

limfocitopoieza se deosebește prin următoarea trăsătură caracteristică: celulele mature (limfocitele) sînt capabile să se diferențieze din nou în blaste.

În rezultatul diferențierii, care are loc în organele limfopoietice periferice, se formează limfocitele-T din precursorul blastelor-T. La început se formează limfocite mari (*lymphocytus magnus*), medii (*lymphocytus medius*), iar apoi limfocite efectoare mici (*lymphocytus parvus*), care sînt de următoarele tipuri: kileri, helperi, suspresori, precum și celule-T cu memorie (vezi cap. X).

Diferențierea celulelor unipotente precursorale limfocitelor-B conduce la formarea *plasmoblastelor* (*plasmoblastus*), apoi a *proplasmocitelor* și în sfîrșit a *plasmocitelor* (*plasmocytus*), precum și a celulelor-B cu memorie. O descriere mai detaliată a imunocitopoiezei e dată în capitolul IX.

## Capitolul VIII

### ȚESUTURILE CONJUNCTIVE

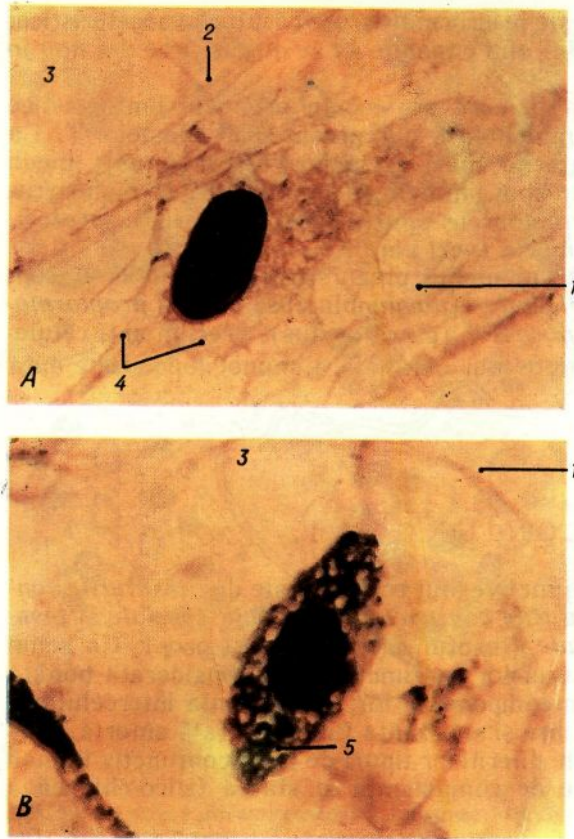
Grupul țesuturilor conjunctive sînt reprezentate de : *țesuturile conjunctive propriu-zise*, *țesuturile conjunctive cu funcții speciale* și *țesuturile conjunctive scheletale* (țesutul cartilaginos și osos). Ca semn morfologic de bază al țesuturilor conjunctive este considerată bogata gamă de celule, ce intră în componența lor, și substanța intercelulară. Aceasta se constituie din fibre și substanța fundamentală amorfă. Particularitățile funcționale ale diferitelor tipuri de țesut conjunctiv în mod hotărîtor sînt determinate de componența și starea fizico-chimică a substanței intercelulare.

**Funcțiile.** Țesuturile conjunctive îndeplinesc următoarele funcții: mecanică, de sprijin și de morfogeneză (intră în componența capsulelor, formează stroma multor organe), de protecție mecanică (cartilagiile, oasele), de apărare (fagocitoză, sinteza anticorpilor), plastică (participă activ la procesele de adaptare la noile condiții de viață, regenerare), trofică (asigură nutriția structurilor din regiunea dată), participă la schimbul de substanțe și la menținerea homeostazei mediului intern al organismului.

#### ȚESUTUL CONJUNCTIV PROPRIU-ZIS

**Clasificarea.** Criteriul de bază de care se ține cont la clasificarea țesuturilor conjunctive este raportul dintre celule și substanța intercelulară, precum și ordinea fibrelor. Țesutul conjunctiv propriu-zis poate fi de 2 categorii: *fibros* și cu *proprietăți specifice*.

Cel fibros poate fi *lax* și *dens*, iar dacă ținem cont de ordinea repartiției fibrelor în cel dens deosebim încă două categorii — *ordonat* și *neordonat*.



Des. 57. Țesutul conjunctiv fibros lax. Microfotografie.  
 A — fibroblast; B — macrofag;  
 1 — fibre de colagen; 2 — fibre elastice; 3 — substanța fundamentală amorfă; 4 — prelungirile fibroblastului; 5 — vacuole în citoplasma macrofagului.

## Țesuturile conjunctive fibroase

### Țesutul conjunctiv fibros lax

Țesutul conjunctiv fibros lax (*textus connectivus collagenosus laxus*) însoțește vasele sanguine și limfatice, pătrunde în toate organele, iar la multe din ele le formează stroma (scheletul). Indiferent de faptul că în diferite organe deosebim semne morfologice specifice, țesutul conjunctiv fibros lax are același plan de structură și se constituie din celule și substanță intercelulară (des. 57, A. B).

În componența țesutului conjunctiv lax deosebim următoarele tipuri de celule, care au o diferită proveniență: *fibroblaste*, *macrofage*, *plasmocite*, *mastocite* (bazofile tisulare), *adipocite*, *pigmentocite*, *celule adventițiale*, *pericitele vaselor* și *leucocite venite din sânge*.

**Fibroblastele** (fibroblastocitele) (lat. fibra — fibră, grec. blastos — mugure, primordiu) alcătuiesc cea mai numeroasă comunitate de celule cu grad diferit de diferențiere și se caracterizează printr-o capacitate de sinteză și eliminare în substanța intercelulară a proteinelor fibrilare (colagen, elastină) și a glicozaminglicanilor (sulfatați și nesulfatați). În timpul embriogenezei fibroblastele provin din celulele mezenchimale, iar în perioada postnatală — din celulele-stem.

În procesul diferențierii se formează un rînd de celule înrudite (diferonul), care poate fi reprezentat prin următoarea schemă: *celulă-stem, celulă-semistem precursoră, celulei slab diferențiată, fibroblast diferențiat* (celulă matură, care funcționează activ), *fibrocit* (forma definitivă). Din aceeași sursă se mai pot forma *miofibroblastele* și *fibroclastele*. Fibroblastele asigură sinteza fibrelor și a substanței fundamentale, restabilirea integrității după lezări, formarea cicatricilor, formarea capsulei conjunctive din jurul unui corp străin ș. a.

*Fibroblastele slab diferențiate* prezintă celule slab apofizate, diametrul cărora nu depășește 20—25 mcm. Nucleul rotund sau oval, care conține un nucleol, este inclus în citoplasma bazofilă bogată în A.R.N. În timpul embriogenezei aceste celule provin din mezenchim. Caracteristic pentru fibroblastele slab diferențiate este numărul mare de ribozomi liberi din citoplasmă (des. 58, A, B, C), reticulul endoplasmatic și mitocondriile slab dezvoltate. Complexul Golgi constă dintr-o aglomerație de tubi scurți și vezicule. Cu ajutorul autoradiografiei s-a constatat că capacitatea acestor fibroblaste de a sintetiza și de a elimina proteine este foarte redusă. Ele pot proveni din celulele precursoră și sînt capabile a se înmulți prin mitoză. Se presupune că există două populații de fibroblaste puțin diferențiate — cu durată vieții scurtă (cîteva săptămîni) și lungă (cîteva luni).

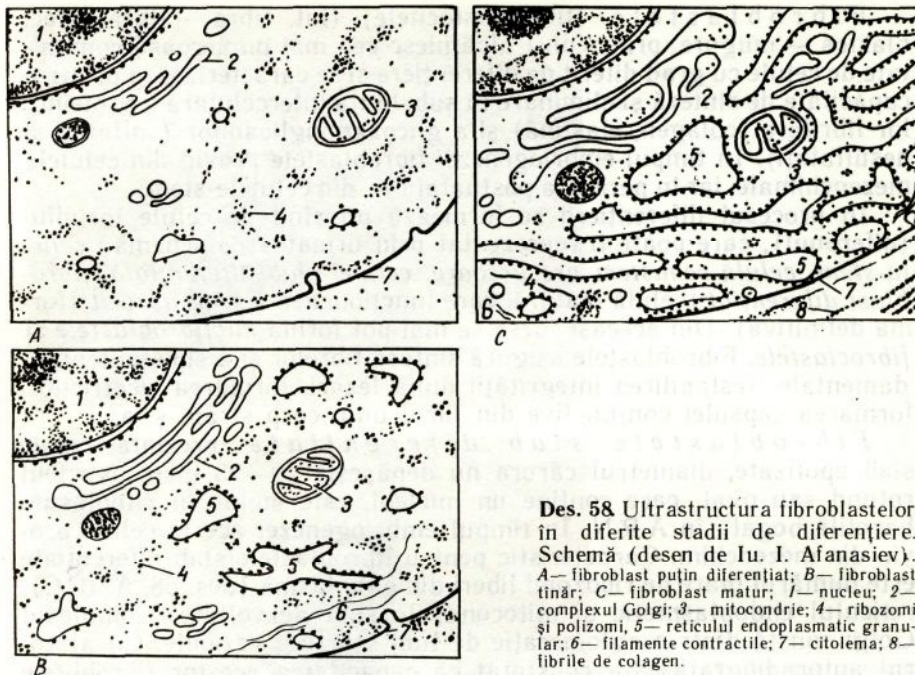
*Fibroblastele diferențiate (mature)* funcțional sînt foarte active, au dimensiuni mai mari, iar într-un preparat-peliculă pot atinge dimensiuni de 40—50 mcm (des. 57). Nucleul lor are formă ovală, este clar și conține 1—2 nucleoli. În citoplasma slab bazofilă deosebit un reticul endoplasmatic granular bine dezvoltat, care pe alocuri se unește cu citolema (vezi des. 58, 59, A, B, C). Numărul mitocondriilor și al lizozomilor este moderat. Complexul Golgi este prezentat prin cisterne și vezicule răspîndite prin toată citoplasma.

În fibroblastele mature, mai ales dacă concentrația oxigenului este redusă, are loc sinteza intensă a A.R.N. colagenului, elastinei, glicozaminoglicanilor și a proteoglicanilor, adică a componentelor substanței intercelulare.

Ființează un mecanism intracelular, care, probabil, reglează intensitatea sintezei și secreției colagenului. Anume enzima hidrolitică — colagenaza din citoplasma fibroblastelor descompune colagenul, care încă nu este matur.

Capacitatea fibroblastelor de a se deplasa este determinată de prezența în porțiunea periferică a citoplasmei lor a microfilamentelor cu o grosime de 5—6 nm, ce conțin proteine contractile — actină și miozină.

În condiții obișnuite proprietățile fibroblastelor de a fagocita și



**Des. 58** Ultrastructura fibroblastelor în diferite stadii de diferențiere. Schemă (desen de Iu. I. Afanasiev). A — fibroblast puțin diferențiat; B — fibroblast tânăr; C — fibroblast matur; 1 — nucleu; 2 — complexul Golgi; 3 — mitocondrie; 4 — ribozomi și polizomi, 5 — reticulul endoplasmatic granular; 6 — filamente contractile; 7 — citolema; 8 — fibrile de colagen.

de a se mișca sînt slab pronunțate. Deplasarea lor devine posibilă numai după sinteza fibronectinei (glicoproteină), care poate fi sintetizată și de alte celule, ce asigură adeziunea și fixarea fibroblastelor de structurile fibrilare (fibrina, fibrele de colagen și elastice). În timpul deplasării fibroblastele devin aplatizate, iar suprafața lor se poate mări de 10 ori.

*Fibroците* prezintă celulele care apar în urma diferențierii definitive a fibroblastelor, sînt fusiforme și posedă prelungiri alare. Citoplasma lor conține vacuole, incluziuni de lipide și glicogen. Organitele sînt reduse, ceea ce determină gradul foarte scăzut de sinteză a colagenului.

S-a stabilit, că fibroblastele se pot diferenția și în *miofibroblaste* — celule funcțional asemănătoare miocitelor, însă spre deosebire de ele posedă un reticul endoplasmatic bine dezvoltat (des. 59, B). Miofibroblastele sînt caracteristice pentru uter în timpul sarcinii, în țesutul de granulație, care apare în timpul regenerării unei leziuni.

În țesutul conjunctiv al organelor, care involuează (uterul la femei după naștere), au fost evidențiate *fibroclaste* — celulele care, cu ajutorul lizozomilor (des. 59, C) ce conțin fermenți hidrolitici, participă la „resorbția” substanței intercelulare.

*Macrofagele* (macrofagocitele) (grec. makros — mare, lung, fagos — a înghiți) — celule migratoare, capabile de fagocitoză activă. Citoplasma lor este bogată în organite adaptate la descompunerea ma-

teriei înglobate, la sinteza substanțelor antibacteriene, factorilor biologic activi (pirogenul, interferonul, lizozimul ș. a.).

Macrofagele descompun proteinele heterogene (antigenii — substanțe împotriva cărora organismul sintetizează anticorpi) de la forma corpusculară pînă la cea moleculară. Informația obținută ca rezultat al acestui proces și necesară în sinteza anticorpilor macrofagele o transmit celulelor imunologic competente (limfocitelor).

Macrofagele provin din celula-stem hemopoietică (des. 49, C). În mod experimental s-a stabilit că populația macrofagelor din țesutul conjunctiv fibros lax se reînnoiește de 10 ori mai repede decît cea a fibroblastelor.

Macrofagele sînt mai numeroase în regiunile bogat vascularizate, iar un proces inflamator permanent este însoțit de creșterea numărului lor.

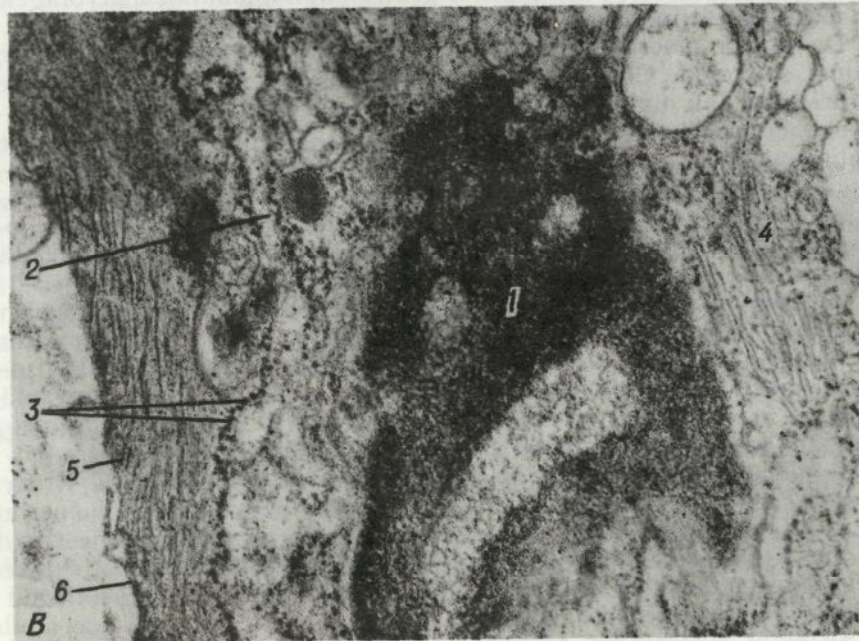
Forma macrofagelor poate fi diferită: aplatizată, rotundă, alungită sau neregulată. Limitele lor se deslușesc cu ușurință, datorită marginilor neregulate (vezi des. 57,60,A). Citolema macrofagelor formează plici adînci și microapofize lungi, cu ajutorul cărora pot prinde și încorpora microparticule heterogene. Pe suprafața plasmalemei au fost constatați și receptori, cu ajutorul cărora se pot identifica celulele cancerigene, eritrocitele, limfocitele-T și -B, antigeni și imunoglobuline. Grație receptorilor pentru imunoglobuline macrofagele pot participa și în reacții imunologice.

De regulă, macrofagele posedă un singur nucleu în formă de bob, rotund sau oval. Cromatina formează conglomerate mari. În unele cazuri două sau mai multe macrofage se pot contopi, formînd așa-numitele celule gigantice ale corpurilor heterogene, sau osteoclaste, ce conțin mulți nuclei. Citoplasma este bazofilă și conține numeroși lizozomi, fagozomi și vezicule de pinocitoză. Mitocondriile, reticulul endoplasmatic granular și complexul Golgi ating un grad moderat de dezvoltare. În citoplasma macrofagelor deosebim cu ușurință incluziuni de glicogen, lipide ș. a. (des. 60, B).

Una din funcțiile de protecție ale macrofagelor se manifestă și prin secreția în substanța intercelulară a țesutului conjunctiv a multor enzime și substanțe cu înaltă acțiune biologică (interferonul, lizozimul, pirogenul, proteaze, hidrolaze acide ș. a.). O altă importantă funcție a macrofagelor este secreția-sinteza de A.D.N. în limfocite; elaborează factorul stimulator al sintezei imunoglobulinelor de către limfocitele-B; factorii care stimulează diferențierea limfocitelor-T și -B; factorii care asigură hemotaxia limfocitelor-T și activează — T helperii; factorii citolitici capabili să distrugă în mod selectiv celulele cancerigene ș. a. Ajunse în contact cu antigenii, activitatea macrofagelor crește simțitor: se intensifică utilizarea oxigenului și a glucozei, metabolismul lipidelor, capacitatea de a fagocita.

**Sistemul macrofagic.** Sistemul macrofagic prezintă o comunitate de celule, care posedă capacitatea de a îngloba din lichidul tisular corpusculi străini, celule moarte, structuri acelulare, bacterii ș. a. În

<sup>1</sup> Substanță ce ridică temperatura corpului în cazuri de inflamație.



Des. 59. Fibroblastul, miofibroblastul și fibroblastul. Microfotografie  $\times 24.000$ .  
 A—fibroblast: 1—nucleul, 2—reticulul endoplasmatic granular, 3—vezicule de pinocitoză, 4—complexul Golgi, 5—mitocondrii, 6—citolema, 7—fibrile de colagen (preparatul lui A. I. Radostina); B—miofibroblast: 1—nucleul, 2—reticulul endoplasmatic granular, 3—ribozomi, 4—complexul Golgi, 5—filamente contractile, 6—citolema.



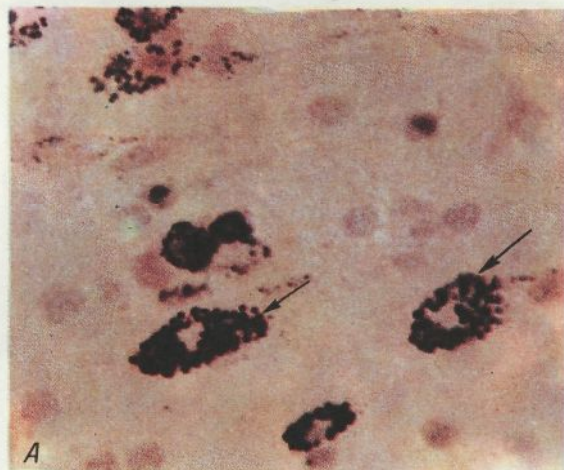
**Des. 59 (continuare).**

*B* — fibroclast: 1 — nucleul, 2 — reticulul endoplasmatic granular, 3 — ribozomi, 4 — lizozomi, 5 — fagolizozomi cu fragmente de fibrile de colagen (preparatul lui A. B. Şehter).

componenta sistemului macrofagic intră următoarele tipuri de celule: macrofagele (histiocitele) ţesutului conjunctiv fibros lax, celulele stelate din capilarele sinusoide ale ficatului, macrofagele libere şi fixate din organele hematopoietice, macrofagele din plămîni, din exudatul inflamator (macrofagele peritoneale), osteoclastele, celulele gigantice ale corpului străin macrofagele gliale din ţesutul nervos (microgliocitele). Toate aceste celule sînt capabile de fagocitoză activă, posedă citoreceptori ai imunoglobulinelor şi provin din promonocitele măduvei hematopoietice şi din monocitele sîngelui. Descompunînd cu ajutorul enzimelor specifice materialul înglobat (fagocitoza definitivă), aceste celule lichidează agenţii străini pătrunşi din exterior sau apăruiţi în mediul organismului. Spre deosebire de macrofagele „profesionale”, fibroblastele, reticulocitele, endotelocitele, leucocitele neutrofile înglobează corpusculii străini independent de citoreceptori şi de aceea nu fac parte din sistemul macrofagic.

I. I. Mecinikov a fost primul care a presupus că fagocitoza apărută în timpul evoluţiei ca formă de digestie intracelulară prezintă concomitent şi o cale de apărare. Tot el a menţionat necesitatea de a întruni aceste celule într-un sistem unic, pe care l-a numit macrofagic. Acesta prezintă un puternic mijloc nu numai de apărare generală, ci şi participă în reacţiile de apărare locală. Activitatea sistemului macrofagic este reglată atît de sistemul nervos-endocrin, precum şi de factorii locali.

În anii 30—40 ai secolului XX acest sistem de apărare a fost numit sistem reticulo-endotelial. Ulterior a fost numit sistem al fagocitelor



**Des. 60. Macrofage.**

*A* — macrofage într-un focar inflamator aseptic, care conțin în citoplasmă particule de tuș. Tesutul conjunctiv subcutanat la șobolan (Preparatul lui Iu. I. Afanasiev). *B* — electronicrofotografia unui macrofag. X 18.000 *C* — Preparatul lui A. I. Radostina) 1 — nucleul, 2 — lizozomi primari, 3 — lizozomi secundari, 5 — canalele reticulului endoplasmatic granular, 6 — microapofizele stratului periferic al citoplasmei.



mononucleare, ceea ce nu e corect, deoarece în componența lui intră și celule polinucleare, de exemplu osteoclastele.

**Plasmocitele** provin din limfocitele-B și prezintă celule capabile să neutralizeze antigenii producând anticorpi — imunoglobuline, și astfel îndeplinesc funcția de imunitate humorală (vezi des. 93). De regulă, plasmocitele sînt situate în țesutul conjunctiv fibros lax din stratul propriu-zis al mucoasei intestinului, în epiploon, în țesutul conjunctiv interstițial al glandelor (glandele mamare, salivare ș. a.), în ganglionii limfatici, splină, măduva roșie a oaselor ș. a.



Dimensiunile plasmocitelor variază între 7 și 10 mcm, iar forma poate fi rotundă sau ovală. Nucleul relativ mic, oval sau rotund este situat excentric. Citoplasma pronunțat bazofilă conține un bogat reticul endoplasmatic granular, care are formă de canalicule concentrice. Acesta este locul de sinteză a anticorpilor, care pot fi evidențiați cu ajutorul coloranților fluorescenți. Un sector din citoplasma perinucleară, așa-numita sferă sau „halou”, nu dă dovadă de bazofilie și prezintă locul de situare a centriolilor și a complexului Golgi.

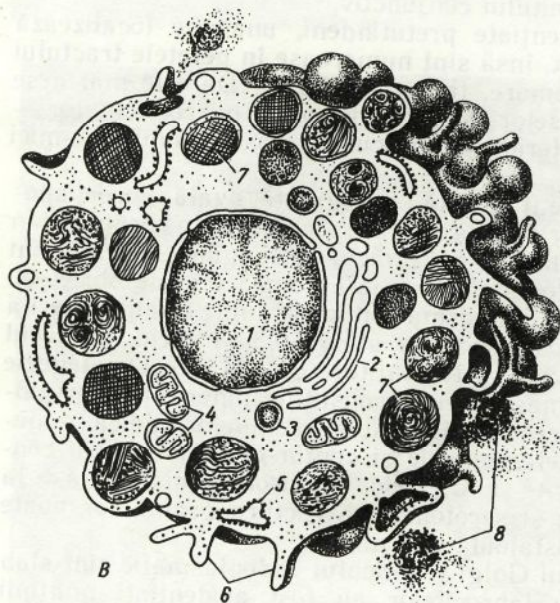
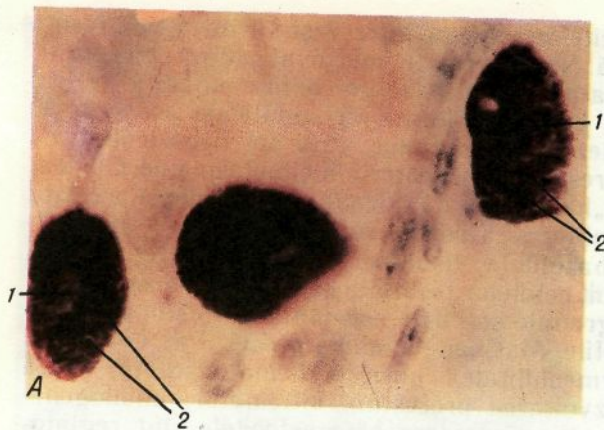
**Mastocitele** (bazofilele tisulare), sau **labrocitele**. Acest termen a fost atribuit celulelor țesutului conjunctiv fibros lax, care conțin în citoplasmă granule specifice asemănătoare celor din citoplasma leucocitelor bazofile. Mastocitele inhibă procesul de coagulare a sîngelui, măresc permeabilitatea barierei hematotisulare, joacă un rol important în dezvoltarea procesului inflamator, imunogenezei ș. a. Prin urmare, putem considera că mastocitele sînt reglatorii homeostazei locale a țesutului conjunctiv.

Mastocitele pot fi evidențiate pretutindeni, unde se localizează țesutul conjunctiv fibros lax, însă sînt numeroase în peretele tractului digestiv, uter, glandele mamare, timus, amigdale. De cele mai dese ori sînt grupate în jurul vaselor sanguine din patul microcirculator — capilarelor, venulelor și arteriolelor, precum și vaselor limfatice mici (des. 61, A).

Forma labrocitelor poate fi diferită : neregulată, ovală, uneori apofizată, datorită prelungirilor posedă mișcare ameboidă. În corpul uman pot atinge 4—14 mcm în lățime și 22 mcm în lungime. Nucleii sînt comparativ mici, conțin cromatină aranjată compact și de obicei au o formă rotundă sau ovală. Citoplasma conține granule ce au o diferită componență chimică, diametrul cărora atinge 0,3—1 mcm, numărul și dimensiunile granulelor pot varia simțitor (des. 61, B). O categorie de granule din citoplasma mastocitelor (constituie minoritatea) prezintă lizozomi azurofili ortocromatici. Restul granulelor, adică majoritatea, dau dovadă de metacromazie și conțin heparină, acizii condroitinsulfurici de tipul A și C, acid hialuronic, histamină : la unele animale, pot conține și serotonină. Structura granulelor poate fi reticulară, lamelară, cristaloidă sau mixtă.

Mitocondriile, complexul Golgi și reticulul endoplasmatic sînt slab dezvoltate. În citoplasma labrocitelor au fost evidențiați mulți fermenți : lipaza, fosfataza alcalină și acidă, peroxidaza, citocromoxidaza, A.T.F.-aza ș. a., însă enzima-marcator este considerată histidin-decarboxilaza, ce asigură transformarea histidinei în histamină.

În procesul degranulării pentru mastocite este specifică eliminarea heparinei, care preîntîmpină coagularea sîngelui. Histamina, însă, poate fi eliminată din celulă fără să provoace dezintegrarea membranei granulelor sau a plasmalemei. Ieșiți din celulă, acești compuși modifică starea substanței intercelulare a țesutului conjunctiv și a barierei hematotisulare. De pildă, sub influența heparinei, scade permeabilitatea substanței intercelulare și capacitatea sîngelui de a se coagula, se desfășoară mecanismele antiinflamatoare. Histamina, însă, provoacă schimbări opuse.



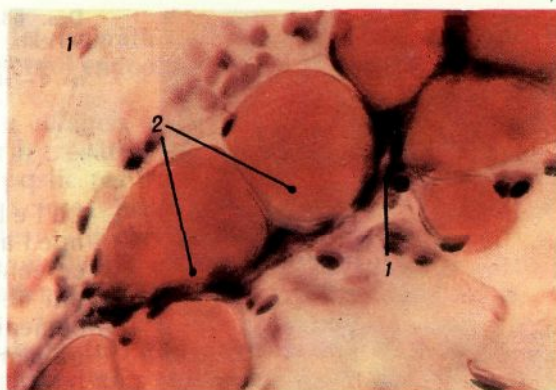
**Des. 61. Labrocitul (bazofilul tisular).**

*A* — celule în țesutul conjunctiv subcutanat; *1* — nucleul, *2* — granule metacromatice; *B* — structura ultramicroscopică. Schemă (desen de Iu. I. Afanasiev): *1* — nucleul, *2* — complexul Golgi, *3* — lizozomi, *4* — mitocondrii, *5* — rețiculul endoplasmatic, *6* — microvili, *7* — granule heterogene, *8* — granule de secreție, situate în substanța intercelulară.

Numărul mastocitelor variază în dependență de starea funcțională a organismului. De exemplu, în uter și glandele mamare numărul lor sporește în vremea sarcinii, iar în peretele stomacului, al intestinului și în ficat — în culmea digestiei.

Precursorii din care se dezvoltă mastocitele încă n-au fost concretizați, însă se poate presupune că provin din celulele-stem ale măduvei hematopoietice. Înmulțirea mitotică a mastocitelor are loc extrem de rar.

Adipocitele (celulele adipoase) sînt niște celule capabile să acumuleze în cantități mari grăsimi de rezervă, necesare în procesul de troficitate, elaborare a energiei, în metabolismul hidric.



Des. 62. Adipocite.  
1 — capilar, 2 — incluziuni de lipide.

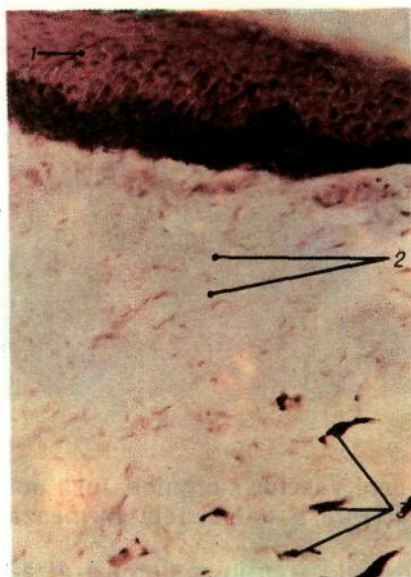
De regulă, adipocitele sînt grupate în jurul vaselor sanguine, însă pot fi și solitare. Întrunindu-se în cantități mari, adipocitele formează țesutul adipos.

Adipocitele au forma sferică și, de regulă, conțin o singură picătură mare de grăsimi neutre (trigliceride), situată în centru. În locul îngroșat al inelului fin de citoplasmă e situat nucleul. Afară de trigliceride, citoplasma lor mai conține în cantități minime și alte lipide: colesterină, fosfolipide, acizi grași liberi ș. a. Lipidele pot fi evidențiate ușor cu ajutorul sudanului — III (culoare oranj) sau cu acid osmic (culoare neagră) (des. 62). În citoplasma din jurul nucleului se localizează mitocondriile în formă de bastonașe sau filamente, cristele cărora sînt împachetate foarte compact. În porțiunile periferice ale citoplasmei deosebim numeroase vezicule de pinocitoză. Adipocitele dau dovadă de un metabolism intens, de aceea atît numărul lor din țesutul conjunctiv fibros lax, cît și cantitatea lipidelor din citoplasma lor pot varia considerabil.

Picăturile de grăsimi — *chilomicronii* (grec. chylos — suc; micron — mic) cu dimensiuni de circa 1  $\mu$ m absorbite în sînge sau limfă sînt descompuse de către lipoproteidlipazele endoteliocitelor pînă la acizi grași și glicerină. Numai ajunse la sfîrșitul acestui proces, ele pătrund în celulele adipoase. Sub acțiunea glicerolkinazei din citoplasma acestora are loc resinteza trigliceridelor.

Datorită unor hormoni, cum ar fi adrenalina și insulina, și a lipazelor, grăsimile depozitate în adipocite sînt descompuse în glicerină și acizi grași. Trecute în sînge, acestea sînt fixate de către albumine și transportate țesuturilor ce au nevoie de substanțe nutritive („combustibil“).

La o alimentare abundentă, celulele adventițiale din jurul capilarelor țesutului conjunctiv se pot diferenția, dînd naștere noilor generații de adipocite. În citoplasma acestor celule apar primele picături mici de grăsimi, care ulterior se contopesc, formînd una singură. Pe măsura acumulării grăsimilor, reticulul endoplasmatic și complexul Golgi se reduc, iar nucleul devine compact și aplatizat.



**Des. 63.** Pigmentocite în pielea unui african.

1 — epiteliu, 2 — fibrele țesutului conjunctiv fibros lax, 3 — pigmentocite.

Pigmentocitele (celulele pigmentare) sau melanocitele sînt celule ce conțin în citoplasmă incluziuni de pigment — melanina. La oamenii ce au culoarea pielii galbenă sau neagră pigmentocitele sînt mult mai răspîndite, ceea ce menține o culoare stabilă a pielii, independent de anotimp. Pigmentocitele posedă multiple prelungiri scurte, forma cărora se poate schimba (des. 63). Pigmentocitele provin din crestele neurale, dar, deoarece ulterior se deplasează în țesutul

conjunctiv, formal sînt considerate drept părți componente ale acestuia.

Celulele adventițiale sînt slab diferențiate și însoțesc vasele sanguine. Pot avea forma aplatizată sau fusiformă. În citoplasma lor slab bazofilă deosebim un nucleu oval și organele reduse. E posibil ca, diferențiindu-se, aceste celule să se transforme în fibroblaste, miofibroblaste și adipocite. Mulți autori consideră că celulele adventițiale nu prezintă un grup de sine stătător, dar sînt fibroblaste slab diferențiate.

Pericitele sînt celule ce înconjoară capilarele sanguine (vezi cap. XV).

### Substanța intercelulară

Substanța intercelulară (substantia intercellularis) a țesutului conjunctiv se constituie din fibre de collagen, elastice și reticulare incluse într-o masă fundamentală amorfă. Atît la embrioni, precum și la adulți, substanța intercelulară provine din două surse: a) este secretată de către celulele țesutului conjunctiv și b) din sînge, plasma căruia pătrunde în spațiile intercelulare.

Substanța intercelulară apare în luna 1—2-a a vieții embrionare, iar în decursul vieții postnatale este supusă resorbției și restabilirii, ce constituie un proces unic de permanentă reînnoire.

**Fibrele de collagen** (fibrae collagenosae) asigură durabilitatea diferitelor tipuri de țesut conjunctiv. În țesutul conjunctiv neordonat lax ele ating în grosime circa 1—3 mcm, sînt orientate în diferite direcții și au forma unor structuri rotunjite sau aplatizate ondulate, care se răsucesc în formă de spirală. Lungimea lor poate fi diferită. Structu-

ra fibrei de collagen este determinată de către o proteină fibrilară — *colagenul*, sintetizat în reticulul endoplasmatic granular al fibroblastelor.

Se disting 12 tipuri de collagen, care se deosebesc între ele prin structura moleculară și prin trăsături specifice fiecărui țesut și organ. Collagenul tip I este caracteristic pentru țesutul conjunctiv al dermului, oaselor, corneei ochiului, sclerei, pereților arterelor ș. a.; collagenul tip II intră în componența țesutului cartilajinos hialin și fibros, corpului vitros al ochiului; collagenul tip III constituie o parte componentă a dermului embrionar; collagenul tip IV intră în componența membranelor bazale, în capsula cristalinului și, spre deosebire de celelalte tipuri, conține mult mai multe lanțuri glucidice laterale, este mai bogat în hidrooxilizină și hidrooxiprolină; collagenul tip V a fost elucidat recent și se întâlnește numai în jurul fibroblastelor, miocitelor, endoteliocitelor, care îl secretă și formează așa-numitul exocitoscheletul. Collagenurile de tipurile 6—12 sînt studiate incomplet.

Moleculele de collagen, obținute din fibre, ating în lungime 280 nm, iar în lățime — 1,4 nm. Ele se constituie din triplete — trei lanțuri polipeptidice (lanțuri  $\alpha$  răsucite helicoidal încă în celulă și care sînt precursorul collagenului — precolagenul).

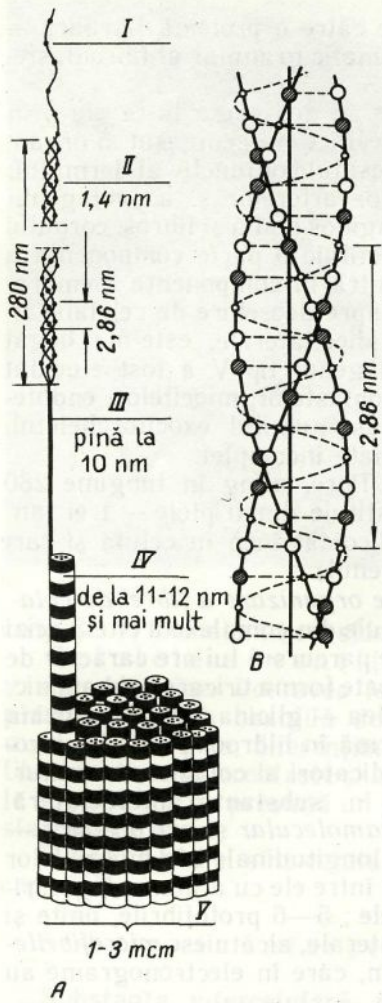
Acesta este *primul nivel molecular, de organizare a fibrei de collagen*. Fiecare lanț de precolagen se constituie din complexe a cîte 3 acizi aminici, nenumărata repetare a cărora pe parcursul lui are caracter de lege. Primul component al tripletului îl poate forma oricare acid aminic, al doilea este prolina sau lizina, iar al treilea — glicina. Prolina și lizina în mod urgent se oxidează și se transformă în hidrooxiprolină, hidrooxilizină, care pot fi considerate drept indicatori ai collagenului matur. Precolagenul sintetizat este secretat în substanța intercelulară.

Al doilea nivel de organizare — *supramolecular și extracelular* — se manifestă prin formarea agregatelor longitudinale ale moleculelor de collagen. Moleculele vecine se asociază între ele cu ajutorul legăturilor de hidrogen și alcătuiesc protofibrilele; 5—6 protofibrile, unite și consolidate prin intermediul legăturilor laterale, alcătuiesc *microfibrilele* (des. 64, A, B) cu o grosime de 10 nm, care în electronograme au forma unor filamente slab ondulate.

Glicozaminoglicanii și glicoproteoglicanii, sintetizați și secretați tot de fibroblaste, consolidează fasciculele de fibrile și ca rezultat apare al treilea *nivel de organizare — fibrilar*. Acestea sînt formațiuni cu striație transversală cu o grosime de circa 50—100 nm, segmentele clare și întunecate ale cărora se repetă peste fiecare 64 nm (vezi des. 65, 66).

În dependență de locul în care e situată, o fibră de collagen cu o grosime de 1—10  $\mu$ m poate conține de la cîteva pînă la zeci de fibrile. Anume acesta este cel de al 4-lea *nivel de organizare* — de formare a fibrelor. În cele din urmă, fibrele formează fascicule cu grosimea de pînă la 150  $\mu$ m.

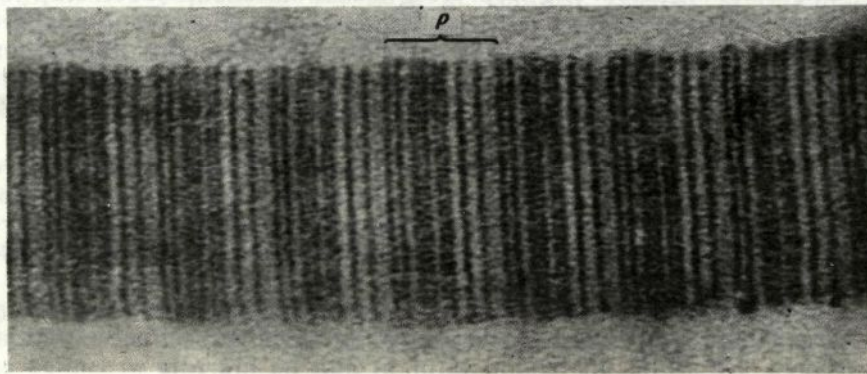
Fibrele de collagen se deosebesc printr-o durabilitate deosebită și prin rezistență la întindere. În condiții specifice își pot schimba esențial grosimea. De pildă, un tendon ținut în apă își mărește grosimea cu

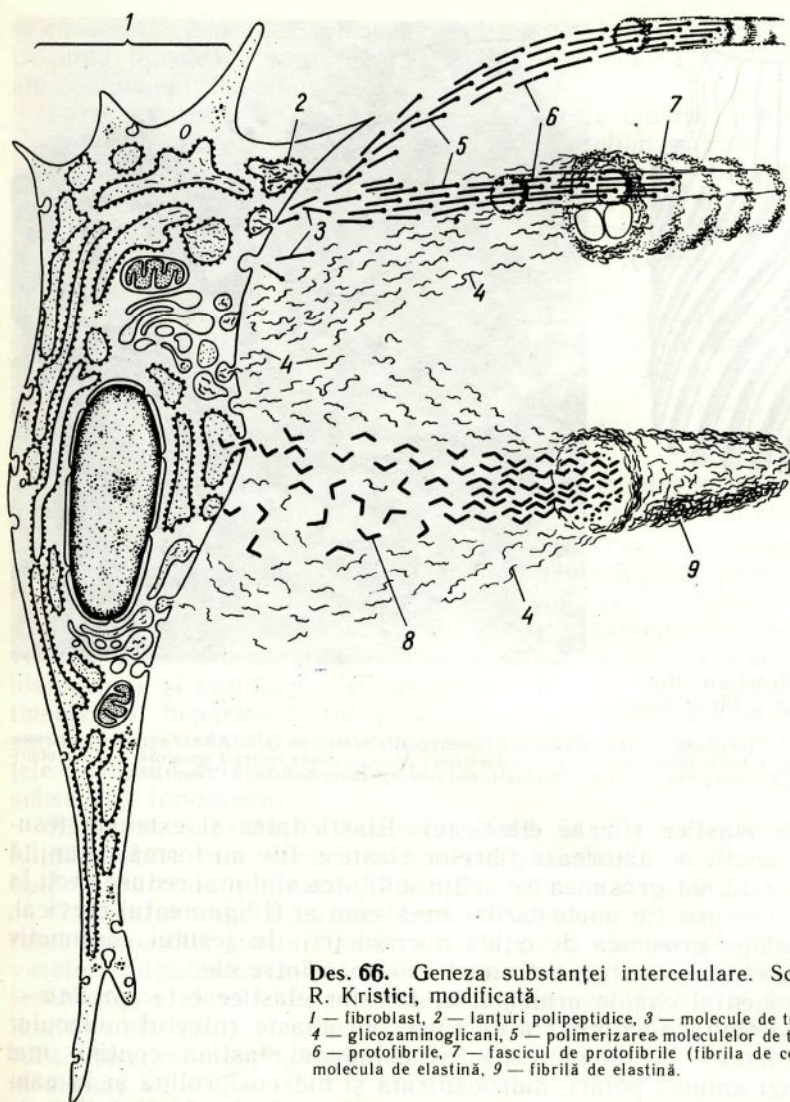


**Des. 64.** Nivelurile de organizare a fibrelor de collagen. Scheme.

A: I — lanț polipeptidic; II — molecule de collagen (tropocolagen); III — protofibrile; IV — fibrilă minimală, la care putem distinge striații transversale; V — fibra de collagen; B — structura spirală a moleculei de collagen (după Rici); cercele mici și clare — glicina, mari și clare — prolina, întunecate — hidroxi prolina.

**Des. 65.** Fibrila de collagen. Electronomicrofotografie, X 130.000 (preparatul lui N. P. Omelianenko). P — perioadă.



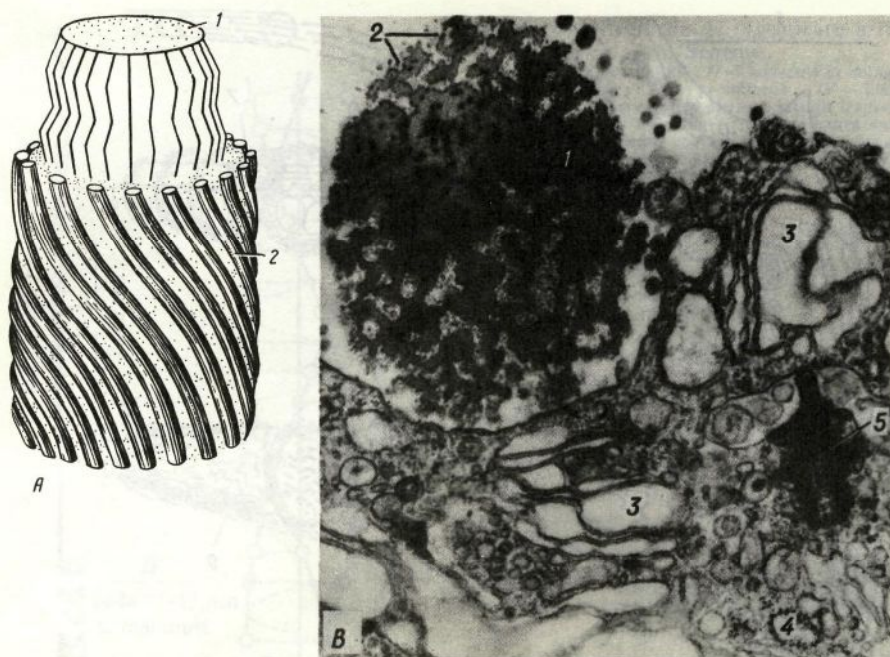


**Des. 66.** Geneza substanței intercelulare. Schema lui R. Kristici, modificată.

1 — fibroblast, 2 — lanțuri polipeptidice, 3 — molecule de tropocolagen, 4 — glicozaminoglicani, 5 — polimerizarea moleculelor de tropocolagen, 6 — protofibrile, 7 — fascicul de protofibrile (fibrila de collagen), 8 — molecula de elastină, 9 — fibrilă de elastină.

50%, iar într-o soluție diluată de acid sau bază — de 10 ori. În același timp fibrele de collagen se scurtează cu 30%. La fibrele tinere capacitatea de a se tumefia este mai pronunțată. La fierberea fibrelor de collagen obținem o substanță cleioasă (grec. kolla-clei). De aici provine denumirea lor.

**Fibrele reticulare** (fibrae reticulares). Ele fac parte din fibrele de collagen, deoarece în componența lor intră proteina calagen (tip III) și un număr mare de hidrați de carbon, care sînt sintetizați de către celulele reticulare ale organelor hematopietice și formează o plasă tridimensională (reticul). De aici le vine denumirea.



**Des. 67.** Structura ultra-microscopică a fibrei elastice.

A — schemă: 1 — porțiunea centrală omogenă, 2 — microfibrile (desen de Iu. I. Afanasiev). B — electronomicrofotografie, X 45000 (preparatul lui V. P. Sliusarciuc): 1 — porțiunea centrală omogenă, 2 — microfibrilele periferice, 3 — complexul Golgi din fibroblast, 4 — reticulul endoplasmatic, 5 — centriolul.

**Fibrele elastice** (fibrae elasticae). Elasticitatea și extensia țesutului conjunctiv se datorează fibrelor elastice. Ele au formă rotunjită sau aplatizată, iar grosimea lor și durabilitatea sînt mai reduse decît la fibrele de collagen (în unele cazuri, însă, cum ar fi ligamentul cervical, ele pot atinge grosimea de cîtiva micrometri). În țesutul conjunctiv fibros lax ele foarte frecvent anastomozează între ele.

Componentul chimic principal al fibrelor elastice este *elastina* — proteină globulară sintetizată de către fibroblaste (nivelul molecular de organizare). În comparație cu collagenul, elastina conține mai puțini acizi aminici polari, hidrooxilizină și hidrooxiprolină și în cantități mai mari prolină și glicină. Mai mult ca atât, în elastină lipsește cistina și sînt prezenți 2 derivați ai acizilor aminici — *desmozina* și *izodesmozina*. Acestea stabilizează structura moleculară a elastinei și asigură elasticitatea fibrelor în întregime. Moleculele de elastină au o formă globulară cu un diametru de 2,8 nm, care odată ieșite din fibroblaste se unesc în lanț — *protofibrile de elastină*, ce au o grosime de 3,5 nm (acesta prezintă al doilea nivel de organizare, sau nivelul supramolecular). Consolidîndu-se prin intermediul glicoproteinelor, filamentele de elastină formează *microfibrile* (des. 67, A, B) cu o grosime de 8—10 nm (al treilea nivel de organizare — nivelul fibrilar). Cu cît crește cantitatea de substanță fundamentală, cu atît mai „matură“



se consideră fibra și se formează al 4-lea nivel de organizare — *fibra*. De pildă, fibrele mature conțin circa 90% de proteine elastice (elastină) ale componentului amorf.

Spre deosebire de fibrele de collagen, cele elastice n-au striatie.

Afară de fibrele elastice mature mai deosebim și fibre *elaunice* și *oxitalanice*. Primele se constituie din microfibrile și substanță amorfă în aceleași cantități, pe când cele oxitalanice sînt alcătuite numai din microfibrile. S-a constatat că componentul microfibrilar este mai dezvoltat în fibrele elastice asupra cărora acționează factorii mecanici și nu au nevoie de elasticitate pronunțată.

Microscopia electronoptică a permis să se concretizeze că în centrul fibrelor elastice se situează *substanța amorfă*, pe când *microfibrilele* sînt repartizate la periferie.

### Componentul amorf al substanței intercelulare

Celulele și fibrele țesutului conjunctiv sînt incluse într-o *substanță amorfă*, ce se mai numește *fundamentală* (*substantia fundamentalis*). Ea prezintă un mediu gelatinos hidrofil, în sinteza căruia rolul hotărîtor îl joacă fibroblastele. Substanța fundamentală participă la transportarea metaboliților din sînge spre celule și invers, îndeplinește funcția mecanică, de sprijin, apărare. Substanța fundamentală, din punct de vedere chimic, este alcătuită din glicozaminoglicani nesulfatați (acidul hialuronic) și sulfatați: condriotinsulfatul, dermatansulfatul, keratinsulfatul, heparinsulfatul ș. a., care formează legături mai mult sau mai puțin stabile cu proteinele, alcătuiind proteoglicanii. Substanțele denumite determină consistența și particularitățile de funcție ale substanței fundamentale.

Afară de substanțele sus-menționate, în componența substanței fundamentale mai intră albuminele, globulinele venite din sînge, lipidele, sărurile minerale (săruri de natriu, kaliu, calciu ș. a.).

Cantitatea substanței fundamentale din diferite sectoare ale țesutului conjunctiv poate fi diferită. De pildă, în jurul capilarelor și vaselor sanguine mici, în locurile care conțin straturi intermediare de țesut adipos, deosebim o substanță fundamentală foarte redusă; la limita cu alte țesuturi, cum ar fi epiteliul, ea este bine pronunțată. Țesutul conjunctiv la copii conține mai multă substanță fundamentală decît la maturi.

Substanța fundamentală mai participă la metabolismul hidric, reglează componența ionică a țesutului conjunctiv, asigură adezia și fixarea celulelor de fibre.

Componența și starea fizico-chimică a substanței intercelulare determină în mare măsură particularitățile de funcție a țesutului conjunctiv. Cu cît e mai densă substanța intercelulară, cu atît mai pronunțată va fi funcția mecanică, de sprijin. În alte cazuri (țesutul interstițial din jurul vaselor sanguine), datorită prezenței proteoglicanilor hidrofilii, substanța fundamentală capătă o consistență semilichidă, ceea ce sporește funcția de troficitate. Un surplus de histamină endo- sau exogenă, hialuronidază este însoțit de creșterea permeabi-

lității substanței fundamentale și, dimpotrivă, o concentrație ridicată a glicozaminoglicanilor, activitatea slab pronunțată a hialuronidazei asigură o permeabilitate scăzută.

### *Țesutul conjunctiv fibros dens*

Țesutul conjunctiv fibros dens (*textus connectivus collagenosus compactus*) se caracterizează printr-un număr relativ mare de fibre aranjate compact și o cantitate neînsemnată de celule și substanță fundamentală.

În dependență de aranjamentul fibrelor deosebim : *țesut conjunctiv fibros dens neordonat* și *ordonat*. În țesutul conjunctiv dens neordonat fibrele de collagen sînt orientate în toate direcțiile, pe cînd în cel ordonat ele au o orînduire strictă, care în fiecare caz corespunde condițiilor de funcționare. De pildă, țesutul conjunctiv dens ordonat constituie tendoanele, ligamentele<sup>1</sup>, membranele fibroase.

**T e n d o n u l** (*tendo*) se constituie din fascicule de fibre de collagen groase și aranjate compact. Fasciculele vecine sînt delimitate unul de altul prin fibrocite și de un număr neînsemnat de fibroblaste incluse în substanța amorfă fundamentală slab dezvoltată. Fibrocitele posedă prelungiri subțiri care, pătrunzînd între fibre, contactează cu ele. Desori aceste celule se mai numesc *tendonocite* (*tendinocyti*).

Fasciculul de fibre delimitat de cel vecin prin fibrocite se numește *fasciculul de ordinul unu*. Cîteva fascicule de ordinul I înfășurate de o pătură fină de țesut conjunctiv lax alcătuiesc *fasciculul de ordinul doi*. Țesutul conjunctiv lax, ce desparte fasciculele de ordinul doi, poartă denumirea de endotenoniu. Fasciculele de ordinul doi se întrunesc în *fascicule de ordinul trei*, iar țesutul conjunctiv lax, ce le înconjoară, poartă denumirea de peritenoniu. Uneori tendonul în întregime prezintă *fascicul de ordinul trei*. În tendoanele mari putem determina și fascicule de ordinul patru. Endo- și peritenoniuul conțin vase sanguine, care asigură nutriția tendonului, nervi, terminațiuni nervoase proprioceptive, care vor informa sistemul nervos central despre starea de extindere a tendonului.

De țesutul conjunctiv dens ordonat ține și **l i g a m e n t u l c e r v i c a l**, care este constituit din fibre elastice.

Porțiunile tendoanelor, cu ajutorul cărora acestea se fixează pe oase, sînt acoperite de o teacă specifică alcătuită din două membrane de țesut conjunctiv fibros între care se află un lichid bogat în acid hialuronic.

**M e m b r a n e l e f i b r o a s e**. Această varietate a țesutului conjunctiv fibros dens include fasciile, aponevrozele, centrul tendinos al mușchiului frenic, capsulele unor organe, dura mater, sclera, pericondriul și periostul, tunica albuginee a testiculului și a ovarului ș. a. Membranele fibroase cu greu se supun extinderii, deoarece fasciculele de fibre de collagen, precum și fibrocitele și fibroblastele intercalate între

<sup>1</sup> Conform unor clasificări tendoanele și ligamentele se referă la grupul țesuturilor scheletate, deoarece funcția lor principală este mecanică.

ele sînt aranjate în straturi suprapuse într-un mod special. Fasciculele de fibre din fiecare strat au un traiect ondulat și o răspîndire paralelă, însă nu coincid. Fasciculele solitare de fibre de colagen trec dintr-un strat în altul, unindu-le între ele. Membranele fibroase în afară de fibre de colagen mai conțin și fibre elastice. Astfel de structuri ca perios-tul, sclera, tunica albuginee a testiculului, capsulele articulațiilor etc. se caracterizează, spre deosebire de aponevroze, printr-o orientare mai puțin ordonată a fasciculelor de fibre de colagen și printr-un număr sporit de fibre elastice.

### **Țesuturile conjunctive cu proprietăți speciale**

La aceste țesuturi se referă *țesutul reticular, adipos, mucos și pigmentar*. Ele se caracterizează prin predominarea celulelor omogene, proprietățile cărora au determinat de fapt denumirea acestor țesuturi conjunctive.

#### *Țesutul reticular*

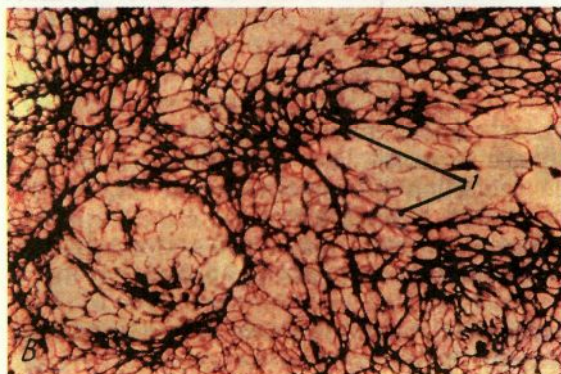
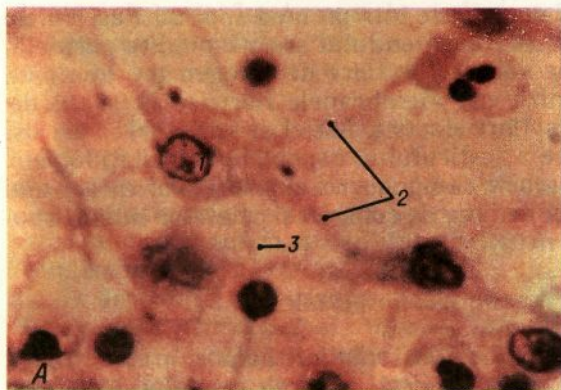
Țesutul conjunctiv reticular (*textus reticularis*) este o varietate a țesutului conjunctiv, care are aspectul unei rețele, constituită din celule reticulare și fibre de reticulină (argirofile) (des. 68, A, B). Majoritatea celulelor reticulare contactează atât între ele cu ajutorul prelungirilor lor, cât și cu fibrele de reticulină. Fibrele și celulele cu prelungiri formează o rețea (*reticulum*), fapt care a și determinat denumirea acestui țesut.

Țesutul reticular formează stroma organelor hemopoietice și microambianța celulelor sîngelui în dezvoltare. Se deosebesc celule reticulare asemănătoare fibroblastelor, care se unesc cu fibrele, fagocite de proveniență monocitară și celule slab diferențiate.

*Fibrele de reticulină* sînt derivatele celulelor reticulare (vezi des. 68, B). Ele se evidențiază la impregnare cu săruri de argint, de aceea se mai numesc argirofile (din grec., *argentum* — argint). Fibrele de reticulină au aproximativ aceeași componentă chimică ca și fibrele de colagen, însă morfologic sînt mai subțiri, se ramifică și formează anastomoze.

În grupul de fibre argirofile se deosebesc fibrele de reticulină propriu-zise și fibrele de precolagen. *Fibrele de reticulină propriu-zise* sînt structuri definitive și conțin colagenul tip III. *Fibrele de precolagen* reprezintă etapa inițială de formare a fibrelor de colagen în timpul embriogenezei și în caz de regenerare. În comparație cu fibrele de colagen, fibrele de reticulină conțin mai mult sulf, lipide și glucide. La microscopul electronic fibrilele fibrelor de reticulină prezintă stri-ații cu periodicitatea de 64—67 nm, nu totdeauna bine evidențiate.

Fibrele de reticulină sînt rezistente la acțiunea concentrațiilor diluate de acizi și baze, nu pot fi scindate de către tripsină. După gradul de extensie ocupă un loc intermediar între fibrele de colagen și elastice.

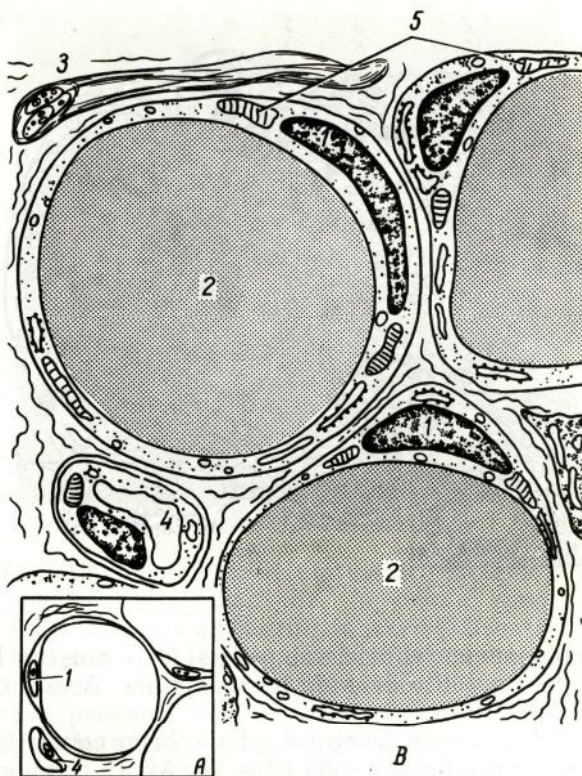


**Des. 68** Țesutul reticular.  
 A — schema structurii celei reticulare și fibrelor de reticulină; 1 — nucleul celei reticulare; 2 — prelungirile citoplasmei; 3 — fibrele de reticulină.  $\times 900$ . B — microfotografia fibrelor de reticulină din ganglionul limfatic. Impregna-re cu nătrat de argint. 1 — fibrele de reticulină.  $\times 120$ .

### Țesutul adipos

**Țesutul adipos** (textus adiposus) reprezintă aglomerări de celule adipoase (adipocite) și se întâlnește în numeroase organe. Există două varietăți de țesut adipos — *alb* și *brun*. Acești termeni sînt relativi și reflectă particularitățile de colorație ale celulelor. Țesutul adipos alb este larg răspîndit în organismul uman, iar cel brun este reprezentat la nou-născuți. La unele animale (la rozători și hibernanți) se evidențiază bine în decursul vieții.

La om **țesutul adipos** alb se situează sub piele, mai ales în partea inferioară a peretelui abdominal, în regiunea fesieră și a coapselor, unde formează țesutul adipos subcutanat. Țesutul adipos se întâlnește de asemenea în epiploon, mezou și în regiunea retroperitoneală. Țesutul adipos mai mult sau mai puțin clar este împărțit de septuri de țesut conjunctiv fibros lax în lobuli de diferite dimensiuni și formă. Celulele adipoase din interiorul lobulului aderă strîns unele la altele (des. 69, A. B). În spațiile înguste dintre ele se întîlnesc fibroblaste, elemente limfoide, labrocite. Printre celulele adipoase sînt orientate în toate direcțiile fibre fine de collagen. Capilarele sanguine și limfati-ce, situate în straturile intermediare de țesut conjunctiv fibros lax,



**Des. 69.** Schema structurii țesutului adipos alb (des. lui Iu. I. Afanasiev).

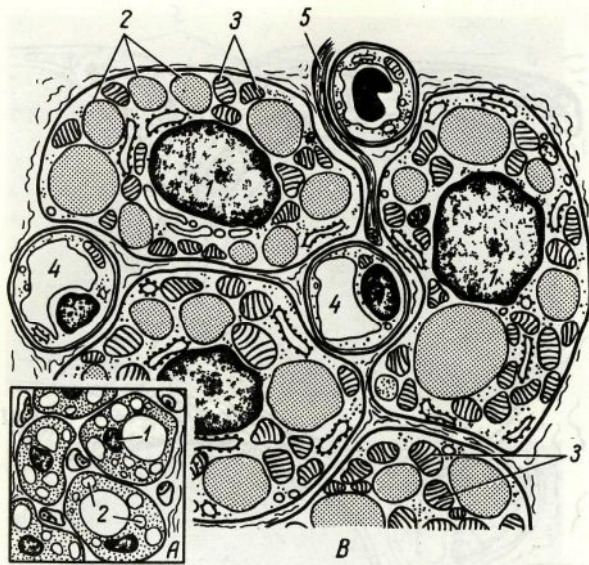
*A* — adipocite cu grăsimile eliminate la microscopul optic; *B* — structura ultramicroscopică a lipocitelor: 1 — nucleul celulei adipocite; 2 — picături voluminoase de lipide; 3 — fibre nervoase; 4 — hemocapilare; 5 — mitocondrii.

cuprind cu anzele lor grupuri de adipocite, sau lobulii țesutului adipos. În țesutul adipos au loc activ procesele metabolice ale acizilor grași, glucidelor și formarea grăsimilor din glucide.

La descompunerea grăsimilor se degajă o cantitate mare de apă și se elimină energie. Datorită acestui fapt țesutul adipos joacă nu numai rol de depozitar de substrat pentru sinteza compușilor macroenergetici, ci este și depozitar de apă.

În caz de imaniție țesutul adipos subcutanat pararenal al epiploonului și mezoului pierde repede rezervele de grăsime. Picăturile de lipide din interiorul celulelor devin din ce în ce mai mici și celulele adipoase devin stelate sau fusiforme. La animalele supraalimentate după foame se constată la început acumularea glicogenului în citoplasma celulelor adipoase, care apoi este folosit la sinteza lipidelor. Dar nu fiecare țesut adipos cedează ușor lipidele. În timpul foamei țesutul adipos din jurul orbitelor, din pielea palmelor și din regiunea plantară pierde numai o cantitate mică de lipide, chiar și în timpul foamei îndelungate. În aceste cazuri țesutul adipos joacă mai mult un rol mecanic, și nu metabolic. Aici el este împărțit în lobuli mici, înconjurați de fibre de țesut conjunctiv.

*Țesutul adipos brun* este bine reprezentat la nou-născuți și la unele animale în regiunea gâtului, lângă scapule, retrosternal, pe parcursul



**Des. 70.** Schema structurii țesutului adipos brun (des. lui Iu. I. Afanasiev).

*A* — adipocite cu grăsimile eliminate la microscopul optic; *B* — structura ultramicroscopică a lipocitelor: 1 — nucleul adipocitelor; 2 — lipidele microfragmentate; 3 — numeroase mitocondrii; 4 — hemocapilare; 5 — fibră nervoasă.

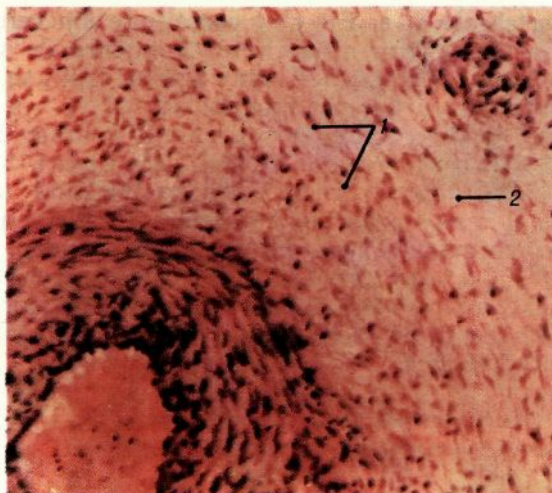
coloanei vertebrale, sub piele și între mușchi. Este constituit din adipocite, împletite dens de hemocapilare. Aceste celule participă la procesele de termogeneză.

Adipocitele țesutului adipos brun conțin în citoplasmă numeroase incluziuni lipidice mici (des. 70, A). În comparație cu celulele țesutului adipos alb, aici se observă mai multe mitocondrii (des. 70, B). Adipocitele au culoarea brună datorită pigmentilor hemosiderini — citocromii mitocondriilor. Capacitatea oxidativă a celulelor adipoase brune este aproximativ de 20 de ori mai mare decât a celulelor albe și circa de 2 ori depășește capacitatea oxidativă a mușchiului cardiac. La scăderea temperaturii mediului ambiant activitatea proceselor de oxidare în țesutul adipos brun se intensifică. Concomitent se elimină energia termică, care încălzește sângele în capilarele sanguine. La reglarea metabolismului termic un rol important îl joacă sistemul nervos simpatic și hormonii substanței medulare a suprarenalelor — adrenalina și noradrenalina, care prin adozinmonofosfat ciclic stimulează activitatea lipazei tisulare, iar ultima scindează trigliceridele în glicerină și acizi grași. Acestea, acumulându-se în celulă, izolează procesele de fosforilare oxidativă, ce duc la degajarea energiei termice, și ca rezultat la încălzirea sîngelui, care circulă prin numeroasele capilare, situate între lipocite. În caz de inaniție țesutul adipos brun se modifică mai puțin decât cel alb.

### *Țesutul mucos*

Țesutul conjunctiv mucos sau gelatinos (textus mucosus) se întâlnește numai la embrion. Obiectul clasic de studiere este cordonul

de condroci și condro  
substanța intercelulară cu  
datoracei funcției de sprijin  
substanța uscată a țesutului  
de colagen. Țesutul  
gumiv. În substanțele nr.  
care îl compoziționează  
detaliu de țesut cartilaj  
de țesut cartilaj. Cîm  
funcționale ale substanței



**Des. 71.** Țesutul gelatinos din cordonul ombilical la om.  
1 — mucocite; 2 — substanța intercelulară gelatinoasă.

ombilical al fătului (des. 71). Aici elementele celulare sînt reprezentate de mucocite — celule de tipul fibroblastelor. În prima jumătate de sarcină în substanța intercelulară a țesutului mucos se observă o cantitate mare de acid hialuronic. Aceasta determină consistența gelatinoasă a substanței fundamentale. Fibroblastele țesutului conjunctiv gelatinos slab sintetizează proteine fibrilare. În perioadele tardive ale dezvoltării embrionare în substanța gelatinoasă apar fibrile de colagen, situate lax, numărul cărora crește concomitent cu dezvoltarea embrionului.

### Țesutul pigmentar

Țesutul conjunctiv pigmentar (*textus connectivus pigmentosus*) este un țesut, care conține un număr mare de celule pigmentare — *melanocyte* (*cellulae pigmentosae*). Din el fac parte zonele de țesut conjunctiv ale pielii din regiunea mameloanelor, scrotului, din jurul orificiului anal, în coroidă și irisul ocular, în nevii pigmentari congenitali.

### ȚESUTURILE SCHELETALE

Din țesuturile scheletale (*textus sceletales*) fac parte *țesuturile cartilaginoase și osoase*, care îndeplinesc funcțiile de sprijin, de apărare, mecanică și de asemenea participă la metabolismul hidrosalin.

### Țesuturile cartilaginoase

Țesuturile cartilaginoase (*textus cartilaginei*) intră în componența unor organe ale aparatului respirator, articulațiilor, discurilor inter-

vertebrale ș. a. Ele sînt constituite din celule (condrocite și condroblaste) și dintr-o cantitate abundentă de substanță intercelulară cu proprietate elastică. Anume acestui fapt i se datorează funcția de sprijin a țesuturilor cartilajinoase.

Țesutul cartilajinos proaspăt conține circa 70—80% apă, 10—15% substanțe organice și 4—7% săruri. Substanța uscată a țesutului cartilajinos conține de la 50 pînă la 70% collagen. Țesutul cartilajinos propriu-zis nu conține vase sanguine, iar substanțele nutritive pătrund prin difuzie din pericondru care îl acoperă.

**C l a s i f i c a r e a .** Se deosebesc trei varietăți de țesut cartilajinos: *hialin*, *elastic*, *fibros*. Această dividere a țesutului cartilajinos se bazează pe particularitățile structurale și funcționale ale substanței intercelulare.

### *Condrohistogeneza*

Dezvoltarea țesutului cartilajinos are loc atît la embrion, cît și în perioada postembrionară în timpul regenerării.

**C o n d r o h i s t o g e n e z a e m b r i o n a r ă .** Sursa de dezvoltare a țesuturilor cartilajinoase este mezenchimul. În corpul embrionului unde se va forma cartilaj, mezenchimul la început se indurează, celulele pierd prelungirile lor, se divid intens și aderă strîns una la alta, formînd un anumit turgor. Aceste sectoare se numesc *p r i m o r d i u r i s c h e l e t o g e n e*, sau *i n s u l e c o n d r o g e n e* (des. 72, A, B, C). Celulele mezenchimale, situate în aceste zone, se diferențiază în *condroblaste (condroblastocite)* — celule care formează țesutul cartilajinos. În citoplasma acestor celule se mărește numărul de ribozomi liberi, apare reticulul endoplasmatic granular. În stadiul următor, numit stadiul de formare a țesutului cartilajinos *p r i m a r*, celulele situate în centrul acestei zone (*condrocite primare*) se rotunjesc, cresc în dimensiuni, în citoplasma lor se dezvoltă reticulul endoplasmatic granular care participă la sinteza și secreția proteinelor fibrilare (colagen). Astfel se formează substanța intercelulară, care se caracterizează prin oxifilie. În procesul următor — stadiul de *d i f e r e n ț i e r e* a țesutului cartilajinos — condrocitele încep a sintetiza în afară de proteine fibrilare și glicozaminoglicani, în special condroitinsulfați uniți cu proteinele necolagene (proteoglicani).

La periferia primordiului condrogen, la hotar cu mezenchimul se formează *pericondru* — capsula care acoperă la exterior cartilajul în dezvoltare și este constituit din stratul extern — fibros și intern — condrogen (cambial). În zona condrogenă celulele se divid intens, se diferențiază condroblastele, care își păstrează capacitatea de a sintetiza A.D.N., de a se înmulți și de a sintetiza componentele substanței intercelulare (vezi mai jos). În consecință mase noi de celule se suprapun la periferia cartilajului deja format, în substanța intercelulară secretată de ele. Astfel are loc creșterea cartilajului prin suprapunere, sau prin *apozitie*.

Celulele *cartilajinoase* situate în centrul cartilajului tînăr neformat

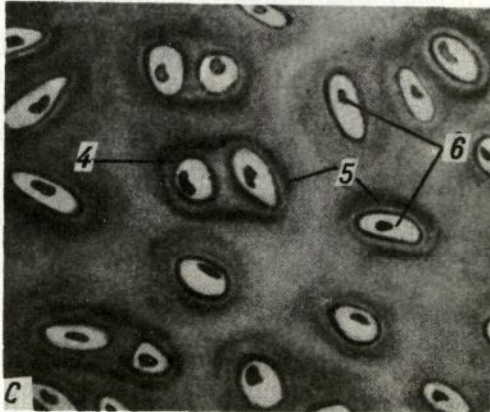
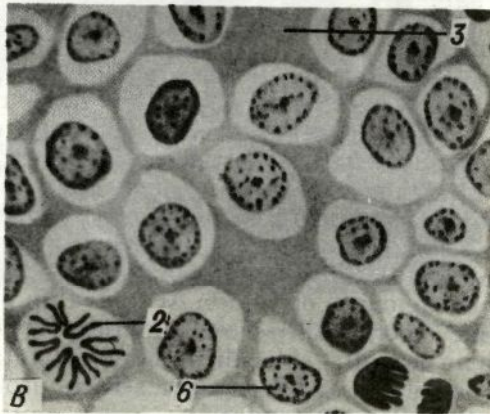
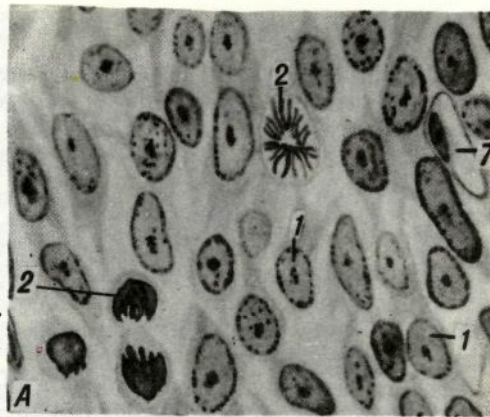


**Des. 72.** Schema dezvoltării cartilajului hialin (des. lui Iu. I. Afanasiev).

*A* — insulă condrogenă; *B* — țesutul cartilaginios primar; *C* — stadiu de diferențiere a condrocitelor: 1 — celule mezenchimale; 2 — celule ce se divid mitotic; 3 — substanța intercelulară oxifilă; 4 — grupul izogen de celule cartilaginose; 5 — substanța intercelulară bazofilă; 6 — condrocite tinere; 7 — capilar sanguin.

păstrează un timp oarecare capacitatea de diviziune mitotică, rămânând într-o cavitate comună (grupuri izogene de celule; grec. isos — egal, genesis — dezvoltare). Pe baza creșterii numărului acestor celule are loc creșterea masei de cartilaj din profunzimea lui și se numește creștere interstițială. Creșterea interstițială se observă în embriogeneză și în timpul regenerării țesutului cartilaginios.

În timpul creșterii și dezvoltării cartilajului porțiunile lui centrale tot mai mult se îndepărtează de vasele care îl alimentează și încep a suferi dificultăți în nutriție, care are loc prin difuzie din vasele pericondrului. Drept rezultat condrocitele pierd capacitatea de diviziune, unele din ele se distrug, iar proteoglicanii se transformă într-o proteină oxifilă mai simplă — alburoidă.



### *Celulele țesutului cartilaginos*

În timpul dezvoltării țesutului cartilaginos se formează diferențierea: *celulele-stem, semistem (precondroblastele), condroblastele (condroblastocitele), condrocitele.*

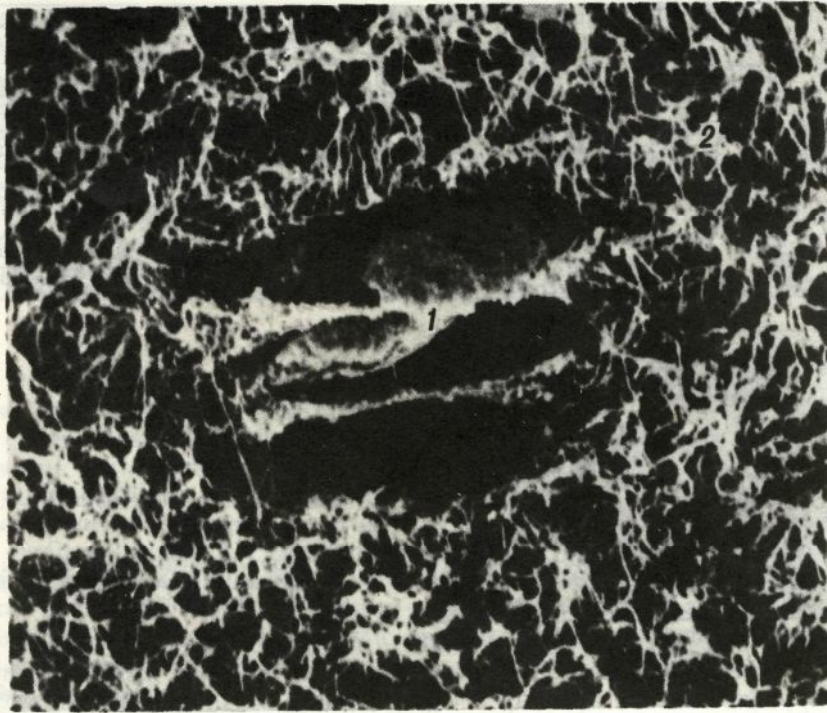
*Condrocitele* (grec. chondros — grăunte, cartilaj; cytos — celulă) reprezintă principalul tip de celule ale țesutului cartilaginos. Ele au formă rotundă, ovală sau poligonală, în dependență de gradul de diferențiere. Sînt situate în cavități speciale (lacune) în substanța intercelulară izolat sau în grupuri. Aceste grupuri de celule, situate într-o cavitate comună, se numesc *izogene*. Ele provin în urma diviziunii unei celule (des. 73). În grupurile izogene se deosebesc trei tipuri de celule.

Primul tip de condrocite se caracterizează prin raportul nucleocitoplasmatic mărit, dezvoltarea elementelor vacuolare ale complexului lamelar, prezența în citoplasmă a mitocondriilor și a ribozomilor liberi. În aceste celule se observă des figuri mitotice, ce le pot considera ca sursă de reproducere a grupurilor izogene de celule (des. 74, A, B, C). Numărul primului tip de condrocite predomină în cartilajul tînăr, în dezvoltare. Al doilea tip de condrocite se caracterizează prin scăderea raportului nucleocitoplasmatic, micșorarea sintezei A.D.N., păstrarea unui nivel înalt de sinteză a A.R.N., dezvoltarea intensă a reticulului endoplasmatic granular și componentelor complexului Golgi, care asigură formarea și secreția glicozaminoglicanilor și proteoglicanilor în substanța intercelulară. Citolema și cariotelema sînt de obicei ondulate. Al treilea tip de condrocite diferă prin cel mai mic raport nucleocitoplasmatic, prin reticulul endoplasmatic granular bine dezvoltat și localizat într-o anumită ordine. Aceste celule păstrează capacitatea de a forma și a secreta proteine, însă se micșorează sinteza glicozaminoglicanilor.

*Condroblastele* (grec. chondros — cartilaj, blastos — primordiu) reprezintă celule tînere de o formă plată, care au capacitatea de proliferare și de sinteză a substanței intercelulare a cartilajului. Ele sînt descendentele celulelor-stem. În citoplasma condroblastelor este bine dezvoltat reticulul endoplasmatic granular și agranular, complexul Golgi. În timpul colorației citoplasma condroblastelor devine bazofilă, deoarece conține o cantitate abundentă de A.R.N. Condroblastocitele participă la creșterea periferică (prin apozitie) a cartilajului. În procesul de dezvoltare a cartilajului ele se transformă în condrocite.

### *Substanța intercelulară a cartilajului*

În substanța intercelulară a cartilajului (*substantia fundamentalis cartilaginea*) componentele organice sînt reprezentate de proteine, lipide, glicozaminoglicani și proteoglicani. Concentrația ultimilor în această varietate de țesut conjunctiv este foarte abundentă. Se conțin într-o cantitate mare *proteine fibrilare (în special collagen tip II)*. Orientarea fibrelor este determinată de incidența liniilor de forță, care apar în urma deformărilor cartilajului în procesul de funcționare a



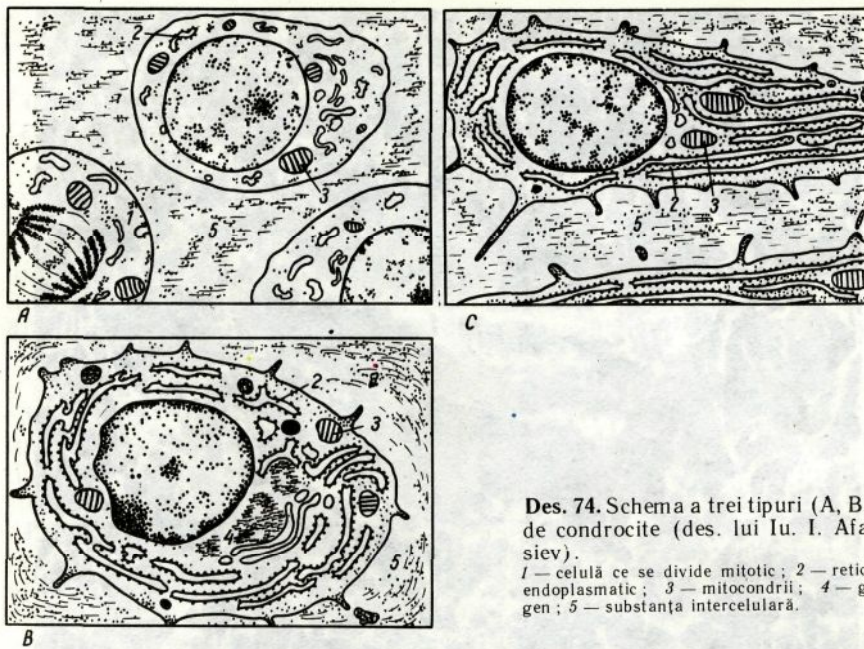
Des. 73. Grupurile izogene de condrocite ale cartilajului articular. Electronomicrografie stereo-scan.  $\times 6000$  (preparatul lui M. N. Pavlova).  
1 — condrocite; 2 — fibrele de collagen ale substanței intercelulare.

organului. Stratul de substanță intercelulară, care aderă la lacuna celulară și care formează peretele ei, diferă printr-un grad mai înalt de refracție a luminii, conține o rețea de fibrele în formă de evantai. El poartă uneori denumirea de capsula celulei cartilaginease.

Substanța intercelulară posedă o înaltă hidrofilitate, care determină densitatea, turgorul ei și contribuie la difuziunea substanțelor nutritive, apei și sărurilor. Gazele și mulți metaboliți de asemenea difuzează liber prin ea. Însă nu pătrund unele molecule proteice voluminoase, care posedă proprietăți antigenice. Prin aceasta se explică transplantarea reușită în clinică (transplantarea de la un om la altul) a unei porțiuni de cartilaj.

#### *Țesutul cartilagos hialin*

În timpul embriogenezei majoritatea scheletului uman este format din țesut cartilagos hialin (*textus cartilagineus hyalinus*). Acest țesut cartilagos se mai numește sticlos (grec. *hyalos*—sticlă), grație transparenței și culorii lui albastrii-albe. În organismul matur țesutul hialin se întâlnește în locurile de unire a coastelor cu sternul, în laringe, în căile respiratorii, pe suprafața articulară a oaselor.



Des. 74. Schema a trei tipuri (A, B, C) de condrocite (des. lui Iu. I. Afanasiev).

1 — celulă ce se divide mitotic; 2 — reticulul endoplasmatic; 3 — mitocondrii; 4 — glicogen; 5 — substanța intercelulară.

În diferite organe structura țesutului cartilajinos hialin are mult comun, însă în același timp are și caractere organospecifice, care se manifestă prin aranjarea celulelor, prin structura substanței intercelulare. Țesutul cartilajinos hialin din organismul uman, în majoritatea cazurilor, este acoperit de *pericondru* și reprezintă împreună cu placa de țesut cartilajinos formația anatomică — *cartilajul*.

Pericondruul este format din două straturi: stratul extern — este constituit din țesut conjunctiv fibros cu vase sanguine; stratul intern — cu predominanță celulară, conține *condroblaste* și precursorii lor — *precondroblaste*. Sub pericondru, în stratul superficial al cartilajului sunt situate condrocitele tinere, fusiforme, axul lung al cărora este paralel suprafeței cartilajului (des. 75, A, B). În straturile mai profunde celulele cartilajinoase au o formă ovală sau rotundă. Deoarece procesele de sinteză și de secreție slăbesc în aceste celule, ele după diviziune nu se despart, ci se situează compact, formând așa-numitele grupuri izogene constituite din 2—4 condrocite.

Celulele sunt înconjurate de o carcasă fibroasă (de o capsulă) de fibre de collagen îmbibată cu substanță fundamentală (des. 73). Substanța intercelulară din jurul celulelor cartilajinoase tinere este oxifilă. Celulele cartilajinoase mai diferențiate și grupurile izogene, în afară de stratul oxifil pericelular, au o zonă bazofilă de substanță intercelulară. Aceasta se explică prin faptul că componentele chimice ale substanței intercelulare — proteinele și glicozaminoglicanii — sunt repartizate neuniform.

Nu toate cartilajele însă au aceeași structură. De exemplu, particularitatea cartilajului hialin de pe suprafața articulațiilor se caracte-

riază prin lipsa pericondrului de pe suprafața îndreptată în cavitatea articulației. Cartilajul articular este format din trei zone slab evidențiate. În zona externă sînt situate condrocitele mici, turtite, slab diferențiate. În zona medie celulele sînt mai mari, au formă rotundă și sînt situate în coloane perpendicular pe suprafață. Zona profundă a cartilajului articular este constituită din cartilaj calcificat. Numai în această zonă se evidențiază vase sanguine.

Nutriția cartilajului articular se realizează parțial din vasele zonei profunde, dar în genere din lichidul sinovial al cavității articulației.

### *Țesutul cartilaginos elastic*

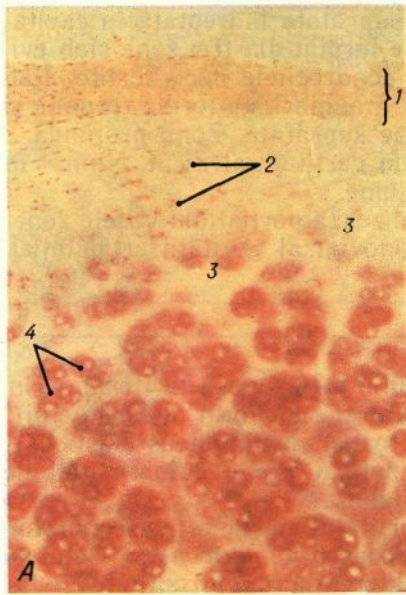
În unele organe, unde baza cartilajului este supusă la flexiuni (în pavilionul urechii, în cartilajul corniculat și cuneiform al laringelui), se găsește țesutul cartilaginos elastic (*textus cartilagineus elasticus*). Țesutul cartilaginos elastic proaspăt nefixat are o culoare gălbuie și nu este atît de transparent ca cel hialin.

După planul general de structură cartilajul elastic este asemănător cu cartilajul hialin. La exterior el este acoperit de *pericondru*. Celulele cartilaginoase (condrocitele tinere și diferențiate) sînt situate în lacune izolat sau formează grupuri *izogene*. Una din particularitățile principale ale cartilajului elastic este prezența în substanța intercelulară, în afară de fibrele de collagen, a fibrelor elastice, care străbat substanța intercelulară în toate direcțiile (des. 76). În straturile adiacente cu pericondru fibrele elastice trec fără întrerupere în fibrele elastice ale pericondrului. În cartilajul elastic cantitatea lipidelor, glicogenului și condroitinsulfatilor este mai mică decît în cel hialin. În cartilajul elastic nicicînd nu are loc calcificarea.

### *Țesutul cartilaginos fibros*

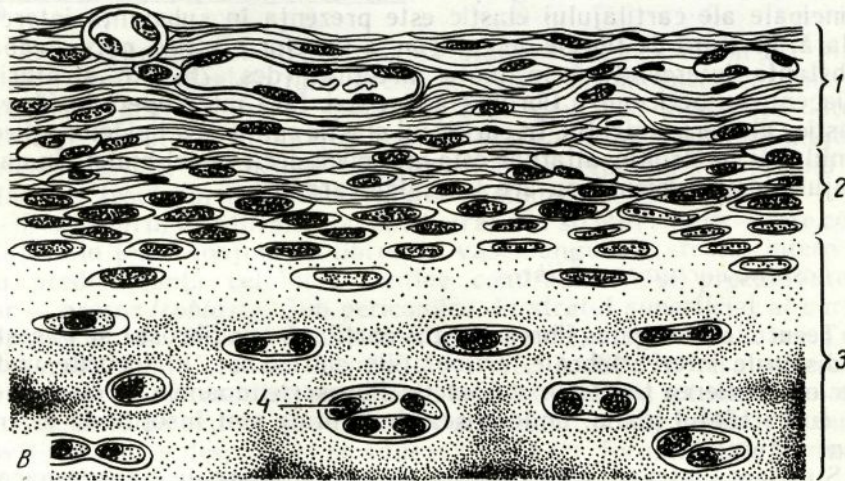
Țesutul cartilaginos fibros (*textus cartilagineus fibrosa*) se găsește în discurile intervertebrale, articulațiile amfiatroze, în locurile unde are loc asocierea țesutului conjunctiv fibros (tendoanele, aponevrozele) cu cartilajul hialin, unde mișcările limitate sînt însoțite de extensiuni puternice.

Substanța intercelulară conține fascicule de fibre de collagen paralele între ele, care treptat se disociază și trec în cartilajul hialin. În substanța intercelulară există cavități, care conțin celule cartilaginoase. Ultimele sînt situate izolat sau formează grupuri izogene. Citoplasma celulelor este adesea vacuolizată. În direcția de la cartilajul hialin spre tendon, cartilajul fibros din ce în ce mai mult se aseamănă cu tendonul. La hotarul dintre cartilaj și tendon în locul coloanelor de celule tendinoase dintre fasciculele de collagen, sudate în substanța fundamentală, se găsesc coloane de celule cartilaginoase turtite, care fără nici o limită trec în celulele tendinoase autentice, situate în țesutul conjunctiv dens (des. 77).



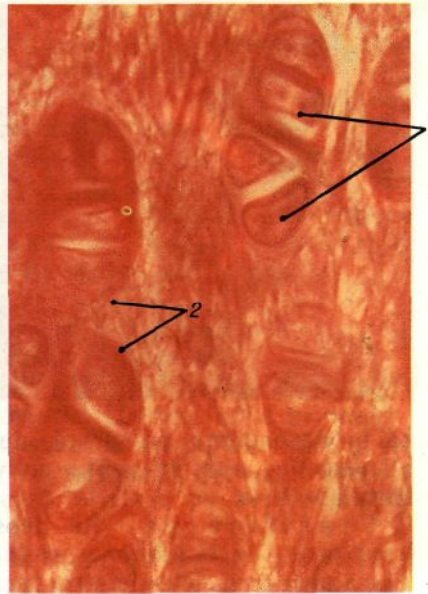
**Des. 75. Cartilajul hialin.**

A — microfotografia cartilajului hialin al traheei: 1 — pericondru; 2 — condrocite tinere; 3 — substanța fundamentală cu grupurile izogene de condrocite, situate în interiorul ei (4).  
 B — schema structurii pericondriului (des. lui Iu. I. Afanasiev): 1 — stratul extern fibros; 2 — stratul intern celular; 3 — țesutul cartilaginios.



**Modificările de vîrstă.** Odată cu îmbătrînirea organismului în țesutul cartilaginios se micșorează concentrația proteoglicanilor și în raport cu ei scade hidrofilia. Scade procesul de diviziune a condroblastelor și a condrocitelor tinere. În citoplasma acestor celule se micșorează volumul complexului Golgi, reticulului endoplasmatic granular, mitocondriilor și scade activitatea fermenților. Concomitent se mărește cantitatea de glicogen, de lizozomi, necesari pentru resorbția celulelor distrofice și a substanței acelulare. După distrugerea condrocitelor o parte din cavități se umple cu substanța fundamentală și

**Des. 76.** Cartilajul elastic al pavilionului urechii. Microfotografie.  
1 — grupurile izogene de condrocite; 2 — fibre elastice.



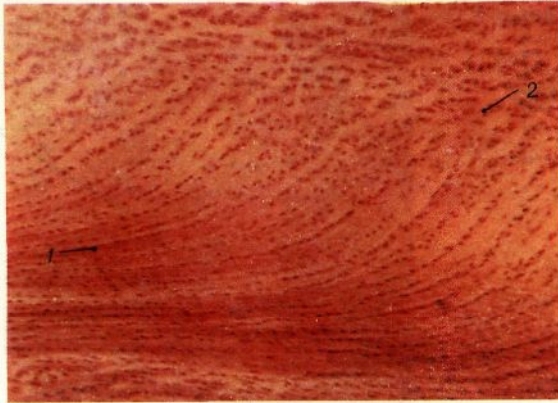
cu fibrile de collagen. În substanța fundamentală pe alocuri se observă depunerea sărurilor de calciu („calcificarea cartilajului“) și în rezultat cartilajul devine tulbure, opac, capătă duritate și friabilitate. În porțiunile centrale ale cartilajului, unde are loc tulburarea nutriției, pot pătrunde vasele sanguine și cartilajul se transformă în țesut osos.

**Regenerarea.** Regenerarea fiziologică a țesutului cartilajinos se realizează pe baza celulelor slab diferențiate ale pericondrului și ale cartilajului în urma diviziunii și diferențierii precondroblastelor și condroblastelor. Însă acest proces se petrece foarte lent.

### Țesuturile osoase

Țesuturile osoase (textus ossei) reprezintă o varietate specializată a țesuturilor conjunctive cu substanța intercelulară înalt calcificată; conține circa 70% de compuși anorganici, în special fosfați de calciu. Din aceste țesuturi sînt formate oasele scheletului, care din toate varietățile de țesuturi conjunctive posedă cele mai pronunțate funcții de sprijin, funcția mecanică, de apărare a organelor interne și de asemenea constituie un depozit de săruri de calciu, fosfor ș. a. Substanța organică (matricea țesutului osos) este reprezentată de proteine și lipide. La asocierea între ele a componentelor organice și anorganice se formează un țesut de sprijin extrem de dur, care se deosebește prin capacitatea de rezistență la întindere, contractare ș. a.

În țesuturile osoase, cu toate că gradul de calcificare este înalt, se produce reînnoirea permanentă a substanțelor componente, distrugerea și crearea, remodelarea adaptivă la condițiile variabile de funcționare. Proprietățile morfo-funcționale ale țesutului osos se modifi-



**Des. 77.** Cartilajul fibros.  
Microfotografie.  
1 — celule tendinoase; 2 — condrocite.

că în dependență de vîrstă, de activitatea musculară, de condițiile alimentației, sub influența activității glandelor cu secreție internă, inervației ș. a.

**Clasificarea.** Se deosebesc două varietăți principale de țesut osos — *reticulofibros* și *lamelar*. Aceste varietăți de țesut osos diferă prin proprietățile structurale și fizice, condiționate de structura substanței intercelulare.

### *Osteohistogeneza*

Se deosebește osteohistogeneza embrionară și postembrionară. La embrion țesutul osos se dezvoltă din mezenchim prin două procese: 1) direct din mezenchim (osteohistogeneza directă) și 2) din mezenchim în locul modelului de cartilaj al osului (osteohistogeneza indirectă). Dezvoltarea postembrionară a osului se realizează în timpul regenerării și în timpul osteohistogenezei ectopice.

### *Dezvoltarea osului la embrion*

**Osteohistogeneza directă.** Acest proces de osteogeneză este caracteristic pentru dezvoltarea țesutului osos macrofibrilar la formarea oaselor plate, de exemplu a oaselor de înveliș craniene. El se observă în timpul primei luni de dezvoltare intrauterină și se caracterizează la început prin formarea țesutului osos osteoid primar „membranos”, cu impregnarea (depunerea) ulterior a sărurilor de calciu, fosfor ș. a. în substanța intercelulară. În primul stadiu — formarea insulei scheletogene — în locurile de dezvoltare a viitorului os are loc diviziunea focară a celulelor mezenchimale și vascularizarea insulei scheletogene (des. 78, A, B, C, D). În stadiul al doilea, care se caracterizează prin diferențierea celulelor din insule, se formează substanța intercelulară oxifilă cu fibrile de collagen — matricea organică a țesutului osos (stadiul osteoid). Fibrele, proliferînd, îndepartează celulele, care nu pierd prelungirile și rămîn unite între ele.



În substanța fundamentală apar mucoproteidele (oseomucoidul), care cimentează fibrele într-o masă rezistentă. Unele celule diferențiindu-se în osteocite de acum în acest stadiu pot fi incluse în profunzimea masei fibroase. Altele, situate la suprafață, se diferențiază în *osteoblaste*. Osteoblastele se localizează un timp oarecare la exterior de masa fibroasă, însă în curând fibrele de collagen apar și din alte părți, separând osteoblastele unele de altele. Treptat aceste celule se includ în substanța intercelulară, pierd capacitatea de diviziune și se transformă în osteocite. Concomitent din mezenchimul adiacent se formează generații noi de osteoblaste, care participă la creșterea osului la exterior (creștere prin apozitie).

**Stadiul al treilea** — calcificarea (impregnarea cu săruri) a substanței intercelulare. Osteoblastele elimină fermentul fosfataza alcalină, care disociază glicerofosfatele, ce se găsesc în sângele periferic, în compuși glucidici (zahăr) și acid fosforic. Ultimul intră în reacție cu sărurile de calciu, care se depun în substanța fundamentală și în fibre în formă de compuși de calciu, ce formează depuneri amorfe  $[Ca_3(PO_4)_2]$ , apoi din ele se formează cristale de hidroxiapatită  $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ .

Calcificarea oseoidului depinde de așa-numitele vezicule matriceale de tipul lizozomilor cu diametrul până la 1  $\mu$ m (vezicule asemănătoare se observă și la mineralizarea matricei organice a dintelui în dezvoltare). Aceste vezicule posedă o activitate înaltă a fosfatazei alcaline și a pirofosfatazei, conțin lipide, acumulează calciu pe suprafața internă a membranei, care le înconjoară.

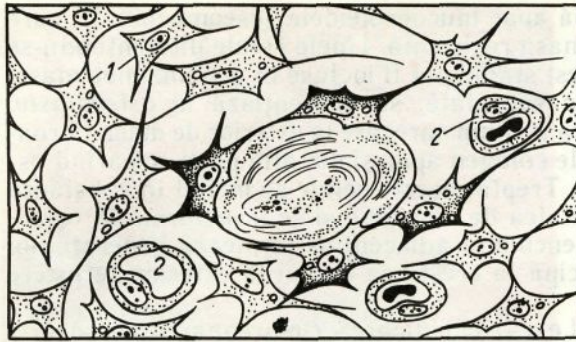
La calcificare participă *osteonectina* — glicoproteină, care fixează selectiv sărurile de calciu și fosfor de collagen.

Ca urmare a calcificării se formează trabecule sau lamele osoase. Apoi de la aceste trabecule se ramifică prelungiri, care se unesc între ele formând o rețea largă. Spațiile dintre trabecule sînt ocupate de țesut conjunctiv fibros cu vase sanguine care-l traversează.

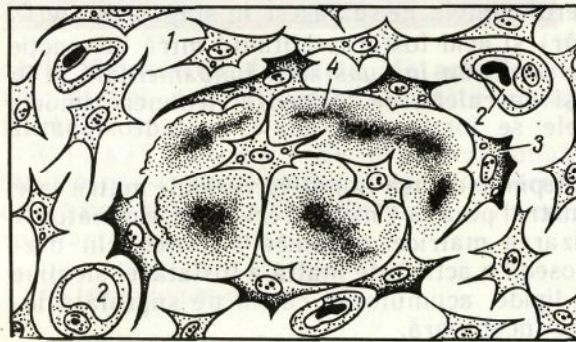
Cu terminarea histogenezei, la periferia rudimentului osos, în țesutul conjunctiv embrionar apare un număr mare de fibre și celule osteogene. O parte a acestui țesut fibros, care se găsește în contact direct cu trabeculele osoase, se transformă în *periost* (periosteum). El asigură nutriția și regenerarea osului (vezi mai jos). Un astfel de os, apărut în etapele precoce ale dezvoltării embrionare și constituit din trabecule de țesut osos reticulofibros, se numește os spongios primar. În etapele ulterioare de dezvoltare el este înlocuit de os spongios secundar, sau os matur, care se deosebește de primul prin faptul că este format din țesut osos lamelar (*stadiul al patrulea* al osteogenezei).

Dezvoltarea țesutului osos lamelar se află în raport direct cu procesul de distrugere a unor zone osoase și pătrunderea vaselor sanguine în profunzimea osului reticulofibros. La acest proces participă osteoclastele atât în perioada osteogenezei embrionare, precum și după naștere (des. 87, C).

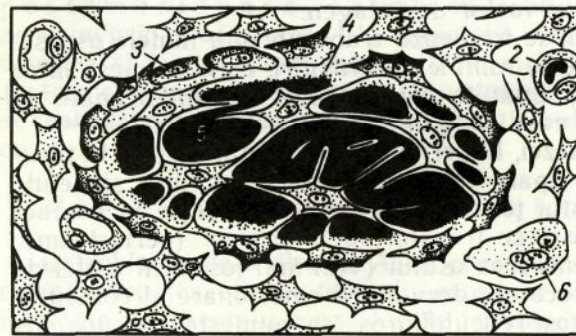
Lamelele osoase se formează de obicei în jurul vaselor sanguine datorită diferențierii mezenchimului adiacent. Pe asemenea lamelă se suprapun straturi noi de osteoblaste și apare o lamelă nouă. Fibrele de collagen în fiecare lamelă sînt orientate sub un unghi la fibrele din



A



B



C

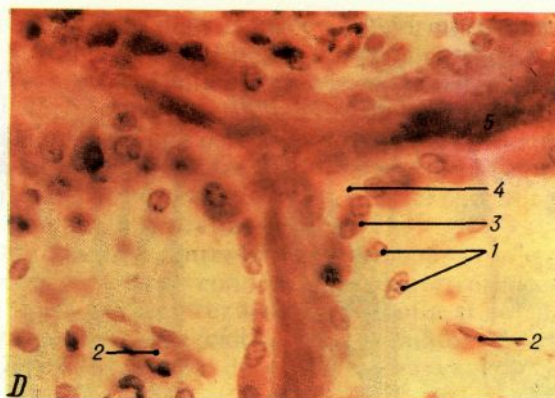
**Des. 78. Osteogeneza directă (membranoasă) (schemă).**

A — insula osteogenă; B — stadiul osteoid; C — osificarea substanței intercelulare.

lamela precedentă. Astfel în jurul vasului apar ca și cum cilindre osoase introduse unul în altul (osteoanele primare). Din momentul apariției osteoanelor țesutul osos reticulofibros încetează să se dezvolte și este înlocuit cu țesut osos lamelar. Din partea periostului se formează lamele comune sau generale, care înconjoară tot osul la exterior. Astfel se dezvoltă *oasele plate*. Osul format în perioada embrionară este ulterior supus reconstrucției, se distrug osteoanele primare și se dez-

**Des. 78 (continuare)**

*D* — osteogeneza „directă” în osul plat (microfotografie): 1 — celule mezenchimale; 2 — capilare sanguine; 3 — osteoblaste; 4 — osteoidul; 5 — substanța intercelulară mineralizată; 6 — osteoclastul.



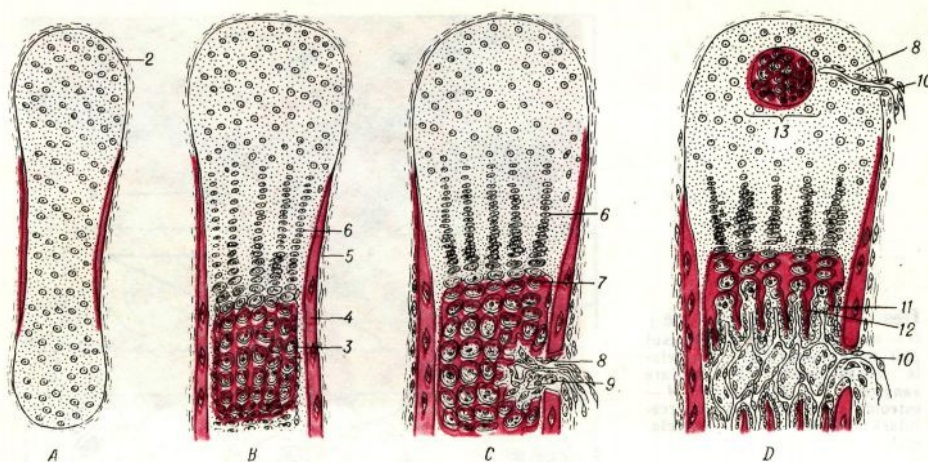
voltă generații noi de osteoane. Această reorganizare a osului continuă, de fapt, toată viața.

Astfel, spre deosebire de țesutul cartilaginos, osul permanent crește prin suprapunerea țesutului nou pe acel de acum format, deci prin a p o z i ț i e, iar vascularizația optimă este necesară pentru diferențierea celulelor insulei scheletogene.

**Osteohistogeneza indirectă.** În luna a doua de dezvoltare embrionară în locul viitoarelor oase tubulare se dezvoltă din mezenchim primordiul cartilaginos, care ia foarte rapid forma viitorului os (modelul cartilaginos, des. 79, A, B, C, D). Primordiul este format din cartilaj hialin embrionar și acoperit de pericondru. El crește un timp oarecare atât pe contul celulelor formate din partea pericondrului, cât și datorită înmulțirii celulelor din zonele profunde ale cartilajului.

**Osificarea diafizei.** Dezvoltarea osului în locul modelului de cartilaj începe cu diafiza. Acest proces este determinat de proliferarea vaselor sanguine și de apariția în pericondru localizat în partea centrală a diafizei a osteoblastelor, care constituie la început în formă de manșon țesut osos reticulofibros (o s i f i c a r e p e r i c o n d r a l ă), iar apoi lamelar.

După formarea manșonului osos se tulbură nutriția cartilajului. În consecință, în centrul părții diafizare a primordiului cartilaginos se produc modificări distrofice. Cndrocitele se vacuolizează, nucleii lor se picnotizează, se formează așa-numitele *condrocite veziculoase*. În zona aceasta creșterea cartilajului încetează. Deoarece zonele vecine, distale ale diafizei rămân nemodificate, ele continuă să crească, condrocitele la hotarul dintre epifiză și diafiză sînt amplasate în coloane și direcția lor coincide cu axul longitudinal al viitorului os. Astfel, în coloanele de condrocite se observă două procese contrare — dividerea și creșterea în părțile distale ale diafizei și procesele distrofice în partea lui proximală. Concomitent între celulele hipertrofiate se depun săruri minerale, care determină apariția unei bazofilii pronunțate și fragilitatea cartilajului.



**Des. 79.** Schema osteogenezei „indirecte“ (cartilagineoase). Formarea modelului cartilagininos al osului și manșonului osos pericondral (des. lui Iu. I. Afanasiev).

7 — modelul cartilagininos primar al osului tubular; 2 — pericondru; 3 — țesutul cartilagininos; 4 — manșonul osos pericondral; 5 — periostul; 6 — celulele cartilagineoase în coloane; 7 — zona celulelor veziculoase; 8 — mezenchimul cu osteoclastele în stadiu de diferențiere (9), și cu capilarele sanguine (10) pătrund în cartilaj; 11 — osteoblaste; 12 — formarea țesutului osos endondral; 13 — punctul de osificare în epifiză.

Din momentul proliferației rețelei vasculare și apariției osteoblastelor pericondral se reorganizează, transformându-se în periost. Ulterior vasele sanguine, cu mezenchimul care le înconjoară, cu celulele osteogene și cu osteoclastele pătrund prin spațiile manșonului osos și intră în contact cu cartilajul calcificat (des. 79, D). Sub acțiunea fermenților, produși de osteoclaste, are loc dizolvarea (condroliza) substanței intercelulare calcificate. Cartilajul diafizei se distruge, în el apar spații alungite, unde se deplasează osteocitele, care formează pe suprafața zonelor rămase ale cartilajului calcificat țesutul osos (des. 79).

*Centrul de osificare primar, sau diafizar.* Procesul de depunere a osului în interiorul primordiului cartilagininos a fost denumit *o s i f i c a r e e n d o c o n d r a l ă*, sau *e n c o n d r a l ă* (grec. endon — în interior).

Concomitent cu procesul de dezvoltare endondrală a osului apar și indicii de distrugere a lui de către *osteoclaste*. În urma distrugerii țesutului osos endondral se formează cavități și spații mai mari (cavități de resorbție) și, în sfârșit, apare *cavitatea medulară*. Din mezenchimul care pătrunde aici se formează stroma măduvei osoase, iar în ea se deplasează celulele-stem ale singelui și ale țesutului conjunctiv. În același timp la periferia diafizei se suprapun din partea periostului noi și noi trabecule care se formează din *periost* (vezi mai jos). Crescând în lungime în direcția epifizelor și mărindu-se în grosime, ele formează un strat dens de os. Organizarea ulterioară a osului periostal diferă de formarea țesutului osos endondral. În jurul vaselor situate în direcția axului longitudinal al primordiului osos, din mezenchimul care le în-

conjoară, în locul osului reticulofibros distrus încep să se formeze lamele concentrice. Ele sînt constituite din fibre fine de collagen orientate paralele și din substanță intercelulară calcificată. Astfel apar *osteoanele* primare. Lumenul lor este larg, marginile lamelor nu au contururi clare. După formarea primei generații de osteoane din partea periostului începe dezvoltarea lamelor comune, care înconjoară osul în regiunea diafizei. În același timp osul periostal se contopește cu cel encondral și se formează substanța compactă a diafizei osului.

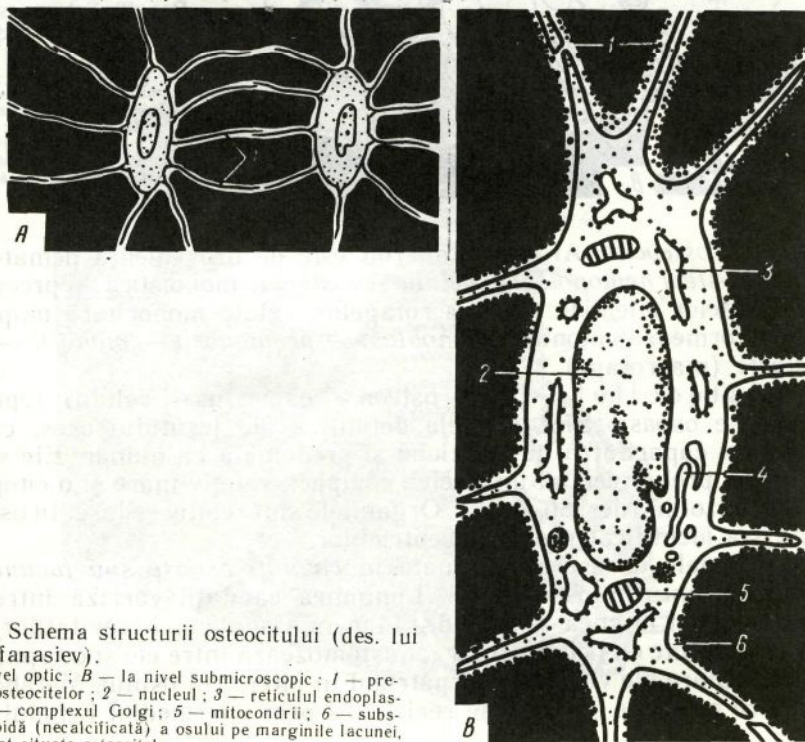
**Osificarea epifizelor.** După diafiză centre de osificare apar și în epifize. Însă mai întii are loc diferențierea condrocitelor, hipertrofia lor, apoi urmează insuficiența nutriției și ca rezultat — distrofia și calcificarea. Ulterior se observă procesul de osificare asemănător cu cel descris mai sus. Osificarea este însoțită de pătrunderea vaselor în epifiză.

În porțiunea intermediară dintre diafiză și epifize, precum și la suprafața epifizelor se păstrează țesutul cartilagos.

### Celulele țesutului osos

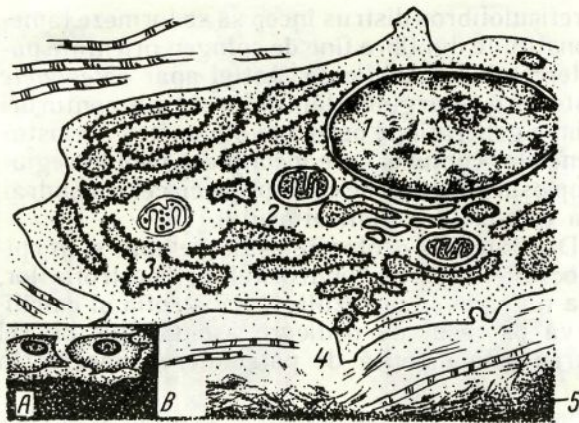
Țesuturile osoase conțin trei varietăți de celule : *osteocite*, *osteoblaste* și *osteoclaste*.

În procesul de dezvoltare a țesutului osos se formează doi diferoni : primul — *celule-stem osteogene*, *celule-semistem stromale*, *osteo-*



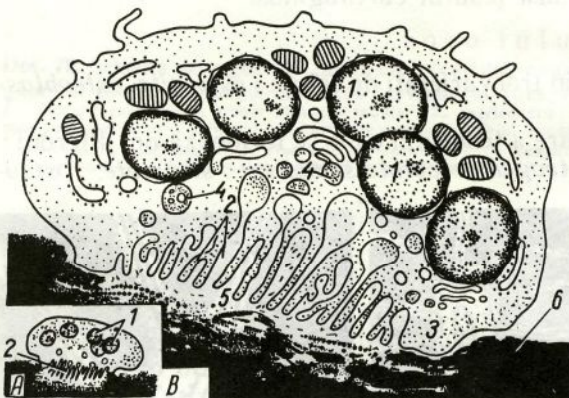
**Des. 80.** Schema structurii osteocitului (des. lui Iu. I. Afanasiev).

A — la nivel optic ; B — la nivel submicroscopic : 1 — prelungirile osteocitelor ; 2 — nucleul ; 3 — reticulul endoplasmatic ; 4 — complexul Golgi ; 5 — mitocondrii ; 6 — substanța oseoidă (necalcificată) a osului pe marginile lacunei, în care sînt situate osteocitele.



Des. 81. Schema structurii osteoblastului (des. lui Iu. I. Afanasiev).

A — la nivel optic; B — la nivel submicroscopic: 1 — nucleul; 2 — citoplasma; 3 — reticulul endoplasmatic granular bine dezvoltat; 4 — osteoidul; 5 — substanța mineralizată a țesutului osos.



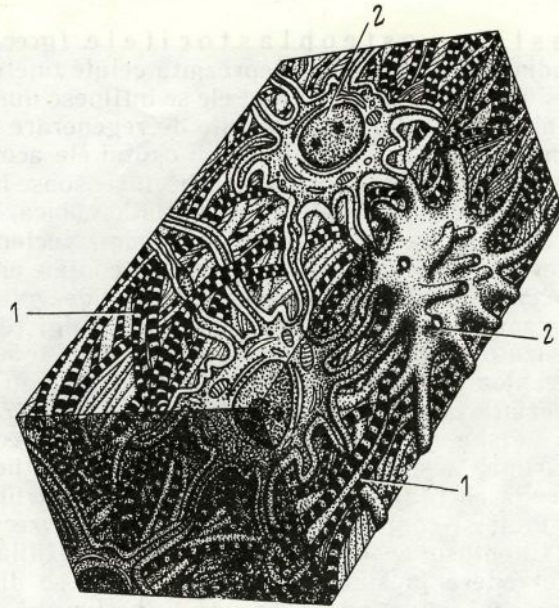
Des. 82. Schema structurii osteoclastului (des. lui Iu. I. Afanasiev).

A — la nivel optic; B — la nivel submicroscopic: 1 — nucleul; 2 — marginea goirantă a osteoclastului; 3 — zona clară; 4 — lizozomi; 5 — zona de resorbție a substanței intercelulare; 6 — substanța intercelulară mineralizată.

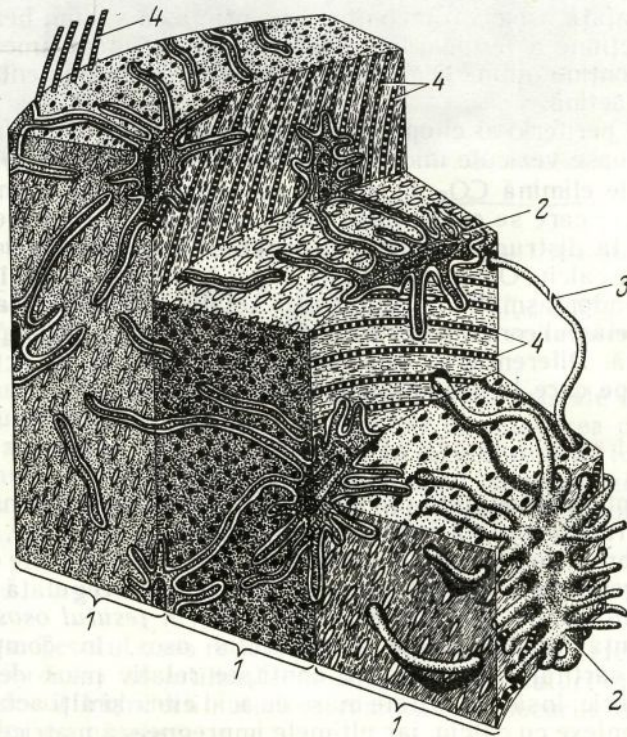
blaste, osteocite. Al doilea diferon este de proveniență hematogenă: *celula-stem hemopoietică*, *celula-semistem hemopoietică* — precursora a celulelor mioide și a macrofagelor, *celula monocitară unipotentă*, care formează colonii — *monoblast* — *promonocit* — *monocit* — *osteoclaste* (macrofage).

Osteocitele (grec. osteon — os, cytus — celula) reprezintă celulele osoase. Sînt celulele definitive ale țesutului osos, care au pierdut capacitatea de diviziune și predomină ca număr. Ele sînt celule cu prelungiri, au un nucleu compact, relativ mare și o citoplasmă slab bazofilă (des. 80, A, B.). Organitele sînt relativ reduse. În osteocite nu s-a identificat prezența centriolilor.

Celulele osoase sînt situate în *cavități osoase* sau *lacune*, care repetă conturul osteocitului. Lungimea cavității variază între 22 și 55  $\mu\text{m}$ , iar lățimea — între 6 și 14  $\mu\text{m}$ . Canaliculele cavităților osoase sînt umplute cu lichid tisular, anastomozează între ele și cu spațiile perivascularare ale vaselor care pătrund în interiorul osului. Metabolismul dintre osteocite și sînge se realizează prin intermediul lichidului tisular.



Des. 83. Schema structurii țesutului osos reticulofibros (des. lui Iu. I. Afanasiev).  
 1 — fascicule de fibre de collagen, ce se împletesc; 2 — osteocite.



Des. 84. Schema structurii țesutului osos lamelar (des. lui Iu. I. Afanasiev).  
 1 — lamele osoase; 2 — osteocite; 3 — contactele prelungirilor osteocitelor; 4 — fibrele de collagen, orientate paralel în limitele fiecărei lamele osoase.

Osteoblastele, osteoblastocitele (grec. osteon — os, blastos — rudiment, primordiu). Reprezintă celule tinere, care creează țesutul osos. În osul de acum format ele se întâlnesc numai în straturile profunde ale periostului și în locurile de regenerare a țesutului osos după traumarea lui. În timpul formării osului ele acoperă cu un strat aproape neîntrerupt toată suprafața trabeculei osoase în dezvoltare (des. 81, A). Osteoblastele sînt de forma variată: cubică, piramidală sau unghiulară. Corpul lor este de circa 15—20 mcm. Nucleul are o formă rotundă sau ovală, adesea este situat excentric, conține unul sau mai mulți nucleoli. În citoplasma osteoblastelor este bine dezvoltat reticulul endoplasmatic granular, mitocondriile, complexul Golgi (des. 81, B). În ea se evidențiază o cantitate abundentă de A.R.N. și o activitate intensă a fosfatazei alcaline. Osteoblastele ca și osteocitele în care ele se transformă reprezintă celule ce nu se divid.

Osteoclastele (osteoclastocitele) (grec. osteon — os, clao — a sfărîma, a strică). Sînt celule de natură hematogenă, capabile să distrugă cartilajul calcificat și osul. Diametrul lor atinge 90 mcm și mai mult și conțin de la 3 pînă la cîțiva zeci de nuclei (des. 82, A, B.). Citoplasma este slab bazofilă, uneori oxifilă. În partea unde osteoclastul aderă la suprafața în distrugere se disting două zone. Prima zonă, mai voluminoasă, bogată în prelungiri citoplasmice (*marginea gofrantă*), este regiunea de absorbție și secreție a fermenților hidrolitici. A doua zonă — zona de contact dens a osteoclastului la suprafața osoasă o înconjoară pe prima ca și cum hermetizează locul de acțiune a fermentilor. Această zonă a citoplasmei este slab colorată, conține puține organite, cu excepția microfilamentelor, constituite din actină.

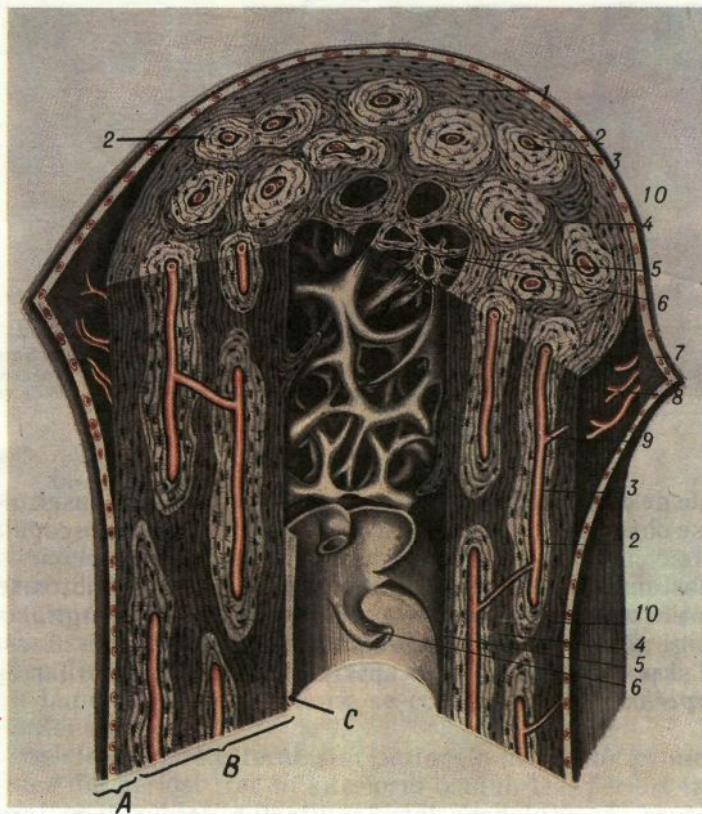
Stratul periferic al citoplasmei supraacent marginii gofrante conține numeroase vezicule mici și mai mari — vacuole. Se consideră că osteoclastele elimină  $\text{CO}_2$  în mediul înconjurător, iar fermentul carbonhidraza, care se evidențiază aici, contribuie la formarea acidului ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), la distrugerea matricei organice a osului și la dizolvarea sărurilor de calciu. Osteoclastul este bogat în mitocondrii și în lizozomi. Reticulul endoplasmatic granular este relativ slab dezvoltat. În locul unde osteoclastul contactează cu substanța osoasă, în ultima se formează o lacună. Diferențierea osteoclastocitelor depinde de acțiunea limfocitelor, pe care le produc limfocitele-T.

### Substanța intercelulară

Substanța intercelulară (substanța intercellularis) e constituită din substanța fundamentală impregnată cu săruri anorganice, în care se situează fibrele de collagen, amplasate în fascicule mici. Ele conțin proteina collagenul tip I. Fibrele pot avea o orientare neregulată (*în țesutul osos reticulofibros*) sau o orientare strictă (*în țesutul osos lamelar*).

Substanța fundamentală a țesutului osos, în comparație cu substanța cartilajului, conține o cantitate relativ mică de acid condroitinsulfuric, însă o cantitate mare de acid citric și alți acizi, care formează complexe cu calciu, iar ultimele impregnează matricea organică





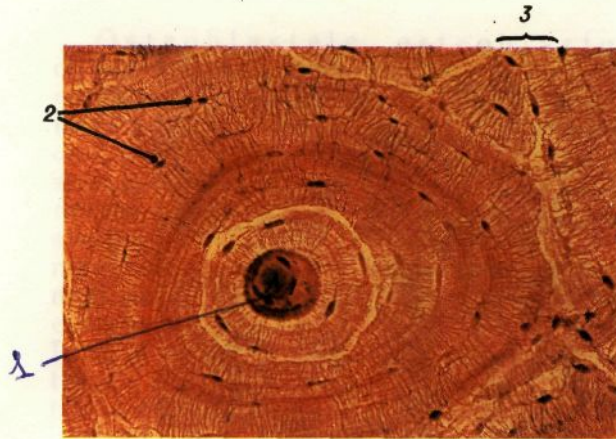
**Des. 85.** Schema structurii osului tubular (după V. G. Eliseev, Iu. I. Afanasiev, E. F. Kovskii).

A — periost; B — substanța compactă a osului; C — endost; D — canal medular. 1 — stratul extern de lamele comune; 2 — osteon; 3 — canalul osteonului; 4 — lamele interstițiale; 5 — stratul intern de lamele comune; 6 — trabecul osos al țesutului spongios; 7 — stratul fibros al periostului; 8 — vasele sanguine ale periostului; 9 — canal perforant; 10 — osteocite.

a osului. Substanța fundamentală a osului conține cristale de hidroxipatită, situate regulat în raport cu fibrilele din matricea organică a osului și de asemenea calciu fosfat amorf. În țesutul osos au fost evidențiate mai mult de 30 de microelemente (cupru, stronțiu, zinc, bariu, magneziu ș. a.), care joacă un rol enorm în procesele metabolice ale organismului.

### Țesutul osos reticulofibros

**Structura.** Țesutul osos reticulofibros (macrofibrilar) (textus osseus reticulofibrosus) se întâlnește la embrion. La maturi el se poate observa în locul închiderii suturilor craniene, în locurile de inserție a tendoanelor cu oasele.



Des. 86. Osteon. Colorație după metoda Šmorl.  
1 — canalul osteonului; 2 — osteocite; 3 — lamele osoase.

\* Fibrele de collagen, situate neregulat, formează în el fascicule groase, care se observă bine și la mărirea relativ mică a microscopului (des. 83).

În substanța fundamentală a țesutului osos reticulofibros se observă cavitățile osoase, sau lacunele, de o formă ovală-alungită, cu canale lungi anastomozate, în care sînt localizate celulele osoase — osteocitele și prelungirile lor. La suprafața osul macrofibrilar este acoperit de periost.

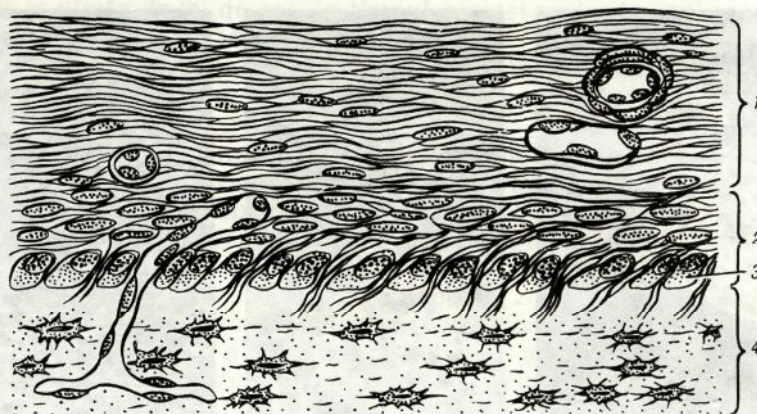
#### Țesutul osos lamelar

**Structura.** Țesutul osos lamelar (textus osseus lamellaris) este cea mai răspîndită varietate de țesut osos la organismul adult. El este constituit din *lamele osoase* (lamellae osseae), formate din celule osoase și din substanța fundamentală mineralizată cu fibre de collagen orientate într-o anumită direcție. În lamelele vecine fibrele au de obicei direcție diferită și datorită acestui fapt se obține duritatea mare a țesutului osos lamelar (des. 84). Din acest țesut este formată substanța compactă și spongioasă a oaselor plate și tubulare ale scheletului.

#### Structura histologică a osului tubular

În genere, osul tubular este format din țesut osos lamelar, cu excepția tuberculilor.

**Structura diafizei.** Substanța compactă, care formează diafiza osului, este formată din lamele osoase, grosimea cărora variază între 4 și 12—15 mcm. Lamelele osoase sînt așezate într-o ordine anumită, formînd sisteme complexe. În diafiză se deosebesc trei straturi: *stratul extern de lamele comune*, *stratul intermediar*, constituit din lamele osoase, suprapuse concentric în jurul vaselor sanguine — *osteoane* și numit *stratul de osteoane* și *stratul intern de lamele comune* (des. 85).



Des. 87. Periostul (des. lui Iu. I. Afanasiev).

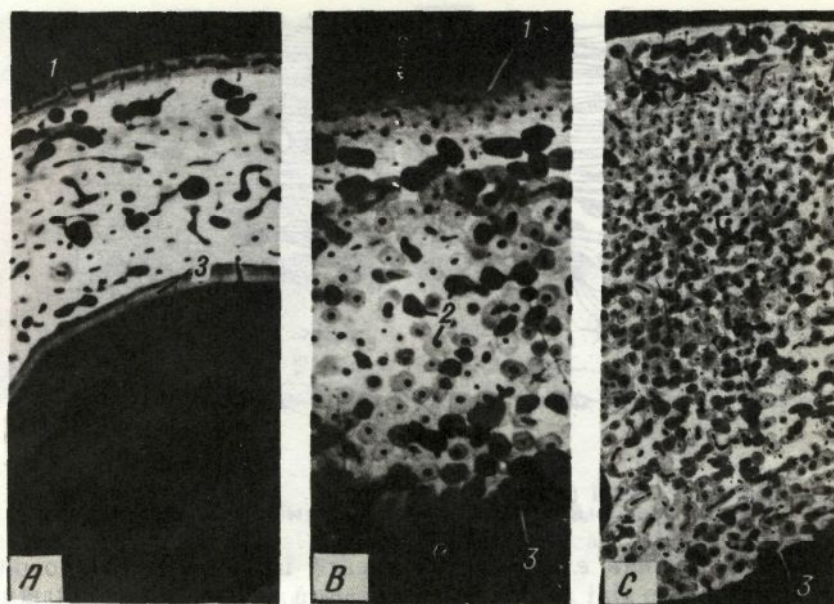
1 — stratul extern fibros; 2 — stratul intern, 3 — celule osteogene, 4 — țesut osos.

*Lamelele comune externe* nu formează în jurul diafizei osului inele complete, ele sînt acoperite la suprafață de următoarele straturi de lamele. *Lamelele comune interne* sînt bine dezvoltate numai acolo, unde substanța compactă a osului este în contact direct cu canalul medular. În locurile unde substanța compactă trece în substanța spongioasă lamelele comune interne se continuă în lamelele trabeculelor substanței spongioase.

Lamelele comune externe sînt perforate de *canale* prin care vasele sanguine din periost trec în interiorul osului. Din periost în substanța osoasă trec sub diferite unghiuri și fibrele de colagen. Aceste fibre au fost numite *fibre penetrante*. Ele se ramifică, de cele mai multe ori, în stratul extern al lamelelor comune, dar pot pătrunde și în stratul intermediar — *stratul osteoanelor*, însă nu intră în lamelele osteoanelor. Fibrele penetrante sînt pronunțate în oasele care cresc și pot fi ușor evidențiate în preparate. În oasele oamenilor bătrîni ele se calcifică parțial sau complet și devin aproape invizibile.

În stratul mijlociu lamelele osoase sînt situate în osteoane, formînd *lamelele osteoanelor* și de asemenea *lamelele interstițiale*, localizate între osteoane. Osteoanele reprezintă unitatea structurală a substanței compacte a osului tubular (des. 86). Fiecare osteon este despărțit de osteoanele vecine prin așa-numita *linie de aderență*, formată din substanța fundamentală, care le cimentează. Prin canalul central al osteonului trec vasele sanguine, însoțite de țesutul conjunctiv și de *celulele osteogene*.

În diafiza osului lung osteoanele sînt amplasate paralel cu axul lung. Canalele osteoanelor anastomozează unul cu altul; în locurile anastomozelor lamelele care aderă la ele își schimbă direcția (des. 84). Astfel de canale se numesc *penetrante* sau nutritive. Vasele situate în canalele osteoanelor instituie anastomoze nu numai între ele, dar și cu vasele măduvei osoase și ale periostului.



**Des. 88.** Diafiza femurului la om la vârsta de 2 ani (A), 13 ani (B) și 25 de ani (C). Micro-radiografii (preparatul lui A. N. Poleacov).

1 — lamelele osoase comune externe; 2 — osteoane de divers grad de osificare; 3 — lamelele osoase comune interne.

**Periostul** (periosteum). În periost se deosebesc două straturi: *extern* (fibros) și *intern* (celular). Stratul extern este format îndeosebi din țesut conjunctiv fibros (des. 87). Stratul celular conține celule osteogene (*osteoblaste*) de diferit grad de diferențiere și *osteoclaste*. Prin periost trec vasele sanguine, care alimentează osul și nervii ce se ramifică în stratul intern. Periostul unește osul cu țesuturile înconjurătoare și participă la nutriția, dezvoltarea, creșterea și regenerarea lui.

**Endostul** (endosteum) este o membrană foarte subțire și fină care căptușește osul din partea măduvei osoase. El este format, ca și periostul, din țesut conjunctiv fibros, conține celule osteogene și osteoclaste.

**Vascularizația.** Vasele sanguine formează în stratul intern al periostului o rețea deasă. De aici iau începutul ramuri arteriale subțiri, care pătrund în măduva osoasă prin găurile de nutriție, luând parte la formarea rețelei de capilare, care alimentează măduva osoasă. Vasele limfatice sînt situate în stratul extern al periostului.

**Inervația.** În periost fibrele nervoase mielinice și amielinice formează un plex nervos lax. O parte din fibre însoțesc vasele sanguine și pătrund împreună cu ele prin găurile nutritive în canalele cu același nume, apoi în canalele osteoanelor și mai departe ajung în măduva osoasă. O altă parte din fibre se termină în periost cu ramificații nervoase libere și participă la formarea corpusculilor încapsulați.

**Creșterea oaselor tubulare.** Creșterea oaselor este un proces foarte lent. La om el începe în etapele embrionare precoce și se termină în

medie la vârsta de 20 de ani. În timpul acestei perioade osul crește atât în lungime, cât și în lățime.

Creșterea osului tubular în lungime este asigurată de prezența plăcii cartilaginoase metaepifizare de creștere, în care se desfășoară două procese histogenetice contrarii. Unul — de distrugere a plăcii epifizare și altul, contrar primului — completarea neîntreruptă a țesutului cartilaginos prin formarea de celule noi. Însă cu timpul procesele de distrugere încep să predomine asupra proceselor de formare a celulelor și datorită acestui fapt placa cartilaginoasă se subțiază și dispare.

În cartilajul metaepifizar se deosebesc : *zona terminală, zona celulelor în coloane și zona celulelor veziculoase.*

*Zona terminală*, situată cel mai aproape de epifiză, este constituită din celule rotunde sau ovale și grupuri izogene situate izolat, care asigură legătura dintre placa cartilaginoasă și osul epifizei. În cavitățile dintre os și cartilaj se află capilarele sanguine, care asigură nutriția celulelor din zonele profunde ale plăcii cartilaginoase.

*Zona celulelor în coloane* conține celule, care se divid intens formând coloane, situate pe axul osului, și asigură creșterea lui în lungime. Regiunile proximale ale coloanelor sînt formate din celule cartilaginoase în stadiu de maturizare și diferențiere. Ele sînt bogate în glicogen și fosfatază alcalină.

Aceste două zone sînt cele mai reactive la acțiunea hormonilor și a altor factori, care influențează la procesele de osificare și la creșterea oaselor.

*Zona celulelor veziculoase* se caracterizează prin hidratarea și distrugerea condrocitelor, care ulterior se osifică encondral. Regiunea distală a acestei zone contactează cu diafiza, de unde în ea pătrund celulele osteogene și capilarele sanguine.

Coloanele osului encondral amplasate longitudinal reprezintă tubii osoși, în locul cărora se vor forma osteoanele (vezi mai jos).

Ulterior centrele de osificare în diafiză și epifiză se contopesc și creșterea osului în lungime încetează.

Creșterea osului tubular în lățime se realizează pe baza periostului. Din partea periostului începe a se forma foarte precoce osul microfibrilar în straturi concentrice. Această creștere prin apozitie durează pînă la formarea definitivă a osului (des. 88, A, B, C). Numărul de osteoane imediat după naștere e mic, însă de acum la 5 ani în oasele lungi ale membrelor numărul lor se mărește evident.

#### *Remodelarea osului și factorii care influențează asupra structurii oaselor*

În tot timpul vieții omului în țesutul osos se desfășoară procesele reciproce de distrugere și de creație. Remodelarea osteoanelor permanent este legată cu distrugerea osteoanelor primare și formarea concomitentă a osteoanelor noi, atât în locul celor distruse, cât și din partea periostului. Distrugerea osteoanelor primare începe numai după formarea osteoclastelor. Sub acțiunea osteoclastelor, activate de diferiți factori, lamelele osoase ale osteonului se distrug și în locul lor se for-

mează o cavitate. Acest proces poartă denumirea de *resorbție* (lat. *resorptia* — *resorbție*) a țesutului osos. În cavitatea formată, în jurul vasului rămas apar osteoblastele și începe formarea lamelilor noi, suprapuse concentric una pe alta. Astfel apar generațiile secundare de osteoane, care diferă de osteoanele primare prin limitele bine pronunțate ale lamelilor osoase. Aderînd unul la altul, osteoanele formează substanța compactă a osului.

Între osteoane sînt situate așa-numitele *lamelle interstițiale*. Ele reprezintă resturile generațiilor precedente de osteoane. Procesul de remodelare a osteoanelor nu se oprește nici după încetarea creșterii osului. Una din pricinile care determină remodelarea ulterioară a osului este modificarea presiunii fizice asupra osului în timpul vieții.

Printre factorii, care influențează remodelarea țesutului osos în urma diferitelor deformări ale lui, un rol important îl are așa-numitul efect piezoelectric. S-a dovedit că în lamela osoasă (vie sau tăiată din os), în timpul flexiunilor apare o anumită diferență a potențialelor între partea concavă și convexă. Prima se încarcă negativ, a doua — pozitiv. În osul viu pe suprafața încărcată negativ se observă permanent formarea țesutului osos nou prin procesul de apozitie, iar pe suprafața încărcată pozitiv se observă desresorbția lui cu ajutorul osteoclastelor. S-a stabilit influența diferenței de potențiali electrici, creată artificial la regenerarea și la nutriția țesutului osos, care are aplicare în clinica chirurgicală la tratarea fracturilor.

Lipsa efortului fizic asupra țesutului osos (imobilizarea îndelungată, aflarea în condiție de imponderabilitate ș. a.) conduce la activarea funcției osteoclastelor și la eliminarea sărurilor.

Structura țesutului osos și a oaselor depinde de acțiunea vitaminelor (C, D, A), de hormonii glandei tiroide, glandelor paratiroide și ale altor glande endocrine. Insuficiența vitaminei C în organism (de exemplu scorbutul) inhibă formarea fibrelor de collagen, slăbește funcția osteoblastelor, se micșorează activitatea lor fosfatidică, care practic conduce la oprirea creșterii osului în urma imposibilității formării lamelilor osoase în jurul osteoblastelor care proliferază. În aceste condiții în unele porțiuni ale osului se micșorează vădit sărurile de calciu și ca rezultat se micșorează duritatea osului. Dacă vitamina D nu e în cantități necesare (rahitism), nu are loc calcificarea completă a matricei organice a osului și aceasta conduce la osteomalacie. În caz de hipervitaminoză A se intensifică funcția osteoclastelor și are loc distrucția oaselor.

O importanță deosebită asupra dezvoltării și creșterii oaselor o au și factorii endocrini. Hormonul glandei paratiroide paratirina exercită o acțiune puternică asupra creșterii și stării țesutului osos. Excesul acestui hormon produce resorbția osului și formarea țesutului fibros cu un număr mare de osteoclaste ce provoacă starea patologică cunoscută sub denumirea de ostită fibroasă. Tirocalcitonina glandei tiroide acționează diametral opus paratirinei. În caz de hipofuncție a glandei tiroide și micșorarea concentrației hormonilor iodați (tiroxina ș. a.) încetează creșterea oaselor tubulare lungi ca urmare a inhibiției activității osteoblastelor și a procesului de osificare. Regenerarea osului în

aceste cazuri are loc lent și incomplet. Un rol anumit îl joacă și hormonul somatotrop al hipofizei, sub influența căruia se realizează sinteza proteinelor în celulele osoase. În caz de hipoplazie testiculară sau de castrare prepubertară osificarea plăcii metaepifizare stagnează, în consecință mâinile și picioarele la acest individ devin neproportional de lungi. În caz de pubertate precoce se observă încetarea creșterii, datorită consolidării diafizo-epifizară prematură a oaselor. La femei, după apariția perioadei climacterice, la insuficiența estrogenilor, uneori se dezvoltă osteoporoza, care se tratează cu hormoni sexuali feminini.

### Joncțiunile oaselor

Două oase pot avea joncțiuni c o n t i n u e (sindesmozele, sincondrozele și sinostozele) și i n c o n t i n u e (articulațiile).

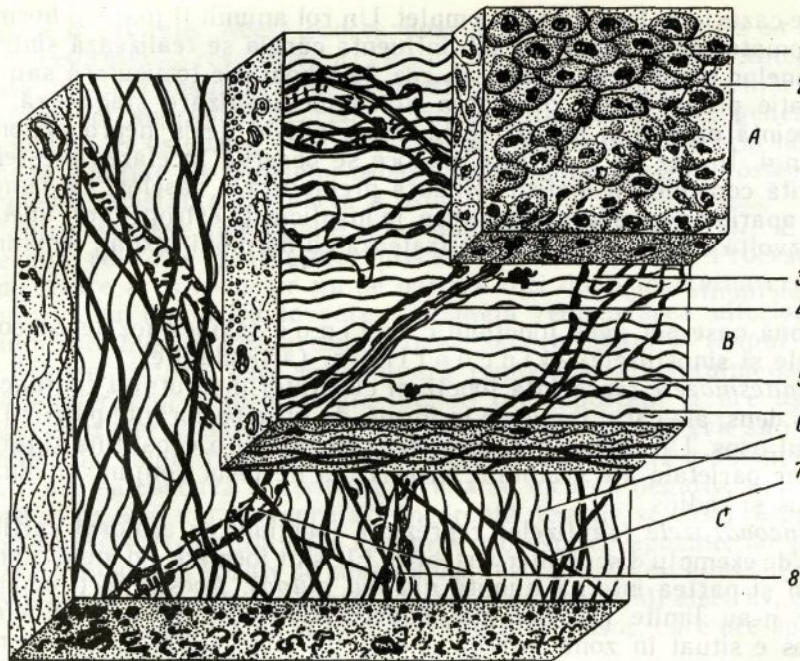
*Sindesmozele* reprezintă joncțiuni cu ajutorul țesutului conjunctiv fibros dens, ale cărui fascicule în formă de fibre perforante pătrund în țesutul osos. Un exemplu de asemenea joncțiuni o constituie suturile oaselor parietale ale craniului, membrana de țesut conjunctiv dintre cubitus și radius.

*Sincondrozele* (simfizele) reprezintă joncțiuni cu ajutorul cartilajului, de exemplu discul intervertebral. Ele sînt formate din inelul fibros extern și partea internă numită *nucleul pulpos*. Aceste părți componente n-au limite precise, trec imperceptibil una în alta. Nucleul pulpos e situat în zona internă a discului intervertebral. La diferite vârste are o structură diversă. Pînă la vîrsta de 2 ani el reprezintă o cavitate cu un conținut omogen, în care se găsesc celule izolate. În anii următori ai vieții această cavitate se împarte în camere separate. De la vîrsta de 6—8 ani în nucleul pulpos se observă apariția, iar apoi și creșterea numărului de fibre colagene și de celule cartilaginoase. De la vîrsta de 15 ani creșterea fibrelor și a celulelor cartilaginoase se intensifică și mai mult, iar la vîrsta de 20—30 de ani nucleul pulpos ia înfățișarea caracteristică cartilajului fibros. Alt exemplu de joncțiune mai densă poate fi *simfiza pubiană*. La sincondroze se referă și joncțiunea dintre epifiză și diafiză cu ajutorul cartilajului metaepifizar.

Sinostozele reprezintă joncțiuni dense ale oaselor, fără țesut conjunctiv fibros, de exemplu oasele bazinului.

Joncțiunile incontinue sau *articulațiile* (diartrozele) sînt formate din suprafețele de articulație, acoperite cu cartilaj, iar uneori din menisc intermediar cartilaginos și capsulă articulară. Capsula articulară este constituită din stratul extern *fibros* și stratul intern *sinovial*. Ultimul reprezintă un strat de țesut conjunctiv diferențiat specific, care conține vase sanguine și limfatică, fibre și terminații nervoase. Poziția limitantă a acestui țesut conjunctiv, impropriu altor derivate ale mezenchimului, întinderea permanentă, deplasarea și presiunea în legătură cu participarea la funcția locomotoră a articulației determină creșterea și particularitățile lui de structură.

În membrana sinovială la mamifere și la om se disting două straturi fibroase collagen-elastice — *s u p e r f i c i a l* și *p r o f u n d* — și stratul *t e g u m e n t a r*, care căptușește cavitatea (des. 89, A, B, C). Limită pronunțată între straturi nu există. În articulațiile mari se observă



Des. 89. Membrana sinovială (des. lui V. N. Pavlova).

A — stratul tegumentar; B — stratul colagen-elastic superficial; C — stratul colagen-elastic profund. 1 — sinoviocite; 2 — substanța fundamentală; 3 — capilare sanguine; 4 — fibre și terminații nervoase; 5 — capilare limfatice; 6 — fibre de colagen; 7 — fibre elastice; 8 — arteriole și venule.

stratul subsinovial abundant în țesut adipos, care aderă la capsula fibroasă. În stratul superficial fibrele de colagen și elastice sînt orientate în direcția axului lung al articulației. În stratul profund ele sînt amplasate sub un unghi la fibrele stratului superficial.

Stratul tegumentar al membranei sinoviale este constituit din celule — sinoviocite. Se deosebesc trei varietăți de sinoviocite: celulele A, sau *sinoviocitele macrofagiale*; celulele B, sau *fibroblastele sinoviale*, care au capacitatea de a produce și a secreta acidul hialuronic, component specific al lichidului sinovial, și celulele C — formele intermediare, care acumulează caracterele celulelor A și B.

**Vascularizația.** Vasele sanguine pătrund în membrana sinovială din partea țesuturilor subiacente, se repartizează în profunzimea ei, inclusiv în stratul tegumentar unde ele se localizează nemijlocit sub sinoviocite. Astfel cavitatea sinovială este delimitată de rețeaua vasculară numai de celule, de substanța fundamentală a țesutului conjunctiv și de endoteliul capilarelor. Pentru endoteliul hemocapilarelor din membranele sinoviale sînt caracteristice fenestrele și capacitatea de fagocitoză. Capilarele limfatice sînt situate permanent mai profund decît capilarele sanguine, în limitele stratului fibros superficial.

**Inervația.** Membrana sinovială este abundant inervată de fibrele aferente și eferente (de proveniență simpatică).



