

**UNIVERZA V LJUBLJANI
VETERINARSKA FAKULTETA**

GREGOR FAŽARINC IN AZRA POGAČNIK

**SLIKOVNI PRIROČNIK
IZ SPLOŠNE HISTOLOGIJE**

LJUBLJANA 1997



UNIVERZA V LJUBLJANI
VETERINARSKA FAKULTETA

GREGOR FAZARINC IN AZRA POGAČNIK

**SLIKOVNI PRIROČNIK
IZ SPLOŠNE HISTOLOGIJE**

LJUBLJANA 1997

483217

483217

Založila: Veterinarska fakulteta Univerze v Ljubljani

Strokovna ocena: prof. dr. Srdjan V. Bavdek

Lektoriranje: prof. Ivanka Šircelj Žnidaršič

Tisk: Planprint, Ljubljana

Naklada: 500 izvodov

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in Univerzitetna knjižnica, Ljubljana

619:611.018(084)(075.8)

FAZARINC, Gregor

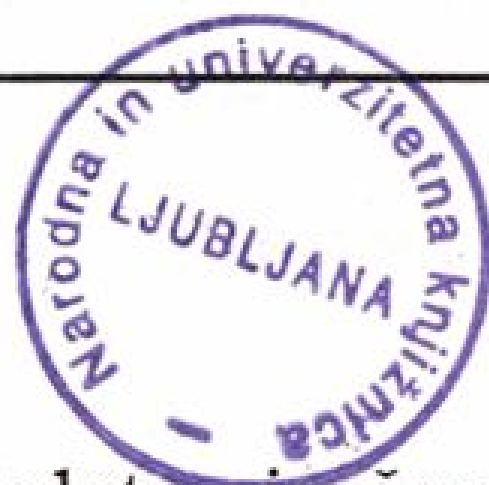
Slikovni priročnik iz splošne histologije / Gregor Fazarinc in Azra Pogačnik. - Ljubljana : Veterinarska fakulteta, 1997

ISBN 961-6199-07-2

1. Pogačnik, Azra

62942464

21 -07- 1997



199712006

Po mnenju Ministrstva za šolstvo in šport št. 415-1/96 z dne 7.1.1997 se publikacija šteje med proizvode, za katere se plačuje 5 odstotni davek od prometa proizvodov po tarifni številki 3, Zakona o prometnem davku.

KAZALO

Uvod

1 Razdelitev tkiv	1
2 Epiteliji	2
2.1 Vrhnjice	3
2.2.1 Enoskladni epiteliji	4
2.2.2 Večskladni epiteliji	8
2.2 Žlezno epitelno tkivo - žleze	11
2.3 Mioepitelij	18
2.4 Čutni epitelij	18
3 Veziva	19
3.1 Prava veziva	20
3.1.1 Zdrizasto vezivo	20
3.1.2 Mrežasto vezivo	22
3.1.3 Vlaknato vezivo	23
3.2 Opornine	28
3.2.1. Hrbtna struna	28
3.2.2 Hrustančno tkivo	28
3.2.3 Kostno tkivo	33
3.3 Kri	41
3.3.1 Rdeča krvna telesca	41
3.3.2 Bela krvna telesca	43
3.3.3 Krvne ploščice	46
3.4 Tolščno tkivo	48
3.4.1 Rjava tolšča	48
3.4.2 Bela tolšča	49

4 Mišično tkivo	50
4.1 Gladko mišično tkivo	50
4.2 Prečno progasto mišično tkivo	51
4.2.1 Skeletno mišično tkivo	52
4.2.2 Srčno mišično tkivo	55
5 Živčno tkivo	57
5.1 Centralni živčni sistem	63
5.1.1 Veliki možgani	64
5.1.2 Mali možgani	65
5.1.3 Horoidni pletež	66
5.1.4 Hrbtenjača	67
5.2 Periferni živčni sistem	68
5.2.1 Periferni ganglij	68
5.2.2 Živec	68
6 Slikovna priloga	70
7 Literatura	144

UVOD

Vprašanje, kako doseči boljše poznavanje zgradbe celic, tkiv in organov, predstavlja izziv tako za študenta kot za učitelja, saj je razkorak med razpoložljivo količino učnih ur in zahtevami stroke vedno večji. To nas sili v časovno in vsebinsko strnjeno in racionalno podajanje snovi, ki je potrebna za razumevanje morfologije. Pri tem nam je lahko v pomoč tudi ustrezno slikovno in pisno gradivo.

V tem priročniku so predstavljeni osnovni podatki o tkivih. Njegova vsebina ustreza učnemu programu, ki se izvaja na vajah pri predmetu histologija z embriologijo na Veterinarski fakulteti v Ljubljani, mogoče pa bo v pomoč tudi slušateljem drugih usmeritev. Namen priročnika je podati osnove o mikroskopski zgradbi tkiv, ki so potrebne za razpoznavanje vrste celic in tkiv v histoloških preparatih. Za celovito predstavitev splošne histologije priročnik ne zadostuje. Za to so na razpolago številni tuji in domači učbeniki.

1 RAZDELITEV TKIV

Osnova tkiv so celice. Morfološko in funkcionalno so tkiva prilagojena za opravljanje različnih nalog, zato se vrsta, oblika in gostota celic ter količina in vsebnost medceličnega prostora pri različnih vrstah tkiv zelo razlikujejo. Obstajajo štiri osnovne vrste tkiv, te pa na osnovi določenih postavk delimo še v podvrste. Nekatera tkiva se lahko nahajajo v čisti obliki t.j. samostojno, pogosto pa jih najdemo v različnih medsebojnih kombinacijah kot funkcionalne sestavine organov oz. organskih sistemov.

Osnovna razvrstitev tkiv

epiteliji

- vrhnjice
- žlezni epiteliji
- čutni epiteliji
- mioepitelij

veziva

- prava veziva
- opornine
- telesne tekočine
- tolščno tkivo

mišično tkivo

- gladko mišično tkivo
- prečno progasto mišično tkivo

živčno tkivo

- centralni živčni sistem (CŽS)
- periferni živčni sistem (PŽS)

2 EPITELIJI

Epiteliji so sestavljeni iz enega ali več skladov celic. Med celicami ni medceličnine, ampak le nekaj tkivne vlage.

Nastanejo iz vseh treh kličnih listov. Epitelije, ki so mezodermalnega izvora imenujemo mezoteliji, ko pokrivajo telesne votline, oz. v primeru krvnih in limfnih žil endoteliji.

Epitelne celice so prizmatične oblike. Pri njih razlikujemo:

- apikalni del - zgornji del celice, ki oblikuje prosto površino in ni v kontaktu s sosednjimi celicami;

- lateralne površine - stranske površine celic, ki so med seboj povezane z medceličnimi stiki in

- bazalni del - spodnji del celice, ki meji s spodaj ležečim vezivom.

Epiteliji leže na veznem tkivu, od katerega so ločeni z bazalno membrano. Bazalna membrana je iz mukopolisaharidne bazalne lamine, ki je produkt epitelnih celic, in nežne mreže retikulinskih ter kolagenih vlakenc, ki so produkt spodaj ležečih vezivnih celic. Za prikaz bazalne membrane so potrebna posebna barvanja (Periodic-Acid-Schiff - PAS, srebrenje) (sl. 50). Epiteliji se prehranjujejo z difuzijo hranljivih snovi skozi bazalno membrano.

Epiteliji imajo pomembno vlogo pri številnih procesih, kot so n.pr.: zaščita (koža, ustna sluznica), absorpcija (želodec, črevo), izmenjava plinov (dihalna pot), sekrecija (žleze), ekskrecija (ledvica), prenos (jajcevod), krčenje (mioepitelne celice), mehanično zaznavanje (notranje uho) in kemično zaznavanje (vohalni epitelij, okušalne brbončice).

Epitelije delimo na osnovi morfoloških in dejavnostnih značilnosti na vrhnjice, žlezne epitelije, čutne epitelije in mioepitelij.

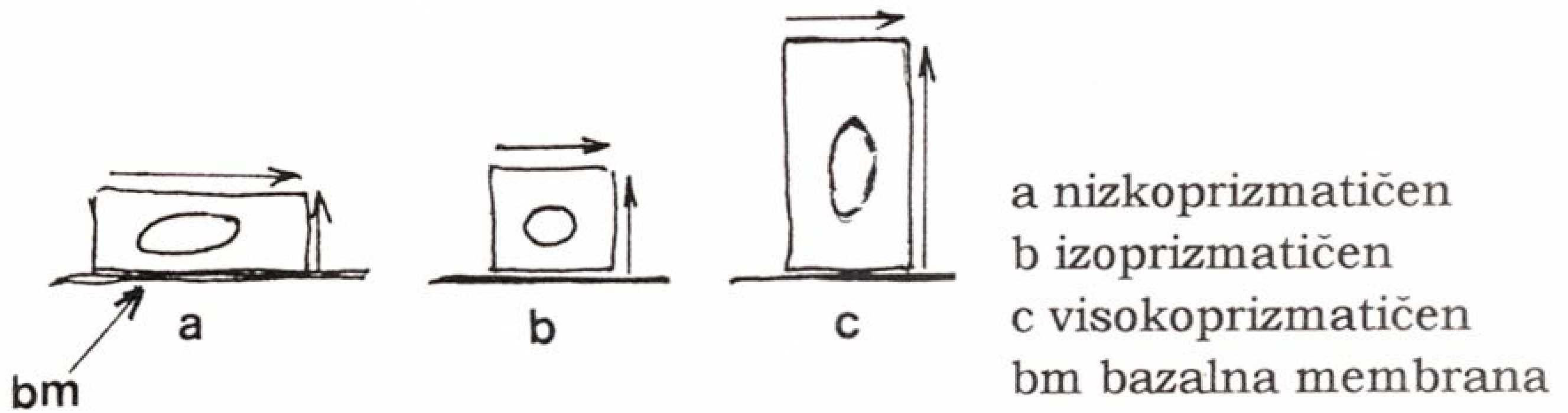
Razdelitev epitelijev

epiteliji	→ vrhnjice	⇒ enoskladni	→ enostavni
			→ večvrstni
			→ prehodni
		⇒ večskladni	→ neporoženevajoči
			→ poroženevajoči
	→ žlezni epiteliji	⇒ eksokrine žleze	
		⇒ endokrine žleze	
	→ čutni epiteliji		
	→ mioepitelij		

2.1 Vrhjice

Vrhjice (krovni epiteliji, pravi epiteliji, epiteliji v ožjem pomenu besede) pokrivajo zunanjo površino telesa in notranje organe tj. kožo, cevaste organe, ki se odpirajo na telesno površino, žile, srce in telesne votline. Meje med epitelnimi celicami so v histoloških preparatih večinoma nejasne, zato se pri določanju vrste epitelija orientiramo predvsem po obliki in položaju jeder epitelnih celic.

Vrhjice delimo glede na obliko epitelnih celic na nizkoprizmatične, izoprizmatične in visokoprizmatične epitelije (sl.1), glede na naslojenost epitelnih celic pa na enoskladne in večskladne.

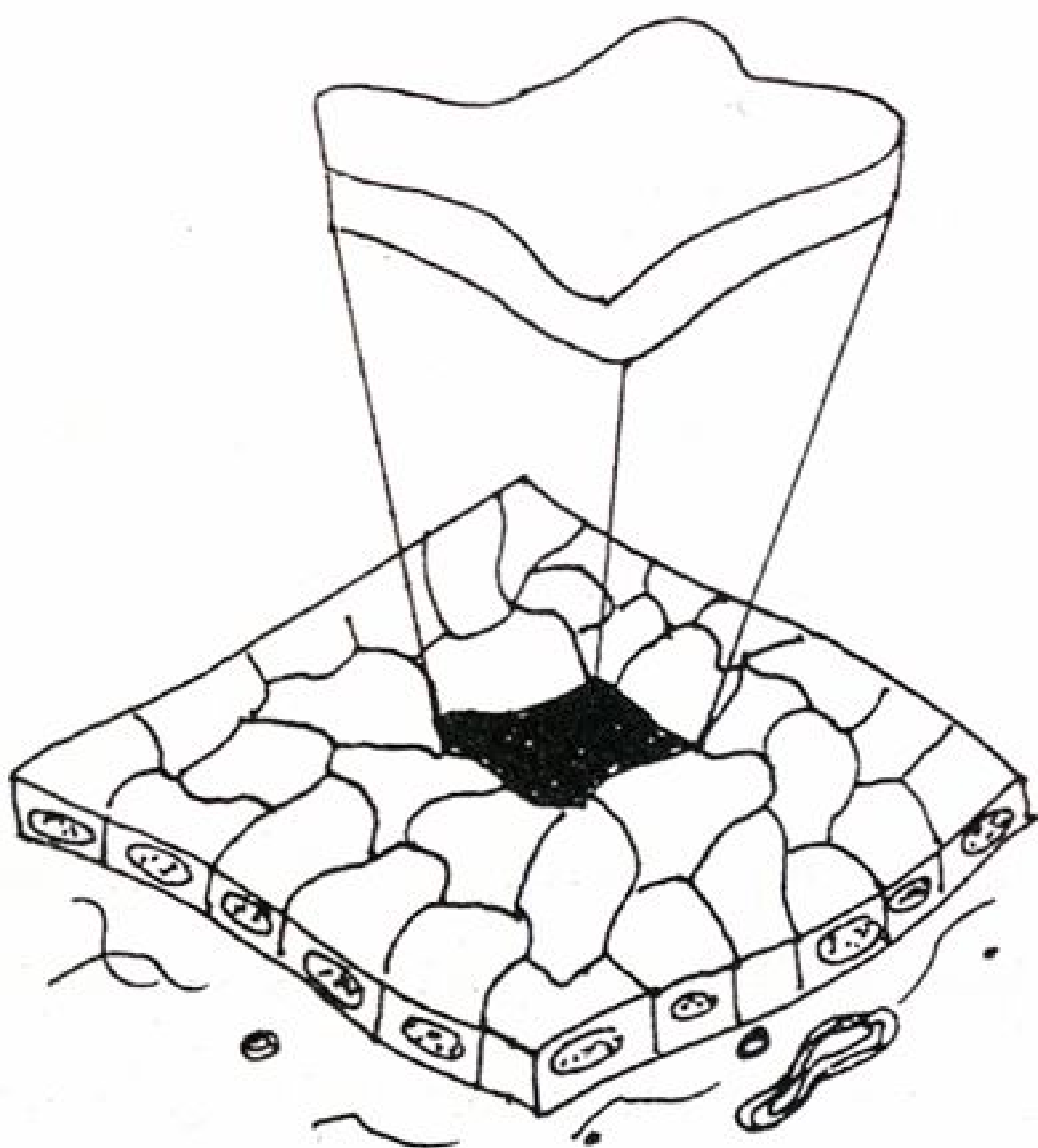


Slika 1. Opredelitev epitelijev po višini in širini ter obliki jedra

2.2.1 Enoskladni epiteliji

Enostavni epiteliji

Enoskladni nizkoprizmatični epitelij. Epitelne celice so nizke, njihova jedra pa podolžno ovalne oblike. Ekstremna oblika nizkoprizmatičnega epitelija je enoskladni ploščati epitelij (sl. 2 in 40). Epitelne celice so sploščene, na prečnem prerezu vretenaste oblike z malo citoplazme. Jedro je položeno vzporedno z bazalno membrano in povzroča izbočenje celične površine. Zaradi majhne količine citoplazme epitelij omogoča lahek prehod plinov, presnovkov in tekočin.



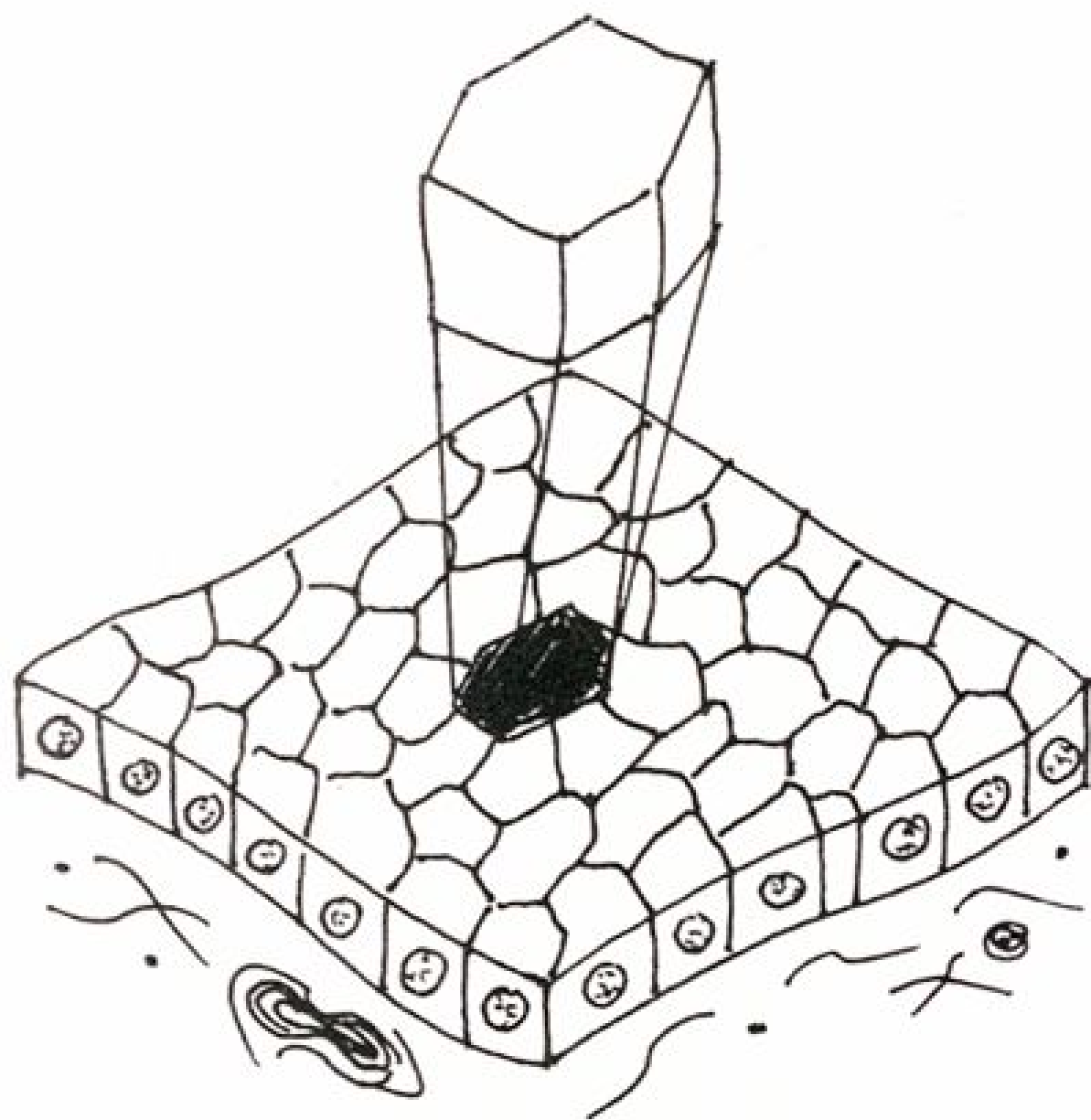
↳ bazalne celice!

Slika 2. Enoskladni ploščati epitelij

Primeri:

- endotelij krvnih in mezgovnih žil
- mezotelij seroznih open telesnih votlin
- epitelij sprednje očesne komore
- epitelij Bowmanove membrane pri ledvičnem telescu in epitelij Henlejeve zanke v sredici ledvic
- epitelij srednjega in notranjega ušesa
- epitelij v pljučnih mešičkih

Enoskladni izoprizmatični epitelij. Celice so enako visoke kot široke. Imajo okroglasta jedra, ki se nahajajo v celični sredini (sl. 3 in 41). Opazovan s površine ima epitelij poligonalni videz. Takšen epitelij ima običajno absorptivno ali pa sekretorno vlogo.



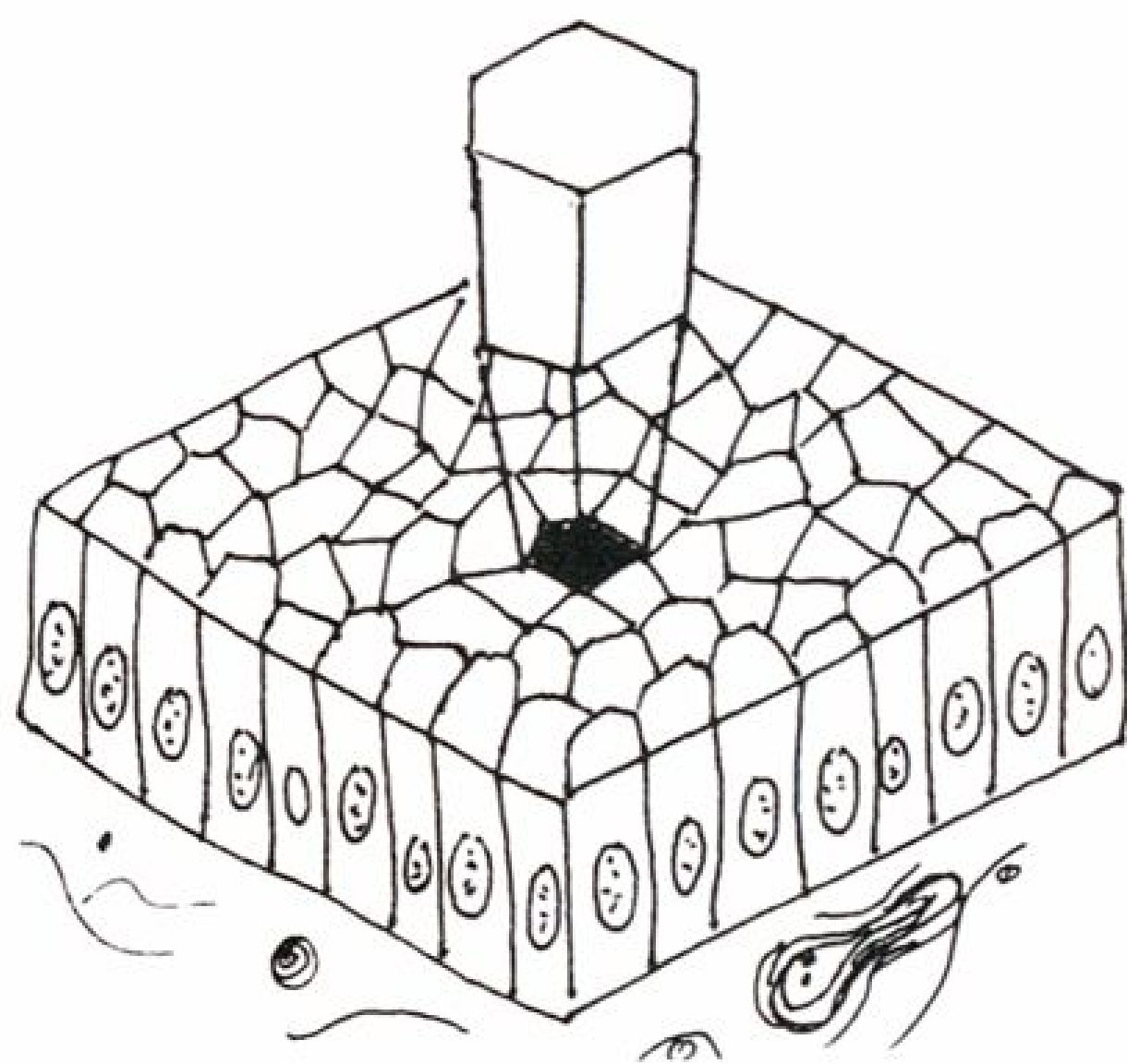
Slika 3. Enoskladni izoprizmatični epitelij

Primeri:

- pigmentni epitelij mrežnice
- proksimalni in distalni tubuli ter zbirni kanali v ledvicah
- žlezni epitelij in izvodila nekaterih žlez, npr. pri znojnicah

Enoskladni visokoprizmatični epitelij. Celice so bolj visoke kot široke. Imajo pokončna ovalno jedro, ki se nahaja v približno enaki višini pri vseh celicah. Opazovan s proste površine ima tudi

ta epitelij poligonalni videz (sl. 4). Epitelne celice v prebavni cevi imajo na apikalnem delu citoplazemske podaljške - mikrovile, ki jih vidimo v histološkem preparatu kot ščetkasti obrobek na prosti površini epitelija (sl. 43). Glavni nalogi enoskladnega visokoprizmatičnega epitelija sta sekrecija in absorpcija.



Slika 4. Enoskladni visokoprizmatični epitelij

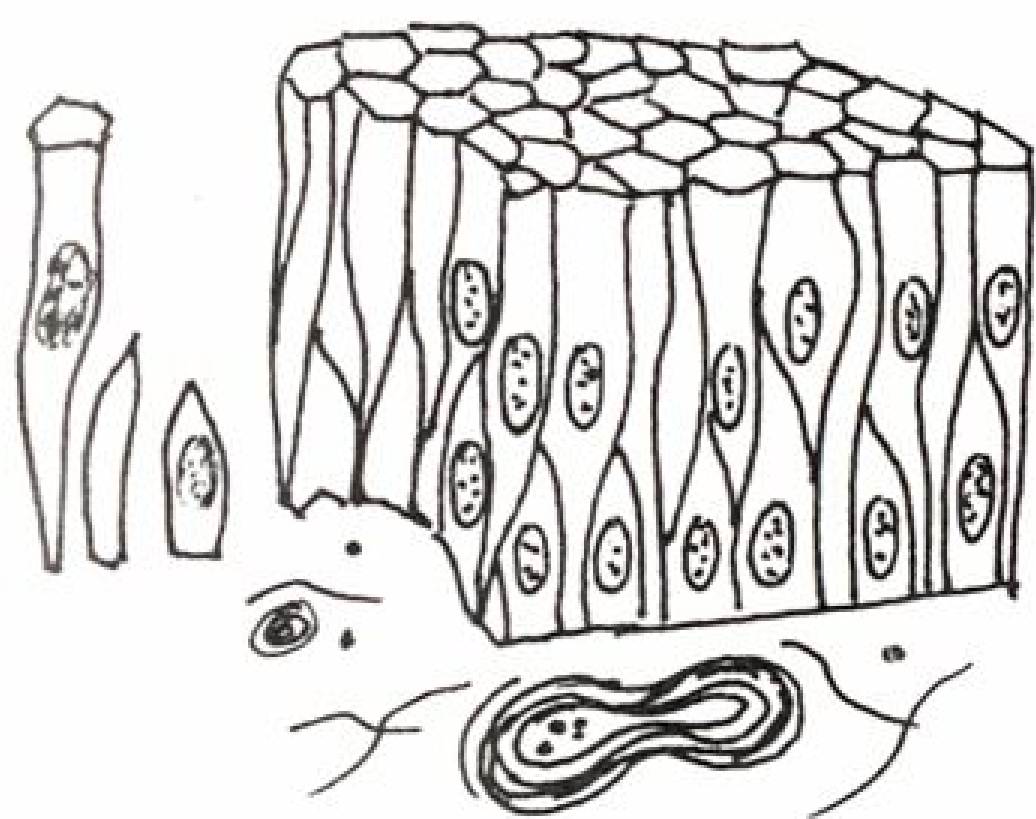
Primeri:

- epitelij prebavne cevi od želodca do zadnjika
- epitelij bronhiolov
- endodimske celice, ki odevajo centralni kanal v hrbtenjači
- centralni hrbtenjačni kanal

Večvrstni visokoprizmatični epitelij

Vse celice ležijo na bazalni membrani, vendar vse ne dosežajo proste površine epitelija. Celice niso enotne oblike, meje med celicami pa se običajno slabo vidijo. Orientiramo se po jedrih, ki so razporejena v različni višini. Celice so nepravilne oblike in neenake višine (sl. 5 in 45). Vzdolžna os jeder je pravokotna na bazalno membrano. Jedra nižjih celic, ki leže ob bazalni

membrani, so kroglasta, jedra celic, ki segajo do proste površine epitelija, pa so pokončno ovalna. Na apikalnem delu se pogostokrat nahajajo migetalke (kinociliji). V dihalnih poteh, kjer je t.i. respiratorni migetalčni epitelij so med epitelnimi celicami številne vrčaste celice.



Slika 5. Večvrstni visokoprizmatični epitelij

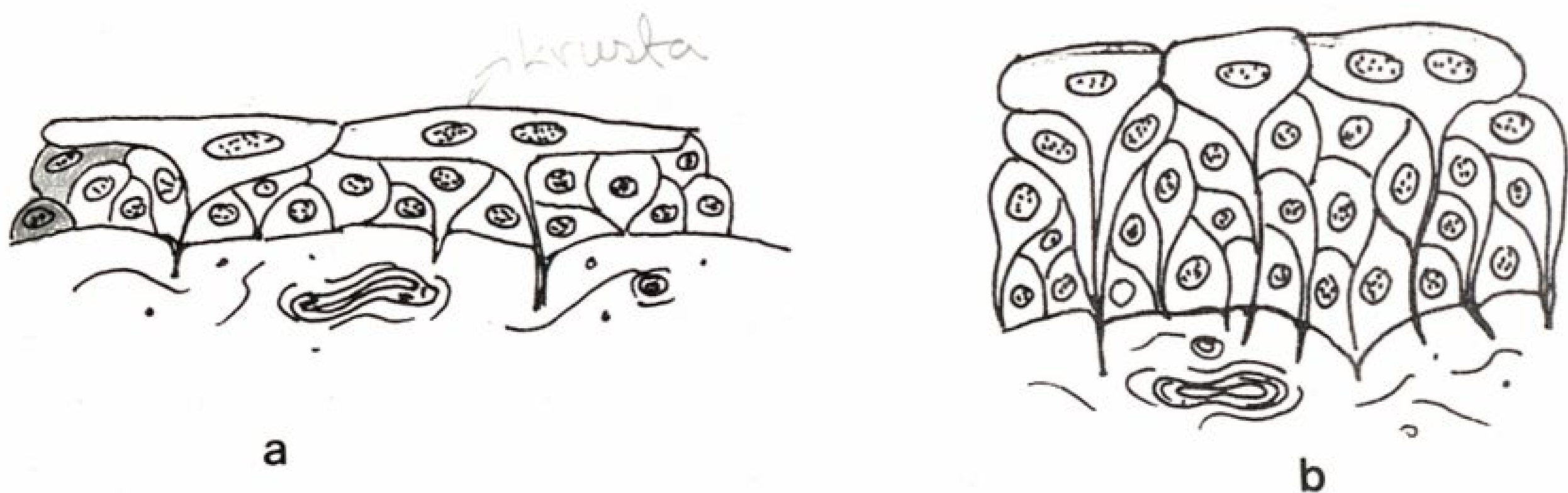
Primeri:

- epitelij dihalnih poti do bronhiolov, t.i. respiratorni migetalčni epitelij
- nadmodkov vod (epitelne celice imajo izredno dolge, razvejane mikrovile - stereociliji)
- epitelij semenovoda
- epitelij Evstahijeve cevi

Prehodni epitelij

Pokriva svetlino organov, ki spreminjajo svoj volumen. Ob bazalni membrani so celice kockaste ali celo stebričaste oblike, nato pa sledijo sloji z nepravilno poligonalno obliko celic. Celice v zgornji plasti so obsežnejše, sploščene in imajo lahko več jeder (Dogijelove celice). Jedra celic so v vseh plasteh epitelija okrogla, le celična jedra ob bazalni membrani imajo lahko pokončno ovalno obliko. Vse celice segajo s svojimi citoplazemskimi podaljški do

bazalne membrane, kar je vidno z elektronskim mikroskopom. Citoplazemski podaljški nekaterih celic prebijejo bazalno membrano in segajo v spodaj ležeče vezivo (sl. 6). Na teh mestih je bazalna membrana prekinjena. Ob povečanju prostornine organa (npr. sečni mehur) celice drsijo ena ob drugi. Epitelij se stanjša. V zgornjem delu citoplazme površinskih celic večkrat opazimo zgoščeno acidofilno snov, t.i. krusto (sl. 46).



Slika 6. Stegnjen (a) in skrčen (b) prehodni epitelij

Primeri:

- epitelij sečevodnih poti (ledvični meh, sečevod, sečnik, del sečnice)

2.2.2 Večskladni epiteliji

Epitelne celice so razporejene v dveh ali več skladih. Bazalne membrane se dotikajo le celice, ki ležijo neposredno na njej. Naslednje plasti celic nimajo stika z bazalno membrano. Oblika celic oz. jeder v površinskih plasteh je kriterij za določanje vrste večskladnega epitelija. Najpomembnejša naloga večskladnih epitelijev je mehanična zaščita.

Večskladni ploščati neporoženevajoči epitelij

Epitelne celice ob bazalni membrani so kockaste oblike, v površinski plasti pa so ploščate. Jedra površinskih celic so piknotična ali pa jih ni, kar kaže na propadanje površinskih celic. Epitelne celice v srednjih plasteh so različne oblike: običajno so poligonalne, včasih tudi visokoprizmatične. Celice ob bazalni membrani imajo pokončno ovalna, na gosto posejana jedra. Opisano plast celic imenujemo zarodni ali germinativni sloj. Te celice se mitotično delijo in nadomeščajo odmrle celice na površini. Spodaj ležeče, dobro ožiljeno rahlo vezivo se v obliki mikroskopskih papil zajeda v epitelij, kar omogoča njegovo prehranjevanje (sl. 7b in 47).

PERIDERM
Posebna oblika večskladnega ploščatega epitelija je mehurčasti epitelij, ki ga zasledimo med embrionalnim razvojem. Celice zarodnega sloja imajo izoprizmatičen ali celo visokoprizmatičen videz, v višjih plasteh pa so mehurčaste (sl. 49).

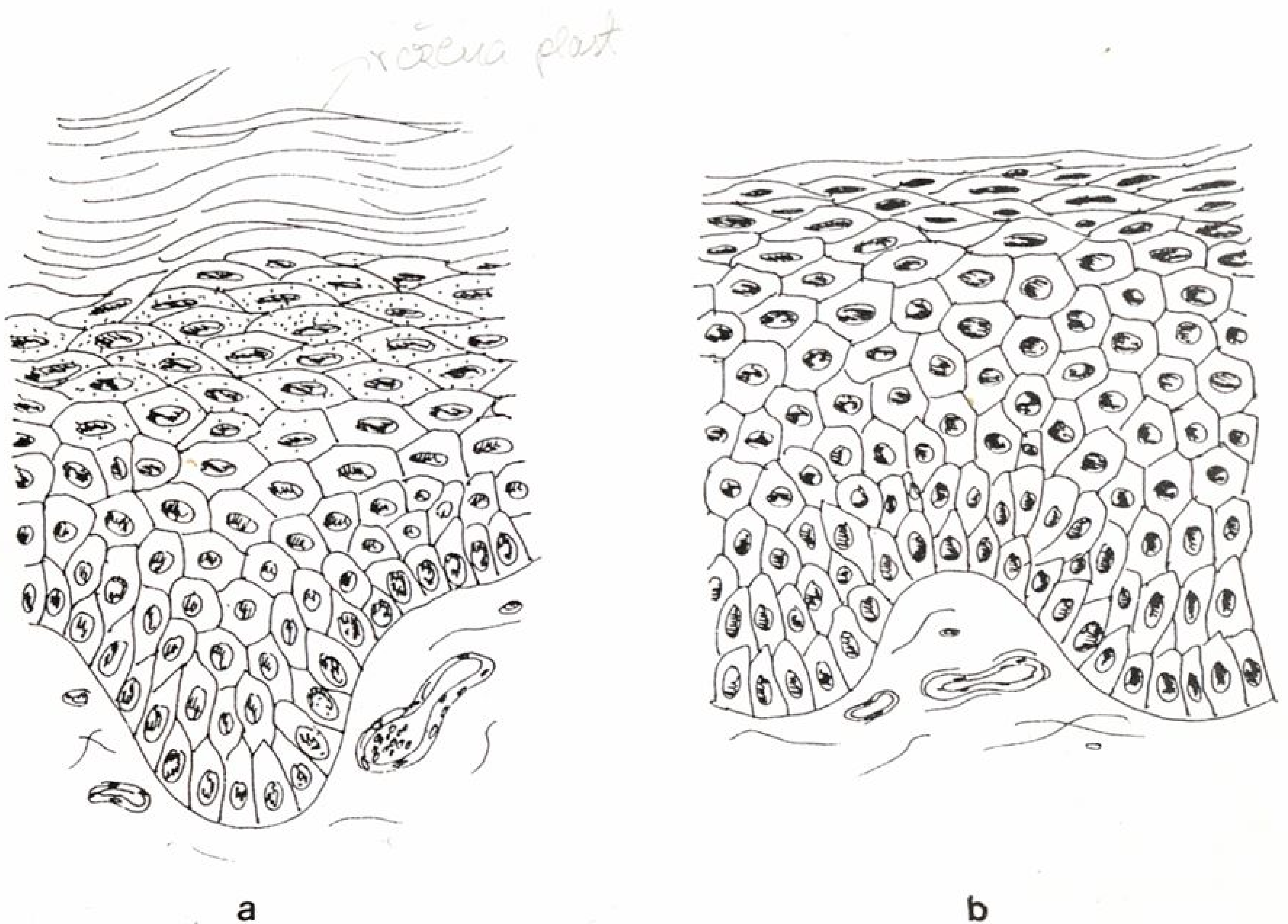
→ retikularne cel.
Omeniti moramo t.i. mrežasti epitelij, ki je prisoten v razvojni obliki zoba tj. emajlni zobni organ. Ta je podoben nezrelemu mezenhimu, razlikuje pa se od njega po tem, da v medceličnih prostorih ni krvnih žil (sl. 59B).

Primeri:

- epitelij začetnih in končnih delov prebavne cevi (ustna votlina, požiralnik, zadnjik)
- epitelij končnega dela ženskega in moškega urogenitalnega trakta
- koža plodu (mehurčasti epitelij)
- emajlni zobni organ (mrežasti epitelij)

Večskladni ploščati poroženevajoči epitelij

Večskladni ploščati poroženevajoči epitelij (sl. 7) je podoben prejšnjemu, le da celice na površini poroženevajo in oblikujejo površinsko keratinsko plast, ki ščiti epitelij. Površinske celice so sploščene in brez jeder. Za ta epitelij so značilne številne medcelične povezave (stičnice). Epitelij daje mehanično zaščito in preprečuje izsušitev spodaj ležečega tkiva (sl.48).



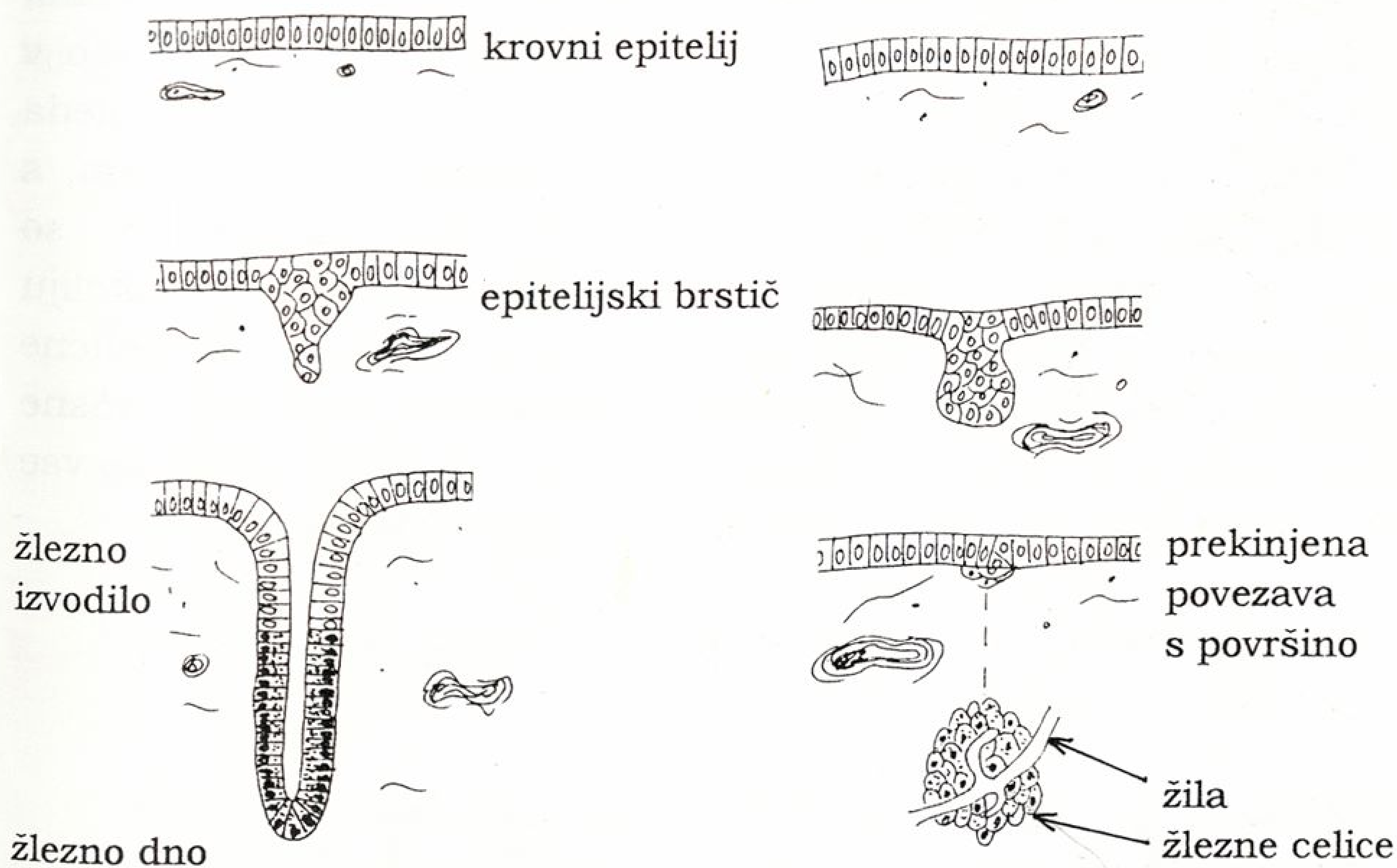
Slika 7. Večskladni ploščati poroženevajoči (a) in neporoženevajoči epitelij (b)

Primeri:

- epidermis (koža, smrček),
- epitelij začetnih delov prebavne cevi (ustnice, jezik) ter nekaterih organov (predželodci prežvekovalcev)

2.2 Žlezno epitelno tkivo - žleze

Žlezno tkivo je iz žleznih celic, ki sintetizirajo in izločajo celične produkte. Glede na smer izločanja sekreta razlikujemo žleze z zunanjim (eksokrine žleze) in z notranjim izločanjem (endokrine žleze). Eksokrine žleze izločajo sekret preko izvodila na prosto površino, endokrine pa izločajo svoje produkte, tj. hormone, v kri. Žleze se razvijejo iz vrhnjic. Najprej nastane epiteljski brstič, ki se vgrezne v vezivo pod epitelijem. Iz brstiča se razvije epiteljski pecelj, ki prodira vse globlje v vezivo in oblikuje skupek celic (sl. 8, sl. 49). Celice, ki so prodrle najgloblje, se preoblikujejo v sekretorne celice. Tako nastane sekretorni del žleze, ki ga imenujemo žlezno dno ali acinus. Iz celic, ki se nahajajo višje proti prosti površini, pa se oblikuje žlezno izvodilo. Pri endokrinih žlezah se povezava s prosto površino med razvojem prekine.



Slika 8. Nastanek eksokrine in endokrine žleze

Eksokrine žleze razvrščamo na osnovi različnih kriterijev kot so:

- položaj žlez in število sekretornih celic
- oblika žleznega dna in naslojenost celic v acinusu
- oblika žleznega izvodila
- način izločanja
- vrsta sekreta

Položaj žlez in število žleznih celic

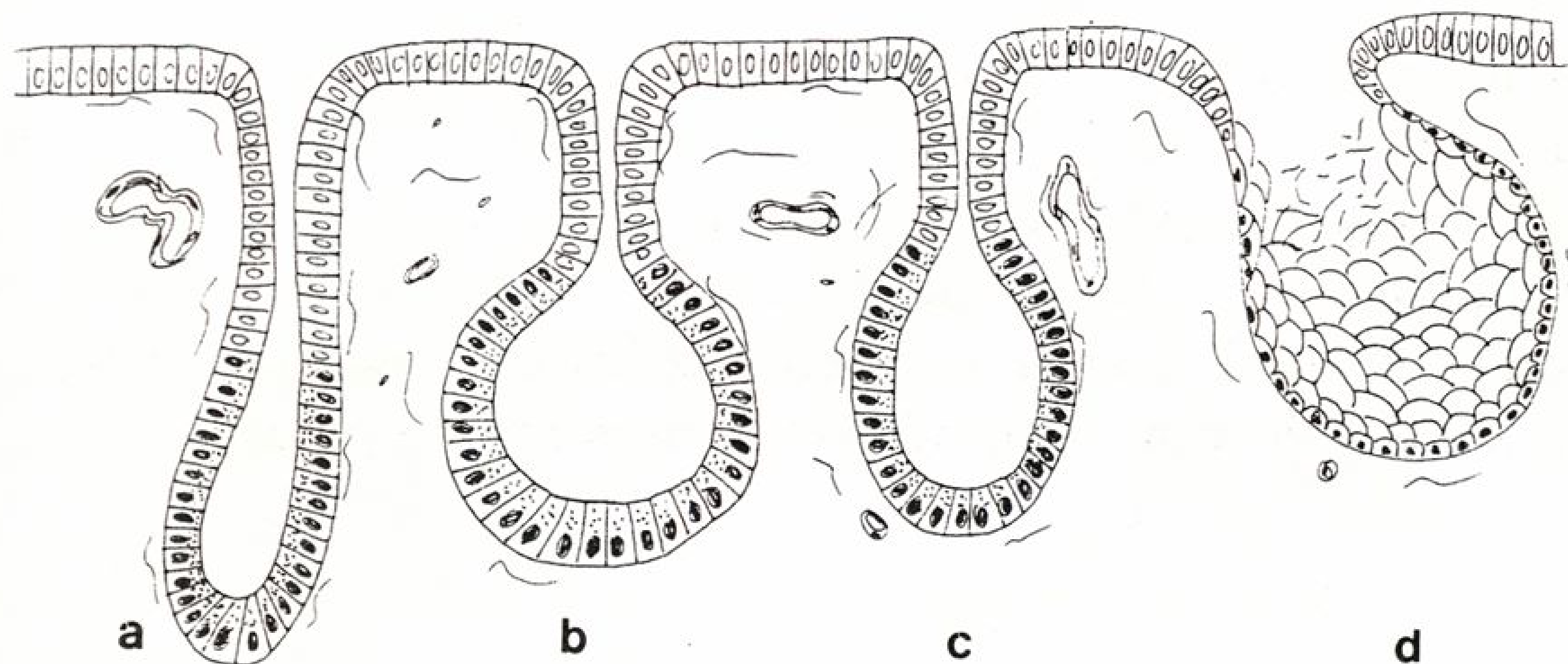
Glede na položaj žleznih celic razlikujemo intraepitelijske in eksoepitelijske žleze, glede na število žleznih celic pa delimo žleze na enocelične in večcelične. Primer enocelične, intraepitelijske žlezne celice je vrčasta celica (sl. 9a in 51). Proizvaja in izloča glukoproteid mucin, ki se ob stiku z vodo pretvori v sluz. Srednji in vrhnji del vrčaste celice zapolnjujejo z membrano obdana mucinska zrnca, ki se zaradi kemične zgradbe slabo obarvajo v preparatih obarvanih s hematoksilinom in eozinom (bleda citoplazma) in dobro npr. s toluidinskim modrilom, pironinom, s Periodic-Acid-Schiff reakcijo idr. Jedro in mitohondriji so potisnjeni v bazalni del celice. Vrčaste celice najdemo v epiteliju dihalnih poti in epiteliju tankega in debelega črevesa. Večcelične intraepitelijske žleze se nahajajo v dihalnem epiteliju nosne sluznice (sl. 9b in 52) in v epiteliju sečnice. Eksoepitelijske, so vse žleze, ki so z žleznimi izvodili povezane s prosto površino.



Slika 9. Enocelične (a) in večcelične (b) intraepitelijske žleze

Oblika žleznega dna in naslojenost celic v acinusu

Glede na obliko žleznega dna (acinusa) razdelimo žleze na cevkaste ali tubulozne, mešičkaste ali alveolarne ter acinozne žleze (sl. 10). Cevkaste žleze imajo obliko cevčice ter so lahko ravne ali pa zavite. Žlezne celice v acinusu teh žlez so razporejene v enem skladu. Mešičkaste žleze imajo žlezno dno razširjeno v obliki mešička, žlezne celice v acinusu teh žlez so razporejene v več plasteh. Pri acinoznih žlezah je žlezno dno nekoliko razširjeno v obliki jagode. Tako glede na naslojenost celic v žleznem dnu označujemo žleze tudi kot monoptihe in poliptihe. Žlezno dno monoptihih žlez je iz celic, razporejenih v enem skladu, pri poliptihih žlezah pa so celice naslojene v več plasteh. Ob bazalni membrani poliptihih žlez so razporejene celice germinativne plasti, ki so izoprizmatične, temnejšega videza in manjše, celice v vrhnjih plasteh istih žlez pa so svetlejše zaradi številnih tolščnih vakuol. Vrhnje plasti poliptihih žlez se razkrojijo v tolščni-lojni detritus, tj. loj (sl. 53).



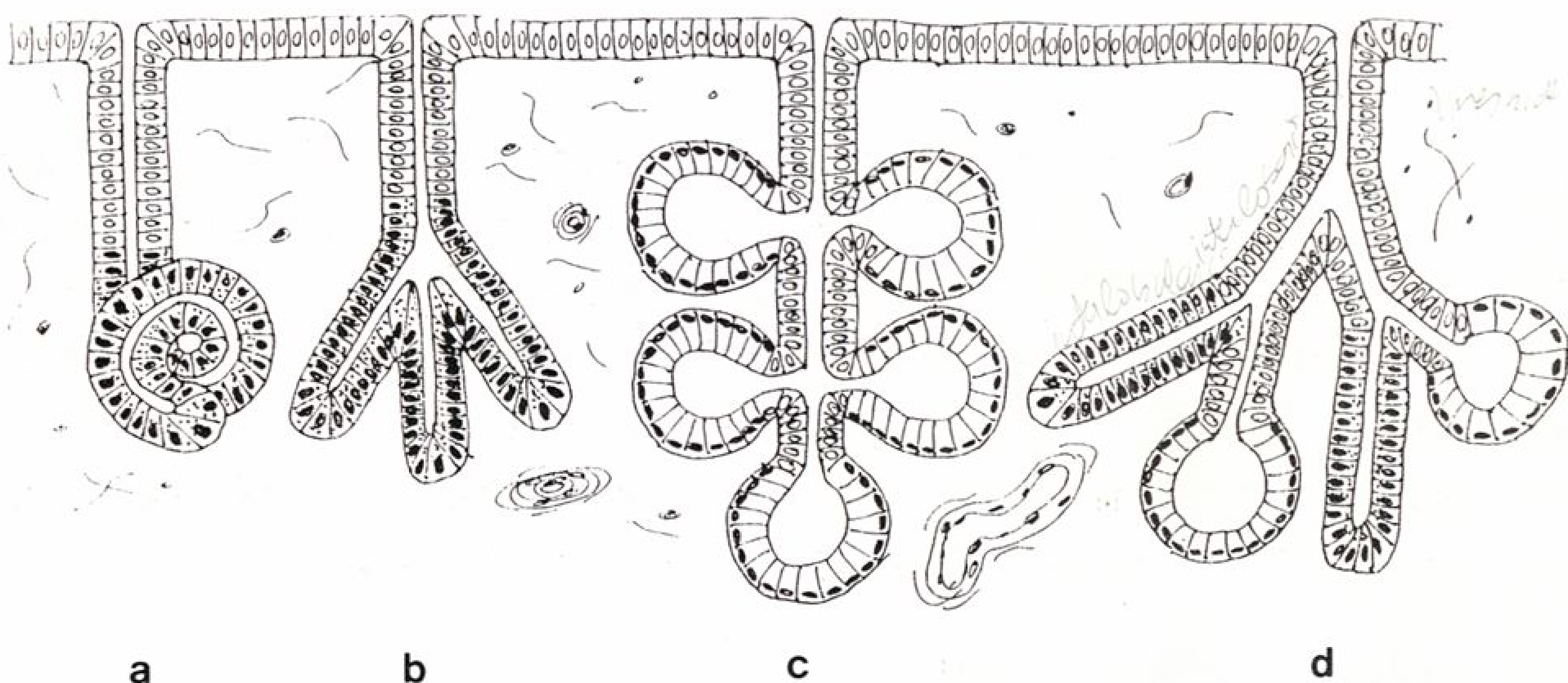
Slika 10. Monoptiha cevkasta (a), mešičkasta (b) in acinozna (c) ter poliptiha mešičkasta žleza (d)

Primeri:

- monoptihe žleze: znojnice, mlečna žleza, maternične žleze itd.
- poliptihe žleze: lojnice, zarožna žleza

Oblika žleznega izvodila

Glede na obliko žleznega izvodila razlikujemo enostavne in sestavljene žleze (sl. 11). Enostavne, nerazvejane žleze imajo eno izvodilo, s katerim je povezan žlezni acinus. Kadar ima več acinusov skupno žlezno izvodilo, govorimo o enostavni razvejani žlezi. Sestavljene žleze imajo več sekretornih izvodil, ki se proti površini stekajo v eno skupno izvodilo. Tako enostavne kot sestavljene žleze so lahko tubulozne, alveolarne ali pa tubuloalveolarne. Sestavljene žleze so ovite v vezivno ovojnico, iz katere izhajajo vezivne pregrade (pretini). Vezivna kapsula in pregrade predstavljajo ogrodje žleze. Vezivni pretini razdele funkcionalno žlezno tkivo na režnje, te pa na manjše režnjiče. Pretine med režnji imenujemo interlobularne pretine (sl. 55). V vezivnih pregradah, ki so iz rahlega veznega tkiva ter to tkivo označujemo tudi kot intersticij, so krvne žile, živci in večja žlezna izvodila.



Slika 11. Enostavna zavita cevka (a), enostavna razvejana cevka (b), enostavna razvejana mešičkasta (c) in sestavljena tubuloalveolarna žleza (d)

Primeri:

- enostavna ravna cevka žleza: črevesne žleze v mlinčku
- enostavna zavita cevka žleza: znojnice
- enostavna razvejana cevka žleza: Brunnerjeve žleze v dvanajstniku
- enostavna razvejana mešička žleza: lojnice
- sestavljena cevka žleza: kardialne žleze v steni želodca
- sestavljene acinozne žleze: trebušna slinavka

Razdelitev žlez glede na način izločanja

Glede na udeležbo citoplazme pri tvorbi izločka delimo žleze na merokrine, apokrine in holokrine.

Merokrino izločanje. Žleze izločajo sekret po principu eksocitoze. Produkt celic se nahaja v citoplazmi v mešičkih, obdanih z membrano. Mešički potujejo proti površini celic, kjer se membrana mešičkov zlije s celično membrano, vsebina pa se izloči na prosti površini. Celice ob izločanju sekreta ne spremenijo svoje oblike (sl. 12 a).

Primeri:

- trebušna slinavka
- slinske žleze

Apokrino izločanje. Je podtip merokrine sekrecije. Produkt žleznihi celic se nabira v sekretornih mešičkih (faza sinteze). Sekretorni mešički se kopičijo v apikalnem delu celice (faza akumulacije). V naslednji fazi se sekret izloči po principu eksocitoze (faza izločanja). Celica se zniža. Celica lahko nato ponovno preide v fazo kopičenja sekretornih mešičkov ali pa preide v mirujoče stanje (faza mirovanja) (sl. 12b).

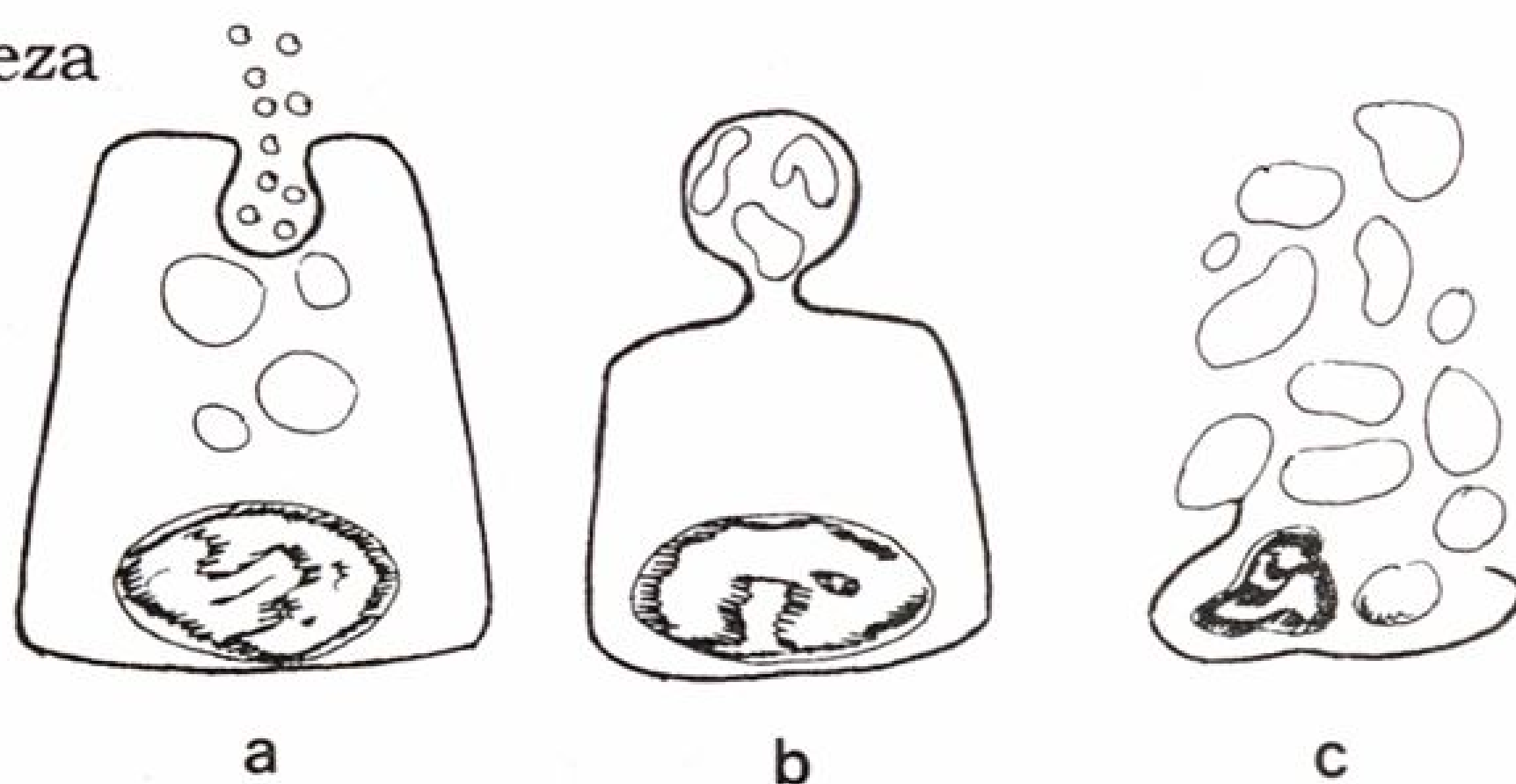
Primeri:

- apokrine znojnice
- mlečna žleza

Holokrina sekrecija. Pri holokrini sekreciji celotna žlezna celica propade in se izloči hkrati s sekretom. Pri tem načinu sekrecije celice - sebociti v citoplazmi kopičijo vedno več lipidnih kapljic, ki se združujejo v večje kaplje. Celice se povečajo, vitalni deli celic propadejo, celica dezintegrira, njen preostanek pa se izloči kot sekret (12 c). Propadle celice se nadomeste s celicami, ki tvorijo periferni klični ali germinativni sloj ob bazi žleze. Germinativne celice se intenzivno delijo.

Primeri:

- lojnice
- zarožna žleza



Slika 12. Shematski prikaz načinov izločanja: merokrino (a), apokrino (b) in holokrino izločanje (c)

Vrsta sekreta

Od lastnosti sekreta je odvisna barvljivost citoplazme sekretornih celic.

Serozne žleze. Serozne ali albuminozne žleze proizvajajo vodenast izloček, v katerem so beljakovine, n.pr. encimi. So iz celic, katerih citoplazma se v preparatih obarvanih s hematoksilinom in eozinom intenzivno rdeče obarva. V citoplazmi so številna zimogena zrnca, ki se barvajo s kislimi barvili (acidofilija). Celična jedra so kroglasta in nekoliko odmaknjena od celične baze. Lumen serozne žleze je zožen in včasih skoraj ni viden (sl. 13a in 56).

Primeri:

- nekatere slinske žleze (gl. parotis)
- trebušna slinavka

Mukozne žleze. Izloček mukoznih žlez je vlečljiv. Mukozne žleze so iz celic, katerih jedra so stisnjena k njeni bazi. Jedra so trikotasta ali pa sploščena. Citoplazma mukoznih celic je napolnjena z zrnici, ki vsebujejo mucine (mešanica glikoproteinov in proteoglikanov). Z membrano obdana mucinska zrnca se s hematoksilinom in oezinom slabo barvajo, dobro pa npr. s Perodic-Acid-Schuff reakcijo ali alcianovim modrilom. Ko se mucini sproste iz celic, se ob stiku z vodo raztopijo. Tako nastane sluz. Svetlina mukoznih acinusov je nekoliko širši kot pri seroznih acinusih (sl. 13b in 56).

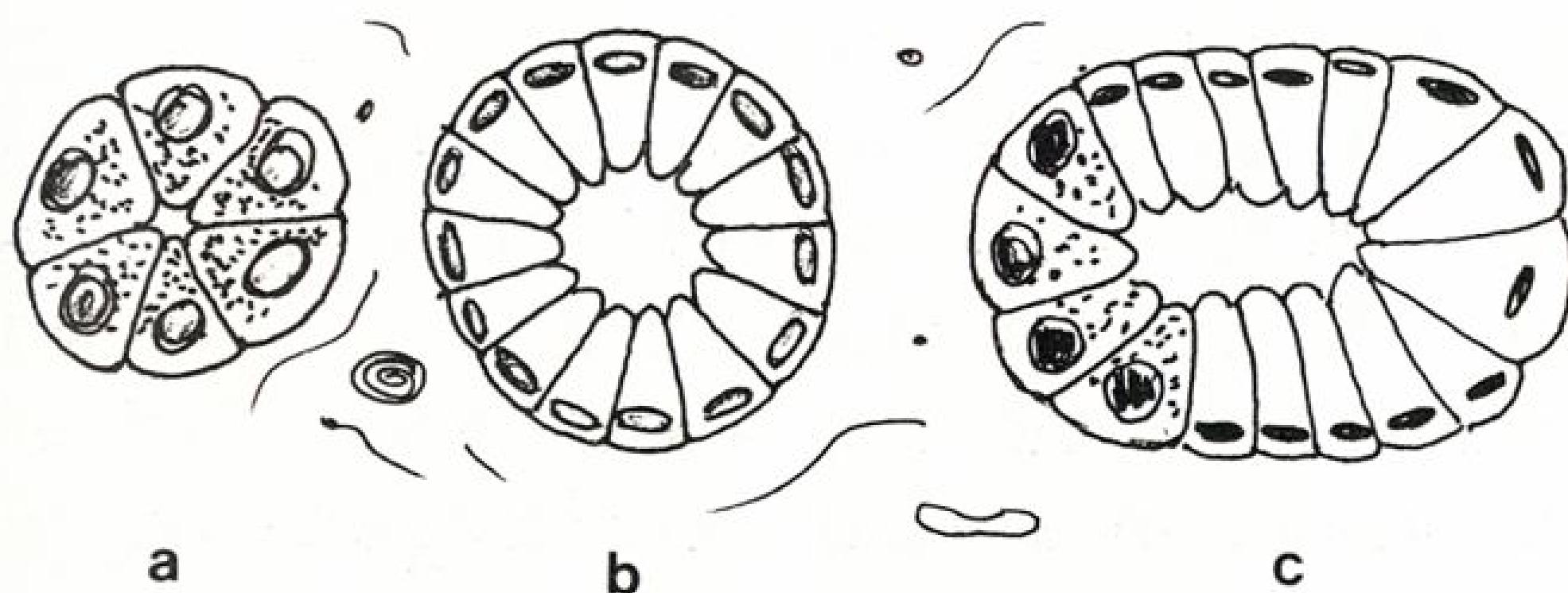
Primeri:

- Brunnerjeve žleze v podsluznici duodenuma
- požiralnikove žleze

Mešane žleze. Mešane žleze sestojijo iz seroznih in mukoznih acinusov. Žleze, v katerih prevladujejo mukozni acinusi, označujemo kot seromukozne, žleze, v katerih so številnejši serozni acinusi, pa označujemo kot mukoserozne. Obstaja še poseben tip mešanih žlez, pri katerih v istem acinusu najdemo mukozne in serozne tipe celic. Serozne celice so razporejene v obliki polmeseca (Ebner-Gianuzzijev polmesec) (sl. 13c in 57).

Primer:

- nekatere slinske žleze (gl. submandibularis)



Slika 13. Oblika žleznih acinusov glede na vrsto sekretornih celic: serozni (a), mukozni (b) in mešani acinus (c)

2.3 Mioepitelij

Žlezna dna številnih žlez (mlečna žleza, znojnice, slinske žleze v področju glave, žleze vonjavke) vsebujejo mioepitelne celice. To so kontraktilne celice košaraste ali vretenaste oblike z razmeroma velikim jedrom. V citoplazmi imajo kontraktilne elemente, miofilamente. Mioepitelne celice so vrinjene med bazalno membrano in žlezne celice, s katerimi so povezane z dezmosomi. Naloga teh celic je, da olajšajo iztiskanje sekreta iz celic in svetline žleznih acinusov (sl. 54).

Primeri:

- mlečna žleza
- znojnice, slinske žleze

2.4 Čutni epitelij

Čutni epitelij (nevroepitelij) je posebna oblika visoko diferenciranega epitelija, ki je sposobna zaznavati različne mehanične in kemične dražljaje. Kot primer čutnega epitelija naj tu omenimo vohalni epitelij in okušalne brbončice v sluznici jezika. Čutni epiteliji bodo prikazani v slikovnem priročniku iz specialne histologije.

3 VEZIVA

Veziva sestojijo iz celic in medceličnine. Razmerje med količino celic in medceličnino je različno ter se spreminja glede na vrsto veziva. Vsaka vrsta veziva ima svojo matično celico, ki proizvaja medceličnino. Medceličnina je iz dveh delov: amorfnega ali neformiranega in vlaknatega ali formiranega. Amorfna medceličnina je brezbarvna, homogena, koloidna snov, ki napolnjuje prostor med celicami. To je tako imenovani matriks oziroma tkivna vlaga ali tkivni sok, ki ima v sebi raztopljene v vodi topne molekule. Pomembne sestavine amorfnе medceličnine so mukopolisaharidi. ^{GAG} Formirana medceličnina ^{barvne} so v matriks poto-pljena vlakna različne kvalitete, in sicer kolagena, elastična in retikulinska. Poleg matičnih celic najdemo v nekaterih vezivih še druge vrste celic, te so lahko fiksne (npr. maščobne celice, nekatere pigmentne celice) ali pa se po vezivu gibljejo, zato jih imenujemo celice selivke. Celice selivke sodelujejo pri obrambi organizma. Veziva oblikujejo na stični površini z drugimi tkivi bazalno membrano.

Vsa veziva so mezodermalnega izvora.

Glede na vrsto in število matičnih in drugih celic, vrsto amorfnе medceličnine in kvaliteto vlaken razlikujemo prava veziva, opornine, tolščno tkivo in telesne tekočine (kri, limfa idr.).

Veziva imajo oporno, povezovalno, prehranjevalno, skladiščno, obrambno in termoregulacijsko vlogo. Sodelujejo tudi pri prenosu natezne sile, pri metabolizmu vode in regeneraciji poškodovanih tkiv.

Razdelitev veziv

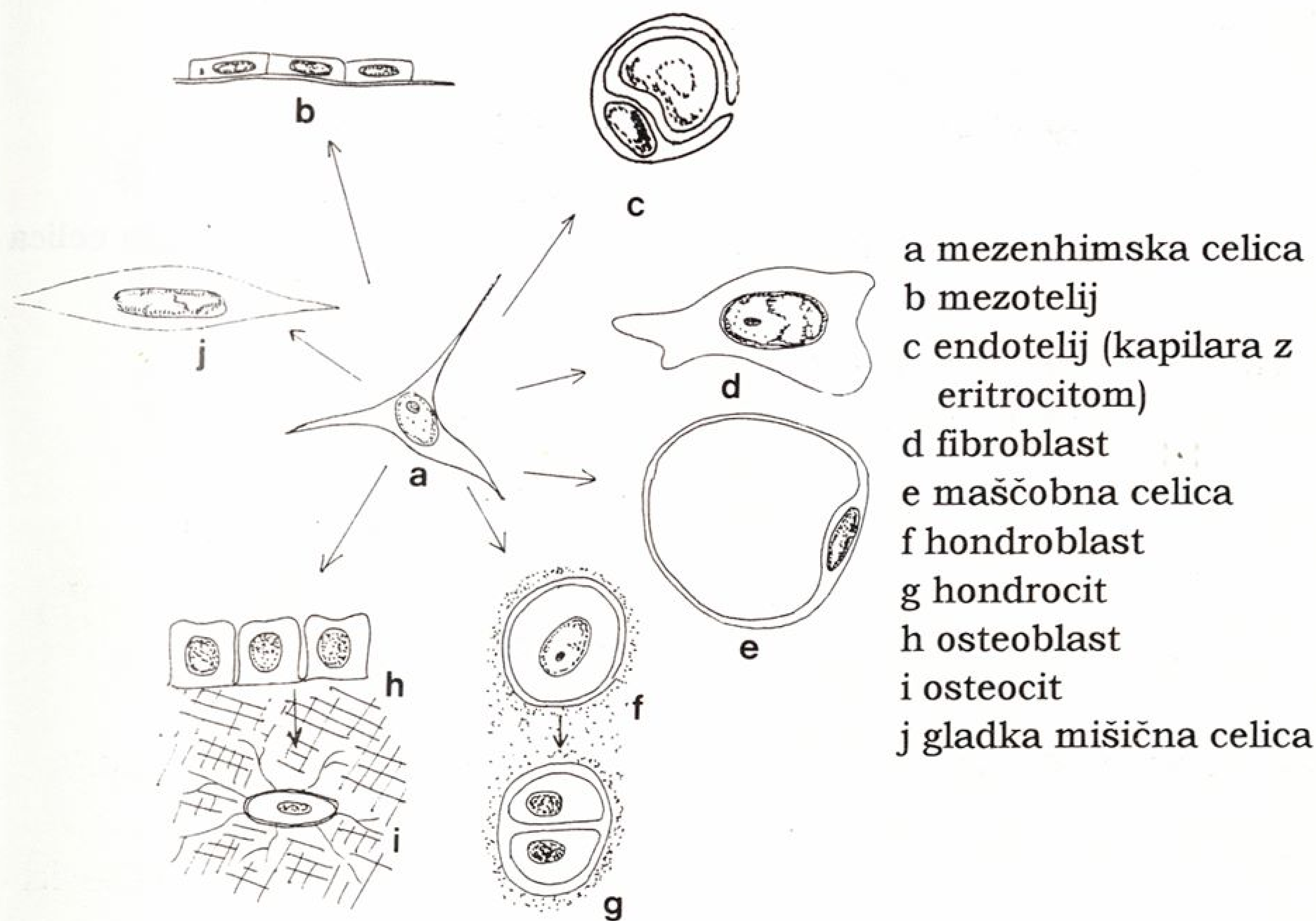
- prava veziva → zdrizasto
→ mrežasto
→ vlaknasto ⇒ rahlo
⇒ togo
→ elastično
- opornine → hrbtna struna
→ hrustančno tkivo ⇒ hialini hrustanec
⇒ vezivni hrustanec
⇒ elastični hrustanec
→ kostno tkivo ⇒ scelna kostnina
⇒ gobasta kostnina
- telesne tekočine → kri ⇒ krvna telesca → eritrociti
→ levkociti
→ trombociti
⇒ krvna plazma
→ limfa
→ druge tekočine
- tolščno tkivo → rjava tolšča
→ bela tolšča

3.1 Prava veziva (veziva v ožjem pomenu)

3.1.1 Zdrizasto vezivo

Zdrizasto vezivo (mezenhim, embrionalno vezivo) je embrionalno vezno tkivo, ki nastane iz srednjega embrionalnega lista, tj. mezoderma. Je matično tkivo za vse vrste veziv in opornin

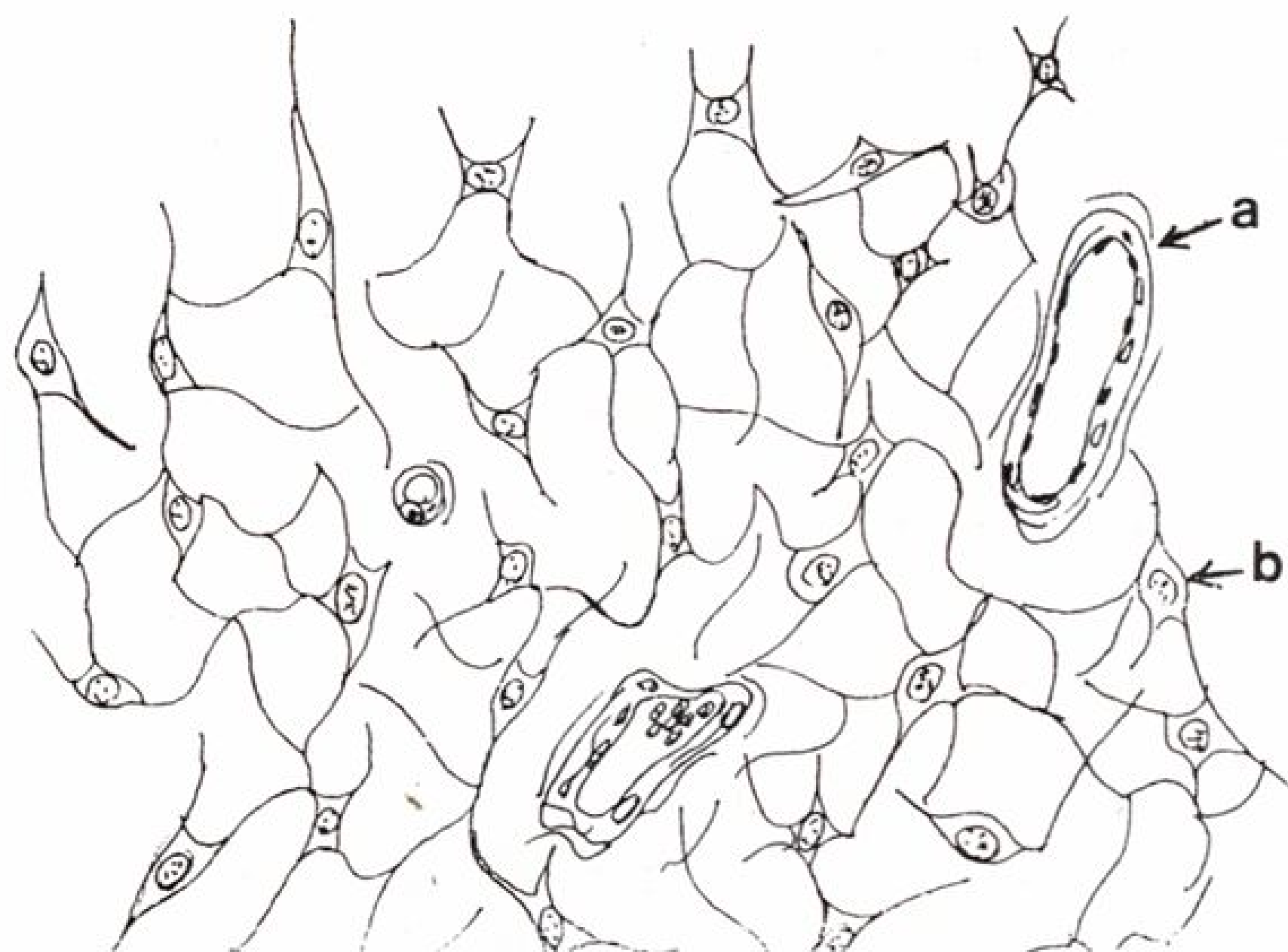
ter še za nekatera tkiva, kot so gladko mišično tkivo, endotelijske in mezotelijske celice itd. (sl. 14).



Slika 14. Diferenciacija mezenhimske celice

Mezenhimske celice so zvezdaste oblike. Imajo razmeroma veliko ovalno jedro z nežnim kromatinom in jedrcem. Med seboj se stikajo s citoplazemskimi podaljški in tako oblikujejo tridimenzionalno mrežo (sl. 15). Mezenhimske celice stalno spreminjajo svojo obliko. Prostor med celicami je zapolnjen z vodenasto, vlečljivo, amorfno medceličnino, katere glavna sestavina je kisli mukopolisaharid, hialuronska kislina. V medceličnih prostorih so tudi žile v različnih stopnjah razvoja. To je nezreli mezenhim (sl. 59). Zreli mezenhim je podoben nezrelemu, le da vsebuje medceličnina še proteoglikan mucin in kolagena vlakna. Zreli mezenhim se nahaja predvsem v plodovi koži in popkovnici (sl. 60).

→ zreli + nezreli ⇒ žile
↓
formirana medc.



a žila
b mezenhimska celica

Slika 15. Nezrela zdrizovina

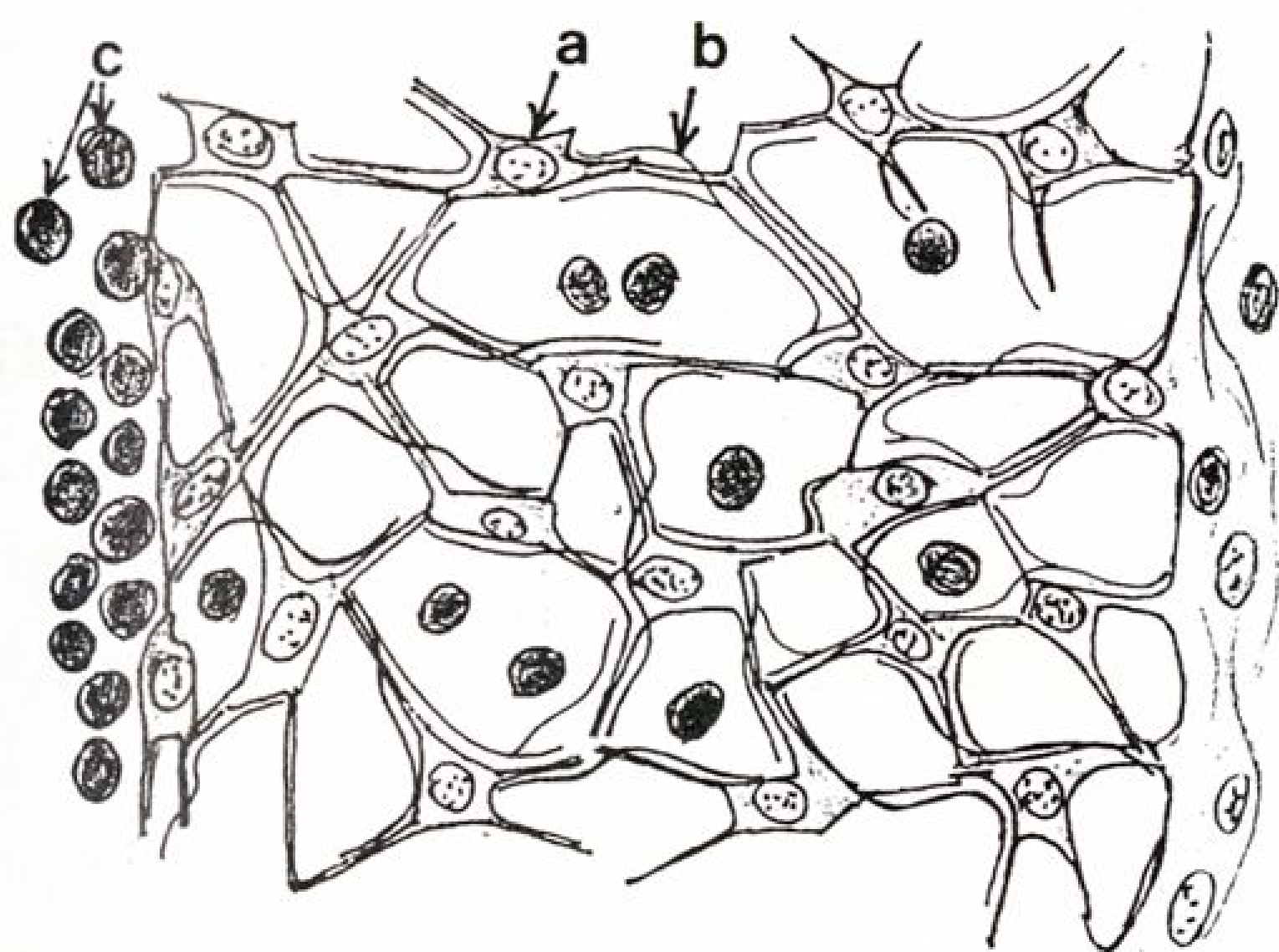
Primeri:

- embrionalna tkiva

3.1.2 Mrežasto vezivo

Mrežasto (retikularno) vezivo sestoji iz zvezdastih retikulumskih celic ter retikulinskih vlakenc. Retikulumske celice oblikujejo s citoplazemskimi podaljški tridimenzionalno mrežo, ki ji dajejo oporo upogibno prožna retikulinska vlakenca (sl. 16). Retikulumsko celico spoznamo po velikem jedru, ki vsebuje malo heterokromatina in eno ali več jedrc. Retikularno vezivo je specializirano tkivo, ki daje oporo limfatičnim in krvotvornim organom. V mrežo retikularnega veziva so vpete nekatere celice, npr. makrofagi, limfociti, plazmatke itd. (sl. 68). Retikulinskih vlakenc v preparatih obarvanih s hematoksilinom in eozinom ne vidimo. Vlakenca se barvajo s srebrovimi solmi (argirofilna vlakna) in so Periodic-Acid-Schiff pozitivna (sl. 69). Opazovana z elektronskim mikroskopom so retikulinska vlakenca podobna posameznim kolagenim vlakencem, vendar pa se ne povezujejo v vlakna, kot se kolagena. Retikulinska vlakenca oblikujejo limforetikularno in mieloretikularno mrežo, nahajajo se v bazalnih

membranah, okoli mišičnih ter živčnih vlaken, okoli kalcijevih depozitov (možganski pesek v epifizi) ter okoli posameznih celic oz. celičnih skupin (endokrine žleze, jetra itd.).



a retikulumske celice
b retikulinska vlakenca
c limfociti

Slika 16. Retikularno vezivo v bezgavki

Primeri:

- limforetikularni organi (bezgavke, vranica)
- lamina propria sluznice in podsluznica prebavne cevi
- kostni mozeg

3.1.3 Vlakenato vezivo

Vlakenato (fibrilarno) vezivo je najbolj razširjeno vezivo v organizmu. Matična celica je fibroblast, za katero je značilna razvejana, rahlo bazofilna citoplazma in ovalno jedro, v katerem je izrazito jedrce. Tvori vlakna in amorfn medceličnino. Ko je medceličnina izoblikovana, preidejo fibroblasti v fazo relativnega mirovanja. Celice postanejo vretenaste oblike, jedra se podaljšajo in stanjšajo, kromatin pa se zgosti. Tako celico imenujemo fibrocit, katerega naloga je vzdrževanje veziva v funkcionalnem stanju. Fibroblasti izločajo tropokolagenske molekule, ki se v medceličnini polimerizirajo v kolagena vlakenca (fibrile). Vlakenca se povezujejo v vlakna (fibre). Kolagena vlakna so odporna na nateg in se obarvajo z eozinom. Fibroblasti izločajo tudi elastin, iz

katerega nastanejo elastična vlakna, sintetizirajo pa tudi retikulinska vlakenca.

Razlikujemo rahlo in togo fibrilarno vezivo.

ožiljeno → bolj obučke
→ fibroblasti + fibrociti
→ celice selivke
Rahlo fibrilarno vezivo

Je najbolj razširjeno vezivo. Sestoji iz celic stalnic (fiksne celice), celic selivk, kolagenih, elastičnih in retikulinskih vlaken, katerih delež je majhen. Osnovna sestavina rahlega fibrilarnega veziva je amorfna medceličnina. Vlaken je razmeroma malo, so nežna in imajo nepravilen potek. Ker imajo podoben lomni količnik kot amorfna medceličnina, jih v histološkem preparatu običajno ne vidimo. Rahlo fibrilarno vezivo je dobro ožiljeno (sl. 63).

Celice stalnice

1. Fibroblasti so matične celice rahlega veziva. V tkivnih kulturah in verjetno tudi *in vivo* oblikujejo s citoplazemskimi podaljški tridimenzionalno mrežo. V histoloških preparatih obrisi fibroblastov niso prepoznavni. Na njihovo obliko sklepamo na osnovi oblike jeder. Jedra fibroblastov so običajno ovalna z rahlo kromatinsko zgradbo. Če so fibroblasti oz. manj aktivne oblike fibrociti, vrinjeni med snope kolagenih vlaken, so jedra podolgovata. Glavna naloga fibroblastov je produkcija vezno-tkivnih vlaken.

2. Nediferencirane mezenhimske celice so po videzu podobne fibroblastom. Te celice se lahko diferencirajo v druge vezivne celice. Imajo pomembno vlogo pri regeneraciji tkiv po poškodbah. Nahajajo se vzdolž krvnih kapilar.

3. Maščobne celice so lahko posamič ali pa v skupinah.

Celice selivke (potujoče celice)

V rahlem fibrilarnem vezivu so številne tudi celice selivke. To so makrofagi, heterofilci, limfociti, plazmatke, eozinofilci in tkivni bazofilci (sl. 17 in 64).

1. Makrofagi so v bistvu vmesna oblika med fiksnimi in gibljivimi celicami. Neaktivirani se nahajajo na določenem mestu, ko se aktivirajo, pa potujejo po vezivu. So spremenljive oblike, zato jih je v histoloških preparatih, obarvanih s HE, težko prepoznati. Zanesljivo jih prepoznamo z elektronskim mikroskopom, saj vsebujejo veliko lizosomov in fagosomov. Le-ta se obarvajo - azurna zrnca. Makrofagi so fagociti in sodelujejo pri imunskem odzivu, saj prepoznajo antigen in ga predstavijo limfocitom. Makrofagi se razvijejo iz monocitov, ko ti zapustijo krvni obtok.

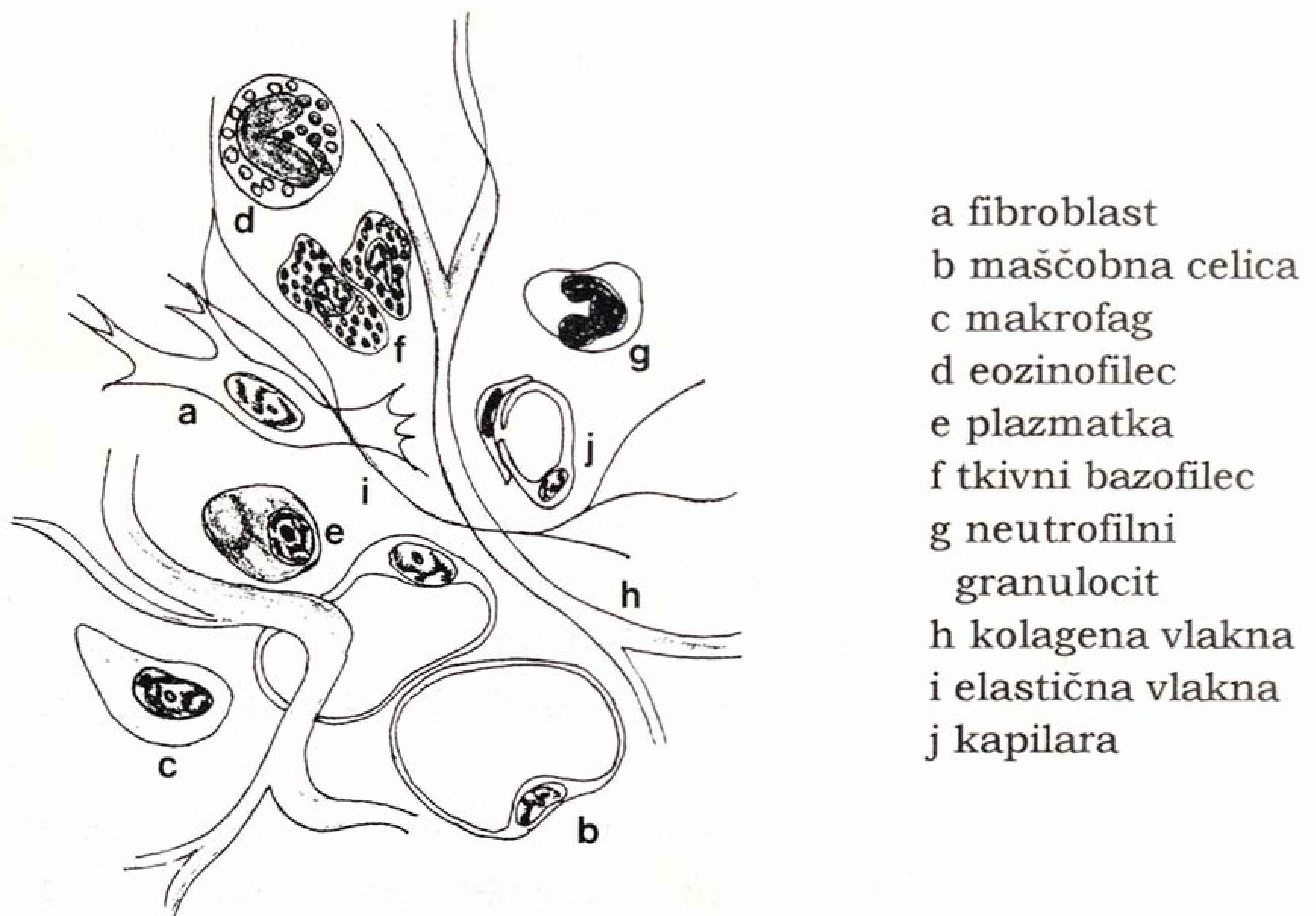
2. Limfociti so majhne okrogle ali ovalne celice z malo bazofilne citoplazme. Jedra so močno bazofilna in okrogla. V rahlo vezivo prispejo iz bezgavk in drugih limfatičnih organov. So nosilci celične (limfociti T) in humoralne (limfociti B) imunosti.

3. Plazmatke so nekoliko večje od limfocitov zaradi obsežnejše citoplazme, ki je izrazito bazofilna. Jedro je okroglo ali ovalno in vsebuje gost heterokromatin. V celici je ekscentrično postavljeno. Ob jedru je svetlejša območja Golgijevega aparata. Plazmatke nastanejo iz aktiviranih limfocitov B. Njihova naloga je proizvodnja protiteles.

4. Eozinofilni granulociti imajo v citoplazmi eozinofilna zrnca in segmentirano jedro. V rahlo vezivo prispejo iz krvnega obtoka. Fagocitirajo imunske komplekse antigen-protitelo in jih razkrajajo. Njihovo število je povečano na mestu alergičnih reakcij in ob parazitarnih invazijah.

toluidinsko modrilo (metakromatsko)

5. Tkivni bazofilci (mastociti) so dolgi ali ovalni, njihova citoplazma vsebuje bazofilna zrnca, ki se barvajo γ - metakromatično (rdeče s toluidinskim modrilom). Zrnc je veliko in prekrijejo malo, okroglo, centralno postavljeno jedro. Zrnca tkivnih bazofilcev vsebujejo antikoagulans heparin, vazodilatator histamin, serotonin in še nekatere snovi, ki so vpletene v vnetno reakcijo (sl. 65).



- a fibroblast
- b maščobna celica
- c makrofag
- d eozinofilec
- e plazmatka
- f tkivni bazofilec
- g neutrofilni granulocit
- h kolagena vlakna
- i elastična vlakna
- j kapilara

Slika 17. Prikaz različnih celic in vlaken, ki so v rahlem fibrilarnem vezivu

Primeri:

- intersticijski prostori
- vezivo med mišičnimi vlakni in mišičnimi snopi
- lamina propria sluznice in podsluznica različnih cevastih organov

4
Togo fibrilarno vezivo → ni žil (slabo)

Togo fibrilarno vezivo vsebuje malo celic in veliko medceličnine, zlasti vlaknate. Ožiljenost je slaba. Matične celice so fibrociti, ki so stisnjeni med snope vlaken in imajo sploščeno citoplazemsko telo. Nekateri jih imenujejo tudi krilate celice. Razlikujemo tego prepleteno vezivo iz snopov kolagenih vlaken, ki imajo različno smer (npr. v usnjici kože) in tego vezivo v katerem so snopi kolagenih vlaken vzdolžno urejeni, kot na primer pri tetivah (sl.66).

Primeri:

- vezivne ovojnice živcev (perinevrij)
- kapsule in vezivno ogrodje nekaterih organov
- usnjica kože (stratum reticulare)
- lamina propria in podsluznica nekaterih delov prebavne poti
- kite in kitne ovojnice

Elastično vezno tkivo

→ fibrociti
→ orcein
→ resorcin. fuksin

Elastično vezivo je tkivo s posebnimi lastnostmi, in sicer je po histološki zgradbi podobno togemu fibrilarnemu vezivu, po funkciji pa je elastično. V elastičnem vezivu prevladujejo elastična vlakna, ki med seboj anastomozirajo in oblikujejo mrežaste sisteme (sl. 67). Elastična vlakna so lahko urejena v svežnje vzporedno urejenih vlaken, med katerimi je majhna količina rahlega fibrilarnega veziva ter fibrociti s sploščenim citoplazemskim telesom. Elastična vlakna se selektivno barvajo z orceinom in resorcin fuksinom. Obilica elastičnih vlaken daje elastičnemu veznemu tkivu značilno rumeno barvo.

Primeri:

- stena aorte
- nekateri vezi (ligamenta flava, ligamentum nuchae)

3.2 Opornine

Opornine dajejo oporo posameznim delom telesa in telesu kot celoti. K njim prištevamo hordoidno (hrbтна struna), hondroidno in hondralno tkivo (hrustanci) ter osteoidno tkivo (kostnina).

3.2.1 Hrbтна struna

Hrbтна struna (chorda dorsalis) daje oporo nižjim vretenčarjem, pri višjih vretenčarjih pa jo nadomesti hrbtenica. V sredini medvretenčnih ploščic sesalcev najdemo nasledek hrbtne strune, tj. nucleus pulposus. Ostanki hrbtne strune pri hrustančni osnovi hrbtenice so iz razmeroma velikih celic, mehurčastega videza (sl. 70), v katerih je obilo glikogena in tonofibril. Medceličnine je malo.

Primer:

- vretenca pri plodovih

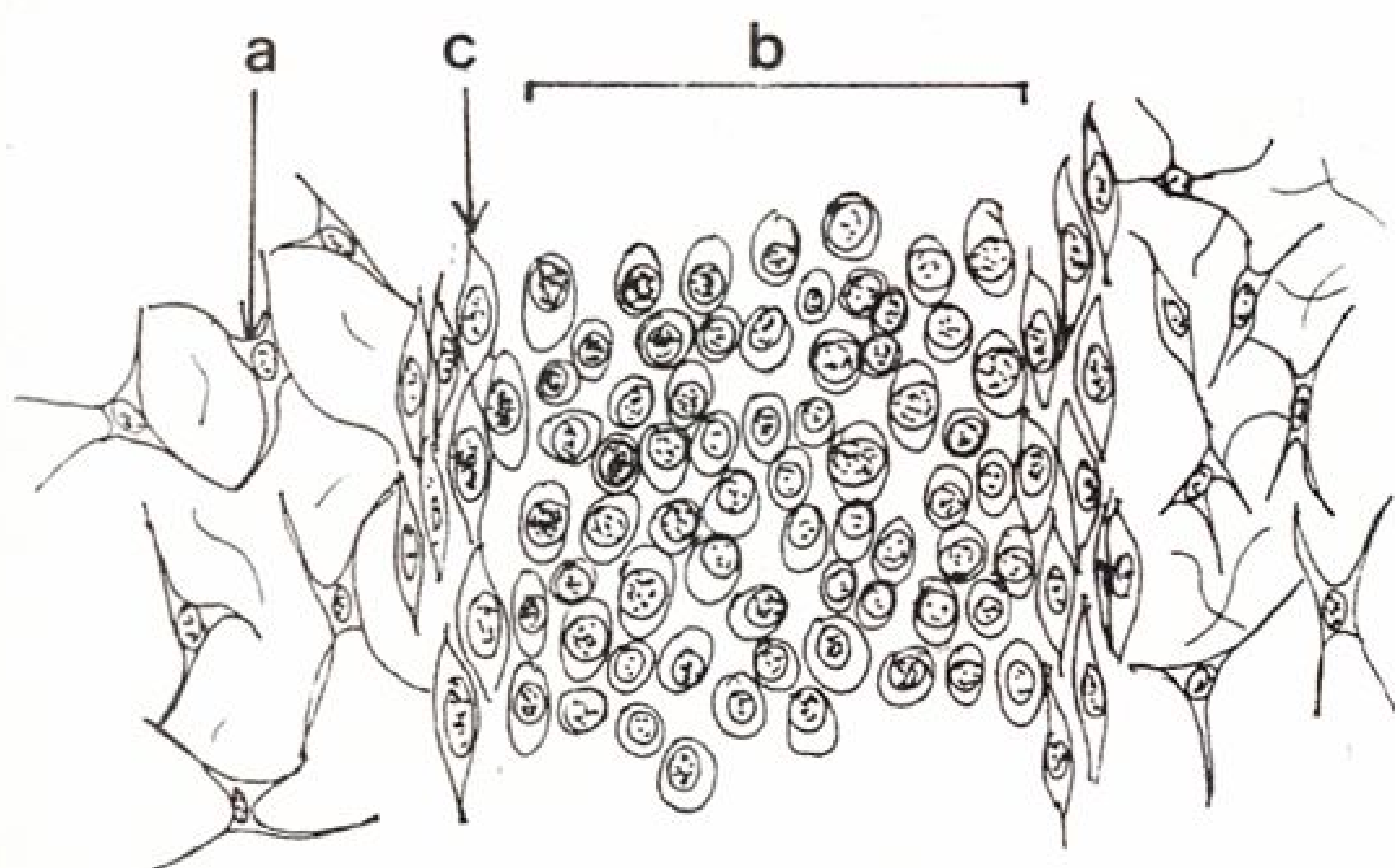
3.2.2 Hrustančno tkivo

Hrustančno tkivo (hondralno tkivo) predstavlja posebno vrsto opornine, sestavljene iz hrustančnih celic (hondrocitov) in značilne amorfne medceličnine, ki je iz sulfatiranih kislih mukopolisaharidov (hondroitin 4-sulfat, hondroitin 6-sulfat, keratan sulfat), od katerih je hondroitin sulfat glavna sestavina ter iz glikoproteina, hondronektina. V amorfnih medceličnini so vlakna različne kvalitete.

Hrustančno tkivo preprečuje kolaps dihalnih poti (sapnik, bronhusi), zmanjšuje trenje na stičnih površinah v sklepih (sklepni hrustanec), daje oporo slušnim potem (zunanje uho) kot trajni, permanentni hrustanec. Nadalje predstavlja začasno opornino, ki rabi kot model kosti, ki nastanejo z naknadno,

sekundarno osifikacijo (prehodni hrustanec). Rastni hrustanec dolgih cevastih kosti omogoča njihovo rast v dolžino.

Hrustančno tkivo se razvije iz mezenhima. V prvi fazi se mezenhimske celice množijo in zgostijo v celično zasnovo hrustanca, imenovano skleroblastem. Nato začno mlade, deleče se hrustančne celice (hondroblasti) proizvajati medceličnino. Naslednja prehodna oblika v embriogenezi je hrustančno tkivo iz številnih mehurčastih celic in malo medceličnine. To je celični hrustanec ali hondroidno tkivo. Ko je medceličnina izoblikovana, hondroblasti preidejo v manj aktivne hrustančne celice - hondroците (sl. 18 in 71).



a mezenhim
b hrustančne celice
c zasnova za perihondrij

Slika 18. Nastanek celične zasnove hrustančnega tkiva

→ HIALINI HRUST.

Pri pripravi histološkega preparata se hrustančna celica skrči. Zaradi skrčenja citoplazme nastane okrog nje prostor - lakuna, ki jo vidimo pri opazovanju s svetlobnim mikroskopom. Neposredno ob hondrociču je intenzivno bazofilna medceličnina, to je mlada hrustančevina, v kateri je večja količina kislih mukopolisaharidov; označujemo jo kot kapsula. V njo segajo hondrociti s citoplazemskimi podaljški. Okrog kapsule je pas mlade bazofilne medceličnine, imenovane dvor. Vso medceličnino, ki pripada eni hrustančni celici ali skupini izogenih celic,

imenujemo teritorij (kapsula in dvor). Izogene hrustančne celice, so hrustančne celice, ki so nastale z delitvijo matičnega hondroblasta in imajo skupen dvor. Medceličnino med teritoriji imenujemo interteritorij.

Hrustanec pokriva pohrustančnica ali perihondrij, ki je iz zunanje vezivne plasti in notranje, proti hrustancu obrnjene plasti iz nediferenciranih vezivnih celic (celična plast). Te celice imajo sposobnost preobrazbe v hrustančne celice. Hrustanec ni ožiljen. Hrustančne celice se prehranjujejo z difuzijo hranljivih snovi iz perihondrija.

vezivna (vezivo) + celice
skot epitelijne mreže

Pri hrustancih razlikujemo intersticialno in apozicijsko rast.

Intersticialna rast: hrustanec raste z razmnoževanjem hrustančnih celic in tvorbo medceličnine znotraj hrustanca. Ta oblika hrustančne rasti je pri mladih hrustancih z malo medceličnine.

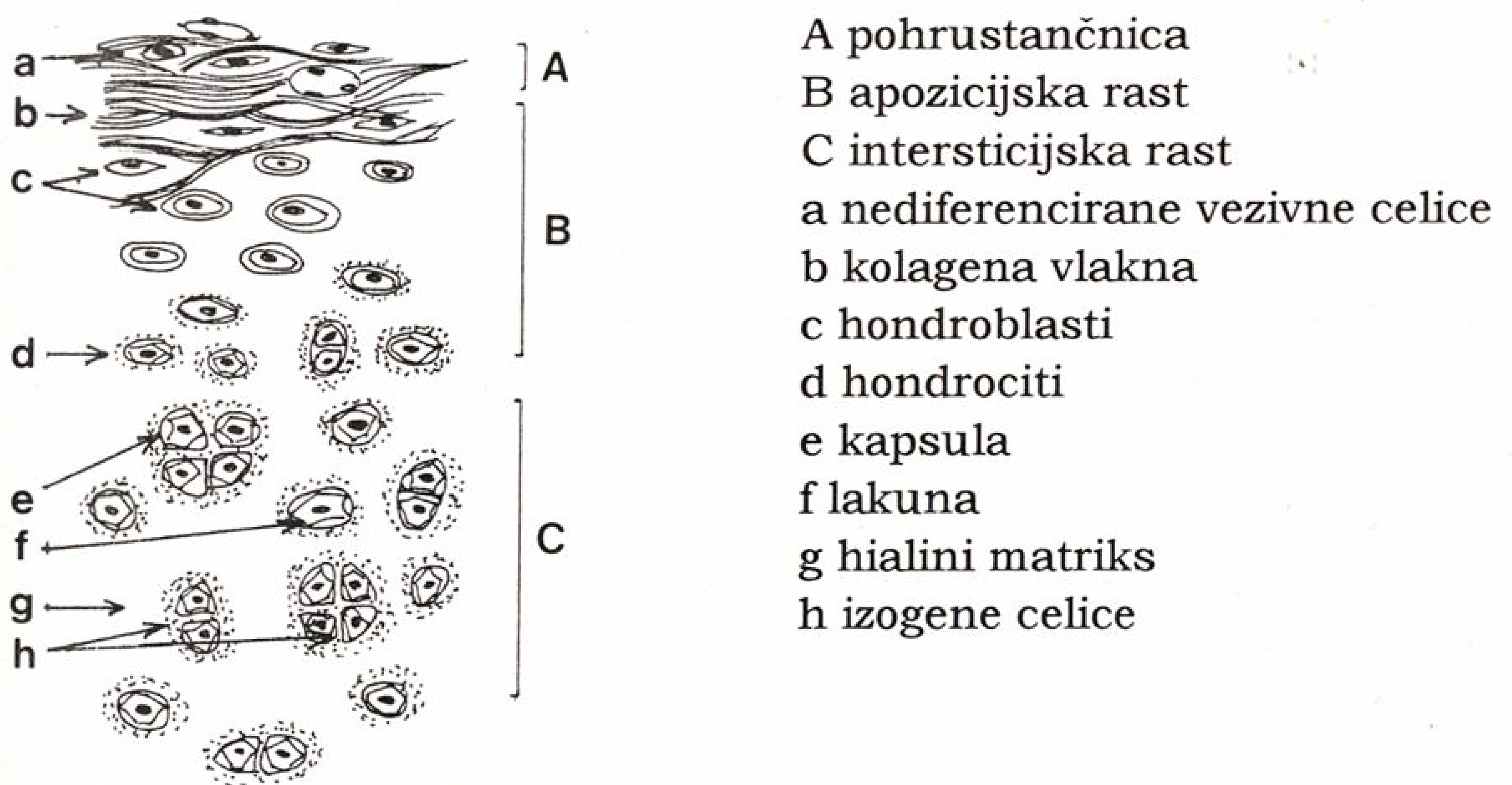
Apozicijska rast: hrustanec raste z diferenciacijo hondrogenih vezivnih celic perihondrija v hondroblaste. Tako nastajajo vedno nove plasti hrustančnih celic, ki izločajo v svojo okolico medceličnino.

Glede na vrsto in količino vlaken, ki so zalita z amorfno medceličnino, razlikujemo steklast ali hialini, vezivni in elastični hrustanec.

Hialini (steklasti) hrustanec

Hialini hrustanec (sl. 19) je s prostim očesom steklastega videza in mlečno modre barve. Je opornina, ki spremlja rast organizma, saj predstavlja hrustančni model kosti. Med razvojem organizma večina hialinega hrustanca propade in ga nadomesti kostno tkivo (prehodni hrustanec). Na določenih mestih ga najdemo tudi pri odraslem organizmu (stalni hrustanec). Hondro-

citi so ovalne oblike s številnimi citoplazemskimi podaljški s katerimi segajo v medceličnino. V citoplazmi je obsežen Golgijev kompleks, zrnati endoplazmatski retikulum in številni mitohondriji. Obilo je tudi glikogena in lipidov. Mlade hrustančne celice pod perihondrijem so bolj ploščate oblike. Kapsulo obdaja pas bazofilne medceličnine, bogate s hondroitin sulfatom. V medceličnini so kolagena vlakna, ki imajo enak lomni količnik kot matriks, zato jih v histološkem preparatu ne vidimo. Vlakna so številnejša v interteritoriju (sl.72).



Slika 19. Hialini hrustanec

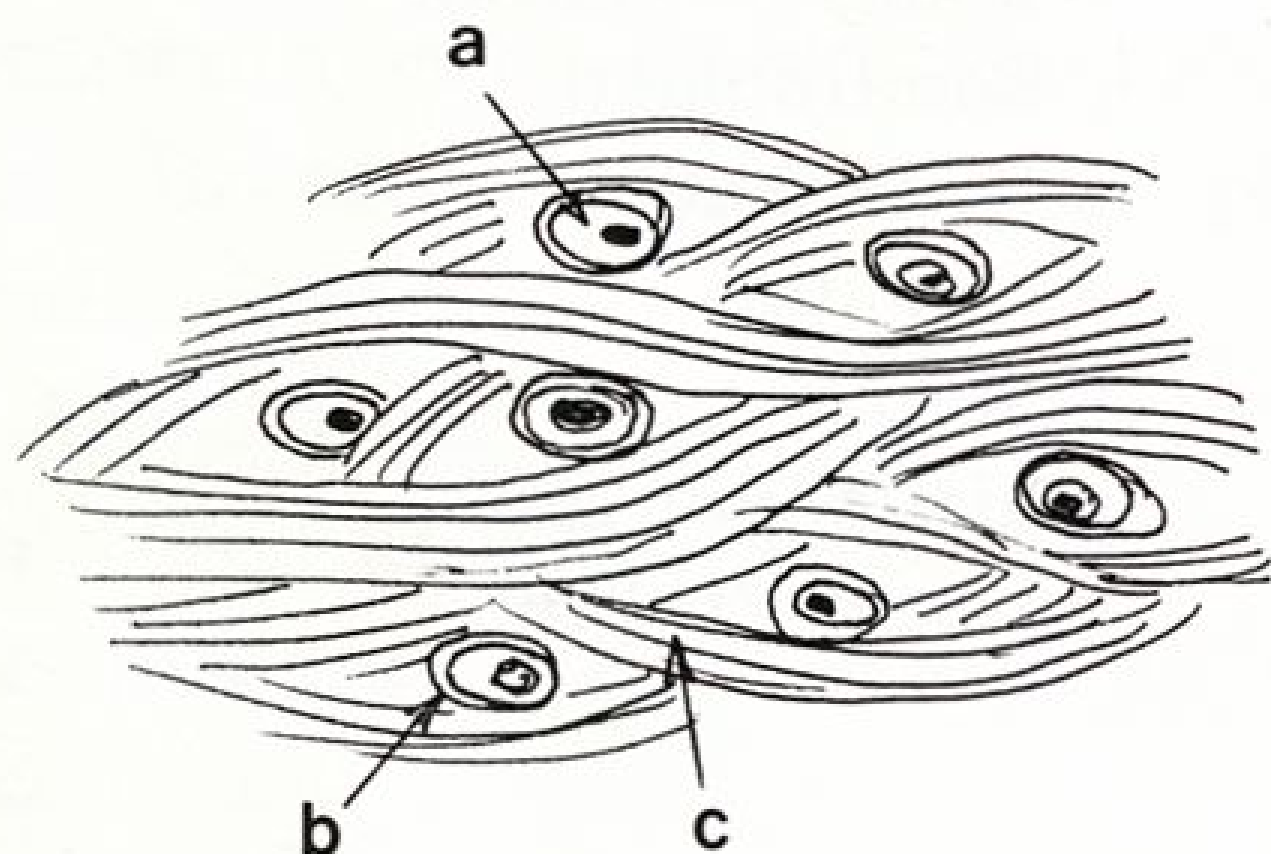
Primeri:

- skelet plodu
- nekateri hrustanci grla in hrustančni obročki v sapniku
- sklepnj hrustanec
- rebrni hrustanec
- nosni pretin

Vezivni hrustanec

mi perihondrija

Vezivni hrustanec je podoben togemu fibrilarnemu vezivu. Hrustančne celice so obdane z amorfno želatinozno medceličnino, ki se deli na kapsularni, teritorialni in interteritorialni del. V medceličnini so debeli, med seboj prepletajoči se snopi kolagenih vlaken, zato je teritorialna zgradba medceličnine manj izrazita kot pri hialinem hrustancu (sl. 20 in 74). Vezivni hrustanec se običajno nahaja neposredno ob togem fibrilarnem vezivu. Meja med obema vrstama tkiv ni izrazita. Tudi perihondrij na površini vezivnega hrustanca je največkrat neprepoznaven.



a hondroцит
b kapsula
c kolageni snopi

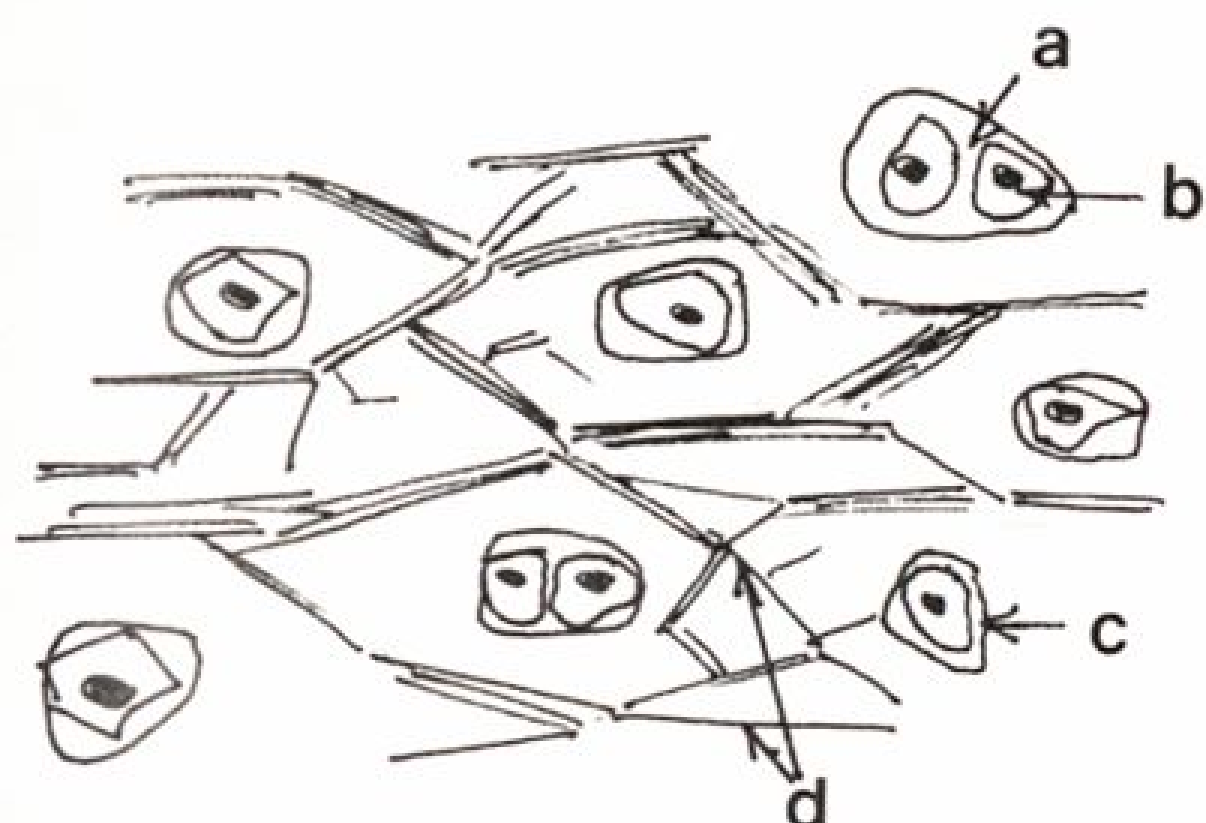
Slika 20. Vezivni hrustanec

Primeri:

- medvretenčne ploščice
- hrustančne ploščice (meniskusi)
- mesto pritrditve nekaterih kit na kosti

Elastični hrustanec

Ima podobno osnovo kot hialini ali vezivni hrustanec, le da so v medceličnini številna elastična vlakna. Nahaja se na mestih, kjer je potrebna elastičnost in trdnost (sl. 21 in 75).



- a lakuna
- b hondrocit
- c kapsula
- d elastična vlakna

Slika 21. Elastični hrustanec

Primeri:

- uhelj
- stena zunanjega ušesa
- nekateri hrustanci grla

3.2.3 Kostno tkivo

Kostno tkivo je opornina, ki sestoji iz matičnih celic, tj. osteocitov in medceličnine, za katero je značilno, da poapni (kostnina). Iz kostnega tkiva so kosti, ki oblikujejo skelet. Skelet nosi teža telesa in mu daje oporo. Kostni so rigidni del gibalnega in dihalnega sistema saj dajejo preko kit nasadišče gibalnim in dihalnim mišicam. V skeletu je 99% celotnega kalcija v organizmu, tako da so kosti njegova pomembna rezerva, poleg tega pa je v kosteh tudi fosfor.

V kostnem tkivu se nahajajo naslednje vrste celic:

- nediferencirane osteogene celice, ki nastanejo iz mezenhimskih celic in so se sposobne preobraziti v osteoblaste. So v periostu, endostu, ob Haversovih kanalih in ob trabekulah hrustančnega matriksa, v metafazah rastočih kosti;

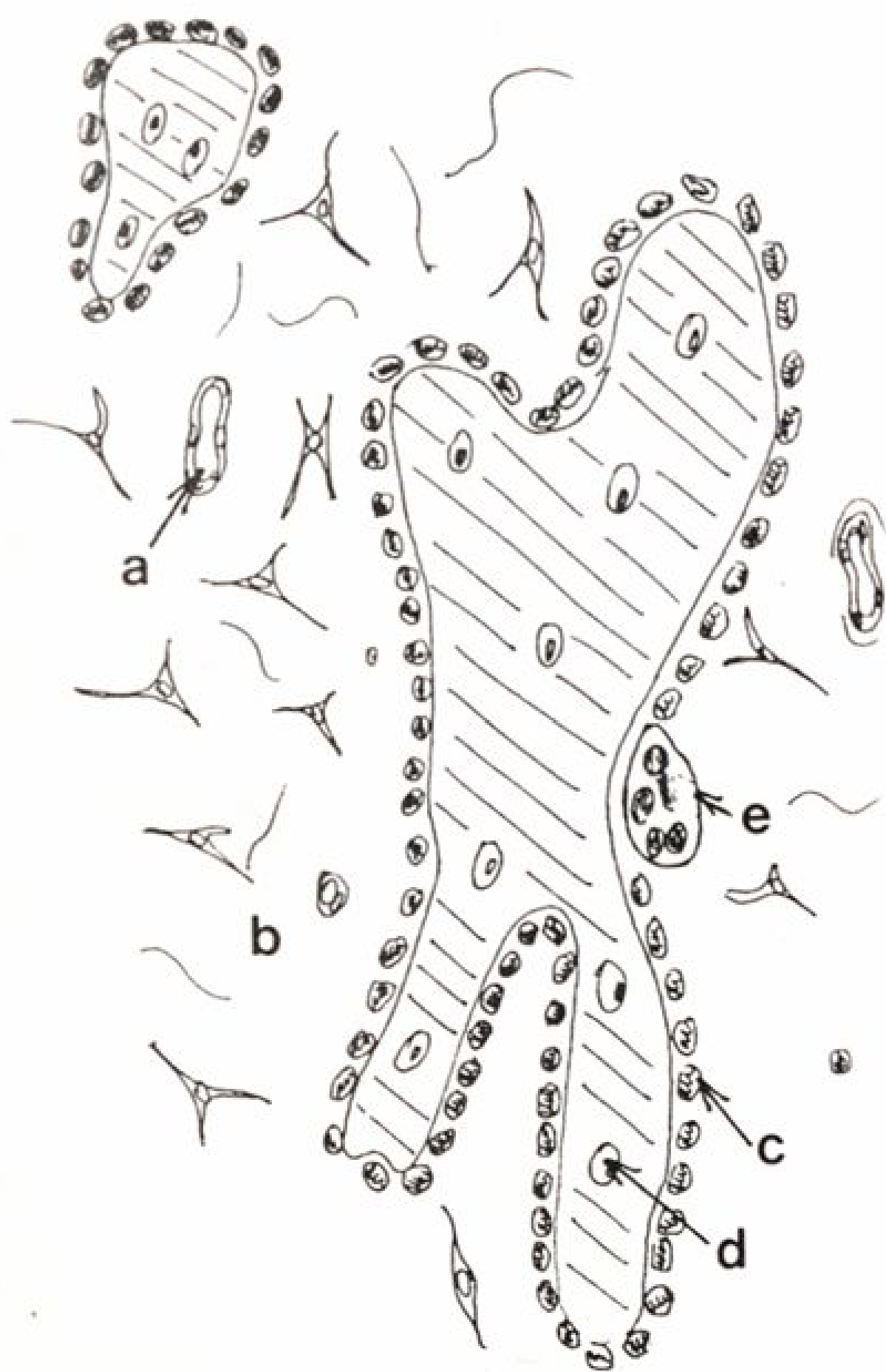
- osteoblasti proizvajajo medceličnino. Ta je iz amorfne in vlaknate komponente. Amorfní del medceličnine je iz molekul hialuronske kisline, hondroitin sulfata in keratan sulfata. Medceličnina je v začetku nemineralizirana, nato pa se začno ob kolagena vlakna nalagati depoziti kalcijevega fosfata, magnezijevega fosfata, kalcijevega karbonata in kalcijevega klorida (medceličnina poapni);
- osteociti so matične celice formirane kosti. Nastanejo iz osteoblastov, ko se ti obdajo z medceličnino. Nahajajo se v votlinah lečaste oblike (lakune);
- osteoklasti so velike večjdrne celice, ki izločajo hidrolitične encime, s katerimi razgrajujejo kostno tkivo. Nastanejo z združevanjem monocitov. *izjemno obarvano*

Vso površino kosti razen sklepnih površin pokriva pokostnica ali periost. To je plast veznega tkiva z osteogeno potenco, tj. sposobnostjo izločanja kostnine. Zunanja plast periosta je iz dobro prekrvavljene veznega tkiva, notranja, proti kosti obrnjena plast, pa je iz nediferenciranih osteogenih celic. Te se po potrebi pretvorijo v osteoblaste. Votline v notranjosti kosti, v katerih se nahaja kostni mozeg, so odete v endost. Endost je iz osteogenih celic, razporejenih v eni plasti. Endost odeva tudi Haversove kanale.

Kostno tkivo nastane v procesu osifikacije. Razlikujemo primarno in sekundarno osifikacijo.

1. Primarna (neposredna, direktna, vezivna, mezenhimalna) osifikacija. Kostno tkivo se oblikuje neposredno iz mezenhima. Nediferencirane osteogene celice se preoblikujejo v bolj bazofilne osteoblaste. Ti se med seboj povežejo s citoplazemskimi podaljški in začno izločati eozinofilno nepoapnelo medceličnino osteoid. Osteoblasti prično v naslednji fazi postopno izločati kalcij, ki se veže na kolagen v osteoidu, ki tako postopno mineralizira. Osteoblasti, ki se obdajo z mineralizirano kostno medceličnino, preidejo v manj aktivne osteocite, katerih naloga je vzdrževanje in

obnavljanje medceličnine. Ob trabekulah osteoida se nahajajo tudi osteoklasti, ki sodelujejo pri preoblikovanju mlade kostnine. Mezenhim v okolici nastajajoče kostnine je dobro prekrvavljen (sl. 22 in 77). V osteoidu so prepleti kolagenih vlaken, zato imenujemo to vrsto kostnine prepleteno ali fibrozno kostno tkivo. Po končani mineralizaciji se ta kostnina preoblikuje v lamelarno kostno tkivo, v katerem imajo kolagena vlakna bolj vzporeden potek, poapnela medceličnina pa je naslojena v plasteh ali lamelah. S primarno osifikacijo nastanejo vse ploščate kosti glave.



a žila
b mezenhim
c osteoblast
d osteocit
e osteoklast

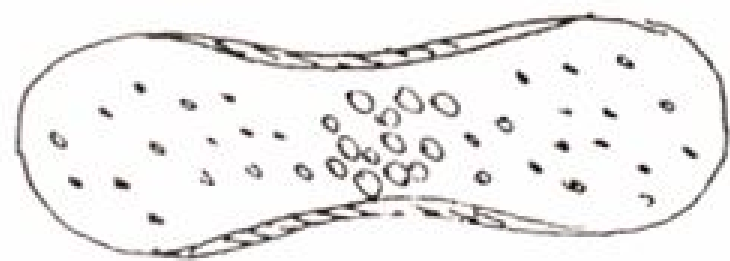
Slika 22. Primarna osifikacija

2. Sekundarna (posredna, naknadna, indirektna) osifikacija. Kostno tkivo nastane z okostenevanjem hrustančnega modela bodoče kosti. Obstajata dve obliki posredne osifikacije, ki se navezujeta.

- *Perihondralna osifikacija.* Celice perihondrija, ki ovija hrustačno zasnovno kosti, se preko osteogenih celic diferencirajo v

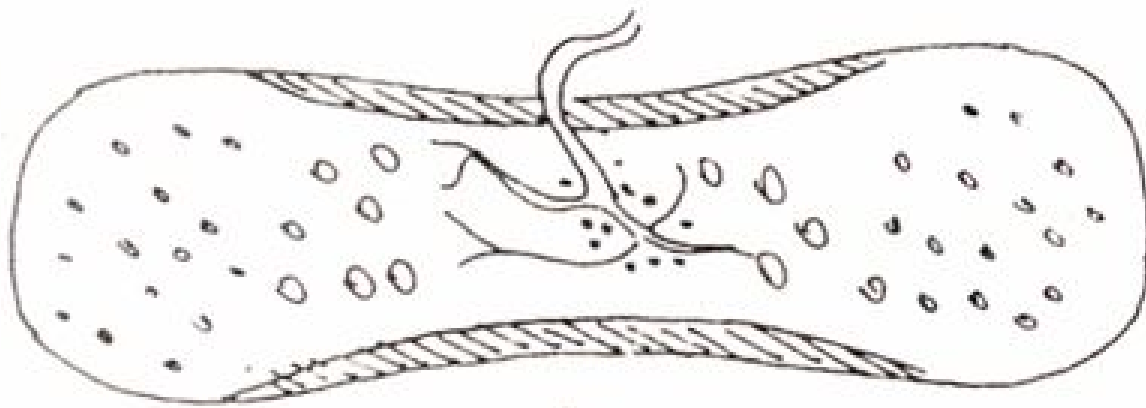
osteoblaste. Osteoblasti izločajo osteoid in oblikujejo kostno manšeto okoli diafize hrustančne zasnove podolgovate kosti. Kostna manšeta prepreči normalno prehranjevanje hrustanca. Hrustančne celice v sredini diafize nabrekajo, vakuolizirajo in propadejo, hialina medceličnina pa poapni. Iz periosta vdrejo v razpadajoče hrustančno tkivo mezenhimalni brstiči, ki sestojijo iz krvnih in limfnih žil, mezenhimskih in osteogenih celic ter makrofagov. Makrofagi, ki naselijo center poapnega hrustanca, tu oblikujejo prostore, ki se zapolnijo s kapilarami in osteogenimi celicami, ki se aktivirajo v osteoblaste in začno proizvajati medceličnino. Tako nastane primarni osifikacijski center v diafizi hrustančne zasnove kosti (sl. 23 in 78).

- *Enhondralna osifikacija*. Med epifizo in diafizo rastoče kosti je področje rastnega hrustanca, ki ga imenujemo hrustančni vložek. Hondrociti hrustančnega vložka se mitotično delijo in razvrščajo v stebričke. V naslednji fazi se hrustančne celice povečajo in propadejo, hialina medceličnina med odmrlimi hondrociti pa poapni. Ob trakovih poapnele medceličnine se kopičijo osteogene celice, ki so prispele s krvnimi žilami iz primarnega osifikacijskega centra, nastalega v procesu perihondralne osifikacije v diafizi kosti. Osteogene celice se preoblikujejo v osteoblaste, ki nalagajo osteoid na poapnelo hrustančno osnovo. Področje, v katerem se hrustančno tkivo zamenja s kostnim, imenujemo metafiza. Osteoklasti sproti razgrajujejo nastajajočo kostnino, zato je metafiza stalno enako debela. Z enhondralno osifikacijo raste diafiza kosti v dolžino. Istočasno se v področju epifiz podolgovatih kosti oblikujejo sekundarni osifikacijski centri (sl. 24 in 79).



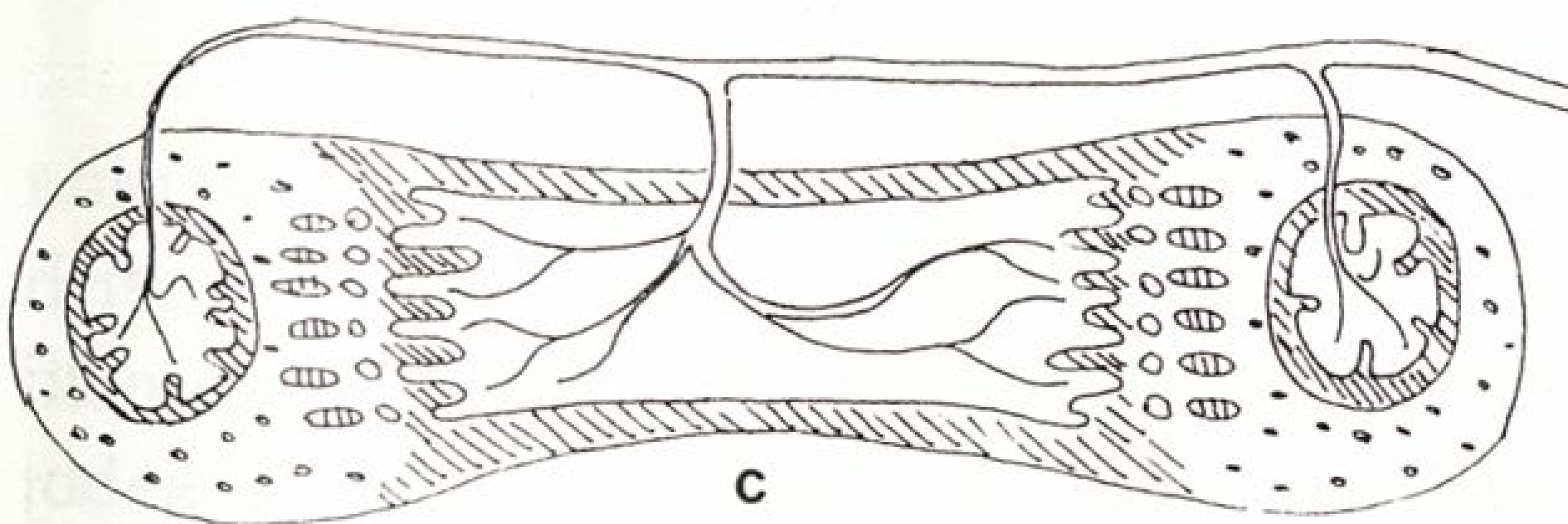
a

a perihondralna manšeta in nabrekle hrustančne celice pod njo



b

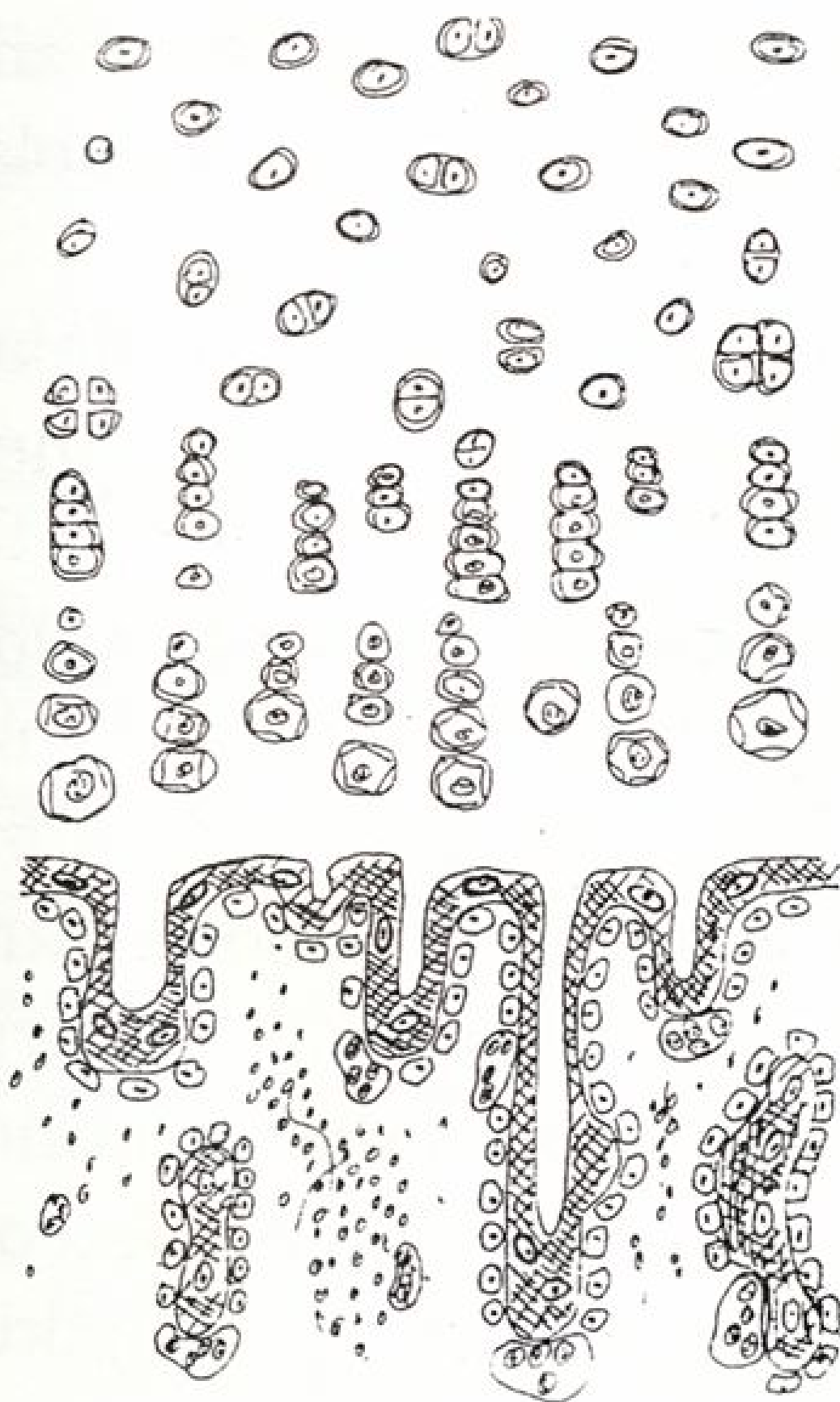
b perihondralna osifikacija; vdor mezenhimalnega brstiča skozi kostno manšeto



c

c enhondralna osifikacija in pojav sekundarnih osifikacijskih centrov v epifizah

Slika 23. Glavne stopnje hondralne osifikacije



a zona proliferacije: hrustančne celice se delijo in razvrščajo v stebričke

b zona hipertrofije: hrustančne celice se povečajo in vakuolizirajo

c zona kalcifikacije: hrustančne celice odmrejo, v hialini medceličnini se kopičijo kalcijeve soli

d zona osifikacije: ob trakovih poapnele hrustančevine se kopičijo osteoblasti, ki nalagajo osteoid

e zona razgradnje: osteoklasti razgrajujejo kostnino

Slika 24. Področja enhondralne osifikacije v smeri od epifize proti diafizi

Primeri:

- embrionalni preparati glave (primarna osifikacija)
- embrionalni preparati telesnega debla in okončin (hondralna osifikacija)

Makroskopsko razlikujemo scelno in gobasto lamelarno kostnino.

Scelno kostno tkivo

V scelnem kostnem tkivu (kompakta) je medceličnina naložena v plasteh, lamelah. V medceličnini so lakune, v katerih se nahajajo osteociti. Iz vsake lakune se širijo v medceličnino ozki kanalčki, kanalikuli. Kanalikuli sosednjih lakun se med seboj povezujejo in imajo vlogo pri prehranjevanju kosti (sl.25 in 80).

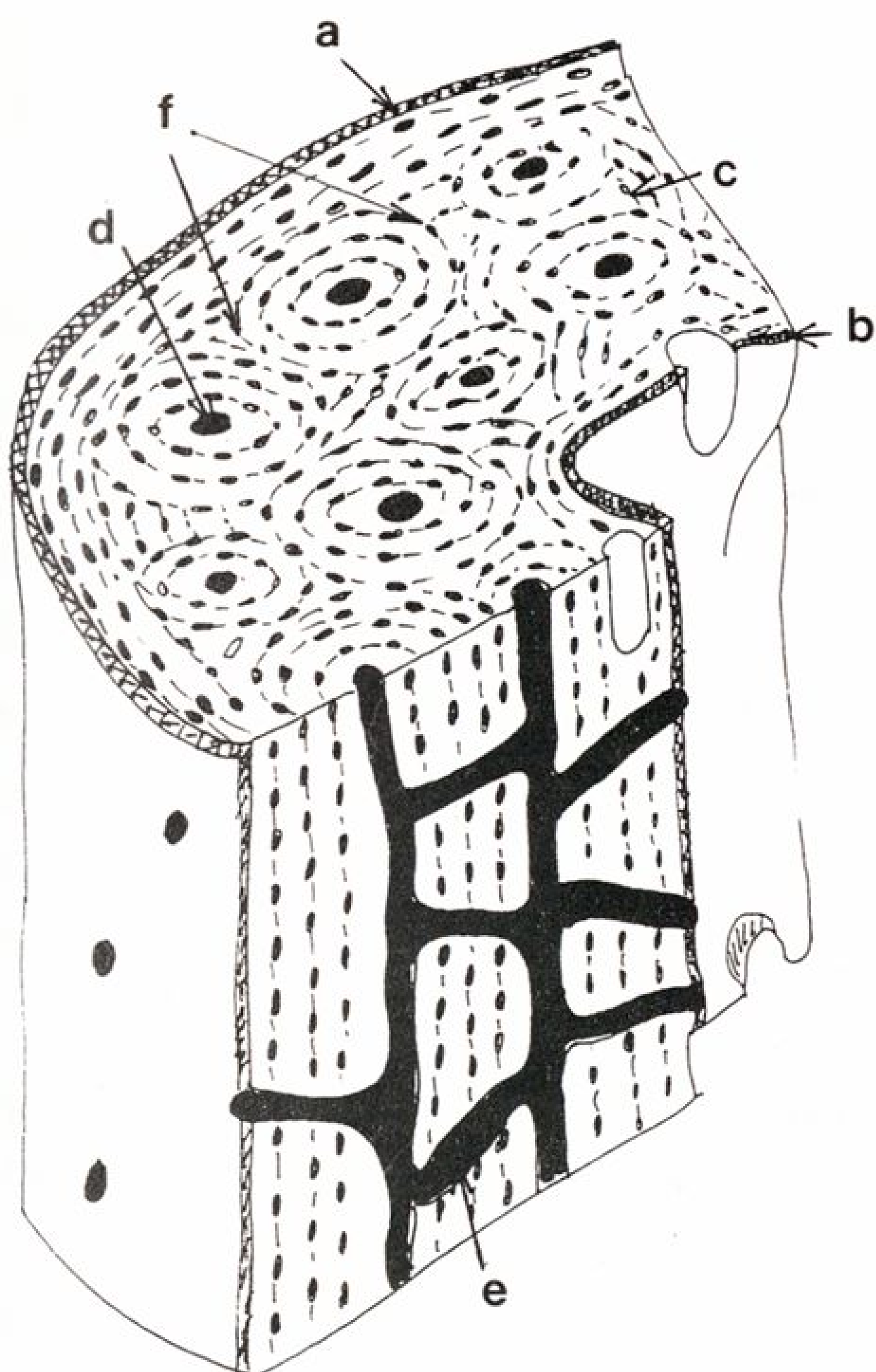
Lamele so razporejene v treh vzorcih:

1. lamele so koncentrično razporejene okoli vzdolžnih žilnih Haversovih kanalov in oblikujejo osteon ali Haversov lamelarni sistem;

2. med osteoni se ponekod nahajajo delčki lamelarne kostnine nepravilne oblike in različne velikosti; to so vmesne lamele;

3. ob periostu in endostu so zunanje in notranje splošne lamele.

Po Haversovih kanalih potekajo v rahlo vezivo odete krvne žile. Haversovi kanali komunicirajo med seboj in s prosto površino z Volkmannovimi kanali. Okoli Haversovega kanala so koncentrično razporejene lakune, v katerih se nahajajo osteociti. Osteociti se med seboj dotikajo s citoplazemskimi podaljški, ki segajo v kanalikule.



- a zunanje splošne lamele
- b notranje splošne lamele
- c vmesne lamele
- d Haversov kanal
- e Volkmannov kanal
- f osteon

Slika 25. Zgradba scelne kostnine

→ maki kostni mozeg (MEGAKARIOCT)

Gobasto kostno tkivo

Tudi gobasto kostno tkivo (spongioza) je iz lamel kostnega tkiva, vendar pa so le-te naslojene v obliki trabekul, ki se med seboj prepletajo. Kostno tkivo se prehranjuje preko kanalikulov, ki povezujejo lakune z endostom. Pri kosteh iz gobaste kostnine vidimo več razširjenih prostorov v primerjavi s scelno kostnino. Gobasto kostno tkivo je bolj porozno. Dobro je razvito predvsem v področju epifiz podolgovatih kosti.

Primeri:

- preparati dekalcinirane scelne in gobaste kostnine

Priprava histoloških preparatov kostnega tkiva

Trdo kostno tkivo lahko pripravimo za opazovanje s svetlobnim mikroskopom na dva načina, in sicer:

- priprava dekalciniranega kostnega tkiva. Pri tej histološki tehniki kostno tkivo obdelamo s kislinami. S tem napravimo kalcijeve soli v vodi topne, ki jih nato v nadaljnjem postopku odstranimo s spiranjem v vodi. Tako pripravljeno tkivo zalijemo s parafinom in režemo z mikrotomom. Za proučevanje ostane le organski osteoid.

- priprava kostnih zbruskov. Kostne zbruske lahko pripravimo z diamantnim rezilom ali pa z brušenjem predhodno maceriranega kostnega tkiva ob grobo zrnato površino. Na ta način dobimo kostne zbruske debeline med 50 do 100 μm , prilepimo jih na predmetno stekelce in opazujemo s svetlobnim mikroskopom. S to metodo se ohranijo anorganske sestavine kostnega tkiva (sl. 81).

3.3 Kri

Kri je tekoče vezno tkivo, ki kroži po kardiovaskularnem sistemu. Sestoji iz krvnih celic in tekoče medceličnine, krvne plazme. Krvna plazma je vodna raztopina različnih soli, ogljikovih hidratov, proteinov (albumini, globulini, protrombin, fibrinogen itd.) in lipidov. Pri strjevanju krvi se fibrinogen preoblikuje v fibrinske nitke, ob katere se lepijo krvna telesca. Preostalo tekočino, tj. krvno plazmo brez fibrinogena, imenujemo krvni serum. Krvna plazma omogoča transport vseh snovi, potrebnih za normalno delovanje organizma, ter transport presnovkov do ekskretornih organov. Predstavlja okoli 54 % celotnega volumna krvi.

Krvne celice v periferni krvi so:

- eritrociti ali rdeče krvne celice, ki pri sesalcih v periferni krvi nimajo jedra in jih zato označujemo kot rdeča krvna telesca,
- levkociti ali bele krvne celice oz. bela krvna telesca in
- trombociti ali pri sesalcih krvne ploščice, ker niso prave celice ter nimajo jedra.

3.3.1 Rdeča krvna telesca

Rdeča krvna telesca (eritrociti) so pri večini sesalcev acidofilne, bikonkavne celice, ki so v krvnem razmazu vidne kot okrogle ploščice. Pri kameli in lami so ovalne oblike. Zreli eritrociti sesalcev v krvnem obtoku nimajo jedra. V hipotoničnem okolju nabreknejo, v hipertoničnem okolju pa se zaradi izgube vode skrčijo in postanejo zvezdaste oblike. Oblika normalnih eritrocitov se prilagaja svetlini ozkih kapilar. Glavna naloga eritrocitov je transport plinov (O₂, CO₂), ki se vežejo na hemoglobin. Eritrociti v krvnem obtoku ptičev, rib in reptilov so ovalne celice z jedrom, vendar pa kromatin ni biosintetsko dejaven, citoplazma je acidofilna.

Postnatalna eritropoeza poteka v rdečem kostnem mozgu. Matična celica je proeritroblast. To je velika celica z okroglim jedrom in bazofilno citoplazmo. Celice naslednjih razvojnih stopenj (eritroblast in normoblast) so manjše, jedra gostejša, citoplazma pa je vse bolj acidofilna zaradi kopičenja hemoglobina. Predhodnik zrelega eritrocita (normocita) je retikulocit. Retikulocit nima jedra, ima pa v citoplazmi bazofilne ostanke ribosomske RNA (sl. 82).

V krvi je 0,8 % retikulocitov od skupnega števila eritrocitov. Normociti odraslega človeka imajo premer okoli 7 μm , debeli pa so 2 μm .

	Hematokrit (%)	Število ($10^6/\mu\text{l}$)	Velikost (μm)
konj	25-45	6-11	5,6
govedo	25-45	5-10	5,5
prašič	32-50	5-8	6,0
pes	37-55	5,5-8,5	7,0
mačka	27-45	5-10	5,9
koza	34	8-18	4,1
kokoš	40	3-4,5	7,5

Tabela 1. Vrednost hematokrita, število in premer eritrocitov pri domačih živalih

Nenormalne oblike eritrocitov:

poikilocitoza - eritrociti so nenormalne oblike

anizocitoza - eritrociti so neenako veliki

makrocitoza - eritrociti so večji od normalnih

mikrocitoza - eritrociti so manjši od normalnih

Nenormalno število eritrocitov:

eritrocitoza - povečano število eritrocitov v krvi

eritropenija - zmanjšano število eritrocitov v krvi

3.3.2 Bela krvna telesca

Bela krvna telesca (levkociti) so prave celice z jedrom. Imajo obrambno nalogo. Glede na prisotnost oz. odsotnost specifičnih zrn (granul) v citoplazmi jih delimo na granulocite in agranulocite.

Granulociti

Granulocite delimo glede na barvljivost zrn v citoplazmi po Romanovskem na heterofilne, eozinofilne in bazofilne granulocite. Njihovo jedro ima dva ali več segmentov (sl. 82).

Heterofilni granulociti (nevtrofilci, polimorfonuklearni levkociti) so najštevilnejša vrsta granulocitov pri vseh domačih sesalcih (tab. 2). Premer je 9 do 12 μm . V citoplazmi imajo drobna, z membrano obdana zrnca, v katerih se nahajajo hidrolitični encimi. Vidna so z imerzijskim objektivom. Zreli heterofilci imajo segmentirano jedro, segmenti so povezani z ozkimi trakovi kromatina. Število segmentov je odvisno od starosti celice. Mladi heterofilci imajo nesegmentirano jedro. Imenujemo jih paličasti heterofilci. Pri ženskah najdemo v nekaterih nevtrofilcih droben delček jedra, t.i. Barrovo telesce. Gre za kondenziran spolni kromatin.

Heterofilci imajo sposobnost ameboidnega gibanja. Med endotelnimi celicami kapilar se prerinejo v okolno rahlo vezivo. Številni so na mestu gnojnih vnetij. Imajo veliko sposobnost fagocitoze (mikrofagi).

Heterofilci ptic so nekoliko manjši, njihov premer je 7,9 do 9,9 μm . V citoplazmi imajo zrnca in paličice, ki se intenzivno obarvajo rdeče z eozinom. Jedro je segmentirano s 2-5 segmenti, vendar se neizrazito obarva.

Eozinofilni granulociti (eozinofilci) so nekoliko večji, njihov premer je od 12 do 15 μm . Jedro ima največkrat dva segmenta in

je očalaste oblike. Celice imajo v citoplazmi acidofilna zrnca s hidrolitičnimi encimi.

Število eozinofilcev v krvi je povečano pri alergijah in parazitozah. Sposobnost ameboidnega gibanja in fagocitoze je manjša kot pri heterofilcih. Odstranjujejo komplekse antigen-protitelo in verjetno tudi nekatere mediatorje vnetja, npr. histamin.

Eozinofilni granulociti ptic imajo enake morfološke značilnosti kot iste celice pri sesalcih, le nekoliko so manjši, in sicer je njihov premer od 6,7 do 7,0 μm . Jedro ima praviloma dva segmenta, lahko pa jih ima tudi več, npr. 3 ali 4.

→ drobne granule

Bazofilni granulociti (bazofilci) so najmanj številni v beli krvni sliki (okoli 0,5 %). Jedro je ponavadi razdeljeno v nepravilne režnje in je slabo vidno. V citoplazmi imajo groba zrnca, ki se selektivno barvajo z bazičnimi barvili. S toluidinskim modrilom se obarvajo metakromatično. V granulah sta vazoaktivni snovi histamin in heparin. Histamin širi krvne žile in povečuje njihovo prepustnost, heparin pa preprečuje strjevanje krvi.

Bazofilci so po sestavi in mehanizmu delovanja podobni tkivnim bazofilcem. Sodelujejo pri vnetnih in alergijskih reakcijah.

Bazofilci ptic merijo v premeru od 7,8 do 9,1 μm . Kroglasto jedro je v sredini celice, lahko je tudi iz dveh segmentov. V periferni krvi piščanca jih je okoli 2%.

Granulociti nastajajo v kostnem mozgu v procesu mielopoeze. Predhodnik vseh granulocitov je mieloblast. Iz njega se razvijejo promielociti z nespecifičnimi zrcni v citoplazmi. Naslednja razvojna stopnja so mielociti; v njihovi citoplazmi že najdemo specifična zrnca, značilna za posamezno vrsto granulocitov. Celice naslednje generacije so metamielociti z ledvičastim jedrom, iz njih pa se razvijejo paličasti granulociti, ki se odplavljajo v krvni obtok.

Agranulociti

Med agranulocite prištevamo limfocite in monocite.

→ manjši kot plazmatke

Limfociti imajo intenzivno obarvano okroglo jedro, okoli katerega je tanek pas bazofilne citoplazme (sl. 82). So najmanjši levkociti. Mali limfociti imajo premer 5 do 8 μm , redkejši veliki limfociti so lahko dvakrat večji. Limfociti so nosilci imunske obrambe. Funkcionalno ločimo T in B limfocite. Limfociti T se diferencirajo in postanejo imunsko zmožni v timusu. So nosilci celične imunosti. Aktivirani limfociti T se diferencirajo v celice ubijalke, celice pomagalke in celice zaviralke. Celice ubijalke lizirajo mikroorganizme, celice zaviralke in pomagalke pa uravnavajo imunski odziv.

Imunsko zmožni limfociti B nastajajo pri pticah v Fabricijevi bursi. Ekvivalentni organ pri sesalcih je verjetno kostni mozeg ali pa limfatično tkivo v črevesju. So nosilci humoralne imunosti. Aktivirani limfociti B se pretvorijo v plazmatke, ki izločajo protitelesa in spominske celice, ki hranijo informacijo o antigenu.

→ segmentirane

Monociti so največji levkociti. Imajo premer 16 do 20 μm . Jedro je ovalne ali ledvičaste oblike (sl. 82). Citoplazma se sivo modro obarva. V citoplazmi imajo številne lizosome, ki so vidni z imerzijskim objektivom kot drobna azurofilna zrnca. Monocitopoeza poteka v kostnem mozgu. Izvorna celica je promonocit. Po krvnem obtoku krožijo le nekaj ur, potem pa migrirajo v rahlo vezivo. Imajo sposobnost ameboidnega gibanja in so izraziti fagociti. Imajo pomembno vlogo pri imunskem odgovoru. Limfocitom posredujejo antigen in nespecifično sodelujejo pri reakcijah celične imunosti.

Relativno število posameznih vrst belih krvnih celic v periferni krvi lahko dobimo tako, da jih v krvnem razmazu

preštejemo. Njihovo število, izraženo v procentih glede na število prešteti celic imenujemo diferencialna bela krvna slika.

	Heterofilci %	Eozinofilci %	Bazofilci %	Limfociti %	Monociti %
človek	60	3	0-1	30	6
mačka	65	5	redki	30	3
pes	70	4	redki	20	5
govedo	30	9	0,5	57	5
prašič	37	3,5	0,5	53	5
konj	54	4	0,5	39	4,4
koza	36	5	0,5	56	2,5
kokoš	26	2	2	64	6

Tabela 2. Normalne vrednosti diferencialne bele krvne slike

Pri večini domačih živalskih vrst so v normalni beli krvni sliki periferne krvi najštevilnejši heterofilni granulociti. Izjema so prežvekovalci in perutnina, pri katerih so številnejši limfociti (limfocitna bela krvna slika).

Povečanje števila levkocitov v ml periferne krvi imenujemo levkocitoza, zmanjšanje števila levkocitov pa levkopenija. Povečan odstotek mlajših razvojnih oblik levkocitov (n.pr. paličastih levkocitov) v krvnem razmazu označujemo kot premik bele krvne slike v levo, povečan odstotek starejših razvojnih oblik (tj. senilnih levkocitov) pa označujemo kot premik bele krvne slike v desno. Odstopanja vrednosti diferencialne bele krvne slike od normalnih so lahko pokazatelj določenega nefiziološkega ali bolezenskega stanja.

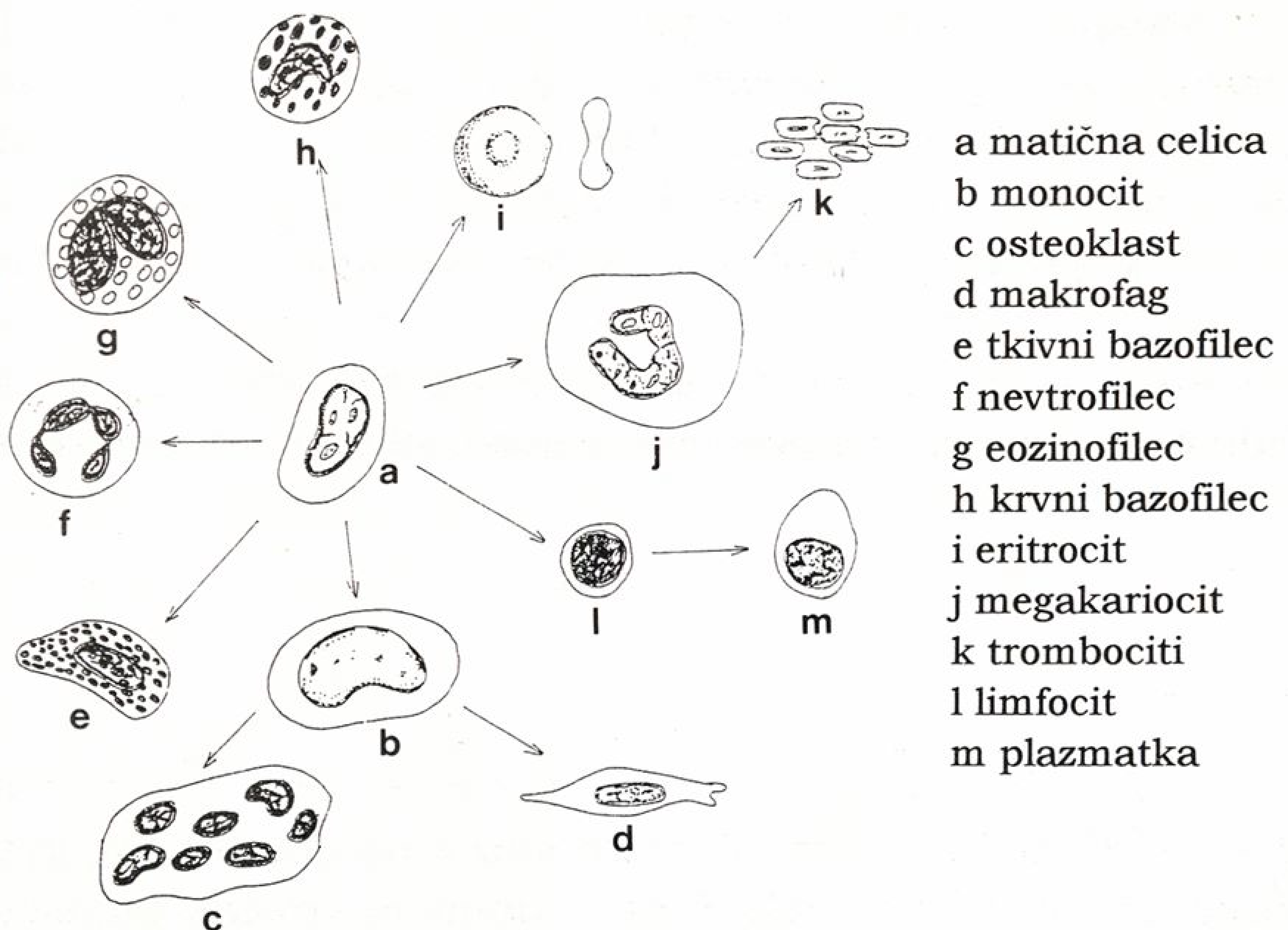
3.3.3 Krvne ploščice

Krvne ploščice (trombociti) so drobne ploščice nepravilne oblike. Veliki so 2 do 4 μm . V ml krvi jih je od 200.000 do 900.000 (odvisno od živalske vrste). S svetlobnim mikroskopom ločimo v trombocitu dve coni. Središnja je zrnata granulomera. V njej so z elektronskim mikroskopom vidni mitohondriji, cisterne endopla-

zemskega retikuluma, ribosomi in lizosomi. Ožji homogeni periferni del trombocita imenujemo hialomera. V krvnih razmazih so trombociti običajno v skupkih (sl. 83B).

Trombociti nastanejo z razpadom megakariocitov. To so velike celice z razvejanim jedrom, ki se nahajajo v kostnem mozgu.

Trombociti sodelujejo v procesu aglutinacije in koagulacije krvi. Pri poškodbi žilnega endotela se zlepijo in razpadejo. Pri tem se sprostijo tromboplastin in drugi faktorji koagulacije. Življenjska doba trombocitov v krvnem obtoku je nekaj dni. Trombociti ptic, plazilcev, dvoživk in rib so prave celice ovalne oblike in z okroglim jedrom. Imajo rahlo bazofilno citoplazmo, ki se pri barvanju po Giemsi obarva modro zelenkasto. V dolžino merijo trombociti od 7,1 do 9,2 μm , počez pa od 4,1 do 5,4 μm .



Slika 26. Celice krvnega porekla

3.4 Tolščno tkivo

Tolščno (maščobno, adipozno) tkivo je iz celic, ki imajo sposobnost kopičenja nevtralnih lipidov v citoplazmi (tolščne celice, maščobne celice, adipociti). Najdemo jih posamič ali v skupinah v različnih organih ali pa kot samostojen organ v obliki strnjenege tolščnega tkiva, obdanega z vezivno ovojnico.

Tolščno tkivo ima prehrambeno vlogo (lipidi predstavljajo veliko energetske rezervo), je toplotni izolator (varuje organizem pred mrazom), daje mehanično zaščito (tolščno tkivo, obdano z vezivno kapsulo, oblikuje blazinice na mestih, ki so izpostavljena mehničnemu pritisku) ter nadomešča involvirano tkivo (npr. rumeni kostni mozeg, timus).

Tolščno tkivo je mezenhimalnega izvora. Neposredni predhodnik tolščne celice je lipoblast. Lipoblasti imajo v svoji citoplazmi veliko število drobnih lipidnih kapljic, zato govorimo o plurivakuolarni tolšči. Med postnatalnim razvojem se lipidne kapljice zlijejo v enotno kapljico, ki zapolnjuje večji del citoplazme (univakuolarna tolšča) (sl. 27). Domneva se, da lahko maščobne celice nastanejo med postnatalnim razvojem tudi iz nediferenciranih mezenhimskih celic, ki se nahajajo ob krvnih žilah.

Tolščno tkivo je izredno dobro prekrvavljeno. Za prikaz lipidov uporabljamo posebne histološke tehnike (zamrznjenci) in posebna barvila (Oil-red-O, Sudan). Glede na barvo in zgradbo razlikujemo rjavo in belo tolščo.

3.4.1 Rjava tolšča

Rjava (plurivakuolarna) tolšča je iz maščobnih celic, ki imajo v citoplazmi številne drobne lipidne kapljice. Celice imajo veliko mitohondrijev, v katerih je dosti citokromov, ki dajejo tolšči rjavo barvo. Jedro je kroglasto in se nahaja v sredini celice. Pri večini

sesalcev najdemo rjavo tolščo le do zgodnjega postnatalnega obdobja, ko jo nadomesti bela tolšča. Izjema so glodalci in drugi sesalci, ki prezimijo ob znižani telesni temperaturi. Presnova rjave tolšče je pod vplivom nevroendokrinega sistema. Rjava tolšča ima pomembno vlogo pri vzdrževanju telesne temperature (sl. 85).

Primeri:

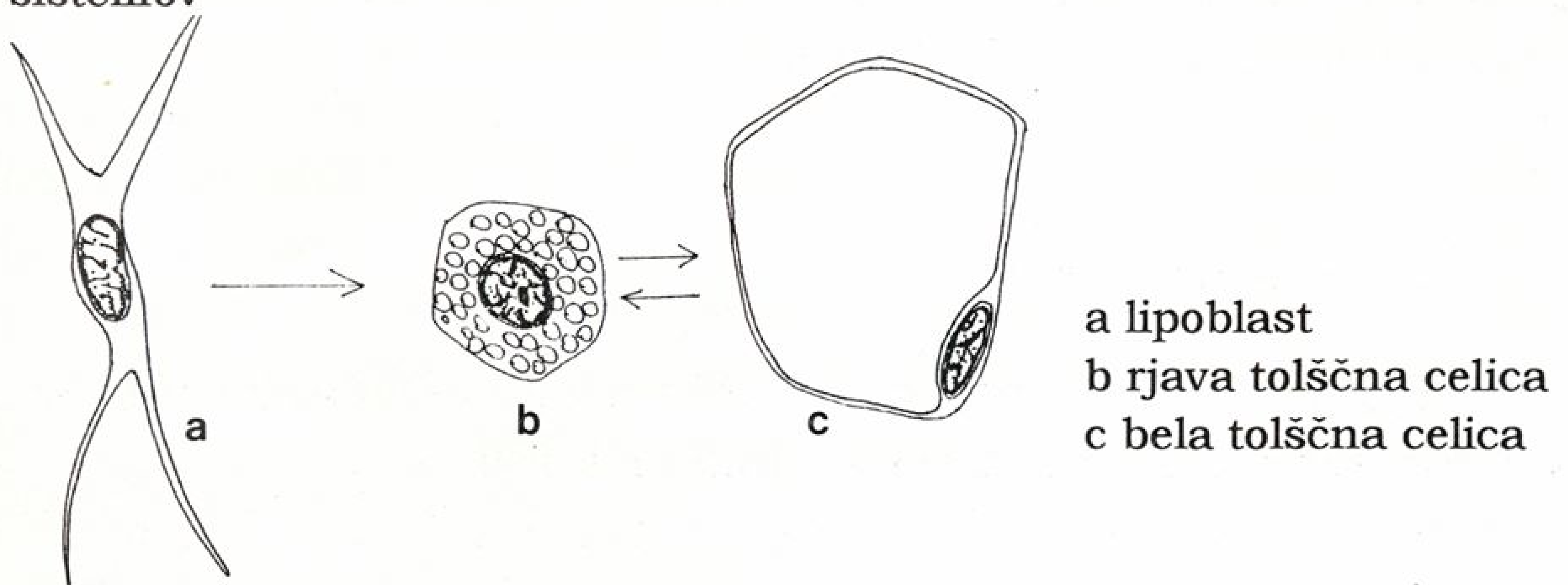
- maščobno tkivo ob mišicah plečnega obroča, mediastinum, ledvični hilus in še nekatera
- mesta pri glodalcih in pri drugih sesalcih v zgodnjem postnatalnem obdobju

3.4.2 Bela tolšča

Bela (univakuolarna) tolšča je zgrajena iz velikih adipocitov, ki imajo citoplazmo zapolnjeno z eno samo in obsežno lipidno kapljo. Ker maščobna kaplja izpolnjuje skoraj vso celico, sta preostanek citoplazme in sploščeno celično jedro odrinjena na njeno periferijo. V histoloških preparatih, ki so obdelani z organskimi topili, se lipidi odstranijo, zato je celica videti prazna. Tudi bela tolšča je dobro ožiljena, saj je vsaka celica v stiku z vsaj eno kapilaro (sl. 86).

Primeri:

- podkožje in stena prebavne cevi (subserozno tolščno tkivo)
- maščobne infiltracije v intersticiju različnih organov oz. organskih sistemov



Slika 27. Prehod plurivakuolarne tolšče v univakuolarno

4 MIŠIČNO TKIVO

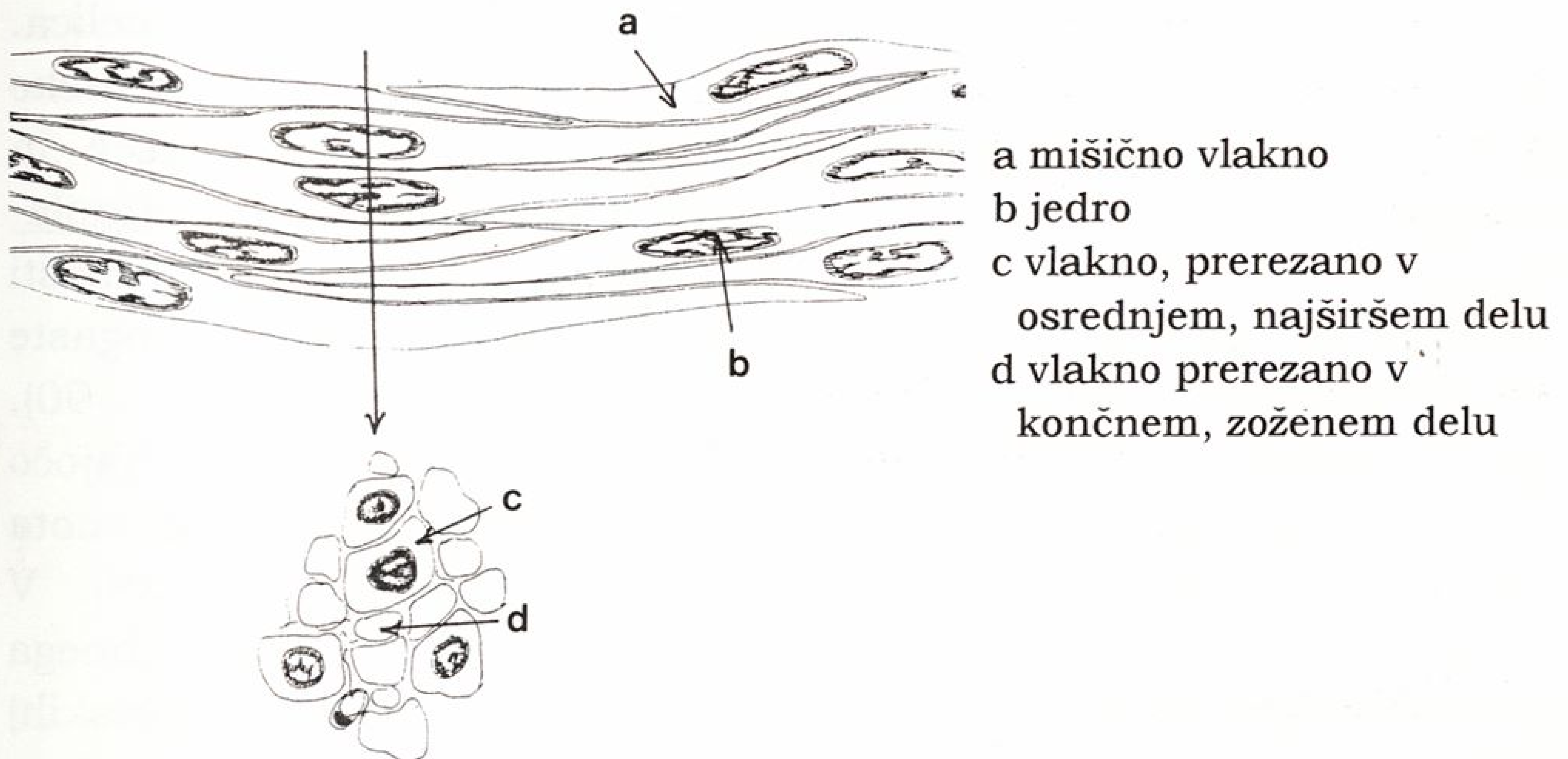
Osnovna funkcionalna enota mišičnega tkiva je mišična celica ali mišično vlakno, za katero je značilno, da ima sposobnost kontrakcije (krčenja). To sposobnost mu dajejo posebni celični organeli - miofilamenti. Mišično tkivo je v glavnem mezodermalnega porekla. Glede na zgradbo in razporeditev miofilamentov v citoplazmi razlikujemo gladko in prečno progasto mišičnino.

mišično tkivo → gladko mišično tkivo
→ prečno progasto mišično tkivo ⇒ skeletno
⇒ srčno

4.1 Gladko mišično tkivo

Gladke mišične celice imajo vretenast videz. V srednjem, najdebelejšem delu celice se nahaja podolgovato, na koncih zaobljeno jedro. Obliki jedra in celice sta odvisni od stopnje skrčitve. Gladke mišične celice so v nekaterih organih posamezne, največkrat pa so urejene v snope, v katerih so celice vzporedno postavljene (npr. stena prebavne cevi) (sl. 87). Debelejšemu delu celice se prilega tanjši del sosednje celice. Na prečnem preseku gladkega mišičnega tkiva vidimo obrise celic različne velikosti. Jedra vidimo le v celicah, ki so prerezana na sredini (sl. 28). V sarkoplazmi se nahajajo aktinski in miozinski miofilamenti, katerih razporeditev je drugačna kot pri prečno progastem mišičnem tkivu. V vranici npr. prašiča in goveda so gladke mišične celice na koncih razcepljene (protoplazemski tip). S svojimi konci se mišične celice stikajo in oblikujejo mrežo, ki je razpeta med vezivno ogrodje organa (sl. 88).

Gladko mišično tkivo je mezenhimalnega izvora; regeneracija gladkih mišičnih celic je omejena. Obnavljajo se z mitozo ali pa iz pericitov, tj. celic, ki so razporejene vzdolž krvnih kapilar. regenerira iz mezenhimskih celic, ki so vzdolž krvnih kapilar.



Slika 28. Prečni in vzdolžni prerez skozi gladko mišično tkivo

Primeri:

- stena prebavne cevi (lamina muscularis sluznice, mišična plast)
- stena krvnih žil
- ekskretorni kanali žlez
- moški in ženski urogenitalni sistem
- mišice ježilke dlake itd.

4.2 Prečno progasto mišično tkivo

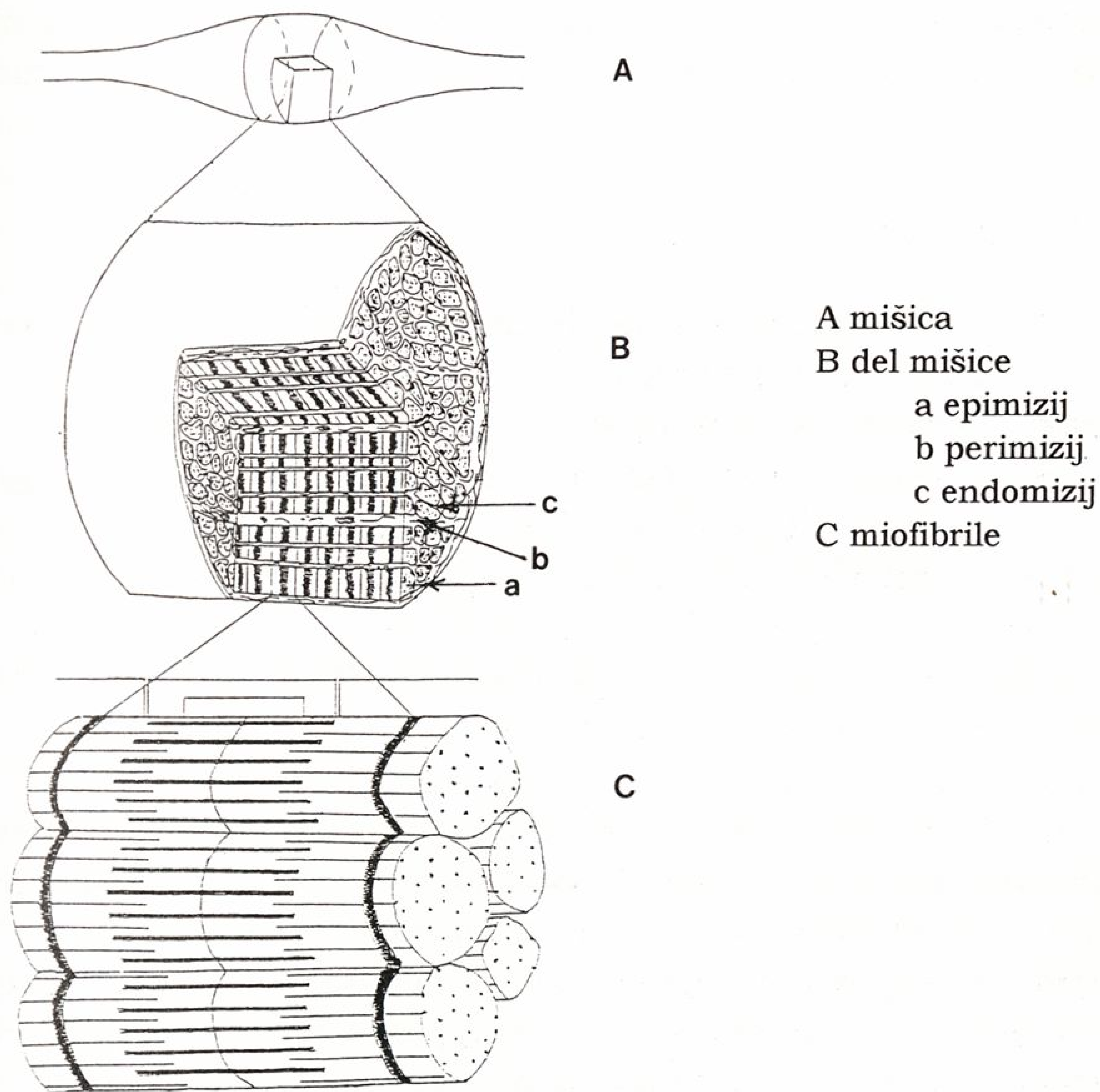
Za prečno progasta mišična vlakna je značilno izmenično ponavljanje svetlejših in temnejših prog pri opazovanju s polarizacijskim mikroskopom. Videz prečne progavosti dajejo miofibrile, ki potekajo vzporedno z vzdolžno osjo mišičnega vlakna. Pasova, ki dajeta videz prečne progavosti, sta anizotropni pas A in izotropni pas I. Pri mikroskopiranju z navadnim svetlobnim

mikroskopom je prečna progavost slabše izražena. Razlikujemo skeletno prečno progasto in srčno prečno progasto mišično tkivo.

4.2.1 Skeletno mišično tkivo

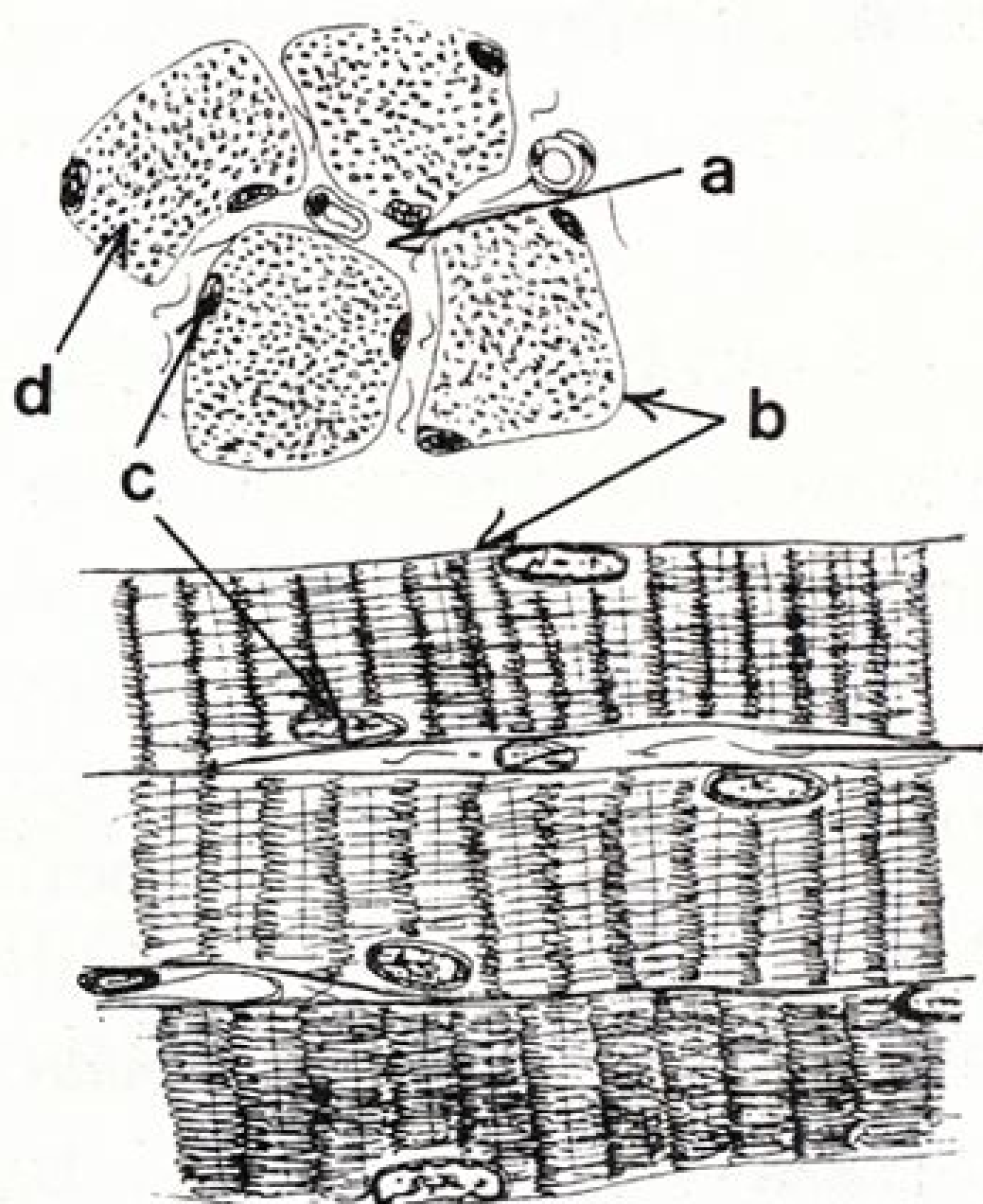
Skeletno mišično vlakno je dolga valjasta večjedrna celica. Obdaja jo opna sarkolema, ki je sestavljena iz plazemske membrane (plazmaleme), glikoproteinskega celičnega plašča in bazalne membrane. Citoplazmo (sarkoplazma) sestavljajo citoplazemski matriks (citosol) in celični organeli. Večino notranjosti skeletnega mišičnega vlakna napolnjujejo prečno progaste miofibrile, ki potekajo vzporedno z vzdolžno osjo vlakna (sl. 90). Prečna progavost miofibril se ponavlja na 2 do 3 μm . Ponavljajočo se enoto imenujemo sarkomera. To je osnovna gradbena enota miofibrile, ki se razteza med dvema linijama Z (sl. 29). V sarkomeri so vidni pasovi in linije, ki so posledica posebnega medsebojnega odnosa tankih (aktinskih) in debelih (miozinskih) nitk. Aktinske nitke so z enim koncem pritrjene na linijo Z, z drugim pa segajo med miozinske nitke. V liniji Z so divergentno potekajoče nitke povezane s proteinskim kompleksom. V sredini sarkomere je pas H, v katerem so vidne samo miozinske nitke. Pas H razpolavlja tanka linija M, ki povezuje miozinske nitke. Pas A je širok pas, ki se razprostira od enega do drugega konca miozinskih nitk. Na vsaki strani meji na pas I. Ob krčenju sarkomere se aktinske nitke pomikajo globlje proti sredini sarkomere. Zožita se pasova I in H, širina pasu A pa se med krčenjem mišičnega vlakna ne spreminja.

V skeletnih mišičnih vlaknih so številna podolgovata jedra, ki se nahajajo neposredno pod sarkolemo.



Slika 29. Zgradba skeletne mišice

Z isto bazalno membrano, ki obdaja mišično vlakno, so pokrite tudi t.i. mišične satelitske celice, ki sodelujejo pri regeneraciji mišičnega vlakna. Satelitske celice imajo malo citoplazme in mitohondrijev. Ob manjši poškodbi mišičnega vlakna pride do proliferacije (razmnoževanja) in združevanja satelitskih celic ter tvorbe značilnih skeletnih mišičnih vlaken. S svetlobnim mikroskopom ne moremo ločiti, katera jedra pripadajo satelitskim celicam oziroma skeletnim mišičnim vlaknom.



a endomizijj
 b sarkolema
 c jedra
 d miofibrile

Slika 30. Prečni in vzdolžni prerez skozi skeletno mišično tkivo

Večje število vzporednih mišičnih vlaken se združuje v snopiče, ti sestavljajo mišico. Mišična vlakna, mišični snopiči in mišica kot celota so obdani z vezivno stromo, ki povezuje kontraktilne enote, združuje njihovo akcijo, po drugi strani pa dopušča določeno stopnjo prostosti gibanja med mišičnimi vlakni in snopiči. Tesno ob bazalni membrani posameznega mišičnega vlakna je nežno vezivo, endomizij, z živčnimi končiči in nežno vzdolžno urejeno kapilarno mrežo. Okoli vsakega snopiča je debelejša vezivna ovojnica, perimizij, po kateri potekajo večje krvne žile in živci. Celotna mišica je ovita z vezivnim plaščem, epimizijem.

Skeletna mišica sestoji iz mišičnih vlaken, ki se med seboj razlikujejo po krčljivostnih in presnovnih značilnostih. V mišicah sesalcev se pojavljata dve glavni skupini mišičnih vlaken, ki se razlikujeta po hitrosti in trajanju mišične kontrakcije. Označujemo jih s tipom I in tipom II. Vlakna tipa I so počasi krčljiva, vlakna tipa II pa hitro krčljiva. Vlakna tipa II delimo na podtipe IIA, IIB in IIC. Pripadnost mišičnih vlaken določenemu tipu ugotavljamo histokemično z določanjem aktivnosti miozinske ATPaze. Mišična vlakna se razlikujejo tudi na osnovi aktivnosti presnovnih

encimov. Vlakna so lahko oksidativna, glikolitična in oksidativno-glikolitična. Tudi presnovne značilnosti vlaken določamo histokemično z ugotavljanjem aktivnosti različnih presnovnih encimov (sukcinatdehidrogenaza, α -glukanfosforilaza itd.). Pri večini domačih živali so vlakna tipa I oksidativna, vlakna tipa IIB pa pretežno glikolitična ali pa presnovno mešana. Tudi vlakna podtipa IIA so običajno presnovno mešana (sl. 91).

S prostim očesom razlikujemo t.i. rdeče in bele mišice. Razlike v obarvanosti mišic so posledica različne vsebnosti mioglobina in histokemične zgradbe mišic. V rdečih mišicah številčno prevladujejo oksidativna počasi krčljiva vlakna, v belih pa glikolitična hitro krčljiva vlakna.

Primeri:

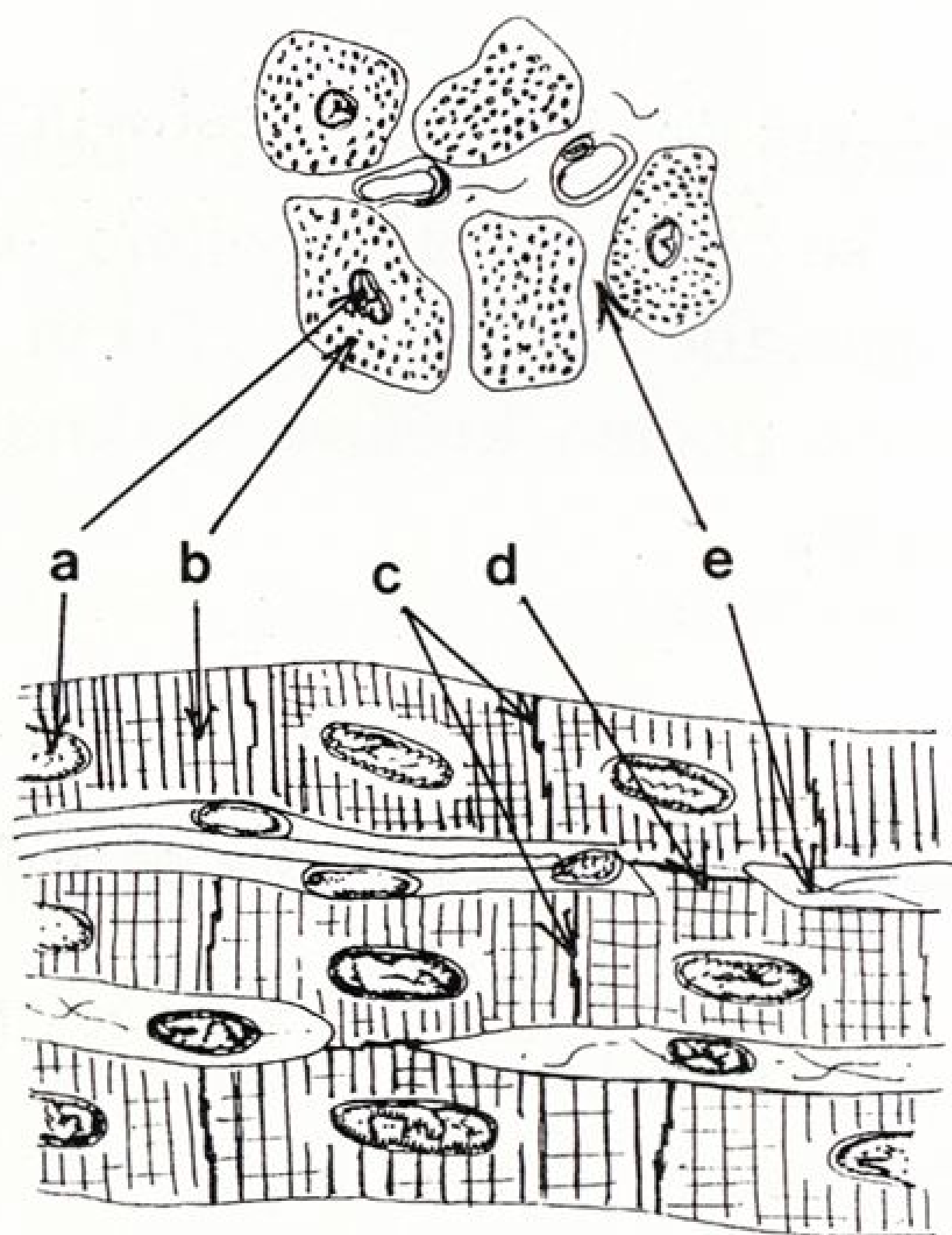
- skeletne mišice
- začetni del prebavne cevi (jezik, mišična plast v začetnem delu požiralnika)

4.2.2 Srčno mišično tkivo

Srčno mišično tkivo oblikujejo enojedrne prečno progaste mišične celice. Zaporedno nanizane mišične celice so med seboj spojena s stičnicami (interkalarni diski), ki so postavljene prečno na potek mišičnih celic. Za prikaz stičnic so potrebna posebna barvanja, npr. z železovim hematoksilinom. Srčne mišične celice oddajajo tudi stranske odcepe, anastomoze, ki omogočajo bočne povezave med celicami. Med mišičnimi vlakni je rahlo vezivo z močno razvito kapilarno mrežo (sl. 31 in 92).

Miofibrile potekajo po celi dolžini mišične celice. Jedro se nahaja v njeni sredini. Področje okoli jedra je bogato s sarkoplazmo in mitohondriji in ga imenujemo perinuklearna sarkoplazma. Srčno mišično tkivo nima satelitskih celic, zato nima regenerativne sposobnosti.

Prevodni sistem srca je iz v snope povezanih modificiranih mišičnih celic (Purkinjeve celice). Mišične celice imajo manj miofibril, le-te so pod sarkolemo. Purkinjeve celice vsebujejo veliko glikogena (sl. 93).



- a jedro
- b miofibrile
- c interkalarna diska
- d anastomoza
- e rahlo vezivo

Slika 31. Prečni in vzdolžni prerez skozi srčno mišično tkivo

Primer:

- srce

5 ŽIVČNO TKIVO - ŽIVČEVJE

Živčno tkivo ima sposobnost sprejemanja, prevajanja in modifikacije živčnega impulza ter njegov prenos na naslednjo živčno ali efektorsko celico (npr. mišično vlakno, žleze).

Živčno tkivo je ektodermalnega izvora. Sestavljeno je iz živčnih celic (nevronov) in živčnega opornega tkiva (nevroglija).

Razdelitev živčnega tkiva

centralni živčni sistem (CŽS)

- veliki možgani (cerebrum)
- mali možgani (cerebellum)
- horoidni pletež (plexus chorioideus)
- hrbtenjača (medulla spinalis)

periferni živčni sistem (PŽS)

- gangliji
- živci
- živčni končiči

Živčna celica ali nevron je osnovna morfološka in funkcionalna enota živčnega tkiva, ki je specializirana za sprejemanje, prevajanje in oddajanje živčnih spodbud (impulzov). Sestoji iz telesa živčne celice, perikariona, in različno dolgih celičnih podaljškov. Celične podaljške nevrona funkcionalno razdelimo na dendrite, ki so pri različnih živčnih celicah različno razvejičeni (glej naprej) in nevrit ali akson. Dendriti, pri večini živčnih celic krajši citoplazemski podaljški, so receptorni ali prejemni del nevrona. Obsežno citoplazemsko telo živčne celice, ob velikem okroglem jedru z jedrcem imenujemo perikarion. V telesu živčnih celic so številni ribosomi, ki so nakopičeni vzdolž cistern

endoplazemskega retikuluma ali kot polisomi v citosolu. Zaradi tega se perikarioni intenzivno barvajo z bazičnimi barvili. Obarvane strukture označujemo tudi kot Nisslova telesa, nislovina ali tigroid. Telesa živčnih celic se po velikosti med seboj zelo razlikujejo, in sicer je njihov premer lahko od 4 μm do 140 μm . Nevrit ali akson, ki kot en sam podaljšek zapušča telo živčne celice predstavlja glavni prevajalni del živčne celice. Na svoji poti lahko nevrin oblikuje stranske veje ali kolaterale.

Živčno vlakno je citoplazemski podaljšek iz aksoplazme živčne celice s pripadajočo plazmino membrano ali aksolemo. Imenujemo ga tudi akson. Akson je lahko obdan z glia celicami, ki oblikujejo ovojnico, in sicer so to v centralnem živčnem sistemu (CŽS) oligodendrociti, v perifernem živčnem sistemu (PŽS) pa Schwannove celice. Na osnovi zgradbe ločimo naslednja živčna vlakna: gola, siva in bela.

Gola vlakna so v sivi substanci CŽS, in sicer so morfološko to goli aksoni.

Siva vlakna ali tudi nemielinizirana živčna vlakna so vlakna pri katerih citoplazma ene Schwannove pokriva več aksonov. Ta vlakna so predvsem v PŽS.

Bela živčna vlakna imajo mielinizirano ovojnico. Okrog aksona je bolj ali manj debel, spiralasto zvit mielinski plašč, ki daje belo barvo. V centralnem živčnem sistemu ga oblikujejo oligodendrociti s svojimi citoplazemskimi podaljški. V perifernem živčnem sistemu pa se Schwannove celice s svojim citoplazemskim telesom spiralasto navijejo okrog posameznega aksona. Pri tem se oblikuje mielinska ovojnica, ki je različno debela, odvisno od števila lamel. Vsako živčno vlakno v PŽS obdaja še bazalna membrana, ki loči živčno vlakno od veznega tkiva v okolici. Bazalne membrane ni pri živčnih vlaknih CŽS; neposredno ob njih je živčno oporno tkivo.

Po morfoloških podrobnostih razlikujemo naslednje tipe živčnih celic:

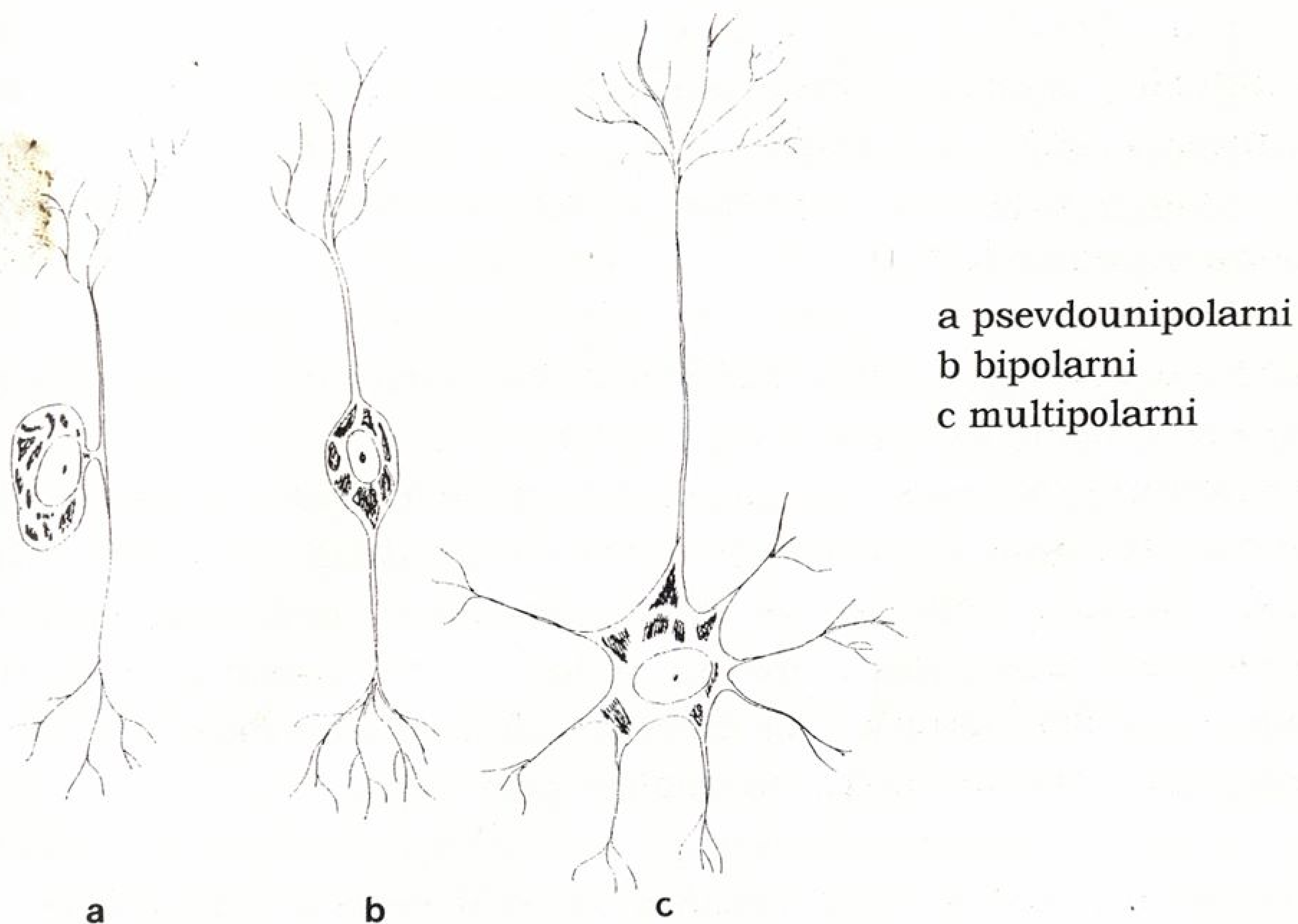
unipolarne živčne celice, ki imajo le en podaljšek - nevrít. Take celice so vohalne celice olfaktorne območja nosne sluznice in Jacobsonovega organa;

bipolarne živčne celice imajo nevrít in dendrit, ki izhajata na nasprotnih polih perikariona živčne celice. Veliko bipolarnih nevronov najdemo v vohalnih, slušnih in ravnotežnih centrih ter v očesni mrežnici, kjer oblikujejo celično plast, t.i. drugi nevron;

pseudounipolarne živčne celice imajo živčni podaljšek, ki je kratek in se razcepi na dendrit in nevrít. Dendritni del je praviloma daljši od nevrítnega. Nevroni tega tipa so v čutnih ganglijih spinalnih in kranialnih živcev;

multipolarne živčne celice imajo vsaj dva ali več dendritov in en nevrít. Takšni so vsi motorični nevroni;

apolarne živčne celice nimajo pravih podaljškov, imajo pa receptorski in efektorski del. Pri tem predstavljajo čutni laski t.i. receptorski del celice. Celice tega tipa so v okušalnih brbončicah v epiteliju jezika in v notranjem ušesu (Cortijev organ).



Slika 32. Tipi nevronov v hrbtenjači

Po dendritih potuje vzburjenje do perikariona (aferentna vlakna), nato pa se prevaja po nevritu do drugega nevrona ali efektorskega (oddajnega) mesta (eferentna vlakna).

Živčni dražljaji se prenašajo iz nevrona na nevron preko sinaps. Končne dele živčnih vlaken, ki so specializirani za sprejemanje dražljajev oz. oddajanje impulzov na efektorske celice, imenujemo živčni končiči.

Receptorni živčni končiči sprejemajo dražljaje iz okolja in notranjosti telesa. To so mehanoreceptorji, ki zaznavajo dotik, pritisk in tresljaje, termoreceptorji, ki zaznavajo temperaturne spremembe, receptorji za bolečino ter proprioreceptorji, ki uravnavajo stopnjo mišične kontrakcije in tonus.

Efektorni živčni končiči oblikujejo stike med nevroni in efektorskimi celicami. Efektorske celice so mišična vlakna ali pa žlezne celice. Stik med živčnim in skeletnim mišičnim vlaknom imenujemo motorična ploščica.

Živčno oporno tkivo (nevroglija) ima oporno, prehrambeno, obrambno in reparacijsko vlogo. Delimo jo na nevroglijo centralnega živčnega sistema (CŽS) in nevroglijo perifernega živčnega sistema (PŽS).

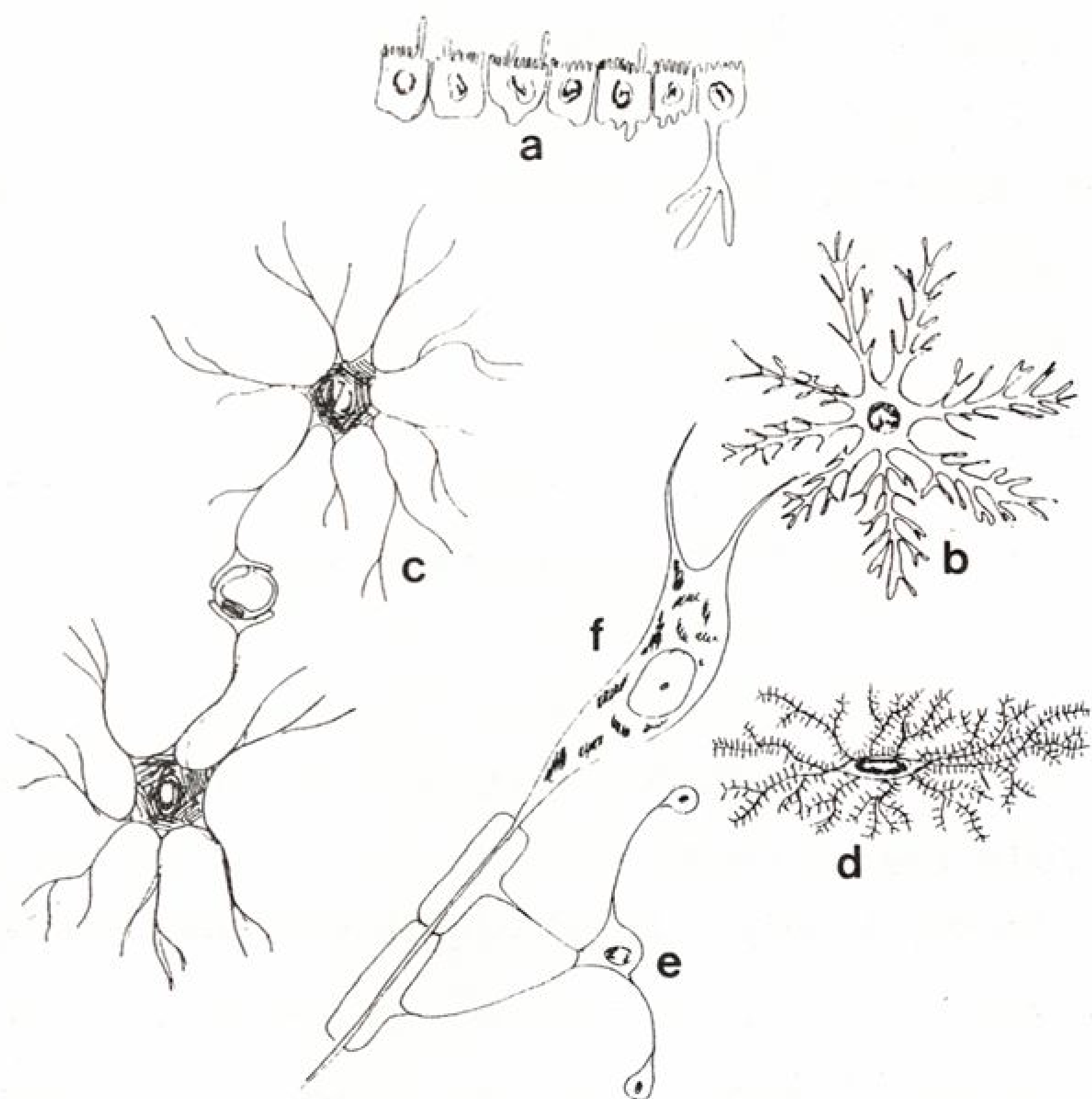
Oporno tkivo CŽS predstavljajo astrociti, oligodendrociti, celice mikroglije in ependimske celice.

Astrociti so največje glija celice (makroglija). Glede na obliko celic razlikujemo protoplazemski in vlaknati tip astrocitov. Dajejo oporo živčnim celicam. S citoplazemskimi podaljški oblikujejo površinsko možgansko mejno membrano (membrana limitans gliae superficialis) in krvno možgansko pregrado okoli krvnih žil v možganih (membrana limitans gliae perivascularis).

Oligodendrociti oblikujejo s citoplazemskimi podaljški mielinsko ovojnico okoli aksonov živčnih celic v CŽS. Tako lahko en oligodendrocit ovija več aksonov.

Mikroglija (mezoglija, Hortegove celice) so drobne celice monocitnega izvora in jih štejemo med makrofage.

Ependimske celice odevajo v obliki enoskladnega prizmatičnega, deloma migetalčnega epitelija centralni kanal hrbtenjače (ependim) in možganske kletke. Ependimske celice tretje možganske kletke so brez migetalk. Ependim predstavlja ostanek zarodnega nevroepitelija, ki obdaja živčni kanal. Ependimske celice so med seboj učvrščene s tesnimi stičnicami, vendar pa te manjkajo na področju možganskih kletk. Večina ependimskih celic ima sploščeno bazo, nekatere pa imajo v bazalnem delu dolge citoplazemske podaljške, s katerimi segajo v spodaj ležeče možgansko tkivo. Take celice imenujemo taniciti. Nahajajo se na dnu tretje možganske kletke.



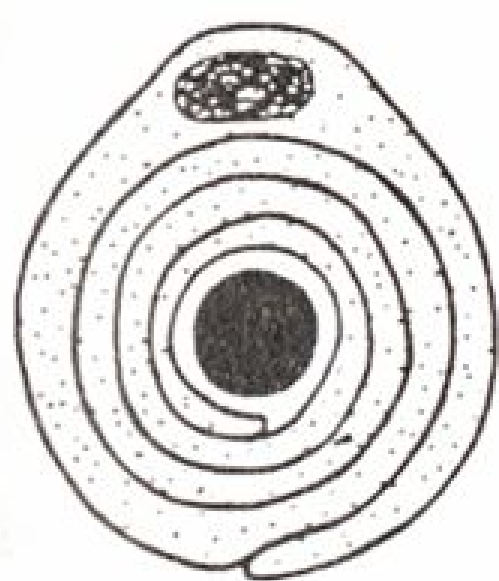
- a ependimske celice s tanicitom
- b protoplazemski astrocit
- c vlaknati astrocit
- d mikroglija
- e oligodendrocit
- f nevron
- h kapilara

Slika 33. Glija celice v centralnem živčnem sistemu (CŽS)

Oporno tkivo PŽS predstavljajo Schwannove celice in satelitske celice.

Schwannove celice so modificirane glija celice, ki oblikujejo nemielinizirano ali mielinizirano ovojnico okoli aksonov v PŽS (sl. 34). Pri nemieliniziranih živčnih vlaknih so aksoni le potopljeni v invaginacije citoplazme Schwannove celice. Na ta način lahko ena Schwannova celica ovija več aksonov hkrati. Kadar pa Schwannova celica ovija en akson, lahko rotira okrog njegovega krajšega segmenta, pri tem oblikuje ovojnico, ki je iz več krožno urejenih plasti mielina, ki se neposredno prilegajo aksonu, preostali del citoplazme Schwannove celice z jedrom, pa je pomaknjen na periferijo vlakna (mielinizirana živčna vlakna). Na vzdolžno prerezanih mieliniziranih živčnih vlaknih lahko vidimo koncentrična zoženja ali prekinitve mielinske ovojnice. To so t.i. Ranvierovi zažemki. Del živčnega vlakna med dvema zaporednima Ranvierovima zažemkoma imenujemo inernodij ali internodalni segment. Ranvierovi zažemki so vzrok, da se vzburjenje skokovito širi vzdolž živčnega vlakna.

Mielinska ovojnica je iz lipidno - proteinskih kompleksov, ki vsebujejo holesterol, fosfolipide in nekatere glikolipide, ki se pri pripravi histološkega preparata raztope. Zaradi tega izgledajo področja živčnega vlakna na prečnem prerezu kjer so se nahajali lipidi v mielinski ovojnici pri barvanju s hematoksilinom in eozinom kot prazna mesta. Viden in obarvan ostane proteinski preostanek mielinske ovojnice, ki ga označujemo kot nevrokeratin.



a



b

a mielinizirano živčno
vlakno

b nemielinizirano
živčno vlakno

Slika 34. Odnos med Schwannovo celico in mieliniziranim ter nemieliniziranim živčnim vlaknom

Satelitske celice (plaščne celice) so v eni plasti tesno ob ganglijskih celicah, tj. ob nevronih perifernega živčnega sistema s celičnim telesom v ganglijih. Perikarione ganglijskih celic ločijo od kapilarne mreže v gangliju in vzdržujejo odnos med njimi in okolnim opornim tkivom. V histoloških preparatih barvanih s hematoksilinom in eozinom so zaradi stanjšane citoplazme vidna le jedra satelitskih celic nanizana okoli teles ganglijskih celic.

5.1 Centralni živčni sistem

Centralni živčni sistem (CŽS) sestoji iz sivine in beline. Sivina (substantia grisea) vsebuje perikarione živčnih celic, glija celice in pretežno nemielinizirana živčna vlakna ter kapilare, ki omogočajo prehranjevanje skorje velikih in malih možgan. Belina (substantia alba) je iz snopov mieliniziranih in nemieliniziranih živčnih vlaken in celic nevroglije. V belini ni teles živčnih celic, krvnih kapilar pa je manj kot v sivi substanci.

K CŽS prištevamo:

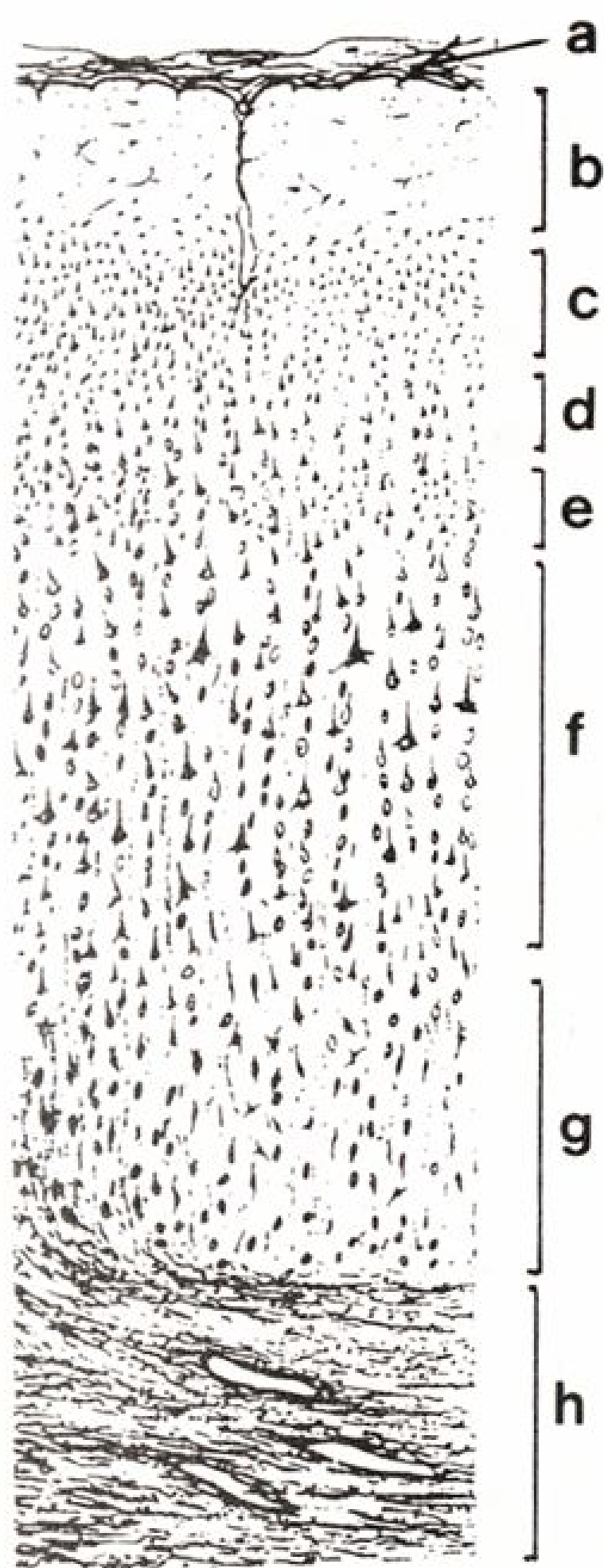
- velike možgane (cerebrum)
- male možgane (cerebellum)
- horoidni pletež (plexus chorioideus)
- hrbtenjačo (medulla spinalis)

Možgane in hrbtenjačo pokrivajo možganske ovojnice (meningeae). Zunanjo debelo ovojnico iz togega fibrilarnega veziva imenujemo čvrsta možganska ovojnica (pachimeninx ali dura mater). Nežna notranja možganska ovojnica (leptomeninx) je iz dveh open, to sta pajčevnica (arachnoidea) in mehka možganska ovojnica (pia mater). Arachnoidea je tanka, nežna, neožiljena vezivna membrana, ki se prilega duri mater. Neposredno na možganih in hrbtenjači leži nežna, dobro ožiljena pia mater.

5.1.1 Veliki možgani

Na površini obeh možganskih hemisfer velikih možgan (cerebrum) se nahaja siva substanca, ki predstavlja možgansko skorjo ali korteks. Za možgansko skorjo je značilna slojevita razporeditev nevronov (sl. 35 in 97). Glede na različno obliko, gostoto in razporeditev nevronov razdelimo skorjo velikih možgan pri človeku na šest slojev, ki si sledijo od površine proti notranjosti:

- lamina molecularis z redkimi jedri. Sestavljajo jo vlakna nevronov, ki so v globljih plasteh, in glija celice;
- lamina granularis eksterna s številnimi malimi perikarioni;
- lamina pyramidalis eksterna s celicami piramidaste oblike;
- lamina granularis interna je podobno zgrajena kot zunanja zrna-ta plast. Debelina tega sloja je zelo različna, na posameznih delih možganske skorje manjka;
- lamina pyramidalis interna je iz celic piramidne oblike, ki so nekoliko večje kot v zunanji piramidni lamini;
- lamino multiformis sestavljajo nevroni različne oblike in velikosti.



- a mehka ovojnica
- b lamina molecularis
- c lamina granularis eksterna
- d lamina pyramidalis eksterna
- e lamina granularis interna
- f lamina pyramidalis interna
- g lamina multiformis
- h belina

Slika 35. Skorja velikih možgan pri človeku

Bela substanca pod skorjo sestoji iz mieliniziranih živčnih vlaken in nevroglije.

Pri domačih sesalcih je skorja velikih možgan prav tako razdeljena na šest slojev, vendar pa se količina in razporeditev slojev razlikuje v posameznih področjih velikih možgan. Slojevitost nevronov je manj izrazita kot pri človeku.

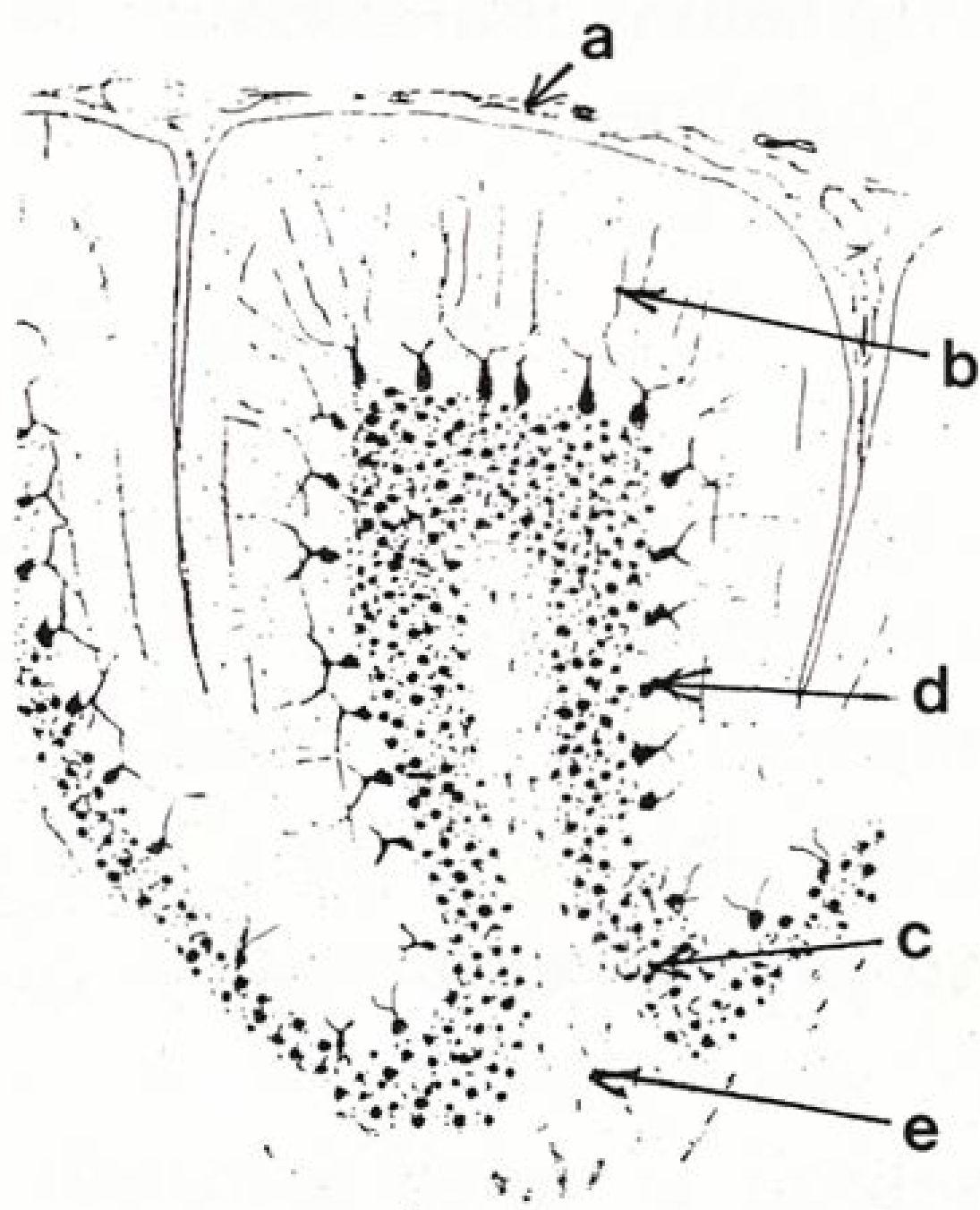
5.1.2 Mali možgani

Skorja malih možgan (cerebellum) je iz sive substance in je iz dveh plasti:

- stratum moleculare je zunanja, svetlejša plast z redkejšimi jedri. Sestoji iz celic nevroglije in nemieliniziranih živčnih vlaken;
- stratum granulosum je iz številnih malih živčnih celic, ki dajejo plasti zrnat videz.

Med obema plastema se nahajajo veliki perikarioni Purkynejevih celic, ki so razporejeni v eni vrsti (sl. 36 in 98).

Bela substanca iz mieliniziranih živčnih vlaken in celic nevroglije se nahaja pod notranjo plastjo skorje.



a mehka ovojnica
b stratum moleculare
c stratum granulare
d Purkynejeve celice
e belina

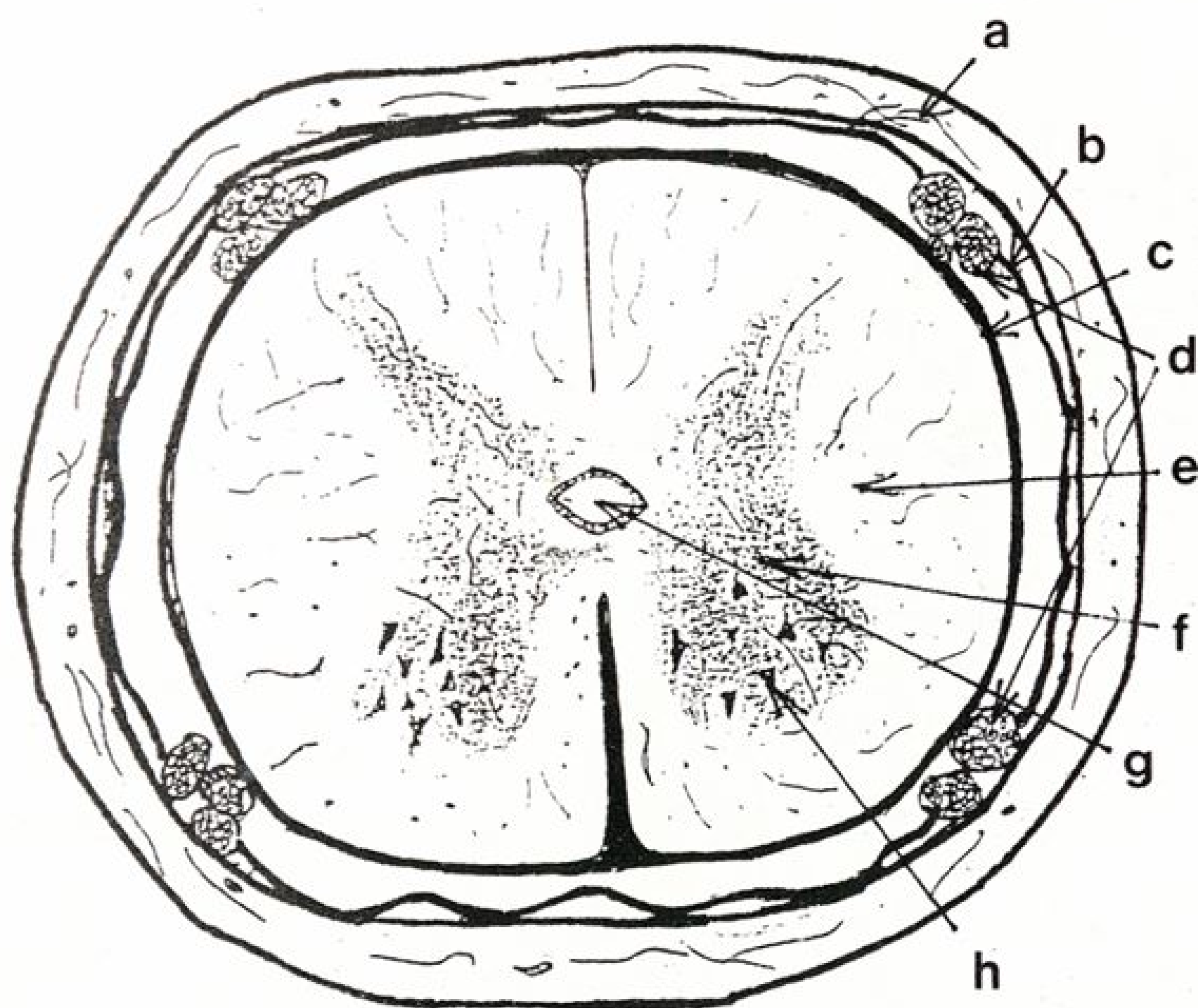
Slika 36. Guba malih možgan

5.1.3 Horoidni pletež

Horoidni pletež (plexus chorioideus) se nahaja v steni možganskih kletk. Predstavljajo ga drevesasto razvejane gube, ki nastanejo z združitvijo modificiranega ependima in dobro prekrvavljenega veziva nežne možganske ovojnice (pia mater), ki ob možganskih razpokah sega v notranjost. Pokriva ga plast izoprizmatskih celic (sl. 99). Horoidni pletež proizvaja cerebrospinalno tekočino, ki napolnjuje možganske kletke, centralni kanal hrbtenjače in subarahnoidalni prostor.

5.1.4 Hrbtenjača

Zunanji del hrbtenjače (medulla spinalis, columna vertebralis) je belina iz mieliniziranih aksonov in celic nevroglije. Siva substanca v centralnem delu hrbtenjače ima na prečnem prerezu videz metuljčka. V sivini so dobro vidni veliki perikarioni z izrazito nislovino. V sredini hrbtenjače se nahaja centralni kanal, odet z ependimom. V subarachnoidalnem prostoru so korenine spinalnih živcev (sl. 37, 94, 95 in 96).



- a čvrsta ovojnica
- b pajčevnica
- c mehka ovojnica
- d korenine hrbtenjačnih živcev
- e belina
- f sivina
- g centralni kanal
- h perikarioni motoričnih nevronov

Slika 37. Prečni prerez skozi hrbtenjačo

Primeri:

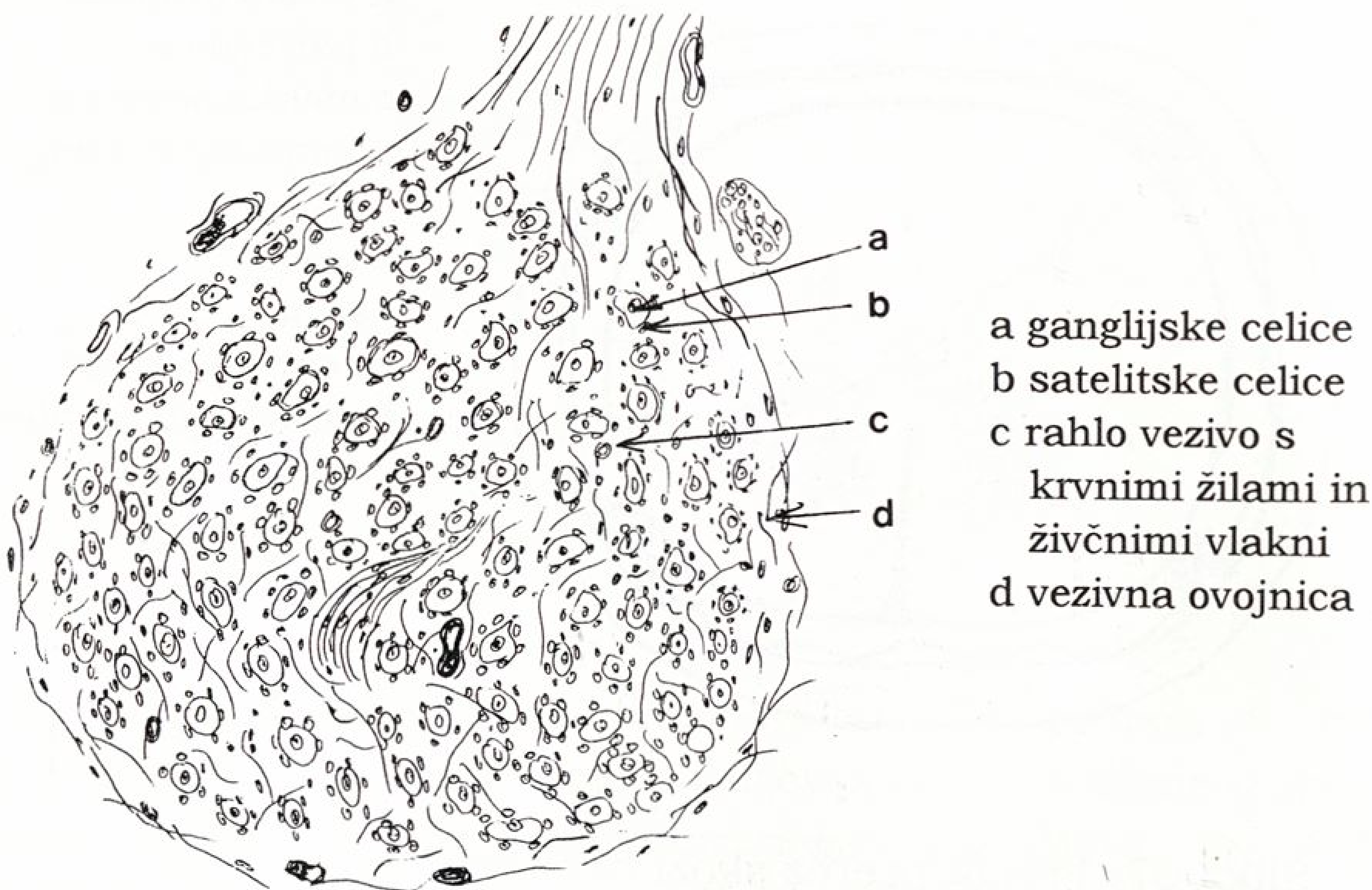
- skorja in sredica velikih možgan
- mali možgani
- hrbtenjača

5.2 Periferni živčni sistem (PŽS)

Periferni živčni sistem je iz perifernih ganglijev in živcev.

5.2.1 Periferni ganglij

Periferni gangliji so sestavljeni iz perikarionov živčnih celic, ki se nahajajo zunaj CŽS (ganglijske celice), satelitskih celic, ki obdajajo ganglijske celice, snopov živčnih vlaken, vezivnih pretinov in vezivne kapsule na površini (sl. 38). Velikost je različna. Združujejo lahko le nekaj ganglijskih celic (sl. 101), obstajajo pa tudi veliki gangliji, v katerih je več kot 50.000 perikarionov (sl. 100).

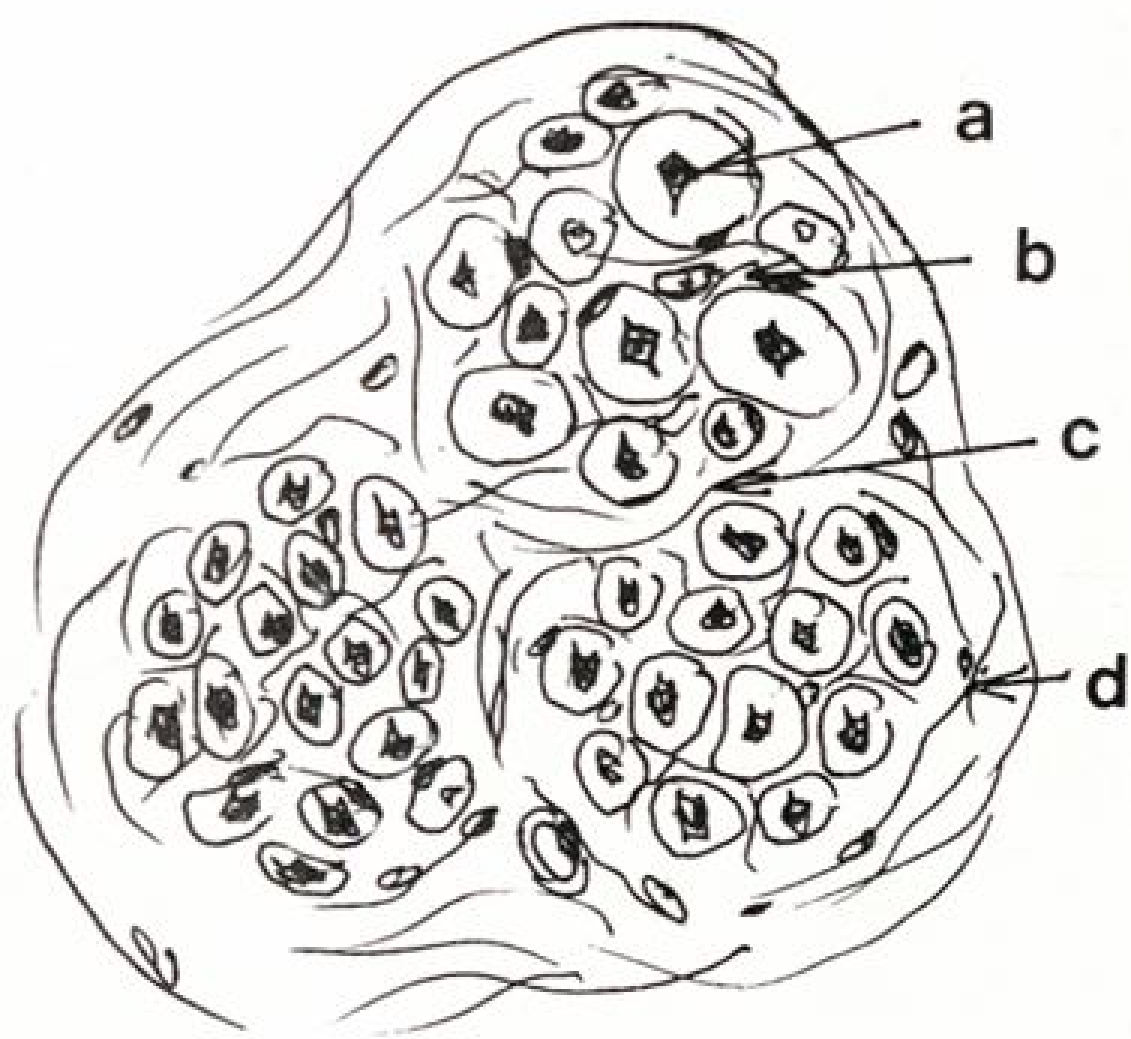


Slika 38. Zgradba ganglija

5.2.2 Živec

Živec je z vezivom povezan snop mieliniziranih in/ali nemieliniziranih živčnih vlaken (39). Površino živca pokriva plast

togega fibrilarnega veziva s krvnimi žilami in maščobnimi celicami (epinevrij). Iz epinevrija se spuščajo v globino vezivni pretini, ki živec razdele na snope. Snop živčnih vlaken obdaja plast krožno urejenega togega fibrilarnega veziva (perinevrij) (sl. 102). Posamezna vlakna so ovita v tanko nežno plast vzdolžno urejenega rahlega fibrilarnega veziva s kapilarami (endonevrij) (sl. 103). V histoloških preparatih barvanih s hematoksilinom in eozinom in HE, vidimo na prečnem prerezu mieliniziranega živca značilno zgradbo. Vsako živčno vlakno v živcu ima v sredini akson, okoli katerega je mielinski prostor ter tanek prstan preostale citoplazme Schwannove celice z jedrom. Pri vzdolžnem rezu živca je viden značilen valovit potek živčnih vlaken. Med njimi so jedra, ki pripadajo Schwannovim celicam in celicam endonevrija. V histoloških preparatih običajno težko določimo kateri vrsti celic pripada posamezno jedro.



- a mielinizirano živčno vlakno
- b endonevrij
- c perinevrij
- d epinevrij

Slika 39. Prečni prerez živca

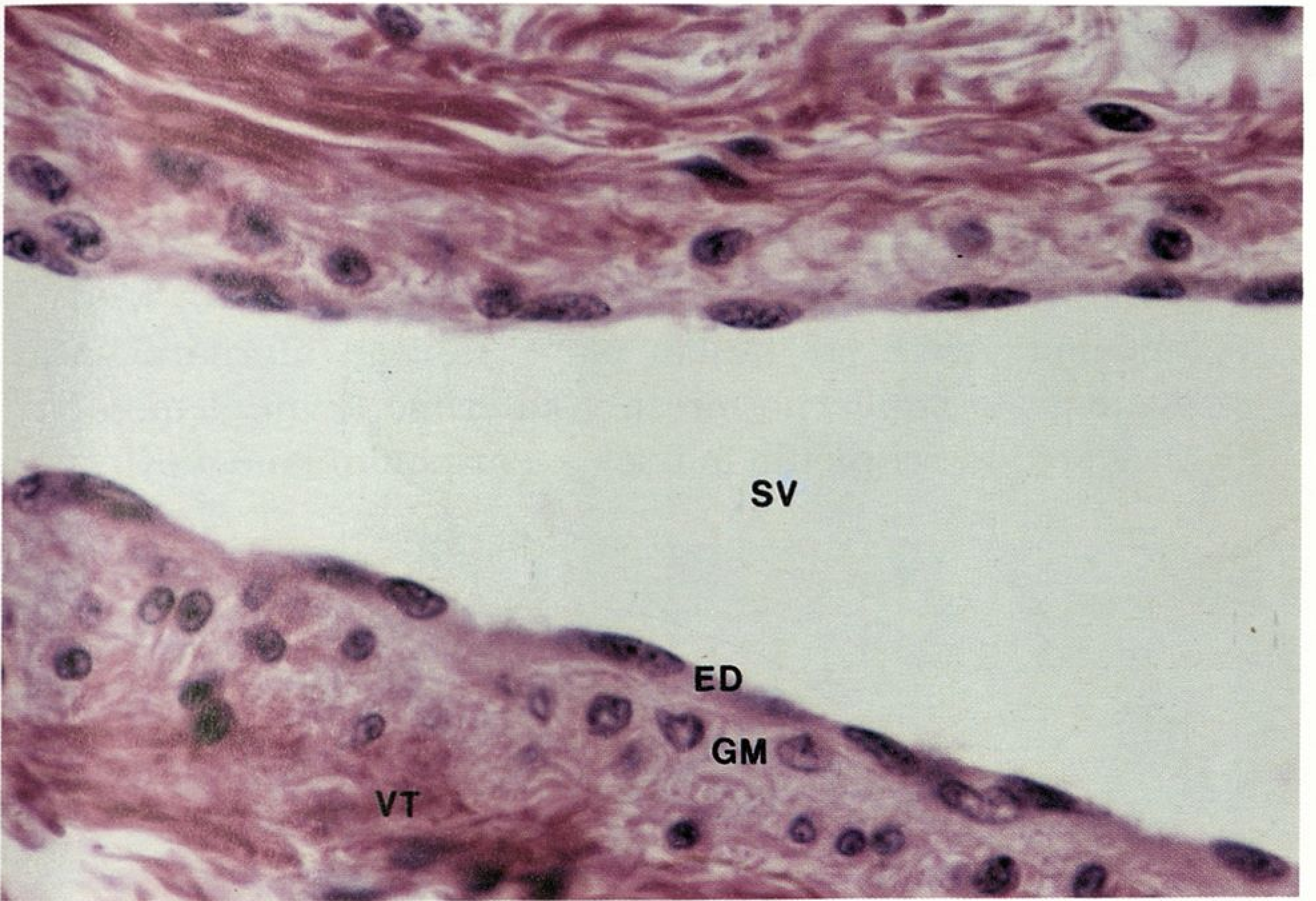
6 SLIKOVNA PRILOGA

Slika 40. Arterija mišičnega tipa. Enoskladni epitelij: endotelij. Hematoksilin in eozin; x800.

Svetlino (SV) vzdolžno prerezane žile omejuje enoskladni ploščati epitelij - endotelij (ED). Epitelne celice so močno sploščene, kar lahko ocenimo na osnovi njihove vretenaste oblike jeder. Meja med celicami ni vidna. Pod endotelijem je tanka plast gladke mišičnine (GM), tej pa sledi vezno tkivo (VT).

Slika 41. Ledvica (ren). Enoskladni epitelij: izoprizmatični. Hematoksilin in eozin; x1000.

Enoskladni izoprizmatični epitelij oblikuje steno distalnih cevok nefrona (DC). Večina epitelnih celic ima okroglo jedro. Neposredno ob distalnem kanalčku je vzdolžno prerezana tanka kapilara (K). Epitelne celice distalnih cevok, imajo opazovane s površine, poligonalen videz (puščica).

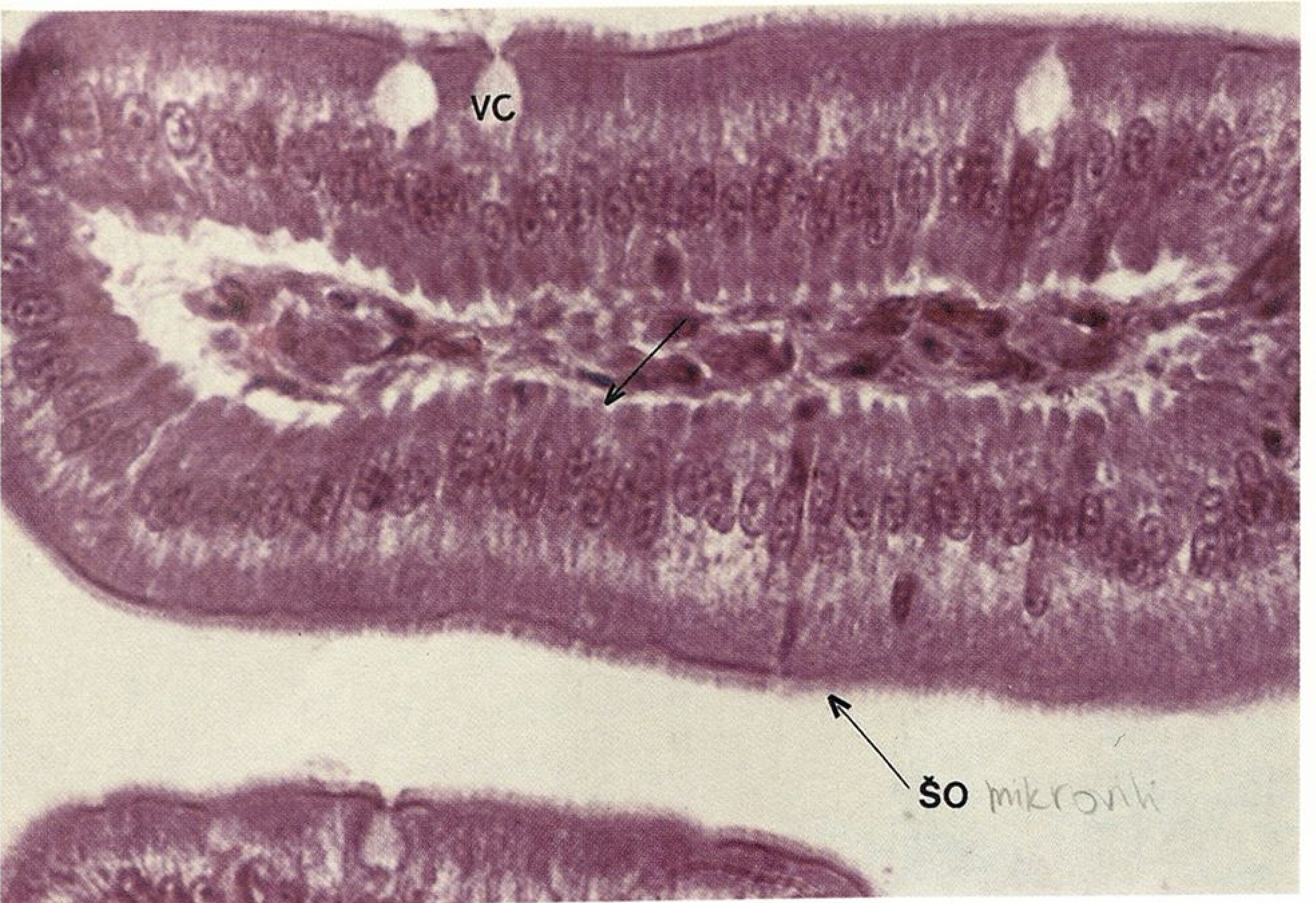


Slika 42. Ščitnica (thyroidea). Enoskladni epitelij: nizko- in izoprizmatični. Hematoksilin in eozin; x300

Steno ščitničnih foliklov oblikuje enoskladni epitelij (EP). Epitelne celice so nizko ali izoprizmatične oblike. Višina epitelnih celic je odvisna od njihove aktivnosti. Med ščitničnimi folikli je tanka plast rahlega fibrilarnega veziva z gosto kapilarno mrežo v kateri so krvni elementi (KE). V sredini ščitničnih foliklov je eozinofilni koloid (K).

Slika 43. Tešče črevo (jejunum). Enoskladni epitelij: visokoprizmatični. Hematoksilin in eozin; x800.

Na površini prečno prerezane črevesne resice je enoskladni visokoprizmatični epitelij. Jedra epitelnih celic so pokončno ovalna in razporejena v eni vrsti. Med epitelnimi celicami, enterociti, so vrinjene žlezne vrčaste celice (VC). Na apikalni površini epitelnih celic so mikrovili, ki dajejo videz ščetkastega obrobka (ŠO). Puščica nakazuje mesto bazalne membrane.

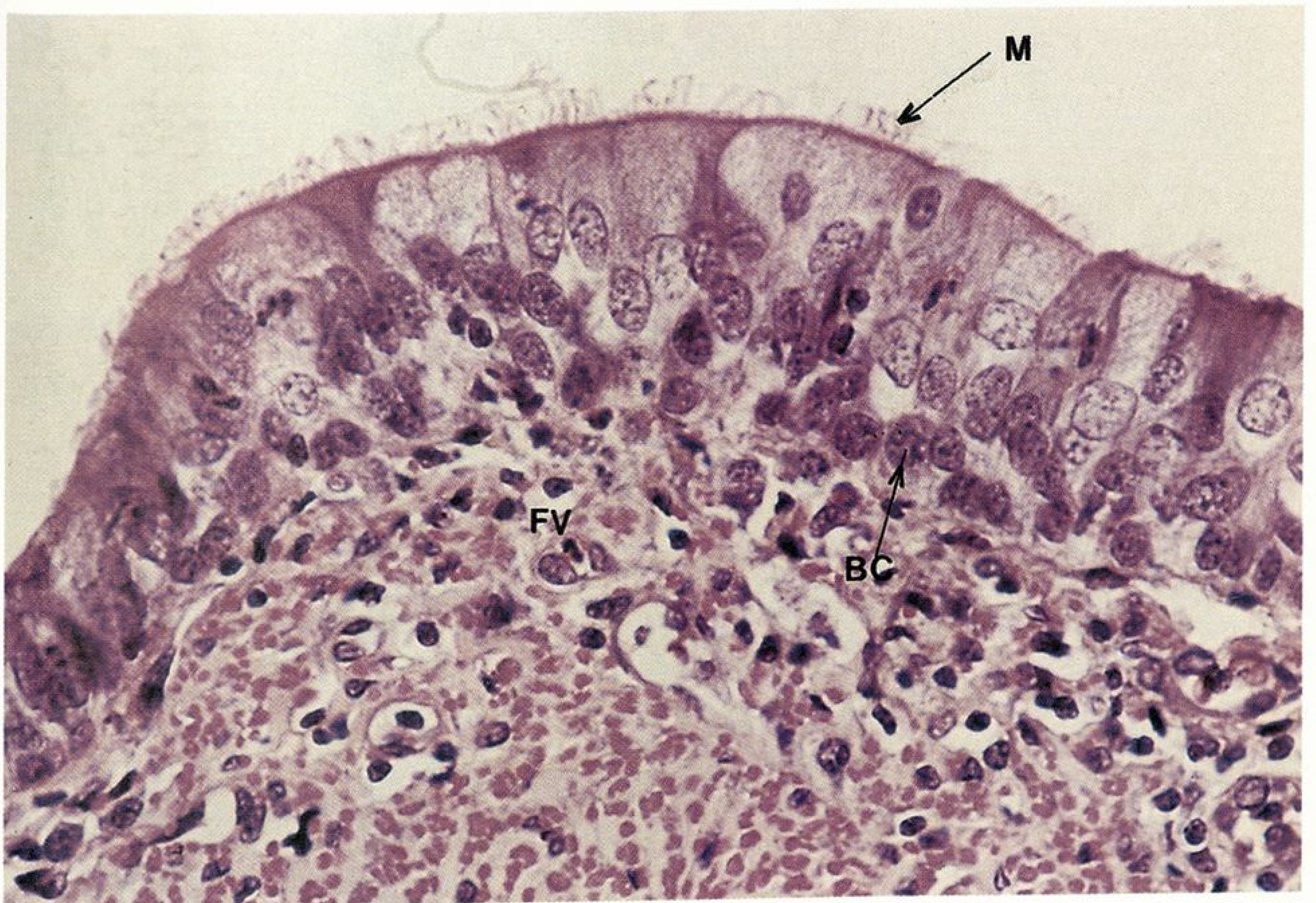
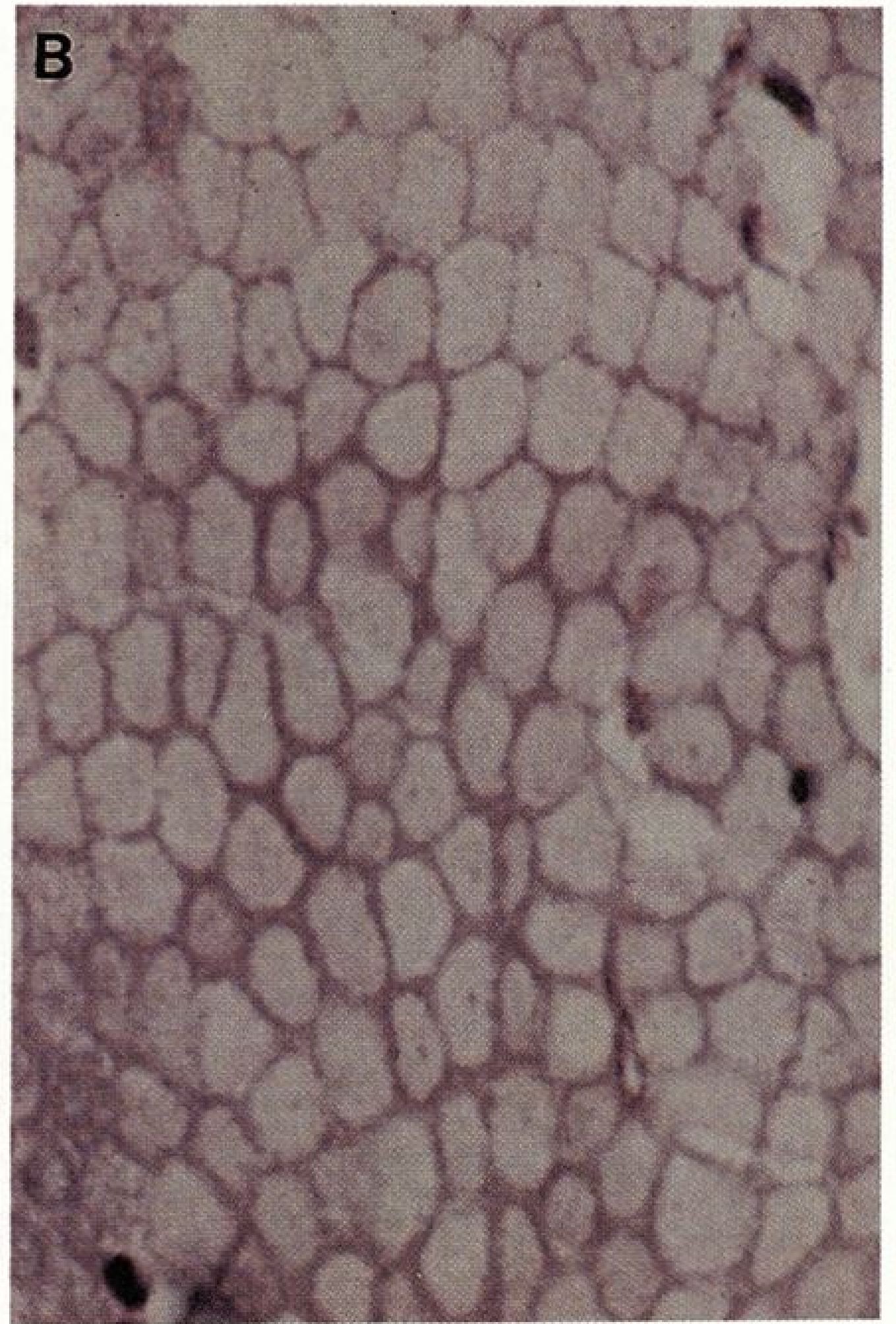
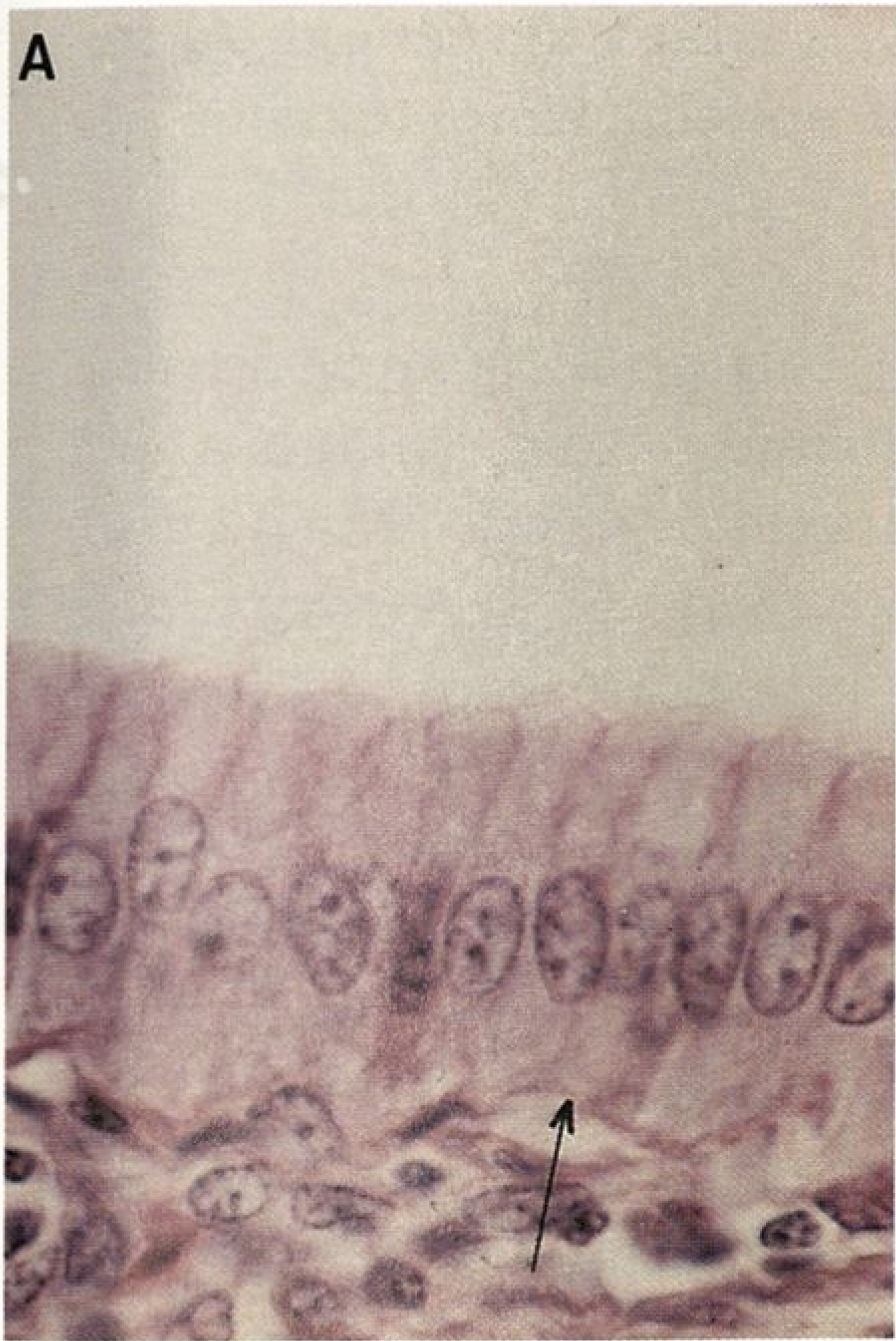


Slika 44. Žlezovnik (ventriculus glandularis) kokoši. Enoskladni epitelij: visokoprizmatični. Hematoksilin in eozni; x1000.

Visokoprizmatične celice so urejene v enem skladu, jedra so pokončno ovalna (sl. 44A). S puščico je označena bazalna membrana. Na sliki 44B je isti epitelij prečno prerezan v višini nad jedri. Celice imajo poligonalen videz.

Slika 45. Sapnik (trachea). Enoskladni epitelij: večvrstni visokoprizmatični. Hematoksilin in eozin; x800.

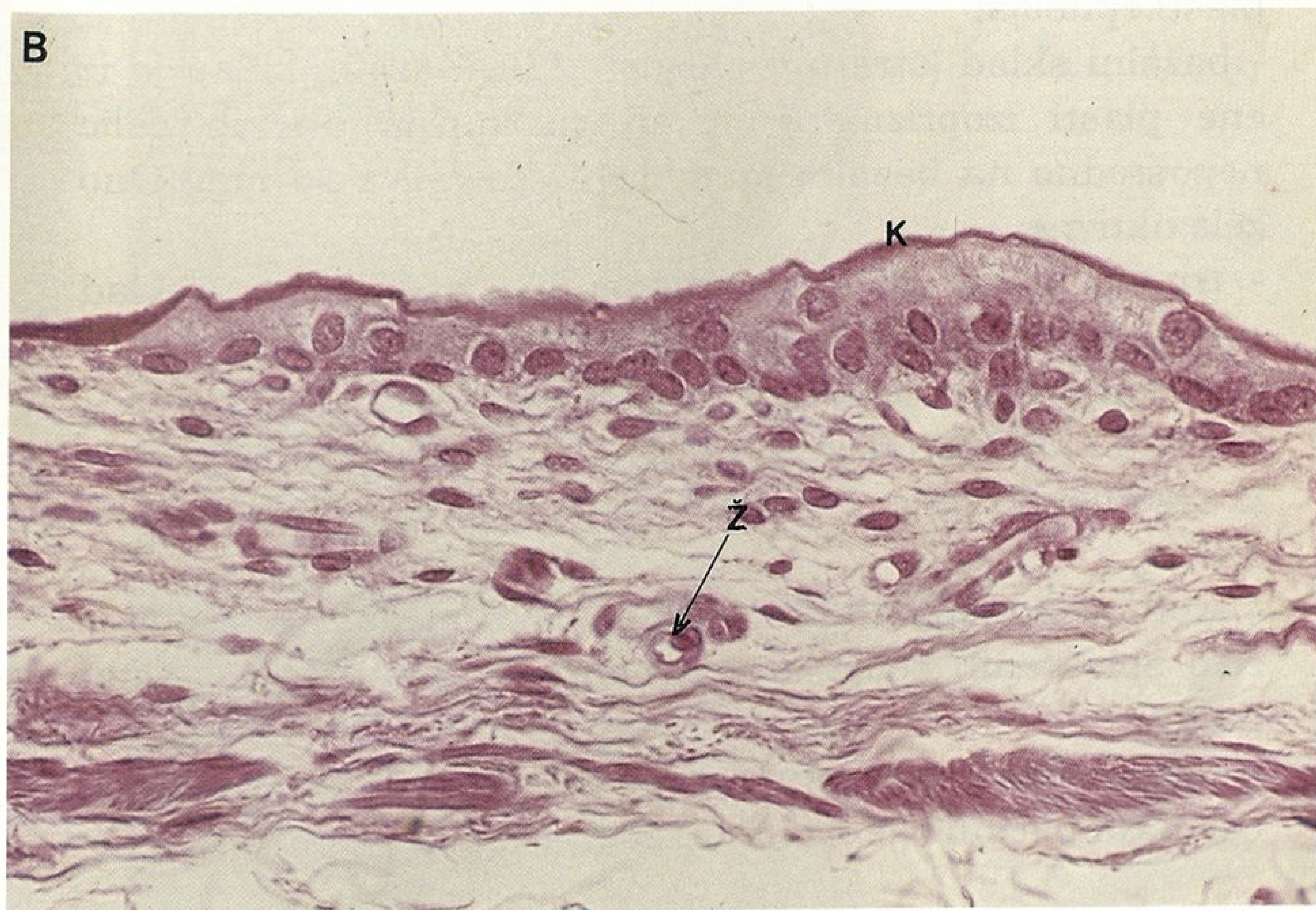
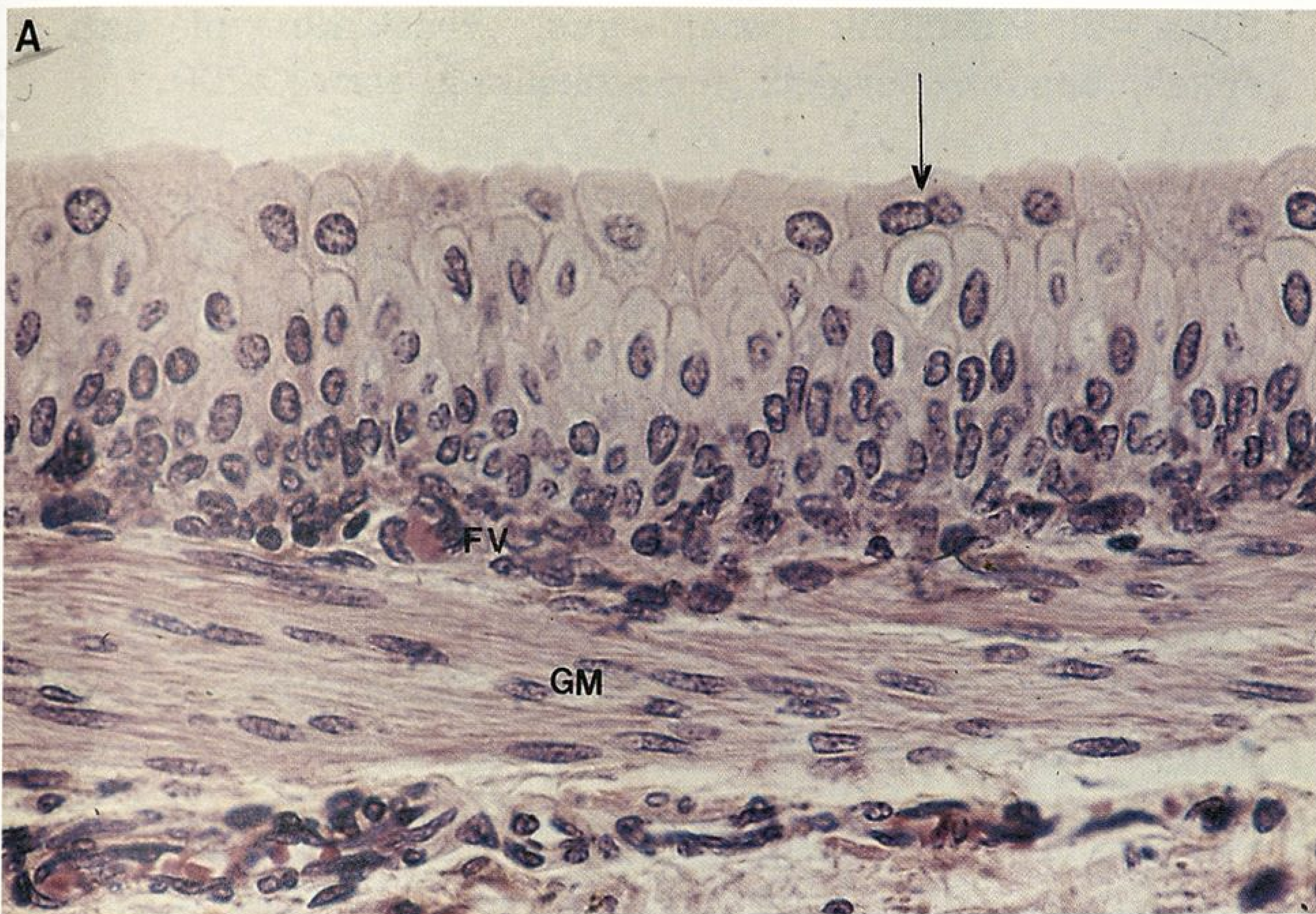
Vse epitelne celice ležijo na bazalni membrani, so pa različno visoke, kar se kaže v različnem položaju jeder. Visokoprizmatične celice, ki segajo do površine epitelija imajo na apikalnem delu migetalke (M). Ob bazalni membrani so nižje bazalne celice (BC) z manjšimi temnejšimi jedri. Pod epitelijem je rahlo fibrilarno vezivo (FV) s številnimi celicami selivkami.



Slika 46. Sečni mehur (vesica urinaria) v skrčnem (A) in stegnjenem (B) stanju. Prehodni epitelij. Hematoksilin in eozin; x400.

V skrčnem stanju so epitelne celice naložene v štirih, petih slojih, vendar pa se vse dotikajo bazalne membrane. Površinske celice so razmeroma velike. Lahko imajo tudi po dve jedri (kazalo). Velikost celic se manjša proti spodnjim plastem. Celice ob bazalni membrani imajo malo citoplazme, kar se kaže v večji gostoti jeder (sl. 46A). Pod prehodnim epitelijem je tanka plast rahlega fibrilarnega veziva (FV) in gladko mišično tkivo (GM).

V stegnjenem stanju se prehodni epitelij stanjša na dve do tri plasti, površinske celice pa se sploščijo (sl. 46B). V apikalnem delu citoplazme površinskih celic je acidofilna krusta (K). V rahlem vezivu so številne manjše krvne žile (Ž).



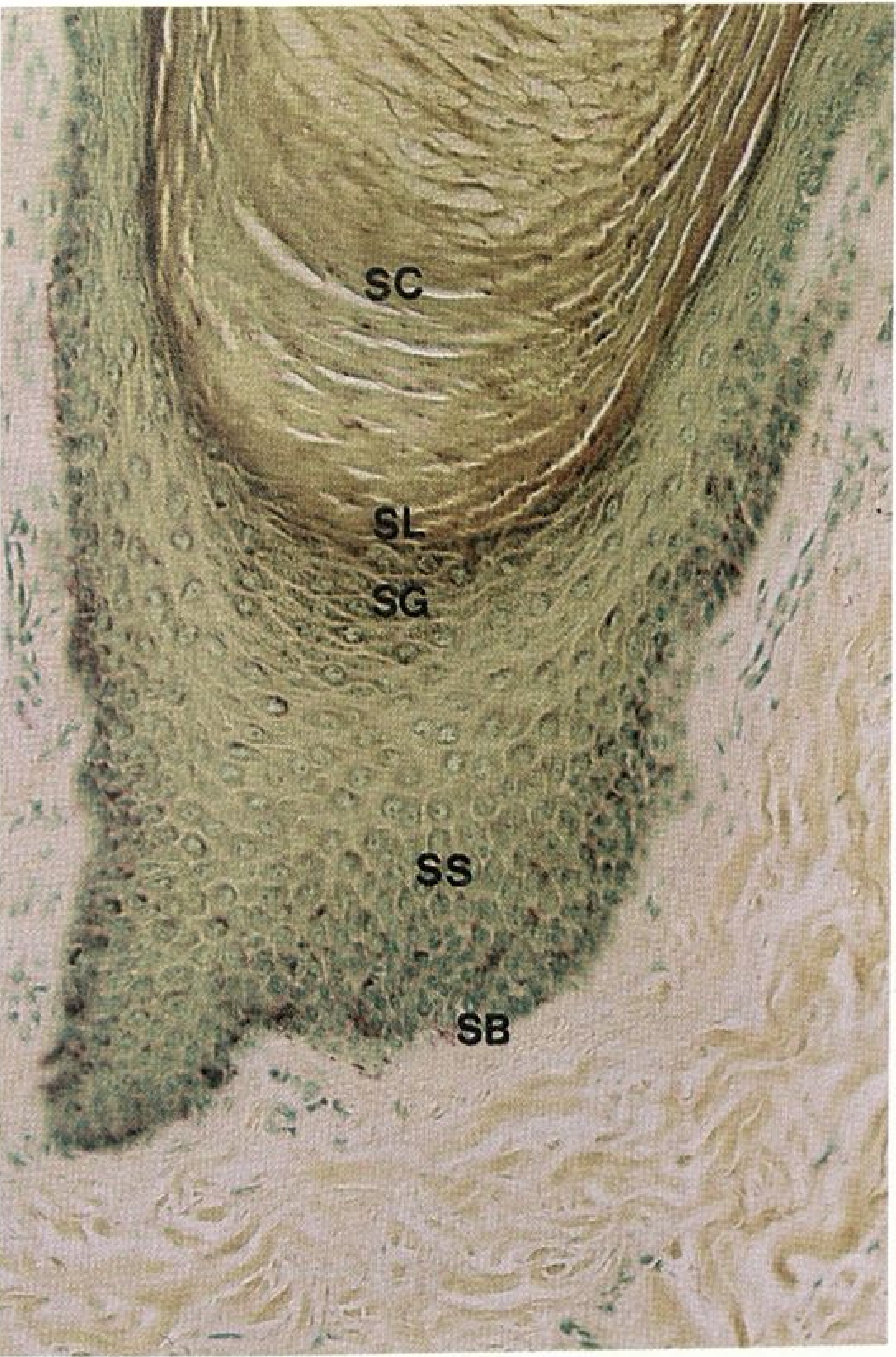
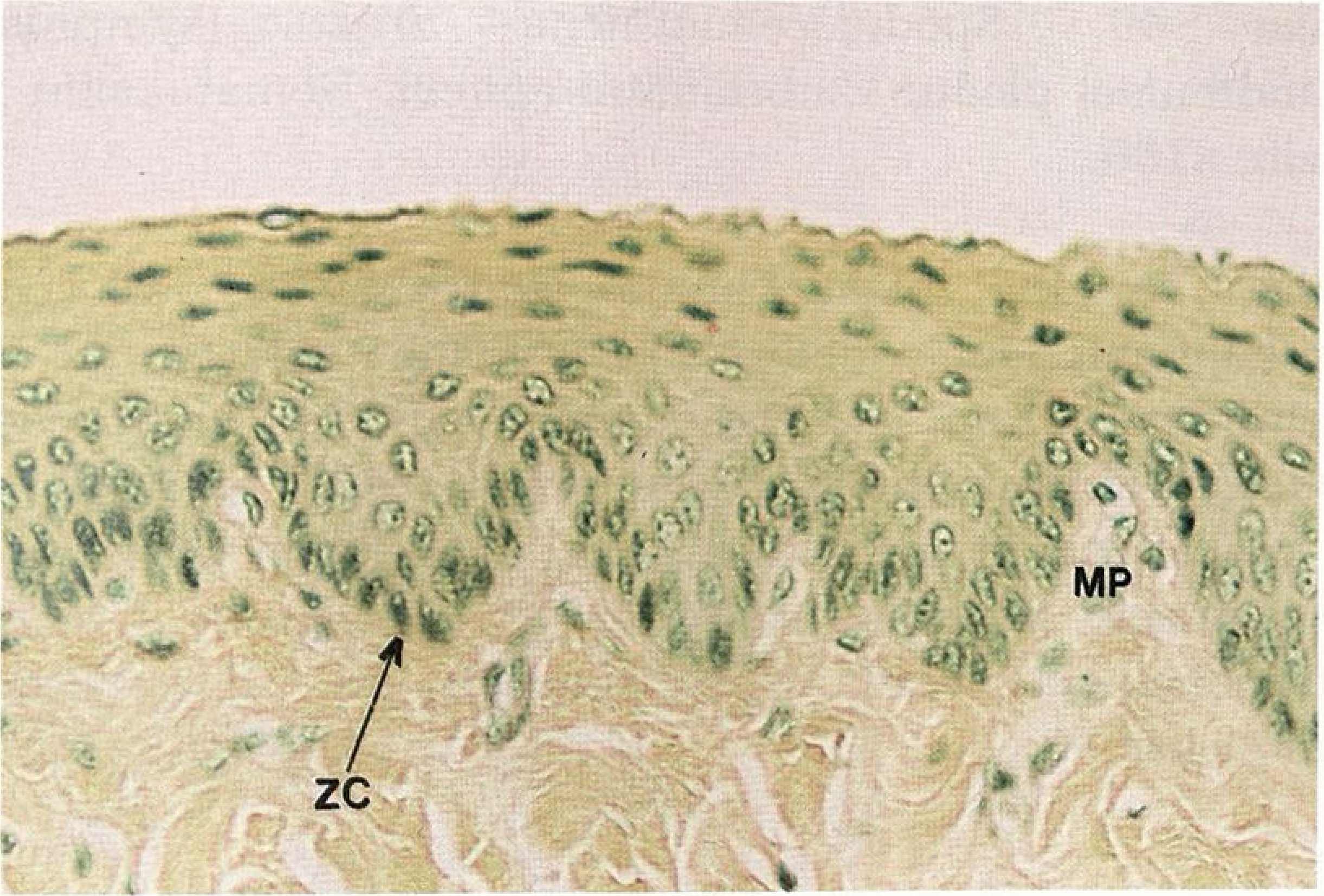
Slika 47. Požiralnik (oesophagus). Večskladni ploščati epitelij: neporoženevajoč. Hematoksilin in eozin; x200.

Lamina epithelialis požiralnikove sluznice je iz večskladnega ploščatega neporoženevajočega epitelija. Celice zarodne plasti (ZC) ob bazalni membrani so razmeroma majhne in številne. Celična jedra proti vrhnjim plastem so vedno bolj sploščena in piknotična. Rahlo fibrilarno vezivo se v obliki mikropapil zajeda v epitelij (MP).

Slika 48. Prstna blazinica (torus digitalis) psa. Večskladni ploščati epitelij: poroženevajoč. Hematoksilin in eozin; x60.

Celice na površini poroženevajo in oblikujejo debelo površinsko keratinsko plast. Prepoznamo lahko naslednje plasti epitelija:

- bazalni sklad (stratum basale - SB). Bazalni sklad je iz ene plasti izoprizmatičnih ali visokoprizmatičnih celic neposredno na bazalni membrani. Te celice so mitotično zelo aktivne;
- trnasti sklad (stratum spinosum - SS). Trnasti sklad sestoji iz več plasti poligonalnih celic, ki se medsebojno povezujejo z medceličnimi stičnicami;
- zrnati sklad (stratum granulosum - SG). Zrnati sklad je iz vretenastih celic, v katerih so bazofilna keratohialinska zrnca;
- svetli sklad (stratum lucidum - SL). Svetli sklad sestoji iz zelo sploščenih celic, ki se intenzivno obarvajo s kislimi barvili.
- roženi sklad (stratum corneum - SC). Je iz zroženelih celic. Na blazinici je izredno debel.

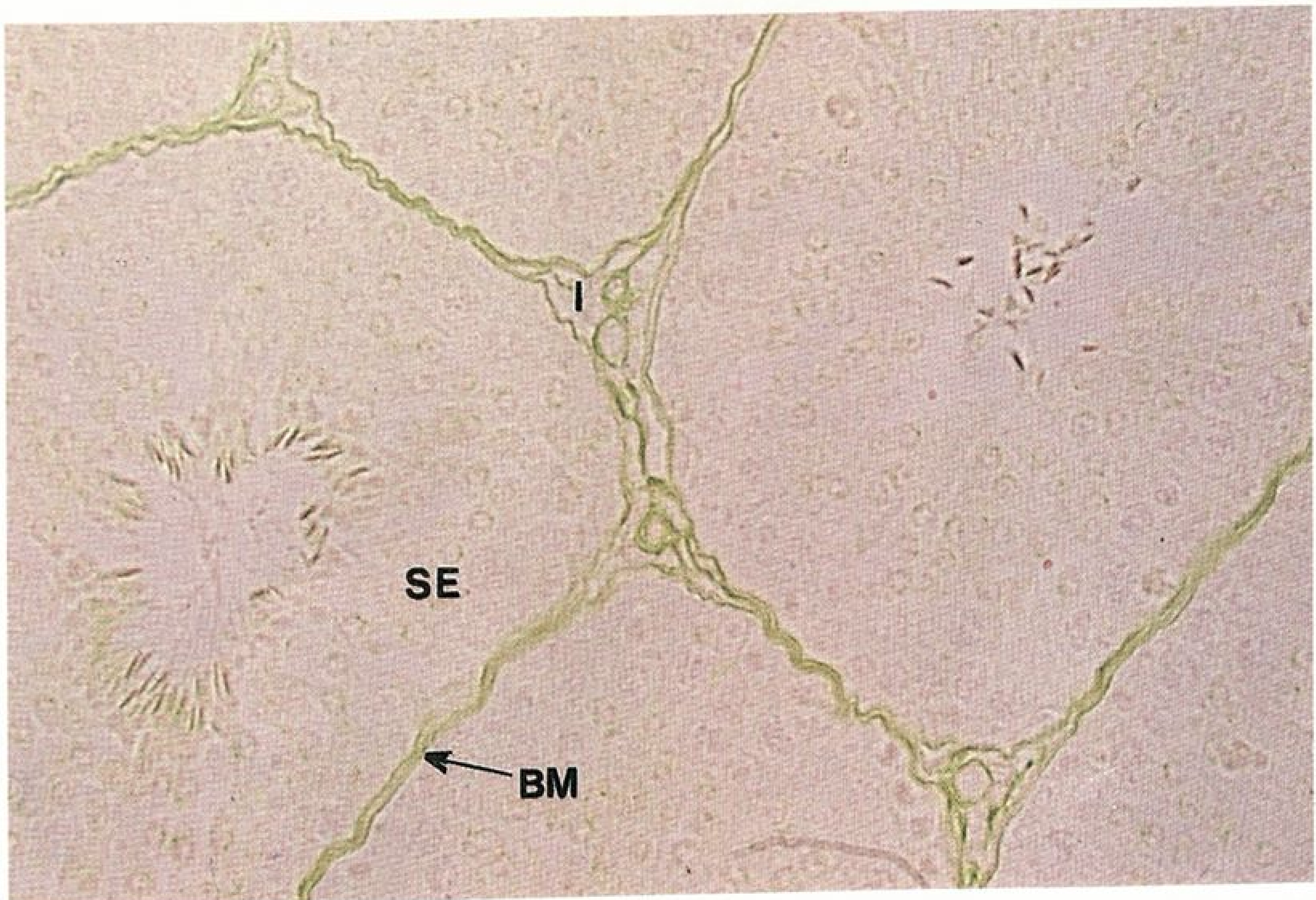
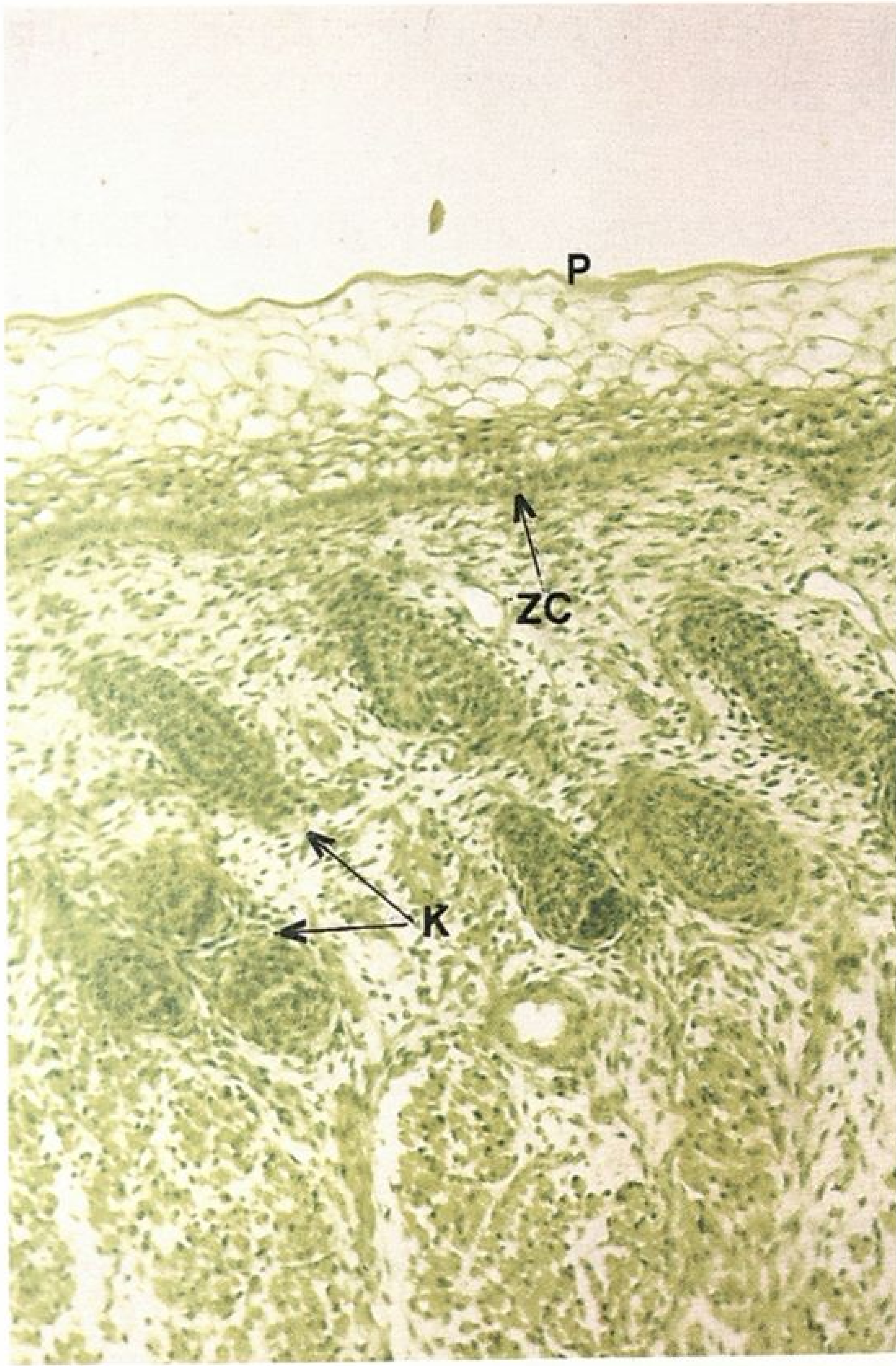


Slika 49. Spodnječeljustnična zrast (symphysis mandibulae) plodu. Embrionalni epitelij. Hematoksilin in eozin; x150.

Celice zarodne plasti imajo izoprizmatični ali celo visokoprizmatični videz (ZC), v višjih plasteh pa so mehurčaste, zato ga označujemo tudi kot mehurčasti epitelij. Nekateri epitelne celice nimajo jeder ali pa so le-ta piknotična in pomaknjena na obrobje. Na površini je intenzivneje obarvan periderm (P). V spodaj ležečem embrionalnem vezivu so zasnove za dlačnožlezne komplekse (K).

Slika 50. Modo (testis) poljskega zajca. Bazalna membrana. (Periodic-Acid-Schiff); x 400.

Za prikaz bazalne membrane lahko uporabimo PAS (Periodic-Acid-Schiff) reakcijo. Pri tem barvanju se bazalna membrana zaradi svoje zgradbe obarva kot rahlo rožnata plast (BM) ne meji med bazo semenskega epitelija (SE) v semenskih cevkah in intersticijem moda (I), ki je iz rahlega fibrilarnega veziva. V intersticiju vidimo številne manjše krvne žile.

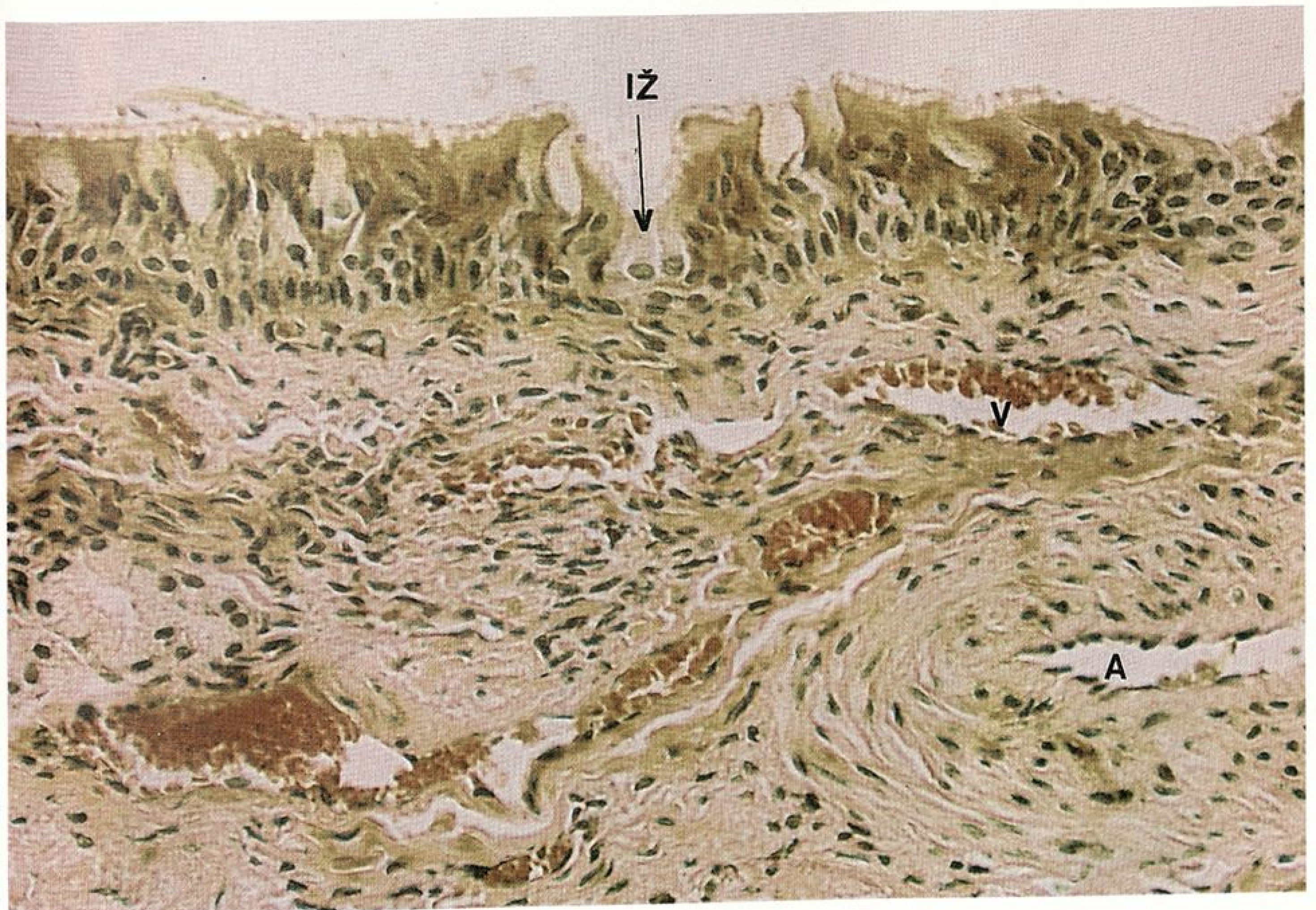


Slika 51. Vito črevo (ileum) prašička. Žlezni epitelij. Hematoksilin in eozin; x600.

Med visokoprizmatične epitelne celice v enem skladu so vrinjene enocelične žleze - vrčaste celice (VC). Jedra vrčastih celic so potisnjena v spodnji del celic in so trikotaste oblike.

Slika 52. Nosna sluznica (tunica nasalis). Žlezni epitelij. Hematoksilin in eozin; x400.

Med epitelnimi celicami je večcelična intraepitelijska žleza (IŽ), ki se vgreza v rahlo vezivo proprije nosne sluznice. V propriji sluznice so žile z krvnimi elementi (V - vena, A - arterija).

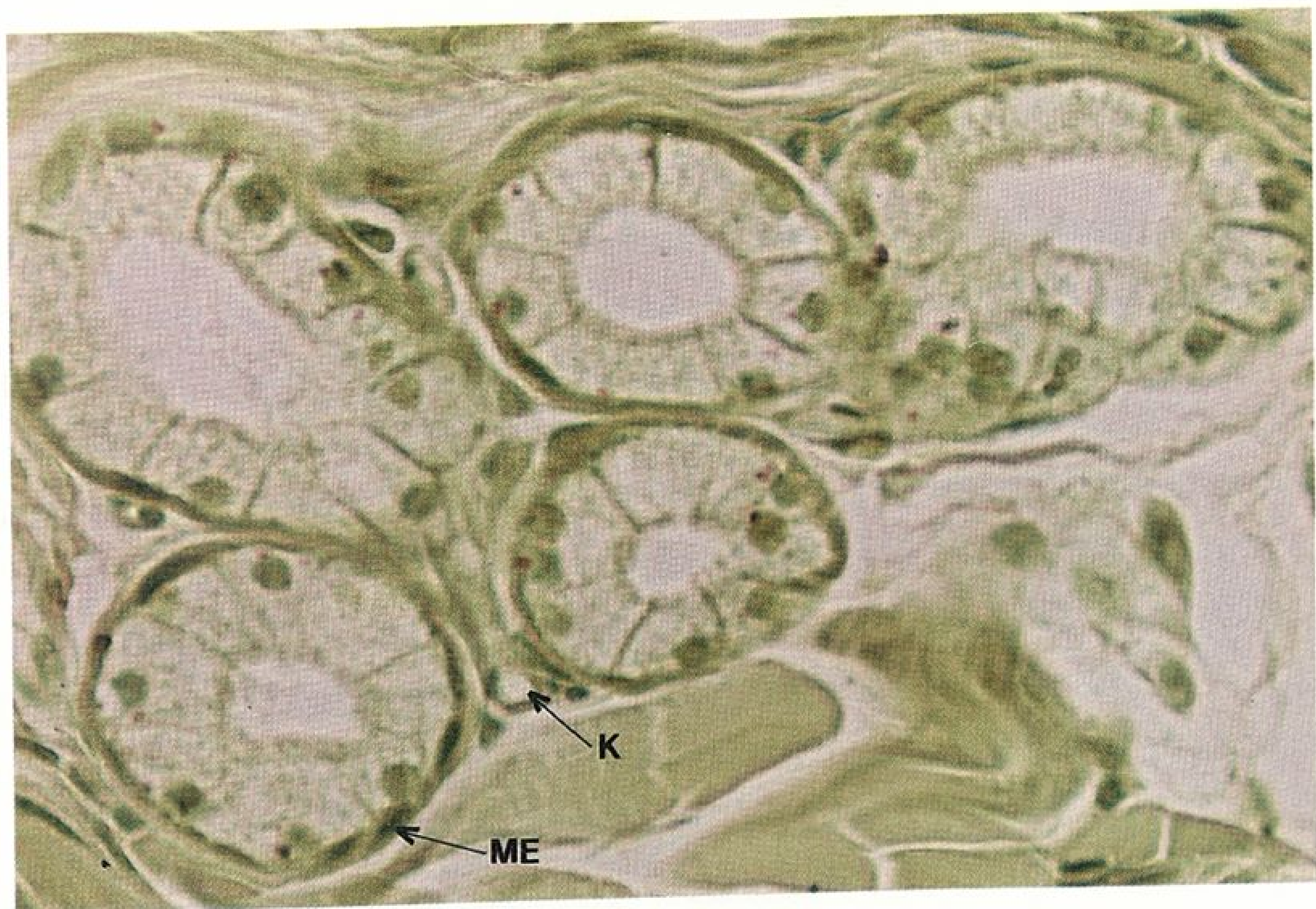
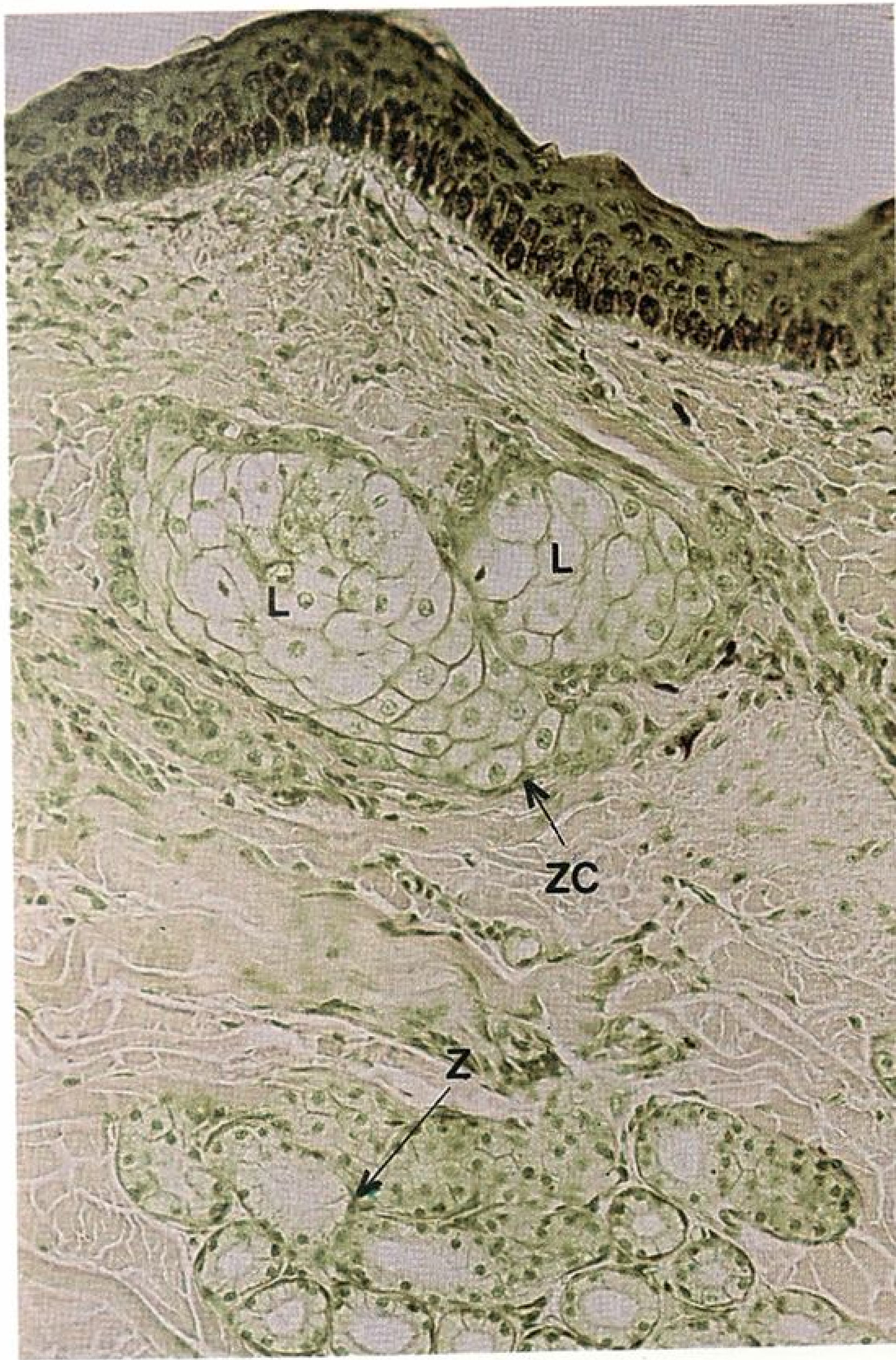


Slika 53. Koža (cutis) z uhlja pri konju. Žlezni epitelij. Hematoksilin in eozin; x100.

V vezivu usnjice so znojnice in lojnice. Žlezno dno znojnice (Z) je nerazvejano in zavito v klobčič. Žlezni epitelij je izoprizmatičen iz celic v enem skladu. Bliže krovnemu epiteliju so lojnice (L), ki so poliptihe mešičkaste žleze. Zarodne ali germinativne celice ob bazalni membrani so temnejšega videza in manjše (ZC). Celice v višjih plasteh pa so svetlejše zaradi številnih lojničnih vakuol.

Slika 54. Koža (cutis) z uhlja pri konju pod večjo povečavo. Hematoksilin in eozin; x800.

Večkrat prečno prerezano žlezno dno znojnice obdajajo vretenaste mioepitelne celice (ME). Razločno so vidne svetlina žleze in žlezne celice, ki so razporejene v enem skladu. V rahlem fibrilarnem vezivu ob znojnici so kapilare (K).

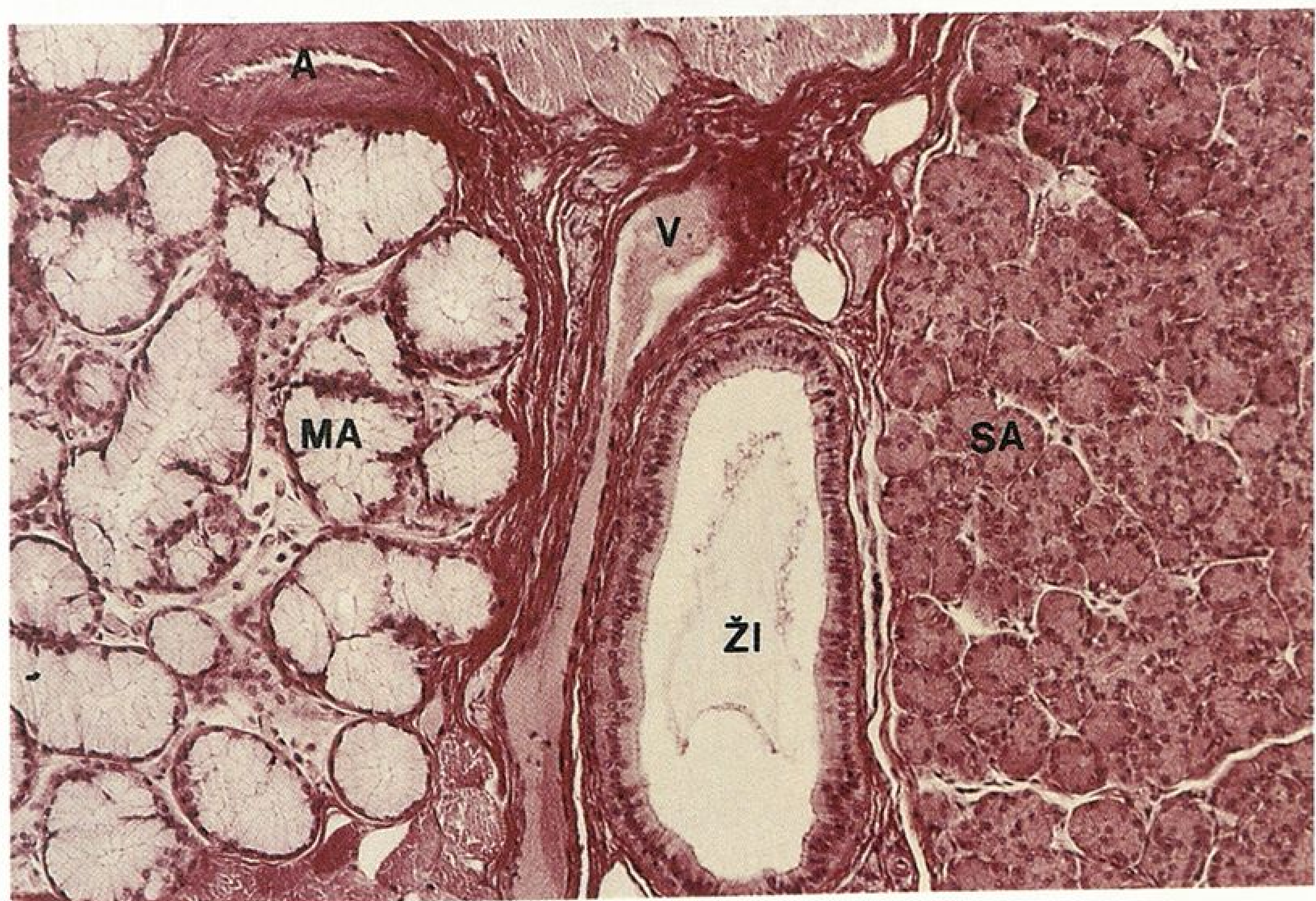
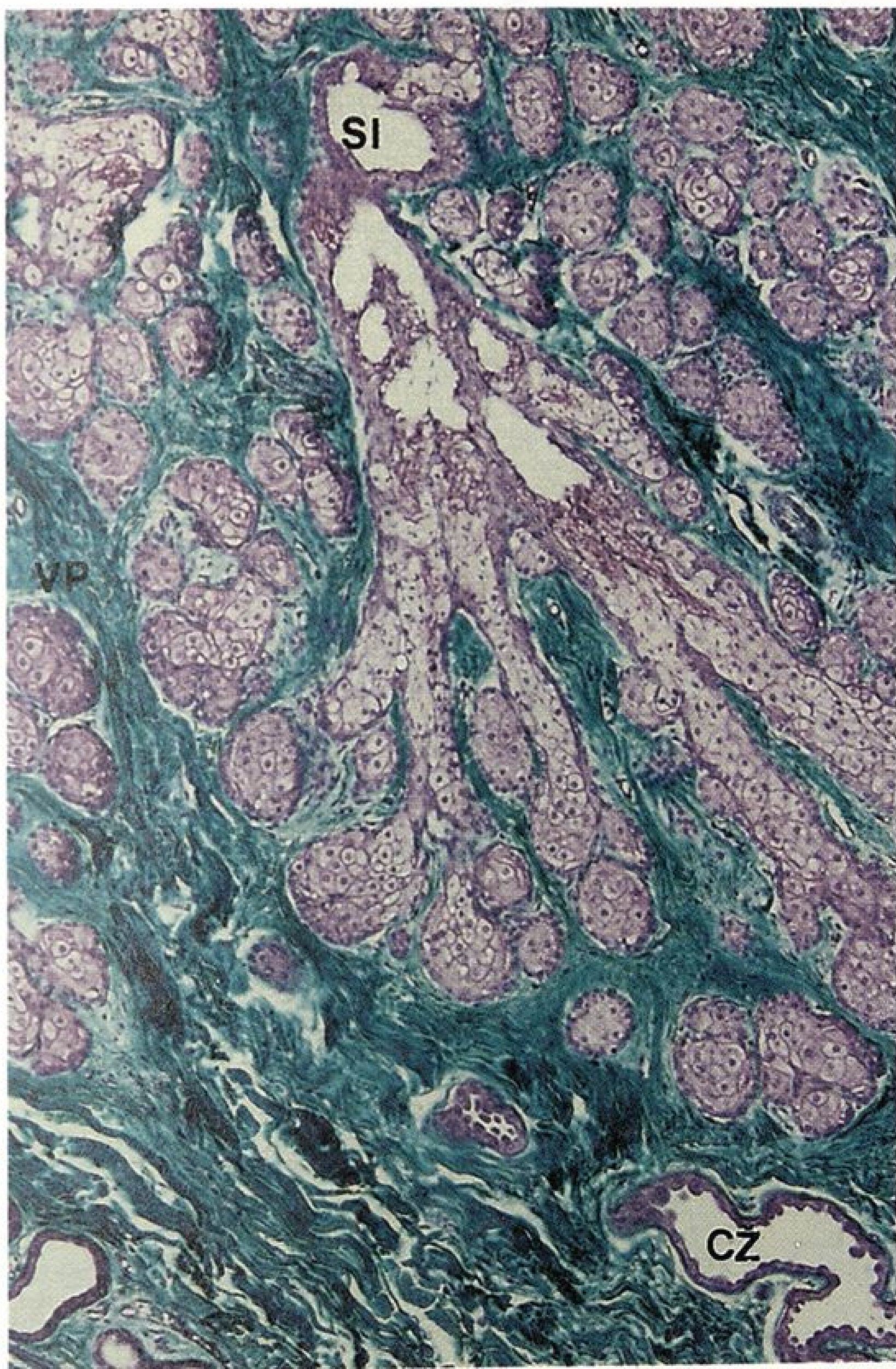


Slika 55. Alveolarne žleze v koži pri gamsu (zarožna žleza). Goldner; x40.

V vezivu usnjice so številni poliptihi žlezni mešički, ki oblikujejo kožni žlezni organ. Žleza je sestavljenega tipa. Okoli skupnega izvodila je razporejenih več skupin poliptihih mešičkastih acinusov, katerih izvodila se stekajo v enotno skupno izvodilo (SI), ki ga pokriva večskladni epitelij. Med žleznimi paketi so vezivne pregrade (VP). Pod poliptihimi žlezami so razvlečene monoptihe cevaste žleze (CŽ).

Slika 56. Jezik (lingua) psa. Žlezni epitelij. Hematoksilin in eozin; x125.

Na levi strani slike je skupina mukoznih acinusov (MA). Citoplazma žleznih celic je slabo obarvana, jedra pa so sploščena in pomaknjena v bazalni del celic. Svetlina mukoznih acinusov je nekoliko razširjena. Žlezne celice v seroznih acinuzih (SA) imajo močno acidofilno obarvano citoplazmo zaradi številnih zimogenih zrn v njej. Jedra žleznih celic so okrogla in se nahajajo v osrednjem delu celic, svetlina žleznega dna ni prepoznavna. Med skupinama seroznih in mukoznih žlez je prečno prerezano žlezno izvodilo (ŽI), vena (V) in arterija (A).

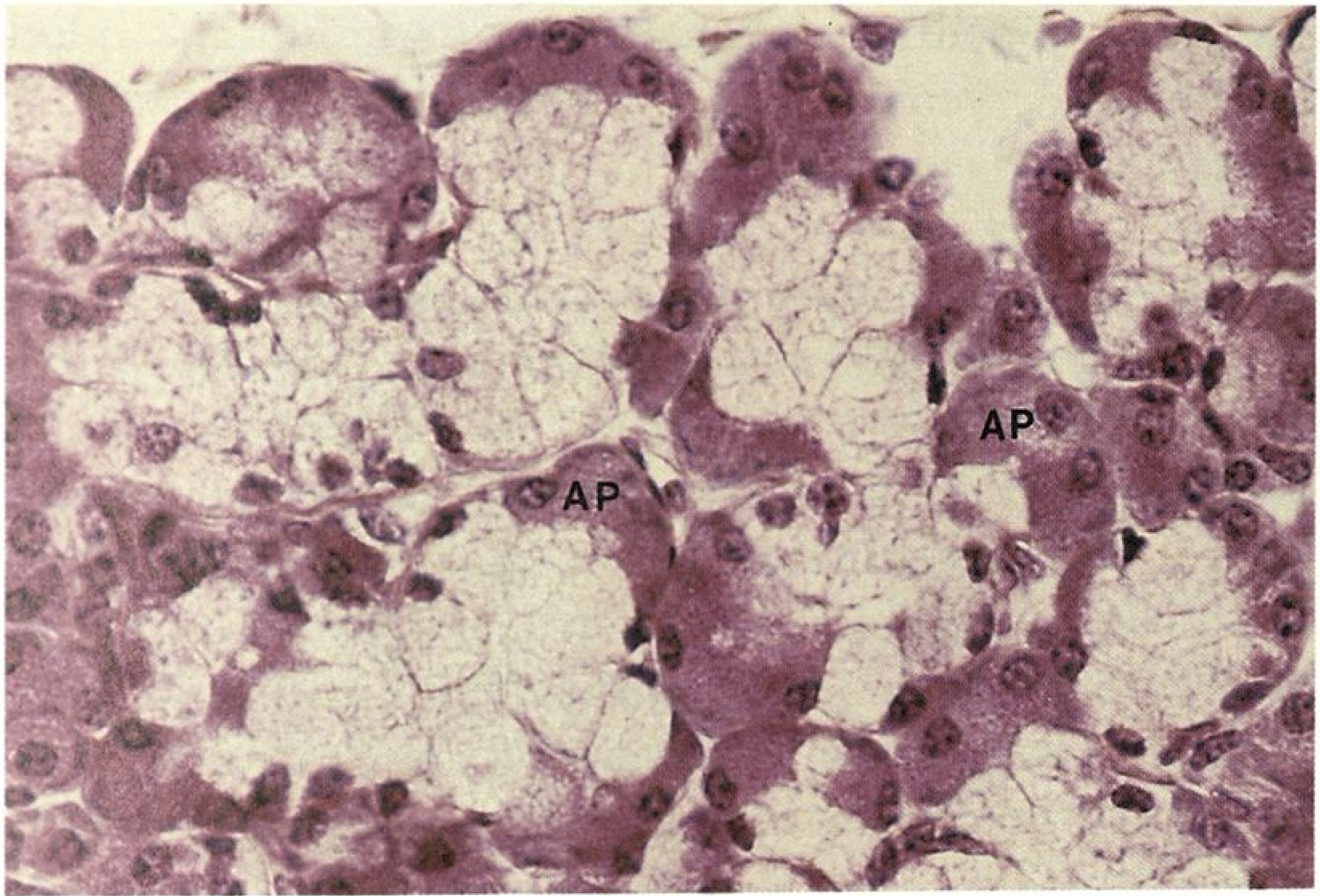


Slika 57. Spodnječeljustna žleza (gl. mandibularis) prašiča. Žlezni epitelij. Hematoksilin in eozin; x500.

Žlezni acinusi so mešanega tipa. Večina žleznih celic v acinusu je mukoznih, na enem polu žleznega acinusa pa se nahajajo dve do tri močno obarvane serozne celice, ki oblikujejo t.i. Ebner-Gianuzzijev albuminozni polmesec (AP).

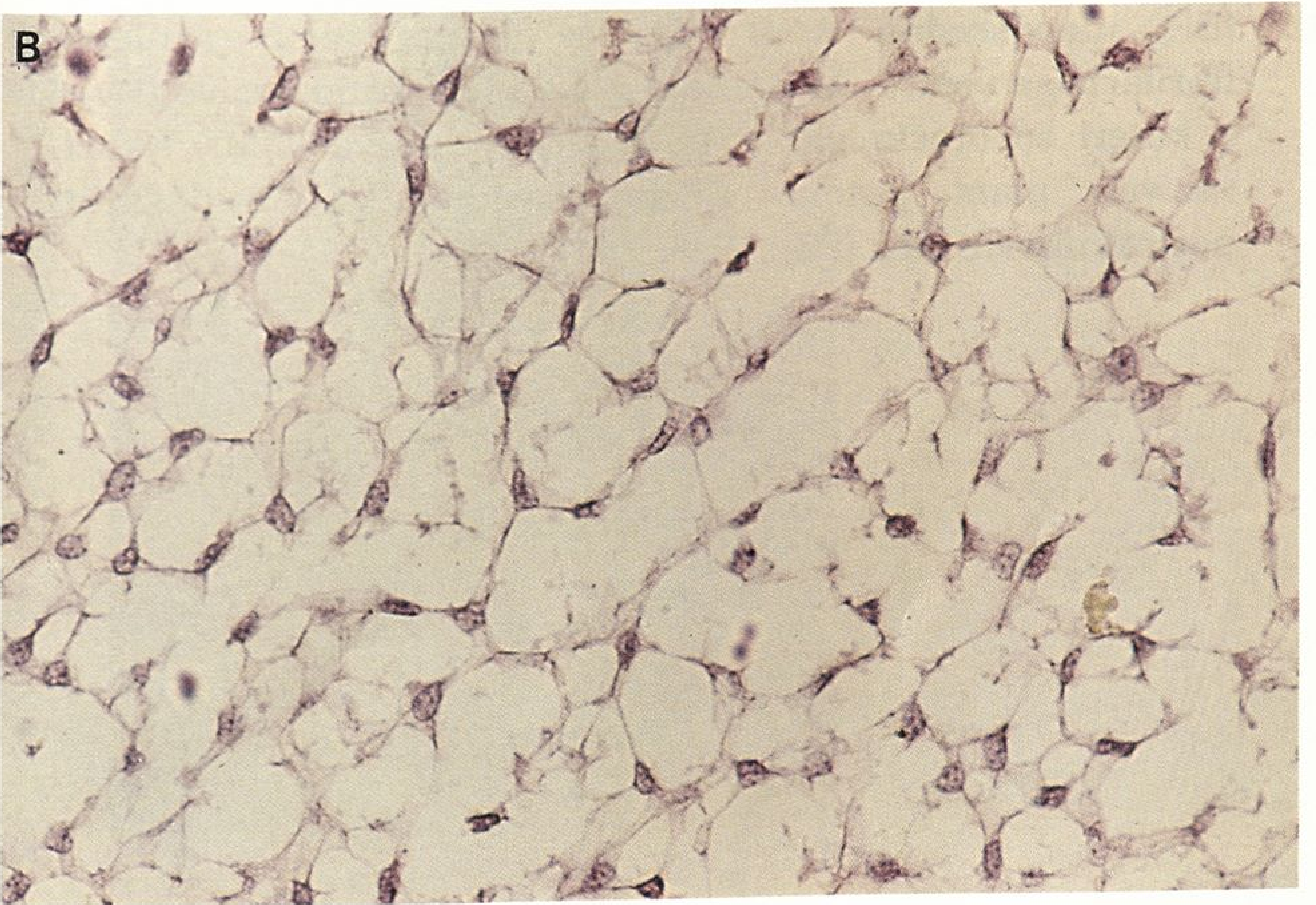
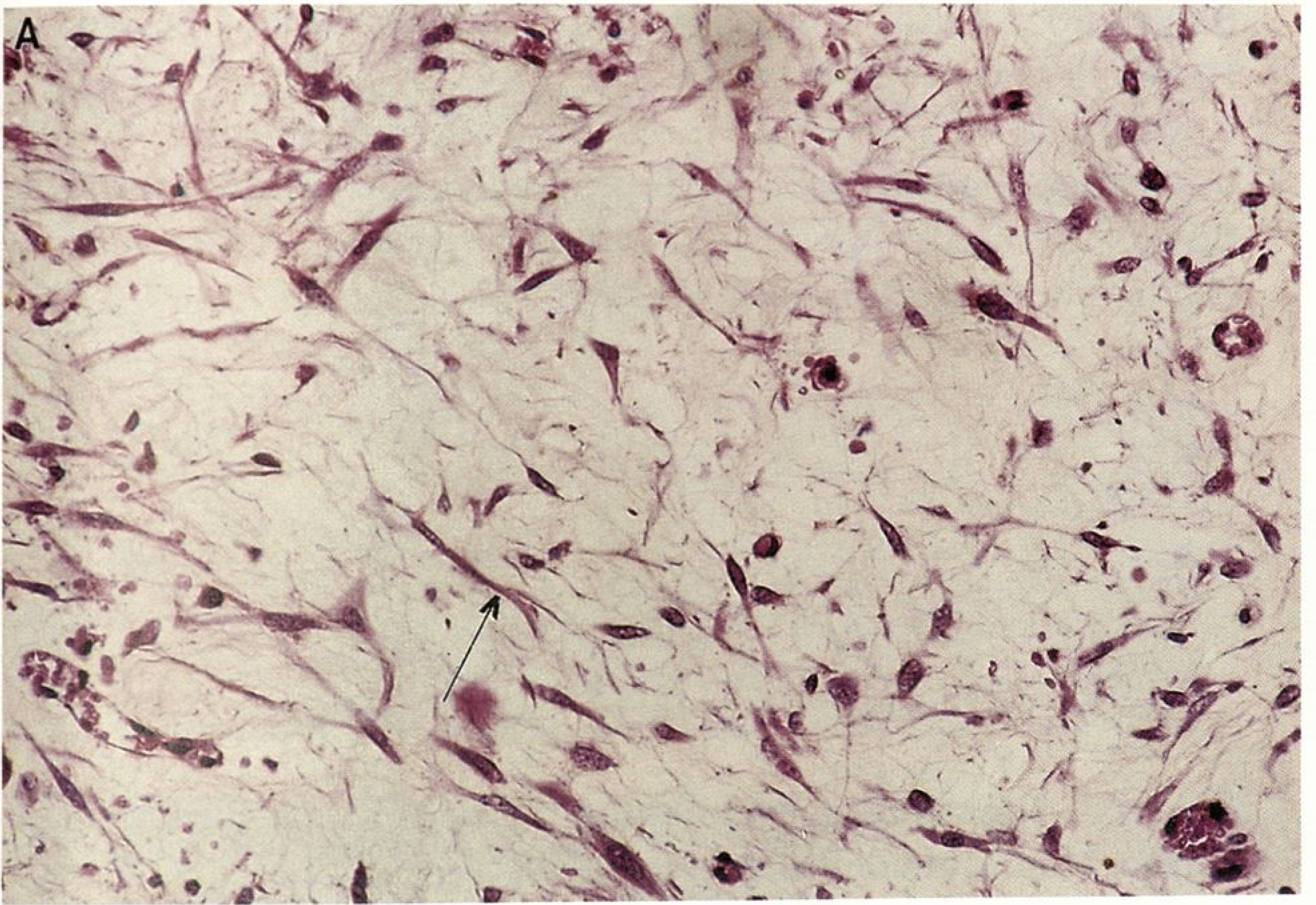
Slika 58. Mišičnati želodec (ventriculus muscularis) skobčevke. Žlezni epitelij. Hematoksilin in eozin; x300.

V sluznici so enostavne ravne cevaste žleze (CŽ) iz izoprizmatičnih žleznih celic. Izloček žlez oblikuje na površini sluznice t.i. keratinoidno ploščo (KP). Pod sluznico je debela plast gladkega mišičnega tkiva (GM).



Slika 59. Spodnja čeljustnica (mandibula) plodu. Embrionalno vezivo (A), retikularna mreža (B). Hematoksilin in eozin; x300.

Embrionalno vezno tkivo (mezenhim) sestoji iz razvejanih celic z malo citoplazme in razmeroma velikim jedrom. Mezenhimske celice se povezujejo s citoplazemskimi podaljški (puščica), s katerimi oblikujejo tridimenzionalno mrežo. V medceličnini ni vlaknatih elementov. Embrionalno vezivo je dobro ožiljeno (sl. 59A). Embrionalno vezivo lahko zamenjamo s celično mrežo emajlnega organa, ki je razvojna oblika zoba in je epitelijskega izvora. V njegovi mreži ni krvnih žil (sl. 59B).

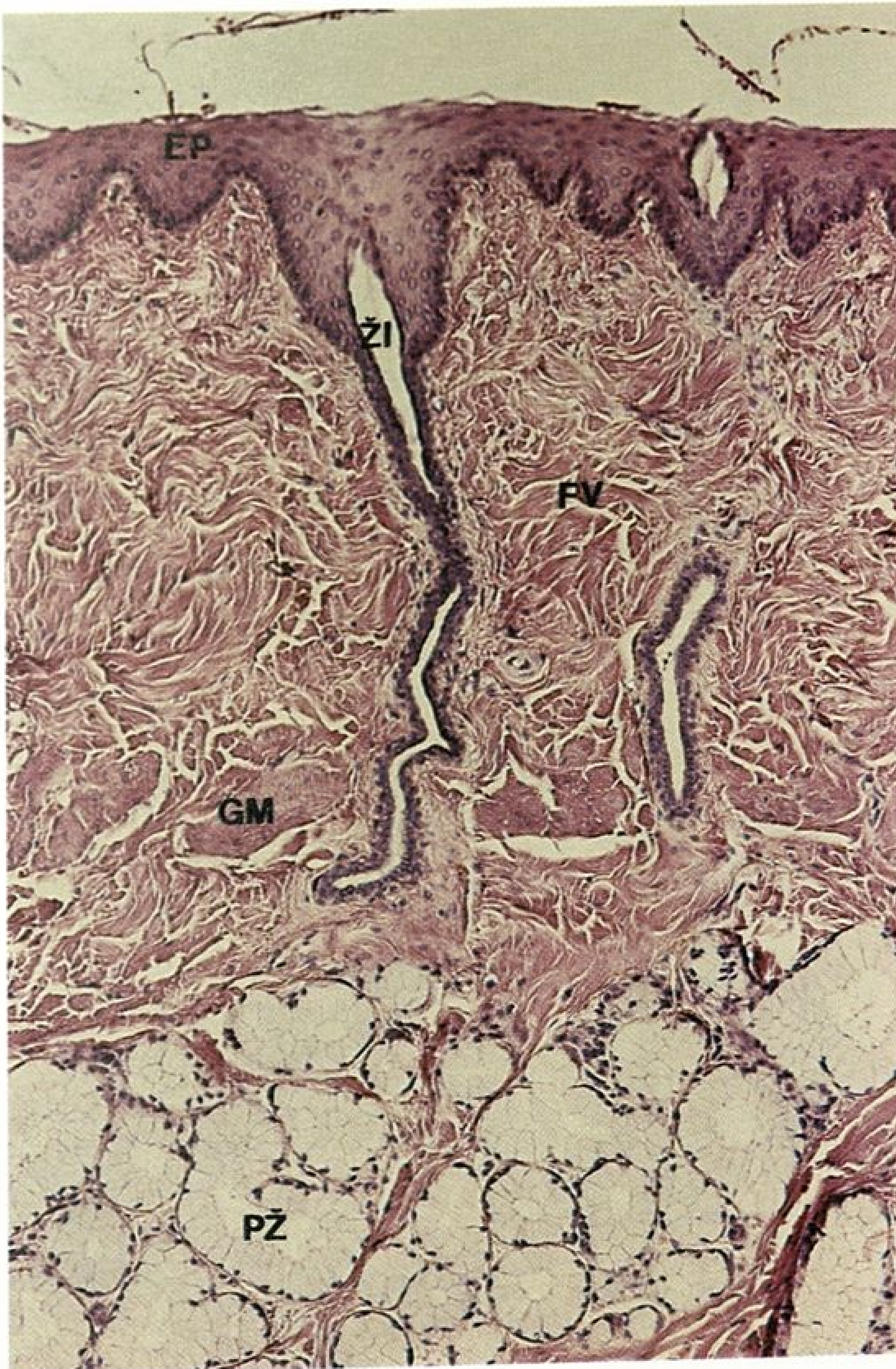
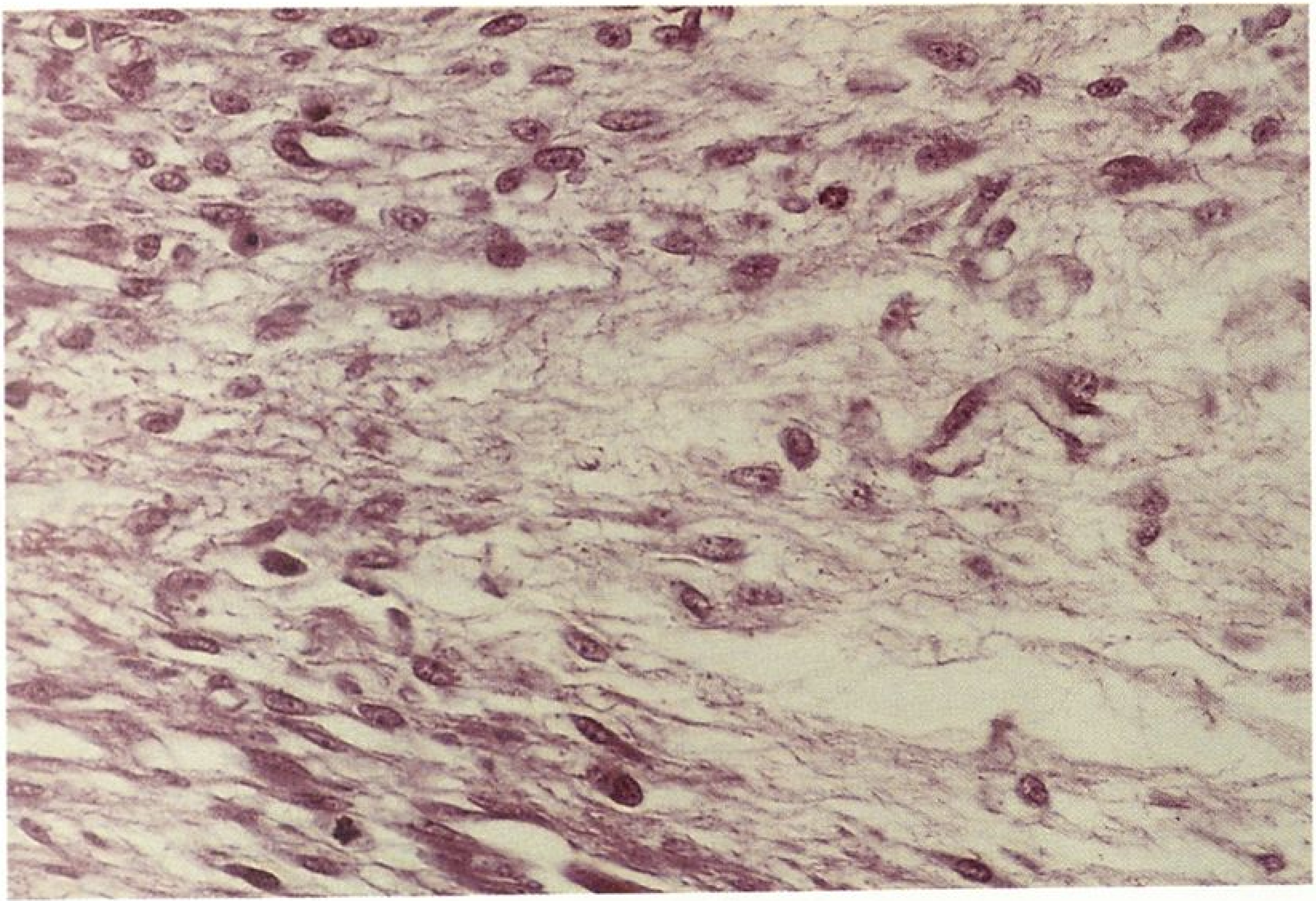


Slika 60. Koža (cutis) plodu. Embrionalno vezivo. Hematoksilin in eozin; x150.

V dermisu plodove kože najdemo zrelo embrionalno vezno tkivo. V medceličnini je preplet nežnih kolagenih, elastičnih ali retikulinskih vlaken.

Slika 61. Požiralnik (oesophagus) prašiča. Rahlo fibrilarno vezivo. Hematoksilin in eozin; x100.

Površino požiralnika pokriva večskladni ploščati epitelij (EP), neposredno pod njim je tanka plast rahlega fibrilarnega veziva, ki prehaja v togo fibrilarno vezivo (FV), v kateri so otočki gladkega mišičnega tkiva (GM). Skozi vezivno plast poteka žlezno izvodilo (ŽI) mukoznih požiralnikovih žlez (PŽ).

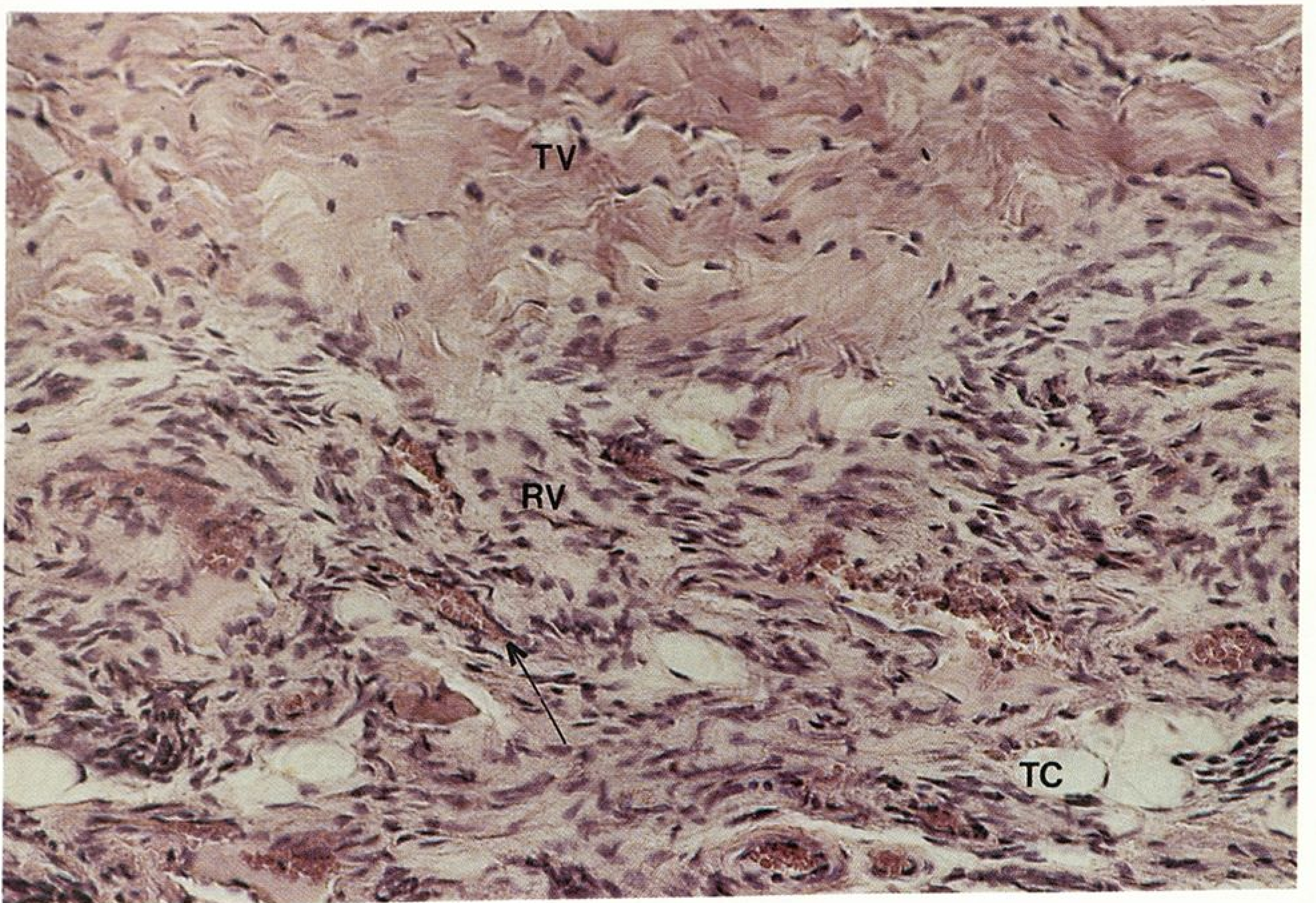
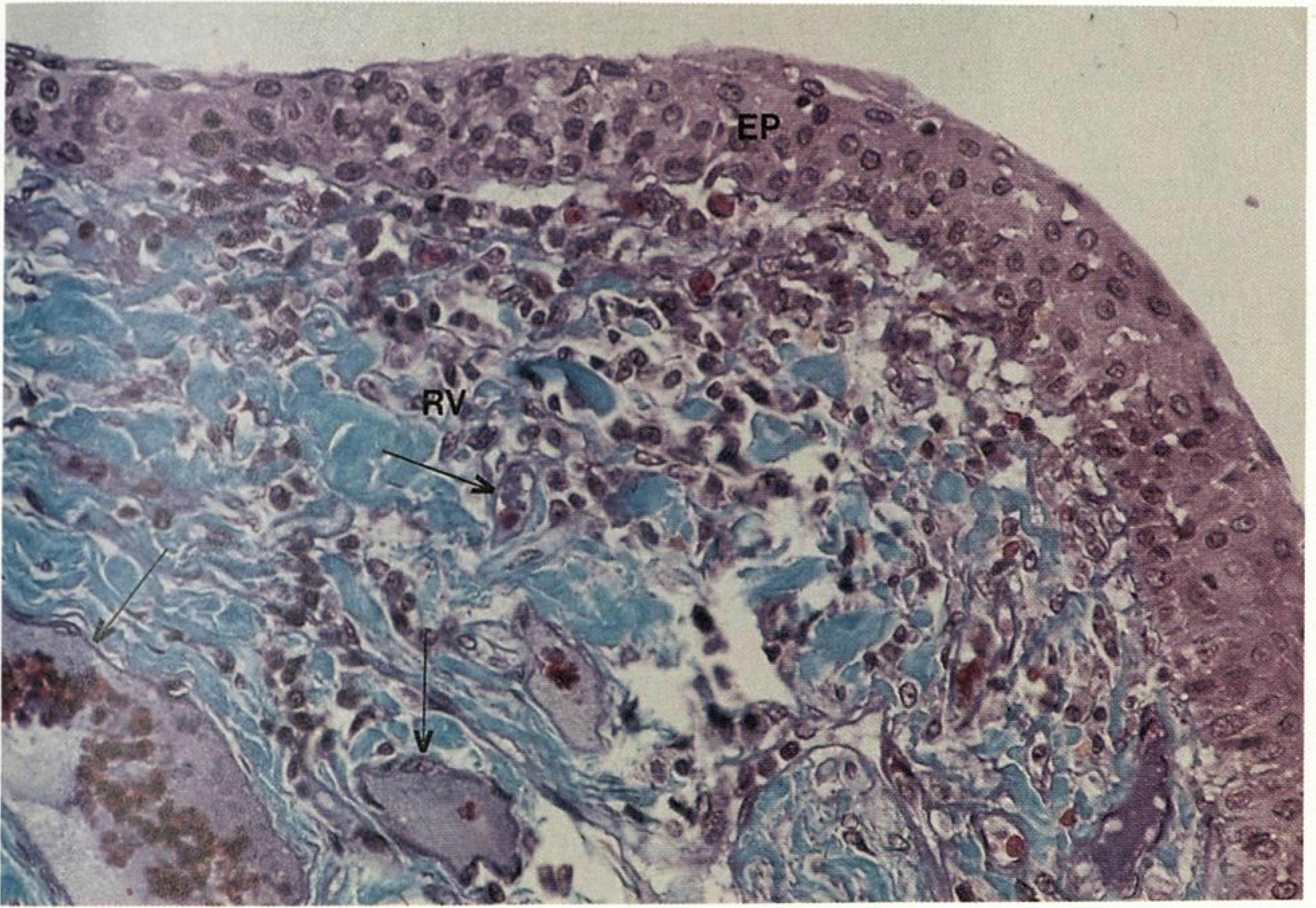


Slika 62. Jezik (lingua) mačke. Togo fibrilarno vezivo. Goldner; x400.

Za prikaz kolagenih vlaken lahko uporabimo barvanje po Goldnerju: kolagena vlakna se obarvajo intenzivno zeleno. Med snopi kolagenih vlaken so vidni otočki manj intenzivno obarvanega rahlega veznega tkiva (RV) s krvnimi žilami (puščice) in celicami selivkami. Na površini je večskladni ploščati epitelij (EP).

Slika 63. Spolni ud (penis) ovna. Rahlo in togo fibrilarno vezivo. Hematoksilin in eozin; x100.

Matične celice rahlega fibrilarnega veziva so fibroblasti z ovalnimi jedri. Za rahlo fibrilarno vezivo (RV) so značilne številne celice in amorfnost sestavina medceličnine; v njej so številne žile (puščica). V rahlem vezivu so bele tolščne celice (TC). Rahlo fibrilarno vezivo prehaja v togo fibrilarno vezivo (TV), ki je slabše prekravljeno.

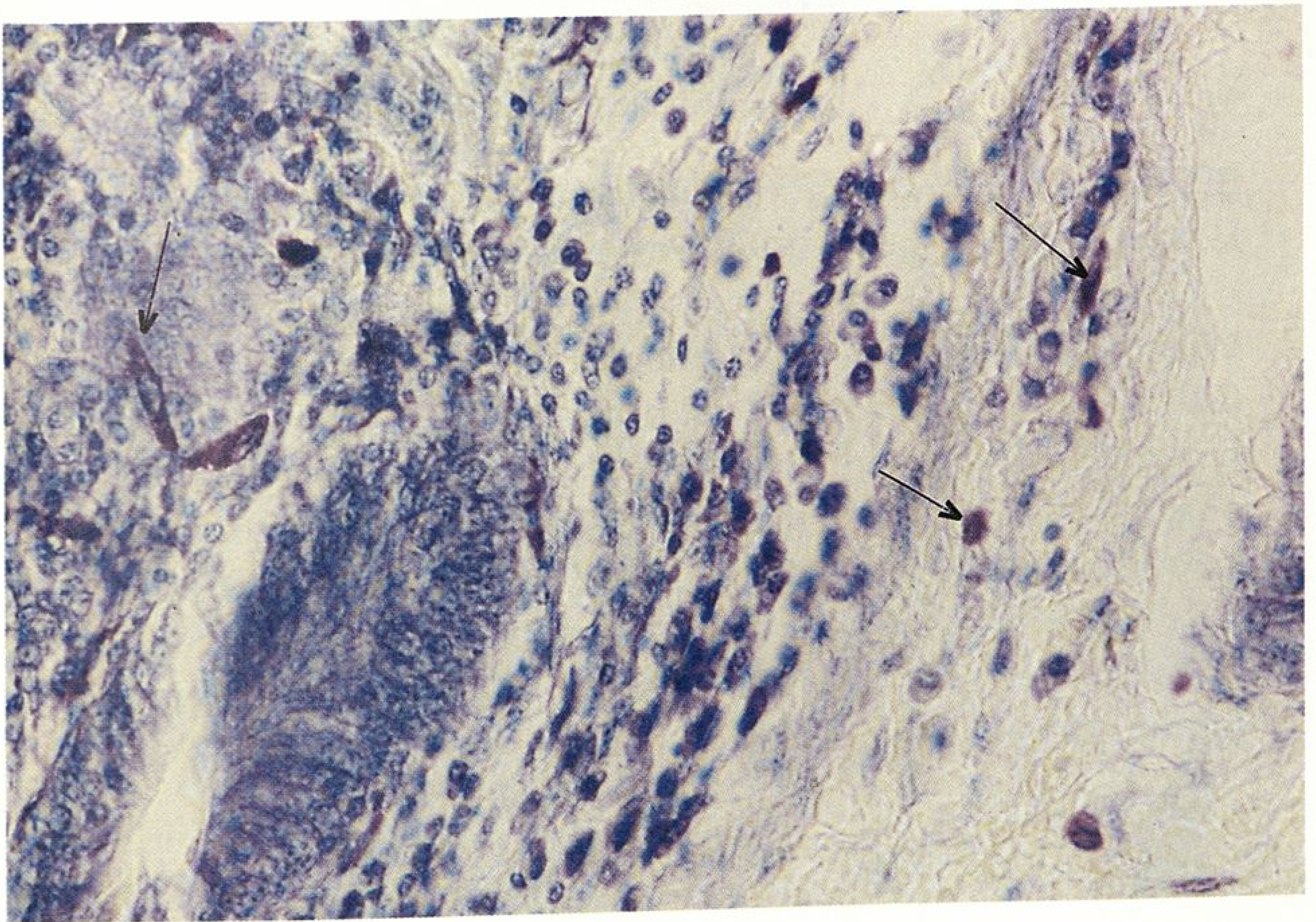
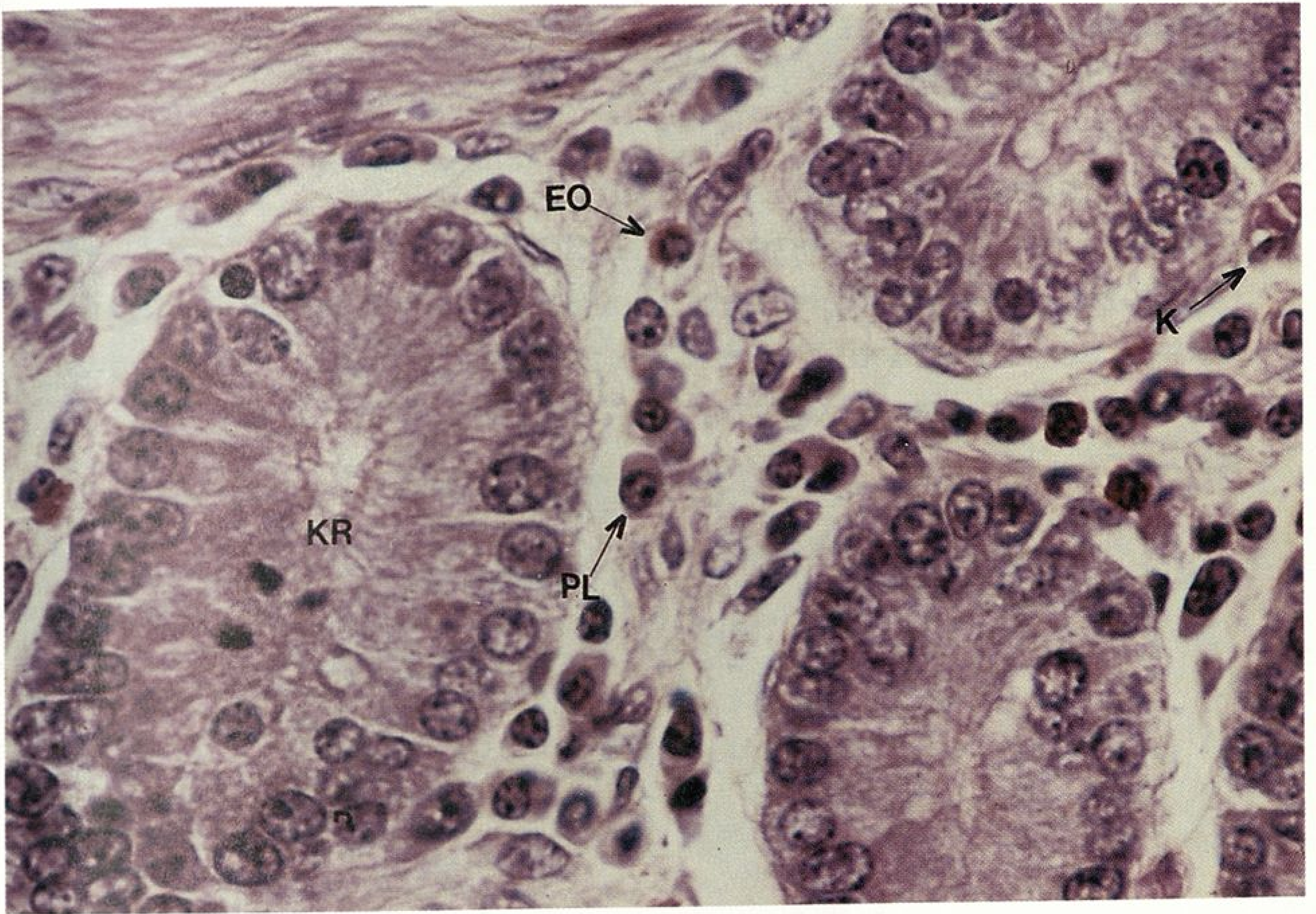


Slika 64. Tešče črevo (jejunum) prašiča. Celice rahlega fibrilarnega veziva. Hematoksilin in eozin; x800.

V vezivu med črevesnimi kriptami (KR) so številne celice selivke, med katere prištevamo tudi plazmatke (PL) in eozinofilne granulocite (EO). Plazmatke imajo bazofilno citoplazmo in ekscentrično postavljeno kroglasto jedro z značilno razporeditvijo kromatina. Eozinofilni granulociti so zaradi eozinofilnih zrn v citoplazmi intenzivno rdeče obarvani. Vidne so prečno prerezane kapilare (K).

Slika 65. Tešče črevo (jejunum) prašiča. Celice rahlega fibrilarnega veziva. Toluidinsko modrilo; x500.

K celicam selivkam prištevamo tudi tkivne bazofilce (puščice). Vsebujejo zrnca, katerih "heparinski plašč" se s toluidinskim modrilom rdeče obarva (γ -metakromazija). Zrnca so številna in lahko optično prekrijejo jedro tkivnega bazofilca.

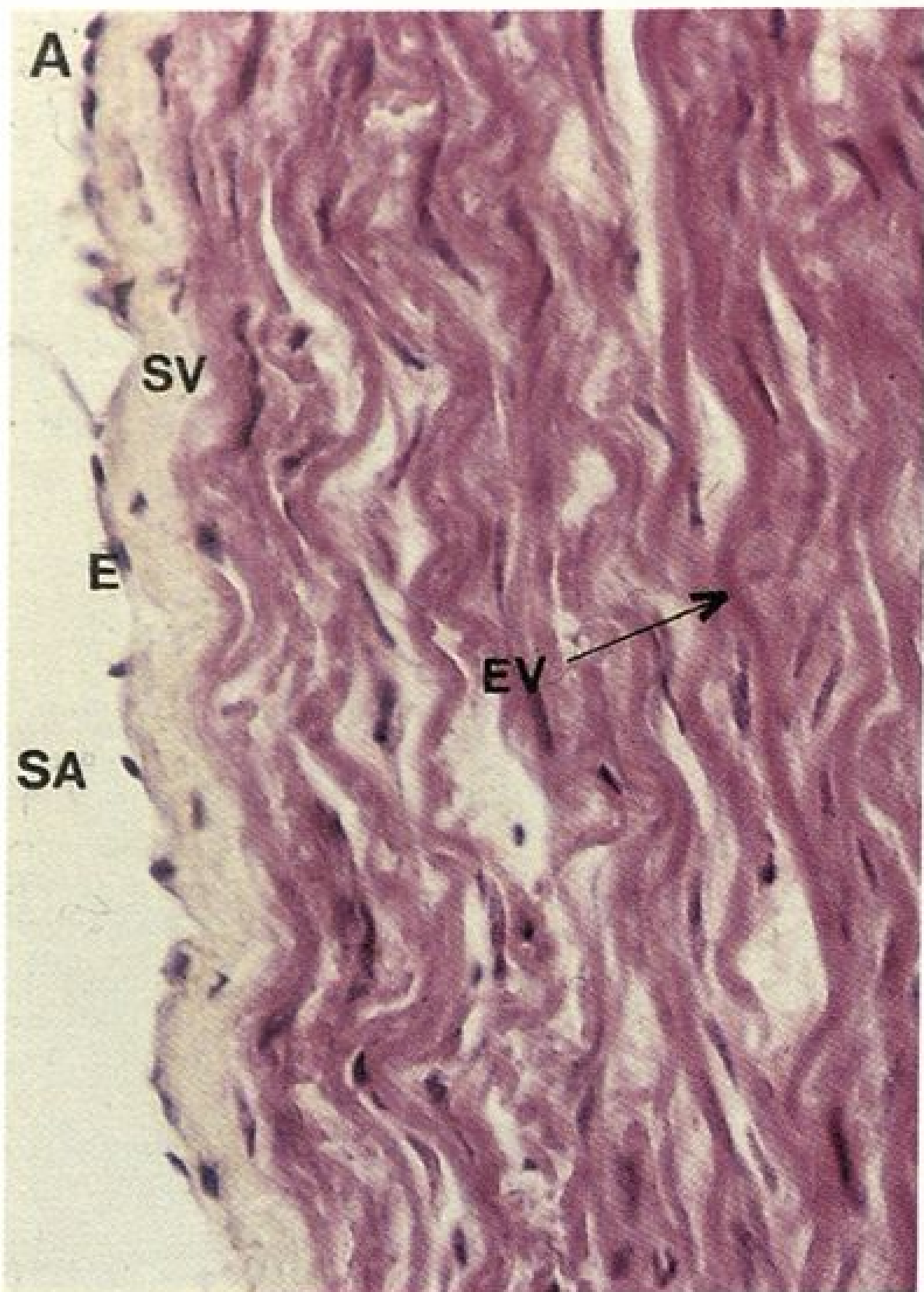
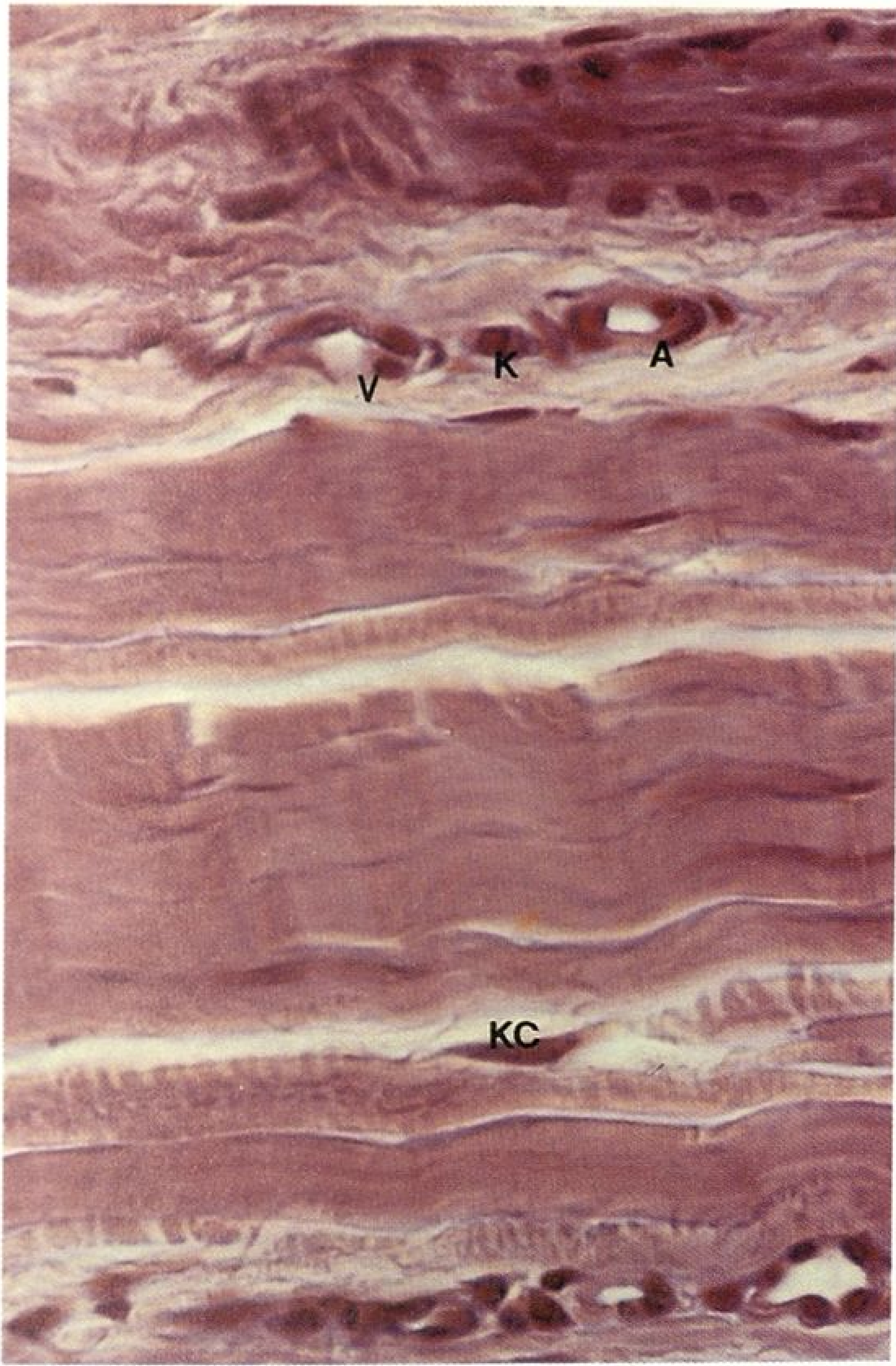


Slika 66. Koža (cutis) z uhlja pri konju. Togo fibrilarno vezivo. Hematoksilin in eozin; x600.

Snopi kolagenih fibril so vzporedno urejeni; med njimi vidimo stisnjena jedra krilatih celic (KC). To je organizirano togo fibrilarno vezivo. Med snope kolagenih vlaken so vrinjeni tanjši pasovi rahlega fibrilarnega veziva z žilami manjšega premera (arteriola - A, venula - V, kapilara - K).

Slika 67. Stena aorte. Elastično fibrilarno vezivo. Hematoksilin in eozin (A), Orcein (B); x200.

V steni aorte so debeli, valoviti snopi elastičnih vlaken (EV). V histoloških preparatih obarvanih s hematoksilinom in eozinom elastična vlakna rdeče obarvajo (sl. A), pri selektivnem barvanju z orceinom pa se obarvajo rjavo (sl. B). Med elastičnimi vlakni so fibrociti in gladke mišične celice. Ob svetlini (SA) aorte je pod endotelom (E) plast rahlega fibrilarnega veziva (subendotelno vezivo, SV).

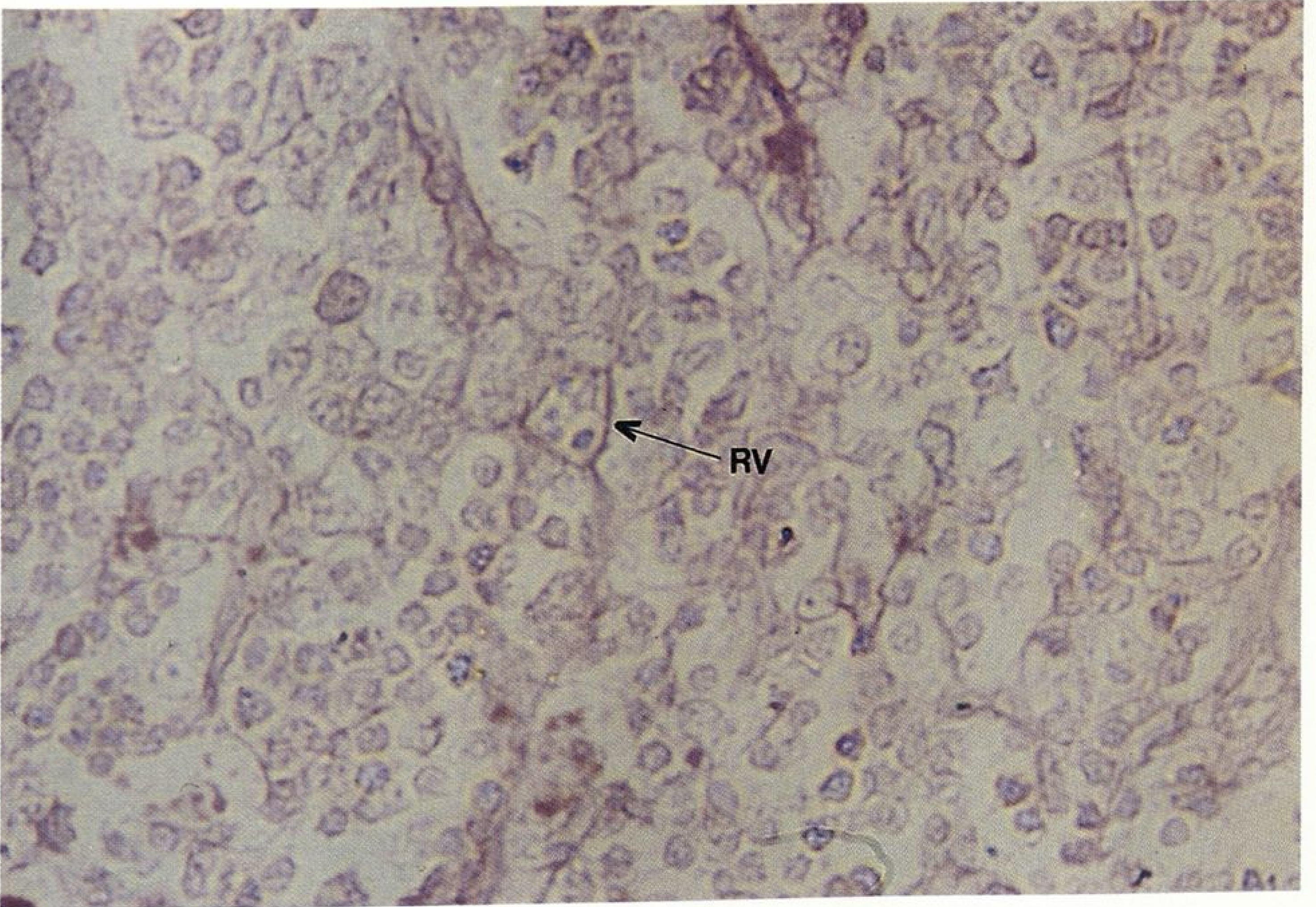
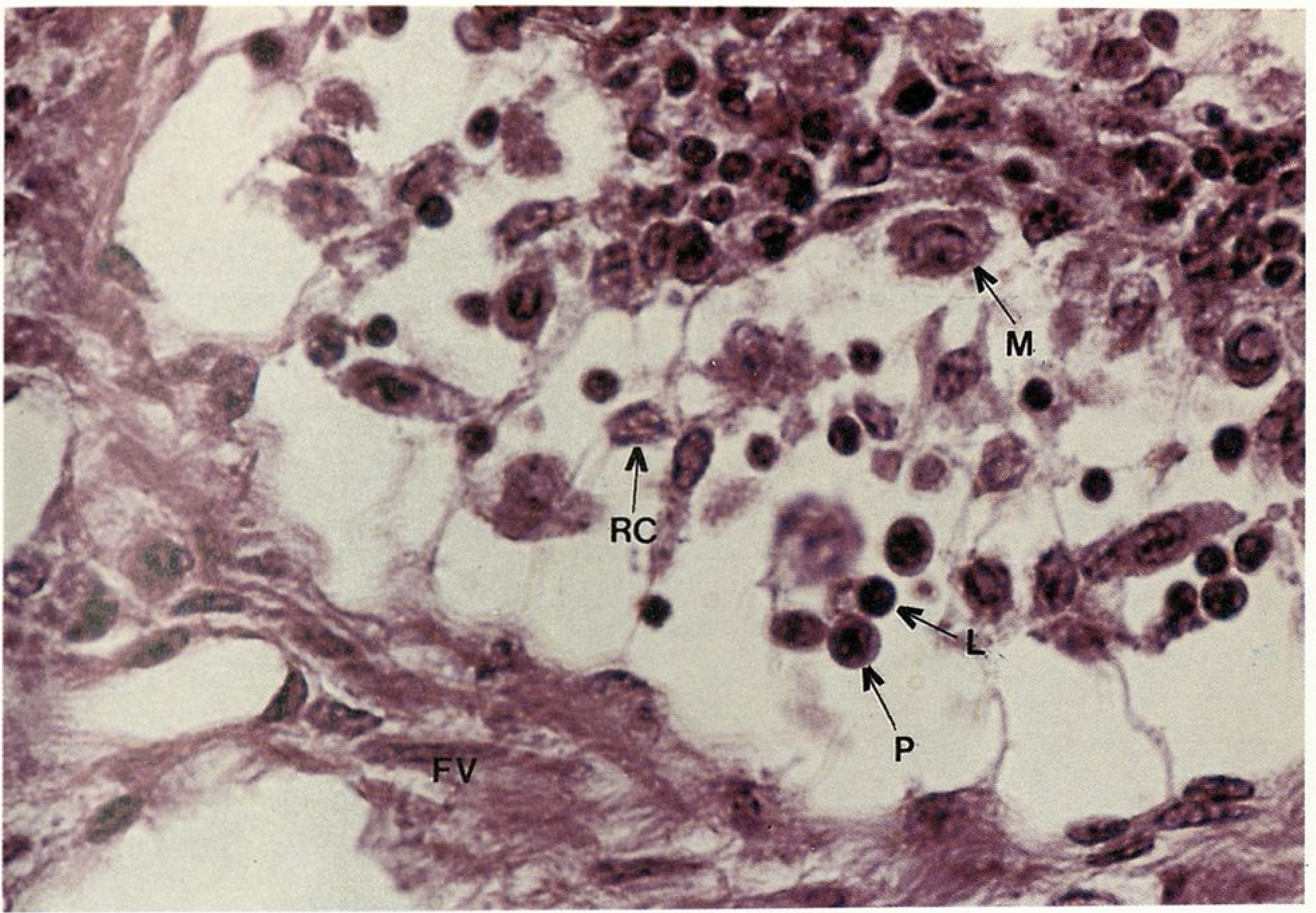


Slika 68. Bezgavka (nodus lymphaticus) goveda, medularni sinus. Retikularno vezivo. Hematoksilin in eozin; x800.

V bezgavkah oblikuje retikularno vezivo tridimenzionalno mrežo, ki je vpeta med pretine iz fibrilarnega veziva (FV). Zvezdaste retikulumske celice (RC) imajo tanke citoplazemske podaljške, s katerimi se med seboj povezujejo. V medceličju se nahajajo proste celice (makrofagi - M, plazmatke - P, limfociti - L)

Slika 69. Bezgavka (nodus lymphaticus) teleta, področje parakorteksa. Retikularno vezivo. Periodic-Acid-Schiff; x800.

Retikulinska vlakna (RV) dajejo oporo citoplazemskim podaljškom retikulumskih celic. Retikulinska vlakna vsebujejo več proteoglikanov in glikoproteinov, zato jih lahko prikažemo s Periodic-Acid-Schiff reakcijo ali s srebrenjem.

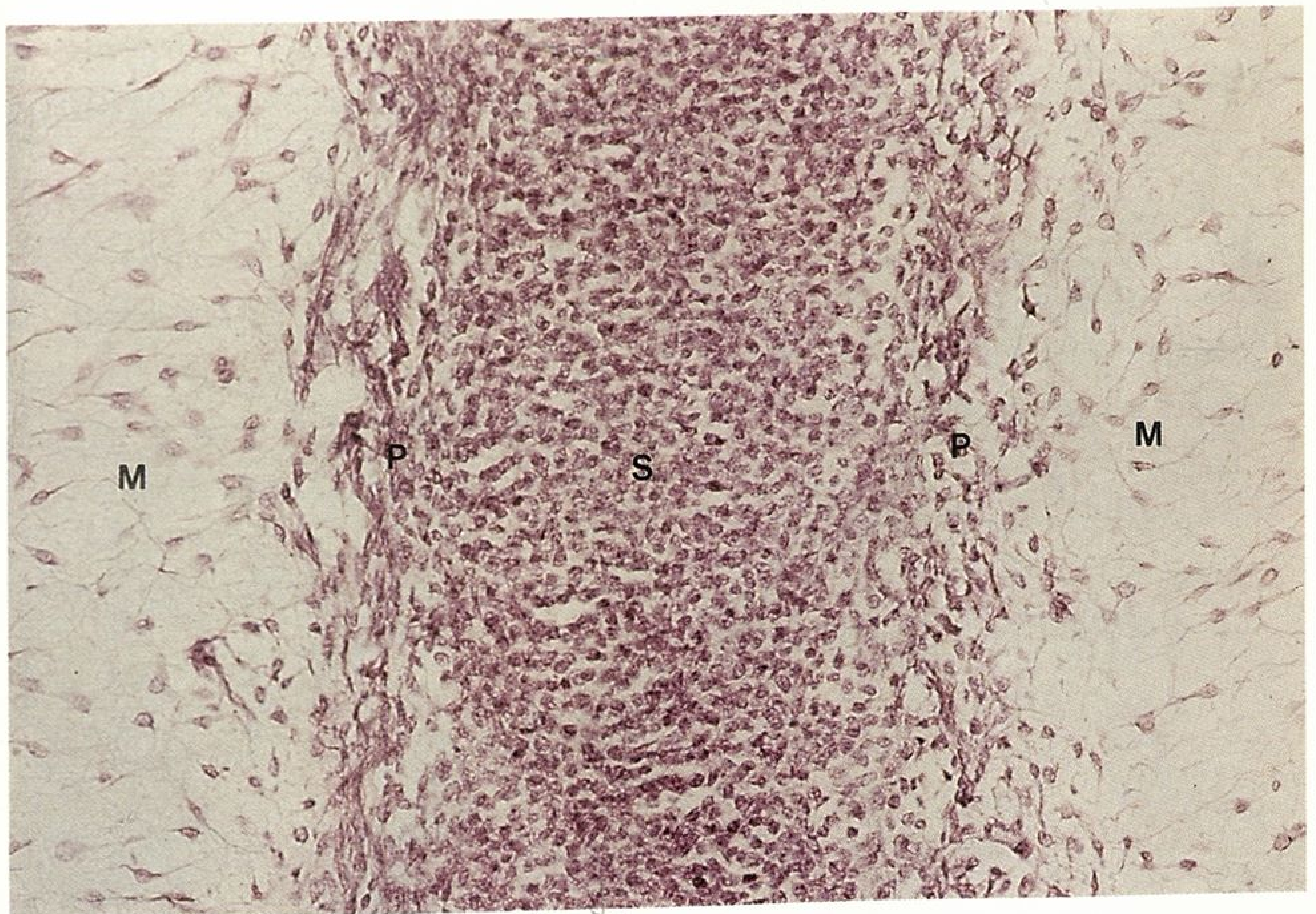
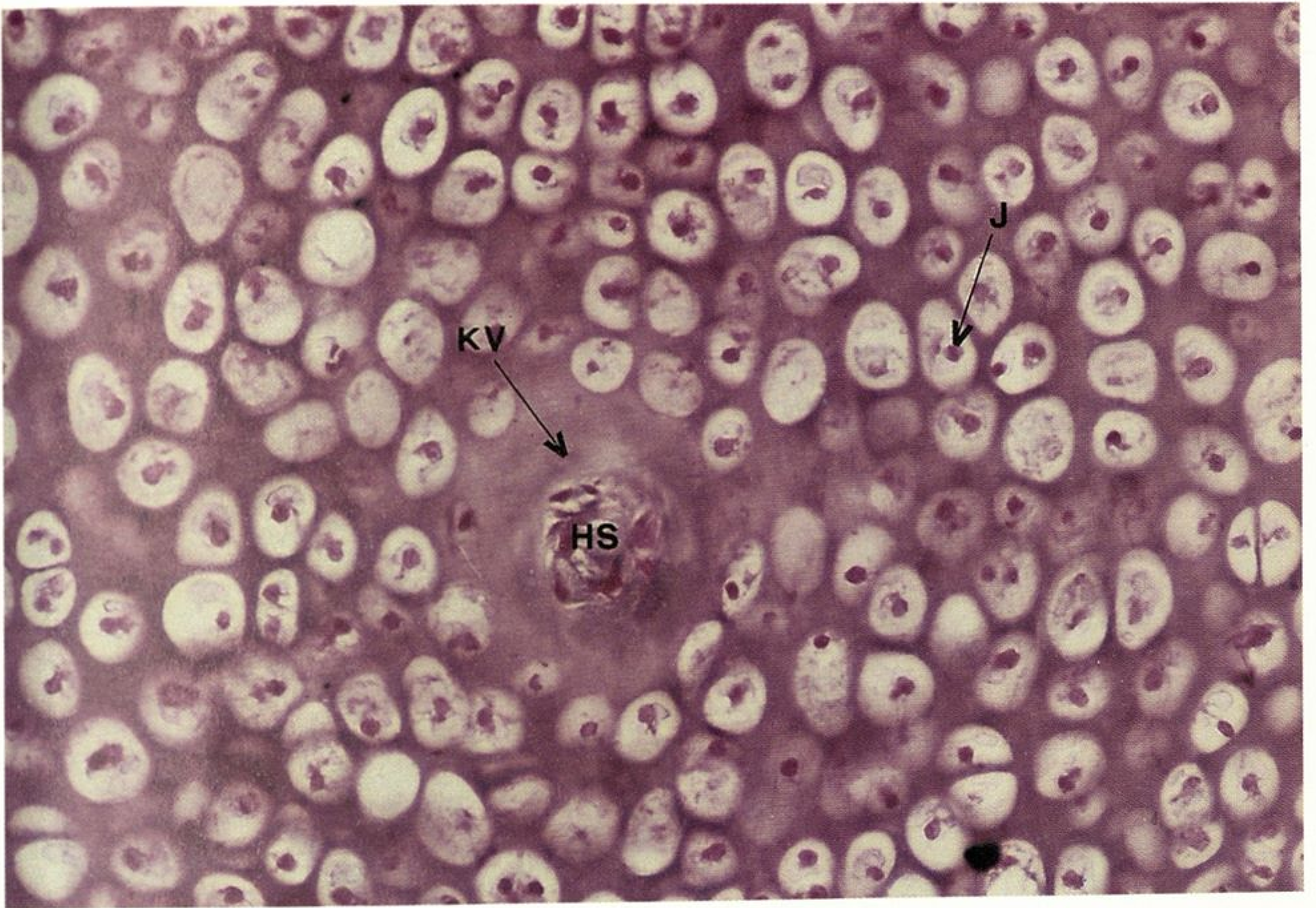


Slika 70. Plod, prečni rez. Opornine: hrbtne strune. Hematoksilin in eozin; x600.

V sredini hrustančne zasnove telesa vretenca je okrogel ostanek hrbtne strune (HS). Oblikujejo ga mehurčaste celice z malo medceličnine. Celice hondroidnega tkiva obdajajo kolagena vlakna (KV). Okrog ostanke hrbtne strune so mehurčaste celice hondroidnega tkiva, med katerimi je le malo medceličnine (J - jedro hondroidne celice).

Slika 71. Uhelj (auriculus) plodu. Opornine: hrustančno tkivo. Hematoksilin in eozin; x60.

V sredini slike so pomnožene in zgoščene mezenhimske celice, ki oblikujejo celično zasnovo hrustanca, tj. mezenhimski skleroblastem (S). Na obeh straneh skleroblastema so vidne sploščene celice, ki predstavljajo zasnovo za perihondrij (P). Nad skleroblastemom in pod njim je embrionalno vezno tkivo (M - mezenhim).



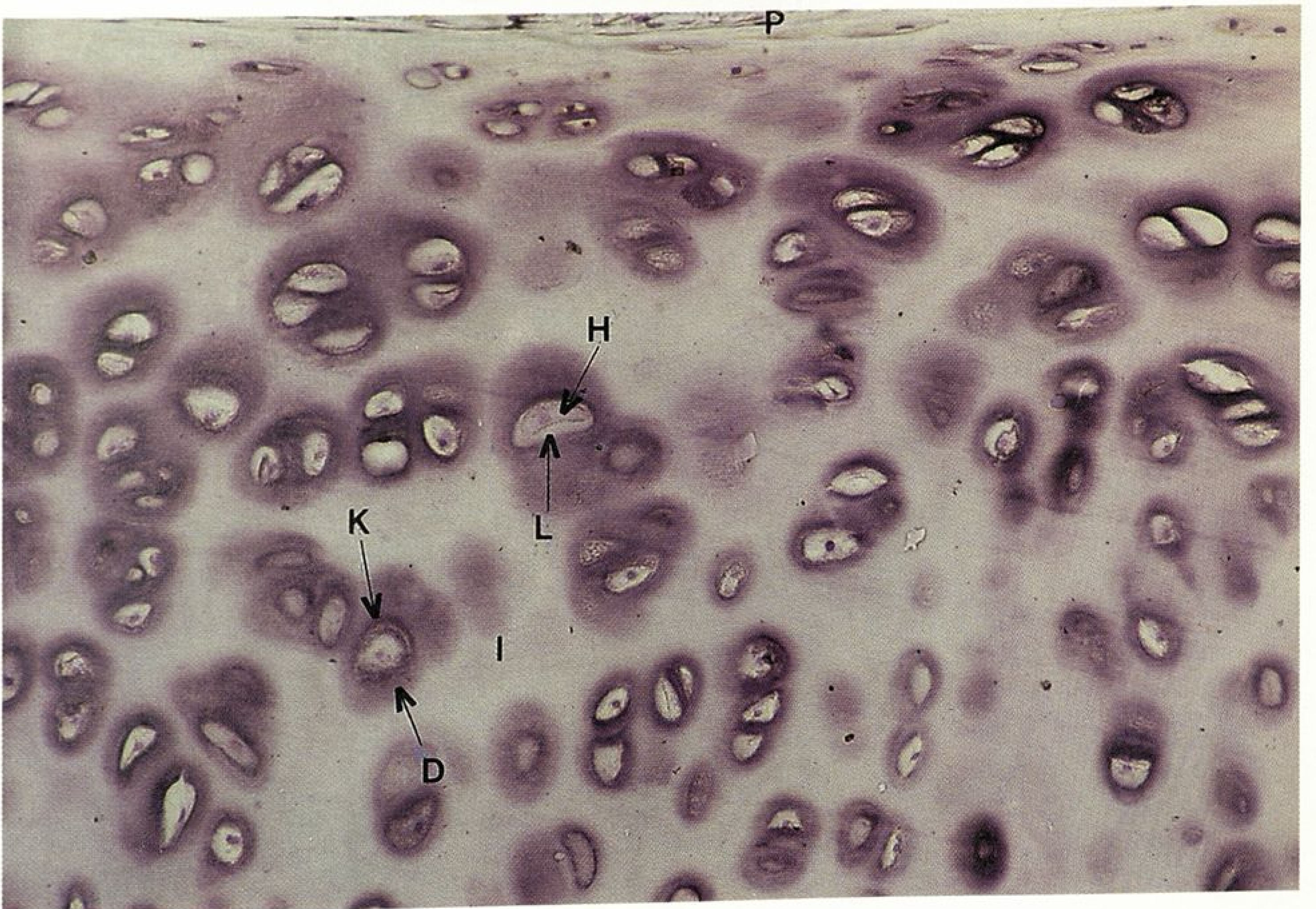
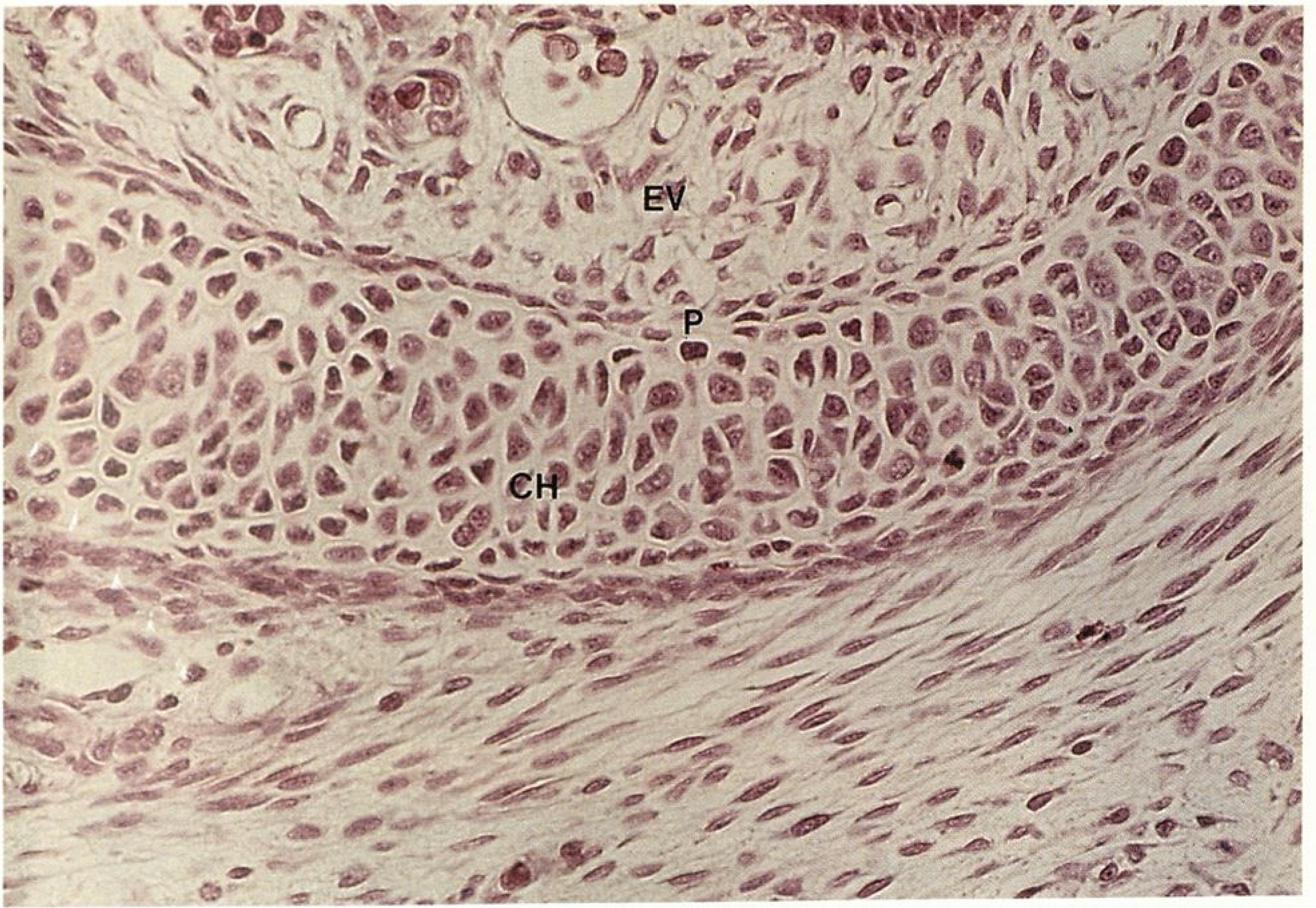
↑
*vezikulisti
 skleroblasten*

Slika 72. Nosni pretin (septum nasi) plodu. Opornine: hrustančno tkivo. Hematoksilin in eozin; x 400.

Nosni pretin oblikuje mlado hrustančno tkivo s številnimi mehurčastimi hrustančnimi celicami. Medceličnine je malo. Hrustanec na tej stopnji razvoja imenujemo celični hrustanec (CH). Na površini hrustanca je zasnova za perihondrij (P), kateremu prilega zrelo embrionalno vezivo (EV) s številnimi manjšimi krvnimi žilami.

Slika 73. Repno vretence (vertebra caudalis) pasjega plodu. Opornine: hrustančno tkivo. Hematoksilin in eozin; x200.

Hialini hrustanec kaže značilno teritorialno zgradbo. Posamezne in izogene hrustančne celice (H) se nahajajo v prostorčkih v osnovni medceličnini, ki jim pravimo lakune (L). Lakune so artefakt. Nastanejo s skrčenjem celice pri izdelavi preparata. Na obodu lakune je vidna mlada bazofilna medceličnina, ki jo označujemo kot teritorij (kapsula - K in dvor - D). Vmesna svetlejša medceličnina je interteritorij (I). Na površini je perihondrij (P).

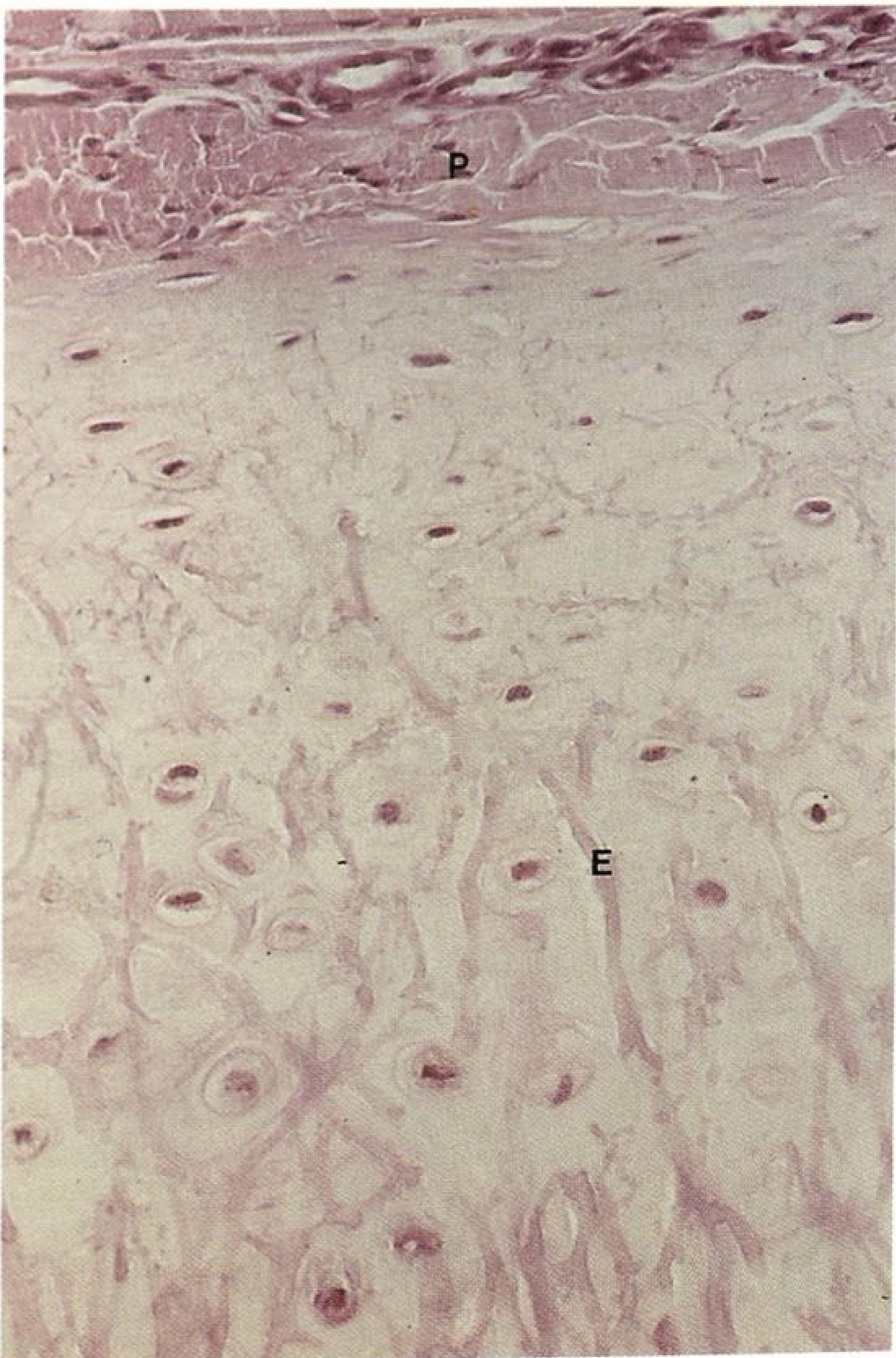
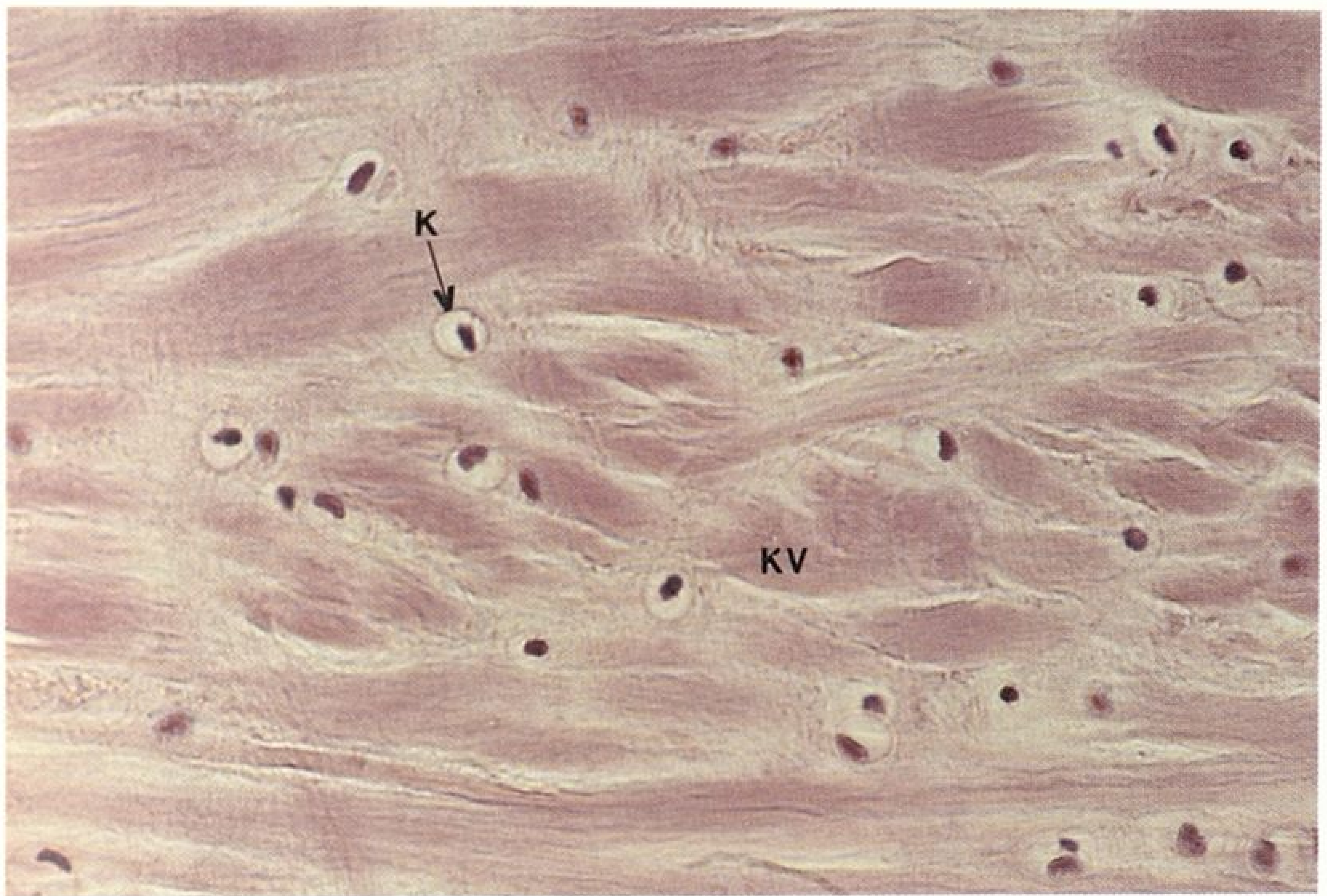


Slika 74. Hrustančna ploščica (meniscus) psa. Opornine: hrustančno tkivo. Hematoksilin in eozin x400.

Za vezivni hrustanec so značilna v snope urejena kolagena vlakna (KV) v medceličnini. Hrustančne celice so manj številne. Bazofilna kapsula je dobro vidna (K).

Slika 75. Uhelj (auriculus) psa. Opornine: hrustančno tkivo. Hematoksilin in eozin; x400.

Za elastični hrustanec so značilna elastična vlakna (E), ki se povezujejo v mrežo. Teritorialna zgradba je neizrazita. Na površini je perihondrij (P).

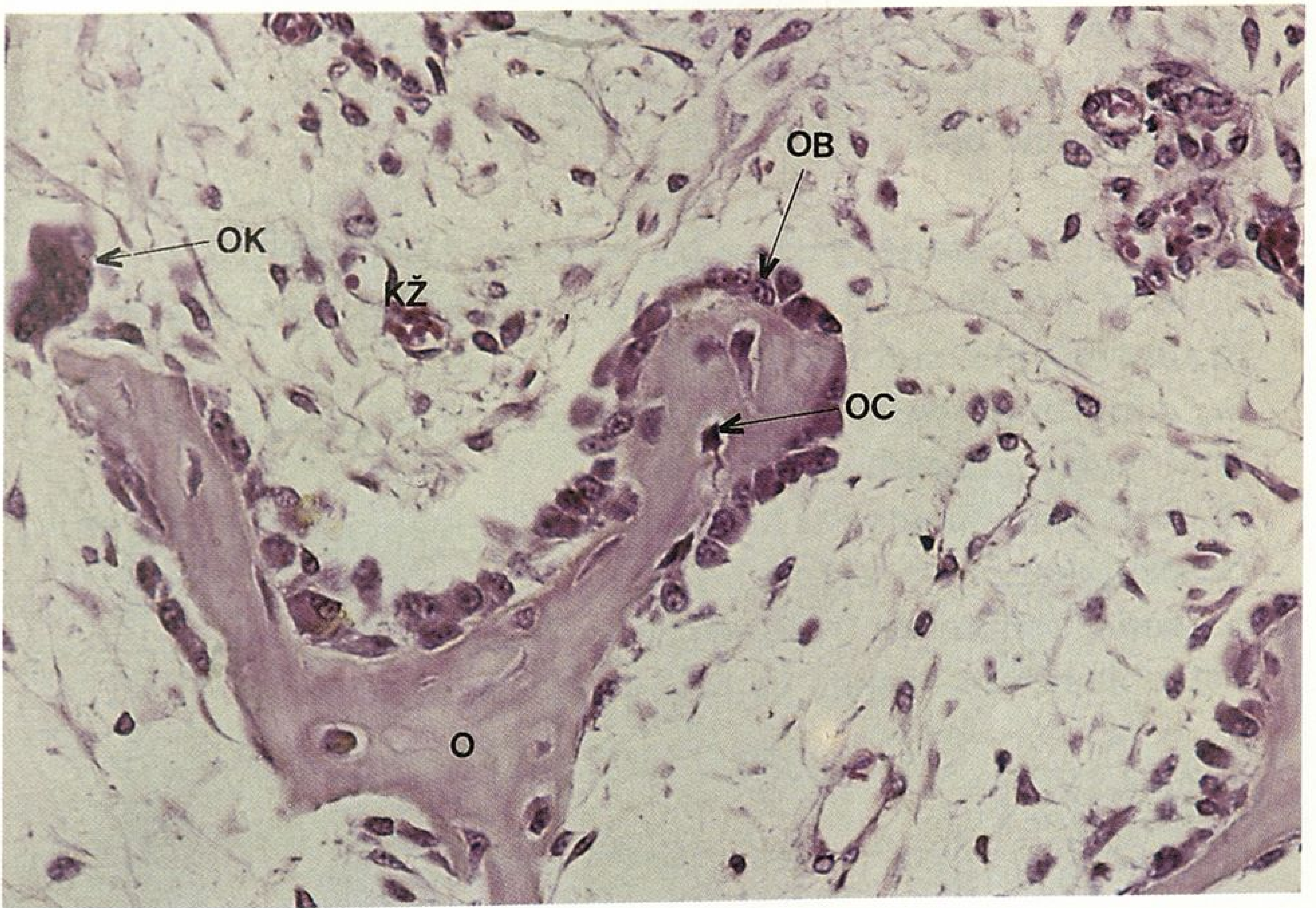
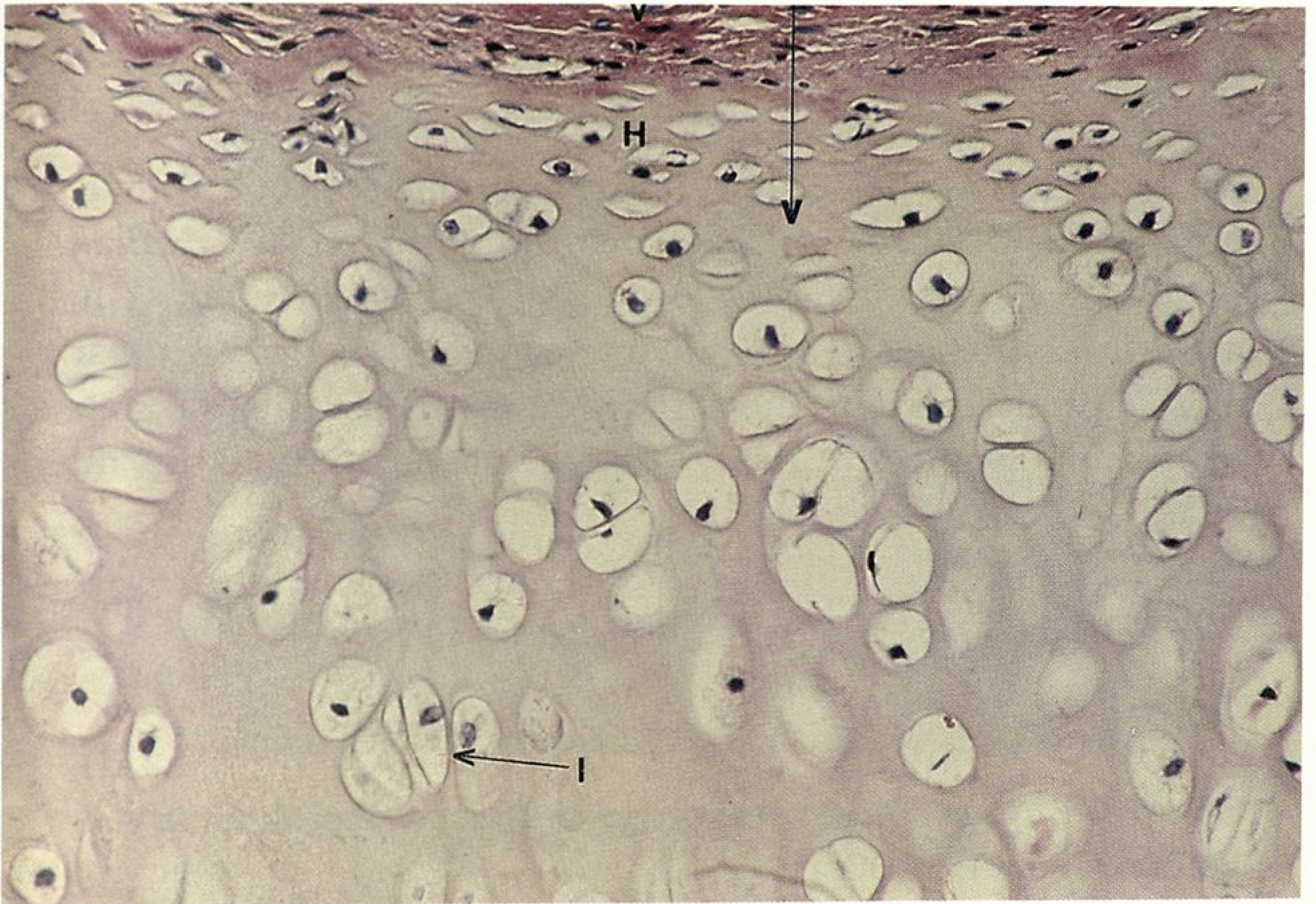


Slika 76. Grlo (laryngs) psa. Opornine: hrustančno tkivo. Hematoksilin in eozin; x200.

Apozicijska in intersticijska rast hialinega hrustanca. Na površini hrustanca je vezivna plast perihondrija iz kolagenih vlaken in vezivnih celic (V). V celični plasti so mlade hrustančne celice (hondroblasti-H), ki so se diferencirale iz vezivnih. S puščico je označena smer diferenciacije celic in rasti hrustanca. V osrednjem delu preparata so izogene skupine hrustančnih celic (I), ki so nastale z mitotično delitvijo hondroblastov.

Slika 77. Spodnječeljustnična zrast (symphysis mandibulae). Opornine: kostno tkivo. Hematoksilin in eozin; x200.

Primarna (direktna) osifikacija. Kostna trabekula je obdana z mezenhimom, v katerem so številne krvne žile (KŽ). Na površini kostne trabekule so v vrsti razporejeni osteoblasti (OB), ki izločajo osteoid (O). V osteoidu so osteociti (OC). Ti se nahajajo v lakunah. Ob kostni trabekuli je večjedrni osteoklast (OK), ki sodeluje pri preoblikovanju nastajajočega kostnega tkiva.



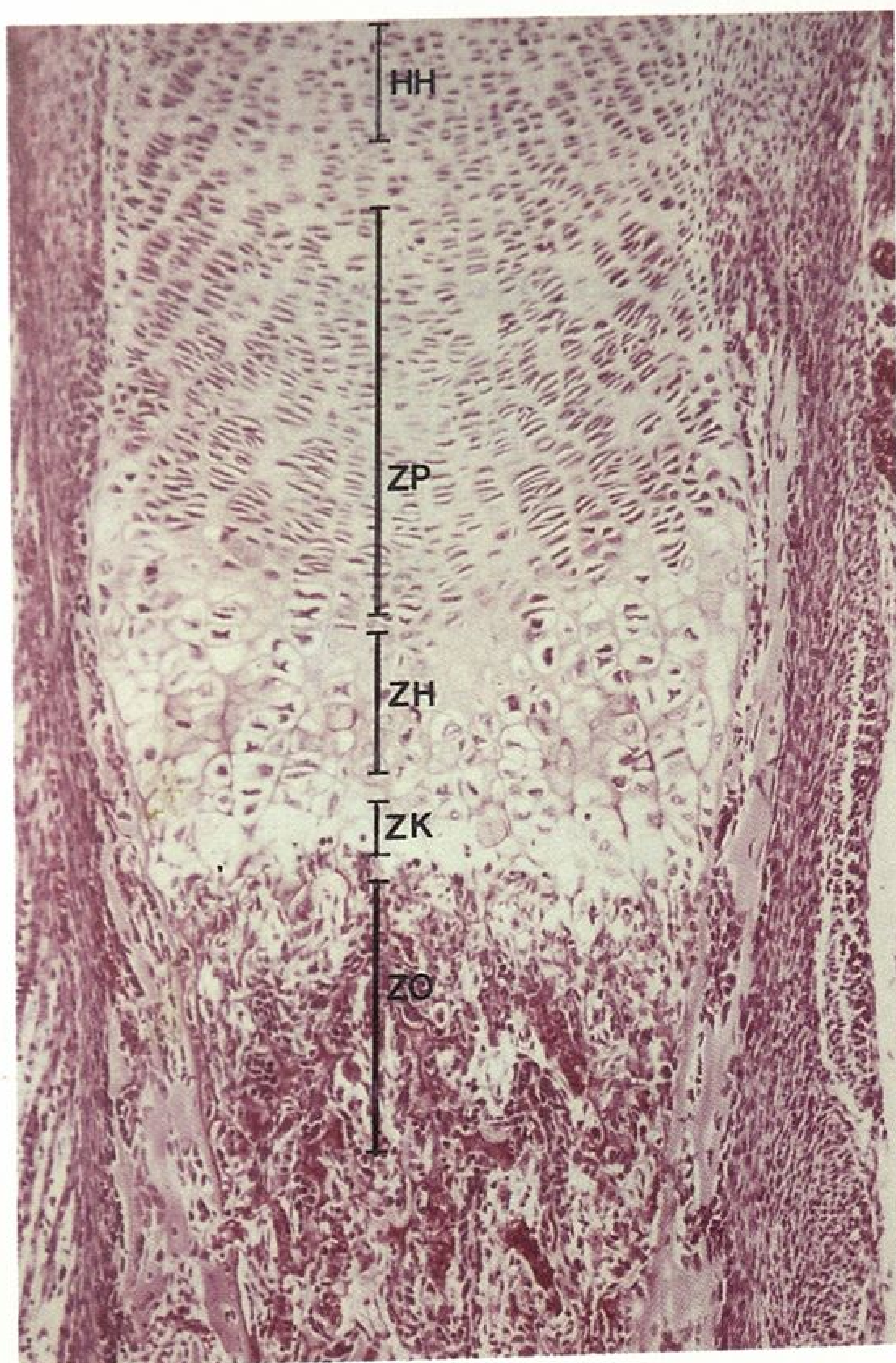
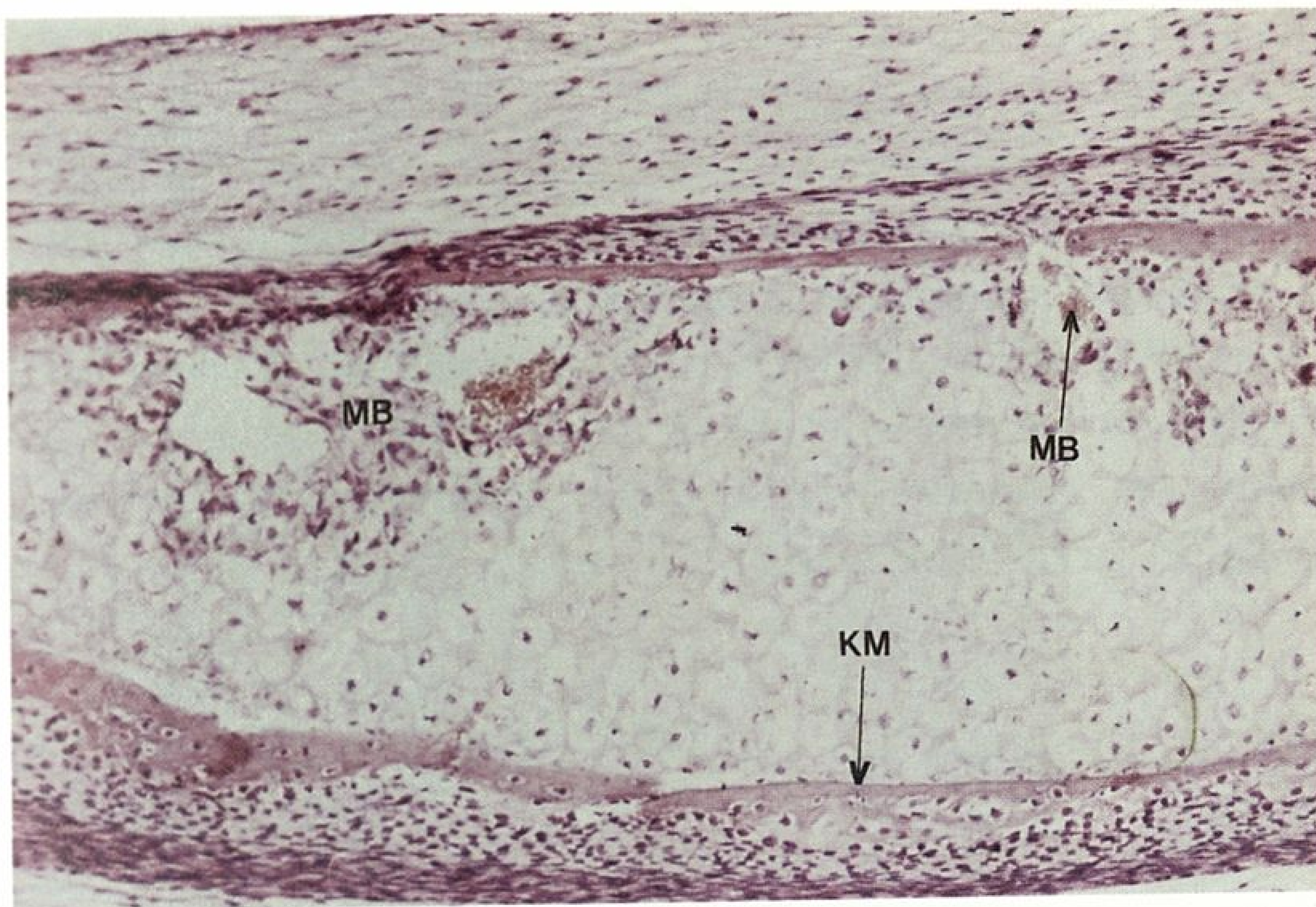
Slika 78. Rebro (costa) plodu. Opornine: kostno tkivo. Hematoksilin in eozin; x100.

Perihondralna osifikacija. Diafiza bodoče kosti je iz nabreklih, mestoma že propadlih hrustančnih celic. Diafizo pokriva kostna manšeta (KM) iz osteoida. Iz mezenhimalnega tkiva ob kostni manšeti je v notranjost diafize prodrl mezenhimalni brstič (MB). Na ta način se v hrustančnem modelu kosti oblikuje primarni osifikacijski center.

Slika 79. Noga plodu. Opornine: kostno tkivo. Hematoksilin in eozin; x100.

Enhondralna osifikacija. Rastni hrustanec se nahaja na meji med epifizo in diafizo podolgovate kosti. V smeri od epifize proti diafizi si sledijo naslednja področja enhondralne osifikacije:

1. hialini hrustanec epifize podolgovate kosti (HH);
2. zona proliferacije - hrustančne celice se razmnožujejo in razvrščajo v stebričke (ZP);
3. zona hipertrofije - hrustančne celice nabrekajo in postopoma propadajo (ZH);
4. zona kalcifikacije - hrustančevina poapni, hrustančne celice dokončno propadejo (ZK);
5. zona osifikacije - resorpcija poapnele hrustančevine; osteoblasti proizvajajo osteoid (ZO).



hial

prolifera

hipertrofi

kalifikacija

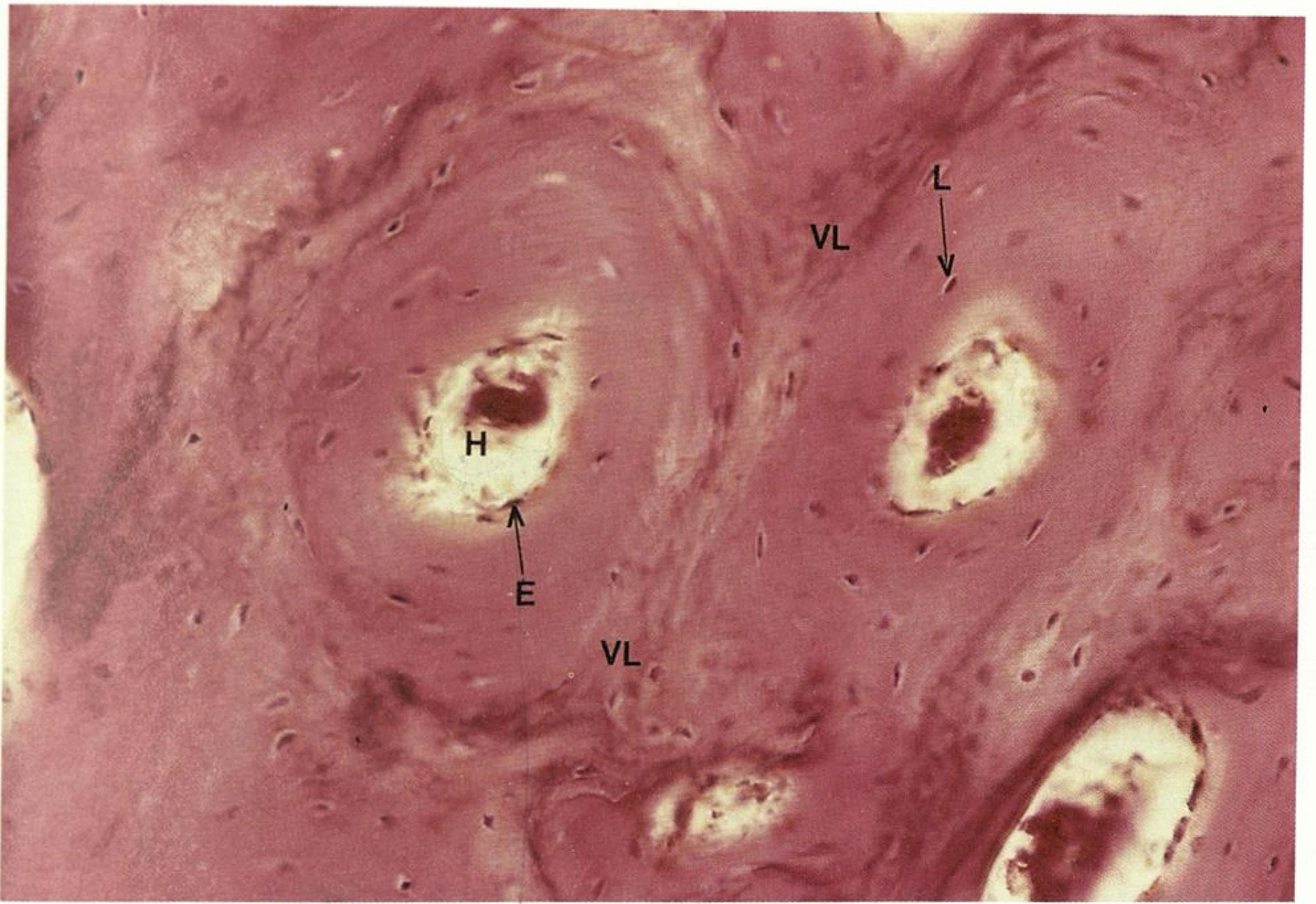
ovulacija

Slika 80. Dekalcinirana kost. Opornine: Scelna kostnina. Hematoksilin in eozin; x100.

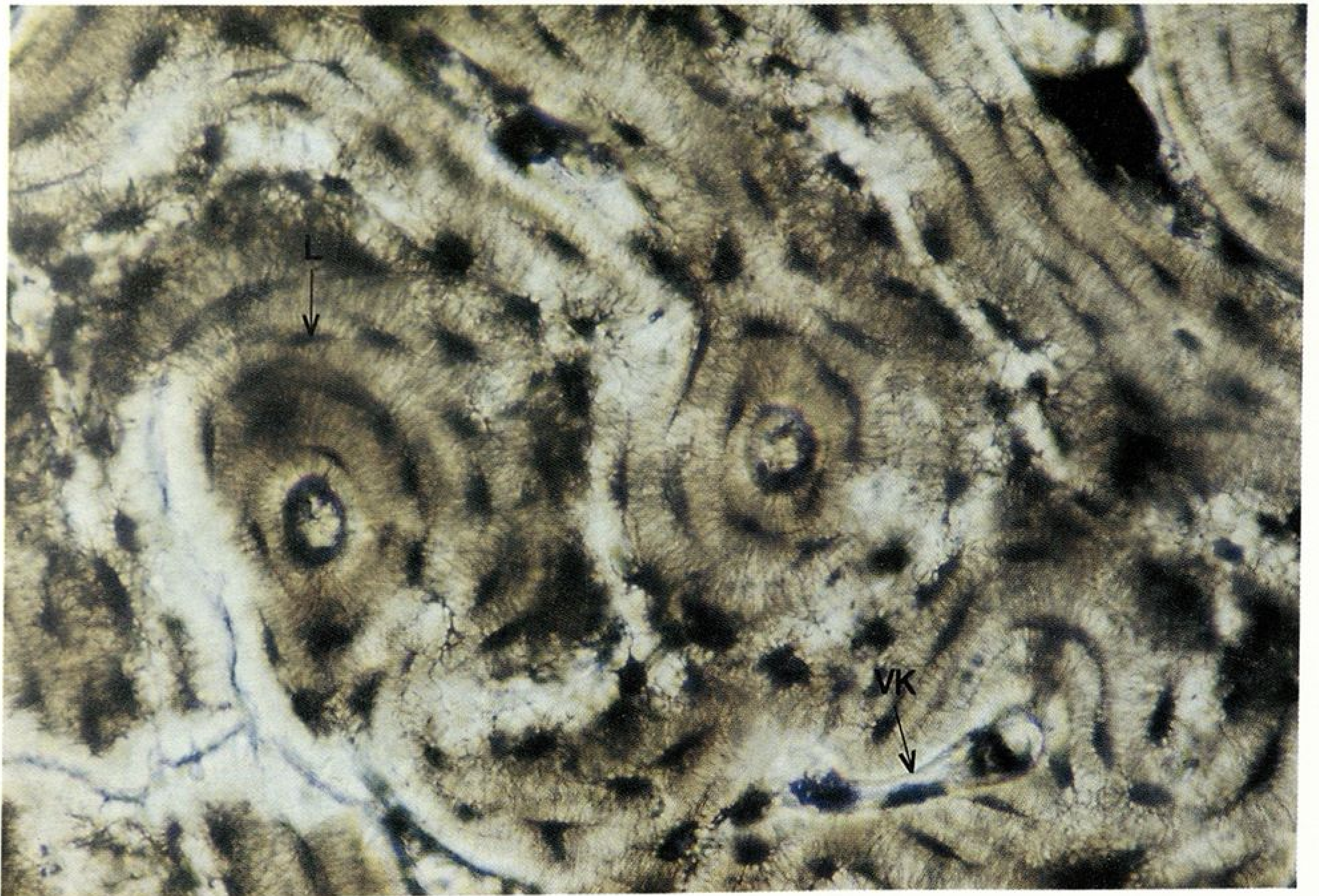
V sredini osteona je žilni kanal ali Haversov kanal (H), ki ga odevajo sploščene osteogene celice. Te oblikujejo endost (E). Okoli Haversovega kanala so koncentrično razporejene kostne lamele in lakune (L) z osteociti. Med osteoni so vmesne lamele (VL). V sredini Haversovega kanala so krvni elementi.

Slika 81. Kostni zbrusek. Opornine: Scelna kostnina. x200.

Osteoni so iz koncentrično razporejenih kostnih lamel in lakun (L). Tanki kanalčki, ki povezujejo lakune, so kanalikuli. V desnem spodnjem delu slike je viden Volkmannov kanal (VK).



osteozyne celic



Slika 82. Krvne celice v periferni krvi pri psu. Giemsa, Hematoksilin in eozin; x1000.

Eritrociti (E) so okrogli brez jeder. Zaradi bikonkavne oblike zasvetli sredina ali rob eritrocita. Giemsa.

Limfociti (L) imajo okroglo temno jedro in ozek pas svetlo modre citoplazme. Giemsa.

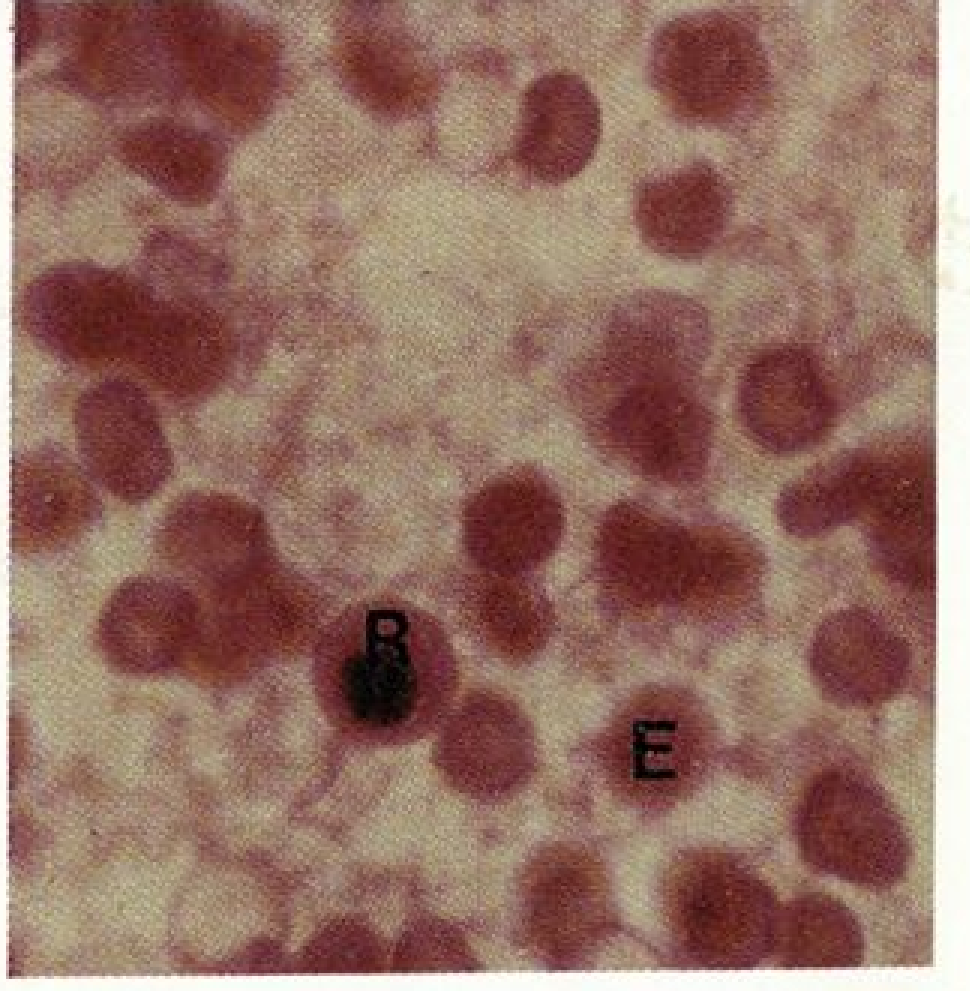
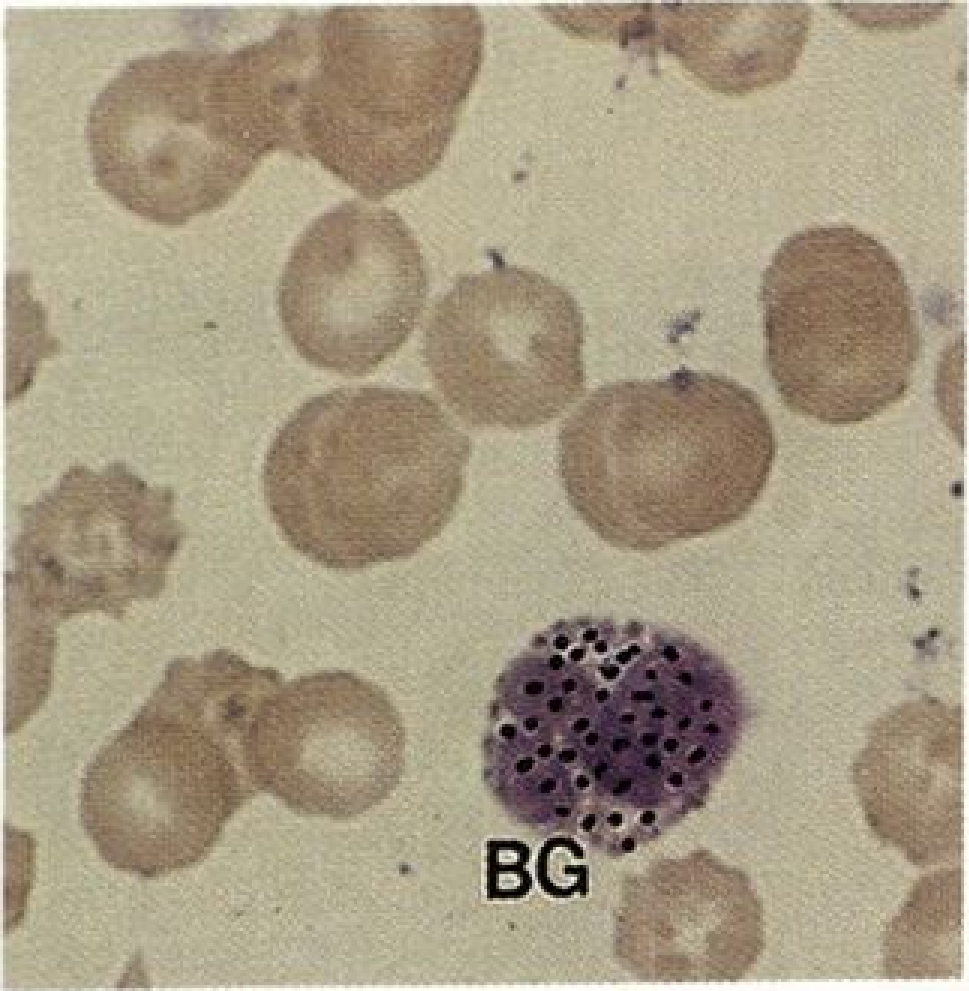
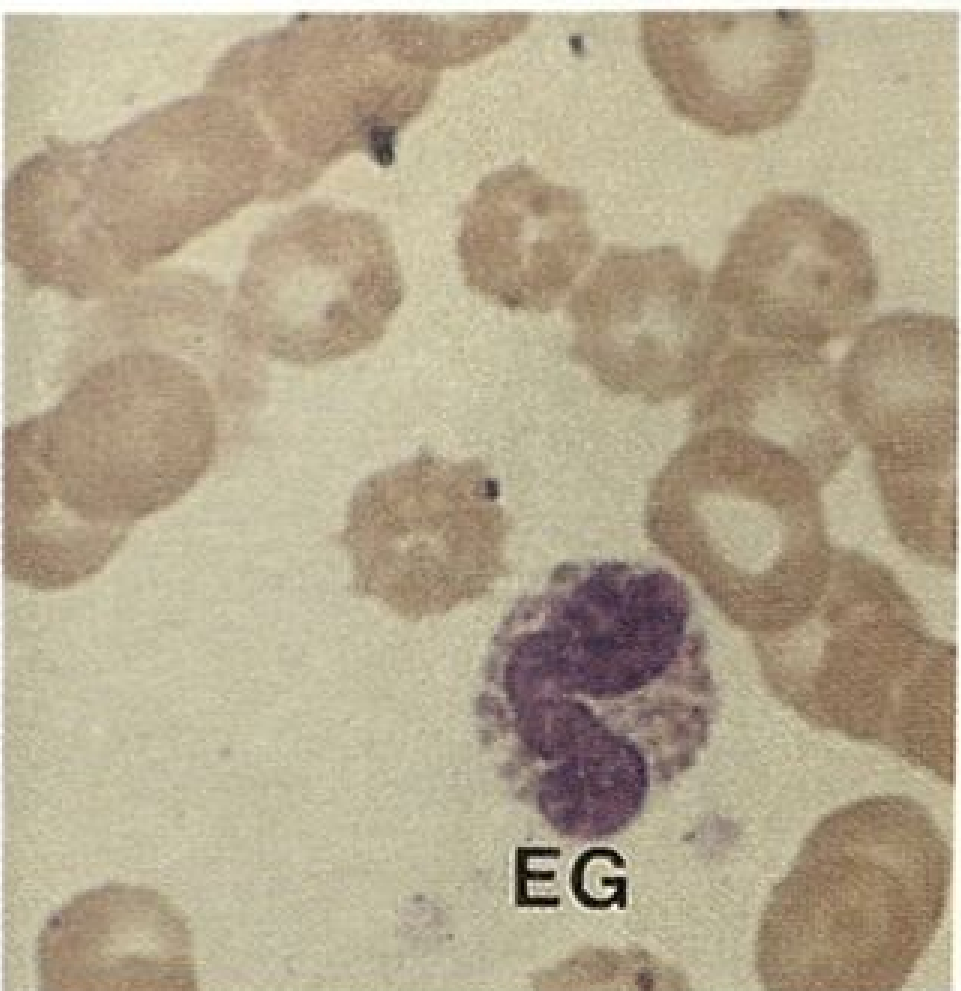
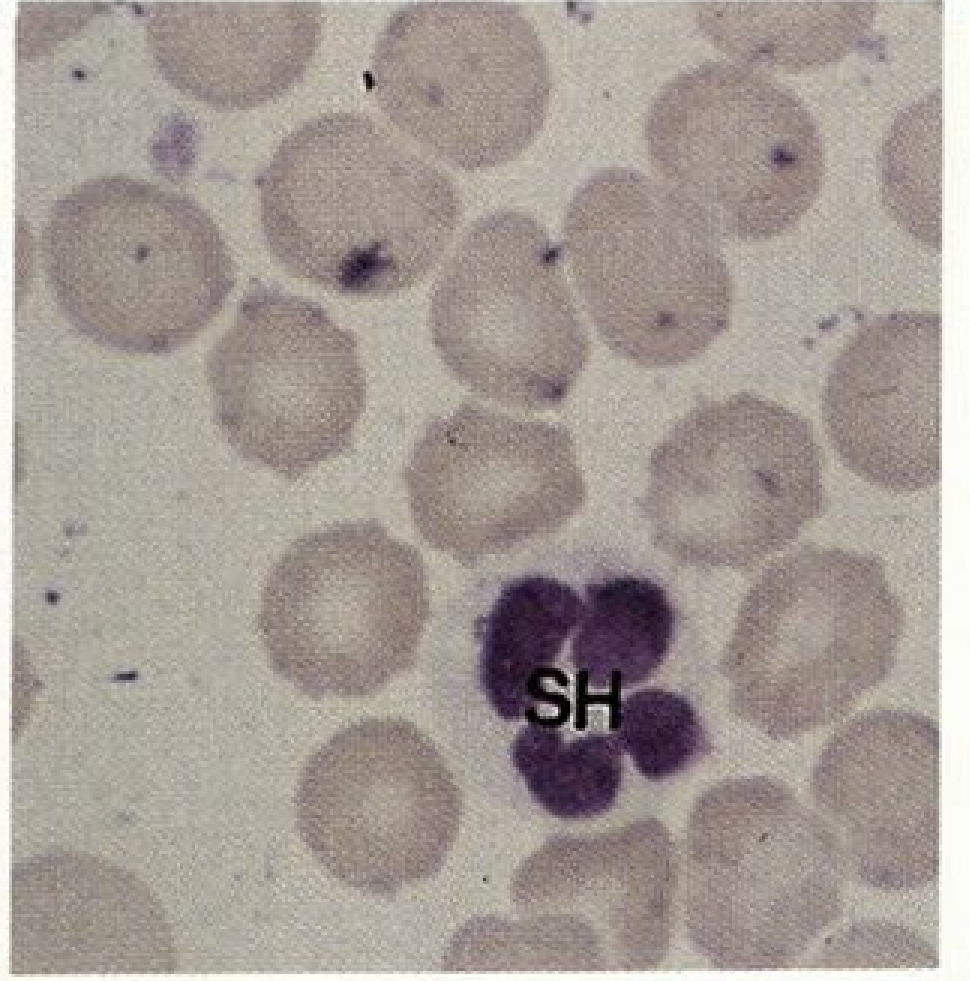
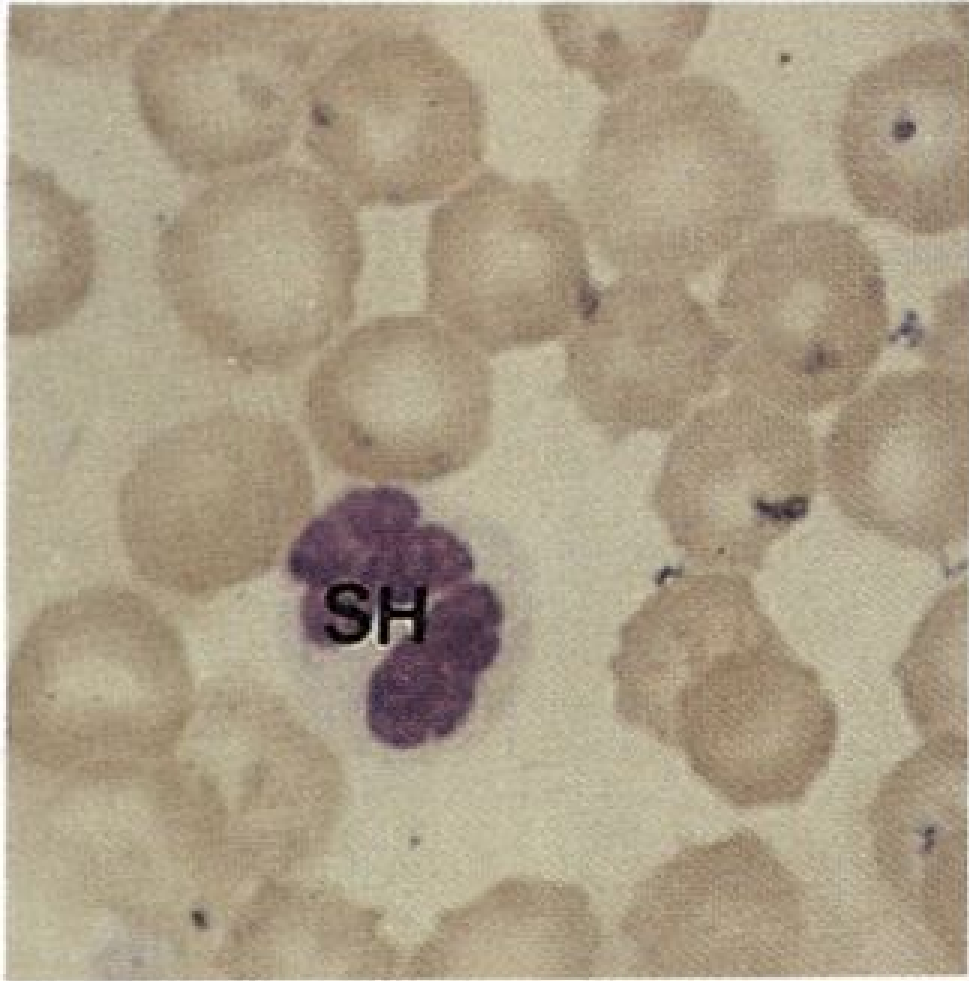
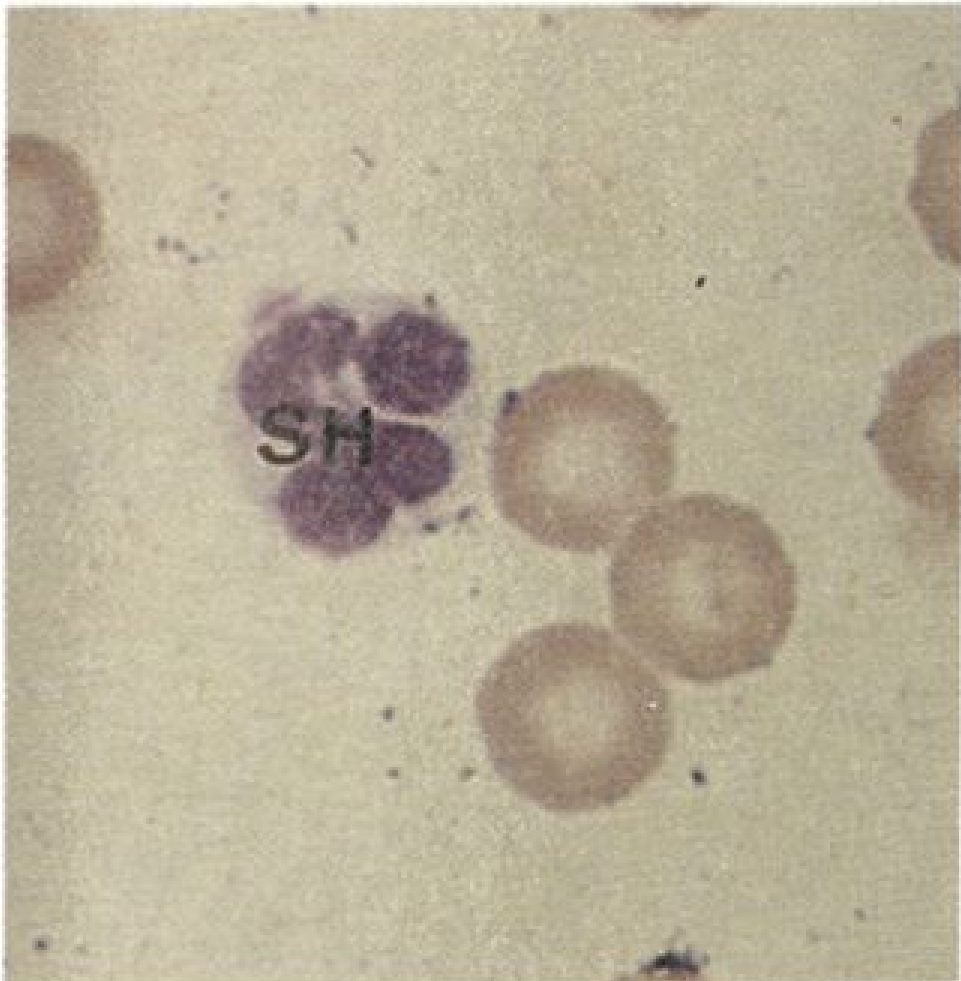
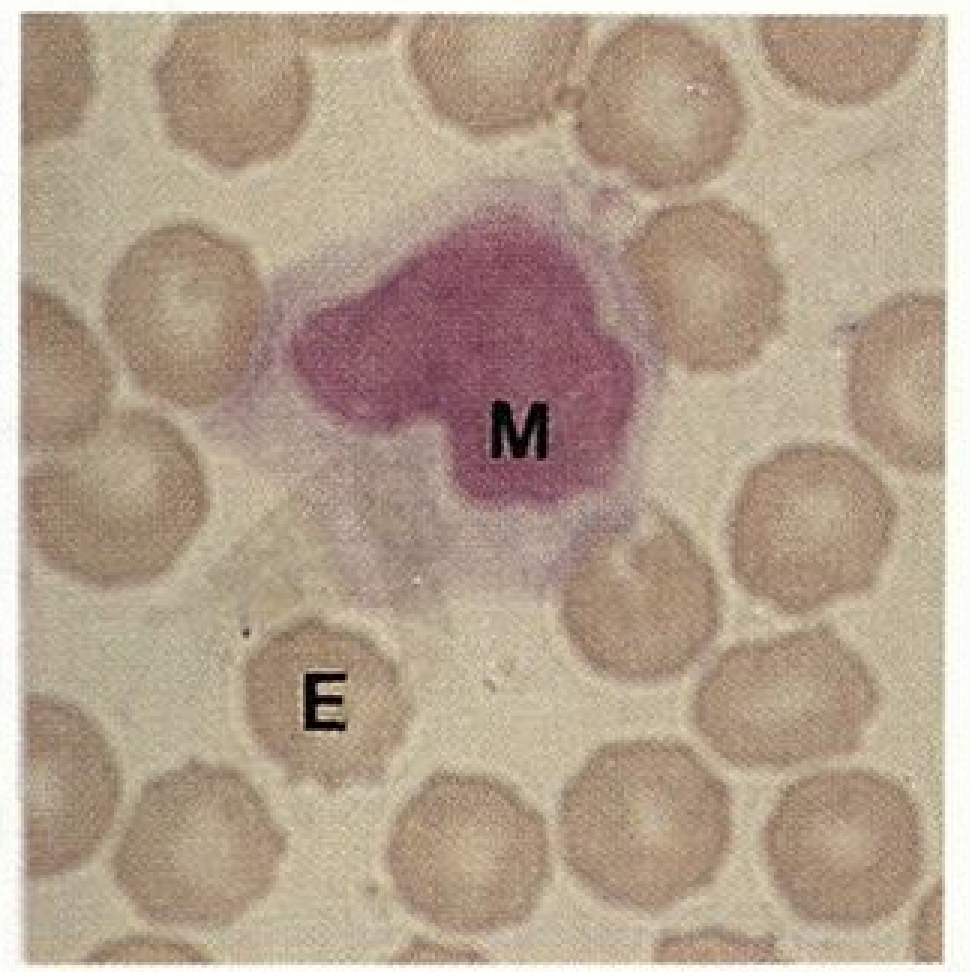
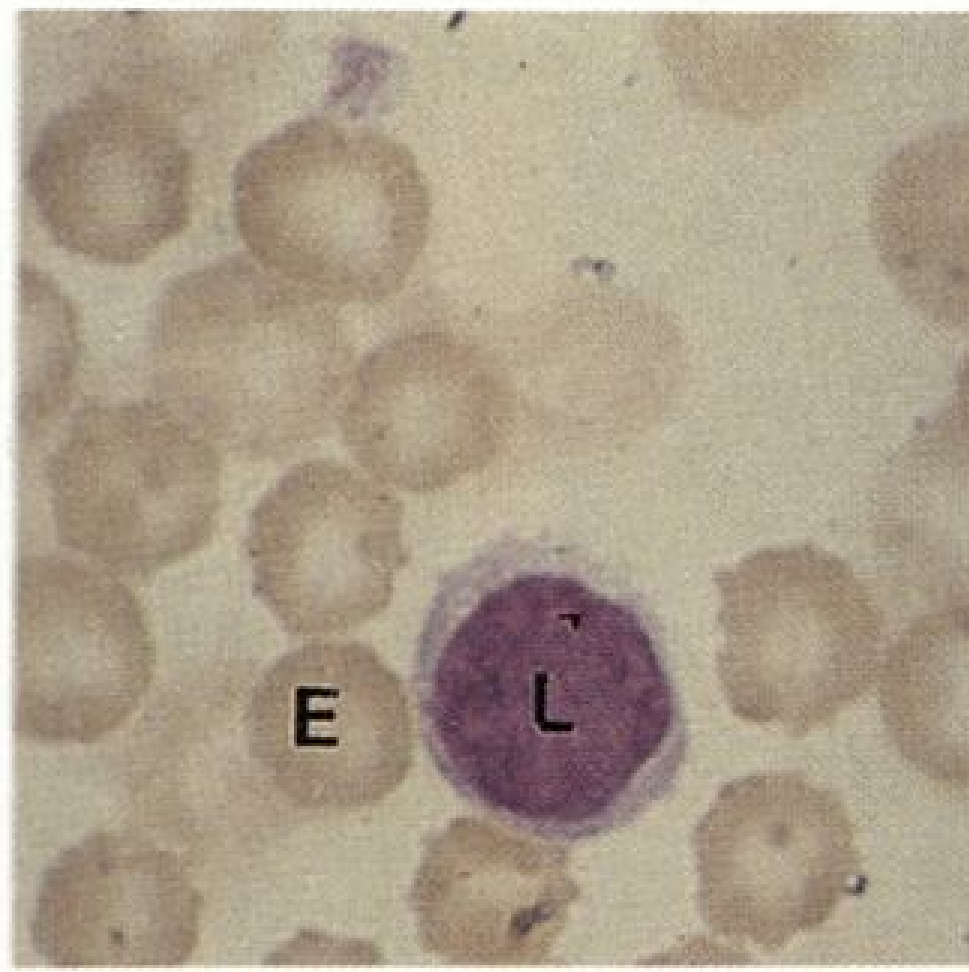
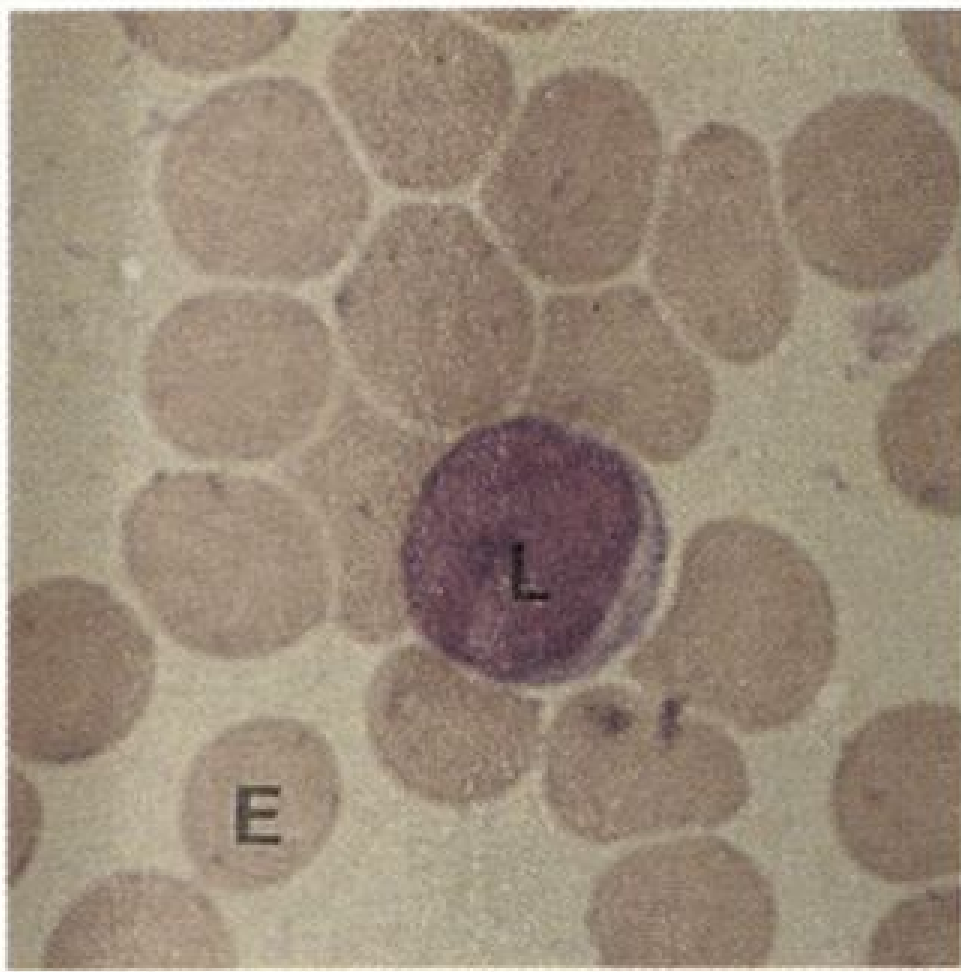
Monociti (M) imajo ovalno ali ledvičasto jedro; citoplazma pa je rahlo bazofilno obarvana. Giemsa.

Segmentirani heterofilci (SH) imajo jedro iz več segmentov, ki jih povezujejo kromatinske nitke. Giemsa.

Eozinofilni granulociti (EG) imajo običajno očalasto jedro; v citoplazmi so eozinofilne granule različne velikosti. Giemsa.

Bazofilni granulociti (BG) imajo slabo segmentirano jedro. V citoplazmi so bazofilne granule. Velikost in število granul s tem pa tudi intenzivnost barvanja je spremenljiva. Giemsa.

Citoplazma retikulocita (R) je intenzivno obarvana zaradi prisotnosti večjega števila ribosomov. Vidni so ostanki bazofilne mreže. Hematoksilin in eozin.



Slika 83. Krvni razmaz človeka, Giemsa, x1000.

Eritrociti (E) (sl.83A)

Monocit (M) (sl.83A, 83B)

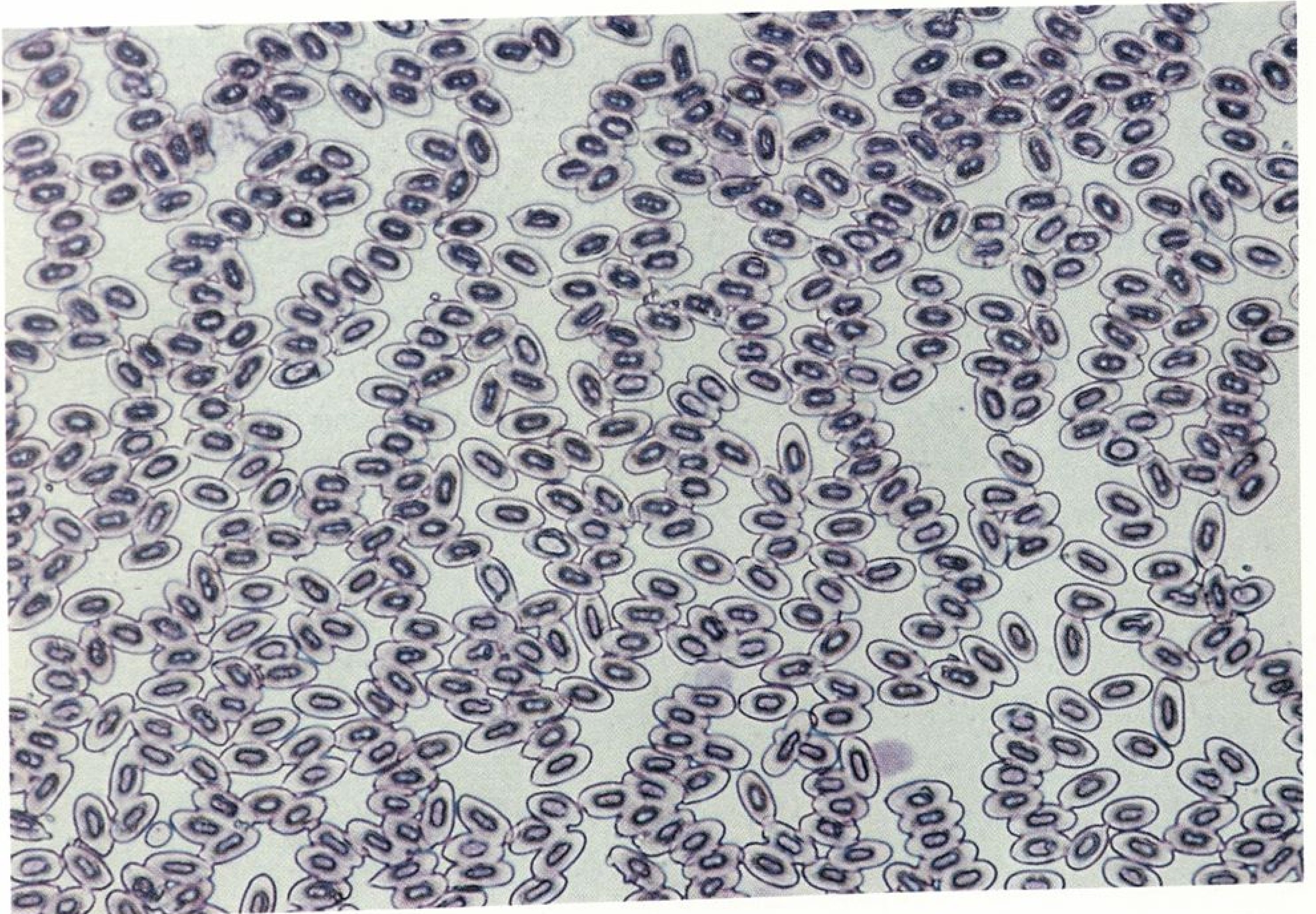
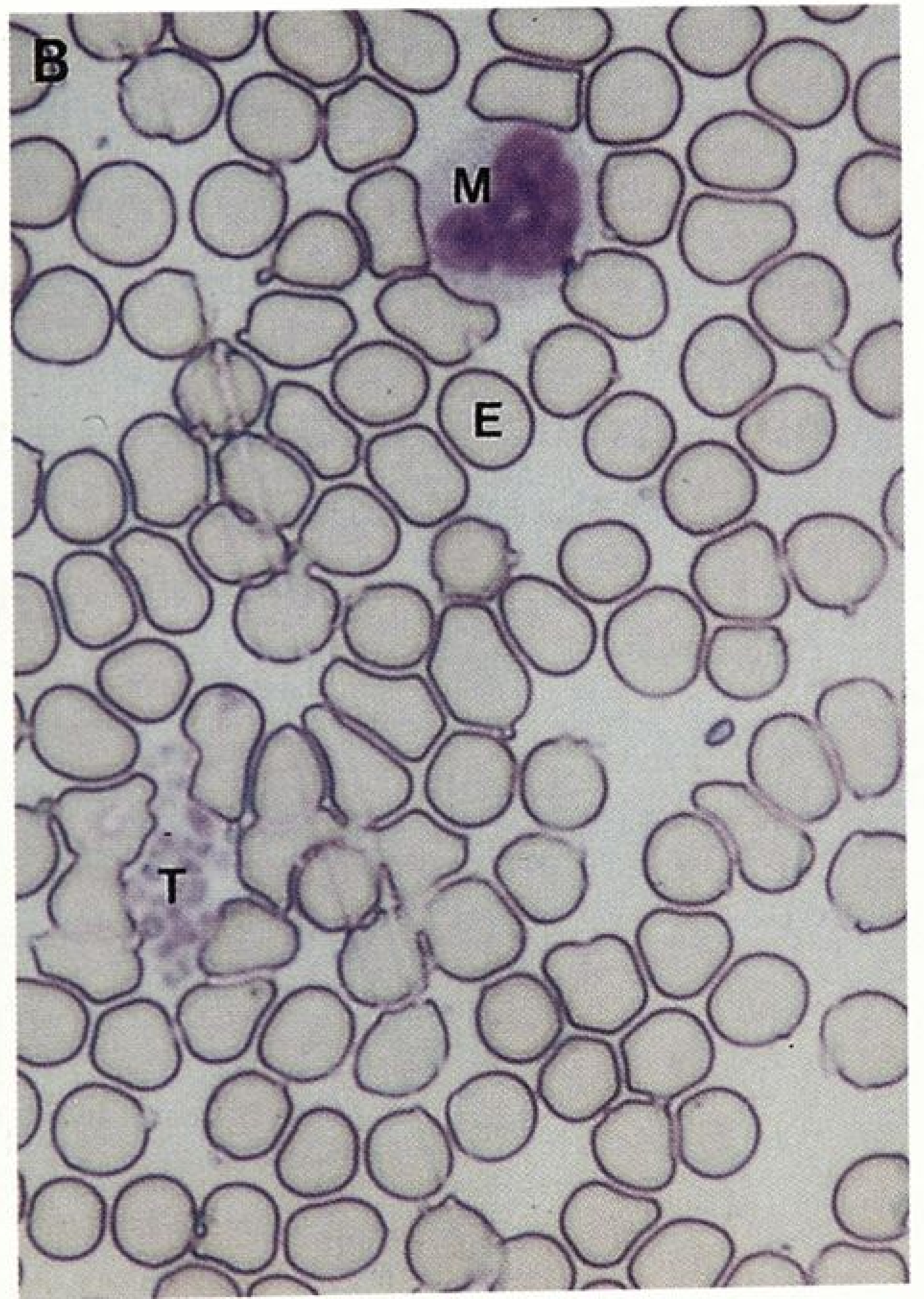
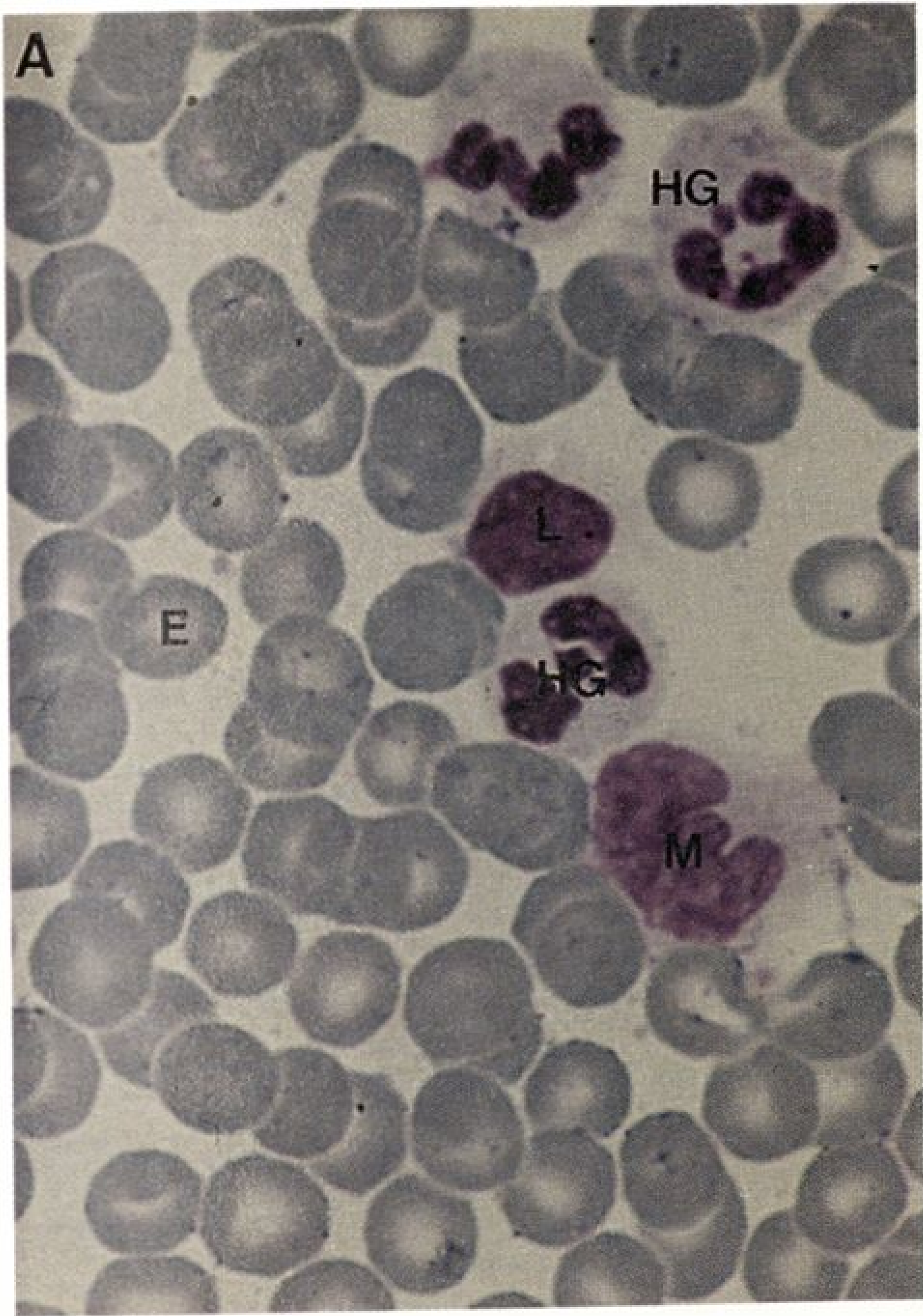
Limfocit (L) (sl.83A)

Heterofilni granulociti (HG) (sl.83A)

Trombociti (T) (sl. 83B).

Slika 84. Krvni razmaz perutnine. Giemsa; x800.

Eritrociti pri perutnini so ovalne oblike. Jedro je ovalno, citoplazma je rahlo acidofilna.

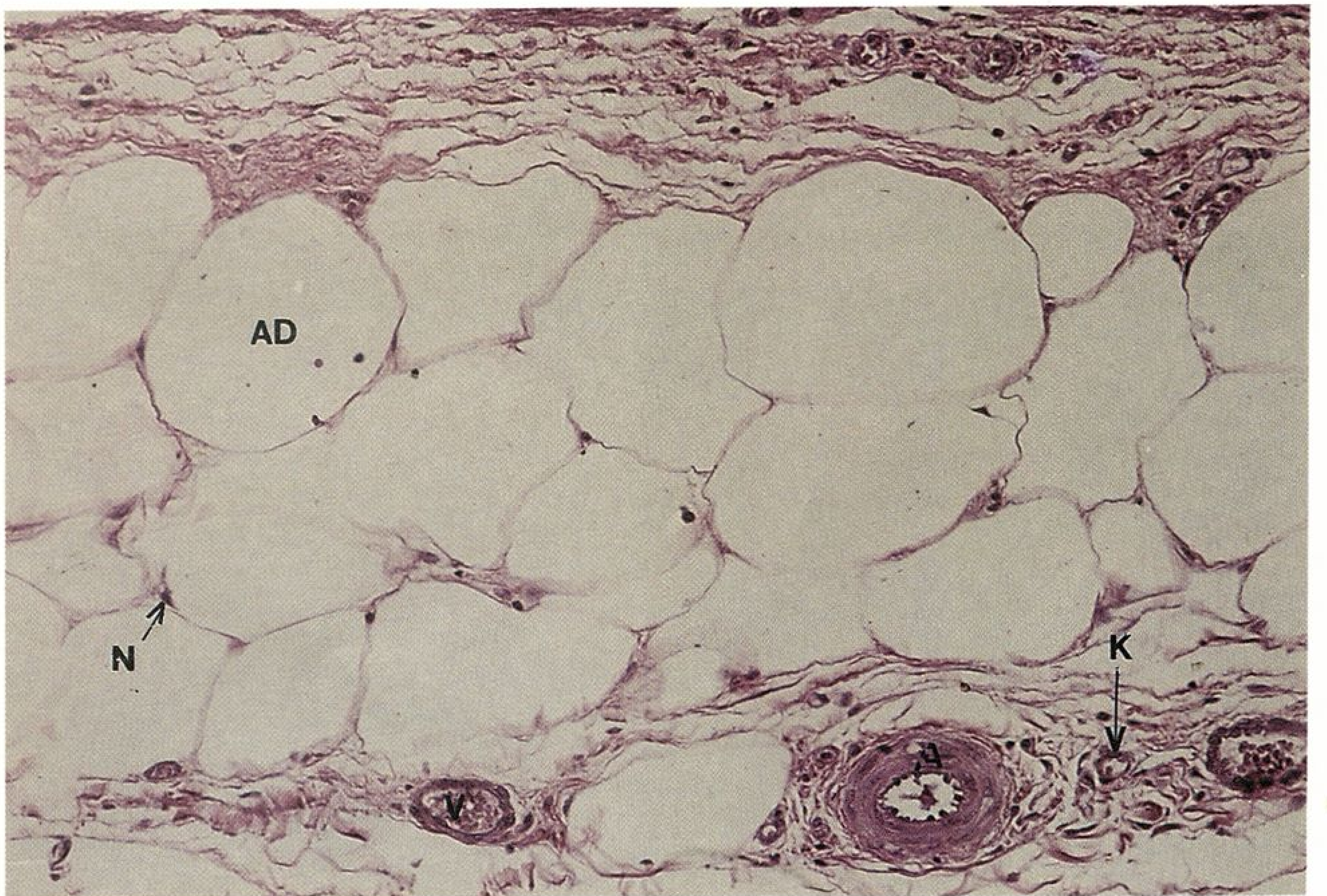
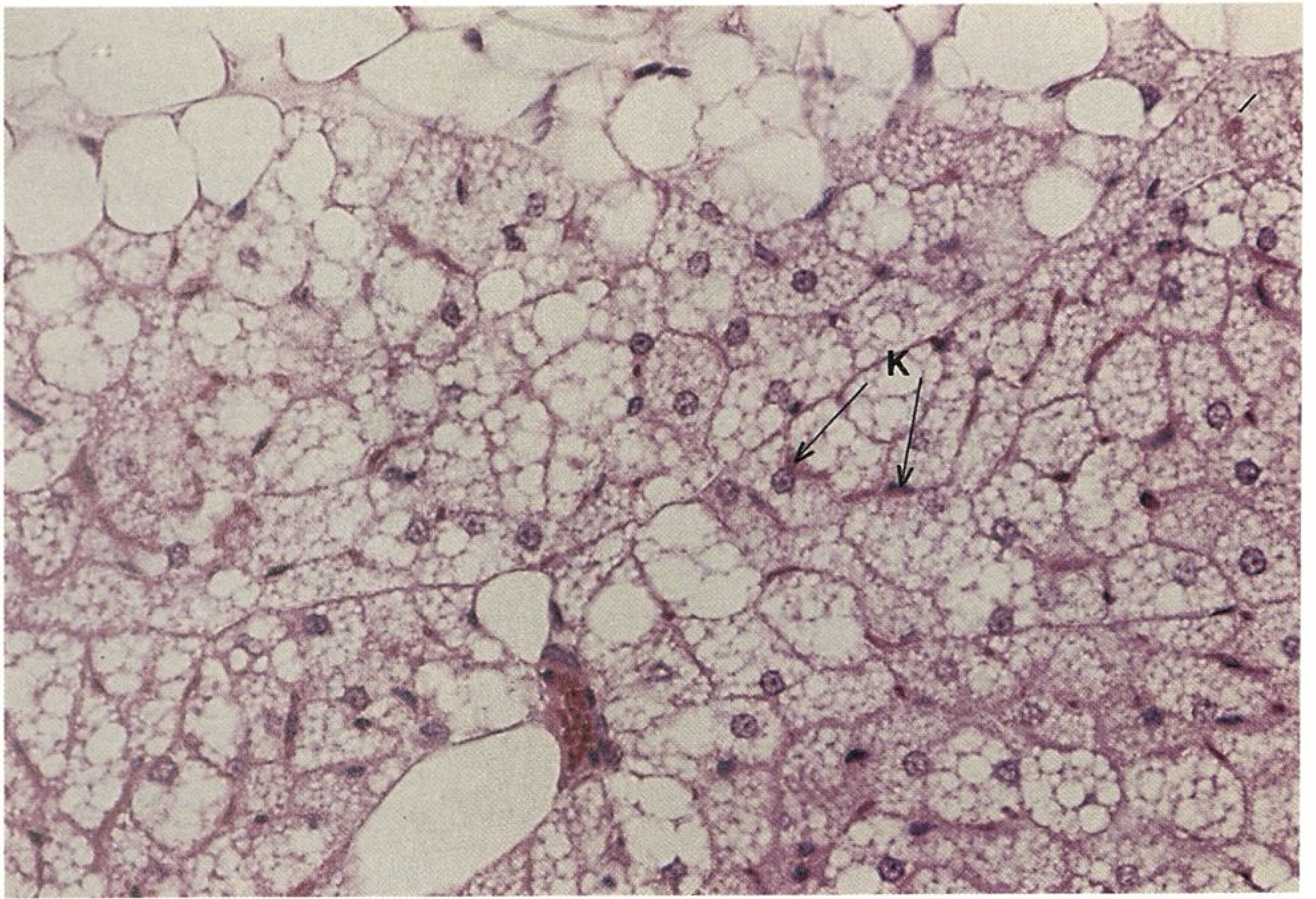


Slika 85. Plod podgane. Tolščno tkivo: rjava tolšča. Hematoksilin in eozin; x200.

Maščobne celice plurivakuolarne tolšče so poligonalne oblike s centralno položenim okroglim jedrom. V citoplazmi so številne drobne maščobne kapljice. V zgornjem delu slike se lipidne kapljice zlivajo v večje. Gre za prehod iz plurivakuolarne (rjave) v univakuolarno (belo) tolščo. V rjavi tolšči je dobro razvita kapilarna mreža (K).

Slika 86. Hilus bezgavke (lymphonodulus) goveda. Tolščno tkivo: bela tolšča. Hematoksilin in eozin; x300.

Bela tolšča je iz velikih maščobnih celic (adipocitov - AD). V običajnih histoloških preparatih, ki so obdelani z organskimi topili, izpolnjuje celico po ena velika prazna vakuola. Maščobna kaplja je potisnila celično jedro (N) in citoplazmo neposredno ob celično membrano. V rahlem vezivu, ki obdaja belo tolščo, so nežna elastična vlakna, kapilare (K), venule (V) in arteriole (A).

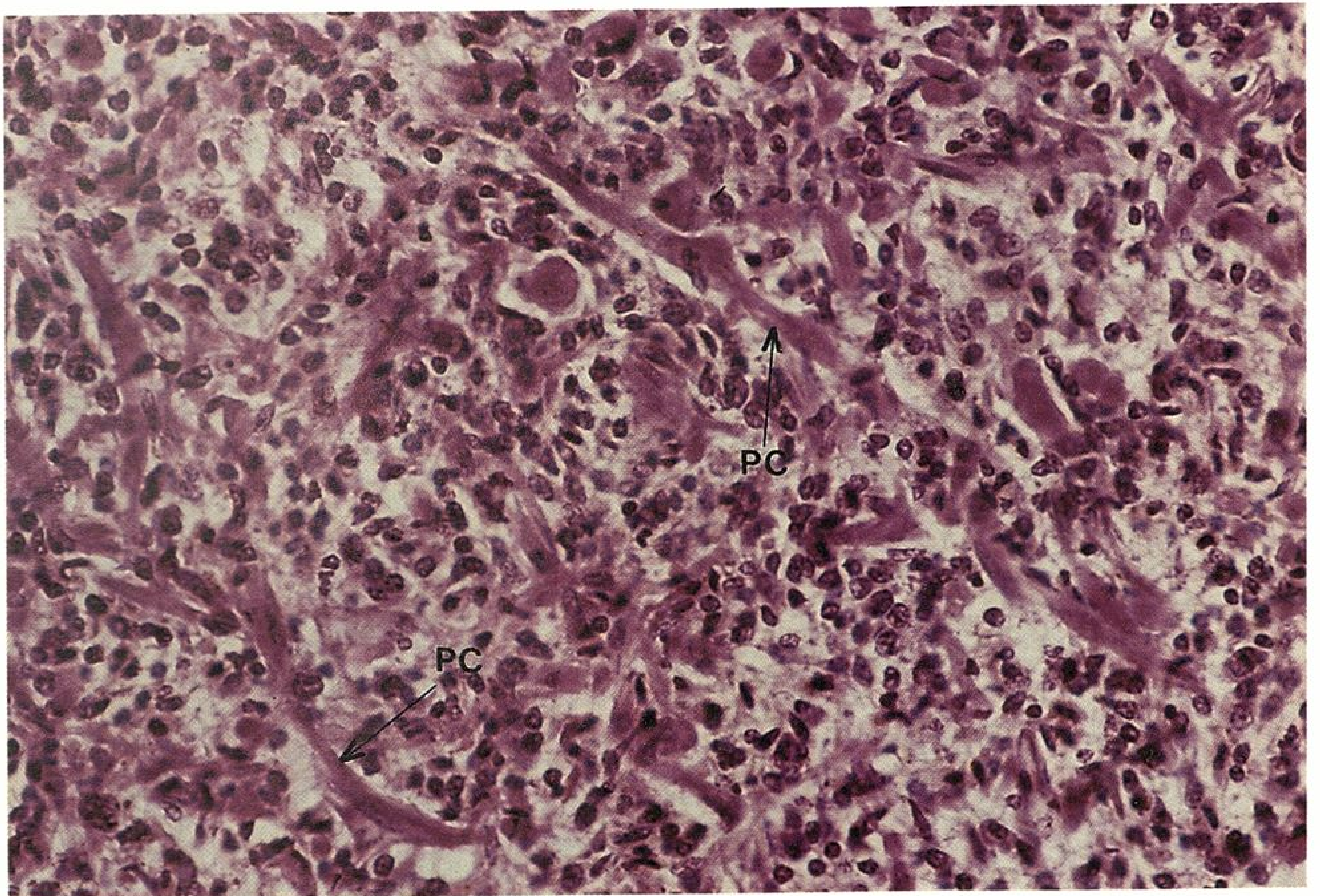
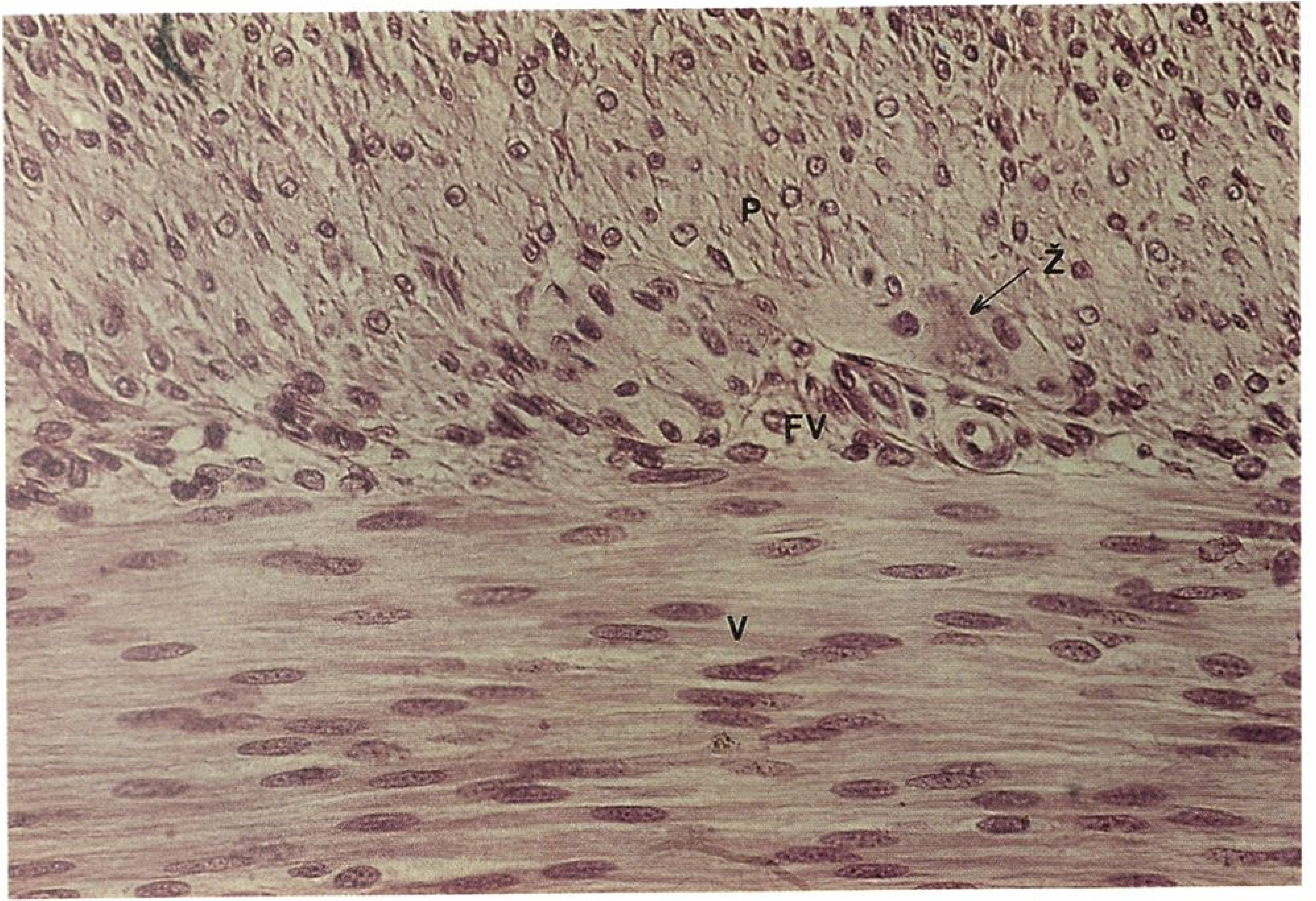


Slika 87. Dvanajstnik (duodenum) prašiča. Gladko mišično tkivo. HE; x300.

Mišična plast stene tankega in debelega črevesa je iz krožne in vzdolžne plasti gladkih mišičnih celic. Vmes je tanka plast rahlega fibrilarnega veziva (FV) z žilami in živčnimi celicami (Ž), ki pripadajo intramuralnemu živčnemu sistemu v prebavnem traktu. Vzdolžno prerezane gladke mišične celice (V) imajo ovalno do podolgovato jedro, kar je odvisno od stopnje kontrakcije. Pri prečno prerezanih mišičnih celicah (P) je jedro vidno le v celicah, ki so prerezane v osrednjem delu.

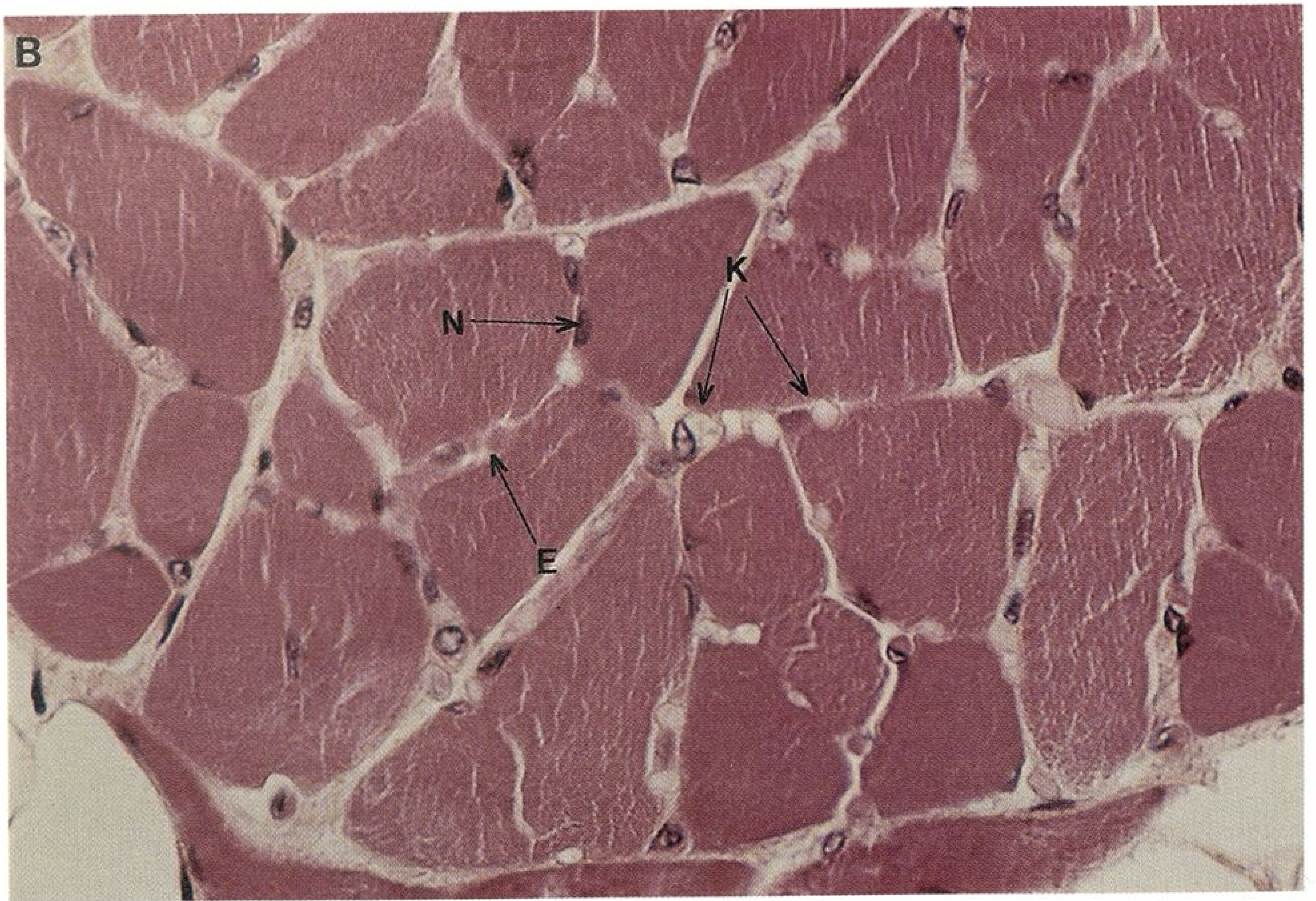
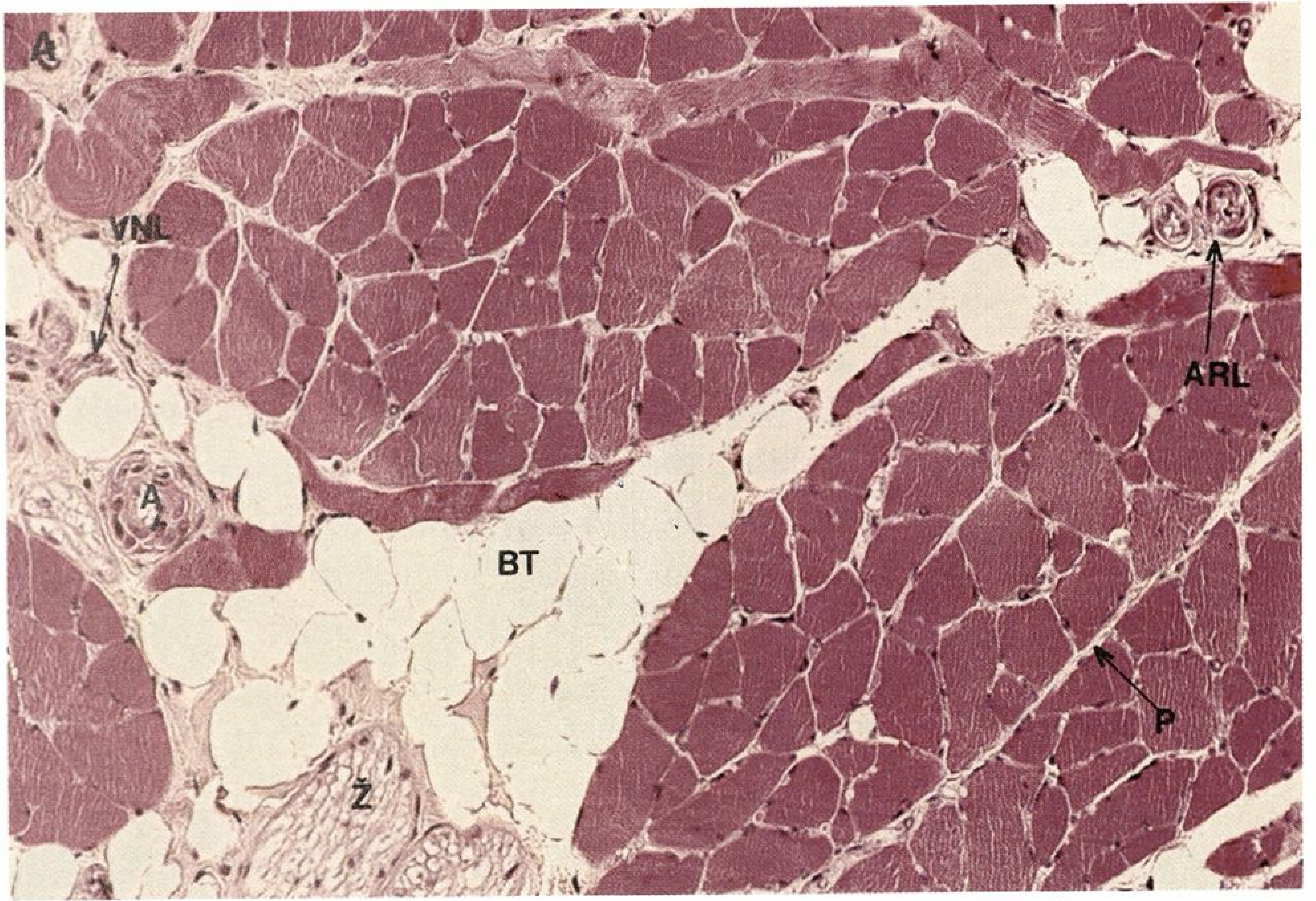
Slika 88. Vranica (lien) prašiča. Gladko mišično tkivo. Hematoksilin in eozin; x300.

V vranici se nahaja protoplazemski tip gladkih mišičnih celic (PC). Te so na koncih razcepljene in se povezujejo v tridimenzionalno mrežo.



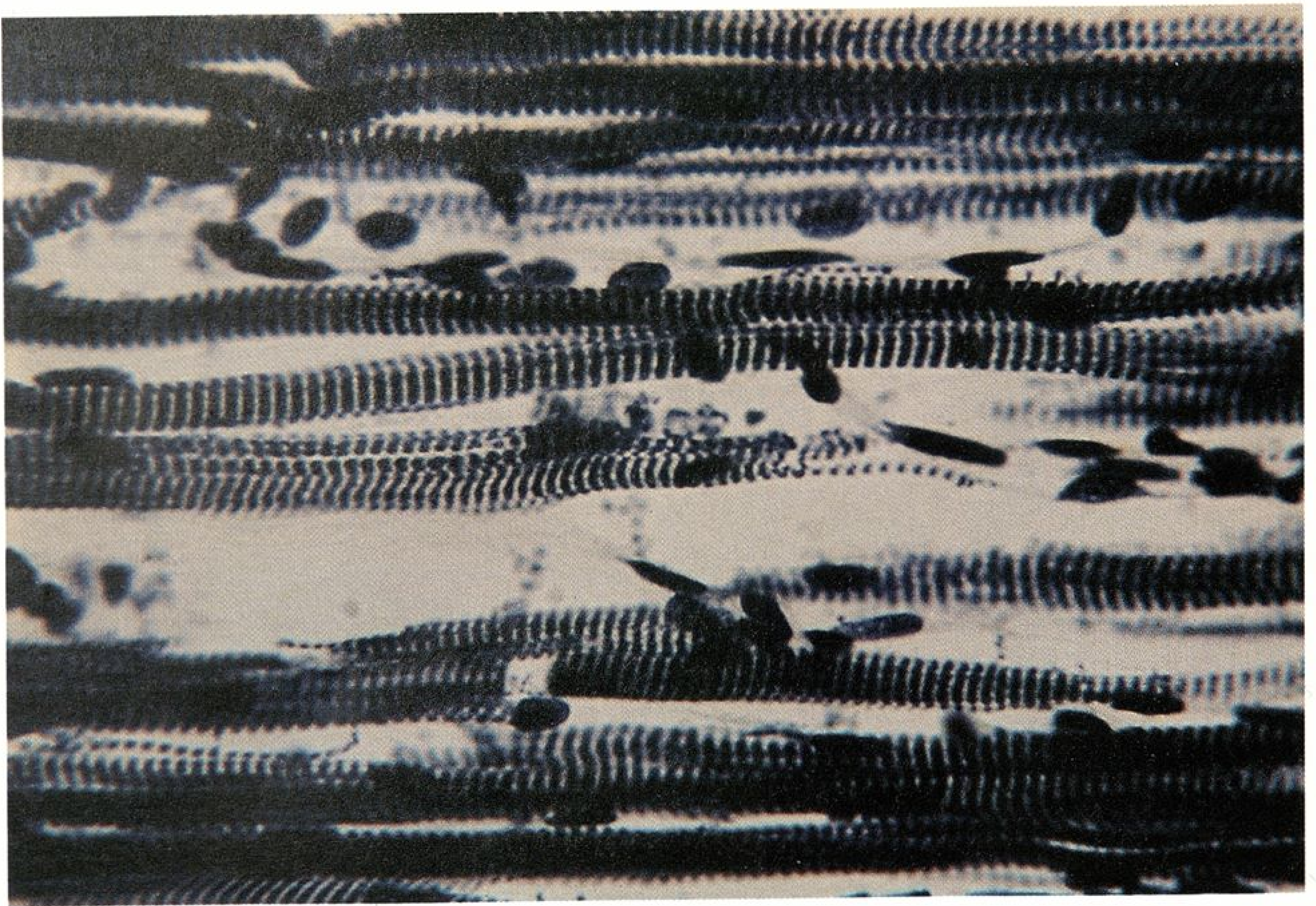
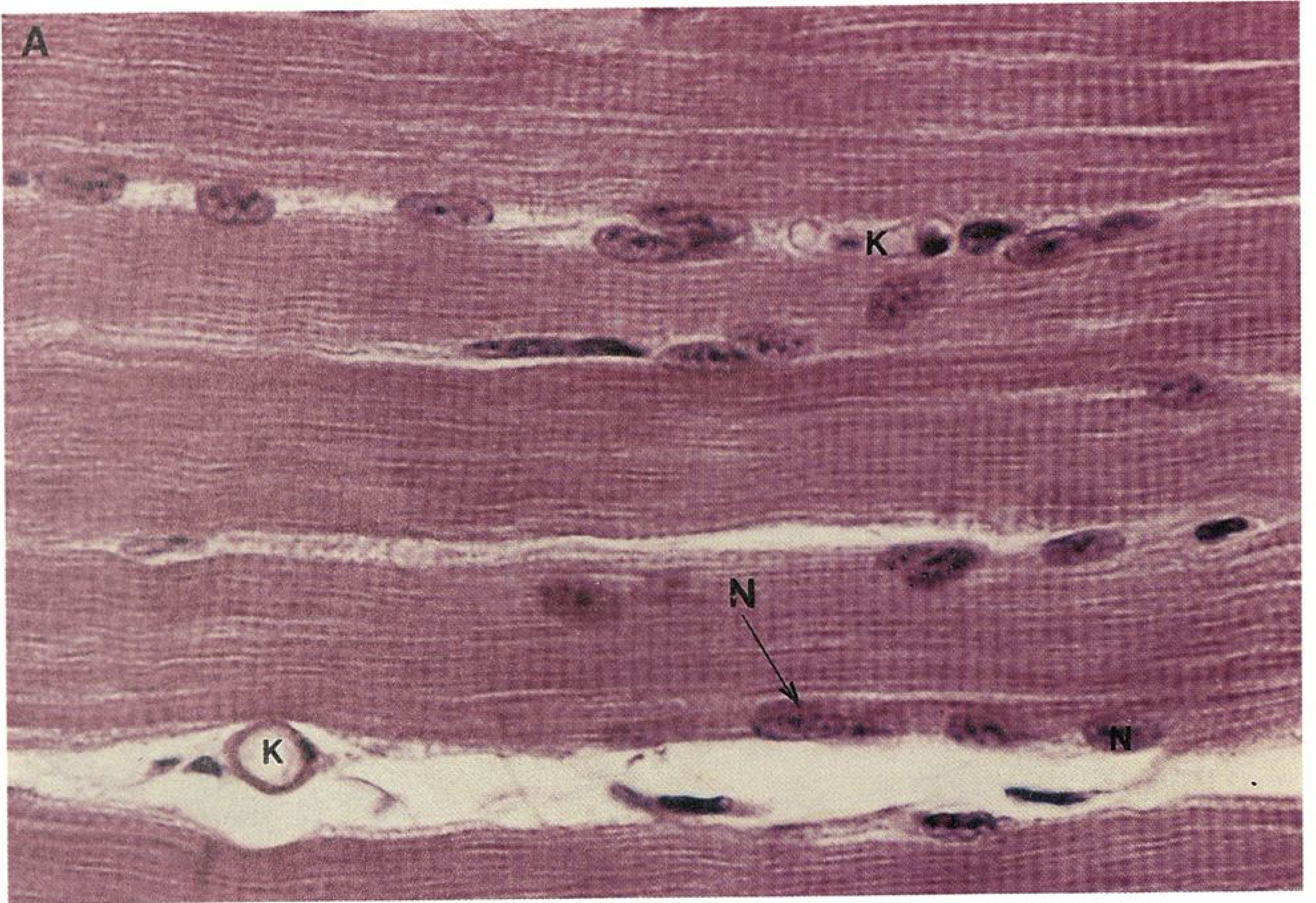
Slika 89. Jezik (lingua) psa. Prečno progasto mišično tkivo. Hematoksilin in eozin; x60 (A), x400 (B).

Prečno prerezana skeletna mišična vlakna. Mišična vlakna so organizirana v funkcionalne enote, tj. mišične snope različne velikosti. Snope mišičnih vlaken razmejuje nekoliko močnejši vezivni perimizij (P, sl. A). Posamezno mišično vlakno je obdano s tanko vezivno ovojnico - endomizijem (E, sl. B). Otoček mišičnega tkiva je obdan z belo tolščo (BT), v kateri so vidni živci (Ž) ter različne žile (mišična arterija - A, arteriola - ARL, venula - VNL, sl. A). Jedra skeletnih mišičnih vlaken (N) so neposredno pod sarkolemo. Po endomiziju poteka nežna kapilarna mreža, ki oskrbuje s krvjo vsako posamezno mišično vlakno (kapilare - K, sl. B).



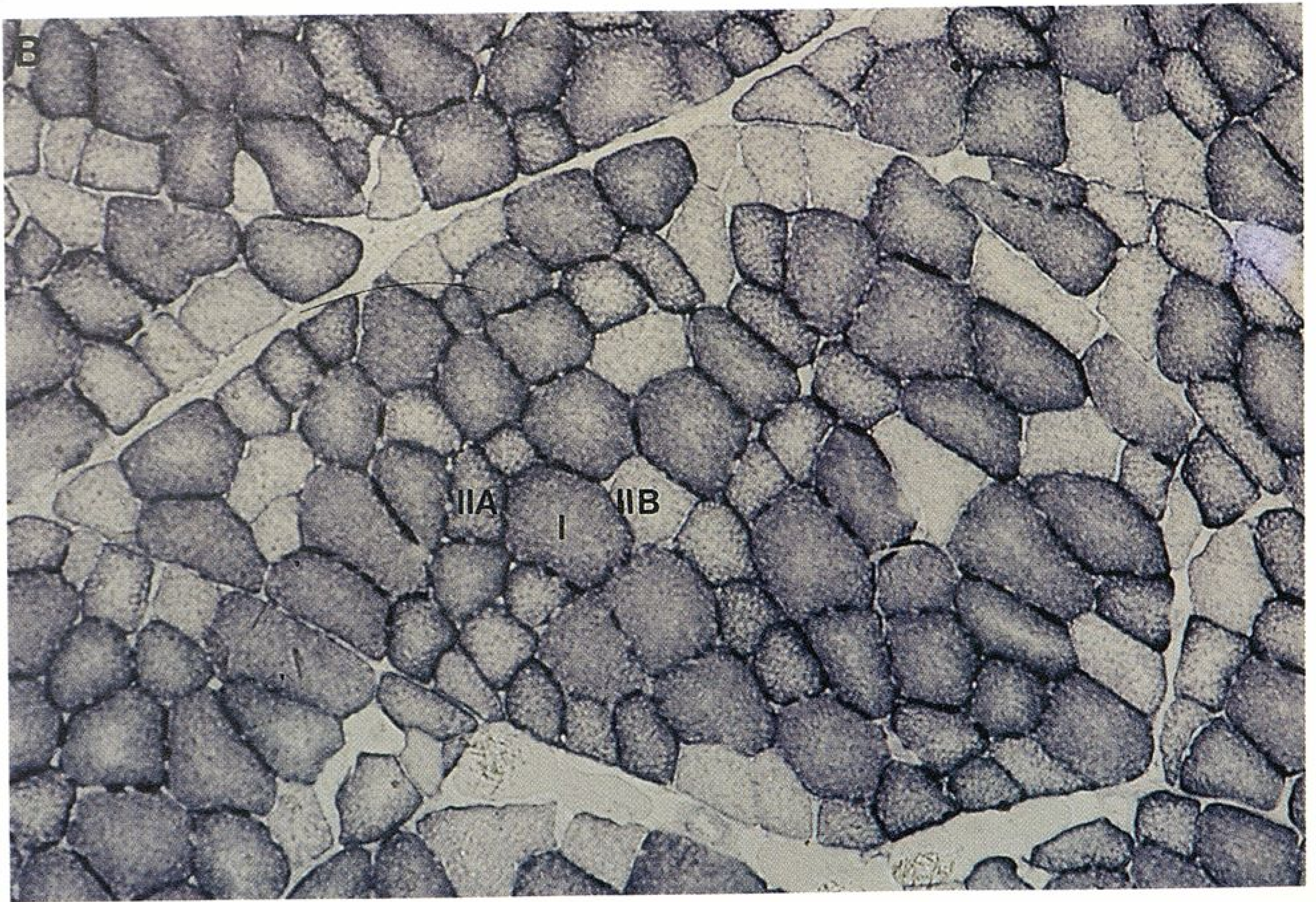
Slika 90. Jezik (lingua) prašiča. Prečno progasto mišično tkivo. Hematoksilin in eozin; x800 (A). Heidenhein; x600 (B).

Pri vzdolžno rezanih mišičnih vlaknih vidimo prečno progavost. Jedra skeletnih mišičnih vlaken (N) so podolžno ovalna in razmeroma velika (sl. A). V endomiziju so vidne kapilare (K). Za boljši prikaz prečne progavosti skeletnih mišičnih vlaken uporabljamo posebna barvanja, npr. barvanje z železovim hematoksilinom po Heidenhainu (sl. B).



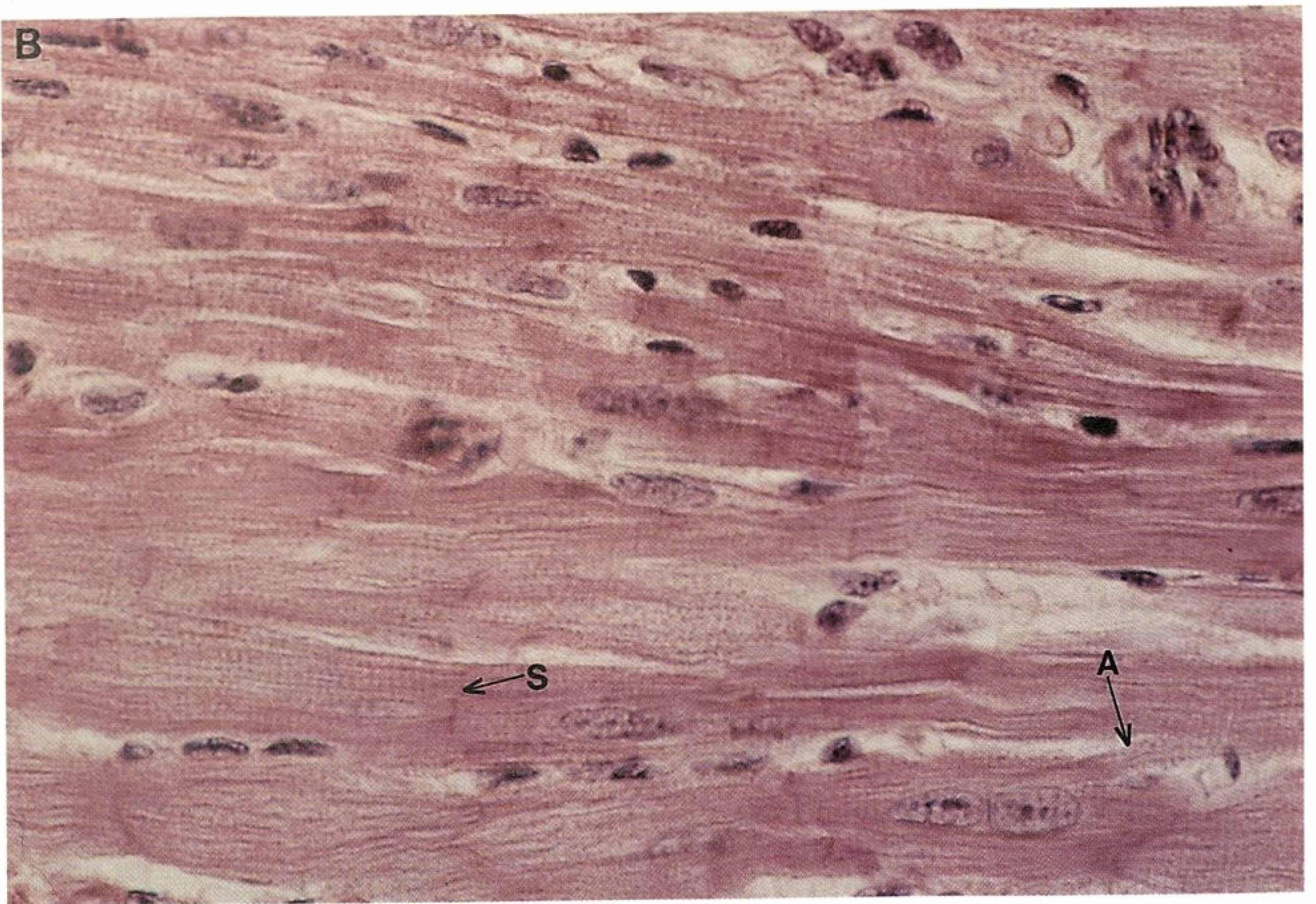
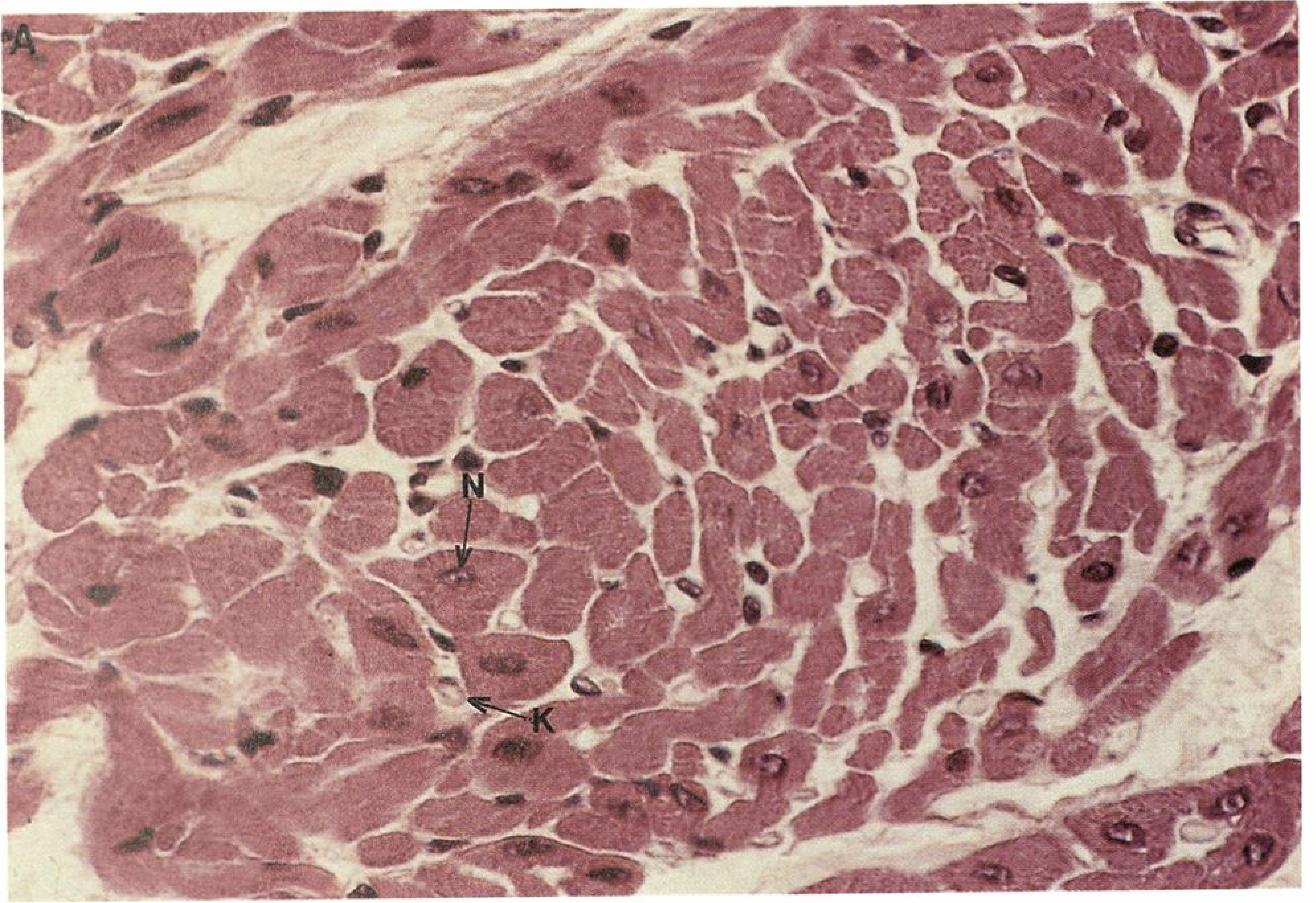
Slika 91. Ventralna nazobčana mišica (m. serratus ventralis) prašiča. Prečno progasto mišično tkivo. Miozinska ATP-aza (A), sukcinatdehidrogenaza (SDHaza) (B); x100.

Miozinska ATP-aza, ki je pokazatelj krčljivostnih sposobnosti mišičnih vlaken, kaže različno aktivnost. Počasi krčljiva vlakna tipa I so neobarvana, hitro krčljiva vlakna tipa IIA so svetlo rjava, hitro krčljiva vlakna tipa IIB pa so temnorjava (sl. A). Aktivnost SDHaze (sl. B), ki je pokazatelj oksidativne presnovne zmožnosti mišičnih vlaken, je dobro izražena v vlaknih tipa I in IIA, vlakna IIB pa so pri prašiču večinoma glikolitična. V ventralni nazobčani mišici številčno prevladujejo počasi krčljiva oksidativna vlakna.



Slika 92. Prečno progasto srčno mišičnino tkivo. Prečni rez (A), vzdolžni rez (B). Železov hematoksilin; x 600.

Zaradi miofibril imajo srčna mišična vlakna na prečnem prerezu zrnat videz. Jedro (N) je centralno. V rahlem fibrilarnem vezivu okoli mišičnih vlaken so številne kapilare (K) (sl. A). Na vzdolžnem rezu se vidijo stičnice (S) in bočne anastomoze (A) (sl. B).

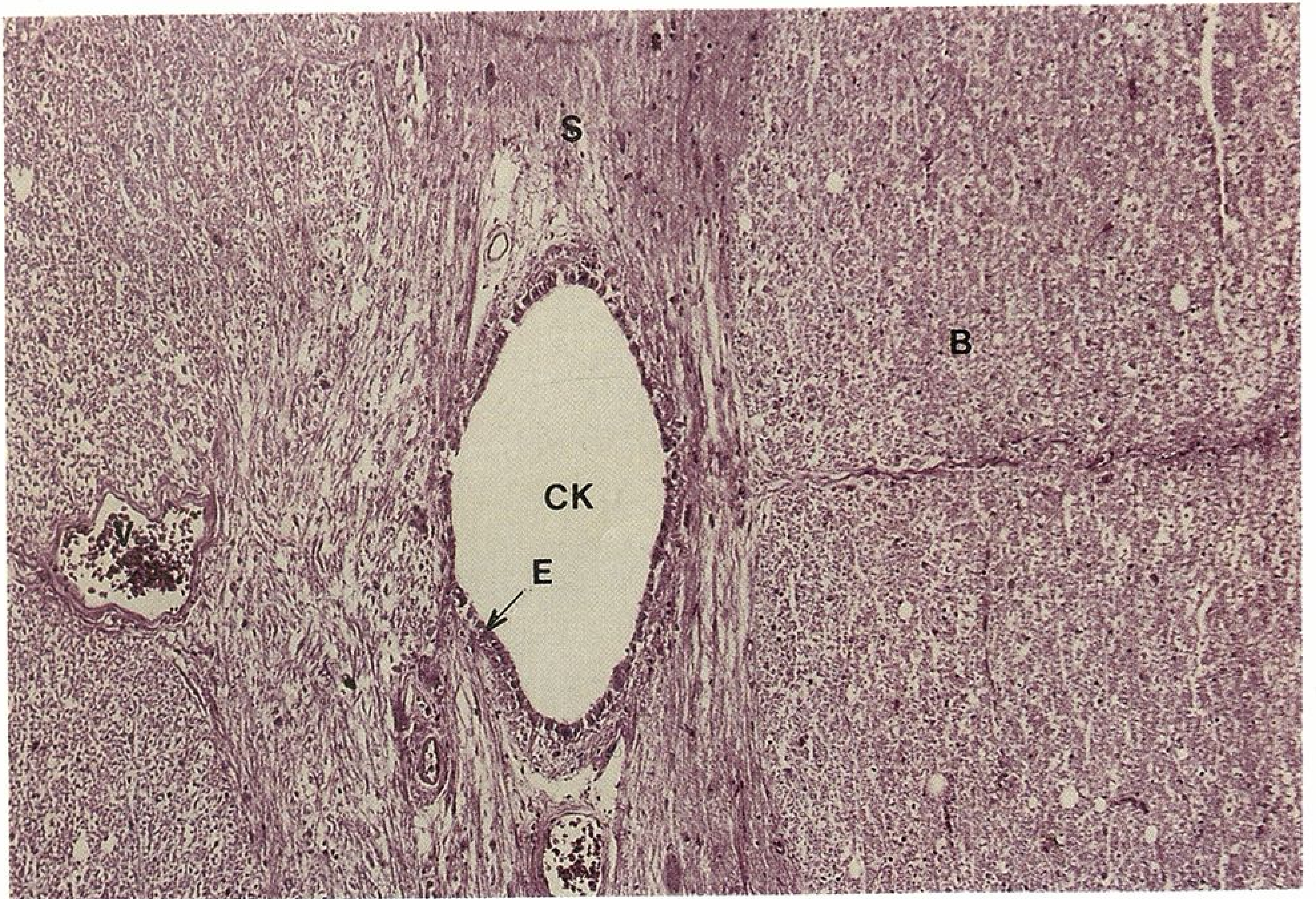
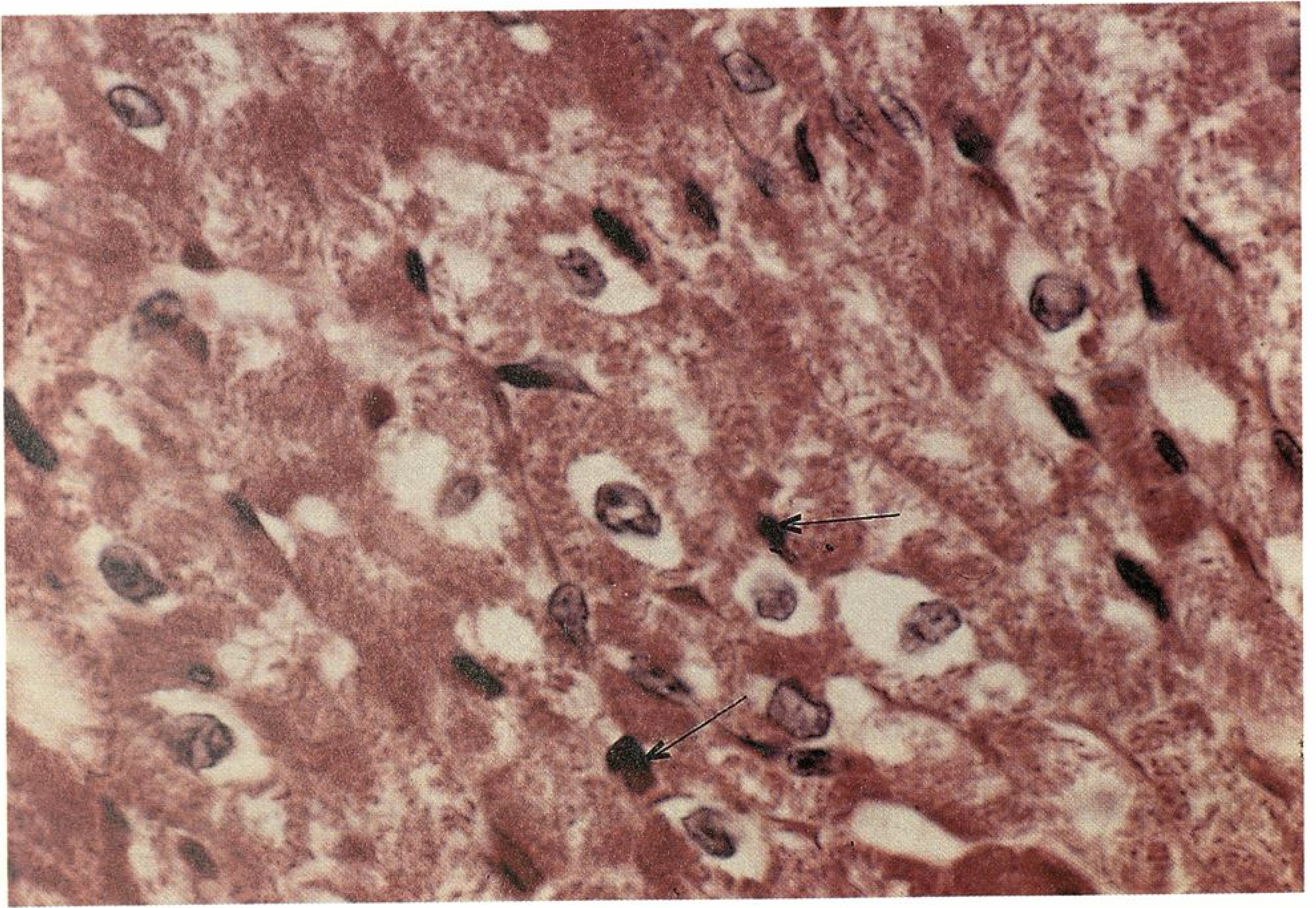


Slika 93. Srce (cor) budre. Mišično tkivo. Železov hematoksilin; x1000.

Purkinjeve celice prevajajo dražljaj po miokardu. So nekoliko debelejše od običajnih srčnih mišičnih celic in imajo manj miofibril; le-te so pod sarkolemo. Jedro leži centralno, okoli jedra je izrazito svetlejše območje. Kapilarna mreža je dobro razvita (puščici).

Slika 94. Hrbtenjača (medulla spinalis) psa. Živčno tkivo. Hematoksilin in eozin; x40.

V osrednjem, zoženem delu sivine (S) je centralni kanal (CK). Pokriva ga izo- do visokoprizmatični epitelij, tj. ependim (E). Na obeh straneh sivine je belina (B), ki je iz mieliniziranih živčnih vlaken in celic nevroglije. V mediani ventralni razpoki (fissura mediana ventralis), ki razmejuje ventralni del beline, se nahaja večja vena (V).

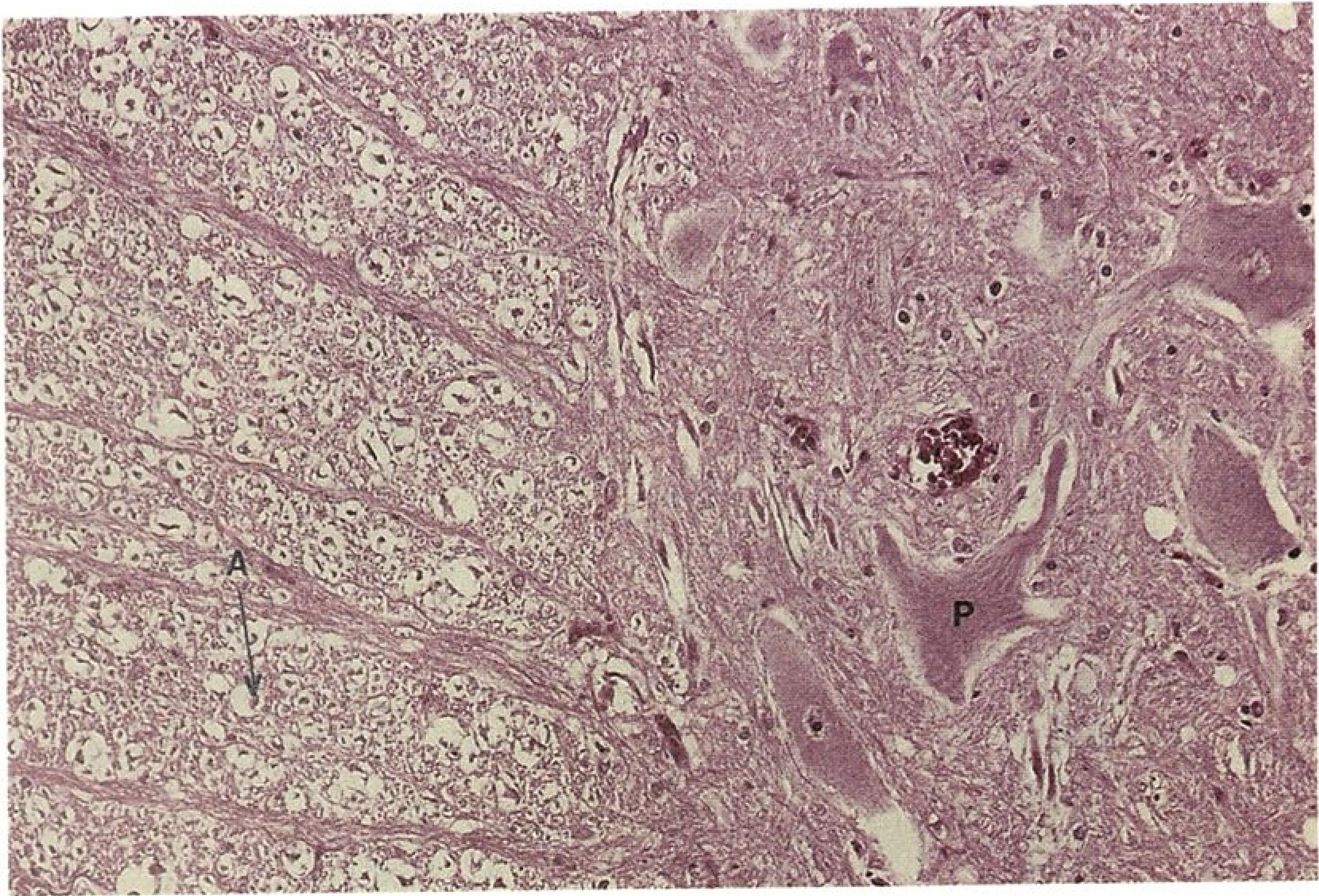


Slika 95. Hrbtenjača (medulla spinalis) psa. Živčno tkivo. Hematoksilin in eozin; x400.

V ventralnih rogovih sive možganovine so veliki perikarioni multipolarnih motoričnih nevronov (P). Drobna jedra v sivini pripadajo celicam nevroglije. Živčna vlakna v belini mielinizirajo. V sredini prečno prerezanih živčnih vlaken je akson (A), okoli pa je svetel pas, ki je nastal z raztopitvijo lipidov mielinske ovojnice pri izdelavi preparata.

Slika 96. Hrbtenjača (medulla spinalis) psa. Živčno tkivo. Hematoksilin in eozin; x60.

Centralni živčni sistem pokriva debela fibrozna dura mater (DM), njej prilega nežna arachnoidea (AR), ki v histoloških preparatih običajno odstopi od dure mater. Površino centralnega živčnega sistema pokriva dobro prekrvavljena pia mater (PM). V subarahnoidalni špranji so vidne korenine hrbtenjačnih živcev (KŽ). Spodaj je belina hrbtenjače (B).

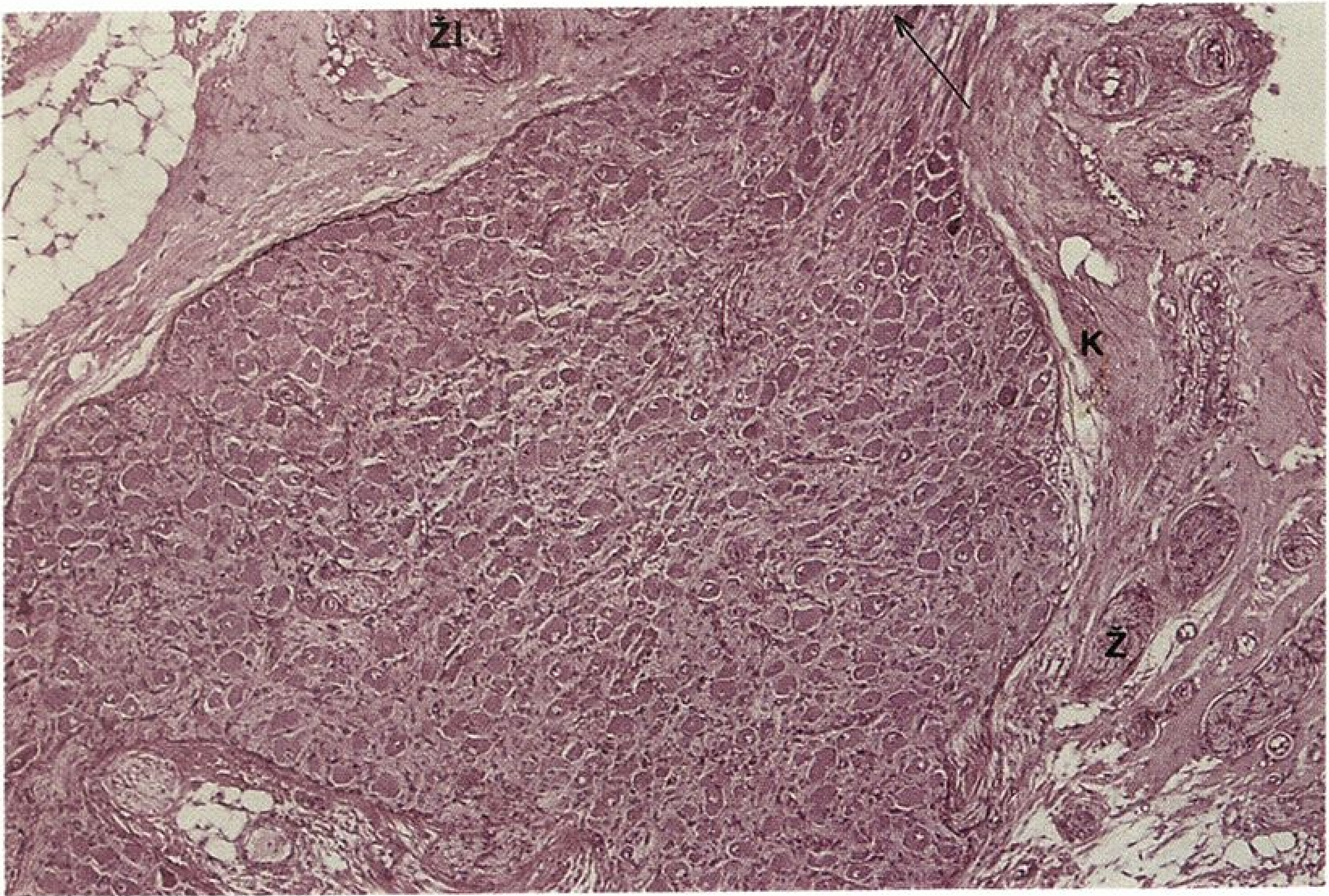


Slika 99. Možganska kletka (ventriculus cerebri). Živčno tkivo: horoidni pletež. Hematoksilin in eozin; x100.

V svetlino možganske kletke se bočijo resice horoidnega pleteža (HP). Horoidni pletež je iz izoprizmatičnega enoskladnega epitelija (ependim - EP), ki pokriva dobro prekrvavljeno rahlo vezivo pie mater (PM), ki se ob možganskih razpokah vgreza v notranjost.

Slika 100. Suprarenalni ganglij. Živčno tkivo. Hematoksilin in eozin; x40.

Ganglij sestoji iz perikarionov ganglijskih celic, satelitskih celic, živčnih vlaken in veziva. Obdaja ga vezivna kapsula (K), ob kateri je več živcev (Ž) in žil (ŽI). V zgornjem delu ganglija je debel snop živčnih vlaken, ki vstopajo oz. izstopajo iz ganglija (puščica).

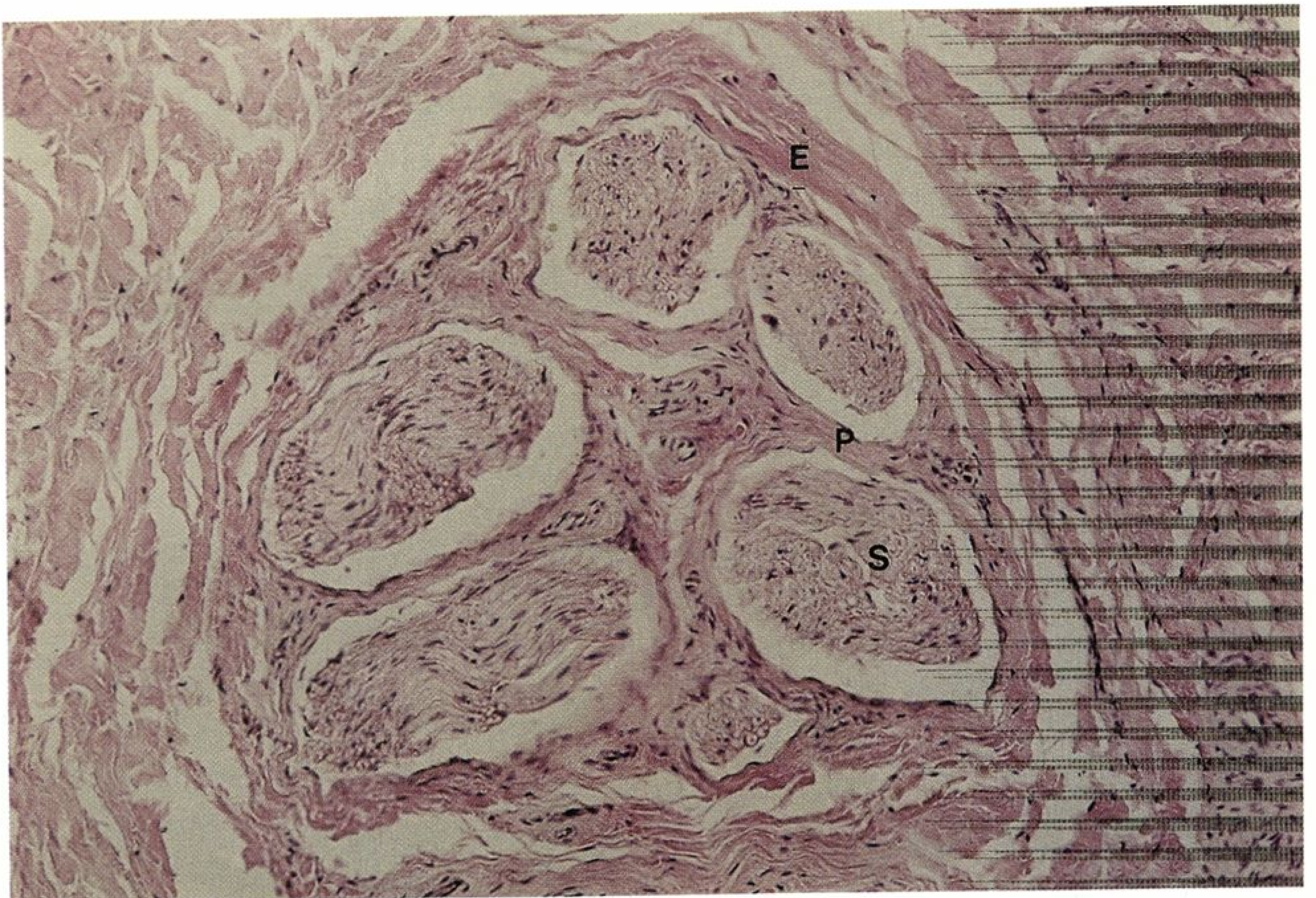
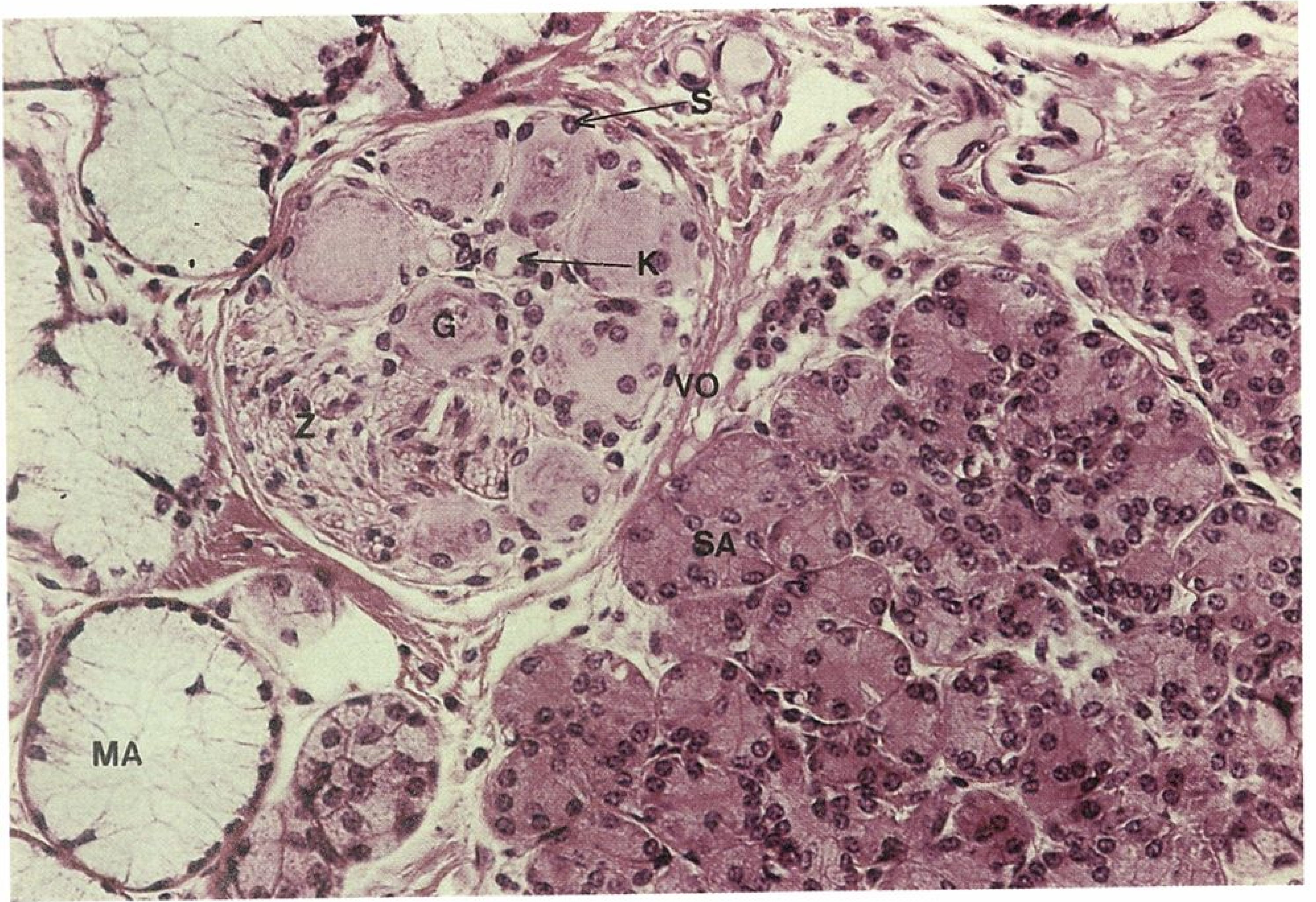


Slika 101. Jezik (lingua) psa. Živčno tkivo: ganglij. Hematoksilin in eozin; x400.

Ganglij iz le nekaj ganglijskih celic (G). Perikarione obdajajo satelitske celice (S). V osrednjem delu ganglija je kapilara (K), v levem delu pa so živčna vlakna (Ž). Ganglij obdaja tanka vezivna ovojnica (VO). Na levi strani ganglija so mukozni (MA), na desni pa serozni žlezni acinusi (SA).

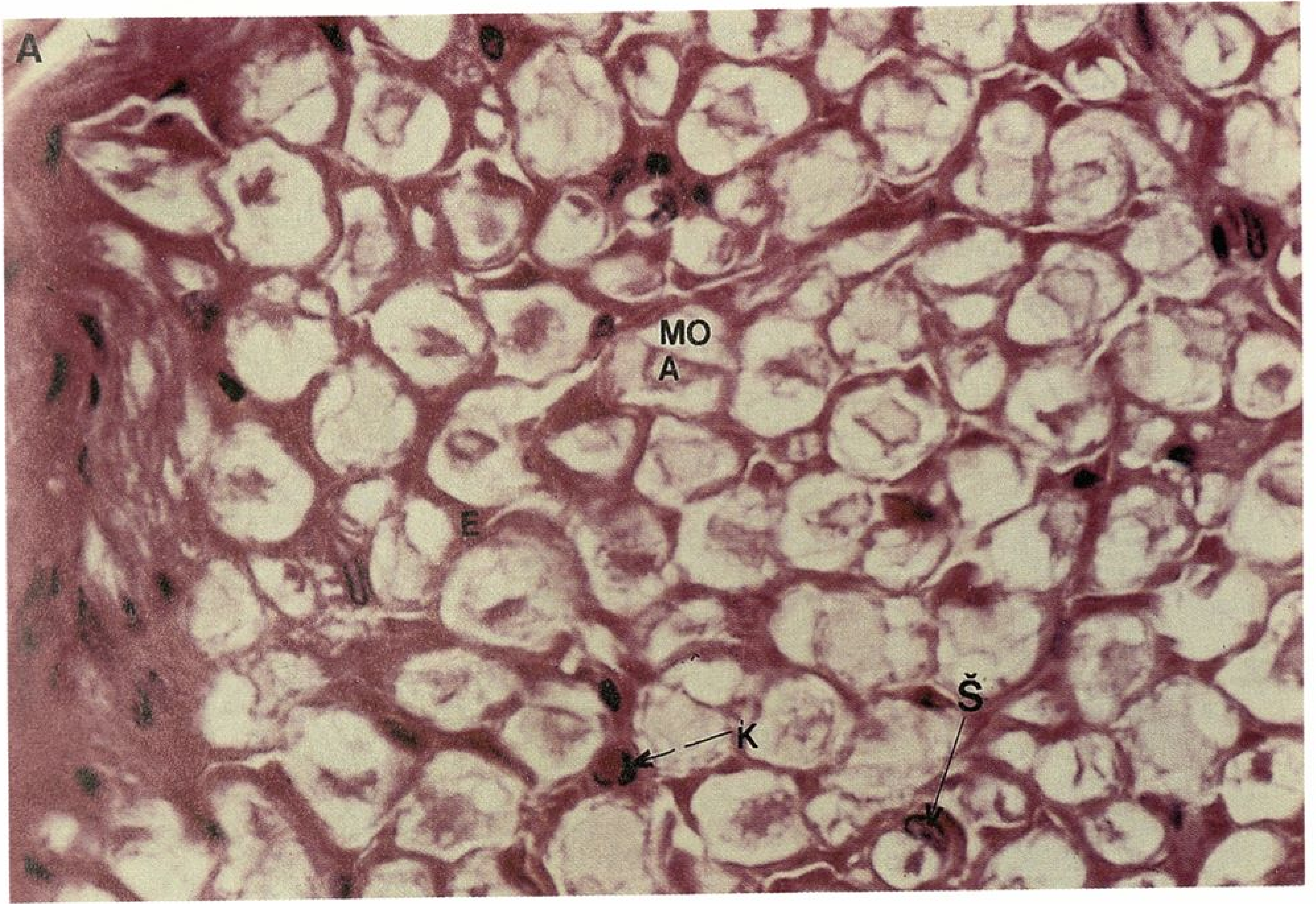
Slika 102. Spolni ud (penis) bika. Živčno tkivo: prečno prerezan živec. Hematoksilin in eozin; x40.

Živec obdaja vezivni epinevrij (E), posamezni snopi živčnih vlaken (S) pa so obdani s krožno urejenim vezivnim perinevrijem (P).



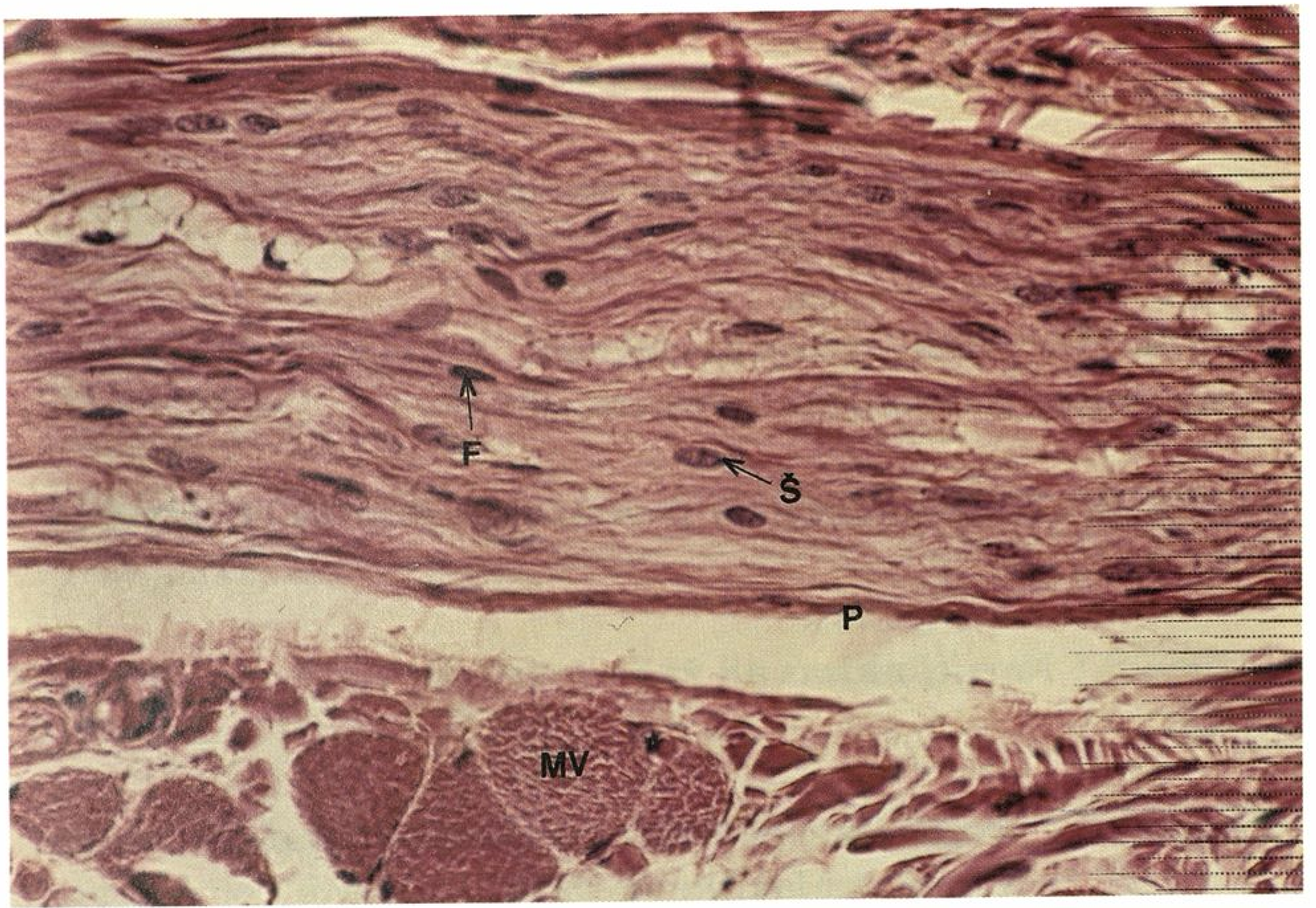
Slika 103. Živčno tkivo: živec. Hematoksilin in eozin (A); x800, posrebren (B); x400.

Pri večji povečavi so v prečno prerezanem živcu dobro vidna mielinizirana živčna vlakna. Aksoplazmo (A) obdaja mielinska ovojnica (MO). Podolgovata jedra pripadajo Schwannovim celicam (Š). Živčna vlakna so obdana z vezivnim endonevrijem (E), v katerem so številne kapilare (K) (sl. A). Za boljši prikaz zgradbe živčnih vlaken živce srebrimo (sl. B).



Slika 104. Ustnica (labium) mačke. Živčno tkivo: vzdolžno rezan živec. Hematoksilin in eozin; x600.

Živčna vlakna imajo valovit potek. Jedra pripadajo Schwannovim celicam (Š) in fibrocitom (F). Živec pokriva vezivni perinevrij (P). Pod živcem so prečno prerezana skeletna mišična vlakna (MV).



7 LITERATURA

Banks WJ. Applied veterinary histology. St. Louis: Mosby Year Book, 1993.

Bavdek S. Koža in njeni derivati. Ljubljana: VTOZD za veterinarstvo Biotehniške fakultete, 1981.

Bavdek S. Živčna celica ali nevron. Vet Nov 1994; 20: 250-252.

Bavdek S. Nevrit, akson ali živčno vlakno. Vet Nov 1995; 21: 11-14.

Bavdek S, Pogačnik A. Ultrastruktura živalske celice. Ljubljana: Veterinarska fakulteta, 1996.

Cormack DH. Ham's histology. Philadelphia: J. B. Lippincott Company, 1987.

Fawcett DW. A textbook of histology. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1986.

Dellmann HD. Veterinary histology. An outline text-atlas. Philadelphia: Lea & Febiger, 1971.

Essen-Gustavsson B, Lindholm A. Fiber types and metabolic characteristics in muscles of wild boars, normal and halothane sensitive Swedish landrace pigs. Comp Biochem Physiol 1984; 78A (1): 67-71.

Feedback DL. Histology. (Oklahoma notes). New York: Springer-Verlag, 1987.

Freeman WH, Bracegirdle B. An atlas of histology. London: Heinemann Educational Books Ltd, 1970.

Gillison M. A histology of the body tissues. Edinburgh; London: E.& S. Livingstone Ltd, 1962.

Hees H, Sinowatz F. Histologie. Köln: Deutscher Ärzte - Verlag, 1992.

Junqueira LC, Carneiro J, Kelly RO. Basic Histology. New Jersey: Appleton & Lange, 1998.

Kališnik M. Oris histologije z embriologijo. Ljubljana: Medicinska fakulteta, 1990.

Kališnik M, Porenta-Vraspir O. Navodila za vaje iz histologije z embriologijo. Ljubljana: Medicinska fakulteta, Inštitut za histologijo in embriologijo, 1995.

Kühnel W. Pocket atlas of cytology and microscopic anatomy. Stuttgart; New York: Thieme, 1981.

Leonhardt H. Human histology, cytology and microanatomy. Stuttgart: Thieme, 1977.

Nachlas MM, Kwang Chung T, De Souza E. Cytochemical demonstration of succinic dehydrogenase by the use of a new p-nitrophenyl substituted ditetrazole. J Histochem Cytochem 1957; 5: 565-72.

Pravopis medicinskih izrazov. 1.izdaja. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, 1996.

Romeis B. Mikroskopische technik. München: R. Oldenbrough, 1948.

Ross MH, Romrell LJ, Kaye GI. Histology. A text and atlas. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995.

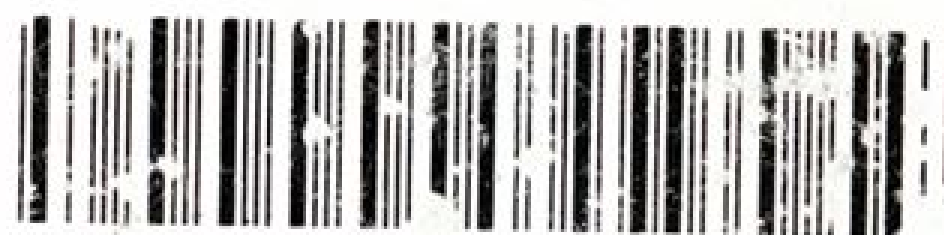
Sobotta J, Hammersen F. Histology. A colour atlas of cytology, histology and microscopic anatomy. München; Berlin; Wien: Urban & Schwarzenberg, 1976.

Stevens A, Lowe J. Histology. Hong Kong: Mosby, 1993.

Tunell GL, Hart MN. Simultaneous determination of skeletal muscle fiber types I, IIA and IIB by histochemistry. Arch Neurol 1977; 34: 171-3.



NARODNA IN UNIVERZITETNA
KNJIŽNICA



0000167580

NARODNA IN UNIVERZITETNA KNJARNICA

U 483 217

CJBISS ©