

Culegerea textului, corectura, prelucrarea materialului ilustrativ,
precuza și tehnoredactarea acestui volum
au fost realizate prin colaborarea unor studenți
din cadrul Universității de Medicină și Farmacie „Carol Davila” București.

Procesare computerizată: Cătălin Nicola

Coordonare: Dr. Bogdan Voiculescu

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
Anatomia și fiziologia omului: compendiu / Cezar Th. Niculescu,
Radu Cărmăciu, Bogdan Voiculescu... - București: Corint 2009
Bibliogr.
ISBN 978-973-135-429-3
I. Niculescu, Cezar Th.
II. Cărmăciu, Radu
III. Voiculescu, Bogdan
611(075.35)
612(075.35)
371.27:378

Pentru comenzi și informații adresati-vă la:

Editura CORINT

Difuzează și Cărbul Cărții:

Calcea Plevnei, nr. 145, sector 6, București, cod poștal 060012

Tel.: 021.319.88.22, 021.319.88.33, 021.319.88.77; Fax: 021.319.88.66

E-mail: vanzari@edituracorint.ro

Magazinel virtual: www.grupulcorint.ro

Redactor:

G. Moldoveanu

Copertă:

Walter Riess

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate Editurii CORINT,
parte componentă a GRUPULUI EDITORIAL CORINT.

ISBN: 978-973-135-429-3

Cezar Th. NICULESCU

Radu CĂRMĂCIU

Bogdan VOICELESCU

Carmin SALĂVĂSTRE

Cătălina NEJĂ

Cătălina CIORNEI

ANATOMIA FIZIOLOGIA OMULUI

compendiu

pentru:

- elevii liceelor cu profil teoretic și ai școlilor sanitare postliceale
- candidații la examenele de admitere la facultățile de medicină
- studenții facultăților de profil
- asistenții medicali și medicii stagiați

Ediția a doua

CORINT

CUVÂNT-ÎNAINTE

Prezentarea autorilor

Prof. univ. dr. Cezar T. Niculescu

A fost șeful Catedrei de anatomie și embriologie
UMF „Carol Davila” București

Prof. univ. dr. Radu Cărmăcșu

Membra al Academiei de Științe Medicale
A fost șeful Catedrei de fiziologie „N.C. Paulescu”
UMF „Carol Davila” București

Dr. Bogdan Voiculescu

Conf. univ., Catedra de anatomie și embriologie
UMF „Carol Davila” București

Dr. Carmen Sălăvăstru

Asistent univ., Catedra dermatologie și
Spitalul Clinic Colentina

Dr. Cătălina Ciornăi

Asistent univ., Catedra de fiziologie „N.C. Paulescu”
UMF „Carol Davila” București

Dr. Cristian Niță

A fost șef lucrări, Catedra de anatomie și embriologie
UMF „Carol Davila” București

Acest *Compendiu de anatomia și fiziologia omului* reprezintă o ediție nouă, revăzută și adăugită, a unei lucrări ce s-a dovedit a fi, pentru elevii din ultimele două clase de liceu, un „îndrumător” menit să-i ajute să se informeze și să se documenteze într-unul dintre domeniile complexe și de mare interes ale biologiei.

Realizată, în forma actuală, atât în cea ce privește conținutul, cât și ilustrarea și prezentarea grafică, de un colectiv de autori alcătuit din cadre didactice care predau anatomia și fiziologia în cadrul Universității de Medicină și Farmacie „Carol Davila” București, lucrarea este concepută ca o prezentașă științifică a cunoștințelor pe care trebuie să le acumuleze cel ce dorește să se pregătească cu seriozitate și să se perfecționeze în această direcție, aducând, totodată, date noi apărute pe plan mondial, ca rezultat al cercetării științifice, și dobândind prin aceasta o mai largă adresabilitate.

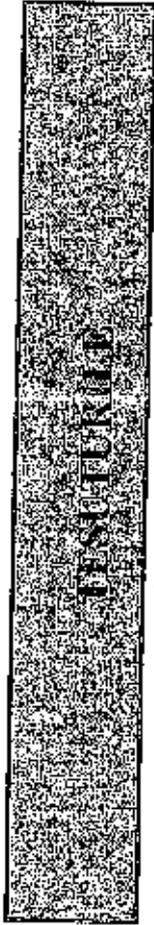
Compendiul poate fi consultat de elevii liceelor cu profil teoretic, interesați de studiul anatomiei și fiziologiei omului, de cei ai școlilor de sănătate postliceale, cât și de candidații care se pregătesc pentru examenul de admitere la facultățile de medicină.

De asemenea, le poate fi de un real folos studenților străini însușiți în anul pregătitor la facultățile de medicină, care, în urma lor majoritate, nu dețin cunoștințe suficiente în domeniu, cât și studenților medieiși care parcurg anul I și II de studiu și pentru care acest *Compendiu* poate reprezenta un instrument de lucru util în aprofundarea cunoștințelor și datelor acumulate anterior.

În același timp, lucrarea poate veni în ajutorul absolvenților școlilor sanitare și celor ai facultăților de medicină aflați încă în stagiatură sau care au de susținut diverse examene și concursuri, dându-le posibilitatea de a rememora și sistematiza datele esențiale privind structura diferitelor viscere, țesuturi și funcționarea acestora.

Sperăm că, valorificând experiența științifică și didactică acumulată de-a lungul anilor de cei care au colaborat la elaborarea și la pregătirea sa pentru tipar, acest *Compendiu* va reuși să răspundă interesului manifestat față de domeniul anatomiei și fiziologiei omului de cei cărora li se adresează, oferindu-le un punct de sprijin atât de necesar pentru desăvârșirea pregătirii lor profesionale.

Autorii



Țesuturile sunt sisteme organizate de materie vie cu funcții biologice definite, format din celule similare, care îndeplinesc în organisme aceeași funcție sau același grup de funcții.

Celulele sunt unite între ele printr-o substanță intercelulară care, atunci când este în cantitate mică, se numește "substanță de ciment", iar atunci când este în cantitate mare "substanță fundamentală".

CLASIFICAREA ȚESUTURILOR

I. Țesuturi epiteliale

1. de acoperire

- simple (un strat de celule)
 - pavimentosase (inclusiv endotelul și mezotelul)
 - cubice
 - cilindrice ciliate și neciliate
 - pseudosuruficcate
 - cilindrice ciliate și neciliate
- stratificate (doză sau mai multe straturi)
 - pavimentosase (cheratinizate și necheratinizate)
 - cubice
 - cilindrice
 - de tranziție (urotelul)

2. glandulare

- tip endocrin
 - tip în cordoane celulare (adenohipofiza, glandele paratiroid)
 - tip foliolar (tiroida)
- tip exocrin (pîniceitare)
 - simplu
 - tubular
 - alveolar (acinos)
 - complex
 - tubulo-glomerular
 - tubulo-alveolar
 - tubulo-acinos
- tip mixt
 - pancreasul
 - testiculul
 - ovarul

3. senzoriale (neuroepiteliale) care intră în structura organelor de simț

II. Țesuturi conjunctive

1. După consistență

- moi
 - lax
 - reticulat
 - adipos
 - fibros
 - elastic
- scundure (cartilaginose)
 - hialin
 - elastic
 - fibros
- dur (osoase)
 - compact
 - spongios

2. După funcție

- rol trofic
 - țesutul conjunctiv lax
 - adipos
 - sangvin
- rol mecanic
 - fibros
 - cartilaginos
 - osos
- rol de depozit
 - adipos
 - osos
- rol de apărare
 - reticulat
 - conjunctiv lax

III. Țesuturi meșclate

- neted
- striat
- striat de tip cardiac

IV. Țesutul nervos

- neuronul
- neuroglia

V. Sângele

ȚESUTUL EPITELIAL

Țesuturile epiteliale acoperă suprafața organismului formând epidermul, căpușesc cavitățile și conductele diferitelor organe, conținute parenchimul glandelor exocrine și endocrine, iar unele s-au specializat în recepția diversilor stimuli (epiteliale senzoriale). Sunt alcătuite din celule care, înfățișat, au formă rotundă, însă, în raport cu specializarea funcțională și localizarea

lor, pot fi: turtite (pavimentuoză), poliedrice, cubice sau cilindrice (fig. 4). Epitelul acoperă țesutul conjunctiv, de care este separat prin membrana bazală; aceasta servește ca suport și permite trecerea plasmei sanguine, epitelul fiind avascular. De la țesutul conjunctiv primește terminații nervoase bogate, care-i asigură sensibilitatea.

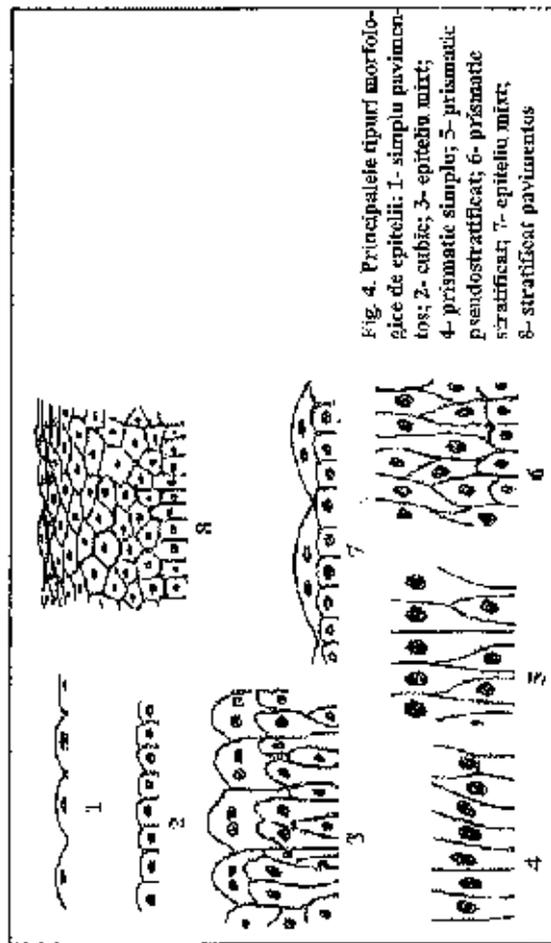


Fig. 4. Principalele tipuri morfologice de epitelii: 1- simplu pavimentuos; 2- cubic; 3- epiteliu mixt; 4- prismatic simplu; 5- prismatic pseudostratificat; 6- prismatic stratificat; 7- epiteliu mixt; 8- stratificat pavimentuos

EPITELII DE ACOPERIRE

Epitelii de acoperire

Tip de epiteliu	Clasificare după forma celulelor	Caracteristici	Localizare
1. Epiteliu simplu (unistratificat și pseudostratificat)	Celulele sunt situate pe membrana bazală, unite prin substanțe ciment și desmozomi	Epiteliu simplu pavimentuos (celule plate) Epiteliu cubic (celule cu forma cuboidă)	Endoteliile, mezoteliile (peritoneu, pericard, zățile pleurale). Mucosa bronhiilor mici (bronhiolele terminale din lobulul pulmonar), canalele excretorii mici ale glandelor salivare.
	Celulele cilindrice pot avea cili (epitelul trompei uterine) sau microvili acoperiți de o membrană celulară formând plațoul striat (epitelul vilozităților intestinale)		

ȚESUTURILE

Epitelii de acoperire - continuare

Tip de epiteliu	Clasificare după forma celulelor	Caracteristici	Localizare
1. Epiteliu simplu comun	Celule de înălțimi diferite; numai unele ajung la suprafață, dând aspect fals de stratificare; toate celulele se sprijină pe membrana bazală.	Epiteliu pseudostratificat (celule cilindrice cu cili, printre care se găsesc și celule cu mucus).	Mucosa tracheei și a bronhiilor principale.
2. Epiteliu stratificat	Numărul straturilor variază, ca și forma celulelor din ultimul strat. Stratul profund este situat pe o membrană bazală.	Epiteliu stratificat pavimentuos (celulele superficiale sunt pavimentoase, iar cele profunde au rol generator - (strat generator)). Epiteliu stratificat cubic. Se găsește mai ales în viața embrionară; la adult este format din două rânduri de celule, cele superficiale fiind cubice, iar cele bazale mai foarte.	Structura pielii (obținută). În mucosa bucală, mucosa buco-faringelui, a laringelui și a esofagului (necheratinizat). Structura canalelor mici ale glandelor salivare.
		Epiteliu stratificat cilindric (prismatic), mai multe straturi celulare, cel superficial cilindric. Poate fi ciliat și neciliat.	Mucosa faringiană, laringiană.
		Epiteliu de tranziție (uroteliu). Forma celulelor și numărul straturilor sunt variabile în funcție de golirea și distensia organelor. Uroteliul este impermeabil pentru conținutul urinei, fiind lipsit de membrană bazală.	Căile urinare (mucosa vezicii urinare, a ureterelor).

EPITELII GLANDULARE

Țesutul epitelial glandular este format din celule diferențiate, care au proprietatea de a elabora produși specifici. Celulele sunt dispuse în diferite moduri și, în asociație cu țesutul conjunctiv, cu vasele sanguine și terminațiile nervoase, formează glande. Producși secretați pot fi excretați la exteriorul organismului, în lumenul unor organe, sau trec direct în sânge. După felul produșilor de secreție și după locul de excreție, distingem trei tipuri de glande: exocrine, produsul de secreție este eliminat printr-un canal la exterior (glande sebacee, sudoripare etc.) sau în diferite cavități (glande salivare, gastrice etc.); endocrine (glande cu secreție internă),

și căror producși (hormoni) se elimină direct în sânge; glande mixte, care au o dublă secreție, endocrină și exocrină (pancreas, testicul, ovar).

Celulele epiteliilor glandulare au forme variate: piramidale, cuboide, inelate, poliedrice. În citoplasma lor au numeroase mitocondrii și un aparat Golgi bine dezvoltat, ca și o ergastoplasmă bogată, structuri legate de elaborarea produsilor de secreție.

Glandele exocrine se deosebesc între ele prin morfologia și structura lor. Clasificarea se face după numărul de celule, așezarea celulelor glandulare în parenchimul secretor și după ramificarea conductelor de excreție.

Glandele endocrine se caracterizează prin: lipsa canalelor de excreție, prezența de secreție (hormoni) se varsă direct în sânge; celulele secretorie sunt dispuse sub formă de cordoane, mese epiteliale sau mici vezicule (tiroida); rețeaua capilară (sinusoidă) are în structura fiecărei glande.

Epiteliu glandular

După numărul de celule	Tipul glandei	Caracteristici	Localizare
Glande unicelulare		Celula secretorie este situată printre alte celule epiteliale de tip prismatic monostратificat. Au formă de caliclu (celule caliciforme) și secretă mucus.	Epiteliul intestinal, căile bilare extra-hepatice, epiteliile ciliate ale arborelui respirator etc.
Glande pluri-celulare (epitelu de secreție, situat pe un țesut conjunctiv înțesat și vascularizat)	SIMPLU: Glande tubuloase Glande acinoase Glande alveolare	SIMPLU: Aspect de tab, celulele glandulare se află pe o membrană bazală; se deschid direct în lumenul organului. Porțiunea secretoric dilată, căprușită cu celule epiteliale de formă piramidală ce delimitează un lumen. Asemănătoare celor acinoase, dar porțiunea secretorie este mai dilată (saci glandulari).	Glandele labelelor din intestinal subțire. Glandele lacrimale. Glandele sebacee.
	COMPUSE: Glande tubuloase compuse (ramificate)	Mai mulți țesuturi care fuzionează la nivelul suprafeței de evacuare a secretiei.	Glandele Brünner din duoden.
	Glande tubulo-alveolare	Format din țesut glandular și saci glandulari.	Prostata.
	Glande tubulo-glomerulare	Porțiunea secretorie tubulară înfășurată în glob.	Glandele sudoripare.
	Glande tubulo-acinoase (acinoase compuse)	Glande tubulare care au la capăt câte un acin. Acinii formează parenchimul secretor (acini seroși, micoși, mucosi).	Glande salivare, parenchimul extern al pancreasului.

ȚESUTURILE

EPITELIU SENZORIAL (SENZITIV)

Acest tip de epiteliu este format din celule specializate pentru recepționarea diferențelor sensului extern sau intern și face parte integrantă din organele de simț, unde vor fi de altfel, prezentate.

Sunt două tipuri de celule: unele senzitive, caracterizate prin două prelungiri, și altele pseudo-senzitive, numai cu o prelungire apicală. La polul bazal, aceste elemente sunt în contact și au contact cu dendritele unor neuroni senzitivi.

ȚESUTUL CONJUNCTIV

Țesutul conjunctiv este foarte variat ca aspect morfolologic și funcțional. Este alcătuit din trei componente principale: celulele conjunctive, fibrele conjunctive (colagene, elastice, reticulare) și o substanță nestructurală, amorfă, numită substanță fundamentală.

Celulele conjunctive sunt foarte variate, ele provin din celulele mezenchimale embrionare. Acestea pot fi împărțite în două grupe: celule autohtone și celule migratoare (leucocitele, limfocitele, monocitele).

Din grupa celulelor autohtone fac parte:

- fibroscitele, cu formă alungită sau stelată, care pot fi fixe sau mobile; îndeplinesc funcții metabolice fundamentale (de edificare a fibrelor și a substanței fundamentale);
 - histocitele, mobile, de formă variabilă, cu prelungiri citoplasmatice; sunt elemente reactive;
 - plasmocite (ovale, rotunde), celulele adipoase și celulele pigmentate, cu funcții speciale, respectiv în sinteza de proteine, lipide și pigmenți;
 - mastocitele (rotunde, ovale sau neregulate), îndeplinesc rolul de coordonator al tuturor proceselor metabolice din țesutul conjunctiv;
 - celulele de origine embrionară (mezenchimale și reticulată) cu capacitatea de reinnoiere continuă a celulelor din țesutul conjunctiv.
- Fibrele conjunctive** se grupează la rândul lor, în trei categorii:
- colagene sau conjunctive: în toate tipurile de țesut conjunctiv, sunt omnipotente și dispuse în fascicule (prin fibroscite, sau gelatina);
 - elastice: subțiri, ramificate, dispuse în rețea. Sunt formate din elasticină, care le conferă elasticitate;
 - fibrele de reticulină formează o rețea în ochimurile cărora se află substanța fundamentală (se găsește, în special, în organele limfoproliferice, în țesutul lax și în membranelle bazale).

Substanța fundamentală este o componentă amorfă, ce ocupă spațiul dintre fibre și celulele conjunctive.

Intervine în metabolismul apei și al sărurilor minerale. În țesutul cartilajinos este rezistentă și elastică, întrucât conține, în țesutul osos este solidă, după și rezistentă, întrucât cu săruri minerale. Substanța fundamentală este produsă de celulele țesutului conjunctiv.

Țesuturile conjunctive, după consistența lor, pot fi clasificate în țesuturi moi (conjunctiv lax - fig. 5, reticulat, adipos, fibros, elastic), semidure - cartilajinos, și dure - țesutul osos.

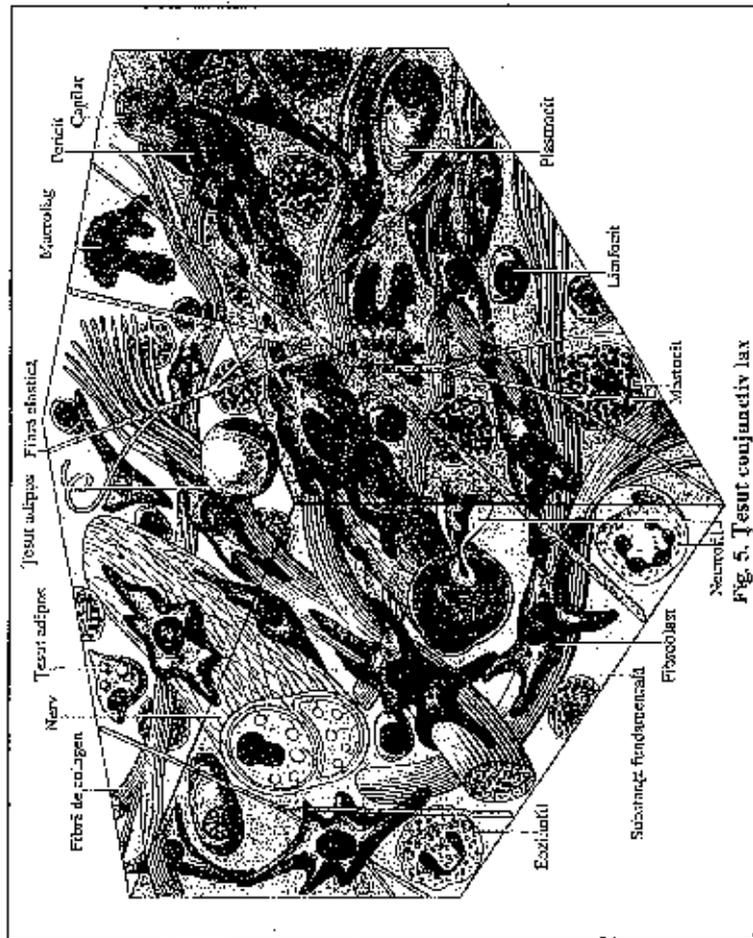


Fig. 5. Țesut conjunctiv lax

ȚESUTURI CONJUNCTIVE MOI

Țesuturi conjunctive moi

Tipuri de țesuturi	Caracteristici	Localizare
Țesutul conjunctiv lax	Este forma cea mai răspândită; conține în proporție egală celule, fibre, substanță fundamentală. Celulele sunt de două feluri: - fixe - fibrocite, celule adipoză, histiocite, macrofage, celule pigmentare, plasmocite și mastocite; - mobile - limfocite și leucocite. Substanța fundamentală este abundentă, iar fibrele sunt numeroase (colagene, elastice, reticulină).	În organe formează stroma conjunctivă de susținere și are rol trofic. Umple spațiile libere dintre organe, formează hipodermul, leagă fibrele musculare și grupulele de mușchi, se întinde de-a lungul nervilor și vaselor și formează, cu epitelile, unități funcționale.
Țesutul reticular	Este format din celule reticulare, cu multe prelungiri, și din fibre de reticulină. Celulele se pot transforma în histiocite macrofage, având rol în procesele de apărare (fagocitoză).	În ganglion limfatic, splină, măduva osoasă, ficat, mușchii respiratori și digestive.

ȚESUTURILE

Țesuturi conjunctive moi - conținut

Tipuri de țesuturi	Caracteristici	Localizare
Țesutul adipos	În structura sa predomină celulele adipoase care se grupează (200-400) în jurul capilarelor și arteriolelor, formând lobuli; sâlpoși între care se găsește țesut conjunctiv lax. Are rol trofic, mecanic și de izolare termică pentru unele organe.	În jurul unor organe (râșchi, suparenală, ochi, tiroidă), în mezenter. În mediastin, în regiunile axilare și inghinale, hipoderm.
Țesutul fibros	Predomină fibrele de collagen și elastice, puțină substanță fundamentală și celule. Are vascularizație și plasticitate redusă. Este rezistent, având rol de protecție.	În fasciile ce acoperă mușchii, în structura tendoanelor și a aponevrozelor, a capsulelor unor organe (ficat, rinichi, splină, ganglion limfatic), derm, cornesc, fir de păr.
Țesutul elastic	Conține numeroase fibre elastice printre care se găsește substanța fundamentală. Celulele sunt puține.	În tunica medie a arterelor mari, corzile vocale, ligamentele șabene dintr-o vertebrelă.

ȚESUTUL CONJUNCTIV SEMIDUR (CARTILAGINOS)

Țesutul cartilagianos face parte din grupa țesuturilor cu funcție mecanică, fiind versatilizat prin compoziție chimică și proprietăți fizice deosebite: rezistență elastică la presiune și mare rezistență mecanică la tracțiune. Este învelit, la exterior, de o membrană fibroasă, puțin vascularizată, numită pericondru. Țesutul cartilagianos este format din celule, substanță fundamentală și fibre. Componenta cea mai abundentă este cea de ansamblu format din substanța fundamentală și fibre, care se numește substanță cartilagianosă sau matricea cartilajului. În ea sunt săpate cămăruțe, condroplaste, care adăpostesc celulele cartilaginose, condroblaste - când sunt tinere - și condrocite - când sunt mature.

Condrocitele sînt celule mari, ovale, globuloase, cu un diametru de 40 μ , cu citoplasma abundentă, se află în grupuri de 2 - 4 celule sau izolate.

Substanța fundamentală este impregnată cu condrină.

Substanțele anorganice sunt reprezentate de apă 70% și de sărurile minerale în care predomină NaCl.

În structura cartilajului intră și fibre colagene și elastice care se condensează concentric în jurul condroplastelor. Cartilajul nu este vascularizat, nutriția realizându-se prin difuziune de la nivelul capilarelor din pericondru.

După cantitatea și variația de fibre se deosebesc trei tipuri principale de țesut cartilagianos: hialin, elastic și fibros.

Cartilajul hialin are substanță fundamentală abundentă, rezistentă și omogenă, impregnată cu condrină. Se găsește puțin fibre colagene, foarte fine, cu orientări diferite. Celulele sunt izolate sau dispuse în grupuri. Din cartilaj hialin este format scheletul embrionului, cartilajele de creștere diafizo-epifizare, cartilajele articulare, scheletul cartilagianos al tracheei și bronhiilor, cartilajele nazale și ale coaselor.

Cartilajul elastic conține în substanța fundamentală o bogată rețea de fibre elastice; celulele sunt așezate în grupuri mici alăturate. El formează scheletul organelor care trebuie să își mențină forma, dar nu un grad mare de elasticitate: pavilionul urechii, epiglota, aripile nasului etc.

Cartilajul fibros este format din fascicule de fibre colagene, cu orientare longitudinală. Celulele sunt puțin numeroase, așezate de-a lungul fasciculelor de fibre, în grupe de 2 - 3, iar substanța fundamentală este redusă. Se mai numește țesut fibrocartilajinos și formează discurile intervertebrale, cartilajele simfizelor, menisurile articulare și unele ligamente (ligamentul capului femural).

ȚESUTUL OSOS

Țesutul osos este adaptat pentru funcția de suport și protecție, fiind cel mai rezistent și dur țesut mecanic, datorită împregnării substanței fundamentale cu săruri minerale, de calciu și fosfor. Este format din celule osoase, fibre și substanță fundamentală, fiind puternic vascularizat, acoperit la periferie, cu excepția capetelor articulare, de o membrană vascularo-coniunctivă, numită periost.

Celula osoasă, numită osteoblast în stadiul tinăr și osteocit în stadiul adult, are rol osteogen. Osteocitele sunt de formă ovalară, turte, cu multe prelungiri, simane în niște cavități stelate sau fuziforme (20 - 30 μ diametru), numite osteoplaste, așezate în substanța fundamentală. De pe pereții osteoplastelor pornesc numeroase vâlcule subțiri, flexuoase, care se anastomozează cu canalele osteoplastelor învecinate și în care pătrund prelungirile osteocitelor. Osteoblastele prezintă o bogată activitate secretorie, participând la fabricarea osinei, la procesele de dezvoltare a oselor, de reparare și regenerare. După terminarea procesului de osificare, osteoblastele se maturizează, transformându-se în osteocite. Osteoplastele sunt celule mari, cu forme neregulate, polinucleate. Au o puternică activitate enzimatică și fagocitară, cu rol în formarea canaliculilor medular și în diferite remodelări ale substanței osoase.

Substanța fundamentală a osului are două componente: organică și minerală.

- **Componenta organică**, în proporție de 34%, este formată din osseină, în constituția căreia se deosebesc o substanță glicoproteică, în care se dețin sărurile minerale, și substanța colagenă, reprezentată de sistemele de fibre conjunctive ale țesutului osos.
- **Componenta minerală**, în proporție de 66%, este formată din microcristale de fosfat tricalcic, carbonat de calciu, fluorură de calciu, carbonat de sodiu, carbonat de magneziu, hidroxid de calciu.

Substanța fundamentală se dispune sub formă de lamele osoase și, după poziția lor, distingem două varietăți de țesut osos: compact și spongios.

Țesutul osos compact formează diafiza oselor lungi, strădui de la suprafața epifizelor și al oselor scurte, căr și lama internă și externă a oselor late. Este format din numeroase canale Havers (conțin țesut conjunctiv și vase de sânge), dispuse în lungimea osului, paralele între ele și legate în numeroase puncte prin anastomozose transversale sau oblice. În jurul canalului Havers substanța osoasă este dispusă sub forma unor lamele osoase concentrice, în număr variabil de 5 - 30, iar între lamele sau în grosimea lor se găsește osteoplastele cu osteonite. Un canal Havers, împreună cu lamelele din jur formează osteonul sau sistemul haversian (omiteala morfologică și funcțională a osului). Între sistemele haversiene se găsește arcuri de lamele osoase, țesuturi osteoane rezultate din procesele de remanieră osoasă, numite sisteme interhaversiene. Fibrele colagene din interiorul unei lamele sunt paralele între ele și au o direcție spiralată. Direcția fibrelor dintr-o lamelă se încrucișează cu direcția fibrelor din lamelile alăturate, formând o armătură ce contribuie la realizarea rezistenței osului.

ȚESUTURILE

În osul compact mai există o serie de canale înconjurate de lamele osoase, care porțesează osul dinapre pejos: spre profunzime, numite canale Volkmann, prin care trec vase și nervi de la periost în interiorul osului.

Țesutul osos spongios se găsește în epifizele oselor lungi și în interiorul oselor late și scurte. Este format din lamele osoase (trabecule) care, la rândul lor, sunt alcătuite din mai multe lamele, delimitându-se niște cavități de aspect și mărime diferite, numite areole (sau areolele pecul spongios, furctos). Areolele comunică între ele și conțin măduvă hematogenă. Areolele și lamelele osoase sunt sisteme haversiene incomplete. Dispoziția trabeculelor osului spongios prezintă o anumită anatomică, determinată de acțiunea factorilor funcționali, mecanici și biologici asupra osului.

ȚESUTUL MUSCULAR

Țesuturile musculare sunt adaptate funcției de contracție. Celula sau fibra musculară prezintă unu sau mai mulți nuclei, după tipul de țesut muscular, o membrană celulară, numită sarcolemă, și citoplasmă, denumită sarcoplasmă, în interiorul căreia se găsesc organitele celulare comune și organelle specifice (contractile), miofibrile, așezate în urma diferențierii și adaptării celulei la funcția de contracție.

După particularitățile miofibrilelor, țesuturile musculare se împart în trei tipuri: țesut muscular neted, în care miofibrilele sunt omogene și se contractă involuntar, țesut muscular striat, cu miofibrile heterogene, de aspect striat, care se contractă voluntar, țesut muscular cardiac, în care miofibrilele sunt striate, dar țesutul se contractă involuntar.

ȚESUTUL MUSCULAR NETED

Fibra musculară este unitatea morfofuncțională a țesutului muscular neted. Ea intră în constituția părții musculare a tubului digestiv, a conductelor aparatului respirator, urogenital, glandelor excretorii, în tunica musculară a vaselor, în anexele unor organe de simț (piele, ochi), în capetele unor organe (splină, supraheală). Fibrele sunt așezate în straturi, benzi sau răspândite izolat în țesutul conjunctiv. Fibrele sunt paralele între ele, iar porțiunea îngroșată a unei fibre vine în raport cu extremitățile efiliate ale fibrelor învecinate.

Fibra musculară netedă, de aspect fusiform, are o lungime cuprinsă între 10-100 μ și diametrul de 2 - 4 μ . Este formată din sarcolemă, sarcoplasmă și un nucleu central, de formă alungită.

Sarcolemma (plasmalema), grosă de 100 μ , prezintă neregulate invaginări din care se formează vezicule de pinocitoră, prin intermediul cărora sunt transportate în celulă substanțe trofice și activatori ai procesului contractil.

Sarcoplasma este omogenă sau fin granulară, mai abundentă în centrul fibrei. Conține organe comune, incluzând celulare și organite specifice - miofibrile.

Miofibrilele, organite specializate pentru contracție, ocupă cea mai mare parte din sarcoplasmă. Au o formă alungită și se întind de la un capăt la altul al fibrei, mai groase la periferia fibrei (1 micron) și extreme de subțiri spre centrul fibrei (0,2 μ). Miofibrilele au o structură complexă, fiind alcătuite din microfilamente de 10 - 150 μ , sunt omogene (fără striai transversale), iar din punct de vedere biochimic sunt formate din proteine contractile (actină, miozină) și regitoare (tropomiozină și tropomiosină).

Inervația este asigurată de sistemul nervos vegetativ simpatic și parasimpatic.

Fibrele musculare conțin substanțe organice, reprezentate prin glucide, lipide, proteine, precum și enzime legate de funcția contractilă, cum sunt adenozin trifosfați (ATP-aza), fosforilază, enzimele ciclicului Krebs.

ȚESUTUL MUSCULAR STRIAT

Țesutul muscular striat este alcătuit din fibre care intră în constituția mușchilor scheletici (40% din greutatea corpului), iar la nivelul viscerelor le întâlnim în musculatura limbii, faringelui, a porțiunii superioare a esofagului și în cea a unor sfinctere (anal extern și cel extern al uretrei), cât și în mușchii exteriori ai gâtului ocular. Fibra musculară sursă are o formă cilindrică sau prismatică, cu extremitățile rotunjite sau semicirculare (mușchii feței și ai limbii). Sunt elemente multinucleate, plasmodiale, cu zeci sau sute de nucleii de formă ovoidă, situați periferic, imediat sub sarcolemă. Lungimea fibrei este cuprinsă între 3 - 12 cm, iar grosimea este de 20 - 100 μ .

Fibra striată este alcătuită din membrană = sarcolemă, citoplasmă = sarcoplasmă și numeroși nucleii (fig. 6).

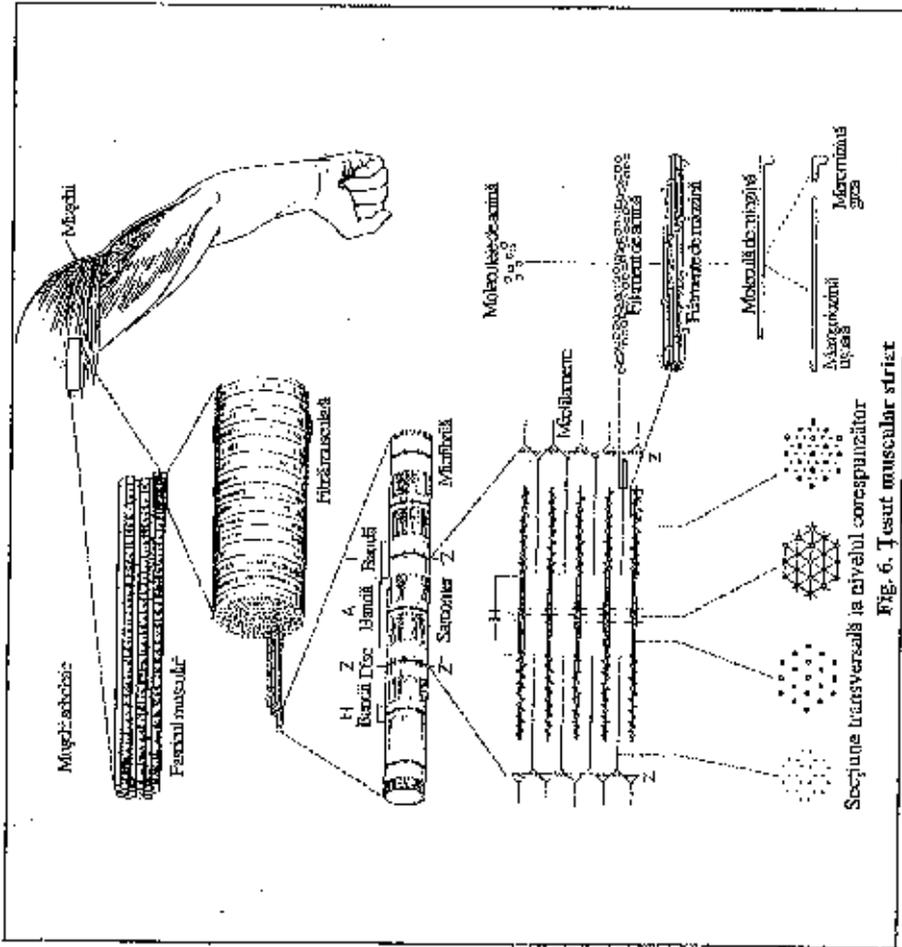


FIG. 6. Țesut muscular striat

Sarcolema, examinată la microscopul electronic, prezintă două porțiuni distincte: sarcolema propriu-zisă și membrana bazală. Sarcolema propriu-zisă are rol de a propaga excitația de-a lungul fibrei musculare (are structura generală a plasmalemei). Membrana bazală, formată din proteine collagenice, are rolul de a menține forma fibrei musculare în limite normale.

Sarcoplasm este acidofilă, cu aspect de fluid în centrul fibrei, mai densă și mai abundentă la periferia fibrei musculare. Conține organe comune, diferite în număr și distribuție. Mitochondriile (sarcozomi) sunt situate în sarcoplasm perinuclear și interfibrilar. Conțin o mare cantitate de mioglobină (pigment asemănător hemoglobinei), cu rol de transport și rezervor de oxigen, și un bogat echipament enzimatic. Reticulul sarcoplasmatic este foarte dezvoltat și este reprezentat prin-o rețea de tubuli ce înconjoară fiecare miofibrilă (direcție longitudinală în fibră). Această rețea se numește sistem sarcoplasmatic longitudinal sau sistemul L. În fibra striată există și un al doilea sistem de tubuli, numit sistem transvers sau sistemul T (tubuli așezați perpendicular pe sistemul longitudinal, reprezentând învaginări ale sarcolemăi în dreptul membranei Z). În dreptul fisecărei miofibrile, sistemul T înăbușește și vine în contact cu sacii terminali ai reticulului sarcoplasmatic longitudinal, alcătuit împreună o "triază" (doi saci terminali ai sistemului L și un tub al sistemului T). Reticulul sarcoplasmatic, în totalitate, dar mai ales sistemul L, are rol important în contracție (dezorbit prezenței unei mari cantități de ioni de Ca se realizează cuplarea excitației cu contracția).

Elementele cele mai importante cuprinsc în sarcoplasm sunt miofibrilele (elementele contractile). Au un diametru de 0,2 - 2 μ , sunt paralele cu lungimea fibrei musculare, grupate în fascicule ce cuprind 30 - 50 miofibrile - colonetele Leydig, înconjurate de sarcoplasmă. Miofibrilele au un aspect heterogen, de-a lungul lor observându-se (microscopic) o alternanță de benzi clare și întunecate care, fiind situate la același nivel în toate miofibrilele, dau aspectul de striatura transversală, specifică fibrei musculare striate. Benzile (discurile) clare, denumite benzi I, sunt izotrope (neinterfringente - nu polarizează lumina); ele sunt străbătute de o membrană subțire, numită membrana Z sau stria Arnicci. Discurile (benzile) întunecate, denumite discuri sau benzi A, sunt anizotrope (interfringente - polarizează parțial lumina); ele sunt străbătute de o zonă clară - stria Hensen (zona H), prin care trece o membrană foarte numită membrana M. Segmentul cuprins între două membrane Z se numește sarcomer (căsuță musculară Krause), cu o lungime de 2,5 - 3 μ . Sarcomerul reprezintă unitatea morfofuncțională a fibrei striate și este alcătuit din: 1/2 disc clar, un disc întunecat cu zona H și membrana M, 1/2 disc clar.

Prin microscopia electronică s-a stabilit că miofibrilele sunt constituite din numeroase fibrele elementare, numite miofilamente, (50 - 150 μ), ce constituie unitatea ultrastructurală și funcțională a miofibrilei. Miofilamentele sunt de două tipuri: miofilamente groase de 100 μ și lungi de 3,5 μ , cuprinsc în discul întunecat, formate din miozină; miofilamente subțiri de 50 μ , formate din actină, tropomiozină și troponină, ce se întind de la membrana Z în toată banda luminoasă, trec și se inserăază și printr-o miofilamentele groase din banda întunecată, oprindu-se la stria Hensen. În banda A, cele două tipuri de miofilamente au o așezare precisă, într-un aranjament hexagonal cu un miofilament gros în centru, înconjurat de șase miofilamente subțiri (situate în unghiurile hexagonului).

Fibrele musculare striate se grupează în fascicule de 20 - 30 fibre, denumite fascicule primare, înconjurare de o toacă conjunctivă denumită epimysium. Fasciculele primare (4-5) se grupează în fascicule secundare, delimitate de țesut conjunctiv cu fibre elastice, denumit perimysium. Acestea se grupează în fascicule terțiare, cuaternare, etc formează, de fapt, mușchii, iar acesta este înveșit în epimysium.

Vascularizația este foarte bogată, asigurând procesele metabolice intense din timpul contracției.

Mușchii striai au o inervație motorie (placa motorie) și senzitivă (fibre aferente care pornesc de la proprioceptorii musculari).

TESUTUL MUSCULAR STRIAT DE TIP CARDIAC (MIOCARDUL)

Miocardul este constituit din fibre musculare cu structură asemănătoare fibrelor musculare striate (miofibrilele prezintă alternanță de benzi clare și întunecate) și fibrelor musculare netede, prin poziția centrală a nucleului. Celulele musculare individualizate, alungite și ramificate vin în contact unele cu altele la nivelul unor benzi numite discuri intercalare (strucle scalariforme), ce reprezintă joncțiuni intercelulare specializate.

Fibrele musculare cardiace sunt acoperite de o țesătură conjunctivă cu fibre de reticulină și sunt dispuse în rețea. În ochiurile căreia se află țesutul conjunctiv lax, vase și fibre nervoase vegetative (formează împreună cu sarcolema joncțiunea neuromusculară, sinapsa).

Fibra cardiacă are un diametru și o lungime mai mică decât fibra striată, iar capetele sunt de obicei ramificate. Sarcoplasma este mai abundentă la periferie și în jurul nucleului și mai săracă între miofibrile. Mitocondriile sunt mai numeroase decât în fibrele striate și netede, fiind așezate între miofibrile sub forma unor coloane (istorică activități contractile perinaucute). Miofibrilele prezintă același caracter morfolologic și structural ca la fibra striată de tip scheletic, fiind însă mai groase.

Pe lângă miocardul de tip contractil există și țesutul nodal (miocardul specific), care determină contracția ritmică și automată a inimii, stabilind o legătură anatomică și funcțională între atrii și ventricule (nodul sinoatrial, atrioventricular, fasciculul His și rețeaua Purkinje).

Țesutul nodal este format din fibre musculare cardiace, cu caracter embriionar, ce formează variate, dispuse în noduli, rețele și cordoane. Celulele sunt bogate în sarcoplasmă de conținut mult glicogen, 1-2 nuclei, mitocondriile sunt rare, iar rețiculul endoplasmatic redus. Miofibrilele, în număr redus, sunt mai subțiri, dispuse longitudinal sau transversal, trec de la o celulă la alta, formând o rețea prin care excitația se transmite în toate direcțiile la fibrele miocardului contractil, cu care se continuă.

ȚESUTUL NERVOS

Țesutul nervos este constituit din celule nervoase (neuroni), cu prelungiri lor, și din celule neuroglie. Embriologic, derivă din ectoderm. Neuroni sunt elemente înalt diferențiate morfologic. Neurogiiile, structuri cu rol de susținere și de protecție, realizează elementele sistemului de susținere.

NEURONUL

Este format din corpul celular (pericariionul) și una sau mai multe prelungiri, care sunt de două tipuri: dendritice, prelungiri celulipecte (majoritatea neuronilor au mai multe dendrite), și axonal, care, funcțional, este celulipect, prelungire unică a neuronului.

Ca formă și dimensiuni, neuronii sunt foarte diferiți, de la neuronii mici, de 4 - 6 μ (stratul granular din creier), până la neuronii giganti, 130 μ (celulele piramidale Betz din cortexul cerebral). Forma neuronilor este variabilă: stelată (coarnele anterioare ale măduvei), sferică sau

ȚESUTURILE

ovală (în ganglionii spinali), piramidală (zonele motorii ale scoarței cerebrale) și fusiformă (în stratul profund al scoarței cerebrale).

În funcție de numărul prelungirilor, neuronii pot fi:

- unipolari (celulele cu conuri și bastonașe din retina) - au aspect globulos, cu o singură prelungire;
- pseudounipolari - se află în ganglionul spinal, au o prelungire care se divide în 2';
- dendritice se distribuie la periferie, iar axonii pătrund în SNC;
- bipolari - de formă rotundă, ovală sau fusiformă, cu cele două prelungiri pornind din poli opuși ai celulei (neuroni din ganglionul spiral; Corii, ganglionul vestibular Scarpa, retina, mucoasa olfactivă);
- multipolari - au o formă stelată, piramidală sau piriformă și prezintă numeroase prelungiri dendritice și un axon (scoarța cerebrală, cerebeloasă, cornul anterior din măduva spinală).

După funcție, neuronii pot fi: receptori, prin dendritice lor recepționează excitații din mediul exterior sau din interiorul organismului (pot fi somatosenzitivi și viscerosenzitivi); motori, ai căror axoni sunt în legătură cu organele efectoare (somatomotori și visceromotori); intercalari (de asociative), care fac legătura între neuronii senzitivi și motori.

Organizarea structurală a neuronului

Corpul neuronului este format din neurilemă (membrana plasmatică), neuroplasmă (citoplasmă) și nucleu.

Neurilema celulei nervoase este subțire, delimitază neuronul și are o structură lipoproteică.

Neuroplasma are constituția coloidală a unui gel, ceva mai densă decât a celulelor organismului, datorită unor organite celulare specifice: neurofibrilele. Neuroplasma conține organite celulare generale (mitocondrii, ribozomi, lizozomi, rețicul endoplasmatic) și încăzătorii pigmentare. Nu are centru celular deoarece neuronul nu se divide. Organitele specifice sunt: substanța tigroidă (corpul Nissl) și neurofibrilele. La microscopul electronic, corpul Nissl apar sub forma unor agregate de sisteme membranose de tip rugos, sub formă de vezicule și cisterace și numeroși ribozomi, fitol omologă cu rețiculul endoplasmatic rugos. Se găsește în corpul neuronului și în dendrite, niciodată în axon, având rol în metabolismul neuronului. Neurofibrilele sunt formațiuni ce se găsește în neuroplasmă (corp) și prelungiri (dendrite și axon). Ele formează pachete cu dispunere periferică ectoplasmatică sau perinucleară, mai strâns în axon și mai lax în dendrite. Apar la microscopul electronic componente din fascicule elementare frunze de 60 - 100 μ (neurofilamente). Au rol mecanic, de susținere și în conducerea influxului nervos.

Nucleul. Celulele nervoase motorii, senzitive și de asociatie au un nucleu unic, cu 1 - 2 nucleoli. Celulele vegetative centrale sau periferice prezintă deseori un nucleu excentric. Aceste celule pot avea nucleii dubli sau multipli.

Prelungirile corpului celular sunt dendritice și axonal.

Dendritice, în porțiunea lor inițială, sunt mai groase, apoi se subțiază. În ele se găsesc neurofibrile și corpul Nissl. Ele recepționează influxul nervos și îl conduc spre corpul neuronului, celulipect (centripet).

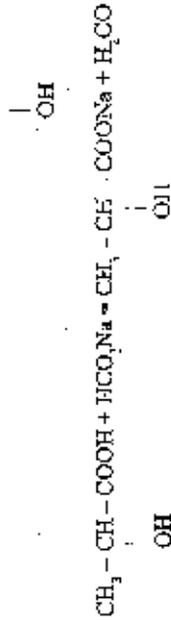
Axonul este o prelungire unică, lungă (uneori de 1 m) și mai groasă. Este format dintr-o citoplasmă specializată, numită axoplasmă, în care se găsesc: mitocondrii, vezicule ale rețiculului endoplasmatic și neurofibrile. Membrana ce acoperă axoplasmă se numește axolemă, cu rol important în propagarea influxului nervos. De-a lungul traseului său, axonul emite colaterale

Vâscozitatea. Vâscozitatea relativă a vâscozității sângelui este 4,5 față de vâscozitatea apei, considerată egală cu 1. Vâscozitatea determină curgea laminară (în strănut) a sângelui prin vase. Creșterea vâscozității peste anumite valori este un factor de îngrijorare a circulației.

Presiunea osmotică (P. osm.). În orice soluție, apare o presiune statică suplimentară ce poate fi pusă în evidență separând, printr-o membrană semipermeabilă, solventul de soluția respectivă. Membrana semipermeabilă permite trecerea solventului și împiedică deplasarea substanței dizolvate de o parte și de cealaltă e. În aceste condiții apare fenomenul de osmoză, ce constă în deplasarea moleculelor solvenților prin membrana spre compartimentul ocupat de soluția respectivă. Valoarea p. osm a lichizilor corpului (mediu intern și lichidul intracelular) este de aproximativ 300 miliosmoli/l. Exprimată în unități barice, aceasta corespunde unei presiuni de aproximativ 72 atmosfere, deci de 5500 mm Hg. Presiunea osmotică are rol important în schimburile de substanțe dintre capilare și țesuturi. Presiunea osmotică a substanelor colorate (proteinelor) se numește presiune coloidosmotică și are valoarea de 28 mm Hg. Proteinele plasmei au rol foarte mare în schimburile capilar-țesut, deoarece prăsnunea osmotică a sângelui este egală cu cea a lichidului interstițial (mascelular), singura forță care atrage apa din țesuturi spre capilare fiind presiunea coloid-osmotică a proteinelor plasmactice. Un alt rol al presiunii coloid-osmotice se manifestă în procesul de ultrafiltrare glomerulară ce duce la formarea urinei. Soluțiile cu presiuni osmotice egale cu ale mediului intern se numesc izotone, cele cu presiuni osmotice mai mici sunt hipotone, iar cele cu presiuni osmotice mai mari sunt hipertone. O soluție de clorură de sodiu în concentrație de 9 g la 1 l apă distilată are o presiune osmotică de aproximativ 300 miosm % și este deci izotonă și poartă denumirea de ser fiziologic.

Reacția sângelui este slab alcalină. Ea se exprimă în unități pH. pH-ul sângelui are valoarea cuprinsă între 7,38 - 7,42, fiind menținut prin mecanisme fizico-chimice (sistemele tampon) și biologice (plămâni, rinichi, hematii etc.). Sistemele tampon intervin timpuriu în neutralizarea acizilor sau bazelor apărute în exces în mediul intern. Ele se consumă în timpul neutralizării. Mecanismele biologice intervin mai târziu și duc atât la îndepărtarea acizilor sau bazelor, cât și la refacerea sistemelor tampon.

Un sistem tampon antifacid este un cuplu de două substanțe format dintr-un acid slab și sarea acestuia cu o bază puternică (ex. cuplul H_2CO_3 - HCO_3Na). Dacă în mediul intern apar acizi în exces, spre exemplu acid lactic (CH_3-CH_2-COOH), are loc reacția:



Lactatul de sodiu este o sare neutră, deci nu acidifică mediul; acidul lactic a dispărut și în locul lui se formează un acid slab, acidul carbonic, care se descompune în CO_2 și H_2O , iar CO_2 se elimină prin plămâni. În acest mod, prin cooperarea dintre mecanismele fizico-chimice și cele biologice se menține stabil pH-ul sângelui. În organism există numeroase sisteme tampon, repartizate unele în plasmă, altele în hematii și alte celule ale corpului.

Temperatura. La om și la animalele cu sânge cald (homeoterme), temperatura sângelui variază între 35°C (în sângele din vasele pielii) și 39°C (în sângele din organele abdominale). Deplasarea continuă a sângelui prin organism contribuie la uniformizarea temperaturii corpului

și ajută la transportul căldurii din viscere spre tegumente, unde are loc eliminarea acesteia prin iradiere. Sângele astfel "răcit" se reîntoarce la organele profunde, unde se încălzește cu căldura și așa mai departe.

COMPONENTELE SÂNGELUI

Sângele tratat cu oxalat de sodiu 1% nu mai coagulează.

Prin centrifugarea unei eprubete cu sânge incoagulabil timp de 15', la 3000 v/minute, se produce separarea sângelui în două componente:

- Elementele figurate ale sângelui, situate la fundul eprubetei, se prezintă ca un lichid foarte vâscos, de culoare roșie-închisă;
- Plasma sanguină, situată deasupra, este un lichid mai puțin vâscos, transparent, de culoare galben-citrin.

Elementele figurate ale sângelui

Reprezintă 45% din volumul sângelui. Această valoare poate răzuna de hematocrit sau volum globular procentual. Hematocritul variază cu sexul (mai mic la femei), cu vârsta (scade cu vârsta) sau în funcție de factorii de mediu ambiant (căldura provocând transpirație duce la scăderea apei din sânge și creșterea valorilor hematocritului) etc.

Prin examenul microscopic al sângelui se observă trei tipuri de elemente figurate:

- globulele roșii (hematii sau eritrocite);
- globulele albe (leucocitele);
- plachetele sangvine (trombocitele).

Pentru a studia elementele figurate se face un frotiu de sânge proaspăt. Se dezinfecțiază cu alcool pulpa degetului rășărit și se întăpeă cu un ac sterilizat. În momentul când apare o picătură de sânge, aceasta se aplică pe o lamă și se întinde în strat subțire cu o lamelă de sticlă. După uscarea, frotiul se examinează la microscop. Frotiul poate fi conservat prin fixare în amestec de alcool-eter, în păți egaie.

Hematopoieza este procesul de reînnoire continuă a elementelor figurate ale sângelui. Există câte o cale separată pentru fiecare din cele trei tipuri celulare principale (eritropoieza pentru eritrocite, leucopoieza pentru leucocite și trombocitopoieza pentru trombocite), iar la leucocite se descriu cât separate pentru granuloците (granulocitopoieza) și pentru limfocite (limfopoieza).

Toate celulele sangvine au o origine comună: celula stem pluripotentă din măduva osoasă (celula hematoformatoare primitivă) (fig. 7).

ERITROCIȚELE (hematiile). Sunt celule fără nucleu, bogate în hemoglobină, o proteină de culoare roșie, cu un rol în transportul O_2 și CO_2 . Numărul lor este considerabil: un mm³ de sânge conține 4 500 000 hematii la femeie și 5 000 000 la bărbat. La copilul mic, numărul eritrocitelor este mai mare (5 500 000-6 000 000/mm³), iar la fecundorii puținilor înalte se înregistrează cifre de 8 000 000 globule roșii la 1 mm³. Numărul hematiilor poate crește temporar prin golirea rezervelor de sânge (mai bogate în hematii decât sângele circulant). Creșterea de lungă durată sunt poliglobulia de altitudine și poliglobulia unor bolnavi de plămâni sau cu defecte congenitale ale inimii. Scăderea numărului este consecința unei distrugerii exagerate sau a unei eritropoieze deficitare.

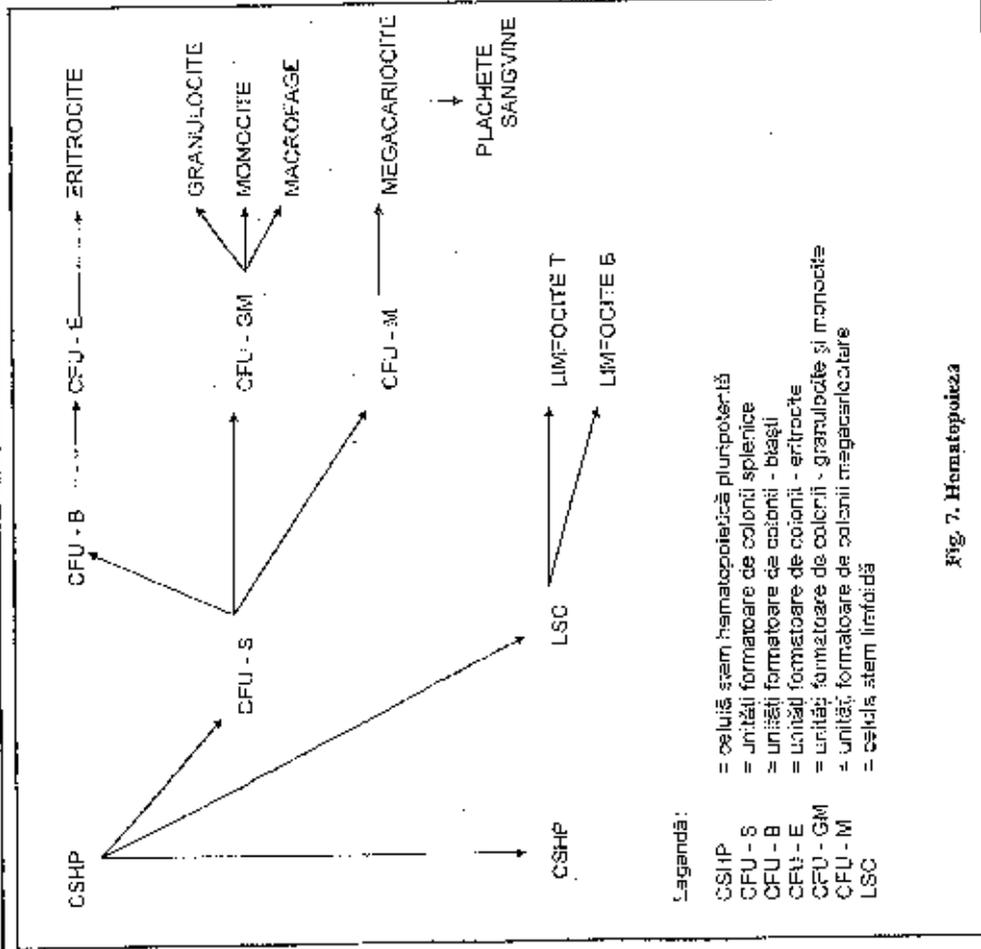


Fig. 7. Hematopoieza

Forma și structura hematiilor reprezintă adaptări morfologice la funcția de transport a gazelor. Privite din față, hematiile apar ca discuri rotunde sau ușor ovale, cu centrul de culoare mai deschisă și periferia mai intens colorată galben-auriu. Acest aspect se datorează variației grosimii hematiilor, care la centru măsoară 1,5 μ , iar la periferie 2,5 μ . Din această cauză, privită din profil, hematiile se prezintă ca o hațieră, imagine ce sugerează forma de disc biconcav a eritrocitului.

Lipsa nucleului permite o mai mare încărcare cu hemoglobină. Suprafața totală a hematiilor este de 4000 m^2 (de 2000 ori mai mare ca suprafața corpului). Datorită formei lor, pot fi deformați cu ușurință.

Diametrul mediu al unei hematii este de 7,5 μ . Pot fi întâlnite și hematii cu diametre mai mici de 7 μ (microcrite) sau mai mari de 8 μ (macrocrite).

În structura hematiilor se distinge o membrană lipoproteică, cu încărcătură electrică negativă la exterior și permeabilitate selectivă (foarte permeabilă pentru apă și anionii Cl^- și HCO_3^- ; slab permeabilă față de cationii Na^+ , K^+ etc.). În compoziția chimică a membranei se găsesc enzime ce favorizează transportul activ al substanțelor. În interiorul hematiilor se află o cantitate mare de hemoglobină (Hb). Hematiile au conținut organite celulare, nu este capabilă de sinteză proteică, iar metabolismul său este foarte redus; și, ca atare, hematiile consumă foarte puțin oxigen.

Dacă suspensia hematiilor într-un mediu apos hipoton (cu o presiune osmotică mai mică decât a plasmelor) se produce o "ursulare" a lor, urmată de ieșirea fibrelor în soluție, fenomen denumit hemoliză osmotică. Hemoglobina este principalul component al hematiilor. Este o cromoproteină, alcătuită din două componente: o proteină, numită globină, și o grupare neproteinică, numită hem. Globina este constituită prin asocierea a patru lanțuri polipeptidice. De fiecare lanț polipeptidic se leagă câte o moleculă de hem. Datorită prezenței Fe în molecula sa, hemul poate lega lateral oxigenul. Reacția de fixare a O_2 la Hb nu este o oxidare propriu-zisă (deoarece ea nu duce la creșterea valenței Fe), ci o reacție de oxigenare, de legare propriu-zisă a unei molecule de oxigen la fierul bivalent. În urma acestei reacții rezultă oxihemoglobina (HbO_2), care reprezintă forma principală de transport a O_2 prin sânge. Anume când este saturată (oxigenată) complet, o moleculă de Hb poate transporta 4 molecule de O_2 . Un gram de hemoglobină poate transporta 1,34 ml O_2 , iar în 100 ml sânge există aproximativ 15 g Hb; astfel, fiecare ml de sânge arterial transportă 20 ml O_2 . În lipsa Hb, capacitatea de transport a sângelui pentru oxigen scade mult; 100 ml plasmă transportă doar 0,2 ml O_2 .

În absența formei oxigenate și de cea redusă, Hb poate da cu oxidul de carbon carbonohemoglobina (CO Hb); aceasta este o combinație reversibilă cu CO , dar afinitatea Hb pentru CO este de 200 de ori mai mare decât pentru O_2 . Sub acțiunea oxidanților apare derivatul de Hb cu Fe trivalent, denumit metemoglobină. Aceștia sunt derivați patologici ai Hb; ei nu mai îndeplinesc funcția de transport și, în cazul creșterii concentrației lor în sânge poate anumite limite se produce insuficiența oxigenare a țesutului (asfizie).

Hemoglobina se poate combina și cu dioxidul de carbon ($HbCO_2$), compus numit carbonohemoglobină sau carbanatul de hemoglobină. Acesta este un compus fiziologic, ce nu afectează funcția de transport a O_2 . $HbCO_2$ reprezintă și una din formele de transport ale CO_2 ce la țesuturi le plămâni.

Eritropoieza. Hematiile circulante reprezintă doar o cîmpă din viața acestor elemente. Din momentul pătrunderii în circulație și până la dispariția lor trec aproximativ 120 zile (durata medie de viață a eritrocitelor). Deși trăiesc relativ puțină vreme, numărul lor rămâne constant. Există un echilibru între procesul de distrugere și cel de formare de noi hematii. Sedul eritropoiezei este în măduva roșie a oaselor, iar sedul distrugerii este sistemul monocito-macrofagic (sistemul fagocitar în organism cu rol în fagocitoză).

Un organism adult are cum 1,5 kg măduvă roșie. Cantitatea variază în funcție de nevoia de oxigen a organismului. Când aceste nevoi sunt reduse, o parte din măduva roșie intră în repaus, celulele se încălzesc cu lipide și măduva roșie se transformă în măduvă galbenă. Spre bătrânețe, măduva galbenă suferă un proces de transformare fibroasă și devine măduvă cenușie.

Dacă apar condiții care solicită eritropoieza (efort repetat, viață la altitudine) are loc un proces invers, de transformare a măduvei galbene în măduvă roșie și o sporire corespunzătoare a eritropoiezei. Între măduva roșie și cea galbenă există tot timpul vieții un echilibru dinamic, controlat de sistemul regulator neuroendocrin. Măduva cenușie nu mai poate fi recuperată pentru hematopoieza.

Reglarea eritropoiezei. Eritropoieza se reglează prin mecanismele neuroendocrine. Centrii eritropoiezei sunt situați în diencefal, iar excitantul principal este scăderea aprovizionării cu oxigen a acestor centri (hipoxie).

Hipoxia acționează și la nivelul rinichinilor care secrează, în aceste condiții, un factor eritropoietic. Acesta determină formarea în organism a unui hormon eritropoietic numit eritropoietină, ce acționează asupra celulei stem impotente, eritroformator, determinând creșterea numărului de hematii. Desfășurarea normală a eritropoiezei necesită asigurarea cu substanțe nutritive, vitamine (C, B₁₂, B₉, acid folic) și Fe. În cazul unor deficiențe de aprovizionare apare anemia, cu toate că sistemul de reglare a eritropoiezei funcționează normal.

Rolul eritrocitelor. Hematiile joacă două roluri esențiale pentru organism:

- în transportul O₂ și CO₂;
 - în menținerea echilibrului acido-bazic.
- Hemoliza.** Hematiile bătrâne și uzate sunt distruse prin hemoliză în sistemul monocitofagocitar din splină ("cimentul hematiilor"), ficat, ganglionii limfatici și măduva oselor.
- LEUCOCITILE.** Globulele albe sunt elemente figurate ale sângelui ce posedă nucleu. Numărul lor este în medie de 5000/mm³. Accesivă varzare poate avea în condiții fiziologice sau patologice. Creșterea numărului se numește leucocitoză, iar scăderea leucopenie. Numărul leucocitelor poate varia în condiții normale cu 1 - 3 mii de elemente pe mm³. Astfel, la un copil, se întâlnesc 8 - 9 mii leucocite/mm³, iar la bătrâni 5 - 5000. În cântul fizic avem leucocitoză, iar după un repaus prelungit leucopenie. Variațiile patologice snt mult mai mari. În bolile infecțioase microbiene, numărul leucocitelor poate crește până la 15000 - 30000/mm³, iar în unele forme de cancer (leucemii), numărul poate săpășească câteva sute de mii la un milimetru cub, încât sângele capătă o culoare albicioasă (sânge alb).

Forma leucocitelor nu este aceeași. Ele nu reprezintă o populație celulară omogenă. Există mai multe tipuri, care diferă între ele atât ca origine și morfologie, cât și în privința rolului în organism. Exprimarea lor procentuală se numește formulă leucocitară. În cadrul acestei formule, deosebim leucocite cu nucleu unic - mononucleare - și leucocite cu nucleu fragmentat, polilobat - polinucleare.

Mononuclearele reprezintă 32%, iar polinuclearele 68% din leucocite. Grupa mononuclearelor cuprinde: limfocitele, care reprezintă 25%, și monocitele, 7%.

Polinuclearele cuprind trei subgrupe celulare. Aceste celule se mai numesc și granulocite, după granulațiile ce se observă în citoplasma lor. În funcție de afinitatea diferită a granulațiilor față de coloranți, polinuclearele se împart în:

- polinucleare neutrofile, întâlnite în proporție de 65%. Granulațiile acestora se colorează bine cu coloranți neutri; se trăi narosec polimorfnucleare neutrofile (PMN);
 - polinuclearele acinozofile, în proporție de 2,5%, au granulații ce se colorează cu coloranți acizi;
 - polinuclearele bazofile, în proporție de 0,5%, au granulații cu afinitate pentru coloranții bazici.
- Dimensiunile leucocitelor variază între 6 - 8 μ, pentru limfocitul mare, și 20 μ în diametru, pentru monocite și neutrofile.

Leucocitele prezintă o structură celulară completă. Au o membrană cu plasticitate remarcabilă. Datorită ei, leucocitele fiind prelungiri citoplasmice (pseudopode), cu ajutorul cărora devin mobile, se pot deplasa în afara vaselor capilare (diapedeză) și pot îngloba

microbi (microfagocitoză) sau resturi celulare (macrofagocitoză). Granulațiile polinuclearelor sunt mici saci și vezicule (lizozomi) pline cu enzime hidrolitice care participă la digestia corpului fagocitat.

Tot în familia leucocitelor se includ și plasmocitele, celule provenite din limfocite, specializate în producția de anticorpi.

Leucopoiieza. Durata vieții leucocitelor variază foarte mult, de la 1-2 zile pentru polinuclearele neutrofile, până la câțiva ani pentru limfocitele dependente de timus (limfocite T). Sedii leucopoiiezei este diferit, în raport cu sistemul esutlar de care aparține leucocitul. Astfel, granulocitele și monocitele snt produse la nivelul măduvei roșii a oselor, în timp ce limfopoiieza are loc în splină, limus, ganglionii limfatici, plăcile Payer din jejun-ileon.

Granulocitopoiieza pornește tot de la celula stem pluripotentă care se află și la originea hematilor. Din aceasta se diferențiază celula stem impotentă. Prin procese de diferențiere și multiplicare se formează granulocitele și monocitele mature.

Linfopoiieza. Limfocitele derivă din celula stem limfoformatoare, cu sediul în măduva roșie hematogenă. Organismul produce două tipuri de limfocite: limfocitele "T" sau timocedepedente, și limfocitele "B", sau bursodependente. Primele se dezvoltă sub influența timusului, iar ultimele sub influența unor structuri echivalente cu bursa lui Fabricius de la păsări (măduva osoasă). La adult, măduva roșie produce limfocite B, iar ganglionii limfatici și splina produc ambele tipuri.

Reglarea leucopoiiezei se face prin mecanisme neurohumorale complexe. Centrii leucopoiiezei snt situați în hipotalamus. Activitatea acestor centri se intensifică atunci când în sânge crește concentrația acizilor mclai rezulțaji din distrugerea leucocitelor bătrâne. În cazul pătrunderii în organism a unor agenți patogeni art loc, de asemenea, o stimulare prin antigeni a leucopoiiezei, urmată de creșterea peste normal a leucocitelor, fenomen numit leucocitoză.

Leucopoiieza medulară se poate intensifica atât sub influența stimulilor nervoși plecați de la centri de reglare, cât și a unor substanțe chimice numite leucopoietine. Creșterea numărului de leucocite circulante poate avea loc și fără o creștere prealabilă a leucopoiiezei, numai prin mobilizarea rezervorului medular de leucocite. Acest mecanism asigură un răspuns precoce al organismului față de invazia agenților străini.

Rolul leucocitelor este complex și diferit, după tipul lor. Principala funcție a leucocitelor constă în participarea acestora la reacția de apărare a organismului.

Polinuclearele neutrofile au rol în fagocitoza agenților patogeni. Datorită vitezei de diapedeză și deplășării rapide prin pseudopode, polinuclearele nu snt în sânge mai mult de câteva ore. Ele ajung primele la locul infecției, unde fagociteză microbii, distrugându-i. Datorită acestei acțiuni, polinuclearele se mai numesc și microfage. Numărul lor crește mult în infecții acute.

Teșura leucocitelor din vas este favorizată de încetinirea curgerii la nivelul focarului inflamator (datorită vasodilatației), precum și adipriri acestora de endotelul capilar, fenomen denumit marginație. Marginație, diapedeza și deplasarea prin pseudopode a leucocitelor spre focarul inflamator snt favorizate de atracția leucocitelor de către unele substanțe locale, fenomen cunoscut sub denumirea de chemiotactism pozitiv. Ajunse în apropierea microbilor, neutrofilele snt pseudopode și cu ajutorul lor îi înglobează, formând vacuole citoplasmice, numite fagozomi. Ulterior, lizozomii neutrofilelor se contopesc cu fagozomul.

În interiorul fagocitozomului, microbul este digerat sub acțiunea enzimelor lizozomale. Când leucocitele fagocitează un număr prea mare de microbi, ele suferă vătăzile toxice ale unor substanțe eliberate de aceștia și mor. Amestecul de microbi, leucocite moarte și lichid exudat din vase formează puroiul.

Eozinofiliile au rol în reacțiile alergice. Granulațiile lor conțin histamină. Numărul lor crește în bolile parazitare și alergice.

Bazofilele au rol în coagularea sângelui, prin intermediul unei substanțe antihemostatice, numită heparină, conținută în granulele lor. Tot datorită heparinei, leucocitele bazofile au rol în metabolismul lipidic, heparina favorizând dizolvarea oilor amoniacali și dispoziția lor în particule fine, ce pot fi mai ușor utilizate de către țesuturi.

Monocitele sunt leucocite capabile de fagocitoză, atât direct, cât și în urma transformării lor în macrofage, proces ce are loc după ieșirea monocitelor din vase în țesuturi. Monocitele și macrofagele formează un singur sistem celular care fagocitează atât microbii, cât și, mai ales, resturile celulare (leucocite, hematii etc.) și prin aceasta contribuie la curățarea și vindecarea focarului inflamator.

Linfocitele au rol considerabil în reacția de apărare specifică.

Clasele de limfocite. Deși asemănătoare ca morfologie, limfocitele prezintă o populație celulară cu funcții individuale foarte diferențiate. Se descriu două clase principale de limfocite, în raport cu modul în care acestea participă la procesul de imunitate.

- Limfocitele "B", care participă la imunitatea umorală, mediată prin anticorpi.
- Limfocitele "T", care participă la imunitatea prin mecanismul celular.

Morfologic, limfocitele "T" și "B" apar identice alături de celulele monocitice, atât la microscopul optic, cât și la cel electronic. Apelativul de "T" sau "B" provine de la inițialele organelor limfoide centrale în care se petrece "instrucțurarea" diferențiată a limfocitelor. Există două asemenea organe limfoide centrale: timusul și bursa limfatică. Instrucțurarea limfocitelor are loc în perioada fetală.

Toate limfocitele se dezvoltă dintr-o celulă cap de serie mică, celula stem cu potențial limfopoietic. După formare, o parte din limfocite se fixează în timus, altele în măduva hematogenă (organ omolog cu bursa limfatică, prezentă numai la embrionul de păsări și absentă la fătul de mamifer). Aici are loc un proces de diferențiere și specializare a limfocitelor. În timus se vor forma limfocitele "T" (independente), capabile să lupte direct cu antigenele, iar în măduva osoasă se vor forma limfocitele "B" (bursodependente), capabile să lupte indirect cu antigenele prin secreția de anticorpi specifici. După naștere, limfocitele T și B migrează din organele limfoide centrale în ganglionii limfatici, unde vor genera limfocitele necesare apărării specifice a organismului.

Subclasele de limfocite T. Există mai multe tipuri de limfocite T, cele mai importante fiind:

- limfocite T helper (ajutătoare);
- limfocite T supresoare (inhibitoare);
- limfocite T citotoxice (killer).

Clasele limfocitare. În cursul limfopoiezei se diferențiază zeci de milioane de familii limfocitare, numite clone; fiecare clonă este specializată pentru recunoașterea unui singur antigen. Corespundător, s-au specializat tot atâtea tipuri de limfocite T sau B, astfel că la un anumit antigen reacționează și se multiplică numai grupul limfocitelor care recunoaște antigenul și îl atacă

direct (limfocitele T) sau fabrică împotriva lui anticorpi specifici (limfocitele B). Un astfel de limfocit ultraspecializat formează, împreună cu descendenții săi, o clonă celulară imună.

Markerii limfocitari. Diferența dintre un limfocit T sau B, precum și dintre clonele imunitare se află la nivelul membranei acestora. Celula T posedă markeri de suprafață ce funcționează ca receptori și permit diferențierea subclasei de limfocite T și receptorii; celulele T au receptor antigen specific ce funcționează cu situs pentru recunoașterea antigenului. Celula B posedă ca markeri de suprafață un tip special de immunoglobulină (IgM monocimerică) ce funcționează ca situs pentru recunoașterea antigenului. Datorită acestor caracteristici, limfocitele reacționează numai cu antigenele corespunzătoare.

TROMBOCITELE sau **plachetele sanguine.** Sunt elemente figurate necelulare ale sângelui. Numărul lor variază între 150 000 - 300 000/mm³. Creșterea numărului trombocitelor peste 500 000/mm³ se numește trombocitmie, iar scăderea sub 100 000 trombocite/mm³ (trombopenie).

Forma trombocitelor este variabilă: tri-anghulară, rotundă, cliptică. Mărimea lor este de 3 μ diametru.

În structura trombocitului nu însășiun deasă putine organite și incluziuni; trombocitele sunt fragmente citoplasmatic și nu celule propriu-zise.

Trombocitopenia este procesul de rămânere a trombocitelor sanguine, care asigură stabilitatea numărului acestora. Sediul acestui proces este măduva hematogenă a oaselor. Celula de origine a plachetelor sanguine este megacariocitul, o celulă cu nucleol mare, polilobată. Durata vieții trombocitelor este 10 zile.

Reglarea trombocitopeniei se face prin intermediul unor substanțe (trombocitopenice) care se eliberează atunci când numărul trombocitelor circulante scade. Spina are rol în echilibrul dintre formarea și distrugerea plachetelor, atât prin secreția unor substanțe stimulante, cât și a unor inhibitori ai megacariopoiezei și trombopoiezei.

Rolul trombocitelor: intervin în cursul tuturor timpilor nemostazei, favorizând mecanismele de oprire a sângerării. Funcțiile hemostatice ale trombocitelor sunt îndeplinite datorită proprietăților funcționale specifice acestor elemente, ce:

- asigură aderența trombocitelor de a sdră de suprafețele lezate;
- agregarea - proprietatea trombocitelor de a forma între ele conglomerate;
- megamorfoza vâscoasă - proprietatea trombocitelor de a se autoliza;
- funcția de eliberare a factorilor trombocitari și a unor substanțe active (histamină, fosfolipide, trombostezină, serotonină, ADP) transportate de trombocite.

Datorită acestor proprietăți, trombocitele intervin în timpul vasculoplaclătar al hemostazei (hemostaza primară), acționând la suprafața lezată a endotelului și formând cheagul alb trombocitar. În timpul 2 al hemostazei (coagularea sângelui), trombocitele participă prin mai mulți factori, dintre care cel mai important este factorul 3 fosfolipidic plachetar; în timpul 3 al hemostazei (timpul trombotimamic), trombocitele intervin în retracția cheagului prin proteina citratină contractilă pe care o eliberează, trombotimamina. În cazul unor deficiente trombocitare cantitative (trombocitopenii) sau calitative (trombastenii) se produc tulburări ale hemostazei, numite purpuri trombocitare.

Plasma sanguină

După îndepărtarea elementelor figurate ale sângelui, rămâne un lichid vâscos, gălbui, numit plasmă. Plasma reprezintă 55% din volumul sângelui. Proprietățile plasmei sunt similare cu ale sângelui, diferă doar valorile și culoarea (ex. asma este încoră). Compoziția plasmei sanguine este foarte heterogenă.

Proteinele plasmice le revin următoarele roluri:

- Albuminele au rol de transport al unor substanțe minerale (Cu, Ca, Fe), hormonii, pigmenții biliari, precum și rol în presiunea coloid-osmotică a sângelui. Scăderea albuminelor compunele schimburiile de la nivelul capilarelor.
 - Globulinele au rol în transportul substanțelor prin sânge, în coagularea acestora și contribuie, alături de albumine, la presiunea oncotică. O anumită clasă a gamaglobulinelor, numită clasa immunoglobulinelor, reprezintă suportul chimic al anticorpilor.
 - Yüminogenul are rol în coagularea sângelui, prin trecerea sa din starea solubilă într-o rețea insolubilă, numită cheag de fibrină.
 - Alte roluri ale proteinelor plasmice: determinarea vâscozității și densității plasmei; reglarea echilibrului acido-bazic (proteinele sunt substanțe amfotere, adică au proprietatea de a se comporta atât ca baze, cât și ca acizi, în funcție de pH-ul mediului, jucând rol de sistem tampon).
 - Plasma conține proteine cu roluri specifice în: reglarea funcțiilor (hemostaza, reglarea tensiunii arteriale, apărarea antiinfecțioasă etc.).
- Substanțele anorganice din plasmă sunt reprezentate de săruri minerale. Ele se întâlnesc în două forme principale: legate de proteinele plasmatice (deci, nedifuzibile) și libere în plasmă (difuzibile). Activitățile chimice ale anionilor și cationilor plasmei sunt egale între ele și prezintă, în medie, câte 155 mEq/l. Dintre cationi, cei mai importanți sunt Na⁺, K⁺, Ca²⁺ și Mg²⁺, iar dintre anioni Cl⁻, CO₃H⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻.

HEMOSTAZA

Hemostaza reprezintă totalitatea mecanismelor care intervin în oprirea sângerării. Ea se desfășoară în trei timpi. 1. Timpul vasculo-plachetar (hemostaza primară sau temporară). 2. Timpul plasmatic (hemostaza secundară sau coagularea sângelui). 3. Timpul trombo-dinamic (retracția cheagului și fibrinoliza).

Timpul vasculo-plachetar (hemostaza primară)

Începe o dată cu lezarea vasului. Prima reacție constă în vasoconstrucția peretelui acestuia, produsă atât reflex, cât și sub acțiunea serotoninei. Urmază adhezia trombocitelor la nivelul plăgii, agregarea și metamorfoza vâscoasă a acestora cu vesul, ducând la oprirea sângerării în 2 - 4 minute. Acest timp se prelungeste în afecțiuni vasculare sau trombotice.

Timpul plasmatic - coagularea sângelui

Coagularea sângelui este un proces fizico-chimic complex de transformare a sângelui din stare lichidă în stare de gel, prin trecerea fibrinogenului din forma solubilă într-o rețea insolubilă de fibrină. Încă din prima fază a hemostazei are loc eliberarea din trombocite a unor factori de coagulare. Tot în timpul hemostazei primare se produce activarea factorilor plasmatici.

TESTURILE

Factorii coagulării. La coagulare participă numeroase substanțe. Ele se grupează în următoarele categorii de factori:

- factori plasmatici;
- factori plachetari;
- factori țesutari.

Factorii plasmatici ai coagulării sunt în număr de 13. Ei se notează cu cifre romane. Majoritatea sunt formați în ficat.

Factorul I (F.I.) = fibrinogenul, proteină care, în procesul coagulării, se transformă în fibrină insolubilă;

F.II = protrombina, globulină plasmatică fabricată de ficat în prezența vitaminei K. În procesul coagulării se transformă în trombină;

F.III = tromboplastina este un complex enzimatic lipoproteic, ce apare în procesul coagulării. Există două tromboplastine: tromboplastina plasmatică sau intrinsecă și tromboplastina țesutală sau extrinsecă.

F.IV = ioni de calciu (Ca²⁺) sunt indispensabile coagulării. Ei intervin în aproape toate fazele coagulării. Blocarea Ca²⁺ cu ajutorul citratului sau oxalatului de sodiu împiedică coagularea.

Factorii V, VI, VII accelerează formarea tromboplastinelor.

F.VIII = factorul antihemofilic A este o globulină plasmatică, ce intră în componența F.III intrinsec. În lipsa acestui factor se produce o boală gravă, numită hemofilia A.

F.IX = factorul antihemofilic B are același rol cu al F.VIII. Lipsa lui provoacă hemofilia B.

F.X = factorul Stuart-Prower este principalul component al ambelor tromboplastine.

F.XI = factorul antihemofilic C este alt precursor al tromboplastinei intrinseci.

F.XII = factorul de contact (factorul Hageman) este o proteină plasmatică ce se găsește sub formă inactivă și se activează la contactul cu suprafețele tezale și cu fibrele de colagen. Acest factor inițiază coagularea sângelui.

F.XIII = factorul stabilizator al fibrinei (F.S.F.) este o proteină care intervine în stabilizarea rețelei de fibrină, făcând-o insolubilă.

Factorii tromboticari ai coagulării se notează cu cifre arabe. Mai importanți sunt:

- F.3.** - factor tromboplastic, compozat ai tromboplastinei intrinseci;
- F.4.** - antiheparina plachetară, care se opune acțiunii anticoagulante a heparinei;
- F.7.** - trombotenina, proteină cu proprietăți enzimice și contractile, cu rol în retracția cheagului.

Toți acești factori sunt eliberați de trombocite, la începutul hemostazei. În același timp, trombocitele mai transportă serotomina (F.5.).

Factorul țesutar al coagulării este reprezentat de o substanță lipoproteică. În procesul coagulării ea activează factorul VII și, în prezența lui VII activat și a calciului, determină activarea F.X. În procesul coagulării ea se activează sub influența F.VII și a Ca²⁺ (fig. 8).

Diurna procesului de coagulare. Coagularea sângelui se desfășoară în trei faze:

- faza I - formarea tromboplastinei are loc pe două căi, extrinsecă și intrinsecă. Aceasta este faza cea mai laborioasă și durează cel mai mult, 4 - 8 minute.
- faza a II-a - formarea trombinei durează 10 s; tromboplastina transformă protrombina în trombină.

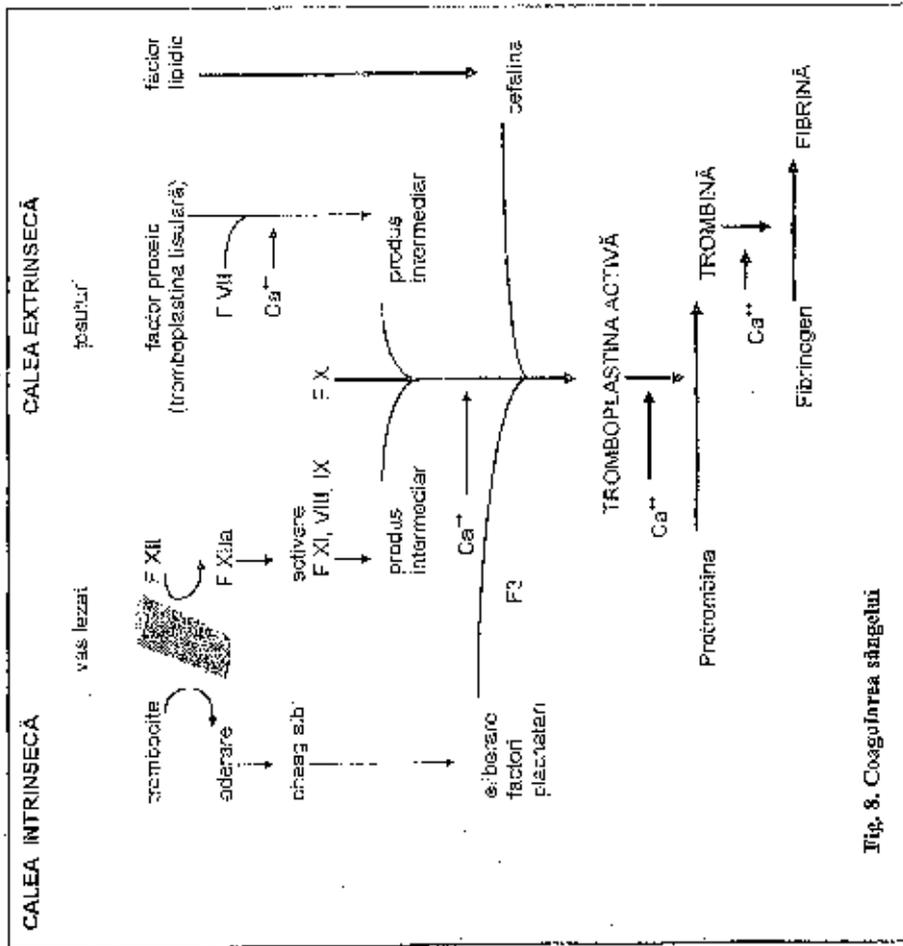


Fig. 8. Coagularea sângelui

• faza a III-a - formarea fibrinei durează 1-2 s. Trombina desface, din fibrinogen, niște monomeri de fibrină, care polimerizează spontan, alcătuind rețeaua de fibrină, ce devine insolubilă sub acțiunea F XIII. În ochinurile rețelei de fibrină se fixează elementele figurate și sângerarea se oprește.

Țiimpul trombotinamic al hemostazei

După coagularea are loc, sub acțiunea tromboteninei plachetare, un proces de retracție a cheagului. Din cheag este expulzat un lichid gălbui, murit, ser. Serul este plasma fără fibrinogen și protrombină ce s-a consumat în procesul de coagulare. Retracția cheagului durează 2-24 ore. După retracție, cheagul suferă treptat un proces de dizolvare, numit fibrinoliză. Aceasta se datorește unei enzime proteolitice, plasmina (fibrinolizina), activată și ea în timpul coagularii. Fibrinoliza are drept efect îndepărtarea cheagului și dezobstruarea vasului prin care se poate relua circulația. În felul acesta ea fost îndepărtate toate consecințele lezării vasului.

Tulburările hematostazei pot apărea în orice timp. Aceste tulburări constituie sindromul hemoragipar. Activarea fibrinolizei se produce simultan cu activarea coagularii, prin factorii comuni. Astfel, factorii XI și XII, activați, stimulează și activatorii fibrinolizei. Procesul de coagulare evaluează mai rapid, iar cel de fibrinoliză mai lent. Activatorii fibrinolizei pot fi și de proveniență exogenă. Unele veninuri de șarpe sau toxine microbiene produc fibrinoliză.

FUNCȚIA DE APĂRARE A SÂNGELUI

Organismul uman vine permanent în contact cu agenți patogeni (purători de antigene) sau cu antigene libere. Antigenul este o substanță macromoleculară proteică sau polizaharidică străină și care, pătrunșă în mediul intern, declanșează producția de către organism a unor substanțe specifice, numite anticorpi, care neutralizează sau distrug antigenul. Anticorpii sunt proteine plasmatice din clasa gammaglobulinelor. Există două tipuri fundamentale de apărare:

1. apărarea nespecifică;

2. apărarea specifică.

Funcția de apărare nespecifică (innăscută) este o calitate a speciei. Se realizează prin necesitatea celulare (fagocitoză) și umorale (complementul, interferonul). Apărarea nespecifică este o apărare primară, cu eficacitate medie, dar este foarte promptă. La ea participă celule și substanțe preformate.

Apărarea specifică (dobândită) se dezvoltă în urma expunerii la agenți străini și inducă un răspuns imun (imunogen). Este de două feluri: **dobândită natural**: a. pasiv, prin transfer transplacental de anticorpi; b. activ, în urma unei boli; **dobândită artificial**: a. pasiv, prin administrare de anti-toxine și gammaglobuline; b. activ, vaccinare.

Răspunsul imun specific are două componente: răspunsul imun primar și răspunsul imun secundar (secundar) - și trei caracteristici:

- recunoașterea structurilor proprii;
- specificitate (capacitatea anticorpilor și a limfocitelor de a reacționa numai cu imunogenul omogen);
- memorie imunologică (permite anticorpilor și limfocitelor sensibilizate să revină imonogenului omolog și să reacționeze cu el mai târziu).

Răspunsurile imune specifice sunt mediate prin două mecanisme interdependente: imunitatea umorală, care implică limfocitele B, și imunitatea mediată celular (celulară), care implică primar limfocitele T.

La contactul cu antigenul specific, recunoscut de către limfocite datorită receptorilor de pe membrană, are loc activarea și transformarea lor în limfoblaști, celule limfocitare care încep să se dividă intens. Se activează numai limfocitele clonei specifice antigenului respectiv. Prin diviziuni succesive, limfoblaștii B se diferențiază în două populații celulare: a. plasmocitele, celule capabile să fabriceze intens anticorpi specifici; b. limfocite B, cu memorie, celule ce vor reacționa mai prompt la un nou contact cu antigenul.

Celulele cu memorie trăiesc ani de zile, asigurând o protecție îndelungată față de boala respectivă. Limfocitele T încep să stimuleze procesul de activare a limfocitelor B, iar limfocitele T suprăsore îl reduc, prevenind răspunsuri imune exagerate. La contactul limfocitelor T cu antigenele de pe suprafața celulelor unor organe străine grefate sau al unor celule proprii declanșate sau cancerose are loc, de asemenea, activarea și transformarea blăstăc a acestora. Similar cu celulele B, clonele limfocitelor T activate se multiplică intens și se separă în celulele

T de atac sau citotoxice și celule T "cu memorie". Linfocelele T citotoxice se dispun în jurul celulei sau organului străin și-l distrug.

Unele linfocele T activate de antigen dobândesc și proprietăți secretorii. Ele fabrică și eliberează în țesutul o serie de substanțe active, numite linfochine. Aceste substanțe au rol de stimulare a multiplicării clonei de linfocele T activale (autostimulare) sau de stimulare a glandelor și monocitelor, de atragere a polinuclearelor spre focarul de infecție etc.

La procesul de activare prin antigen a linfo-citelor participă și macrofagele, care lagociteză antigenul, îl prelucreză și îl prezintă linfo-citului într-o formă mai accesibilă. Prin toate aceste mecanisme se asigură neutralizarea sau distrugeră antigenului și vindicarea organismului, care devine apoi în viață de agentul canal al bolii respective. Vaccinarea declanșează, în principiu, aceleași mecanisme imunitare, cu deosebirea că reacțiile produse în organism sunt mai puțin zgomotoase. Efectul final este identic: dobândirea înunității.

ALTE FUNCȚII ALE SĂNGELUI

Funcțiile sângelui sunt reprezentate de funcțiile componentelor sale, deja descrise. În afară de acestea, sângele îndeplinește rolul de sistem de integrare și coordonare umorală a funcțiilor prin hormoni, mediatori chimici și catalizii pe care-i vehiculează.

De asemenea, sângele are rol de îndepărtare și transport spre locurile de excreție a substanțelor toxice și inutilizabile. Datorită conținutului său bogat în apă, sângele are rol de termoreglare.

GRUPELE SANGVINE - TRANSFUZIA

Membrana hemaiilor are în structura sa numeroase tipuri de macromolecule puțin zaharidice și glicoproteice, cu rol de antigene, numite aglutinogene. În plasmă se găsesc o serie de gamaglobuline cu rol de anticorpi numite aglutinine. Cele mai importante aglutinogene întâlnite la om sunt aglutinogenul zero (0), A, B, iar cele mai frecvent întâlnite aglutinine sunt: a - omologa aglutinogenului A; b - omologa aglutinogenului B.

Prin excludere reciprocă a aglutininelor și aglutinogenelor omologe, în decursul evoluției umane s-au constituit mai multe sisteme imunologice sangvine. Cele mai importante în practica medicală curentă sunt:

1. Sistemul OAB
2. Sistemul Rh

Sistemul OAB

Potrivit regulii excluderii aglutininelor cu aglutinogenul omolog (a cu A și b cu B) nu pot exista indivizi posesori de aglutinogen și aglutinină omologă. Înălțirea aglutinogenului cu aglutinina omologă duce la conflict imun, antigen-anticorp și la distrugeră hemaiilor. Condițiile și coexistențele posibile, tolerate imunologic, sunt în număr de patru și reprezintă cele patru grupe sangvine în care se poate repartiza populația globului pe baza sistemului OAB:

- grupa 0 (zero) sau I;
- grupa A sau a II-a;
- grupa B sau a III-a;
- grupa AB sau a IV-a.

Grupa zero. Cuprinde toți indivizii care au pe membrana eritrocitelor (și a altor celule) aglutinogenul zero. În mod natural, acestui aglutinogen nu-i corespunde o aglutinină anticorpoasă în plasmă. Indivizii zero pot coexista ambelc aglutinine, a și b.

TRANSFUZIA

Grupa A. Cuprinde indivizii ce au pe membrana hemaiilor aglutinogenul A, iar în plasmă aglutinina b.

Grupa B. Cuprinde indivizii cu aglutinogen B pe hematii și aglutinină a în plasmă.

Grupa AB. Cuprinde indivizii care au ambele aglutinogene pe hematii și nici o aglutinină în plasmă.

Cuocșterea apartenenței la una din grupele sangvine are mare importanță în cazul transfuziilor de sânge. Regula transfuziei este ca aglutinogenul din sângele donatorului să nu se întâlnească cu aglutininele din plasma primitorului. Potrivit acestei reguli, transfuzia de sânge între grupe diferite se poate face astfel:

Grupa zero poate dona la toate grupele (donator universal), dar nu poate primi decât sânge izogrup (de la grupa zero).

Grupa AB poate primi de la toate grupele (primitor universal). Această regulă este variabilă numai în transfuzii unice și de cantități relativ mici de sânge, până la 500 ml.

În cazul transfuziilor mari și repetate se recomandă transfuzia izogrup, deoarece există pericolul ca aglutininele donatorului să distrugă hematiile primitorului sau ca indivizii de grup A, B sau AB, în cazul transfuziilor repetate cu hematii zero, să fabrice aglutinine salivare și la o nouă transfuzie să nu mai tolereze sângele donat.

Sistemul Rh

S-a constatat că 85% din populația globului mai posedă pe eritrocite, în afară de antigenii sistemului OAB, și un antigen denumit Rh, a cărui sinteză este codificată de perechea de gene alele Dd. Denumirea Rh provine de la marmelele Rhesus, la care toți indivizii au acest aglutinogen. Toți indivizii posesori de antigen Rh sunt considerați Rh pozitivi, iar cei 15% care nu posedă antigenul Rh sunt Rh negativi. În mod natural nu există aglutinome omologe anti-Rh, dar se pot genera fie prin transfuzii repetate de sânge Rh' la persoane Rh', fie prin sarcină cu făt Rh' și mama Rh-. În ambele situații, aparantul traumatic al gazdei reacționează înă de aglutinogenul Rh, ca față de un antigen străin, prin activarea linfo-citelor urmată de producerea de anticorpi anti-Rh. Acești anticorpi vor reacționa cu aglutinogenele Rh de pe suprafața hemaiilor și vor produce hemoliza.

În cazul mamei Rh negative ai căror soț este Rh pozitiv, datorită caracterului dominant al genei care codifică sinteza aglutinogenului Rh, copiii rezultați vor moșteni caracterul Rh pozitiv. Prima sarcină poate evolua normal, deoarece, în mod obișnuit, hematiile Rh' ale fătului nu pot traversa placenta și deci nu ajung în circulația maternă.

La naștere însă, prin ruperea de vase sangvine ce au loc în momentul dezlipirii placentei deuter, o parte din sângele fătului trece la mamă și stimulează producția de aglutinine anti Rh. La o nouă sarcină, aceste aglutinine (care pot traversa capilarele placentare) pătrund în circulația fetală și pot distruge hematiile fătului, uneori ducând chiar la moartea acestuia, atunci când aglutinurile sunt în concentrație mare.