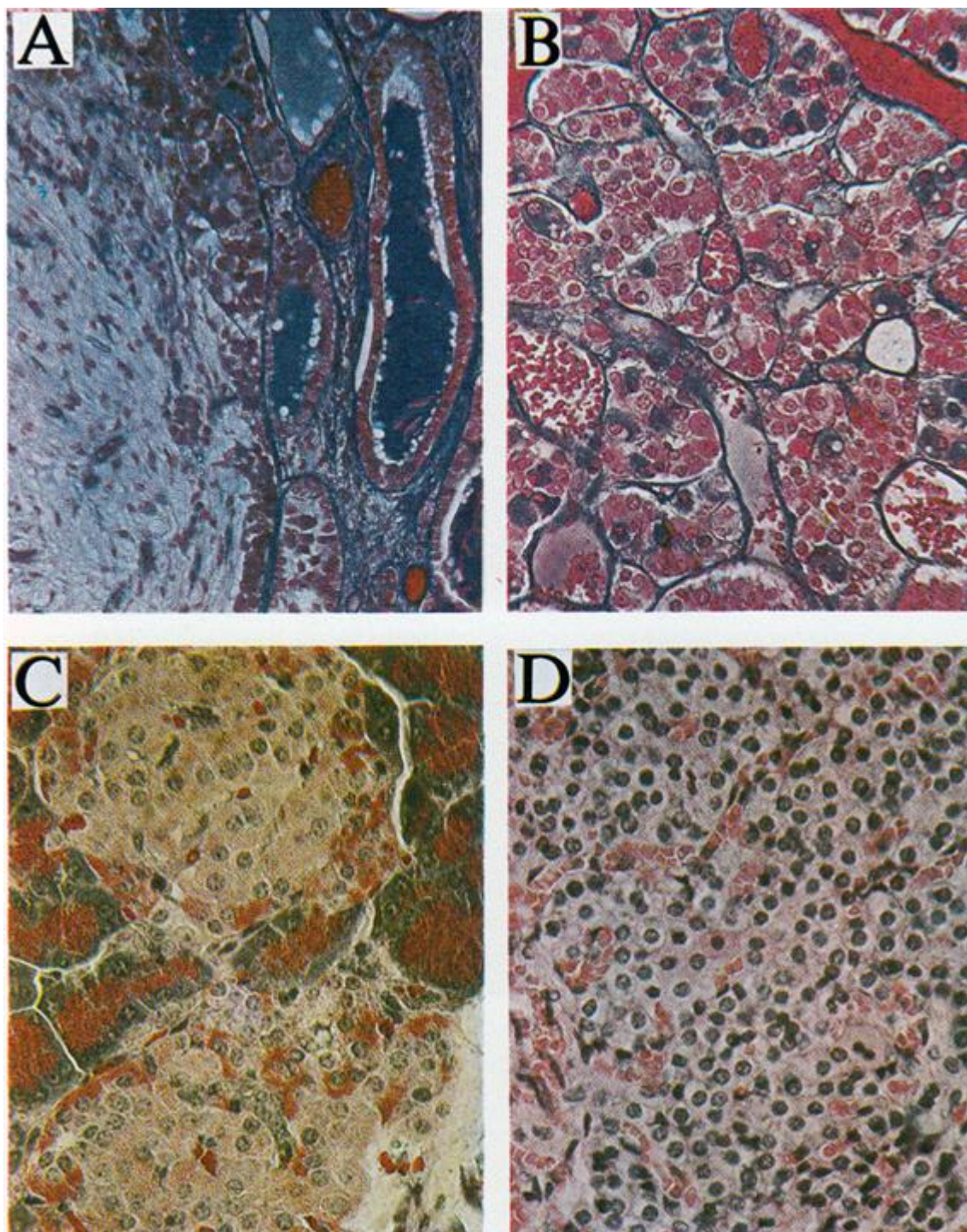
Az agranularis sejtekben – számos speciesben – a tobozmirigy hormonját, *melatonin* kötő receptorokat mutattak ki. E rendszer szerepet játszik alacsonyabb rendű élőlényekben a szezonális gonadális aktivitás szabályozásában. Az utóbbi mechanizmus növeli az egyedek túlélési esélyét azáltal, hogy biztosítja az optimális természeti évszakban való megszületésüket.

- ◆ II. **Elülső lebeny.** Már közönséges hematoxilin-eozin festésű készítményen feltűnik, hogy a gömb vagy tojásdad idomú kötegekbe és fészkekbe rendeződő sejtek építik fel. Közöttük mindenütt fenestrált sinusoidok

találhatók, melyekbe a sejtek által termelt különféle hormonok ürülnek. A sejteket festődésük alapján chromophob és chromophil csoportokba soroljuk.

♦ 1. Chromophob sejtek. A kisebb méretű, kevés plasmával rendelkező, haloványan festődő sejtek. Általában funkcionálisan is differenciálatlan sejteknek tartják őket, amelyekből a különböző specifikus hormontermelő sejtek funkciós ciklusokban alakulnak ki, majd kimerülve, ismét visszatérnek a chromophobok tartalék tömegéhez. Nincs adat arra vonatkozóan, vajon chromophob állapotban a sejtek megőriznek-e bizonyos funkciós specificitást, vagy pedig egy új ciklusban másféle sejt lehet-e belőlük. A sejtek mintegy 50%-át teszik ki. Feltehetően belőlük differenciálódnak a nyúlványos follicularis sejtek. A szöveti támasztó szerep mellett, részt vesznek lokális anyagszere-folyamatokban és immunológiai reakciókban.

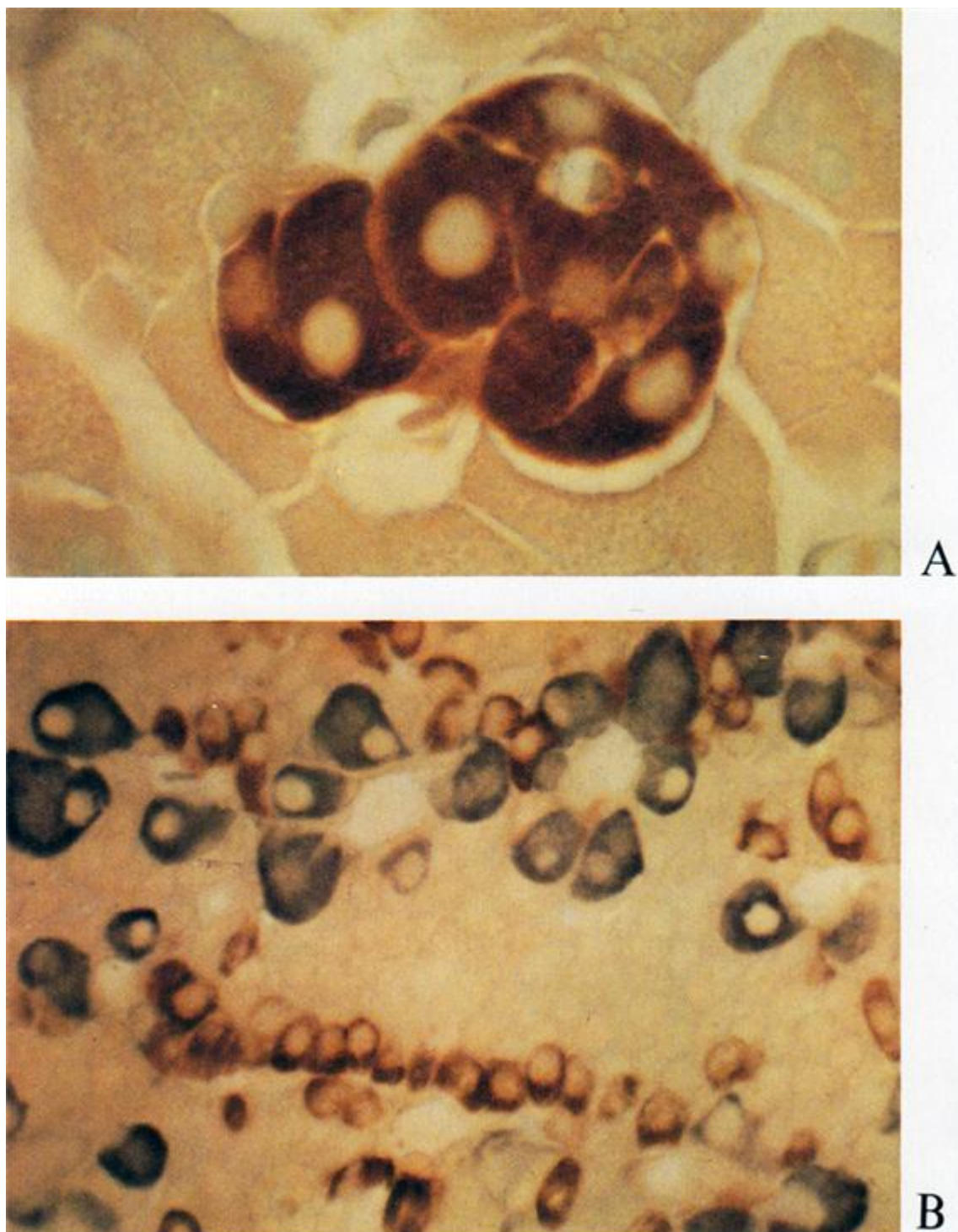
♦ 2. Chromophil sejtek. Élénken festődő, specifikus festékeket felvevő sejtek. Általában jelentős mennyiségű plasmával rendelkező sejtek, amelyek durvább vagy finomabb granulumokat tartalmaznak, rendszerint a szemcsék mutatnak specifikus festődést. A chromophil sejtek 40%-a élénkpiros festődést mutató acidophil sejt. A bázikus festéket kötő basophil sejtek előfordulási aránya 10%. A chromophil sejtek peptid vagy glikoprotein természetű hormonokat termelnek. Jellemző az ultrastrukturális megjelenésük. A szomszédos sejtek szorosan egymáshoz fekszenek. A capillarisok felé tekintő felszínük követi azok vonulatát. A sejtek organellumkészlete fejlett, és a peptidszintetizáló sejtekére jellemző. Feltűnő jelenség a sejtek cytoplasmájában eloszló secretiós granulumok tömege. Ezek száma, alakja, nagysága és sejtben belüli elhelyezkedése a sejt típusától függ. Nevezett ismérvek alapján az egyes chromophil sejthalakokat elektronmikroszkópos szinten a gyakorlott vizsgáló azonosítani tudja.



7/107. ábra. Összehasonlító tábla néhány belső elválasztású szerv mikroszkópi szerkezetéről. A: a hypophysis köztilebenye (jobbra) és hátsó lebenye (balra). A köztilebeny kolloiddal telt üregeit körülvevő hámsejtek rendszerint inkább basophilok; ugyanilyen sejteket látunk benyomulni a hátsó lebeny glia jellegű szövetébe; B: a hypophysis elülső lebenye (azanfestéssel). A tág sinusoidokat kitöltő vörösvértestek pirosra festődnek, az érfalak és a kötőszöveti sővények kék színűek. Kisebb, jellegtelenül festődő, ún. kromofób sejtek mellett látni nagy, vörösre festődő alfa-sejteket, kékre vagy ibolyakékre festődő bazofil (béta- és delta-) sejteket (típusaik identifikálása túlmenne e tankönyv célkitűzésein) és nagy, világos festődésű gamma-sejteket; C: pancreas metszete (majomból) alkoholos fixálás után. A Langerhans-sziget kisebbségben levő alfa-sejtjei megtartották granulumaikat, míg az alkoholban oldódó inzulint tartalmazó béta-sejt granulumai feloldódtak. Feltűnő a környező exocrin végkamrák külső basophil zónájának és a belső zymogen zónának a különbözősége; D: a mellékpajzsmirigy (emberi); a jellegtelen poligonális hámsejtek között nagyobb, pirosra festődő plasmájú és kisebb, sötét maggal bíró oxifil sejtek

A sejtek elkülönítésére korábban az úgynevezett PAS- (perjódsv-leukofukszin) reakció szolgált, mely a glikoprotein természetű hormonokat termelő sejteket mutatta ki. Tekintettel a hormonok ismert biokémiai szerkezetére, manapság a sejtek azonosítása a hormonok specifikus immunhisztokémiai kimutatásán alapul **(7/108. ábra)**. A módszer fény- és elektronmikroszkópos szinten egyaránt alkalmazható. Az immunfestés mellett egyre gyakrabban használt megbízható modern eljárás az *in situ* hibridizációs hisztokémia, mely a specifikus hypophysis-hormonok messenger RNS-tartalmának kimutatására szolgál. Igen szelektív és érzékeny módszer.

Napjainkban az immunhisztológiai és az *in situ* hibridizációs módszerek alapján való azonosítás az irányadó, mely eljárások a sejtek kémiai jellegét tárják fel. Így a mellső lebeny sejtjeiben a következő fő, más szervek hormontermelését biztosító, ún. troph hormonok azonosíthatók. A mellékvesekéreg működését fokozó hormon az ACTH (*adrenocorticotroph hormon, kortikotropin*). A petefészek tüszőinek érését a FSH (*folliculus-stimuláló hormon*) idézi elő, míg a tüsző megrepedéséért és a petesejt kiszabadulásáért, csakúgy mint a sárgatest kifejlődéséért a LH (*luteinizáló hormon*) a felelős. Az LH- és FSH-termelő sejteket együttesen gonadotroph sejteknek is szokás nevezni, tekintettel az ivarmirigyekre kifejtett hatásukra. Természetesen férfi egyedben a here működésére is hatnak, melyről a hím gonad leírása kapcsán ejtünk szót. A TSH (*thyreotroph hormon*) a pajzsmirigyműködés humoralis regulator anyaga. A test növekedéséért, proliferációjáért a növekedési hormon (STH, *somatotroph hormon, GH, growth hormon*) tehető felelőssé. Az emlő tejelválasztását a prolactin (*luteotroph hormon, lactotroph hormon, mammotroph hormon*) biztosítja. Alább tekintsük át a chromophil sejtek fő jellemzőit.



7/108. ábra. Hormontermelő sejtek identifikálása immunhisztológiai módszerrel (Sétáló Gy., SOTE Anatómiai Intézet, anyagából). A: patkánypancreas Langerhans-szigete az inzulint termelő sejtek barna immunhisztológiai reakcióval feltüntetve; B: patkányhypophysis elülső lebenye. A luteinizáló hormont (LH) termelő sejteket kék, a növekedési hormont (STH) barna színű reakciótermék teszi elkülöníthetővé

♦ a) *Acidophil (alpha) sejtek.*

♦ *Somatotroph sejtek.* Ovoid sejtek, legnagyobbak a chromophil sejtek között. Szabályos, kerek 350–500 nm átmérőjű elektrondenz garnulumokat tartalmaznak. Fehérjehormonja a *somatotropin*. Hatását a vesében és a májban fejtí ki, serkentve a *somatomedin* termelését, mely a csontok hossznövekedését eredményezi. Hypothalamicus serkentő hormonja a *growth hormone-releasing hormone* (GHRH), gátló hormonja a *somatostatin*.

♦ *Mammotroph sejtek.* Kerek vagy poligonális sejtek, szabálytalan, 200–250 nm átmérőjű granulumokkal kitöltve. Hormonja a fehérje természetű *prolaktin*. Terhesség és szoptatás folyamán a sejtek hypertrophisálnak, a granulumok mérete háromszorosára nő meg. Az anyatej elválasztását serkenti. A sejtek működését a hypothalamusból származó *dopamin* gátolja.

♦ b) *Basophil (béta) sejtek.*

♦ *Adrenocorticotroph sejtek.* Dendrítészerű nyúlványokkal rendelkező, szabálytalan alakú sejtek. Jellegzetes polipeptid hormonja az ACTH, mely a *proopiomelanocortin* precursor molekula származéka. Hasadása során az ACTH mellett, *beta-lipotropin* és *beta-endorfin* keletkezik. Granulumai változó méretűek, olykor peripheriás elhelyezkedéssel. A mellékvese kéregállományára hatva, annak szteroidhormonprodukciónak fokozza. A köztiagy paraventricularis idegmagjából származó *corticotropin-releasing hormon* (CRH) fokozza a sejtek aktivitását. A mellékvese által szekernált glukokortikoidok visszahatnak az ACTH termelő sejtek működésére.

♦ *Thyreotroph sejtek (beta basophil sejtek).* Kötegekbe rendeződő, elnyújtott sejtek. Két polipeptidláncból felépülő hormonja a TSH, mely a pajzsmirigy hormontermelését fokozza. Granulumai kicsik (100–150 nm) és szabálytalanok. A hypothalamicus tripeptid, a *thyreotropin-releasing hormon* (TRH) szabályozza a sejtek működését.

♦ *Gonadotroph sejtek (delta basophil sejtek).* Asinusoidok mentén előforduló nagy sejtek, gazdag granulumtartalommal (200 nm). FSH és LH hormonokat termelnek, melyek a ivarműködés fő humoralis szabályozói. Hormonjaik alfa- és béta-láncokból épülnek fel. A köztiagy által termelt neurosecretoros anyag a *gonadotropin-releasing hormon* (GnRH, *luteinizing hormone-releasing hormone*, LHRH) serkenti a gonadotroph sejtek működését.

A thyreotroph és gonadotroph sejtek által termelt TSH, FSH és LH hormonok alfa-láncai identikusak, szerkezeti eltérést a béta-láncok mutatnak, így ezek immunhisztokémiai kimutatása szükséges a sejtek pontos azonosításhoz.

Az agyalapi mirigy mellső lebenye a peripheriás endocrin szervek funkcióit hivatott szabályozni, míg a saját működését befolyásoló humoralis parancsok a köztiagyból érkeznek. Fontos tudatosítanunk, hogy az endocrin rendszer szerveződése, működése és patológiás elváltozásai csak a köztiagy–agyalapi mirigy–peripheriás endocrin mirigy tengelyek, funkcionális vonulatok együttes tanulmányozásával érthető meg. Az agyalapi mirigy a humoralis szabályozás kulcsszerepet betöltő struktúrája, melyet a „mester mirigy” (*master gland*) kifejezés is minősít. A mirigysejtekből kifejlődő térfoglaló és endocrin diszfunkciót eredményező tumorok miatt olykor idegsebészeti eltávolítás válik szükségessé (*hypophysectomia*).

♦ **III. Közti lebeny** (7/107. ábra, A). *Beta-chromophil* sejteket és feltűnő, köbhámmal bélelt egynemű kolloid anyagot tartalmazó szabálytalan cystákat tartalmaz. Az utóbbiak az adenohypophysistelep, a Rathke-féle tasak maradványainak tekinthetők. A basophil szemcsézettségű sejtek *alfa-* és *béta-endorfin*, ACTH-t és kismértékben *melanocyta stimuláló hormont* (MSH) termelnek, így a sejtek vélhetően adrenocorticotrophok.

A **neurohypophysis** tagozódása és szöveti szerkezete. A neurohypophysis ugyancsak három, egymás folytatásába eső részre tagozódik:

♦ 1. *Eminentia mediana*: a hypothalamus infundibulumrészének felszíni része.

♦ 2. *Infundibulumnyél*: az infundibulum kocsányszerűen elvékonyodó képződménye.

♦ 3. *Hátsó lebeny (pars posterior)*: az infundibulum nyelének kiteribélyesedő, része

♦ 1. *Eminentia mediana.* A hypothalamus infundibulumának körkörös elhelyezkedő felületes része, amely elsősorban axonvégződéseket, és *tancyta* (speciális epedymasejtek, lásd később) nyúlványokat tartalmaz. Ideg- és gliasejtek előfordulása gyér. Állományába a felső hypophysis arteria capillarisai törnek be, és jellegzetes érhurkokat képeznek. Ezek mentén elsősorban a köztiagy kissejtes (*parvicellularis*) neurosecretoros idegsejtjeinek axonjai érnek véget neurohemalis junctiókat képezve. A portalis vérbe ürülő releasing és releaseinhibiting hormonokat a hosszú portalis erek szállítják el a pars distalis sejtjeihez. (Lásd részletesebben a hypothalamus leírásánál.)

♦ 2. *Infundibulum-nyél.* Az eminentia mediana folytatásába eső, már a harmadik agykamra üregétől mentes köztiagyállomány, melyet az adenohypophysis pars tuberalisa vesz körül. Vaskos leszálló neurosecretoros axon köteggént is értelmezhető. A rostok döntő többsége a nagysejtes (*magnocellularis*) rendszerhez tartozó sejtekből ered. Kis számban a parvicellularis rendszer is képviselteti magát leszálló axonok formájában. A

diaphragma sellae áthaladó, sérülékeny struktúra. Laesiója során a magnocellularis axonok károsodása révén kialakuló hormonhiány (*vasopressin*) diabetes insipidust eredményez (lásd élettan). A portális erek sérülése a diencephalon és az adenohypophysis közti haemalis kapcsolat zavara miatt vezethet endocrín zavarokhoz.

♦ 3. *Hátsó lebeny (pars posterior, pars nervosa)*. Idegszövet jellegű, benne szabálytalanul összegubancolt idegrostok és idegvégződések, valamint pituicytáknak nevezett gliasejtek találhatók (7/107. ábra, A). Hormont maga nem termel, hanem csupán a hypothalamus később leírandó nagysejtes magvaiban neurosecretio útján termelt hatóanyagok (*antidiuretikus hormon* [vasopresszin] és *oxitocin*) tárolását és a vérpályába való ürítést végzi. A hormontároló granulomokot tartalmazó idegvégződések fenestrált capillarisok körül rendeződnek. A hormon ürítésére szolgáló ér menti felület nagyságát és kiterjedését – változó arányú jelenlétükkel – a pituicyta sejtek nyúlványai szabályozzák. A nyél és a hátsólebeny területén futó magnocellularis neurosecretorios idegrostok jellegzetes orsószzerű tágulatokat, ún. *Herring-féle* testeket képeznek, melyek hormontartalmú granulomokkal teltek.

A hypophysis fejlődése. A hypophysis kettős telepből fejlődik. A *placodlemezből* a membrana buccopharyngea előtt igen korán egy kis hámköblösödés nyúlik felfelé (*Rathke-tasak*). Vele szemben az előagyhólyag későbbi köztiagyi részének egy lefelé irányuló nyúlánya (*processus infundibuli*) nyúlik lefelé (7/106. ábra, B). A Rathke-tasak kitágult felső végével előlről hozzáfekszik a processus infundibulihoz, és fokozatosan elveszti nyélyszerű összeköttetését a garattal. A Rathke-tasak elülső, domborúan maradó részéből lesz az elülső lebeny, a hátsó, a processus infundibuli által behorpasztott részéből pedig a pars intermedia. A processus infundibuli alsó végéből lesz a hátsó lebeny, felső részéből a hypophysisnyél idegi része.

A Rathke-tasak és a garat közti összeköttetés megmaradó részleteiből olykor kifejlődő daganatokat *craniopharyngeomáknak* nevezik.

6.3. Tobozmirigy

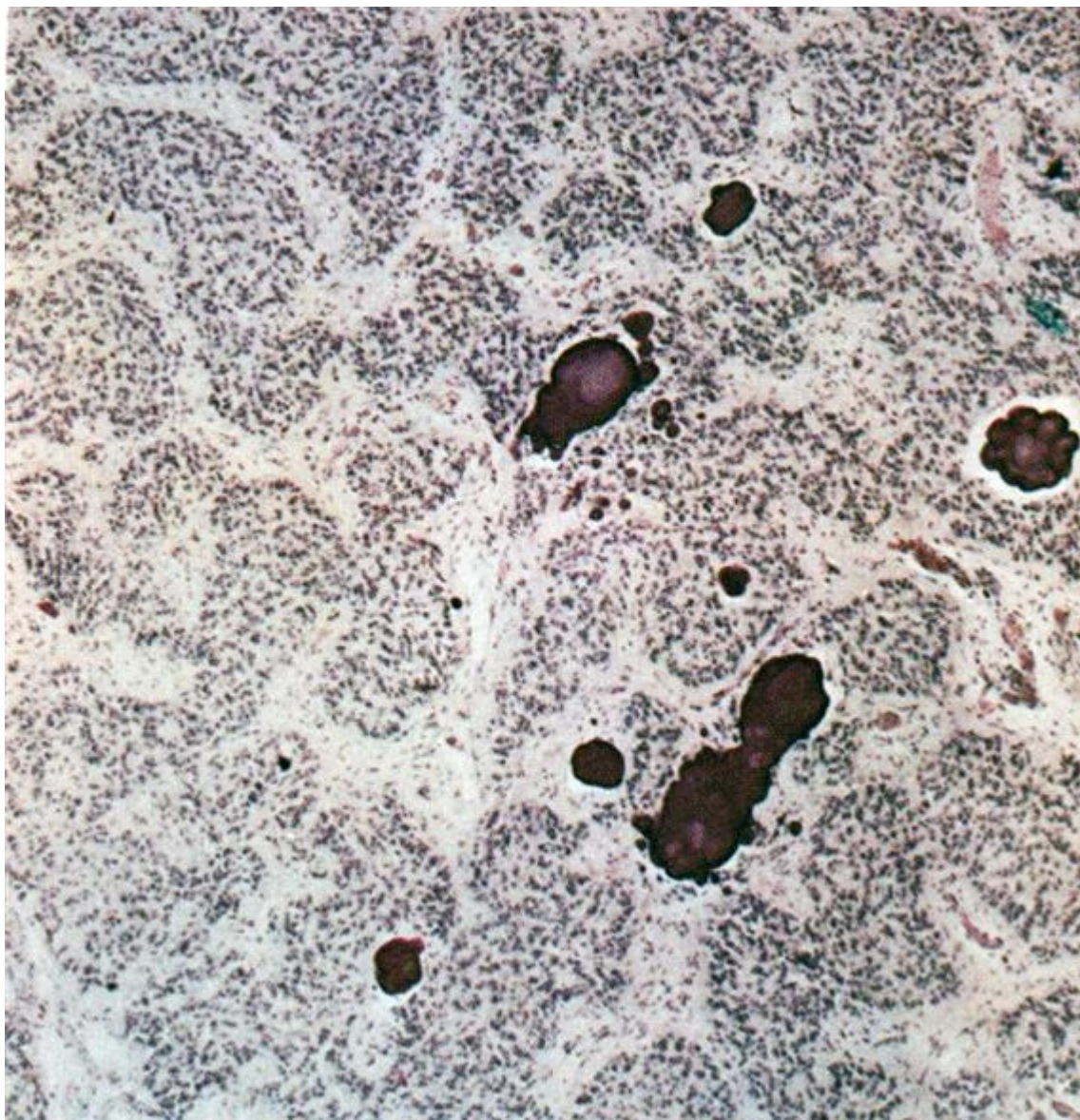
A **tobozmirigy** (*corpus pineale, epiphysis cerebri*) fenyőtobozhoz valóban némileg hasonlítható, de felülről lefelé erősen lelapított, alig 0,5 cm hosszú és néhány milliméter széles test, amely a köztiagy–középagy határon a *commissura habenularum*on lóg, és a középagy felső ikertestei közt fekszik. A III. agykamra üregének egy kis nyúlánya nyomul be tövébe (*recessus pinealis*, lásd később).

Szöveti szerkezete. A sejtek túlnyomó többsége kerek fészkeket alkotó, enyhén basophil plasmájú nyúlványos sejt (*pinealocyta*). Pinealocyta mellett ún. *interstitialis sejtek* és *hízósejtek* is találhatók a tobozmirigyben. Az előbbi sejtfeleség gliasejt, az utóbbinak jelenléte magyarázza a szerv jelentős hisztamintartalmát. A szerv hormonja a *melatonin*.

A tobozmirigyet beborítja a pia mater (lásd agyburkok). A szerv erei és idegei a pia materről induló kötőszöveti sűrűségektől kerülnek be a szerv belsejébe. A vékony postganglionaris idegrostok a ganglion cervicale superiusból erednek.

Az életkor előrehaladásával a tobozmirigyben elmeszesedett szemcsék jelennek meg (agyhomok, *acervulus cerebri*, 7/109. ábra). Oldalirányú koponyaröntgen-felvételen tájékozódási pontnak használják a kifejezett árnyékot adó foltokat (4/15. ábra az első kötetben).

Funkciós jelentősége. Emberben a jelentősége nagyrészt tisztázatlan, valószínűleg a gonadokra hat. A tobozmirigyet is roncsoló agydaganat a sexualis érés korai megjelenéséhez (*pubertas precox*) vezethet. A közelmúltban váltak ismertté az agy melatoninkötő struktúrái, mely idegi folyamatok – tobozmirigy általi – szabályozására enged következtetni. Feltételezik a hormon szerepét a napi ritmust mutató életfolyamatok szabályozásában és az évszakonként változó hosszúságú sötét–világos napszaki periódusokhoz történő alkalmazkodásban.



7/109. ábra. Corpus pineale (hematoxin-eozin festés, 400-szoros nagyítás; Flerkó B. gyűjteményéből). Jellegzetesek a fészkekben csoportosult sejtek és az agyhomok

Emlősökben a mirigy által termelt *melatonin* az MSH antagonistá anyaga. Alacsonyabb rendű gerincesekben a szerepe a környezethez színváltozással való alkalmazkodás. Ez összefügg azzal is, hogy a tobozmirigy nagyjából kihalt kétélűek és hüllők ún. parietális szemének csökevénye, mely nyilván fontos tényező volt az állatok fényviszonyokhoz való alkalmazkodásában.

A mirigy a melatonin mellett feltűnően nagy mennyiségben tartalmaz noradrenalin, szerotonint, szomatostatint és TRH-t. Ezek részben a szervet beidegző rostok ingerületátvivő anyagai, illetve modulátorai.

A III. agykamrával szomszédos része egyependymaszerv, a subcommissuralis szerv. Funkciós szerepe tisztázatlan, a só- és vízforgalomban lehet jelentősége.

6.4. Pajzsmirigy

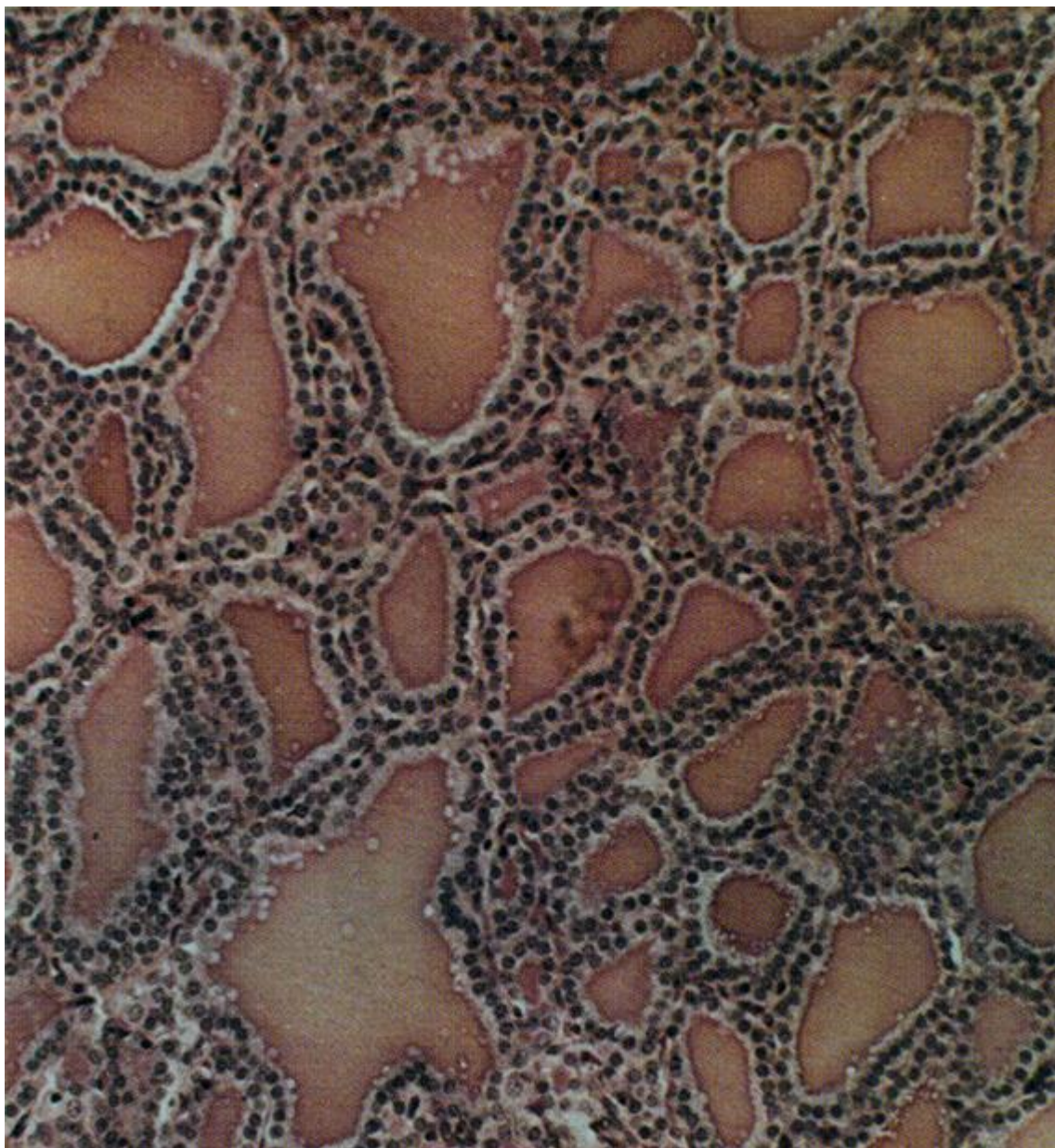
A **pajzsmirigy** (*glandula thyroidea*) gége és a légcső felső részének két oldalán elhelyezkedő kétlebenyes mirigy (*lobus dexter et sinister*), melyeket alul a 2–4. trachealis porcgyűrű magasságában egy vékonyabb összekötő rész (*isthmus glandulae thyroideae*) kapcsol össze. Innen nyúlik fel a tojás alakú, felfelé és kissé oldalra és hátrafelé kicsúcsosodó két oldalsó lebeny, amelyek a gégét két oldalról fogják közre, kissé takarva a pajzsporc és a gyűrűporc oldalsó részeit. A súlya mintegy 25 g.

Az isthmus hiányozhat, vagy fordítva: belőle a pajzsporc előtt felnyúló keskeny nyúlvány indulhat ki (*lobus pyramidalis*). Ez a pajzsmirigy fejlődéséből visszamaradt maradvány.

Meglehetősen tömött tapintató, barnásvörös színű, sekély behúzóadások folytán gyengén dudoros felszínű. Erős kötőszöveti tok fogja körül, amely a lamina pretrachealis (*fascia cervicalis*) rendszerének levált része, illetve részben önálló kötőszövetes capsulának tekinthető. Néha benne harántcsíkt izomrostnyaláb húzódik fel a nyelvcsonthoz. Az oldalsó lebenyeket tökéletesen betakarja, szinte tokot képez körülötte a m. sternothyroideus. Oldalt érintkezhet vele a vagina carotica-ban itt elhelyezkedő a. carotis communis, hátrább a n. laryngeus recurrens.

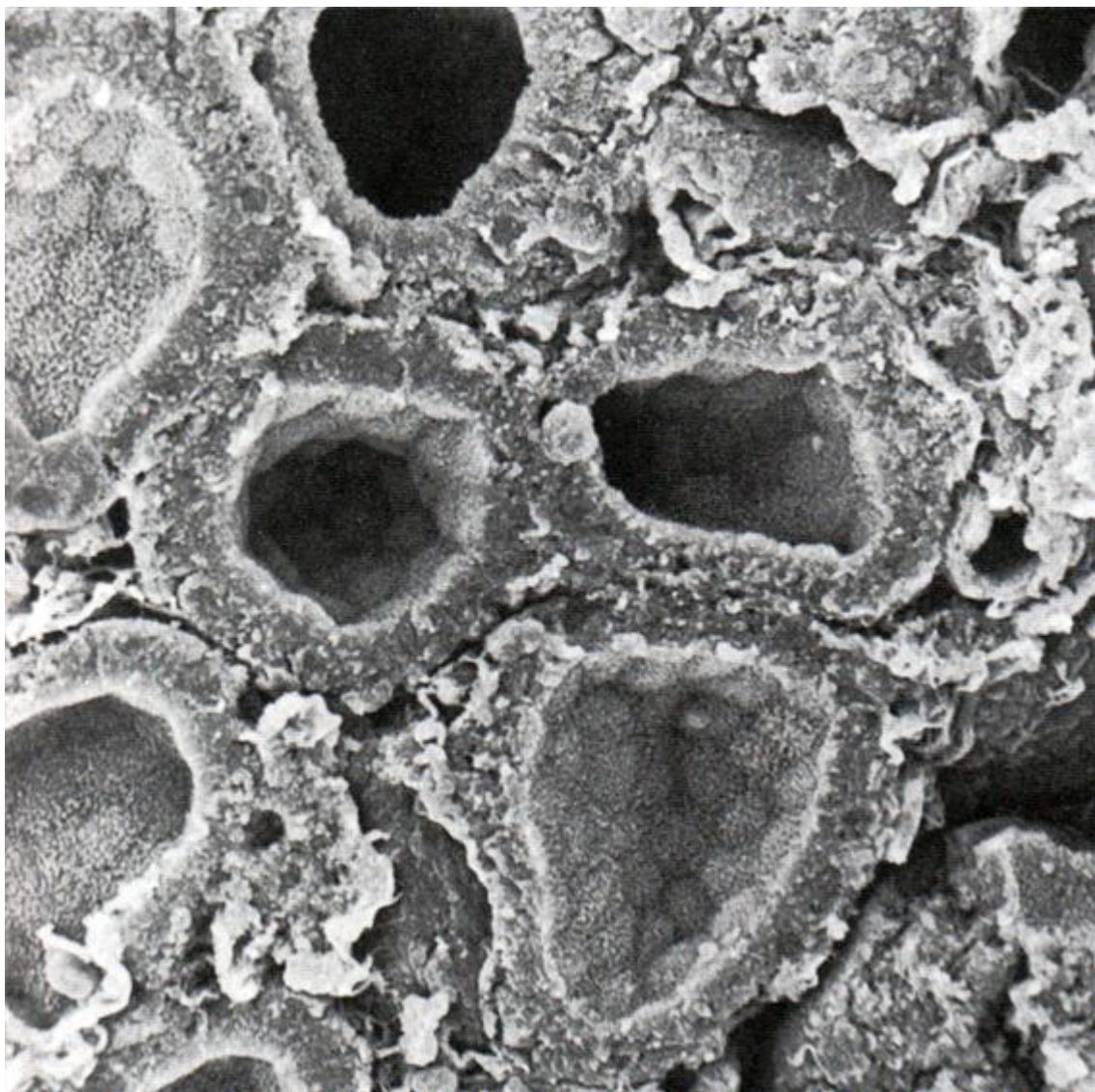
Érellátás. Méretéhez képest rendkívül bő a vérellátása. Két nagy arteriapár táplálja: az a. carotis externa első ága, az a. thyroidea superior, amely felülről leszállva éri el felső pólusát, és az a. subclavia rendszeréből (*truncus thyrocervicalis*) származó, az előbbinél nagyobb a. thyroidea inferior, amely a vagina carotica mögött medial felé hajolva rendszerint kissé lefelé szállva éri el az oldalsó lebeny alsó harmadát. Venái részben az arteriák mellett futva ömlenek be a nyaki vénákba, nagyjából azonban egy nagy vénás fonatból (*plexus thyroideus impar*) lefelé élvezető venathyroidea inferior útján jut a vér a v. brachiocephalica sinistrába. Nyirokereit a mély nyaki és az elülső mediastinalis nyirokcsomók felé vezetnek.

Finomabb szerkezet. A pajzsmirigyet kötőszövetes sövények csupán nagyon határozatlanul bontják szét kisebb egységekre, ezért valódi pajzsmirigylebenyekéről nem szólhatunk. A pajzsmirigy szöveti egysége a *folliculus*. Ezek mintegy 0,2–1,0 mm átmérőjű (vagy kisebb) lapos köbhámmal borított gömb alakú – helyesebben a szomszédosak egymást poligonálisokká nyomják össze –, élő állapotban igen viscosus folyadékkal telt hólyagok (7/110. és 7/111. ábrák). Tartalmuk egy jódtartalmú glikoprotein, a *thyroglobulin*, amely rögzítéskor egynemű, plazmafestőkkel gyengén festődő anyaggá, a *kolloiddá* alvad meg. Radioaktív elemekkel jelzett aminosavak (pl. ³H-leucin) beépülését elektronmikroszkóp alatt is lehet követni. Tíz perccel az anyag injekciója után a radioaktivitás a hámsejtek ribosomái felett, 30 perc után az endoplasmás cisternák üregében, egy óra után a Golgi-rendszerek felett és 2 óra múlva a sejtek szabad felszínén levő mikrobolyhok felett észlelhető, ami egyben a bejuttatott anyagnak a sejt szintetikus működése során való útját is követi. Radioaktív jód (¹²⁵I) néhány perccel a szervezetbe juttatás után a hámsejtek felett, 12 órával utána a kolloid felett helyezkedik el fénymikroszkópos autoradiográfiás észleletek szerint (7/112. ábra, C, D). Ezekből arra kell következtetni, hogy a szervezetbe bejutott jódot a pajzsmirigy hámsejtjei aktív transzport révén a folliculusok üregébe juttatják, és ott thyroglobulinhoz kötve – jódtartalmú hormonok alkotójaként – raktározzák.



7/110. ábra. Glandula thyroidea áttekintő képe (hematoxilin-eozin festés). A kolloid szélén látható vacuolumok mérsékelt aktivitást jeleznek

A folliculusfalon kívül nagyobb, világos plasmájú, ún. *parafollicularis* (C) sejteket találunk, melyek solitaer módon, avagy szigetekbe tömörülve fordulnak elő a kötőszövetben. Ezek egy polipeptid hormont, a *kalcitonint* termelik, amely secretoros granulumok (100–180 nm) formájában raktározódik a sejtekben. A kalcitonin a vér Ca^{2+} -szintjét csökkenti azáltal, hogy gátolja a csontfelszívódás folyamatát és serkenti az osteoid állomány calcificatióját.



7/111. ábra. Pajzsmirigy scanning elektronmikroszkópos képe (800-szoros nagyítás; P. Skaring, Dánia, felvétele). A kolloid kiürült a tág végkamrákból (folliculusokból), jól láthatók a határoló hámsejteknek a folliculusüregbe bedomborodó bolyhos felszínei

A folliculusok között kitöltő kötőszövet fenestrált capillarisokat, nyirokereket és idegeket tartalmaz.

Hisztofiziológia. A hypophysis TSH hormon hatására a hámsejtek magas hengersejteké nyúlnak, és a kolloid állománya a periphéria felől fogyásnak indul.⁴⁷ Fordítva: thyroxinnak kívülről való bejuttatására a hypophysis beszünteti a TSH termelését (ill. leadását), és a folliculusok hámja laposabbá válik, a kolloid mennyisége (fel nem használás folytán) nő. Ugyanez következik be, ha a hypophysist kiirtják (7/112. ábra, A).

Pajzsmirigysejtek hormontermelése és leadása az alábbi öt lépésre bontható:

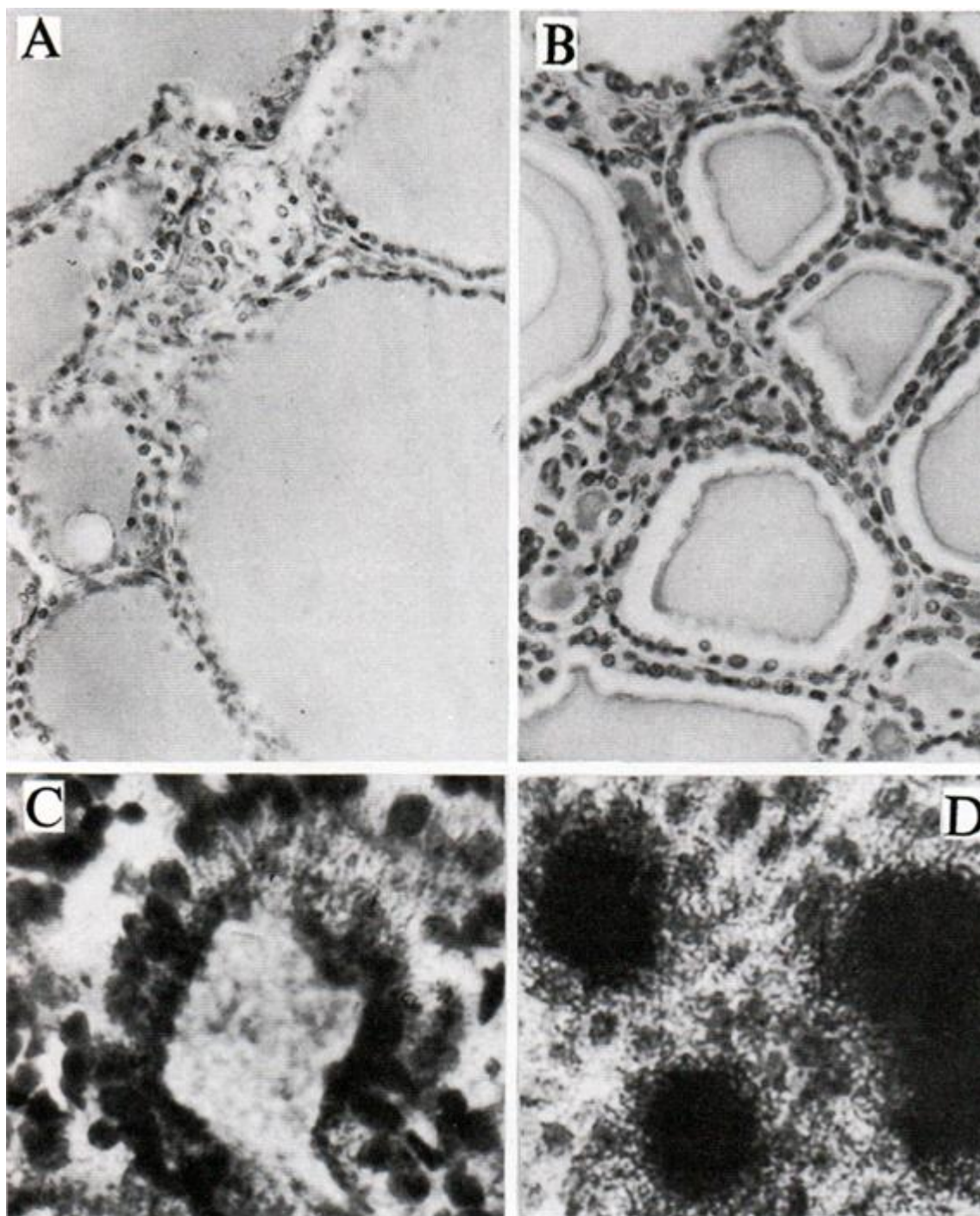
- ◆ 1. *Thyroglobulinszintézis.* Athyroglobulin egy nagy molekulatömegű (660 000) glikoprotein, melyet a folliculushámsejtek termelnek és exocytossissal ürítenek a folliculus üregébe. Az aktív mirigyhámsejtek tágult ergastoplasmával és jól fejlett Golgi-apparatussal rendelkeznek.
- ◆ 2. *Jodidfelvétel.* A folliculussejtek a keringő vérből a jodidot basalis membránjukban működő jodidpumpa segítségével kinyerik és koncentrálják. A felvételt a TSH növeli, perklorát és tiocianát kompetitív módon gátolják.

⁴⁷ Az aktivált működésű pajzsmirigyben a kolloid a peripheriás területeken üresnek tűnő vacuolumokat mutat. Feltehetően innen fogyott el a kolloid (7/112. ábra, B.).

- ◆ 3. *Aktiváció.* A jodid jóddá oxidálódik peroxidáz enzim hatására.
- ◆ 4. *Jódozás* (jodinálás). A thyroglobinhoz kötődő tyrosinmolekulák jódozása történik, és azt követő kondenzáció révén alakulnak ki a pajzsmirigyhormonok.
- ◆ 5. *Hormonfelszabadítás.* TSH-hormon hatására a folliculussejtek apicalis felszínén apró nyúlványok kolloidot kebeleznek be, melyekből lysosomalis enzimek pajzsmirigyhormonokat szabadítanak fel. A thyroxin (T_4) és trijodtironin (T_3) a sejtekből a véráramba kerül.

A hypo- és hyperthyreosis okaival és következményeivel az élettan tantárgya foglalkozik.

A pajzsmirigy fejlődése. A középső nyelvdudor hátsó részén, tehát már az endoderma területén, a szájfenék hámja kb. 3 hetes embryónál megvastagodik (*tuberculum thyroideum*). Ez a hámmegvastagodás a nyelv későbbi foramen cecumának felel meg. Hamarosan hámcsap alakjában nő lefelé a nyakra a truncus arteriosus elágazódási szögletéhez. A 2. és a 3. kopoltyúív között átnyomulva a hámcsap a kopoltyúkosár külső oldalára és az előbélből lejjebb kitüremkedő alsó légúti és tüdőtelep elé, a nyak felületesebb szöveteibe kerül. Itt lent két ágra válva és további szöveti burjánzással mirigyszerű végkamrákat alkotva, létrehozza a pajzsmirigy két lebenyét.



7/112. ábra. A pajzsmirigy szöveti szerkezete (Mess B. anyagából). A: erősen inaktív tároló jellegű pajzsmirigy; B: gyengén aktivált szerkezetű pajzsmirigy; C: fénymikroszkópos radioautográfia ^{125}I beadása után 15 perccel; az aktivitást jelző szemcsék a folliculusok hámja felett vannak; D: 12 órával ^{125}I beadása után a szemcsék a kolloid felett mutatkoznak

Az eredeti endodermális hámcsap mint a pajzsmirigy tökéletlen kivezető csöve egy ideig megmarad (*ductus thyroglossus*), majd elsorvad, megmaradt alsó része adja a *lobus pyramidalis*, elágazási helye pedig az isthmust.

A C-sejtek branchialis származékok, az ultimobranhialis testből fejlődő endoderma származéknak tekinthetők. A sejtek infiltrálják a fejlődő pajzsmirigy lebenyeket.

Persistáló ductus thyroglossus. Maradvány a migráció nyomvonalán. Ilyen esetben a nyak középvonalában finom cystosus képződmény tapintható, mely sipolyt képezve a bőr felszínre is nyílhat (*cysta* vagy *fistula colli mediana*).

6.5. Mellékpajzsmirigy

A **mellékpajzsmirigy** (*glandula parathyroidea*) négy darab kisebb borsónyi nagyságú, tömött hámszövetből álló csomócska, amelyek a pajzsmirigylebenyek hátsó medialis – a garattal szomszédos – felszínén a pajzsmirigy felszínébe nyomódva máskor abba ágyazottan helyezkednek el. A két felső (jobb és bal oldali) mellékpajzsmirigy a pajzsmirigylebenyek felső pólusához közel, a két alsó tipikusan az alsó pólus közelében kellene hogy elhelyezkedjék, de helye változatosabb, néha nem is érintkezik a pajzsmiriggyel.

Szöveti szerkezete. Aránylag kis méretű, köb alakú hámsejtek szabálytalanul ide-oda tekeredő gerendákban rendezetten (7/107. ábra, D). Ezek a *fősejtek*. A gerendák között kevés laza kötőszövet és erek láthatók. A hámsejtek cytoplasmájában 200–400 nm átmérőjű hormontartalmú granulumok fordulnak elő, melyek *parathyroidea* hormont (*parathormon*, PTH) tartalmaznak. A fősejteknel nagyobb, szigetszerűen tömörülő erősen acidophil plasmájú sejtek – ún. *oxyphil sejtek* – is megtalálhatók a mellékpajzsmirigyben. Jelentőségük ismeretlen.

Kor előrehaladtával a zsírsejtek szaporulata figyelhető meg a szövetben.

Hisztofiziológia. Parathormon hatására a vér kalciumtartalma nő. Fokozza az osteoclastsejtek aktivitását, mely Ca^{2+} -felszabadulást eredményez a csont alapállományából. Ugyancsak serkenti a Ca^{2+} -felszívódást a béltraktusból. A vesében növeli a foszfátexcretiót.

A hormon túlermelődése a csontok felritkulásához és egyes parenchymás szervek elmeszesedéséhez vezet. Hiánya a neuromuscularis egység fokozódó ingerlékenysége révén tetaniához vezet.

A hormon secretióját a vér Ca^{2+} -szintje tűnik vezérelni.

Fejlődésük. A 3. és 4. garattasak hátsó részén keletkező hámmegvastagodásokból alakulnak ki, tehát endodermalis branchiogen szervek. A 3. kopoltyútasakból származó telepek az alsó, míg a 4. tasakból fejlődők a felső mellékpajzsmirigypárokat szolgáltatják.

6.6. Mellékvese

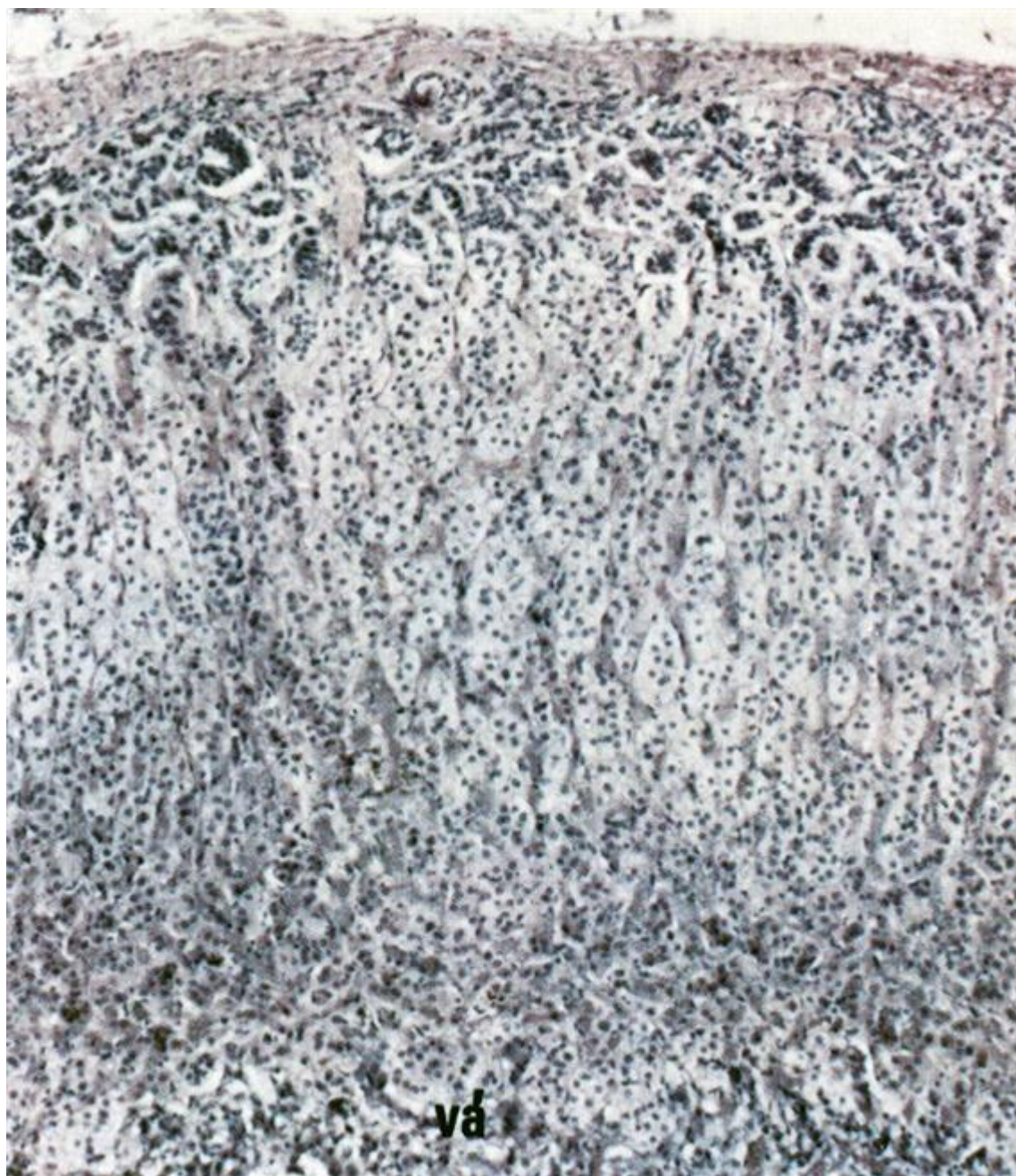
A **mellékvese** (*glandula suprarenalis*) páros, lelapult, a vese felső pólusához illeszkedő, a vese zsíros tokján belül elhelyezkedő, élénk narancssárga színű, eléggé tömött tapintató szerv. A két mellékvese alakja és elhelyezkedése is némileg eltér egymástól. A jobb háromszögletű, helyesebben Lenhossék Mihály szerint frigiai sapka idomú,^{48/48} és valóban a vese felső pólusán ill. A bal inkább félhold alakú, és medial felé fordulva leterjed csaknem a vese hilusáig. Felszínük gyengén dudoros, helyenként nagyobb gyűrődéseket mutat, elülső felszínén látható az erek belépésére szolgáló hilus. – Átmetszetén élénk narancssárga színe alapján feltűnik a külső kéregállomány (*cortex*) és az azon belül vékony csík vagy néha csupán szigetek alakjában mutatkozó, vérmentes állapotban világosabb színű, igen könnyen rothadó velőállomány (*medulla*).

Topográfiai szempontból lényeges, hogy a mellékvesék a 11–12. hátcsigolya magasságában fekszenek, hátul a rekesz ágyéki részén nyugszanak, alsó felszínük természetesen a vesével érintkezik. A jobb mellékvese elülső felszíne a máj hashártyamentes területéhez illeszkedik, és medialis széle hosszan hozzáfekszik a v. cava inferior falához. A bal mellékvese elülső felszíne a gyomor hátsó felszínével, alsó részén a pancreas farkával, laterális részén a léppel érintkezik. A vese zsíros tokja azonban vékony réteggel gyakorlatilag mindenütt beborítja a mellékvesét.

Erek és idegek. A mellékvese, amint ezt az aorta abdominalis ágrendszerénél leírtuk, három arteria suprarenalist kap különböző forrásból (a. phrenica inferior, aorta abdominalis, a. renalis). Ezek az arteriák nagyobbára nem közvetlenül hatolnak be a mellékvesébe, hanem külső kötőszövetes tokjában alkotnak fonatot, majd innen kisebb ágak hatolnak be különböző mélységig merőlegesen a kéreg- és velőállományba, és tág sinusoid capillarisokra oszlanak. A kéregállomány sinusoidjaiban áramló vér – feldúsulva kérgi szteroid hormonokkal – átjárja a velőállományt is. Végül az összes sinusoidok a kéreg belső rétegében és a

^{48/48} A francia forradalomban használt sapkaviselet, lásd korabeli képeken, ill. francia bélyegeken, ahol a francia forradalom mentőjét ilyen sapkával és ráillesztett kokárdával ábrázolják.

velőállományban egy nagy központi venarendszerbe torkollanak. Ez a vena lép ki a hiluson, és vagy a v. renalis útján, vagy közvetlenül a v. cava inferiorba vezet. A vénák falában erős hosszanti simaizomszövet van. – A mellékvese hilusába rendkívül erős vegetatív idegfonat lép. Közöttük azonban csak igen kevés az ún. postganglionaris rost, tehát olyan, mint amilyenek más szöveteket ellátnak. Az idegrostok zöme közvetlenül a gerincvelőből eredő, ún. preganglionaris rost. Ezek mind a velőállomány sejtjeit látják el, amelyekről látni fogjuk, hogy fejlődésük szerint voltaképpen sympathicus idegsejtekkel egyenértékűek (lásd később a krómaffinrendszerről írt szakaszt).



7/113. ábra. Mellékvese áttekintő képe (hematoxinilín-eozin festés). A velőállomány (vá) egy részlete alul látható, a rétegződés magyarázatát lásd a 7/114. ábrán

Szöveti szerkezet (7/113. ábra). A mellékvese kéreg- és velőállományra oszlik. Az előbbi szteroidhormonokat, az utóbbi katekolaminokat szintetizál. A szervet vékony kötőszövetes tok veszi körül.

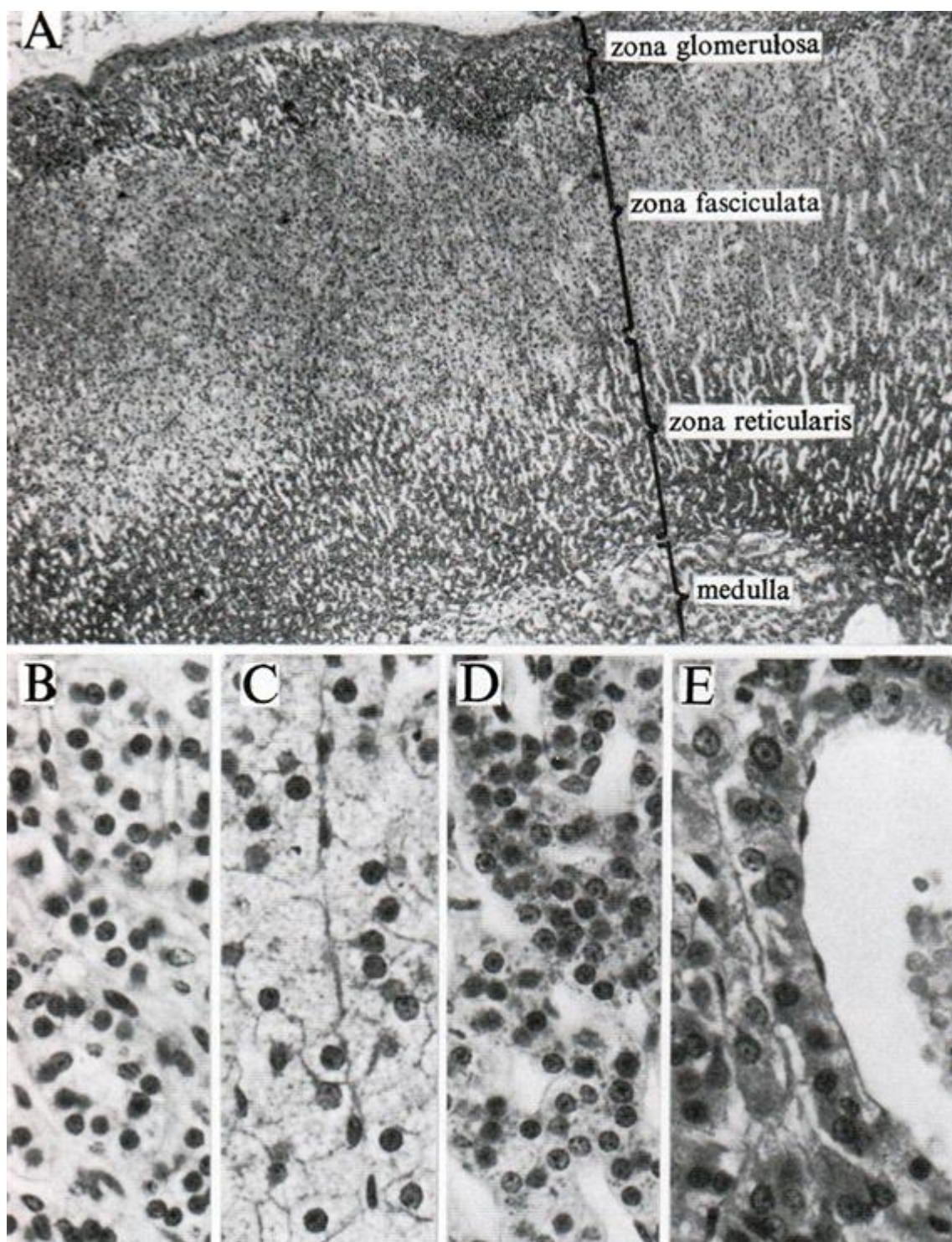
Kéregállomány. A kéreg a mellékvese külső felszínével párhuzamosan három rétegre oszlik. A sejtek a szteroidhormon-szintetizáló mirigyekre jellemző finomszerkezeti jegyekkel és organellumkészlettel jellemezhetők.

♦ 1. *Zona glomerulosa*. A külső réteget képezi, melyben a hengerded hámsejtek kisebb gömbszerű csoportokba rendeződnek. A sejtfészeket fenestrált capillarissinusoidok veszik körül (7/114. ábra, B). Feltételezik, hogy e zona sejtei termelik a *mineralokortikoidokat*, elsősorban az *aldoszteront*. A hormon a vese distalis csatornácskáin és gyűjtő csatornáin, csakúgy mint a verejték- és nyálmirigyek kivezető csövein hatva nátriumresorptiót eredményez. Az aldoszteronelválasztást a *renin–angiotenzin* hormonrendszer szabályozza.

♦ 2. *Zona fasciculata*. A kéreg középső legszélesebb rétegében a sejtek jóval nagyobbak, köbös alakúak, és a kéreg felületére merőleges kötegeket – innen a réteg neve: *zona fasciculata* –, helyesebben oszlopokat alkotnak. Legfeltűnőbb sajátossága e réteg sejteinek, hogy nagy világos vacuolumoktól valósággal szivacsos képet mutat cytoplasmájuk (7/114. ábra, C). E vacuolumok a szövettani preparáció során kioldott koleszterin típusú lipidokból erednek. Ezenkívül ez a réteg igen nagy koncentrációban tartalmaz aszkorbinsavat. Elektronmikroszkóppal feltűnő, hogy e sejtek nagy mitokondriumainak belső hárttyája nem lemezeket, cristákat, hanem csöveket képez, sőt a csövek kis gömbökre is oszlanak (7/115. ábra). A sejtoszlopok között, velük párhuzamosan haladnak a kéreg nagy sinusoid capillarisai.

A *zona fasciculata* sejtei *glukokortikoid* hormonokat termelnek. Ezek közül a *cortisol* és *corticosteron* jelentősen hatnak a szervezet anyagcsere-folyamataira, és a keringő lymphocyták számának csökkentésével gátolják az immunválaszt.

♦ 3. *Zona reticularis*. A belső rétegben a sejtek elvesztik szabályszerű rendezettségüket, neve ezért *zona reticularis* (7/114. ábra, D). A sejtek plasmája sötétebb festődésű, kioldható lipidok helyett inkább festékanyagot tartalmaz. A magvak kissé zsugorodottnak tűnnek. Sexuáliszteroid hormonok termelődési helye. Elsősorban dehidroepiandroszteront termel, mely hatásában anabolikus és masculinizáló. A here által termelt androgéneknekél kevésbé hatásos.



7/114. ábra. Mellékvese szöveti szerkezete. A: átnézeti kép; B: zona glomerulosa; C: zona reticularis; E: velőállomány, sinusoid capillaris körül végkamraszerűen rendezett sejtek

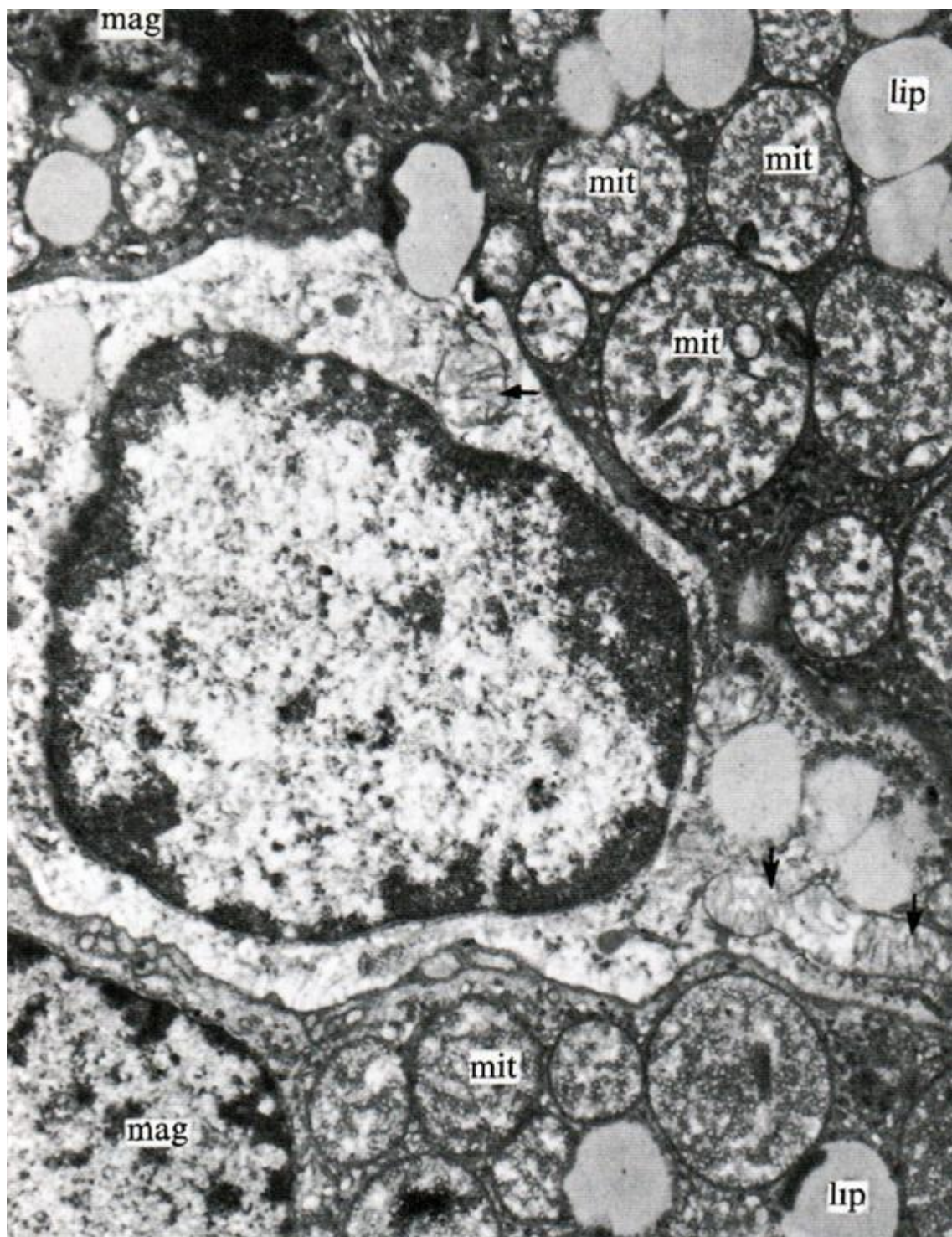
Hisztofiziológiai szempontból fontos megjegyezni, hogy a hypophysis ACTH hormonja a legtöbb állatban kevésbé hat a zona glomerulosára és reticularisra, de feltűnő hatású a zona fasciculatára. Ennek aszkorbinsava és lipoidjai ACTH hatására hamar kiürülnek. A mellékvese ún. glukokortikoid hormonjait a zona fasciculata termeli, főleg ACTH hatására.

A glukokortikoid hormonok az ún. long-loop (hosszú hurok) feed-back mechanizmus révén visszahatnak az agyalapi mirigy adrenocorticotroph és a hypothalamus paraventricularis idegmagjának *corticotropin releasing hormonet* (CRH) termelő neuroszekretoros idegsejtjeire. Hatásuk mindkét esetben gátló.

Fetalis kéreg. Újszülöttek maradandó kéregállománya vékony réteget képvisel. Alatta a fetalis mellékvesekéreg állomány helyezkedik el, melyet befelé haladva a medulla követ.

A vaskos fetalis kéreg sejtei oszlopokba rendeződnek, és erőteljes acidophiliát mutatnak. Szerepe androgén szulfát konjugátumok ürítése, melyek a placentában aktív androgén és ösztrogén hormonná konvertálódnak, és belépnek az anyai keringésbe. Születést követően ez a réteg eltűnik, helyére a proliferáló permanens kéreg részből differenciálódó sejtek lépnek.

Velőállomány. Krómaffin szövetek. A mellékvese velőállományát szabálytalan kötegeket, illetve csoportokat alkotó elég nagy, sokszor hengerhám jellegű sejtek alkotják. E sejtek precapillarisokat, sőt nagyobb vénákat is mirigylumenszerűen vesznek körül (7/114. ábra, E). Ez nem nagyon feltűnő a szövetnek szokványos rögzítése mellett, ti., ha a szervet egyszerűen bedobják a rögzítő folyadékba, mert így az igen vékony falú erek összeesnek. Az erekbe befecskendezett rögzítővel való fixálásnál az erek tágan merevednek meg, és a hámsejtek körülöttük való szabályos rendeződése így feltűnővé válik. – A velőállomány sejtjeinek egyik sajátos, már a múlt században megismert reakciója, hogyha kellőképpen friss állapotban krómsók oldatával kezelik őket, barna festődésű szemcsék jelentkeznek a sejtek plasmájában. Ezt krómaffin reakciónak nevezték el; alapja, hogy a sejtekben levő adrenalin és noradrenalin a krómsók oxidálják, miközben a krómsók redukálódnak.



7/115. ábra. Mellékvese zona fasciculatájának elektronmikroszkópos képe (13 000-szeres nagyítás; Szabó D. felvétele). Két szteroidtermelő sejt részlete fent és lent lipidgranulumokkal (lip) és a jellemző csövekből vagy vesiculumból álló belső membránrendszerrel bíró mitochondriumokkal (mit). A középen levő világosabb sejt nem szteroidtermelő, nyíllal jelzett mitochondriumi szokványos cristás, belső membrán-rendszerűek

Elektronmikroszkópban a sejtek plasmájában 150–300₂ nm átmérőjű szemcsék találhatók, amelyek egy külső, hólyagszerű, hátyából és azt nem teljesen kitöltő, oxidáló anyagokkal erősen festődő, magból állnak. E szemcsék két típusát általában azzal hozzák kapcsolatba, hogy a velőállomány kétféle sejtet: noradrenalin- és adrenalin- termelő sejteket tartalmaz. A granulumban – katekolamintartalmuk mellett –, ATP, katekolaminszintetizáló enzimek és chromogranin is kimutatható. Az adrenalin- szintetizáló sejtek túlsúlyban vannak (80%) a noradrenerg sejtekkel (20%) szemben.

Veszély állapotában (Cannon-féle vészreakció) a velőállomány sejtjei sympathicus izgalomra hirtelen nagyobb mennyiségű adrenalint és noradrenalint dobnak ki a vérpályába. Ez az állapot anyagcseréjének és keringésének sok vonatkozásában való átállításával hirtelen felkészíti az állatot a veszély előli menekülésre vagy támadásra.

Krómaffin jellegű szövet nem csupán a mellékvese velőállományában fordul elő, hanem a retroperitonealis szövetben, gyakran sympathicus idegdúcok mellett vagy bennük. E sejtcsoportokat, ha elég nagyok, paraganglionoknak nevezik. Jellemző helye egykét paraganglionnak a szív basisán az aorta kezdete előtt (*paraganglion aorticum*) van. A krómaffin szövetre emlékeztető, de vele nem azonos, szövet van a *glomus caroticumban*, az a. carotis externa és interna elágazódási villájában és a *glomus coccygeumban* a farkcsont előtt. Ezekben inkább az arteriovenosus anastomosisok vannak előtérben, és a krómaffinszerű szövet jelentősége nem ismert.

A krómaffinszöveteket mindenütt preganglionaris sympathicus rostok látják el.

A mellékvese fejlődése. A mellékvesekéreg hámja a hasüregi celomahám hátsó áthajtásának a mesenterium tapadásától kétoldalt kialakuló megvastagodásából származik. A megvastagodott területől a mélybe burjánzó sejtek két generációban hagyják el eredeti telepüket. Az első sejtgeneráció beljebb helyezkedik el, és a mellékvesekéreg elsődleges sejttelépét adja (fetalis kéreg). Egy másik lépcsőben elszaporodó celomahámsejtek ezt a telepet kívülről veszik körül tokszerűen (maradandó, permanens kéreg). A magzati életben az elsődleges telep, tehát a kéreg belső rétegében elhelyezkedő sejtjei hatalmas szövettömeget képeznek, amely a születés után néhány nappal elfajul. A másodlagos hámtelep végleges kifejlődése jobbra a születés utáni időre jut; ebből alakul ki az extrauterin életre jellemző háromréteges mellékvesekéreg.

A mellékvese velőállománya egészen más eredetű. Az idegrendszer telepének fejlődése kapcsán leírandó módon a dúclécből kivándorló ectodermalis sejtek, a sympathicoblastok, amelyekből általában a sympathicus idegrendszer dúcainak idegsejtjei lesznek, egy része bevándorol a mellékvesetelep közepébe, és ott kialakítja a velőállományt. Ezért érthető, hogy a velőállomány látszólag mirigy jellegű sejtjeit ugyanazok a preganglionaris idegrostok idegzik be, mint a sympathicus dúcok idegsejtjeit (lásd később).