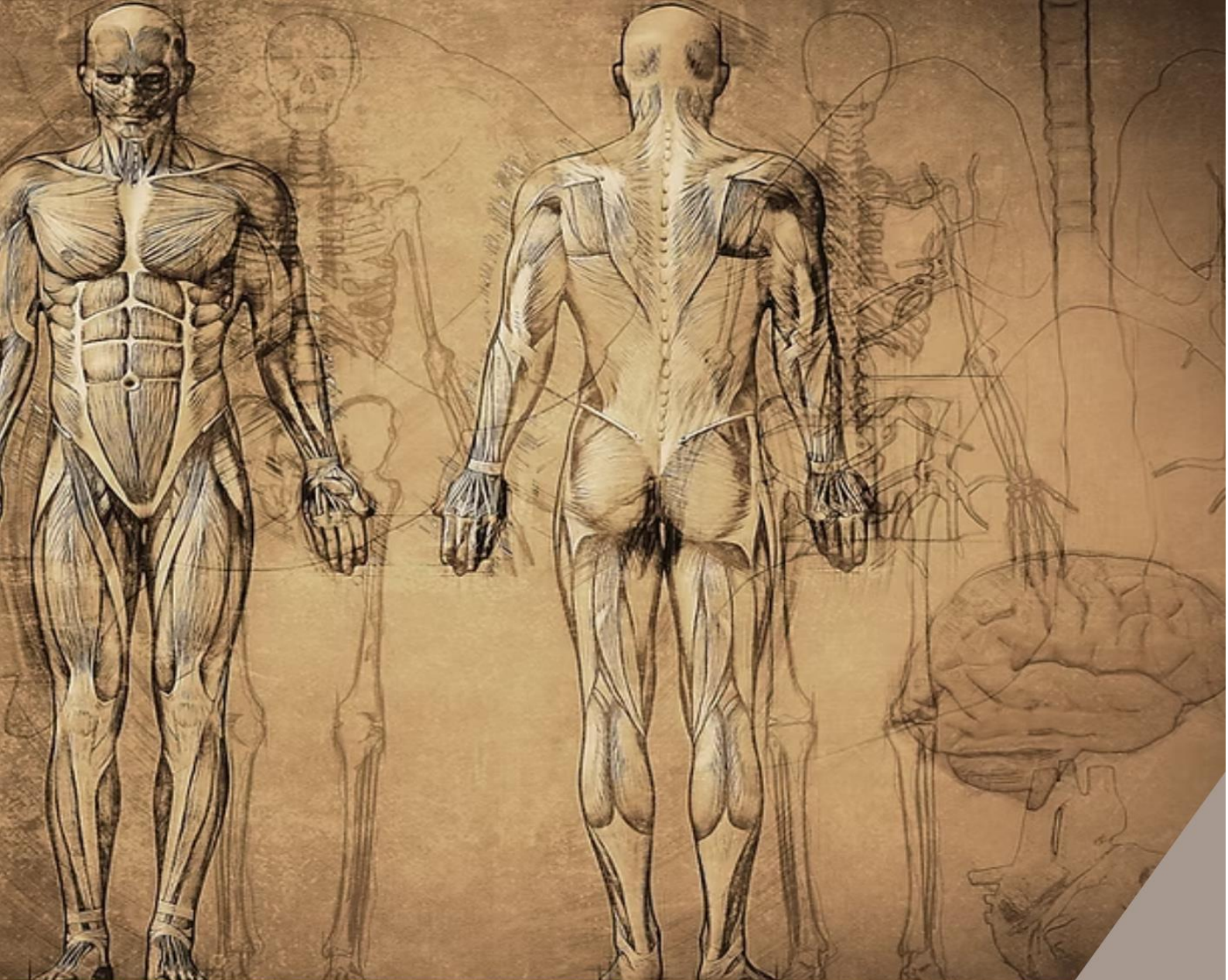




NOTIUNI DE ANATOMIA ȘI FIZIOLOGIA OMULU

PROF. DR. EVELINA-CRISTINA MORARI
PROF. DR. ELENA-MĂDĂLINA MORARIU





**ȘCOALA POSTLICEALĂ SANITARĂ DE STAT
„GRIGORE GHICA VODĂ” DIN IAȘI**
Str. Nicolae Bălcescu, nr. 19, cod poștal 700117, loc. Iași, România
Telefon/fax: 0232.219516
e-mail: grigore.ghica.voda@scoalasanitara-iasi.ro

NOȚIUNI DE ANATOMIA ȘI FIZIOLOGIA OMULUI

- Pentru realizarea acestui material au fost utilizate manualele alternative de Biologie de clasa a XI-a aprobate de M.E.N. dar și alte surse bibliografice.
- Acest material stă la baza redactării culegerii de teste pentru concursul de admitere.
- Concursul de admitere constă dintr-un test de Anatomia și fiziologia omului, cuprinzând 60 de itemi cu alegere multiplă din culegerea de teste.

Succes tuturor candidaților!



Iași

Cuprins

INTRODUCERE	6
A. NOȚIUNI DE ANATOMIE TOPOGRAFICĂ	7
B. NIVELURI DE ORGANIZARE GENERALĂ ALE CORPULUI UMAN	14
I. CELULA	15
I.1. Celula	15
I.2. Componentele celulei	16
I. 3. Informația ereditară, cromosomii și ADN-ul	18
I. 4. Diviziunea celulară	19
II. ȚESUTURILE	22
II. 1. Țesutul epitelial	22
II. 2. Țesutul conjunctiv	24
II. 3. Țesutul muscular	26
II. 4. Țesutul nervos	27
III. FUNCȚIA DE RELAȚIE	30
III.1. SISTEMUL NERVOS	30
III.1.1. MĂDUVA SPINĂRII	31
III.1.2. ENCEFALUL	35
III.2. ANALIZATORII (ORGANELE DE SIMȚ)	40
III.2.1. Analizatorul cutanat	41
III.2.2. Analizatorul olfactiv	43
III.2.3. Analizatorul gustativ	44
III.2.4. Analizatorul vizual	46
III.2.5. Analizatorul acustic (auditiv)	48
III.2.6. Analizatorul vestibular	51
III.2.7. Analizatorul kinestezic (motor)	53
III.3. SISTEMUL ENDOCRIN (fig. 25)	55
III.3.1. HIPOFIZA	55
III.3.2. EPIFIZA	57
III.3.3. TIROIDA	58
III.3.4. PARATIROIDELE	58
III.3.5. TIMUSUL	59
III.3.6. PANCREASUL ENDOCRIN	59
III.3.7. GLANDELE SUPRARENALE	59

IV. SISTEMUL LOCOMOTOR.....	60
IV.1. SISTEMUL OSOS.....	60
IV.2. SISTEMUL MUSCULAR.....	64
V. FUNCȚIA DE NUTRIȚIE.....	69
V.1. SISTEMUL DIGESTIV.....	69
V.1.1. Tubul digestiv	69
V.1.2. Glandele anexe.....	73
V.1.3. Digestia	74
V.1.4. Absorbția	77
V.2. SISTEMUL CARDIO -VASCULAR.....	79
V.2.A. Inima	79
V.2.B. Vasele de sânge	80
V.2.C. Circulația sângelui.....	82
V.2.1. SÂNGELE	84
V.3. SISTEMUL RESPIRATOR.....	88
V.4. SISTEMUL EXCRETOR.....	92
V.4.1. Rinichii.....	92
V.4.2. Căile urinare.....	94
V.4.3. Formarea urinei.....	94
VI. FUNCȚIA DE REPRODUCERE	96
VI.1. SISTEMUL REPRODUCĂTOR MASCULIN	96
VI.1.1. Structura aparatului genital masculin.....	96
VI.1.2. Funcțiile testiculului	97
VI.2. SISTEMUL REPRODUCĂTOR FEMININ	98
VI.2.1. Structura aparatului genital feminin	98
VI.2.2. Funcțiile ovariene.....	99
VI. 3. Fecundația	100
BIBLIOGRAFIE	101



... "Unul dintre cele mai uimitoare aspecte ale *vieții moderne* este că trăim într-o lume în care majoritatea oamenilor știu mult mai mult despre mașini și despre folosirea computerelor decât despre ce se întâmplă în interiorul propriului corp. Este surprinzător faptul că, în timp ce mulți dintre noi au urmat o educație care i-a format pentru a-și câștiga existența și chiar pentru a folosi timpul liber cât mai plăcut și mai rațional, puțini dintre noi au fost învățați despre modul în care *funcționează corpul nostru* și despre ce li se poate întâmpla - fapt de care viața noastră poate depinde. O asemenea stare de lucruri este nu numai surprinzătoare, dar și periculoasă, deoarece, astăzi mai mult decât altădată, soarta oamenilor în termeni de *sănătate bună sau proastă* - uneori chiar viață sau moarte - stă în propriile lor mâini. Acum, doctorii dispun de o gamă largă de "arme" puternice și eficiente, de neimaginat cu puțini ani în urmă, dar acestea pot fi folosite împotriva bolilor, cu cele mai bune rezultate, dacă populația cunoaște câte ceva despre modul de funcționare al diferitelor părți ale organismului și astfel poate percepe rapid *nevoia unui sfat medical* când sănătatea începe să lase de dorit. (...)"

Trevor Weston

INTRODUCERE

Anatomia este ramura biologiei care se ocupă cu studiul structurii interne a organismelor și a legăturilor care există între părțile lor. Anatomia omului studiază alcătuirea corpului omenesc și relațiile dintre părțile sale componente.

Fiziologia este știința care studiază funcțiile diferitelor părți și organe ale corpului, ca, de exemplu, digestia, respirația, circulația sângelui, locomoția etc., care se desfășoară în condiții normale de viață.

Anatomia și fiziologia sunt științe strâns legate între ele. Fără cunoștințe de anatomie cu privire la alcătuirea organismului sau a părților sale constitutive, nu putem înțelege fiziologia lor, adică modul cum trebuie să funcționeze normal.

NOȚIUNI DE ANATOMIE TOPOGRAFICĂ

Termenii anatomici din această secțiune sunt folosiți pentru a localiza leziunea sau durerea. Cunoașterea termenilor anatomici de bază ai corpului uman este importantă deoarece toate cadrele medicale trebuie să folosească un limbaj comun când tratează un pacient. Totuși, dacă nu vă puteți aminti denumirea anatomică corectă pentru un anumit punct al corpului, puteți folosi un termen popular.

Orientări

Vizualizați o persoană care stă în picioare cu fața spre voi, cu brațele întinse lateral, cu degetul mare spre exterior (cu palmele spre voi). Aceasta este poziția anatomică standard; trebuie să o țineți minte atunci când descrieți localizarea pe corp.

Direcții, poziții

Primii termeni care trebuiesc lămuți sunt **dreapta** și **stânga**. Acești termeni se referă întotdeauna la **poziția din punctul de vedere al pacientului**. Printr-un plan **median** trasat vertical, perpendicular pe fața anterioară a corpului, acesta este împărțit în jumătatea stângă și jumătatea dreaptă (**fig.1**).

Anterior și **posterior** - anterior sau ventral înseamnă partea din față și posterior sau dorsal descrie partea din spate a corpului (**fig.1**).

Alți doi termeni frecvent folosiți sunt **medial** și **lateral** (**fig.1**). Medial înseamnă în apropierea liniei mediane a corpului; lateral înseamnă departe de această linie. În acest context, ochii sunt lateral față de nas, brațele sunt situate lateral de torace, sternul este situat medial față de coaste.

Termenul **proximal** desemnează ceea ce se află în apropiere, în timp ce **distal** înseamnă îndepărtat. În cazul corpului, proximal înseamnă în apropierea punctului în care brațul sau piciorul se leagă de corp. Distal înseamnă mai îndepărtat de punctul de legătură. De exemplu, dacă femurul este rupt, fractura aceasta poate fi proximală (capătul apropiat de șold) sau distală (la capătul mai îndepărtat de șold); mâna este situată distal față de cot, la rândul său cotul este situat proximal față de încheietura mâinii (**fig.2**).

Termenul **superior (cranial)** înseamnă mai apropiat de cap și **inferior (caudal)** înseamnă mai apropiat de picior. De exemplu, abdomenul este inferior față de torace, toracele este superior față de șold, gura se află inferior față de nas (**fig.2**).

Planuri și axe

Axele corespund dimensiunilor spațiului și se întretaie în unghi drept.

Axul longitudinal, axul lungimii corpului, este vertical la om și are doi poli: superior (cranial) și inferior (caudal). El pleacă din creștetul capului și merge până la suprafața tălpilor și spațiul dintre ele.

Axul sagital sau antero-posterior este axul grosimii corpului. Are un pol anterior și altul posterior.

Axul transversal corespunde lățimii corpului. Este orizontal și are un pol stâng și altul drept.

Pentru a putea studia și înțelege aranjarea structurală a diferitelor organe, corpul poate fi împărțit în funcție de 3 planuri fundamentale de referință (**fig.3**):

-  un plan sagital
-  un plan frontal
-  un plan transversal

Planurile se formează cu participarea a două dintre axele menționate anterior.

Planurile sagitale trec prin corp vertical, împărțindu-l în regiunile dreaptă și stângă. Planul medio-sagital este cel care trece prin mijlocul corpului, împărțindu-l în 2 jumătăți egale. Planul sagital trece prin axul longitudinal și cel sagital.

Planurile frontale secționează corpul pe lungime, împărțindu-l în regiunile anterioară (spre în față) și posterioară (spre în spate). Planul frontal trece prin axul longitudinal și cel transversal.

Planurile transversale împart corpul în regiunile superioară (cranială) și inferioară (caudală). Se formează prin unirea axului sagital cu cel transversal. Meritul tomografiei cu raze X este acela că oferă imagini ale planurilor transversale, care nu pot fi obținute decât prin secțiuni prin corp. Anterior dezvoltării acestei tehnici, radiografia făcea dificilă, dacă nu imposibilă, capacitatea de a distinge prin neregularitățile corpului.

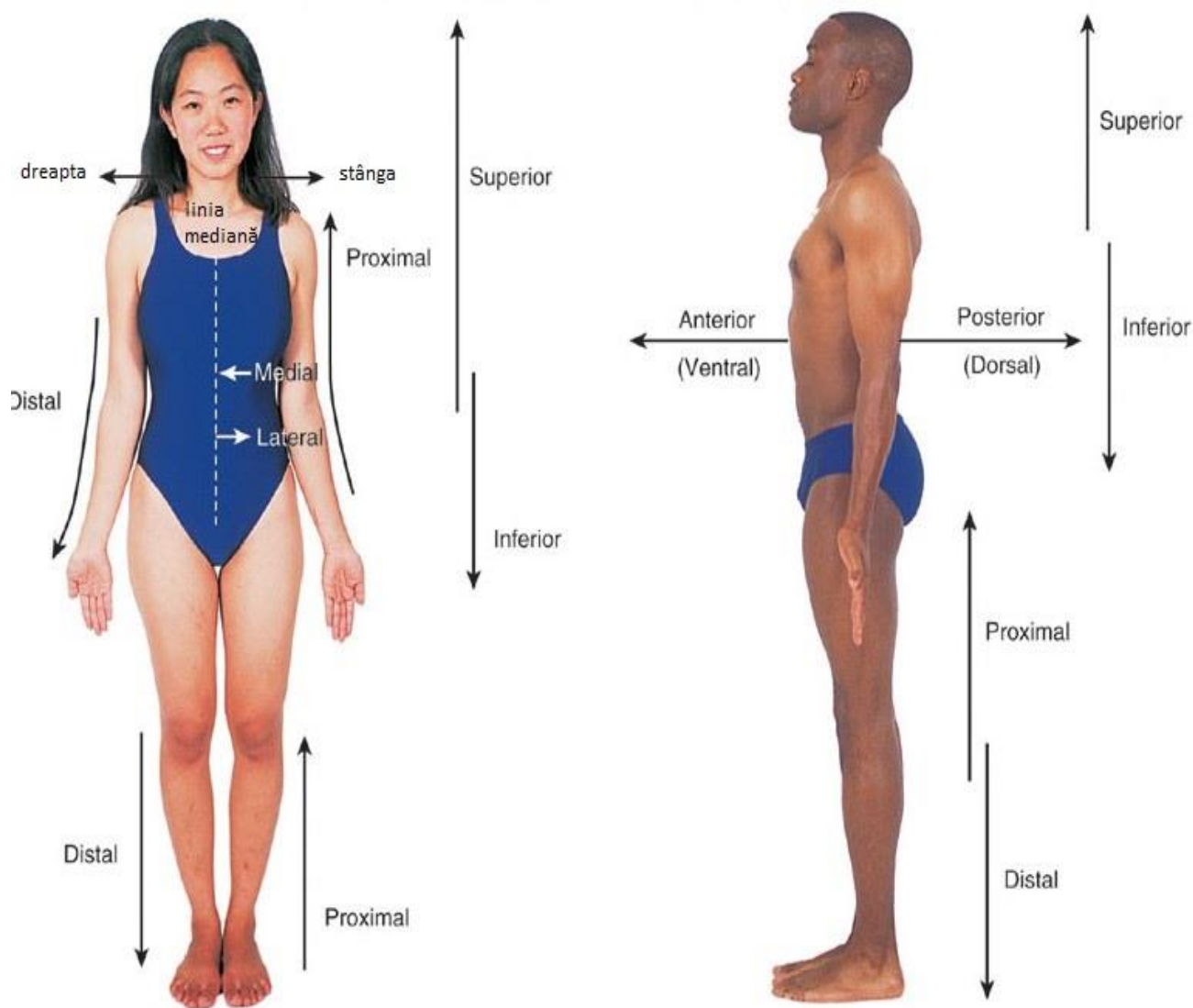


Figura 1. Direcții, poziții

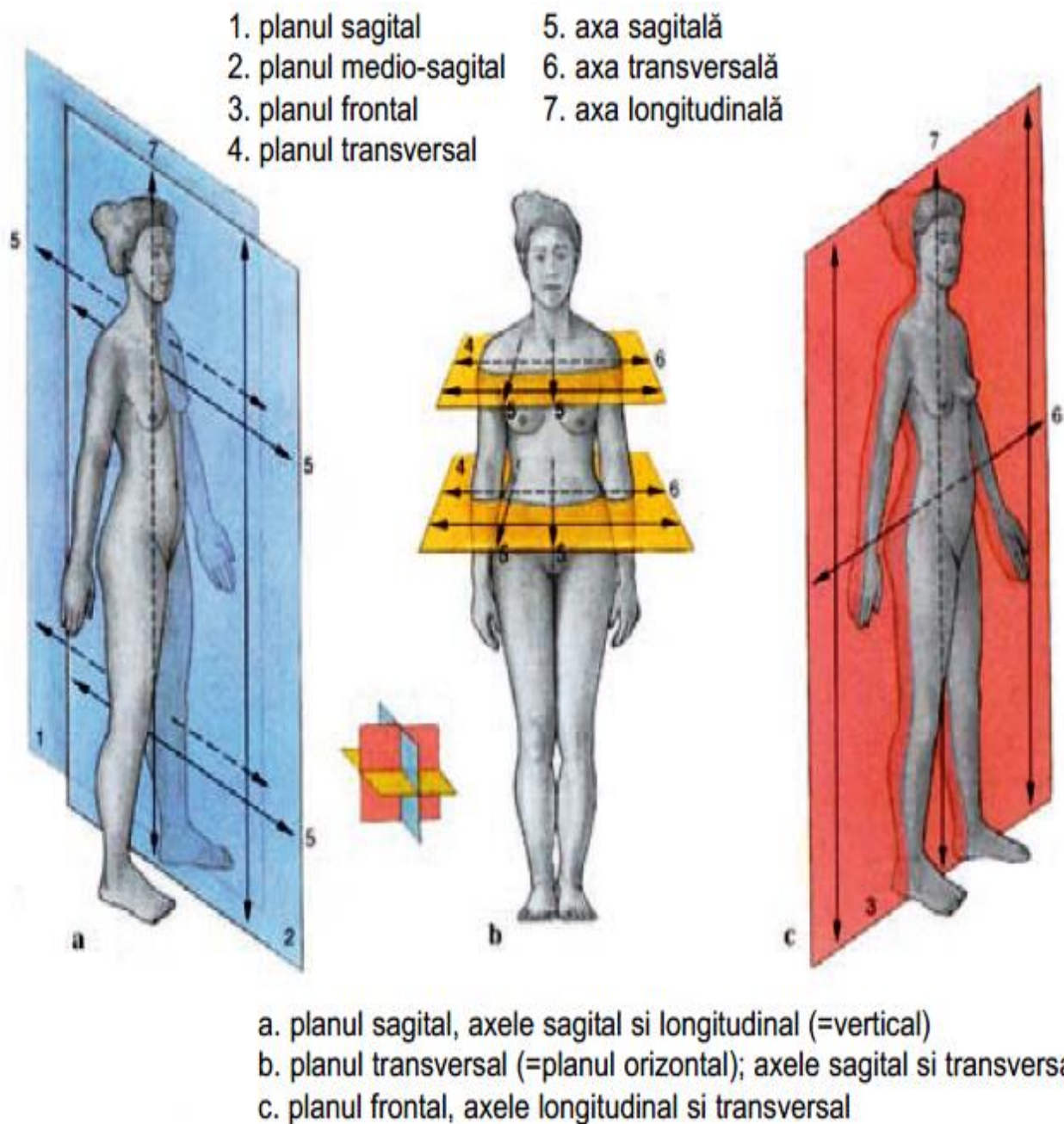


Figura 2. Planuri și axe

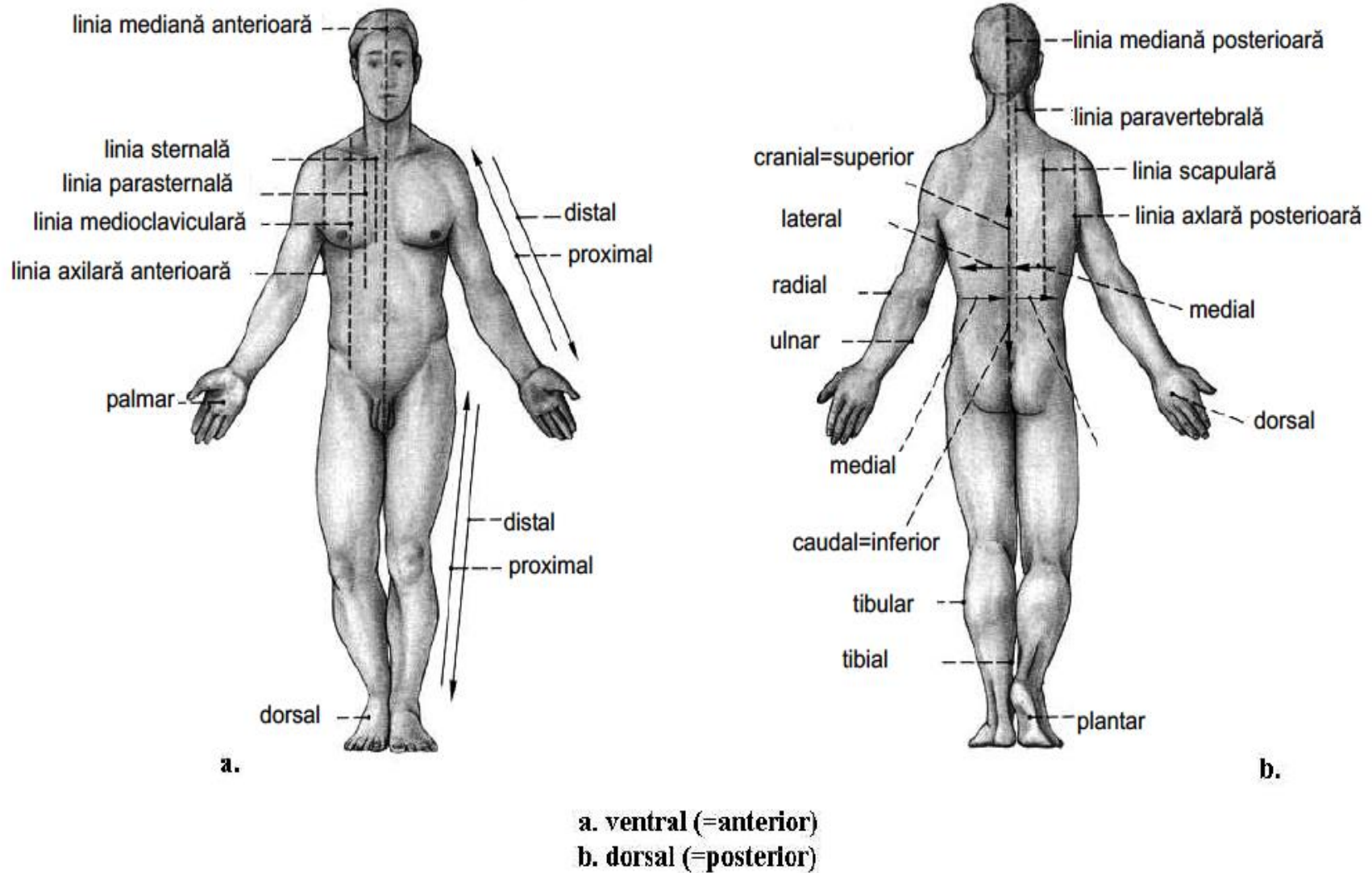


Figura 3. Linii de orientare, termeni de poziții

Regiunile corpului

Corpul uman este împărțit într-o serie de regiuni ce pot fi identificate la suprafața corpului **(fig.4)**. Regiunile mari ale corpului sunt:

- capul
- gâtul
- trunchiul
- membrele superioare
- membrele inferioare

Capul

- este împărțit în două regiuni:
- # o regiunea facială: include ochii, nasul și gura
- # o regiunea craniană: acoperă și protejează creierul.

Denumirea anumitor zone de la suprafața capului se poate baza pe denumirea organelor situate în acele regiuni:

- regiunea orbitală (în dreptul ochilor)
- regiunea nazală (în dreptul nasului)
- regiunea orală (în dreptul gurii)
- regiunea auriculară (în dreptul urechilor),

sau pe denumirea oaselor din acea zonă: ex. regiunea frontală (osul frontal), regiunea zigomatică (osul zigomatic).

Gâtul

- face referire la regiunea cervicală, cea care susține capul și îi permite mobilitatea.

Trunchiul

Trunchiul sau torsul reprezintă porțiunea din corp la care se atașează gâtul și membrele.

Include:

- toracele
- abdomenul
- pelvisul

Toracele sau regiunea toracală face referire la piept. Regiunea mamară a toracelui este cea din jurul areolelor mamare, care la femeile mature din punct de vedere sexual cuprinde sânii. Între cele două regiuni mamare se găsește regiunea sternală. Subsoara este denumită fosa axilară sau, simplu, axilă, iar regiunea înconjurătoare se numește regiune axilară.

Regiunea vertebrală se extinde de-a lungul spatelui și urmărește coloana vertebrală. În cutia toracică sunt localizați plămânii și inima. Anumite urme de la suprafața corpului sunt importante în verificarea integrității acestor organe. Un medic trebuie să știe, spre exemplu, unde pot fi cel mai bine detectate valvele inimii și unde se aud cel mai bine sunetele respiratorii. Axila este importantă în examinarea unor ganglioni limfatici infectați.

Abdomenul este localizat sub torace. În centrul abdomenului se găsește ombilicul (buricul). Abdomenul a fost împărțit în 9 regiuni pentru a descrie localizarea organelor interne.

Pelvisul reprezintă partea inferioară a abdomenului. În această regiune se găsesc alte subregiuni:

- pubiană (acoperită de păr la indivizii maturi din punct de vedere sexual)
- perineană (perineu, regiunea ce conține organele sexuale externe și orificiul anal)
- lombară (cunoscută și sub denumirea de șale)

- sacrală (localizată mai jos, acolo unde se termină coloana vertebrală)
- mușchii lași ai bazinului formează fesele sau regiunea gluteală. Această regiune este utilizată pentru injecțiile subcutanate.

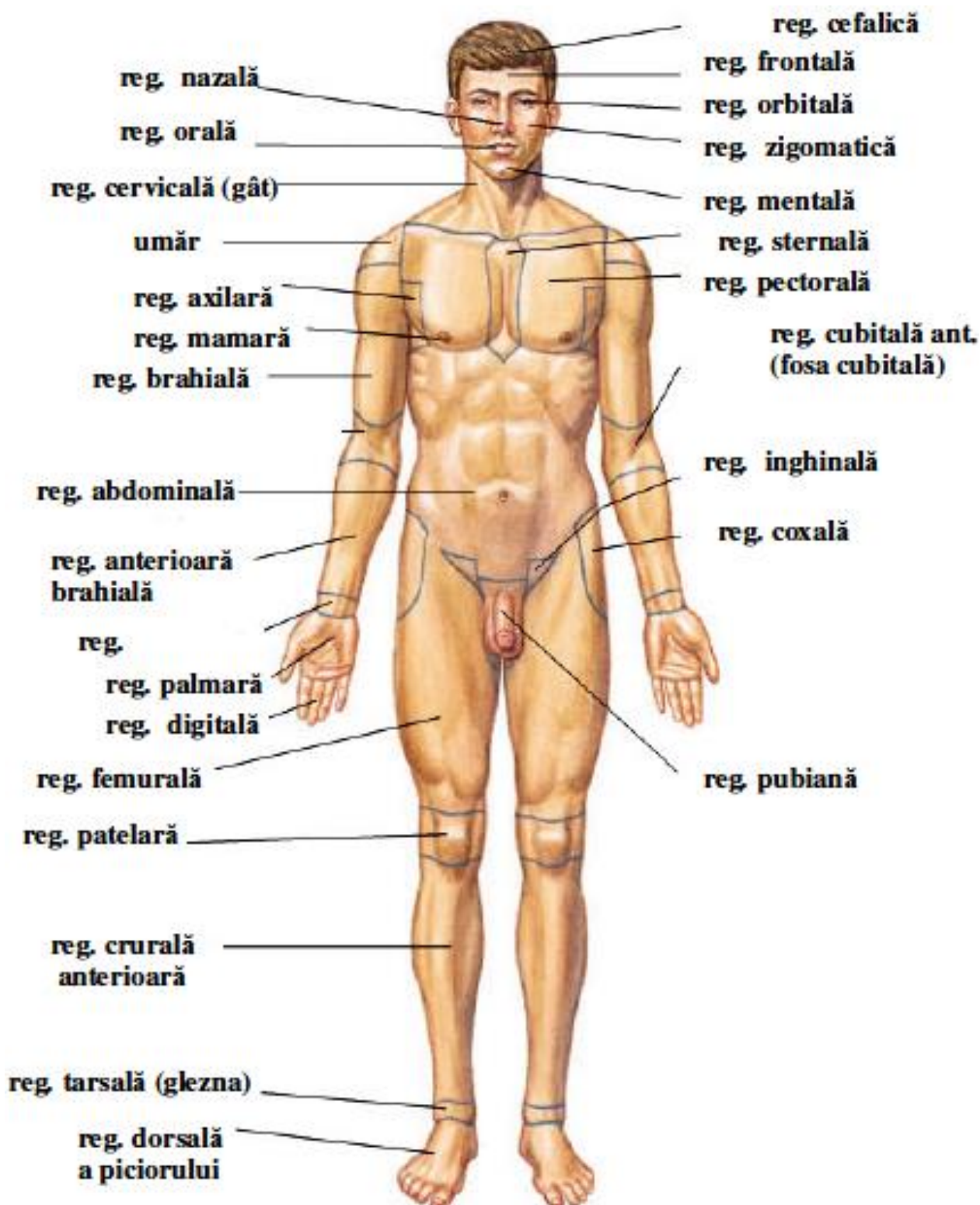


Figura 4. Regiunile corpului - vedere anterioară

Membrul superior

Este anatomic împărțit în:

- umăr
- braț
- antebrăț
- mână (palmă).

Umărul este regiunea cuprinsă între centura scapulară și brat și cuprinde articulația brațului la centură. Umărul se mai numește și regiunea deltoidă.

Regiunea cubitală este aria cuprinsă între braț și antebrăț, care cuprinde articulația cotului.

Fosa cubitală este depresiunea porțiunii anterioare a regiunii cubitale. Este importantă pentru injecțiile intravenoase și pentru prelevarea de sânge.

Mâna are 3 zone principale:

- carpul, ce conține oasele carpiene
- metacarpul, ce conține oasele metacarpiene
- degetele, ce conțin falangele.

Partea anterioară a mâinii se numește regiune palmară (palmă), iar partea posterioară a mâinii se numește dosul mâinii.

Membrul inferior

Este anatomic împărțit în:

- șold
- coapsă
- genunchi
- gambă
- picior.

Coapsa se mai numește și regiune femurală.

Genunchiul are 2 fețe: fața anterioară (regiune patelară) și fața dorsală (fosa poplitee).

Gamba prezintă regiunea crurală anterioară și posterioară. Anterior se găsește fluierul piciorului, o creastă proeminentă osoasă care se întinde de-a lungul gambei.

Piciorul are 3 regiuni principale:

- tarsul, alcătuit din oasele tarsiene
- metatarsul, alcătuit din metatarsiene
- degetele, alcătuite din falange.

Glezna reprezintă articulația dintre picior și gambă. Călcâiul este situat posterior piciorului, iar talpa piciorului este suprafața plantară. Dosul piciorului este orientat superior.

A. NIVELURI DE ORGANIZARE GENERALĂ ALE CORPULUI UMAN

Corpul omenesc - sistem biologic - are mai multe nivele de organizare morfofuncțională. Fiecare nivel are propriile sale legi, care se subordonează legilor nivelului superior:

- ✚ *nivelul chimic sau molecular* este constituit din diferite tipuri de atomi care se combină pentru a forma molecule complexe, care la rândul lor formează subansambluri celulare - organitele celulare;
- ✚ *nivelul celular*. Celula este *unitatea de bază* structurală, funcțională și genetică a organismului. În organismul uman există peste 200 de tipuri diferite de celule;
- ✚ *nivelul tisular*. Țesuturile sunt grupări de celule organizate în scopul efectuării unei anumite funcții. Cu toată marea varietate de celule din corpul nostru (peste 200), există *patru tipuri fundamentale* de țesuturi: epiteliale, conjunctive, musculare și nervos, fiecare având o funcție caracteristică. Țesuturile puternic specializate, fără capacitate de regenerare, sunt țesutul muscular și nervos, iar cele slab specializate, capabile de regenerare, sunt reprezentate de țesutul epitelial și conjunctiv;
- ✚ *nivelul de organ*. Organul este o structură formată din cel puțin două tipuri de țesut, dar cele mai multe sunt constituite din cele 4 tipuri fundamentale. Organul este un centru funcțional ultraspecializat, îndeplinind o funcție specifică;
- ✚ *sistemul de organe* este format din mai multe organe care lucrează coordonat, pentru îndeplinirea unei funcții comune. În corpul nostru există mai multe sisteme de organe (sistemul osos, muscular, nervos, endocrin, cardio-vascular, respirator, digestiv, urinar, reproducător);
- ✚ *nivelul de organism* reprezintă nivelul superior de organizare. Organismul este un tot unitar morfologic și funcțional, care include toate celelalte nivele.

Prin sistemele sale, organismul îndeplinește trei categorii de funcții principale: de relație, de nutriție și de reproducere.

Miliardele de celule ale organismului uman lucrează continuu și coordonat, asigurând structura normală a țesuturilor și organelor și constanta mediului intern.

Mediul intern este format din sânge, limfă și lichid intercelular (interstițial).

Corpul uman este un tot unitar morfologic și funcțional aflat în strânsă corelație cu mediul înconjurător. Ca orice organism, și cel uman este alcătuit din unitățile fundamentale ale lumii vii - celulele. Acestea alcătuiesc țesuturi, iar prin asocierea lor, diferite tipuri de țesuturi alcătuiesc organele. Organele pot fi asociate în sisteme sau aparate pentru îndeplinirea unei funcții.

Cel mai înalt nivel de organizare este organismul, care reprezintă ansamblul tuturor sistemelor de organe care sunt capabile, prin cooperare coordonată, să realizeze funcțiile fundamentale de relație, nutriție și reproducere. Un **organism** este un sistem deschis care face schimburi de materie, energie și informație cu mediul înconjurător, este “viu” și dispune de “viață” (trăiește) o anumită perioadă limitată, care se sfârșește odată cu moartea organismului.

Este alcătuit din **celule, țesuturi, organe, aparate și sisteme**. Trăsătura dominantă a organismului, ca sistem biologic, dar și a părților sale componente o constituie unitatea indisolubilă dintre structură și funcție. Integrate într-un tot unitar, sistemele de organe realizează, ca orice organism viu, procese vitale caracteristice: metabolism, mișcare, sensibilitate, creștere, diferențiere și homeostazie.

I. CELULA

I.1. Celula

Definiție: Celula este unitatea principală structurală, funcțională și genetică a organismelor vii.

La baza alcătuirii organismului uman, ca de altfel și al tuturor viețuitoarelor, se află celula (fig.5). Întregul organism uman este alcătuit din celule. Celulele pot exista singure (exemplu: globulele albe din sânge) sau grupate, formând țesuturi (exemplu: țesutul nervos, alcătuit prin gruparea neuronilor).

Nivelurile de organizare ale corpului uman sunt, conform complexității, următoarele:

celule– țesuturi– organe – sisteme de organe – organism.

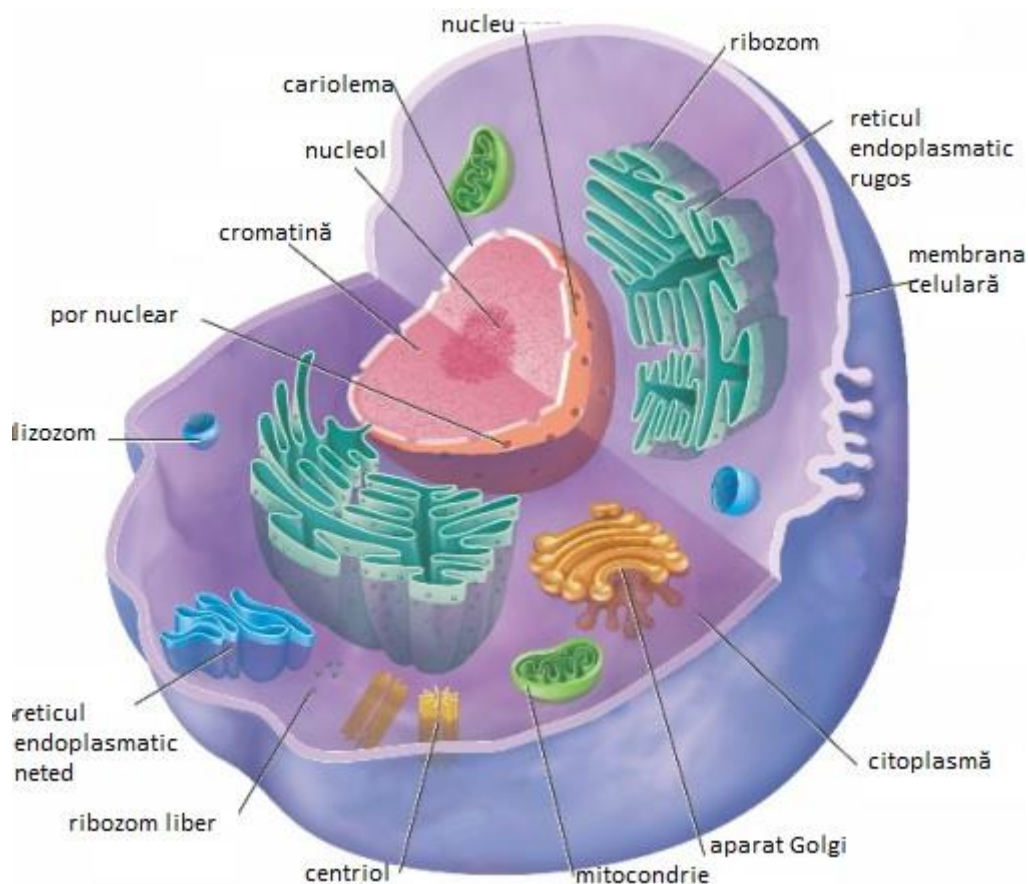


Figura 5. Structura celulei eucariote

Celula reprezintă un sistem deschis prin care se realizează schimbul de materie și energie cu mediul extern. Are o mare capacitate de creștere, dezvoltare și diferențiere (trecerea de la forme simple la forme din ce în ce mai complexe), datorită proprietății de autoreproducere.

Forma, alcătuirea și funcția celulelor este diferită, legată de locul în care este plasată, de țesutul din care face parte, de rolul pe care îl are. De exemplu, celula musculară este fusiformă, neuronul are forma stelată, globulele albe au forma rotundă, iar ovulul este sferic.

Totodată și dimensiunea celulelor diferă. Din punct de vedere al mărimii celulele variază în funcție de specializarea lor, de starea fiziologică a organismului, de condițiile mediului extern sau vârstă. De exemplu, cea mai mare celulă este ovulul (200 microni) și are rol în reproducere, în timp ce spermatozoidul (40-55 microni) este una din cele mai mici celule.

I.2. Componentele celulei

Componentele fundamentale ale celulei sunt: **membrana**, **citoplasma** și **nucleul**.

a) Membrana celulară se află la periferia celulei. Membrana este un complex molecular lipoproteic care înconjoară celula și este considerată astăzi „organul care mediază și controlează interacțiunile celulei cu toate componentele mediului, fie ele molecule mici, molecule mari sau alte celule”. Este alcătuită din: proteine, un dublu strat fosfolipidic, colesterol, carbohidrați, alte lipide. Membrana are permeabilitate selectivă. Procesele de schimb care au loc în membrana celulară se realizează prin două tipuri de transport:

- **transportul prin canale sau pompe** – asigură trecerea apei și a substanțelor dizolvate prin membrana celulară; se poate realiza pasiv, în sensul gradientului de concentrație sau activ, împotriva gradientului de concentrație.
- **transportul prin endocitoză sau exocitoză** – este procesul prin care celula înglobează sau elimină particule de natură diferită, prin intermediul unor vezicule formate la nivelul membranei celulare.

Membrana îndeplinește o serie de funcții fundamentale:

- rol de delimitare fizico-chimică a mediului intracelular de cel extracelular;
- asigurarea distribuției simetrice a componentelor ionice prin permeabilitatea selectivă și transportul activ. Această simetrie stă la baza activității bioelectrice celulare, a transmiterii sinaptice, a proceselor de secreție și absorbție digestive și renale, a menținerii echilibrului hidro-electrolitic;
- transferul de informații realizat prin hormoni, medicamente și alți stimuli fizico-chimici. Acești factori acționează frecvent prin receptorii membranari specializați, determinând modificări ale activității celulare;
- rol de apărare și secreție prin fagocitoză, endocitoză și exocitoză;
- rol în recunoaștere intercelulară și apărare imunitară;
- reglarea și limitarea creșterii organelor;
- roluri metabolice intracelulare (conversia chimiosmotică a energiei în ATP);
- adezivitatea și relațiile intercelulare;
- participarea la desfășurarea mecanismelor etiopatogenice ale unor afecțiuni.

b) Citoplasma este o substanță de consistență gelatinoasă care ocupă interiorul celulei și în care sunt scufundate nucleul împreună cu celelalte organele celulare (structuri foarte mici, prezente în interiorul celulelor, care îndeplinesc anumite funcții). Are o structură complexă, la nivelul ei desfășurându-se principalele funcții vitale (sinteza de proteine, producția de energie, contractibilitatea).

Organitele celulare sunt de două tipuri:

- **comune** (pe care le întâlnim la toate tipurile de celule);
- **specifice** (care sunt necesare doar anumitor tipuri de celule).

Organele comune sunt: **reticulul endoplasmatic, ribozomii, lizozomii, aparatul Golgi, mitocondriile și centrozomul (centrul celular).**

Organele specifice sunt: **miofibrilele** (le găsim doar în fibra musculară), **neurofibrilele** și **corpusculii Nissl** (specifice celulei nervoase).

Reticulul endoplasmic (RE) este compartimentul intracelular cu cea mai complexă geometrie și cea mai mare diversitate funcțională. Apare ca un sistem de membrane care face legătura între membrana celulei și nucleu (este un sistem de transport). RE este implicat și în transportul proteinelor și lipidelor în celulă.

Reticulul endoplasmatic este de două categorii:

- ✚ **reticul endoplasmatic rugos (REG)** – este un sistem de membrane și canale care prezintă ribozomi atașați la suprafața lor; proteinele sintetizate de ribozomi sunt încorporate în vezicule și transportate spre aparatul Golgi;
- ✚ **reticul endoplasmatic neted (REN)** – este un sistem de membrane și canalicule care facilitează transportul substanțelor în interiorul celulelor, este lipsit de ribozomi, și în el au loc unele reacții metabolice importante.

Aparatul Golgi (Complex Golgi) este strâns legat de reticulul endoplasmatic. Este format din 4 sau mai multe straturi de vezicule aplatizate din care se desprind alte vezicule sferice. Acest aparat este bine dezvoltat în celulele secretoare. Aparatul Golgi funcționează în dependență cu reticulul endoplasmatic. Vezicule transportoare desprinse din reticul fuzionează cu aparatul Golgi. Substanțele transportate sunt procesate de acest aparat și formează lizozomi, vezicule secretoare sau alte componente. Rolul aparatului este cel secretor și de sinteză de carbohidrați.

Lizozomii se prezintă sub forma unor vezicule mici care conțin în interiorul lor enzime. Au rol în digestia intracelulară și fagocitoză. Fagocitoza este procesul prin care o celulă încorporează microbii sau corpurile străine, pe care le distruge (prin digestie).

Ribozomii sunt formațiuni sferice de dimensiuni mici, cu rol în sinteza proteinelor. Ei se găsesc fie liberi în citoplasmă, fie atașați canaliculelor reticulului endoplasmatic, formând **reticulul endoplasmic rugos**. Ribozomii sunt formați dintr-un anumit tip de **ARN** (numit **ARN ribozomal**) și proteine.

Mitocondriile sunt organele din citoplasma celulei în care are loc respirația, produc energie prin ardere celulară. Membrana internă este pliată sub forma unor creste. Conțin **ADN** (acid dezoxiribonucleic) propriu (numit **ADN mitocondrial**). Sunt mai numeroase în celulele cu activitate metabolică mai intensă.

Centrozomul (centrul celular) este o regiune specializată a celulei, situată în imediata apropiere a nucleului, formează **fusul de diviziune** (prin care celula se multiplică). Centrozomul lipsește din celula nervoasă, care nu se divide.

c) Nucleul este un corpuscul de dimensiuni mari, aflat în citoplasma celulei, are formă sferică, conține materialul genetic (ADN) responsabil de funcționarea celulară (rol de centru de control al activității celulei) și de a transmite caractere ereditare.

La rândul său, nucleul este alcătuit din:

- ✚ membrană nucleară dublă, care se numește **cariolemă**;
- ✚ citoplasmă nucleară, numită și **carioplasmă** (un suc nuclear vâscos), care conține o rețea de filamente subțiri numită **cromatină**; cromatina conține molecule de ADN, care formează cromozomii. Moleculele de ADN sunt alcătuite dintr-un număr foarte mare de gene – care sunt materialul nostru genetic.

Nucleul conține unul sau doi **nucleoli** care sunt mici corpuri sferice cu rol de a transmite mesaje ribozomilor din citoplasmă pentru a fabrica proteine.

Celulele umane sunt de tip **eucariot** (*gr. eu – bun, carion – nucleu*) deoarece sunt alcătuite dintr-un nucleu separat de citoplasmă printr-o membrană proprie, în interiorul căruia se găsesc elementele care conțin informația ereditară și îndeplinesc toate funcțiile celulare.

I. 3. Informația ereditară, cromosomii și ADN-ul

Nucleul conține toate informațiile genetice care trec de la părinți la copii în urma procesului de reproducere. Toate aceste informații se găsesc codificate în substanța numită **ADN (acid dezoxiribonucleic)**. Acest compus biologic special dispune de două însușiri principale: *depozitează informația* și *este capabil să-și creeze copia identică*. ADN-ul este un polimer format din unități de bază numite nucleotide. O nucleotidă este formată din:

- O bază azotată:
 - Purinică: adenina, guanina
 - Pirimidinică: citozina, timina
- Zahărul: dezoxiriboza
- Fosfatul

Nucleotidele sunt legate între ele prin intermediul fosfatului și al zahărului formând o catenă. ADN-ul este o moleculă bicatenară, cele două catene sunt legate între ele prin punți de hidrogen între bazele azotate de pe cele două catene. Structura ADN-ului este cea de dublu helix, catenele sunt răsucite una în jurul celeilalte (**fig.6**).

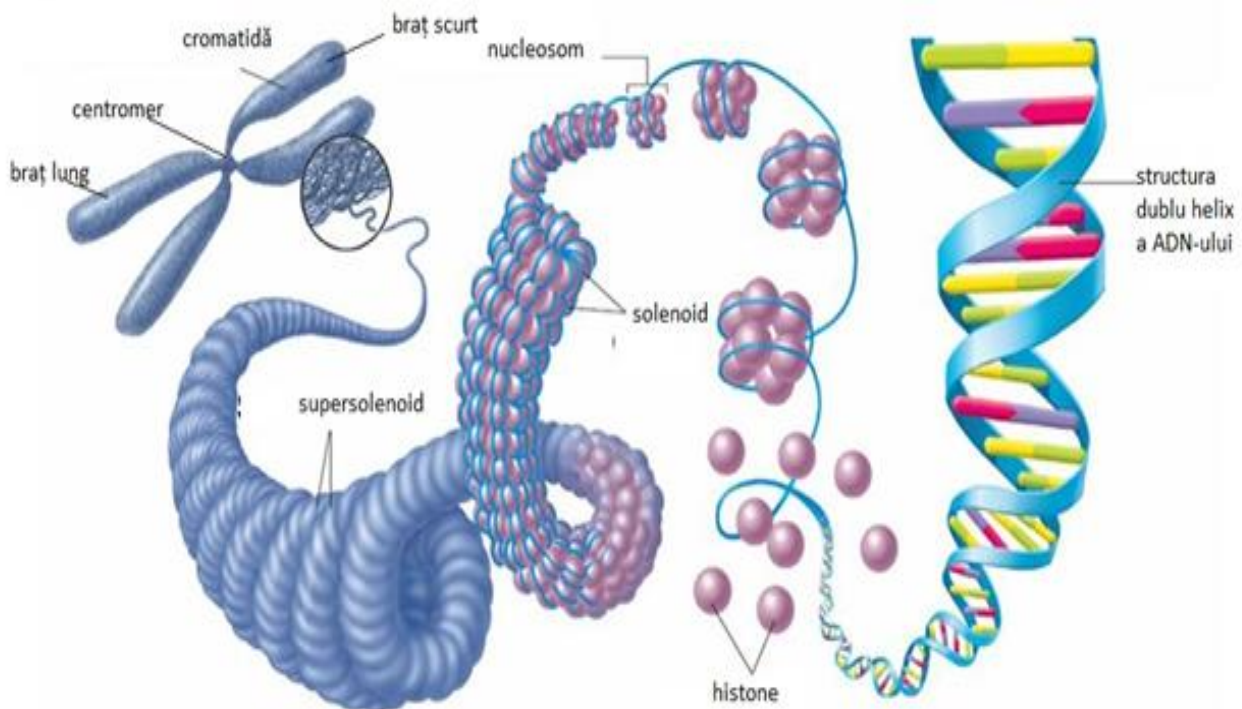


Figura 6. Cromosomul și ADN-ul uman

Cea mai mare cantitate a materialului genetic se găsește în nucleu, unde formează cromatina. Aceasta este formată din ADN și proteine, care sunt implicate în stabilizarea cromatinei. În timpul interfazei, materialul genetic se găsește sub formă de cromatină, care este laxă, iar în timpul diviziunii se condensează formând cromosomii (**cromatină = cromosomi**). Termenul de cromosom are originea în greacă, *soma* înseamnă corp, iar *cromos* – culoare, sunt corpi evidențiați prin colorare. În limba română sunt acceptate ambele variante: **cromosom** și **cromozom**.

Specia umană are informația genetică grupată în 23 perechi de cromosomi. Dintre aceștia, 22 de perechi sunt autosomi și o pereche sunt cromosomii specifici sexului (XX pentru femeie sau XY pentru bărbat).

În urma diviziunii celulare rezultă cromosomi monocromatidici, fiecare conținând o singură moleculă de ADN bicatenar. În timpul interfazei are loc dublarea cantității de ADN prin procesul de replicare. Astfel, vor rezulta cromosomi bicromatidici, fiecare conținând 2 molecule de ADN. O anumită informație există în unele molecule de acid dezoxiribonucleic (ADN), substanță care, atunci când celula este în stare de repaus, se găsește împrăștiată în nucleu sub formă de cromatină, iar în timpul diviziunii celulare se condensează și capătă forma unor bastonașe numite *cromosomi*.

I. 4. Diviziunea celulară

Definiție: *Diviziunea celulară reprezintă procesul de formare a două sau mai multe celule-fiice dintr-o singură celulă mamă.*

Se divide mai întâi nucleul celulei (proces numit *cariokineză*), după care are loc diviziunea citoplasmei (proces numit *citokineză*) și se formează o membrană nucleară între cei doi nuclei. În urma diviziunii iau naștere doi nuclei identici cu nucleul celulei mamă.

I. 4. 1. Ciclul celular (fig.7)

Definiție: *Ciclul celular reprezintă secvența de faze diferite prin care trece o celulă între o diviziune celulară și următoarea.*

Ciclul celular poate fi împărțit în patru perioade principale:

- ✚ perioada M – în cursul căreia are loc mitoză (diviziunea nucleului) și citokineza (diviziunea citoplasmei);
- ✚ perioada G1 – în care au loc procese intense de biosinteză (producerea de molecule de către celulă) și creștere celulară;
- ✚ perioada S – în care se dublează cantitatea de ADN din celulă și are loc replicarea („înmulțirea”) cromozomilor; aceștia din monocromatidici devin bicromatidici.
- ✚ perioada G2 – în timpul căreia au loc ultimele pregătiri înainte de diviziunea celulară.

Perioadele G1, S și G2 alcătuiesc împreună *interfaza*.

Interfaza - reprezintă etapa care urmează după încheierea diviziunii celulare. În această etapă nucleul nu se mai divide; au loc modificări atât în nucleu, cât și în citoplasmă, care duc la dezvoltarea deplină a celulelor fiice.

Diviziunea celulară este de două tipuri:

- ✚ diviziunea mitotică (mitoză);
- ✚ diviziunea meiotică (meioza).

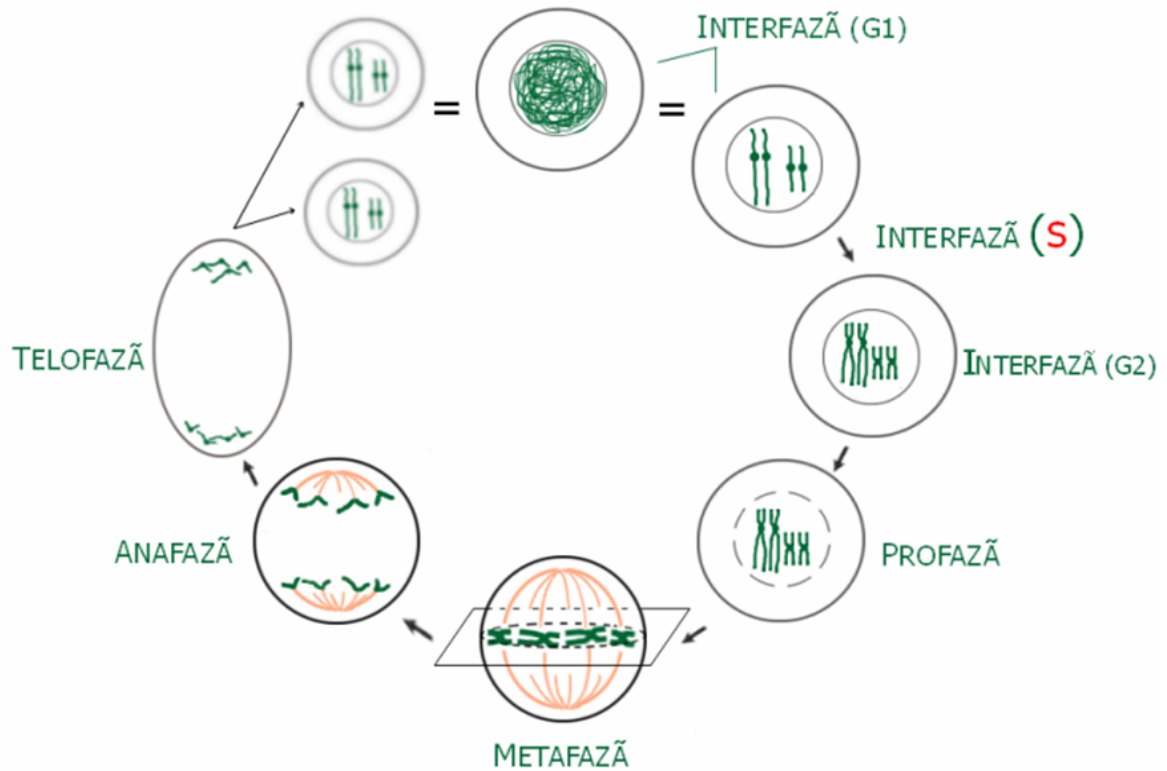


Figura 7. Ciclul celular

Ambele tipuri de diviziune celulară se desfășoară după următoarele etape:

- ✚ profază;
- ✚ metafază;
- ✚ anafază;
- ✚ telofază.

I. 4. 2. Diviziunea mitotică (mitoza) (fig.8)

Definiție: Mitoza este un tip de diviziune nucleară în urma căreia rezultă două celule fiice, având fiecare un nucleu care conține același număr și același tip de cromozomi ca și celula mamă. Pe parcursul diviziunii mitotice au loc mai multe modificări. Fiecare cromozom se divide în lungime în două cromatide, care se despart și formează cromozomii celor doi nuclei ai celulelor fiice. Procesul cuprinde patru faze: profaza, metafaza, anafaza și telofaza.

- ✚ Profaza – primul stadiu al diviziunii celulare, în cursul căruia cromatina începe să se condenseze, membrana nucleară și nucleolul încep să se dezagreghe. Centriolii încep să formeze fusul de diviziune. Materialul genetic este dublu (46 de cromosomi/cromatină bicromatidici).
- ✚ Metafaza – în cursul acestei faze membrana nucleară se distruge total, se finalizează *fusul de diviziune*, iar cromozomii se fixează cu centromerii de fus, formând *placa ecuatorială* (zona care se formează pe linia de centru a celulei aflate în diviziune).
- ✚ Anafaza – stadiul trei al diviziunii în care cromatidele fiecărui cromozom se separă și se deplasează în direcții opuse, îndepărtându-se fiecare spre câte un pol al fusului de diviziune.
- ✚ Telofaza – ultimul stadiu al diviziunii, în care cromatidele care s-au separat în anafază se adună la polii fusului. În jurul fiecărui grup se formează o membrană nucleară, rezultând doi

nuclei fii cu același număr și același fel de cromozomi ca și nucleul inițial al celulei. Nucleii fii se formează din cromatide.



Figura 8. Diviziunea mitotică

Cu alte cuvinte, în urma diviziunii mitotice cromozomii celulelor fiice vor fi identici, ca și conținut informațional, cu cei ai celulei mamă, identitate care se observă și de la o celulă fiică la altă celulă fiică.

În urma *diviziunii meiotice*, nucleii care au rezultat posedă numai jumătate din numărul inițial de cromozomi. Este procesul de diviziune care se desfășoară în celulele generatoare din organele sexuale. Are ca rezultat obținerea de celule haploide (care conțin doar jumătate din cantitatea de material genetic, 23 cromosomi). Meioza precede fecundația și are loc tocmai pentru a păstra cantitatea de material genetic constantă în descendență (23 cromosomi materni + 23 cromosomi paterni = 46 cromosomi).

Diviziunea celulară pornește de la o *celulă mamă diploidă* (care are un număr dublu de cromozomi). În urma diviziunii mitotice vor rezulta *două celule fiice tot diploide*, ca și celula mamă, adică care au număr dublu de cromozomi. În schimb, în urma diviziunii meiotice vor rezulta *patru celule fiice haploide* (care au doar jumătate din numărul de cromozomi ai celulei mamă).

II. ȚESUTURILE

Celulele se diferențiază, iau forme speciale care corespund funcției pe care o îndeplinesc, se grupează și formează țesuturi.

Definiție: *Țesutul este o grupare de celule asemănătoare specializate pentru a îndeplini una sau mai multe funcții caracteristice.*

După structura și forma celulelor, respectiv după funcția pe care o îndeplinesc în organism, se deosebesc patru mari categorii de țesuturi:

- țesutul epitelial (exemplu: primul strat al pielii);
- țesutul conjunctiv (fasciile care învelesc mușchii);
- țesutul muscular (mușchii corpului);
- țesutul nervos (creierul, măduva spinării).

II. 1. Țesutul epitelial (fig.9)

Este țesutul cel mai răspândit în organism, format din celule foarte asemănătoare, strâns unite între ele și de diferite forme: cubice, prismatice, cilindrice, pavimentoase (turtite), conice, aranjate într-unul sau mai multe straturi. Celulele profunde sunt așezate pe o *membrană bazală*, care le separă de țesutul conjunctiv ce se află întotdeauna sub țesutul epitelial.

După funcție, epiteliiile se clasifică în:

- ✚ epitelii de acoperire;
- ✚ epitelii glandulare;
- ✚ epitelii senzoriale.

a) Epiteliile de acoperire - sunt epiteliiile care acoperă suprafața corpului sau căptușesc cavitățile corpului ori ale unor organe. Ele sunt formate din celule turtite sau prismatice dispuse într-un singur strat sau în mai multe straturi, alcătuind epitelii simple (unistratificate), și epitelii stratificate. Simplu sau stratificat, epiteliul de acoperire se sprijină pe un țesut conjunctiv numit *corion*, de care este separat printr-o membrană bazală, o formațiune cu structură și grosime variabilă.

Exemple:

- ✚ epiderma este un țesut epitelial pluristratificat pavimentos, deoarece are cinci straturi, iar ultimul strat are celule turtite, pavimentoase;
- ✚ foiele pleurale sunt epitelii unistratificate pavimentoase, deoarece au un singur strat de celule turtite, așezate pe o membrană bazală.

b) Epiteliile glandulare - sunt țesuturi formate din celule epiteliale modificate capabile să producă anumite substanțe, pe care le elimină în mediul lor înconjurător. De obicei, celule glandulare se grupează formând organe speciale numite glande; uneori însă, ele rămân ca celule glandulare izolate printre celulele unor epitelii de acoperire ca, de exemplu, în epiteliul tractului digestiv sau în epiteliul traheei, alcătuind celulele mucoase.

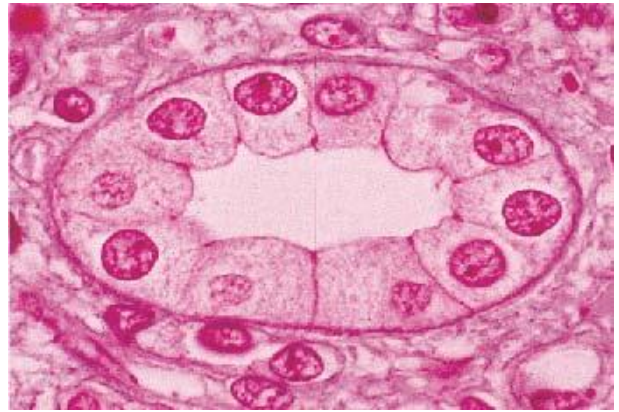
Epiteliile secretoare se asociază cu țesut conjunctiv, vase și nervi, formând *glande*. Există trei tipuri de glande:

- ✚ *exocrine* - produsul lor de secreție este eliminat printr-un canal în exteriorul organismului sau într-o cavitate a corpului (exemple: glandele sudoripare, glandele sebacee, glandele salivare);
- ✚ *endocrine* - produșii lor de secreție, *hormonii* - sunt eliminați direct în sânge (exemple: glanda tiroidă, epifiza, hipofiza etc.);

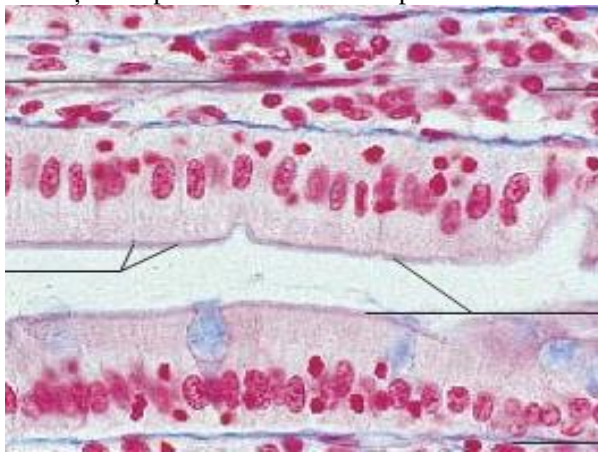
✚ *mixte* - au secreție atât exocrină, cât și endocrină (exemple: pancreasul, ovarele, testiculele).



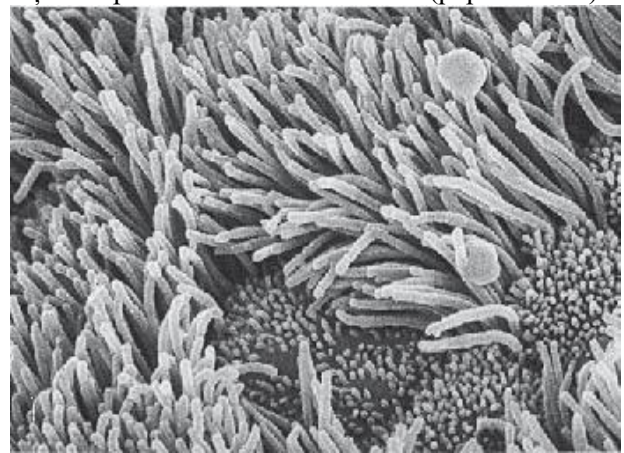
Țesut epitelial unistratificat pavimentos



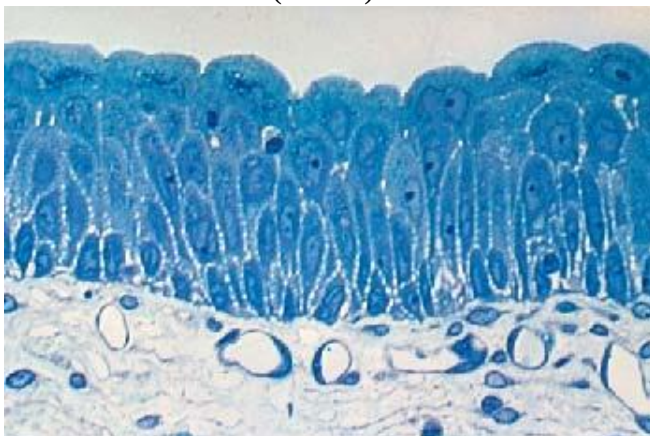
Țesut epitelial unistratificat cubic (papila renală)



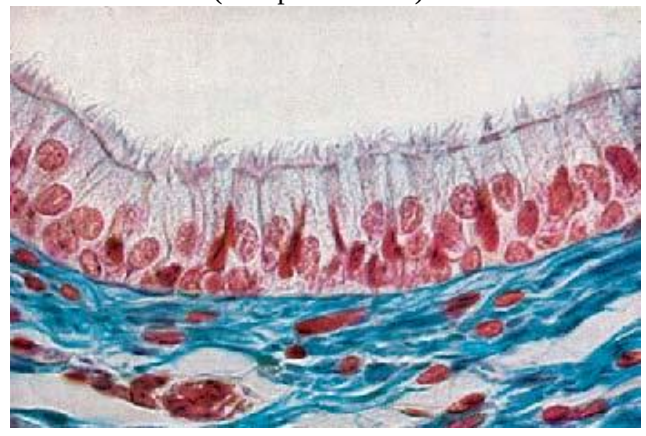
Țesut epitelial unistratificat columnar cu microvili (stomac)



Țesut epitelial unistratificat columnar cu cili (trompele uterine)



Țesut epitelial de tranziție (uroteliu)



Țesut epitelial pseudostratificat (trahee)

Figura 9. Țesuturi epiteliale de acoperire

c) **Epiteliile senzoriale** - sunt alcătuite din celule specializate pentru recepționarea stimulilor din exteriorul sau interiorul organismului. Celulele prezintă la polul apical cili, iar la polul bazal intră în contact cu dendrite ale neuronilor senzitivi. Fiecare stimul este transformat în influx nervos și transmis neuronilor. Influxul nervos este transportat de către neuroni până la centrii nervoși și transformat în senzații. Exemple de epiteliile senzoriale: mugurii gustativi, receptorii auditivi și vestibulari.

II. 2. Țesutul conjunctiv (fig.10)

Țesutul conjunctiv, după cum spune și numele, face legătura dintre diferitele organe, precum și dintre componentele acestora. Acest tip de țesut nu vine însă în legătură directă cu mediul extern sau cu lumenul vaselor. Intră în alcătuirea oaselor, are rol trofic (de hrănire), depozitează grăsimi, intervine în apărarea organismului, în fagocitoză. Este un țesut care asigură rezistența organismului. Este alcătuit dintr-o substanță gelatinoasă numită *substanță fundamentală*, în care se află celule și fibre. Fibrele dau rezistență și elasticitate țesutului, și pot fi de *colagen* (proteină fibroasă insolubilă întâlnită în cantități mari în derm, tendoane, oase), *reticulină* (proteină fibroasă, care formează o rețea în organe precum: ficatul, măduva roșie hematogenă, splină, ganglioni limfatici) și *elastină* (proteină fibroasă, principalul constituent al fibrelor elastice galbene din țesutul conjunctiv).

Substanța fundamentală poate fi: *moale*, *semidură* sau *dură*. După consistența acesteia, țesutul conjunctiv se clasifică în:

- ✚ țesuturi conjunctive moi;
- ✚ țesuturi conjunctive semidure;
- ✚ țesuturi conjunctive dure.

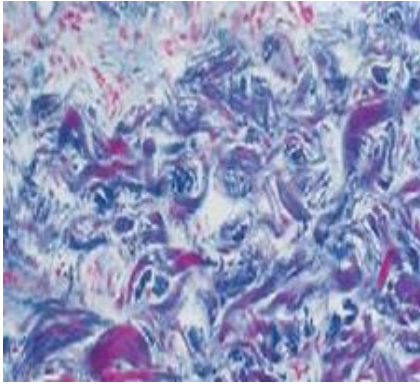
a) **Țesuturile conjunctive moi** au structuri diferite și îndeplinesc o varietate de funcții: leagă între ele diferite părți ale organelor, hrănesc alte țesuturi, oferă protecție mecanică, depozitează grăsimi, produc elementele figurate ale sângelui, au rol în imunitate (fig.10).

Cele trei componente ale țesuturilor conjunctive moi se găsesc în diferite proporții:

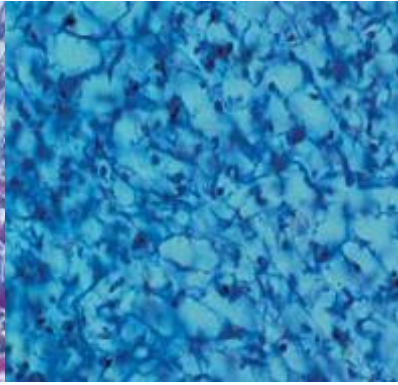
- ✓ în *țesutul lax* componentele sunt în proporții aproximativ egale; conține nervi și multe vase, hrănind și însoțind alte țesuturi, cum ar fi cel epitelial (exemplu: dermul - al doilea strat al pielii);
- ✓ *țesutul fibros* are o rezistență mecanică deosebită, datorită numeroaselor fibre de colagen (exemplu: tendoanele, ligamentele, capsulele organelor);
- ✓ *țesutul elastic* posedă multe fibre elastice (exemplu: tunica mijlocie a vaselor de sânge);
- ✓ *țesutul adipos* conține celule rotunde care acumulează grăsime, ce împinge nucleul la periferie (exemplu: hipodermul, stratul profund al pielii);
- ✓ *țesutul reticulat* este format din fibre de reticulină dispuse sub formă de rețea, în ochiurile căreia se află substanța fundamentală și celule (exemplu: măduva hematogenă din oase, care produce globulele albe, globulele roșii și trombocitele).

b) **Țesutul conjunctiv semidur** este un țesut elastic, dar rezistent. Se mai numește *țesut cartilaginos* (formează cartilaje) și conține fibre în cantitate mare, puține celule și substanță fundamentală. Substanța fundamentală este impregnată cu săruri de calciu și sodiu (fig.10). Se clasifică în:

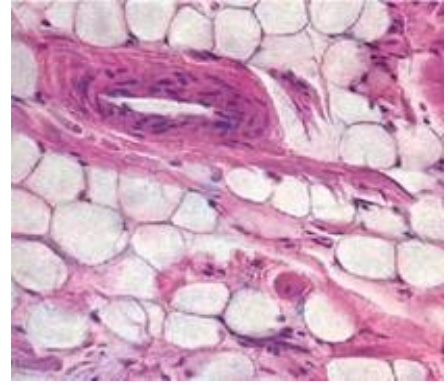
- ✓ *țesut cartilaginos hialin* - este situat la suprafețele articulare a oaselor lungi, peretele laringelui și traheei, cartilaje costale. Are un aspect translucid, albicios și elasticitate redusă. Conține fibre puține și foarte fine;
- ✓ *țesut cartilaginos elastic* - este bogat în fibre elastice. Este prezent în pavilionul urechii;
- ✓ *țesut cartilaginos fibros* are puține celule și este bogat în fibre care îi dau o rezistență deosebită. Se întâlnește în discurile dintre vertebre și în simfiza pubiană.



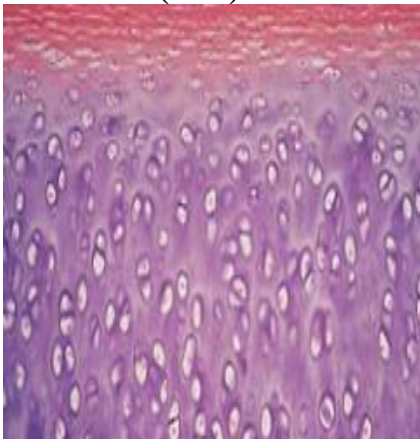
Țesut conjunctiv moale lax
(derm)



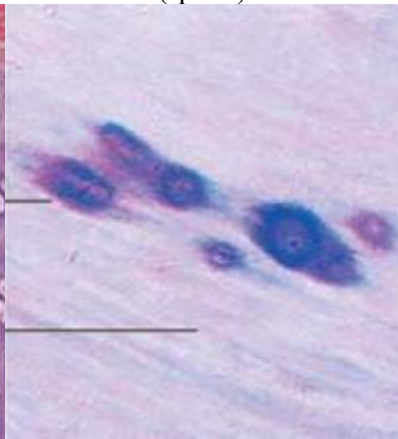
Țesut conjunctiv reticulat
(splină)



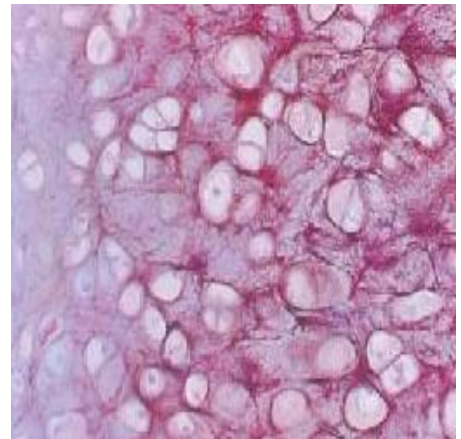
Țesut conjunctiv adipos (hipoderm)



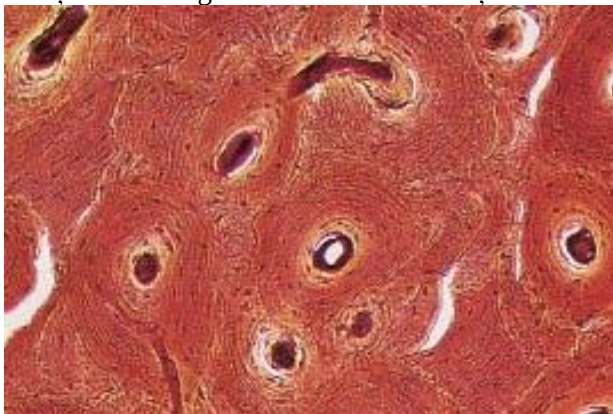
Țesut cartilaginos hialin



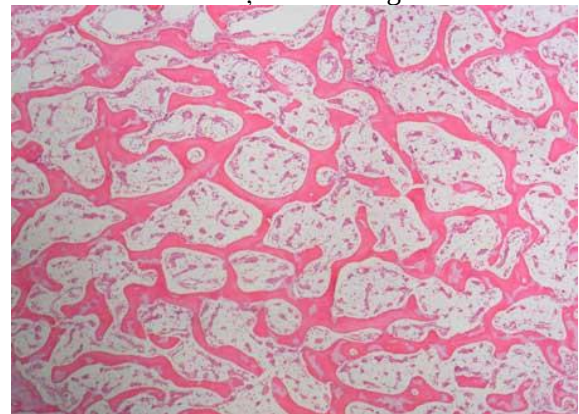
Țesut cartilaginos fibros



Țesut cartilaginos elastic



Țesut osos compact



Țesut osos spongios

Figura 10. Țesuturi conjunctive – moi, semidure și dure

c) **Țesutul conjunctiv dur** intră în alcătuirea oaselor (fig.11). Are în substanța fundamentală o proteină, *oseină* impregnată cu săruri minerale de calciu și fosfor. Țesutul osos este format din lamelele osoase dispuse în două moduri:

- ✓ în *țesutul osos compact* au dispoziție concentrică, în jurul unor canale microscopice (canale Havers), prevăzute cu vase și nervi. Acest țesut se află în partea centrală a oaselor lungi și la periferia oaselor late și scurte;

- ✓ în *țesutul osos spongios* lamelele se întretaie, lăsând între ele niște spații (areole), de unde vine aspectul spongios (buretos). Acest țesut se află la extremitățile oaselor lungi și în centrul oaselor late și scurte. În areole se găsește măduvă roșie hematogenă.

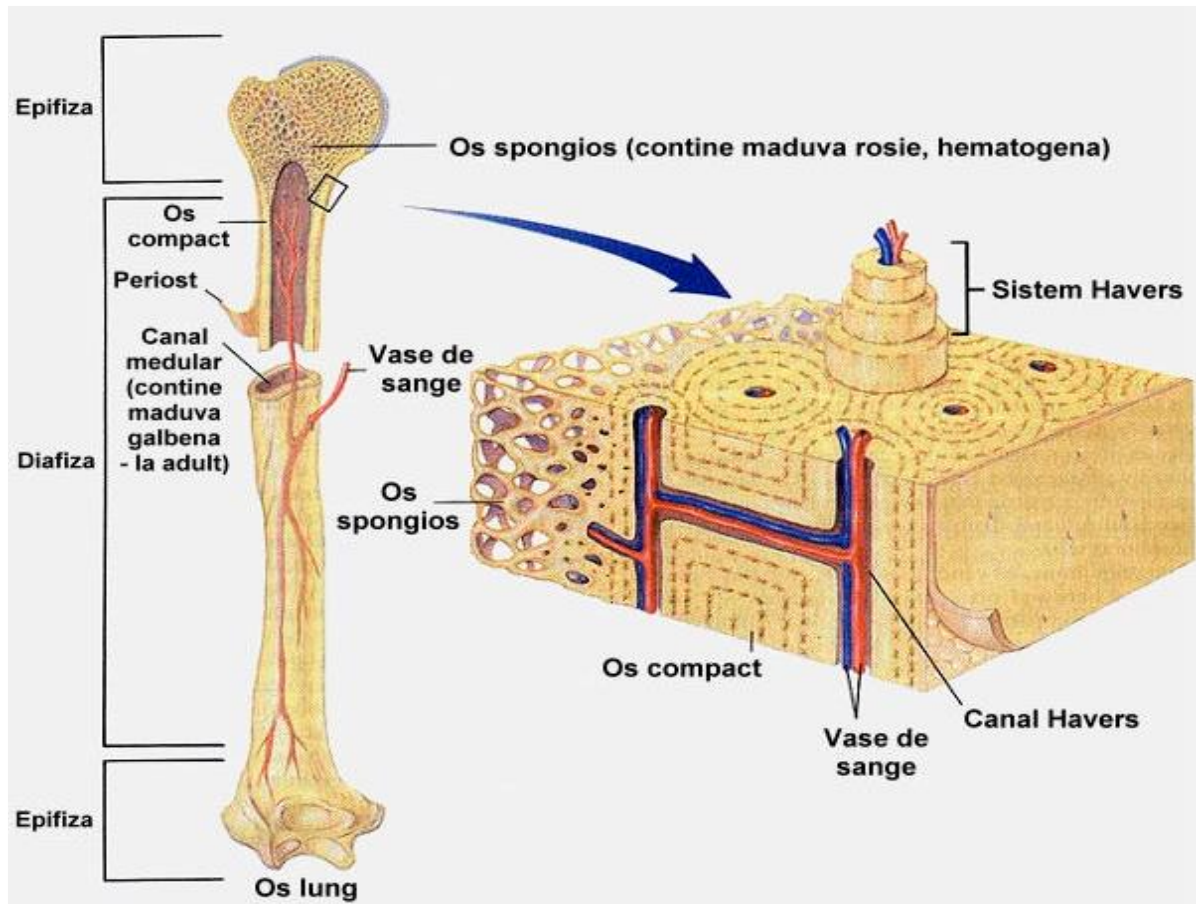


Figura 11. Țesut conjunctiv dur

II. 3. Țesutul muscular (fig.12)

Este alcătuit din fibre musculare, legate în fascicule prin țesut conjunctiv. Fiecare fibră are o membrană contractilă, numită *sarcolemă*, care învelește fibra musculară și o citoplasmă, numită *sarcoplasmă*, care conține substanțe chimice necesare pentru contracția musculară, cum ar fi glicogenul (polizaharid special întâlnit în celulele musculare, dar și hepatice) și fosfocreatina (substanță prezentă în țesuturi care reprezintă o rezervă de energie chimică stocată). În plus sarcoplasma mușchilor activi este bogată în mitocondrii. În citoplasmă se află unul sau mai mulți nuclei și organele celulare, comune și specifice.

Miofibrilele sunt organele specifice celulei musculare alcătuite din microfilamente subțiri, contractile, care se numesc *actină* (proteină contractilă a țesutului muscular care se găsește sub formă de filamente) și *miozină* (proteină contractilă care interacționează cu actina, provocând o contracție musculară sau o mișcare a celulei). În timpul contracției musculare acestea se întrepătrund, alunecând unele peste altele și scurtând celula musculară. În timpul relaxării, miofibrilele se depărtează unele de altele, alungind celula. În funcție de aspect și de funcția pe care o îndeplinește, țesutul muscular poate fi:

- ✚ *striat* (miofibrilele sunt organizate în unități, numite sarcomere):
 - de tip scheletic: formează mușchii scheletici (care se prind de oase), fibrele sunt plurinucleare;

- de tip cardiac: (mușchiul inimii), fibrele miocardice se dispun inelar, fiind așezate cap la cap și despărțite de o membrană, numită *disc intercalar*.

✚ *neted* - intră în alcătuirea pereților organelor interne (uter, vezică urinară, tub digestiv).

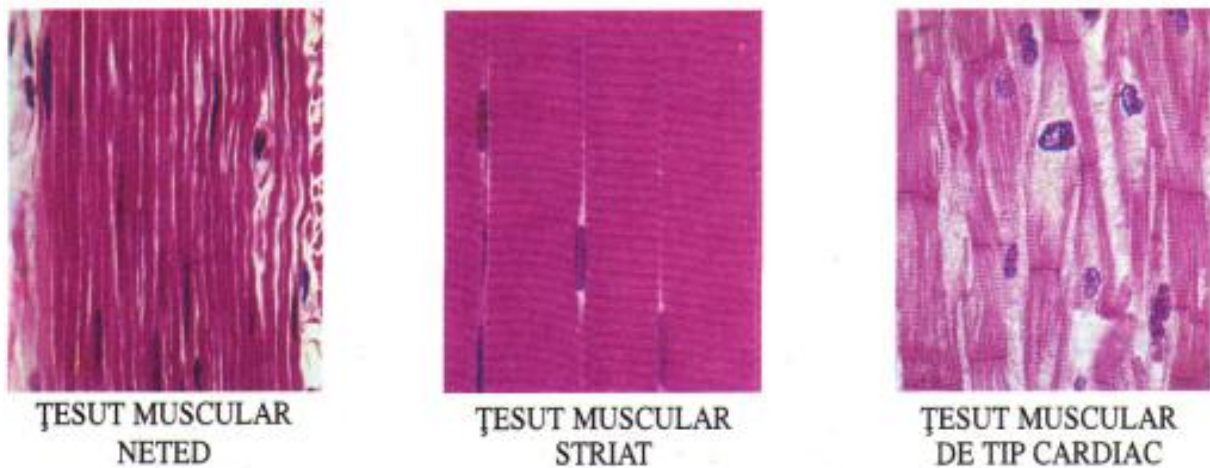


Figura 12. Tipuri de țesut muscular

II. 4. Țesutul nervos

Este alcătuit din două tipuri de celule: *neuroni*, celule diferențiate specific, care generează și conduc impulsurile nervoase, și *celule gliale* care formează un țesut de suport sau interstițial al sistemului nervos.

II. 4. 1. Neuronul (fig.13)

Definiție: *Neuronul reprezintă unitatea structurală și funcțională a sistemului nervos.*

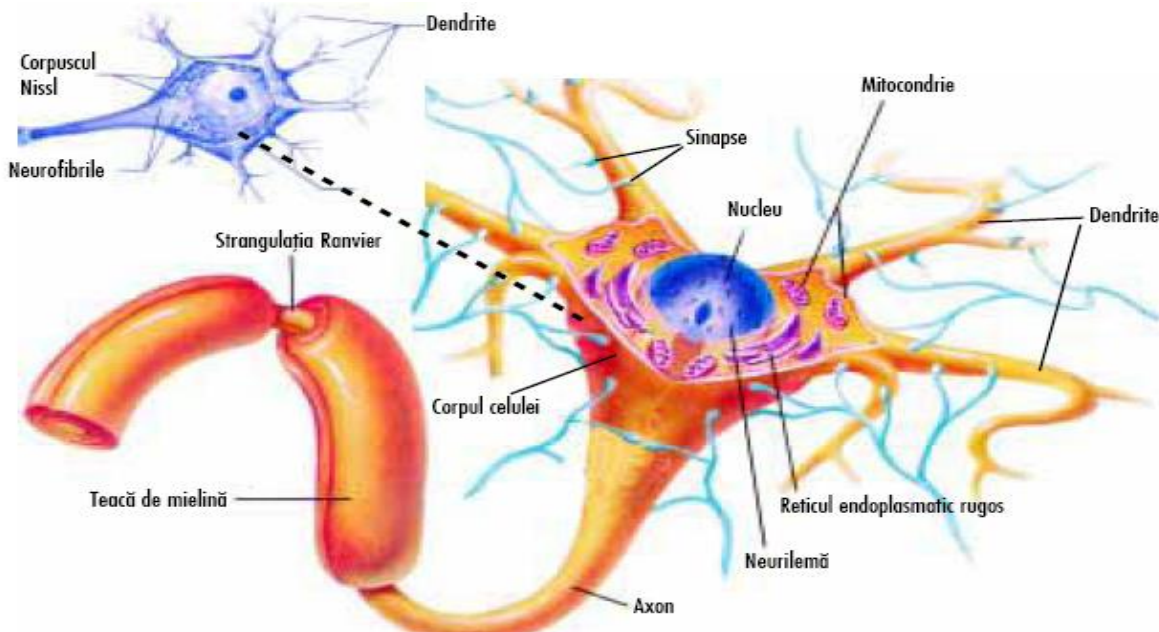


Figura 13. Structura neuronului

Neuronul asigură funcția de conducere a informației, are rolul de a genera și conduce impulsurile nervoase. Este format din corp celular (poate prezenta diferite forme: piramidal, fusiform, sferic, stelat) și prelungiri: axon (prelungire unică și obligatorie) și dendrite (*dendros* – copac, ramuri).

Structura neuronului

- a) Corpul celular are o membrană - *neurilema* și o citoplasmă - *neuroplasma*. În citoplasmă se află organite celulare și un nucleu, de obicei central, cu unul sau mai mulți nucleoli.

Organite specifice neuronului sunt: *corpusculii Nissl (corpui tigoizi)* care sunt alcătuiți din aglomerări de reticul endoplasmatic rugos și *neurofibrile* care reprezintă o rețea de fibre care traversează întreaga citoplasmă, cu rol în transportul substanțelor din celulă și de susținere. **Neuronul nu prezintă centrozom.**

- b) Prelungirile neuronale sunt:

Dendritele sunt prelungiri foarte ramificate, care captează influxul nervos de la receptori sau de la alți neuroni și îl conduc spre corpul celular.

Axonul este o prelungire unică, lungă, care se ramifică în porțiunea terminală, ultimele ramificații fiind *butonii terminali*. Axonii conduc impulsul nervos dinspre corpul neuronal spre butonii terminali. Butonii terminali conțin mediatorii chimici, substanțe prin care impulsul nervos este transmis altui neuron. Fibra axonului este acoperită de mai multe teci:

- ✚ *teaca de mielina* - din loc în loc, această teacă prezintă întreruperi numite *ștrangulații Ranvier*. Mielina se comportă ca un izolator electric, motiv pentru care impulsurile nervoase sar de la o ștrangulație Ranvier la alta. Majoritatea axonilor sunt mielinizați și conduc impulsul nervos mult mai repede decât cei nemielinizați; mielina este secretată de către celulele Schwann.
- ✚ *teaca Schwann* - este formată din celule gliale Schwann, care înconjoară axonii.
- ✚ *teaca Henle* - este o teacă continuă, care însoțește ramificațiile axonice până la terminarea lor. Este alcătuită din țesut conjunctiv și acoperă teaca Schwann, cu rol de nutriție și protecție.

II. 4. 2. Celula glială

Celulele gliale susțin și hrănesc neuronul. Aceste celule nervoase se asociază cu țesut conjunctiv, vase și nervi, cu rol de susținere și nutriție. Celulele gliale, se află printre neuroni și îndeplinesc mai multe funcții: unele asigură susținerea, altele sunt macrofage tisulare, cu rol în fagocitoză, altele au rol în hrănire. Celulele gliale se pot divide, ocupând parțial locul neuronilor distruși. Unele celule gliale (celulele Schwann) secretă mielina.

II. 4. 3. Sinapsa (fig.14)

Definiție: Sinapsa reprezintă legătura dintre doi neuroni sau dintre *un neuron și o celulă efectorie*.

În organismul uman majoritatea sinapselor sunt chimice. Ele sunt alcătuite din:

- Componentă presinaptică: butonul terminal al neuronului presinaptic;
- Fanta sinaptică (spațiul sinaptic): 200 Å (angstromi, 1 Å = 10⁻¹⁰m): conține proteine cu rol în conducerea mediatorilor chimici;
- Componenta postsinaptică: membrane neuronului post-sinaptic care conține receptori pentru mediatorii chimici.

După componentele pre- și postsinaptică, sinapsele pot fi:

- Neuro-neuronale:
 - Axo-axonice (între axonul neuronului presinaptic și axonul neuronului postsinaptic);
 - Axo-dendritice (între axonul neuronului presinaptic și dendrita neuronului postsinaptic);

- Axo-somatice (între axonul neuronului presinaptic și corpul celular al neuronului postsinaptic).
- Neuro – musculare: între neuron și o fibră musculară (**placă motorie**).

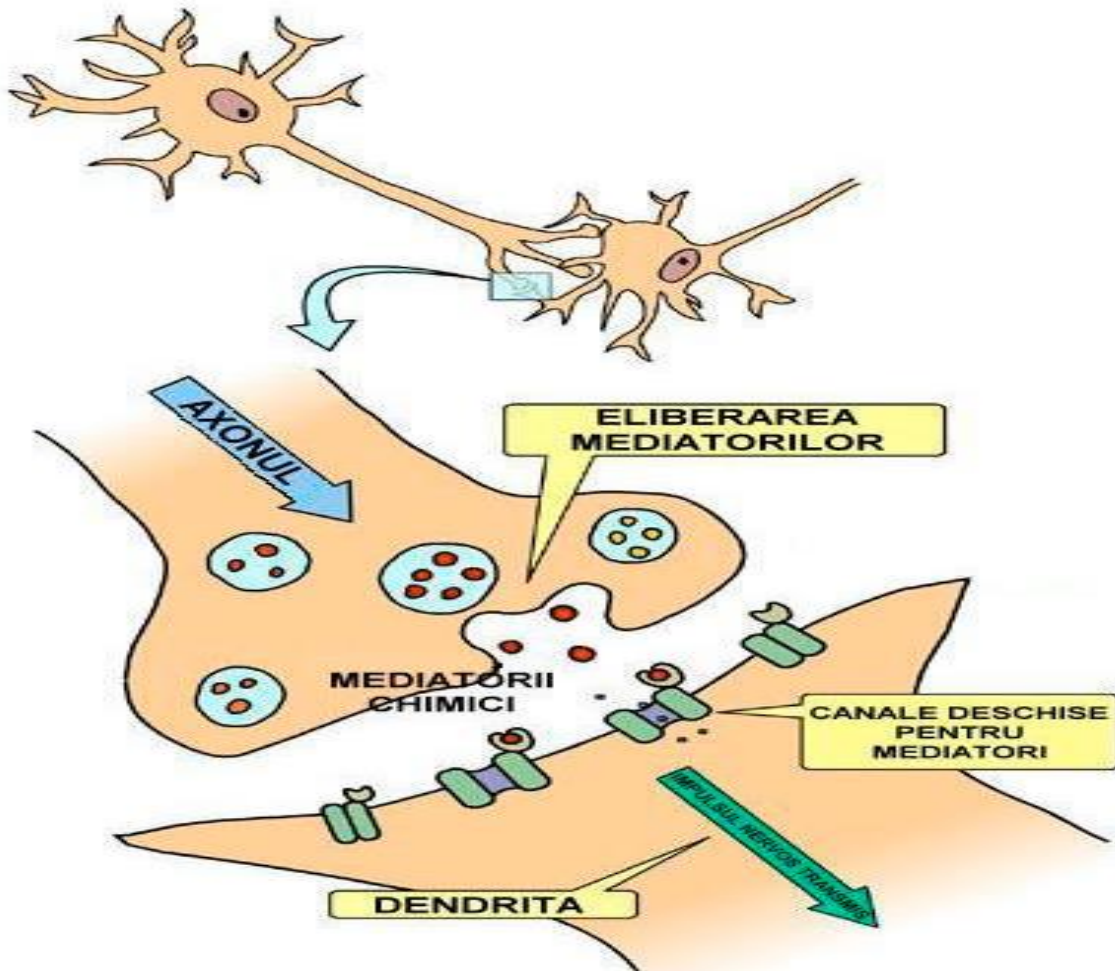


Figura 14. Structura unei sinapse chimice axo-dendritice

II. 4. 4. Nervii

Neuronii, în traseul lor, se grupează formând *nervi*. Fiecare nerv este protejat de o teacă de țesut conjunctiv. În funcție de sensul în care circulă informația pe care o transmit, nervii pot fi: *senzitivi*, *motori* și *micști*.

- ✚ *nervii senzitivi* - transmit informațiile de la receptori (aflați în piele sau alte organe) până la centrii nervoși, unde informațiile sunt transformate în senzații (exemplu: senzația tactilă, văzul);
- ✚ *nervii motori* - transmit informațiile de la centrii nervoși până la organele efectoare (mușchi sau glande), unde informațiile sunt transformate în comenzi (exemplu: contracția musculară);
- ✚ *nervii micști* – conțin și neuroni senzitivi și neuroni motori.

III. FUNCȚIA DE RELAȚIE

III.1. SISTEMUL NERVOS

Reflexul

Actul reflex reprezintă modalitatea de răspuns a sistemului nervos la diferiți stimuli. Această acțiune are ca substrat anatomic arcul reflex. Arcul reflex conține o serie de componente:

- **Receptorul**
- **Căile aferente**
- **Centrul nervos**
- **Căile eferente**
- **Efactorul**

Receptorul reprezintă acea structură specializată în captarea unor stimuli specifici și transformarea lor în impuls nervos. Receptorul poate fi: celulă epitelială senzorială (mugurii gustativi, receptorii auditivi, vestibulari), neuron (neuronii bipolari din mucoasa olfactivă, neuronii unipolari din retină), fibră musculară modificată (fusurile neuro-musculare).

În funcție de localizarea receptorului, acesta poate fi:

- Exteroreceptor (receptorii din piele)
- Proprioreceptor (receptorii din mușchi, articulații)
- Interoreceptor-visceroreceptor (receptorii din organele interne).

Căile aferente sunt reprezentate de **neuroni senzitivi**, care preiau informația de la receptori și o transmit centrilor nervoși. Căile aferente pot fi **somatice** (care preiau informația de la exteroreceptori și proprioreceptori) și **vegetative** (care preiau informația de la visceroreceptori).

Centrul nervos este reprezentat de corpi celulari ai neuronilor care transmit răspunsul mai departe. Acești centri nervoși se găsesc în sistemul nervos central.

Căile eferente sunt reprezentate de **neuroni motori**, care transmit răspunsul efectorilor. Aceste căi pot la fel ca și cele aferente, **somatice** și **vegetative**.

Efactorii sunt reprezentați de structurile ce realizează răspunsul trimis de centrul nervos. Efactorii pot fi mușchii striati scheletici (reflexe somatice) sau mușchi netezi, glande, mușchiul cardiac (reflexe vegetative).

Sistemul nervos se formează în perioada embrionară dintr-un tub neural. Celulele care delimitează acest tub vor forma encefalul și măduva spinării, iar tubul se transformă în ventriculele cerebrale și canal ependimar. Sistemul nervos este format din două tipuri de substanță: substanța albă și substanța cenușie. Substanța albă este alcătuită din prelungirile neuronilor, iar substanța cenușie este formată din corpii celulari ai neuronilor.

După localizare, sistemul nervos este format din:

1. Sistem nervos central (nevrax):

a. Encefal:

- i. trunchiul cerebral
- ii. cerebel
- iii. diencefal (creierul intermediar): talamus, metatalamus, subthalmus, epitalamus, hipotalamus
- iv. telencefal (emisferele cerebrale)

b. Măduva spinării

2. Sistem nervos periferic:

a. Nervi:

- i. Cranieni: 12 perechi
- ii. Spinali: 31 perechi

b. Ganglioni nervoși

Din punct de vedere funcțional, sistemul nervos este compus din două compartimente, ambele având o parte centrală și una periferică. *Sistemul nervos somatic* (al vieții de relație) integrează organismul în mediul de viață. *Sistemul nervos vegetativ* reglează activitatea organelor interne. Între cele două sisteme este o strânsă legătură.

Indiferent de forma organelor sale, orice sistem nervos este organizat ca o rețea de neuroni. Prin ea circulă informația pe anumite trasee (circuite) sub formă de impulsuri nervoase care se transmit de la un neuron la altul prin *sinapse*.

Meningele

Segmentele sistemului nervos central sunt învelite de *meninge*, format din trei membrane:

- + *piamater*;
- + *arahnoida*;
- + *duramater*.

Duramater - se află în contact cu oasele ce protejează SNC-ul și este formată din țesut conjunctiv moale de tip fibros. Duramater spinală formează un tub dur care se găsește în canalul vertebral, înconjurând măduva spinării. Duramater nu se află în contact direct cu vertebrele, existând un spațiu, numit *spațiu epidural*, care conține țesut conjunctiv lax, adipos și vase sanguine.

Arahnoida - este foița intermediară. Aceasta este subțire, cu aspectul unei rețele care acoperă sistemul nervos central, dar nu pătrunde în toate șanțurile encefalului. Spațiul subarahnoidian, localizat între arahnoidă și piamater conține lichid cefalorahidian.

Piamater - este o membrană subțire care se află în contact strâns cu encefalul și cu măduva spinării. Este formată din țesut conjunctiv lax. Această foiță este foarte bine vascularizată și are rolul de a hrăni sistemul nervos.

Lichidul cefalorahidian (LCR) este un lichid limpede, asemănător limfei, care formează un strat protector în jurul SNC. Lichidul scaldă și encefalul. LCR circulă prin ventriculele cerebrale, prin canalul ependimar și în spațiul subarahnoidian. LCR atenuează șocurile mecanice împrăștiind forța loviturii pe o suprafață mai mare. De asemenea, contribuie la îndepărtarea metaboliților din țesutul nervos. Deoarece în sistemul nervos central lipsesc vasele limfatice, lichidul cefalorahidian drenează metaboliții în sistemul venos.

Ventriculele cerebrale sunt conectate între ele și cu canalul ependimar. Fiecare dintre cele două ventricule laterale este localizat în câte o emisferă cerebrală, inferior corpului calos. Al treilea ventricul este localizat în diencefal, în talamus. Ventriculul IV este localizat în trunchiul cerebral între punte și cerebel. Comunicarea dintre ventriculul III și IV se realizează prin apeductul lui Sylvius, situat în mezencefal. Inferior, ventriculul IV se continuă cu canalul ependimar.

III.1.1. MĂDUVA SPINĂRII (fig.15)

Coloana vertebrală este formată din mai multe oase care se numesc vertebre. Acestea au în mijlocul lor câte o gaură vertebrală. Când vertebrele se suprapun, în interior se formează canalul

vertebral, care adăpostește măduva spinării. Vertebrele se numesc: *cervicale* (7), *toracale* (12), *lombare* (5), *sacrate* (5) și *coccigiene* (4 sau 5).

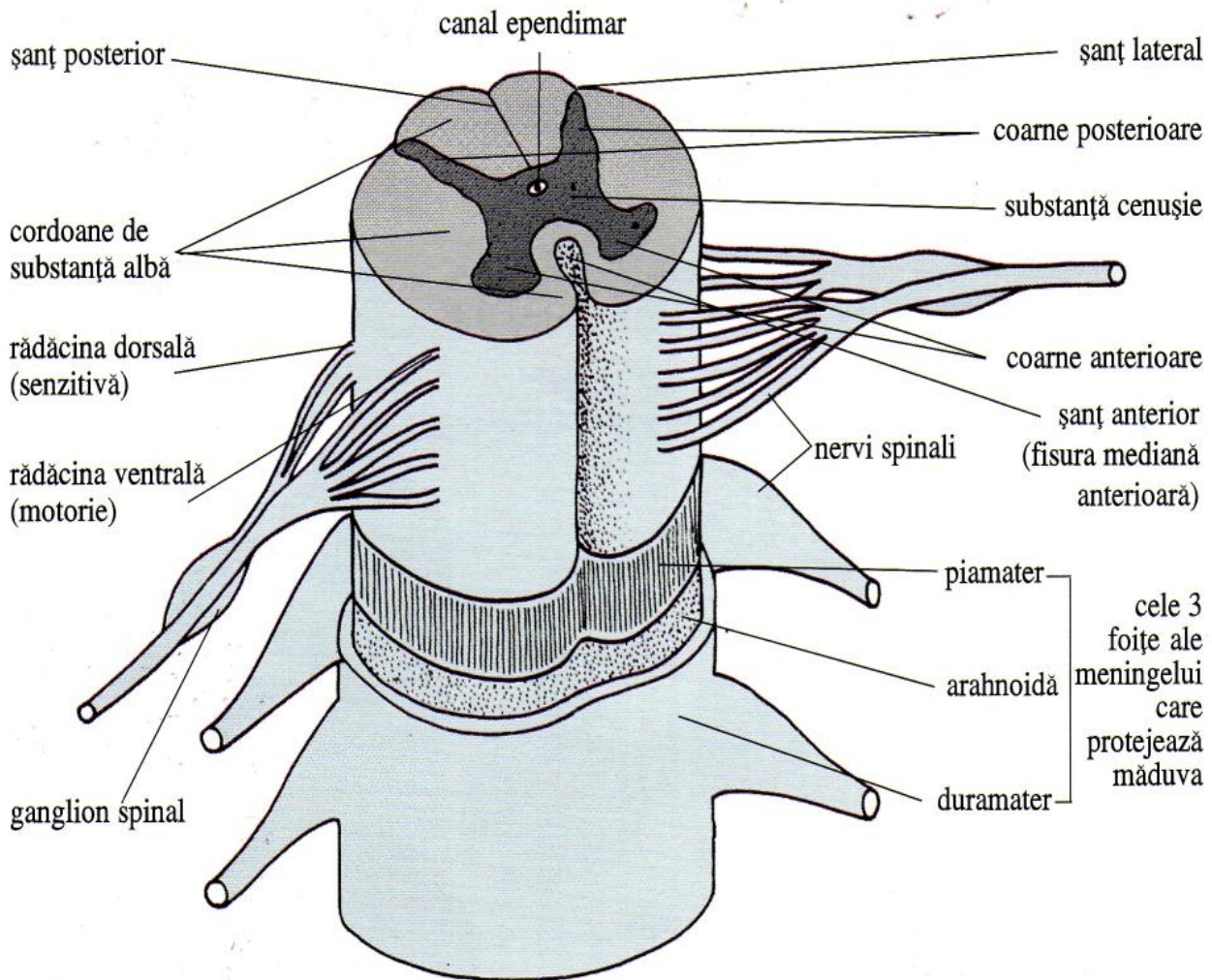


Figura 15. Organizarea măduvei spinării

Măduva spinării începe la prima vertebră cervicală și se termină la nivelul vertebrei a doua lombare, de unde se continuă cu o formațiune foarte subțire numită *filum terminale*. Măduva spinării este mai scurtă decât coloana vertebrală, astfel că nervii spinali L2-Cc1 trebuie să coboare prin canalul vertebral și să-l părăsească în dreptul vertebrei corespunzătoare. Astfel, acești nervi, alături de filum terminale formează așa-numita **coadă de cal**. Măduva spinării are forma unui cilindru.

Structura măduvei spinării

Măduva spinării formează 31 de segmente, fiecare corespunzând unei perechi de nervi spinali.

Substanța cenușie este situată la interior, fiind înconjurată de substanță albă. Substanța cenușie este alcătuită din corpii celulari ai neuronilor, nevroglii și neuroni de asociație, amielinizați (intercalari). **Substanța albă** este formată din tracturi (fascicule) de fibre senzitive sau motorii mielinizate.

Dimensiunile și forma substanței albe și cenușii variază de-a lungul măduvei spinării. Cantitatea de substanță albă crește spre encefal, tracturile nervoase îngroșându-se.

Substanța cenușie este dispusă sub forma literei H (în secțiune transversală) și grupată în **perechi de coarne**: anterioare (neuroni somatomotori), posterioare (neuroni somatosenzitivi) și

laterale (neuroni visceromotori și viscerosenzitivi). Cele laterale sunt proeminente doar în măduva toracală și lombară superioară.

Substanța albă se găsește grupată sub formă de perechi de cordoane: anterioare, posterioare și laterale, fiecare conținând tracturi ascendente și descendente.

Fibrele nervoase din tracturi sunt în general mielinizate și sunt denumite în funcție de origine și de capătul final.

Funcțiile măduvei spinării

Măduva spinării are două funcții principale:

- 1. Funcția de conducere.** Aceasta se realizează prin substanța albă care leagă diferitele etaje ale măduvei spinării, dar și măduva cu alte segmente ale sistemului nervos central.
 - Fibre scurte (care leagă diferite etaje ale măduvei spinării).
 - Fibre lungi care leagă măduva spinării de encefal. Acestea pot fi ascendente (senzitive) sau descendente (motorii).
- 2. Funcția reflexă.** Măduva spinării reprezintă un centru nervos, în care se închid diferite reflexe involuntare. Acestea sunt la rândul lor somatice (reflexul de apărare, reflexul ahilian, bicipital, tricipital, plantar, rotulian) sau vegetative (simpatice sau parasimpatice).
 - *Reflexele somatice* implică neuroni somatosenzitivi și somatomotori, extero- și proprioceptori și mușchii striati de tip scheletic. În funcție de numărul de sinapse implicate în realizarea reflexului, acesta poate fi monosinaptic sau polisinaptic. În tabelul de mai jos sunt rezumate particularitățile acestor reflexe:

Caracteristici	Reflex monosinaptic	Reflex polisinaptic
Receptorii	proprioceptori	Exteroreceptori și proprioceptori
Neuronii implicați în reflex	1 neuron somatosenzitiv și 1 neuron motor	1 neuron somatosenzitiv, 1 neuron somatomotor și cel puțin 1 neuron intercalar
Timpul	scurt	Lung
Iradiere	Nu iradiază	Iradiază conform legilor lui Pflüger (localizare, unilateralitate, simetrie, iradiere, generalizare)
Exemple	Ahilian, rotulian, bicipital, tricipital, abdominal	Reflexul de apărare realizat prin flexie

- *Reflexele vegetative* sunt implicate în menținerea homeostaziei prin creșterea sau scăderea activității diferitelor organe, ca răspuns la condițiile fiziologice.

Sistemul nervos vegetativ este compus dintr-o regiune centrală și una periferică și nu este controlat voluntar. Efectorii care răspund la reglarea vegetativă sunt mușchiul cardiac, mușchii netezi (din viscere) și epitelile glandulare. Acești efectori reprezintă porțiuni din organele interne, vasele sangvine și alte structuri specializate din alte organe.

Sistemul vegetativ are două componente: simpatică și parasimpatică. Componenta simpatică acționează în condiții de frică, furie, emoții puternice, originea fibrelor vegetative motorii fiind în măduva toraco-lombară. Componenta parasimpatică funcționează în condiții obișnuite și are efect opus sistemului vegetativ simpatic. Fibrele parasimpatice pleacă din trunchiul cerebral și din regiunea sacrală a măduvei spinării. În tabelul de mai jos, sunt rezumate reflexele vegetative:

Efector	Efectul simpatichului	Efectul parasimpatichului
Ochi Fibrele musculare radiare ale irisului Fibrele musculare circulare ale irisului Corpul ciliar	Pupilodilatație Relaxare (pentru vederea la distanță)	Pupiloconstricție Contracție (pentru vederea de aproape)
Glandele Lacrimele Sudoripare Salivare Stomacale Intestinale Suprarenale	- Stimularea secreției Reduce secreția, saliva vâscoasă - - Stimulează secreția renală	Stimularea secreției - Stimulează secreția, saliva apoasă Stimulează secreția Stimulează secreția -
Inimă Frecvența Viteza de conducere Puterea	Stimulare Stimulare Stimulare	Inhibiție Inhibiție -
Vasele sanguine	Vasoconstricție, afectează toate organele	Vasodilatație în unele organe (ex. penis)
Plămâni Bronhiol Glandele mucoase	Dilatație Inhibarea secreției	Constricție Stimulează secreția
Tractul digestiv Motilitate Sfinctere Ficat Adipocite Pancreas Splină	Inhibare Constricție Stimularea glicogenolizei Stimularea hidrolizei Inhibarea secreției exocrine Stimularea contracției	Stimulare Relaxare - - Stimularea secreției exocrine -
Vezica urinară	Relaxarea musculaturii	Contracția musculaturii
Mușchiul erector al firului de păr	Stimularea contracției	-
Uter	Contracție (în caz de sarcină); relaxare (în lipsa sarcinii)	-
Penis	Ejaculare	Erecție

Nervii spinali. Măduva este conectată cu organele receptoare și efectoare prin cele 31 de perechi de nervi spinali: 8 cervicali, 12 toracali, 5 lombari, 5 sacrați și 1 coccigian. Nervii spinali sunt alcătuiți din fibre motorii și senzitive, somatice și vegetative. Fiecare nerv spinal este alcătuit din: *rădăcini, trunchi și ramuri periferice*.

Nervii spinali ies prin găurile intervertebrale. Aceștia fac legătura dintre măduva spinării și organele gâtului, trunchiului și membrelor. Fiecare nerv spinal are două rădăcini.

✚ Rădăcina posterioară (dorsală) este senzitivă (prin ea sosesc impulsurile aferente). Ea conține un ganglion spinal în care se află neuroni senzitivi.

- ✚ Rădăcina anterioară (ventrală) este motoare (prin ea pleacă impulsurile eferente). Cele două rădăcini se unesc și formează trunchiul nervului.
- ✚ Trunchiul este mixt, adică are și fibre senzitive și fibre motoare. El se desparte în *ramuri*.
- ✚ Ramurile:
 - Meningeală: mixtă, se distribuie la meninge, vertebre și ligamente vertebrale.
 - Posterioară: inervează musculatura, articulațiile, pielea și vasele din regiunea posterioară a trunchiului
 - Anterioară: inervează mușchii și pielea din regiunea antero-laterală a corpului și membrele.
 - Comunicante: sunt în număr de 2 pentru fiecare nerv și realizează legătura dintre nervii spinali și ganglionii vegetativi simpatici.

III.1.2. ENCEFALUL

Encefalul (**fig.16**) este format din: *trunchi cerebral, cerebel, diencefal și emisfere cerebrale*.

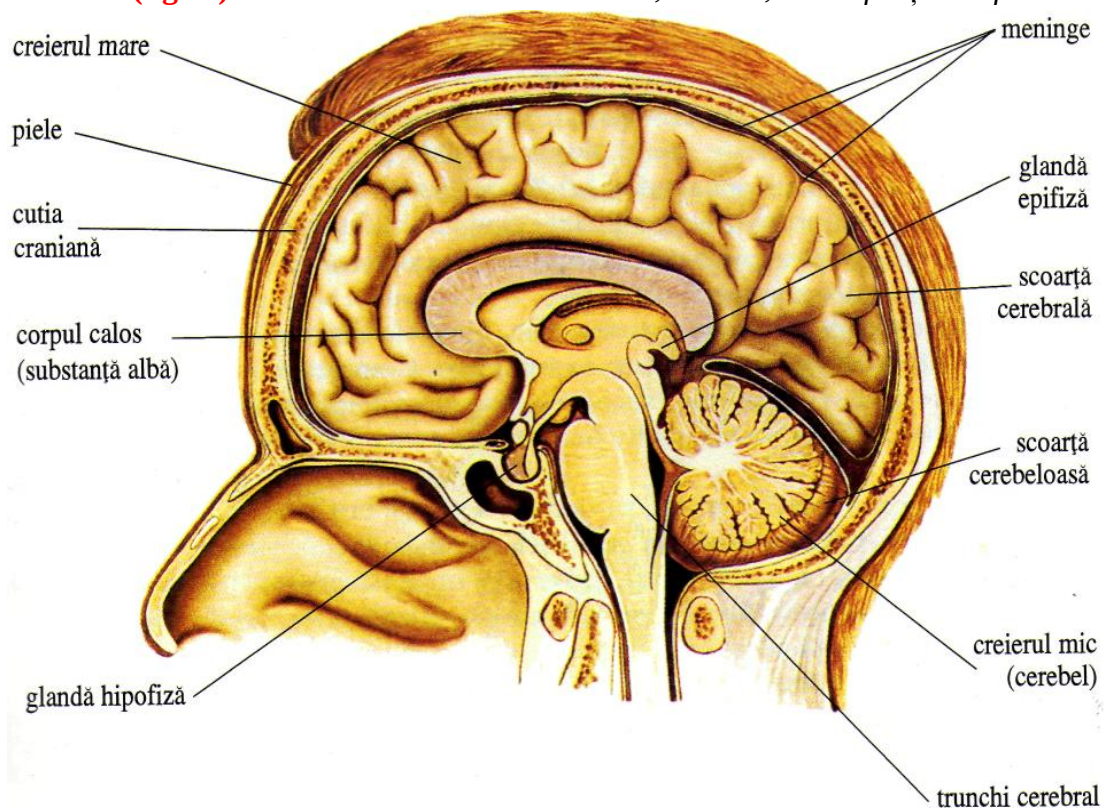


Figura 16. Componentele encefalului

III.1.2.1. TRUNCHIUL CEREBRAL

Trunchiul cerebral, în formă de trunchi de piramidă, se continuă în jos cu măduva spinării, la nivelul orificiului occipital.

Se observă la suprafață niște șanturi longitudinale care se continuă cu cele medulare și două șanturi transversale care marchează limitele dintre cele trei etaje: *bulbul rahidian, puntea lui Varolio și mezencefalul*.

Bulbul rahidian este alcătuit din:

- piramidele bulbare, care continuă cordoanele anterioare ale măduvei;
- cordoanele laterale bulbare - continuă cordoanele laterale ale măduvei;
- cordoanele posterioare bulbare - continuă cordoanele posterioare ale măduvei.

În partea superioară a cordoanelor laterale se găsesc *olivele bulbare*. Între piramidele bulbare se observă *decusația piramidală*, formată prin încrucișarea fasciculelor piramidale. De pe cordoanele laterale și posterioare ale bulbilor se desprind fascicule care fac legătura între bulb și cerebel, numite *pedunculi cerebeloși inferiori*.

Puntea lui Varolio continuă formațiunile de la nivelul bulbului. Lateral și posterior puntea se continuă cu pedunculii cerebeloși mijlocii, care fac legătura între punte și cerebel.

Mezencefalul este alcătuit din pedunculii cerebrali, care continuă formațiunile de la nivelul punții. Superior se află diencefalul. Pe fața posterioară se află patru coliculi (coliculi cvadrigemeni), doi superiori și doi inferiori. Lateral și posterior, mezencefalul se continuă cu pedunculii cerebeloși superiori, care ajung la cerebel.

Din totalul de 12 perechi de nervi cranieni, zece perechi de nervi cranieni sunt legați de trunchiul cerebral.

I. Nervii olfactivi - sunt nervi senzitivi; conduc impulsurile nervoase declanșate de miros până la emisferile cerebrale. Nu au legături cu trunchiul cerebral.

II. Nervii optici - nervi senzitivi - conduc impulsuri declanșate de stimuli luminoși până la emisferile cerebrale. Nu au legături cu trunchiul cerebral.

III. Nervii oculomotori - motori - conduc impulsuri la o parte din mușchii globilor oculari: drept superior, drept inferior, drept intern și oblic inferior.

IV. Nervii trohleari - motori - controlează mușchiul oblic superior al globului ocular.

V. Nervii trigemeni - nervi micști - inervează tegumentul și musculatura feței (prin fibre senzitive) și mușchii masticatori (prin fibre senzitive și motorii).

VI. Nervii abducens - motori - controlează mușchiul drept extern al globului ocular.

VII. Nervii faciali - micști - asigură sensibilitatea gustativă și controlează musculatura mimicii.

VIII. Nervii vestibulo-cohleari - nervi senzitivi - conduc impulsuri legate de auz (ramul cohlear) și de echilibru (ramul vestibular).

IX. Nervii glosfaringieni - nervi micști - asigură sensibilitatea limbii și controlează mușchii faringelui, laringelui.

X. Nervii vagi - nervi micști - asigură sensibilitatea și controlează activitatea organelor interne (inimă, plămân, stomac, intestin etc.).

XI. Nervii accesori - motori - controlează mușchii sternocleidomastoidieni și mușchii trapezi.

XII. Nervii hipoglosi - motori - inervează musculatura limbii (intervin în masticatie și deglutiție).

Substanța cenușie este situată central, ca și la măduva spinării, dar nu mai formează o masă compactă ci insule cenușii, înconjurată de substanță albă, numite *nuclei*. Fiecare nucleu grupează neuroni cu anumite funcții:

Nucleii senzitivi primesc impulsuri dinspre organele de simț din limbă, urechea internă, pielea și mușchii capului. Axonii care pornesc de aici poartă mai departe impulsuri spre alte părți ale creierului.

Nucleii somatomotori comandă mișcări ale mușchilor din regiunea feței, limbii și faringelui.

Nucleii vegetativi sunt centrii unor reflexe vegetative: pupiloconstrictor, de acomodare vizuală, salivar, gastrosecretor, lacrimal, strănut, vomă, tuse, etc. Anumiți neuroni formează centrii respiratori. Ei produc ritmic impulsuri destinate mușchilor respiratori. Ei funcționează ca un „ceas

biologic” dar își pot modifica ritmul, reglând ventilația pulmonară după necesități. În imediata apropiere se află un centru cardiovasomotor care participă la reglarea circulației.

Nucleii trunchiului cerebral funcționează automat ca și substanța cenușie medulară. Ei se află sub controlul etajelor superioare ale creierului. Reflexele care au centrul aici sunt *înnăscute*, au un arc reflex programat genetic, nu pot fi uitate, nici modificate. Ele nu depind de experiența de viață și de aceea se numesc *reflexe necondiționate*. Un exemplu: când este iritată corneea se produce reflexul lacrimal. Omul „știe” răspunsul fără să-l fi învățat vreodată.

Prin poziția sa, trunchiul cerebral asigură comunicarea dintre celelalte componente ale sistemului nervos central.

III.1.2.2. CEREBELUL

Cerebelul este situat dorsal față de trunchiul cerebral și este legat de acesta prin trei perechi de cordoane de substanță albă numite *pedunculi cerebeloși*. Cerebelul are două *emisfere* între care este un corp alungit numit *vermis*. Suprafața lui este brăzdată de șanțuri adânci.

Substanța cenușie formează la suprafață *scoarța cerebeloasă*, pliată cu ajutorul șanțurilor. Mai sunt și câțiva *nuclei* înconjurați de substanță albă care ocupă zona centrală.

Cerebelul asigură menținerea echilibrului pe baza informațiilor primite de la urechea internă. El controlează poziția corpului, primind informații de la receptori din mușchi și articulații (proprioceptori). Nu comandă mișcările, dar asigură precizia mișcărilor comandate de emisferele cerebrale.

Cerebelul are trei lobi:

- *paleocerebel* (lobul anterior);
- *neocerebel* (lobul posterior);
- *arhicerebel* (lobul inferior, legat de vermis, numit și lobul *floculonodular*).

Funcțiile

Arhicerebelul primește informații de la aparatul vestibular (legate de echilibru).

Paleocerebelul este legat în special de sensibilitatea proprioceptivă (aici sunt proiectate fasciculele sensibilității proprioceptive inconștiente) și are rol important în reglarea tonusului muscular și a echilibrului.

Neocerebelul participă la reglarea, modularea mișcărilor fine comandate de scoarța cerebrală.

III.1.2.3. DIENCEFALUL

Diencefalul este parțial acoperit de emisferele cerebrale. La suprafață se vede doar locul de intrare a nervilor optici (care fac parte dintre nervii cranieni) și o parte din marginea inferioară.

Substanța cenușie a diencefalului formează nucleii. Cei mai voluminoși nucleii diencefalici primesc impulsuri pe căi senzitive: vizuală, auditivă, gustativă, tactilă, termică, dureroasă, proprioceptivă și vestibulară (nu și pe cea olfactivă care intră direct în emisferele cerebrale). Axonii neuronilor de aici fac sinapsă în scoarța cerebrală.

Diencefalul este alcătuit din mai multe mase de substanță nervoasă: talamus, metatalamus, epitalamus, subtalamus și hipotalamus.

Talamusul este cea mai voluminoasă formațiune diencefalică. Conține mai mulți nucleii ce realizează conexiuni între diferite segmente ale nevraxului. La acest nivel se află al III-lea neuron al sensibilității exteroceptive, proprioceptive conștiente, vestibulare și gustative.

Metotalamusul este format din patru corpi geniculați, doi mediali și doi laterali. În corpii geniculați laterali se află al III-lea neuron al căii vizuale, iar în corpii geniculați mediali - al III-lea neuron al căii auditive.

Epitalamusul este legat de *glanda epifiza* și un nucleu în care se închid reflexele olfactivosomatie (mișcările capului și corpului după miros).

Hipotalamusul este situat la baza diencefalului, chiar deasupra trunchiului cerebral și legat de *glanda hipofiză*. Hipotalamusul deține rolul principal în reglarea sistemului vegetativ. De asemenea, intervine în: reglarea cardiovasculară, termoreglare, reglarea nivelului apei și a electroliților, reglarea sațietății și a activității gastro-intestinale, reglarea ritmului nictemeral, reglarea funcțiilor sexuale, anumite stări emoționale (frica, furia) și reglarea activității endocrine.

III.1.2.4. EMISFERELE CEREBRALE

Emisferele cerebrale sunt cele mai voluminoase organe ale sistemului nervos. Sunt separate printr-un șant interemisferic și unite prin punți de substanță albă: **corpul calos**. Fețele emisferelor cerebrale sunt brăzdate de trei șanțuri mai adânci care despart lobii:

- *șanțul lateral Sylvius* (separă lobul frontal de lobul temporal);
- *șanțul central Rolando* (separă lobul frontal de cel parietal);
- *șanțul perpendicular extern* (separă incomplet lobul parietal de cel occipital).

Pe suprafața emisferelor există și șanțuri mai superficiale, care mărginesc *girusuri* (*circumvoluții cerebrale*).

Substanța cenușie

Nucleii bazali sunt localizați la baza emisferelor cerebrale. Nucleii bazali sunt asociați cu alte structuri ale encefalului, în special cu mezencefalul. Controlează contracțiile inconștiente ale musculaturii scheletice, cum ar fi mișcările membrelor superioare din timpul mersului; de asemenea, reglează tonusul muscular necesar pentru o serie de mișcări intenționate. Afecțiuni neurologice sau traume fizice ale nucleilor bazali cauzează o varietate de disfuncții motorii, incluzând rigiditate, tremurături și mișcări rapide și necontrolate.

Scoarța cerebrală reprezintă etajul superior de integrare a activității sistemului nervos. Are un volum de 450-500 cm³ și conține 14 miliarde de neuroni. În general, scoarța este formată din 6 straturi. Această stratificare nu este uniformă pe întreaga scoarță. Sunt regiuni în care predomină straturile senzitive, altele în care predomină straturile piramidale și altele în care dezvoltarea straturilor este proporțională. Varietatea de structură a permis identificarea pe scoarța cerebrală a unor zone numite arii, legate de anumite funcții. Are două componente:

1. Paleocortexul (sau sistemul limbic) este alcătuit dintr-un inel de țesut nervos care înconjură hilul fiecărei emisfere cerebrale și în care segădesc formațiuni legate de simțul mirosului. Este în strânsă legătură cu hipotalamusul, fiind centrul mișcărilor de masticatie, deglutiție, supt; reglează foamea și sațietatea (prin legătura cu hipotalamusul), funcția sexuală; menține atenția.

2. Neocortexul, porțiunea cea mai recentă filogenetic, cuprinde restul țesutului cortical, atingând la om o dezvoltare și o organizare incomparabilă cu ale oricărui animal.

Anumite zone corticale recepționează informațiile aferente sensitive (*neocortexul receptor* sau *senzitiv*), altele controlează motilitatea voluntară (*neocortexul motor* sau *efector*), iar altele asociază aceste funcții (*neocortexul de asociație*).

Ariile senzitive sunt regiuni din scoarțe cerebrală în care căile senzitive specifice aduc mesaje de la receptorii periferici. Acestea sunt:

- Aria somestezică se găsește în lobul parietal. Aici ajung informații de la receptorii din piele, de la mușchi, tendoane și ligamente.
- Aria vizuală se află în lobii occipitali.
- Aria gustativă se află la baza ariei somestezice, în lobul parietal.
- Aria auditivă și vestibulară se află în lobul temporal.
- Aria olfactivă se găsește pe fața mediană a emisferelor cerebrale, în sistemul limbic.

Aria motorie comandă mișcările, mai ales pe cele voluntare.

Ariile de asociație nu au doar funcție de legătură ci realizează o prelucrare complexă a informației.

Neuronii din scoarța cerebrală nu au formă fixă. Ei își modifică forma prelungirilor, stabilind legături sinaptice noi. Astfel se formează circuite neuronale noi. Se consideră că fiecare acțiune pe care omul o învață corespunde unui circuit nou, format în procesul învățării. Comportamentul dobândit prin învățare se deosebește de reflexele necondiționate prin faptul că traseul impulsului nervos are componente noi, care se formează în funcție de experiența de viață. Această „*formare continuă*” a scoarței cerebrale se menține toată viața, dar este mai activă la indivizii tineri.

III.2. ANALIZATORII (ORGANELE DE SIMȚ)

Organele de simț contribuie la realizarea unității funcționale a organismului și la integrarea acestuia în mediu. Funcția analizatorilor este de a recepționa, conduce și transforma în senzații specifice excitațiile din mediul extern sau intern.

Organul de simț (analizatorul) este alcătuit din trei segmente:

- ✚ **segmentul periferic** sau **receptor**;
- ✚ **segmentul intermediar, de conducere** a impulsurilor cuprinde *căile nervoase* directe și indirecte;
- ✚ **segmentul central**, care include *aria corticală specifică*.

Acest ultim segment analizează și sintetizează informațiile, elaborând senzațiile specifice conștiente.

La rândul lor, receptorii se pot clasifica în funcție de localizare și de natura stimulilor pe care îi recepționează din mediile extern și intern.

Natura stimulului	Localizare		
	Exteroceptori	Proprioceptori	Interoceptori
Chemoreceptori	gustativi, olfactivi		chemoreceptori din vase de sânge
Mecanoreceptori	tactili și de presiune, auditivi, vestibulari	de presiune din mușchi și articulații	baroreceptori din vase sau alte structuri interne
Termoreceptori	pentru cald, pentru rece		
Fotoreceptori	vizuali		
Nocireceptori	pentru durere somatică	pentru durere somatică	pentru durere viscerală

- ✚ *Exteroceptorii* sunt localizați la suprafața corpului și recepționează stimuli din mediul extern;
- ✚ *Proprioceptorii*, localizați în mușchi, oase, tendoane și articulații, furnizează informații asupra poziției și mișcării întregului corp sau a diferitelor sale segmente;
- ✚ *Visceroceptorii* (interoceptorii), localizați în organele interne și în vasele de sânge, furnizează informații asupra modificărilor biochimice, de presiune din mediul intern al organismului;
- ✚ *Chemoreceptorii* sunt sensibili la modificări de concentrație ale unor substanțe chimice dizolvate. Exemplu, receptorii gustativi, olfactivi și cei situați în vasele de sânge;
- ✚ *Mecanoreceptorii* percep stimulii mecanici și de presiune. Exemplu, receptorii de tact și presiune, auditivi și vestibulari sau din mușchi și articulații;
- ✚ *Termoreceptorii* sunt sensibili la modificări de temperatură;
- ✚ *Fotoreceptorii* situați în retină sunt stimulați de unde luminoase;
- ✚ *Nocireceptorii* sunt sensibili la stimuli foarte puternici, care produc leziuni celulare.

Indiferent de natura lor sau de localizare, receptorii prezintă trăsături funcționale comune:

- ✓ *Capacitatea de a transforma o formă de energie în impuls nervos sau în potențial*. Un anumit stimul cu o intensitate peste prag acționează asupra receptorului și produce o depolarizare la suprafața membranei, care nu se propagă. Această depolarizare se numește *potențial de*

receptor. Intensitatea polarizării receptorului depinde de cea a stimulului. Când atinge un nivel critic se declanșează un *potențial de acțiune*, care se autopropagă prin fibra nervoasă senzitivă, conectată cu receptorul.

- ✓ *Capacitatea de a detecta intensitatea unui stimul.* Deși receptorii generează independent potențiale, intensitatea stimulului poate fi detectată după numărul receptorilor stimulați sau după amplitudinea potențialului generat la nivelul receptorului.
- ✓ *Sensibilitatea specifică.* Fiecare receptor recepționează un anumit tip de stimul.
- ✓ *Adaptarea.* Reduce până la dispariție răspunsul la acțiunea unui stimul puternic sau care acționează timp îndelungat. Capacitatea de adaptare a receptorilor este foarte diferită.

III.2.1. Analizatorul cutanat (fig.17)

Pielea este învelișul care protejează organismul uman de agresiunile mediului extern. În piele se află un număr mare de receptori foarte sensibili, care au rolul de a sesiza diferențele între cald și rece, apăsare, mângâiere, durere.

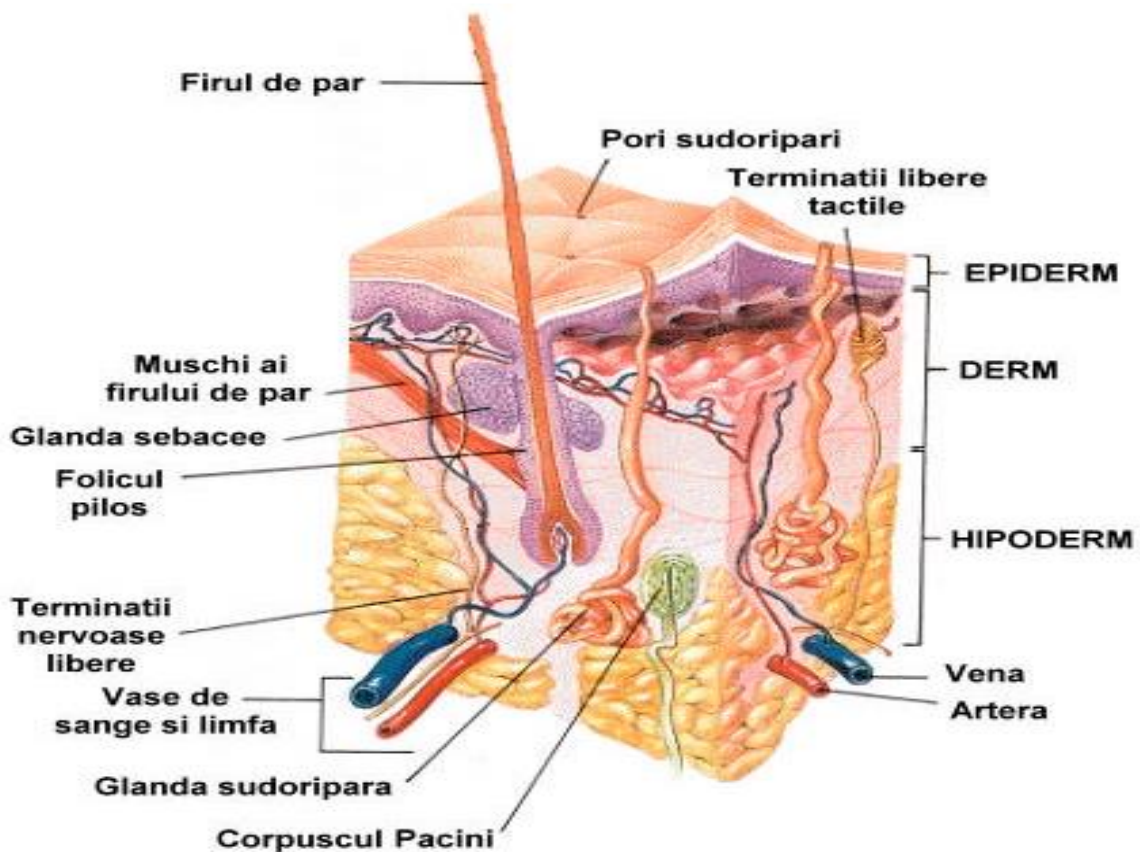


Figura 17. Structura pielii

Segmentul receptor

Pielea este alcătuită din trei straturi principale.

- ✚ Epiderma, stratul superficial al pielii, este alcătuită dintr-un epiteliu stratificat de tip cornos, ale cărui celule se regenerează în permanență. Epiderma conține terminații nervoase libere și este străbătută de fire de păr și de canalele excretoare ale glandelor sudoripare.
- ✚ Derma, situată sub epidermă, este alcătuită din țesut conjunctiv. Stratul superficial al dermei formează spre epidermă papilele dermice. Derma conține canalele de excreție ale glandelor sudoripare, o rețea vasculară și receptori nervoși.

Receptorii sunt (fig.17):

- ✓ *terminațiile nervoase libere* (receptori ai tactului și presiunii);
- ✓ *discurile Merkel* (de percepere a proprietăților fine ale obiectelor);
- ✓ *corpusculii Meissner* (de percepere a atingerilor foarte fine și a vibrațiilor cu o frecvență mai mică de 60 cicli/sec);
- ✓ *corpusculii Krause* (de percepere a temperaturilor scăzute).

Derma mai conține partea superioară a foliculului pilos, glande sebacee și un mușchi neted piloerector. Acest mușchi ridică firele de păr sub acțiunea impulsurilor nervoase primite prin fibrele simpatice.

 *Hipoderma* este stratul profund care separă pielea de structurile subiacente. Este formată din țesut conjunctiv lax, bogat în celule adipoase, îndeplinind rolul de rezervă nutritivă, de izolator termic și mecanic. Hipoderma conține partea profundă a foliculilor piloși, glomerulii glandelor sudoripare, o rețea vasculară și receptori nervoși (corpusculii *Vater-Pacini*, *Ruffini* și *Golgi-Mazzoni*).

Prin receptorii pe care îi conține, pielea asigură sensibilitatea tactilă, presională și vibratorie, termică și dureroasă.

Receptorii tactili sunt sensibili la cele mai mici atingeri ale pielii.

Receptorii pentru presiune sunt sensibili la acțiunea mecanică de apăsare a pielii.

Din punct de vedere structural, receptorii tactili sunt terminații nervoase libere sau receptori încapsulați.

Capacitatea discriminativă tactilă depinde de densitatea receptorilor (numărul de receptori pe unitatea de suprafață) și de alți factori, cum ar fi temperatura. Creșterea temperaturii mărește sensibilitatea tactilă, în timp ce scăderea ei are efecte opuse.

Sensibilitatea discriminativă tactilă se determină măsurând distanța minimă la care doi stimuli pot fi percepute separat. Această distanță variază între aproximativ 2 mm la nivelul limbii și al degetelor și 50-60 mm la nivelul tegumentului spatelui.

Acuitatea tactilă a degetelor este utilă îndeosebi nevăzătorilor pentru citirea Braille. Simbolurile Braille sunt puncte în relief, așezate în pagină la distanțe de 2,5 mm. Pipăind aceste puncte în relief pe pagină, un nevăzător experimentat poate citi până la 100 de cuvinte pe minut.

Receptorii tactili și de presiune se adaptează, în general, foarte rapid. De aceea contactele permanente nu sunt percepute (îmbrăcăminte, presiunea atmosferică).

Segmentul intermediar (calea de conducere)

Primul neuron se află în ganglionul spinal, aflat pe traiectul rădăcinii posterioare a nervului spinal. Fibrele sensibilității termice, dureroase și tactile fac sinapsă cu cel de-al II-lea neuron în cornul posterior al măduvei spinării, axonul acestui neuron trece în cordoanele laterale, formând *fasciculele spinotalamic lateral (termic-dureros)* și *spinotalamic anterior (tactil)*. Cel de-al treilea neuron se află în talamus, iar axonul acestuia proiectează informația în cortex.

Segmentul central

Este reprezentat de neocortexul receptor, aflat în *girusul postcentral* din lobul parietal (*aria somestezică I*). Fiecare zonă a corpului are o proiecție corticală. În zona senzitivă diferitele segmente ale corpului sunt reprezentate de sus în jos, cea mai bogată reprezentare o au buzele, limba și mâna cu degetele, mai ales degetul mare. Dacă proiecția senzitivă ar fi desenată, ar reprezenta un om în miniatură – *homunculus senzitiv* – răsturnat, mult deformat ca proporții, în funcție de numărul

receptorilor. În peretele superior al șanțului lateral se află *aria somestezică II*, unde se face proiecția sensibilității tactile grosiere.

III.2.2. Analizatorul olfactiv (fig.18)

Simțul mirosului (olfacția) la om este localizat în cavitatea nazală. Miresmele din jurul nostru ne aduc informații despre obiectele sau ființele din mediul înconjurător. Mirosul ne informează despre calitatea aerului sau despre starea unor alimente, ne ajută la recunoașterea persoanelor și a locurilor, uneori chiar la rețineră amintirilor.

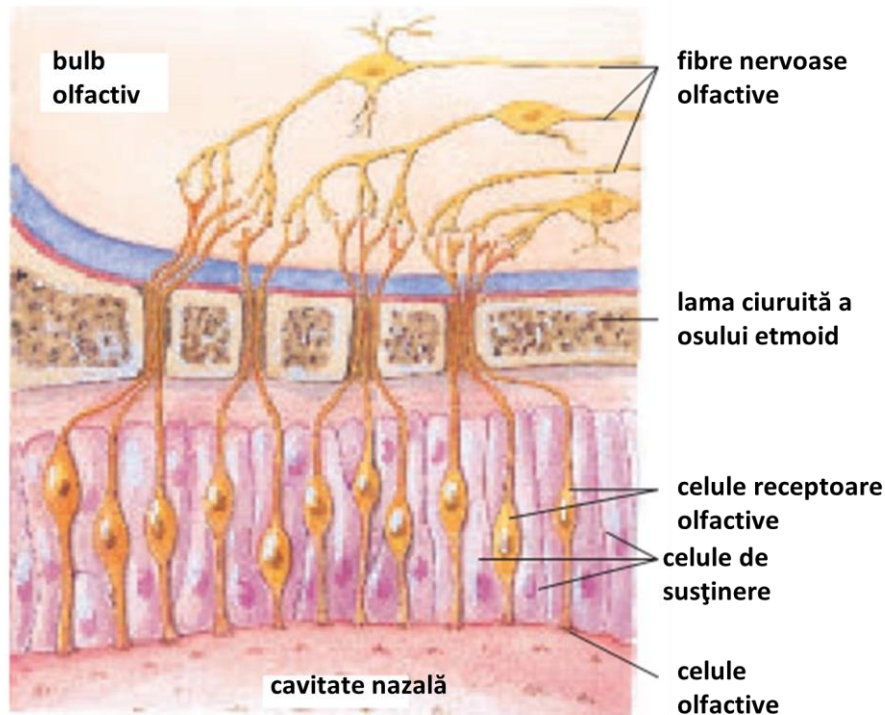


Figura 18. Analizatorul olfactiv

Segmentul receptor este reprezentat de *mucoasa olfactivă*, o parte a mucoasei care căptușește cavitatea nazală. Mucoasa olfactivă apare ca o zonă limitată la o suprafață de 2-3 cm². Este galbenă și permanent umedă. Mucoasa olfactivă este alcătuită dintr-un strat de *celule epiteliale* (de susținere), între care se află *celulele alungite receptoare*.

Receptorii olfactivi sunt *chemoreceptori*, deoarece sunt stimulați de substanțe chimice volatile, antrenate de aerul inspirat și dizolvate în lichidul vâcos de la suprafața mucoasei olfactive.

Celulele receptoare sunt neuroni olfactivi bipolari (protoneuronul căii), ale căror dendrite sunt situate printre celulele de susținere. Dendritele se termină cu o mică veziculă (buton olfactiv), prevăzută cu 6-12 cili. Cili olfactivi ies la suprafața mucoasei în mucusul secretat de celulele glandulare ale acesteia.

Neuronul olfactiv (protoneuronul) intră, deci, în contact direct cu excitantul, fără niciun dispozitiv de receptare, selectare sau dirijare a informației. Axonul său transmite direct centrului imediat superior o simplă informație: prezența sau absența excitantului olfactiv.

Segmentul de conducere - axonii neuronilor olfactivi bipolari, care formează nervii olfactivi, străbat lama ciuruită a osului etmoid (de la baza craniului) și pătrund în *bulbii olfactivi*.

Aici fac sinapsă cu *celulele mitrale* (neuroni ganglionari multipolari), deutoneuronul căii. Axonii celulelor mitrale formează tracturile olfactive și se termină în cortex.

Segmentul central este localizat în *aria olfactivă* din paleocortex. Sensibilitatea olfactivă este foarte diferită de la un individ la altul, chiar la același individ variază în unele situații: înainte de masă sensibilitatea olfactivă este mai mare decât după aceea. Se apreciază că sensibilitatea olfactivă este mai mare la copii decât la vârstnici. La femeile însărcinate sau în cazul unor boli digestive, sensibilitatea olfactivă este mărită.

Intensitatea senzațiilor olfactive depinde și de alți factori: concentrația substanțelor odorante, gradul lor de solubilitate, umiditatea și sănătatea mucoasei.

O substanță odorantă care persistă mult timp în jurul nostru determină *fenomene de adaptare olfactivă*, intensitatea excitației scăzând până la dispariție, deși stimulul persistă. Este posibilă însă formarea altor senzații olfactive sub acțiunea unor substanțe care nu au acționat până atunci.

III.2.3. Analizatorul gustativ

Segmentul receptor

Limba este organul gustativ. Dacă privim cu lupa suprafața acesteia, observăm proeminente și rugozități, denumite *papile*. Papilele au forme diferite: *firișoare* (filiforme), ca *filele unei cărți* (foliate), *ciupercute* (fungiforme) sau în *formă de potir* (caliciforme sau circumvalate). Primele două tipuri de papile au rol în sensibilitatea tactilă și termică. Papilele fungiforme și circumvalate sunt papile gustative, prevăzute cu chemoreceptori.

Receptorii sunt *muguri gustativi* (**fig.19**) care includ *celulele senzoriale* și *celule de susținere*. Se găsesc în papilele din mucoasa linguală și, în număr mai redus, și în mucoasa labială, a obrazilor, a vălului palatin, a faringelui și a epiglotei. În mucoasa linguală, mugurii gustativi se află în șanțul din jurul papilelor circumvalate. Ei sunt în număr de 6-12, dispuși în V la baza limbii. Aceștia se mai găsesc și la suprafața papilelor fungiforme de pe fața dorsală a limbii, ca și în șanțurile dintre papilele foliate de pe marginile limbii. *Receptorii gustativi* sunt *chemoreceptori*, stimulați de substanțe saporice, dizolvate în apă și salivă. Substanțele insolubile, insipide, nu au gust. Papilele filiforme nu au muguri gustativi.

Segmentul de conducere

Corpul celular al primului neuron se află în ganglionul de pe traiectul nervilor VII (facial), IX (glosfaringian) și X (vag). *Nervii* care conduc sensibilitatea gustativă sunt *nervul facial* (VII) pentru mugurii din partea anterioară a limbii (2/3), *nervul glosfaringian* (IX) pentru treimea posterioară și *nervul vag* (X) pentru restul mugurilor gustativi. Fibrele acestor nervi se alătură în bulb, unde fac sinapsă cu deutoneuronul căii. După încrucișare, axonii deutoneuronilor ajung în nucleii specifici de releu din talamus, unde fac sinapsă cu al treilea neuron, care proiectează în scoarța cerebrală.

Segmentul central se găsește în *partea inferioară a girusului postcentral* din lobul parietal, în același loc unde se proiectează sensibilitatea generală a feței.

Capacitatea discriminativă gustativă este mică. Omul percepe *patru gusturi fundamentale*: acru, sărat, amar și dulce. Gustul variat al diferitelor alimente rezultă din combinațiile celor patru gusturi fundamentale, asociate cu senzațiile olfactive și buco-faringiene (tact, temperatură).

Gustul acru este localizat pe marginile limbii, la nivelul buzelor și al gingiilor.

Gustul sărat este perceput pe marginile stângă și dreaptă ale limbii, în partea sa anterioară.

Gustul amar este perceput spre baza limbii.

Gustul dulce, la vârful limbii.

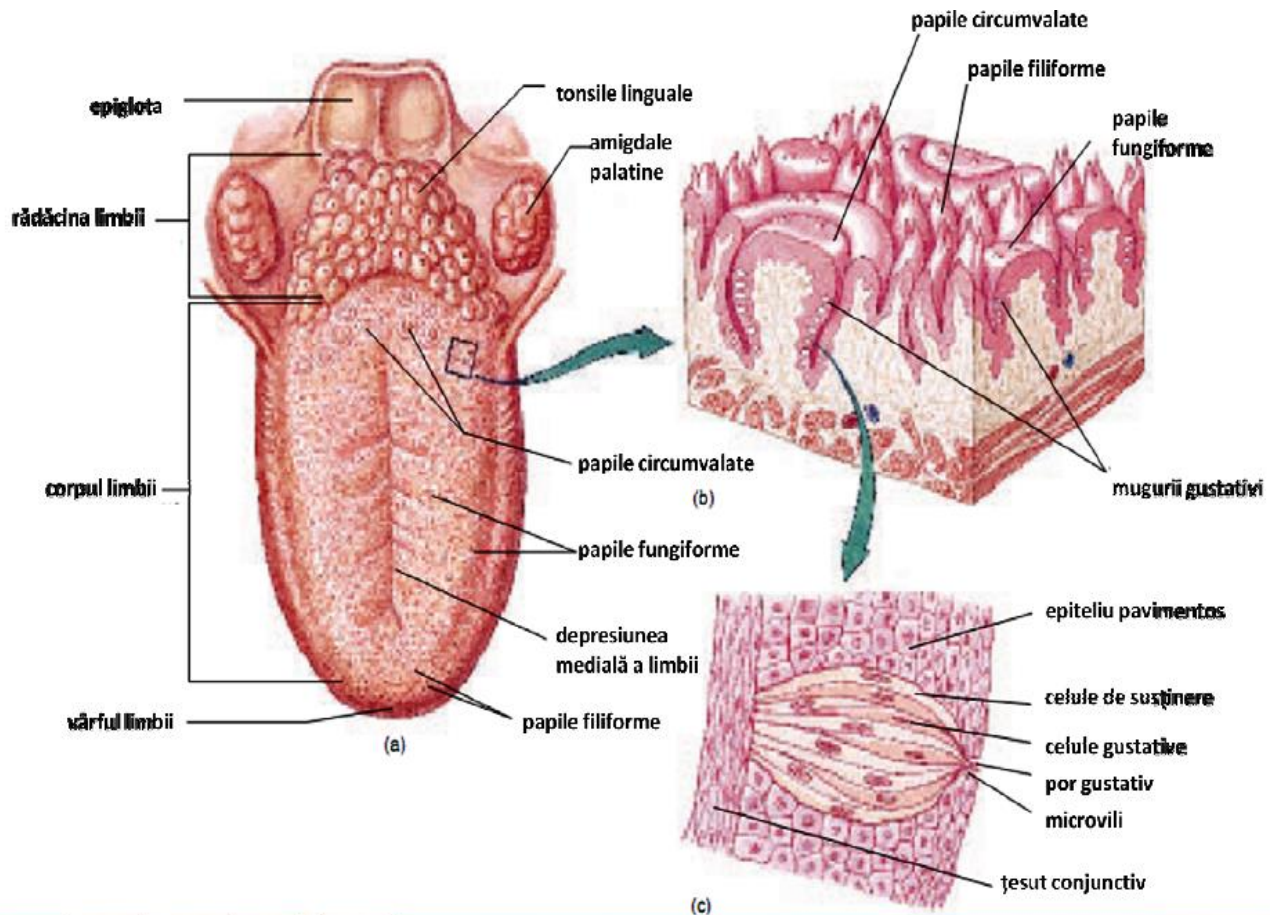


Figura 19. Receptorii gustativi; a – morfologia limbii; b – secțiune prin papilele gustative; c – structura unui mugure gustativ.

Există un al cincilea gust, denumit *umami* (savoarea gustului). Este dat de un neurotransmițător, glutamatul monosodic, numit și potențator de gust.

Mugurii gustativi din mucoasa faringiană și epiglotică percep, prin asociație, toate gusturile fundamentale.

Sensibilitatea gustativă variază în funcție de concentrația diferitelor substanțe sau de vârsta și sexul persoanelor. La vârstnici este mai redusă decât la adulți.

Unele persoane au o sensibilitate foarte mare pentru anumite gusturi (de exemplu, degustătorii de vinuri).

Excitațiile gustative produse simultan se pot influența reciproc. Astfel, o soluție diluată de zahăr dă o senzație mai puternică de dulce dacă conține clorură de sodiu. Gusturile își îmbină nuanțele, se accentuează sau se șterg, fapt utilizat pe scară largă în gastronomie. Există o mare diversitate a gusturilor pentru alimente, dar toate au trei componente negustative comune:

- ✓ *componenta termică*, participă discret prin intermediul mirosului;
- ✓ *componenta tactilă*, care iuțește mâncarea și este excitată prin condimente;
- ✓ *componenta osmică* - mirosurile degajate de alimentele calde îmbunătățesc gustul produselor alimentare.

III.2.4. Analizatorul vizual (fig.20)

Vederea furnizează cea mai mare cantitate de informații din mediul extern. Ochiul transformă energia undelor electromagnetice din spectrul vizibil (cu lungimi de undă între 400-700 nm) în impuls nervos. Vederea permite diferențierea formei, luminozității și culorii obiectelor și în același timp are un rol important în orientarea spațială, în menținerea echilibrului și în activarea corticală difuză, contribuind astfel la integrarea organismului în mediu.

Analizatorul vizual este format din segmentul *receptor* (segmentul periferic), *calea de conducere* (segmentul intermediar) și *segmentul cortical de proiecție* (segmentul central).

Segmentul receptor este localizat la nivelul globului ocular. Acesta, împreună cu anexele de mișcare (mușchii extrinseci globului ocular) și cu cele de protecție (pleoape, gene, conjunctiva, glandele lacrimale, sprâncene) formează ochiul.

Globul ocular găzduiește receptorii pentru vedere. Este alcătuit din trei învelișuri și mai multe medii transparente, prin care lumina ajunge la acești receptori. Învelișurile sunt: *sclerotica*, *coroida* și *retina*.

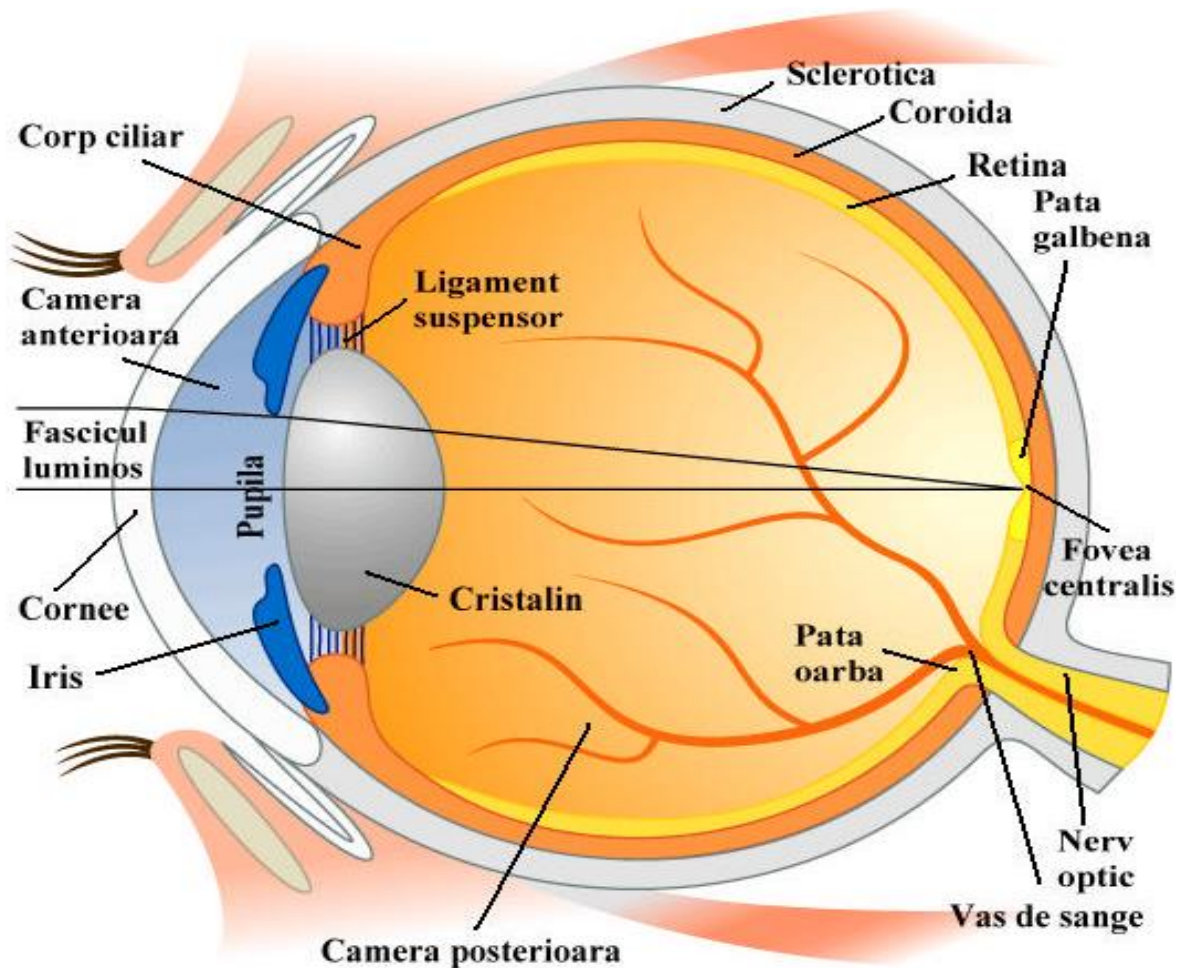


Figura 20. Componentele globului ocular

Sclerotica este învelișul extern și are rol protector. La exterior se prind mușchii globului ocular: mușchiul drept extern, drept intern, drept superior, drept inferior, oblic inferior și oblic superior. La polul anterior al globului, sclerotica se bombează și devine transparentă, luând numele de *corneea*.

Coroida este învelișul care asigură nutriția globului ocular, conținând vase, nervi și pigmenți. Spre partea anterioară prezintă o îngroșare numită *corp ciliar*, alcătuit din *mușchi ciliari* și din vase

de sânge ghemuite numite *procese ciliare*. Mușchii ciliari sunt mușchi netezi, orientați radiar și circular. Procesele ciliare au rolul de a produce o substanță numită *umoare apoasă*. În prelungirea corpului ciliar, la polul anterior al globului, se află un diafragm numit *iris*, care are un orificiu central - *pupila*. În alcătuirea irisului se află mușchi netezi, circulari și radiari. Contractția mușchilor circulari duce la micșorarea pupilei, iar contractia mușchilor radiari - la dilatarea pupilei.

Retina, învelișul intern, acoperă doar 2/3 posterioare ale coroidei. Este alcătuită din celule receptoare specializate și din neuroni conectați la aceste celule, care transmit informația spre centrii nervoși. Spre coroidă, retina conține un strat de pigmenți de culoare brună, care formează o cameră obscură în jurul celulelor receptoare. La polul posterior al retinei se află:

- ✚ pata galbenă (*macula lutea*), cu o depresiune în centru - *fovea centralis*;
- ✚ pata oarbă, numită așa deoarece nu conține receptori pentru lumină. Pata oarbă reprezintă zona prin care nervul optic părăsește globul ocular.

Segmentul periferic

Celulele receptoare sunt de două tipuri: *cu conuri* și *cu bastonașe*.

Celulele cu bastonaș (125-130 de milioane) sunt foarte sensibile la lumină. Sunt receptorii vederii nocturne, dar nu pot percepe detalii ale obiectelor sau culorile. Aceste celule se află în cantitate mare la periferia retinei și sunt absente în *fovea centralis*.

Celulele cu conuri (5-7 milioane) au un prag de sensibilitate mult mai înalt. Sunt răspunzătoare de vederea la lumină puternică și de distingerea culorilor. Aceste celule ocupă în exclusivitate *fovea centralis* și se află în număr redus la periferia retinei.

Pentru a ajunge la celulele receptoare, lumina trebuie să treacă prin mai multe medii transparente: corneea, camera anterioară, cristalinul și camera posterioară.

Corneea nu conține vase de sânge, dar este bogat inervată, fiind sensibilă la stimuli externi (dureroși, tactili).

Cristalinul are forma unei lentile biconvexe, care desparte camera anterioară de cea posterioară. Este legat printr-un ligament suspensor de corpul ciliar. Mușchii corpului ciliar au rolul de a regla convexitatea cristalinului: atunci când se contractă mușchii circulari, cristalinul se bombează, iar când se contractă mușchii radiari - cristalinul se aplatizează.

Camera anterioară se află între corneea și cristalin, iar *camera posterioară*: între cristalin și retină. În camera anterioară se află *umoare apoasă*, iar în camera posterioară - *umoare vitroasă* (corpul vitros).

Segmentul intermediar

Neuronii care intră în alcătuirea retinei reprezintă primul și al II-lea neuron al căii vizuale. Primul neuron este conectat la celulele receptoare, iar cel de-al II-lea - la primul neuron. Axonii celui de-al II-lea neuron se grupează, formând nervul optic, și părăsesc ochiul prin pata oarbă. Al III-lea neuron al căii vizuale se află în metatalamus, de unde informația este proiectată în emisferele cerebrale. Segmentul de conducere este format dintr-un lanț de *neuroni bipolari* (protoneuronul căii), care prin dendrite fac sinapsă cu celulele fotosensibile, iar prin axoni, cu *neuroni ganglionari multipolari* (deutoneuronul căii).

Segmentul central

Este reprezentat de aria vizuală primară, aflată în lobul occipital. În vecinătate se află mai multe arii de asociație, conectate cu lobi frontali și parietali, implicate în procese psihovizuale complexe.

Câmpul vizual este spațiul cuprins cu privirea atunci când aceasta este fixată asupra unui punct. La om, cea mai mare parte a câmpului vizual este asigurată de ambii ochi (vedere binoculară)

și doar o parte din câmpurile temporale de către un singur ochi (vedere monoculară). Câmpul vizual binocular reunește cele două câmpuri monoculare, suprapuse în zona nazală.

Aparatul optic

Formarea imaginilor pe retină se datorează aparatului optic al globului ocular, alcătuit din corneea, umoare apoasă, cristalin și corp vitros. Datorită corneei și cristalinului, aparatul optic are o convergență pozitivă, care face posibilă proiectarea imaginilor pe retină, iar irisul reglează cantitatea de lumină care pătrunde în ochi. Claritatea imaginii la distanță și în apropiere se datorează acomodării ochiului prin creșterea convergenței cristalinului, adică prin modificarea razei de curbură a suprafeței sale anterioare, datorită contracției mușchilor ciliari circulatori.

Acomodarea reprezintă modificarea puterii de refracție a cristalinului, în funcție de distanța la care se află obiectele privite. Punctul cel mai apropiat de ochi, la care vedem clar un obiect, cu efort acomodativ maximal, se numește *punct proxim*. Punctul cel mai apropiat de ochi la care vedem clar, fără efort acomodativ, se numește *punct remotum* (6 m). Practic, un obiect aflat mai aproape de ochi decât punctul proximum nu poate fi văzut clar, iar la o distanță de 6 m, obiectele se văd clar fără acomodare. Punctum proximum scade cu vârsta din cauza diminuării elasticității cristalinului. La persoanele vârstnice acomodarea ochiului are loc între limite reduse. Defecțiunea se numește presbitism și se corectează cu lentile convexe.

III.2.5. Analizatorul acustic (auditiv) (fig.21)

Analizatorul auditiv este organul de simț care asigură perceperea undelor sonore, orientarea în spațiu și vorbirea ca mijloc de comunicare interumană.

Urechea este analizatorul care deosebește sunetele unele de altele, dând semnificație lumii sonore care ne înconjoară. Acest organ de simț este format din *aparatul de captare și transmitere a undelor sonore* (situat în urechea externă și medie) și din *aparatul de receptare a sunetelor* (situat în urechea internă).

Urechea se împarte în: *urechea externă*, *urechea medie* și *urechea internă*. Receptorii se află la nivelul urechii interne.

Urechea externă este formată din *pavilion* și *conductul auditiv extern*.

Pavilionul urechii este alcătuit dintr-un schelet fibrocartilagos învelit în tegument și prezintă pe suprafața sa neregularități care permit captarea sunetelor și orientarea lor spre conductul auditiv.

Conductul auditiv are o lungime de 2,5-3 cm și se întinde până la membrana timpanului.

Timpanul reprezintă poarta de intrare a sunetelor în urechea medie. Este o membrană fibroasă, groasă și vascularizată, care poate vibra cu 30-30000 cicli pe secundă la undele sonore primite prin conductul auditiv. Timpanul are rolul de rezonator.

Urechea medie (camera timpanului) este o „mini-tobă” de mărimea unei aspirine, având de o parte și de alta două fețe concave. Se formează într-o cavitate a osului temporal. Ea este plină cu aer la presiune atmosferică, datorită comunicării cu naso-faringele prin *trompa lui Eustachio*. La fiecare înghițitură, trompa se deschide și aerul intră în urechea medie, egalizând presiunea interioară cu cea atmosferică. De aceea, guturaiul poate avea ca urmare infecția urechii medii (otita); în condiții de creștere a presiunii exterioare (explozii, tunete, sunetul avioanelor supersonice, difuzoare cu peste 100 decibeli) se impune necesitatea de a deschide gura ori de a înghiți repetat sau de a țipa.

Cele două membrane rezonatoare ale urechii medii sunt *timpanul* și *fereastra ovală*. Mai jos de fereastra ovală se găsește *fereastra rotundă* (timpanul secundar).

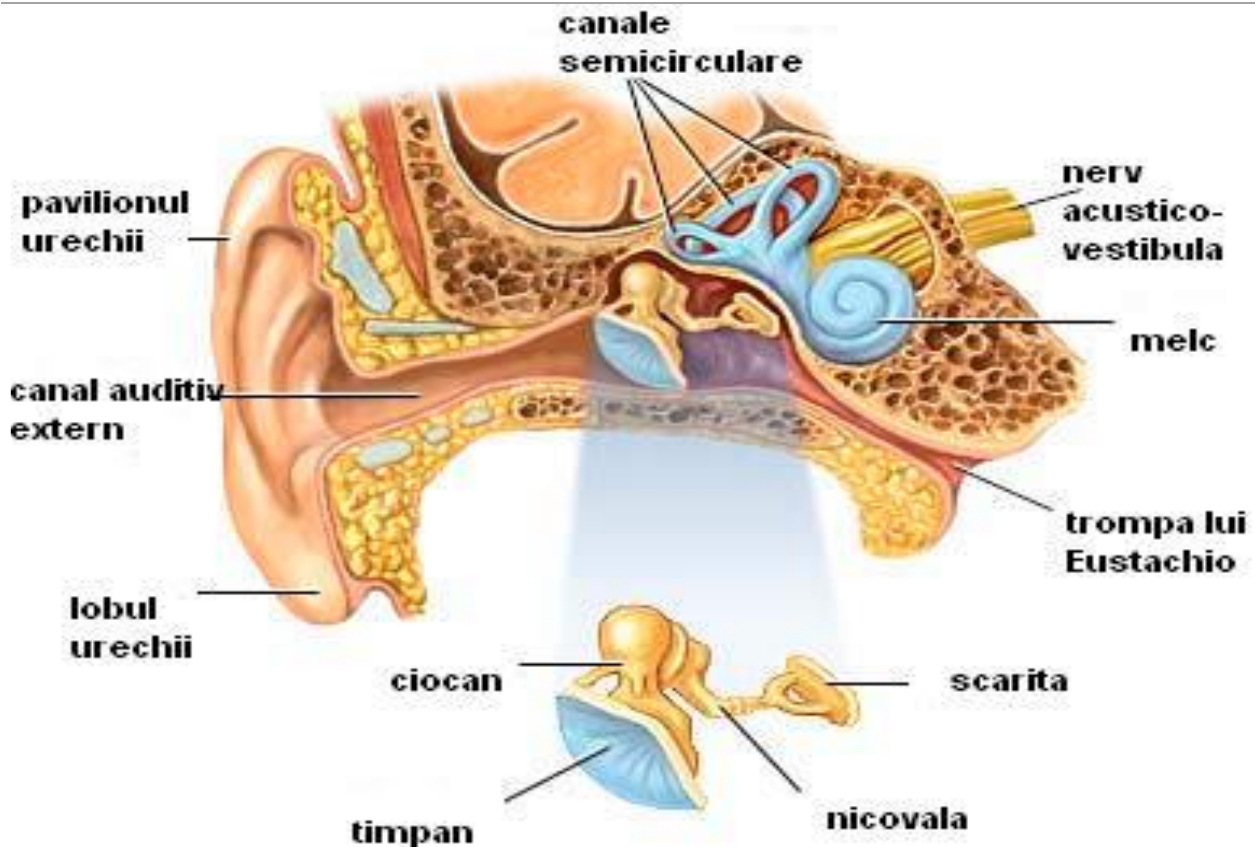


Figura 21. Structura analizatorului auditiv

Transmiterea vibrațiilor este realizată de trei oscioare articulate, suspendate de pereții urechii medii prin ligamente și doi mușchi. Oscioarele auzului sunt: *ciocanul*, care este prins pe fața internă a timpanului, *nicovale* și *scărița*, care se sprijină pe fereastra ovală. Mușchii atașați oscioarelor contribuie la modificarea intensității sunetelor. Astfel, contracția mușchilor ciocanului poate diminua amplitudinea sunetelor prea puternice. Con tracția mușchilor scăriței amplifică vibrațiile prea slabe. La *amplificarea sunetelor* mai contribuie și diferența de suprafață dintre timpan și membrana ferestrei ovale (timpanul este de 13 ori mai mare decât suprafața ferestrei ovale).

Segmentul receptor

Dincolo de membrana ferestrei ovale, în urechea internă (**fig.22**), se găsește receptorul pentru sunete.

Urechea internă se află într-o cavitate situată în stânca osului temporal. Este formată din *labirintul osos*, alcătuit la rândul său din *vestibul osos*, *canale semicirculare osoase* și *melc osos* sau *cochlee*. În labirintul osos se găsește un lichid, numit *perilimfă*. În interior se află *labirintul membranos*, format din:

- ✚ *vestibulul membranos*, având două vezicule (utricula și sacula);
- ✚ *canalele semicirculare membranoase*;
- ✚ *melcul membranos* sau *canalul cohlear*.

În labirintul membranos se găsește un lichid, numit *endolimfă*.

Melcul osos (cochleea) este un canal osos, spiralat în jurul unui ax oso numit *columelă*. De la columelă pornește o lamă osoasă, subțire (lama spirală osoasă), care împarte incomplet cavitatea melcului în două compartimente, *unul superior* (rampa vestibulară) și *altul inferior* (rampa

timpanică). Cele două compartimente conțin *perilimfă*, un lichid cu o compoziție asemănătoare lichidului cefalorahidian, și comunică cu vârful melcului prin helicotrează.

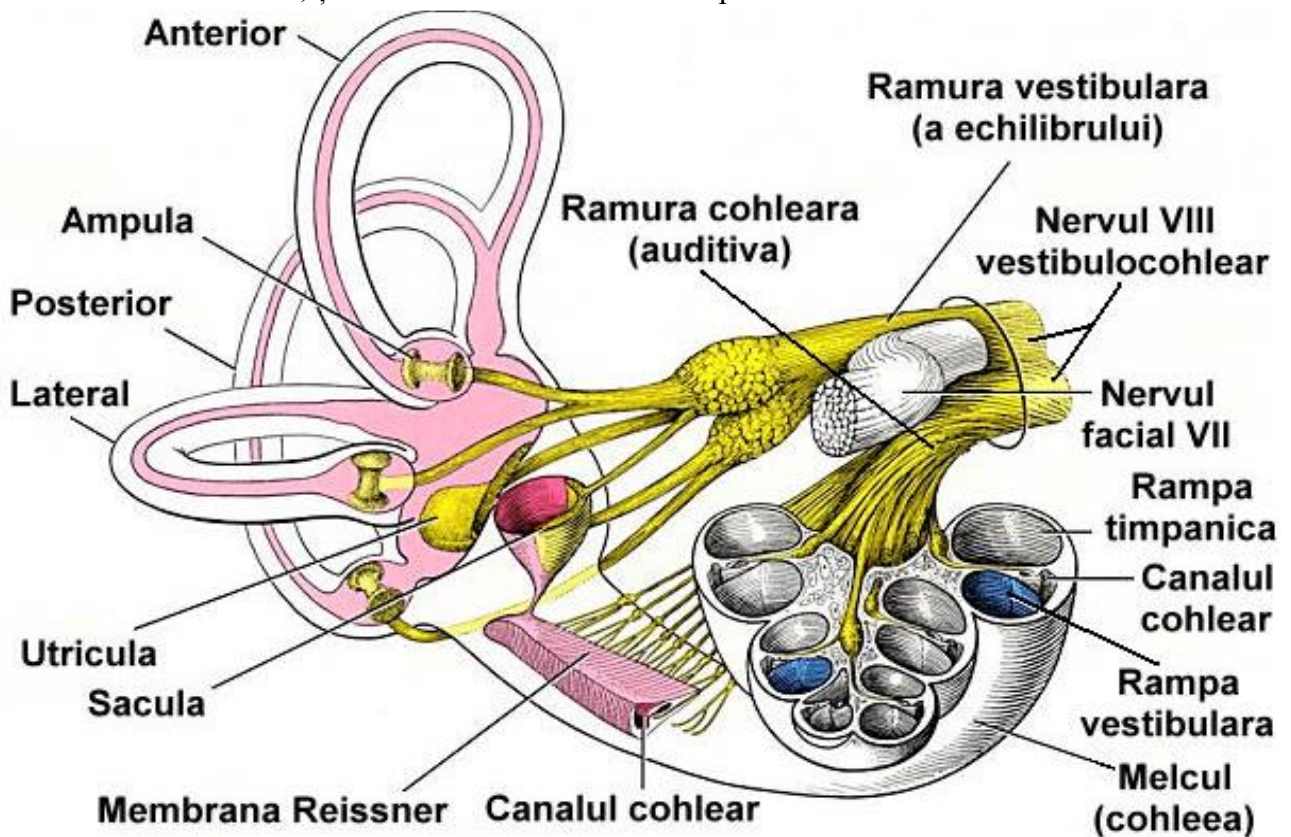


Figura 22. Structura urechii interne

Melcul membranos (canalul cochlear) ocupă numai o parte a melcului osos, fiind delimitat de rampa timpanică prin membrana bazilară (continuarea lamei spirale osoase) și de rampa vestibulară prin membrana Reissner. Este un tub răsucit în spirală, îngustat de la bază spre vârf și plin cu *endolimfă*. Membrana bazilară îl parcurge în lungime și este formată din aproximativ 50000 de corzi elastice, fibre microneuronale, întinse în lățimea membranei, una lângă alta. Lungimea fiecărei coarde corespunde unui anumit număr de vibrații, ca și coardele unui pian sau harpe. Pe fiecare dintre corzile membranei bazilare se află grupate *celule senzoriale ciliate* (*mecanoreceptori* - receptori pentru vibrații), formând *organul Corti*. Alte celule, dispuse în arcade, formează *tunelul Corti*, celelalte sunt *celule de susținere*. Celule receptoare auditive sunt înconjurate la bază de prelungirile dendritice ale neuronilor din ganglionul spiral Corti, situat în columelă (protoneuronul căii). Extremitatea ciliată a celulelor auditive vine în contact cu *membrana tectoria*, aflată deasupra organului Corti.

Segmentul de conducere

Axonii neuronilor din *ganglionul Corti* formează ramura acustică a nervului cranian VIII. Acesta face sinapsă cu neuronii din nucleii cochleari pontini (deutoneuronul căii). Majoritatea axonilor deutoneuronilor se încrucișează în punte și fac sinapsă cu al treilea neuron, în corpul geniculat medial (metatalamus). Din metatalamus, informația auditivă ajunge la scoarța cerebrală.

Segmentul central

Aria auditivă primară se află în *lobul temporal*. Aici se formează senzația de auz. Există însă și arii de asociație, localizate cu deosebire în *cortexul parietal*.

Din impulsurile nervoase, care codifică sunetele receptate, neuronii din cortex încheagă armonii, melodii, zarvă etc. *Cortexul* este dispozitivul *integrator* care leagă senzațiile auditive de altele vizuale, tactile, musculare etc., realizând o percepție complexă care este memorată în circuite și mecanisme de rețea. În general, percepțiile auditive „îmbracă” un obiect vizualizat în noțiunile abstractizate logic prin cuvânt.

Mecanismul auzului

Membrana *ferestrei ovale* vibrează cu frecvența și amplitudinea transmisă de oscioare. Vibrațiile acestei membrane sunt transmise *perilimfei* din rampa vestibulară și, prin helicotrează, *perilimfei* din rampa timpanică. Fereastra ovală se bombează spre urechea medie și creează spațiul necesar vibrației. Vibrația *perilimfei* se transmite *endolimfei*, undele lichidului fiind similare cu cele ale aerului (produse de sunet). Undele *endolimfei* se abat peste *corzile membranei bazilare*, care prin mișcarea lor vibratorie ridică *celulele senzoriale auditive*. Cilii acestor celule inclavate în *membrana tectoria* sunt îndoiți, iar *celulele auditive sunt excitate*. Excitația se transformă în *impulsuri nervoase*, care sunt transmise cortexului.

III.2.6. Analizatorul vestibular

Analizatorul vestibular (sau organul de simț al echilibrului) participă alături de alți analizatori (kinestezic, cutanat, optic, acustic) la menținerea echilibrului static și dinamic al organismului.

Segmentul receptor

Receptorii vestibulari sunt localizați în *utriculă*, *saculă* și în trei *canale semicirculare* pline cu *endolimfă*, din urechea internă. Cele *trei canale semicirculare*, deschise în *utriculă* prin 5 orificii, sunt orientate fiecare spre unul dintre cele trei planuri spațiale: orizontal, vertical-sagital și vertical-frontal.

Fiecare canal are la unul din capete o dilatație numită *ampulă*, unde se află organul receptor, *creasta ampulară*. Aceasta este formată din *celule de susținere* și *celule senzoriale*. Celulele senzoriale sunt prevăzute cu cili groși și lungi, care pătrund în masa gelatinoasă (cupula) ce acoperă suprafața crestei ampulare. La baza celulelor senzoriale se găsește o rețea de fibre nervoase, dendrite ale neuronilor din ganglionul vestibular Scarpa. Crestele ampulare sunt receptorii vestibulari pentru mișcarea rotatorie.

În *utriculă* și *saculă* se află *aparatură otolitică*, sau macula, care constituie receptorul static de postură și mișcare rectilinie. Aparatură otolitică este alcătuită din celule receptoare și de susținere. *Celulele receptoare senzoriale* sunt prevăzute cu cili, care pătrund într-o membrană gelatinoasă sub formă de rețea, situată deasupra maculei. În această membrană se află *concrețiuni fine de carbonat de calciu (otoliți)*. Ele stimulează mecanic celulele ciliate. În jurul și la baza celulelor receptoare se găsesc fibrele nervoase ale ramurii vestibulare a nervului acustico-vestibular, care se alătură fibrelor nervoase provenite din ampule.

Segmentul de conducere

Dendritele neuronilor situați în ganglionul Scarpa (protoneuronul) culeg informații de la nivelul celulelor receptoare, iar axonii formează *ramura vestibulară a nervului cranian VIII*. Nervul vestibular pătrunde în cutia craniană și face sinapsă în nucleii vestibulari din bulb (deutoneuronul).

O parte din fibrele nucleilor vestibulari ajung la *scoarța cerebeloasă* din arhicerebel (prin fibre vestibulo-cerebeloase), contribuind la coordonarea echilibrului static și dinamic. Altele ajung la *nucleii motori de origine ai nervilor cranieni III, IV și VI* (fibre vestibulo-nucleare) care inervează musculatura extrinsecă a globului ocular și, prin *fasciculul vestibulospinal*, la motoneuronii somatici

ai măduvei spinării, contribuind la reglarea tonusului muscular. O parte din fibrele *nucleilor vestibulari din bulb* au traseul până la *talamus*, unde fac sinapsă cu cel de-al treilea neuron, al cărui axon proiectează în *scoarța cerebrală*.

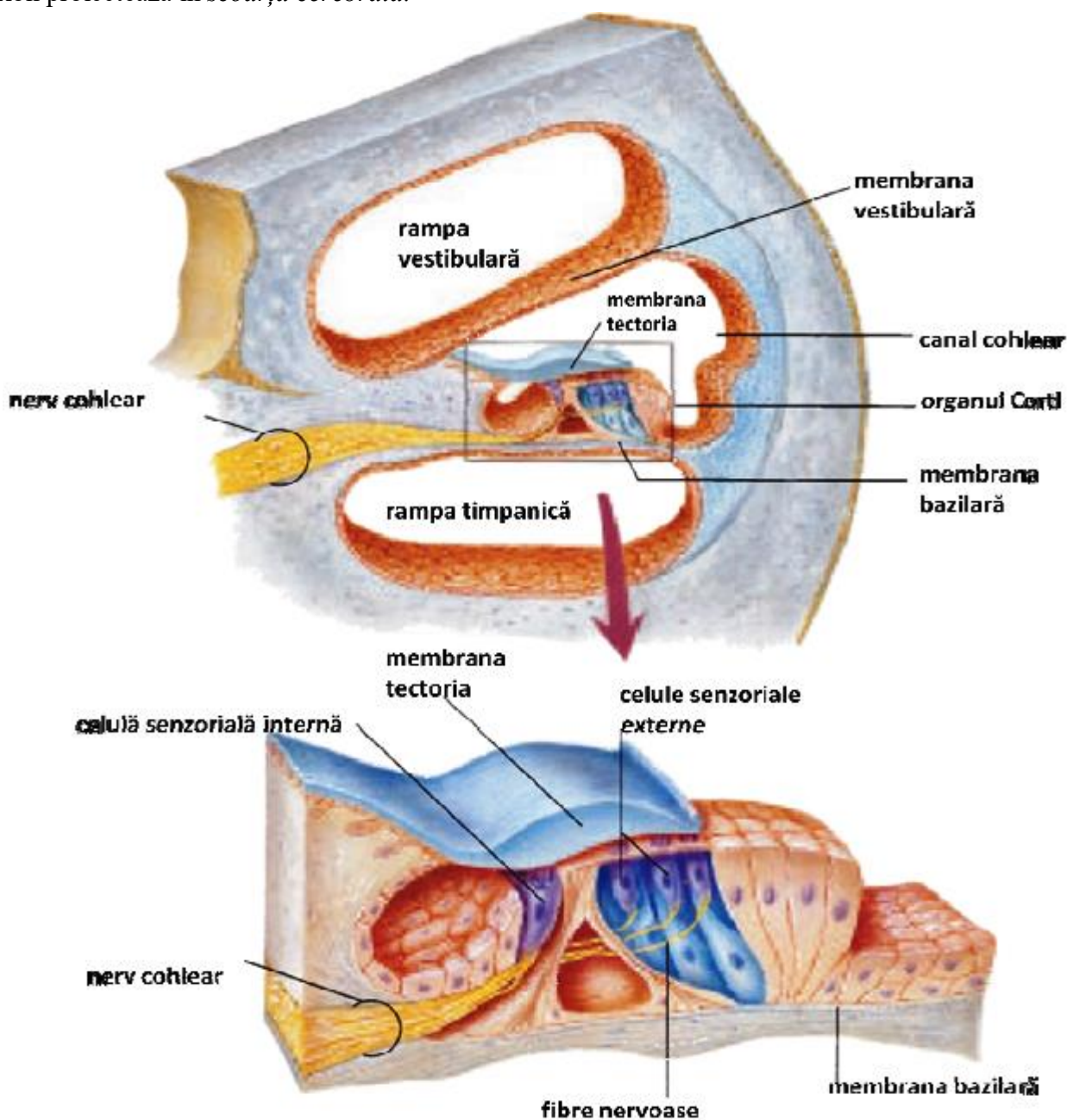


Figura 23. Receptorii auditivi

Segmentul central se află în *lobul temporal*, în partea posterioară a *girusului temporal superior*.

Perceperea mișcărilor de rotație implică activitatea canalelor semicirculare. Lichidul din aceste canale curge și deplasează masa gelatinoasă din ampule. Ca urmare, ciliile celulelor senzoriale sunt excitați și se formează un impuls nervos.

Perceperea mișcării rectilinie se obține prin mișcarea otoliților în utriculă și saculă. Când corpul este imobil, otoliții din utriculă și saculă rămân nemișcați în substanța gelatinoasă, deasupra celulelor ciliate, exercitând o presiune asupra acestora. Dacă organismul se mișcă liniar, otoliții se

deplasează și substanța gelatinoasă se lasă într-o parte, atingând cilii, care generează un impuls nervos.

Simțul echilibrului este o „senzație care nu se simte”, acționăm fără să ne dăm seama. Mișcarea automată este asigurată de conexiunile dintre receptorii vestibulari și centrul tonusului și al mișcării, fiind controlată continuu prin feed-back. Mișcările uniforme nu determină excitarea receptorilor vestibulari, de aceea în tren sau avion mișcarea nu este percepută, dacă închidem ochii. Simțim mișcarea doar la oprire și la pornire.

Dereglările funcționale ale analizatorului vestibular pot fi temporare (rău de călătorie) sau permanente, în diverse boli. *Sindromul Menier* este o boală determinată de o acumulare de endolimfă care poate afecta canalele semicirculare, producând amețeli și pierderea echilibrului.

III.2.7. Analizatorul kinestezic (motor)

Creierul reușește să coordoneze mișcările voluntare (pe care dorim să le facem) printr-un reglaj central diferențiat, în care informațiile emise de *receptorii vestibulari* și de *receptorii musculari* ajung la centrii nervoși care coordonează tonusul, postura, gesturile în raport cu intenția. Printr-un sistem de feed-back, comanda este controlată clipă de clipă prin efectul produs.

Segmentul receptor

Mișcarea este rezultatul acțiunii de ansamblu a organului de simț kinestezic, format din milioane de receptori microscopici (proprioceptori) dispuși în milioane de fascicule musculare, tendoane, suprafețe articulare, ligamente.

După structura lor, există mai multe tipuri de proprioceptori:

- ✚ terminații nervoase libere;
- ✚ organe tendinoase Golgi, localizate printre fibrele tendinoase;
- ✚ corpusculi Vater-Pacini, dispuși în periost și articulații;
- ✚ fusuri neuromusculare, distribuite în tot corpul printre fibrele musculare striate.

Terminațiile nervoase senzitive primare formează o spirală în jurul fibrelor intrafusale. Ele au o viteză de conducere foarte mare. Deasupra și dedesubtul fibrelor senzitive primare se află *terminațiile senzitive secundare*, „în buchet”. Ele sunt mai subțiri și au o viteză de conducere mai lentă. Terminațiile senzitive sunt dendrite ale neuronilor somatosenzitivi din ganglionul spinal.

Organele tendinoase Golgi sunt situate la joncțiunea fibrelor musculare cu tendonul. Acestea sunt *rețele de terminații nervoase butonate* pe fibrele musculare, la inserția lor pe tendon. Aceste terminații nervoase sunt formate din dendritele neuronilor situați în ganglionul spinal.

Când fasciculele musculare se contractă, trag de tendon pentru a efectua mișcarea. Receptorii tendinoși percep intensitatea acestei tracțiuni (tensiunea contracției musculare). Dacă tensiunea de contracție musculară este prea mare, atunci impulsul nervos format este transmis măduvei spinării, care reduce activitatea mușchiului respectiv. Reflexul tendinos acționează, în consecință, ca un *mecanism de feed-back negativ*, care se opune dezvoltării unei tensiuni prea mari în mușchi, prevenind ruperea sau smulgerea inserțiilor acestora.

Fusurile neuromusculare sunt diseminate printre fibrele musculare striate, față de care se află în paralel. Sunt excitate de tensiunea dezvoltată în timpul contracției musculare. Fusurile neuromusculare sunt formate din 5-10 fibre musculare modificate numite fibre intrafuzoriale, conținute într-o capsulă conjunctivă. Fibrele musculare intrafuzoriale sunt de 2 tipuri: fibre cu sac nuclear și fibre cu lanț nuclear. Fibrele cu sac nuclear sunt lungi și groase și prezintă 2 aspecte diferite: spre polii fibrei, în zonele polare, striatiunile se păstrează iar nucleii se află în șir central.

Porțiunea centrală a fibrei (zona ecuatorială) este mult dilatată, fără strițiuni, necontractilă și conține 40-50 nuclei.

Fibrele cu lanț nuclear, subțiri și scurte, au calibru uniform, păstrează strițiunile iar nucleii sunt așezați în șir pe toată lungimea lor. Conțin miofibrile mai puțin numeroase.

Fusurile au inervație senzitivă și motorie:

a. **Inervația senzitivă** este asigurată de dendrite ale neuronilor senzitivi din ganglionul spinal. Unele dintre aceste terminații dendritice se numesc anulospirale și se rulează în jurul ecuatorului fibrelor cu sac nuclear, altele numite "în floare" se termină pe ecuatorul fibrelor cu lanț nuclear.

b. **Inervația motorie** este asigurată de axonii neuronilor γ (gama) din cornul anterior al măduvei.

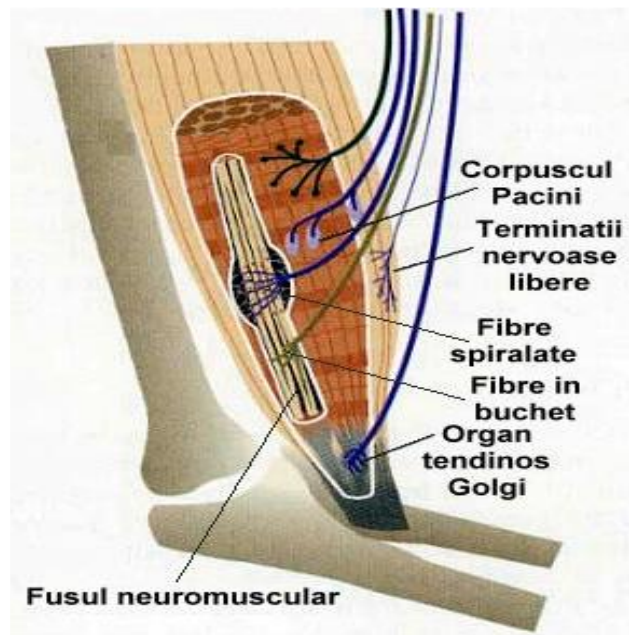


Figura 24. Receptori kinestezici

Stimularea fusului neuromuscular se poate produce prin întinderea mușchiului și prin contracția capetelor fusului. Con tracția capetelor produce întinderea zonei centrale a fusului și excitarea terminațiilor senzitive. Ca urmare, produce contracția reflexă a mușchiului.

Segmentul de conducere

Impulsurile de la proprioceptorii musculo-articulari se transmit la centrii nervoși superiori pe două căi. Aceste căi ale sensibilității proprioceptive *conștiente* (fasciculul Goll-Burdach) și *inconștiente* (fasciculele spinocerebeloase) vor fi prezentate în lecția despre măduva spinării.

Segmentul central

Căile sensibilității proprioceptive *conștiente* proiectează în *aria senzitivo-motorie parieto-frontală*, unde au loc analiza și sinteza informațiilor kinestezice. Alte arii, frontale și probabil parietale, coordonează mișcări mai puțin diferențiate. Lezarea oricărui segment al analizatorului kinestezic determină tulburări de coordonare a mușchilor.

Putem considera că mușchii noștri își simt propria forță și efortare. *Receptorii* din masa musculară semnalizează intensitatea de tracțiune și încordare (tonus) în cursul desfășurării mișcării.

III.3. SISTEMUL ENDOCRIN (fig.25)

Sistemul endocrin este alcătuit din glande care elimină produșii de secreție direct în sânge. Sistemul endocrin funcționează împreună cu sistemul nervos în reglarea proceselor metabolice și menținerea homeostaziei. Sistemul nervos reglează activitățile organismului prin intermediul impulsurilor electrice transmise de către neuroni. Răspunsurile sunt rapide și de cele mai multe ori scurte. În schimb, glandele sistemului endocrin secretă substanțe chimice care sunt transportate prin intermediul fluxului sanguin sau a lichidului interstițial până la celulele țintă. Acțiune lor este lentă, dar efectele sunt de durată.

Sistemul endocrin este unic prin faptul că glandele ce intră în alcătuirea lui sunt răspândite în mai multe regiuni ale corpului.

Hipotalamusul, hipofiza și epifiza sunt asociate encefalului, în cutia craniană. Tiroida și paratiroidalele sunt dispuse la nivelul gâtului. Pancreasul și suprarenalele sunt localizate în abdomen. Gonadele femele sunt localizate în cavitatea pelviană, în timp ce testiculele sunt localizate extraabdominal, în scrot. Pancreasul și gonadele sunt considerate glande mixte, deoarece prezintă și porțiuni exocrină. În plus față de glandele enumerate mai sus, organe cu producție endocrină sunt considerate și timusul, stomacul, rinichii, celulele mucoase ale duodenului și placenta.

Hormonii sunt substanțe chimice care acționează ca mesageri ai sistemului endocrin. Hormonii sunt derivați de la aminoacizi sau de la colesterol. Acțiunea hormonilor este de a încetini sau accelera metabolismul celulelor țintă. Capacitatea hormonilor de a acționa asupra unor celule țintă depinde de prezența receptorilor în celulă sau la suprafața membranei.

Controlul secreției hormonale. Rata secreției hormonale și utilizării lor de către celulele țintă sunt în permanență echilibrate. Nivelul optim al hormonilor este menținut prin două mecanisme: feed-back negativ și prin intermediul sistemului nervos vegetativ.

III.3.1. HIPOFIZA

Se mai numește și *glanda pituitară* și este situată la baza creierului într-o lojă formată pe fața superioară a osului sfenoid. Este formată din trei lobi: *anterior*, *intermediar* și *posterior*. Lobul posterior este alcătuit din țesut nervos (neuroni) ca și hipotalamusul, iar lobi anterior și intermediar, din țesut epitelial glandular. Hipofiza este legată de baza hipotalamusului prin *tija pituitară*, alcătuită din: sistemul port-hipofizar și tractul hipotalamo-hipofizar.

Lobul anterior, cel mai voluminos, se mai numește adenohipofiză. **Adenohipofiza** este conectată cu hipotalamusul prin sistemul port hipofizar. Sângele arterial care ajunge la hipofiză, trece întâi prin hipotalamus, unde se încarcă cu factori eliberatori.

Hormonii produși de adenohipofiză:

- ✚ Hormoni tropi: care controlează secreția altor glande endocrine (TSH - tiotropina, ACTH – corticotropina, FSH – hormonul foliculo-stimulant, LH – hormonul luteotrop);

- ✚ Hormoni nontropi (STH – hormonul somatotrop, prolactina – PRL).

Somatotropul (STH) este hormonul de creștere. Este secretat în cantitate mare în copilărie și stimulează creșterea oaselor lungi și a masei musculare.

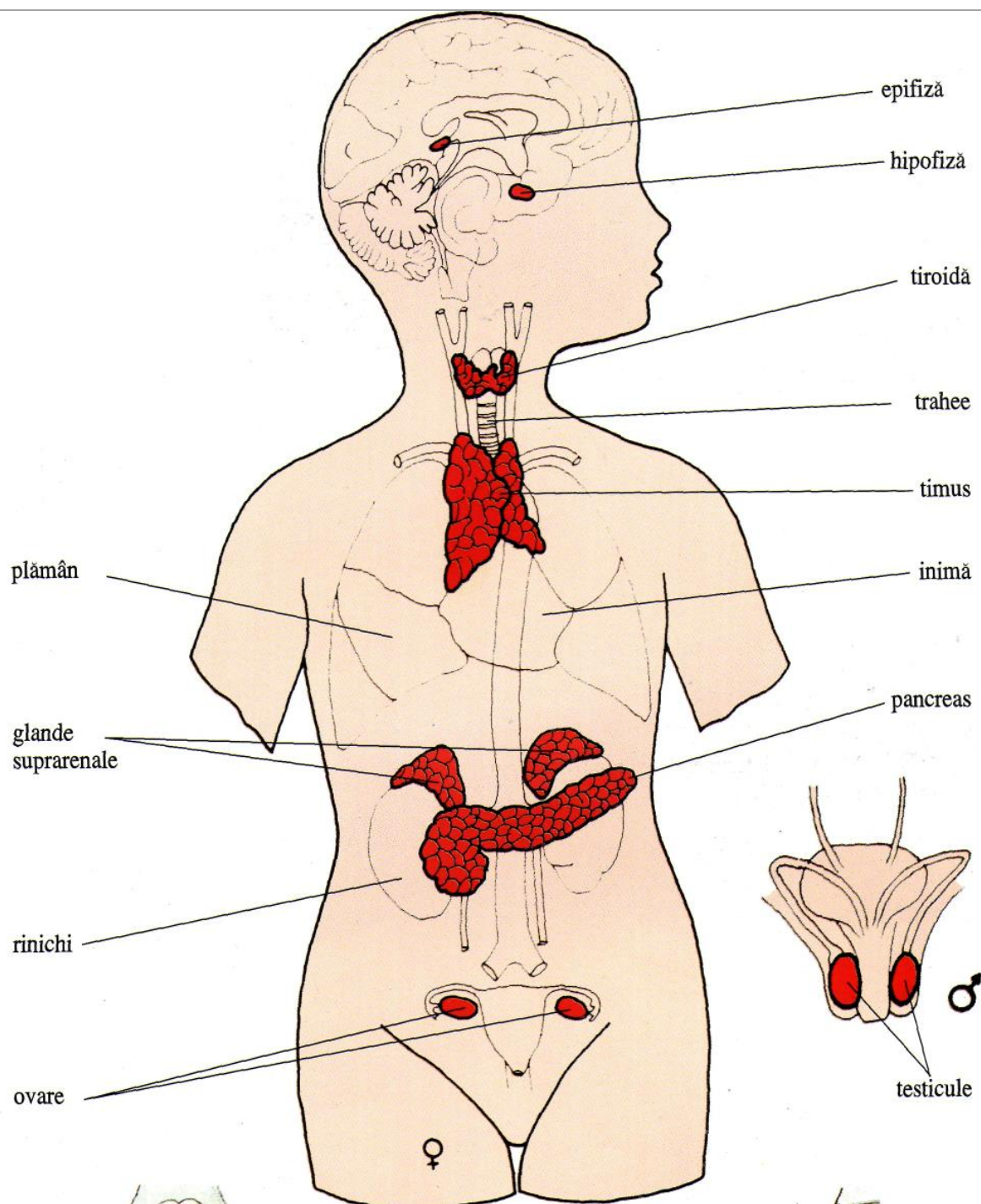


Figura 25. Sistemul endocrin

Acest hormon acționează asupra metabolismului:

- **Proteic:** stimulează transportul aminoacizilor, intensificând proteinosinteza, mai ales cea musculară. Inhibă catabolismul proteic și utilizarea aminoacizilor ca sursă energetică.
- **Lipidic:**
 - stimulează hidroliza trigliceridelor din adipocite
 - crește concentrația plasmatică de acizi grași și glicerină

- stimulează utilizarea ca substrat energetic a acizilor grași, crușându-se utilizarea aminoacizilor și a glucozei.

➤ **Glucidic:**

- Hiperglicemie
- Stimulează glicogenoliza
- Inhibă absorbția glucozei de către țesuturile insulinodependente (**acțiune antiinsulinică**)

➤ **Electrolitic:**

- Realizează un bilanț pozitiv asupra principalilor ioni: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- (creșterea concentrației plasmatice)
- Stimulează absorbția plasmatică la nivelul tubului digestiv și a nefronilor.

Hiposecreția acestui hormon în perioada de creștere duce la *nanism hipofizar (piticism)*, caracterizat prin talie mică și o dezvoltare psihică normală.

Hipersecreția hormonului în perioada de creștere duce la *gigantism* (cu dezvoltare psihică deficitară), iar la adult duce la *acromegalie* (creșterea exagerată a extremităților și a organelor interne).

Tirotropina (TSH) stimulează secreția glandei tiroide.

Corticotropina (ACTH) controlează secreția glandei corticosuprarenale.

Gonadotropinele (FSH și LH) reglează activitatea gonadelor: FSH controlează maturarea foliculară și secreția de estrogeni, iar LH provoacă ovulația și controlează secreția de progesteron. La bărbat, FSH stimulează spermatogeneza, iar LH stimulează secreția de hormoni androgeni (testosteronul).

Prolactina stimulează la femeie dezvoltarea glandelor mamare și menține secreția lactată (hormonul va avea un nivel crescut în perioada gravidității).

Lobul intermediar secretă *hormonul melanocitostimulator (MSH)* care stimulează melanogeneza (formarea de pigment - melanină, ce colorează pielea). În lipsa hormonului pielea se decolorează.

Lobul posterior formează *neurohipofiza* care este conectată cu hipotalamusul anterior prin *tractul hipotalamo-hipofizar*. Neurohipofiza eliberează în circulație *hormonul antidiuretic (ADH)* și *ocitocina*, secretați în hipotalamusul anterior și depozitați în neurohipofiză.

Hormonul antidiuretic (ADH) are efect principal creșterea absorbției facultative a apei la nivelul tubilor distali și colectori ai nefronului prin mărirea permeabilității acestora (are rolul de a păstra apa în organism). În doze mari poate produce creșterea tensiunii arteriale, de aceea hormonul se mai numește *vasopresină*. Scăderea secreției acestui hormon duce la *diabetul insipid*, manifestat prin poliurie (pierderi masive de apă prin urină) și polidipsie (sete exagerată).

Ocitocina stimulează secreția glandelor mamare prin controlarea eiecției laptelui și provoacă contracția musculaturii uterine (în timpul nașterii secreția este maximă).

III.3.2. EPIFIZA

Se mai numește și *glanda pineală* și este legată de epitalamus (o parte din encefal/creier). Glanda secretă un hormon - *melatonină*, în cantitate mai mare la întuneric și foarte puțină atunci când ochii văd lumină. Melatonina, împreună cu o altă substanță (serotonina) au rol important în inducerea, menținerea și eficiența somnului.

III.3.3. TIROIDA

Este cea mai voluminoasă glandă endocrină; ea este situată în partea anterioară a gâtului, într-o lojă fibroasă. Are doi *lobi* laterali uniți printr-o porțiune numită *istm*. Secretă hormoni (*tiroxina* și *triiodotironina*), cu efecte identice.

Rolul hormonilor tiroidieni:

- Creșterea și dezvoltarea organelor și creierului la copil (influențează diferențierea neuronilor, formarea tecii de mielină și a sinapselor).
- Stimulează sistemul cardiorespirator (tahicardie) și schimburile nutritive din organism.
- Pe sistemul nervos determină iritabilitate, neliniște.
- Controlează dezvoltarea gonadelor și menține activitatea lor normală; determină dezvoltarea gonadelor în perioada intrauterină.
- Mențin, împreună cu prolactina, secreția lactată.
- Mențin greutatea corpului în limite fiziologice.
- Influențează metabolismul:
 - Energetic: stimulează consumul de O₂, stimulează oxidările celulare, având efect calorigen
 - Bazal: creșterea metabolismului bazal în aproape toate țesuturile active (mai puțin creier, uter, testicule)
 - Glucidic: hiperglicemie (creșterea absorbției intestinale de glucoză, creșterea catabolismului tisular de glucoză, glicogenoliză hepatică)
 - Protidic: creșterea catabolismului proteinelor musculare și plasmatice
 - Lipidic: efect lipolitic (eliberează acizii grași în sânge, scade nivelul de colesterol)

Hipersecreția hormonilor tiroidei duce la scăderea în greutate, nervozitate, hiperfagie, intoleranță la căldură, piele caldă și umedă: *boala Basedow-Graves* (*gușa exoftalmică* – gușa mărită și globii oculari proeminenți).

Hiposecreția hormonilor duce, în copilărie, la *cretinism* *gușogen* (dezvoltare fizică și psihică deficitară, piele uscată și îngroșată, deformații osoase). Dacă apare la adult, forma bolii este mai puțin gravă: *mixedem* (creștere în greutate, piele uscată, senzație permanentă de frig, reacții întârziate).

III.3.4. PARATIROIDELE

Sunt situate pe fața posterioară a lobilor tiroidieni (două superioare și două inferioare). Secretă *parathormonul* care controlează calciul și fosforul în organism: crește calcemia și scade fosfatemia, fiind în strânsă legătură cu vitamina D. Hiposecreția duce la *tetanie* (cu spasme ale musculaturii striate și netede; spasmele musculaturii netede ale laringelui pot provoca moartea prin asfixie).

Hiperfuncția duce la demineralizări osoase dureroase, cu deformări și fracturi, creșterea calcemiei prin eliberarea calciului din oase și depuneri fosfocalcice în țesuturile moi, formarea de calculi urinari. *Calcitonina* este hormonul antagonist (scade calcemia); acest hormon este secretat de celule speciale din tiroidă și paratiroide.

III.3.5. TIMUSUL

Este situat înapoia sternului. Dezvoltat maxim în copilărie, după pubertate învolutează, dar nu dispare complet. Parenchimul timusului este alcătuit dintr-un țesut în care se găsesc limfocite mici numite *timocite*. Acestea provin din măduva osoasă. Ajunse în timus, se maturează, rezultând *limfocite T*, care migrează din timus și populează ganglionii limfatici și splina, contribuind la imunitatea organismului. Timusul secretă și un hormon care stimulează activitatea limfocitelor T.

III.3.6. PANCREASUL ENDOCRIN

Secretă doi hormoni: *insulina* și *glucagonul* prin celulele endocrine din insulele Langerhans.

✚ *Insulina* crește consumul de glucoză de care țesuturile au nevoie, prin stimularea glicogenogenezei și lipogenezei (lipide formate din glucoză). Prin aceste efecte determină hipoglicemie.

Hiposecreția duce la *diabet zaharat* (caracterizat prin: hiperglicemie, poliurie, polidipsie, polifagie cu scădere în greutate).

Hipersecreția duce la *hipoglicemie*, cu alterarea funcției sistemului nervos (foarte sensibil la lipsa glucozei) până la comă. Glucagonul are efecte opuse insulinei.

✚ *Glucagonul* stimulează glicogenoliza, gluconeogeneza, determinând *hiperglicemia*.

III.3.7. GLANDELE SUPRARENALE

Sunt situate la polul superior al rinichilor. Sunt alcătuite din două organe endocrine diferite ca origine și funcție:

✚ *corticosuprarenala* (zona corticală, de la exterior) alcătuită din țesut glandular;

✚ *medulosuprarenala* (zona medulară, la interior) alcătuită din țesut nervos.

Corticosuprarenala secretă hormoni care derivă din colesterol:

- *aldosteronul*, ce acționează la nivelul tubilor uriniferi de la nivelul rinichilor, măbind reabsorbția apei și natriului;

- *cortizolul*, care crește filtrarea glomerulară, stimulează eliminarea apei, crește glicemia, crește numărul elementelor figurate ale sângelui (mai ales a leucocitelor, având rol important în apărarea organismului).

Medulosuprarenala secretă *adrenalina* și *noradrenalina*, cu următoarele efecte: crește excitabilitatea cardiacă, forța și frecvența contracțiilor inimii; relaxează bronhiile și tractul digestiv, contractă sfincterele digestive; crește glicemia, produce anxietate, frică.

Adrenalina acționează în special pe metabolismul energetic, iar noradrenalina are acțiuni vasculare mai intense (vasoconstricție). Acești hormoni se mai numesc *catecolamine* și au efecte similare cu cele ale stimulării sistemului nervos simpatic.

IV. SISTEMUL LOCOMOTOR

Sistemul locomotor îndeplinește funcțiile de mișcare ale diverselor părți ale corpului. Este alcătuit din **sistemul osteo-articular** specializat pentru funcția de susținere și **sistemul muscular** pentru funcția de mișcare. Oasele au rol în susținerea mușchilor și mențin poziția verticală a corpului. Articulațiile permit mișcările oaselor. Ele sunt mobile, semimobile și fixe.

IV.1. SISTEMUL OSOS

Scheletul uman, ca la orice organism vertebrat, este un sistem complex care asigură protecția și susținerea părților moi, constituind în același timp și pârghii împreună cu mușchii scheletici. Denumirea de schelet vine din cuvântul grecesc skeleton, care înseamnă mumie sau corp uscat. Scheletul uman adult este alcătuit, în principal, din elemente osoase, numite oase și câteva cartilaje, toate legate între ele prin intermediul articulațiilor și ligamentelor.

Oasele sunt piese dure, solide, care, articulate între ele, formează sistemul osos (scheletul); ele reprezintă partea pasivă a aparatului locomotor.

Forma oaselor

Oasele corpului uman au forme și dimensiuni diferite, aspectul lor fiind un indiciu al funcției ce revine fiecăruia. Având în vedere raportul dintre cele trei dimensiuni, se deosebesc oase: lungi, late, scurte, neregulate.

Oasele lungi, la care predomină lungimea, sunt alcătuite dintr-un corp numit diafiză și două extremități mai voluminoase numite epifize. Limita dintre diafiză și epifize se numește metafiză (la acest nivel este discul cartilaginos de creștere). Oasele lungi intră în alcătuirea scheletului apendicular, prin intermediul lor realizându-se mișcări rapide și de amplitudine mare.

Oasele late au două din cele trei dimensiuni aproape egale (grosimea este mai mică decât lungimea și lățimea). Osul lat prezintă două fețe și mai multe margini; el participă la alcătuirea cutiilor de protecție (cutia craniană, toracică) sau realizează suporturi foarte stabile (bazinul) sau oferă o suprafață mare pentru inserția musculară (omoplatul).

Oasele scurte au o formă aproximativ cubică, cu cele trei dimensiuni aproape egale. Ele alcătuiesc funcționale mobile și rezistente care pot executa mișcări complexe și fine (carpienele) sau suportă greutatea corpului (tarsienele).

Oasele neregulate au forme variate, care nu pot fi încadrate în categoria celor prezentate anterior, așa cum sunt vertebrele sau mandibula.

Pe lângă oasele tipice, există și oase supranumerare, dezvoltate la nivelul unei articulații, în grosimea unui tendon. Aceste oase poartă denumirea de oase sesamoide (ex. osul pisiform, rotula).

Structura

În general oasele sunt alcătuite pe principiul: *cu material puțin, maximum de rezistență*. Pe o secțiune longitudinală făcută într-un os lung se observă la periferia diafizei **periostul**, o membrană conjunctivă vascularizată cu rol în creșterea osului în grosime și refacerea țesutului osos la nivelul unei fracturi. Dedesubt se găsește **os compact**, iar spre interior, la nivelul diafizei, se găsește un **canal central** în interiorul epifizelor, în locul canalului central apar lame osoase care se încrucișează formând **osul spongios**. Aceste lame formează structuri adaptate pentru rezistența la tracțiune și presiune, fiind orientate pe direcția solicitărilor mecanice.

Oasele late și cele scurte au la periferie un manșon de țesut compact ce acoperă osul spongios. Nu au canal central.

În spațiile dintre lamele osului spongios se găsește **măduva roșie**. În canalul central se găsește măduvă roșie numai la făt; la adult se găsește **măduvă galbenă**.

Numai unele oase ale adultului mai conțin măduvă roșie, cum ar fi vertebrele, sternul, coastele, oasele coxale și cele ce formează baza craniului. La bătrâni, măduva devine **cenușie** prin transformarea ei în țesut conjunctiv fibros.

Scheletul

Scheletul uman conține aproximativ 206 oase, grupate în două zone principale scheletice: axială (oasele craniului și trunchiului) și apendiculară (oasele membrilor).

Scheletul axial constituie axul lung al corpului, fiind reprezentat de 80 de oase aranjate în trei regiuni: craniu, coloana vertebrală și cușca toracică.

Scheletul apendicular cuprinde scheletul membrilor (superioare și inferioare), fiecare având o centură (scapulară/pelviană) și un schelet al membrului propriu-zis.

a) Craniul, situat în partea superioară a coloanei vertebrale, cu care se articulează, este alcătuit din două părți:

- **neurocraniu** – situat postero-superior;
- **viscerocraniu** – situat inferior.

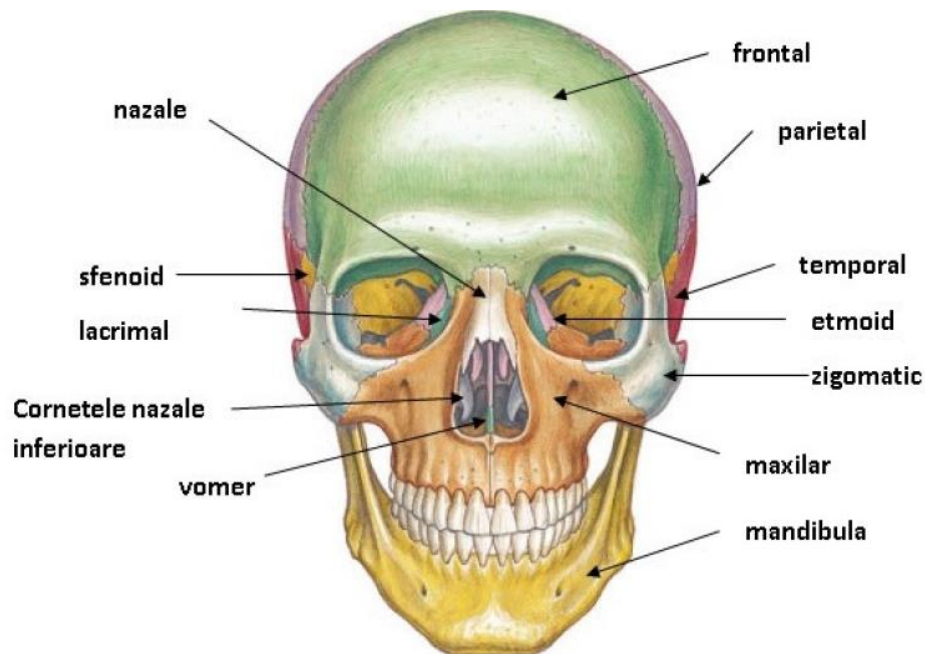


Figura26. Oasele cutiei craniene – vedere anterioară

Neurocraniul are forma unui ovoid mai alungit antero-posterior în cavitatea căruia este adăpostit encefalul acoperit de meningele craniene. Un plan convențional, aproape orizontal, care trece prin:

- glabella (proeminența de deasupra piramidei nazale) anterior;
- protuberanța occipitală externă (inion) posterior, împarte neurocraniul în două părți și anume: **bolta craniană** (calota sau calvaria), situată superior și **baza craniului**, situată dedesubt.

Neurocraniul este format la adult din **8 oase**, dintre care:

- 4 sunt neperechi și anume: **frontal, etmoid, sfenoid și occipital**;
- iar celelalte sunt perechi: **temporale și parietale**.

Viscerocraniul este format din 14 oase care alcătuiesc **falca superioară** și **falca inferioară**.

Falca superioară este formată din 13 oase dintre care 6 perechi și anume: **maxilarele superioare** (situate central) și în jurul lor, **zigomaticile** (malare), **nazalele**, **lacrimatele**, **palatinele** și **cornetele nazale inferioare**. Osul nepereche, numit **vomer**, contribuie la formarea septului nazal.

Falca inferioară este formată din **mandibulă**, singurul os mobil al viscerocraniului.

b) Coloana vertebrală reprezintă o tijă osoasă, formată prin suprapunerea unor piese osoase numite vertebre în număr de 33-34, legate între ele prin articulații. Vertebrele sunt dispuse în regiuni topografice care, de sus în jos, sunt următoarele:

- cervicală cu 7 vertebre;
- toracală cu 12;
- lombară cu 5;
- sacrală cu 5 vertebre sudate între ele;
- coccigiană, cu 4 - 5 vertebre sudate formând osul coccis.

Menționăm că prima vertebră cervicală, numită **atlas**, care se articulează superior cu craniul, este foarte diferită de celelalte vertebre, neavând corp, ci două mase laterale reunite printr-un arc anterior și arcul posterior. De asemenea, a doua vertebră cervicală, numită **axis** prezintă pe fața superioară a corpului vertebrei o apofiza odontoidă, care se va articula atât cu arcul anterior al atlasului cât și cu occipitalul.

c) Scheletul toracelui este format din cele 12 vertebre toracale situate posterior, continuate spre lateral și anterior de 12 perechi de coaste unite parțial pe linia mediană și anterior, cu sternul. Astfel formată cușca toracică este elastică în vederea îndeplinii actului respirației și asigură protecția viscerelor din interior.

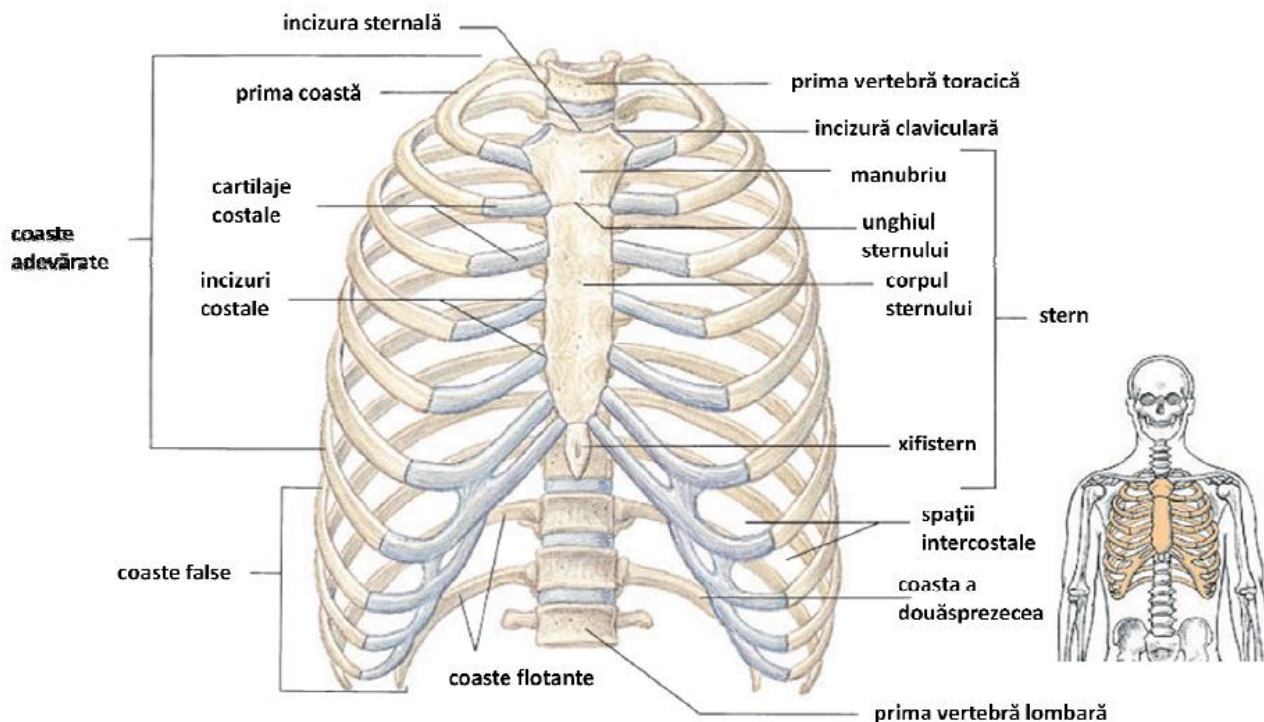


Figura 27. Cușca toracică

Sternul este un os nepereche median turtit antero-posterior și care prezintă trei părți: **manubriul**, în partea superioară, continuat cu **corpul**, iar în partea inferioară terminat cu **apendicele xifoid** (vârful).

Coastele sunt arcuri osoase concave spre interior, articulate posterior cu coloana vertebrală și continuate anterior cu cartilagii costale, care se vor articula direct cu sternul numai la nivelul primelor **7 perechi – coastele adevărate**.

Celelalte coaste sunt numite **coaste false**, dintre care perechile 8, 9, 10 sunt numite **false propriu-zise** (unindu-se cu al 7-lea cartilagiu costal prin intermediul unei piese cartilaginoase comune), iar ultimele două 11 și 12 sunt numite **coaste flotante**, având capetele anterioare libere.

d) Scheletul membrului superior

Scheletul membrului superior este format din:

- **centura scapulară** care leagă membrul de trunchi și este constituită din două oase: omoplatul (scapula) și clavicula;
- **scheletul membrului propriu-zis:**
- **scheletul brațului:** humerus;
- **scheletul antebrăului:** radius și cubitus (ulna);
- **scheletul mâinii:** carpene (8) – formează încheietura mâinii, metacarpene (5) – formează palma, falange (14) – oasele degetelor.

e) Scheletul membrului inferior

Scheletul membrului inferior este format din:

- **centura pelviană** leagă membrul inferior de trunchi și are rol de susținere a organelor pelviene și a unor organe abdominale. Este formată din oasele **coxale** unite anterior prin simfiza pubiană. Posterior, oasele coxale sunt legate prin osul sacrum și formează împreună cu el bazinul. Oasele coxale sunt formate prin sudarea altor trei oase: **ilion, ischion și pubis**.
- **scheletul membrului propriu-zis:**
- **scheletul coapsei:** femur;
- **scheletul gambei:** tibia și peroneul (fibula);
- **scheletul piciorului:** tarsiene (7), metatarsiene (5), falange (14).

Funcțiile oaselor sunt multiple:

- ✱ Suportă greutatea corpului (oasele membrului inferior, mai ales oasele bazinului sunt adaptate acestei funcții);
- ✱ Protejează organele vitale (cutia craniană adăpostește creierul, coloana vertebrală – măduva spinării, iar cușca toracică – inima, plămânii);
- ✱ Constituie suprafețe de inserție pentru musculatura scheletică;
- ✱ Constituie rezerve de minerale, în special calciu și fosfor, care pot fi eliberat în circulația sangvină sub formă de ioni și distribuite unde este nevoie;
- ✱ Hematopoieza este asigurată de măduva roșie hematogenă.

IV.2. SISTEMUL MUSCULAR

Mușchii sunt organe contractile care prin scurtare produc mișcare. Amplitudinea mișcării este în funcție de gradul de mobilitate al articulației asupra căreia acționează mușchiul și de lungimea fibrei musculare.

În contracția maximă, fibra se scurtează la jumătatea lungimii pe care o are în stare de relaxare maximă. Trăvialul depus de un mușchi este în raport cu numărul fibrelor ce-l alcătuiesc; cu cât numărul acestor fibre este mai mare cu atât forța lui crește.

Forma mușchilor este variată: **fusiformă**, **circulară**, care poartă și denumirea de **orbiculară**, la mușchii care se găsesc în jurul orificiilor orbitare, nazale, bucal și sfincter, la cei care închid o cavitate a unui organ (**sfincterul piloric**, etc). Pot avea și alte forme geometrice: **trapezoidală**, **triunghiulară**, **dreptunghiulară**, etc.

După **dimensiunea** care predomină mușchii pot fi, ca și în cazul oaselor: **lungi**, **lați** și **scurți**.

După **numărul capetelor de fixare** pot fi: cu un **singur capăt**, cu două capete (**biceps**), cu trei capete (**triceps**), cu patru capete (**cvadriceps**).

La un mușchi scheletic se distinge o parte cărnoasă numită **pântec (corpul mușchiului)** și **două extremități**: una prin care se fixează de osul imobil în timpul contracției numită **origine** și alta prin care se prinde de osul mobil numită **insertie**.

Originea și insertia se realizează prin intermediul **tendoanelor**, formații alcătuite din țesut conjunctiv fibros, albe-sidefii, cilindrice sau turtite (**aponevroze**). Unele tendoane, care au tendința ca în timpul contracției să se îndepărteze de planul osos, sunt menținute pe loc prin teci fibroase prinse de os ca, de exemplu, tendoanele mușchilor care îndoaie degetele pe palmă (mușchii flexori ai degetelor). Sunt mușchi care se prind numai cu un capăt pe os, iar cu celălalt pe tegument; ei se numesc **mușchi cutanați (mușchii mimicii)**.

Miofibrilele formează componenta fundamentală a fibrei musculare, electronomicoscopic fiind formate din microfilamente contractile, care reprezintă structuri proteice bine organizate, paralele atât între ele cât și cu axul celulei. Ele se numesc: **miozină** (cele mai groase) și **actină** (cele mai subțiri) și realizează aspectul striat transversal caracteristic.

În timpul contracției musculare au loc procese biochimice complexe care determină glisarea microfilamentelor de actină printre cele de miozină și scurtarea fibrelor musculare, iar în relaxarea musculară îndepărtarea lor.

Mușchii striati din punct de vedere morfofuncțional reprezintă componenta activă a aparatului locomotor, întrucât imprimă mișcările caracteristice segmentelor corpului omenesc.

Activitate musculară, dinamică, este dată de **contracțiile musculare**. Contracția musculară este de trei tipuri:

Contracția izometrică – atunci când lungimea mușchiului rămâne neschimbată, dar tensiunea crește foarte mult. În timpul contracției izometrice mușchiul nu prestează lucru mecanic extern, toată energia chimică se pierde sub formă de căldură și lucru mecanic intern. Exemplu de contracție izometrică este aceea de susținere a posturii corpului.

Contracția izotonică – atunci când lungimea mușchiului variază, iar tensiunea rămâne constantă. Mușchii prestează lucru mecanic extern și mișcare. Aceste contracții sunt caracteristice majorității mușchilor scheletici.

Contractie auxotonică – atunci când variază și lungimea și tensiunea mușchiului. În timpul unei activități obișnuite, fiecare mușchi trece prin faze izometrice, izotonice și auxotonice. Începutul oricărei contracții musculare, în special când trebuie să deplasăm greutatea, este izometric.

Proprietățile mușchilor

Contractilitatea este proprietatea specifică a mușchiului și reprezintă capacitatea de a dezvolta tensiune între capetele sale sau de a se scurta. Baza anatomică a contractilității este sarcomerul, iar baza moleculară, proteinele contractile.

Excitabilitatea se datorește proprietăților membranei celulare (permeabilitate selectivă, conductanța ionică, polarizare electrică). Mușchii răspund la un stimul printr-un potențial de acțiune propagat, urmat de contracția caracteristică.

Extensibilitatea este proprietatea mușchiului de a se alungi pasiv sub acțiunea unei forțe exterioare. Substratul anatomic al extensibilității îl reprezintă fibrele conjunctive și elastice din mușchi.

Elasticitatea este proprietatea specifică mușchilor de a se deforma sub acțiunea unei forțe și de a reveni pasiv la forma de repaos când forța a încetat să acționeze. Baza anatomică a acestei proprietăți o reprezintă fibrele elastice din structura perimisiumului intern. Elasticitatea joacă un rol foarte mare la mușchii ce prestează lucru mecanic, în special atunci când trebuie învinsă inerția. Interpunerea unei structuri elastice între forță (mușchiul) și rezistență (obiectul ce trebuie deplasat) amortizează creșterile prea mari de tensiune în mușchi și asigură deplasarea continuă, uniformă a obiectului. Forța musculară depinde de proprietățile morfofuncționale ale mușchilor și intensitatea stimulilor.

Tonusul muscular este o stare de semicontrație permanentă, caracteristică mușchilor ce au inervația motorie și senzitivă intactă (controlat de sistemul nervos central). După denervare, tonusul mușchilor scheletici dispare. Tonusul muscular este de natură reflexă.

Principalele grupe de mușchi scheletici

Mușchii scheletici reprezintă peste 40% din greutatea corpului. Numărul mușchilor scheletici este de peste 500.

După regiunile corpului, mușchii sunt grupați în: mușchii capului, mușchii gâtului, mușchii trunchiului și mușchii membrelor.

1. Mușchii capului

Sunt reprezentați de mușchii mimicii, mușchii masticatori, mușchii limbii și mușchii extrinseci ai globilor oculari.

a) Mușchii mimicii au rol în determinarea expresiei feței (mimica) și sunt următorii:

- mușchiul frontal
- mușchiul occipital
- mușchii grupați în jurul orificiilor nazale, orbitale și auditive.

b) Mușchii masticatori intervin în actul masticăției (proces mecanic de mărunțire și fragmentare a alimentelor) și sunt următorii:

- mușchii maseteri
- mușchii temporali.

c) Mușchii limbii.

d) Mușchii extrinseci ai globilor oculari.

Sunt 4 dreپți și 2 oblici:

- mușchii drept superior și drept inferior
- mușchii drept intern și drept extern
- mușchii oblic superior și oblic inferior.

2. Mușchii gâtului

Au rol în mișcările capului și sunt reprezentați de următorii mușchi:

- mușchiul pielosul gâtului
- mușchii sternocleidomastoidieni.

3. Mușchii trunchiului

Sunt reprezentați de mușchii spatelui și cefei, mușchii toracelui și abdomenului.

a) mușchii spatelui și cefei:

- mușchii trapezi
- mușchii dorsali.

b) mușchii toracelui:

- mușchii pectorali
- mușchii dințați
- mușchii intercostali
- diafragmul (mușchiul respirator care separă cavitatea toracică de cea abdominală).

c) mușchii abdomenului:

- mușchii dreپți abdominali
- mușchii oblici interni
- mușchii oblici externi.

4. Mușchii membrelor

Sunt reprezentați de mușchii membrelor superioare și cei al membrelor inferioare.

A. Mușchii membrelor superioare

a) mușchii umărului:

- deltoidul.

b) mușchii brațului:

- biceps și triceps brahial.

c) mușchii antebrățului:

- mușchii flexori și extensori ai degetelor
- mușchii pronatori și supinatori ai antebrățului.

Pronația este răsucirea antebrățului și mâinii către interior astfel încât degetul mare se apropie de corp.

Supinația este răsucirea antebrățului și mâinii către exterior astfel încât degetul mare se îndepartează de corp.

d) mușchii mâinii:

- mușchii flexori și extensori ai degetelor.

B. Mușchii membrelor inferioare

a) mușchii articulației coxo-femorale:

- fesierii.

b) mușchii coapsei:

- mușchii croitor (cel mai lung mușchi al corpului) și cvadriceps femural (pe partea anterioară a coapsei)

- mușchii biceps femural (pe partea posterioară a coapsei).

c) mușchii gambei:

- mușchii triceps sural alcătuiți din mușchii gemeni (gastrocnemieni) și solear
- mușchii flexori și extensori ai degetelor
- mușchii pronatori și supinatori a piciorului.

d) mușchii plantei (laba piciorului):

- mușchii flexori și extensori ai degetelor.

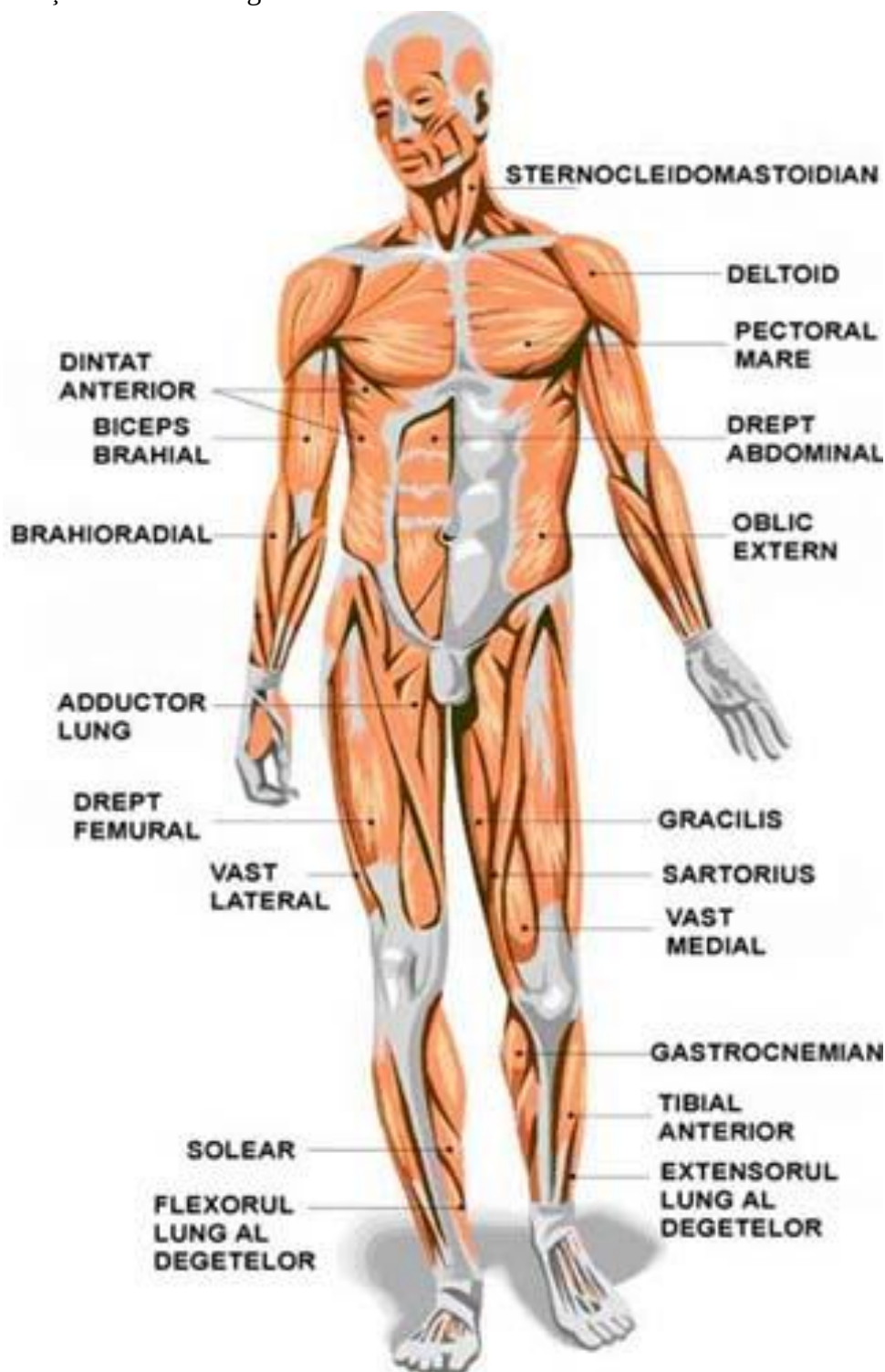


Figura 28. Mușchii superficiali – fața anterioară a corpului

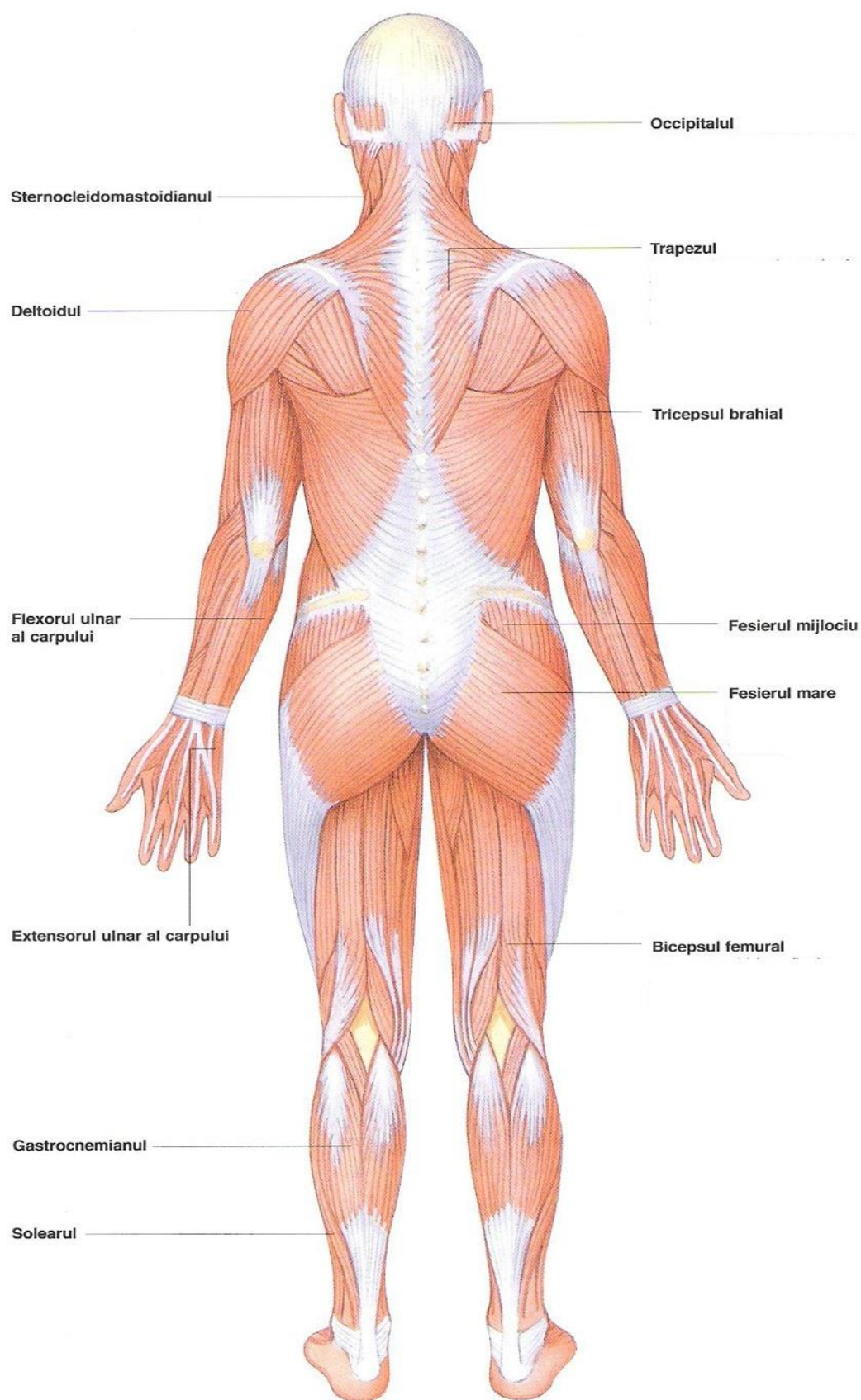


Figura 29. Mușchii superficiali – fața posterioară a corpului

V. FUNCȚIA DE NUTRIȚIE

V.1. SISTEMUL DIGESTIV

Sistemul digestiv (**fig.30**) este format din *tubul digestiv* și *glandele anexe*.

V.1.1. Tubul digestiv

Tubul digestiv începe cu orificiul oral și continuă până la orificiul anal.

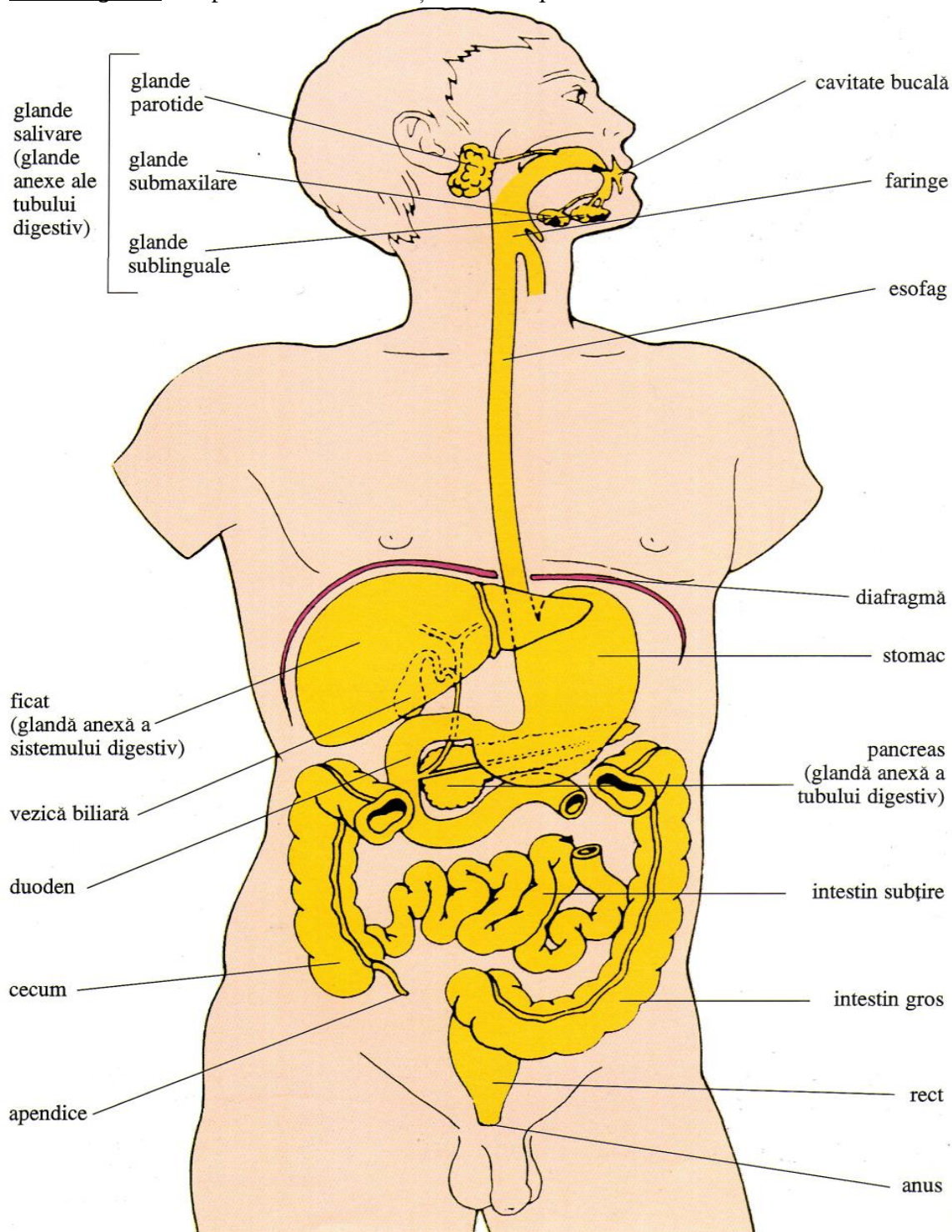


Figura 30. Aparatul digestiv

Tubul digestiv este alcătuit din următoarele segmente:

- *cavitatea orală*;
- *faringele*;
- *esofagul*;
- *stomacul*;
- *intestinul subțire*;
- *intestinul gros*.

1. *Cavitatea orală* conține organe specializate, limba și dinții. Ea prezintă:

- *peretele superior* - format din bolta palatină și omușor;
- *peretele inferior* - pe care se află limba cu papilele gustative;
- *pereții laterali* - formați de obraji.

Umectarea alimentelor din cavitatea orală se realizează cu ajutorul *salivei*. Aceasta este secretată de glandele salivare, care sunt situate în apropierea cavității orale, cu care comunică prin canale excretoare.

Mucoasa orală este umezită de saliva produsă de glandele salivare.

Pe maxilare - *superior* (care este fix) și *inferior* (care este mobil) se găsesc dinții.

Dinții sunt organe vii, formațiuni osoase dure. Aceștia sunt implantați în alveolele dentare. Au culoare albă și rol mecanic în digestia bucală, intervenind în sfărâmarea și măcinarea alimentelor. La om, dentiția este heterodontă. Aceasta înseamnă că există mai multe tipuri de dinți adaptați pentru diferite funcții: *incisivi* (I), *canini* (C), *premolari* (PM), *molari* (M). Ei sunt dispuși pe o arcadă superioară (pe maxilarul superior) și una inferioară (pe maxilarul inferior). Pe fiecare dintre cele două arcade superioară și inferioară se regăsesc câte 4 incisivi sus și 4 jos, situați anterior, aceștia sunt adaptați la tăierea alimentelor, următorii sunt caninii (2 sus și 2 jos) adaptați pentru sfâșierea alimentelor, apoi premolari, 4 sus și 4 jos. Ultimii sunt molarii adaptați pentru mărunțirea alimentelor 6 pe arcada superioară și 6 pe cea inferioară.

Omul este difiodont, prezentând 2 dentiții: una este dentiția de lapte care apare cam pe la 6 luni, începând cu incisivii:

a. *de lapte/temporară* - 20 dinți:

Formula dentară (pe jumătate de arcadă):

I 2/2, C 1/1, M 2/2;

b. *definitivă* - 32 dinți:

Formula dentară (pe jumătate de arcadă):

I 2/2, C 1/1, PM 2/2, M 3/3.

Fiecare dinte prezintă trei porțiuni:

- *coroana* = partea vizibilă a dintelui;
- *rădăcina* = partea ascunsă în alveolă;
- *colul* = porțiunea cuprinsă între coroană și rădăcină. Este acoperit de gingie.

Limba are rol în masticăție, deglutiție/înghițire, supt (la sugari), în limbajul articulat și este și un organ gustativ.

2. *Faringele* reprezintă locul unde se încrucișează calea digestivă cu calea respiratorie. Realizează legătura între fosele nazale și laringe, precum și între cavitatea bucală și esofag. Musculatura faringelui are rol important în deglutiție.

Intrarea în faringe este străjuită de amigdale, organe de apărare împotriva bacteriilor și virusurilor ajunse aici prin hrană și prin aerul inspirat.

3. *Esofagul* (circa 25 cm) străbate cutia toracică și mușchiul diafragm, deschizându-se în stomac prin *orificiul cardia*. Face legătura între faringe și stomac.

Mucoasa esofagului are cute care-i permit dilatarea în timpul trecerii bolului alimentar.

Musculatura faringelui și esofagului, dublu stratificată, participă la înghițirea hranei.

4. *Stomacul* (**fig.31**), segmentul cel mai dilatat al tubului digestiv, situat în stânga cavității abdominale, sub mușchiul diafragm. Are forma literei „J”, prezintă două fețe (anterioară și posterioară) și două margini/curburi (marea și mica curbura).

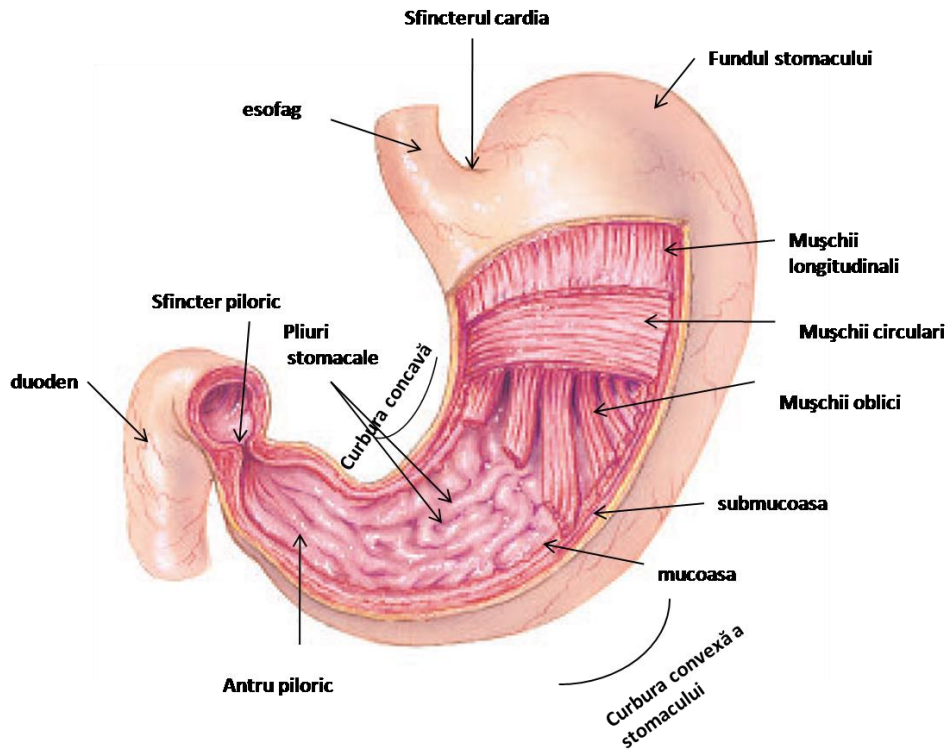


Figura 31. Alcătuirea stomacului

Porțiunea verticală cuprinde *fundul stomacului* (fornix/camera cu aer), care nu se umple cu alimente și *corpul stomacului*.

Porțiunea orizontală este alcătuită din antrul/canalul piloric, care se termină la *orificiul piloric*.

Prin orificiul cardia, stomacul comunică cu esofagul, iar prin pilor comunică cu *duodenul* (primul segment al intestinului subțire).

Mucoasa gastrică/stomacală prezintă numeroase cute care îi măresc suprafața și are numeroase orificii prin care se deschid *glandele gastrice*, glande, care secretă *sucul gastric* și un mucus abundent care o protejează. Musculatura este dispusă în trei straturi (*longitudinal*, *circular* și *oblic*); cu ajutorul ei, hrana este amestecată cu suc gastric și împinsă în duoden prin orificiul piloric.

5. *Intestinul subțire* (**fig.32**), segmentul cel mai lung, circa 4-6 m. Este cuprins între stomac și intestinul gros și este format din:

- *duoden* (partea fixă);
- *jejunul* și *ileonul/jejuno-ileonul* (partea mobilă), care formează bucle (*anse*) intestinale.

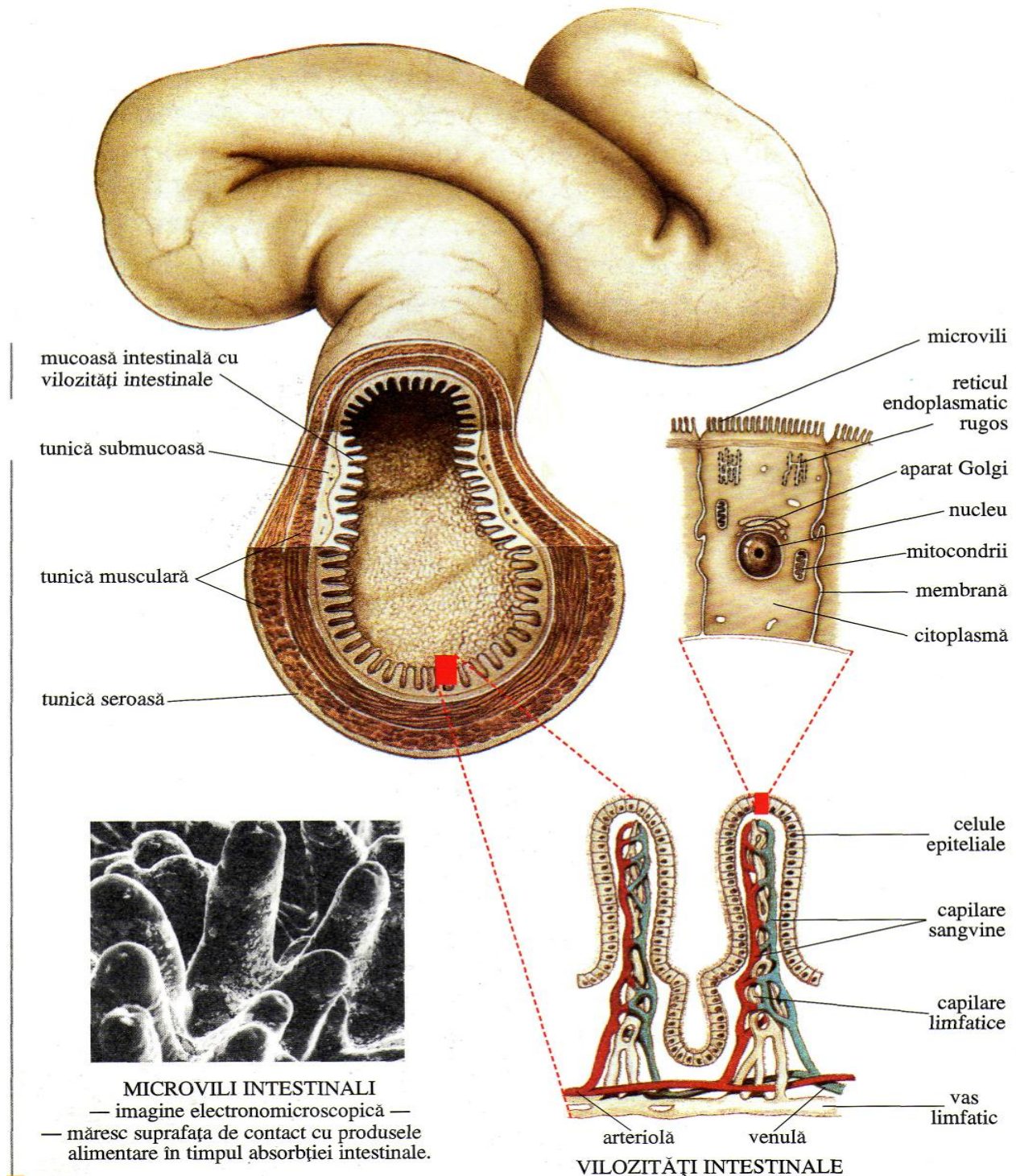


Figura 32. Structura intestinului subțire

Duodenul are formă de potcoavă, care cuprinde în concavitatea sa capul pancreasului. În duoden se deschid canalul coledoc și canalul principal al pancreasului.

Mucoasa conține glande care secretă sucul intestinal, cu rol în digestia principiilor alimentari care ajung la acest nivel.

Jejunul și ileonul se întind până la valvula ileo-cecală. Mucoasa prezintă un număr de vilozități intestinale, care măresc suprafața de absorbție a principiilor alimentari.

Musculatura, dispusă în două straturi, participă prin contracțiile sale ritmice la amestecarea conținutului intestinal cu sucurile digestive, la contactul lui cu mucoasa pentru facilitarea absorbției intestinale și la înaintarea acestuia.

6. *Intestinul gros*, cu o lungime de circa 1,7 m și un calibru superior față de intestinul subțire. Este alcătuit din următoarele segmente:

- *cecum* = segment situat sub valvula ileo-cecală și terminat într-un fund de sac, prezentând *apendicele vermiform* (forma de vierme);
- *colonul* este format din segmente (*colon ascendent, transvers, descendent, sigmoid*).
- *rectul* = ultima parte a intestinului gros, se termină cu canalul anal care se deschide prin anus.

Mucoasa intestinului gros nu mai prezintă vilozități, dar conține numeroase celule care secretă mucus. Stratul muscular longitudinal formează 3 benzi distincte numite tenii. De asemenea, musculatura circulară formează o serie de strangulații care delimitează porțiuni numite haustre.

Prin intestinul gros se elimină resturile nedigerate și produșii toxici de putrefacție sub formă de materii fecale.

V.1.2. Glandele anexe (fig.34)

Acestea își varsă produșii de secreție prin canale speciale în segmente ale tubului digestiv. Aceste glande sunt:

a) *Glandele salivare*: secretă saliva pe care o elimină prin canale în cavitatea bucală. Există trei tipuri de glande salivare: *glandele parotide, glandele sublinguale și glandele submaxilare*.

b) *Ficatul*: cea mai voluminoasă glandă din corp (circa 1,5 kg), situat în partea dreaptă a cavității abdominale, sub mușchiul diafragm. Este alcătuit din patru *lobi*: drept, stâng, anterior și posterior. Pe fața inferioară a ficatului se află *hilul hepatic*, prin care intră și ies din ficat artera hepatică, vena portă, vasele limfatice, nervii și cele două canale hepatice. Ficatul prezintă o față superioară, diafragmatică, și una inferioară, viscerală. Fața inferioară a ficatului prezintă două șanțuri longitudinale. La partea anterioară a șanțului longitudinal drept se află vezica biliară.

Ficatul are o structură segmentară. Fiecare *lob* al ficatului este alcătuit din *segmente*, iar segmentele din *lobuli*.

Lobulul hepatic- reprezintă unitatea structurală și funcțională a ficatului. Lobulul hepatic are formă *piramidală* și este constituit din celule hepatice (*hepatocite*), capilare și canaliculi biliari.

Hepatocitele sunt dispuse sub formă de plăci, formând între ele o rețea, cu dispoziție radială. Între hepatocite se găsesc canaliculele biliare, fără pereți proprii, în care se descarcă bila secretată de hepatocite. Spre periferia lobulului, canaliculele încep să aibă pereți proprii, și ieșind din lobul, se unesc între ele, formând cele două canale hepatice (*drept și stâng*), prezente în hilul hepatic. Căile biliare extrahepatice se formează prin unirea celor două canale hepatice drept și stâng în canalul hepatic comun, în care mai jos se deschide și canalul cistic, care aduce bila din vezicula biliară numită și **colecist**.

Vezicula biliară, situată pe fața inferioară a ficatului – patul hepatic al veziculei – are o formă alungită, de pară. Se continuă cu canalul cistic și este acoperită aproape în întregime de seroasa peritoneală.

Canalul hepatic comun și canalul cistic, prin unirea lor, formează canalul coledoc. Acesta se deschide în duoden la nivelul papilei mari prin ampula hepatopancreatică (Vater) care este străjuită la nivelul orificiului ei de un mușchi circular, sfincterul Oddi.

Funcțiile ficatului

- Glicogenogenetică: la nivelul ficatului se sintetizează glicogen. Reprezintă o rezervă de glicogen, care este mobilizat, în funcție de necesitățile organismului.
- Reprezintă o rezervă lipidică, stocând o parte din lipidele organismului. De asemenea, are funcție adipogenică (transformă glucidele în exces, în lipide).
- La nivelul ficatului se sintetizează o serie de proteine (fibrinogen, protrombină).
- Urogenă: amoniacul rezultat din degradarea aminoacizilor este transformat în uree la nivelul ficatului.
- Depozitează fier, cupru și o serie de ioni.
- Reglează cantitatea de apă din organism.
- Depozitează vitaminele A (95%), B₁, B₂, B₁₂, D, K și PP.
- La făt are funcție hematopoietică.
- Are rol în degradarea hematiilor și captarea fierului.
- Funcție antitoxică: substanțele toxice rezultate din digestie sunt neutralizate de către ficat.
- Funcție de sinteză a unor enzime (transaminaze, carboxilaze)
- Menținerea echilibrului acido-bazic
- Funcție termoreglatoare: în timpul repausului, ficatul este cel mai mare producător de căldură.

c) Pancreasul: - situat în spatele stomacului. Este alcătuit din:

- *cap*, situat în potcoava duodenală;
- *corp*;
- *coadă*.

Este o *glandă mixtă*, partea exocrină secretă *sucul pancreatic* care este colectat în două canale mari: principal *Wirsung*, care se deschide în duoden, împreună cu coledocul (prin orificiul Oddi), și un canal excretor secundar *Santorini*, care se deschide în canalul Wirsung sau direct în duoden.

Atât *bila* cât și *sucul pancreatic* ajung prin canale în duoden.

Tubul digestiv este căptușit cu o mucoasă specializată, în anumite segmente, pentru:

- secreția sucurilor digestive care prelucrează chimic hrana;
- absorbția substanțelor nutritive rezultate prin digestie.

Înaintarea hranei de-a lungul tubului digestiv se face prin contracții ritmice ale musculaturii acestuia numite *unde peristaltice*; acestea asigură și amestecul sucurilor digestive cu hrana ingerată și eliminarea resturilor nedigerate. Mucoasa prezintă numeroase pliuri și glande producătoare de mucus. Acesta ajută la eliminarea materiilor fecale (de aceea în segmentele inferioare ale intestinului gros crește numărul celulelor care secretă mucus).

V.1.3. Digestia

Prin consumarea alimentelor se introduc în organism o gamă variată de substanțe organice și anorganice. Unele dintre ele: apa, substanțele anorganice (săruri minerale de calciu, fier, fosfor etc.) și vitaminele sunt folosite ca atare de către organismul nostru, fără a fi transformate.

Substanțele organice sunt însă mai întâi digerate, adică descompuse în substanțe simple pentru a putea fi absorbite și distribuite prin circulație tuturor celulelor. Hrana ingerată, pe măsură ce străbate tubul digestiv, este supusă unui ansamblu de transformări mecanice, fizice și chimice numit *digestie*.

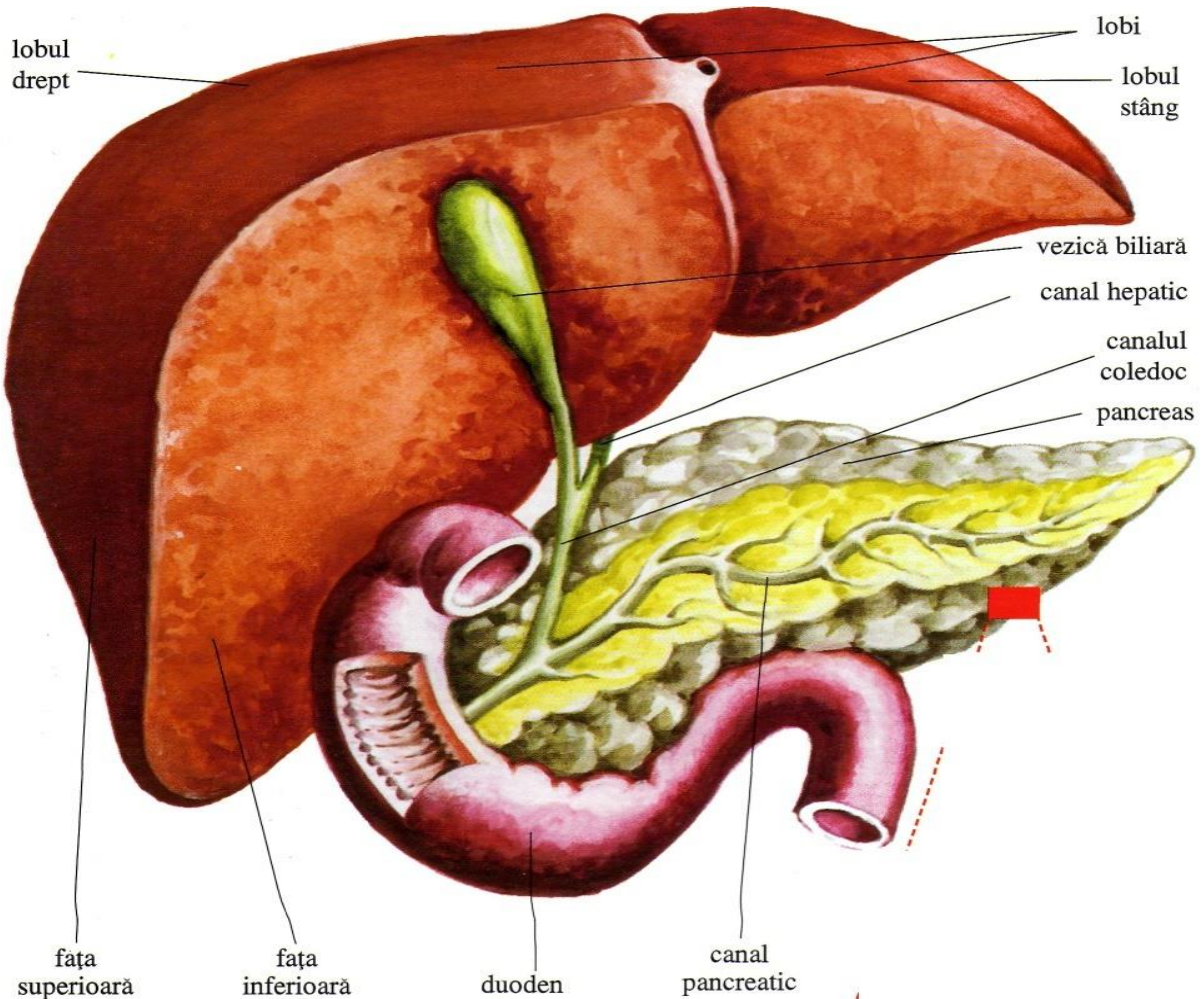


Figura 34. Ficatul și pancreasul

Alimentele sunt mai întâi transformate mecanic și fizic pentru a ușura prelucrarea lor chimică sub acțiunea unor substanțe din sucurile digestive, numite enzime.

Digestia începe în *cavitatea bucală* cu transformări:

- *mechanice* (tăierea, mărunțirea, înmuierea cu salivă) *masticația*;
- *fizice* (dizolvarea unor substanțe în salivă: sare, zahăr);
- *chimice*: au loc sub acțiunea salivei.

Saliva este un lichid puțin vâcos, transparent și spumos; este slab acid ($\text{pH} = 6,8 - 7,2$). Din punct de vedere chimic, saliva este alcătuită din 95,7 % apă și 4,3% reziduu uscat. Reziduu uscat este format din substanțe organice 60% și substanțe minerale 40 %.

Dintre substanțele organice, *amilaza salivară/ptialina* (enzimă din salivă) descompune amidonul în produși glucidici puțin mai simpli, cu gust dulce.

Rezultatul *digestiei bucale* este formarea *bolului alimentar*. În timpul deglutiției acesta trece din cavitatea bucală în faringe și apoi în esofag. Laringele este închis automat de către un cartilaj, *epiglota*, care joacă rol de căpăcel pentru a evita trecerea fragmentelor alimentare pe calea respiratorie. Bolurile alimentare ajung în esofag, îl străbat pe rând, datorită undelor peristaltice și intră în stomac prin orificiul cardia.

Digestia gastrică.

Stomacul depozitează temporar hrana și, prin amestecarea ei cu suc gastric, rezultă o masă păstoasă numită *chim gastric*.

Sucul gastric este un lichid incolor, acid (pH = 0,9 – 2,5). Din punct de vedere chimic, este alcătuit din 99% apă, acid clorhidric (0,2 – 0,5%), săruri minerale (cloruri, fosfați, sulfatați de K, Na și Ca) și substanțe organice (enzime și mucină). Mucina are rolul de a proteja mucoasa gastrică de acțiunea HCl. Enzimele sunt labfermentul, pepsina și lipaza gastrică. Acidul clorhidric împiedică alterarea alimentelor și activează enzimele gastrice. *Pepsina* (cea mai importantă enzimă/ferment din suc gastric care descompune proteinele) este eliminată în stomac sub formă inactivă (de *pepsinogen*), care, în prezența acidului clorhidric (HCl), devine pepsină. (Deci, dacă glandele gastrice ar produce pepsina activă, ele s-ar autodistrage deoarece sunt formate din celule, deci conțin proteine). Iar peretele stomacului nu este atacat de pepsină pentru că este protejat de un strat de mucus.

Hrana ajunsă în stomac este transformată chimic după schema:

Proteine-----*proteaze* (favorizate de mediul acid)-----proteine mai simple

Lipide (din lapte, frișcă)-----*lipaze*-----acizi grași și glicerol

Cazeina (din lapte)-----*labferment*-----paracazeină

În cantități mici, chimul gastric trece prin orificiul piloric în duoden.

Digestia intestinală.

Este rezultatul acțiunii:

- ❖ *bilei și sucului pancreatic* ajunse în duoden de la ficat și pancreas, prin canale speciale;
- ❖ sucului intestinal produs de glandele mucoasei intestinale.

1. **Bila** conține apă și pigmenți biliari care îi dau culoarea verzuie; este depozitată în pauzele dintre mese în vezica biliară; mai conține săruri biliare care emulsionează lipidele făcându-le mai ușor de descompus de către lipazele intestinale. Bila *nu* conține enzime.

Alte roluri ale sărurilor biliare: formează cu grăsimile complecși colecini solubili în apă, permițând astfel absorbția grăsimilor și a vitaminelor liposolubile A, D, E, K și F; stimulează peristaltismul intestinal – rol laxativ; menține echilibrul florei microbiene a intestinului gros, având rol antiputrid; stimulează formarea însăși a bilei – rol coleretic.

2. **Sucul pancreatic** este ca și bila, alcalin, și astfel neutralizează aciditatea ridicată a chimului gastric, protejând mucoasa intestinală. Conține enzime (amilaze, proteaze, lipaze). Acestea acționează puternic asupra tuturor produșilor descompuși numai parțial la nivelul stomacului sau chiar asupra celor nedescompuși.

3. **Sucul intestinal** conține și el apă, proteaze, lipaze și unele enzime care atacă treptat glucidele rezultate în urma acțiunii amilazei pancreatice. Toate acestea continuă acțiunea enzimelor din sucurile gastric și pancreatic până la obținerea produșilor finali ai digestiei: *nutrimentele*.

Deci, de-a lungul tubului digestiv, începând cu cavitatea bucală, stomac și apoi intestin, are loc transformarea chimică treptată a substanțelor organice complexe, în substanțe simple, care, prin *absorbție*, trec direct în *circulație*.

Resturile nedigerate sunt preluate de intestinul gros și supuse unor transformări la care participă bacteriile prezente aici. Acestea:

- sintetizează vitamine (grupul B și vitamina K);
- fermentează resturile cu degajare de gaze;
- realizează procesul de putrefacție din care rezultă substanțe urât mirositoare.

La nivelul intestinului gros are loc și absorbția apei.

Materiile fecale vor fi eliminate prin orificiul anal în procesul de defecație.

V.1.4. Absorbția

Transformările mecanice și fizice ușurează procesele chimice de descompunerea alimentelor în nutrimente.

Doar în această formă simplă ele pot străbate mucoasa intestinală și trece în sânge sau limfă prin procesul de absorbție. Dacă nu ar exista enzimele (fermenții), celulele noastre nu ar putea beneficia de substanțele hrănitoare din alimente.

Fiecare tip de substanță organică este descompusă/catalizată de către o categorie de enzime specifice.

Enzimele descompun/catalizează („taie”) părți din ce în ce mai mici din moleculele foarte mari de lipide, amidon și proteine, obținându-se astfel substanțe simple, absorbabile.

Lipidele (emulsionate cu ajutorul bilei) sunt transformate de către *lipaze* pancreatice și intestinale în *acizi grași* și *glicerină* (glicerol). *Amidonul* (*glucid complex*) este descompus de către *amilazele salivară* și *pancreatică* până la produși ceva mai simpli, catalizați/descompuși apoi de către *alte enzime specifice* până la *glucoză*.

Proteinele atacate de *proteaze* gastrice, pancreatice și intestinale sunt descompuse până la *aminoacizi*.

În forma lor simplificată, de molecule mici, nutrimentele (acizii grași, glicerolul, glucoza și aminoacizii) sunt gata să străbată mucoasa intestinală și să treacă în circulație pentru a fi distribuite celulelor.

Structura intestinului subțire este adaptată funcției principale a acestuia - *absorbția*. În stomac se absorb apa, alcoolul, Na, Cl. În intestinul gros se absoarbe apa și o serie de electroliți.

Glucidele se absorb la nivelul vilozităților sub formă de monozaharide. Absorbția glucidelor este un proces activ la polul apical al celulelor intestinale și se realizează cu ajutorul unui transportor comun pentru Na. De la polul bazal, monozaharidele trec pasiv în sângele portal.

Lipidele se absorb în mod diferit. Glicerolul și acizii grași cu un număr mic de atomi de carbon trec pasiv în celulele intestinale. Acizii grași cu un număr mai mare de atomi de carbon se absorb sub formă de compuși coleanici, pe care îi realizează împreună cu sărurile biliare.

În celulele intestinale, glicerolul împreună cu acizii grași se leagă în combinații specifice organismului uman, de unde trec în sânge și limfă. Sărurile biliare ajung pe cale portală din nou la ficat (ciclul hepato-enterohepatic).

Aminoacizii se absorb activ în celulele intestinale, de unde ajung în sângele portal.

Nutrimentele trec în circulația generală a corpului pe două căi: sangvină și limfatică (*limfa = lichid transparent, incolor/gălbui care circulă prin vasele limfatice și ganglioni limfatici și în spațiile intercelulare transportând diferite substanțe între sânge și țesuturi*).

Odată cu nutrimentele sunt absorbite: apa, substanțele minerale și vitaminele din alimente. Ele trec în circulație ca atare, fără a fi transformate.

Apa, sărurile minerale, unele vitamine care se dizolvă în apă (hidrosolubile), aminoacizii, glucoza, glicerolul, și o mică parte dintre acizii grași sunt preluați de sânge și prin vena portă ajung la ficat. Ficatul nu are doar rolul de a secreta bilă. În celulele sale, o parte dintre nutrimente sunt utilizate fie pentru nevoile sale proprii, fie pentru folosul întregului organism.

De exemplu, ficatul depozitează surplusul de glucoză din sânge sub formă de glicogen, ca material energetic de rezervă. Când nevoile de energie ale organismului cresc, el eliberează în sânge glucoza, prin descompunerea glicogenului.

Prin limfă sunt transportați cea mai mare parte a acizilor grași în combinație cu glicerolul, precum și unele vitamine liposolubile. Substanțele preluate prin limfă ajung și ele, în final, tot în sânge.

Aminoacizii sunt folosiți de organism pentru nevoile sale de creștere. Acizii grași și glucoza sunt folosite pentru acoperirea necesităților energetice (prin ardere) sau se depun în diferite țesuturi ca rezerve de material energetic (țesut gras și glicogen).

V.2. SISTEMUL CARDIO -VASCULAR

Inima și vasele de sânge formează împreună sistemul circulator.

V.2.A. Inima

*Inima (fig.35), o mică „pompă” de aproape 300 de grame, lucrează neobosită toată viața pentru ca sângele să circule în tot corpul. Este un organ musculos, cavită, cu patru camere (două atri și două ventricule) situat în cavitatea toracică, între cei doi plămâni. Este adăpostită într-un sac fibros numit *pericard*, fixat de mușchiul diafragm și de organele din jur. Peretele inimii este format din *miocard* și *endocard*.*

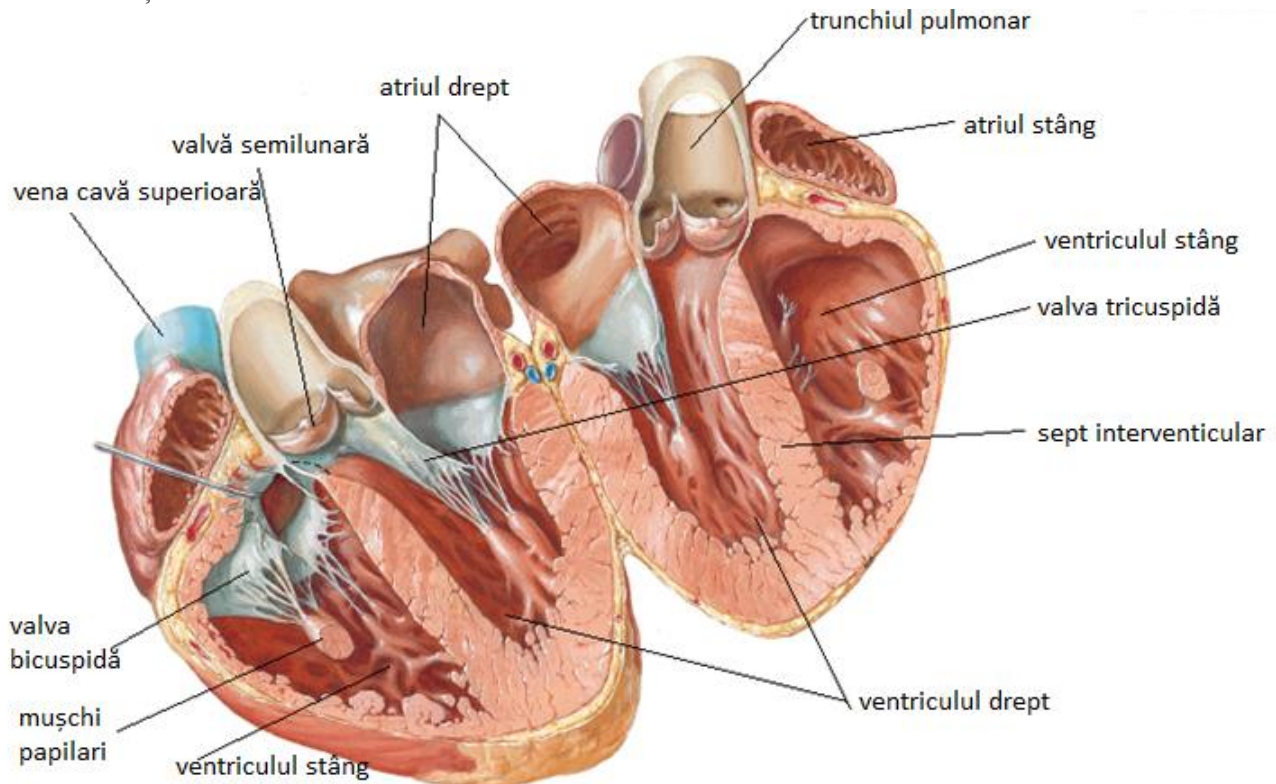


Figura 35. Secțiune frontală prin inimă

Baza inimii corespunde atriilor; la nivelul ei se observă cele opt vase mari ale inimii (fig.35):

- artera aortă;
- artera pulmonară;
- două vene cave (superioară și inferioară);
- patru vene pulmonare.

Vârful inimii, rotunjit, orientat spre partea stângă a cutiei toracice, corespunde ventriculului stâng. Vascularizația bogată a inimii este realizată prin arterele și venele coronare.

Un perete longitudinal împarte inima în două jumătăți complet separate:

- ✚ jumătatea dreaptă (atriul drept = AD și ventriculul drept = VD) conține sânge încărcat cu dioxid de carbon adus din organism;
- ✚ jumătatea stângă (atriul stâng = AS și ventriculul stâng = VS) conține sânge oxigenat adus de la plămâni.

Fiecare atriu comunică cu ventriculul corespunzător prin orificiul atrioventricular prevăzut cu o valvulă, susținută de corzi tendinoase. (AS comunică cu VS prin orificiul *atrioventricular stâng* prevăzut cu *valvula bicuspidă/mitrală*, iar AD comunică cu VD prin orificiul *atrioventricular drept* prin *valvula tricuspidă*).

Mușchiul inimii - *miocardul* - este alcătuit din țesut muscular striat cardiac, cu structură și proprietăți caracteristice. Este mai subțire la nivelul atriilor și mai gros la nivelul ventriculelor.

Cavitățile inimii sunt căptușite de endocard, care se continuă și la nivelul vaselor de sânge. Endocardul se prezintă ca o membrană foarte netedă și transparentă.

Inima trimite sânge în artere:

- + din ventriculul stâng, în artera aortă (sânge oxigenat);
- + din ventriculul drept, în artera pulmonară (sânge neoxigenat).

La originea arterelor aortă și pulmonară se găsesc câte 3 valvule în formă de „cuib de rândunică”, care împiedică întoarcerea sângelui în ventricule după contracția acestora (valvulele fac ca sângele să circule într-un singur sens, nu și în sens invers – sunt unidirecționale).

Inima primește sângele prin vene:

- + prin patru vene pulmonare (sânge oxigenat de la plămâni); acestea se deschid în atriul stâng;
- + prin două vene cave, superioară și inferioară (sânge încărcat cu dioxid de carbon adunat din tot corpul); acestea se deschid în atriul drept.

V.2.B. Vasele de sânge

Vasele de sânge formează un sistem închis, prin care sângele curge într-un singur sens: *inimă* - artere (mari-----mijlocii-----mici) - arteriole (cele mai mici artere) - *capilare*----- venule (cele mai mici vene) - vene (mici - mijlocii - mari) – *inimă*

Arterele sunt vase care pleacă de la inimă și transportă sânge spre țesuturi. Calibrul lor scade de la inimă spre periferie. Peretele arterelor mari este elastic, iar pereții arterelor mijlocii și mici conțin numeroase fibre musculare netede. Arterele sunt situate în profunzime, protejate de planuri osoase.

Venele sunt vase care vin la inimă și transportă sângele de la țesuturi spre inimă. Calibrul lor crește de la periferie spre inimă. Venele, mai numeroase decât arterele, sunt așezate mai superficial. Pe traiectul unor vene se găsesc *valvule* venoase de formă semilunară, care ușurează întoarcerea sângelui la inimă.

Capilarele formează rețele întinse care fac legătura între artere și vene. Peretele lor este subțire, alcătuit dintr-un singur strat de celule.

Peretele vaselor mari (artere, vene) este alcătuit din trei tunici (**fig.36**):

- + intima (tunica internă)
- + media (tunica mijlocie)
- + adventicea (tunica externă)

Peretele capilarelor este foarte subțire și este format din endoteliu sprijinit pe membrana bazală. Principalele proprietăți ale capilarelor sunt motricitatea și permeabilitatea.

Artera aortă - cea mai mare arteră a corpului, pornește din ventriculul stâng și duce sânge oxigenat în tot corpul. Se curbează deasupra inimii și formează cârja aortică și apoi are traseu descendent străbătând toracele - aorta toracică și abdomenul - aorta abdominală. Din aortă se desprind numeroase ramuri, care irigă tot corpul (cap, membre superioare, organele din cavitatea toracică și abdominală, membrele inferioare).

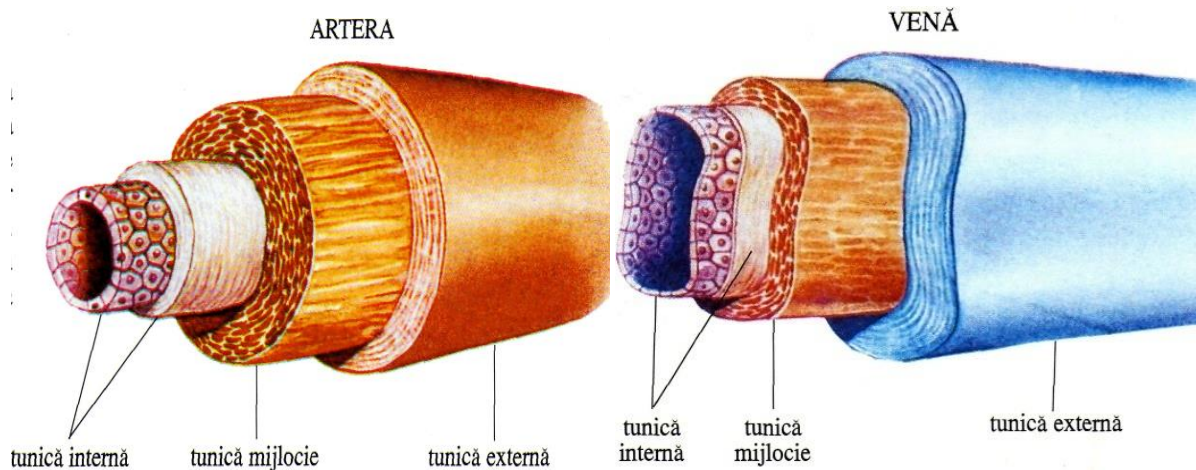


Figura 36. Structura arterelor și venelor

Artera pulmonară pornește din ventriculul drept; se bifurcă în artera pulmonară dreaptă și stângă și duce sânge încărcat cu dioxid de carbon la plămâni.

Venele cave (superioară și inferioară) sunt vase care vin la inimă și aduc din corp sânge încărcat cu dioxid de carbon. Se deschid în atricul drept.

Venele pulmonare în număr de patru, vin de la plămâni cu sânge oxigenat și se deschid în atricul stâng.

Vena portă este o venă aparte a mării circulații, care transportă spre ficat sânge încărcat cu substanțe nutritive rezultate în urma absorbției intestinale.

Proprietățile inimii

- ❖ **Automatismul** cardiac este proprietatea inimii de a-și continua activitatea ritmică de contracție în condițiile izolării din organism. Automatismul este imprimat de țesutul excitoconductor nodal, prin descărcarea automată de impulsuri. Structura corespunzătoare de imprimare a contracției inimii este nodulul sino-atrial Keith-Flack (60-80 contracții/min.). În ceilalți centri de automatism stimuli generați au o frecvență mai mică (nodulul atrio-ventricular Aschoff-Tawara – 40/min, fasciculul Hiss – 25/min). Ei preiau comanda atunci când centrul de automatism superior este scos din funcție.
- ❖ **Excitabilitatea** (funcția batmotropă) reprezintă capacitatea mușchiului aflat în repaus de a răspunde la excitanți prin apariția potențialului de acțiune. Particular pentru miocard este faptul că prezintă inexcitabilitate periodică de lungă durată. El nu intră niciodată în tetanos, fapt ce asigură ritmicitatea contracțiilor cardiace.
- ❖ **Conductibilitatea** este proprietatea miocardului de a conduce impulsurile de la nivelul nodulului sino-atrial în tot mușchiul (reprezintă propagarea excitației la toate fibrele miocardului). Viteza de conducere a excitației este mai mare prin căile internodale (1m/s) decât prin fibrele miocardului atrial (0,3m/s). La nivelul nodulului atrio-ventricular, viteza de conducere este mai mică pentru a asigura încheierea sistolei atriale, înaintea apariției celei ventriculare necesar umplerii ventriculilor cu sânge. La nivelul nodulului atrio-ventricular viteza este de 0,03-0,05m/s. Fasciculul Hiss și fibrele Purkinje au viteze mari de transmitere a excitațiilor pentru sincronizarea contracțiilor fibrelor miocardului ventricular din timpul sistolei ventriculare (5m/s).

- ✚ **Contractilitatea** – contracțiile miocardului se numesc sistole, iar relaxările se numesc diastole. Contractia miocardului este o secusă. Sursa de energie pentru contracție o constituie ATP-ul.
- ✚ **Tonicitatea** reprezintă proprietatea miocardului de a asigura o anumită tensiune a peretelui muscular și în timpul diastolei.

Ciclul cardiac

Miocardul se contractă ritmic și automat. Contracțiile inimii se numesc *sistole*, iar relaxările *diastole*. Succesiunea unei contracții (sistolă) și a unei relaxări cardiace (diastolă) constituie *ciclul* sau *revoluția cardiacă*, având o durată de 0,8 s (70/min). Perioadele de relaxare a miocardului sunt mai lungi decât cele de contracție. Acest lucru face ca inima să bată o viață întreagă fără să obosească. În cursul unor eforturi fizice intense frecvența cardiacă poate crește până la 200 de bătăi/minut.

În timpul diastolei atriale sângele adus la cord de venele mari se acumulează în atrii, deoarece valvele atrioventriculare sunt închise. După terminarea sistolei ventriculare, presiunea intraventriculară scade rapid, devenind inferioară celei atriale și, ca urmare, valvele atrioventriculare se deschid și sângele se scurge pasiv din atrii în ventricule. Umplerea ventriculară pasivă este răspunzătoare pentru aproximativ 70% din sângele care trece din atrii în ventricule, restul de 30% fiind împins, ca urmare a sistolei atriale.

✚ **Sistola atrială** are durată scurtă (0,1 s) și eficiență redusă, din cauză că miocardul atrial este slab dezvoltat. În timpul sistolei atriale, sângele nu poate refula în venele mari, din cauza contracției concomitente a unor fibre cu dispoziție circulară, care înconjură orificiile de vărsare ale acestor vene în atrii; ca urmare, sângele trece în ventricule. După ce s-au contractat, atriile intră în diastolă -0,7 s.

✚ **Sistola ventriculară** urmează după cea atrială (0,3 s). Curând după ce ventriculul a început să se contracte, presiunea intraventriculară depășește pe cea intraatrială și, ca urmare, se închid valvele atrioventriculare. Urmează o perioadă scurtă în care ventriculul este complet închis, contracția ventriculară determinând creșterea presiunii intraventriculare. Perioada de timp cât ventriculele devin cavități închise se numește diastolă izovolumetrică. Când presiunea intraventriculară depășește pe cea din arterele ce pleacă din cord, se deschid valvulele semilunare de la baza acestor vase și începe evacuarea sângelui din ventricul.

Evacuarea sângelui se face la început rapid și apoi lent, presiunea intraventriculară scăzând progresiv. În timpul sistolei, ventriculele expulzează în aortă și, respectiv, în artera pulmonară, 70-90 ml sânge - **debit sistolic**.

După sistolă ventriculele se relaxează, presiunea intraventriculară scade rapid și, când ajunge sub nivelul celei din arterele mari, se închid valvulele sigmoide.

Ventriculele continuă să se relaxeze și, o anumită perioadă de timp, sunt din nou cavități închise; treptat presiunea intraventriculară scade sub nivelul celei intraatriale, se deschid valvele atrioventriculare, sângele din atrii începe să se scurgă pasiv în ventricule și ciclul reîncepe; diastola durează 0,5 s.

De la sfârșitul sistolei ventriculare până la începutul unei noi sistole atriale, inima se găsește în stare de repaus mecanic - **diastola generală** (0,4 s).

Activitatea mecanică a cordului este apreciată pe baza valorii debitelor sistolic și cardiac.

✚ **Debitul sistolic** reprezintă cantitatea de sânge expulzat de ventricule la fiecare sistolă și variază între 70-90 ml.

- ✱ **Debitul cardiac**, obținut prin înmulțirea debitului sistolic cu frecvența cardiacă pe minut are valori de aproximativ 5,5 l, dar poate crește în timpul efortului muscular până la 30-40 l; debitul cardiac crește și în timpul sarcinii, al febrei, și scade în timpul somnului.

V.2.C. Circulația sângelui

Circulația sângelui este constituită din două circuite vasculare, complet separate, dar strâns corelate funcțional:

- ✚ *Circulația sistemică/marea circulație;*
- ✚ *Circulația pulmonară/mica circulație.*

Deci circulația este *dublă* (are două circuite) și *completă* (sângele încărcat cu oxigen nu se amestecă cu sângele încărcat cu dioxid de carbon).

Activitatea inimii este însoțită de două zgomote specifice, care pot fi auzite cu ajutorul stetoscopului:

- ✚ *primul zgomot (sistolic)*, lung, surd - produs de închiderea valvulelor atrioventriculare și expulzarea sângelui din ventricule;
- ✚ *al doilea zgomot (diastolic)* scurt, ascuțit, datorat închiderii valvulelor de la baza celor două artere mari (aorta și artera pulmonară).

Inima deservește două „circuite”, care reprezintă marea și mica circulație.

Circulația mare (inimă - corp - inimă) începe în ventriculul stâng prin artera aortă care transportă sângele cu O₂ și substanțe nutritive spre țesuturi și organe. De la nivelul acestora, sângele încărcat cu CO₂ este preluat de cele două vene cave (cavă superioară și cavă inferioară) care îl duc în atriul drept.

Circulația mică (inimă - plămâni - inimă) începe în ventriculul drept prin trunchiul arterei pulmonare, care transportă spre plămân sânge cu CO₂. Trunchiul pulmonar se împarte în cele două artere pulmonare, care duc sângele cu CO₂ spre rețeaua capilară din jurul alveolelor, unde îl cedează alveolelor care îl elimină prin expirație. Sângele cu O₂ este colectat de venele pulmonare, câte două pentru fiecare plămân. Cele patru vene pulmonare sfârșesc în atriul stâng.

V.2.1. SÂNGELE

Sângele, limfa și lichidele intercelulare formează *mediul intern al organismului*, caracterizat prin compoziție și proprietăți fizico-chimice relativ constante, ce asigură *homeostazia* necesară activității normale a celulelor.

Sângele realizează:

- ✚ aportul la nivel celular de substanțe energogenetice și plastice (glucoză, aminoacizi, acizi grași), săruri minerale, apă și oxigen (O_2);
- ✚ transportul produșilor catabolismului celular (uree, acid uric, amoniac) și ai dioxidului de carbon (CO_2).

Sângele constituie aproximativ 8% din greutatea noastră corporală, deci volumul lui exact depinde de dimensiunile corpului. De exemplu, un bărbat matur de statură medie, are aproximativ 5 litri de sânge.

Sângele este un țesut conjunctiv lax cu o constantă fluidă, compus din plasmă și elemente figurate, care asigură nutriția și oxigenul necesar organismului.

Componentele principale ale sângelui:

- ✚ *plasma sangvină* (55-60%);
- ✚ *elementele figurate* (40-45%).

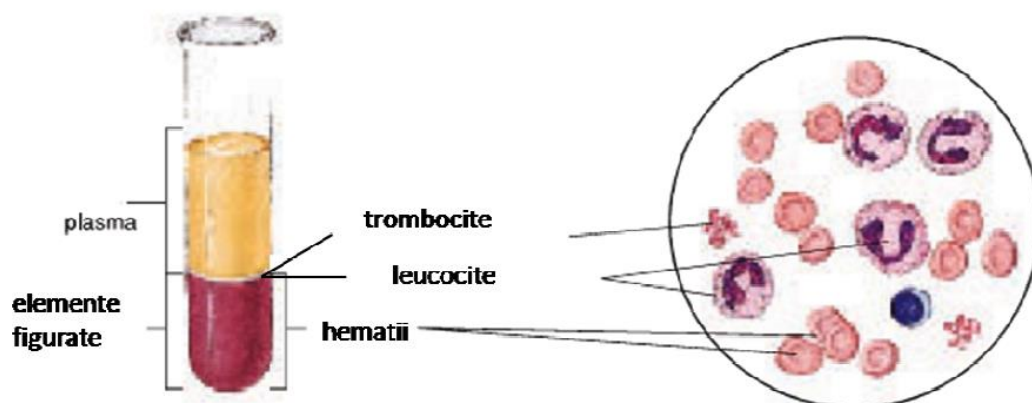


Figura 37. Componentele sângelui (la microscop)

A. Plasma sangvină - este un lichid gălbui, care conține 90% apă și 9% substanțe organice și 1% substanțe anorganice, cum ar fi: *electroliti* (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cr , HCO_3^- , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-}), *substanțe nutritive* (glucoză, aminoacizi, lipide, colesterol, vitamine), *produși finali de metabolism* (uree, creatinină, acid uric), *hormoni* și *proteine*.

Proteinele (7-9% din volumul plasmatic) sunt de 3 tipuri: *albumine*, *globuline* și *fibrinogen*. Albuminele asigură presiunea osmotică necesară menținerii volumului sanguin. Globulinele transportă lipide, vitamine liposolubile, și factori ai coagulării. Gamaglobulinele sunt anticorpi produși de limfocite și asigură imunitatea organismului. Fibrinogenul are rol important în coagularea sângelui.

B. Elementele figurate - sunt *globulele roșii* (hematiile sau eritrocitele), *globulele albe* (leucocitele) și *plachetele sangvine* (trombocitele).

B. 1. Hematiile – sunt celule sangvine anucleate (care nu au nucleu) în faza adultă, în număr de circa 5 milioane/ mm^3 la bărbat și 4,5 milioane/ mm^3 la femei. Hematiile anucleate au din profil formă de

disc biconcav cu diametru de circa 7,5 microni și grosime la periferie de 2,5 microni. Această formă mărește suprafața celulei și favorizează schimburile de gaze. Hematiile au o durată de viață de 120 de zile, după care sunt distruse în ficat, în splină (cimitirul globulelor roșii) și în măduva osoasă prin hemoliză. Rata de înlocuirea hematiilor adulte, ajunse la limita funcțională, este de aproximativ 2,5 milioane pe secundă. Pe măsură ce sunt distruse, se formează altele noi, în măduva roșie (*hematopoietică*) din oase, în special din oasele late și în ficat. Procesul de formare a hematiilor (necesită Fe, vitamina B₁₂, acid folic) se numește *hematopoieză*. Reglarea este controlată de un hormon secretat de rinichi numit *eritropoietină*.

Creșterea numărului de hematii se numește *poliglobulie*. Poliglobulia poate fi de scurtă durată (în efort fizic, după mâncare, la durere) sau stabilă (la persoanele care trăiesc la altitudini mari). Fiecare hematie conține aproximativ 280 milioane de molecule de *hemoglobină*, care conferă culoarea roșie sângelui și are rolul de a transporta gazele respiratorii (O₂ și CO₂).

- ✚ *Hemoglobina (Hb.)* are în structura sa o proteină (*globina*) și un pigment roșu, „*hem*”. În molecula hemului se găsește fier, de care se leagă oxigenul molecular (O₂) ce urmează să fie transportat. La un om sănătos, în volumul de sânge din organism (5-6 litri) se găsesc 700-800 g hemoglobină. Scăderea numărului de hematii care conțin hemoglobină, sau micșorarea cantității de hemoglobină din hematii diminuează aprovizionarea cu oxigen și provoacă patologia numită *anemie*.

B. 2. Globulele albe sau **leucocitele** - sunt celule nucleate *mobile*, în număr de 4000-8000/mm³. Leucocitele au câteva proprietăți fiziologice particulare, importante în apărarea organismului împotriva infecțiilor:

- ✚ se deplasează pasiv în masa sângelui (duse de curentul sanguin) și activ (prin mișcări amiboidale cu ajutorul *pseudopodelor* = piciorușe false);
- ✚ se deformează datorită emiterii de pseudopode, pentru a traversa endoteliul capilar în spațiile interstițiale prin *diapedeză*;
- ✚ înglobează diferite celule moarte sau lezate și bacterii pe care le digeră intracelular, proces numit *fagocitoză*;
- ✚ sintetizează anticorpi care asigură imunitatea.

Datorită acestor proprietăți, leucocitele au un *rol esențial în mecanismele de apărare* ale organismului împotriva agenților patogeni.

Leucocitele sunt și ele de mai multe tipuri:

- ✚ *polinucleare (granulocite)*;
- ✚ *mononucleare (agranulocite)*.

Polinuclearele sau granulocitele sunt:

Neutrofilele sunt cele mai numeroase (60% din totalul leucocitelor), migrează spre țesuturile infectate cu microorganisme sau substanțe străine, fiind atrase de substanțele eliberate din celulele atacate. Prin *diapedeză*, neutrofilele străbat peretele capilar. La locul infecției fagocitează microorganismele și substanțele străine. Au o durată de viață de câteva ore.

Acidofilele (sau eozinofilele care reprezintă 3% din totalul leucocitelor) intervin în reacții alergice și în boli parazitare. Numărul lor crește în infecții ale organismului, opresc reacțiile inflamatorii prin reacții de detoxificare.

Bazofilele (0,5% din totalul leucocitelor) sintetizează și eliberează *histamina* și *heparina*, substanțe vasodilatatoare. Ele intervin în stadiul tardiv al infecțiilor.

Mononuclearele sau agranulocitele sunt:

Limfocitele (25-33% din totalul leucocitelor) sunt celule mici cu nucleu mari și citoplasmă puțină. Produc anticorpi care asigură imunitatea corpului. Se formează în timus, măduva osoasă, ganglionii limfatici, splină și ajung în circulație pe cale limfatică. Limfocitele proliferază intens atunci când în organism pătrund agenți patogeni. Durata de viață este de la câteva ore până la câțiva ani.

Monocitele (13-19% din totalul leucocitelor) sunt cele mai mari leucocite. Au nucleu în formă de rinichi. Se formează în măduva osoasă, în ganglionii limfatici, în splină, în amigdale etc. Durata de supraviețuire este de circa 24 ore. Au proprietăți fagocitare pronunțate, fagocitând resturi celulare și microbiene mai mari.

B. 3. Trombocitele (plachete sanguine) - sunt cele mai mici elemente figurate, sunt anucleate. În circulația sangvină se găsesc în număr de 250000-450000/mm³. Durata de viață este de 5-9 zile, după care sunt distruse în splină și ficat. Provin prin fragmentarea unor celule mari (*megacariocite*) din măduva osoasă. Au rol în coagularea sângelui.

Hemostaza este procesul fiziologic prin care organismul intervine în oprirea hemoragiei, ca urmare a lezării vaselor de sânge. Formarea cheagului de fibrină are loc prin transformarea fibrinogenului plasmatic (globulina din plasmă), solubil, în fibrină insolubilă, sub acțiunea trombinei.

După realizarea hemostazei și refacerea peretelui vascular lezat are loc *fibrinoliza*, adică procesul de descompunere enzimatică a fibrinei.

Imunitatea este capacitatea organismului de a recunoaște și neutraliza macromolecule sau celule străine care, pătrunse în mediul intern, produc dereglări ale unor constante funcționale (ale homeostaziei).

Grupele sanguine

Termenul de **grupă sangvină** (sau **grup sangvin**) este folosit pentru a caracteriza sângele unui individ în funcție de prezența sau absența unui antigen pe suprafața eritrocitelor acestuia. Deși, aceste antigene sunt prezente și pe leucocite (nu și pe trombocite), în mod curent se consideră că doar eritrocitele prezintă importanță pentru stabilirea grupelor sanguine.

Datorită faptului că reacția antigen-anticorp la care participă antigenele de grup sangvin și anticorpiilor specifici este una de aglutinare (se soldează cu aglutinarea hematiilor) antigenele se mai numesc și **aglutinogene/antigene**, iar anticorpii și **aglutinine/anticorpi**. În practica medicală curentă prezintă importanță sistemele AB0 și Rh.

Sistemul AB0

Austriacul **Karl Landsteiner** este considerat descoperitorul sistemului AB0, el primind în 1930 Premiul Nobel pentru aceasta.

Sistemul AB0 se bazează pe existența a două aglutinogene, notate **A** și **B**, și a două aglutinine specifice: **α** (anti A) și respective **β** (anti B). Astfel, există 4 grupe principale în sistemul AB0:

Grupa de sânge		Aglutinogen/ Antigen	Aglutinina/ Anticorp	Primește de la grupa	Donează la grupa
0	I	-	alfa, beta	-	0, A, B, AB
A	II	A	beta	A, 0	A, AB
B	III	B	alfa	B, 0	B, AB
AB	IV	AB	-	0, A, B, AB	AB

Landsteiner a observat o *regulă a exclușiunii reciproce*, concretizată în faptul că indivizii care prezintă pe eritrocite un aglutinogen nu au niciodată în plasmă aglutinina omoloagă. Un individ poate dispune de unul, ambele sau de niciunul din aglutinogene. Întotdeauna există aglutinine corespunzătoare aglutinogenului care lipsește, iar când sunt prezente atât A cât și B, nu vor exista aglutinine.

Problema compatibilității se pune atunci când se dorește realizarea unei transfuzii sangvine. Clasic, în sistemul AB0, există noțiunile de donator universal (cu referire la grupa 0, care nu are aglutinogene) și de primitor universal (cu referire la grupa AB, care nu are aglutinine). Ele nu sunt însă utile decât pentru transfuzii cu volum redus de sânge, mai mic de 500 ml. În cazul transfuziei a peste 500 ml, se folosește exclusiv sânge izogrup, adică de aceeași grupă cu a primitorului. Aceasta pentru că, deși de exemplu grupa 0 nu are aglutinogene, are totuși aglutinine. Acestea devin de ajuns de diluate în sângele primitorului pentru a nu da reacții sesizabile, dar la volume mari contactul lor cu aglutinogenele unui primitor de grupă A, B sau AB poate determina aglutinarea intravasculară a eritrocitelor.

Sistemul Rh

În afară de sistemul AB0, în cazul unei transfuzii este obligatoriu să se țină seama și de grupa Rh+. Sângele Rh+ poate fi primit doar de indivizi Rh+, pe când cel Rh- se poate administra la Rh- și Rh+ fără nici o problemă, deoarece în sistemul Rh nu există anticorpi în absența factorului antigenic. Este de menționat că totuși, teoretic, indivizii Rh- ar putea primi o dată în viață sânge Rh+, urmând ca după aceea să dezvolte anticorpi anti Rh. Această variantă este însă evitată cu mare atenție în practică, deoarece poate duce la erori ulterioare cu consecințe grave.

Funcțiile sângelui în organism

Sângele îndeplinește funcții importante pentru organism, cum ar fi:

- ✚ transportul de substanțe nutritive și gaze respiratorii, asigurând desfășurarea proceselor metabolice;
- ✚ apărarea antiinfecțioasă prin anticorpi specifici;
- ✚ funcția hemostatică prin coagulare;
- ✚ menținerea pH-ului prin sisteme tampon;
- ✚ reglarea temperaturii corpului;
- ✚ îndeplinește rolul de sistem de integrare și coordonare umorală prin hormoni, mediatorii chimici și cataboliții pe care îi vehiculează
- ✚ reglarea echilibrului hidric.

V.3. SISTEMUL RESPIRATOR

Sistemul respirator (**fig.38**) este format din:

- căile respiratorii
- plămâni.

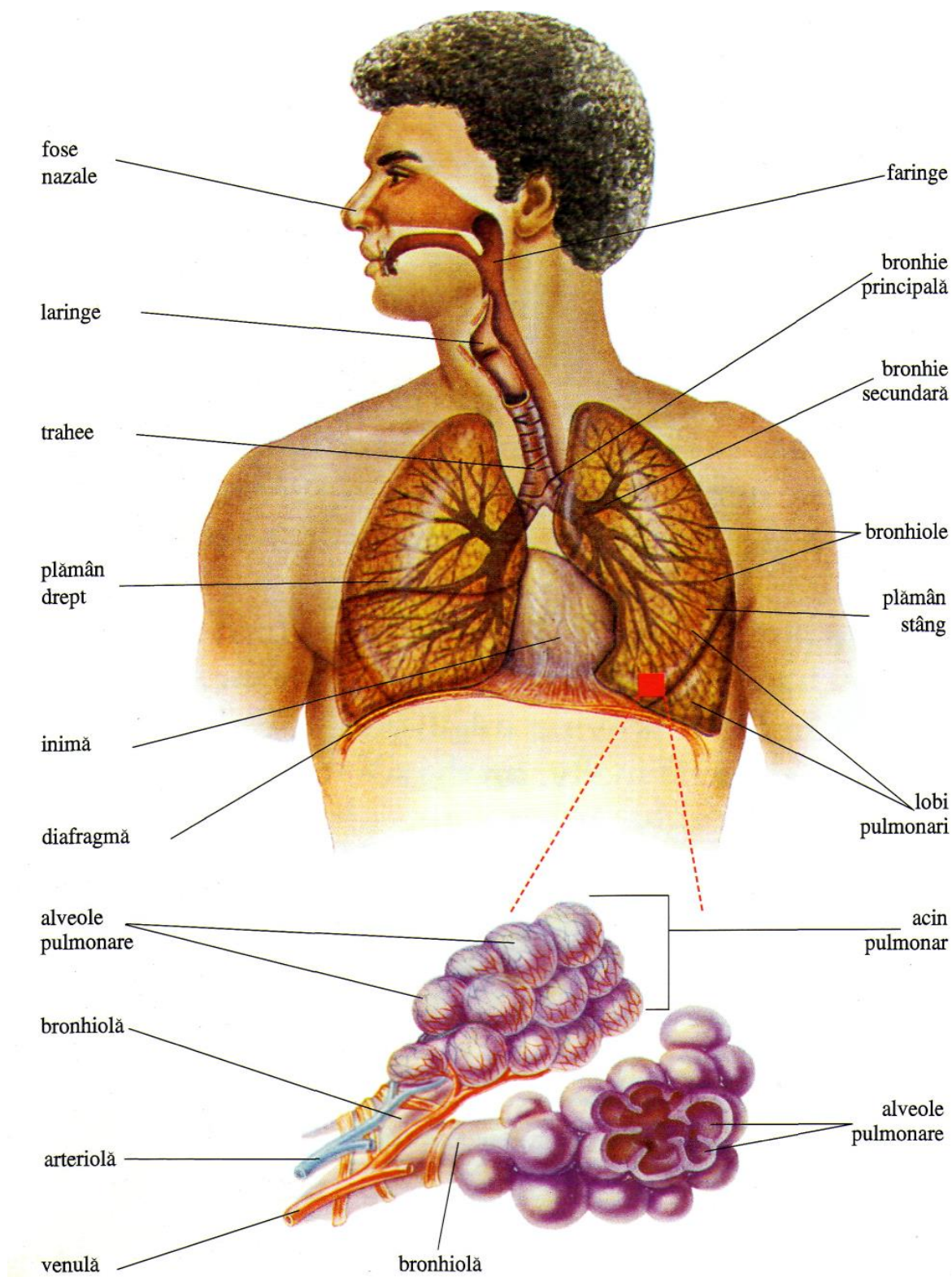


Figura 38. Aparatul respirator

a) Căile aeriene/respiratorii sunt reprezentate de:

- *cavitatea nazală,*
- *faringe,*
- *laringe,*
- *traheea,*
- *bronhiile cu ramificațiile lor din ce în ce mai mici, care alcătuiesc în plămâni *arborele bronșic*.*

Prin căile respiratorii aerul atmosferic ajunge la plămâni.

Cavitatea nazală este formată din cele două *fose nazale* care comunică cu exteriorul prin nări și cu faringele prin două orificii numite *coane*; la intrarea în nări, firele de păr opresc impuritățile din aerul inspirat. Fosele nazale comunică și cu mici cavități, pline cu aer, săpate în oasele din jur, numite *sinusuri*.

Fosele nazale sunt despărțite de septul nazal și sunt căptușite de *mucoasa nazală*, bogat vascularizată, care încălzește aerul inspirat (este vorba de *mucoasa respiratorie* care căptușește partea inferioară a foselor nazale). Mucoasa nazală care căptușește partea superioară a foselor nazale se numește *mucoasă olfactivă (cu rol în olfacție/miros)*. Mucusul produs de celulele mucoasei nazale asigură umiditatea, reține praful și unele microorganisme.

Faringele reprezintă locul unde se încrucișează calea aerului cu cea digestivă, este un organ comun sistemelor digestiv și respirator. Faringele are forma unei pâlnii cu pereții musculo-membranoși.

Laringele face legătura între faringe și trahee având rol dublu: cale pentru aer (funcție respiratorie) și organ fonator/al vorbirii (funcție fonatorie). Are formă de trunchi de piramidă triunghiular cu baza în sus.

Este alcătuit din mai multe cartilaje, dintre care cartilajul tiroid („mărul lui Adam”). Pe cartilaje se prind mușchii laringelui. Mucoasa care căptușește laringele formează două perechi de pliuri (cute) numite *corzi vocale* (deci patru corzi vocale): două superioare și două inferioare, ultimele cu rol în producerea sunetelor; spațiul dintre corzi se numește *glotă*.

Epiglota acoperă deschiderea laringelui (epiglota joacă rol de căpăcel și este de natură cartilaginoasă; în timpul înghițirii/degluțiției este coborât peste orificiul superior al laringelui și astfel împiedică pătrunderea bolului alimentar în calea respiratorie). Laringele prezintă mușchi care prin contracție modifică tensiunea corzilor vocale și diametrul glotei:

- când corzile se apropie, glota se îngustează și, la ieșirea aerului, se produc sunete înalte.
- când glota e larg deschisă se produc sunete joase, profunde.

Sunetele sunt produse prin vibrația corzilor vocale la ieșirea aerului din plămâni.

Când se vorbește în șoaptă, corzile sunt îndepărtate și constituie suprafețe de frecare a aerului expirat.

Sunetele produse sunt modificate de faringe, cavitatea bucală (limbă, dinți, buze) și de cea nazală, toate acestea acționând ca rezonatori. Forma lor, specifică fiecărui individ, face ca oamenii să aibă voci diferite (dă timbrul vocii).

Traheea este situată în continuarea laringelui și coboară prin fața esofagului spre cei doi plămâni; prezintă 15-20 inele cartilaginoase, în formă de potcoavă; în partea dinspre esofag este completată de o lamă musculară, care permite ca bolul alimentar să înainteze ușor de-a lungul esofagului.

Este căptușită de mucoasa traheală ale cărei celule prezintă cili și glande care secretă mucus. Mișcarea cililor trimite praful și microbii înapoi în faringe, împiedicând pătrunderea lor în plămâni, iar lichidul mucos având rol în umezirea aerului.

La partea inferioară, traheea se bifurcă în cele două *bronhii principale (dreaptă și stângă)*, fiecare intrând în câte un plămân.

Bronhiile principale intră în cei doi plămâni (prin hil = un orificiu), unde se ramifică din ce în ce mai mult, întocmai ca ramurile unui arbore, formând arborele bronșic. Au structură asemănătoare cu a traheei, fiind formate din inele cartilaginoase incomplete posterior.

b) Plămânii sunt în număr de doi și reprezintă organele respiratorii propriu-zise, așezate în cavitatea toracică, deasupra diafragmului, înveliți în pleure. Plămânii au aspect buretos și culoare roz. Fiecare plămân este alcătuit din mai multe unități din ce în ce mai mici: lobi ----- (3 pentru plămânul drept și 2 pentru cel stâng) -----segmente -----lobuli pulmonari -----acini pulmonari.

Ramificațiile bronhiilor devin și ele din ce în ce mai mici și pătrund în aceste unități, împrumutându-le denumirea: *bronhii lobare - bronhii segmentare - bronhiole lobulare*.

Bronhiiolele lobulare, la rândul lor, se ramifică în *bronhiole terminale*, care se continuă cu *bronhiiolele respiratorii*, de la care pleacă *ductele (canalele) alveolare*, terminate prin *săculeți alveolari*. Pereții săculeților alveolari sunt compartimentați în *alveole pulmonare*.

Bronhiiolele respiratorii, împreună cu formațiunile derivate din ele - ducte alveolare, săculeți alveolari și alveole pulmonare formează *acinii pulmonari*.

Acinul pulmonar reprezintă unitatea structurală și funcțională a lobulului pulmonar. Mai mulți acini pulmonari formează un lobul, mai mulți lobuli formează un segment, mai multe segmente formează un lob și mai mulți lobi (doi sau trei) formează un plămân (*plămânul drept prezintă două scizuri care îl împart în trei lobi, iar plămânul stâng are o singură scizură, care îl împarte în doi lobi*). Deci, lobii pulmonari sunt delimitați prin scizuri.

Alveolele pulmonare au forma unui săculeț mic cu perete foarte subțire, adaptat schimburilor gazoase.

În jurul alveolelor se găsește o bogată *rețea de capilare*, care, împreună cu pereții alveolelor, formează *membrana alveolo-capilară/membrana respiratorie*, la nivelul căreia au loc schimburile de gaze (O₂, CO₂) dintre alveole și sânge.

Bronhiiolele nu mai au inele cartilaginoase, dar în structura peretelui lor fibre musculare netede reglează cantitatea de aer de la acest nivel.

Lobulul pulmonar are formă piramidală, cu baza către suprafața externă a plămânului. Este alcătuit din ramificații ale bronhiiolelor și din vase de sânge, înconjurate de țesut conjunctiv. Lobulul pulmonar este alcătuit din acini pulmonari. În ei pătrund ultimele și cele mai mici ramificații ale arborelui bronșic - bronhiiolele respiratorii.

Acinul pulmonar are forma unui ciorchine în care fiecare „bobiță” reprezintă câte o alveolă pulmonară.

Pleura învelește plămânul și este alcătuită din două foițe: *viscerală*, care acoperă plămânii și *foița parietală*, ce căptușește pereții cutiei toracice. Între cele două foițe se găsește *lichidul pleural*, care favorizează alunecarea acestora în timpul mișcărilor respiratorii (deci rol esențial în mecanismul respirației).

V.3.1. Ventilația pulmonară

În inspirație aerul atmosferic pătrunde prin căile respiratorii până la nivelul alveolelor pulmonare, iar în expirație o parte din aerul alveolar este expulzat la exterior. Acest proces se numește *ventilație pulmonară*.

Deci, ventilația pulmonară reprezintă schimburile de gaze dintre organism și mediul ambiant (încorporarea O₂ și eliminarea CO₂). Procesul cuprinde două etape:

✚ *Inspirația;*

✚ *Expirația.*

Aerul inspirat este bogat în oxigen (O₂), iar aerul expirat în CO₂. Mișcările respiratorii se repetă ritmic, fără pauză, în tot cursul vieții. Frecvența respiratorie în stare de repaus este de 18 respirații/minut la femeie și de 16 respirații/minut la bărbat.

V.3.1.1. Inspirația

Inspirația este un proces activ prin care aerul atmosferic pătrunde prin căile respiratorii până la alveolele pulmonare.

Pentru ca aerul din exterior să intre în plămâni trebuie ca presiunea din interiorul acestora (intrapulmonară) să scadă. Aceasta se realizează prin mărirea volumului cutiei toracice.

În inspirație mușchii diafragm și intercostali (dintre coaste) se contractă. Coastele se ridică și sternul este împins înainte, mușchiul diafragm coboară; se mărește astfel volumul cutiei toracice.

Plămânii, fiind organe foarte elastice, urmează expansiunea cutiei toracice de care sunt solidarizați prin pleure. (Pleura parietală fiind lipită de pereții cutiei toracice și fiind solidarizată cu cea viscerală prin lichidul pleural, face ca odată cu cutia toracică să se mărească și volumul plămânilor).

Presiunea aerului din interiorul plămânilor scade și aerul atmosferic poate pătrunde în plămâni.

Când inspiri mai adânc (tragi mai mult aer în piept) - în inspirația forțată - și alți mușchi se contractă, mărind suplimentar volumul cutiei toracice.

V.3.1 2. Expirația

Acesta este un proces pasiv, de revenire a volumului cutiei toracice la dimensiunile inițiale.

În expirație:

- mușchii intercostali și mușchiul diafragm se relaxează;
- coastele coboară, iar mușchiul diafragm urcă.
- plămânii fiind elastici revin la volumul inițial astfel că presiunea din interiorul lor crește;
- aerul încărcat cu CO₂ este eliminat prin căile respiratorii în mediul extern.

În timpul efortului sau în anumite meserii (solist vocal), expirația devine activă: intră în contracție unii mușchi toracici și abdominali care trag și mai mult coastele în jos.

V.4. SISTEMUL EXCRETOR

Sistemul excretor (**fig.39**) este alcătuit din:

- rinichi (în număr de doi);
- căile urinare.

V.4.1. Rinichii

Rinichii sunt așezați în cavitatea abdominală, de o parte și de alta a coloanei vertebrale, în regiunea lombară.

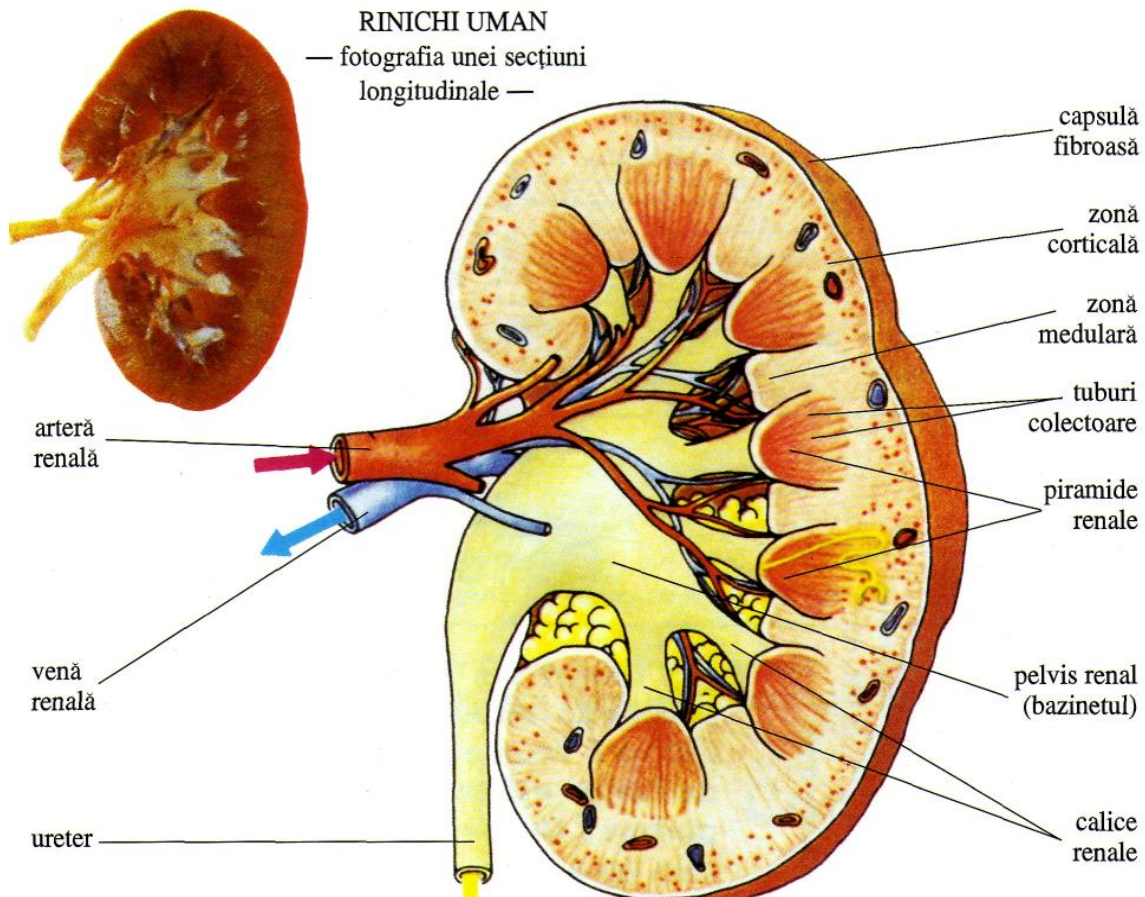


Figura 39. Structura rinichiului

Rinichii au o formă asemănătoare cu aceea a unui bob de fasole (reniformă), culoarea brun-roșcată, greutatea fiecărui rinichi este în jur de 120g.

Rinichiului i se descriu *două fețe* - anterioară și posterioară, *două margini* - una laterală convexă și una mediană concavă, care prezintă *hilul renal*, și *doi poli* - superior și inferior.

Prin hilul renal intră artera renală și nervii renali, ieșind vena renală, căile urinare și vase limfatice.

Polul superior vine în raport cu glanda suprarenală.

Rinichiul este alcătuit din două părți: *capsula renală* și *țesutul sau parenchimul renal*.

Capsula renală se prezintă sub forma unui înveliș fibro-elastic, care acoperă toată suprafața rinichiului și care aderă la parenchimul subiacent (aderă la țesutul de sub el).

Parenchimul renal este alcătuit dintr-o zonă centrală, numită *medulară*, și o zonă periferică, numită *corticală*.

Medulara prezintă, pe secțiune, niște formațiuni de aspect triunghiular, numite *piramidele lui Malpighi* în număr de 6 până la 18, ele sunt orientate cu baza spre periferie, către corticală. Vârfurile acestor piramide sunt rotunjite și poartă numele de *papile renale*. Se poate observa în secțiune cu ajutorul unei lupe mici *orificii* în vârful piramidelor, prin care urina se scurge în *calicele renale*. Piramidele Malpighi prezintă niște striatii longitudinale fine, care reprezintă canalele renale drepte numite *tuburi colectoare*. Fiecare tub colector își are orificiul de scurgere în papilă.

O piramidă Malpighi renală împreună cu țesutul înconjurător din corticală alcătuiesc un *lob renal*. La rândul său, lobul renal se împarte în unități mai mici numite *lobuli renali*.

Corticala conține atât corpusul renal cât și tubii colectori.

Definiție

Nefronul (fig.40) reprezintă unitatea anatomică și funcțională a rinichiului. În alcătuirea unui nefron intră două părți: *corpusul renal* și *tubul urinifer (sistemul tubular)*.

Corpusul renal e format din *capsula Bowman* și *glomerulul renal*.

Capsula Bowman reprezintă porțiunea inițială a nefronului. Ea este situată în corticală și are forma unei cupe cu pereții dubli. În adâncimea cupei se află *glomerulul renal* care este un ghem format din capilare, la care sosește o *arteriolă aferentă* și de la care pleacă o *arteriolă eferentă*.

În fiecare nefron, în capsula Bowman pătrunde o ramificație a arterei renale (desprinsă din aorta abdominală) - arteriola aferentă. Din aceasta se formează glomerulul. Capilarele glomerulare se unesc și formează arteriola eferentă care se capilarizează din nou la nivelul pereților tubulari (restul tubului urinifer).

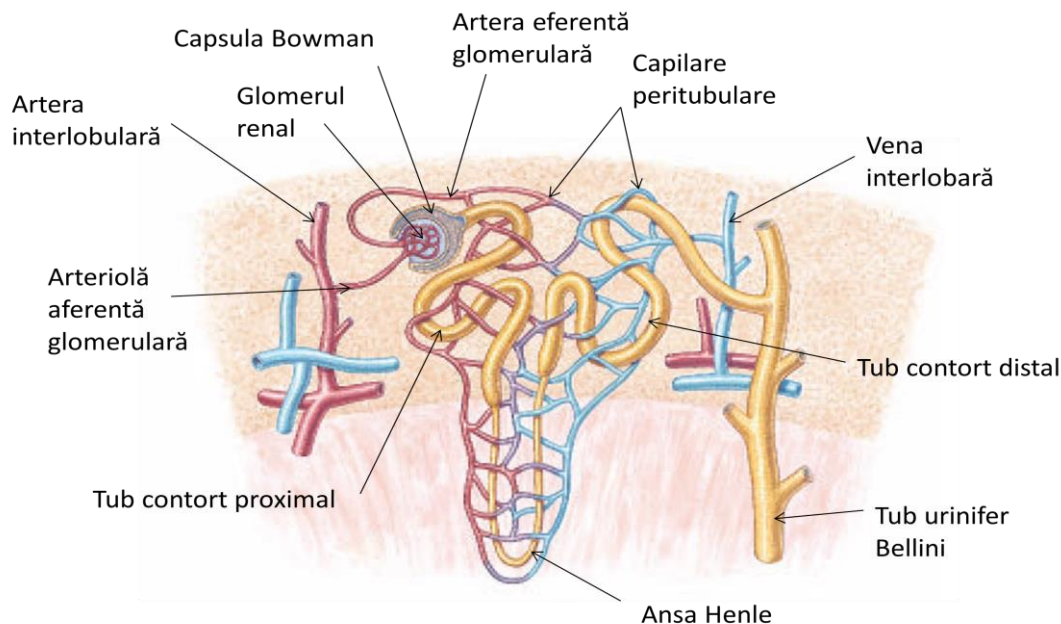


Figura 40. Alcătuirea nefronului

În continuarea capsulei se află *tubul contort proximal*, care este un tub încolăcit, situat în corticală. El se continuă cu *ansa Henle*, formată dintr-un braț descendent care trece în medulară, de unde pleacă un braț ascendent ce se reîntoarce în corticală. Brațul descendent are calibrul mai mic decât cel ascendent care, ajuns în corticală, se continuă cu *tubul contort distal*, acesta are o porțiune rectilinie și una contortă. Limita dintre cele două porțiuni este marcată de prezența unei structuri de tip particular numită *macula densa*.

Mai mulți tubi contorți distali se deschid într-un *tub colector*.

V.4.2. Căile urinare

Căile urinare sunt reprezentate de:

- *calicele renale mici*;
- *calicele renale mari*;
- *bazinet*;
- *ureter*;
- *vezica urinară*;
- *uretra*.

Calicele renale mici sunt situate la vârful piramidelor Malpighi și confluează în trei *calice renale mari*: superior, mijlociu și inferior. La rândul lor, calicele renale mari se unesc și formează *bazinetul*.

Bazinetul sau *pelvisul renal* este un conduct mai dilatat, cu baza la rinichi și cu vârful spre ureter.

Ureterul este un tub lung de 25-30 cm, care unește vârful bazinetului cu vezica urinară.

Vezica urinară este un organ musculo-cavitar, fiind porțiunea cea mai dilatăată a căilor urinare. Ea acumulează urina, care se elimină în mod continuu prin uretere, și o evacuează în mod discontinuu ritmic, de 4-6 ori în 24 de ore, prin actul micțiunii. Vezica urinară este așezată în pelvis și are o formă globuloasă.

Uretra este un conduct care, la bărbat, e mai lungă decât la femeie. Ea este segmentul evacuator al aparatului urinar, prin care urina este eliminată din vezică în timpul micțiunii.

La bărbat, este un organ comun atât aparatului urinar, cât și celui genital, servind pentru micțiune și pentru ejaculare.

La femeie, uretra este un organ care servește numai pentru eliminarea urinei din vezică; este prevăzută cu un *sfincter intern*, neted, la joncțiunea/legătura cu vezica urinară, și cu un *sfincter extern*, striat.

Rinichii sunt principalele organe ale excreției. Aceștia elimină prin urină substanțele toxice nefolositoare și o parte din sărurile din sânge, împreună cu o cantitate de apă.

Vascularizația rinichiului este foarte bogată. Artera renală (provine din aorta abdominală) se împarte în ramuri care pătrund între piramidele renale, formează apoi mici „arcuri” la baza piramidelor, la limita dintre corticală și medulară; din divizarea acestora în corticală provin arteriolele aferente care se capilarizează formând fiecare câte un „ghem” de capilare, numit *glomerul*.

Arteriola care iese din glomerul (eferentă) se capilarizează în jurul tubilor uriniferi, apoi sângele trece în venule și vene care merg paralel cu arterele și formează în final vena renală, care iese din rinichi și se varsă în vena cavă inferioară.

În fiecare rinichi se găsesc aproximativ 1 milion de nefroni, „unități de curățire” a sângelui, la nivelul cărora se formează urina.

V.4.3. Formarea urinei

Formarea urinei este un proces complex care se desfășoară în trei faze:

-  *filtrarea glomerulară*;
-  *reabsorbția tubulară*;
-  *secreția tubulară*.

Filtrarea glomerulară – *filtrarea sângelui* (mai exact, plasma sângelui este filtrată) se face prin pereții subțiri ai capilarelor glomerulare, în capsula nefronului. Micile „filtre” naturale sunt

selective, din plasma sangvină neputând trece proteinele, prețioase pentru organism. Trec însă o mare cantitate de apă, glucoză, aminoacizii, săruri minerale, dar și substanțe nefolositoare, toxice (uree, acid uric). Se formează astfel *urina primară* care este de fapt plasma deproteinizată (fără proteine; proteinele nu au putut trece deoarece sunt molecule mari) care intră în tubul urinifer. Cantitatea de urină primară este de 180 l pe zi!

Pe măsură ce urina primară înaintază de-a lungul segmentelor tubului urinifer, ea suferă modificări ale compoziției sale. Au loc următoarele procese:

Reabsorbția reprezintă faza în care are loc întoarcerea în sânge a unei mari cantități de apă și de substanțe utile organismului, conținute în urina primară (ultrafiltratul glomerular), cum sunt glucoza și aminoacizii, (altfel spus, are loc trecerea acestor substanțe din tubii uriniferi înapoi în sânge).

Deci în această etapă se recuperează anumite substanțe utile organismului din urina primară.

Secreția tubulară este procesul invers celui de reabsorbție. În procesul de secreție tubulară sunt preluate substanțele din capilarele ce înconjoară tubii și trecute în lichidul urinar aflat în lumenul tubului urinifer (mai exact are loc *secreția* de către celulele tubului urinifer a unor substanțe, cum este amoniacul, substanță toxică, care intră în tubul urinifer și care va fi eliminat).

În urma reabsorbției și secreției tubulare se formează *urina finală* în cantitate de aproximativ 1,5 l pe zi, care trece din tubii uriniferi ai nefronilor în tuburile colectoare ale urinei și prin orificiile din vârful piramidelor renale ajunge în final în bazinet (un minirezervor de urină), de aici urina finală va ajunge prin căile urinare (uretere) în vezica urinară (un rezervor mai mare).

Eliminarea urinei:

Din pelvisul renal (bazinet), urina trece în uretere și înaintază prin contracția musculaturii înspre vezica urinară unde se acumulează. Când aceasta se umple (300-400 ml), musculatura pereților ei se contractă și urina este eliminată, prin uretră, la exterior (are loc micțiunea).

Rinichii intervin în *menținerea echilibrului mediului intern*. De exemplu, când mănânci foarte sărat, rinichiul elimină surplusul prin urină, menținând astfel concentrația normală a sărurilor în sânge. Dacă bei prea multă apă, rinichiul elimină surplusul. Dacă bei apă puțină, se mărește reabsorbția ei pentru a nu modifica conținutul de apă al plasmei sangvine.

VI. FUNCȚIA DE REPRODUCERE

Reproducerea este rezultatul fecundării gametului feminin (*ovulul*) de către gametul masculin (*spermatozoidul*). Oul sau *zigotul* rezultat se adăpostește în cavitatea uterină, unde crește și se dezvoltă până ce fătul, devenit viabil, este expulzat prin actul nașterii.

Gonadele (glande mixte) au două funcții importante:

- ✚ produc gameții (*ovulul* și *spermatozoidul*);
- ✚ secretă hormoni sexuali (androgeni și ovarieni).

VI.1. SISTEMUL REPRODUCĂTOR MASCULIN

VI.1.1. Structura aparatului genital masculin

Alcătuirea aparatului genital masculin este următoarea (**fig.41**):

- a. *testicule* (glandele genitale masculine);
- b. *căile excretoare* (epididimul, ductele deferente, ductele ejaculatoare, uretra);
- c. *glandele anexe* (veziculele seminale, prostata, glandele bulbo-uretrale);
- d. *organul copulator* (penisul).

a. Testiculele sunt în număr de două, adăpostite în *scrot* (alcătuit dintr-o pungă tegumentară, care are un sistem muscular complex ce îi permite o mare mobilitate) se dezvoltă în regiunea lombară a cavității abdominale și din a treia lună a vieții intrauterine începe să coboare, străbate peretele anterior al abdomenului în regiunea inghinală și la naștere ajunge în scrot. Testiculul este învelit într-o membrană conjunctivă albă-sidăfă, fibroasă, numită *albuginee*. La partea superioară a albugineei se prezintă *mediastinul testiculului*, străbătut de canalele excretoare, vasele și nervii testiculari. Din aceste îngroșări pornesc spre interior septuri conjunctive care împart testiculul în 200-300 de *lobuli*, de formă piramidală, cu baza spre albuginee și vârful spre mediastin.

Fiecare lobul testicular conține 1-4 *tubi seminiferi contorți*, în interiorul cărora se formează gameții masculini (*spermatozoizii*). Tubii sunt separați între ei prin țesut conjunctiv interstițial, în care se găsesc vase și nervi, precum și *celulele interstițiale Leydig*, care secretă *hormonii androgeni*. Tubii seminiferi contorți conțin în pereți *celulele seminale*. Toți tubii unui lobul se unesc spre mediastinul testiculului într-un colector comun *tubul drept*.

Tubii drepti se deschid într-o rețea de canale neregulate și apoi se colectează în 10-12 canale eferente care se îndreaptă spre *epididim*.

- b. *Căile excretoare*

Epididimul stochează sperma și în final aici are loc maturarea spermatozoizilor. Acesta este situat în partea superioară și posterioară a testiculului și are formă de virgulă. *Canalul epididimar* rezultă prin unirea canalelor eferente și se continuă cu *canalul deferent*, care urcă în abdomen. Acesta se continuă cu *canalul ejaculator* și, după ce se unește cu canalul de excreție al veziculei seminale, străbate prostata și se deschide în *uretră*. Veziculele seminale au rolul de a secreta un lichid care se elimină în canalul ejaculator, servind ca vehicul și mediu nutritiv pentru spermatozoizi.

- c. *Glandele anexe*

Veziculele seminale sunt organe pereche, cu formă de pară așezată cu vârful în jos, alcătuind un rezervor în care se adună sperma, pe măsură ce este produsă de testicul. Sunt organele care

produc cea mai mare parte a lichidului spermatic. Porțiunea lor mai subțiată, unindu-se cu terminația canalului deferent, formează canalul ejaculator.

Prostata este o glandă voluminoasă situată în pelvis, sub vezica urinară, înconjurând porțiunea inițială a uretrei. Prostata secretă un lichid care intră în constituția spermei, la fel ca și glandele bulbo-uretrale.

Glandele bulbo-uretrale se găsesc înapoia și deasupra bulbului uretrei. Sunt glande tubuloacinoase, ale căror canale se deschid în uretra peniană. Secretă un lichid vâscos, de culoare alb-gălbuie, care participă la alcătuirea lichidului spermatic.

d. Penisul este organul copulator la bărbat. Este alcătuit din *doi corpi cavernoși* și un *corp spongios*, care acoperă uretra. La extremitatea distală se află *glandul*.

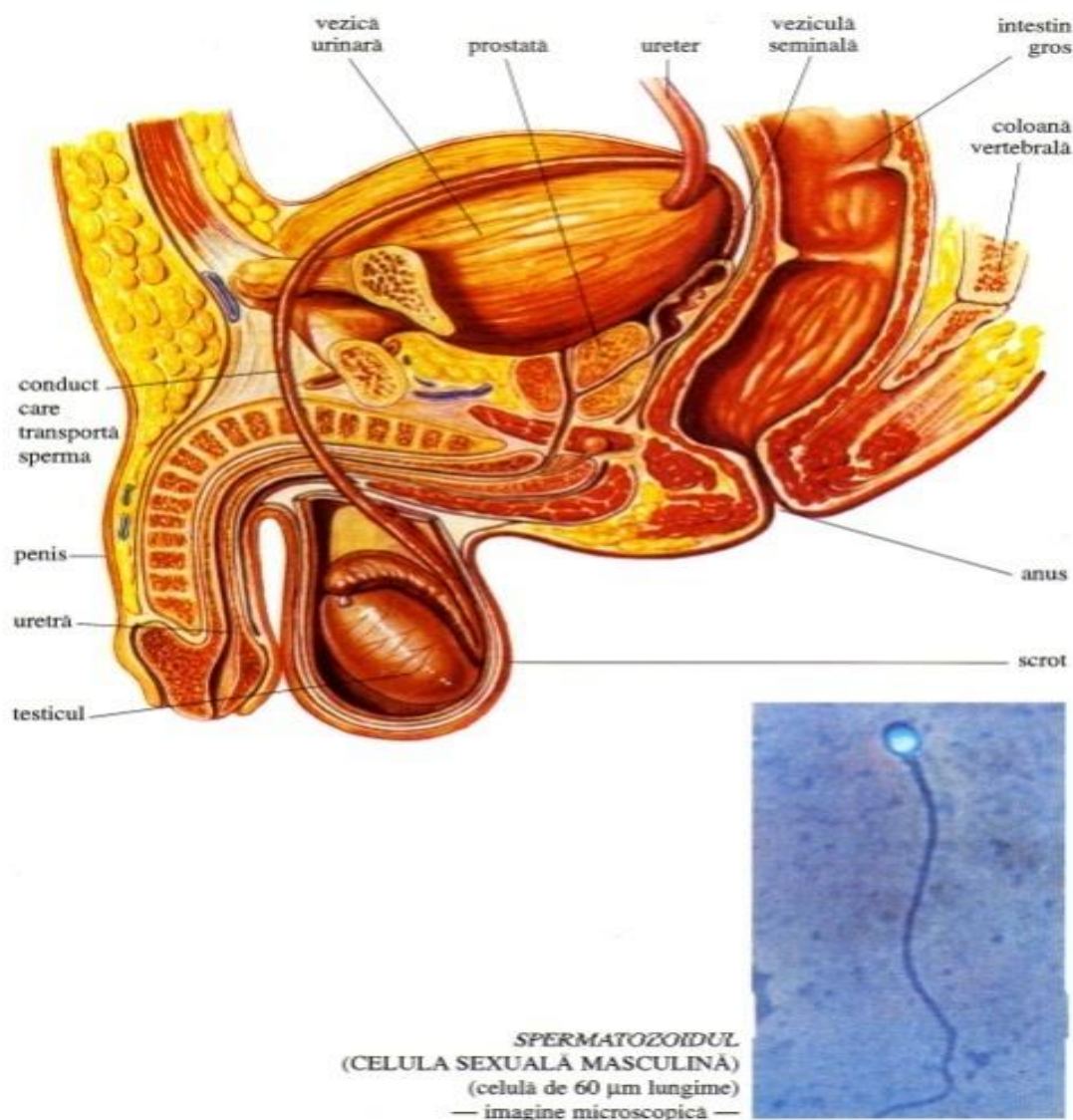


Figura 41. Componentele aparatului reproducător mascul

VI.1.2. Funcțiile testiculului

Testiculele sunt glande mixte, fiind legate de *spermatogeneză* (formarea spermatozoizilor) și de secreția hormonilor androgeni. Spermatozoizii sunt secretați de celulele seminale din tubii seminiferi contorți, iar hormonii androgeni - de către celulele Leydig, aflate în țesutul care separă tubii seminiferi

între ei. Spermatozoidul, gametul masculin, determină sexul produsului de concepție. Este o celulă alcătuită din *cap*, *gât* și *flagel*.

Secreția de hormoni androgeni se datorează celulelor interstițiale Leydig. Principalul hormon androgen este *testosteronul*, sintetizat din colesterol. Hormonii androgeni stimulează creșterea și dezvoltarea organelor genitale masculine, asigură dezvoltarea și menținerea caracterelor sexuale secundare: anumite particularități somatice, vocea, pilozitatea, dezvoltarea musculaturii și a scheletului, distribuția grăsimii de rezervă.

VI.2. SISTEMUL REPRODUCĂTOR FEMININ

VI.2.1. Structura aparatului genital feminin

Alcătuirea aparatului genital feminin este următoarea (fig.42):

- glandele genitale feminine (*ovarele*);
- căile genitale reprezentate de: *trompele uterine*, *uter*, *vagin*;
- organele genitale externe (*vulva*)
- glandele anexe (*glandele mamare*).

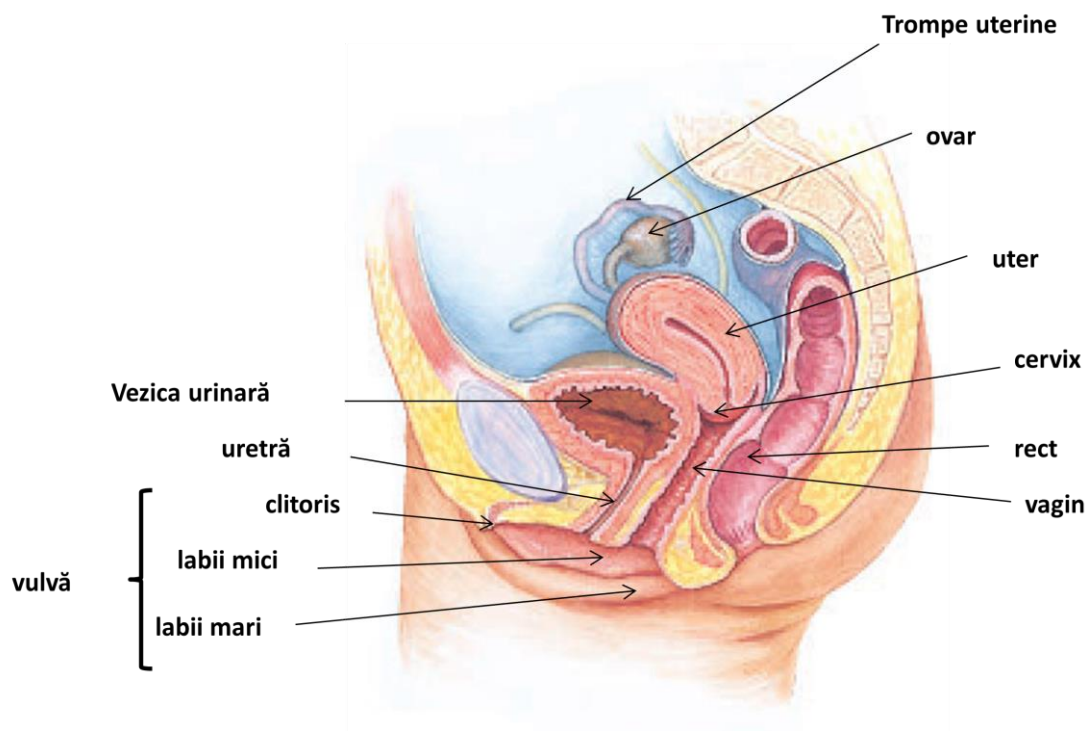


Figura 42. Componentele aparatului reproducător feminin

- Ovarele sunt în număr de două și sunt glande sexuale cu creștere mixtă, situate în pelvis, de o parte și de alta a uterului, produc gameții feminini (*ovulele*) și secretă hormoni sexuali feminini. Ovarul are o formă ovoidă, turtită, acoperite cu un epiteliu germinativ care secretă *foliculii ovarieni*.

Țesutul ovarelor se diferențiază în două zone:

- ✚ zona medulară;
- ✚ zona corticală.

În partea centrală (zona medulară) ovarul este alcătuit din țesut conjunctiv lax, cu vase sangvine și limfatice și fibre nervoase.

Zona corticală prezintă la suprafață un epiteliu de acoperire și sub el, *foliculii ovarieni*, formațiuni rotunde, pline sau cavitare, după stadiul evolutiv. La naștere există la ambele ovare 400000-500000 foliculi ovarieni primordiali. Cea mai mare parte a acestor foliculi degenerază și numai 300-400 foliculi se vor matura în perioada de fertilitate a femeii, formând gameții feminini (ovulele). Foliculii ovarieni se găsesc în diferite stadii de evoluție: *primordiali*, *plini*, *cavitari*, *maturi*.

b. Căile genitale

Tuba uterină (trompa uterină, salpinge) este un conduct care face legătura între ovar și uter și are lungimea de aproximativ 10-12 centimetri. Extremitatea dinspre ovar (*infundibulul*) are formă de pâlnie și prezintă numeroase franjuri, având rolul de a capta și conduce spre uter ovulul expulzat.

Uterul este un organ cavitărilor, nepereche, situat între vezică și rect. Are formă de pară turtită orientată cu vârful în jos, iar pe extremitatea sa inferioară se inseră *vaginul*. Conține musculatură netedă și un epiteliu simplu formând mucoasa uterină (*endometrul*) la interior, *miometrul* (la mijloc) și *perimetrul* (la exterior).

Vaginul, organ tubular și cavitărilor, continuă *colul uterin* și reprezintă organul copulator al femeii. La exterior, orificiul vaginal este înconjurat de *labiile mici* și *mari*. Extremitatea inferioară a vaginului se deschide în vestibulul vaginal (*vulva*). La acest nivel, femeia virgină prezintă o membrană transversală, semilunară sau inelară, numită *himen*.

c. Vulva cuprinde labiile (două perechi de cute tegumentare) și *clitorisul* (organul erectil al vulvei).

d. Glandele mamare sunt organe a căror dezvoltare constituie unul din caracterele sexuale secundare ale femeii. Sunt glande perechi, așezate în partea anterioară a toracelui. Glanda mamară este alcătuită din *lobi* care se deschid, prin *canalele galactofore*, la nivelul *mamelonului*. Între lobi se găsește țesut conjunctiv de tip adipos.

În timpul sarcinii, parenchimul glandular proliferază, iar țesutul adipos dispare aproape complet. În stadiile tardive ale sarcinii și în alăptare volumul mamei crește prin acumulare de colostru, apoi de lapte.

VI.2.2. Funcțiile ovariene

Ovarul, gonada feminină, are funcția de a forma și elibera în fiecare lună un ovul prin *ovogeneză* și de a secreta hormoni care favorizează fecundarea ovulului și pregătesc organismul feminin pentru starea de graviditate. Ovulul fecundabil ajunge în trompele uterine și dacă nu este fecundat, este eliminat odată cu secrețiile uterine. După ovulație, foliculul se transformă în *corpul galben* care secretă hormonii feminini: *progesteronul* și *estrogenii*. Dacă ovulul este fecundat, corpul galben persistă și are o activitate hormonală intensă în primul trimestru de sarcină. Dacă nu a fost fecundat ovulul, în a 24-a zi a ciclului corpul galben începe să degenereze și să se cicatrizeze, rezultând *corpul albicans*.

Secreția de hormoni ovarieni constă în producerea de *estrogeni* și *progesteron*. Hormonii estrogeni sunt sintetizați de celulele foliculare în timpul maturării foliculului, de celulele corpului galben, iar în timpul sarcinii de placentă. Estrogenii acționează în primul rând asupra organelor genitale feminine, stimulând proliferarea mucoasei și musculaturii uterine, dezvoltarea glandelor mamare și a caracterelor secundare feminine. Progesteronul este secretat de celulele corpului galben, iar în timpul sarcinii de către placentă. Acțiunile sale constau în modificarea secretorie a mucoasei uterine.

VI. 3. Fecundația

Fecundația este procesul de fuziune a spermatozoidului cu ovulul. Capul spermatozoidului penetrează peretele ovulului și are loc formarea oului (zigotului) urmată de dezvoltarea acestuia. Spermatozoizii depuși în vagin vor trebui să străbată *glera cervicală*, cavitatea uterină și trompa până în treimea externă pentru a întâlni ovulul. În acest timp, el își finalizează maturarea, suferind procesul de capacitație. Glera cervicală reprezintă un lichid vâscos și transparent secretat de celulele colului uterin sub acțiunea estrogenilor. Glera cervicală poate conține substanțe care, în urma modificării compoziției, se opun trecerii spermatozoizilor.

După ovulație, ovulul este aspirat de franjuri tubari (infundibul) și condus spre cavitatea tubară.

Fecundația are loc, în majoritatea cazurilor, în treimea externă a trompei, mai exact în *ampula tubară*, la coticura trompelor uterine.

BIBLIOGRAFIE

1. Biologie - Manual de clasa a XI-a - Ioana Ariniș, Mariana Manea, Adriana Vasile, Editura Sigma, București;
2. Biologie - Manual de clasa a XI-a - Aurora Mihail, Florica Macovei, Editura All, București;
3. Biologie - Manual de clasa a XI-a - Elena Huțanu Crocnan, Irina Huțanu, Editura Didactică și Pedagogică, București;
4. Biologie - Manual de clasa a XI-a - Dan Cristescu, Cezar Th. Niculescu, Radu Cârmaciu, Bogdan Voiculescu, Carmen Sălăvăstru, Editura Corint;
5. Cârmaciu R., Niculescu C. TH., TorsanL., „*Anatomia și Fiziologia Omului*”, Editura Didactică și Pedagogică, 1983, București;
6. Cezar Th. Niculescu, Radu Cârmaciu, Bogdan Voiculescu, „*Anatomia și Fiziologia Omului*” *Compendiu*, ediția a II-a, Editura Corint, 2007, București;
7. Enescu A. Longinus, Eugenia Drăghici, „*Anatomia și Fiziologia Omului*”, Editura Dimitrie Cantemir, 1997, Iași;
8. Groza P., „*Fiziologie Umană*”, Editura Medicală, 1980, București;
9. I. Teodorescu Exarcu, Silvia Gherghescu, Ileana Ciuhat, „*Biologie: manual pentru clasa a XI-a*”, Editura Didactică și Pedagogică, 1995, București;
10. Mihaela Vasile și Monica Moldoveanu - *Semiologie medicală pentru asistenți medicali*, Editura ALL, 2012, București;
11. Ranga V., Șeicar T., Alexe, F., „*Anatomia omului*”, Editura Medicală, 1961, București;
12. Roxana Maria Albu, „*Anatomia și Fiziologia Omului*”, ediția a II-a, Editura Corint, 1996, București;
13. Teodorescu, Dem. și co., „*Mic atlas de anatomia omului*”, Editura Didactică și Pedagogică, 1982, București;
14. Țiplic T., Stoica N., „*Anatomia și fiziologia omului*”, vol. I-II, Editura Aktis, 1998, București;
15. Voiculescu I., C., „*Anatomia și Fiziologia Omului*”, Editura Medicală, 1971, București;
16. Zoe Parfin, Luminița Logofătu, „*Biologie: manual pentru clasa a VII-a*”, Editura Corint, 2007, București.
17. <http://www.justmed.eu>
18. <http://www.drogheria.ro>
19. <http://www.custom-arad.ro>
20. <http://www.ms.gov.ro>