

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE

Elena Huțanu Crocna
Irina Huțanu



Biologie

Manual pentru clasa a

XI

- a

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, R.A.

Edp

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE

Elena Huțanu Crocnan
Irina Huțanu

Biologie

Manual pentru clasa a XI-a



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, R.A.

Manualul a fost aprobat prin Ordinul ministrului Educației și Cercetării nr. 4742 din 21.07.2006, în urma evaluării organizate de către Consiliul Național pentru Evaluarea și Difuzarea Manualelor și este realizat în conformitate cu programa analitică aprobată prin Ordinul ministrului Educației și Cercetării nr. 3252/13.02.2006.

© EDP 2016. Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate Editurii Didactice și Pedagogice R.A., București. Orice preluare, parțială sau integrală, a textului sau a materialului grafic din această lucrare se face numai cu acordul scris al editurii.

© Elena Huțanu Crocnan, Irina Huțanu

Referenți: prof. gr. I *Mircea Nedea*
prof. gr. I *Mirela Sanda Iambor*

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
HUȚANU CROCNAV, ELENA
Biologie : manual pentru clasa a XI-a /
Huțanu Crocnan Elena, Huțanu Irina. - București :
Editura Didactică și Pedagogică, 2016
ISBN 978-606-31-0251-6

I. Huțanu, Irina

57(075)

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, R.A.

Str. Spiru Haret nr. 12, sectorul 1, cod 010176, București

Tel./fax: 021.312.28.85

e-mail: office@edituradp.ro

www.edituradp.ro

Librăria EDP: str. Gen. Berthelot, nr. 28-30, sector 1

Redactor-șef: Dan Dumitru

Redactor: Izabella Tilea

Tehnoredactor: Doina Țibea

Coperta: Elena Drăgulelei Dumitru

Comenzile pentru această lucrare se primesc:

- prin poștă: pe adresa editurii
- prin e-mail: comenzi@edituradp.ro; comercial@edituradp.ro
- prin telefon / fax: 021.315.73.98

Nr. plan: 61058/2016; Format: 8/54×84

Tiparul executat la ALUTUS S.A., Miercurea-Ciuc

ALCĂTUIREA CORPULUI UMAN

TOPOGRAFIA ORGANELOR ȘI SISTEMELOR DE ORGANE – PLANURI ȘI RAPORTURI ANATOMICE

Biologia este știința care studiază organismele vii, iar ramura biologiei care studiază organismul uman este **biologia umană**. Ramurile biologiei umane sunt **anatomia** și **fiziologia corpului uman**. Studiul structurii corpului, în care sunt incluse mărimea, forma, culoarea, alcătuirea și relațiile topografice ale părților acestuia, constituie **anatomia umană**, iar studiul modului în care funcționează corpul și părțile sale componente, constituie **fiziologia umană**.

Corpul uman începe să capete formă în primele stadii de dezvoltare embrionară, consecutive diviziunii celulei-ou. Încă din stadiile primare, când embrionul este o mică sferă, începe diferențierea celulelor în țesuturi care, ulterior, se asamblează în diferitele organe ale corpului uman. La sfârșitul celei de a treia săptămâni de viață, embrionul are simetrie bilaterală și prezintă vertebre caracteristice, care vor asigura menținerea poziției verticale a corpului.

Pentru a înțelege anatomia și fiziologia corpului uman, trebuie să cunoaștem organizarea acestuia. Corpul uman are aceeași arhitectură generală ca a tuturor vertebratelor. Hrana este transportată de-a lungul unui tub lung, ce se întinde de la orificiul bucal la cel anal. Acest tub este suspendat într-o cavitate generală internă numită **celom**. La om, aceasta este divizată în mai multe cavități (fig. 1.1): **cavitatea craniană** (conține encefalul) **cavitatea toracică**

(conține plămânii și inima), **cavitatea abdominală** (conține stomacul, intestinele, ficatul etc.), **cavitatea pelviană** (conține vezica urinară, organele de reproducere etc.) Corpul este susținut de **scheletul intern** alcătuit din **oase articulate** care cresc odată cu creșterea întregului corp. **Scheletul craniului** înconjoară și protejează **encefalul**, iar **coloana vertebrală** înconjoară și protejează **măduva spinării**.

Ca și la alte mamifere, corpul uman este alcătuit din **cap, gât, trunchi și membre**. **Capul** este alcătuit din **neurocraniu** (partea craniană sau cutia craniană) și **viscerocraniu** (partea facială sau fața), iar **gâtul** este format din două regiuni, anterioară și posterioară, cu rolul de a lega capul de trunchi. **Capul și gâtul** alcătuiesc **extremitatea cefalică** a corpului.

Trunchiul este format din torace, abdomen și pelvis, în care sunt adăpostite **organele interne (viscerele)**. Cavitatea toracică este separată de cea abdominală prin mușchiul **diafragmă**.

Membrele superioare și inferioare sunt legate de trunchi prin **centuri** și au în alcătuirea lor **trei segmente**: cele superioare: braț, antebraț și mână, iar cele inferioare: coapsă, gambă și picior.

În scopul studierii și reprezentării dispoziției și alcătuirii diferitelor părți componente, corpul uman poate fi secționat și reprezentat grafic în raport cu trei axe și planuri de referință: **medio-sagital, transversal și frontal** (fig. 1.2).

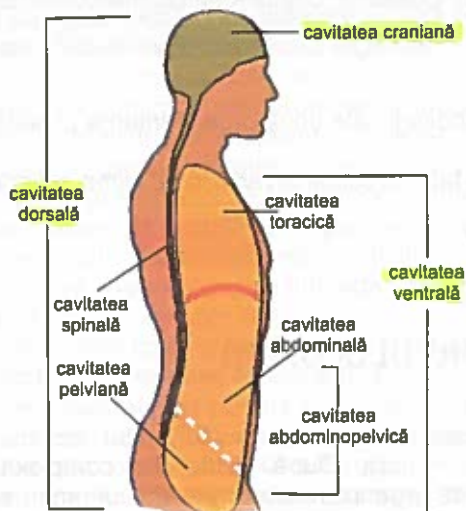


Fig. 1.1. Cavitățile corpului

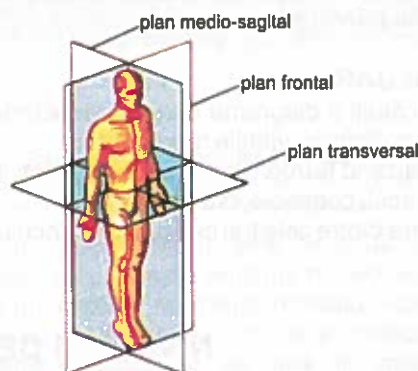


Fig. 1.2. Axe și planuri de referință ale corpului uman

Pentru descrierea axelor și planurilor, corpul este în poziție verticală, cu brațele așezate pe lângă trunchi și **palmele orientate în față**. Axele sunt linii drepte dispuse perpendicular între ele și pe cele trei direcții ale spațiului.

Axul longitudinal este vertical și are doi poli: **superior (cranial)** și **inferior (caudal)**. Acesta pornește din creștetul capului și coboară până la suprafața delimitată de tălpi. **Axul sagital** sau al **grosimii corpului** are un pol anterior și unul posterior. **Axul transversal** este orizontal, corespunde lățimii corpului, și are un pol stâng și unul drept, plasați simetric.

Planul medio-sagital este un plan vertical, **antero-posterior**, care trece prin centrul trunchiului, împărțindu-l în două jumătăți simetrice. Acest plan trece, aproximativ, prin **sutura sagitală** a oaselor craniului și, de aceea, **orice plan paralel cu el se numește plan sagital**. Planul vertical, care formează un unghi drept cu planul median, trecând prin axul longitudinal și transversal și care este **dispus paralel cu fruntea**, se numește **plan frontal**. Acest plan împarte corpul într-o parte anterioară și una posterioară. **Planul transversal** sau **orizontal** împarte corpul într-o parte **superioară (cranială)** și una **inferioară (caudală)** trecând prin axele sagitală și transversală.

Termenii **anterior** sau **ventral** și **posterior** sau **dorsal** sunt utilizați pentru a indica poziția părților corpului în față sau în spate; de exemplu, sternul este anterior coloanei vertebrale, iar coloana vertebrală este situată posterior față de inimă. Termenii **inferior** sau **caudal** și **superior** sau **cranial** sunt utilizați pentru a indica nivelurile la care sunt plasate diferitele structuri ale corpului pe axa verticală a acestuia; de exemplu, globii oculari sunt situați cranial față de gură, iar rotula este situată caudal față de coapsă. Structurile mai apropiate de planul median sunt numite

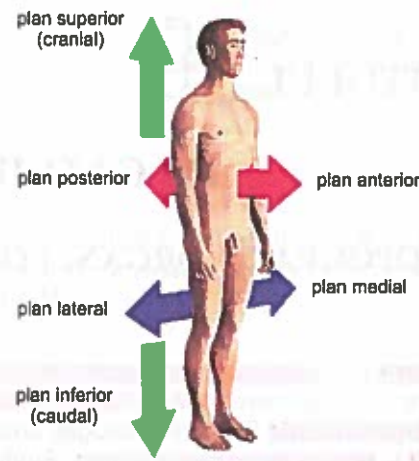


Fig. 1.3. Planuri utilizate pentru indicarea poziției părților corpului

mediale, iar cele depărtate de planul median sunt numite **laterale**; de exemplu, fiecare emisferă cerebrală posedă o față laterală către oasele craniului și o față medială către fisura interemisferică (fig. 1.3).

Termenii **superficial** și **profund** sunt strict destinați să descrie adâncimea la care sunt dispuse structurile corpului față de suprafață, **extern** sau **intern** sunt termeni destinați a fi utilizați pentru descrierea pereților unei cavități sau a învelișului unor organe interne. Alți termeni, ca **proximal** și **distal** se referă la distanța la care se află o structură față de capătul fix al unui membru sau, în general, față de o structură considerată punct de referință, de exemplu, oasele degetelor sunt situate distal față de oasele palmei.

SUMAR

Ramurile biologiei umane sunt anatomia și fiziologia corpului uman. Pentru a înțelege anatomia și fiziologia corpului uman, trebuie să cunoaștem organizarea acestuia. Cavitatea generală a corpului – celomul uman – este divizat în cavități: craniană, toracică, abdominală, pelviană. Corpul uman este alcătuit din cap, gât, trunchi și membre. Pentru studierea și reprezentarea alcătuirii corpului uman, se utilizează termeni de orientare, ca: axele, planurile medio-sagital, transversal și frontal, precum și termeni direcționali, ca: anterior-posterior, cranial-caudal, interior-exterior, medial-lateral etc.

EVALUARE

1. Alcătuiți o diagramă care să reprezinte cavitățile corpului uman și indicați câte două organe interne plasate în fiecare dintre cavitățile reprezentate.
2. Utilizând termenii anatomici adecvați, localizați următoarele organe față de coloana vertebrală: inima, plămânii, stomacul, coapsele, creierul, nasul.
3. Care dintre cele trei cavități ale trunchiului nu este protejată de oase?

NIVELURI DE ORGANIZARE A CORPULUI UMAN

Corpul uman este un sistem biologic complex, care cuprinde mai multe niveluri de organizare structurală. **Nivelurile de organizare sunt sisteme cu grade de complexitate diferite, dar care, fiecare în parte, au organizare și funcționare asemănătoare,**

fiind totodată integrate într-un tot unitar, constituind organismul întreg. După gradul de complexitate, nivelurile de organizare ale organismului uman sunt: celula, țesuturile, organele, sistemele de organe și organismul.

Celulele ale vieții. Fi celulă, zigo genetic al Corpul unei de celule c funcționale diferite: mu În valor sunt celule reproducăt metru, iar are 3 μm celulelor a dar există care pot a mici de 3 μ se modific turtite, ca celulele m



a)

Struc plasma și Mem grosime c observat ziția și str a membr alte com de a sepi controla membratori, ader tatea c Fundam straturi descrisă difuzeaz cu prote ca tran ca rece contur f cutele fi celulele brana n

Capito

CELULA

Celulele sunt unitățile structurale și funcționale ale vieții. Fiecare organism își începe viața ca o unică celulă, **zigotul**, formată în urma contopirii materialului genetic al spermatozoidului cu cel al ovocitului. Corpul uman conține aproximativ o sută de milioane de celule care, după caracteristicile lor structurale și funcționale, pot fi clasificate în circa 200 de tipuri diferite: musculare, nervoase, epiteliale, sangvine etc.

În valori medii, cele mai mari și cele mai mici celule sunt celulele sexuale sau gameții. **Ovocitul**, celula reproducătoare feminină, are aproximativ $140\ \mu\text{m}$ diametru, iar **spermatozoidul**, celula sexuală masculină are $3\ \mu\text{m}$ diametru ($1\ \mu\text{m} = 1/1000\ \text{mm}$). Majoritatea celulelor au dimensiuni cuprinse între aceste valori, dar există și excepții, cum sunt prelungirile neuronilor, care pot atinge $1\ \text{m}$ sau trombocitele, care pot fi mai mici de $3\ \mu\text{m}$. Forma celulelor este sferică inițial, apoi se modifică, în funcție de rolul fiecăreia, devenind turtite, ca celulele cu rol de acoperire, alungite ca celulele musculare, stelate ca neuronii etc. (fig. 1.4).

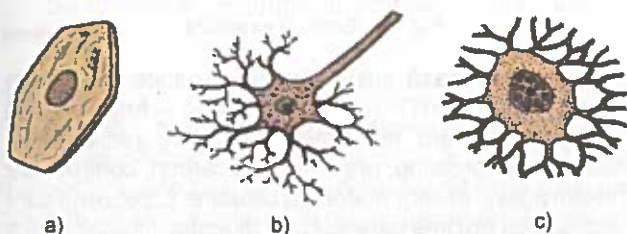


Fig. 1.4. Tipuri morfologice de celule
a) epitelială; b) nervoasă; c) medulară

Structura celulelor cuprinde membrana, citoplasma și nucleul.

Membrana plasmatică sau **plasmalema** are o grosime de aproximativ $10\ \text{nm}$, iar structura sa poate fi observată numai cu microscopul electronic. Compoziția și structura de bază a membranei este aceeași cu a membranelor care înconjoară organele celulare și alte compartimente subcelulare. Membrana are rolul de a separa conținutul celulei de mediul înconjurător și controlează schimburile acesteia cu mediul. Suprafața membranei conține proteine cu variate roluri – receptori, aderență intercelulară și transport – reglând activitatea celulei și facilitând organizarea țesuturilor. Fundamentul membranei este constituit din **două straturi de fosfolipide**, iar întreaga membrană este descrisă ca un **mozaic fluid bidimensional** în care difuzează liber lipide și care este presărat sau îmbibat cu proteine aderate sau scufundate, care pot funcționa ca **transportori** sau **canale transmembranare** sau ca **receptori** (fig. 1.5). Nu toate membranele au un contur fluid, unele pot fi bine structurate, cum sunt cutelele fine și uniforme numite **microvili**, prezente în celulele epiteliale ale mucoasei intestinale sau membrana neuronilor la nivelul sinapselor.

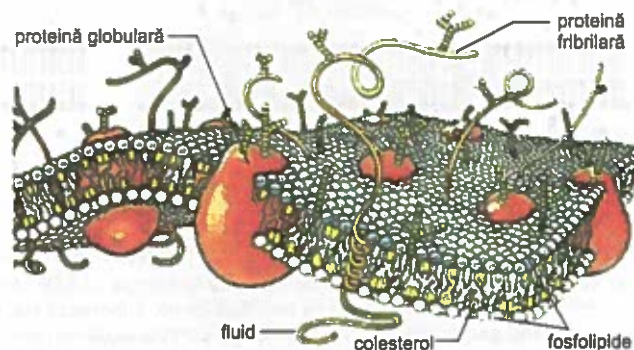


Fig. 1.5. Modelul de mozaic al membranei plasmaticice

Membrana prezintă o **permeabilitate selectivă**, datorită căreia se menține o diferență de încărcătură ionică între o față și cealaltă a sa, generând o **diferență de potențial** sau, altfel spus, **potențialul de membrană**.

Transportul moleculelor și ionilor prin membrană se realizează prin două tipuri de mecanisme: **pasiv** – fără consum de energie și **activ** – cu consum de energie.

Transportul pasiv se realizează atât **simplu (difuzie, filtrare)**, conform gradientului electrochimic (de la concentrație mare la concentrație mică), cât și **facilitat de proteine transportoare sau prin canale formate tot de proteine**. Spre deosebire de mecanismele simple de transport pasiv, mecanismele de transport facilitat de proteine transportoare sau canale pot fi inhibitate de anumite molecule și, de aceea, prezintă o anumită specificitate (fig. 1.6).

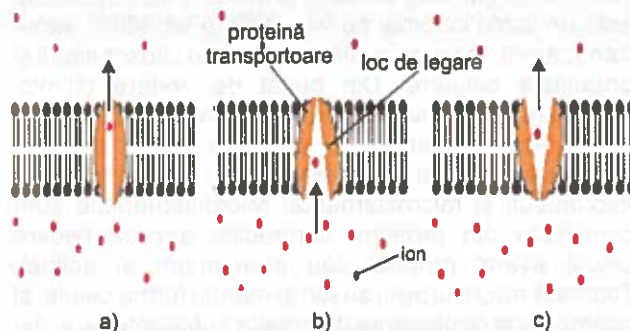


Fig. 1.6. Transport pasiv facilitat de proteine
a) moleculele trec prin canalul format de proteină; b,c) proteina își modifică forma, permițând trecerea moleculei

Transportul pasiv simplu este de două tipuri: difuzie și filtrare. **Difuzia** este tendința moleculelor și ionilor de a se împrăști în mod egal în mediu. Această tendință este datorată faptului că toate moleculele posedă energie cinetică și se află în mișcare constantă, dezordonată și cu viteză mare, ciocnindu-se, ricoșând, schimbându-și mereu direcția. Efectul acestor mișcări dezordonate este deplasarea moleculelor din regiuni unde concentrația lor este mare, spre regiuni unde concentrația lor este mai mică, adică difuzează în funcție de gradientul lor

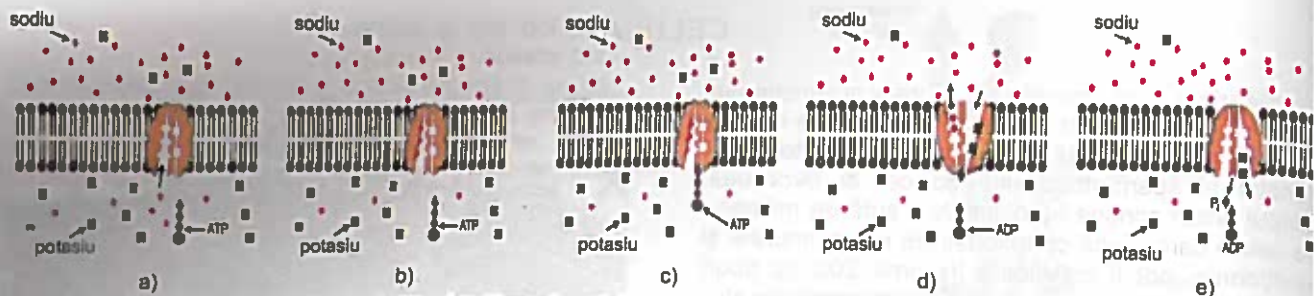


Fig. 1.7. Mecanismul de funcționare a pompei Na⁺-K⁺

a) Na⁺ intră în pompă; b) trei ioni de Na⁺ intră în pompă; c) ATP se leagă de pompă; d) moleculele de ATP se descompun eliberând energie pompei. Proteina pompei își modifică forma, eliberează Na⁺ spre exterior unde sunt expuse și ocupate locurile de legare a K⁺; e) când grupările fosfat se desprind de pompă, aceasta revine la forma inițială. 3 Na⁺ ies și 2K⁺ intră în celulă. Apoi ciclul se reia.

electrochimic. O formă particulară de difuzie este aceea a unui solvent (apa) printr-o membrană și care poartă numele de **osmoză**. Deși procesul este spontan, rata difuziei diferă de la un tip de particulă la alta, în funcție de permeabilitatea membranei.

Transportul activ asigură deplasarea moleculelor sau ionilor împotriva gradientului electrochimic, proces care reclamă hidroliza ATP-ului, deci consum de energie.

Prin acest mecanism de transport funcționează **pompa Na⁺-K⁺** (fig.1.7), importantă în excitabilitatea neuronilor și a celulelor musculare, dar și în transportul veziculelor de endocitoză, exocitoză (fig. 1.8) și fagocitoză.

Citoplasma este materialul celular cuprins între membrana plasmatică și nucleu, constituind sediul majorității activităților celulare. Microscopul electronic a relevat trei componente majore ale citoplasmei: citosolul, organitele celulare și incluziunile. **Citosolul** este un lichid coloidal cu vâscozitate variabilă, semi-transparent, în care se află suspendate citoscheletul și organitele celulare. Din punct de vedere chimic, citoplasma este o soluție apoasă diluată în care se află substanțe anorganice și organice. **Citoscheletul** asigură suportul și mișcarea celulei, fiind alcătuit din microtubuli și microfilamente. Microfilamentele sunt constituite din proteina contractilă **actina**, fiecare celulă având propriul său aranjament al actinei. Totodată **microtubulii** susțin și mențin forma celulei și contribuie la deplasarea diverselor substanțe în, și din celulă.

Organitele celulare comune majorității celulelor corpului uman sunt ribozomii, reticulul endoplasmatic, aparatul Golgi, mitocondriile, lizozomii, centriolii și vacuolele. **Ribozomii**, prezenți cu sutele în fiecare celulă, fixați pe reticul sau liberi, constituie fabrici miniaturale de proteine. **Reticulul endoplasmatic** constituie o rețea de tuburi care conectează nucleul cu membrana, servind ca sistem de transport și spațiu de depozitare a produșilor celulari. **Aparatul Golgi** este un ansamblu de saci aplatizați plasați în apropierea nucleului, la nivelul cărora se elaborează și se elimină produși de secreție și membrane. **Mitocondriile** sunt organite mari, cu membrană dublă, cea internă este

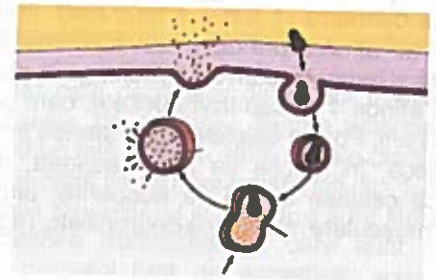


Fig. 1.8. Endo- și exocitoză

cutată și formează criste. Aceste organite produc, la nivelul cristelor, ATP (adenozintrifosfat – furnizorul de energie necesară activităților celulare), reciclează și descompun proteine, grăsimi, hidrocarburi, controlează nivelul apei și al altor materiale celulare. **Lizozomii** sunt vezicule cu enzime care asigură digestia intracelulară a proteinelor, lipidelor și glucidelor și asigură transportul resturilor la nivelul membranei pentru a fi eliminate. **Vacuolele** sunt vezicule mari ce conțin o soluție apoasă în care se depozitează substanțe de rezervă sau resturi ce trebuie eliminate. **Centriolii** sunt o pereche de organite situate lângă nucleu și compuse din câte 9 seturi de triplete de **microtubuli** dispuși pe un inel; sunt implicați în diviziunea celulară.

Nucleul este central la majoritatea celulelor, unic sau în mai multe exemplare. Forma este sferică sau lobată și cu o consistență mai densă față de citoplasmă. Este delimitat de o membrană dublă, perforată de **pori**. Conține **carioplasma**, alcătuită din **granulații de cromatină** din care se constituie, în timpul diviziunii, **Cromozomii**. **Cromatina** este compusă din ADN și proteine. ADN-ul conține, în formă codificată, informația genetică. Celulele corpului uman (somatice) conțin un număr de 46 de cromozomi. În cromatină se află formațiuni sferice fără membrană, numite **nucleoli**, compuși din ARN.

Creșterea și dezvoltarea celulei-ou de-a lungul stadiilor de embrion, făt, nou-născut, copil, adolescent și adult se realizează prin două procese fundamentale: mitoză (diviziune celulară) și diferențiere. **Mitoza** este un proces de multiplicare a celulelor care duce la creșterea numărului de celule somatice ale organismului. Pe parcursul mitozei, toți cromozomii și toate

componentele celulare se replică, astfel încât celulele rezultate după diviziune să primească setul complet de 46 de cromozomi și toate componentele celulare esențiale. Fiecare celulă somatică se formează dintr-o altă celulă somatică, prin **diviziune mitotică**. **Diferențierea celulară** permite fiecărei celule să exprime selectiv numai o anumită parte din informația genetică pe care o conține și să devină o celulă specializată funcțional și structural pentru îndeplinirea unei anumite funcții. Astfel, deși toate celulele somatice conțin 46 de cromozomi, adică întregul genom uman, totuși fiecare dintre ele exprimă doar 15% din informația genetică pe care o posedă.

Structura internă a unei celule o puteți observa în figura 1.9.

Aplicație practică

Observarea microscopică a fagocitozei

Materiale necesare: microscop, lame, lamele, pipete, infuzie de fân, praf de tuș.

Mod de lucru: pe o lamă se pune cu pipeta o picătură din infuzia de fân și puțin praf de tuș, după care se acoperă picătura cu lamela.

Se identifică pe preparat protise, printre care și amiba.

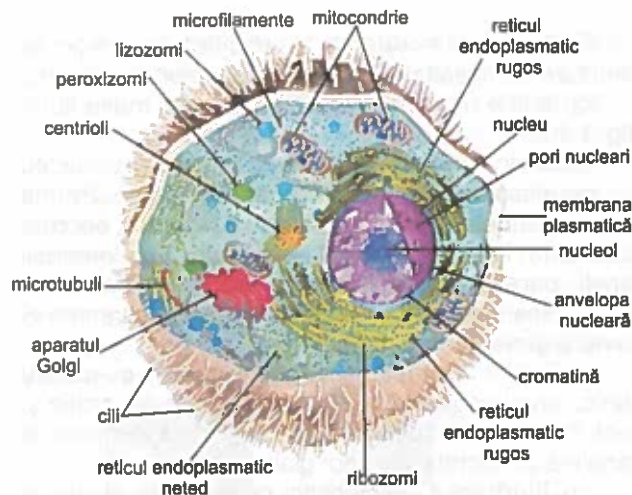


Fig. 1.9. Celula – structură

Se observă la microscop înglobarea prafului de tuș în veziculele de fagocitoză formate de pseudopodele amibe. Se poate urmări drumul intracelular al vacuolei datorită colorației tușului.

Concluzie: modul de desfășurare a fagocitozei este comun cu cel al unor globule albe (leucocite), celule care, prin acest mecanism de transport activ, îndepărtează unii agenți patogeni, cum sunt bacteriile.

SUMAR

După gradul de complexitate, nivelurile de organizare ale organismului uman sunt: celula, țesuturile, organele, sistemele de organe și organismul. Celulele sunt unitățile structurale și funcționale ale vieții, fiind compuse din membrană, citoplasmă și nucleu. Membrana este un *mozaic fluid*, compus din fosfolipide în care sunt proteine aderate sau scufundate, cu rol în transport, în reglarea schimburilor celulare, în aderența celulelor sau au rol de receptori. Citoplasma este materialul celular cuprins între membrana plasmatică și nucleu, constituind sediul majorității activităților celulare. Organitele celulare comune majorității celulelor corpului uman sunt ribozomii, reticulul endoplasmatic, aparatul Golgi, mitocondriile, lizozomii, centriolii și vacuolele.

EVALUARE

1. Numiți trei organite celulare care interacționează cu proteinele.
2. Numiți două organite celulare care conțin enzime și descrieți funcțiile lor.
3. Care este criteriul care stă la baza clasificării mecanismelor de transport membranar?

ȚESUTURILE

Țesuturile sunt grupări de celule cu aceeași origine, structură și cu funcții asemănătoare. În organismul uman, există patru tipuri fundamentale de țesuturi: epitelial, conjunctiv, muscular și nervos.

ȚESUTUL EPITELIAL

Țesutul epitelial acoperă suprafața corpului sau căptușește cavități. Acest țesut prezintă caracteristici distincte, care îl individualizează între alte țesuturi. Astfel, celulele epiteliale sunt strâns unite între ele prin joncțiuni numite **desmozomi** și printr-o substanță amorfă numită **cement**. Epiteliile prezintă o **suprafață apicală** expusă către exteriorul corpului sau către

cavitatea pe care o căptușește și o **suprafață bazală** aderentă la membrana bazală pe care se sprijină. Unele suprafețe apicale prezintă cute fine și dese ca o margine de perie, numite **microvili** (de exemplu, epiteliul intestinului subțire), sau prezintă **cili** (de exemplu, epiteliul traheal). Membrana bazală comunică intim cu țesutul conjunctiv, care are rol de hrănire, epiteliile fiind nevascularizate, dar bogat inervate. Epiteliile au o mare putere de regenerare, datorită căreia, în condițiile unei bune alimentații, își refac permanent celulele distruse sub acțiunea factorilor externi sau interni cu care sunt în contact direct. După funcțiile pe care le realizează, epiteliile se clasifică în epiteliile de acoperire, glandulare și senzoriale.

Epiteliile de acoperire se clasifică, în funcție de structura lor, în epiteliile unistratificate și pluristratificate.

Epiteliile unistratificate sunt de mai multe tipuri (fig. 1.10):

a) **Pavimentoase**. Caracteristici: celule turtite, cu nucleu discoidal, central și citoplasmă puțină. Permit trecerea substanțelor prin difuziune și filtrare; secretă substanțe lubrifiante. Sunt localizate în glomerulii renali, pereții sacilor alveolari, căptușesc camerele inimii, vasele de sânge și limfatice, peretele ventral al cavității generale a corpului.

b) **Cubice**. Caracteristici: celule cubice, cu nucleu sferic, situat central. Au rol de secreție și absorbție și sunt localizate în tubii uriniferi, suprafața ovarelor și canalele de secreție ale unor glande mici.

c) **Cilindrice**. Caracteristici: celule înalte, cu nucleu sferici sau ovali; unele prezintă apical cili sau microvili. Printre aceste celule se pot afla celule globuloase glandulare care secretă mucus și enzime. Localizare: mucoasa intestinală, mucoasa bronhică, tubii uriniferi, canalele unor glande etc.

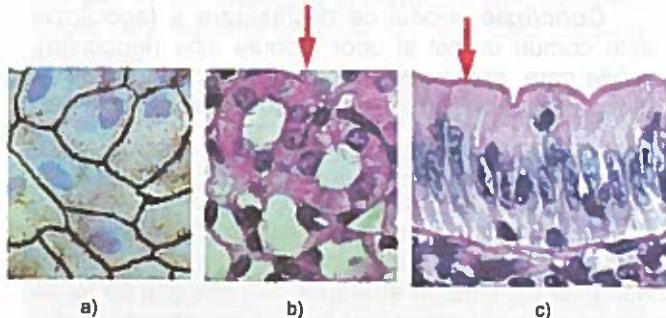


Fig. 1.10. Tipuri de epiteliile unistratificate
a) epiteliu unistratificat pavimentos (peritoneu); b) epiteliu unistratificat cubic (tubii uriniferi); c) epiteliu unistratificat cilindric (mucoasa intestinală)

Epiteliile pluristratificate (fig. 1.11)

a) **Pavimentoase**. Caracteristici: celulele de la suprafață sunt turtite, necheratinizate (în mucoasa bucală) sau cheratinizate (în epiderm) – încărcate cu **cheratină**, substanță impermeabilă cu rol protector. Celulele din stratul bazal sunt metabolic active și se divid intens, generând permanent noi celule care le vor înlocui pe cele superficiale care se descuamează.

b) **Cubice**. Caracteristici: celulele superficiale sunt cubice, iar cele profunde sunt turtite. Adesea sunt formate numai din două straturi de celule. Sunt prezente în canalele glandelor sudoripare și mamare.

c) **Cilindrice**. Caracteristici: stratul superficial este alcătuit din celule cilindrice, iar straturile profunde sunt formate din celule cubice și poligonale. Acest țesut formează mucoase permanente umede.

d) **Pseudostratificat**. Caracteristici: este un tip particular de epiteliu unistratificat, compus din celule înalte, columnare. Deoarece nucleii nu sunt plasați la aceeași înălțime față de membrana bazală, acest epiteliu, observat la microscop, dă falsa impresie că este alcătuit din mai multe straturi. Este întâlnit în mucoasa traheală.

e) **Uroteliul** sau **epiteliul de tranziție** căptușește vezica urinară și își modifică aspectul în funcție de cantitatea de urină acumulată în cavitatea acestui organ. Astfel, epitelium apare pluristratificat atunci când vezica urinară conține o cantitate mică de urină și bistratificat atunci când vezica urinară este plină. Evident, în secțiuni nu apare decât varianta pluristratificată.

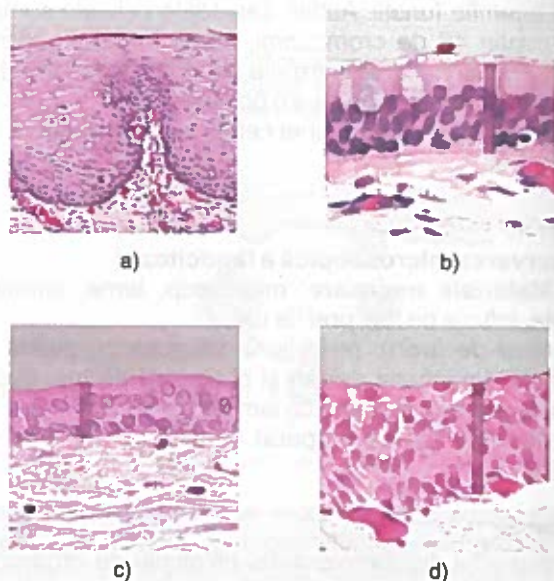


Fig. 1.11. Tipuri de epiteliile pluristratificate
a) epiteliu pluristratificat (esofag); b) epiteliu pseudostratificat (trahee); c) epiteliu pluristratificat (parotidă); d) epiteliu de tranziție – uroteliu (vezica urinară)

Epiteliile glandulare formează **glandele**, împreună cu țesutul conjunctiv. Celulele epiteliale glandulare pot avea forme diferite: cubice, pavimentoase, prismatice etc. După modul de eliminare a produșilor, glandele pot fi exocrine, endocrine și mixte.

Glandele exocrine secretă produșii la suprafața corpului sau în cavități, prin canale. La trecerea prin canale, secrețiile își modifică compoziția, concentrându-se prin pierderea de apă sau îmbogățindu-se compoziția prin adăugarea unor noi constituenți.

După mecanismul de eliberare a secrețiilor, glandele exocrine sunt de mai multe tipuri: **merocrine** – elimină secrețiile prin vezicule de exocitoză, de exemplu, pancreasul exocrin, **apocrine** – elimină secrețiile sub formă de picături fine emise la suprafața apicală, de exemplu, glandele mamare sau glandele ceruminoase din tegumentul canalului auditiv și **holocrine** care acumulează produsul de secreție în citoplasmă și eliminarea acestuia se face odată cu moartea și dezorganizarea celulei, de exemplu, glandele sebacee din piele.

După alcătuire, glandele exocrine pot fi **unicelulare** (fig. 1.12) și **pluricelulare**, ultimele putând avea diverse forme (**tubulare, acinoase, alveolare, simple** (fig. 1.12 a) sau **compuse**).

tusește
cție de
acestui
ci când
urină și
plină.
a pluri-

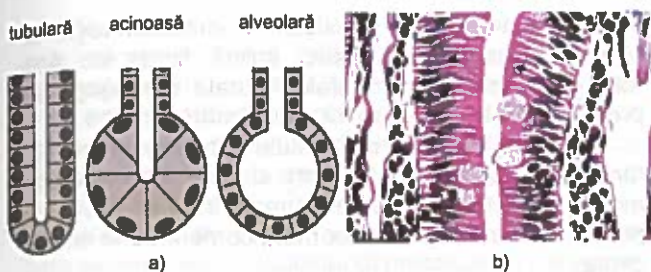


Fig. 1.12. Glandele exocrine
a) tipuri de glande exocrine simple; b) glande uniceleulare intestinale

Glandele endocrine produc **hormoni**, substanțe cu rol de biocatalizatori care reglează întreaga activitate a organismului. Hormonii ajung în sânge sau limfă odată cu irigarea țesuturilor glandulare, deoarece glandele endocrine nu au canale de secreție.

Celulele epiteliale glandulare constituie parenchimul glandelor și pot fi organizate în cordoane (hipofiza anterioară), foliculi (tiroidă) sau insule (pancreasul endocrin) (fig. 1.13).

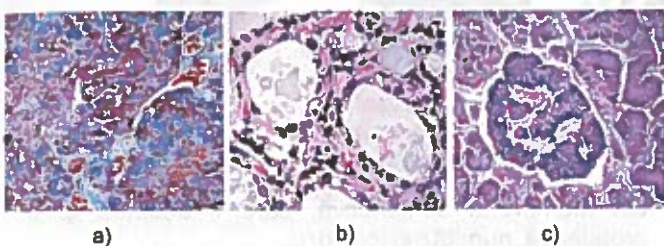


Fig. 1.13. Tipuri de epitelii glandulare endocrine
a) cordoane (hipofiza anterioară); b) foliculi (tiroidă); c) insule (pancreas)

Glandele mixte conțin atât epitelii glandulare exocrine care își elimină secrețiile prin canale, cât și epitelii glandulare endocrine care produc hormoni preluați de mediul intern. Exemple de glande mixte: pancreasul, ovarele și testiculele.

SUMAR

Țesuturile sunt grupări de celule cu origine, structură și funcții comune. În organismul uman, există patru tipuri fundamentale de țesuturi: epitelial, conjunctiv, muscular și nervos. Țesutul epitelial are celulele sunt strâns unite, așezate pe o membrană bazală aderentă la țesutul conjunctiv, care are rol de hrănire, epiteliiile fiind nevascularizate, dar bogat inervate. Epiteliiile au o mare putere de regenerare. După funcțiile pe care le realizează, epiteliiile se clasifică în: epitelii de acoperire, epitelii glandulare și epitelii senzoriale.

EVALUARE

1. Explicați de ce există în corpul uman epitelii pluristratificate pavimentoase cheratinizate și necheratinizate?
2. Ce adaptări prezintă țesuturile epiteliale pentru îndeplinirea diferitelor sale roluri?
3. Descrieți mecanismele de eliberare a produșilor de secreție a glandelor exocrine.

ȚESUTUL CONJUNCTIV

Țesutul conjunctiv este cel mai răspândit tip de țesut din organism, însă distribuția lui în organe diferă, fiind bine reprezentat în tegument, dar redus la nivelul creierului. Există patru tipuri de țesut conjunctiv: moale, semidur, dur și sângele. Caracteristicile acestor țesuturi conjunctive sunt următoarele: au

Epiteliile senzoriale sunt formate din celule senzoriale specializate și celule de susținere. **Celulele senzoriale** recepționează anumiți stimuli și generează impulsuri nervoase. Forma celulelor senzoriale este oval-alungită și prezintă pe suprafața apicală unul sau mai mulți cili (fig. 1.14). Impulsurile generate de celulele senzoriale sunt preluate de terminațiuni nervoase senzitive aflate la baza celulelor senzoriale. **Celulele de susținere** se află în vecinătatea celulelor senzoriale și le protejează. Epiteliile senzoriale formează segmentele periferice (-receptorii) ale analizatorilor acustic, vestibular și gustativ.

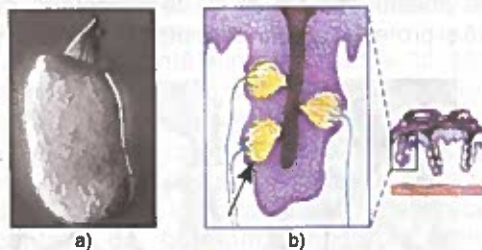


Fig. 1.14. Celule epiteliale senzoriale
a) celulă epitelială senzorială auditivă din organul Corti;
b) celule epiteliale senzoriale gustative

Aplicație practică

Observații microscopice asupra celulelor descumate din mucoasa bucală

Materiale necesare: microscop, lame, lamele, cuțit de plastic, pipete, soluție de albastru de metil 1%/₁₀₀, ac spatulat.

Mod de lucru: răzuiți ușor cu cuțitul de plastic fața superioară a limbii și plasați materialul răzuit pe o lamă într-o picătură de albastru de metil. Întindeți materialul uniform și acoperiți-l cu lamela. Obsevați la microscop celulele epiteliale descumate.

Rezultate: se identifică celule epiteliale pavimentoase cu nuclee sferice și ovale, citoplasmă cu granule grupate în jurul nucleului și membrană fină care le delimitează la exterior.

tificat
lu

idele,
teliale
pavi-
nare a
mixte.
rafața
a prin
incen-
ndu-și

tețiilor,
ocrine
ă, de
limină
rafața
nde
tiv și
știe în
ită cu
mplu,

ot fi
imele
case,

logie

Țesuturile conjunctive moi au substanța fundamentală fluidă și sunt următoarele (fig. 1.15):

– **lax**: alcătuit din celule, fibre și substanță fundamentală în proporții egale. Celulele sale sunt slab conectate între ele și se numesc **fibroblaste**. Acest țesut este prezent în toate organele, umple spațiile dintre organe și însoțește epitelile.

– **adipos**: conține celule numite **adipocite** care, pe măsură ce se maturizează, acumulează în citoplasmă lipide și nucleul lor este împins la periferie. Este localizat în stratul profund al pielii (**hipoderm**) sau în jurul organelor interne ca rinichii sau globii oculari. Rolurile acestui țesut sunt de termoizolare, rezervă nutritivă și protecție mecanică a organelor interne.

– **reticulat**: este localizat în măduva roșie a oaselor în ganglionii limfatici, splină, timus etc. Are rolul de a forma elementele figurate ale sângelui, proces numit **hematopoeză** sau **hematogeneză**.

– **elastic**: conține rare celule și puțină substanță fundamentală, dar multe **fibre de elastină** anastomozate în rețea. Acest tip de țesut intră în structura pereților arterelor și venelor mari, conferindu-le elasticitate.

fibros: conține mai multe **fibre de collagen**, dar celule și substanță fundamentală reduse. Este slab vascularizat și lipsit de plasticitate, constituind capsulele unor organe, fasciile musculare, tendoanele, ligamentele și aponevrozele.

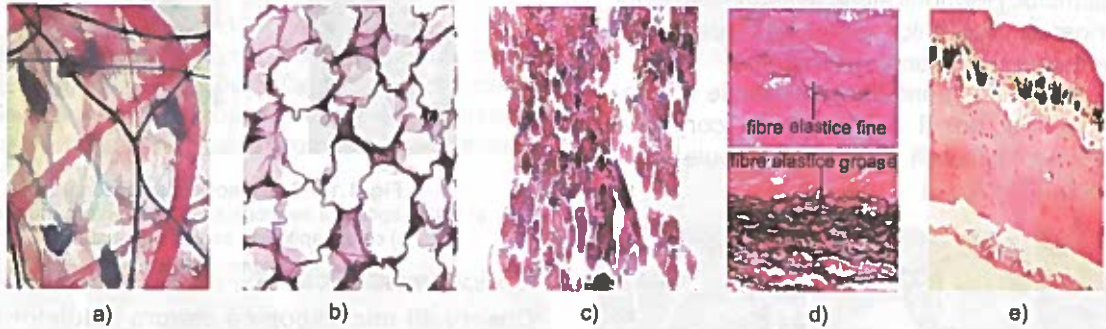


Fig. 1.15. Tipuri de țesuturi conjunctive moi
a) lax; b) adipos; c) reticulat; d) elastic; e) fibros

Țesuturile conjunctive semidure sau cartilajinoase sunt formate din celule numite **condrocite**, care ocupă cavități în substanța fundamentală numite **condroplaste**. Adesea, într-un condroplast pot fi două sau mai multe condrocite. Celulele tinere se numesc **condroblaste** și secretă **condrina** – substanță organică care se impregnează cu săruri de calciu și sodiu. Cartilajul matur nu este vascularizat și nutriția sa este asigurată prin difuzie

din membrana conjunctivă, care îl acoperă și îl protejează, numită **pericondru**.

Cartilajele constituie precursorii ai unor oase (mare parte din scheletul noului-născut este cartilajinos, restul scheletului său fiind membranar) și persistă la nivelul tuturor suprafețelor articulațiilor mobile.

Există trei tipuri de țesuturi cartilajinoase: hialin, elastic și fibros, caracterizate și ilustrate în figura 1.16.

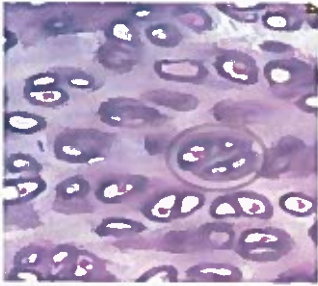
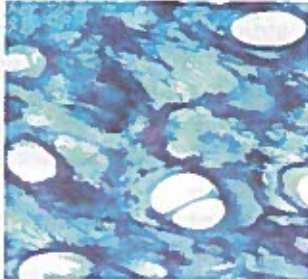
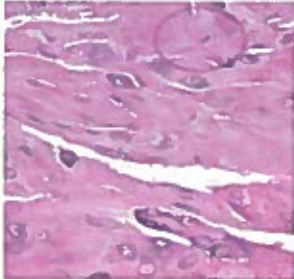
Cartilaj hialin	Cartilaj elastic	Cartilaj fibros
 <p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> – are o structură omogenă, cu fibre fine și uniform distribuite – constituie cartilajele nazale, costale, traheale, bronhice – majoritatea oaselor corpului sunt alcătuite, inițial, din cartilaj hialin care, prin osificare (de tip endocondrală), se transformă în țesut osos 	 <p>b)</p> <ul style="list-style-type: none"> – conține o mare abundență de fibre de elastină care determină culoarea gălbuie, conferind și flexibilitate – formează epiglota, cartilajele laringiene și faringiene, precum și cartilajul pavilionului urechii externe 	 <p>c)</p> <ul style="list-style-type: none"> – are o mare rezistență la comprimări și tensiuni, datorită mării densități de fibre de collagen – formează meniscurile și discurile intervertebrale

Fig. 1.16. Tipuri de țesuturi cartilajinoase
a) hialin (trahee); b) elastic (epiglota); c) fibros (disc intervertebral)

Țesuturile conjunctive dure sau **osoase** sunt cele mai rigide țesuturi, însă se deosebesc de cartilajele prin bogata vascularizație, fapt ce dovedește existența unei intense activități metabolice la nivelul oaselor. Duritatea acestor țesuturi conjunctive este cauzată de impregnarea substanței fundamentale cu săruri minerale fosfocalcice. În structura țesuturilor osoase intră trei tipuri de celule: **osteoblaste** – celule tinere care secretă **oseină** (substanță preosoasă); **osteocite** – celule adulte stelate, cu numeroase prelungiri fine; **osteoclaste** – celule gigantice multinucleate. Acestea posedă numeroși lizozomi, cu bogat echipament enzimatic utilizat în descompunerea și dizolvarea țesutului osos, active în modelarea (pe parcursul **osteogenezei** – formarea oaselor) și remodelarea osului (după fracturi osoase). Există două tipuri de țesuturi osoase: compact și spongios.

Țesutul osos compact se află la nivelul diafizelor oaselor lungi și la suprafața tuturor oaselor. Unitățile morfofiziologice ale țesutului osos compact sunt **osteonele** sau **sistemele haversiene** (fig. 1.17 a.). Un osteon este format din **lamelle osoase** dispuse concentric în jurul unui canal central numit **canal Havers**. Între lamellele osoase ale osteonului sunt dispuse **osteoplastele** (fig. 1.17 b) – cavități care adăpostesc **osteocitele**. Osteoplastele comunică între ele prin canalicule care se anastomozează și în care pătrund prelungirile osteocitelor, însă fără ca acestea să se atingă între ele. Sistemele haversiene sunt unite prin arcuri de lamelle numite **sistemele interhaversiene**. În canalul Havers se află vase de sânge și terminațiuni nervoase, lamellele osoase fiind, de asemenea, traversate de vase de sânge care asigură hrănirea osteocitelor.

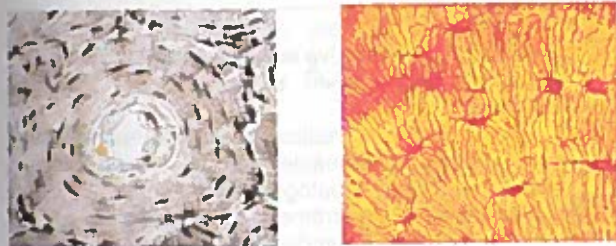


Fig. 1.17. Țesut osos compact
a) sistem haversian; b) osteoplaste cu osteocite;

Țesutul osos spongios este format din lamelle osoase dispuse dezordonat, numite **trabecule** (fig. 1.18).



Fig. 1.18. Țesut spongios (secțiune în epifiză)

Trabeculele delimitează mici cavități numite **areole**, în care se află măduvă osoasă roșie hematogenă. Acest țesut se află în epifizele oaselor lungi și în grosimea oaselor late și scurte.

Sângele

Datorită originii mezodermice și a raportului dintre substanța intercelulară (plasma) și celulele sale, sângele este considerat un țesut conjunctiv moale.

În corpul adulților există 4,5 – 5 l de sânge care reprezintă 7 – 8% din masa sa. Contribuția globulelor roșii (**eritrocitelor**) la volumul total de sânge (**hematocritul**) este de 43%. Sângele este alcătuit din plasmă și elemente figurate.

Plasma reprezintă aproximativ 55% din sânge și este compusă din apă, în care se află substanțe organice, săruri minerale disociate și microelemente. În plasmă se află toate categoriile de substanțe organice (proteine, glucide și lipide), dar dintre acestea, proteinele dețin cele mai importante roluri, deoarece sunt reprezentate de hormoni, anticorpi, factori ai coagulării, aminoacizi și enzime care intervin în menținerea constanței parametrilor mediului intern (**homeostazie**) și în reglarea activității sistemelor de organe.

Elementele figurate sunt **eritrocitele**, care domină, reprezentând 99% din totalul celulelor sangvine, alături de care se află **leucocitele** și **trombocitele**. După prezența sau absența granulațiilor în citoplasmă, leucocitele sunt **granulocite** (**neutrofile**, **eozinofile** și **bazofile**) și **agranulocite** (**monocite**, **limfocite**) (fig. 1.19). Raporturile dintre leucocite și limitele normale ale acestor raporturi sunt date de formula leucocitară:

- 60 % neutrofile (50% – 70%)
- ~3 % eozinofile (>0% – 5%)
- ~0,5% bazofile (>0% – 2%)
- ~5 % monocite (1% – 9%)
- ~30 % limfocite (20% – 40%)

Eritrocitele și trombocitele își îndeplinesc funcțiile exclusiv în sânge, în comparație cu leucocitele, care pot părăsi șuvoiul sangvin, penetrând pereții vaselor mici, prin procesul de **diapedeză**, și intrând în țesuturi. Elementele figurate își au originea în țesutul hematogen din măduva roșie a oaselor, splină, ganglioni limfatici, timus.

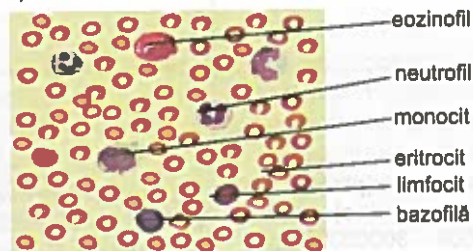


Fig. 1.19. Elementele figurate ale sângelui

Principalele caracteristici structurale și funcționale ale elementelor figurate ale sângelui sunt sintetizate în tabelul 1.1.

roșie a etc. Are sângelui, iza, substanță anastomoză structura le elasti-

gen, dar ste slab ind captoanele,

ră și îl

or oase it este anar) și ularțiilor

hialin, a 1.16.

imări și fibre de servete-

Tabelul 1.1. Elementele figurate ale sângelui

Elemente figurate	Structură	Funcții
<p>Eritrocite 4 – 6 mil./mm³ sânge</p>	<p>– 7 – 8 μ diametru, formă biconcavă, anucleate la maturitate, culoare roșie, durata de viață 100 – 120 zile, după care sunt distruse (proces numit hemoliză) în splină; conțin hemoglobină</p>	<p>– transportă gazele respiratorii: O₂ sub formă de oxihemoglobină și CO₂ sub formă de carbhemoglobină; ambele fiind combinații labile, în contact cu CO formează methemoglobină, care este o combinație stabilă; zilnic se formează și sunt distruse aproximativ 5.10¹¹ eritrocite</p>
<p>Neutrofile 3000 – 7000/mm³ sânge</p>	<p>– 10 – 15 μ diametru, formă sferică, nucleu cu 3 – 5 lobi, în citoplasmă granule neutre la colorare și cu un conținut compus din enzime bactericide; trăiesc aproximativ o săptămână</p>	<p>– intervin în procesul inflamator, invadând locul de formare al infecției, unde sunt atrase chimiotactic, datorită receptorilor specifici de pe suprafața membranei. La locul infecției recunosc agenții patogeni (bacterii), se atașează de aceștia și îi digeră, prin fagocitoză, cu ajutorul enzimelor și cu produși de oxidare toxici</p>
<p>Eozinofile 100 – 400/mm³ sânge</p>	<p>– 12 – 14 μ diametru, au nucleu bilobat, conțin granule care se colorează cu eozină</p>	<p>– modulează răspunsul imun, fagocitând complexele anticorpi-antigene (corpi străini); enzimele din granule descompun tegumentul unor paraziți și numărul lor crește în boli parazitare</p>
<p>Bazofile 20 – 50/mm³ sânge</p>	<p>– 10 – 12 μ diametru, nucleu bi- și trilobat, conțin granule care se colorează cu coloranți bazici și sunt bogate în enzime, heparină și histamină – substanțe vasodilatatoare</p>	<p>– sunt implicate în inflamații, inițiindu-le prin eliminarea substanțelor vasodilatatoare. Pot limita procesele de fagocitoză</p>
<p>Monocite 100 – 700/mm³ sânge</p>	<p>– 12 – 24 μ diametru, nucleul are forma literei „C”, conțin numeroși lizozomi</p>	<p>– migrează în țesuturi, unde se transformă în macrofage și fagocitează microorganisme și celule moarte. Intervin în apărarea imună: ca parte a sistemului imun înăscut, pot fagocita bacterii și diverși fungi, eliberând mediatori inflamatorii (prostaglandine, interferon), iar ca parte a sistemului imun adaptativ prelucrează corpii străini (antigenele) în vederea activării limfocitelor</p>
<p>Limfocite 1500 – 3000/mm³ sânge</p>	<p>– 5 – 15 μ diametru, au forme variate, nucleul mare poate ocupa aproape toată citoplasma; sunt două tipuri: limfocite T – 90% și limfocite B – 10%</p>	<p>– principalul rol este de a asigura imunitatea adaptativă, consecutivă activării limfocitelor, datorită prezenței unui antigen, și se realizează în două moduri: Limfocitele T realizează imunitatea mediată celular prin producerea de limfocite care la contactul direct cu agentul patogen declanșează citoliza (distrugerea celulei străine) Limfocitele B produc răspunsul imun mediat umoral prin transformarea în plasmocite care produc anticorpi specifici. – după întâlnirea cu un antigen, se pot produce limfocite de memorie, care prelungesc imunitatea față de acel antigen, proprietate ce stă la baza vaccinării</p>
<p>Trombocite (plachete sangvine) 250000 – 3000000/mm³ sânge</p>	<p>– 2 – 4 μ, sunt fragmente citoplasmatică provenite din celule precursoră numite megacariocite, conțin factori ai coagulării și serotonină – substanță vasoconstrictoare – sunt funcționale 7 – 10 zile</p>	<p>– intervin în *hemostază (oprirea sângerării). În contact cu fibrele de collagen de la nivelul unei leziuni vasculare, devin aderente (aglutinare) și formează trombusul plachetar care acoperă leziunea. Eliberează activatorul protrombinei, care acționează asupra protrombinei din plasmă și o transformă în trombină; aceasta determină transformarea fibrinogenului plasmatic solubil în fibrină insolubilă, ce formează o rețea în ochiurile căreia se fixează elementele figurate și se formează cheagul.</p>

mă de
ră de
labile,
a, care
și sunt

ocul de
otactic,
prafața
agenții
ia și îi
or și cu

plexele
le din
aziți și

prin
limita

mă în
celule
arte a
terii și
natorii
emului
enele)

nitatea
atorită
două

ediată
tactul
itoliza

nediat
care

oduce
nitatea
baza

ii). În
eziuni
rează
unea.
rează
mă în
rarea
brină
ăreia
rează

logie

Grupele de sânge sunt diferențiate datorită prezenței unor antigene A și B pe suprafața eritrocitelor și a unor anticorpi în plasmă α, β . Pe baza prezenței antigenelor și anticorpilor, se diferențiază cele patru grupe de sânge: OI, AII, BIII, ABIV. Antigenele nu trebuie să intre în contact direct cu anticorpii de același tip: (A cu α , respectiv B cu β) deoarece se produce aglutinarea și liza hematiilor.

Grupă de sânge	Antigen	Anticorp
OI	—	α, β
AII	A	β
BIII	B	α
ABIV	A,B	—

Factorul Rh (de la numele maimuței *Maccacus rhesus*, la care a fost identificat prima dată) este un alt grup de antigene prezente pe suprafața eritrocitelor. Prezența antigenelor este determinată de o genă dominantă (D). Indivizii cu respectivele antigene se numesc Rh pozitivi, iar cei fără antigenele Rh se numesc Rh negativi. Cunoașterea factorului Rh este foarte importantă pentru transfuzii și pentru gravidele care pot purta un făt cu Rh diferit față de propriul lor sânge.

Aplicație practică

Determinarea grupelor de sânge în sistemul ABO și a Rh-ului

Observație: aplicația se bazează pe reacția de aglutinare a eritrocitelor, consecutivă contactului anticorp-antigen: α cu A și β cu B și, respectiv, a anticorpilor anti Rh cu antigenele Rh.

Materiale necesare: seruri cu anticorpi anti-A și anti-B, ser cu anticorpi anti Rh, lame, pipete, mostre cu cele patru grupe de sânge, mănuși chirurgicale.

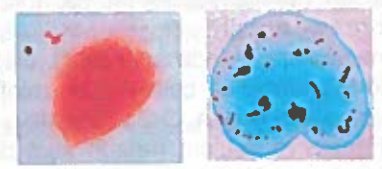
Mod de lucru: pe lame se picură serurile anti-A și anti-B. Peste ser se adaugă picături din mostrele de sânge. Se observă dacă se produce aglutinarea și apar aglomerări colorate ca în figura a și b.

În vederea determinării Rh-ului pentru fiecare mostră de sânge, se picură pe o lamă serul anti Rh, peste care se adaugă o picătură din mostra de testat și se observă dacă se produce aglutinarea.

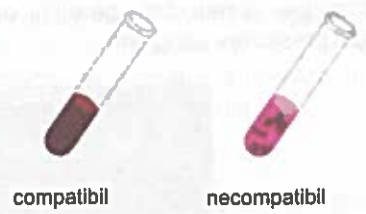
Concluzii: dacă aglutinarea este observată în picătura cu ser anti-A, înseamnă că mostra de sânge conține antigene A, adică este grupa BIII. În figura de mai jos sunt prezentate rezultatele aplicării serurilor pe toate mostrele de sânge. Dacă se produce aglutinarea în probele cu ser anti-Rh, înseamnă că mostra de sânge este Rh negativ.

În sângele primitor			Reacția cu globulele roșii ale donatorului			
Antigene	Anticorpi	Tip de sânge	Donor de grupă OI	Donor de grupă AII	Donor de grupă BIII	Donor de grupă ABIV
lipsă	anti A (β) anti B (α)	O				
A	anti A (β)	A				
B	anti B (α)	B				
A și B	lipsă	AB				

Reacții între grupe de sânge compatibile / incompatibile



Reacții la seruri cu anticorpi
a) neaglutinare; b) aglutinare



SUMAR
Există patru tipuri de țesut conjunctiv: moale, semidur, dur și sângele. Caracteristicile țesuturilor conjunctive sunt: au origine în mezoderm, sunt în general bine vascularizate (excepție face țesutul cartilagos) și sunt constituite din trei componente: celule, fibre și substanță fundamentală. Fibrele conjunctive au rol de susținere și sunt de trei tipuri: de collagen (cele mai puternice), de elastină și de reticulină (lungi și fine, dispuse în rețea). Țesuturile conjunctive îndeplinesc roluri esențiale în organism, asigurând: nutriția celorlalte țesuturi, susținerea și protecția organelor vitale, transportul substanțelor, apărarea imună și nespecifică, regenerarea țesuturilor..

EVALUARE

1. Precizați caracteristicile substanței fundamentale pentru fiecare tip de țesut conjunctiv.
2. Ce caracteristici ale limfocitelor stau la baza vaccinării?
3. Explicați de ce este importantă determinarea grupei de sânge și a factorului Rh.

Capitolul 1

ȚESUTUL MUSCULAR

Țesutul muscular este alcătuit din celule care au proprietatea de a se contracta și relaxa, realizând lucru mecanic, care determină deplasarea segmentelor corpului și a corpului întreg. De asemenea, țesutul muscular asigură bătăile inimii sau propulsarea alimentelor în tubul digestiv, activități la fel de importante în realizarea supraviețuirii organismului. Dintre toate tipurile de țesuturi, cele musculare sunt mai abundente, reprezentând 40 % din masa corpului.

Celulele musculare, numite și **fibre musculare**, realizează contracții datorită unor organite celulare specifice numite **miofibrile**. Acestea sunt compuse din **miofilamente de actină** și **miozină**, **proteine contractile** (prezente și în structura citoscheletului, însă mai numeroase și cu o altă organizare), de care se atașează **proteine reglatoare** numite **tropomiozină** și **troponină**.

După structura și proprietățile lor, țesuturile musculare se clasifică în trei grupe: striat, neted și cardiac.

Țesutul muscular neted (fig. 1. 20) este alcătuit din fibre musculare fine, alungite, în formă de fus, ascuțite la capete, cu lungimea cuprinsă între 10 – 100 μ și diametrul de 2 – 4 μ , în care se află un singur nucleu mare, oval. Fiecare celulă conține citoplasmă specializată numită **sarcoplasmă**, înconjurată de o membrană numită **sarcolema**. Miofibrilele fibrelor musculare netede sunt lungi, dispuse paralel cu axul longitudinal al celulei, iar miofilamentele lor sunt dispuse omogen, fără a descrie o formă caracteristică. Fibrele musculare netede sunt dispuse în straturi și, foarte rar, în pachete, fiind prezente în pereții tubului digestiv, vezicii urinare, uterului, vaselor de sânge, canalelor unor glande. Contracțiile fibrelor netede sunt lente, slabe și involuntare, așa cum sunt contracțiile stomacului și intestinului, care asigură prelucrarea mecanică și propulsarea conținutului, precum și contracțiile și relaxările pereților arteriali care influențează presiunea sangvină.

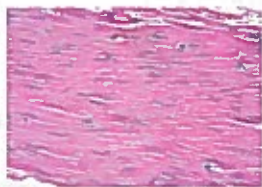


Fig. 1.20. Țesut muscular neted

Țesutul muscular striat este cel mai abundent dintre toate tipurile de țesuturi din corpul uman. Acest țesut formează mușchii scheletici, organe care se fixează de oase prin **tendoane**, determinând mișcarea acestora. Aceste organe sunt alcătuite din fibre musculare striate, grupate în pachete numite **fascicule**. Fiecare fibră musculară striată (fig. 1. 21) este alungită și cilindrică, având lungimea cuprinsă între 3 – 12 cm și grosimea de 20 – 100 μ m. Fiecare fibră striată este un **sincițiu** (masă citoplasmatică cu mai mulți nuclei).



Fig. 1.21. Fibre musculare striate

Nucleii sunt ovali și dispuși la periferie, sub sarcolema. În sarcoplasmă se găsesc miofibrile cu aspect striat, compuse din **discuri clare**, care alternează cu **discurile întunecate**. Discurile întunecate sunt compuse din miofilamente groase de **miozină**. Discurile clare sunt compuse din miofilamente subțiri de **actină**. Într-o miofibrilă se află aproximativ 1500 de miofilamente de miozină și 3000 de miofilamente de actină; un miofilament de miozină este înconjurat de 6 miofilamente de actină, iar un miofilament de actină este înconjurat de 3 miofilamente de miozină (fig. 1. 22, 1.23). De miofilamente sunt legate proteine reglatoare: troponina și tropomiozina.

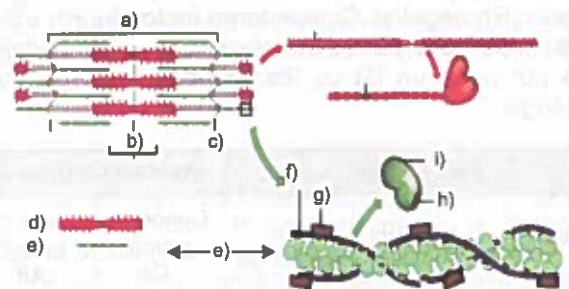


Fig. 1. 22. Structura sarcomerului și tipuri de proteine

a) sarcomer; b) banda H; c) membrana Z;
d) miozină; e) actină; f) tropomiozină;
g) troponină; h) loc de legare de miozină; i) molecule de actină

Discurile întunecate sunt străbătute de o bandă luminoasă, numită **banda H**, iar discurile clare sunt străbătute de **membrana Z**, care trece de la o miofibrilă la alta, consolidându-le, și se fixează la capete pe fața internă a sarcolemei. În miofibrilele segmentul cuprins între două membrane Z se numește **sarcomer** și constituie unitatea morfo-funcțională a miofibrilei. În sarcoplasmă se află multe mitocondrii, care asigură suportul energetic necesar contracției și relaxării fibrei.

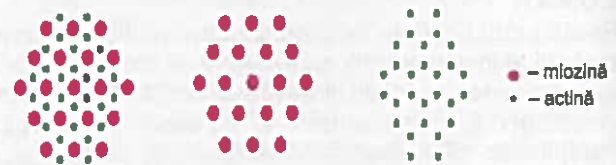


Fig. 1.23. Raportul topografic al miofilamentelor

Contracția fibrelor striate este rapidă și puternică și se realizează prin scurtarea sarcomerelor, consecutivă glisării miofilamentelor de actină printre cele de miozină, după aplicarea unui stimul adecvat. Această

acțiune determină apropierea membranelor Z, scurțarea miofibrilelor și, implicit, contracția fibrei musculare.

Țesutul mușchilor scheletici determină mișcarea coordonată, voluntară și automată a membrilor, trunchiului, maxilarelor, globilor oculari, chiar și mișcarea mușchilor scheletici implicați în ventilația pulmonară, a celor implicați în expresia feței, în vorbire și scriere. Adulții au un anumit număr de fibre musculare. Prin exerciții, cum sunt ridicările de greutate, celulele musculare ale mușchilor scheletici se măresc, crește în dimensiuni și mușchiul, dar numărul de celule nu crește.

Țesutul muscular striat de tip cardiac (miocardul) (fig. 1. 24) este un țesut unic, prezent numai în pereții inimii. Acest țesut are o serie de caracteristici asemănătoare cu ale fibrelor striate scheletice și cu cele ale fibrelor netede. Fibrele sale conțin miofibrile striate, dar sunt uninucleate și realizează contracții involuntare, ca fibrele netede. Totuși, fibrele mușchiului cardiac au și caracteristici proprii: sunt mai scurte ca fibrele striate, striatiile sunt ceva mai puțin evidente, miofibrilele sunt mai groase, sarcolema, mai subțire și mai greu de distins în preparate microscopice, conține mai multe mitocondrii. Celulele miocardului sunt individualizate și alungite, dar prezintă ramificații. Legăturile intercelulare se realizează la nivelul unor joncțiuni numite discuri intercalare (**striile scalariforme**), la nivelul cărora se transmite excitația de la o celulă la alta, astfel că stimularea unei fibre cardiace este rapid transmisă în tot mușchiul, motiv pentru care miocardul funcționează ca un tot unitar.



Fig. 1. 24. Țesut cardiac (săgeata indică joncțiunile intercalare)

Între fibrele cardiace se află țesut conjunctiv moale bogat în vase de sânge care asigură aprovizionarea cu oxigen și nutrimente.

Între fibrele cardiace se află țesut conjunctiv moale, bogat în vase de sânge, care asigură aprovizionarea cu oxigen și nutrimente.

Alături de acest țesut miocardic cu rol contractil, în mușchiul inimii se află și miocardul specific sau așa numitul **țesut nodal autoexcitabil**, care este organizat în noduli și rețea, determinând contracția ritmică a miocardului. Structurile constituite din acest țesut nodal sunt **nodulii sinoatrial și atrioventricular**, precum și **fasciculul His**, continuat cu **rețeaua Purkinje**.

Fibrele mușchiului cardiac joacă un rol esențial în contracția atrilor și ventriculelor, asigurând activitatea ritmică a inimii și circulația sângelui în sistemul vascular.

Spre deosebire de fibrele mușchilor scheletici, în anul 2001 s-a descoperit că în corpul adultului există și câteva celule de origine (**celule stem**) a celulelor cardiace, care pot asigura reparații și chiar creșteri ale masei inimii. Acest lucru a fost identificat la pacienții care au suferit un transplant cardiac și la care creșterea masei inimii a fost de 20%. Cercetările actuale se concentrează în vederea descoperirii mecanismelor de control și activare a celulelor reparatoare. Practicarea sportului, a gimnasticii aerobice, întărește miocardul, conducând, în timp, la creșterea forței și a diametrului, prin îngroșarea și înmulțirea celulelor.

Aplicație practică:

Observații microscopice asupra țesuturilor musculare

Materiale necesare: microscop, lame cu preparate fixe cu țesuturi musculare, secțiuni prin intestin, esofag, artere, vene din trusele didactice.

Mod de lucru: observați preparatele, folosind obiectivele în ordine crescătoare. Identificați tipurile de țesuturi musculare din fiecare preparat microscopic observat. Reprezentați grafic imaginile observate, indicând elementele discriminatoare: prezența sau absența striatiilor, modul de aranjare a fibrelor musculare, unul sau mai mulți nuclei per celulă.

SUMAR

Țesutul muscular este alcătuit din celule musculare numite și fibre musculare, care au proprietatea de a se contracta și relaxa. Celulele realizează contracții datorită miofibrilelor, compuse din miofilamente de actină și miozină, proteine contractile de care se atașează proteine reglatoare, numite tropomiozină și troponină. După structura și proprietățile lor, țesuturile musculare sunt: striat, neted și cardiac. Fibrele musculare netede sunt fusiforme, uninucleate, au miofibrile cu aspect omogen și se contractă involuntar. Fibrele musculare striate sunt mai mari, cilindrice, multinucleate, cu miofibrile striate și se contractă voluntar. Fibrele cardiace sunt mai scurte și groase, ramificate și au câte un nucleu, sunt conectate prin discuri intercalare și se contractă involuntar.

EVALUARE

1. Analizați figura 1. 22 (care reprezintă sarcomerul) și descrieți relațiile sarcomer – miofibrilă și miofilamente.
2. Enumerați particularitățile fibrelor musculare netede și striate.
3. Utilizând diverse surse de informație, cum este internetul (de exemplu, adresele: <http://atoz.lqhealth.com/atoz/fitness/cardiocraze/jog.html>; http://www.manchesteronline.co.uk/healthandbeauty/news/s/192/192523_jogging_bposts_the_brain.html), biblioteca școlii, biblioteca laboratorului de biologie sau diferite reviste, găsiți răspunsul la întrebarea: Ce este joggingul și în ce mod poate fi practicat?

Capitolul 1

ȚESUTUL NERVOS

Țesutul nervos este responsabil de recepționarea stimulilor și transmiterea diverselor semnale de la și către diferitele părți ale corpului. Din punct de vedere structural, țesutul nervos este dens, compus din două tipuri de celule: **neuroni** și **celule gliale**.

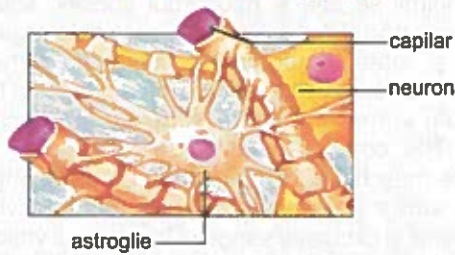


Fig. 1. 25. Astroglie morfologie, raporturi

Celulele gliale sunt intim asociate cu neuronii pe care îi susțin, hrănesc și protejează. Există mai multe tipuri de celule gliale sau **nevroglie**, fiecare tip având și o anumită funcție specifică, așa cum este prezentat în tabelul 1.2. De exemplu, celulele gliale din sistemul nervos central, **astrogliile** (fig. 1.25), intervin în facilitarea schimburilor dintre capilare și neuroni, preluând glucoza din sânge și transferând-o neuronilor sub formă de acid lactic. De asemenea, astroglia colec-tează ioni din mediul interstițial (K^+) și reciclează mediatorii chimici.

Tabelul 1.2. Tipurile și funcțiile celulelor gliale

Tipuri de celule gliale	Funcții
Astroglie	– formă de stea; asigură hrănirea și susținerea neuronilor: 1) fagocitează resturile neuronilor morți; 2) transportă nutrimente; 3) ține asamblați neuronii; 4) reglează compoziția spațiului extranuclear
Microglia	– digeră resturile de neuroni
Celule-satelit	– susțin fizic neuronii situați în afara nevraxului
Oligodendroglie	– asigură izolarea cu mielină a neuronilor din nevrax
Celule Schwann	– asigură izolarea cu mielină a neuronilor din afara nevraxului

Neuronii sau celulele nervoase (fig. 1.26) sunt unitățile de bază ale țesutului nervos. Creierul uman conține peste 100 de miliarde de neuroni înalt specializați pentru a genera și conduce mesaje sub formă de impulsuri. Alături de aceste specializări, neuronii au și următoarele caracteristici:

– au o mare longevitate; în condițiile unei bune aprovizionări cu nutrimente, pot funcționa peste 100 de ani.

– nu se divid și, de aceea, nu pot fi înlocuiți; excepție fac neuronii olfactivi și câțiva neuroni din zona creierului, numită **hipocamp**, implicată în memorizare.

– au un metabolism foarte intens, care necesită permanenta aprovizionare cu nutrimente și oxigen în cantități mai mari față de alte tipuri de celule.

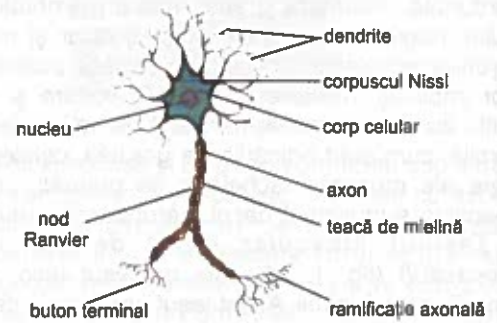


Fig. 1.26. Neuronul

Un neuron este alcătuit din două părți principale: corp și prelungiri.

Corpul neuronului este alcătuit din **membrană** sau **neurilemă**, **citoplasmă** sau **neuroplasmă**, **nucleu** și **organite celulare**. În neuroplasmă se află organitele celulare comune, dintre care lipsesc centriolii și organite celulare specifice: **corpii tigoizi (corpuseculii Nissi)** și **neurofibrilele**. Corpii tigoizi sunt reticul endoplasmatic rugos, cu rol în sinteza proteinelor neuronale, iar neurofibrilele au rolul de a susține celula și de a-i menține forma caracteristică. Corpii neuronilor formează în nevrax **substanța cenușie** și **nucleii**, iar în afara nevraxului, formează **ganglionii nervoși**.

Prelungirile neuronului sunt expansiuni capabile să conducă și să transmită semnale. Aceste prelungiri sunt de două tipuri: **dendrite** și **axon**. După numărul de prelungiri, neuronii pot fi de mai multe tipuri (fig. 1.27):

a) **unipolari** – cu o singură prelungire; de exemplu, celulele cu conuri și bastonașe din retină.

b) **bipolari** – au o dendrită și un axon; de exemplu, neuronii din ganglionul spiral Corti.

c) **pseudounipolari** – cu o prelungire care se divide în dendrită și axon; de exemplu, neuronii din ganglionii spinali.

d) **multipolari** – cu un axon și numeroase dendrite; de exemplu, neuronii din scoarța cerebrală sau cei din coarnele anterioare ale măduvei spinării.

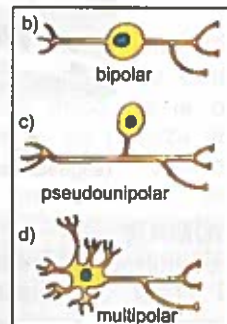


Fig. 1.27. Tipuri de neuroni

După forma corpului neuronal, neuronii pot fi stelați, ca cei din scoarța cerebeloasă, piramidali ca cei prezenți în scoarța cerebrală, fusiformi, cum sunt neuronii din ganglionul Scarpa sau piriformi, ca celulele Purkinje din scoarța cerebeloasă.

După rolul lor (fig. 1.28), neuronii pot fi **receptori** (recepționează stimuli din mediu), **motori** (transmit comenzi spre efectori), **de asociație** sau **intercalari** (fac legătura între cele două categorii anterioare) și **secretori** (elaborează neurosecreții).

necesită
oxigen în

ssi

lină

xonală

incipale:

embrană
plasmă,
ă se află
sc centri-
tigroizi
ii tigroizi
sinteza
olul de a
teristică.
ibstanța
ormează

capabile
relungiri
mărul de
. 1.27):
gire; de

ar

olar

polar

Tipuri
roni

ii pot fi
idali ca
um sunt
ca celu-

ceptori
ransmit
ercalari
oare) și

siologie

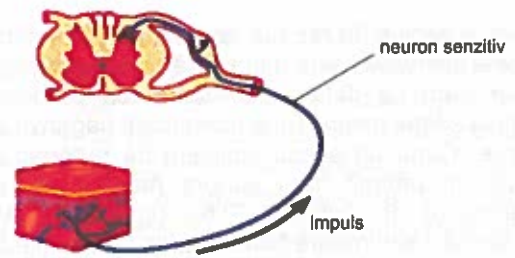
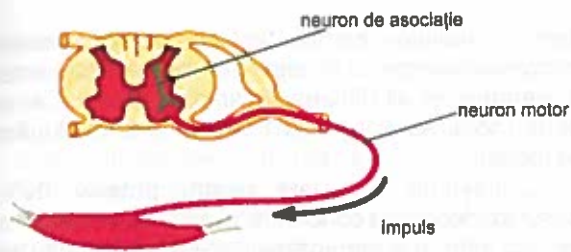


Fig. 1.28. Tipuri funcționale de neuroni
a) neuron; b) neuron receptor

Dendritele, prelungiri ale neuronilor care pot lipsi sau pot fi numeroase, conduc impulsul nervos centripet, adică spre corp, constituind regiunile receptoare ale neuronului. În porțiunea lor inițială, dendritele sunt mai groase, iar spre periferie se îngustează; conțin neurofibrile și neuroplasmă.

Axonul este o prelungire unică și nelipsită în structura neuronilor, având rolul de a transmite impulsuri nervoase centrifug, de la corp spre periferie; conține axoplasmă, delimitată de o membrană numită axolemă, cu rol important în conducerea impulsului nervos. Axonul emite colaterale perpendiculare pe direcția sa și se termină cu ramificații cu butoni. Aceștia conțin vezicule cu mediatori chimici, neurofibrile și mitocondrii. Mediatorii chimici sunt substanțe care facilitează transmiterea influxului nervos. Axonul este protejat de trei teci, dispuse, de la interior spre exterior, în următoarea ordine: teaca de mielină, teaca Schwann și teaca Henle. Teaca de mielină este produsă de celule gliale Schwann sau de oligodendroglia, în straturi concentrice și sub formă de manșoane. Intervalul dintre două manșoane de mielină se numește regiune nodală sau strangulație Ranvier. Mielina (fig. 1.29.) are rol izolator, nutritiv și de protecție.



Fig. 1.29. Mielina depusă în straturi

Teaca Schwann este constituită din nevroglia care acoperă mielina pe care o secretă.

Teaca Henle este de natură conjunctivă, fiind constituită din substanță fundamentală amorfă și fibre conjunctive aranjate în rețea. Are rol de apărare și nutriție a axonului. Pachetele de axoni și dendrite formează, în afara nevraxului, nervi, iar în nevrax formează tracturi sau fascicule nervoase. Axonii mielinizați formează substanța albă a nevraxului.

*PROPRIETĂȚILE NEURONULUI

Neuronii au proprietatea de a răspunde la stimuli (atingere, sunet, lumină, frig, vibrații etc.), de a genera și conduce impulsuri nervoase, precum și de a comunica între ei sau cu alte tipuri de celule.

Excitabilitatea este proprietatea neuronilor de a răspunde la stimuli; este o proprietate a tuturor celulelor vii, dar cel mai puternic este exprimată de neuron.

Capacitatea neuronilor de a reacționa la stimuli este datorată existenței unui potențial de membrană sau, altfel spus, unei distribuții inegale a ionilor pe cele două fețe ale membranei neuronale, fapt ce poate fi pus în evidență cu un voltmetru (fig. 1.30). Plasând un electrod în interior și celălalt la suprafața neuronului, voltmetrul va măsura diferența distribuției ionilor (diferență de potențial) între cele două fețe ale membranei; valoarea obișnuită este de -70 mV; datorită concentrației de anioni (Cl^- ; HCO_3^-), interiorul este ușor negativ, comparativ cu exteriorul și această diferență poartă numele de potențial membranar de repaus (P.R.) Menținerea acestuia este datorată, în special, ionilor de sodiu (Na^+) și potasiu (K^+). Distribuția inegală a acestor ioni pe cele două fețe ale membranei neuronale este menținută prin mecanisme de transport activ și pasiv al acestor ioni.

Prin mecanisme active de transport, sodiul migrează de la interior spre exterior, iar potasiul de la exterior spre interior. Prin aceste mecanisme de transport, numite și pompă sodiu-potasiu, se creează o concentrație mai mare de sodiu pe fața externă și o concentrație mai mare de potasiu pe fața internă a membranei.

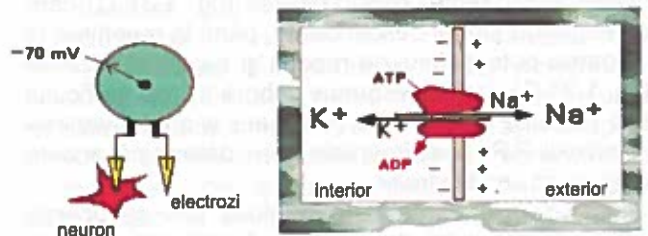


Fig. 1.30. Evidențierea potențialului membranar cu voltmetrul

Membrana neuronală conține și canale speciale pentru cei doi ioni: canale ionice de sodiu și de potasiu. Aceste canale sunt singurele locuri prin care cei doi ioni pot trece pasiv prin membrana neuronală. În repaus, toate canalele pentru sodiu sunt închise și câteva canale pentru potasiu sunt deschise. Astfel, sodiul nu poate difuza prin membrană și cea mai mare parte a acestor ioni rămâne pe fața externă a acesteia. Totuși, unii ioni de potasiu pot ieși prin difuziune în exterior. Ca urmare a acestor mecanisme

active și pasive, în repaus, atâta timp cât membrana nu este stimulată, este menținută distribuția inegală a ionilor, fapt ce determină încărcarea predominant pozitivă a feței externe și predominant negativă a feței interne. Când un stimul suficient de puternic acționează un anumit timp asupra membranei, apare **potențialul de acțiune** (P.A.) (fig. 1.31). Acesta reprezintă o schimbare foarte rapidă a potențialului de membrană, în urma stimulării. În mod specific, potențialul trece de la -70 mV (P.R.) la valori pozitive de aproximativ $+30$ mV, într-o perioadă de câteva milisecunde. Această schimbare de potențial are loc după acțiunea unui stimul care determină deschi-

derea canalelor pentru sodiu (Na^+) și, deoarece concentrația acestui ion este mai mare pe fața externă a membranei, el difuzează rapid în celulă. Canalele pentru sodiu sunt deschise foarte puțin timp, după care se închid.

Consecutiv, canalele pentru potasiu (K^+) se deschid; deoarece concentrația acestor ioni este mare pe fața internă a membranei, acești cationi difuzează în exterior, refăcându-se astfel încărcătura negativă la interior și pozitivă la exterior a membranei neuronale.

Descrierea potențialului de acțiune a fost realizată de A. L. Hodgkin și A. F. Huxley care au fost laureați ai premiului Nobel.

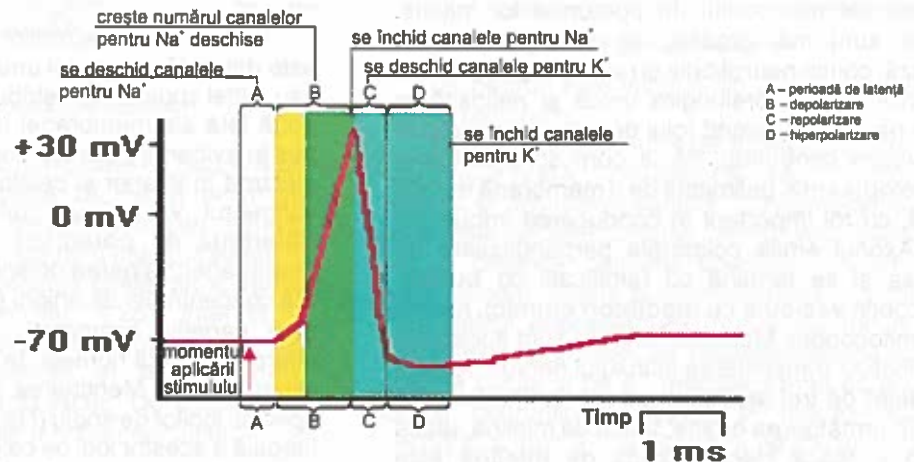


Fig. 1.31. Potențialul de acțiune

În reprezentarea grafică a potențialului de acțiune, se pot identifica unele caracteristici ale acestuia. Astfel, se remarcă o perioadă de latență (fig. 1.31 A), care durează de la aplicarea stimulului și până la declanșarea potențialului de acțiune. Urmează apoi trei etape consecutive în derularea potențialului de acțiune: **depolarizarea** (fig. 1.31 B) care corespunde curbei ascendente, **repolarizarea** (fig. 1.31 C) care corespunde pantei descendente, până la revenirea la valoarea potențialului de repaus și **hiperpolarizarea** (fig. 1.31 D) care corespunde coborârii liniei graficului sub valoarea potențialului de repaus și apoi revenirea la nivelul P.R. Evenimentele care determină aceste etape sunt următoarele:

a) depolarizarea este produsă prin reducerea valorii potențialului de membrană, datorită creșterii permeabilității pentru Na^+ ; fenomenul decurge gradat, inițial lent, ulterior, rapid, până la atingerea nivelului critic ce corespunde valorii de $+30$ mV pentru PA, valoare care se menține numai 1 ms.

b) repolarizarea este produsă prin scăderea permeabilității membranei pentru Na^+ , urmată și însoțită de creșterea permeabilității pentru K^+ și determină restabilirea negativității interne a membranei.

c) hiperpolarizarea este produsă prin menținerea permeabilității pentru K^+ datorită lentelor canale pentru K^+ , care reacționează mai greu la semnalul de depolarizare și, în consecință, permeabilitatea pentru

K^+ durează mai mult decât cea pentru Na^+ . Neuronul are proprietatea de a nu răspunde la noi stimuli în timpul fazei de depolarizare, perioadă numită **refractară**. Durata perioadei refractare determină o altă capacitate a neuronului, numită **labilitate**, caracterizată de numărul de stimuli la care poate răspunde un neuron într-un anumit interval de timp.

Toate etapele derulării potențialului de acțiune durează câteva milisecunde (10 milisecunde pentru majoritatea celulelor nervoase, iar potențialele de acțiune ale fibrelor cardiace durează mai mult).

După apariție, P.A. se propagă de-a lungul membranei neuronale, fără a se diminua amplitudinea acestuia. Discriminarea între stimuli de diverse intensități se realizează prin variația frecvenței potențialelor de acțiune și nu prin variația amplitudinii acestora. Modulurile de generare și transmitere a potențialului de acțiune sunt identice în neuron și fibrele musculare. În neuron, P.A. se numește și impuls nervos și numai neuronul poate genera astfel de impulsuri.

Un neuron transmite impulsuri nervoase numai când este stimulat în mod adecvat. Pentru declanșarea potențialului de acțiune, stimulul trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

1. Să aibă o anumită intensitate, numită **intensitate prag**. Stimulii cu intensitate inferioară valorii prag se numesc stimuli **subliminari** și nu determină potențiale de acțiune. Stimulii cu intensitate mai mare decât

deoarece a externă Canalele după care

(K⁺) se este mare difuzează negativă la ionale. realizată aureați ai

Neuronul timuli în numită irmină o bilitate, e poate timp.

acțiune e pentru ale de

ul mem- itudinea se inten- Ńialelor cestora. alului de ulare. În i numai

e numai declan- buie să

nsitate prag se tenŃiale e decât

biologie

valoarea prag se numesc stimuli **supraliminari** și determină potenŃiale de acțiune cu aceeași amplitudine cu cele determinate de stimuli prag – proprietate cunoscută sub numele de „**legea tot sau nimic**“.

2. stimulul de intensitate prag trebuie să acționeze un anumit timp, numit **timp util**.

3. stimulul trebuie să acționeze cu **bruschețe**, pentru a nu permite adaptarea neuronului.

Studiile asupra excitabilității au condus la introducerea unor termeni tehnici cum sunt: **reobaza** pentru intensitate prag și **cronaxia** pentru timpul de acțiune a unui stimul cu valoarea dublă față de a reobazei, pentru a produce un P.A. Cronaxia are valori apropiate la toate tipurile funcționale de neuroni și este de 10 – 30 de ori mai mică decât timpul util.

Conductibilitatea neuronilor. La locul apariției potențialului de acțiune se instalează curenți locali care depolarizează membrana în ariile adiacente. În

aceste arii, se vor deschide canalele ionice și vor apare noi potențiale de acțiune. Deoarece în aria unde s-a format inițial P.A., canalele pentru Na⁺ sunt închise, un nou P.A. nu se mai poate forma aici. Ca urmare, potențialele de acțiune se autopropagă de la acest punct de origine în regiunile alăturate, cu o viteză constantă. În axonii nemielinizați, propagarea potențialului de acțiune se realizează pas cu pas. În axonii mielinizați, viteza de propagare a impulsului nervos crește (120 m/sec.), deoarece mielina funcționează ca un izolator electric care împiedică pierderile de sarcini din axon.

Unda de depolarizare poate trece prin membrana axonilor mielinizați numai la nivelul nodurilor Ranvier, unde mielina este întreruptă și, în consecință, P.A. este condus saltatoriu, sărind din nod în nod, fapt ce explică viteza de conducere mult mai mare (fig. 1.32).

Imaginați-vă fiecare canal de Na⁺ ca o piesă de domino și diferența de potențial de 30 mV, ca impulsul ce determină căderea piesei inițiale

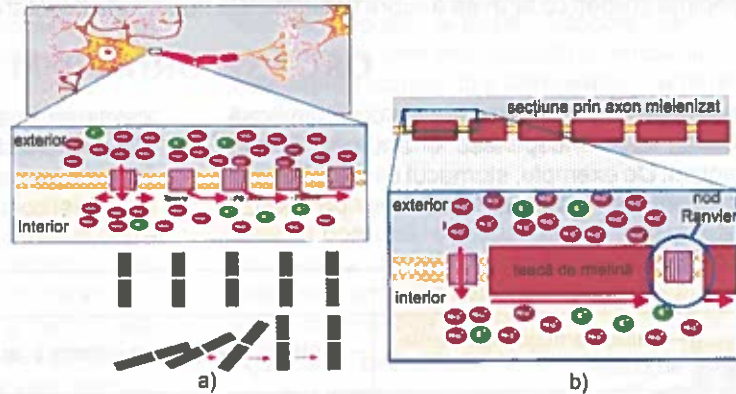


Fig. 1.32. Propagarea potențialelor de acțiune a) conducere pas cu pas; b) conducere saltatorie

Transmiterea sinaptică. Funcționarea sistemului nervos depinde de fluxul de informații de-a lungul lanțurilor de neuroni conectați prin sinapse. **Sinapsele** sunt locuri de întâlnire în care este mediat transferul de informații între neuroni sau între neuroni și celule efectoare (fibre musculare, celule epiteliale secretoare) (fig. 1.33).

După structurile implicate, sinapsele pot fi axo-somatice, axo-dendritice și axo-axonale. După efectul impulsului transmis la nivelul sinapselor, acestea pot fi stimulare sau inhibitoare.

Structura unei sinapse cuprinde trei elemente: **componenta presinaptică**, reprezentată de membrana butonului terminal, **fanta sinaptică**, reprezentată de spațiul dintre membrana butonului terminal și membrana celulei care primește influxul nervos și **componenta postsinaptică**, reprezentată de membrana celulei care primește influxul nervos. Astfel, datorită sinapselor, neuronii care transmit impulsuri nu se ating cu alte celule. Datorită prezenței sinapselor, transmiterea impulsurilor nervoase se realizează într-un singur sens; odată transmis, impulsul nervos nu se poate întoarce, nu poate traversa înapoi sinapsa. Butonii terminali ai axonilor conțin vezicule cu substanțe chimice numite **mediatori chimici** sau **neurotransmițători**. Aceștia sunt foarte numeroși și constituie un alt criteriu de clasificare a sinapselor; de exemplu, sinapsele mediate de neurotransmițătorul **acetilcolină** se numesc **colinergice**, iar cele mediate de **adrenalină** se numesc **adrenergice**. Neurotransmițătorii sunt utilizați de neuroni pentru a transmite semnale altor

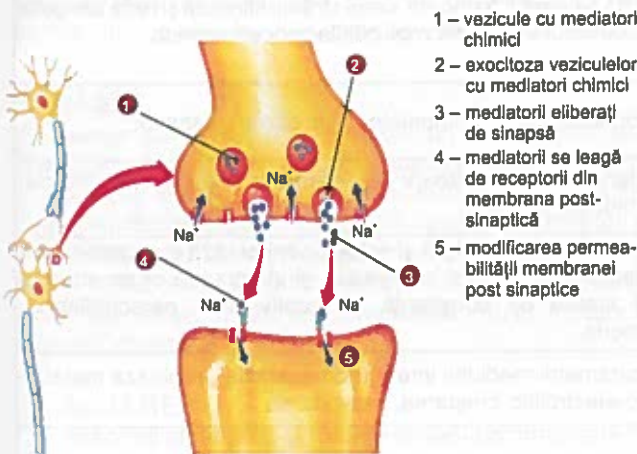


Fig. 1.33. Transmiterea sinaptică

celule, iar la nivelul lor, impulsul nervos este transformat din impuls electric în impuls chimic. Când impulsul nervos ajunge la nivelul butonilor terminali, numeroase vezicule fuzionează cu membrana presinaptică și descarcă neurotransmițătorii în fanta sinaptică, de unde vor difuza și se vor atașa de receptori specifici aflați pe membrana postsinaptică. Atașarea neurotransmițătorilor la receptori specifici

schimbă permeabilitatea membranei postsinaptice care permite difuzia ionilor de Na^+ , prin membrană, în interior.

Dacă numărul de ioni de Na^+ difuzați este suficient de mare, se produce depolarizarea membranei postsinaptice și apariția unui potențial de acțiune. După generarea P.A., neurotransmițătorii sunt rapid îndepărtați sau distruși de enzime specifice.

SUMAR

Țesutul nervos este alcătuit din neuroni și celule gliale. Datorită excitabilității crescute, neuronii reacționează la diverși stimuli prin generarea de potențiale de acțiune numite și impulsuri nervoase, iar acestea sunt conduse și transmise altor neuroni sau celule prin intermediul sinapselor. Celulele gliale sunt intim asociate cu neuronii pe care îi susțin, hrănesc și protejează, iar pe cel morți îi fagocitează.

EVALUARE

1. Descrieți etapele desfășurării potențialului de acțiune.
2. Ce condiții trebuie să îndeplinească un stimul pentru a determina apariția unui potențial de acțiune?
3. Ce consecințe credeți că ar avea asupra excitabilității neuronale injectarea unei cantități mari de K^+ în sânge?

ORGANE, ORGANISM

Organele sunt structuri compuse din cel puțin două țesuturi diferite, care îndeplinesc o anumită funcție pentru organism. De exemplu, stomacul este alcătuit din mucoasă gastrică de natură epitelială care protejează

cavitatea gastrică și produce sucul gastric, cu rol în digestia chimică. Stratul următor este un țesut muscular neted care asigură prelucrarea mecanică a conținutului gastric și contactul mucoasei cu alimentele.

Tabelul 1.3. Sisteme de organe

Sistem	Organe componente	Funcții
Sistemul osos	- oase, cartilaje, ligamente, articulații	- protejează organele interne și susține corpul
Sistemul muscular	- mușchi netezi, striati, cardiac, tendoane, aponevroze	- constituie structura unor organe, asigură susținerea și mișcarea membrilor și trunchiului, contribuie la transportul substanțelor în corp, contribuie la menținerea temperaturii constante a corpului
Sistemul cardiovascular	- inimă, vase de sânge, sânge	- asigură transportul nutrienților și produșilor de metabolism la, și de la, toate țesuturile
Sistemul respirator	- plămâni și căi aeriene	- asigură transportul gazelor respiratorii din exteriorul corpului spre interior și invers, realizează schimbul de gaze dintre organism și mediu
Sistemul limfatic	- limfă, organe limfoide (noduli limfatici, splină, amigdale, timus adult etc.), vase limfatice, limfocite	- protejează corpul față de agenți patogeni, corpi străini, filtrează și redă sângelui fluidul limfa, curățată de corpi străini, microbi, celule canceroase etc.
Sistemul digestiv	- tub digestiv și glande anexe	- digestia alimentelor, absorbția nutrienților, eliminarea resturilor
Sistemul excretor	- rinichi, căi urinare, tegument, plămâni	- eliminarea substanțelor nefolositoare și aflate în exces, menținerea echilibrului chimic și hidric al corpului
Sistemul nervos	- nevrax (măduva spinării și encefalul), nervi și ganglioni nervoși, organe de simț (receptori)	- recepționează stimuli din mediul intern și extern, controlează și coordonează activitatea tuturor sistemelor corpului, adaptează și integrează organismul la mediu, controlează starea de conștiență și creativitatea, personalitatea, temperamentul, memoria
Sistemul endocrin	- glande endocrine, hormoni	- mențin constante parametrii mediului intern (homeostazia), reglează metabolismul, echilibrul hidro-electrolitic, creșterea, dezvoltarea
Sistemul reproducător	- glande sexuale, glande mamare, organe sexuale externe	- producerea gameților, perpetuarea speciei

sinaptice
embrană,
suficient
embranei
ne. După
rt rapid
cează la
nduse și
ironii pe
ge?
cu rol în
muscular
nținutului
3 organe
rbrelor și
la men-
la, toate
și invers,
sângelui
nținerea
donează
nismul la
alitatea,
metabo-

În structura peretelui gastric se află țesut conjunctiv care hrănește și consolidează țesuturile, precum și fibre nervoase care controlează activitatea mușchilor și glandelor gastrice.

Organele care funcționează împreună pentru a realiza aceeași funcție, formează sistemele de organe. Așa, de exemplu, sistemul cardiovascular, compus din inimă, vase sangvine și sânge, asigură circulația continuă a sângelui și astfel asigură aprovizionarea tuturor celulelor corpului cu oxigen și nutrimente. O succintă prezentare a alcătuirii și funcțiilor sistemelor de organe din corpul uman este cuprinsă în tabelul 1.3.

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 care asigură supraviețuirea individului și a speciei. Integrate într-un tot unitar, sistemele de organe realizează, ca orice organism viu, procese vitale caracteristice: metabolismul, mișcarea, sensibilitatea, creșterea și diferențierea, homeostazia.

Metabolismul constituie suma tuturor proceselor chimice care au loc în organism și constă din două faze: catabolism și anabolism. **Catabolismul** asigură energia necesară susținerii proceselor vitale prin descompunerea substanțelor, cum sunt cele din compoziția hranei. **Anabolismul** utilizează energia produsă prin catabolism pentru sinteza substanțelor proprii, utilizate în construcția structurilor și pentru realizarea funcțiilor acestora. Metabolismul se realizează numai în condițiile efectuării schimburilor permanente de materie și energie dintre organism și mediul înconjurător.

Mișcarea include deplasări sau modificări de poziție sau formă a întregului corp, a organelor și celulelor sale.

Sensibilitatea este capacitatea organismului de a recepționa și răspunde la schimbările mediului înconjurător sau la cele din mediul intern.

Creșterea reprezintă capacitatea de mărire a dimensiunilor corpului prin mărirea dimensiunilor și numărului de celule, prin producerea de substanțe

specifice în cantitate și cu o viteză mai mare decât sunt consumate.

Diferențierea este capacitatea de specializare a celulelor care la naștere au aceleași caracteristici morfofuncționale, iar prin specializarea în vederea îndeplinirii unei anumite funcții, se modifică.

Înmulțirea asigură formarea de noi celule și, în acest fel, poate fi posibilă creșterea, dar și înlocuirea celulelor îmbătrânite. Reproducerea reprezintă procesul prin care se asigură perpetuarea speciei.

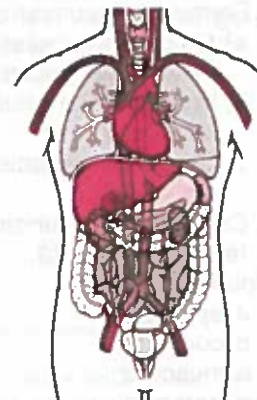
Homeostazia reprezintă capacitatea corpului de a-și menține o stabilitate relativă și de a funcționa normal, în pofida permanentelor schimbări ale mediului.

La schimbările externe și interne, organismul trebuie să răspundă adecvat pentru a-și menține stabilitatea, adică homeostazia. Corpul uman posedă mecanisme de menținere a stabilității mediului intern: mecanisme homeostatice care funcționează prin feedback negativ și pozitiv, întocmai cum funcționează un termostat care este sensibil la temperatură și asigură menținerea constantă a temperaturii camerei, indiferent de variațiile termice exterioare, adaptându-se. Fiecare sistem al corpului contribuie la menținerea homeostaziei.

Pentru asigurarea supraviețuirii și bunei funcționări a corpului, organismul uman depinde de factori din mediul extern ca: apă, hrană, oxigen, căldură, presiune atmosferică, care trebuie să aibă anumite valori compatibile cu viața.

Aplicație practică:

1. Utilizând planșele sau mulajele din laborator, descrieți localizarea, forma, culoarea organelor care alcătuiesc cele 10 sisteme ale corpului uman.
2. Observați imaginea alăturată.
3. Identificați organele și încadrați-le în sistemele corespunzătoare.



SUMAR

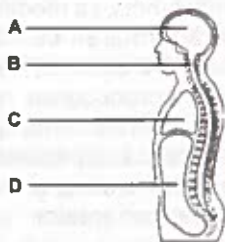
Organele sunt structuri compuse din cel puțin două țesuturi diferite, care îndeplinesc o anumită funcție pentru organism. Organele care funcționează împreună pentru a realiza aceeași funcție, formează sistemele de organe. Ansamblul sistemelor de organe: sistemul osos, sistemul muscular, sistemul cardiovascular, sistemul respirator, sistemul limfatic, sistemul digestiv, sistemul excretor, sistemul nervos, sistemul endocrin și sistemul reproducător, constituie organismul. Acesta, prin integrarea într-un tot unitar a sistemelor sale, realizează funcțiile fundamentale de relație, nutriție și reproducere, care asigură supraviețuirea individului și a speciei. Organismul uman realizează, ca orice alt organism viu, procesele vitale: metabolismul, mișcarea, sensibilitatea, creșterea și diferențierea, reproducerea și homeostazia.

EVALUARE

1. Descrieți alcătuirea și rolurile sistemelor implicate în realizarea integrării organismului în mediu.
2. Explicați noțiunea de homeostazie.
3. Ce deosebiri există între creștere și diferențiere?

EVALUARE CAPITOLUL I

1. a) Precizați cavitățile indicate de literele A, B, C și D din figura de mai jos.
- b) Enumerați organele prezente în cavitățile indicate de literele C și D.



- c) Descrieți topografia organelor din cavitatea indicată de litera C, utilizând termenii: anterior, posterior, caudal și cranial, precum și cele din plan medio-sagital, transversal sau frontal.
2. Tipul fundamental de lipide care compun membrana celulară este:
 - a) colesterolul;
 - b) fosfolipidele;
 - c) vitaminele liposolubile;
 - d) glucidele.
 3. Difuzia prin membrana celulară necesită întotdeauna:
 - a) diferența de concentrație a soluțiilor de-o parte și de alta a membranei;
 - b) permeabilitatea selectivă a membranei celulare;
 - c) prezența moleculelor transportoare;
 - d) ATP disponibil pentru furnizarea energiei.
 4. Formulați răspunsuri scurte la următoarele întrebări:
 - a) Ce organit celular furnizează energie necesară activităților celulare?
 - b) În ce organite celulare se află enzime și ce rol au acestea?
 - c) Care este mecanismul de funcționare al pompei $\text{Na}^+ - \text{K}^+$?
 5. Corelați tipurile fundamentale de țesuturi, cu caracteristicile acestora.

Tipuri de țesuturi:

 - a. epitelial;
 - b. conjunctiv;
 - c. muscular;
 - d. nervos.

Caracteristicile țesuturilor

 - A. conține cantități mari de substanță fundamentală care susține și hrănește celulele;
 - B. constituie componenta activă în activitatea locomotorie;
 - C. asigură permanenta informare privind schimbările din mediu și reacția organismului la acestea;
 - D. acoperă corpul și căptușește cavități.
 6. Alcătuiți un eseu cu titlul „Țesutul epitelial”, precizând următoarele:
 - a) tipurile de epitelii;
 - b) caracteristicile acestora;
 - c) localizarea epiteliiilor în organism.
 7. Următoarele afirmații constituie caracteristici ale diferitelor tipuri de țesuturi conjunctive. Identificați

cărui tip de țesut conjunctiv îi aparține fiecare dintre aceste caracteristici:

- a) formează tendoanele și ligamentele;
 - b) însoțește epiteliiile;
 - c) acoperă suprafețele articulare ale oaselor;
 - d) generează elementele figurate;
 - e) protejează globii oculari și rinichii de șocuri mecanice.
8. Asociați sistemele de organe ale corpului uman din coloana A, cu caracteristici ale acestora din coloana B.

Coloana A

 - a) endocrin
 - b) muscular
 - c) excretor
 - d) circulator
 - e) reproducător
 - f) nervos
 - g) osos
 - h) respirator
 - i) digestiv

Coloana B

 - A) Protejează organe, susține și participă la mișcarea corpului.
 - B) Elimină produșii de metabolism, menține echilibrul mediului intern.
 - C) Produce hormoni care reglează activitatea organelor.
 - D) Asigură perpetuarea speciei.
 - E) Elimină dioxidul de carbon și aprovizionează corpul cu oxigen.
 - F) Integrează organismul în mediu și sistemele de organe într-un tot unitar.
 - G) Transformă alimentele în nutrimente și asigură absorbția acestora.
 - H) Asigură transportul nutrimențelor și gazelor respiratorii.
 - I) Menține postura și participă activ la mișcarea corpului.
 9. Viteza de conducere a influxului nervos este mare în:
 - a) axoni groși foarte bine mielinizați;
 - b) axoni subțiri bine mielinizați;
 - c) axoni nemielinizați subțiri;
 - d) axoni groși nemielinizați.
 10. Alcătuiți un eseu cu titlul „Potențialul de acțiune” după următorul plan:
 - a) Descrieți evenimentele care trebuie să aibă loc la nivelul neuronului pentru generarea unui potențial de acțiune.
 - b) Precizați modul în care sunt controlate intrările și ieșirile ionilor la nivelul membranei neuronale în timpul acestor evenimente.

FUNȚIILE FUNDAMENTALE ALE ORGANISMULUI UMAN

FUNȚIILE DE RELAȚIE

Funcțiile de relație asigură legătura organismului cu mediul înconjurător, integrarea componentelor sale într-un tot unitar, precum și a întregului corp în mediul său de viață. Aceste funcții sunt sensibilitatea și

mișcarea. Organismul uman posedă structuri specializate care asigură integrarea eficientă în mediu, reprezentate de sistemul nervos, organele de simț, sistemul endocrin, sistemul osos și sistemul muscular.

SISTEMUL NERVOS

GENERALITĂȚI

Sistemul nervos controlează și coordonează toate funcțiile fundamentale ale corpului uman, recepționează și transmite informații privind modificările din mediu și activitățile sistemelor de organe, monitorizează și elaborează răspunsuri adecvate la schimbările intervenite în mediul intern și extern. Funcțiile generale ale sistemului nervos pot fi grupate în patru categorii:

1. **funcția senzitiv-senzorială** – colectează informații din exteriorul și interiorul corpului;
2. **funcția de conducere** – transmite informații spre ariile de procesare ale creierului sau din etajele inferioare acestuia.
3. **funcția integrativă** – prelucrează informații în vederea elaborării răspunsurilor adecvate.
4. **funcția motorie** – transmite informații către structurile efectoare, în vederea realizării răspunsurilor adecvate: contracție-relaxare musculară, secreție intensificată-diminuată a glandelor.

Din punct de vedere topografic și anatomic, sistemul nervos este alcătuit din sistem nervos central (nevrax) și sistem nervos periferic (fig. 2.1).

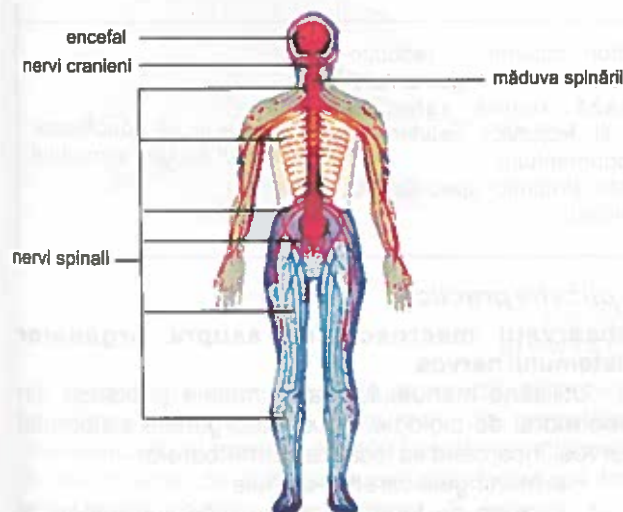


Fig. 2.1. Topografia sistemului nervos

Sistemul nervos central este compus din **măduva spinării** și **encefal**, localizate în cavități osoase: **canalul medular vertebral** adăpostește măduva spinării, iar **cutia craniană** adăpostește encefalul. În aceste cavități, organele nevraxului sunt intim protejate de trei membrane conjunctive, numite **meninge spinale** la nivelul măduvei, și **cerebrale**, la nivelul encefalului (fig. 2.2), precum și de **lichidul cerebrospinal**. De la exterior spre interior, cele trei foițe meningeale sunt: **dura mater** de consistență tare, albă, bogată în fibre conjunctive și aderentă la peretele intern al cavității osoase, **arahnoida** cu aspect asemănător cu o pânză de păianjen, este subțire și conține numeroare fibre nervoase, vase de sânge și lichid cerebrospinal, **pia mater** membrană subțire și fină, strâns lipită de substanța nervoasă.

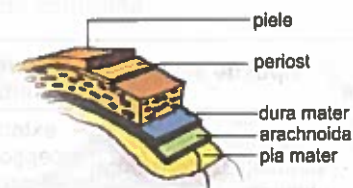


Fig. 2.2. Meningele cerebrale

Sistemul nervos periferic este alcătuit din nervi și ganglioni nervoși, structuri răspândite în toate sistemele corpului.

Din punct de vedere funcțional, compartimentele sistemului nervos sunt sistemul nervos somatic și sistemul nervos vegetativ, fiecare având o componentă centrală, reprezentată de centrii nervoși situați în nevrax și o componentă periferică, formată din ganglioni nervoși și nervi.

Sistemul nervos somatic asigură relația organismului cu mediul extern, prin transmiterea informațiilor detectate de diverși receptori către centrii nervoși somatici din nevrax și face posibil răspunsul organismului la stimuli prin mișcare în mediu.

Sistemul nervos vegetativ asigură reglarea activității organelor interne și este compus din **sistemul nervos vegetativ simpatic** și **sistemul**

nervos vegetativ parasimpatic. Fiecare organ intern este controlat de cele două sisteme nervoase vegetative care au, în general, efecte antagonice și, din interacțiunea lor, rezultă funcționarea adecvată, în raport cu condițiile de mediu și necesitățile organismului.

Sistemul nervos somatic și cel vegetativ este conectat cu receptorii și efectorii prin nervi somatici (mediază, în general, activități conștiente) și vegetativi (mediază activități inconștiente).

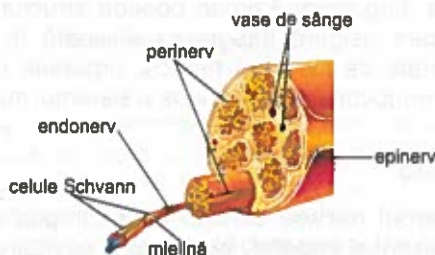


Fig. 2.3. Structura nervului

Un nerv (fig. 2.3) este constituit din prelungirile neuronilor (axoni și dendrite), numite și **fibre**. Fibrele nervoase sunt consolidate și reunite de țesut conjunctiv. Fiecare fibră nervoasă este înconjurată de **endonerv**, pachetele de nervi, numite și **fascicule**, sunt înconjurate de o teacă conjunctivă numită **perinerv**, iar întregul nerv este învelit la exterior de **epinerv**, țesut conjunctiv care conține vase sangvine, uneori adipocite. Astfel, într-un nerv fibrele nervoase reprezintă $\frac{1}{4}$, peste $\frac{1}{2}$ este țesut conjunctiv, iar restul este **mielină**. Majoritatea nervilor conțin și fibre senzitive și motorii, aceștia purtând numele de **nervi**

micști. Nervii care conțin numai fibre senzitive sunt **senzitivi**, iar cei care sunt alcătuiți din fibre motorii se numesc **nervi motorii**. **Nervii senzitivi conduc impulsuri generate de receptori**, iar **nervii motorii conduc impulsuri către organe efectoare, mușchi, epiteliile glandulare.**

Sistemul nervos are ca proces fiziologic fundamental **actul reflex**, care reprezintă reacția de răspuns a centrilor nervoși la stimularea unui receptor. Răspunsul reflex poate să fie stimulator sau inhibitor. Baza anatomică a actului reflex este **arcul reflex**. Un arc reflex (fig. 2.4) este alcătuit din receptor, cale aferentă, centru nervos, cale eferentă și efector.

Receptorii se clasifică după mai multe criterii: după tipul de energie prelucrată, după proveniența stimulului, după tipul de senzație și viteza de adaptare (tabelul 2.1)

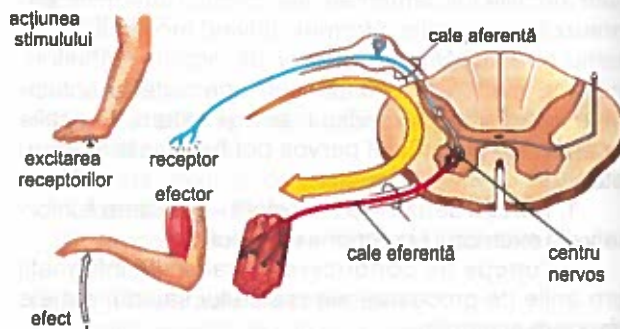


Fig. 2.4. Arcul și actul reflex

Tabelul 2.1. Tipuri de receptori

Criteriul de clasificare	Tipul de stimuli	Proveniența stimulului	Tipul de senzație	Viteza de adaptare
Tipuri de receptori	- chemoreceptori - stimulați de substanțe chimice	- exteroceptori - recepționează stimuli din mediul extern	- proprioceptori - furnizează informații privind poziția corpului	- fazici - se adaptează în timp la acțiunea stimulilor
	- fotoreceptori - stimulați de lumină	- interoceptori - recepționează stimuli din interiorul corpului	- receptori cutanați - recepționează deformări ale tegumentului, informează asupra variațiilor termice și leziunilor celulare la nivelul tegumentului;	- tonici - nu se adaptează în timpul acțiunii stimulului
	- termoreceptori - stimulați de variațiile termice		- receptorii simțurilor speciale văz, auz, echilibru	
	- mecanoreceptori - stimulați de deformări celulare			

Calea aferentă, constituită din neuroni senzitivi, conduce impulsul nervos la centrul nervos al reflexului respectiv. **Centrul nervos** prelucrează mesajul primit sub formă de impuls nervos și elaborează răspunsul adecvat, care va fi condus tot ca impuls nervos pe **calea eferentă**. **Calea eferentă** este constituită din neuroni motorii, care transmit comanda la efectori. **Efectorii** (fibre musculare și epiteliile glandulare) execută comanda elaborată de centrul nervos.

Aplicație practică

Observații macroscopice asupra organelor sistemului nervos

Utilizând manualul, atlase, mulaje și planșe din laboratorul de biologie, observați organele sistemului nervos, încercând să localizați următoarele:

- meningele cerebro-spinale
- zona de legătură dintre măduva spinării și encefal

itive sunt
notorii se
conduc
ii motori
mușchi,

ic funda-
a de răs-
receptor.
inhibitor.
eflex. Un
cale afe-
r. Recep-
d aceștia
ervoase.
e criteri:
veniența
adaptare



receptori
itare
ează în
imulilor
aptează
timulului

ganelor
anșe din
istemului
pinării și
biologie

- c. limita inferioară a măduvei spinării
- d. locurile prin care nervii pătrund și părăsesc cavitățile care adăpostesc nevraxul.

Notă:
Aceste observații vă vor fi utile în studiul organelor sistemului nervos.

SUMAR

Sistemul nervos controlează și coordonează activitatea întregului corp uman, recepționează și transmite informații privind modificările din mediu și activitățile sistemelor de organe, monitorizează și elaborează răspunsuri adecvate la schimbările intervenite în mediul intern și extern. Din punct de vedere topografic și anatomic, sistemul nervos este alcătuit din sistem nervos central (nevrax) și sistem nervos periferic. Din punct de vedere funcțional, compartimentele sistemului nervos sunt sistemul nervos somatic și sistemul nervos vegetativ. Sistemul nervos are ca proces fiziologic fundamental actul reflex, a cărui bază anatomică este arcul reflex, alcătuit din receptor, cale aferentă, centru nervos, cale eferentă și efector.

EVALUARE

1. Care este explicația existenței unui număr mare de structuri cu rol de protecție a nevraxului?
2. Realizați o clasificare a componentelor sistemului nervos, utilizând criteriul topografic și funcțional.
3. Descrieți rolul componentelor arcului reflex.

SISTEMUL NERVOS SOMATIC

MĂDUVA SPINĂRII

Măduva spinării este localizată în **canalul vertebral**, format prin suprapunerea inelelor vertebrale de la nivelul primei vertebre cervicale (C1) și până în dreptul celei de a doua vertebre lombare (L2), de unde se prelungeste cu **filum terminale** până la ultima vertebră coccigiană.

Morfologia măduvei spinării. Măduva spinării este de forma unui tub cilindric turtit antero-posterior, cu două regiuni mai dilatate (**intumescențe**) în zonele cervicală și lombară, care se află în dreptul membrilor superioare și respectiv inferioare.

Fața anterioară a măduvei prezintă median un șanț mai adânc numit **fisura mediană**, iar lateral față de aceasta șanțurile latero-ventrale prin care ies rădăcinile anterioare ale nervilor spinali. Pe fața posterioară se observă median **șanțul median dorsal**, iar lateral de acesta **șanțurile laterodorsale** prin care intră rădăcinile posterioare ale nervilor spinali (fig. 2.5 a).

Structura măduvei spinării. Pe o secțiune transversală prin măduvă, se observă alcătuirea internă a măduvei spinării: substanța cenușie dispusă central, în forma literei H, și substanța albă dispusă la periferie sub formă de cordoane.

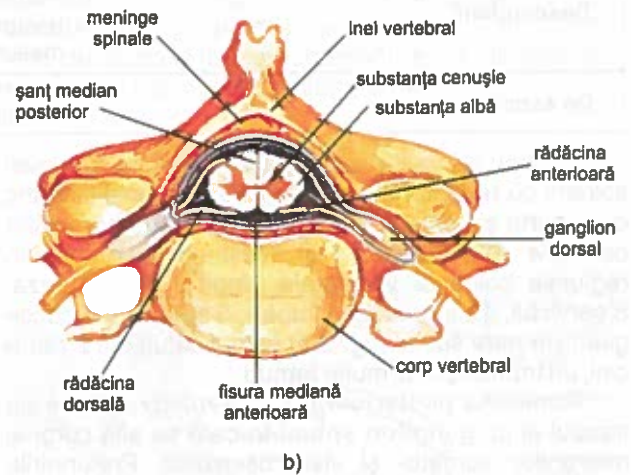
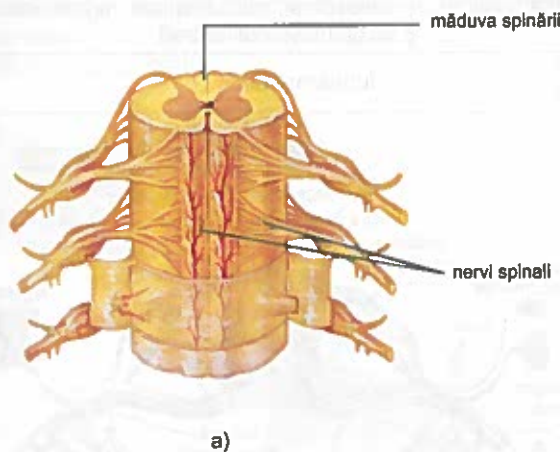


Fig. 2.5. Măduva spinării
a) morfologie; b) structură internă

Substanța cenușie este compusă din corpi neuronali, nevroglii și neuroni de asociație nemielinizați (intercalari). Părțile laterale simetrice ale H-ului descris de substanța cenușie formează trei perechi de coame: 2 anterioare, 2 laterale și 2 posterioare. Bara transversală a H-ului formează

comisura cenușie și este compusă din substanță reticulată, care prezintă central **canalul ependimar**, plin cu **lichid cefalorahidian**.

Coarnele anterioare, mai scurte și mai late ca cele posterioare, conțin **neuroni somatomotori α (alfa)** și **γ (gamma)**, ai căror axoni intră în constituția rădăcinii

anterioare a nervilor spinali. Axonii neuronilor α vor ajunge la nivelul unei **plăci motorii**, prin care realizează inervația motorie a unui mușchi striat, iar axonii neuronilor γ vor ajunge la **fusurile neuromusculare**.

Coarnele posterioare conțin **neuroni somato-senzitivi** și **intercalari**. Neuronii somato-senzitivi constituie stații ale unor căi senzitive (**deutoneuroni**) care conduc ascendent influxuri nervoase, spre etajele superioare din nevrax.

Coarnele laterale conțin **neuroni vegetativi viscerosenzitivi** (posterior) care primesc aferențe de la organe interne și **visceromotori** (anterior) care trimit eferențe spre organele interne. Coarnele laterale sunt vizibile în regiunile medulare cuprinse între nivelul cervical inferior și până în zona lombară superioară. Între coarnele laterale și cele posterioare, distribuită în substanța albă, se află **substanța reticulată**.

Substanța albă este organizată sub formă de **cordoane** care conțin **fascicule simetrice: ascendente** la periferie, **descendente** spre interior și **fundamentale** în jurul substanței cenușii. **Fasciculele fundamentale** (de asociație) provin din substanța cenușie medulară și realizează legături ascendente și descendente între segmentele

medulare. Prin fascicule ascendente și descendente, măduva este conectată cu etajele superioare ale nevraxului. Cordoanele simetrice poartă numele coarnelor de substanță cenușie în dreptul cărora sunt dispuse, respectiv anterioare, posterioare și laterale. Localizarea fasciculelor ascendente și descendente în substanța albă medulară este prezentată în tabelul 2.2 și în figura 2.6.

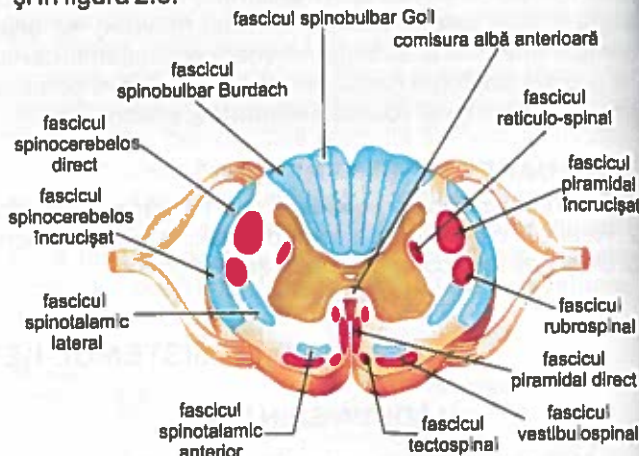


Fig. 2.6. Secțiune transversală prin măduva spinării – localizarea tracturilor ascendente și descendente

Tabelul. 2.2. Localizarea fasciculelor ascendente și descendente în substanța albă medulară

Tip de fascicul / Localizare	Cordoane posterioare	Cordoane anterioare	Cordoane laterale
Ascendent	– spinobulbar Goll – spinobulbar Burdach	– spinotalamic anterior	– spinotalamic lateral – spinocerebelos direct (Flechsig) – spinocerebelos încrucișat (Gowers)
Descendent	–	– piramidale directe – extrapiramidale (tectospinal, vestibulospinal medial)	– piramidale încrucișate – extrapiramidale (rubrospinal, olivospinal, reticulospinal, nigrospinal, vestibulospinal lateral)
De asociație	–	– piramidal direct – vestibulo-spinal	– fundamental

***Nervii spinali** realizează conexiunile măduvei spinării cu receptorii și efectorii, fiind dispuși simetric de-o parte și cealaltă a măduvei. Numărul perechilor de nervi spinali este 31 și aceștia sunt grupați în regiunile coloanei vertebrale, după cum urmează: 8 cervicali, 12 toracali, 5 lombari, 5 sacrali și 1 cocci-glan. Un nerv spinal (fig. 2.7) este alcătuit din 2 rădăcini, un trunchi și mai multe ramuri.

Rădăcina posterioară este senzitivă și are pe traseul ei un **ganglion spinal** în care se află corpi ai neuronilor somato- și viscerosenzitivi. Prelungirile dendritice ale neuronilor din ganglionii spinali ajung la receptori, iar prelungirile axonale intră în măduva spinării.

Rădăcina anterioară este motorie și este constituită din axonii neuronilor preganglionari visceromotori cu corpul în coarnele laterale și axonii neuronilor somatomotori din coarnele anterioare. Acești axoni conduc mesaje către structuri efectoare.

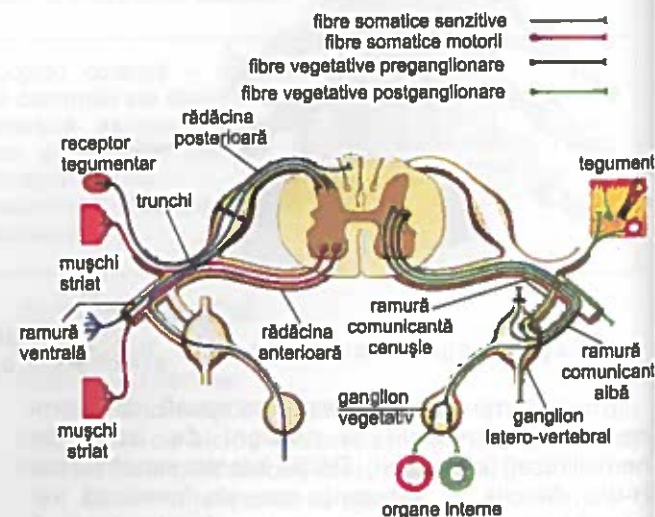


Fig. 2.7. Alcătuirea și distribuția nervilor spinali

endente, care ale ele coar-ora sunt laterale. idente în tabelul 2.2

terioară

iscicul filo-spinal

fascicul piramidal încrucișat

fascicul rubrospinal

fascicul imidal direct

fascicul stibulo-spinal

ocalizarea

medulară

isig) Powers)

ospinal,

tegment

ramură comunicantă albă

glion vertebral

ii

Biologie

Astfel: axonii somatomotori ajung direct la musculatura striată, unde transmit impulsuri printr-o sinapsă de tip special, numită **placă motorie**, iar axonii preganglionari visceromotori fac sinapsă într-un ganglion vegetativ, conducând impulsuri pentru viscere.

Trunchiul nervului spinal este constituit din unirea fibrelor care alcătuiesc cele două rădăcini și, ca urmare, este mixt. Acesta se formează în afara măduvei, dar în canalul medular pe care îl părăsește prin gaura intervertebrală.

Ramurile nervilor spinali sunt ventrală, dorsală, comunicantă albă, meningeală și comunicantă cenușie.

Ramurile dorsală și ventrală sunt mixte, alcătuite din fibre somatomotorii și somatosenzitive. Acestea se distribuie tegumentului și musculaturii situate dorsal și, respectiv, ventral.

Ramura meningeală este mixtă, conținând fibre viscerosenzitive și visceromotorii care inervează meningele spinale.

Ramura comunicantă albă este mixtă și este compusă din fibre preganglionare simpatice și viscerosenzitive care realizează legătura cu ganglionii laterovertebrali simpatici.

Ramura comunicantă cenușie este motorie și este compusă din fibre postganglionare simpatice amielinizate, care provin de la neuronii din ganglionii laterovertebrali. Fibrele ramurei comunicante cenușii inervează structuri ale pielii: mușchii erectori ai firelor de păr, glandele sudoripare și sebacee, fibrele musculare din pereții vasculari.

Modul de distribuție a ramurilor nervilor spinali este metameric în regiunea toracică, unde se distribuie ca nervi intercostali, iar în celelalte regiuni fibrele mai multor nervi originari din mai multe etaje medulare se împletesc, formând **plexurile** (fig. 2.8): cervical, brahial, lombar, sacral.

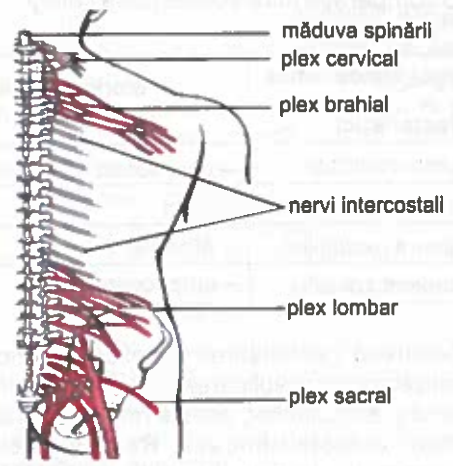


Fig. 2.8. Plexurile formate din nervii spinali

FUNCȚIILE MĂDUVEI SPINĂRII

Măduva spinării are funcțiile reflexă și de conducere.

Funcția reflexă. În substanța cenușie medulară se află localizați centrii unor reflexe somatice și vegetative.

***Reflexele somatice medulare** se desfășoară, în general, fără implicarea centrilor nervoși cerebrali, fapt pus în evidență experimental pe animale (decebrebrate) la care s-a întrerupt comunicarea dintre măduvă și encefal. Cu toate acestea, centrii medulari sunt subordonați encefalului și scoarței cerebrale, structuri care determină facilitarea sau inhibarea activității centrilor medulari.

După numărul neuronilor și sinapselor arcurilor lor, reflexele somatice medulare sunt de două tipuri: **monosinaptice** (fig. 2.9, a) ca reflexele: rotulian, bicipital, achilean și **polisinaptice** (fig. 2.9, b) ca: reflexele de apărare față de un agent nociv (de exemplu, retragerea brațului după atingerea flăcării).

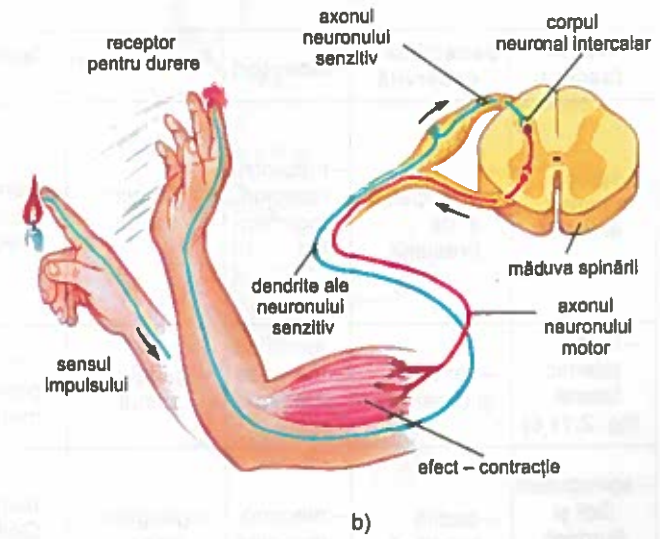
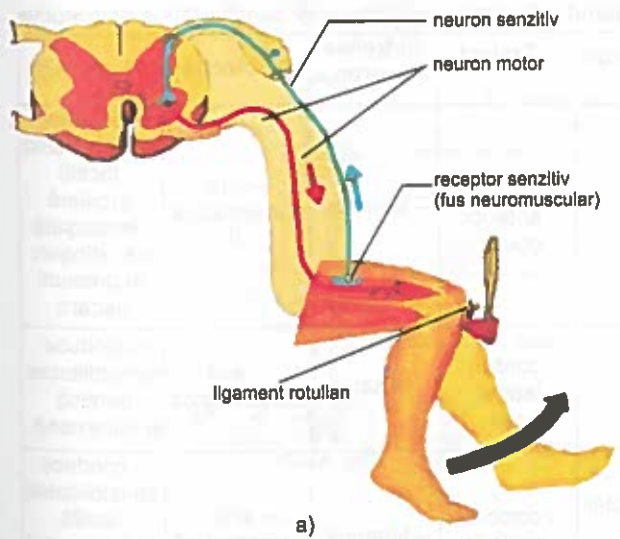


Fig. 2.9. Reflexele somatice medulare
a) reflex monosinaptic – reflex rotulian de extensie; b) reflex polisinaptic – de flexie, reflex de apărare

O comparație între aceste două categorii de reflexe și exemple sunt prezentate în tabelul 2.3.

*Tabelul 2.3. Caracteristicile reflexelor somatice

Tip de reflex Caracteristici	Monosinaptic (de extensie)	Polisinaptic (de flexie)
Neuroni implicați	– unul senzitiv și unul motor	– unul senzitiv, unul sau mai mulți intercalari și unul motor
Timpul de latență	– scurt	– lung
Iradierea excitațiilor	– absentă	– prezentă și direct proporțională cu intensitatea stimulului
Receptorii specifici	– proprioceptori	– proprioceptori și receptori cutanați (nocireceptori)

Deoarece declanșarea reflexelor monosinaptice se realizează prin aplicarea stimulilor la nivelul tendoanelor și articulațiilor, aceste reflexe se mai numesc și **reflexe osteotendinoase**. Reflexele polisinaptice fiind declanșate de stimuli nocivi, se numesc și reflexe de apărare. Acestea au arcuri reflexe formate din mai mulți neuroni, deci și mai multe sinapse, adică locuri în care impulsul nervos întârzie, fapt ce determină un timp de latență mai mare.

***Reflexele vegetative medulare** au centri în cornul lateral medular, observabil pe secțiunea transversală prin măduvă sau în coloana laterală, dacă secțiunea este longitudinală. Localizarea acestor centri nu este strict delimitată sau concentrată pe un anumit etaj medular. Din zona cervicală și până în cea lombară, se află centri reflexi medulari simpatici, iar în regiunea sacrală se află localizați centri unor reflexe vegetative parasimpatice (tabelul 2.4).

Funcția de conducere este realizată de substanța albă organizată în **fascicule lungi ascendente și descendente și fascicule scurte de asociație sau intersegmentare** (fig. 2.10). Fasciculele lungi ascendente conduc sensibilitățile exteroceptivă, proprioceptivă și interoceptivă (fig. 2.11).

***Căile sensibilității exteroceptive** deserveșc sensibilitățile: tactilă epicritică (de finețe), tactilă protopatică (grosieră), termică și dureroasă. Aceste căi sunt

*Tabelul 2.4. Reflexele vegetative medulare

Simpatice		Parasimpatice	
Denumirea reflexelor	Localizare	Denumirea reflexelor	Localizare
– pupilodilatator	C8-T2	– micțiune, defecație și sexuale	S2-S4
– cardioaccelerator	T3-T5		
– vasoconstrictor, piloerector și sudoral	T1-L2		
– motilitatea gastro-intestinală	T6-L2		
– micțiune, defecație și sexuale	L1-L2		

compuse din câte trei neuroni. Primul neuron (protoneuronul) se află în ganglionul spinal, iar dendritele acestuia intră în structura unor receptori specializați sau ei înșiși au rol de receptori. Al treilea neuron al căilor sensibilității exteroceptive este situat în talamus, de unde informațiile sunt proiectate în scoarța cerebrală (lobul parietal, girusul postcentral) în ariile sensibilității generale a corpului – ariile somestezice I sau II. Particularitățile căilor sensibilității exteroceptive sunt sintetizate în tabelul 2.5.

Tabelul 2.5. Particularitățile căilor sensibilității exteroceptive

Nume fascicul	Sensibilitate deservită	Receptori	Protoneuron n_1	Deutoneuron n_2	Traiect n_2	Al treilea neuron n_3	Proiecția	Funcțiile
– spino-talamic anterior	– tactilă protopatică și de presiune	– mecano-receptori tegumentari	– ganglion spinal	– corn posterior medular	– cordon anterior opus	– talamus	– aria somestezică II	– conduce sensibilitatea tactilă grosieră declanșată de atingeri și presiuni ușoare
– spino-talamic lateral (fig. 2.11 c)	– termică și dureroasă	– terminații nervoase libere din piele	– ganglion spinal	– corn posterior medular	– cordon lateral opus	– talamus	– aria somestezică I	– conduce sensibilitatea termică și dureroasă
– spinobulbar Goll și Burdach (fig. 2.11 b)	– tactilă epicritică	– mecano-receptori	– ganglion spinal	– bulb – nucleii Goll și Burdach	– cordon posterior	– talamus	– aria somestezică I	– conduce sensibilitatea tactilă fină și simțul vibrațiilor

somatice

or

lui

medulare

atice

ocalizare

S2-S4

neuron iar den-receptori Al treilea ste situat ectate în entral) în someste-ji extero-

roceptive

uncțiile

conduce sibilitatea tactilă rosieră clanșată atingeri presiuni șoare

conduce sibilitatea rmică reroasă

conduce sibilitatea tactilă și simțul brațiilor

Biologie

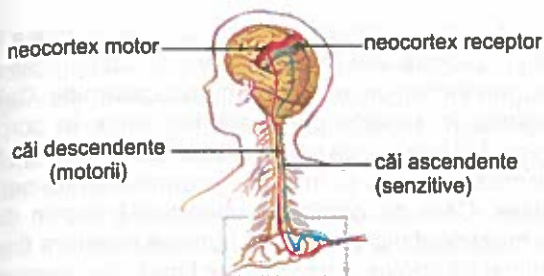


Fig. 2.10. Reprezentare generală a căilor ascendente și descendente medulare

***Căile sensibilității proprioceptive** conduc informații de la nivelul proprioceptorilor situați în mușchi, tendoane și articulații. După tipul de proprioceptori și informațiile furnizate de aceștia, sensibilitatea proprioceptivă este **conștientă (kinestezică)** și **inconștientă**, fiecare condusă pe căi proprii. Dacă receptorii sunt **corpusul Golgi** și **Ruffini**, influxurile vor fi conduse pe **calea sensibilității proprioceptive conștiente**, care deservește sensibilitatea proprioceptivă conștientă (simțul poziției și al mișcării), iar dacă receptorii sunt **fusurile neuromusculare**, influxurile sunt conduse pe **calea sensibilității proprioceptive inconștiente**, care asigură informații pentru controlul mișcării și a tonusului muscular. Căile sensibilității proprioceptive conștiente sunt aceleași ca și cele pentru sensibilitatea tactilă epicritică, adică **fasci-**

culele spinobulbare. Căile sensibilității proprioceptive inconștiente sunt reprezentate de **fasciculele spinocerebeloase direct (Flechsig)** și **încrucișat (Gowers)**, care au protoneuronul în ganglionul spinal, al doilea neuron în cornul posterior medular și se termină în cerebel. **Fasciculul spinocerebelos direct** preia influxuri de la proprioceptorii situați în jumătatea inferioară a corpului, se îndreaptă spre cerebel prin **cordoanele laterale situate pe aceeași parte cu primul neuron** și intră în cerebel prin pedunculii cerebeloși inferiori. **Fasciculul spinocerebelos încrucișat** preia influxuri de la proprioceptorii situați în jumătatea superioară a corpului, se îndreaptă spre cerebel prin **cordoanul lateral de pe partea opusă protoneuronului** și intră în cerebel prin pedunculii cerebeloși superiori.

***Căile sensibilității interoceptive** conduc impulsuri de la nivelul organelor interne. Protoneuronul acestor căi este situat în ganglionul spinal. De aici, impulsurile sunt preluate fie de deutoneuronii din cornul posterior pentru **căile specifice** numite și **spinotalamice**, fie de neuroni viscerosenzitivi din cornul lateral pentru **căile nespecifice**. Al treilea neuron se află în talamus, de unde informațiile conduse pe **căile spinotalamice** sunt proiectate în arile somestezice, iar cele aduse de **căile nespecifice** sunt proiectate difuz în scoarța cerebrală.

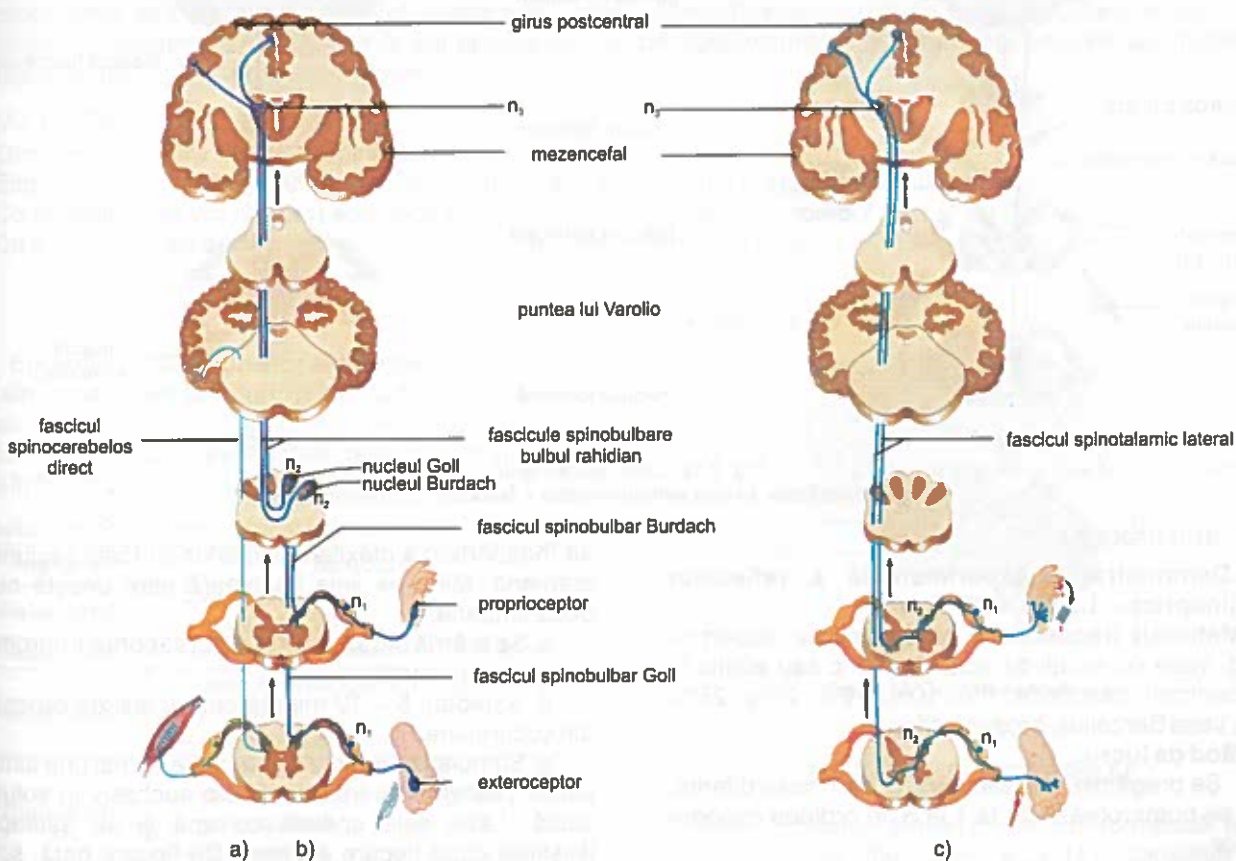


Fig. 2.11. Căile ascendente

a) fasciculul spinocerebelos direct (Flechsig); b) fasciculele spinobulbare (Goll, Burdach); c) fasciculele spinotalamice laterale

***Căile descendente** sau **ale motilității** conduc impulsuri motorii care ajung la diferite etaje medulare în coarnele anterioare (fig. 2.12).

Aceste căi se clasifică în: căi piramidale ale motilității voluntare și căi extrapiramidale ale motilității automate, semivoluntare și stereotipice.

***Căile piramidale** (fig. 2.12 a.) au originea în ariile motorii din scoarța cerebrală și se clasifică în: **căi piramidale directe**, dacă decusează la nivel medular și **căi încrucișate**, dacă decusează la nivelul bulbului (80%). Toate fibrele piramidale controlează musculatura striată din jumătatea corpului opusă emisferei lor de origine.

***Căile extrapiramidale** (fig. 2.12 b) au originea în scoarța cerebrală sau în nucleii nervoși subcorticali și nu trec prin formațiunile bulbare numite piramide. Cele cu originea în scoarța cerebrală fac stație în corpii striați (nucleii bazali), de unde influxul nervos ajunge la nucleii mezencefalici și, în final, în coarnele anterioare medulare. Cele cu originea subcorticală provin din nucleii mezencefalici și bulbari, numele acestora fiind determinat de origine și de stația lor finală: **tectospinal** (origine în coliculi superiori mezencefalici), **rubrospinal** (origine în nucleul roșu mezencefalic), **vestibulospinal** (origine în nucleii vestibulari bulbari), **olivospinali** (origine în nucleii olivari bulbari).

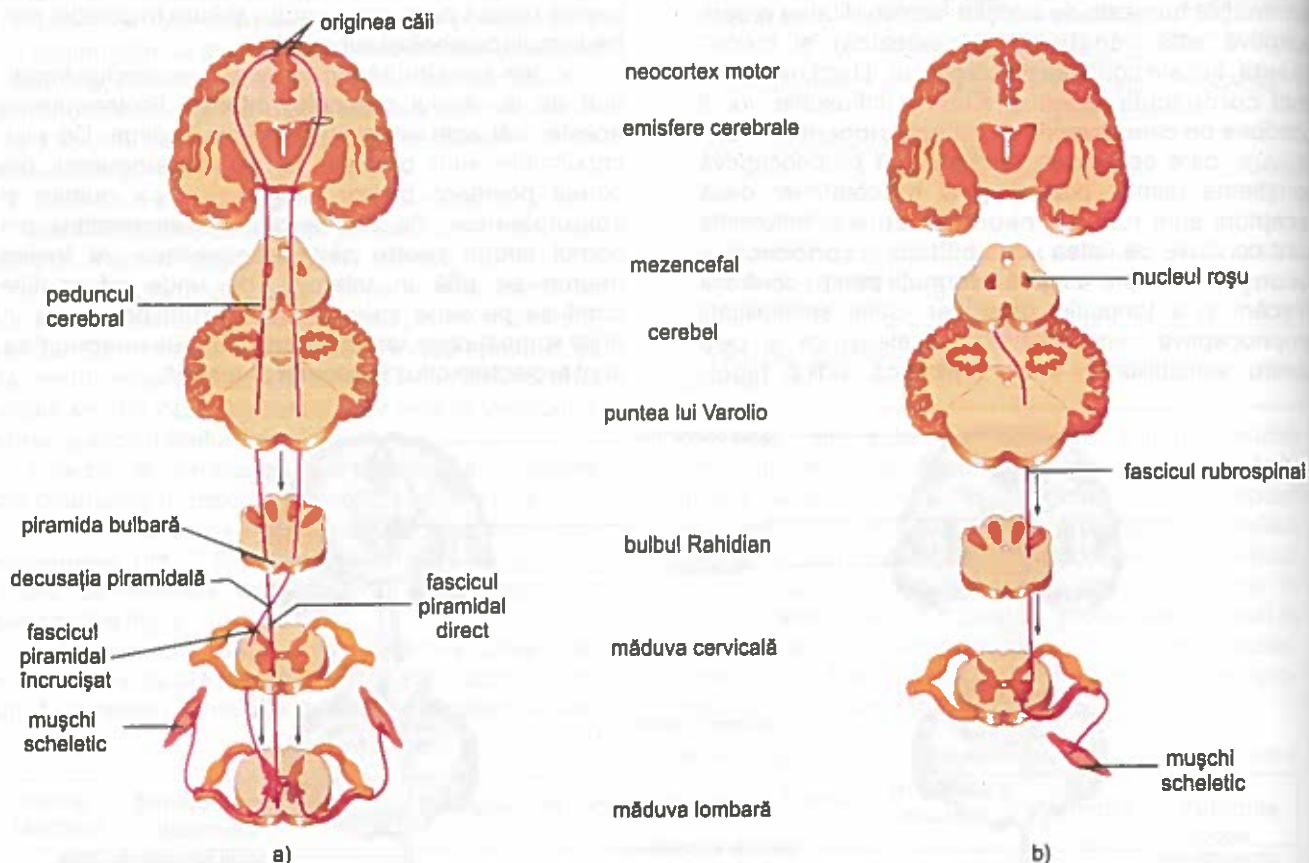


Fig. 2.12. Căile descendente
a) căile piramidale; b) cale extrapiramidală – fasciculul rubrospinal

Aplicație practică

*A. Demonstrarea experimentală a reflexelor polisinpactice – Legile lui Pflüger

Materiale necesare: trusă de disecție, suport cu cârlig, vase cu soluții de acid clorhidric sau acetic în concentrații crescânde: 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 50%, vase Berzelius, broască, tifon.

Mod de lucru:

a. Se pregătesc soluțiile, se toarnă în vase diferite, care se numerotează de la 1 la 5, în ordinea concentrațiilor.

b. Se decerebrează broasca prin secționarea măduvei, se introduce lama unei foarfeci între maxilare și

se îndepărtează maxilarul superior cu toată regiunea craniană, tăind pe linia imaginată care unește cele două timpane.

c. Se atâră broasca de cârligul suportului introdus prin planșeul bucal.

d. Așteptați 5 – 10 minute pentru ieșirea broaștei din șocul spinal.

e. Stimulați cu intensități variabile numai una dintre etichetele posterioare, introducând-o succesiv în soluția acidă. Laba este spălată cu apă și se așteaptă liniștirea după fiecare excitare. De fiecare dată, scufundați aceeași suprafață de labă, pentru a stimula același număr de receptori tegumentari.

originea în corticală și medulară. Cele două sunt în corpul și ajunge la coarnele anterioare și posterioare provenind din substanța cenușie (corticospinal și medular), (encefalic), (bulbari), (medular).

Rezultate: se obțin reacții reflexe tot mai ample, proporționale cu concentrația soluției acide, conform legilor reflexelor polisinaptice sau legile lui Pflüger:

I. **legea localizării** – soluția de 5% determină un răspuns reflex limitat la un grup de mușchi ce aparțin laei excitate.

II. **legea unilateralității** – soluția de 10% determină flexia reflexă a membrului a cărui labă a fost excitată.

III. **legea simetriei** – soluția de 15% determină flexia simultană a ambelor membre posterioare deoarece excitația a iradiat de la coarnele anterioare de pe partea membrului stimulat la coarnele medulare anterioare simetrice și astfel arcul reflex se închide în centrul nervoși simetrici.

IV. **legea iradierii** – soluția de 20% determină contracția mai multor grupe de mușchi ale membrului anterior și posterior, tot datorită iradierii excitației și la nivele medulare superioare.

V. **legea generalizării** – soluția foarte concentrată determină iradierea excitației la toți centril motorii somatici din coarnele anterioare medulare, fapt ce va determina contracția musculaturii striate a întregului corp.

*B. **Demonstrarea reflexului osteotendinos rotulian**

Mod de lucru: un elev stă pe scaun în poziția „picior peste picior”. Astfel, tendonul mușchiului cvadriiceps al piciorului de deasupra este mai întins la nivelul genunchiului. Lovind tendonul rotulian cu un ciocănel sau cu muchia palmei, se observă ridicarea bruscă, reflexă a gambei.

Acest reflex este produs ca urmare a stimulării proprioceptorilor din tendon, de la care pleacă influxuri la centrul lombar medular.

De aici, pe cale motorie, se transmit impulsuri spre mușchiul cvadriiceps, prin a cărui contracție se produce extensia gambei.

SUMAR

Măduva spinării este localizată în canalul vertebral și este alcătuită din substanță cenușie în centru, substanță albă la periferie și substanță reticulată între primele două. Măduva spinării este conectată cu receptorii și efectorii prin 31 de perechi de nervi spinali, fiecare compus din rădăcină, trunchi și ramuri. Substanța cenușie medulară (corpul neuronal) îndeplinește funcția reflexă, iar substanța albă medulară (prelungirile neuronale) funcția de conducere. Reflexele medulare sunt somatice (mono- și polisinaptice) și vegetative. Funcția de conducere este realizată de fascicule lungi ascendente și descendente și fascicule scurte de asociație sau intersegmentare.

Fasciculele lungi ascendente conduc sensibilitățile exteroceptivă, proprioceptivă și interoceptivă. Fasciculele descendente sau ale motilității conduc impulsuri motorii care sfârșesc la diferite etaje medulare în coarnele anterioare. Aceste căi se clasifică în căi piramidale ale motilității voluntare și căi extrapiramidale ale motilității automate, semivoluntare și stereotipice.

EVALUARE

1. Descrieți structura măduvei spinării.
2. Explicați modul de desfășurare a reflexelor de apărare, descriind și drumul influxului nervos.
3. Ce senzații nu se vor mai percepe dacă este distrus cordonul lateral medular?
4. Ce efecte va avea distrugerea arilor motorii cerebrale din emisfera dreaptă?

ENCEFALUL

Encefalul, etajul superior al nevraxului, este alcătuit din următoarele structuri: **mielencefal**, **metencefal**, **mezencefal**, **diencefal** și **telencefal**. Structurile nervoase corespunzătoare acestor regiuni sunt prezentate în figura 2.13. și în tabelul 2.6.

Tabelul 2.6. *Principalele regiuni și structuri ale encefalului*

Regiune	Structuri
Mielencefal	– bulbul rahidian – puntea lui Varolio
Metencefal	– cerebelul și pedunculii cerebeloși
Mezencefal	– coliculii cvadrigemeni superiori și inferiori – pedunculii cerebrali
Diencefal	– talamus – epitalamus cu glanda epifiză – metatalamus – hipotalamus
Telencefal	– emisferile cerebrale – nucleii bazali

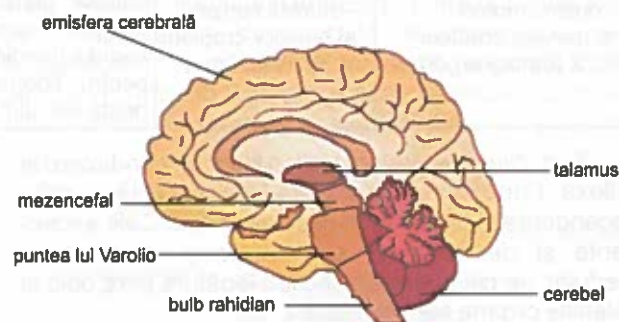


Fig. 2.13. Organele encefalului

TRUNCHIUL CEREBRAL

Mielencefalul și **mezencefalul** formează **trunchiul cerebral** (fig. 2.14 și 2.15), constituit din următoarele organe nervoase: bulbul rahidian, puntea lui Varolio și formațiunile mezencefalice.

roșu

subspinal

chi
letic

regiunea
este cele

introduș

broaștei

ina dintre
în soluția
așteaptă
ată, scu-
a stimula

Biologie

Capitolul 2

31

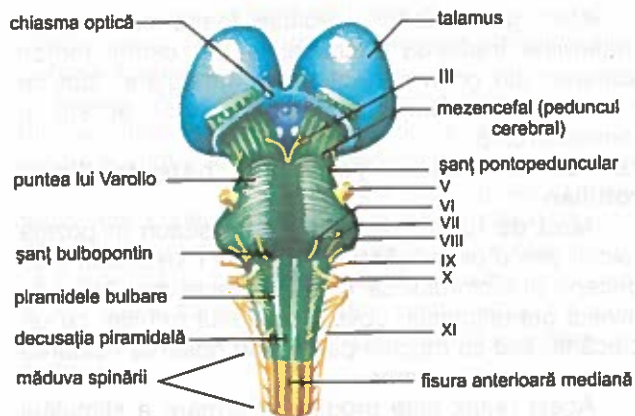


Fig. 2.14. Trunchiul cerebral – fața anterioară

Bulbul rahidian este o structură cu înălțimea de 3 cm, situată în continuarea măduvei spinării.

Morfologie: bulbul descrie o față antero-laterală și una posterioară. Pe fața antero-laterală se remarcă, median, **fisura mediană anterioară**, **decusația piramidală** – limita inferioară a bulbului, **șanțul bulbo-pontin** – limita superioară a bulbului, **piramidele bulbare** și **olivele bulbare**. Pe această față se pot observa originile aparente ale majorității nervilor cranieni.

Fața posterioară a bulbului poate fi observată numai după secționarea pedunculelor cerebeloși care leagă trunchiul cerebral de cerebel. Pe această față se observă **șanțul median posterior**, **pedunculii cerebeloși inferiori** și **o porțiune din ventriculul IV**. Ventriculii sunt camere în interiorul encefalului, pline cu **lichid cefalorahidian**.

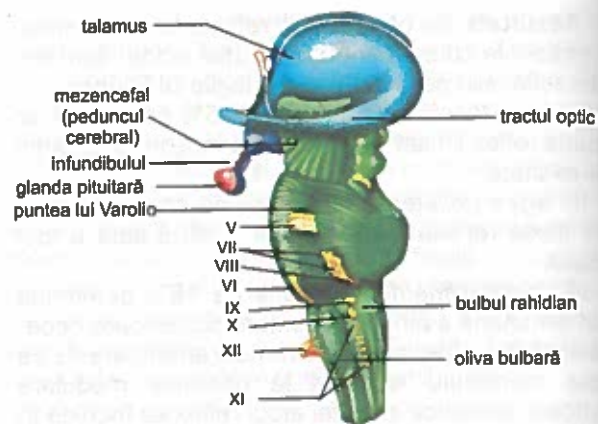


Fig. 2.15. Trunchiul cerebral – fața laterală

Structura bulbului rahidian substanță albă, substanță cenușie și substanță reticulată.

Substanța albă, dispusă periferic și în interior, este formată din trei tipuri de **fibre: ascendente specifice** și **nespecifice, fibre descendente** care coboară din etajele superioare sau pornesc din nucleii bulbari și cei din celelalte etaje ale trunchiului cerebral sau cu cerebelul. Substanța cenușie, datorită decusațiilor căilor ascendente și descendente, este fragmentată în **nuclei**. Aceștia sunt fie omolog coarnelor medulare: **senzitivi** (conțin deutoneuroni și corespund coarnelor posterioare), **motori** (corespund coarnelor anterioare) și **vegetativi** (corespund coarnelor laterale), fie proprii bulbari care nu au echivalenți la nivelul măduvei. Nucleii bulbari sunt prezentați în tabelul 2.7.

Tabelul 2.7. Nucleii bulbari

Nuclei motori	Nuclei senzitivi	Nuclei vegetativi	Nuclei proprii
– nucleii motori ai nervilor cranieni IX, X (ambiguu), XI, XII	– nucleii senzitivi ai nervilor cranieni V, VII, VIII, IX, X	– salivator inferior, loc de origine reală a fibrelor parasimpatice care vor intra în compunerea nervului cranian IX, și dorsal al vagului (cardiopneumogastric) loc de origine pentru fibrele parasimpatice din componența nervului X	– nucleii substanței reticulate – nucleii olivari – nucleul Goll și nucleul Burdach

Funcțiile bulbului rahidian sunt: de conducere și reflexă. **Funcția de conducere** este realizată de căile ascendente, descendente și de asociație. Cele ascendente și descendente sunt aceleași ca la nivel medular, iar cele de asociație fac legătura între bulb și celelalte organe ale encefalului.

Funcția reflexă a bulbului este realizată de centrii reflecși situați fie în nucleii somatici și vegetativi ai nervilor cranieni, fie în nucleii substanței reticulate. Reflexele somatice cu centrii în bulb sunt de deglutiție, statice și statokinetice, iar cele vegetative sunt reflexele adaptative cardiovasculare (depresoare parasimpatice) reflexele secretorii și motorii digestive, reflexele respiratorii. Datorită reflexelor care se închid aici, bulbul are un rol vital, iar distrugerea lui duce la moarte.

Puntea lui Varolio (protuberanța), din punct de vedere morfologic, se prezintă sub forma unei benzi de substanță albă dispusă transversal, între bulb și mezencefal. Pe fața anterioară a punții se observă **șanțul longitudinal median**, **piramidele pontine** și **șanțul bulbopontin** – limita inferioară a punții, precum și **șanțul pontopeduncular** – limita superioară a punții. Fața posterioară este acoperită de cerebel, de care puntea este conectată prin **pedunculii cerebeloși mijlocii**. Totodată, fața posterioară contribuie la delimitarea **ventriculului IV**. Din punct de vedere structural puntea este compusă din substanță albă la periferie și substanță cenușie și reticulată, central. Fibrele substanței albe sunt de aceleași tipuri ca cele din bulb. Substanța cenușie este organizată în nucleii motori senzitivi, vegetativi și proprii, prezentați în tabelul 2.8.

Nuclei motori	Nuclei senzitivi	Nuclei vegetativi	Nuclei proprii
– nucleii nervilor cranieni V, VI și VII	– nucleul terminal principal al nervului V și nucleii cohleari ai nervilor VIII	– nucleul salivator superior și lacrimal, locuri de origine reală a fibrelor parasimpatice care vor intra în compunerea nervilor VII	– respiratori și cardiovasculari

Funcțiile punții lui Varolio sunt de conducere și reflexă.

Funcția de conducere este realizată de căile ascendente, descendente și de asociație, cu aceleași roluri ca și cele din bulbul rahidian. **Funcția reflexă** a punții este realizată de centrii reflecși somatici și vegetativi.

***Reflexele somatice** cu centrii în punte sunt reflexele statice și statokineticе, reflexele mimicii, reflexul cornean de clipire și cel masticator.

***Reflexele vegetative** sunt reflexele adaptative cardiovasculare (depressoare parasimpatice) reflexul lacrimal și reflexul salivar superior.

Mezencefalul este localizat între diencefal și puntea lui Varolio.

Morfologie: pe fața anterioară, mezencefalul prezintă două umflături, numite **pedunculi cerebrali**, care sunt constituiți din fibre ale căii piramidale și alte fibre prin care mezencefalul este conectat cu emisferele cerebrale. Pe fața dorsală se observă patru proeminențe care formează **tectumul** și reprezintă **coliculi cvadrigemeni**: doi superiori și doi inferiori. Între cei doi coliculi superiori se află glanda epifiză.

Structură (fig. 2.16): mezencefalul conține substanță albă, substanță cenușie și substanță reticulată. Substanța albă este formată din fibre ale fasciculelor ascendente și descendente, precum și din cele ale fasciculelor de asociație proprii mezencefalului. Substanța cenușie este organizată în nuclei prezentați în tabelul 2.9.

Tabelul 2.9. Nucleii mezencefalului

Nuclei motori	Nuclei senzitivi	Nuclei vegetativi	Nuclei proprii
– nucleii nervilor cranieni III și IV	– nucleul tractului mezencefalic al nervului V	– nucleii accesori ai nervului III (Edinger-Westphal)	– coliculi cvadrigemeni superiori și inferiori – nucleul roșu – substanța neagră – nucleii substanței reticulate

Funcțiile mezencefalului sunt de conducere și reflexă. **Funcția de conducere** este realizată de fibrele nervoase ale substanței albe care constituie căi ascendente specifice și nespecifice, continuare a celor medulare, căi descendente piramidale și extrapiramidale și căi de asociație proprii mezencefalului, care asigură legături între nucleii trunchiului cerebral, precum și legătura cu cerebelul prin pedunculi cerebeloși superiori. **Funcția reflexă** a mezencefalului este realizată de centrii reflecși somatici și vegetativi.

***Reflexele somatice**, cu centrii în mezencefal, sunt reflexele statice, statokineticе și reflexul de orientare vizuală (oculocefalogir – întoarcerea ochilor și a capului spre excitanți). Coliculi cvadrigemeni superiori integrează diverse informații senzoriale (vizuale, auditive) și somatosenzoriale, generând semnale motorii care ajută la orientarea capului și ochilor către diverși stimuli. Coliculi cvadrigemeni inferiori primesc informații de la receptorii auditivii, fiind o importantă stație releu a căii auditive. Se pare că aceștia sunt implicați în localizarea spațială și aprecierea amplitudinii sunetelor.

***Reflexele vegetative** cu centrii în mezencefal sunt: reflexul pupilar fotomotor de micșorare a diametrului pupilei (mioză) la lumină puternică și reflexul de acomodare la distanță prin convergența axelor globilor oculari și bombarea cristalinului la privirea unui obiect situat la o distanță mai mică de 6 m.

Sistemul reticulat activator ascendent (SRAA) este reprezentat de substanța reticulată care se întinde de la nivelul măduvei sacrate, prin trunchiul cerebral, până la nivelul talamusului. Această formațiune, compusă din numeroși neuroni cu prelungiri scurte, dispuși în rețea, este străbătută de căile ascendente și descendente, primind colaterale de la acestea și de la căile de conducere ale analizatorilor. Între cortex și substanța reticulată este permanent întreținut un circuit cortico-reticulo-cortical care asigură starea de excitabilitate a acestor

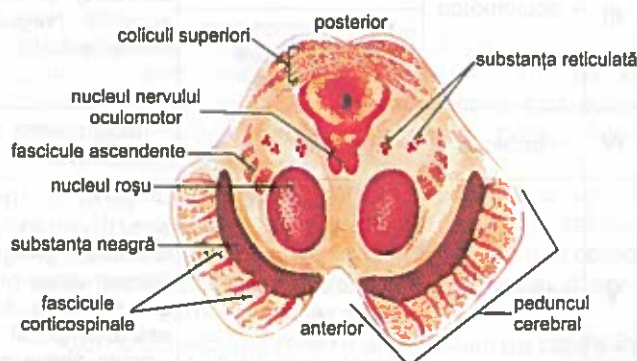


Fig. 2.16. Organizarea substanței cenușii în trunchiul cerebral – secțiune transversală la nivelul mezencefalului

structuri. Prin acest circuit, creierul este permanent menținut în stare de alertă și de monitorizare selectivă a impulsurilor senzitive recepționate. SRAA are mai multe funcții, ca menținerea tonusului cerebral sau a stării de vigilență, stare de pregătire a scoarței cerebrale pentru orice tip de activitate. Prin întreținerea tonusului cerebral, SRAA contribuie la realizarea unor reflexe și reglarea unor mecanisme de integrare legate de emoții, percepții, motivații, somn și veghe.

SRAA intervine în concentrarea atenției, lipsa reacției la stimuli, întreținerea tonusului muscular etc. Absența activității sale provoacă somn, iar stimularea sa produce trezirea.

*Nervii cranieni

Cu excepția primelor două perechi, la nivelul trunchiului cerebral își au originea sau se termină **nervii cranieni**. Aceștia sunt în număr de 12 perechi și se numerotează cu cifre romane de la I la XII. După funcțiile îndeplinite, nervii cranieni sunt: senzitivi (perechile I, II și VIII), motori (perechile III, IV, VI, XI și XII) și micști (perechile V, VII, IX și X). Locul de origine al nervilor motori sau al fibrelor motorii din constituția nervilor micști se numește **origine reală**, iar locul pe unde este vizibilă conexiunea nervilor cu formațiunile trunchiului cerebral se numește **origine aparentă**. Originile aparente ale nervilor cranieni se află pe fața anterioară a trunchiului cerebral, cu excepția perechii a IV-a care își are originea aparentă sub coliculii cvadrigemeni inferiori. Spre deosebire de nervii spinali, nervii cranieni nu sunt dispuși metameric

și fiecare pereche poartă numele său. I – olfactivi, II – optici, III – oculomotori, IV – trohleari, V – trigemeni, VI – abducens, VII – faciali, VIII – vestibulo-cohleari, IX – glosofaringieni, X – vagi, XI – accesorii, XII – hipogloși. În figura 2.17 se pot identifica originile aparente ale nervilor cranieni, după cum urmează: III – în fosa interpedunculară, V – în punte laterală, VI – în piramidele pontine, VII, VIII – în șanțul bulbo-pontin, IX, X, XI – în șanțul retroolivă și XII – în șanțul preolivă.

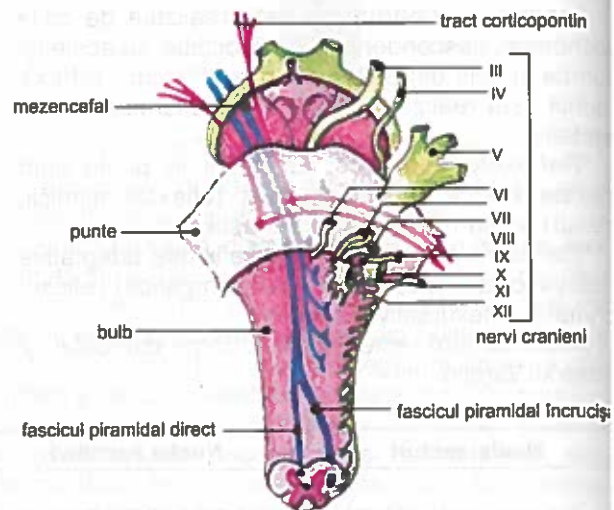


Fig. 2.17. Nervii cranieni

Caracteristicile structurale și funcționale ale nervilor cranieni sunt sintetizate în tabelul 2.10

Tabelul 2.10. Nervii cranieni

Nr.	Nume	Structură	Origine reală	Distribuție	Funcții
I	– olfactivi	– fibre senzoriale olfactive	– neuroni bipolari olfactivi din mucoasa olfactivă	– mucoasa olfactivă	– sensibilitatea olfactivă
II	– optici	– fibre senzoriale optice	– neuroni multipolari din retină	– retină	– sensibilitatea vizuală
III	– oculomotori	– fibre somatomotorii	– nucleul oculomotor (somatic) și nucleul accesoriu (vegetativ) din mezencefal	– mușchii extrinseci ai globului ocular: drept superior, drept inferior, drept intern, oblic inferior și ridicător al pleoapei superioare	– mișcările globului ocular
		– fibre visceromotorii preganglionare parasimpatice		– mușchii circulari ai irisului și mușchii ciliari	– reflexul pupilar fotomotor și reflex de acomodare
IV	– trohleari	– fibre motorii	– nucleu motor din mezencefal	– mușchi extrinsec al globului ocular – oblic superior	– mișcările globului ocular
V	– trigemeni	– ramura oftalmică senzitivă	– pentru fibrele senzitive extranevraxiale, ganglionul Gasser situat pe fața anterioară a stâncii osului temporal – pentru fibrele motorii, nucleul masticator din punte	– fibrele senzitive inervează tegumentul feței, mucoasa bucală, glandele salivare, gingiile, dinții, pielea, pavilionul urechii	– sensibilitatea termică și dureroasă pentru tegument și mucoasă – sensibilitatea proprioceptivă pentru mușchii mimicii masticatori
		– ramura maxilară (fibre senzitive)		– fibrele motorii inervează mușchii masticatori, mușchii tensori ai timpanului și vălul palatin	– mișcările mușchii masticatori
		– ramura mandibulară (fibre senzitive și motorii)			

– olfactiv, V – trigevestibuloaccesori și ca originile urmează lateral, de Ilobopontin în șanțul	VI	– abducenși	– fibre motorii	– nucleu motor din punte	– mușchii extrinseci ai globului ocular drept extern	– mișcările globului ocular
	VII	– faciali	– fibre senzoriale gustative – fibre motorii – fibre preganglionare parasimpatice	– ganglion extranevraxial geniculat – nucleu motor din punte – nucleul lacrimal și nucleul salivator superior din punte	– mugurii gustativi din 2/3 anterioară a mucoasei linguale – mușchii mimicii – glandele salivare, sublinguale, submaxilare și glandele lacrimale	– sensibilitatea gustativă – expresia feței – secreție salivară și lacrimală
Iacobopontin	VIII	– vestibulo-cochleari (stato-acustic)	– fibre senzoriale vestibulare – fibre senzoriale auditive	– ganglion extranevraxial Scarpa – ganglion extranevraxial Corti din urechea internă	– receptorii vestibulari – receptorii auditivi	– simțul echilibrului – simțul auzului
cranieni	IX	– glosio-faringieni	– fibre senzoriale gustative – fibre somato-senzitive – fibre viscerosenzitive – fibre motorii	– ganglionul inferior – ganglionul superior	– mugurii gustativi din 1/3 posterioară limbii – inervează mucoasa urechii medii	– sensibilitatea gustativă – sensibilitatea exteroceptivă – aferența reflexului depresor – ridicarea faringelui secreția salivară
dal încrucișat			– fibre preganglionare parasimpatice	– ganglionul inferior – nucleul ambiguu din bulb – nucleul salivator inferior din bulb	– zone reflexogene cardiovasculare – mușchii faringelui, glanda salivară parotidă	
ele ale ner.	X	– vagi	– fibre senzoriale gustative – fibre somato-senzitive – fibre viscerosenzitive – fibre motorii	– ganglionul inferior – ganglionul superior – ganglionul inferior	– muguri gustativi din mucoasa rădăcinii limbii, epiglotei și faringelui – tegumentul urechii externe – la interoceptorii din viscere – mușchii laringelui, faringelui, esofagului – mușchii netezi ai viscerelor, inimă, plămâni, ficat, pancreas, vezica biliară, regiuni din tubul digestiv	– sensibilitatea gustativă – sensibilitatea exteroceptivă, aferența unor reflexe vegetative – mișcările laringelui – contracția mușchilor netezi și relaxarea sfincterelor interne
vii cranieni icții			– fibre preganglionare parasimpatice	– nucleul ambiguu din bulb – nucleul dorsal al vagului		
tatea	XI	– accesori	– fibre motorii	– nucleu ambiguu bulbar coarne anterioare din măduva cervicală	– mușchii laringelui – mușchii trapezi și sternocleidomastoidieni	– mișcările laringelui – mișcările capului și umerilor
tatea	XII	– hipoglos	– fibre motorii	– nucleu motor bulbar	– mușchii limbii	– mișcările limbii în vorbire, masticatie, deglutiție etc.

Aplicație practică

1. Observații macroscopice asupra organelor encefalului

Materiale necesare: mulaje, planșe, atlas anatomic.

Mod de lucru:

a) Identificați pe materialele pe care le aveți la dispoziție, regiunile și organele nervoase ale encefalului.

b) Utilizând informațiile din manual, descrieți morfologia componentelor trunchiului cerebral.

c) Identificați elemente morfologice distincte pentru fiecare etaj al trunchiului cerebral.

d) Localizați originile aparente ale nervilor cranieni.

2. *Demonstrarea reflexului de clipire

Reflexul de clipire are centrul nervos în trunchiul cerebral. În mod obișnuit, clipirea are rolul de a

menține umiditatea feței anterioare a globului ocular prin distribuția echilibrată a secreției glandelor lacrimale.

La producerea neașteptată a unui zgomot puternic, centrul reflexului de clipire este stimulat și clipim, în acest caz, pentru apărare. Această caracteristică este utilizată pentru demascarea persoanelor care pretind că nu aud.

Verificați acest reflex lucrând în pereche cu un alt coleg. Unul emite un sunet puternic (bătaie din palme, lovirea unui caiet de bancă etc.), în spatele unui coleg neavertizat, care este supravegheat de celălalt partener de experiment.

Construiți arcurile reflexe al reflexului de clipire în condiții normale sau declanșat de un sunet puternic, precizând stimulii, receptorii, calea aferentă, sediul centrului reflex, calea eferentă și efectorii.

Capitolul 2

SUMAR

Encefalul este porțiunea sistemului nervos central adăpostită de cutia craniană. Bulbul rahidian, puntea lui Varolio și mezecefalul sunt situați la baza encefalului, constituind împreună trunchiul cerebral. Structura acestuia este formată din substanță albă, substanță cenușie și substanță reticulată. Substanța albă este organizată în fasciculi scurte de asociație și fascicule lungi, ascendente și descendente, care conduc sensibilități și, respectiv, motilități, conectează organele trunchiului cerebral cu celelalte etaje ale nevraxului. Substanța cenușie este organizată în nuclei motori, senzitivi, vegetativi și proprii. Funcțiile organelor trunchiului cerebral sunt de conducere și reflexă. La nivelul trunchiului cerebral își au originea majoritatea nervilor cranieni. Aceștia sunt în număr de 12 perechi și deservește sensibilități și motilități voluntare și involuntare ale organelor din regiunea capului și, în unele cazuri, ale organelor interne.

EVALUARE

1. De ce este considerat bulbul un organ vital?
2. Descrieți circuitul cortico-reticulo-cortical și explicați importanța acestuia.
3. Construiți arcul reflex al reflexului acustico-cefalogir.

CEREBELUL

Cerebelul ocupă partea posterioară a cavității craniene, fiind, după dimensiuni, al doilea organ nervos după emisferile cerebrale, de care este separat prin **fisura transversă**.

Morfologie. Cerebelul este compus din două **emisfere cerebeloase** unite printr-o formațiune mediană numită **vermis** (fig. 2.18). Suprafața cerebelului prezintă trei fețe, brăzdate de șanțuri profunde, care îl împart în **lobi**, **lobuli** și **șanțuri superficiale** care delimitează **lamelle**. Din punct de vedere filogenetic, este constituit din trei regiuni: **arhicerebel**, compus din **lobul floclonodular** și **vermis**, **paleocerebel**, compus din **lobul anterior** al fiecărei emisfere cerebeloase și **neocerebel**, alcătuit din **lobul posterior** al fiecărei emisfere cerebeloase. Pe fața anterioară, cerebelul prezintă trei perechi de **pedunculi cerebeloși** care constituie legăturile cu trunchiul cerebral: doi superiori (**PCS**) – legătura cu mezecefalul, doi mijlocii (**PCM**) – legătura cu puntea lui Varolio și doi inferiori (**PCI**) – legătura cu bulbul rahidian.

Structură. Cerebelul este compus din substanță cenușie și substanță albă. **Substanța cenușie** este dispusă la exterior, formând **scoarța cerebeloasă** și, în interior, constituind **nucleii intracerebeloși**.

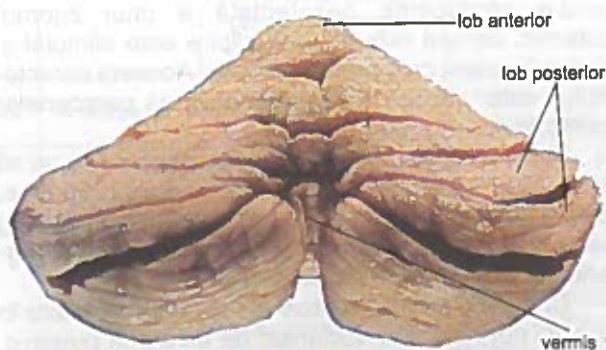


Fig. 2.18. Morfologia cerebelului

Scoarța cerebeloasă este formată din trei straturi de neuroni (fig. 2.19): **extern** (stratul molecular), **mijlociu** (stratul celulelor Purkinje) și **intern** (stratul granular). Nucleii intracerebeloși sunt în număr de patru perechi: **fastigiali** în vermis, **globoși**, **emboliformi** și **dințați** în emisferile cerebeloase. **Substanța albă**, aflată în interiorul cerebelului, este constituită din **fibre de proiecție aferente** și **eferente**, **fibre de asociație** care conexează nucleii intracerebeloși cu scoarța cerebeloasă și **fibre comisurale** care leagă cele două emisfere cerebeloase. Substanța albă din interior trimite prelungiri la scoarța cerebeloasă care apar în secțiune ca rămurilele unui arbore, motiv pentru care este numită și **arborele vieții**.

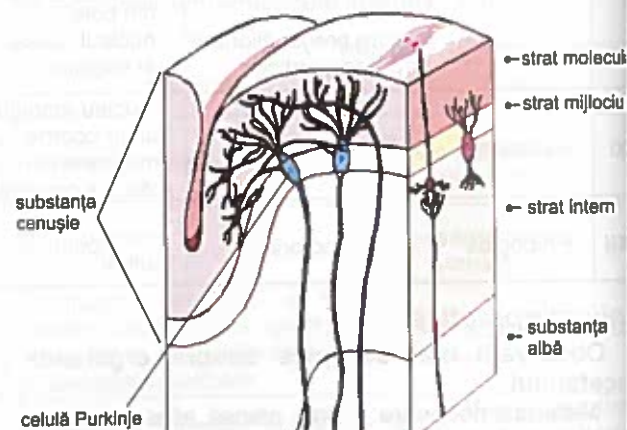


Fig. 2.19. Structura scoarței cerebeloase

Funcțiile cerebelului sunt, în general, legate de coordonarea activității musculaturii scheletice. Fiecare regiune a cerebelului are o funcție predominantă.

Arhicerebelul (numit și **vestibulocerebel**) este asociat cu **nucleii vestibulari laterali** și intervine în menținerea posturii și în reflexele vestibulare prin care este menținut echilibrul corpului. Majoritatea aferențelor acestei formațiuni cerebeloase sosesc de la receptorii vestibulari, iar eferențele sunt transmise tractului vestibulospinal.

Paleocerebelul (numit și **spinocerebel**) este asociat cu **nucleii intracerebeloși globoși și emboliformi**. Acesta controlează musculatura striată axială și distală a corpului și reglează tonusul muscular. Paleocerebelul primește informații de la fasciculele spinocerebeloase și transmite eferențe care vor fi conduse de fasciculele vestibulospinale, reticulospinale, rubrospinale. Paleocerebelul trimite eferențe și scoarței cerebrale – cortexul motor, unde ajung după o stație în nucleii antero-laterali ai talamusului.

Neocerebelul, numit și **cerebrocerebel**, este asociat cu **nucleii intracerebeloși dințați** și are funcție de coordonare și reglare a mișcărilor fine voluntare inițiate de creier.

Majoritatea impulsurilor care sosesc în neocerebel își au originea în scoarța cerebrală – cortexul motor.

Diagramele din figura 2.20 și tabelele 2.11 și 2.12 prezintă aferențele și eferențele cerebelului cu celelalte etaje ale nevraxului.

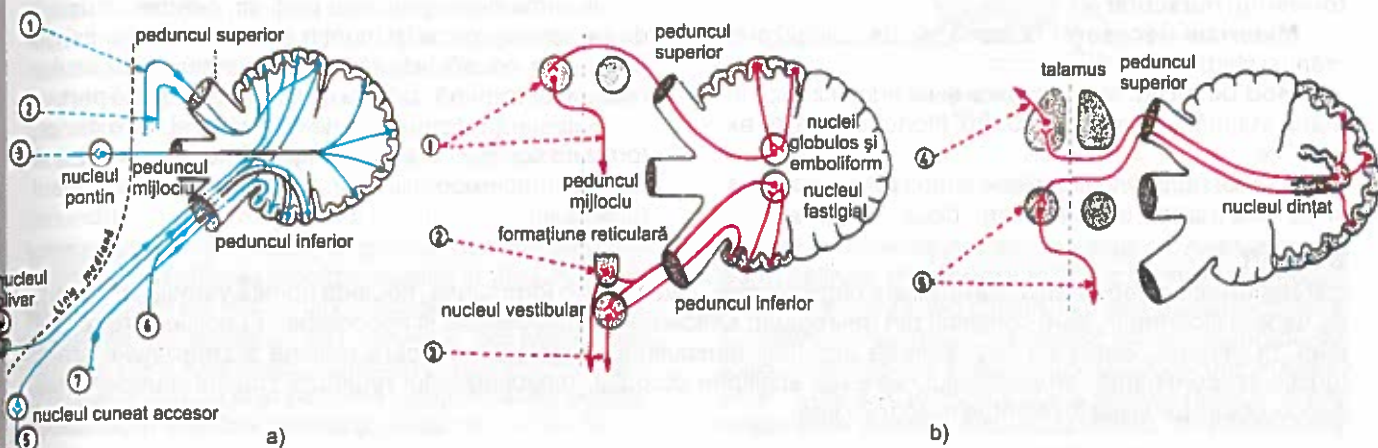


Fig. 2.20. Aferențele și eferențele cerebelului

a) aferențele cerebelului: 1 – spinocerebelos încrucișat; 2 – tectocerebeloase; 3 – corticopontocerebeloase; 4 – olivocerebeloase; 5 – bulbocerebeloase; 6 – spinocerebeloase; 7 – vestibulocerebelos

b) eferențele cerebelului: 1 – cerebello-rubric; 2 – fastigio-vestibular; 3 – cerebello-vestibular; 4 – cerebello-talamo-cortical; 5 – dento-rubric

Tabelul 2.11. Aferențele cerebelului

Origine	Denumirea tracturilor	Pedunculii cerebelosi prin care intră în cerebel
– măduva spinării	– tracturile spinocerebeloase directe – tracturile spinocerebeloase încrucișate	– PCI – PCS
– căile vizuale și auditive	– tracturile tectocerebeloase	– PCS
– segmentele periferice ale analizatorului vestibular	– tractul vestibulocerebelos	– PCI
– cortexul cerebral motor	– tracturile cortico-ponto-cerebeloase	– PCM
– nucleii olivari, nucleii Burdach din bulb	– tracturi bulbocerebeloase	– PCI

Tabelul 2.12. Eferențele cerebelului

Origine	Stații intracerebeloase	Pedunculii cerebeloși prin care părăsesc cerebelul	Structură în care sfârșesc	Rol
– paleocerebel	– nucleii globoși și emboliformi	– PCS	– nucleul roșu	– motilitate automată, stereotipică
– arhicerebel	– nucleii vestibulari	– PCI	– nucleii vestibulari, substanța reticulată	– control postură
– neocerebel	– nucleii dințați	– PCS	– talamus – nucleul roșu	– control motilitate voluntară – control cale extrapiramidală

În cazul extirpării cerebelului, urmează o perioadă de tulburare gravă a motilității musculaturii striate, în care se instalează **astazia** (imposibilitatea de menținere fără sprijin în poziție bipedă), **astenia** (oboseală musculară la efort minim) și **atonie** (pierderea tonusului muscular). Aceste tulburări dispar după câteva săptămâni, prin preluarea funcțiilor cerebelului de către scoarța cerebrală.

Aplicație practică

Demonstrarea rolului cerebelului în controlul tonusului muscular

Materiale necesare: broască, ac de spinalizare, mănuși chirurgicale, tifon.

Mod de lucru: se ia broasca și se imobilizează în mâna stângă, ținând-o cu ajutorul tifonului între index și police.

La intersecția liniei mediane a feței dorsale cu linia imaginară care unește cele două timpane, se

introduce, prin înșurubare, vârful acului de spinalizare. Se perforază cutia craniană, se introduce acul în partea inferioară a cutiei craniului și se mișcă numai într-o direcție: stânga sau dreapta pentru a distruge numai o parte a cerebelului. Se scoate acul și se urmărește animalul.

Observații: broasca stă încovoiată spre partea leziunii, deoarece mușchii părții lezate sunt sub controlul centrilor cerebeloși contralaterali.

Concluzii: mușchii de pe o parte a corpului sunt controlați de centrul cerebeloși contralaterali.

În urma distrugerii unei părți din cerebel, mușchii de pe aceeași parte își mențin tonusul inițial, iar cei de pe partea opusă leziunii prezintă tonusul muscular redus și determină curbura corpului pe această parte..

Substanța cenușie este dispusă și la exterior, formând scoarța cerebeloasă și, în interior, constituind nucleii intracerebeloși. Lobii anteriori reglează tonusul muscular.

SUMAR

Cerebelul este compus din două emisfere cerebeloase, unite printr-o formațiune mediană numită vermis. Din punct de vedere filogenetic, este constituit din trei regiuni: arhicerebel, paleocerebel și neocerebel. Funcțiile cerebelului sunt, în general, legate de coordonarea activității musculaturii scheletice. Fiecare regiune a cerebelului are o funcție predominantă: arhicerebelul reglează echilibrul corpului, paleocerebelul reglează tonusul muscular, iar neocerebelul participă la reglarea mișcărilor fine.

EVALUARE

1. Care este morfologia cerebelului?
2. Ce efecte are extirparea cerebelului?
3. Descrieți conexiunile cerebelului cu celelalte etaje ale nevraxului.

DIENCEFALUL

Diencefalul sau creierul intermediar (fig. 2.21) este localizat sub emisferile cerebrale, în prelungirea trunchiului cerebral și situat deasupra mezencefalului, pe care îl acoperă.

Morfologie: diencefalul prezintă o față dorsală, o față bazală și două fețe laterale. Central, prezintă ventriculul III care comunică inferior cu ventriculul IV, printr-un canal numit **apeductul lui Sylvius**, iar superior comunică cu ventriculii laterali I și II aflați în interiorul emisferelor cerebrale.

Structură: diencefalul prezintă mai multe formațiuni nervoase dispuse în jurul ventriculului al III-lea: talamus, metatalamus, epitalamus și hipotalamus.

Talamusul este un organ nervos compus dintr-o pereche de formațiuni ovale de substanță cenușie, plasate lateral față de ventriculul III. Aceste formațiuni sunt constituite din **nucleii** conectați cu trunchiul cerebral, cerebelul și scoarța cerebrală.

Din punct de vedere funcțional, nucleii talamici se clasifică în nucleii de releu, de asociație și nespecifici.

Nucleii de releu importanți sunt stații sinaptice obligatorii pentru căile sensibilității exteroceptive, proprioceptive și interoceptive, cu excepția căilor olfactive, vizuale și auditive. Rolul lor este de a regla intensitatea stimulilor care sunt proiectați în scoarța cerebrală.

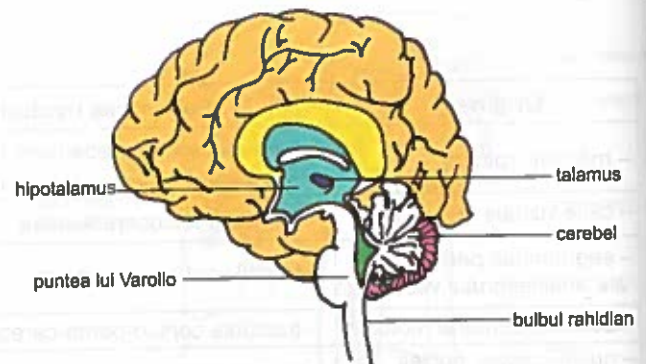


Fig. 2.21. Localizarea diencefalului

Nucleii de asociație primesc colaterale de la toate căile senzitive și motorii extrapiramidale și intervin în coordonarea senzitivo-motorie, realizând o funcție de integrare a impulsurilor de la mai mulți nucleii talamici.

Nucleii nespecifici fac parte din formațiunea reticulată și realizează conexiuni subcorticeale. Aceștia participă la reglarea ritmului nictemeral (somm- veghe), precum și la realizarea unor procese afective.

Metatalamusul este situat înapoia talamusului și este compus din doi corpi geniculați laterali și doi corpi geniculați mediali. **Corpii geniculați laterali** constituie stații releu pe calea vizuală, fiind conectați

le spina-
țuce acul
că numai
distruge
cul și se

te partea
sub con-

ului sunt

, mușchii
iar cei de
muscular
tă parte..
exterior,
nstituind
ă tonusul

Din punct
rebelului
lui are o
cular, iar

— talamus

— cerebel

bul rahidian

ile de la
ridale și
alizând o
nai mulți

națiunea
i. Aceștia
-veghe),

amusului
ali și doi
laterali
conectați

Biologie

cu coliculi cvadrigemeni superiori, iar **corpilor geniculați mediali** sunt stații rele pentru calea auditivă și sunt conectați cu coliculi cvadrigemeni inferiori.

Epitalamusul este situat posterior față de talamus și este alcătuit din **glanda epifiză** și **nucleii habelunari**, care coordonează reflexele olfativo-somate, adică mișcările corpului legate de miros, precum și reflexele motorii și secretorii digestive.

Hipotalamusul este situat sub talamus, superior trunchiului cerebral și flanchează lateral ventriculul III. Inferior, hipotalamusul fuzionează cu mezencefalul și poate fi delimitat, pe fața bazală a encefalului, de la nivelul chiasmei optice (locul unde se intersectează nervii optici) și până la marginea posterioară a **corpilor mamilari** (fig. 2.22), vizibili ca două boabe de mazăre, sau două umflături care emerg din hipotalamus. Aceștia sunt stații rele ale căii sensibilității olfactive.

Între chiasma optică și corpilor mamilari se află **infundibulul** — formațiune ca o tulpină, prin care hipotalamusul este conectat cu glanda hipofiză. Infundibulul, tulpina glandei hipofiză, numită și **tija pituitară**, este compus din tractul hipotalamohipofizar (legătura nervoasă) și sistemul port hipofizar (legătura vasculară). Ca și talamusul, hipotalamusul conține nuclei (fig. 2.23) cu funcții importante, grupați, după poziția lor, în nuclei anteriori, mijlocii și posteriori.

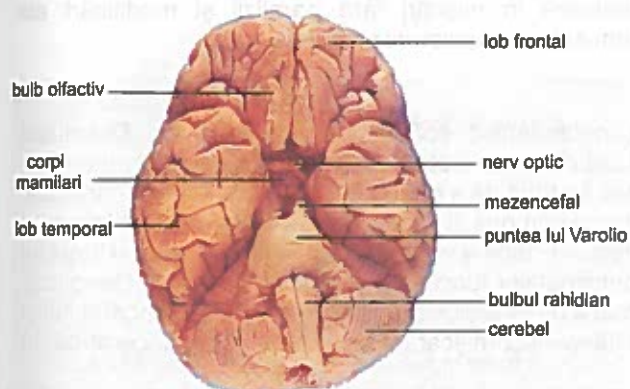


Fig. 2.22. Fața ventrală a encefalului

Nucleii anteriori conțin neuroni secretori care produc hormonii antidiuretic (ADH) și ocitocină, care sunt transportați de axoni și depozitați în neurohipofiză, partea posterioară a glandei hipofiză. Pachetele axonilor neuronilor secretori constituie tractul hipotalamohipofizar.

Nucleii mijlocii sunt compuși și ei din neuroni secretori care produc neurosecreții specifice stimulative sau inhibitoare a activității lobului anterior hipofizar. Neurosecrețiile ajung la nivelul hipofizei anterioare pe cale vasculară, prin sistemul port hipofizar. Alături de controlul secreției hipofizei, nucleii mijlocii au și rol de integrare parasimpatică.

Nucleii posteriori au rol integrator simpatic.

Hipotalamusul este considerat punctul nodal al căilor care mediază activitatea sistemului nervos

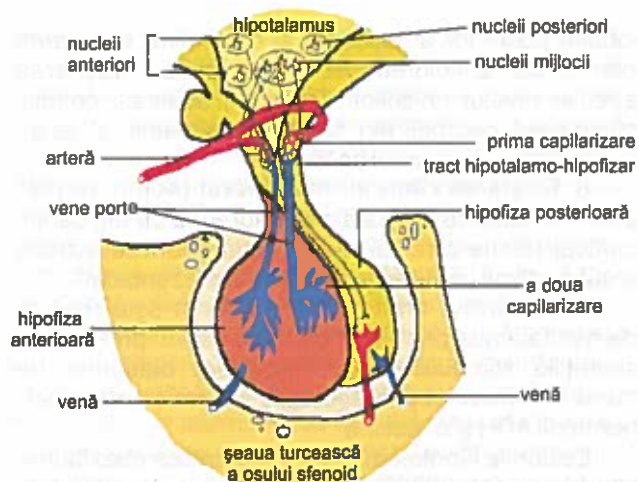


Fig. 2.23. Hipotalamusul

vegetativ, stările emoționale și funcțiile somatice, fiind centrul de reglare, coordonare și integrare a principalelor funcții ale organismului uman. Aceste funcții sunt realizate prin conexiuni atât cu cortexul cerebral, cât și cu etajele subcorticale. Hipotalamusul formează o unitate funcțională cu sistemul limbic, împreună cu care coordonează reacțiile instinctive și emoționale. Deși dimensiunile hipotalamusului sunt reduse, acest organ este cel mai important centru de coordonare viscerală, puține țesuturi nefiind influențate de el, având și un rol vital în menținerea **homeostaziei** corpului.

Funcții. Hipotalamusul este implicat în realizarea următoarelor funcții specifice:

1. **Reglarea activității sistemului nervos vegetativ**, prin controlul centrilor vegetativi din trunchiul cerebral și măduva spinării. Prin această funcție, hipotalamusul influențează presiunea arterială, rata și forța contracțiilor inimii, motilitatea tubului digestiv, frecvența și amplitudinea ventilației pulmonare, diametrul pupilei și multe alte activități viscerale.

2. Prin nucleii săi pentru perceperea plăcerii, fricii, furiei, hipotalamusul este **centrul reacțiilor emoționale**, de unde, pe căi nervoase vegetative, inițiază expresiile fizice ale emoțiilor.

3. „**Termostatul corpului uman**“ este localizat în hipotalamus, unde ajung informații de la termoreceptorii periferici care îi permit monitorizarea temperaturii corpului. În funcție de informațiile primite, **centrii termoreglării** din hipotalamus inițiază răcirea corpului (prin transpirație) sau încălzirea corpului (prin frisoane) și, în acest fel, **homeotermia**.

4. **Reglarea aportului alimentar** este realizată prin activitatea **centrilor foamei și sațietății** din hipotalamus, centrii stimulând de nivelul sangvin al nutrienților și de unii hormoni.

5. **Reglarea echilibrului hidric și a setei** este realizată prin informațiile furnizate de osmoreceptorii viscerali sensibili la variațiile concentrațiilor mediului intern. Când concentrația mediului intern este mare, osmoreceptorii sunt stimulați și transmit impulsuri centrilor hipotalamici. Aceștia acționează asupra

lobului posterior al hipofizei și determină eliberarea hormonului antidiuretic ADH ce provoacă reținerea apei la nivelul rinichilor. Totodată, aceleași condiții stimulează neuronii din centrul hipotalamic al setei, determinând consumul de lichide.

6. **Reglarea ritmului nictemeral (somm-veghe)** este realizată de hipotalamus împreună cu alți centrii corticali (dintre care cei mai importanți sunt cei vizuali) și subcorticali (substanța neagră din mezencefal).

7. **Controlul sistemului endocrin** este realizat de hipotalamus prin două căi importante: prin neuro-secrețiile stimulative și inhibitoare elaborate de **nucleii mijlocii** și prin secrețiile **nucleilor anteriori**: hormonii ADH și ocitocină.

Leziunile hipotalamusului pot provoca obezitatea, pierderea capacității de menținere a temperaturii corpului, pierderea apetitului. Distrugerea hipotalamusului sau a conexiunilor acestuia cu glanda hipofiză produce diabetul insipid, mult mai grav, datorită dificultăților de tratare, față de diabetul zaharat, formă mai frecventă de diabet.

GANGLIONII BAZALI

Ganglionii bazali sau **nucleii bazali** sunt situați în profunzimea substanței albe a zonei bazale a emisferelor cerebrale, deasupra diencefalului.

Structură: deși o definiție a acestor structuri este încă controversată, majoritatea anatomistilor consi-

deră că, împreună, **nucleii caudat, putamen și globus palidus** formează masa ganglionilor bazali numiți laolaltă **corpi striati**. Aceștia sunt asociați funcțional cu nucleii subtalamiți localizați în planșeul lateral al diencefalului și cu substanța neagră a mezencefalului. Prin intermediul acestor structuri conexe, ganglionii bazali primesc aferențe pe care le proiectează indirect, prin intermediul talamusului, în aria motoare din cortexul frontal, influențând astfel musculatura scheletică implicată în mișcare.

Funcțiile ganglionilor bazali. Rolul precis al ganglionilor bazali este eluziv, datorită localizării lor greu accesibile și a faptului că funcțiile lor se suprapun celor ale cerebelului. Există dovezi că ganglionii bazali intervin în reglarea atenției și în cogniție. De asemenea, ei joacă un rol important în inițierea, stoparea și monitorizarea intensității mișcărilor dictate de cortexul cerebral, în special a celor lente și stereotipice, cum ar fi balansarea brațelor în timpul mersului.

În plus, ganglionii bazali inhibă mișcărilor antagonice sau inutile și, astfel, impulsurile generate de aceștia devin necesare în menținerea capacității corpului de a desfășura mai multe activități în același timp.

Afecțiunile provocate de alterarea ganglionilor bazali se manifestă prin mișcări involuntare, cum ar fi tremurul, mai ales în repaus (boala Parkinson), lentoare în mișcări fără paralizii și modificări ale tonusului musculaturii posturale.

SUMAR

Diencefalul prezintă mai multe formațiuni nervoase: talamus, metatalamus, epitalamus și hipotalamus. Talamusul conține mai mulți nuclei, dintre care, cei mai importanți sunt cei de releu – stații sinaptice obligatorii pentru căile sensibilității exteroceptive, proprioceptive și interoceptive, care au rolul de a regla intensitatea stimulilor care sunt proiectați în scoarța cerebrală. Ca și talamusul, hipotalamusul este compus din mai mulți nuclei. Hipotalamusul este considerat punctul nodal al căilor care mediază activitatea sistemului nervos vegetativ, stările emoționale și funcțiile somatice, fiind centrul de reglare, coordonare și integrare a principalelor funcții ale organismului uman. Ganglionii bazali sunt situați în profunzimea substanței albe a zonei bazale a emisferelor cerebrale, deasupra diencefalului și joacă un rol important în inițierea, stoparea și monitorizarea intensității mișcărilor dictate de cortexul cerebral, în special a celor lente și stereotipice.

EVALUARE

1. Explicați rolul nucleilor releu din talamus.
2. Descrieți conexiunile hipotalamusului cu hipofiza și rolurile acestora.
3. Care sunt funcțiile ganglionilor bazali?

EMISFERELE CEREBRALE

Emisferele cerebrale sau creierul mare reprezintă cea mai mare formațiune nervoasă a encefalului, fiind, totodată, și cel mai nou organ nervos, din punct de vedere evolutiv.

La nivelul emisferelor cerebrale, se realizează percepția, imaginația, gândirea și raționamentul, luarea deciziilor etc.

Localizare: emisferele cerebrale sunt situate în cutia craniană, acoperind etajele inferioare ale encefalului și, totodată, ocupând cea mai mare parte a cavității craniene.

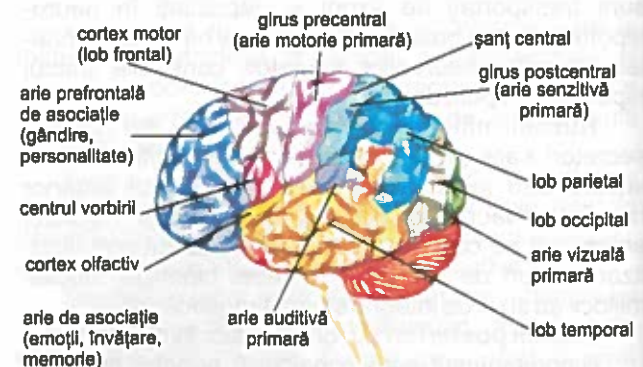


Fig. 2.24. Organizarea funcțională a emisferelor cerebrale

lobus numiți
nal cu
ral al
falului.
nglionii
direct,
in cor-
eletică

al gan-
r greu
n celor
bazali
nenea,
irea și
ortexul
m ar fi

anta-
ate de
acității
același

gionilor
m ar fi
inson),
ări ale

amusul
u căile
re sunt
ul este
uncțiile
nglionii
alului și
bral, în

al
central
nzitivă
ară)

parietal
occipital

3 vizuală
nară

temporal

brale

biologie

Morfologie: cele două emisfere cerebrale sunt separate incomplet de **fisura interemisferică** și unite bazal prin formațiuni de substanță albă (**fibre comisurale**): **corpul calos**, **fornixul** și **comisura albă** anterioară. Cele două emisfere sunt ușor asimetrice, la dreptaci fiind mai dezvoltată emisfera stângă, care coordonează mișcările voluntare ale mușchilor scheletici din jumătatea opusă a corpului și unde este localizat centrul vorbirii. Fiecare emisferă cerebrală prezintă trei fețe: laterală, medială și bazală. Fața laterală prezintă șanțuri mai adânci: **șanțul central Rolando** și **șanțul lateral Sylvius** etc. Șanțurile delimitează lobi: **frontal**, **parietal**, **temporal** și **occipital**. Suprafața emisferelor prezintă și șanțuri superficiale care delimitează circumvoluțiile sau girusurile (**precentral**, **postcentral**, **occipital**, **hipocamp** etc.). Prezența cutelor face ca suprafața totală a emisferelor cerebrale să însumeze, în medie, 2500 cm², fapt ce permite găzduirea unui număr foarte mare de neuroni.

Structură: emisferele cerebrale sunt constituite din substanță albă și substanță cenușie. **Substanța albă** se află la interior și este alcătuită din fibre de asociație, comisurale și de proiecție. **Substanța cenușie** este dispusă la suprafața emisferelor, unde formează **scoarța cerebrală**. În interiorul emisferelor se află **ventriculii laterali** (fig.2.25).

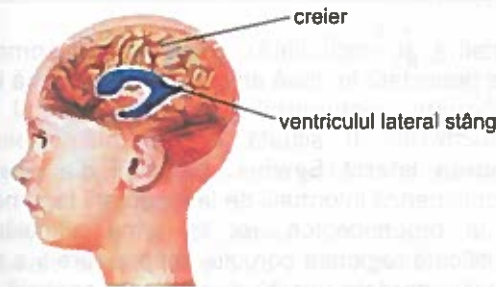


Fig. 2.25. Ventriculii laterali

Scoarța cerebrală reprezintă segmentul superior de integrare a organismului în mediul său de viață. Din punct de vedere filogenetic, scoarța cerebrală este compusă din **alocortex** și **izocortex**. **Alocortexul** este partea cea mai veche a scoarței și este format din două straturi de neuroni. Din punct de vedere filogenetic și anatomic, alocortexul este, la rândul său, compus din **arhicortex** – creier primitiv, reprezentat de **bulbii olfactivi** și unii **nuclei ai ganglionilor bazali**, și din **paleocortex**, compus din structuri ale **sistemului limbic**. **Izocortexul**, numit și **neocortex**, reprezintă aproximativ 85% din scoarța cerebrală și este compus din mai multe tipuri de neuroni (piramidali, granulari și fusiformi), dispuși în șase straturi.

Sistemul limbic (fig. 2.26) este dispus în jurul diencefalului, sub forma unui arc de cerc și este compus dintr-un set complex de structuri: **tractul olfactiv**, **corpul amigdalian**, **hipocampus**. Aceste structuri prezintă numeroase conexiuni cu fasciculele olfactive, cu talamusul, hipotalamusul, trunchiul cerebral,

precum și cu alte zone corticale. Sistemul limbic deține funcții diverse; este **zonă de proiecție primară** și de integrare a informațiilor olfactive, intervine în asigurarea capacității organismului de a se apăra sau de a fugi de un pericol, contribuie la memorarea acelor evenimente care au produs emoții puternice (mai ales hipocampusul este implicat în învățare și memorare). Prin conexiunile sale, sistemul limbic intervine în coordonarea comportamentelor instinctuale, precum și în elaborarea motivației care stă la baza oricărui comportament. Sistemul limbic formează o unitate funcțională cu hipotalamusul, fiind astfel implicat în coordonarea activităților vegetative și endocrine. Legăturile sistemului limbic cu talamusul au fost demonstrate în cazul leziunilor sau stimulărilor nucleilor talamici și sistemului limbic care au avut drept consecințe modificări ale reacțiilor emoționale și comportamentale.

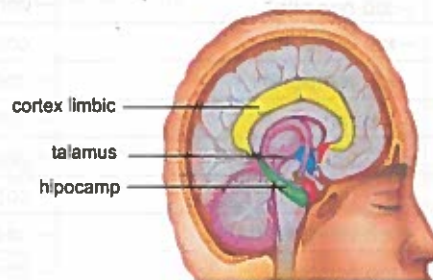


Fig. 2.26. Sistemul limbic

Neocortexul este compartimentul executiv al sistemului nervos, locul unde se află **centrii conștienței**. Această structură ne face conștienți de noi înșine, ne permite să simțim, să comunicăm, să recunoaștem și să ne amintim, să înțelegem, să decidem mișcări voluntare și comportamente prin care ne relaționăm cu mediul înconjurător. În structura neocortexului intră, alături de celulele gliale, miliarde de corpi de neuroni aranjați în șase straturi, care reprezintă 40% din masa totală a creierului. Grosimea neocortexului este cuprinsă între 2 și 4 mm, iar circumvoluțiile îi triplează suprafața. Cercetările asupra grosimii și structurii neocortexului au evidențiat variații care au condus la elaborarea unui mozaic numerotat compus din 52 de **arii corticale** numite și **ariile lui Brodmann** (1906). Tehnicile moderne (RMN) au localizat arii cu funcții specifice, motorii și senzoriale, și zone extinse, implicate în realizarea funcțiilor mentale superioare, ca memoria sau limbajul (fig. 2.27).



Fig. 2.27. Ariile Brodmann

Aceste arii corticale prezintă următoarele caracteristici:

- sunt diferențiate funcțional în arii motorii, senzitivo-senzoriale (receptoare) și de asociație;
- fiecare emisferă controlează sensibilitatea și mișcarea părții opuse a corpului;

- cu toate că, morfologic, cele două emisfere apar simetrice, ele sunt specializate funcțional;

- nici o arie corticală nu acționează independent, ci toate interacționează pentru îndeplinirea oricărei funcții.

Tabel 2.13. Ariile corticale după Brodman

NUMERE	LOCALIZARE	FUNCȚII
1, 2, 3	- girus postcentral - lob parietal	- somatosenzitiv
4	- girus precentral - lob frontal	- arie motorie primară
5, 7	- lob parietal	- arie de asociație somatosenzitivă
6, 8, 9	- lob frontal	- arie de asociație motorie
10	- lob frontal	- arie de asociație motorie generală
11	- cortex prefrontal	- rezolvare probleme complexe cu sarcini multiple
17	- lob occipital	- cortex vizual primar
18, 19	- lob occipital	- cortex vizual de asociație
20, 21, 38	- lob temporal	- cortex de asociație senzorial
22	- lob temporal	- cortex de asociație auditiv (înțelegerea cuvintelor auzite) centrul Wernicke
37	- lob temporal	- cortex de asociație senzorial general
39	- lob parietal	- girus angular - recunoașterea lumii înconjurătoare
40	- lob parietal	- cortex somatosenzitiv de asociație
41, 42	- lob temporal	- cortex auditiv
44, 45, 46	- lob frontal	- centrii vorbirii - aria Broca

Neocortexul motor este regiunea din care sunt inițiate impulsurile motorii care vor fi transmise nucleilor motori situați în etajele subcorticale, pe căile piramidale și extrapiramidale care asigură motilitatea voluntară și stereotipică automată. **Aria motorie primară** este situată în **aria 4 din girusul precentral al lobului frontal** și cuprinde reprezentările tuturor segmentelor corpului extinse în concordanță cu complexitatea mișcărilor acestora, într-o hartă numită **homunculus motor** (fig. 2.28).

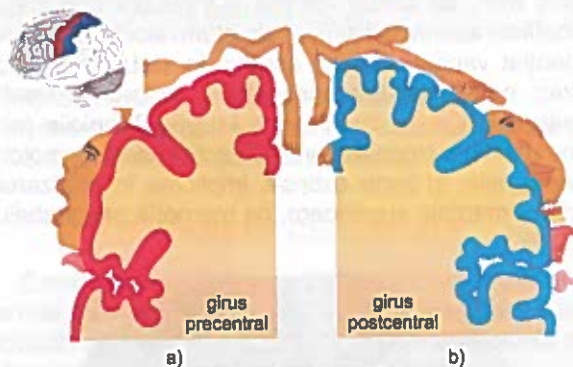


Fig. 2.28. Homunculus
a) motor; b) senzitiv

Neocortexul receptor sau senzitivo-senzorial reprezintă zona de proiecție a sensibilităților specifice, care cuprind sensibilitatea somestezică (sensibilitatea generală a corpului: tactilă, termică și dureroasă) și sensibilitatea senzorială (vizuală, auditivă, olfactivă,

gustativă și vestibulară). Sensibilitatea somestezică este proiectată în două arii: **aria somestezică I** situată în **girusul postcentral din lobul parietal** și **aria somestezică II** situată în **peretele superior a șanțului lateral Sylvius**. Neuronii din aceste arii recepționează informații de la receptorii tegumentari și de la proprioceptori, iar în urma stimulării este identificată regiunea corpului asupra căreia a acționat stimulul, abilitate numită discriminare spațială. În aria somestezică I este reprezentată spațial fiecare regiune a corpului, direct proporțional cu densitatea receptorilor, astfel încât buzele, fața, vârful degetelor au reprezentarea cea mai mare. Conturul acestor reprezentări spațiale ale corpului în aria somestezică se numește **homunculus senzitiv**.

Neocortexul de asociație comunică, („est asociat”) cu ariile motorii și senzitive, analizează informațiile primite de la acestea, integrându-le și „comparându-le” cu experiențele anterioare. Neocortexul de asociație este extins în toată scoarța cerebrală, fiind compus din patru zone funcționale: 1) cortex prefrontal, 2) ariile limbajului din jurul șanțului lateral, 3) aria de interpretare generală extinsă în trei lobi (parietal, temporal și occipital) și 4) aria de asociație viscerală din apropierea ariei limbajului. Cortexul prefrontal este aria de asociație cea mai complexă, implicată în cogniție, inteligență, personalitate, memorie etc. Pierderea funcționalității acestor arii face imposibile capacitățile de abstractizare, raționare, memorizare, conștientizare, planificare etc.

Procesele corticale fundamentale sunt excitația și inhibiția. **Excitația** este procesul prin care o activitate este declanșată, intensificată și întreținută, iar **inhibiția** este procesul prin care o activitate este diminuată sau oprită.

La nivelul scoarței cerebrale, cele două procese, excitația și inhibiția, se află în permanentă intercondiționare și mobilitate, fenomen numit **dinamică corticală**, derulată după două legi: legea iradierii și concentrării și legea inducției reciproce.

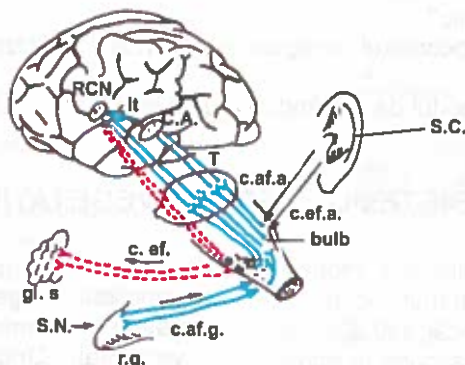
Conform **legii iradierii și concentrării**, excitația sau inhibiția apărute într-un focar cortical au inițial tendința de a se extinde în regiunile adiacente, iar ulterior, de a se concentra în punctul de formare inițial. Viteza iradierii excitației este mai mare decât viteza iradierii inhibiției.

Legea inducției reciproce se manifestă prin apariția unei zone de inhibiție în jurul unui focar de

excitație și, respectiv, a unei zone de excitație în jurul unui focar de inhibiție. Aceste procese intervin în realizarea activității scoarței cerebrale, cum ar fi dobândirea reflexelor condiționate, învățarea, memoria etc.

Reflexele condiționate sunt răspunsuri declanșate de un stimul inițial indiferent (S.C.), după ce acesta a acționat de mai multe ori împreună cu un stimul necondiționat (S.N.), care produce, în mod normal, un răspuns innăscut. De exemplu, sunetul unui clopoțel înainte de primirea hranei, după mai multe repetări, va produce salivare chiar în lipsa hranei, care este stimulul necondiționat. Astfel de asocieri stau la baza dobândirii unui număr imens de reflexe condiționate. Mecanismul dobândirii unui reflex condiționat (fig. 2.29) constă în formarea unor conexiuni între focarele excitate simultan, prin iradierea excitației de la focarul stimulată de stimulul condiționat spre focarul stimulată de stimulul necondiționat.

S.N. = stimul necondiționat
S.C. = stimul condiționat
r.g. = receptor gustativ
c.af.g. = cale aferentă gustativă
r.a. = receptor auditiv
c. af. = cale aferentă auditivă
T = talamus



C.A. = centru auditiv
RCN = centru reflex necondiționat
It = iradiere temporală
c.af.a. = cale eferentă auditivă
gl. s. = glandă salivară

Fig. 2.29. Formarea reflexului condiționat

La nivelul cortexului se manifestă două forme de inhibiție:

1. **inhibiția necondiționată**, întâlnită și în celelalte etaje ale nevraxului, și care poate fi de două tipuri: **inhibiție de protecție**, declanșată de un stimul prea puternic sau cu un timp de acțiune prea lung și **inhibiție externă**, declanșată de un stimul nou, necunoscut, în timpul derulării unui reflex condiționat (învățat).

2. **inhibiția condiționată**, caracteristică exclusiv a scoarței cerebrale, este, și ea, de mai multe tipuri, putând să apară după dobândirea unui reflex condiționat. Astfel, deosebim: **inhibiție condiționată de stingere** – după numeroase aplicări numai ale stimulului condiționat, **de diferențiere** – prin utilizarea unui stimul condiționat cu intensități variabile și **de întârziere** – atunci când este mărit intervalul între aplicarea stimulului condiționat și cel necondiționat.

Aplicație practică

Determinarea emisferei dominante – investigație

96% din populație posedă centrul vorbirii în emisfera stângă și peste 90% dintre aceștia sunt dreptaci, adică preferă să utilizeze mâna dreaptă pentru activitățile curente ca: scris, decupat, aruncarea mingiei etc. Pe parcursul acestei investigații, veți verifica dacă emisfera stângă este dominantă și

determină utilizarea piciorului, ochiului, urechii de pe aceeași parte cu mâna dreaptă.

Materiale necesare: fișe de lucru, voluntari sau colegi investigați.

Fișă de lucru: este folosită o fișă pentru fiecare subiect investigat, rezultatele din fișă vor fi interpretate și se va decide emisfera cerebrală dominantă, bifând în spațiul corespunzător din următorul tabel.

Parte a corpului	Activitate urmărită	Utilizarea emisferei drepte	Utilizarea emisferei stângi
– mână	– scris		
	– tăiat		
	– aruncarea mingiei		
	– utilizarea tacâmurilor		
– picior	– lovirea mingiei		
	– strivirea unui obiect		
	– urcarea pe trepte		
– ochi	– privirea printr-un tub		
	– privirea printr-o gaură		
– ureche	– ascultarea unui mesaj șoptit		
	– ascultarea boxei unui casetofon		
	– ascultarea cu urechea lipită de perete		

Capitolul 2

Însumați rezultatele obținute de la toate persoanele investigate. Determinați procentul subiecților de sex feminin și de sex masculin care folosesc mâna dreaptă, piciorul drept, urechea și ochiul drept. Comparați datele voastre cu rezultatele din tabelul alăturat (tabel de referință).

Partea dreaptă a corpului	Bărbați %	Femei %
– mână	86	90
– picior	77	86
– ochi	55	65
– ureche	73	69

SUMAR

Creierul este compus din două emisfere cerebrale separate incomplet de fisura interemisferică și unite bazal prin formațiuni de substanță albă.

Emisferele cerebrale sunt constituite din substanță albă la interior, alcătuită din fibre de asociație, comisurale și de proiecție și din substanță cenușie, care constituie scoarța cerebrală dispusă la suprafață și reprezintă segmentul superior de integrare a organismului în mediul său de viață. Din punct de vedere filogenetic, scoarța cerebrală este compusă din allocortex și izocortex (85% din scoarța cerebrală, compus din 6 straturi de neuroni). Izocortex prezintă arii cu funcții specifice, motorii și senzoriale, și zone extinse implicate în realizarea funcțiilor mentale superioare, ca memoria sau limbajul etc.

EVALUARE

1. Care sunt funcțiile sistemului limbic?
2. Realizați o comparație între neocortexul receptor și cel motor, precizând localizările, structura și funcțiile acestora.
3. Analizați figura 2.29 și explicați modul de dobândire a unui reflex condiționat.

SISTEMUL NERVOS VEGETATIV

Sistemul nervos vegetativ realizează monitorizarea condițiilor mediului intern, determinând modificările adaptative ale acestuia, intensificări sau diminuări ale activității organelor interne, ca răspuns la schimbările condițiilor fiziologice. Activitățile determinate de sistemul nervos vegetativ se desfășoară fără controlul conștient al persoanei, fiind executate de structurile organelor interne, cum sunt: mușchiul cardiac, mușchii netezi, glandele.

Caracteristici generale. Sistemul nervos vegetativ este alcătuit din două componente: sistemul nervos vegetativ simpatic și sistemul nervos vegetativ parasimpatic, ambele cu o **componentă centrală** situată în **nevrax** și o **componentă periferică** reprezentată de **ganglioni nervoși și nervi**. Plasarea centrilor vegetativi în nevrax demonstrează legătura structurală și funcțională dintre sistemul nervos vegetativ și cel somatic, fapt ce asigură adaptarea activității viscerale la condițiile de mediu extern.

Spre deosebire de eferența somatică, compusă dintr-un singur neuron, **eferența vegetativă este compusă din doi neuroni**. **Primul motoneuron vegetativ** se numește **preganglionar**, are axon mielinizat și leagă centrii vegetativi de ganglionii vegetativi; aceștia pot fi situați în afara organului inervat (**previscerali**) sau în structura organului inervat (**intramurali**). **Al doilea neuron motor** cu corpul neuronal în ganglionul vegetativ, se numește **postganglionar** și are axonul nemielinizat. Acesta va ajunge la nivelul organului efector.

Neuronii preganglionari au originea în coarnele medulare laterale și în nucleii vegetativi din trunchiul

cerebral, iar **neuronii postganglionari** provin c ganglionii vegetativi situați în regiunea capului gâtului, abdomenului și în lanțul ganglionar later vertebral. Originile neuronilor motori vegetat preganglionari permit diferențierea celor doi componente ale sistemului nervos vegetativ: simpatic și parasimpatic. Ambele componente sunt subordonate sistemului nervos somatic, direct hipotalamusului și indirect sistemului limbic și neocortexului

SISTEMUL NERVOS VEGETATIV SIMPATIC

Sistemul nervos vegetativ simpatic intervine în situațiile numite „fugă sau luptă”, adică situațiile de urgență în care organismul are nevoie de o mare cantitate de energie, care să permită adaptarea rapidă la situații neobișnuite. Astfel, simpaticul este cel care determină accelerarea ritmului cardiac, creșterea frecvenței cardiace, vasodilatația vaselor care irigă mușchii scheletici, creșterea nivelului glucozei în sânge (glicemie) și, totodată, diminuarea activității digestive, renale sau a altor funcții neesențiale în timpul situației de urgență. Într-un mediu constant sistemul vegetativ simpatic nu este indispensabil, iar adaptarea în situații extreme ar fi imposibilă fără el.

Structura sistemului nervos vegetativ simpatic (fig. 2.30). **Porțiunea centrală** a sistemului nervos vegetativ simpatic este situată în **coarnele laterale** ale măduvei spinării de la **nivelul toracic și lombar** (T1 – L2), unde se află corpul neuronilor preganglionari subordonați direct hipotalamusului posterior. **Porțiunea periferică** a sistemului vegetativ

simpatic este reprezentată de **două lanțuri ganglionare laterovertebrale** compuse din câte 19 – 22 ganglioni (3 cervicali, 10 – 12 toracali, 4 – 5 lombari, 4 – 5 sacrali, 1 coccigian) și ganglioni previscerali (celiac, mezenteric superior, mezenteric inferior). Alături de aceste structuri, medulosuprarenala, componentă a glandei suprarenale, este parte funcțională a sistemului nervos vegetativ simpatic, fiind un ganglion simpatic modificat, compus practic din neuroni postganglionari simpatici.

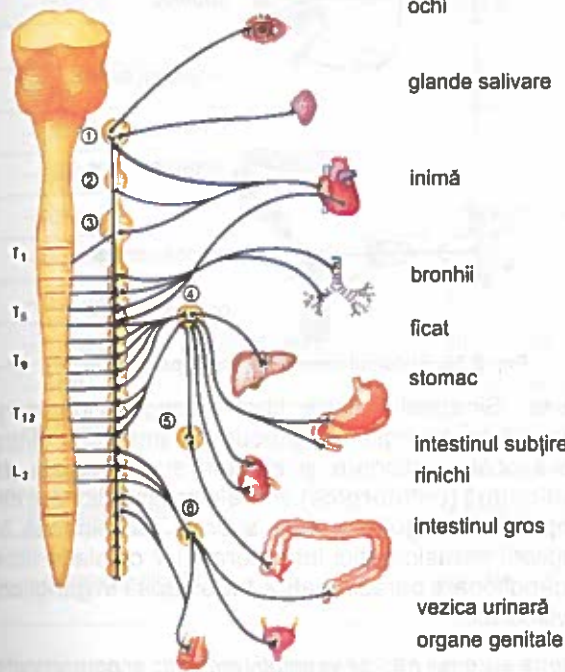


Fig. 2.30. Sistemul nervos vegetativ simpatic

1. ganglion cervical superior; 2. ganglion cervical mijlociu;
3. ganglion cervical inferior; 4. ganglion celiac;
5. ganglion mezenteric superior; 6. ganglion mezenteric inferior

În general, **eferența simpatică** este compusă dintr-un **neuron preganglionar** mielinizat scurt care face sinapsă mediată de **acetilcolină (colinergică)** și un **neuron postganglionar** lung care face sinapsă mediată de **adrenalină și noradrenalină (adrenergică)**.

Fibrele preganglionare se îndreaptă spre ganglionii laterovertebrali din imediata apropiere, de unde pot urma una dintre următoarele trei căi (fig. 2.31):

a) fac sinapsă în ganglionii laterovertebrali din imediata vecinătate, de unde fibrele postganglionare amielinice reintră prin ramura comunicantă cenușie în trunchiul nervilor spinali, de unde se distribuie glandelor sudoripare, vaselor din tegument sau mușchilor erectori ai firelor de păr.

b) trec prin ganglionul învecinat din lanțul laterovertebral fără a face sinapsă în acesta și intră în constituția nervilor splanhnici care se îndreaptă spre ganglionii previscerali neperechi (celiac, mezenteric superior, mezenteric inferior). Impulsurile nervoase vor fi transmise musculaturii netede din organele

interne de fibrele postganglionare. Unele fibre preganglionare trec și prin acești ganglioni, fără să facă sinapsă, și se îndreaptă spre medulosuprarenală, unde fac sinapsă cu neuroni postganglionari modificați care au funcție secretorie.

c) trec din ganglionul din imediata vecinătate, în ganglionii laterovertebrali din etaje superioare sau inferioare, unde vor face sinapsă.

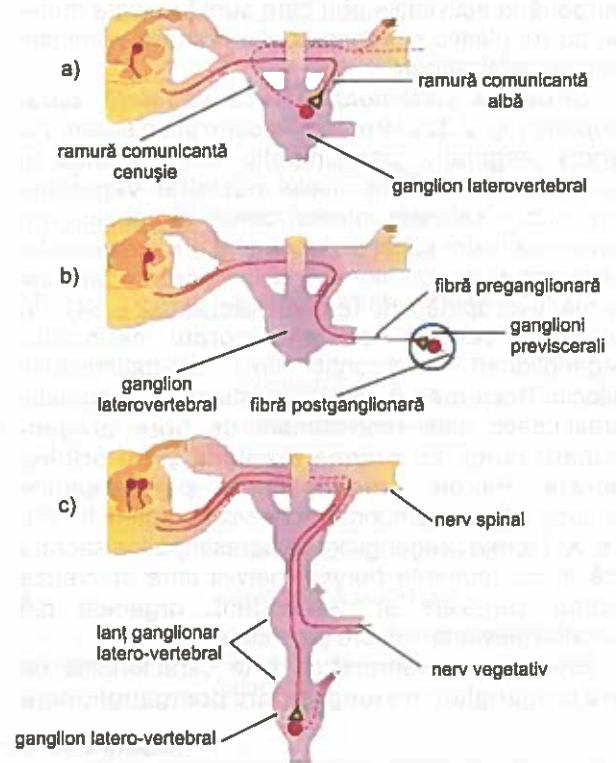


Fig. 2.31. Eferența simpatică

Rolul sistemului nervos vegetativ simpatic.

Efectele adrenalinei asupra glandelor sau mușchilor sunt stimulatoare în anumite cazuri și inhibitoare în altele (tabelul 2.14).

Tabelul 2.14. Efectele simpaticului

Stimulare	Inhibare
– activitate cardiacă	– contracția pereților rectului
– presiune arterială	– termoliză, glicogeneză, lipogeneză
– dilatarea pupilei	– contracția pereților vezicii urinare
– dilatarea bronhiilor și traheei	– activitatea motorie a tubului digestiv
– dilatarea vaselor din musculatura scheletică, creier, mușchi cardiac	– constricția vaselor din tegument și viscere

Activarea sistemului nervos vegetativ simpatic este generalizată, deoarece un singur neuron preganglionar face sinapsă cu numeroși neuroni postganglionari, iar eliberarea în sânge a adrenalinei de către medulosuprarenală expune la stimulare toate celulele corpului, chiar dacă nu toate primesc stimularea directă de la fibrele postganglionare simpatiche.

nel %

azal prin
rale și de
egmentul
rală este
ocortexul
mentale

si funcțiile

provin din
capului,
ar latero-
vegetativi
lor două
r: simpatic
nt subor-
ct hipota-
ortexului.

MPATIC

tervine în
tuațiile de
e o mare
rea rapidă
e cel care
creșterea
care irigă
ucozei în
activității
ențiale pe
constant,
sabil, însă
fără el.

vegetativ
sistemului
coarnele
toracic și
neuroniilor
alamusului
ii vegetativ

Biologie

SISTEMUL NERVOS VEGETATIV PARASIMPATIC

Sistemul nervos vegetativ parasimpatic intervine în reglarea activității viscerale în condiții obișnuite de viață, fiind componenta sistemului nervos vegetativ caracterizată de cuvântul „odihnă”, deoarece asigură menținerea stării de funcționare normală a corpului, coordonând activitățile prin care sunt furnizate materiile cu rol plastic și energetic din hrană și eliminate resturile nefolositoare.

Structura sistemului nervos vegetativ parasimpatic (fig. 2.32). **Porțiunea centrală** a sistemului nervos vegetativ parasimpatic este situată în **trunchiul cerebral**, la nivelul **nucleilor vegetativi** (din bulb – salivator inferior, dorsal al vagului, din punte – salivator superior, lacrimal și din mezencefal – accesoriu al oculomotorului) și în **coarnele laterale** ale măduvei spinării **de la nivel sacrat (S2 – S4)**. În porțiunea centrală se află corpul neuronilor preganglionari subordonați direct hipotalamusului mijlociu. **Porțiunea periferică** a sistemului vegetativ parasimpatic este reprezentată de **fibre preganglionare lungi, cu origine craniană și cu origine sacrată**. Fibrele preganglionare parasimpatice craniene intră în componența nervilor cranieni III, VII, IX și X. Fibrele preganglionare parasimpatice sacrate intră în componența nervilor pelvici care inervează colonul transvers și descendent, organele din cavitatea pelviană, urinare și genitale.

Eferența parasimpatică este caracterizată de **fibre preganglionare lungi și fibre postganglionare**

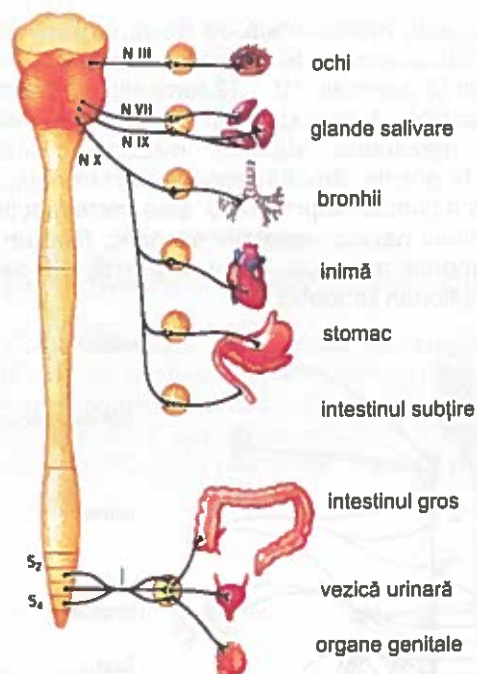


Fig. 2.32. Sistemul nervos vegetativ parasimpatic

scurte. Sinapsele dintre fibrele preganglionare și neuronul postganglionar, precum și sinapsele dintre fibrele postganglionare și efectori sunt mediate de **acetilcolină (colinergice)**. Fibrele preganglionare din componența vagului și cele sacrate fac sinapsă în ganglionii parasimpatice intramurali, iar celelalte fibre preganglionare parasimpatice fac sinapsă în ganglionii previscerali.

Tabelul 2.15. Comparație între sistemul nervos vegetativ simpatic și parasimpatic

SNV Simpatic		SNV Parasimpatic
Locația originii fibrelor preganglionare	– măduva toraco-lombară	– nucleii vegetativi din trunchi și măduva sacrată
Locația originii fibrelor postganglionare	– ganglionii laterovertebrali	– ganglionii previscerali și intramurali
Caracteristica fibrelor preganglionare	– scurte	– lungi
Caracteristica fibrelor postganglionare	– lungi	– scurte
Mediatorul chimic în sinapsa din ganglion	– acetilcolină	– acetilcolină
Mediatorul chimic al fibrelor postganglionare	– adrenalină, noradrenalină	– acetilcolină

Fiecare neuron preganglionar parasimpatic face sinapse cu un număr redus de neuroni postganglionari localizați în vecinătatea sau direct în organul efector – mușchi neted sau glandă. Conexiunile limitate ale fibrelor preganglionare parasimpatice explică acțiunile limitate și discrete ale sistemului nervos vegetativ parasimpatic.

Rolul sistemului vegetativ parasimpatic este cel de a interveni în reglarea activității organelor interne în condiții obișnuite de viață. Stimularea parasimpatică produce diminuarea frecvenței cardiace, scăderea presiunii arteriale, constricția pupilei, diminuarea peristaltismului gastrointestinal, vasodilatarea vaselor tegumentare etc.

În concluzie, sistemul nervos vegetativ parasimpatic readuce funcțiile organismului la normal, după ce acestea au fost modificate de stimularea simpatică. În situații periculoase, sistemul nervos vegetativ simpatic pregătește organismul pentru acțiuni intense, uneori violente, iar ulterior, sistemul vegetativ parasimpatic readuce activitatea organelor la starea bazală, după ce pericolul a încetat să amenințe.

În general, organele interne primesc dublă inervație vegetativă, simpatică și parasimpatică, efectele celor două sisteme fiind antagonice. Există și excepții, cum este cazul organelor sexuale, unde parasimpaticul determină erecția, iar simpaticul produce

ejacularea. Între sistemul nervos vegetativ și sistemul nervos somatic există o strânsă îmbinare fiziologică și structurală, ultima fiind evidentă la nivelul porțiunilor centrale. Aceste legături devin evidente în adapta-

bilitatea organismului la variațiile factorilor de mediu. Efectele stimulării celor două sisteme vegetative simpatic și parasimpatic, sunt sintetizate în tabelul 2.16.

Tabelul 2.16. Efectele stimulării vegetative

Organul inervat	Efectele stimulării simpaticice	Efectele stimulării parasimpaticice
- mușchii circulari ai irisului	-	- contracție
- mușchii radiați ai irisului	- contracție	-
- glande sudoripare	- secreție stimulată	-
- glande lacrimale	-	- secreție stimulată
- glande salivare	- secreția scade; saliva este mai vâscoasă	- secreția crește, saliva este mai apoasă
- glande gastrice	-	- stimularea secreției
- glande intestinale	-	- stimularea secreției
- miocard	- crește frecvența cardiacă	- scade frecvența cardiacă
- bronhiole	- dilatare	- constricție
- tub digestiv	- inhibă motilitatea	- stimulează motilitatea
- musculatura tubului digestiv	- stimularea contracției	- stimulează relaxarea
- ficat	- stimularea glicogenolizei	-
- adipocite	- stimularea hidrolizei grăsimilor	-
- pancreas	- relaxarea musculaturii	- stimulează secreția exocrină
- vezica urinară	- inhibă secreția exocrină	- stimulează contracția
- sfinctere digestive	- constricția sfincterului anal intern, relaxarea musculaturii, defecația nu se produce	- relaxarea sfincterului anal intern, contracția musculaturii, producerea defecației

La nivelul organelor interne, **fibrelle nervoase vegetative** formează plexuri vegetative sau autonome simpatico-parasimpaticice, de unde pleacă fibre postganglionare la viscere. După localizarea lor, aceste plexuri se clasifică astfel:

- **plexuri prevertebrale:** celiac, mezenteric superior și mezenteric inferior;
- **plexuri previscerale:** faringian, laringian, tiroidian, esofagian, cardiac, pulmonar, hepatic, gastric, pancreatic, splenic, hipogastric superior și inferior;
- **plexuri intramurale:** Meissner și Auerbach, situate în pereții tubului digestiv și plexuri situate în pereții vaselor de sânge.

Cu toate că se consideră că sistemul nervos vegetativ este responsabil de activități involuntare, aceasta nu este în totalitate adevărat.

A fost demonstrat controlul conștient al activității vegetative la practicienii Yoga și budiștii Zen. În timpul perioadelor de meditație, acești practicieni sunt capabili să își modifice conștient diferite funcții, cum sunt: frecvența cardiacă, frecvența ventilației pulmonare, procese care nu sunt datorate intrării indivizilor într-o stare de somn sau de hipnoză.

Aceste efecte sunt explicate de practicanți printr-o acționare voluntară a ariilor cerebrale care controlează sistemul nervos vegetativ.

Aplicație practică

Evidențierea rolului sistemului nervos vegetativ în reglarea reflexului pupilar

Materiale necesare: 4 broaște, soluții de adrenalină 1/10000, atropină 1%, acetilcolină 1/100000, pilocarpină 2%, cristalizoare, trusă de disecție, ser fiziologic, ace cu gămălie, vată.

Mod de lucru:

1. Se pregătesc patru cristalizoare mici cu ser fiziologic și alte patru în care se adaugă câte una dintre soluțiile de atropină, adrenalină, pilocarpină și acetilcolină.

2. Broaștele sunt spinalizate, fixate pe placa de disecție și enucleate. Câte un ochi, de la fiecare broască, se plasează în ser fiziologic, având rol de probă martor, iar celălalt se plasează în unul dintre cristalizoarele care conțin una dintre soluțiile amintite anterior.

3. Se observă, prin comparație cu probele martor, variațiile diametrului pupilar.

Rezultate: ochii care au fost în contact cu soluțiile de adrenalină și atropină (substanță simpaticomimetică) au pupila dilatată (**midriază**). În schimb, cei care au fost în contact cu soluția de acetilcolină și pilocarpină (parasimpaticomimetice) au pupila micșorată (**mioză**).

SUMAR

Sistemul nervos vegetativ coordonează activitatea viscerală inconștientă, fiind compus din sistemul nervos vegetativ simpatic și sistemul nervos vegetativ parasimpatic. Fiecare sistem nervos vegetativ are o componentă centrală, situată în nevrax și o componentă periferică, reprezentată de ganglioni nervoși și fibre nervoase. Eferența vegetativă este alcătuită din doi neuroni, unul preganglionar și unul ganglionar. Sinapsa dintre neuronul preganglionar și cel postganglionar este mediată de acetilcolină. Sinapsa cu efortorii este mediată de adrenalină în eferența simpatică și de acetilcolină în eferența parasimpatică. Sistemul nervos simpatic are un rol important în situații neobișnuite, periculoase, punând organismul în condiții optime pentru „fugă sau luptă”, iar sistemul nervos parasimpatic reglează activitatea organelor interne în condiții obișnuite de viață.

EVALUARE

1. Explicați mecanismele implicate atunci când o persoană roșește.
2. Identificați efortorii care primesc numai inervație simpatică și explicați modul în care este reglată activitatea acestora.
3. Explicați de ce o persoană transpiră mai intens după o alergare.

NOȚIUNI ELEMENTARE DE IGIENĂ ȘI PATOLOGIE A SISTEMULUI NERVOS

O viață sănătoasă nu este posibilă fără funcționarea normală a sistemului nervos, care coordonează activitatea tuturor organelor corpului și, totodată, determină modul în care gândim, simțim, ne comportăm și facem față diferitelor situații. De sănătatea noastră mentală depinde modul în care ne vedem pe noi înșine, viețile noastre și ale celor din jurul nostru, modul în care

evaluăm diferitele probleme curente, trecute sau de perspectivă, precum și modul în care facem față la stres, ne relaționăm cu cei din jur și luăm decizii.

Având în vedere rolurile sistemului nervos, este necesar să respectăm măsurile igienice de păstrare a sănătății organelor nervoase, evitând și preîntâmpinând efectele factorilor de risc (tabelul 2.17).

Tabelul 2.17. Factorii de risc și efectele acestora asupra sistemului nervos

Factorii de risc	Efectele
– mecanici, fizici: accidente, radiații	– leziuni ale organelor nervoase – paralizii – moarte
– chimici: alcoolul, nicotina din țigări, cofeina din cafea, drogurile, excesul de medicamente	– stare de ebrietate, tulburări de comportament, de vază, de auz, intoxicații – tulburări de memorie, de vedere, oboseală nervoasă – insomnie, delir, pierderea cunoștinței – tulburări de comportament, vizuale, auditive, agitație, insomnii, violență
– biologici: virusuri, bacterii, viermi intestinali	– leziuni ale organelor nervoase – infecții ale meningelor

Viața modernă, agitată, obosește sistemul nervos, fiind una dintre cauzele afectării sănătății mentale, care este amenințată și de o activitate intelectuală neechilibrată, desfășurată în salturi, fără un antrenament constant.

Oboseala nervoasă se manifestă prin scăderea puterii de concentrare, precum și a puterii de muncă. Oboseala nervoasă conduce la depresie nervoasă, caracterizată de incapacitatea de a finaliza munca începută și de apatie și tristețe.

Evitarea oboselei nervoase se poate realiza prin: respectarea orelor de somn, disciplinarea efortului intelectual, activități în aer liber: ca plimbări, excursii sau diverse activități sportive de agrement.

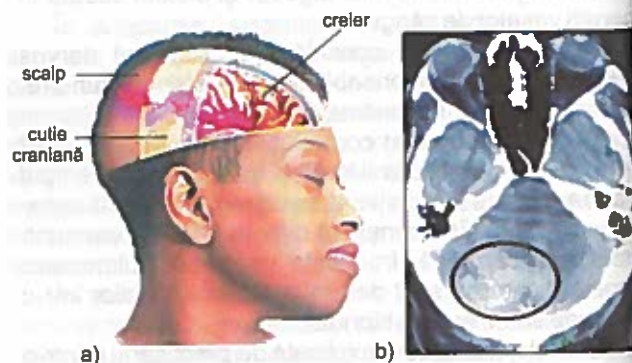


Fig. 2.33. Hemoragie cerebrală
a) vedere macroscopică; b) imagine tomografică

Tabelul 2.18. Afecțiuni ale sistemului nervos

Afecțiune	Simptome	Cauze	Tratament
Convulsii	<ul style="list-style-type: none"> – contracții violente, involuntare, ale unui sau ale tuturor membrilor sau chiar ale întregului corp – o activitate electrică excesivă a creierului, manifestările depinzând de arile corticale afectate 	<ul style="list-style-type: none"> – pusee febrile sau semne ale unor boli ca: epilepsia, meningita, encefalita 	<ul style="list-style-type: none"> – la recomandarea și sub controlul medicului specialist
Epilepsie	<ul style="list-style-type: none"> – convulsii, de la câteva secunde până la câteva minute 	<ul style="list-style-type: none"> – nu sunt pe deplin cunoscute; există factori care interferează cu impulsurile electrice; la nivelul creierului, se produc descărcări electrice bruște, excesive și dezorganizate 	<ul style="list-style-type: none"> – nu există niciun tratament care să vindece epilepsia, dar, din fericire, există tratamente care să controleze apariția convulsiilor epileptice și care pot preveni repetarea acestora
Meningită	<ul style="list-style-type: none"> – febră, durere a cefei, dureri mari de cap, stări de vomă, uneori însoțite de stări de confuzie, somnolență, dificultăți la mers, convulsii 	<ul style="list-style-type: none"> – infecție virală și bacteriană a meningelor spinale sau cerebrale 	<ul style="list-style-type: none"> – la recomandarea medicului – pentru protecție se recomandă vaccinarea
Encefalită	<ul style="list-style-type: none"> – febră, dureri de cap, apetit scăzut, lipsă de energie sau o stare generală de rău, pupile de diferite dimensiuni, confuzie, dezorientare, convulsii, probleme de auz sau vorbire, halucinații, vedere dublă, dificultăți în mișcarea brațelor sau a picioarelor, amorțire, pierderi de memorie, amețeală etc. 	<ul style="list-style-type: none"> – inflamare la nivelul creierului produsă de un virus, cel mai periculos fiind virusul HSV (herpes simplex), fatal în 50% din cazuri 	<ul style="list-style-type: none"> – corticosteroizii, la recomandarea și sub supraveghere medicală
Hemoragiile cerebrale (fig. 2.33)	<ul style="list-style-type: none"> – cefalee violentă, semne meningiene (grețuri, vărsături și durere la flexia cefei) – bolnavul își pierde rapid cunoștința și cade într-o comă profundă și prelungită (câteva zile) – hemiplegie 	<ul style="list-style-type: none"> – hipertensiunea arterială; în absența acesteia, în special sub vârsta de 40 de ani, o altă cauză pot fi malformațiile vasculare congenitale (anevrisme sau angioame), leucemia etc. 	<ul style="list-style-type: none"> – sub supravegherea medicului – adesea recidive
Comă	<ul style="list-style-type: none"> – stare de somn, cu ochii închiși, nu vorbește și nu reacționează specific la stimuli 	<ul style="list-style-type: none"> – stare de inconștiență instalată imediat după o traumă cerebrală 	<ul style="list-style-type: none"> – la recomandarea și sub supravegherea medicului

SUMAR

Având în vedere rolurile sistemului nervos, este necesar să respectăm măsurile igienice de păstrare a sănătății organelor nervoase, evitând și preîntâmpinând efectele factorilor de risc: traumatismele, bolile infecțioase, hemoragiile cerebrale, convulsiile și bolile psihice. Marea majoritate a afecțiunilor sistemului nervos întâlnite la tineri, au drept cauze factorii fiziologici, reprezentați de virusuri, bacterii sau paraziți intestinali. Afecțiunile produse de aceștia sunt: meningita, encefalita, convulsiile. O afecțiune destul de frecventă la adulții de peste 45 de ani, este hemoragia cerebrală, cauzată de hipertensiunea arterială. Această afecțiune se întâlnește și la tineri, însă, în acest caz, la originea ei stă o modificare vasculară congenitală sau leucemia.

EVALUARE

1. Care sunt factorii de risc implicați în bolile sistemului nervos?
2. Prin ce se deosebesc encefalitele de meningite?
3. Care este atitudinea corectă în cazul apariției convulsiilor la o persoană?

Capitolul 2

ANALIZATORII

Analizatorii sunt sisteme complexe, cu un mare grad de integralitate morfo-funcțională, care au rolul de a recepționa stimuli specifici, de a genera și conduce influxuri nervoase și de a forma, pe baza analizei influxurilor nervoase, senzații specifice și percepții conștiente. Pe baza informațiilor furnizate de analizatori, organismul se integrează în mediu, adoptând comportamentul adecvat schimbărilor permanente din jurul său. Fiecare analizator este alcătuit din trei segmente: periferic, de conducere și central.

Segmentul periferic sau **receptorul** este o structură specializată pentru recepționarea anumitor stimuli, care sunt variații ale diverselor forme de energie (electromagnetică, mecanică, termică, chimică). Receptorii convertesc energia stimulilor specifici în potențiale de acțiune care vor fi preluate și transmise de segmentul de conducere. Receptorii se clasifică după mai multe criterii. După localizare, pot fi **exteroceptori**, **proprioceptori** și **interoceptori**. După tipul de energie pe care îl recepționează, receptorii se clasifică în **fotoreceptori** (recepționează variații ale energiei electromagnetice), **mecanoreceptori** (recepționează variații ale energiei mecanice), **chemoreceptori** (recepționează anumite substanțe chimice), **termoreceptori** (recepționează variațiile de temperatură). După adaptabilitatea lor la stimuli, receptorii pot fi **fazici** (de exemplu, **termoreceptorii**), care se adaptează rapid (frecvența descărcărilor potențialelor de acțiune

scade cu creșterea timpului de acțiune a stimulului) și receptori **tonici** (de exemplu, receptorii pentru auz) care se adaptează greu (descarcă potențiale cu frecvență constantă pe toată durata de acțiune a stimulului). Receptorii nu respectă legea „tot sau nimic” și, la acțiunea stimulului specific cu valoare subliminară, se produce un **potențial local**, numit **potențial de receptor**. La creșterea intensității stimulului specific, potențialul de receptor crește până la atingerea pragului necesar declanșării potențialului de acțiune. Stimulii cu intensități variabile, determină descărcarea potențialelor de acțiune cu frecvențe variabile. Intensitățile mari ale stimulilor specifici determină și frecvențe mari ale potențialelor de acțiune, care vor servi la codificarea stimulilor la nivelul arilor corticale specifice.

Segmentul de conducere sau **intermediar** este format din căile senzitivo-senzoriale prin care sunt transmise impulsurile nervoase generate de receptori, către scoarța cerebrală. Aceste căi pot fi directe sau indirecte. Pe căile de conducere directe, impulsurile sunt conduse rapid, iar proiecția lor este într-o arie corticală specifică. Pe căile de conducere indirecte, impulsurile sunt conduse lent și proiectate difuz în scoarța cerebrală.

Segmentul central se află în **cortex**, unde informațiile primite de la receptori sunt analizate și sintetizate și decodificate, rezultând senzațiile.

ANALIZATORUL CUTANAT

Analizatorul cutanat deservește sensibilitățile tactilă, termică, dureroasă, de presiune și vibratorie. Receptorii acestor sensibilități sunt localizați în piele, învelișul protector al organismului (fig. 2.34).

Pielea este alcătuită din trei straturi, dispuse, de la exterior spre interior, în următoarea ordine: epiderm, derm și hipoderm.

Epidermul este un epiteliu pavimentos pluri-stratificat, keratinizat, cu o grosime cuprinsă între 0,007 – 0,12 mm. Stratul bazal este compus din celule vii: **keratinocite** (produc **keratina** – proteină ce conferă impermeabilitatea), **melanocite** (sintetizează **melanina** – pigment care colorează pielea și o protejează de radiațiile ultraviolete ale soarelui), **celule granulare nepigmentate** (fagocitează corpi străini, inclusiv bacterii, având rol de apărare), toate având capacitatea de a se divide intens, regenerând epidermul. Stratul bazal este așezat pe **membrana bazală**, prin care pătrund, prin difuziune, substanțe hrănitore de la vasele sangvine ale dermului. Celelalte straturi ale epidermului sunt compuse din celule moarte, ultimul strat descuamându-se. Epidermul nu este vascularizat, este străbătut de fire de păr și de canalele glandelor sudoripare și conține numeroase

terminațiuni nervoase libere și corpusculii tactili Merkel.

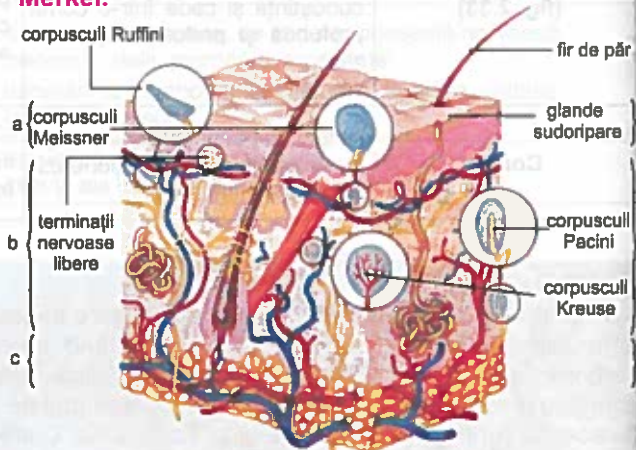


Fig. 2.34. Pielea și receptorii cutanați
a) epiderm; b) derm; c) hipoderm

Dermul este mai gros decât epidermul, fiind compus din țesut conjunctiv dispus în două straturi: **stratul papilar** spre epiderm și **stratul reticular** spre hipoderm. Stratul papilar conține ridicături tronconice, numite **papile dermice**, vizibile la suprafața pielii sub

formă de **creste papilare**, a căror imprimare formează amprente. În derm se află vase de sânge și limfatice, glande sebacee, foliculii piloși, canalele glandelor sudoripare, **fibre nervoase libere**, **corpusul Meissner, Krause și Ruffini** (fig. 2.35).

Hipodermul este compus din țesut conjunctiv lax și adipos în care se află glomerulii glandelor sudoripare, receptorii tactili reprezentați de **terminații nervoase libere**, precum și receptorii termici, **corpusul Ruffini și tactili Pacini** (fig. 2.35). În piele se află **receptori senzoriali** specializați pentru recepționarea stimulilor specifici: atingeri, presiuni, vibrații, variații termice și leziuni. Aceștia sunt prezenți în densitate mare la nivelul feței, palmelor și degetelor, tălpilor și în densitate mică la nivelul trunchiului și membrilor. De asemenea, pielea prezintă anexe comoase și glandulare. **Anexele cornoase** sunt firele de păr și unghiile, iar **anexele glandulare** sunt

glandele sebacee, glandele sudoripare și glandele mamare.

Sensibilitatea tactilă, presională și vibratorie este deservită de receptorii reprezentați de **terminații nervoase libere** și de **corpusculi**. Aceștia sunt stimulați de deformările superficiale ale tegumentului, profunde, repetate sau nu. Caracteristicile acestor receptori sunt sintetizate în tabelul 2.19.

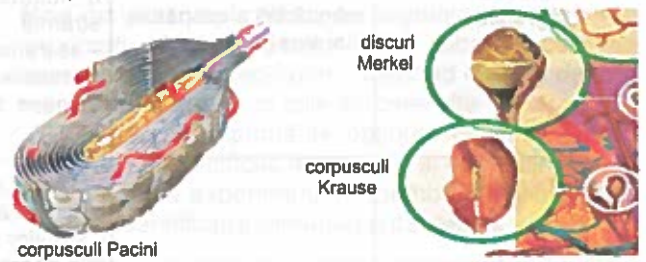


Fig. 2.35. Receptorii tactili și termici

Tabelul 2.19. Receptorii pentru sensibilitățile tactilă, presională și vibratorie

Corpusul	Localizare	Funcții
Terminații nervoase libere	– epiderm	– detectează atingerile și presiunile
Corpusculi Meissner	– derm în tegumentul fără păr	– detectează atingeri fine și vibrații cu frecvență mică
Discuri Merkel	– epiderm	– detectează atingeri puternice
Corpusculi Ruffini	– hipoderm și derm	– detectează presiuni mari și vibrații cu frecvență mare
Corpusculi Pacini	– hipoderm	– detectează presiuni și întinderi
Corpusculi Krause	– derm	– detectează presiuni slabe și vibrații cu frecvență mică

Segmentul de conducere este reprezentat de **căile sensibilității exteroceptive tactile** (epicritică și protopatică) și de **fibrele senzitive ale nervilor trigemeni** (de la nivelul tegumentului feței). **Segmentul central** este situat în **girusul postcentral din lobii parietali ai emisferelor cerebrale**.

Sensibilitatea termică este deservită de receptorii reprezentați de **terminații nervoase libere**, **corpusul Ruffini și Krause**. Aceștia sunt stimulați de variațiile termice ale mediului extern, față de temperatura corpului. Se consideră că temperaturile mai mici decât temperatura corpului stimulează receptorii Krause, iar temperaturile mai mari decât temperatura corpului stimulează corpusul Ruffini. Stimularea receptorilor termici depinde de suprafața de tegument expusă, de conductivitatea termică a obiectului aflat în contact cu tegumentul și, bineînțeles, de temperatura corpului (o persoană cu febră mare va avea senzația de frig într-o cameră încălzită normal). Corpul uman suportă mai bine variațiile termice reci, față de cele calde, astfel: față de temperatura normală a corpului de aproximativ 37°C, ne simțim bine într-o cameră la 18 – 20°C și suportăm foarte greu temperaturi de 40 – 45°C (crescute cu doar 3 – 8°C față de 37°C).

Segmentul de conducere este reprezentat de **căile sensibilității termice** și de **fibrele senzitive ale nervilor trigemeni** (de la tegumentul feței). De la căile de conducere, prin conexiuni **thalamo-hipotalamice** și **cortico-hipotalamice**, informațiile ajung la **centrii termoreglării din hipotalamus** care, în funcție de

situație, vor determina adaptarea prin piloerecție, frisoane sau prin vasodilatație și transpirație.

Segmentul central este situat în **girusul postcentral** din lobii parietali ai emisferelor cerebrale.

Sensibilitatea dureroasă, deservită de receptorii terminali, are **segmentul periferic** reprezentat de **terminațiile nervoase libere**. Acestea sunt stimulate de leziuni celulare produse de diverși stimuli mecanici, chimici, termici etc. Receptorii pentru durere se află și în organele interne, excepție făcând țesutul nervos al encefalului. De altfel, orice receptori stimulați excesiv de stimulul specific, generează impulsuri care vor determina senzații de durere, cum ar fi vederea unei lumini foarte puternice sau contactul îndelungat al pielii cu un corp foarte rece, cum este un cub de gheață.

Segmentul de conducere este reprezentat de **căile sensibilității dureroase (spinotalamice laterale)** și de **fibrele senzitive ale nervilor trigemeni** (de la tegumentul feței). **Segmentul central** este situat în **girusul postcentral din lobii parietali ai emisferelor cerebrale**.

Valoarea protectivă a receptorilor pentru durere, numiți și **nocireceptori**, este evidentă, ei semnalizând pericolele. Acești receptori au o foarte redusă adaptare la stimuli, astfel că declanșează impulsuri continue către centrii corticali, atât timp cât acționează stimulii. **Nocireceptorii viscerali** sunt stimulați și de spasme musculare, diverse substanțe chimice și chiar de scăderea aportului de sânge dintr-un anumit organ.

Tabelul 2. 20. Afecțiuni ale pielii

Afecțiune	Simptome	Cauze	Tratament
Micoză (fig. 2.36)	- cojirea pielii, iritații, mâncărimi și crăpături, mai ales între degete	- ciuperci microscopice (<i>Tinea pedis</i> , <i>Tinea facies</i> , <i>Candida albicans</i>) favorizate de căldură, umiditate, încălțăminte prea strâmtă - se transmite de la animalele de companie și de la persoane bolnave sau obiecte ale acestora	- antimicotice recomandate de medic după investigații de specialitate - tratamentul poate dura între 9- 12 luni
Acnee	- leziuni ale pielii feței, trunchiului, mai ales pe spate, dar și la nivelul pielii capului	- secreția crescută de sebum blochează canalul de excreție al glandelor sebacee și apar punctele negre, iar instalarea și multiplicarea bacteriei <i>Propionibacterium acnes</i> în foliculul pilos produce inflamația și apariția coșurilor purulente și a nodurilor roșii - factorii care agravează acnea sunt igiena precară, stresul, consumul de cafea, tutunul	- indicat de medicul dermatolog, durează 6 - 8 luni, iar după vindecare, trebuie continuate măsurile de evitare a recidivei - acnea poate fi prevenită prin curățarea zilnică a tenului cu o loțiune antibacteriană care înlătură sebumul, bacteriile și celulele moarte care determină apariția coșurilor
Herpes	- leziuni purulente ale buzelor sau leziuni purulente ale organelor genitale anexe	- infecție virală cu virusurile Herpes simplex 1 și 2, transmisă de la persoane contaminate, prin nerespectarea regulilor de igienă	- auto-medicație cu unguent local (Acyclovir) pentru herpesul buzelor - tratament recomandat de medicul specialist în cazul herpesului genital
Plodermite	- inflamații localizate strict superficial, la suprafața tegumentului, în jurul unui orificiu folicular	- infecții provocate de bacterii piogene, dintre care, cel mai frecvent, sunt implicați stafilococi și streptococi patogeni	- indicat în formele însoțite de febră și constă în antibiotice cu spectru larg de acțiune, iar local, aplicarea de comprese umede antiinflamatorii



Fig. 2.36. Micoze
a) a piciorului; b) a feței

Aplicații practice

1. Determinarea sensibilității tactile a diverselor zone receptoare

Materiale necesare: un voluntar, riglă, compas.

Mod de lucru:

- Voluntarul va ține ochii închiși în timpul investigației.
- Vor fi aplicate pe diverse zone ale corpului, (conform tabelului următor), cele două brațe ale compasului, variind depărtarea acestora de la 0,5 mm până la 7 cm.
- Se va marca, în căsuța corespunzătoare din tabel, depărtarea cea mai mică a brațelor compasului, la care voluntarul a simțit două atingeri.

Regiunea corpului	7cm	5cm	2,5cm	1,5cm	10mm	1mm	0,5mm
Vârful limbii							
Buza superioară							
Buza inferioară							
Palmă							
Antebraț							
Coapsă							
Spate							

Rezultate: voluntarul a simțit două atingeri atunci când brațele compasului erau depărtate la distanțe mici în zonele limbă, buze și palme, în timp ce la nivelul brațelor, coapselor și spatelui, numai atingerile cu brațele compasului mai depărtate au determinat perceperea a două contacte.

Concluzie: corpusulii tactili sunt distribuiți inegal în tegument, fiind mai numeroși în zona feței și palmelor și mai rari în tegumentul membrelor și trunchiului.

2. Determinarea sensibilității termice și dureroase
Materiale necesare: voluntar, cuburi mari de gheață, vase, apă caldă, rece și foarte rece, termometru.

Mod de lucru: puneți în vase diferite: gheață, apă caldă, rece și foarte rece. Verificați temperatura apei cu ajutorul termometrului.

a) Voluntarul va ține mâinile în apa din vase, în următoarea ordine: rece, caldă, foarte rece și, în final, rece. Va fi întrebat ce senzație are.

b) Timp de 5 – 10 minute, voluntarul va ține în mână cuburi de gheață și va fi rugat să descrie senzațiile percepute.

Rezultate: veți constata că la trecerea de la apă foarte rece la rece, senzația percepută va fi de cald, demonstrând că senzația termică este subiectivă, determinată de temperatura segmentului expus la stimul.

Pe măsură ce timpul trece, senzația de rece se transformă în senzație de durere, demonstrând că, dacă intensitatea stimulului specific este mare, senzația produsă de acesta este de durere, deci receptorul termic devine și nocireceptor.

3. Evidențierea specificității amprentelor digitale
Materiale necesare: hârtie albă, tuș, voluntari.

Mod de lucru: aplicați tuș pe degetele voluntarilor și imprimați urmele degetelor pe foi albe, respectând aceeași ordine a degetelor, începând cu cele de la o mână și continuând cu cele ale celeilalte.

Comparați imprimările obținute de la voluntari. Încercați să identificați asemănări și deosebiri. Puteți încerca acest experiment cu membrii familiei. Comparați și identificați asemănări și deosebiri.

SUMAR

Analizatorii sunt sisteme complexe care recepționează stimuli specifici din mediu, generează și conduc influxuri nervoase și formează senzații specifice și percepții conștiente. Fiecare analizator este alcătuit din trei segmente: periferic, de conducere și central. Analizatorul cutanat deservește sensibilitățile tactile, termică, dureroasă, de presiune și vibratorie. Receptorii acestor sensibilități sunt localizați în piele, înveliș protector al organismului alcătuit din trei straturi: epiderm, derm și hipoderm. Nerespectarea regulilor de igienă crește riscul îmbolnăvirilor pielii, cele mai frecvente boli fiind cele produse de ciuperci – micozele, bacterii – acneea, piodermitele și virusuri – herpesul.

EVALUARE

1. Explicați rolul segmentului receptor al analizatorilor.
2. Care este importanța tipului de adaptare a nocireceptorilor?
3. Care sunt cele mai frecvente cauze de îmbolnăvire a pielii?

ANALIZATORUL VIZUAL

Simțul văzului este simțul nostru dominant, 70% dintre receptorii corpului uman se află în globii oculari și aproximativ 50% din suprafața cortexului cerebral este implicată în diverse procese de prelucrare a informațiilor vizuale. **Receptorii vizuali** se află în ochi. Ochii sunt alcătuiți din doi **globi oculari** și organe anexe, în perechi. **Anexele oculare** sunt pleoapele, genele, sprâncenele și glandele lacrimale, care au rol de protecție, precum și mușchii extrinseci ai globului ocular, care au rol de mișcare. **Globul ocular** este un organ aproximativ sferic, cu diametrul de 2,5 cm, localizat în orbite, acoperit parțial pe fața anterioară de o mucoasă numită conjunctivă, care se continuă sub pleoape, căptușindu-le.

Structura globului ocular. Având forma aproape sferică, globul ocular prezintă doi poli: punctul situat în centrul feței anterioare se numește **pol anterior**, iar punctul situat în centrul feței posterioare se numește **pol posterior**. Linia imaginară care unește cei doi poli se numește **ax optic**. Pereții globului ocular sunt constituiți din trei tunici (fig. 2.37), dispuse, de la exterior spre interior, astfel: externă, medie și internă.

Tunica externă este compusă din două regiuni: anterior este **corneea** transparentă, avasculară, dar cu numeroase fibre nervoase și posterior este **sclerotică**, opacă, alb-sidefie, perforată posterior de fibrele nervului optic.

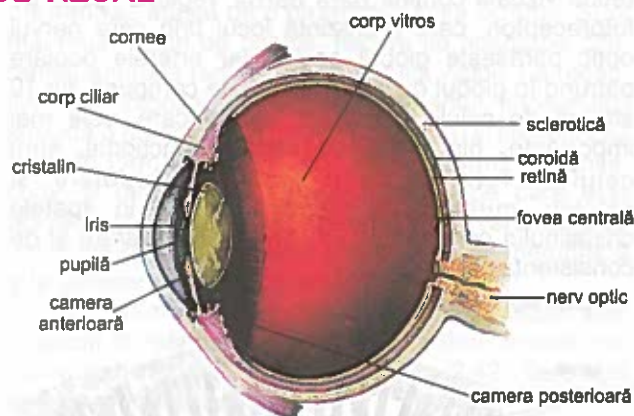


Fig. 2.37. Structura globului ocular

Tunica medie – coroida, numită și **vasculară**, datorită numeroaselor vase de sânge pe care le conține, alături de pigmenții proveniți din retină. Anterior, coroida conține **corpul ciliar**, compus din **mușchii ciliari** și **procesele ciliare** și **irisul** – mușchi compus din fibre netede radiare și circulare, perforat de orificiul numit **pupilă**, care reglează cantitatea de lumină ce pătrunde în globul ocular. Cavitățile din globul ocular situată între fața anterioară a irisului și fața internă a corneei se numește **cameră anterioară**, iar cea situată între fața anterioară a cristalinului și fața posterioară a irisului se numește **cameră posterioară**.

Capitolul 2

De mușchii ciliari se prinde, prin **ligament suspensor, cristalinul** – lentilă biconvexă compusă dintr-un gel dens, conținut într-o capsulă membranoasă transparentă. Mușchii ciliari au rolul de a modifica gradul de curbură al cristalinului, iar procesele ciliare au rolul de a secreta **umoarea apoasă**, lichid care umple camerele anterioară și posterioară ale globului ocular și asigură nutriția prin difuziune a tuturor mediilor transparente.

Tunica internă – retina este membrana fotosensibilă, deoarece conține **receptorii vizuali** și o parte dintre neuronii care constituie calea de conducere a analizatorului vizual. Retina prezintă două regiuni: posterior **retina vizuală** (fig. 2.38) și anterior **retina oarbă**.

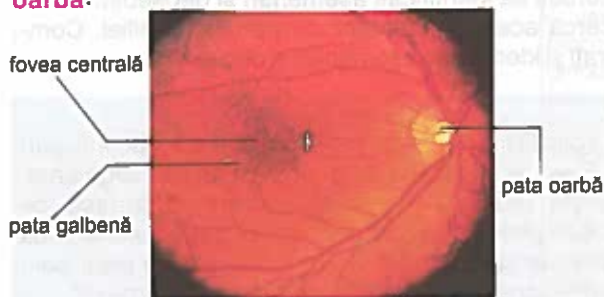


Fig. 2.38. Retina vizuală

Retina vizuală prezintă, în dreptul axului optic, **macula lutea** (pata galbenă) cu mare densitate de **celule cu conuri** și care prezintă central o depresiune numită **fovea centrală**, unde se găsesc exclusiv celule cu conuri. Medial și inferior de pata galbenă, retina vizuală conține **pata oarbă**, regiune lipsită de fotoreceptori, care reprezintă locul prin care nervul optic părăsește globul ocular, iar arterele oculare pătrund în globul ocular. Retina este compusă din 10 straturi de celule (fig. 2.39), dintre care, cele mai importante, din punct de vedere funcțional, sunt **celulele fotoreceptoare, celulele bipolare** și **celulele multipolare**. Camera situată în spatele cristalinului conține **corpul vitros**, transparent și de consistență gelatinoasă.

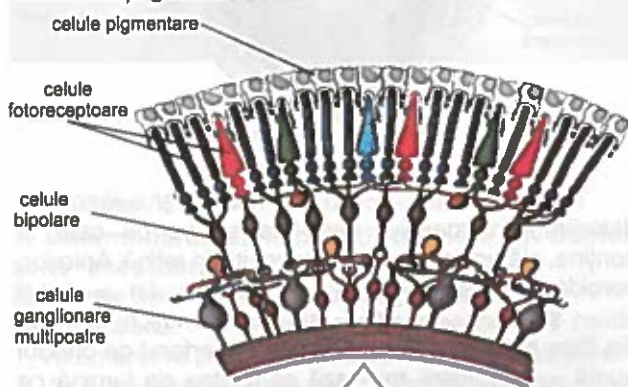


Fig. 2.39. Tunica internă – retina

Focalizarea imaginilor pe retina este datorată aparatului optic al globului ocular, compus din totalitatea mediilor transparente: corneea, umoarea

apoasă, cristalin și corpul vitros. La trecerea prin aceste medii, razele de lumină suferă devieri sau refracții, datorită diferențelor de densitate dintre aer, corneea, umoarea apoasă, cristalin și corpul vitros. Puterea de refracție a corneei și a umorilor este constantă, în timp ce cristalinul, elastic, își modifică activ convexitatea, asigurând astfel focalizarea razelor pe retina în fovea centrală (fig. 2.40).

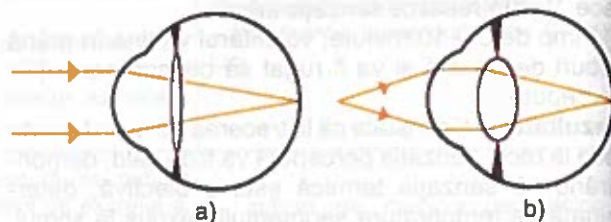


Fig. 2.40. Focalizarea razelor pe retina
a) vedere distanță; b) vedere de aproape

Focalizarea pentru vederea la distanță. Ochiul uman normal – **emetrop** este adaptat pentru vederea la distanță. Pentru a vedea clar un obiect situat la o distanță mai mare de 6 m, trebuie doar să îndreptăm ambii ochi către acel obiect (act reflex, declanșat de stimulii de la nivelul retinei și efectuat de mușchii extrinseci ai globului ocular, inervați de nervii cranieni III, IV și VI), sistemul mediilor transparente ale ochiului având o putere de convergență care determină focalizarea la aproximativ 17 mm în spatele cristalinului, adică exact pe retina. Cristalinul este o lentilă biconvexă, iar imaginea formată de aceasta este reală, mai mică și răsturnată. La trecerea printr-o lentilă biconvexă, razele paralele ale unui fascicul de lumină sunt refractate într-un punct numit **focar principal**, aflat pe axul care trece prin centrul lentilei și în spatele acesteia. Distanța dintre lentilă și focarul principal se numește **distanță focală**, care la ochiul emetrop este de 17 mm, fiind în perfectă concordanță cu puterea de convergență a aparatului optic. Pentru ochiul emetrop, 6 m reprezintă **punctum remotum**, distanță dincolo de care, fără nicio modificare a curburii cristalinului, imaginile sunt focalizate pe retina. În timpul vederii la distanță, mușchii ciliari sunt complet relaxați, iar cristalinul are cea mai mică grosime și, ca urmare, are și cea mai mică putere de refracție.

Focalizarea pentru vederea la aproape. Razele de lumină de la un obiect situat la o distanță mai mică de 6 m, sunt deviate pe măsură ce obiectul respectiv se apropie de ochi și sunt focalizate într-un punct mai îndepărtat față de cristalin. Din acest motiv, vederea de aproape necesită ajustări active realizate de ochi. În acest caz, pentru focalizarea razelor pe retina sunt declanșate trei procese: acomodarea cristalinului, constricția pupilei și convergența axelor globilor oculari. Aceste procese sunt acte reflexe.

Acomodarea cristalinului determină creșterea puterii de refracție a cristalinului. Prin contracția mușchilor ciliari, corpul ciliar este tras anterior și spre interior, către iris și, ca urmare, eliberează de sub tensiune ligamentul suspensor al cristalinului. Astfel, nefiind întins,

a prin
ri sau
e aer,
vitros.
r este
odifică
izarea

crystalinul elastic se retrage și se bombează, asigurând scurtarea distanței focale și focalizarea imaginii obiectului apropiat pe retină. Punctul cel mai apropiat de ochi, la care cristalinelul atinge gradul maxim de bombare și imaginile sunt focalizate clar pe retină, se numește **punctum proximum**. Acest punct se modifică, fiind situat la aproximativ 10 cm la tineri și depărtându-se treptat, odată cu înaintarea în vârstă. Elasticitatea cristalinelului se diminuează cu vârsta, multe persoane cu vârste de peste 50 de ani pierd capacitatea cristalinelului de a se acomoda, afecțiune numită **presbitism**.

Constricția pupilei, prin contracția mușchilor circulari ai irisului, intensifică efectul acomodării, prin prevenirea pătrunderii în globul ocular a celor mai divergente raze. Razele foarte divergente vor trece prin marginea extremă a cristalinelului și nu vor putea fi focalizate adecvat, putând produce un efect de încețoșare a vederii. Constricția pupilei este un act reflex, cu centrul în nucleul accesoriu al oculomotorului, situat în mezencefal.

Convergența axelor oculare este cu atât mai pronunțată, cu cât obiectul privit este mai apropiat. Acest efect este controlat printr-un arc reflex somatic, care determină contracția mușchilor drepti interni inervați de perechea a treia de nervi cranieni oculomotori. Cititul este o activitate care necesită permanenta acomodare a cristalinelului, constricția pupilei și convergența axelor oculare care, realizate pe perioade prelungite, obosesc mușchii ochilor și pot determina afecțiuni ale ochilor. Este recomandat ca, atunci când citiți mai mult timp, să faceți pauze scurte, în care să priviți în depărtare, pentru a permite relaxarea musculară.

Defectele vederii (fig. 2.41), provocate de focalizarea incorectă, pot fi determinate de hipo- sau de hiperconvergența cristalinelului sau de anomalii structurale ale globului ocular. Cele mai frecvente astfel de defecte sunt miopia, hipermetropia și astigmatismul.

Miopia se manifestă prin vederea neclară a obiectelor privite, datorită focalizării fasciculelor de raze înaintea retinei. Acest fapt este determinat fie de exagerarea curbării cristalinelului, fie de un ax optic mai mare decât normal. Miopia se corectează cu **lentile biconcave divergente**, care împing focarul principal pe retină. **Hipermetropia** se manifestă prin vederea neclară a obiectelor privite datorită focalizării fasciculelor de raze în spatele retinei. Acest fapt este datorat fie diminuării convexității cristalinelului, fie unui ax optic mai scurt decât normal. Hipermetropia se corectează cu **lentile biconvexe convergente**, care aduc focarul principal pe retină. **Astigmatismul** se manifestă tot prin vedere neclară, cauzată de formarea mai multor focare pe retină și suprapunerii imaginilor, cu apariția unei imagini cu contur neclar. Acest fapt este provocat de existența unor defecte de sfericitate ale corneei și se corectează cu **lentile cilindrice**.

Perceperea luminii și a culorilor. Ochiul uman recepționează radiațiile electromagnetice cu lungimi de undă între 400 și 700 nm, adică lumina vizibilă. Dacă nu

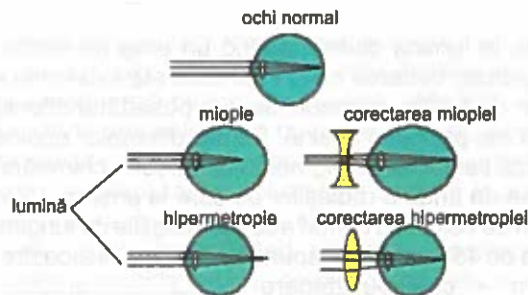


Fig. 2.41. Defectele vederii
a) ochi normal; b) miopie; c) hipermetropie

întâlnesc niciun obstacol, aceste radiații străbat medii în linie dreaptă, iar la întâlnirea cu diverse corpuri, suferă fenomenele de refracție sau reflexie, în funcție de calitățile corpurilor: transparente sau opace. Astfel, razele de lumină pot fi refractate, dacă trec prin medii transparente, cu alte densități față de cea a aerului și sunt reflectate sau absorbite, dacă întâlnesc medii netransparente. Când obiectul absoarbe toate radiațiile spectrului vizibil ne apare negru și când le reflectă pe toate, îl vedem alb. Când un obiect este perceput de o anumită culoare, de exemplu, verde, înseamnă că acesta absoarbe toate celelalte radiații și le reflectă numai pe cele verzi.

Fotoreceptorii detectează fotonii de lumină cu ajutorul pigmentilor pe care îi conțin. Pigmenții din celulele cu conuri și bastonașe provin din carotenul sintetizat de plante și introdus în organism odată cu hrana. Pigmentul vizual din fotoreceptorii ochiului uman este compus dintr-un fragment de caroten numit **cis-retinal**, atașat de o proteină numită **opsină**. Sunt mai multe tipuri de opsine, fiecare tip absoarbe diferențiat anumite radiații ale spectrului vizibil. La recepționarea fotonilor de lumină, pigmentul fotosensibil suportă o modificare a formei (izomerie) și cis-retinalul trece în forma **trans-retinal**, care determină, consecutiv, și modificarea formei proteinei de care este atașat, fapt care declanșează un lanț de evenimente ce vor conduce la modificarea potențialului de membrană și la generarea unui impuls nervos.

Segmentul periferic al analizatorului vizual este localizat în retină și compus din **celulele fotoreceptoare cu bastonașe și cu conuri** (fig. 2.42), care sunt celule nervoase modificate.

Celulele cu bastonaș, în număr de circa 125 de milioane, conțin, în porțiunea periferică, în formă de bastonaș, pigmentul **rodopsină**. Aceste celule sunt adaptate pentru vederea nocturnă acromatică, având un prag de excitabilitate scăzut și, astfel, sunt excitate de un singur foton de lumină. **Rodopsina este** compusă din **cis-retinal** și un tip de **opsină**. Rodopsina absoarbe radiațiile cu lungimea de undă de 500 nm.

Celulele cu conuri sunt în număr de 6 - 7 milioane, fiind mai numeroase în pata galbenă; sunt singurele celule receptoare din fovea centrală. În prelungirea lor, de formă conică, se află un pigment fotosensibil numit **fotopsină**, compusă din **cis-retinal** și diverse tipuri de **opsină**. Celulele cu conuri sunt

Ochiul
vedere
at la o
teptăm
șat de
mușchii
cranieni
ochiului
focali-
nelului,
bicon-
lă, mai
lentilă
lumină
cipal,
napoia
cipal se
p este
rea de
retrop,
dincolo
linului,
derii la
ași, iar
re, are

Razele
ai mică
activ se
ct mal
rea de
ochi. În
ă sunt
linului,
globilor

șterea
a muș-
nterior,
re liga-
întins,
ologie

sensibile la lumina diurnă, având un prag de excitabilitate ridicat. Vederea color este datorată existenței a trei tipuri de celule cu conuri, fiecare posedând diferite variante ale proteinei opsină. Forma diferitelor opsine afectează flexibilitatea pigmentului atașat, schimbând lungimea de undă a radiațiilor pe care le absorb. Cele trei tipuri de celule cu conuri absorb radiațiile cu lungimi de undă de 455 nm – corespunzătoare luminii albastre, 530 nm – corespunzătoare luminii verzi și 625 nm – corespunzătoare luminii roșii. Prin compararea intensității semnalelor provenite de la cele trei tipuri de celule cu conuri, scoarța cerebrală poate „calcula” intensitatea radiației luminoase a spectrului vizibil pentru perceperea tuturor culorilor.

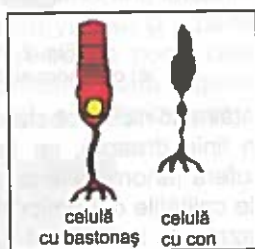


Fig. 2.42. Celulele fotoreceptoare

Adaptarea la lumină și întuneric. Rodopsina este extrem de sensibilă; chiar și lumina stelelor determină, în întunericul nopții, descompunerea unor molecule. Atâta timp când lumina are intensitate mică, un număr relativ scăzut de celule cu conuri din retină continuă să recepționeze stimulii luminoși. La lumină intensă, în bastonașe, rodopsina se descompune rapid și acești fotoreceptori devin nefuncționali, începând să răspundă la stimulii luminoși celulele cu conuri.

Adaptarea la lumină se realizează atunci când trecem de la întuneric la lumină, ca la ieșirea dintr-o sală de cinematograf. În primele momente suntem orbiți și nu vedem decât o lumină puternică, albă, deoarece sensibilitatea retinei este adaptată încă pentru lumina slabă și, atât conurile, cât și bastonașele, sunt puternic stimulate, fapt ce determină descompunerea instantanee a pigmentilor, producând o bombardare cu semnale și senzația de lumină strălucitoare. În aceste condiții, sensibilitatea retinei scade dramatic, fotoreceptorii se adaptează, trecând rapid de la sistemul celulelor cu bastonașe, la cel al celulelor cu conuri. În aproximativ 60 de secunde, conurile sunt suficient de excitate de lumina puternică și vor prelua funcția receptoare. În următoarele 10 – 15 minute, vederea color și acuitatea vizuală se îmbunătățesc, sensibilitatea bastonașelor este pierdută, dar acuitatea vizuală este dobândită.

Adaptarea la întuneric se instalează atunci când trecem dintr-o zonă puternic luminată, într-una întunecată. Inițial, nu vedem nimic, deoarece celulele cu conuri încetează să mai funcționeze, datorită lipsei excitantului specific, și bastonașele sunt inactive, deoarece pigmentii lor sunt descompuși în urma expunerii la lumină puternică. În timp, la întuneric se reacumulează rodopsina și sensibilitatea bastonașelor crește. În circa 20 – 30 minute, se reface suficientă rodopsină, pentru a putea asigura adaptarea vederii în întuneric. În mod reflex, în diferite condiții de iluminare, se modifică și diametrul pupilar, care

reglează astfel cantitatea de lumină care este lăsată să pătrundă în globul ocular.

Segmentul de conducere sau calea vizuală (fig. 2.43.) este constituit din trei neuroni. **Primul neuron** este **neuronul bipolar**, al **doilea neuron** este **neuronul ganglionar**, ambii fiind situați în retină.

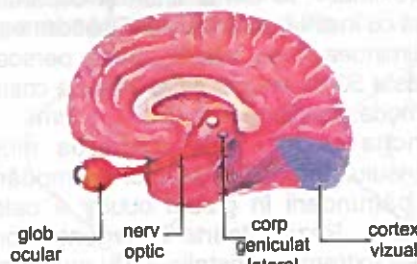


Fig. 2.43. Segmentul de conducere al analizatorului vizual

Mai multe celule cu bastonaș fac sinapsă cu o celulă bipolară, iar mai multe celule bipolare fac sinapsă cu o celulă multipolară, fenomen numit **convergență**. Fiecare celulă cu con din fovea centrală face sinapsă cu o singură celulă bipolară, care, la rândul ei, face sinapsă cu o singură celulă multipolară. Axonii neuronilor ganglionari converg și formează **nervul optic**, care părăsește globul ocular la nivelul **petei oarbe**. După un scurt traseu, fibrele nervilor optici, provenite din jumătatea medială a fiecărui glob ocular, se încrucișează la nivelul **chiasmei optice**. Dincolo de aceasta, influxurile nervoase sunt conduse prin **tracturile optice**, fiecare tract optic conținând fibre provenite din jumătatea laterală (temporală) a globului ocular de pe aceeași parte și fibre provenite din jumătatea medială (jumătatea nazală) a globului ocular de pe partea opusă. Perechea de tracturi optice se întinde posterior în jurul hipotalamusului și trimite majoritatea axonilor lor în **corpul geniculat lateral al metatalamusului**, unde se află al **treilea neuron** al căii optice. Unele fibre ale tractului optic trimit ramuri în **trunchiul cerebral, la coliculi cvadrigemeni superiori**, centrul reflexelor de orientare a globilor oculari. Alte colaterale ale tractului optic ajung la **mezencefal**, la centrul care reglează diametrul pupilar și altele la **hipotalamus**, la centrul implicat în reglarea ritmului nictemeral (alternanța somn-veghe).

Segmentul central. Axonii metatalamusului se proiectează în **aria vizuală primară**, situată pe **fața medială a lobului occipital**, de-o parte și se alina la șanțului numit **scizura calcarină**. Aici, influxurile nervoase pornite de la nivelul fotoreceptorilor sunt transformate în senzații de lumină, culoare, formă, adică se realizează percepția vizuală conștientă. La nivelul ariei vizuale primare are loc reunirea imaginilor proiectate pe cele două retine și, totodată, îndreptarea lor. Fuziunea corticală a imaginilor proiectate pe cele două retine asigură vederea tridimensională, care face posibilă aprecierea localizării obiectelor în spațiu și a distanțelor. **Aria vizuală primară este conectată cu**

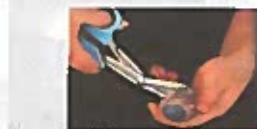
ările vizuale secundare din alți lobi ai emisferelor, unde informațiile vizuale sunt procesate. Astfel, **ariile vizuale secundare din lobul temporal** sunt specializate în identificarea obiectelor percepute, iar **ariile vizuale secundare din lobul parietal** sunt specializate în perceperea locației spațiale a obiectelor percepute. Rezultatele procesării informațiilor din aceste arii vizuale secundare sunt apoi trecute **cortexului frontal**, care va coordona activități ca apucarea unui obiect sau deplasarea în spațiu printre obiectele înconjurătoare etc., activități care reclamă mișcarea permanentă a ochilor pentru constanta stimulare a receptorilor, precum și participarea a 1/3 din cortex pentru prelucrarea informațiilor furnizate de fotoreceptorii retinieni.

Aplicații practice

1. *Disecția globului ocular

Materiale necesare: ochi de vacă, trusă de disecție, tavă de disecție, fragment de hârtie cu text tipărit.

Mod de lucru: cu instrumentele din trusa de disecție se curăță globul ocular de grăsime, țesut conjunctiv și mușchii extrinseci. Pe linia ecuatorială se

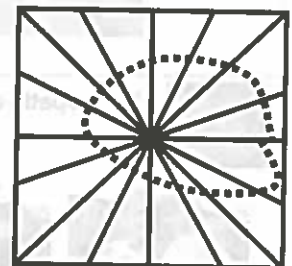


2. Determinarea câmpului vizual

Materiale necesare: cretă, tablă neagră, voluntar.

Mod de lucru: se trasează pe tablă roză vântului, cu centrul la nivelul pupilelor voluntarului. Acesta are un ochi acoperit și este așezat la 15 cm de tablă, privind cu un singur ochi exact în centrul rozeei vânturilor. De la periferie spre centru, deplasați pe fiecare axă a rozeei vânturilor o bucată de cretă și marcați punctul în care voluntarul anunță că a văzut culoarea albă a cretei.

După marcarea punctelor pe fiecare axă, se unesc, și se obține o arie care reprezintă proiecția câmpului vizual monocular al voluntarului, care depinde de suprafața de răspândire a receptorilor în retină.



SUMAR

Ochii sunt alcătuiți din doi globi oculari și organe anexe în perechi. Pereții globului ocular sunt constituiți din trei tunici, dispuse de la exterior spre interior, astfel: sclerotica, coroida și retina. Mediile transparente, corneea, umoarea apoasă, cristalinul și corpul vitros, au rolul de a focaliza razele de lumină pe retină, unde se află fotoreceptorii – segmentul periferic al analizatorului vizual. Fotoreceptorii sunt celulele cu conuri și bastonașe în care se află pigmenți sensibili care absorb lumina și, ca urmare, se descompun, declanșând un lanț de reacții, în urma cărora este generat un influx nervos. Segmentul de conducere este compus din trei neuroni: primul – neuronii bipolari, al doilea – neuronii ganglionari din retină, nervul optic, tractul optic și al treilea neuron – din metatalamus, corpii geniculați laterali. Segmentul central este compus din aria vizuală primară din lobi occipitali și ariile vizuale secundare aflate în ceilalți lobi ai emisferelor cerebrale.

EVALUARE

1. Descrieți procesul de acomodare.
2. Dacă o persoană nu percepe culorile roșu și verde, s-ar vindeca prin consumul de morcovi? Explicați.
3. Indicați situațiile în care se utilizează cele trei tipuri de lentile pentru corectarea vederii.





Capitolul 2

NOȚIUNI ELEMENTARE DE IGIENĂ ȘI PATOLOGIE A OCHILOR

Ochii pot fi afectați de diferiți factori nocivi sau dereglări ale componentelor sale. Cele mai frecvente afecțiuni ale ochilor sunt **cataracta**, **glaucomul**, **conjunctivita**. Dintre factorii nocivi, expunerea la razele soarelui poate duce la dăunarea atât a ochilor, cât și a pielii. Radiațiile ultraviolete de tip B (UVB) pun în pericol porțiunile exterioare ale ochiului, precum cornea, membrana conjunctivă și cristalinul, cauzând

iritări, inflamări și îmbătrânire precoce. Radiațiile ultraviolete de tip A (UVA) sunt cele mai dăunătoare pentru ochi, datorită lungimii de undă mică, ce le permite să penetreze mult mai ușor diferitele părți ale ochiului; de aceea, aceste raze pot produce mari probleme la nivelul retinei. Folosirea ochelarilor de soare și protecție împotriva ultravioletelor este recomandată încă din copilărie.

Tabelul 2.21. Afecțiuni oculare

Afecțiune oculară	Simptome	Cauze	Tratament
Cataractă 	<ul style="list-style-type: none"> scăderea vederii, „vederea în ceață”, vederea dublă, modificarea culorii pupilei (gri, gălbuie, albă) 	<ul style="list-style-type: none"> expunerea improprie și îndelungată la razele soarelui, pierderea transparenței cristalinului 	<ul style="list-style-type: none"> chirurgical
Glaucom 	<ul style="list-style-type: none"> pierderea câmpului vizual periferic, sensibilitate la lumină, deficiențe de vedere în lumină slabă, vedere în ceață 	<ul style="list-style-type: none"> atrofierea nervului optic și îngustarea câmpului vizual, creșterea tensiunii intraoculare, deficit de irigare a nervului optic 	<ul style="list-style-type: none"> reducerea presiunii intraoculare, nu și redarea câmpului vizual pierdut la recomandarea medicului, se administrează picături, pastile, se aplică un tratament cu laser sau se poate efectua o intervenție chirurgicală
Conjunctivită 	<ul style="list-style-type: none"> inflamarea conjunctivei, membrană ce căptușește pleoapele; usturimi, senzația de „nisip în ochi”, mâncărimi 	<ul style="list-style-type: none"> bacterii, virusuri sau substanțe alergice 	<ul style="list-style-type: none"> picături locale în formele grave, medicii prescriu și antibiotice se transmite foarte ușor, prin secrețiile ochilor, care ajung pe mâini, prosoape, batiste, perne și poate fi evitată prin respectarea regulilor de igienă
Retinopatie diabetică 	<ul style="list-style-type: none"> pete plutitoare în câmpul vizual vedere încețoșată vedere slabă noaptea 	<ul style="list-style-type: none"> diabet zaharat care determină ruperea vaselor din coroidă și chiar dezlipirea retinei 	<ul style="list-style-type: none"> intervenție cu laserul pentru stoparea sângerării

SUMAR

Cele mai frecvente afecțiuni ale ochilor sunt: cataracta, glaucomul, conjunctivita, tulburările retiniene și degenerările maculare. Dintre factorii nocivi care pot afecta ochii, expunerea improprie și îndelungată la razele soarelui poate duce la afectarea atât a ochilor, cât și a pielii. Cataracta este pierderea transparenței cristalinului; glaucomul se caracterizează prin creșterea tensiunii intraoculare și scăderea acuității vizuale prin deficit de irigare a nervului optic; conjunctivita constă în inflamarea conjunctivei datorită unei substanțe alergice sau unei infecții bacteriene sau virale. Aceste afecțiuni necesită tratament medical de specialitate și reguli stricte de igienă pentru vindecare.

EVALUARE

1. Care sunt simptomele conjunctivitei?
2. Ce este cataracta și cum se tratează?
3. Ce factor de mediu este cel mai incriminat în apariția bolilor ochilor?

*ANALIZATORUL GUSTATIV

Analizatorul gustativ asigură detectarea diferitelor substanțe chimice prezente în alimente. Simțul gustului este unul dintre cele mai vechi simțuri, din punct de vedere filogenetic, și cel care asigură detectarea substanțelor dăunătoare, toxice care nu trebuie să pătrundă în corp.

Segmentul periferic este reprezentat de **celulele senzoriale ciliate** de la nivelul **mugurilor gustativi**, denși în mucoasa linguală (fig. 2.44) și mai rari în mucoasa faringiană, amigdaliană, epiglotică și labială. Un mugure gustativ are forma bulbului de ceapă și este compus din 50 – 100 de **celule receptoare ciliate**, alături de celule de susținere ciliate și celule bazale.

Celulele de susținere separă celulele senzoriale între ele și, totodată, le separă de celulele epiteliale înconjurătoare, aflate în structura mucoasei. Polul apical ciliat al celulelor senzoriale și al celulelor de susținere proemină la suprafața mucoasei, venind în contact direct cu saliva, iar polul bazal al celulelor senzoriale este înconjurat de dendritele primului neuron al căii gustative. **Celulele bazale** din structura mugurelui gustativ sunt celule care se divid permanent

și se diferențiază în celule de susținere și celule senzoriale. Celulele senzoriale trăiesc 1 – 2 săptămâni, după care sunt înlocuite de celule receptoare tinere.

Dintre cei 10000 de muguri gustativi, majoritatea se află în mucoasa linguală, unde sunt grupați la nivelul **papilelor gustative**. Acestea sunt de mai multe tipuri: **foliate** – dispuse posterolateral, având formă de file de carte, **fungiforme** – dispuse lateral și la vârful limbii, cu formă de ciupercă și **circumvalate** – situate la baza limbii, unde descriu forma literei V, cu deschiderea spre vârful limbii și au formă de cupă.

Fiziologia receptorilor gustativi. Pentru stimularea receptorilor gustativi, substanța chimică sapidă trebuie să fie dizolvată în salivă, să difuzeze prin **porul gustativ** al mugurelui gustativ și să intre în contact cu membrana celulelor senzoriale.

Legarea diferitelor molecule care compun substanțele sapide se realizează în locuri specializate de pe suprafața celulelor receptoare. În urma acestui contact, membrana receptoare generează un influx nervos care va fi preluat de dendritele primului neuron al căii gustative.

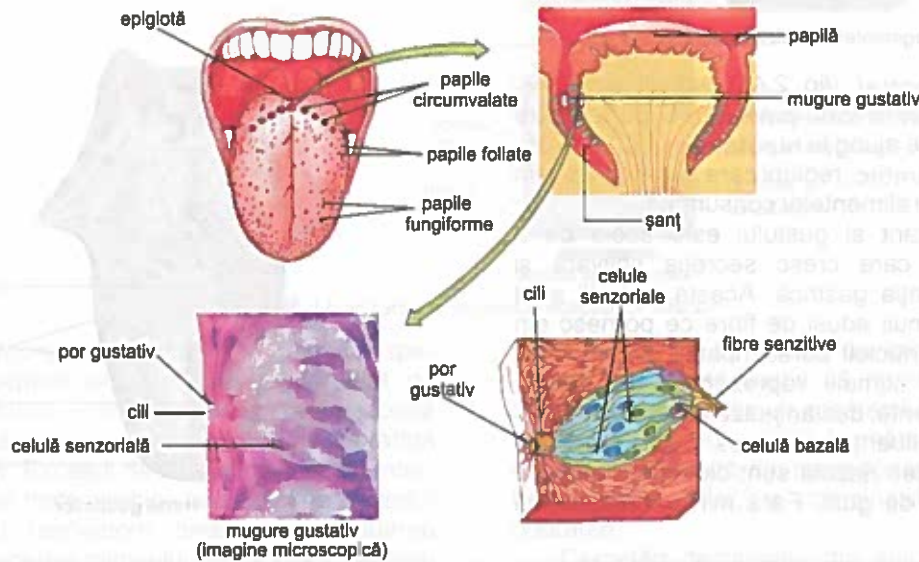


Fig. 2.44. Localizarea și structura receptorilor gustativi

Membrana receptorilor gustativi conține suprafețe de legare specifice anumitor structuri chimice. În conformitate cu cercetările recente, omul poate detecta cinci calități de bază ale gustului: sărat, acru, dulce, amar și gustul umami. Investigațiile asupra receptorilor pentru primele patru gusturi au demonstrat că, la contactul cu molecula specifică, se produce deschiderea unor canale ionice care permit intrarea unor ioni și generarea potențialului de acțiune. Gustul umami a fost descoperit în anul 1907, de japonezul Kikunae Ikeda, și confirmat de cercetători în anul 2000, termenul semnificând savoare delicioasă, iar gustul unic este declanșat de alimente cum este carnea sau de acidul

glutamic sau de glutamatul de sodiu, prezente în unele condimente artificiale.

Diferitele celule receptoare gustative posedă praguri de excitabilitate diferite, de exemplu, receptorii pentru gustul amar sunt stimulați de o cantitate mică de substanță, în timp ce alți receptori sunt mai puțin sensibili. Receptorii gustativi se adaptează rapid, trecând printr-o fază de adaptare parțială în primele 3 – 5 secunde, pentru ca în 1 – 5 minute adaptarea să fie completă și să înceteze descărcarea de potențiale de acțiune. Din această cauză, pentru continuitatea senzației de gust, alimentele sunt „plimbate”, prin mișcările limbii, pe toată suprafața receptoare.

Segmentul de conducere (fig. 2.45) este format din trei neuroni. **Protoneuronul** este reprezentat de **neuroni senzoriali din ganglionii extranevraxiali** de pe traiectul nervilor cranieni VII, IX, X; **al doilea neuron** se află în **nucleii solitari** din bulbul rahidian, iar **al treilea neuron** se află în **talamus**.

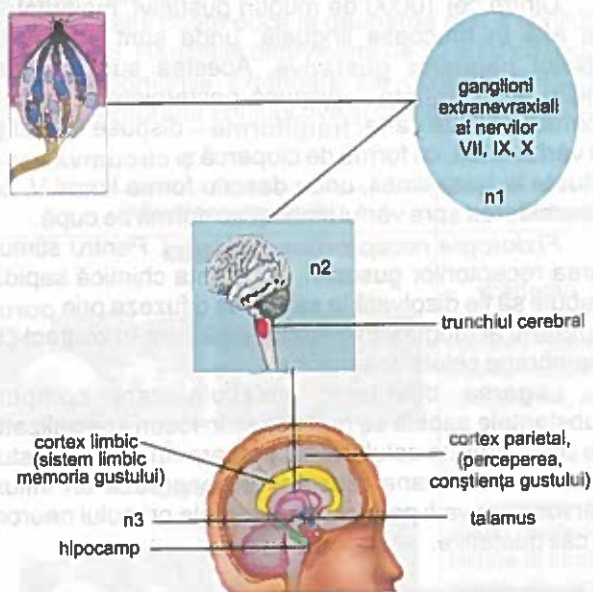


Fig. 2.45. Segmentele analizatorului gustativ

Segmentul central (fig. 2.45) este situat în **corTEX gustativ aflat în lobii parietali**. O parte dintre fibrele căii gustative ajung la **hipotalamus** și la **structuri din sistemul limbic**, regiuni care sunt implicate în aprecierea gustului alimentelor consumate.

Un rol important al gustului este acela de a declanșa reflexe care cresc secreția salivară și declanșează secreția gastrică. Aceste secreții sunt declanșate de stimuli aduși de fibre ce pornesc din nucleul solitar, la nucleii parasimpatici din trunchiul cerebral. Uneori, stimulii reprezentați de diferite substanțe din alimente, declanșează reflexe de vomă.

Gustul este influențat de miros. Când receptorii olfactivi din cavitatea nazală sunt blocați de secreții, hrana este lipsită de gust. Fără miros, cafeaua de

dimineată ar fi doar amară. Totodată, în mucoasa bucală se află și receptori tactili, termici și nocireceptori și temperatura sau textura alimentelor pot întări sau diminua senzația de gust.

Aplicație practică

*Harta gusturilor

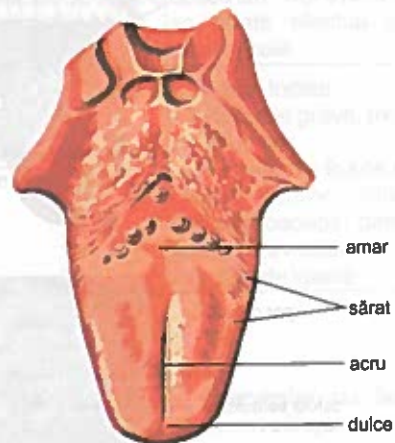
Materiale necesare: soluții apoase de sare, zahăr, suc de lămâie, apă tonică, bețișoare sterile pentru urechi, vase.

Mod de lucru: fiecare elev primește câte patru vase, cu cele patru soluții, și bețișoare sterile pentru urechi cu tampoanele scufundate în soluțiile enumerate anterior. Elevii vor atinge ușor, cu câte un bețișor, diverse zone ale limbii: vârful, baza, laturile, partea centrală. După testarea fiecărei soluții, elevii vor bea apă pentru clătirea mucoasei.

Elevii vor răspunde la următoarea întrebare: Există anumite părți ale mucoasei linguale mai sensibile la o anumită soluție sau toate regiunile testate sunt la fel de sensibile la cele trei soluții?

Pe baza propriilor observații, fiecare elev va alcătui o hartă a gusturilor.

Hărțile elevilor vor fi comparate între ele și apoi cu harta din imaginea următoare.



Harta gusturilor

SUMAR

Analizatorul gustativ asigură detectarea diferitelor substanțe chimice prezente în alimente. Receptorii gustativi sunt celulele senzoriale ciliate de la nivelul mugurilor gustativi, compuși din 50–100 de celule receptoare ciliate, alături de celule de susținere ciliate și celule bazale. Receptorii gustativi sunt stimulați de substanțele chimice sapide dizolvate în salivă, care ajung în contact cu membrana celulelor și determină generarea unui influx nervos care va fi preluat de dendritele primului neuron al căii gustative. Receptorii gustativi pot detecta cinci gusturi de bază: sărat, acru, dulce, amar și gustul umami. Puterea de adaptare a receptorilor gustativi este foarte mare. Rolurile receptorilor gustativi: permit aprecierea calității alimentelor, precum și declanșarea reflexelor secretorii ale glandelor salivare și gastrice.

EVALUARE

1. Ce roluri are analizatorul gustativ?
2. Care este mecanismul de stimulare a receptorilor gustativi?
3. Explicați modul în care stimularea receptorilor gustativi determină declanșarea reflexelor secretorii digestive.

*ANALIZATORUL OLFACTIV

Simțul mirosului este primordial, atât la om, cât și la celelalte animale, fiind cel mai vechi simț, din punct de vedere evolutiv. Olfacția permite identificarea hranei, recunoașterea hranei alterate sau a prezenței unor substanțe periculoase în mediu.

Segmentul periferic al analizatorului olfactiv este localizat la nivelul **cornetelor nazale superioare** (fig. 2.46), în **epiteliul olfactiv** care le căpătușește și are o suprafață totală de aproximativ 5 cm².

În epiteliul olfactiv se află celulele receptoare reprezentate de **celulele olfactive**, încadrate de **celule de susținere epiteliale**, printre care se află **glande mucoase** (fig. 2.46). La baza epiteliului olfactiv se află un strat fin de **celule bazale** dispuse pe

membrana bazală. Celulele olfactive receptoare (fig. 2.46) sunt **neuroni bipolari modificați**. Aceștia prezintă la polul apical 8 – 20 de cili olfactivi care au rolul de a crește suprafața receptoare. Cili sunt acoperiți de un strat fin de mucus, produs de glandele din epiteliul olfactiv. Spre deosebire de cili alți celule, cili olfactivi sunt imobili. De la baza celulelor receptoare, pornesc axoni ce se reunesc în **filamente ale nervului olfactiv** (fig. 2.46) care străbat orificiile osului etmoid de la baza craniului. Spre deosebire de alți neuroni, **neuroni olfactivi se reînnoiesc, durata lor de viață fiind de 40 – 60 de zile**. Înlocuirea neuronilor olfactivi este realizată prin diviziunea și diferențierea celulelor bazale.

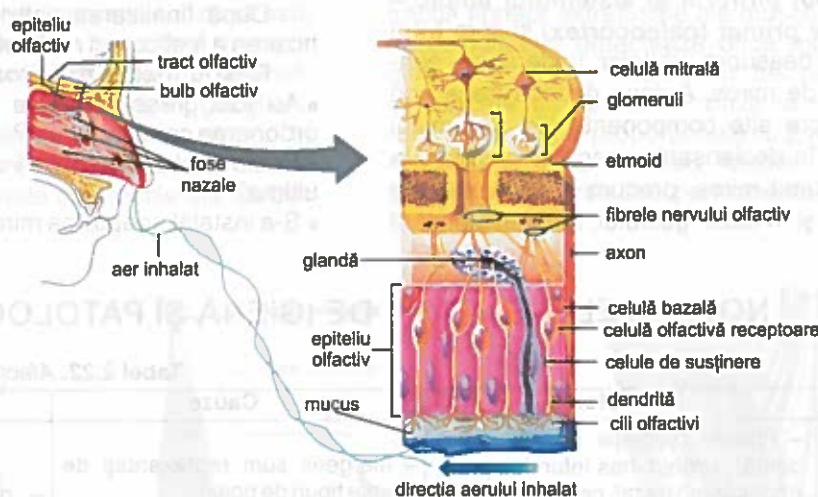


Fig. 2.46. Localizarea și structura receptorilor olfactivi

Fiziologia receptorilor olfactivi. Stimulul specific pentru receptorii olfactivi este reprezentat de **substanțe odorante volatile**, aflate în stare gazoasă și care se dizolvă în pelicula de mucus de pe suprafața epiteliului olfactiv. Excesul de mucus care poate interveni în cazul unor rinite alergice sau asociate virozelor sau altor infecții respiratorii, determină diminuarea sau, uneori, pierderea mirosului. În mucusul persoanelor bolnave se află agenții patogeni, astfel că boala poate fi transmisă prin tuse, strănut sau contactul cu obiectele folosite de bolnav și nerespectarea regulilor de igienă a alimentației sau de igienă corporală. După dizolvarea în salivă, substanța odorantă difuzează și se atașează de o **proteină receptor** din membrana cililor olfactivi, determinând deschiderea canalelor ionice (pentru Na⁺, Ca²⁺), fapt ce va determina generarea unui **potențial de acțiune**. Acesta va fi transmis prin **filamentele nervilor cranieni olfactivi (perechea I)**, următorului neuron al căii olfactive. Cercetările asupra fiziologiei olfacției sunt dificile, deoarece un anumit miros este determinat de mai multe substanțe chimice diferite. Experimental, s-a demonstrat că omul poate

diferenția în jur de 10000 de mirosuri diferite, dar oamenii de știință susțin că numărul de substanțe odorante care pot stimula receptorii noștri olfactivi este cuprins între 2000 și 4000. Numărul mare de mirosuri discriminate rezultă din recepționarea diferențiată, la nivelul receptorilor, a combinațiilor de substanțe odorante.

Cercetări declanșate din anii 1990, au dus la descoperirea unui număr de aproximativ 400 de gene active numai în receptorii olfactivi și care codifică sinteza unor proteine specifice numite și **receptoare**. Aceste proteine recunosc și leagă anumite substanțe odorante, iar **fiecare receptor olfactiv posedă numai un tip de proteină receptoare**.

Anumite substanțe chimice stimulează și terminațiunile nervoase senzitive ale altor nervi cranieni, cum ar fi trigemenul, stimulat de piper și care va determina declanșarea reflexă a strănutului. Substanțele volatile din ceapă declanșează lăcrimarea, iar amoniacul este utilizat pentru inițierea reflexelor respiratorii și la trezirea unei persoane aflate în stare de inconștiență.

Segmentul intermediar. Axonii neuronilor olfactivi constituie **nervii olfactivi** care fac sinapsă cu **deutoneuronii din bulbii olfactivi reprezentați de celulele mitrale**. Acestea sunt organizate în structuri numite **glomeruli**. Axonii neuronilor care poartă același tip de receptori olfactivi, converg într-un anumit tip de glomerul. Celulele mitrale rafinează semnalele și le întăresc.

În bulbii olfactivi, se află **celulele granulare**, care inhibă celulele mitrale, astfel încât numai impulsurile excitatorii puternice vor fi transmise de deutoneuroni. Această inhibiție contribuie la adaptarea olfacției, care explică obișnuința cu un miros, după un anumit timp de contact cu stimulul care l-a declanșat. Axonii celulelor mitrale constituie **tractul olfactiv**.

Segmentul central. Tractul olfactiv conduce impulsul nervos în două direcții: prima prin tuberculul olfactiv spre **lobul piriform al sistemului limbic – cortexul olfactiv primar (paleocortex)** și spre **lobii temporali**, chiar deasupra orbitelor, unde apare senzația conștientă de miros. A doua direcție trece prin **hipotalamus**, spre alte componente ale sistemului limbic, implicate în declanșarea reacțiilor emoționale legate de un anumit miros, precum și spre structuri subcorticale. Ca și în cazul gustului, mirosul plăcut al

alimentelor stimulează secreția glandelor digestive, iar mirosurile neplăcute pot declanșa strănut, sughiț și chiar vomă.

Aplicație practică

*Determinarea acuității simțului olfactiv

Materiale necesare: mai multe pahare de plastic, apă, pipetă, parfum, marker-e.

Mod de lucru: numerotați paharele, dar în mod codificat, astfel încât să nu poată fi descoperită ordinea. Turnați puțină apă, dar în cantități egale în fiecare pahar. Picurați parfum în fiecare pahar, numărul de picături crescând gradat. Amestecați paharele și prezentați-le experimenterilor (elevilor). Faceți mai multe seturi, astfel încât activitatea să se desfășoare pe mai multe grupe.

Fiecare grupă va trebui să ordoneze paharele în ordinea concentrațiilor, folosindu-se de sensibilitatea olfactivă.

După finalizarea activității, verificați dacă ierarhizarea a fost corect realizată.

Răspundeți la următoarele întrebări:

- Au fost greșeli comune grupelor de elevi privind ordonarea concentrațiilor?
- Prima probă a fost mai ușor de catalogat față de ultima?
- S-a instalat adaptarea mirosului?

NOȚIUNI ELEMENTARE DE IGIENĂ ȘI PATOLOGIE

Tabel 2.22. Afecțiuni ale analizatorului olfactiv

Afecțiune	Simptome	Cauze	Tratament
Rinita alergică sezonieră (polinoza sau febra de fân)	– rinoree (secreție nazală abundentă), strănut, nas înfundat, prurit (mâncărimi) nazal, ce apare în anumite anotimpuri	– alergenii sunt reprezentați de diferite tipuri de polen	– determinarea alergenilor și evitarea factorilor declanșatori, spălătură nazală, imunoterapie sub control medical
Rinita alergică perenă	– strănut, prurit și rinoree, obstrucție nazală, conjunctivită, prezente tot timpul anului	– diferiți alergeni, dintre care, frecvenți, sunt acarienii din praful de casă, mușgaiuri, peri de animale, gândaci de bucătărie	
Rinita infecțioasă	– congestie nazală și secreție nazală purulentă (de culoare galbenă-verzuie)	– infecție virală	– picături nazale decongestionante și tratament medicamentos la indicația medicului specialist

SUMAR

Analizatorul olfactiv permite identificarea hranei, recunoașterea hranei alterate sau a prezenței unor substanțe periculoase în mediu. Stimulul specific pentru receptorii olfactivi este reprezentat de substanțe odorante volatile dizolvate în mucusul care acoperă epitelul olfactiv și prin care difuzează până la receptori. Receptorii sunt neuroni bipolari modificați, numiți celulele olfactive, care prezintă la polul apical 8 – 20 de cili olfactivi cu rolul de a crește suprafața receptoare. Stimularea receptorilor este consecința atașării stimulului specific de o proteină aflată pe membrana receptoare. În urma acestei legări, receptorii generează influx nervos care este transmis, prin nervul olfactiv, celulelor mitrale, iar de aici, prin tractusul olfactiv, la cortex și structuri subcorticale.

EVALUARE

1. Explicați în ce mod, simțul mirosului este dependent de informația genetică?
2. Care pot fi cauzele pierderii temporare a mirosului și cum pot fi înlăturate?
3. Ce roluri are analizatorul olfactiv?

*ANALIZATORUL KINESTEZIC

Analizatorul kinestezic (fig. 2.47) sau **motor** intervine, alături de analizatorii vestibular, vizual și cutanat, în coordonarea mișcărilor și menținerea reflexă a echilibrului corpului în spațiu.

Segmentul periferic este reprezentat de **proprioceptorii** situați în mușchi, tendoane și articulații. Proprioceptorii sunt reprezentați de **terminații nervoase libere**, **corpusulii Vater-Pacini**, **fusurile neuromusculare** și **organele tendinoase Golgi**. **Fusurile neuromusculare** (fig. 2.47) sunt situate printre fibrele musculare striate, fixate de acestea. Fusurile neuromusculare sunt compuse dintr-o capsulă în care se află 5 – 10 fibre striate modificate, numite **intrafusale**, care au o porțiune centrală, necontractilă, bogată în nuclei și porțiuni periferice, contractile. Fusurile neuromusculare au dublă inervație: senzitivă și motorie. Inervația senzitivă este asigurată de două tipuri de **fibre senzitive primare** sau **anulospirale** și **secundare** sau **în buchet**, provenite din neuroni cu corpii aflați în ganglionii spinali. Fibrele senzitive anulospirale se dispun în jurul porțiunii centrale a fibrelor intrafusale, iar fibrele în buchet se dispun în zonele contractile ale fibrelor intrafusale.

Inervația motorie a fusurilor neuromusculare este realizată de **motoneuronii γ** care au corpul neuronal în coarnele anterioare medulare și butonii terminali ai axonilor lor dispuși într-o placă motorie la nivelul porțiunilor contractile ale fibrelor intrafusale.

Fiziologia fusurilor neuromusculare: deoarece fibrele intrafusale sunt dispuse paralel cu cele extrafusale și atașate la capete de acestea, orice întindere a mușchiului striat va determina întinderea fibrelor intrafusale și, în consecință, stimularea fibrelor senzitive primare și secundare ale fusului neuromuscular. Axonii motoneuronilor γ sfârșesc în porțiunile contractile ale fibrelor intrafusale și determină contracția acestora, producând stimularea fibrelor senzitive din fusurile neuromusculare, care este apoi transmisă măduvei, la motoneuronii α , ce vor determina contracția fibrelor extrafusale ale mușchiului striat. Fusul neuromuscular detectează orice modificare de lungime a mușchiului striat, iar frecvența impulsurilor descărcate de fibrele senzitive la nivelul motoneuronilor este direct proporțională cu gradul de alungire a mușchiului. În acest fel, fusurile neuromusculare asigură menținerea unei permanente stări de tensiune în mușchi.

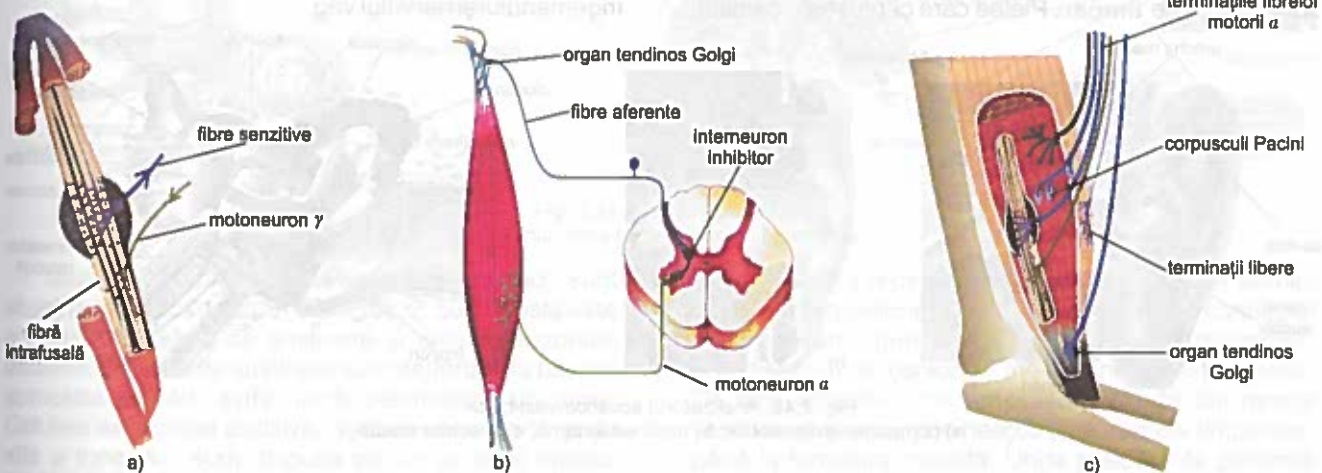


Fig. 2.47. Analizatorul kinestezic a) fus neuromuscular – structură; b) organul tendinos Golgi și conexiunile acestuia; c) distribuția receptorilor analizatorului kinestezic

Corpusulii Golgii (fig. 2.47) sunt situați la joncțiunea dintre tendon și mușchi. În structura lor intră o rețea de dendrite prevăzute cu butoni, care sunt terminații senzitive ale neuronilor din ganglionii spinali.

Fiziologia corpusculilor Golgi. În urma contracției mușchilor scheletici, tensiunea la nivelul tendoanelor musculare crește și constituie stimulul specific pentru terminațiunile nervoase senzitive ale corpusculilor Golgi. Acești receptori nu se adaptează detectând forța totală exercitată în timpul contracției de către mușchi asupra oaselor prin intermediul tendoanelor. Corpusculii Golgi determină inhibarea contracției mușchilor striati prin sinapse inhibitoare cu neuronii motori α .

Segmentul de conducere. Având ca prim neuron un neuron din ganglionul spinal, influxurile nervoase generate de proprioceptorii vor ajunge la măduvă, de unde, pe calea spinobulbară, ajung la **talamus** sau pe calea spinocerebeloasă, ajung la **cerebel**.

Segmentul central este localizat în **lobii frontal și parietal**, în ariile senzitivo-motorii.

Prin influxurile nervoase generate de proprioceptorii, encefalul este permanent informat asupra stării de contracție a mușchilor scheletici și, astfel, devine posibilă, pe de o parte, întreținerea tonusului muscular, iar pe de altă parte, reglarea cu precizie și finețe a motilității.

SUMAR

Analizatorul kinestezic sau motor intervine, alături de analizatorii vestibular, vizual și cutanat, în coordonarea mișcărilor și menținerea reflexă a echilibrului corpului în spațiu. Receptorii sunt proprioceptorii reprezentați de terminații nervoase libere, corpusculii Vater-Pacini, fusurile neuromusculare și corpusculii Golgi care sunt situați în mușchi, tendoane și articulații. Fusurile neuromusculare asigură menținerea unei permanente stări de tensiune în mușchi. Corpusculii Golgi determină inhibarea contracției mușchilor striati prin sinapse inhibitoare cu neuronii motori α . Prin influxurile nervoase generate de proprioceptorii, encefalul este permanent informat asupra stării de contracție a mușchilor scheletici și, astfel, devine posibilă, pe de o parte, întreținerea tonusului muscular, iar pe de altă parte, reglarea cu precizie și finețe a motilității.

EVALUARE

1. Descrieți structura fusurilor neuromusculare.
2. Explicați modul în care fusurile neuromusculare intervin în menținerea lungimii mușchilor.
3. Explicați rolul corpusculilor Golgi.

ANALIZATORUL ACUSTICO-VESTIBULAR

Analizatorul acustico-vestibular este specializat pentru perceperea a două simțuri – simțul auzului și simțul echilibrului. Stimulii specifici pentru cele două simțuri sunt **undele sonore și mișcările rectilinii și de rotație ale capului**. Receptorii acustici și vestibulari sunt situați în **ureche**. Aceasta este compusă din trei regiuni (fig. 2.48 a): urechea externă, medie și internă.

Urechea externă (fig. 2.48 b) este alcătuită din **pavilionul urechii și canalul auditiv extern**, limitat spre interior de **timpan**. Pielea care căptușește canalul

auditiv extern conține fire de păr, glande sebacee și glande ceruminoase. Cerumenul secretat de glandele ceruminoase asigură impermeabilitatea și flexibilitatea timpanului. Timpanul este circular, cu diametrul de aproximativ 1cm și este compus dintr-un epiteliu bistratificat, convex spre exterior și concav spre interior, între care se află un strat conjunctiv cu rol nutritiv. Timpanul este extrem de sensibil la durere, fiind inervat de fibre ale ramurii mandibulare a trigemenului și nervului vag.

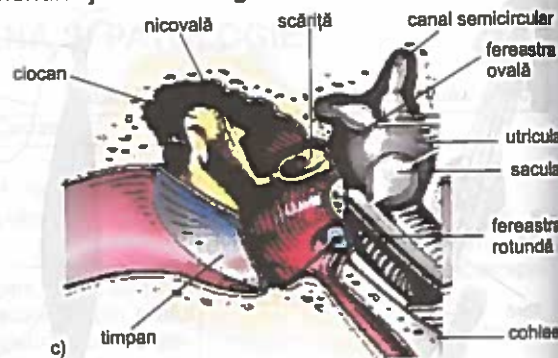
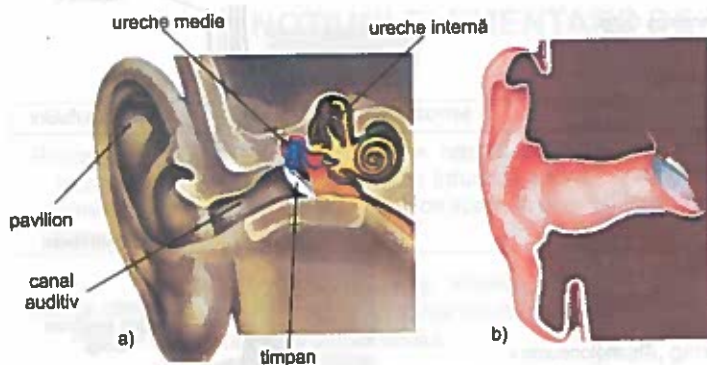


Fig. 2.48. Analizatorul acustico-vestibular
a) componentele urechii; b) urechea externă; c) urechea medie

Urechea medie (fig. 2.48 c), numită și **camera timpanică**, este o cavitate plină cu aer săpată în stânca osului temporal. Spre exterior, urechea medie este delimitată de **timpan**, iar spre interior de **fereastra ovală și fereastra rotundă**. Prin canalul numit **trompa lui Eustachio**, camera timpanică comunică cu faringele, cale pe care se asigură menținerea egalității presiunii aerului pe o față și cealaltă a timpanului. Între timpan și membrana ferestrei rotunde se dispune un sistem de oscioare: **ciocanul** – aplicat pe fața internă a timpanului, **nicovala și scărița** – aplicată pe membrana ferestrei ovale. Atașarea oscioarelor de pereții cavității timpanice este asigurată de ligamente. **Vibrațiile timpanului determină mișcarea sistemului de oscioare și transmiterea undelor sonore la membrana ferestrei**

ovale, care va produce mișcarea lichidului din urechea internă și stimularea mecanică a receptorilor auditivi. Sistemul de oscioare care transmit vibrațiile de la timpan, acționează ca un amplificator al undelor sonore. Amplificarea este intensificată și de transmiterea de la suprafața mare a membranei timpanice, la suprafața mult mai mică a membranei ferestrei ovale. De nicovală și scăriță sunt atașați și mușchii care se contractă reflex, reducând forța vibrațiilor și protejând, în acest fel, receptorii din urechea internă de sunetele prea puternice.

Urechea internă (fig. 2.49) constă într-o carcasă osoasă numită **labirint osos** care înconjură și protejează **labirintul membranos**. Spațiul dintre labirintul osos și cel membranos este umplut cu un lichid numit **perilimfă**, secretat de celulele care

căpтуșesc camerele osoase. Labirintul membranos conține și el un lichid numit **endolimfă**. Cele două lichide constituie un mediu de conducere a vibrațiilor implicate în auz și în declanșarea mecanismelor de menținere a echilibrului. Labirintul osos este divizat, structural și funcțional, în trei regiuni: vestibul, canalele semicirculare și cohlea.

Vestibulul este porțiunea centrală a labirintului osos, delimitat spre camera timpanică de ferestrele ovală și rotundă. Labirintul membranos din interiorul vestibulului constă din două formațiuni saciforme, conectate între ele (fig. 2.49), numite **utriculă** – mai mare și superioară și **saculă** – mai mică și inferioară. În utriculă și saculă se află receptorii vestibulari stimulați de forța gravitațională și de mișcările rectilinii ale capului.

Canalele semicirculare (fig. 2.49 a), așezate posterior față de vestibul, sunt dispuse la unghiuri de 90° unele față de altele, pe cele trei direcții ale spațiului. În interiorul lor se află cele trei **canale semicirculare membranoase** care se deschid în utriculă. La câte un capăt de comunicare cu utricula, fiecare canal semi-

circular membranos prezintă o dilatație, **ampula**, care conține **crestele ampulare** cu receptorii vestibulari stimulați de accelerații și decelerații unghiulare ale capului produse în timpul mișcărilor de rotație.

Cohlea are forma unei cochilii de melc (fig. 2.49 b), rezultat al rotirii de două ori și jumătate a unui tub osos în jurul unui ax osos numit **columelă**.

În interiorul tubului osos se află trei camere alungite dispuse pe toată lungimea melcului: rampa vestibulară, rampa timpanică și canalul cohlear.

Rampa vestibulară și **rampa timpanică** sunt umplute cu **perilimfă**, iar între ele se află o comunicare numită **helicotremă**, situată la vârful melcului. Canalul cohlear este delimitat de rampa timpanică prin **lama spirală**, continuată de **membrana bazilară**, iar de rampa vestibulară este delimitat prin **membrana Reissner**. Canalul cohlear conține lichidul **endolimfă** secretat de epiteliul ce căpтуșește peretele osos.

În canalul cohlear, așezat între membrana bazilară și membrana tectoria (fixată la un singur capăt de lama osoasă spirală), se află **organul Corti** în care sunt dispuși receptorii acustici.

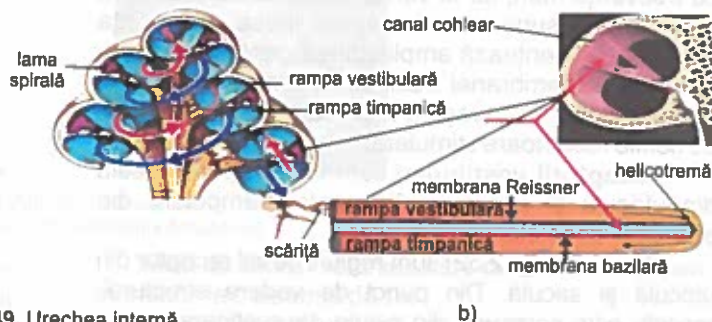
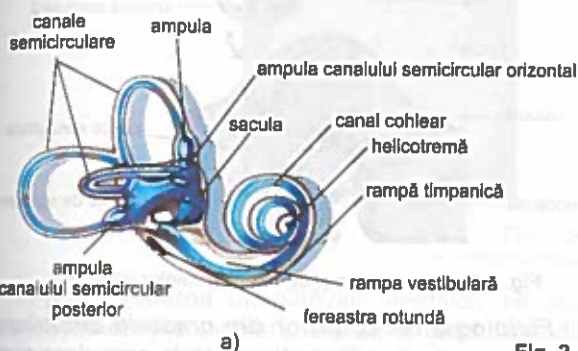


Fig. 2.49. Urechea internă
a) labirintul osos și membranos; b) cohlea

Segmentul periferic. Receptorii acustici sunt situați la nivelul **organului Corti** (fig. 2.50). Acesta este compus din celule de susținere și celule senzoriale auditive. Celulele de susținere sunt depărtate la bază și apropiate la vârf, astfel încât delimitează un tunel. Celulele senzoriale auditive, așezate de-o parte și de alta a tunelului, sunt dispuse pe un șir spre interior (spre columelă) și pe trei-patru șiruri spre exterior (spre peretele canalului osos). Celulele receptoare auditive sunt celule ciliate, cele din șirurile externe având de patru ori mai mulți cili, care sunt inclavați în **membrana tectoria**. La baza fiecărei celule senzoriale ciliate se află fibrele nervoase senzitive ale primului neuron al căii auditive.

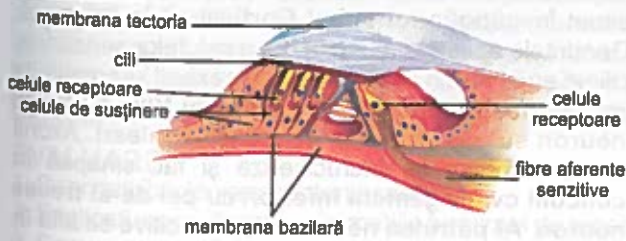


Fig. 2.50. Organul Corti

Fiziologia receptorilor acustici. Vibrațiile aerului preluate de pavilionul urechii, și conduse prin conductul auditiv extern, sunt preluate de timpan și transmise, prin sistemul de oscioare, membranei ferestrei ovale. De aici, vibrațiile sunt transmise perilimfei din rampa vestibulară și apoi, prin helicotremă, rampei timpanice, până la fereastra rotundă. Unda preluată de perilimfă este transmisă endolimfei din canalul cohlear, determinând deformarea membranei bazilare, atingerea cililor celulelor receptoare de membrana tectoria, îndoirea lor și excitarea. În urma excitării mecanice a celulelor senzoriale auditive, acestea generează impulsuri nervoase. Diferite frecvențe ale sunetelor determină deformări cu diferite amplitudini ale membranei bazilare și, cu cât amplitudinea este mai mare, cu atât numărul cililor celulelor senzoriale stimulate va fi mai mare, determinând creșterea intensității stimulării.

Vibrațiile sonore sau undele sonore sunt comprimări-decomprimări ale aerului care se deplasează de la nivelul sursei care le produce, în toate direcțiile, întocmai ca cercurile descrise la suprafața apei după ce este aruncată o piatră. Aceste unde de energie sunt caracterizate de frecvență și intensitate (fig. 2.51).

Frecvența este măsurată în herți (Hz) și de ea depinde direct proporțional înălțimea sunetului. Frecvența sunetelor pe care le recepționează receptorii acusticii din urechea umană este cuprinsă între 20 – 20.000 Hz/s. Intensitatea sau tăria sunetului este determinată de amplitudinea vibrației sonore și se măsoară în decibeli (dB).

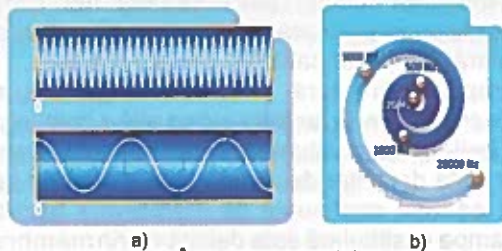


Fig. 2.51. Înregistrarea undelor sonore
a) amplitudine constantă, frecvențe diferite;
b) frecvențele recepționate în diverse regiuni ale canalului cohlear

Fiecare parte a canalului cohlear recepționează vibrații sonore cu o anumită frecvență sau intensitate, care determină stimularea anumitei regiuni a organului Corti și astfel, la bază sunt recepționate sunete cu frecvențe mari, iar la vârful canalului cohlear sunt recepționate sunete cu frecvențe joase. Frecvența sunetului influențează amplitudinea deplasării în sus și în jos a membranei bazilare în timpul vibrației și aceasta determină creșteri sau scăderi ale numărului de celule receptoare stimulate.

Receptorii vestibulari sunt localizați în macula din utriculă și saculă și în crestele ampulare din ampulele canalelor semicirculare.

Maculele (fig. 2.52) sunt regiuni cu rol receptor din utriculă și saculă. Din punct de vedere structural, macula este compusă din celule de susținere prevăzute cu **microvili** scurți la polul apical și două tipuri de cili, unul lung (**kinocilii**) și numeroși cili scurți (**stereocilii**) dispuși, în jurul celui lung, ca sistemul de tuburi al unei orgi. Ciliile celulelor senzoriale proemină într-o membrană gelatinoasă numită **membrană otolitică**, produsă de celulele de susținere. La suprafața membranei otolitice se află mici cristale compuse din carbonat de calciu și proteine numite **otoliți**.

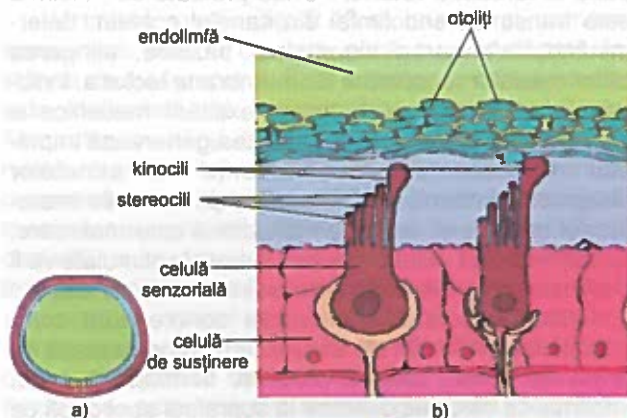


Fig. 2.52. Maculele otolitice
a) localizare; b) structură

Pe peretele opus maculei se află celulele epiteliale specializate care au rolul de a menține constantă compoziția endolimfei.

Fiziologia receptorilor din macule. Datorită atracției gravitaționale, precum și variației accelerației mișcărilor rectilinii ale corpului, otolitele ating cilii celulelor senzoriale, stimulându-le mecanic. În urma stimulării, celulele senzoriale generează influxuri nervoase care vor fi preluate de dendritele primului neuron al căii vestibulare, care sunt situate la baza receptorilor.

Creste ampulare (fig. 2.53) se găsesc în ampulele de la baza brațelor canalelor semicirculare. Crestele ampulare conțin aceleași tipuri de celule ca și maculele din saculă și utriculă, respectiv celule de susținere și celule senzoriale ciliate. Celulele senzoriale au cilii conținuți într-o membrană gelatinoasă numită **cupulă** care plutește în **endolimfă**. Spre deosebire de macule, cupula nu conține otolite.

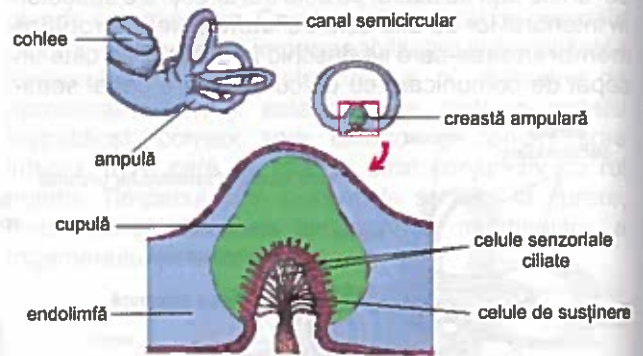


Fig. 2.53. Localizarea și structura celulelor ampulare

Fiziologia receptorilor din crestele ampulare. Celulele senzoriale ciliate din crestele ampulare sunt stimulate de variații ale vitezei mișcărilor de rotație ale capului. Datorită inerției, endolimfa din canalele semicirculare membranoase se va deplasa în sens invers sensului de rotație, deformând crestele și stimulând mecanic cilii celulelor senzoriale. În urma stimulării, celulele receptoare vor genera un influx nervos. Acesta va fi transmis dendritelor primului neuron al căii vestibulare aflate la baza celulelor receptoare din crestele ampulare. Datorită poziției canalelor semicirculare pe cele trei direcții ale spațiului, orice sens ar avea rotația (în jurul axei verticale sau a celei orizontale a corpului) va determina stimularea receptorilor din crestele ampulare.

Segmentul de conducere. Calea auditivă este constituită din patru neuroni. **Primul neuron** este situat în **ganglionul spiral Corti** situat în columelă. Dendritele acestuia ajung la baza celulelor senzoriale ciliate auditive din organul Corti, iar axonii lui constituie **ramura acustică a nervilor cranieni VIII**. **Al doilea neuron** se află în punte în **nuclei cohleari**. Axonii deutoneuronilor se încrucișează și fac sinapsă în **coliculii cvadrigemeni inferiori** cu **cel de-al treilea neuron**. **Al patrulea neuron** al căii auditive se află în metatalamus, **corpul geniculat medial**.

Calea vestibulară este constituită din trei neuroni: **protoneuronul** se află în **ganglionul Scarpa**; dendritele sale ajung la baza celulelor senzoriale din macule și crestele ampulare, iar axonii constituie **ramura vestibulară a nervilor cranieni VIII**. **Deutoneuronul** se află în cei **patru nuclei vestibulari din punte** și **bulb**, de unde pleacă fascicule spre măduva spinării, cerebel, nuclei nervilor cranieni III, IV și VI.

Al treilea neuron este situat în **nucleii talamici**. **Segmentul central**. Influxurile nervoase aduse de **calea auditivă** se proiectează în **lobul temporal**, pe fața superioară a girului temporal superior, în **aria auditivă primară**. **Segmentul central al analizatorului vestibular** este situat în partea posterioară a **girusului temporal superior**, unde este localizată **aria vestibulară**.

NOȚIUNI ELEMENTARE DE IGIENĂ ȘI PATOLOGIE A URECHII

Tabel 2.23. Afecțiuni ale urechii

Afecțiune	Simptome	Cauze	Tratament
Otita externă	- durerea urechii, secreția purulentă și senzația de mâncărime	- creșterea secreției de cerumen, curățarea necorespunzătoare a urechii	- picături otice cu antibiotic, câte cinci-zece picături de trei-patru ori pe zi și toaletarea urechii
Otita medie acută (fig. 2.54)	- durere violentă a urechii fără secreție	- infecția bacteriană a urechii medii, favorizată de o viroză respiratorie	- instituit rapid, la recomandarea medicului; fără tratament, este posibilă spargerea membranei timpanice, cu instalarea unei secreții purulente



a)



b)

Fig. 2.54. Afecțiuni ale urechii
a) otita medie acută; b) perforația timpanului

Pentru evitarea îmbolnăvirii urechilor, se recomandă toaleta urechii prin spălarea conductului auditiv extern cu degetul înfășurat într-o pânză de bumbac umezită, fără a pătrunde în partea profundă a conductului. Pentru scărpınatul urechii, nu folosiți bețe, unghii ascuțite sau orice alt obiect care ar putea produce leziuni ale tegumentului. Investigați și tratați din timp orice durere la nivelul urechii sau scăderea auzului, pentru a preveni apariția unor afecțiuni cronice, cu lezarea aparatului auditiv.

Aplicație practică:

*Determinarea acuității auditive

Materiale necesare: bile de metal cu diferite diametre, placă de metal, voluntari.

Mod de lucru: voluntarul stă cu spatele la experimentator, la o distanță de 1m.

Experimentatorul lasă să cadă, de la diferite înălțimi, bilele de metal.

Voluntarul anunță momentul când aude zgomotul produs de bile.

Același experiment va fi repetat cu alt grup de voluntari.

Rezultate: cu cât este mai mică bila al cărei zgomot de cădere este perceput de voluntar, cu atât acuitatea auditivă a voluntarului respectiv este mai mare.

De asemenea, cu cât este mai mică distanța de la care bila este lăsată să cadă, cu atât acuitatea auditivă a voluntarului respectiv este mai mare.

SUMAR

Analizatorul acustico-vestibular este specializat pentru perceperea a două simțuri – simțul auzului și simțul echilibrului, ambele având receptorii plasați în urechea internă și reprezentați de celule senzoriale ciliate. Stimulii specifici pentru cele două simțuri sunt undele sonore și mișcările rectilinii și de rotație ale capului. Frecvența sunetelor pe care le recepționează receptorii acustici din urechea umană, este cuprinsă între 20 – 20.000Hz. Cele mai frecvente afecțiuni ale urechii sunt otitele, mai întâlnite la copii, și tulburările de auz, la adulți.

EVALUARE

1. Descrieți fiziologia receptorilor auditivi.
2. Explicați modul în care informațiile furnizate de receptorii vestibulari ajung la musculatura posturală.
3. Care sunt regulile de igienă ce trebuie respectate pentru toaleta urechilor?

Capitolul 2

GLANDELE ENDOCRINE

Sistemul endocrin funcționează în paralel cu sistemul nervos, asigurând menținerea homeostaziei corpului, creșterea și dezvoltarea acestuia, realizând un control pe termen lung al tuturor funcțiilor acestuia, prin intermediul semnalelor chimice numite **hormoni**.

Glandele endocrine, numite și **glande cu secreție internă**, sunt lipsite de canale de secreție și

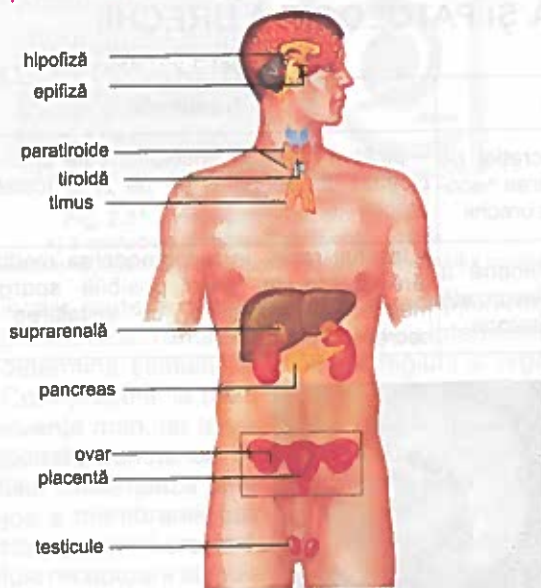


Fig. 2.55. Localizarea glandelor endocrine

produc **hormoni** care sunt preluați de vasele sangvine și limfatiche care le irigă din abundență. Majoritatea țesuturilor glandulare sunt organizate în **cordoane**, dispuse în **rețea**, care maximizează contactul dintre ele, și capilarele care le înconjoară. Glandele endocrine sunt reprezentate de hipofiză, tiroidă, paratiroide, suprarenale, epifiză și timus; localizarea lor poate fi observată în figura 2.55.

Unele glande conțin **țesut glandular endocrin**, alături de **țesut glandular exocrin**, așa cum este cazul pancreasului și gonadelor, care sunt numite și **glande mixte**. **Hipotalamusul**, organ nervos, are și rol de glandă endocrină, prin nucleii săi anteriori care eliberează hormoni numiți **neurohormoni**, deoarece sunt produși de celule nervoase modificate. Alături de glandele endocrine, există și alte organe care produc hormoni, cum sunt stomacul, intestinul subțire, rinichii și inima.

Hormonii sunt **biocatalizatori** produși în cantități extrem de mici, care reglează activitatea metabolică a altor celule din corpul uman. După structura chimică, hormonii se grupează în două clase fundamentale: **steroizi** și **peptide** (tabelul 2.24). Aceste clase li se alătură recent **grupul de hormoni derivați din acizii arahidonici**, cum sunt **leucotrienele** și **prostaglandinele**, produse de membrana majorității celulelor în cazul inflamațiilor, alergiilor etc., și care au un efect strict localizat.

Tabel 2.24. Clasele de hormoni

Hormonii steroizi			Hormoni peptidici		
Tip de substanță	Exemple de hormoni	Glande care îi produc	Tip de substanță	Exemple de hormoni	Glande care îi produc
- lipide derivate din colesterol	- testosteron - estradiol	- gonadele - corticosuprarenalele - placenta	- proteine cu număr mic de aminoacizi	- glucagon - gastrină - hormonul de creștere - ocitocină	- pancreas endocrin - hipofiză - paratiroide

Acțiunea hormonilor asupra celulelor determină următoarele efecte: modifică permeabilitatea membranelor prin deschiderea sau închiderea canalelor ionice, stimulează sinteza proteică, inclusiv sinteza enzimelor, inhibă sau stimulează activitatea enzimelor, determină stimularea secreției celulare, stimulează diviziunea celulară.

Deși circulă, prin intermediul sângelui, prin toate țesuturile, hormonii influențează activitatea celulelor unui anumit țesut, numite **celule țintă**. Există două mecanisme de bază prin care hormonii interacționează cu celulele țintă.

Primul mecanism este propriu hormonilor peptidici, care se leagă de receptori specifici de pe membrana celulelor țintă - hormonul are rol de **prim mesager**. În urma legării de hormon, receptorul își modifică forma, se leagă de o **proteină (G)** din apropierea membranei, activând-o și, ca urmare, activează, la rândul ei, o

enzimă care este **al doilea mesager**. Enzima activată declanșează reacții în cascadă, în care sunt implicate una sau mai multe enzime, unele cu efecte stimulatoare, altele cu efecte inhibitoare, în aceeași celulă țintă putând avea loc simultan o mare varietate de reacții.

Al doilea mecanism de acțiune al hormonilor este propriu steroizilor. Aceștia, spre deosebire de peptide, sunt liposolubili și difuzează prin membrana celulelor țintă. Ajunși în citoplasmă, hormonii se leagă de un **receptor intracelular**, formând un **complex hormon-receptor**, activat, care va străbate membrana nucleară și se va lega specific de un **receptor proteic specific**, care este legat de o anumită genă - secvență de ADN. Această legare va face posibil accesul la ADN și declanșează sinteza proteică, începând cu transcripția (sinteza ARN), și continuând cu translația, care va fi finalizată cu producerea proteinelor, a enzimelor.

*MECANISMELE GENERALE DE REGLARE A SECREȚIEI ENDOCRINE

Sinteza și eliberarea celor mai mulți hormoni este reglată, în marea majoritate a cazurilor, prin mecanisme de **feedback negativ**. Acest mecanism asigură menținerea în anumite limite a parametrilor mediului intern, cum sunt glicemia, calcemia, lipemia etc. De exemplu, dacă nivelul K^+ din sânge crește peste valoarea normală, această modificare va stimula direct porțiunea corticală a glandelor suprarenale, care va crește secreția de hormon aldosteron și acesta va acționa asupra tubulilor renali, determinând creșterea excreției de K^+ . În consecință, nivelul sanguin al K^+ va scădea și va fi inhibată secreția hormonului aldosteron. Rezultatul funcționării mecanismului de feedback negativ este variația între limite apropiate a nivelului sanguin al hormonilor.

Există și rare situații în care reglarea secreției hormonale se realizează prin mecanism de **feedback pozitiv**, care conduce la creșterea abaterii de la valoarea normală a unui parametru al mediului intern. Acest tip de mecanism intervine în controlul evenimentelor automenținute care pot fi necontrolabile și nu necesită continua ajustare, așa cum este cazul secreției hormonului ocitocină în timpul nașterii. **Ocitocina** este o neurosecreție produsă de **hipotalamusul anterior** și depozitată în **hipofiza posterioară**. Hormonul stimulează contracțiile uterului în timpul travaliului. În timp ce fătul este angajat în expulzie și exercită presiuni asupra pereților vaginali, sunt stimulați **mecanoreceptorii** care trimit mesaje nervoase către hipotalamus care este stimulat și astfel, pe tot parcursul nașterii, **ocitocina** este sintetizată și eliberată în cantități din ce în ce mai mari, pentru ca, după naștere, producția să se oprească.

Perturbarea mecanismelor de reglaj determină disfuncții care pot fi cauzate fie de secreția în exces a hormonilor – **hipersecreție**, fie de secreția insuficientă a hormonilor – **hiposecreție**.

Stimulii care acționează la nivelul glandelor endocrine, sunt de două tipuri: umorali și neuronali.

Stimulii umorali sunt reprezentați de variații ale concentrației anumitor molecule sau ioni din mediul intern. De exemplu, unul dintre stimulii care intensifică secreția pancreatică de insulină este creșterea concentrației glucozei în sânge. O variantă a stimulării umorale este cea hormonală, în care hormonii produși de unele glande, stimulează sau inhibă secreția altora. Stimularea hormonală este întâlnită la multe glande endocrine.

Stimulii neuronali acționează asupra unui număr restrâns de glande endocrine. În acest caz, fibrele nervoase stimulează eliberarea de hormoni, așa cum se întâmplă în situații de stres, când fibrele nervoase postganglionare simpatice din medulosuprarenală descarcă **adrenalină**.

HIPOFIZA

Hipofiza (glanda pituitară) are formă rotunjită, greutate de 0,5 g și este așezată pe șeaua turcească a osului sfenoid de la baza craniului. Această glandă este compusă din 3 lobi: cel anterior și cel mijlociu formează **adenohipofiza**, iar cel posterior formează **neurohipofiza**.

Hipofiza prezintă legături anatomice și funcționale cu hipotalamusul. Legăturile anatomice sunt vizibile sub forma **tije pituitare**, la nivelul căreia se află legătura vasculară și nervoasă dintre cele două organe. Legătura vasculară este reprezentată de **sistemul port hipofizar** (descriș de G.T. Popa și Unna Fielding), iar legătura nervoasă este reprezentată de

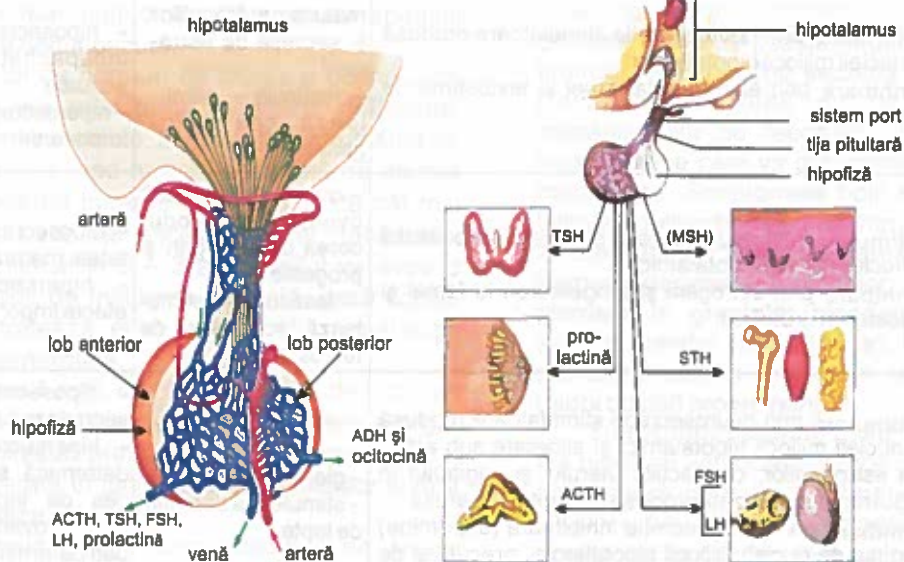


Fig. 2.56. Hipofiza
a) structură; b) secreții și organe țintă

tractul hipotalamohipofizar, format din axonii neuronilor din nucleii anteriori hipotalamici care sfârșesc în lobul posterior hipofizar.

Legătura funcțională a hipofizei cu hipotalamusul este realizată prin **neurosecreții stimulative (RH)** și **inhibitoare (IH)** produse de **nucleii mijlocii ai hipotalamusului** și descărcate prin sistemul porthipofizar la nivelul adenohipofizei, precum și prin **neurosecreții** produse de **nucleii anteriori ai hipotalamusului** transportate prin axonii tractului

hipotalamohipofizar și depuse în neurohipofiză. Hormonii produși de adenohipofiză sunt: **somatotrop (STH)**, **adenocorticotrop (ACTH)**, **tireotrop (TSH)**, **gonadotropi: foliculostimulant (FSH) și luteinizant (LH) și prolactina** (fig. 2.56). Caracteristicile funcționale ale acestor hormoni sunt sintetizate în tabelul 2.25. Lobul intermediar al hipofizei produce hormonul **melanocitostimulant**, care stimulează pigmentarea tegumentului, iar secreția lui este reglată prin neurosecreții ale **hipotalamusului mijlociu**.

Tabelul 2.25. Caracteristicile funcționale ale hormonilor adenohipofizari

Hormon	Reglarea secreției	Organe țintă și efecte	Efectele disfuncțiilor
- somatotrop - hormonul de creștere	- stimulare prin neurosecreție stimulative produsă de nucleii mijlocii hipotalamici, estrogeni, hipoglicemie, creșterea concentrației de aminoacizi în sânge, scăderea lipidelor din sânge, efort fizic, stres; - inhibare prin neurosecreție inhibitoare produsă de nucleii mijlocii hipotalamici, hiperglicemie, hiperlipemie, obezitate, depresii	- ficat, musculatura scheletică, cartilaje - efect anabolizant, stimulează creșterea, mobilizarea grăsimilor, consumul glucozei	- hiposecreția determină piticism la copii - hipersecreția determină gigantism la copii și acromegalie (creșterea extremităților corpului și a unor organe (nas, limbă, ficat) la adulți)
- tireotrop (TSH)	- stimulare prin neurosecreție stimulative produsă de nucleii mijlocii hipotalamici și, indirect, de starea de gravidie și temperaturi scăzute - inhibare prin neurosecreție inhibitoare produsă de nucleii mijlocii hipotalamici, hormoni tiroidieni în exces	- glanda tiroidă - stimulează creșterea și funcționarea normală a glandei tiroide	- hiposecreția determină cretinismul la copii și mixedemul la adulți - hipersecreția determină exoftalmie și boala Basedow-Graves
- adenocorticotrop (ACTH)	- stimulare prin neurosecreție stimulative produsă de nucleii mijlocii hipotalamici, febră, hipoglicemie, stres - inhibare prin neurosecreție inhibitoare produsă de nucleii mijlocii hipotalamici, exces de glucocorticoizi	- corticosuprarenale - stimulează eliberarea de glucocorticoizi și androgeni	- hiposecreția este rar întâlnită - hipersecreția provoacă sindromul Cushing
- foliculostimulant (FSH)	- stimulare prin neurosecreție stimulative produsă de nucleii mijlocii hipotalamici - inhibare prin estrogeni la femei și testosteron la bărbați	- ovare - stimulează maturarea foliculilor și secreția de estrogeni - testicule - stimulează spermatogeneza	- hiposecreția determină incapacitatea maturării sexuale - hipersecreția - fără efecte importante
- luteinizant (LH)	- stimulare prin neurosecreție stimulative produsă de nucleii mijlocii hipotalamici - inhibare prin estrogeni și progesteron la femei și testosteron la bărbați	- ovare - stimulează ovulația și producerea de estrogen și progesteroni - testicule - stimulează producerea de testosteron	- hiposecreția - incapacitatea maturării sexuale - hipersecreția - fără efecte importante
- prolactina	- stimulare prin neurosecreție stimulative produsă de nucleii mijlocii hipotalamici și eliberate sub acțiunea estrogenilor, contracțiile uterului și vaginului în timpul nașterii, senzații produse de suptul sugarului - inhibare prin neurosecreție inhibitoare (dopamina) produsă de nucleii mijlocii hipotalamici, precum și de substanța neagră a mezencefalului	- glande mamare - stimulează secreția de lapte	- hiposecreția determină secreție redusă de lapte - hipersecreția, la femei determină secreție în exces de lapte și oprirea ciclului ovarian, iar la bărbați determină impotență și creșterea glandelor mamare (ginecomastie)

Hormonii neurohipofizei sunt **antidiuretic** (sau **vasopresina**) și **ocitocina**. Caracteristicile funcționale ale acestora sunt sintetizate în tabelul 2.26.

Tabelul 2.26. Caracteristicile funcționale ale hormonilor hipofizari

Hormon	Reglarea secreției	Organe țintă și efecte	Efectele disfuncțiilor
Hormonul antidiuretic (ADH) sau vasopresina	<p>– stimulare prin impulsuri de la neuronii hipotalamici din nucleii anteriori stimulați de impulsuri venite de la osmoreceptorii din pereții vaselor sangvine, scăderea volumului sangvin, durere, anumite medicamente</p> <p>– inhibare, indirect, prin inhibarea neuronilor secretori din nucleii hipotalamici anteriori de impulsurile venite de la baroreceptorii din pereții vaselor de sânge stimulați de creșterea volumului sângelui; inhibare directă, de alcool</p>	<p>– rinichii și tubii uriniferi influențează permeabilitatea și stimulează reabsorbția apei, scăzând diureza (cantitatea de urină produsă în 24 de ore)</p>	<p>– hiposecreția determină diabetul insipid</p> <p>– hipersecreția determină contracția musculaturii din pereții arteriolar și hipertensiune</p>
Ocitocina	<p>– stimulare prin impulsuri de la neuronii hipotalamici din nucleii anteriori, stimulați de impulsuri venite de la mecanoreceptorii din pereții uterului sau din tegumentul mameloanelor; primii sunt excitați de presiunea exercitată de făt în timpul nașterii, iar ultimii sunt stimulați de supt</p> <p>– inhibare prin lipsa stimulilor anterior enumerați</p>	<p>– uter – stimulează contracția pereților și inițiază travaliul</p> <p>– sâni – inițiază eliminarea laptelui</p>	– nu se cunosc

Disfuncțiile hipofizare

Nanismul hipofizar este produs prin absența sau hiposecreția hormonului de creștere – **somatotrop**. Copiii afectați nu ating înălțimea normală a speciei umane, iar organele, ca și segmentele corpului, păstrează proporția normală. La naștere, copiii afectați nu prezintă diferențe față de cei normali. Deficitul de creștere se evidențiază, de obicei, la vârsta de 2 – 3 ani, când se instalează un nanism de tip armonic. Caracterele sexuale sunt nedezvoltate, pubertatea se instalează incomplet și foarte târziu sau nu se instalează deloc. Din punct de vedere al dezvoltării psihice, inteligența este aproape normală, cu excepția cazurilor la care coexistă unele leziuni cerebrale. Nanismul hipofizar poate fi congenital sau dobândit.

Pentru cei mai mulți dintre copii, cauza apariției deficienței este necunoscută.

Tratamentul cu hormon de creștere obținut prin biotehnologie are rolul de a îndepărta deficiența. Acest tratament substituie, în doze mici, cantitatea de hormon ce ar fi în mod normal secretată de glanda pituitară. Începerea tratamentului la o vârstă cât mai fragedă este cu atât mai eficientă; astfel, dacă tratamentul este instituit la 2 – 3 ani, copilul va avea o înălțime aproape de înălțimea normală; dacă copilul afectat nu se tratează, el va avea cu 40 cm mai puțin decât înălțimea normală.

Gigantismul este efectul excesului de hormon **somatotrop** instalat în perioada de creștere a organismului, manifestat prin talie înaltă, de peste 2 m, creștere exagerată în lungime a extremităților și fără afectarea intelectului.

Acromegalia este o boala cauzată de nivelul excesiv al hormonului de creștere, la adult. Acromegalia este foarte rară – patru cazuri noi la un milion de oameni pe an.

Cea mai frecventă cauză care determină acromegalia este creșterea în dimensiuni a glandei, numită și **adenom hipofizar**. Simptomele bolii sunt: schimbarea fizionomiei față de vechile fotografii; trăsăturile faciale devin mai colțuroase, creșterea numărului la pantof, piciorul se lățește, creșterea dimensiunii mâinilor și degetelor, maxilarul inferior iese în afară, provocând probleme dentare, nasul și limba se măresc, apar probleme ale sinusurilor, se instalează oboseala profundă, pielea îngroșată, grasă, transpirație abundentă, slăbirea musculaturii, dureri ale articulațiilor, senzație de furnicăre în special în mâini, tensiune arterială ridicată și diabet. Tratamentul este medicamentos, radioterapie și intervenție chirurgicală.

Boala Graves, numită și boala Perry sau boala Basedow-Graves (fig. 2.57), are **cauze necunoscute, care duc la producerea unor anticorpi care se leagă de receptorii pentru hormonul tireotrop ai celulelor glandei tiroide**. Această legare mimează acțiunea tirotopinei, stimulând secreția de hormoni tiroidieni. Deoarece anticorpii nu se află sub controlul mecanismului de feedback, tiroida va produce o hipersecreție care va determina o serie de modificări metabolice. Simptomele bolii sunt: anxietatea, iritabilitatea, tulburări de somn, ritm accelerat și neregulat al activității cardiace, creșterea frecvenței ventilației, tremurul degetelor și mâinilor, pielea umedă și caldă, pierdere în greutate, hiperfagie, creșterea dimensiunilor glandei tiroide (gușa), intoleranță la căldură, scurtarea ciclului menstrual la femei și exoftalmie (globi oculari proeminenți).

Sindromul Cushing poate fi determinat de tumori ale hipofizei anterioare, tumori pulmonare, renale sau pancreatice care produc hormonul adenocorticotrop (ACTH), sau tumori ale glandei suprarenale. Toate aceste cauze conduc spre o hipersecreție de hormoni ai glandei corticosuprarenale, și anume, hipersecreție de gluco corticoizi. Afectiunea se caracterizează prin: hiperglicemie, scăderea proteinelor musculare și

osoase, retenția de săruri și de apă, hipertensiune, edem, redistribuirea țesutului adipos pe abdomen și pe spate („cocoașă de bizon”), față rotundă de „lună plină”. Singurul tratament este cel chirurgical, prin extirparea tumorilor.

Diabetul insipid este efectul hiposecreției de hormon antidiuretic (ADH). Acest fenomen are drept cauze frecvente traumatisme craniene care au afectat hipotalamusul anterior. Boala se manifestă prin ingestia unor cantități mari de apă și creșterea diurezei cu urină diluată.

Cașexia hipofizară este determinată de distrugerea hipofizei sau îndepărtarea ei pe cale chirurgicală, ca o măsură extremă în anumite forme de cancer. Organismul slăbește, se instalează o stare de anemie și slăbiciune, urmată de scăderea temperaturii corpului, comă și moarte.

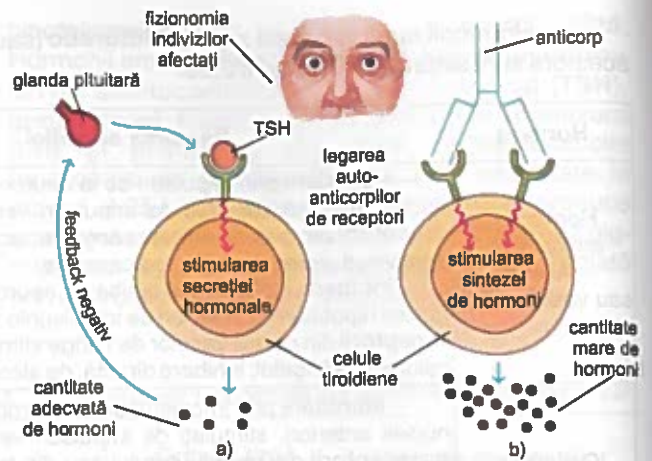


Fig. 2.57. Boala Basedow – Graves
a) reglare normală; stimularea tiroidei prin autoanticorpi

SUMAR

Sistemul endocrin funcționează în paralel cu sistemul nervos, asigurând menținerea homeostaziei corpului, creșterea și dezvoltarea acestuia, realizând un control pe termen lung al tuturor funcțiilor acestuia, prin intermediul semnalelor chimice numite hormoni. Hipofiza este glanda endocrină strâns legată de sistemul nervos prin sistemul porthipofizar și tractul hipotalamohipofizar. Hormonii hipofizari reglează activitatea altor glande (TSH, ACTH, FSH, LH) sau intervin în procese fiziologice și metabolice (STH, ADH, ocitocina, prolactina).

EVALUARE

1. Care sunt mecanismele de acțiune a hormonilor asupra celulelor țintă?
2. Descrieți modurile de reglare a secreției glandelor endocrine.
3. Precizați efectele disfuncțiilor secretorii ale hipofizei.

TIROIDA

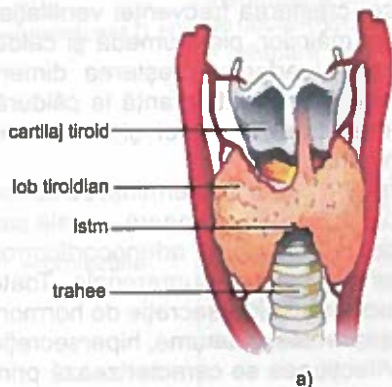
Tiroida este situată pe fața anterioară a laringelui, sub cartilajul tiroid (mărul lui Adam), fiind cea mai mare glandă endocrină 25 – 30 g. Este alcătuită din doi lobi, uniți prin **istm**.

Structura internă: tiroida este compusă din **foliculi sferici**, cu pereți unistratificați, compuși din **celule foliculare glandulare** care secretă hormonii **tiroxină (T4)** și **triiodotironină (T3)**, ultimul fiind de patru ori mai activ ca primul. Interiorul foliculilor conține un lichid coloidal bogat în proteine. Printre foliculi se află **celule parafoliculare**, care produc hormonul **calcitonină**. Cu excepția gravidelor, care necesită tiroxina pentru dezvoltarea fătului, în orga-

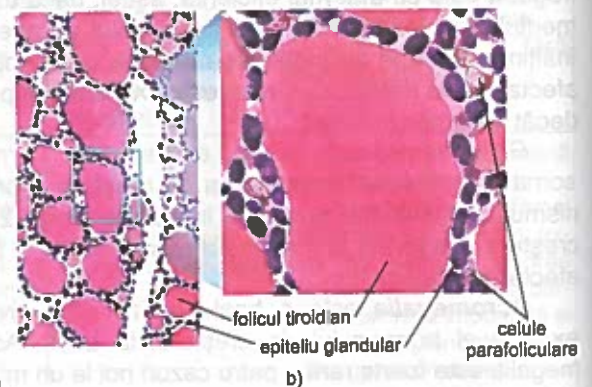
nism, tiroxina este transformată în triiodotironină la nivelul organelor interne, în special în ficat.

Cu excepția celulelor encefalului, splinei, testiculelor, ovarelor și celulelor tiroidiene, restul celulelor corpului posedă receptori pentru hormonii tiroidieni cu implicații majore în procesele fiziologice importante, ca: metabolismul, creșterea și dezvoltarea. În sânge, hormonii tiroidieni circulă, în general, legați de proteine specifice.

Hormonii tiroidieni activează enzimele implicate în oxidarea glucozei, cresc rata metabolismului bazal și producerea de căldură (**efect calorigen**). Principalele efecte ale hormonilor tiroidieni sunt sintetizate în tabelul 2.27.



a)



b)

Fig. 2.58. Tiroida
a) morfologie; b) structură internă

Tabelul 2.27. Efectele hormonilor tiroidieni

Procese și sisteme afectate	Efecte fiziologice normale	Efectele hiposecreției	Efectele hipersecreției
– rata metabolismului bazal / reglarea temperaturii corpului	– stimulează utilizarea oxigenului – efect calorigen; intensifică efectele stimulării simplice	– scade rata metabolismului bazal – scade temperatura corpului – scade apetitul alimentar – creșteri în greutate – reduce sensibilitatea la mediatorii chimici neuronali	– crește rata metabolismului bazal – crește temperatura corpului – scăderi în greutate – crește sensibilitatea la mediatorii chimici neuronali, urmată de creșterea presiunii arteriale
– metabolismul glucidic, lipidic și proteic	– crește catabolismul glucidic, mobilizează grăsimile din depozite, stimulează sinteza proteică – stimulează sinteza colesterolului la nivelul ficatului	– scade metabolismul glucidic – crește nivelul colesterolului și al trigliceridelor în sânge – scade sinteza proteică – apare mixedemul (țesuturi îmbibate cu lichid mucos)	– crește catabolismul glucidelor, proteinelor și lipidelor – scăderi în greutate – scăderea masei musculare
– sistemul nervos	– asigură dezvoltarea normală la făt și copil, asigură funcționarea normală la adult	– la copii – retard, cretinism tiroidian – la adulți – încetinirea reflexelor, deficiențe de memorie, depresii, paralizii	– iritabilitate, insomnii, schimbări de personalitate, exoftalmie – boala Basedow-Graves
– sistemul cardiovascular	– asigură funcționarea normală	– scade eficiența activității mușchiului cardiac – scade presiunea arterială	– crește ritmul cardiac – crește presiunea arterială – risc de atac de cord
– sistemul muscular	– stimulează funcționarea și dezvoltarea normală	– dureri, crampe și încetinirea activității musculare	– atrofie și oboseală musculară
– sistemul osos	– asigură creșterea și maturizarea scheletului	– la copii – întârzierea creșterii, deformări osoase, disproporții – la adult – dureri articulare	– la copii, inițial, accelerarea creșterii oaselor, urmată de osificări premature ale cartilajelor de creștere și talie mică – nanism tiroidian – la adult, demineralizări osoase
– sistemul digestiv	– asigură motilitate și tonus normal al tubului digestiv, crește secreția sucurilor digestive	– scade motilitatea tubului digestiv și secreția glandelor anexe, constipație	– motilitate exagerată a tubului digestiv, diaree, pierderea apetitului
– sistemul reproducător	– stimulează funcția reproducătoare și lactația la femei	– sterilitate, inhibarea funcției ovariene și a lactației	– la femei, inhibă funcția ovarului, la bărbați, impotență
– piele	– asigură hidratarea și activitatea secretorie normală	– tegument palid, uscat, mixedem, țesuturi subcutanate îmbibate cu un lichid mucos, fir de păr uscat și subțire	– piele roșie, subțire, umedă, unghii subțiri și fragile

Sinteza hormonilor tiroidieni (T3 și T4) este dependentă de absorbția iodului la nivelul tubului digestiv. În regiunile unde cantitatea de iod din sol este redusă și dieta este săracă în iod, tiroida se mărește și efectul se exteriorizează prin așa numita **gușă endemică**. Copiii din aceste regiuni pot suferi de **nanism tiroidian (piticism)** și **cretinism**.

Efectele dietei sărace în iod pot fi înlăturate prin consumul de sare iodată. Consumul de sare iodată este o metodă de a preveni efectele unui accident nuclear, ca cel de la Cernobâl, blocând astfel intrarea iodului radioactiv prin saturarea mediului intern cu iod neradioactiv, preluat din sare. Iodul radioactiv determină apariția cancerelor tiroidiene și a malformațiilor congenitale prin mutații.

Secreția și eliberarea hormonilor tiroidieni este controlată prin feedback negativ (fig. 2. 59) de neurosecreții stimulative (TRH) și inhibitoare (TIH) eliberate de nucleii mijlocii hipotalamici.

Acestea controlează secreția de tirotrpină a adenohipofizei care acționează asupra celulelor glandulare tiroidiene.

Stimulii care influențează reglarea sunt neuronali, declanșați de stres emoțional, variații termice etc. și umorali ca nivelul T3 și T4 din sânge.

Calcitonina are ca efecte scăderea calcemiei (concentrația Ca^{2+} în sânge) prin inhibiția activității osteoclastelor, stimularea fixării calciului în țesutul osos, a absorbției la nivel intestinal și a excreției acestuia la nivel renal.

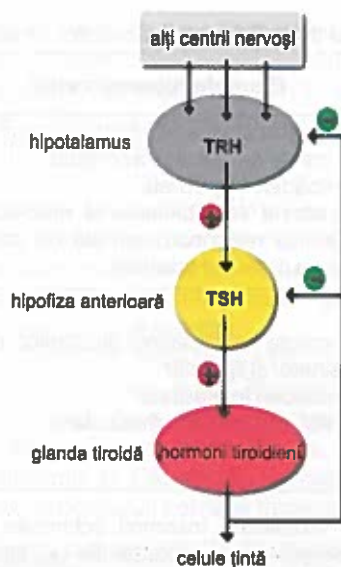


Fig. 2.59. Reglarea secreției și eliberării hormonilor tiroidieni prin feedback negativ

Secreția calcitoninei este stimulată prin nivelul calcemiei. Rolul calcitoninei este important în copilărie, perioadă de creștere a oaselor, în timp ce, la maturitate, devine un slab agent hipocalcemiant.

GLANDELE SUPRARENALE

Glandele suprarenale sunt glande perechi, așezate la polii superiori ai rinichilor, acoperite de o capsulă fibroasă și înconjurate de țesut adipos protector. Din punct de vedere structural și funcțional, fiecare glandă suprarenală este formată din două glande endocrine: **corticosuprarenala** dispusă spre exterior și **medulosuprarenala** dispusă în interior.

Corticosuprarenala secretă peste 20 de hormoni, numiți **corticosteroidi**, sintetizați din colesterol. Corticosuprarenala este compusă din trei zone, fiecare producând o anumită categorie de corticosteroidi. Zona **glomerulară**, spre exterior,

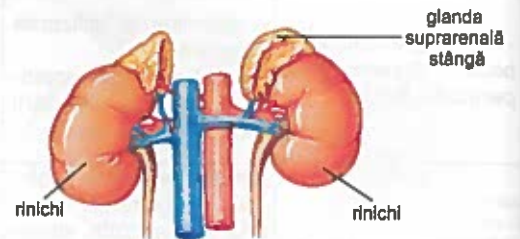


Fig. 2.60. Corticosuprarenalele

produce **mineralocorticoizi**, **zona fasciculată** produce **glucocorticoizi** și **zona reticulată internă** produce **gonadocorticoizi**.

Mineralocorticoizii au rolul de a regla concentrația electroliților mediului intern, mai ales a ionilor Na^+ și K^+ . Cel mai important mineralocorticoid este **aldosteronul** (95% din mineralocorticoizi). Principalele efecte ale aldosteronului sunt: reducerea excreției de Na^+ prin stimularea reabsorbției tubulare, dar și a reabsorbției Na^+ din salivă și suc gastric, retenția de apă, eliminarea K^+ , excreția de H^+ . Secreția de aldosteron este stimulată de hipercalcemie, hiponatremie, hipotensiune arterială și este inhibată de reversul acestora. Stimulii implicați în reglarea secreției de aldosteron sunt angiotensina II, concentrația Na^+ și K^+ în sânge, corticotropina hipofizară și peptidul natriuretic atrial (produs de miocard în condiții de hipertensiune). Cel mai important dintre aceștia este **angiotensina II**. Aceasta este produsul unui lanț de reacții (fig. 2.61), prin care **angiotensinogenul** (eliberat de ficat) din plasmă, sub acțiunea hormonului **renină**, este transformat în **angiotensină I** și apoi în **angiotensina II**. **Renina** este eliberată de aparatul juxtaglomerular din rinichi, în condițiile scăderii presiunii sangvine sau scăderii concentrației plasmice sangvine.

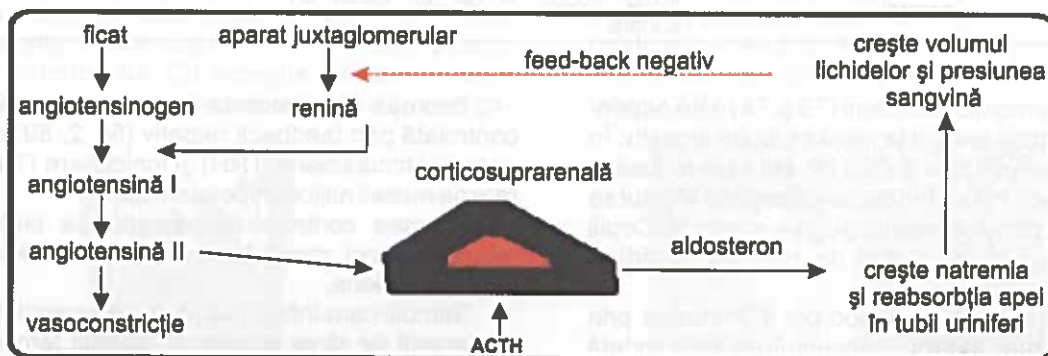


Fig. 2.61. Formarea angiotensinei II și efectele acesteia asupra secreției de aldosteron

Hiposecreția de aldosteron produce **boala Addison** care se manifestă prin astenie, tulburări cardiovasculare și gastrointestinale, scăderea eficienței musculare și a greutateii corporale, imunodeficiență și

colorarea în brun a tegumentului (**melanodermie**). **Hipersecreția** de aldosteron produce **boala Conn**, caracterizată prin hipertensiune consecutivă creșterii volumului plasmatic și hipo-potasemie.

Glucocorticoizii reprezentați, în special, de **cortizol** sunt hormoni indispensabili vieții, deoarece influențează metabolismul energetic celular și ajută la asigurarea rezistenței la factorii de stres. În condiții normale, asigură menținerea glicemiei între prânzuri și menținerea volumului plasmatic, prin limitarea reținerii apei în țesuturi. La nivelul metabolismului intermediar, cortizolul exercită următoarele efecte: stimulează descompunerea proteinelor (mai ales în fibrele musculare) în aminoacizi, facilitează descompunerea lipidelor din adipocite în acizi grași și glicerol, stimulează sinteza de glucoză din produși glucidici (aminoacizi, acizi grași, glicerol), proces numit **gluconeogeneză**, care se desfășoară în ficat, pune la dispoziția țesutului nervos glucoza, prin inhibarea utilizării acesteia de alte țesuturi.

Sinteza și eliberarea cortizolului este controlată de hipotalamus și hipofiză, care formează **axul hipotalamo-hipofizo-corticosuprarenal**. Cortizolul este eliberat ca răspuns la factorii de stres emoțional (anxietate) sau fiziologic (traumatisme) care determină eliberarea neurosecrețiilor stimulative din nucleii mijlocii hipotalamici. Acestea ajung, prin sistemul port hipofizar, la adenohipofiză, iar aici stimulează eliberarea **corticotropinei** (ACTH) care, pe cale sangvină, ajunge la corticosuprarenală, unde stimulează secreția și descărcarea de cortizol. Creșterea nivelului cortizolului în sânge inhibă componentele axului hipotalamo-hipofizo-corticosuprarenal.

Hipersecreția de cortizol provoacă **boala Cushing**, iar **hiposecreția** **maladia Addison**.

Gonadocorticoizii sau **hormonii sexuali** sunt reprezentați de hormonii androgeni (masculini), alături de estrogeni și progesteron (feminini). Aceștia au acțiuni asemănătoare celor produși de gonade, însă rolul lor intervine în perioada pubertății. La femei reglează libidoul, iar după perioada fertilă, adică în menopauză, intervin în menținerea caracterelor sexuale secundare.

Controlul secreției gonadocorticoizilor nu este pe deplin înțeles, dar se pare că este stimulat de **corticotropină**, fără a fi evidentă o inhibiție prin feedback a descărcării de ACTH sub influența

hormonilor sexuali. **Hipersecreția gonadotropinelor** produce masculinizarea la femei – **sindromul androgenital**, iar la tinerii băieți determină accelerarea apariției caracterelor sexuale masculine și a maturizării funcționale a organelor reproducătoare. **Hiposecreția** nu are efecte cunoscute.

Medulosuprarenala conține **neuroni postganglionari simpatici** care au proprietăți secretorii, motiv pentru care această parte a suprarenalelor este considerată un mare ganglion simpatic. Secrețiile medulosuprarenalei sunt **adrenalina** și **noradrenalina**, cu efecte similare stimulării simpaticе.

Adrenalina are efecte predominant metabolice: crește metabolismul bazal, crește glicemia, lipemia, descompunerea glicogenului (**glicogenoliza**) la nivelul ficatului și musculaturii, iar **noradrenalina** are efecte predominant vasculare: discret cardioaccelerator și vasoconstrictor. Adrenalina este utilizată în practica medicală ca stimulant cardiac în stop cardiac și ca bronhodilatator în atacurile de astm.

Deoarece efectele hormonilor medulosuprarenalei sunt aceleași cu ale stimulării simpaticе, **hiposecreția nu are efecte importante**. **Hipersecreția** de adrenalină și noradrenalină poate conduce la apariția unor **tumori** numite **feocromocitom**, care determină exagerarea și pierderea controlului efectelor sistemului nervos vegetativ simpatic: creșterea ratei metabolismului, hiperglicemie, tahicardie, hipertensiune arterială, transpirații intense și nervozitate.

Uneori, feocromocitomul este asociat cu multiple **neoplasme endocrine**, ca **neurofibromatoza tip 1**. Această afecțiune este ereditară și este determinată de o genă autozomală dominantă, a cărei exprimare duce la apariția de pete cafenii pe tegument și a numeroase tumori secretoare de noradrenalină.

Spre deosebire de hormonii corticosuprarenalei, care intervin în răspunsurile față de factorii de stres, inducând efecte pe termen lung, adrenalina și noradrenalina determină reacții imediate și mai scurte la acești factori.

Interacțiunea dintre hormonii suprarenalei și hipotalamusul care le controlează răspunsurile la stres este ilustrată de tabelul 2.28.

Tabelul 2.28. Răspunsurile la stres ale glandelor suprarenale

Efectele factorului stresant	Hipotalamus posterior	– SNV Simpatic → impuls nervos → centrul medular simpatic – fibre preganglionare → medulosuprarenală → secreție și eliberare de adrenalină și noradrenalină	⇒ Efecte pe termen scurt: – crește ritmul cardiac – crește presiunea arterială – glicogenoliză hepatică și eliberare de glucoză în sânge – bronhodilatare, modificări ale irigației sangvine menite să întrețină alerta cerebrală, să scadă activitatea digestivă și renală, crește rata metabolismului
	Hipotalamus mijlociu	– eliberare de neurosecreții eliberatoare de corticotropină → sistem port hipofizar → adenohipofiză → sinteză și eliberare de ACTH → sistem sangvin → corticosuprarenale sinteză și eliberare de hormoni corticoizi	⇒ Efecte pe termen lung: – mineralocorticoizii : retenție de Na și apă la nivel renal, crește presiunea arterială și volumul plasmatic – glucocorticoizii : neogluconează, glicogenoliză, hiperglicemie, supresia sistemului imun

PANCREASUL ENDOCRIN

Pancreasul endocrin este reprezentat de **insulele Langerhans**, în structura cărora intră mai multe tipuri de celule: α care secretă **glucagon**, β care secretă **insulină** și δ care secretă **somatostatină**.

Insulina este principalul hormon hipoglicemiant al organismului, stimulând intrarea glucozei în celule și sinteza lipidelor. Odată ajunsă în celule, acțiunea insulinei continuă, **stimulând glicogenogeneza**, mai ales în cele musculare și adipoase.

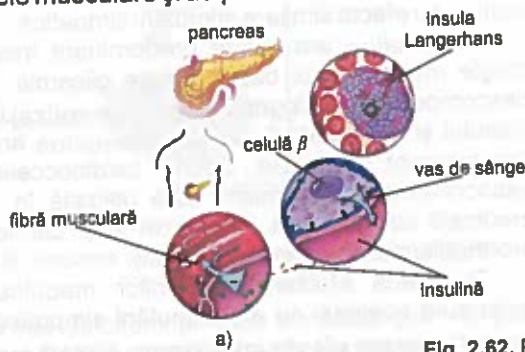


Fig. 2.62. Pancreasul endocrin
a) structura și transportul insulinei în fibrele musculare; b) reglarea glicemiei prin hormonii pancreatici

Hiposecreția de insulină sau sinteza de insulină inactivă provoacă **diabet zaharat**, caracterizat de **glicemie crescută**, eliminarea glucozei prin urină (**glucozurie**), **lipemie** crescută (concentrație mare a acizilor grași în sânge). În forme grave, se acumulează în sânge metaboliți ai acizilor grași, numiți **corpi cetonici**, care în concentrații mari formează cetoacizi. **Cetoacidoza** (concentrație mare de corpi cetonici în sânge) tulbură activitatea cardiacă, transportul oxigenului, intoxica sistemul nervos și poate produce comă. **Diabetul zaharat** este însoțit și de simptomele: **poliurie** – producere de cantități mari de urină, **polidipsie** – consum exagerat de apă și **polifagie** – foame exagerată.

Hipersecreția de insulină determină **hipoglicemie** care are ca manifestări neliniște, nervozitate, tremur, slăbiciune, dezorientare și, în forme avansate, deoarece neuronii nu au rezerve de glucoză și sunt primii care suferă, provoacă pierderea cunoștinței, comă și chiar moarte.

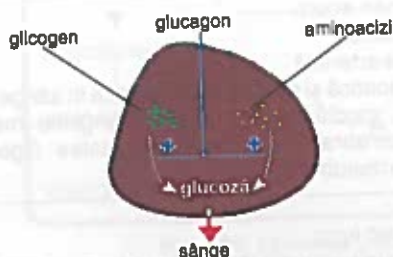
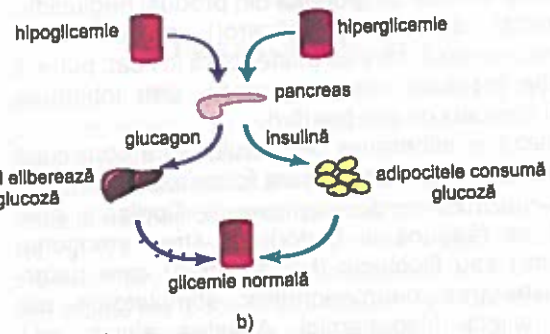


Fig. 2.63. Neoglicogenoză

Glucagonul produs de celulele α insulare este antagonist insulinei, determinând **hiperglicemie**. Acesta stimulează glicogenoliza, neoglicogenoză (fig. 2.63) și

Totodată, insulina are efecte și asupra aminoacizilor, facilitând intrarea acestora în celule și utilizarea lor în sinteza proteinelor.

Principalul stimul care reglează secreția și eliberarea de insulină din celulele β , este nivelul **glicemiei sanguine** (fig. 2.62). Astfel, creșterea glicemiei determină stimularea secreției de insulină, iar scăderea glicemiei determină și scăderea secreției de insulină. Indirect, toți hormonii hiperglicemianți (adrenalină, STH, TSH, glucocorticoizi, glucagon) stimulează eliberarea insulinei.



descărcarea glucozei din celule în sânge. Cel mai important stimul care influențează secreția glucagonului este glicemia, la acesta se adaugă efectul inhibitor al insulinei și al inervației parasimpatice și efectul stimulator al efortului fizic și simpaticului.

Somatostatina încetinește producerea insulinei, glucagonului și a unor hormoni produși de mucoasa tubului digestiv. Secreția acestui hormon este stimulată de nivelul crescut al insulinei și glucagonului și inhibată de condițiile inverse.

În anumite cazuri, hipersecreția poate determina **diabet zaharat**.

GONADELE

Gonadele sunt organele reproducătoare principale, reprezentate de ovare la femei și testicule la bărbat. Ambele sunt **glande mixte**, partea endocrină producând hormoni sexuali identici cu cei produși de corticosuprenale.

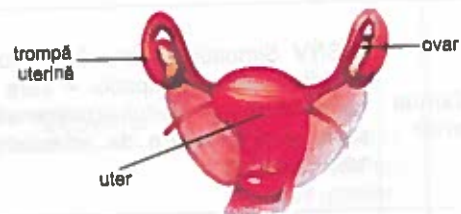


Fig. 2.64. Localizarea ovarelor

Ovarele (fig. 2.64) produc mai mulți hormoni, dintre care, cei mai importanți, sunt estrogenii și progesteronul. **Estrogenii (estrona, estradiolul și estriolul)**, numiți și **foliculină**, sunt produși de foliculii ovarieni în perioada care precede ovulația. Rolul

estrogenilor este acela de a asigura maturarea organelor de reproducere și apariția caracterelor sexuale secundare. Asupra mucoasei uterine (endometriului), estrogenii acționează prin stimularea proliferării acestora. **Progesteronul** este produs de corpul galben după ovulație. Progesteronul împreună cu estrogenii (fig. 2. 65 a) stimulează dezvoltarea glandelor mamare și proliferarea endometriului. Secreția hormonilor sexuali feminini este reglată (fig. 2. 65 b) de

hormonii adenohipofizari FSH și LH, sub controlul neurosecrețiilor stimulative sau inhibitoare produse de hipotalamusul mijlociu. FSH-ul intervine predominant în etapa de preovulație, iar LH-ul în etapa postovulație. Alături de efectele asupra sistemului reproducător, estrogenii au și efecte metabolice, stimulând sinteza proteică, mineralizarea oaselor, retenția apei și a Na^+ și diminuând cantitatea de glucoză în sânge.

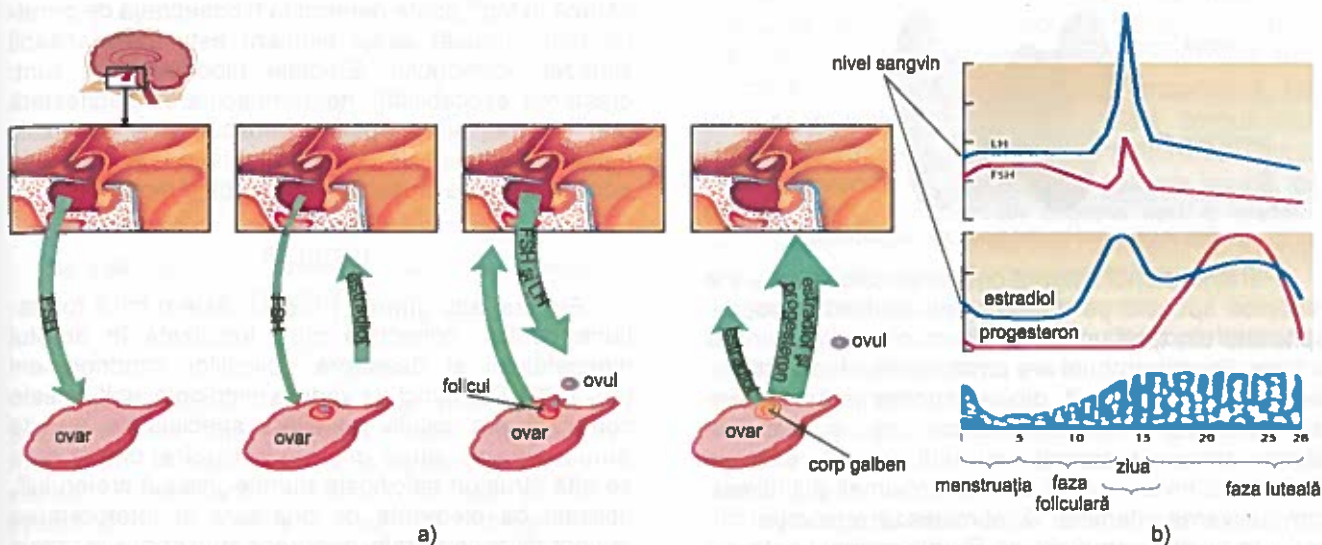


Fig. 2.65. Reglarea endocrină a componentelor sistemului reproducător feminin
a) reglarea ovarului; b) reglarea modificărilor endometriului

Testiculele (fig. 2.66) îndeplinesc funcția endocrină prin **celulele interstițiale Leydig**, aflate în țesutul conjunctiv moale care înconjoară tubii lor seminiferi. Aceste celule produc **hormoni androgeni**, cel mai important dintre aceștia fiind **testosteronul**. La pubertate, testosteronul inițiază maturarea organelor reproducătoare masculine și apariția caracterelor sexuale secundare. De la pubertate începând, testosteronul asigură spermatogeneza și menținerea funcționalității sistemului reproducător masculin.

Testosteronul are și rol de stimulare a creșterii scheletului și musculaturii. Reglarea secreției de testosteron se realizează prin **feedback negativ** care

implică neurosecrețiile stimulative și inhibitoare ale hipotalamusului mijlociu și gonadotropinele adenohipofizare.

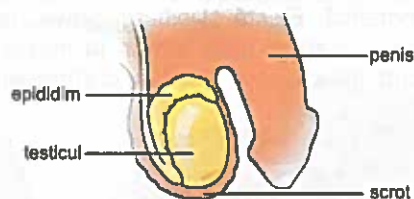


Fig. 2.66. Localizarea testiculelor

SUMAR

Tiroida secretă hormonii tiroxină (T4), triiodotironină (T3) și calcitonină. T3 și T4 au implicații majore în procese fiziologice importante, ca: metabolismul, creșterea și dezvoltarea, iar calcitonina are ca efecte scăderea calcemiei. Glandele suprarenale sunt compuse din corticosuprarenală și medulosuprarenală. Corticosuprarenala secretă corticosteroizi sintetizați din colesterol, dintre care, cei mai importanți, sunt: aldosteronul, cortizolul și hormonii sexuali. Medulosuprarenala secretă adrenalina și noradrenalina. Pancreasul endocrin este reprezentat de insulele Langerhans, ale căror celule secretă hormoni implicați în reglarea glicemiei: insulina – hipoglicemiant și glucagonul – hiperglicemiant. Gonadele sunt reprezentate de ovare și testicule, care secretă hormoni sexuali cu rolul de a regla creșterea, dezvoltarea și funcțiile sistemului reproducător.

EVALUARE

1. Care sunt efectele disfuncțiilor tiroidiene?
2. Descrieți cel mai important mecanism de reglare a secreției de aldosteron.
2. Identificați diferențele dintre răspunsul pe termen scurt și cel pe termen lung față de stres.

Capitolul 2

*GLANDELE PARATIROIDE

Glandele paratiroide sunt două perechi de formațiuni ovoide (fig. 2.67) cu lungimi de 3 – 8 mm și lățimi de 2 – 5 mm, brun-gălbui, parțial scufundate în suprafața posterioară a lobilor tiroidieni. Sunt compuse din **celule principale** care secretă și eliberează **parathormonul** și **celulele oxifile**, de susținere, și cu rolul de a sintetiza **parathormon de rezervă**.

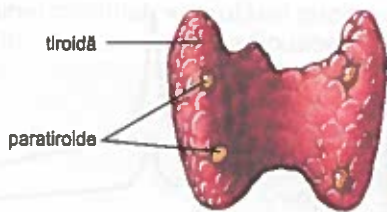


Fig. 2.67. Localizarea glandelor paratiroide

Parathormonul asigură creșterea calcemiei și are receptori specifici pe membranele celulelor: osoase, epiteliale din tubii urinari și din mucoasa intestinului subțire. Parathormonul are următoarele efecte: stimulează osteoclastele să „digere” substanța fundamentală osoasă și să elibereze calciul ionic și fosfații în sânge, descrește excreția calciului și crește excreția fosfaților la nivelul tubilor uriniferi proximali și, indirect, prin activarea vitaminei D, stimulează absorbția calciului la nivelul enterocitelor. Parathormonul este eliberat în funcție de nivelul Ca^{2+} din sânge, hipocalcemia stimulează eliberarea, iar hipercalcemia o inhibă. Nivelul Ca^{2+} în sânge are o importanță majoră în transmiterea influxului nervos, contracția musculară și coagularea.

Hipersecreția de parathormon este rară și adesea asimptomatică. Există și situații grave, întâlnite numai în cazul apariției unor tumori la nivelul paratiroidelor, cum este **boala fibroză cistică osoasă**,

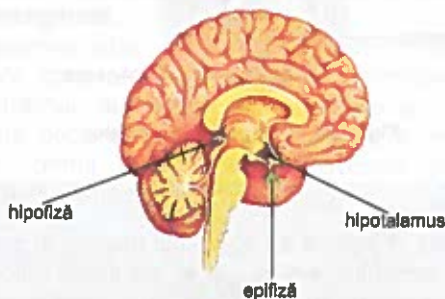


Fig. 2.68. Localizarea, morfologia și structura epifizei

Secreția epifizei constă într-un număr mare de molecule peptidice și amine, dar majoritară este producerea și eliberarea aminei **melatonină** și a peptidului **vasotocina**. Efectele acestora sunt predominant inhibitoare a funcțiilor gonadelor, împiedicând dezvoltarea sexuală precoce, precum și reglatoare ale metabolismului mineral, glucidic și protidic.

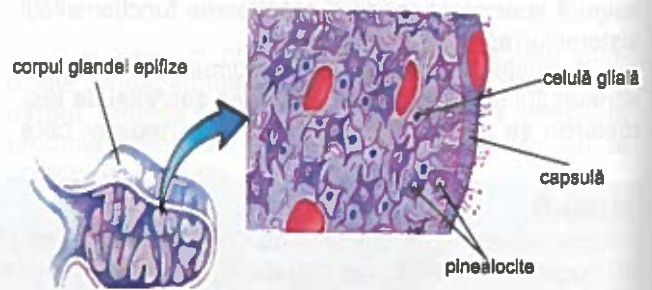
În urma cercetărilor de laborator, recent a fost identificat rolul anticanceros al melatoninei, femelle

***boala Recklinghausen**, caracterizată prin oase cu forma literei X, care se fracturează ușor; apar și afecțiuni nervoase, ca: depresiile, tulburarea activității reflexe, dureri de cap, calculii renali și depuneri de săruri de calciu pe pereții tubilor uriniferi, împreună cu calcificări metastazice în organele cu țesuturi moi.

Hiposecreția de parathormon este o afecțiune mai frecventă, adesea consecutivă îndepărtării chirurgicale a unui lob tiroidian; s-a constatat că și o dietă săracă în Mg^{2+} poate determina hiposecreția de parathormon, întrucât acest element este indispensabil sintezei hormonului. Efectele hipocalcemiei sunt: creșterea excitabilității neuromusculare, manifestată prin **tetanie**, adică spasme musculare și convulsii, palpitații, aritmii. Netratată, tetania poate progresa până la paralizia mușchilor respiratori și moarte.

*EPIFIZA

Epifiza, sau **glanda pineală**, este o mică formațiune conică, conectată cu/și localizată în dreptul diencefalului și deasupra colicuilor cvadrigemeni (fig. 2.68). Din punct de vedere histologic, epifiza este compusă din celule epiteliale specializate numite **pinealocite** și **celule gliale – astrocite**, printre care se află structuri calcificate numite „nisipul creierului”, utilizate ca elemente de orientare în interpretarea radiografiilor cerebrale, deoarece sunt opace la razele X. Deși nu are o conexiune directă cu restul encefalului, epifiza este bogat inervată de fibre nervoase simpatice provenite din ganglionul cervical superior. De asemenea, epifiza primește aferențe de la receptorii vizuali (retină → nucleul talamic supraoptic → ganglion simpatic cervical superior → epifiză), astfel că ritmul circadian (alternanța zi-noapte) determină variații ale activității glandei, lumina inhibând activitatea secretorie.



afectate de orbire prezentând o incidență mult mai scăzută a cancerului de sân.

Reglarea secreției epifizei este realizată prin stimuli nervoși, pe calea fibrelor vegetative simpatice, durata secreției variind direct proporțional cu durata perioadei de lumină a zilei.

Disfuncțiile epifizei sunt puțin cunoscute; se cunosc cazuri în care tumorile epifizei provoacă pubertatea precoce la copii.

Cei mai numeroși receptori pentru melatonină se află în **neuronii nucleului hipotalamic supraoptic**, cunoscut ca „ceas biologic”, iar expunerea la lumină (stimul inhibitor) asigură sincronizarea proceselor fiziologice ca apetitul, somnul, temperatura corpului cu perioada de lumină sau întuneric a zilei. Nivelul maxim de secreție este atins noaptea (ora 3 a.m.), în timp ce nivelul minim este atins la amiază (fig. 2.69).

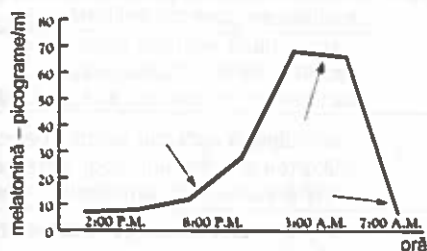


Fig. 2.69. Variația zilnică a secreției melatoninei, în funcție de intensitatea luminii

*TIMUSUL

Timusul (fig. 2.70 a, b) este un organ bilobat, poziționat în regiunea mediană a cavității toracice (în mediastin), în fața aortei și în spatele manubriului sternal. Dimensiunile timusului variază de la o persoană la alta, însă la același individ dimensiunile sunt mari în copilărie și apoi se reduc treptat, începând din perioada pubertății (fig. 2.70), când se produce și înlocuirea țesutului timic cu țesut conjunctiv moale, fibros și adipos.

Din punct de vedere structural, timusul este protejat de o **capsulă fibroasă** care în țesutul timic delimitează **lobuli** compuși din unități numite **foliculi**. Aceștia diferențiază o zonă periferică corticală și o

zonă centrală medulară. În **zona corticală** se află limfocite T imature numite **timocite**, originare din măduva hematopoetică, iar în **zona medulară** se află **corpusul Hassal** (fig. 2.70 c), la nivelul cărora are loc maturarea funcțională a timocitelor.

Până la începutul secolului XX, timusul era considerat un organ rudimentar. Cercetările au demonstrat rolurile extrem de importante ale acestei glande în apărarea imună, prin maturarea limfocitelor T și producția de hormoni. Hormonii timici sunt un număr mare de peptide, dintre care, mai bine cunoscute, sunt: timozină, interferon γ , interleukină, timopoetină, factorul seric timic, produși de celulele corpusculilor Hassal. Hormonii timici reglează maturarea limfocitelor, intervenind în procesul de apărare imună, ca: reacțiile alergice, apărarea față de infecții cu evoluție lentă, eliminarea celulelor îmbătrânite etc.

În prezent, studiile asupra hormonului timozină sunt orientate în două direcții: descoperirea unui medicament anti-timozină pentru tratarea pacienților care prezintă fenomenul de reacție a unor organe transplantate și în sensul utilizării timozinei pentru restabilirea funcțiilor imune la pacienții cu imunodeficiențe (SIDA).

Hiposecreția hormonilor timici determină frecvente infecții cu evoluție trenantă, transpirații intense, inflamații ale căilor respiratorii, slăbiciune, risc de boli maligne.

Alte structuri producătoare de hormoni sunt situate în diverse organe, ca: mușchiul inimii, mucoasa tubului digestiv, rinichi, piele, țesut adipos și placentă.

Exemple de hormoni produși de acestea și rolurile lor sunt prezentate în tabelul 2.29.

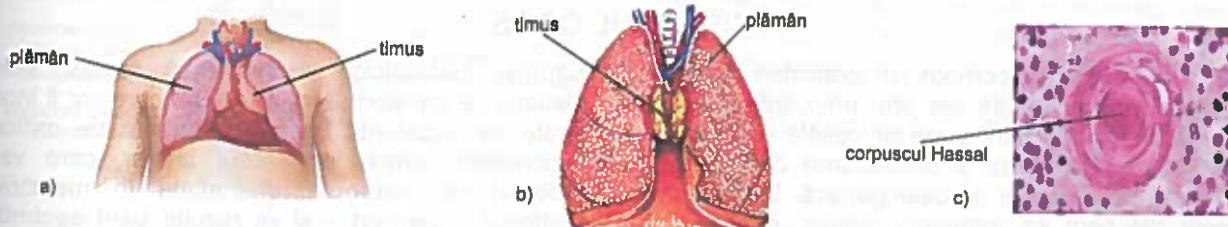


Fig. 2.70. Timusul
a) timus la copil; b) timus la adult; c) corpuscul Hassal

SUMAR

Paratiroidele secretă și eliberează hormonul parathormon care stimulează osteoclastele să „digere” substanța fundamentală osoasă și să elibereze calciul ionic și fosfații în sânge, descrește excreția calciului și crește excreția fosfaților la nivelul tubilor uriniferi proximali și, indirect, prin activarea vitaminei D stimulează absorbția calciului la nivelul enterocitelor. Epifiza secretă melatonină și vasotocina, cu efecte inhibitoare asupra funcțiilor gonadelor. Timusul secretă: timozină, interferon γ , interleukină, timopoetină, factorul seric timic, care reglează maturarea limfocitelor, intervenind în procesul de apărare imună.

EVALUARE

1. Care sunt efectele hipersecreției de parathormon?
2. Explicați mecanismul de reglare a secreției glandei epifiză.
3. Care sunt aplicațiile practice ale cercetărilor asupra rolului endocrin al timusului?

Capitolul 2

Hormoni	Structuri producătoare	Stimulul specific secreției hormonului	Efectele hormonilor
– peptide cardiace natriuretice	– miocard	– creșterea presiunii intraventriculare	– scade volumul sangvin, scade presiunea arterială, scade natremia
– gastrină	– mucoasă gastrică	– contactul cu, și compoziția alimentelor	– crește secreția de HCl
– serotonină	– mucoasă gastrică	– contactul cu, și compoziția alimentelor	– stimulează motilitatea gastrică
– gastrină intestinală	– mucoasă duodenală	– contactul cu lipidele din compoziția alimentelor	– inhibă secreția gastrică de HCl și motilitatea gastrointestinală
– secretină	– mucoasă duodenală	– contactul cu conținutul intestinal	– stimulează secreția hepatică și secreția de bicarbonat a sucului pancreatic, inhibă secreția gastrică
– colecistochinină	– mucoasă duodenală	– contactul cu conținutul intestinal	– stimulează secreția sucului pancreatic, relaxarea sfincterului Oddi, care permite eliminarea sucului pancreatic în intestin
– eritropoetină	– rinichi	– scăderea concentrației oxigenului în sânge	– stimulează hematogeneza pentru globulele roșii
– provitamina D3	– piele	– radiațiile ultraviolete	– produs inactiv de epiteliul stratului generator
– leptină	– țesut adipos	– alimentație bogată în grăsimi	– inhibă centrii corticali ai foamei, stimulează oxidările celulare
– resistină	– țesut adipos	– alimentație bogată în grăsimi	– inhibă efectele insulinei la nivelul țesuturilor hepatic, muscular și adipos
– estrogeni și progesteron	– placentă	– starea de gravidie	– favorizează menținerea și dezvoltarea normală a sarcinii

MIȘCAREA

Mișcarea este activitatea prin care se realizează deplasarea întregului corp sau a segmentelor sale în spațiu. Această activitate este realizată de sistemul locomotor, compus din **sistemul osos** și **sistemul**

muscular. Cele două sisteme sunt în strânsă interrelație funcțională și posedă o bogată inervație nervoasă care le coordonează și o rețea vasculară care le asigură nutriția.

SISTEMUL OSOS

Sistemul osos este compus din totalitatea oaselor și cartilajelor, legate între ele prin articulații și ligamente. După raportul între axele lor, oasele sunt lungi, scurte și late. Formarea și dezvoltarea oaselor se realizează prin procesul de osteogeneză. După tipul de țesut din care se formează oasele, deosebim: **osteogeneza de membrană** – osul provine prin transformarea și osificarea unei membrane conjunctive fibroase și **osteogeneza de cartilaj** – osul provine prin transformarea și osificarea unui țesut conjunctiv cartilagos hialin.

Osteogeneza de membrană (endoconjunctivă), (fig. 2.71) este proprie formării oaselor late (oasele bolții cutiei craniene, parțial claviculele și mandibula) fiind, totodată, și procesul prin care se asigură creșterea în grosime a oaselor lungi, pe seama periostului. Procesul constă în mai multe etape succesive: formarea unor centre de osificare în membrana conjunctivă, transformarea **fibroblastelor** (celulele conjunctive ale membranei) în **osteoblaste**, care secretă collagen și substanța preosoasă, **oseina**.

Sărurile fosfocalcice impregnează oseina, osteoblastele se transformă în **osteocite** care vor fi înconjurată de substanță osoasă. Centrele de osificare fuzionează, formându-se osul primar, care va fi modelat de **osteoclastele** aflate în membrana periferică – **periost** – și va rezulta **osul secundar**, adaptat funcțiilor specifice.

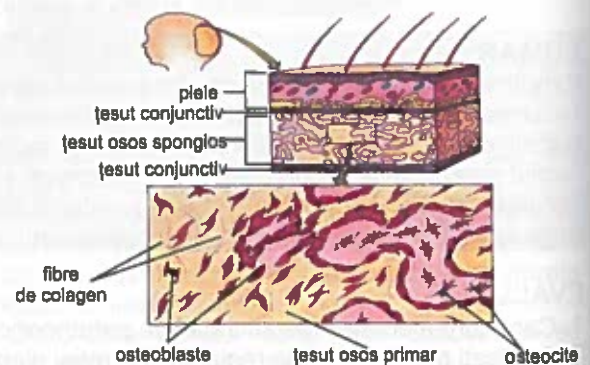


Fig. 2.71. Osteogeneza de membrană

Osteogeneza de cartilaj (endocondrală) este modul de formare al oaselor membrelor, vertebrelor și a celor de la baza craniului, asigurând totodată și creșterea în lungime a oaselor. Etapele osteogenezei de cartilaj sunt următoarele: diviziunea, hipertrofierea și apoptoza condrocitelor. **Apoptoza** sau **moartea celulară programată** constă într-o succesiune de evenimente care conduc la dezintegrarea celulelor, fără eliberarea unor substanțe dăunătoare în mediul intern. Cavitățile lăsate de dispariția condrocitelor sunt

invadate de țesut conjunctivo-vascular din pericondru și transformate în canale. În acestea apar **osteoblaste**, care vor secreta **oseină**, iar prin mineralizarea acesteia se va forma **osul brut** sau **primar**. **Osul secundar**, adaptat solicitărilor mecanice, rezultă prin acțiunea **osteoclastelor**, care modelează osul primar.

După formare, osul secundar mai păstrează structura cartilaginoasă la suprafața epifizelor și la nivelul cartilajului de creștere, situat între epifiză și diafiză.

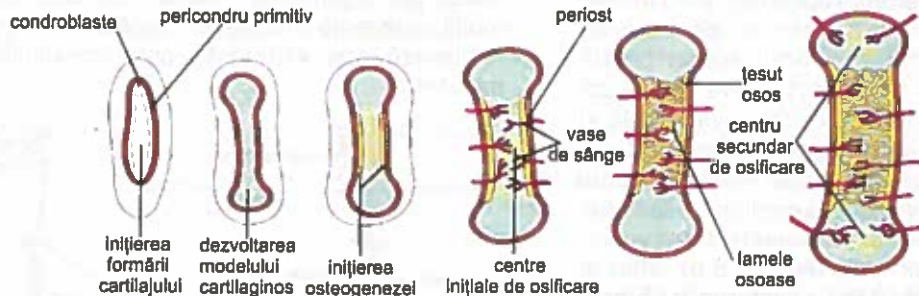


Fig. 2.72. Osteogeneza de cartilaj

De la naștere și până la vârsta de 18 – 21 de ani, oasele continuă să crească atât în lungime, cât și în grosime, prin depunere și resorbție de țesut osos. **Creșterea în lungime a oaselor lungi** (fig. 2.73) se aseamănă cu procesele osteogenezei de cartilaj, fiind foarte intensă la nivelul cartilajelor de creștere. **Creșterea în grosime este asemănătoare osteogenezei de membrană și se realizează prin activitatea periostului.** Aceste procese sunt controlate hormonal de STH, hormonii tiroidieni, parathormon și hormonii sexuali.

Remodelarea oaselor este reglată prin două mecanisme, unul hormonal care menține calcemia la valori optime, iar al doilea implică răspunsul osului la acțiunea forțelor mecanice și gravitaționale.

Formarea și resorbția de țesut osos au loc și consecutiv unei fracturi. În osul fracturat sunt activate osteoblastele din periost și endoost, care se divid intens și depun între capetele rupte un **calus osos** (matrice organică). Acesta se va mineraliza și, ulterior, va fi modelat de osteoclaste.

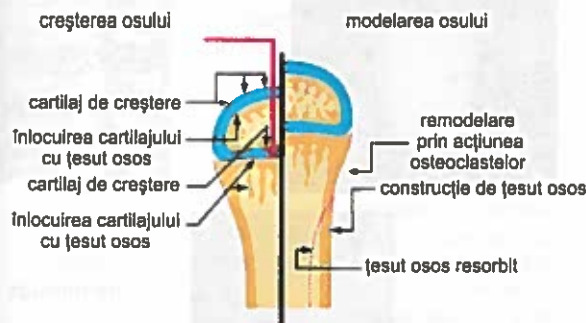


Fig. 2.73. Creșterea în lungime a oaselor lungi

După definitivarea creșterii, activitatea țesutului osos rămâne dinamică, arhitectura lui fiind în continuă schimbare. Săptămânal, este reciclată 5 – 7% din masa osoasă, zilnic 0,5 g de Ca^{2+} intră și iese din scheletul unui adult. Țesutul osos spongios este înlocuit la interval de 3 – 4 ani, iar țesutul osos compact este înlocuit o dată la 10 ani. Aceste înlocuiri se realizează prin **proces de remodelare**, executate de osteoblaste și osteoclaste, aflate în membranele conjunctive care îmbracă oasele (**periost**) și căpтуșesc cavitățile oaselor (**endoost**). Remodelarea oaselor presupune atât formări, cât și resorbții de țesut osos. Formarea de țesut osos este dependentă de o dietă bogată în proteine, vitamine (C, D și A) și minerale (calciu, fosfor, magneziu).

SCHELETUL

Scheletul cuprinde 206 oase la adult (fig. 2.74), dar aproximativ 300 la nou-născut. Numărul redus de oase ale adultului este consecința sudării, cum este cazul **coxalului**, ce provine din sudarea a trei oase – **ilion, ischion și pubis**. Scheletul uman este compus din scheletul capului, scheletul trunchiului și scheletul membrelor.

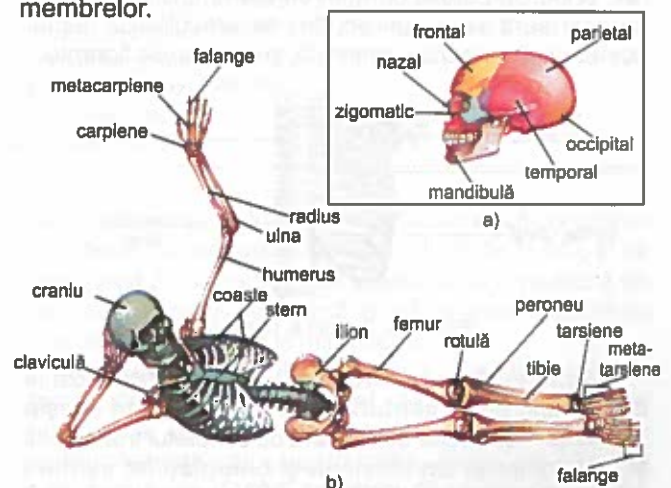


Fig. 2.74. Scheletul
a) scheletul capului; b) scheletul corpului

Scheletul capului este compus din **oasele viscerocraniului**: mandibulă, maxilar superior, palatine, zigomatice, nazale, lacrimale, vomer și **oasele neurocraniului**: frontal, parietale, occipital, temporale, sfenoid, etmoid. **Scheletul trunchiului** este alcătuit din coloana vertebrală, coaste și stern. **Coloana vertebrală** are o lungime de aproximativ 70 cm; este compusă din 33 de **vertebre articulate** relativ flexibile între ele și grupate pe regiuni: 7 cervicale, 12 toracale, 5 lombare, 5 sacrale sudate în osul sacru și 4 coccigiene sudate în osul coccis. O vertebră tipică (fig. 2.75 a) este compusă din **corp vertebral anterior**, de care se leagă, prin pediculi, **arcul vertebral**; acesta poartă prelungiri osoase numite **procese**, pe care se fixează **ligamentele** care solidarizează coloana vertebrală și mușchii scheletici care asigură mișcarea acesteia. Cele mai proeminente procese vertebrale sunt: **procesul spinos**, care poate fi palpat pe linia mediană a spatelui, și astfel pot fi identificate, și **procese transversale**. Primele două vertebre cervicale (fig. 2.75 b), **atlas** și **axis**, sunt modificate, reflectând adaptarea lor funcțională. Atlasul nu are corp vertebral și proces spinos, iar axisul prezintă un dinte osos care are rol de pivot în mișcarea de rotație a capului.

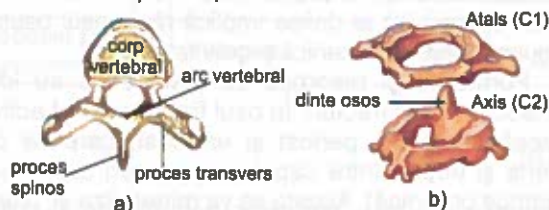


Fig. 2.75. Vertebre
a) vertebră tipică; b) primele vertebre cervicale

Sternul (fig. 2.76) este un os lat, compus din trei regiuni: manubriu, corp și apendice xifoid. Pe laturi prezintă șanțuri în care se atașează cartilajele claviculare și costale. **Coastele** (fig. 2.76) sunt în număr de 12 perechi, primele 7 se articulează cu un capăt la stern și cu celălalt la vertebre, următoarele 3 perechi se articulează posterior cu coloana vertebrală, iar anterior, printr-un cartilaj comun, cu sternul. Ultimile două perechi sunt cele mai scurte, se articulează numai posterior cu coloana vertebrală, și se numesc flotante.



Fig. 2.76. Sternul și coastele

Scheletul membrelor (fig. 2.77) se articulează la trunchi prin două **centuri**: **centura scapulară** unește scheletul membrelor superioare cu scheletul trunchiului și este compusă din **clavicule** și **omoplați**, iar **centura pelviană** unește scheletul membrelor inferioare cu osul sacru și este compusă din **oasele coxale**. Scheletul

propriu-zis al membrului superior este compus din: **humerus** (scheletul brațului), **radius** și **cubitus** (scheletul antebrațului) și 8 **carpiene**, 5 **metacarpiene** și 14 **falange** (câte 3 pentru fiecare deget, cu excepția degetului mare) care formează scheletul mâinii. Scheletul membrelor inferioare cuprinde **femurul** (scheletul coapsei), **tibia** și **peroneul** (scheletul gambei) și **scheletul labei piciorului**, compus din 7 **tarsiene**, 5 **metatarsiene** și 14 **falange** (scheletul piciorului). La articulația coapsei cu gamba, pe fața anterioară, se află fixată, prin ligamente, **rotula** – os care conferă mai multă rezistență articulației. Legăturile dintre oase se realizează prin **articulații**, care constituie și sediul mișcărilor.

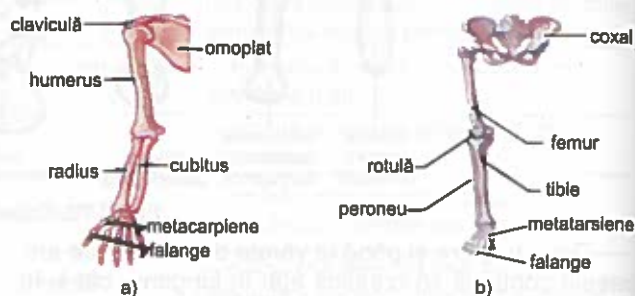


Fig. 2.77. Scheletul membrelor
a) membrul superior; b) membrul inferior

După gradul de mobilitate, sunt trei tipuri de articulații: **imobile** (suturi), ca articulațiile dintre oasele neurocraniului (fig. 2.78 a), **semimobile**, ca articulațiile dintre vertebre (fig. 2.78 b) și **mobile**, ca articulația cotului (fig. 2.78 c).

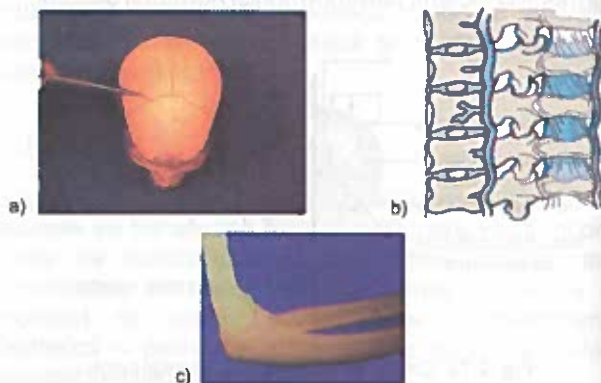


Fig. 2.78. Tipuri de articulații
a) imobile; b) semimobile; c) mobile

În organism, oasele îndeplinesc numeroase funcții, alături de asigurarea taliei și formei generale a acestuia. Funcțiile îndeplinite de oase sunt:

- protecția organelor de importanță vitală (creier, plămâni, inimă etc.);
- susținerea corpului;
- componenta pasivă a mișcării, fiind pârghii de fixare a mușchilor;
- depozitează minerale, dintre care, cele mai importante, sunt cele de calciu și fosfor;
- asigură hematogeneza prin țesutul conjunctiv reticulat care formează măduva roșie a unor oase.

Tabelul 2.30. Afectiuni ale sistemului locomotor

Afecțiune	Simptome	Cauze	Tratament
Scolioză	– bombare convexă a coloanei vertebrale în plan frontal, cu rotiri ale corpurilor vertebrale de partea convexă, rotiri care antrenează coastele	– rahitism, traumatisme ale corpului vertebral (vertebre cuneiforme), poliomielită și reumatism	– depistate precoce, deformările coloanei vertebrale pot fi tratate prin exerciții de mobilizare a coloanei vertebrale și de tonifiere a musculaturii, tratament ortopedic pasiv; în forme mai grave, se recomandă tratamentul chirurgical
Cifoză	– deviație a coloanei vertebrale în plan sagital, prin exagerarea curburilor normale ale coloanei vertebrale	– traumatism cu turtirea unei vertebre în unghi ascuțit spre înainte	– prevenirea deformărilor coloanei se realizează prin corijarea permanentă a posturii, alegerea scaunelor cu sprijin ferm, folosirea unui pat ferm și poziție corectă în timpul somnului, corelarea înălțimii mesei cu talia, controlul greutateii, practicarea zilnică a exercițiilor fizice
Lordoză	– deviație a coloanei vertebrale cu convexitate anterioară, prin exagerarea curburilor normale ale coloanei vertebrale	– slăbirea tonusului mușchilor abdominali la femei, datorită purtării încălțămintei cu tocuri înalte	– combaterea durerii, repaus articular și, în funcție de gravitatea entorsei, purtarea ciorapului elastic sau imobilizarea cu atelă sau aparat ghipsat
Entorse și luxații	– leziuni post-traumatice ale capsulei articulare și ale ligamentelor, durere, imobilitate	– suprasolicitarea articulațiilor	– măsură de prim ajutor – imobilizarea cu ajutorul unor suporturi (atele) care să depășească deasupra și dedesubt fractura. – în cazul hemoragiilor, se aplică și un garou, care limitează pierderile de sânge, apoi accidentatul este dus la spital.
Fracturi	– durerea și deformarea locală, imposibilitatea utilizării membrului fracturat, echimoza (vânătaia) după 1 – 2 zile, iar în cazuri grave, capetele rupte pot secționa vase de sânge și apar hemoragii	– ruperi totale sau parțiale ale unui os, determinate de cauze accidentale	– dietă, în care sunt incluse surse de calciu (lactate, crudități, semințe, soia), proteine și vitamina D, evitarea abuzului de alcool, a fumatului, dar și exercițiul fizic, reprezintă elemente-cheie pentru prevenirea osteoporozei
Osteoporoză	– fragilitate osoasă, fracturi la lovituri ușoare	– densitate osoasă scăzută și deteriorarea țesutului osos	– antiinflamatoare, calmante și imunostimulente, toate metodele de terapie demonstrând doar o eficiență relativă, de multe ori incompletă, mai ales în cazurile severe
*Boli reumatismale	– oboseală, pierdere ponderală, dureri musculare, articulare și de ceafă; la nivelul articulației apare tumefacția, durerea și limitarea mișcărilor; tegumentele pot prezenta înroșiri și noduli reumatoizi	– cauze diverse: bacterii, (streptococul β hemolitic), tulburarea funcționării sistemului imunitar, insuficiența circulației sangvine în zona articulațiilor și prezența în sânge a unor reziduuri greu solubile, care se depozitează în articulații	– antiinflamatoare, calmante și imunostimulente, toate metodele de terapie demonstrând doar o eficiență relativă, de multe ori incompletă, mai ales în cazurile severe

Aplicație practică

Evidențierea calciului din țesutul osos

Materiale necesare: pulbere de os, soluție HCL 15%, soluție de H₂SO₄ 15%, eprubete, pipete, hârtie de filtru, lame, lamele, microscop.

Pentru obținerea pulberii de os, oase degresate de mamifer sunt calcinate prin arderea la flacără directă, în vederea îndepărtării materiei organice. Osul calcinat este spart și mojarat într-o piuliță.

Mod de lucru: se pune un vârf de cuțit de pulbere de os într-o eprubetă cu soluție de HCl pentru des-

compunerea sărurilor minerale. Se filtrează conținutul eprubetei. Se adaugă filtratului soluția de H₂SO₄ și se amestecă 3 – 4 minute. Cu pipeta se ia o picătură de soluție și se pune pe o lamă, după care se acoperă cu o lamelă. Se observă la microscop.

Rezultate: la microscop se identifică diferite forme de cristale de sulfat de calciu: aciculare, prismatice, în formă de lance – demonstrându-se astfel prezența calciului. În oase, calciul se găsește sub formă de fosfat tricalcic, fluorură de calciu, carbonat de calciu.

SUMAR

Sistemul osos este compus din oase, cartilaje și ligamente. Oasele se formează prin osteogeneză de membrană sau de cartilaj, prin activitatea osteoblastelor și a osteocitelor. Scheletul adultului cuprinde 206 oase și este compus din scheletul capului, scheletul trunchiului și scheletul membrelor. Legăturile dintre oase se realizează prin articulații imobile (suturi), semimobile și mobile. Funcțiile oaselor sunt: protecția și susținerea organelor, componenta pasivă a mișcărilor voluntare, depozitarea mineralelor și hematogenetică.

EVALUARE

1. Descrieți osteogeneza.
2. Comentați afirmația „Oasele sunt organe dinamice”.
3. Care sunt cauzele și tratamentele celor mai frecvente afecțiuni ale sistemului osos?

SISTEMUL MUSCULAR PRINCIPALELE GRUPE DE MUȘCHI

Mușchii scheletici reprezintă 40% din masa corpului. Sistemul muscular cuprinde peste 600 de mușchi scheletici. Principalele grupe de mușchi scheletici sunt mușchii capului, gâtului, trunchiului și membrelor, care pot fi identificați în fig. 2. 79. **Mușchii capului** sunt grupați în: **mușchii mimicii**: frontal, orbiculari ai pleoapelor, orbiculari ai gurii, buccinator, mental, zigomatici și **mușchii masticatori**: temporali, maseteri, pterigoidieni, suprahioidieni. **Mușchii gâtului**: pielos, sternocleidomastoidieni, hioidieni, scaleni etc. **Mușchii trunchiului** sunt grupați în: **mușchii spatelui**

și **cefei**: trapezi, dorsali, romboid, dințați etc., **mușchii anterolaterali toracici**: pectorali, marele dințat, intercostali externi și interni etc. și **mușchii anterolaterali ai abdomenului**: dreptii abdominali, oblici extern și intern, transvers etc. **Mușchii membrelor superioare**: deltoid, biceps, triceps, flexori și extensori ai degetelor, pronatori (rotesc mâna spre interior) și supinatori (rotesc mâna spre exterior). **Mușchii membrelor inferioare**: fesieri, croitor, cvadriiceps femural, adductori (profunzi), triceps sural, extensori și flexori ai degetelor, supinatori și pronatori ai plantei.

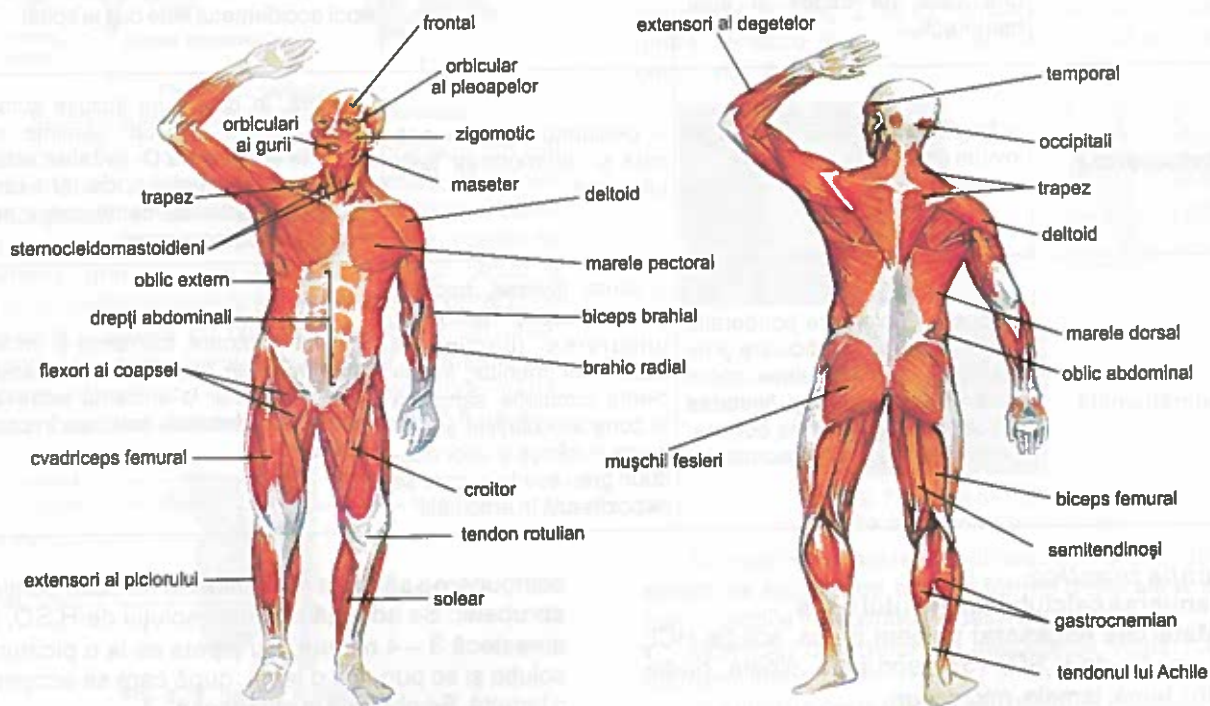


Fig. 2.79. Principalele grupe de mușchi scheletici
a) vedere ventrală; b) vedere dorsală

Fiecare mușchi este compus din țesut muscular striat, însoțit de țesut conjunctiv, nervos și vascular. Mușchii au diverse forme: fusiformi ca bicepsii, trapezoidali ca trapezii spatelui, circulari ca orbicularii

pleoapelor, dreptunghiulari ca mușchii abdominali etc. După lungimea axei care predomină, sunt mușchi lungi – mușchii coapsei, scurți – ai degetelor, lați – abdominalii.

Structura unui mușchi scheletic tipic (fig. 2.80): mușchiul este compus din **corp central** și două extremități fibroase, numite **tendoane**, care se fixează de oase. Tendonul aflat pe osul fix în timpul contracției se numește **originea mușchiului**, iar tendonul fixat pe osul mobil se numește **inserția mușchiului**. Exteriorul mușchiului este învelit de **fascie**, de natură conjunctivă, sub care se află **epimisium** – lamă conjunctivă ce trimite septuri în grosimea corpului mușchiului, numite **perimisium**, iar fiecare fibră musculară este învelită de țesut conjunctiv numit **endomisium**.

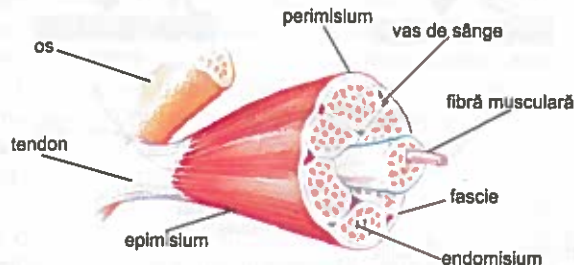


Fig. 2. 80. Structura unui mușchi scheletic

***Structura unei fibre musculare striate** (fig. 2.81). O fibră este compusă din **sarcolemă**, **sarcoplasmă**, mai mulți **nuclei periferici**, numeroase **mitocondrii**, **miofibrile striate** înconjurată de **tuburi fine transversale** și o bogată rețea de **reticul endoplasmatic**.

Miofibrilele sunt compuse din discuri clare din **microfilamente de actină** și discuri întunecate din **microfilamente de miozină**. Printre microfilamentele

de miozină pătrund capetele microfilamentelor de actină, la nivelul cărora se află o regiune activă unde, în timpul contracției, se produce legarea actinei cu miozina. În repaus, aceste legături sunt împiedicate să se formeze de către proteinele reglatoare **troponină** și **tropomiozină**.

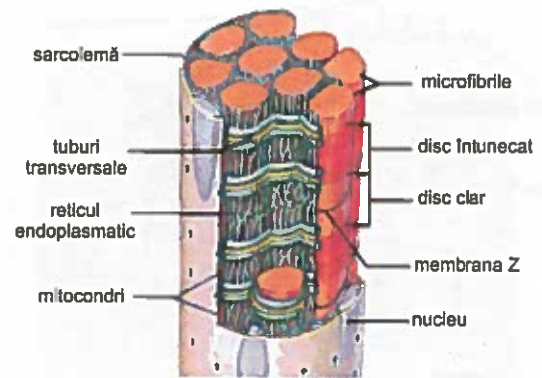


Fig. 2.81. Structura unei fibre musculare striate

Mușchiul posedă o bogată rețea vasculară, care asigură suportul nutritiv al contracției musculare și o inervație dublă, somatică și vegetativă. Inervația somatică senzitivă este asigurată de fibrele din structura proprioceptorilor, iar inervația motorie de terminațiile neuronilor α din coarnele anterioare medulare, care ajung la nivelul plăcilor motorii (fig. 2.82), compuse din terminațiunile butonate ale axonilor motoneuronilor α și sarcolema fibrei musculare striate.

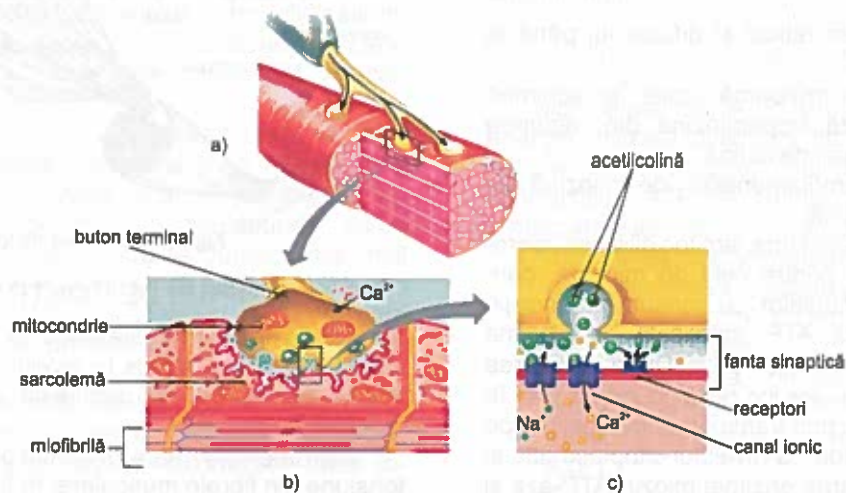


Fig. 2.82. Placa motorie

a) terminații nervoase la nivelul fibrei musculare; b) buton terminal; c) eliberarea acetilcolinei

***Fiziologia fibrei musculare:** mușchii au proprietăți comune tuturor celulelor, cum este excitabilitatea, și proprietăți specifice: contractilitatea și elasticitatea. **Excitabilitatea** este capacitatea mușchiului de a reacționa la stimuli, iar **contractilitatea** este manifestarea reacției față de stimuli. **Elasticitatea** este proprietatea mușchiului de a se întinde și comprima sub acțiunea unei forțe externe și de a reveni la starea inițială după ce forța a încetat să acționeze.

În condiții fiziologice, mușchiul se contractă ca răspuns la acțiunea unui impuls nervos. Impulsul nervos ajuns la nivelul **plăcii motorii** (fig. 2.83), determină eliberarea **acetilcolinei** din butonii terminali în spațiul sinaptic. Sarcolema este foarte cutată la nivelul plăcii motorii și, în aceste cute, sunt situați receptorii specifici pentru acetilcolină. Aceasta difuzează și se atașează la receptori specifici din sarcolemă, deschizând canalele ionice și inițiind astfel depolarizarea

membranei. Totodată, se deschid și canalele ionice pentru Ca^{2+} care va pătrunde în sarcoplasmă. Ulterior, enzime specifice vor inactiva acetilcolina.

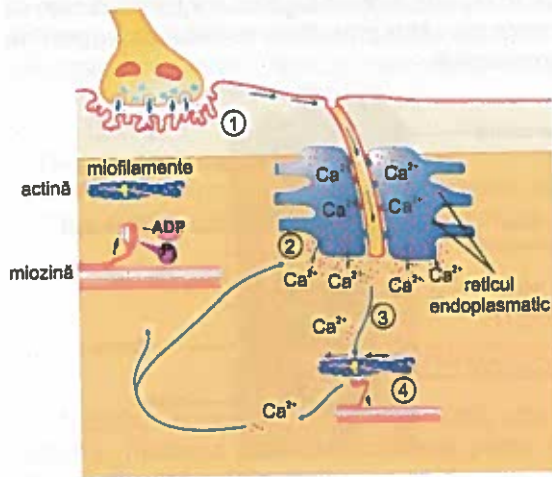


Fig. 2.83. Evenimentele cuplării excitației cu contracția

Potențialul de acțiune este scurt și se încheie înainte de a fi evidentă contracția, interval numit **perioadă de latență**. Înainte de a se iniția scurtarea fibrelor, au loc fenomene de cuplare a excitației cu contracția (fig. 2.83).

Aceste fenomene de cuplare excitație-contracție constau în următoarele evenimente:

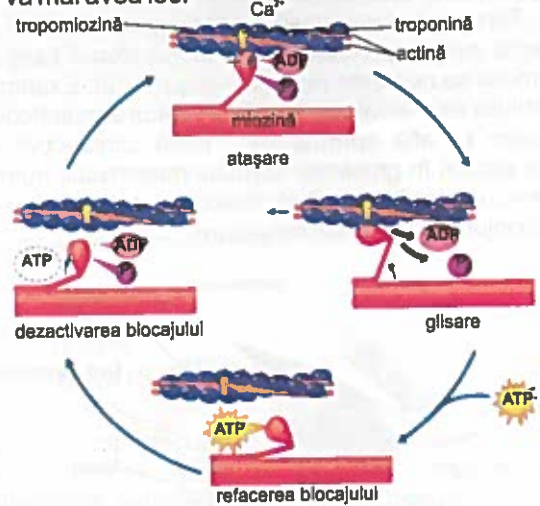
- ① Propagarea potențialului de acțiune în interiorul fibrelor musculare, de-a lungul unor formațiuni tubulare (fig. 2.84), transversale, până la nivelul reticulului endoplasmatic.
- ② Eliberarea Ca^{2+} din reticul și difuzia lui până la nivelul miofilamentelor.
- ③ Atașarea Ca^{2+} la troponină, care își schimbă poziția și îndepărtează tropomiozina din regiunea activă a microfilamentelor de actină.
- ④ Interacțiunea microfilamentelor de miozină cu microfilamentele de actină.

După această interacțiune, are loc glisarea microfilamentelor de actină printre cele de miozină, contracția (scurtarea) miofibrilelor, cu consum de energie furnizată prin hidroliza ATP, catalizată de enzima miozin-ATP-ază, activată de Ca^{2+} . După încetarea potențialului de acțiune, are loc reintroducerea Ca^{2+} în reticulul endoplasmatic prin transport activ, susținut de consumul de ATP. Scăderea nivelului citoplasmatic al Ca^{2+} determină inactivarea enzimei miozin-ATP-aza și refacerea blocajului proteinelor interpusse între capetele micro-filamentelor de miozină și actină.

Pentru a produce o contracție, stimulul trebuie să aibă o anumită intensitate prag și mușchiul respectă legea „tot sau nimic”, reacționând cu aceeași amplitudine la un stimul prag și la stimuli supraliminari.

Stimularea mușchilor este realizată de unități motorii (fig. 2.84). Ansamblul format din ramificațiile unui singur axon al unui motoneuron și fibrele musculare pe care acestea le inervează, se numește **unitate motorie**. Mușchii striati pentru mișcări fine și

Astfel, în condițiile în care nu mai apare un nou stimul nervos, contracția continuă a fibrei musculare nu va mai avea loc.



precise, cum sunt cei ai buzelor, mâinilor, ochilor etc., au unități motorii compuse din 5 – 10 fibre musculare, mușchii scheletici mari, responsabili de mișcări grosiere, cum sunt ai coapselor, brațelor etc., au unități motorii compuse din 100 – 150 de fibre musculare.

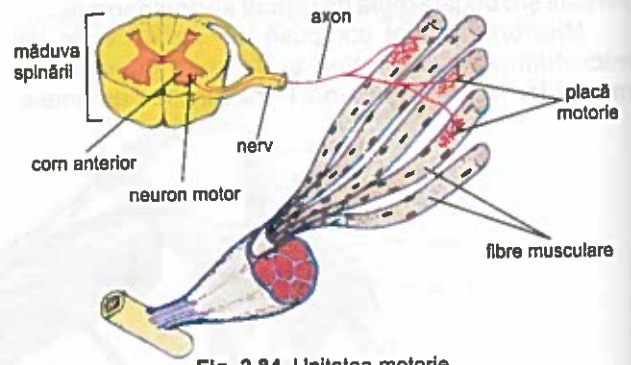


Fig. 2.84. Unitatea motorie

TIPURI DE CONTRACȚII

Alături de fenomenele electrice, consecutive transmiterii impulsului nervos la nivelul plăcii motorii, contracția musculară se manifestă și prin fenomene mecanice și termice.

Fenomenele mecanice sunt datorate variației de tensiune din fibrele musculare, în timpul derulării unei contracții. Din acest punct de vedere, se disting două tipuri de contracții: izotonice și izometrice.

Contracțiile izotonice se exteriorizează prin mișcare, mușchiul se scurtează, deoarece tensiunea dezvoltată de fibrele lui este mai mare decât greutatea pe care mușchiul trebuie să o deplaseze; de exemplu, ridicarea unei greutăți, ca în antenamentele de rutină. În astfel de contracții, după ce mușchiul a atins tensiunea necesară deplasării greutății, tensiunea din fibrele musculare rămâne constantă pe toată durata contracției.

Contrațiile izometrice nu se exteriorizează prin mișcare, mușchiul nu se scurtează, dar tensiunea în fibre crește, așa cum se întâmplă când apucăm o greutate, dar nu reușim să o ridicăm. În acest caz, tensiunea generată de mușchi este prea mică pentru a ridica greutatea.

În condiții fiziologice, cele două tipuri de contracții se asociază și se succed în timpul diverselor activități. Un mușchi scheletic se contractă, dezvoltând diverse tensiuni pentru diverse perioade de timp, ca răspuns la stimuli de intensități și cu frecvențe de acțiune variate. Aceste variații ale contracțiilor sunt în funcție de numărul de unități motorii stimulate și de numărul de fibre musculare ale unităților motorii.

Contrația produsă de fibrele unei unități motorii în urma acțiunii unui singur stimul se numește **secusă**. Pe înregistrarea grafică (**miografie**) a secusei (fig. 2.85) se disting trei faze:

1. perioada de latență – corespunde intervalului de după aplicarea stimulului și până la cuplarea excitației cu contracția. În această perioadă, începe să crească tensiunea în mușchi, dar nu apar modificări pe miografie.

2. perioada de contracție – corespunde activării legăturii dintre miozină și actină, tensiunea în fibre crește până la atingerea valorii maxime. Pe miografie, acestei perioade îi corespunde curba ascendentă. Contrația musculară, de după perioada de latență, începe înainte de finalizarea fenomenelor de dispariție a potențialului de acțiune și se propagă cu o viteză de 3 – 5 m/s, cuprinzând întreg mușchiul. Secusa are o durată variabilă. Astfel, perioada de contracție este de 7,5 m/s în mușchii care execută mișcări fine și rapide și de 100 m/s în mușchii care realizează mișcări prelungite și puternice.

3. perioada de relaxare – corespunde reintrării Ca^{2+} în reticulul endoplasmatic, tensiunea în fibre scade până la 0, mușchiul revine la lungimea inițială. Pe miografie, acestei perioade îi corespunde curba descendentă, mai lungă, pentru că durează mai mult timp. În mod normal, mușchii striati sunt stimulați prin împulsuri rapide, repetate, succesive și de durată, care sunt însumate și, ca urmare, contracția este de tip tetanic (fig. 2.85).

Dacă stimulii au o frecvență mică, **tetanosul este incomplet**, înregistrându-se o miografie cu platou dințat (deoarece apar relaxări incomplete între sti-

mulări), iar dacă stimulii au frecvență mare, **tetanosul este complet**, și miografia prezintă platou neted (deoarece mușchiul nu se mai relaxează între stimulări).

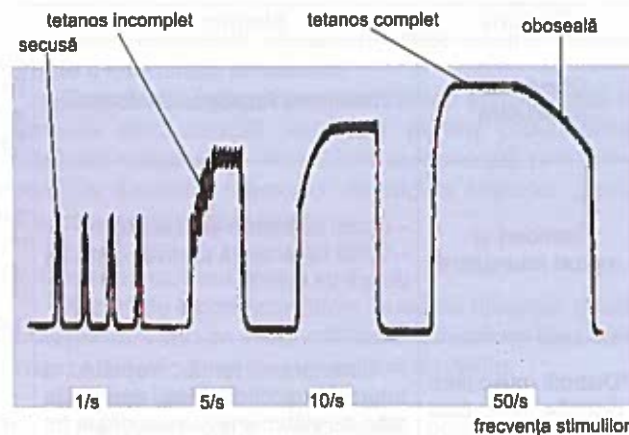


Fig. 2.85. Miografie

Fenomenele termice din timpul contracției musculaturii scheletice constau în eliberarea unei cantități de căldură.

Mușchii au o slabă eficiență mecanică (aproximativ 50%), mare parte din energia furnizată de ATP pentru susținerea contracțiilor pierzându-se sub formă de căldură.

Astfel, datorită acestei însușiri, mușchii scheletici sunt principalele organe producătoare de căldură ale organismului.

Surse energetice ale contracției

Moleculele de ATP sunt singurele surse de energie utilizate direct de fibrele musculare pentru susținerea contracțiilor. Din acest motiv, în timpul contracțiilor, ATP se reface mereu, prin una din următoarele trei metode (tabelul 2.31):

- fosforilarea directă, pe baza energiei eliberate de descompunerea creatinfosfatului;
- glicoliza anaerobă, cu formare de acid piruvic și, ulterior, acid lactic;
- glicoliza aerobă, pe calea ciclului Krebs (o succesiune de reacții, în urma cărora, dintr-o moleculă de glucoză, se refac 38 de molecule de ATP).

Tabelul 2.31. Sursele energetice ale contracției

Descompunerea creatinfosfatului (CP)	Glicoliza anaerobă	Glicoliza aerobă
<ul style="list-style-type: none"> – nu necesită oxigen – produce o moleculă de ATP, la o moleculă de creatinfosfat descompusă – CP se acumulează în celulă și are rolul de a stoca energie pentru sinteza ATP – rezervele celulare de CP scad rapid în eforturi musculare intense – susține contracții de maxim 8 – 1s 	<ul style="list-style-type: none"> – nu necesită oxigen – descompunerea unei molecule de glucoză produce două molecule de ATP și acid lactic – mai puțin eficientă ca glicoliza aerobă, dar asigură producerea rapidă a ATP – folosită în scurte perioade de efort muscular intens – asigură 3 minute de contracție maximă 	<ul style="list-style-type: none"> – necesită oxigen – descompunerea unei molecule de glucoză produce 38 de molecule de ATP – poate folosi ca surse de energie și acizii grași, proteine – asigură energie pentru exerciții lungi, de rutină

NOȚIUNI ELEMENTARE DE IGIENĂ ȘI PATOLOGIE

Sistemul muscular poate suferi o serie de afecțiuni; unele dintre acestea sunt prezentate în tabelul 2.32.

Tabelul 2.32. Afecțiuni ale sistemului muscular

Afecțiuni	Simptome	Cauze	Tratament
Oboseală musculară	– inabilitatea fiziologică de contracție	– aprovizionarea cu oxigen este limitată și producția de ATP este sub nivelul nevoii de ATP a fibrelor musculare	– practicarea constantă a exercițiilor fizice – evitarea suprasolicitării musculare
Întinderi și rupturi musculare	– dureri articulare și musculare – febră musculară tardivă, după 24 de ore de la efort	– exercițiile fizice incorect organizate, determină suprasolicitarea musculaturii, care determină leziuni în mușchi, rupturi și hemoragii în masa musculară, însoțite și de necroze în vasele mici	– evitarea suprasolicitării musculare – repaus – tratament indicat de medic
*Distrofiile musculare, distrofia musculară Duchenne	– deteriorare lentă, treptată, a tuturor mușchilor striati, ducând la stări de slăbiciune și invaliditate tot mai grave	– mutație genetică la nivelul cromozomului X	– prin terapie genică și transplant de celule musculare
*Miastenia Gravis	– oboseală musculară progresivă, dificultăți la mestecat, înghițit, modificări de mimică și pot avansa până la afectarea activității mușchilor respiratori	– boală autoimună care se manifestă prin inhibarea transmiterii influxului nervos la nivelul plăcilor neuromusculare, prin blocarea receptorilor pentru acetilcolină prin anticorpi	– anticolinesterazice, tratament cu imunosupresoare, timectomie

Forța musculară este dependentă de numărul unităților motoare inervate (cu cât sunt mai multe, cu atât mușchiul dezvoltă o forță de contracție mai mare), volumul mușchiului (cu cât aria secțiunii transversale prin mușchi este mai mare, cu atât forța contracțiilor este mai mare), frecvența stimulărilor motorii (frecvența mare produce tetanosuri) și gradul de întindere a fibrelor musculare (forța este mai mare dacă mușchiul este mai întins, adică, în sarcomere, miofilamentele de actină se suprapun doar prin capetele lor pe miofilamentele de miozină). Dependența forței musculare de frecvența stimulilor motori explică de ce forța musculară este afectată de oboseala musculară.

Aplicații practice

*Evidențierea proprietăților mușchiului scheletic:

1. Elasticitatea

Materiale necesare: broască, trusă de disecție stativ, greutate diferite și cu dispozitive de legare între ele (10, 50, 100, 200, 500 g), riglă gradată, vată, ser fiziologic, ace, eter.

Mod de lucru:

Se fixează rigla gradată paralel cu axul longitudinal al stativului.

Se spinalizează broasca, prin introducerea acului de spinalizare în canalul medular.

Se izolează mușchiul gastrocnemian.

Se prind două legături, una de tendonul lui Ahile și prevăzută cu ochiuri pentru prinderea greutăților, iar alta la tendonul opus, pentru fixarea de stativ.

Se fixează mușchiul la stativ, lăsând liberă legătura de la tendonul lui Ahile.

Se marchează pe riglă lungimea mușchiului.

Se agață prima greutate și se determină alungirea.

Se desprinde greutatea și se constată că mușchiul revine la lungimea inițială.

Se repetă aplicarea greutăților, crescându-le mărimea.

Se construiește un grafic, notând pe ordonată alungirile mușchiului exprimate în milimetrii, iar pe abscisă greutatea în zeci de grame. Se obține un grafic: o linie curbă de forma unui braț de hiperbolă.

Rezultate: se constată că mușchiul se alungește și revine la lungimea inițială după îndepărtarea greutății. Alungirea mușchiului este proporțional mai mare cu creșterea primelor greutăți, față de ultimile, când alungirea este din ce în ce mai mică. Mușchiul este un organ elastic.

2. Excitabilitatea și contractilitatea

Materiale necesare: broască, trusă de disecție, tavă de disecție, ace de disecție, baghete de sticlă, lame, ser fiziologic, ață, soluție de acid acetic 25%.

Mod de lucru:

Se spinalizează broasca. Se fixează broasca în parafina tăvii de disecție, cu fața ventrală pe panșetă.

Se îndepărtează tegumentul unui membru inferior. Cu bagheta de sticlă se disociază nervul sciatic, care apare ca o linie albă marcată de una roșie (vas de sânge), între mușchii triceps și semimembranos ai coapsei. Se secționează nervul cât mai

aproape de coloana vertebrală. Se disociază cu ajutorul baghetei de sticlă și mușchiul gastrocnemian și se introduce un fragment de ață sub tendonul Ahile, se leagă bine tendonul, după care se secționează inserția acestuia pe oasele membrului. Ținând detașat tendonul cu ajutorul firului de ață și nervul cu ajutorul baghetei, se secționează scheletul membrului deasupra și sub articulația genunchiului.

Nervul, articulația genunchiului și mușchiul constituie preparatul neuromuscular care se plasează pe o lamă. Aplicând pe nerv un tampon cu soluția de acid acetic, observăm contracția mușchiului. Fiind rezultatul unei singure stimulări, contracția observată este de tip secusă.

Rezultate: faptul că mușchiul a reacționat la stimul, demonstrează excitabilitatea, iar reacția de scurtare a mușchiului, consecutivă excitării, demonstrează contractilitatea mușchiului.

3. Acțiunea diferiților excitanți asupra mușchilor

Materiale necesare: broască, trusă de disecție, tavă de disecție, ace, baghetă de sticlă, lame, ser fiziologic, cub de gheață, instalație electrică (baterie anodică 5 – 8 V, sârme subțiri conectate la baterie, întrerupător și excicator).

Mod de lucru:

Se realizează un preparat neuromuscular, ca în experimentul anterior. Se plasează preparatul neuromuscular pe o lamă și se urmărește efectul excitanților: mecanici, termici și electrici, după cum urmează:

a) **Excitanții mecanici.** Cu vârful pensei din trusa de disecție, se pensează nervul sciatic, la extremitatea distală față de mușchi. Se observă că această acțiune determină o contracție. Dacă se repetă pensarea în același loc, nu se mai obține un răspuns, datorită degradării nervului în locul respectiv. Pensând nervul mai aproape de mușchi, comparativ cu prima pensare, se obține o nouă contracție.

b) **Excitanții termici.** Aplicați ușor o baghetă de sticlă (aflată la temperatura camerei) pe suprafața de secțiune a nervului sciatic. Se observă că mușchiul nu se contractă. Aplicați pe suprafața de secțiune a

nervului un corp metalic cald sau un cristal de gheață. Se observă că în ambele cazuri mușchiul se contractă.

c) **Excitanții electrici.** Aplicați excicatorul din instalația electrică pe suprafața de secțiune a nervului sciatic. Observați contracția produsă la deschiderea și închiderea circuitului, adică la producerea unei variații bruște a intensității stimulului.

Concluzii: integritatea anatomică și fiziologică a nervului sunt condiții esențiale pentru producerea excitației mușchiului. Mușchiul reacționează prin contracții la excitanți mecanici, termici și electrici, dacă aceștia au intensitate prag.

4. Tonusul muscular

Materiale necesare: tifon, trusă de disecție, două broaște, tampon de vată îmbibat în cloroform sau eter în doze netoxice pentru om, suport cu cârlig.

Mod de lucru:

A. Broasca este imobilizată, prin apucarea ei într-o bucată de tifon. Se anesteziază broasca prin tamponarea capului cu un tampon îmbibat în cloroform sau eter. Se izolează nervul sciatic cât mai aproape de origine (lângă cocis) și se secționează. Se suspendă broasca prin trecerea cârligului stativului prin planșeul bucal. Se așteaptă câteva minute, pentru ca broasca să iasă de sub efectul anestezicului. Aceasta se poate constata în momentul când membrul posterior, cu nervul sciatic intact, este flectat, iar membrul posterior, cu nervul sciatic secționat, este total relaxat, părănd mai lung.

B. Celei de a doua broaște, după anestezie, i se lasă intacti nervii sciatici, dar i se descoperă mușchii gastrocnemieni. La unul dintre membre se secționează tendonul lui Achile și se constată că spațiul dintre capetele secționate se mărește, în comparație cu tendonul intact de la membrul posterior simetric.

Concluzii:

a) Tonusul muscular este demonstrat de ușoara stare de tensiune a mușchiului și este dependent de integritatea relațiilor dintre sistemul nervos și cel muscular. În lipsa inervației, tonusul muscular dispăre.
b) Datorită tonusului muscular, mușchiul este ținut în stare de tensiune, care determină scurtarea sa în cazul secționării.

SUMAR

Mușchii scheletici sunt reprezentați de mușchii capului, gâtului, trunchiului și membrilor. Structura unui mușchi striat: mușchiul striat este compus din corp și tendoane. Exteriorul mușchiului este protejat de fascie, sub care se află epimisium, perimisium și endomisium, țesut conjunctiv ce înconjură fibrele musculare. Mușchiul are inervație senzitivă și inervație motorie. Mușchii au proprietăți comune tuturor celulelor, cum este excitabilitatea, și proprietăți specifice: contractilitatea și elasticitatea. În funcție de frecvența stimulilor, contracțiile pot fi izolate (secusă) sau însumate (tetanos). Mușchii scheletici sunt principalele organe producătoare de căldură ale organismului.

EVALUARE

1. Care sunt evenimentele consecutive transmiterii influxului nervos la nivelul plăcii motorii?
2. Descrieți modul de furnizare a energiei necesare susținerii contracției musculare.
3. Care sunt cauzele instalării oboselii musculare?

Capitolul 2

FUNȚIILE DE NUTRIȚIE

DIGESTIA ȘI ABSORBȚIA

Procesele de digestie și absorbție se desfășoară la nivelul sistemului digestiv, care este alcătuit din tub digestiv și glande anexe.

Tubul digestiv (fig. 2.86) este compus din segmentele: cavitate bucală, faringe, esofag, stomac, intestin subțire și intestin gros.

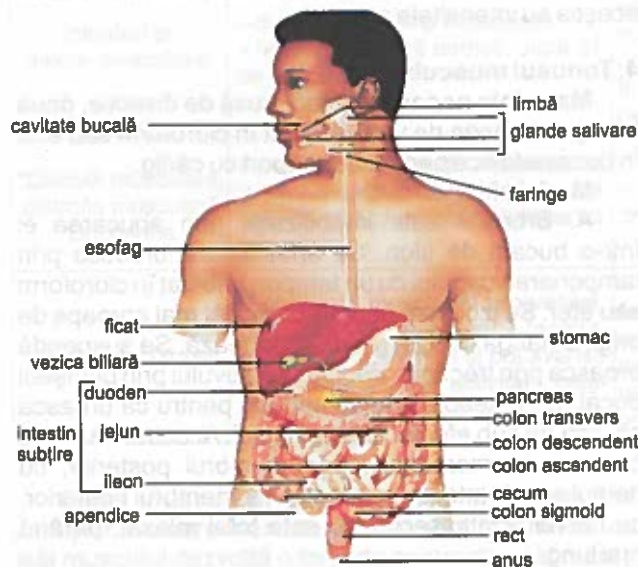


Fig. 2.86. Alcătuirea sistemului digestiv

Structură (fig. 2.87): tubul digestiv este compus din patru straturi: **mucoasa** – strat intern cu celule secretoare de mucus protector, enzime digestive și hormoni cu rol reglator; **submucoasa** – strat conjunctiv

bogat în fibre nervoase vegetative (plexul Meissner), vase sangvine și limfatice; **musculara** – în general, compusă din fibre netede, circulare spre interior (care prin concentrare constituie sfincterele) și longitudinale la exterior; acționează pentru amestecul alimentelor cu enzimele digestive și propulsarea conținutului tubului digestiv; în grosimea acestui strat, se află plexul nervos vegetativ Auerbach; **seroasa** – strat extern de natură epitelială care este înlocuit cu **adventicea** la nivelul segmentelor supradiafragmice.

Glandele anexe sunt glandele salivare, ficatul și pancreasul.

Digestia constă în totalitatea transformărilor fizice și chimice suferite de alimente de-a lungul tubului digestiv. Transformările fizice constau în mărunțirea și dizolvarea alimentelor, iar transformările chimice realizează descompunerea alimentelor. În urma digestiei, din alimente se obțin **nutrimente**, substanțe cu molecule mici, nespecifice și absorbabile.

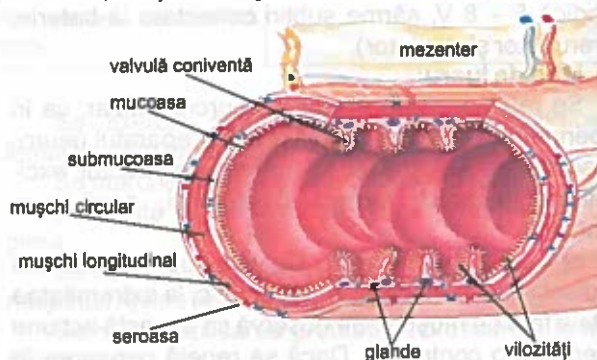


Fig. 2.87. Structura tubului digestiv

TRANSFORMĂRILE FIZICO-CHIMICE ALE ALIMENTELOR ÎN TUBUL DIGESTIV

DIGESTIA ÎN CAVITATEA BUCALĂ

Cavitatea bucală este locul unde începe digestia. În structura acestui segment sunt incluse: **limba** – organ cu funcții nedigestive (perceperea gustului, vorbire) și digestive (intervine în masticatie și deglutiție); **dinții** – organe dure, cu rol în masticatie; **glandele salivare** (fig. 2.88) (mari: **sublinguale**, **submaxilare**, **parotide** și mici, răspândite în mucoasa bucală). Funcția digestivă majoră a cavității bucale este de a mărunți hrana prin masticatie – activitate coordonată a limbii, dinților și mușchilor masticatori, realizată prin mecanisme reflexe. În urma masticatiei, suprafața alimentelor crește și efectele enzimelor digestive se intensifică. În timpul masticatiei, alimentele sunt îmbibate cu **salivă**, lichid incolor, slab acid (pH 6 – 7), compus din apă, săruri minerale și substanțe organice

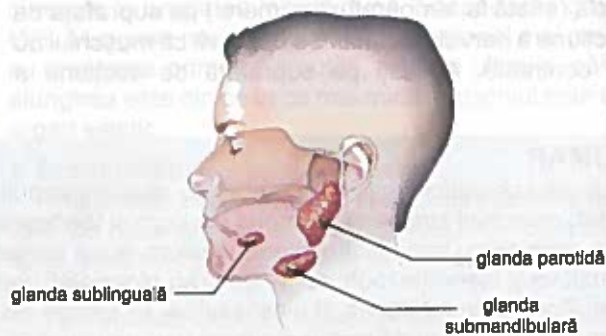


Fig. 2.88. Glandele salivare

(mucus, amilaza salivară, bactericidul lizozom etc.). Mucusul din salivă contribuie la formarea bolului alimentar și favorizează deglutiția. Amilaza salivară hidrolizează amidonul preparat până la dextrine și

maltoză. Pe lângă rolurile digestive, saliva contribuie și la stimularea receptorilor gustativi, neutralizează aciditatea alimentelor, menține umedă mucoasa bucală, contribuind astfel la vorbire și la menținerea curățeniei dinților. Ambele sisteme nervoase vegetative stimulează secreția salivară, prin reflexe necondiționate. Astfel, în urma excitării chemo- și presoreceptorilor datorită contactului cu alimentele, simpaticul determină o secreție bogată în enzime, dar vâscoasă, iar parasimpaticul determină o secreție apoasă și sărăcă în enzime. Secreția salivă poate fi declanșată pe calea reflexelor condiționate, care au ca stimuli: mirosul unui aliment, vederea sau amintirea unui aliment.

Deglutiția (fig. 2.89) (înghițirea) este procesul prin care alimentele compactate în **boluri alimentare** sunt transportate în stomac. Acest proces este un act reflex

desfășurat în trei timpi: bucal, faringian și esofagian. **Timpul bucal** (fig. 2.89. a) este voluntar și constă în împingerea bolului alimentar în faringe de către limbă. **Timpul faringian** (fig. 2.89 b) este automat, involuntar și constă în contracția mușchilor faringieni care vor determina acoperirea orificiului glotic de epiglotă și împingerea bolului alimentar în esofag. **Timpul esofagian** (fig. 2.89 c, d, e) este automat, involuntar și constă în **contracții peristaltice** (fig. 2.89 d) ale mușchilor esofagului, care vor propulsa bolurile alimentare în stomac. Concomitent cu înaintarea **unde peristaltice**, dar precedând-o, se produce o **undă de relaxare** care se manifestă și la nivelul stomacului (fig. 2.89 e), facilitând atât înaintarea bolului alimentar, cât și intrarea acestuia prin **orificiul cardia** în stomac. În timpul deglutiției nu se mai petrec alte transformări ale alimentelor, în afara celor produse de amilază.

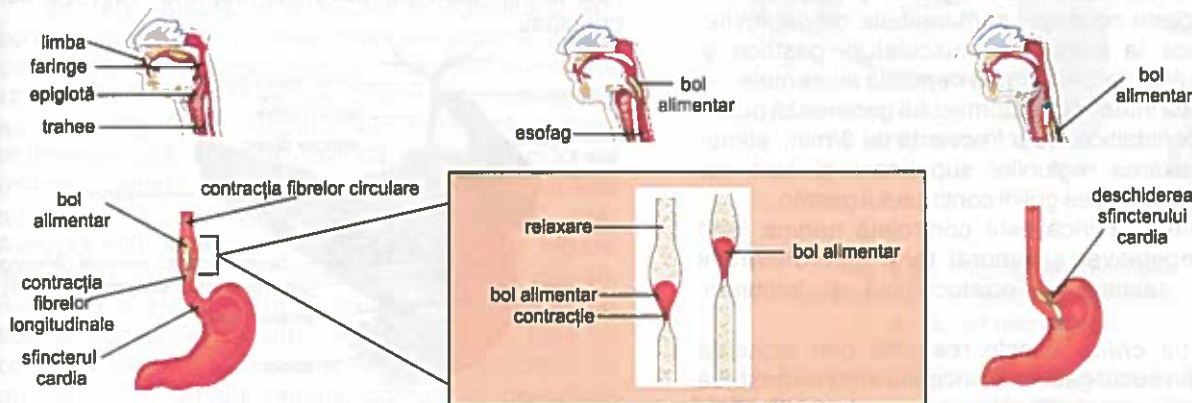


Fig. 2.89. Deglutiția
a) timpul bucal; b) timpul faringian; c), d), e) timpul esofagian

Digestia gastrică este rezultatul activităților motorii și secretorii ale stomacului, unde bolurile alimentare sunt transformate într-un lichid lăptos numit **chim gastric**. Stomacul (fig. 2.90) prezintă mai multe regiuni: **regiunea cardia** – din jurul orificiului cu

aceiași nume, prin care alimentele pătrund în stomac; **regiunea fundică** – verticală, aflată în continuarea primei, **regiunea corpului** și **regiunea orizontală** cu **antrul** și **canalul piloric**, care se continuă cu **duodenul** (prima porțiune a intestinului subțire).

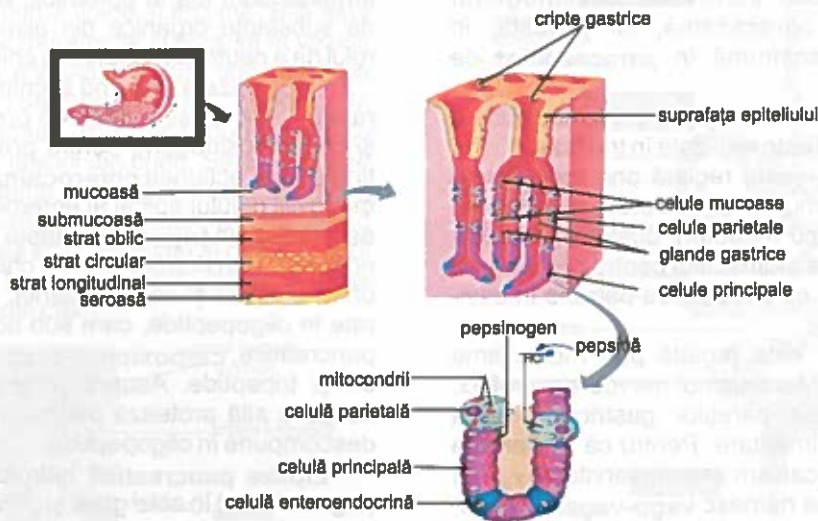


Fig. 2.90. Structura peretelui stomacului

Mucoasa gastrică conține două tipuri de glande gastrice:

1. oxintice, în regiunea fundică, compuse din **celule parietale** care secretă HCl, **celule principale** care secretă pepsinogen, lipază gastrică și factor intrinsec (necesar absorbției intestinale a vitaminei B12). HCl are efect bactericid, inactivează amilaza salivară și activează enzimele sucului gastric.

2. pilorice, aflate în regiunea antrului și canalului piloric, compuse din celule care secretă mucus și gastrină (enterohormon care reglează secreția gastrică).

Prin **activitatea motorie** a stomacului, se realizează mărunțirea, amestecarea și lichefierea alimentelor (formarea chimului gastric) care, împinse prin canalul piloric, intră în duoden (golirea stomacului).

Porțiunea fundică și cea superioară a corpului stomacului declanșează contracții tonice cu frecvență mică, dar responsabile de creșterea presiunii intragastrice. Aceste contracții sunt inhibitate de deglutiție, fapt ce duce la relaxarea musculaturii gastrice și lărgirea cavității pentru a putea depozita alimentele.

Porțiunea inferioară a stomacului generează puternice unde peristaltice, cu o frecvență de 3/min., stimulate de relaxarea regiunilor superioare și care vor determina accelerarea golirii conținutului gastric.

Motilitatea gastrică este controlată nervos (prin plexurile vegetative) și umoral (prin enterohormoni stimulatori: gastrină, colecistochinină și inhibitori: secretină).

***Digestia chimică** este realizată prin acțiunea enzimelor din suc gastric. Principala enzimă gastrică este **pepsina**, provenită din **pepsinogen**, activat de aciditatea dată de HCl (pH 1,5 – 2,5). Pepsina hidrolizează legăturile peptidice din proteine, rezultând polipeptide de tipul albumozelor și peptonelor. **Lipaza gastrică** acționează asupra lipidelor emulsionate pe care le transformă în acizi grași și glicerol. **Gelatinaza** lichefiază gelatina. În suc gastric al sugarilor există și **labferment** (sau **chimozină**) care produce coagularea laptelui, deoarece transformă **caseinogenul** solubil din lapte în **paracazeină**, iar aceasta, în prezența Ca^{2+} , se transformă în **paracaseinat** de calciu insolubil.

Secreția gastrică este reglată prin mecanisme nervoase și umorale și este realizată în trei faze:

1. Faza cefalică – este reglată prin mecanisme exclusiv nervoase, stimulate de vederea, mirosul sau contactul alimentelor cu receptorii gustativi. Această fază asigură pregătirea stomacului pentru prelucrarea alimentelor, de îndată ce acestea au pătruns în cavitatea gastrică.

2. Faza gastrică este reglată prin mecanisme nervoase și umorale. Mecanismul nervos este reflex, declanșat de distensia pereților gastrici în urma pătrunderii bolurilor alimentare. Pentru că și aferența și eferența acestui mecanism este deservită de **nervii vagi**, aceste reflexe se numesc **vago-vagale**. Mecanismul umoral constă în descărcarea unor hormoni stimulatori ai glandelor gastrice, ca **gastrina**, în urma

contactului alimentelor cu mucoasa gastrică și a relaxării musculaturii stomacului.

3. Faza intestinală este reglată prin mecanisme nervoase și umorale declanșate de contactul chimului gastric cu mucoasa duodenală. Efecte gastrosecretore au compușii proteici și distensia duodenului, iar efecte gastroinhibitoare au glucidele, lipidele și aciditatea chimului gastric.

Digestia la nivelul intestinului subțire este realizată de acțiunea secreției pancreatice, intestinale și biliare, facilitate de motilitatea intestinului.

Secreția pancreatică este produsă de **pancreasul exocrin** (fig. 2.91), glandă tubuloacinoasă care își elimină secreția în duoden, prin două canale: **canalul principal (Wirsung)**, care se deschide împreună cu canalul coledoc la nivelul ampulei Vater, prevăzută cu sfincterul Oddi, și **canalul accesoriu (Santorini)**, care se deschide superior față de cel principal.

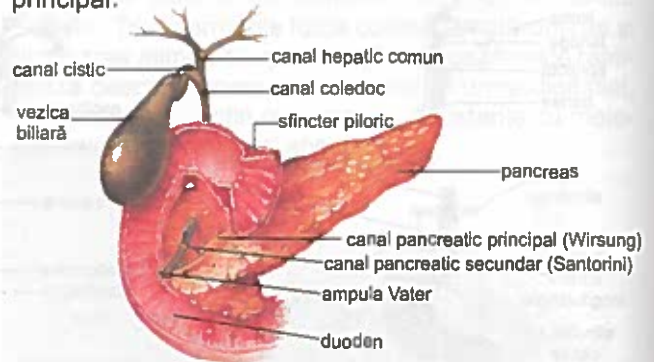


Fig. 2.91. Pancreasul

Sucul pancreatic are un pH = 9 – 9,3 și este compus din două categorii de substanțe: enzime digestive și bicarbonați. **Enzimele** sunt secretate de celulele acinilor pancreatici, iar **bicarbonații** sunt produși de celulele epiteliale ale canalelor de secreție.

Enzimele pancreatice: peptidaze, lipaze, amilaze sunt foarte puternice, atacă toate categoriile de substanțe organice din alimente. Bicarbonații au rolul de a neutraliza aciditatea chimului gastric.

Peptidazele (tripsină și chimotripsină) sunt eliberate în vezicule sub formă de **proenzime** (tripsinogen și chimotripsinogen), pentru protecția celulelor intestinale. Sub acțiunea **enterochinazei**, enzimă aflată în microvilii polului apical al enterocitelor, **tripsinogenul** este activat în **tripsină**. Aceasta va activa chimotripsinogenul, transformându-l în chimotripsină. Sub acțiunea tripsinei și chimotripsinei, proteinele sunt digerate în oligopeptide, care sub acțiunea altei proteaze pancreatice, **carboxipeptidaza**, vor fi descompuse în di- și tripeptide. Asupra proteinelor fibroase acționează o altă protează pancreatică, **elastaza** care le descompune în oligopeptide.

Lipaza pancreatică hidrolizează lipidele neutre (trigliceridele) în acizi grași și glicerol.

Amilaza pancreatică hidrolizează polizaharidul amidon în dizaharidul maltoză.

Secreția pancreasului se află sub control umoral (**secretina** și **pancreozimina** stimulează secreția) și nervos (efectul stimulator exercitat de fibre nervoase vegetative simpatiche, efect antagonic parasimpaticul).

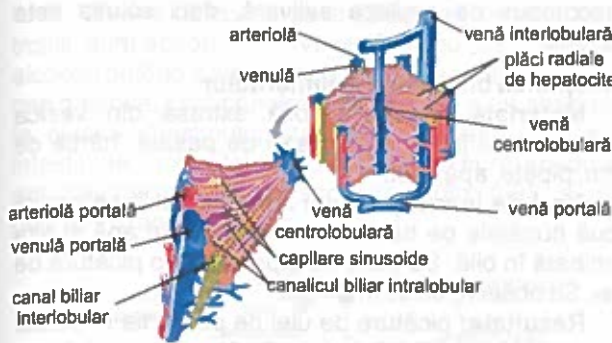


Fig. 2.92. Lobul hepatic

Secreția biliară este necesară digestiei și absorbției lipidelor. **Bila** este produsul activității exocrine a **hepatocitelor** care intră în constituția unităților structurale și funcționale ale ficatului, numite **lobuli hepatici** (fig. 2.92). Hepatocitele formează o rețea tridimensională, fiind dispuse sub formă de plăci cu orientare radială. Între hepatocite se află **canaliculele biliare intralobulare**, în care se descarcă bila. Aceasta este apoi transportată prin **canalele biliare interlobulare** care se unesc în cele două **canale hepatice, drept și stâng**. Prin unirea canalelor hepatice se constituie **canalul hepatic comun**, care se continuă cu **canalul coledoc**, ce se deschide în **duoden**. Din canalul hepatic comun se desprinde **canalul cistic**, prin care bila ajunge în **vezica biliară** (fig. 2.93), unde este depozitată în perioadele dintre mese. Bila hepatică este de culoare verde-auriu, iar bila din vezică (colecistică) verde închis. Compoziția bilei este: 98% apă, pigmenți biliari, acizi și săruri biliare, colesterol, lecitină. Sărurile biliare provin din degradarea colesterolului și au rolul de a emulsiona grăsimile, favorizând acțiunea lipazelor prin creșterea suprafeței de contact dintre lipide și enzime. Bila este permanent produsă de hepatocite și depusă în vezica biliară, de unde este eliminată numai sub acțiunea **enterohormonului colecistochinină** eliberat în sânge în urma contactului mucoasei duodenale cu aciditatea și compușii lipidici din chim. Sărurile biliare sunt absorbite din intestin și ajung, pe cale sangvină (**circuitul enterohepatic**), la hepatocite, stimulând secreția biliară. Aceasta este stimulată și de hormonul **secretină**, descărcat în sânge de enterocite, în urma contactului cu lipidele din chim.



Fig. 2.93. Căile biliare extrahepatice

Secreția intestinului subțire. Între stomac și intestinul gros este intestinul subțire, cu o lungime de 4 – 6 m și prezentând trei regiuni: **duoden** (fix), **jejun** și **ileon** (mobile). Mucoasa intestinală formează cute – **valvule conivente** care, la nivelul jejunului și ileonului, prezintă proeminențe cilindrice numite **vilozități intestinale** (fig. 2.94), în grosimea cărora se află o arteriolă, o rețea de capilare, o venulă și un vas limfatic (**vas chilifer central**). Epiteliul vilozităților intestinale este unistratificat, compus din celule cu microvili la polul apical (fig. 2.94 c), structură adaptată pentru absorbția nutrienților.

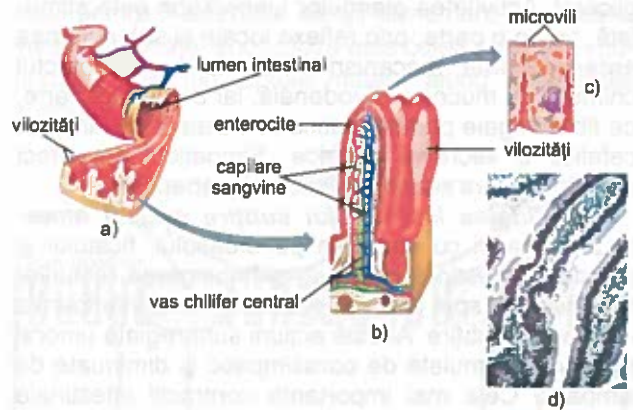


Fig. 2.94. Vilozitățile intestinale
a) localizare; b) structură; c) enterocit;
d) aspect microscopic

La baza vilozităților, se află **glandele intestinale Lieberkühn**, care secretă enzimele intestinale. În mucoasa duodenală se află și **glandele Brunner** care secretă mucus cu rol protector față de aciditatea chimului gastric.

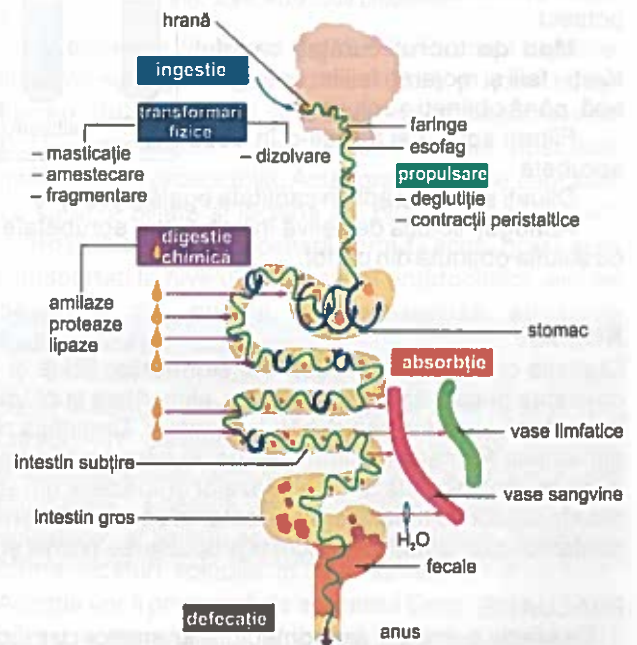


Fig. 2.95. Ansamblul transformărilor suferite de alimente de-a lungul tubului digestiv

Enzimele din celulele glandulare intestinale sunt reținute la nivelul microvillor enterocitelor, unde ajung în urma dezintegrării celulelor care le produc. Aceste celule secretoare sunt permanente și se înnoiesc la nivelul glandelor intestinale Lieberkühn.

Enzimele produse de glandele intestinale sunt **dizaharidazele** (descompun dizaharidele în monoza-haride), **tri- și dipeptidazele** (descompun tri- și dipeptidele în aminoacizi) și **lipaza intestinală** (descompune lipidele în acizi grași și glicerol). Acestea finalizează digestia chimică, în urma acțiunii lor rezultând **nutrimente**: monozaharide, aminoacizi, acizi grași și glicerol. Activitatea glandelor Lieberkühn este stimulată, pe de o parte, prin reflexe locale și sub acțiunea **enterocrininei**, mecanisme activate după contactul chimului cu mucoasa duodenală, iar pe de altă parte, de fibre vagale parasimpatice stimulate încă din faza cefalică a secreției gastrice. Simpaticul are efect inhibitor asupra secreției glandelor Lieberkühn.

Motilitatea intestinului subțire asigură amestecul chimului cu secrețiile pancreasului, ficatului și glandelor intestinale, precum și împingerea resturilor nefolositoare spre valvula ileocecală, limita inferioară a intestinului subțire. Aceste acțiuni sunt reglate umoral și nervos, stimulate de parasimpatice și diminuate de simpatic. Cele mai importante contracții intestinale sunt cele segmentare. După ce majoritatea nutrienților a fost absorbită, se intensifică și contracțiile peristaltice propagate de-a lungul intestinului spre colon.

Aplicații practice:

1. Acțiunea salivei asupra alimentelor

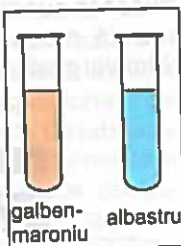
Materiale necesare: cartof copt, apă distilată, hârtie de filtru, pâlnii, mojar, eprubete, 3 ml salivă, iodură de potasiu.

Mod de lucru: curățați cartoful, tăiați-l felii și mojarăți feliile, adăugând apă, până obțineți o soluție.

Filtrați soluția și turnați-o în două eprubete.

Diluți saliva cu apă în cantitate egală și filtrați-o.

Adăugați soluția de salivă în una dintre eprubetele cu soluția obținută din cartof.



După 15 minute, adăugați, în ambele eprubete, iodură de potasiu.

Rezultate: în eprubeta cu salivă nu s-a modificat culoarea iodului, deoarece amidonul din cartof a fost descompus de amilaza salivară, deci soluția este maronie.

2. Acțiunea bilei asupra alimentelor

Materiale necesare: bilă extrasă din vezica biliară a unui ficat de porc sau de pasăre, hârtie de filtru, pipete, apă, ulei.

Mod de lucru: pe două lame de sticlă se așază două bucățele de hârtie, una îmbibată în apă și alta îmbibată în bilă. Se pune cu pipeta câte o picătură de ulei. Se observă ce se întâmplă.

Rezultate: picătura de ulei de pe hârtia îmbibată în apă nu își schimbă forma. Picătura de ulei de pe hârtia îmbibată cu bilă se aplatizează, uleiul îmbibă hârtia, demonstrând că bila a emulsionat lipidul care, transformat în picături fine, se răspândește prin spațiile hârtiei poroase.

3. Compoziția chimică a alimentelor

Materiale necesare: câteva grame de carne, eprubete, clește pentru eprubetă, bec cu gaz, hârtie de filtru, hârtie de turnesol, soluție de acetat de plumb (Burow).

Mod de lucru: se introduce fragmentul de carne în eprubetă. Se fixează la gura eprubetei o hârtie roșie de turnesol și, lângă ea, fără să se atingă, o bandă îngustă de hârtie de filtru care a fost îmbibată la capăt cu soluție de acetat de plumb. Se ține eprubeta deasupra unei flăcări și se încălzește ușor.

Se vor observa următoarele:

- Condensarea vaporilor de apă pe pereții eprubetei.
- Albăstrirea hârtiei de turnesol la contactul cu amoniacul.
- Înegrirea hârtiei îmbibate cu acetat de plumb, prin formarea sulfurii de plumb.
- Degajarea unui miros caracteristic arderii proteinelor și lipidelor.

Rezultate: a fost evidențiată prezența apei, a substanțelor azotate, a compușilor cu sulf, a proteinelor și a lipidelor.

SUMAR

Digestia constă în totalitatea transformărilor fizice și chimice suferite de alimente de-a lungul tubului digestiv. În cavitatea bucală are loc masticăția, alimentele sunt îmbibate cu salivă, amidonul este hidrolizat de amilaza salivară în maltoză și se formează bolul alimentar. Deglutiția realizează transportul bolului alimentar la stomac. În stomac, alimentele formează chimul gastric, în care proteinele și lipidele sunt hidrolizate. În intestin este finalizată digestia sub acțiunea peptidazelor, amilazelor și lipazelor din secrețiile pancreatice și intestinale. Digestia chimică a lipidelor este facilitată de efectul emulsificator al sărurilor biliare. Motilitatea tubului digestiv asigură mărunțirea, amestecul și contactul cu enzimele, precum și propulsarea hranei și a produșilor de digestie.

EVALUARE

1. Ce efecte secretorii are contactul alimentelor cu mucoasa linguală?
2. Care sunt enzimele responsabile de digestia chimică a proteinelor?
3. Ce rol are activitatea motorie a tubului digestiv?

ABSORBȚIA INTESTINALĂ

Absorbția intestinală este procesul prin care nutrimentele rezultate din digestie trec în sânge și limfă. O serie de constituenți alimentari ca: apa, electroliții, sunt absorbiți la nivelul stomacului și colonului, alcoolul putând fi absorbit parțial de mucoasa bucală și cea gastrică, însă principiile alimentare sunt absorbite la nivelul intestinului subțire. La nivelul mucoasei intestinale, majoritatea nutrimenților sunt absorbite prin mecanisme de transport activ (fig. 2.96) și mai puțin prin transport pasiv.

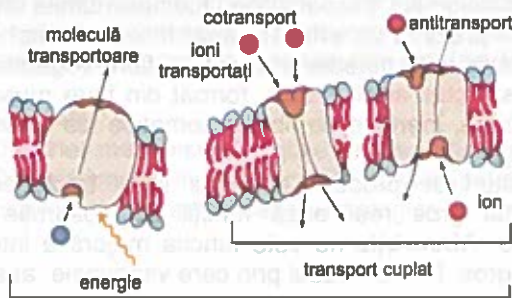


Fig. 2.96. Transport activ

Mucoasa intestinală prezintă o serie de adaptări care favorizează absorbția: este subțire și poate fi traversată ușor, are o mare suprafață de absorbție, datorită cutelor și vilozităților, este bogat vascularizată, enterocitele prezintă microvili și sunt strâns unite între ele.

Absorbția glucidelor (fig. 2.97). Monozaharidele rezultate din digestia glucidelor sunt glucoza, galactoză și fructoza. Polizaharidul celuloză, prezent în hrana vegetală, nu este digerat de-a lungul tubului digestiv al omului, deoarece nu sunt produse enzime specifice acestuia. **Glucoza și galactoză sunt transportate activ** în interiorul enterocitelor, de același tip de **proteină transportoare** și apoi trec în capilare, părăsind enterocitele prin difuziune. Proteina transportoare aflată la nivelul microvililor se combină cu monozaharidul și, totodată, se cuplează și cu un ion de Na^+ , realizând un cotransport. **Fructoza este absorbită exclusiv prin mecanism pasiv de difuziune**, la ambii poli ai enterocitelor.

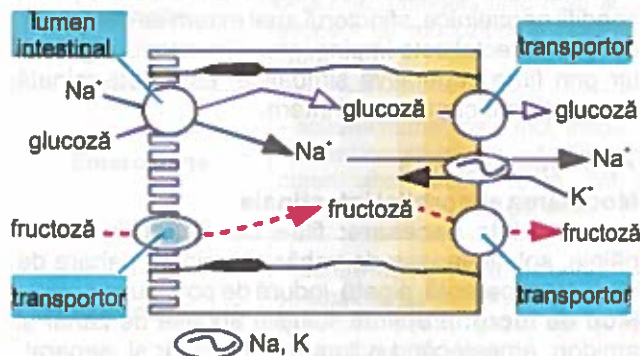


Fig. 2.97. Absorbția glucidelor

Absorbția proteinelor (fig. 2.98) Aminoacizii și unele di- și tripeptide sunt absorbiți prin **mecanism activ**, la polul apical al enterocitelor. La acest nivel, di- și tripeptidele sunt descompuse în aminoacizi, iar aceștia părăsesc, prin difuziune, polul bazal, intrând în sânge. În mod obișnuit, proteinele întregi nu sunt absorbite, dar în rare cazuri pot fi introduse în enterocite prin endocitoză, realizată la polul apical al enterocitelor și eliberate la polul opus prin exocitoză. Acest proces este frecvent întâlnit la nou-născuți și reflectă imaturitatea mucoasei intestinale a acestora, fiind responsabil pentru frecvențele alergiilor alimentare ale acestei vârste. Totodată, endocitoza este calea prin care imunoglobulinele din laptele matern ajung în sângele sugarilor.

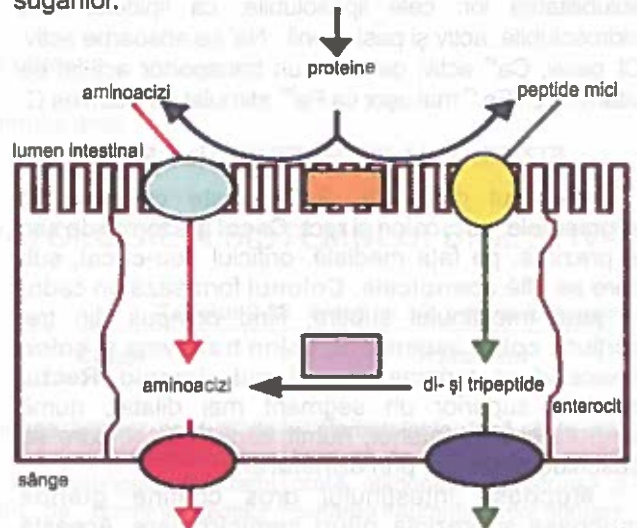
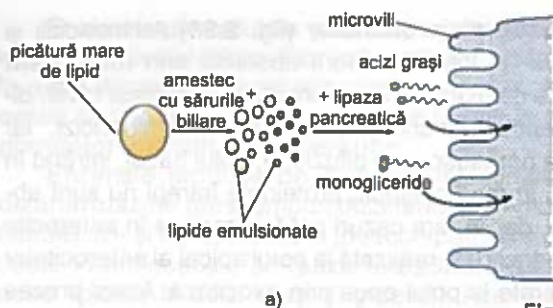


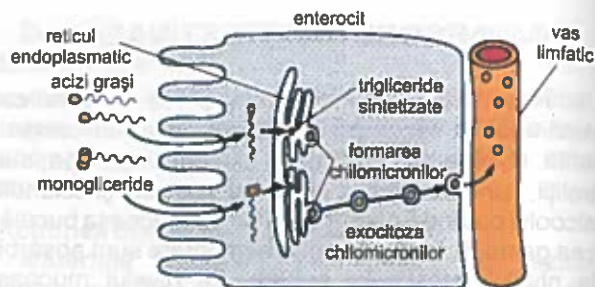
Fig. 2.98. Absorbția proteinelor

Absorbția lipidelor (fig. 2.99). Produșii digestiei lipidelor sunt **glicerina hidrosolubilă** și **acizii grași liposolubili**. La polul apical al enterocitelor, **acești produși se absorb pasiv**. Glicerina este absorbită direct, fiind hidrosolubilă. Acizii grași liberi se asociază cu sărurile biliare și lecitina din bilă, formând **micelii hidrosolubile**. Sub această formă, acizii grași sunt transportați la nivelul membranei enterocitelor, aici se desprind din micelii și traversează straturile fosfolipidice prin difuziune.

În enterocite, acizii grași cu catenă scurtă trec pasiv în sânge, iar cei lungi, cu peste 10 – 12 atomi de carbon în catenă, vor fi prelucrați de reticulul endoplasmatic și combinați cu glicerina, formându-se trigliceride. Acestea se combină cu fosfolipide și colesterol și vor fi acoperite cu proteine, pentru a forma picături solubile în apă numite **chilomicroni**. Aceștia vor fi prelucrați de aparatul Golgi și ulterior vor părăsi enterocitele, membrana bazală a mucoasei, după care vor intra în vasul chilifer central al vilozităților intestinale.



a)



b)

Fig. 2.99. Absorbția lipidelor

a) absorbția la polul luminal; b) absorbția la polul bazal

Absorbția altor constituienți alimentari. Apa este absorbită pasiv, în virtutea diferențelor de presiune osmotică dintre conținutul intestinal și cea a citoplasmei enterocitelor. Vitaminele se absorb în funcție de solubilitatea lor: cele liposolubile, ca lipidele, cele hidrosolubile, activ și pasiv. Ioni: Na^+ se absoarbe activ, Cl^- pasiv, Ca^{2+} activ, de către un transportor activat de vitamina D, Fe^{2+} mai ușor ca Fe^{3+} , stimulat de vitamina C.

FIZIOLOGIA INTESTINULUI GROS

Intestinul gros (fig. 2.100) este compus din segmentele: cec, colon și rect. **Cecul** are formă de sac și prezintă, pe fața medială, orificiul **ileo-cecal**, sub care se află **apendicele**. **Colonul** formează un cadru în jurul intestinului subțire, fiind compus din trei porțiuni: **colon ascendent**, **colon transvers** și **colon descendent**, terminat cu **colonul sigmoid**. **Rectul** prezintă superior un segment mai dilatat, numit **ampulă** și unul inferior, numit **canal rectal**, care se deschide la exterior prin **orificiul anal**.

Mucoasa intestinului gros conține **glande mucoase** și prezintă **pliuri semicirculare**. Această tunică prezintă o bogată floră bacteriană, care realizează procese de fermentație și de putrefacție, precum și sinteza unor vitamine, cum sunt cele ale complexului B și vitamina K. Prin **fermentație**, sunt degradate glucidele nedigerate, rezultând acizi iritanți (lactic, acetic, butiric) și aproximativ 500 ml de gaze în 24 de ore (dimetil sulfuric , H_2 , N_2 , CO_2). Prin **putrefacție**, sunt degradate proteinele până la aminoacizi, care apoi sunt decarboxilați și dezaminați, rezultând amine, indol, scatol, amoniac, produși toxici ce vor fi resorbiți și care, ajunși la ficat, vor fi detoxificați.

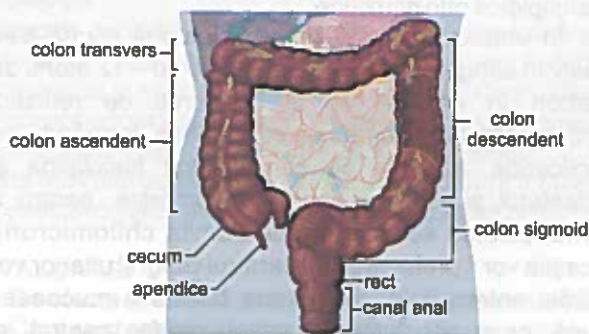


Fig. 2.100. Intestinul gros

Tunica musculară formează, la nivelul cecului și colonului, trei benzi longitudinale numite **tenii**. **Anusul** prezintă un **sfincter anal intern**, format din fibre musculare netede, inervate de fibre vegetative, și un **sfincter anal extern**, format din fibre musculare striate, inervate de fibrele somatice ale nervilor rușinoși.

Alături de producția activității florei bacteriene, intestinul gros realizează funcții de absorbție și motorie. **Absorbția** nu este funcția majoră a intestinului gros, fiind procesul prin care vitaminele, apa și unii electroliți (în special Na^+ , Cl^-) sunt transferați sângelui. **În urma absorbției, se formează materiile fecale.**

Motilitatea intestinului gros constă în **contractii segmentare** (stimulate de contactul mucoasei cu conținutul intestinului) și **contractii peristaltice**, în masă, puternice, care împing conținutul spre rect.

Defecația este un act reflex, prin care materiile fecale sunt eliminate prin orificiul anal. Actul reflex este declanșat de pătrunderea materiilor fecale în rect, ca urmare a unei contractii peristaltice puternice. Centrii nervoși vegetativi ai defecației sunt situați în măduva lombară și sacrată, fiind subordonați cortexului cerebral. Contactul materiilor fecale cu mucoasa canalului anal declanșează stimularea mecanoreceptorilor și descărcarea unor impulsuri ce ajung, pe cale vegetativă, la centrii medulari și pe cale somatică, la scoarța cerebrală, unde apare senzația de necesitate. Dacă sunt condiții prielnice, pe calea fibrelor vegetative parasimpatice, se produc contractii ale colonului și relaxarea sfincterului anal intern, iar prin fibre somatice, reprezentate de nervii rușinoși, se produce relaxarea sfincterului anal extern și are loc defecația. În condiții neprielnice, sfincterul anal extern se contractă, conținutul rectal este împins înapoi în colonul sigmoid, iar prin fibre vegetative simpatice, este determinată contractia sfincterului anal intern.

Aplicație practică

Modelarea absorbției intestinale

Materiale necesare: filtre de cafea din hârtie, pâlnie, soluții apoase de zahăr și amidon, pahare de sticlă transparentă, pipetă, iodură de potasiu.

Mod de lucru: preparați soluțiile apoase de zahăr și amidon, amestecând o linguriță de zahăr și, separat, de amidon, cu o jumătate de pahar cu apă. Puneți

pâlnia într-un pahar și plasați în deschiderea acesteia 5 filtre de cafea, turnați soluția de zahăr și apoi pe cea de amidon. Adăugați trei picături de iodură de potasiu în lichidul filtrat și în lichidul rămas în filtrele din pâlnie.

Rezultate: lichidul din pahar s-a colorat în galben-maroniu, iar lichidul din filtrele din pâlnie în albastru.

Concluzie: moleculele mici de sucroză au trecut prin hârtia de filtru, moleculele mari de amidon au fost reținute de hârtia de filtru.

În același mod, prin mucoasa intestinală nu trec decât moleculele mici ale nutrimenților rezultate din digestie.

SUMAR



Absorbția intestinală este procesul prin care nutrimenții rezultate din digestie trec în sânge și limfă, prin mecanisme de transport activ și pasiv. Pentru a absorbi produșii de digestie, mucoasa intestinală prezintă o serie de adaptări: este subțire, are o mare suprafață de absorbție datorită cutelor și vilozităților, este bogat vascularizată, enterocitele prezintă microvili și sunt strâns unite între ele. La nivelul intestinului gros au loc procese de absorbție a apei, a unor electroliți și vitamine, iar sub acțiunea florei bacteriene, glucidele sunt fermentate, iar proteinele suferă procese de putrefacție. În urma proceselor de la nivelul intestinului gros, conținutul intestinal este transformat în materii fecale care sunt eliminate prin actul de defecație.


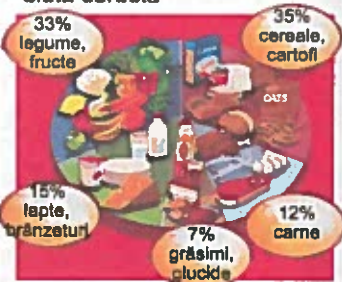
EVALUARE

1. Descrieți mecanismele active de absorbție a produșilor de digestie.
2. Descrieți modul în care sunt absorbite lipidele.
3. Explicați care sunt procesele fiziologice de la nivelul intestinului gros.

NOȚIUNI ELEMENTARE DE IGIENĂ ȘI PATOLOGIE A SISTEMULUI DIGESTIV

Tabelul 2.33. Afecțiuni ale sistemului digestiv

Afecțiune	Simptome	Cauze	Tratament
Carii dentare 	– distrugerea suprafeței externe a dinților, dintele afectat devine sensibil la variațiile termice, iar când este afectată pulpa dintelui, apare inflamația și durerea	– acțiunea acizilor produși de unele bacterii (<i>Streptococcus mutans</i>) care populează stratul aderent de coroana dinților, numit placă dentară	– stomatologic, însă, este mai bine să fie evitate prin igienă orală, alimentație sănătoasă și evitarea traumatismelor dentare
Stomatite 	– senzație de arsură bucală, dureri la masticare, miros fetid al gurii, salivare abundentă, febră	– acțiunea unor agenți infecțioși, toxici, iritativi, alergici, nutriționali	– indicat de medic și însoțit de igiena cavității bucale și o alimentație de protecție, spălături dezinfectante
Faringită	– dureri în gât, accentuate la deglutiție, faringele fiind roșu și acoperit cu mucozități și puroi, febră	– virusuri, bacterii (15%)	– tratament diferențiat, indicat de medic
Enterocolite	– scaune numeroase, moi, însoțite sau nu de greață, vărsături, dureri abdominale, febră, frisoane, alterarea stării generale	– infecții diverse, cu bacterii, virusuri, ciuperci, paraziți	– regimul alimentar bogat în lichide și protecție digestivă
Ocluzie intestinală	– durere abdominală, balonare și suprimarea tranzitului intestinal, atât pentru gaze, cât și pentru materiile fecale	– tumorile, paralizile intestinale, herniile (perforările membranei peritoneale și strangularea unor diverticuli intestinali)	– prezentare de urgență la medic, deoarece, fără intervenție chirurgicală, încă din faza inițială, evoluția către exitus este inexorabilă

<p>Ciroză hepatică</p>	<p>– leziuni ale hepatocitelor, urmate de formarea unui țesut cicatricial nefuncțional, oboseală, inapetență, greață, dureri abdominale, edeme, modificări ale tegumentului, hipertensiune portală, varice, tulburări de personalitate, comă și chiar deces</p>	<p>– virusurile B și C și alcoolismul – steatohepatita nonalcoolică (lipide depozitate în hepatocite)</p>	<p>– în funcție de cauze, tratamentul va fi stabilit de medic și va fi însoțit de regim alimentar și interzicerea consumului de băuturi alcoolice</p>
<p>Litiază biliară, calculi biliari (pietre la ficat)</p> 	<p>– în criză, durere intensă, localizată în zona stomacului sau a ficatului și iriază în spate, spre vârful omoplatului drept – uneori asimptomatică</p>	<p>– suprasaturarea cu colesterol a bilei, apariția cristalelor de monohidrat de colesterol, pe care se depun săruri biliare – o anomalie asociată este disfuncția motorie a vezicii biliare</p>	<p>– intervenție chirurgicală care îndepărtează colecistul și, odată cu acesta, calculii biliari</p>
<p>Pancreatită</p>	<p>– dureri puternice în zona abdominală și lombară, determinate de acțiunea directă a enzimelor digestive pancreatice asupra pancreasului și țesuturilor învecinate; febră</p>	<p>– obstrucții parțiale ale canalelor acinilor glandulari, litiază biliară, leziuni directe, anumite droguri și alcoolul, infecții virale, boli ereditare</p>	<p>– chirurgical, de urgență, urmat de o dietă corespunzătoare</p>
<p>Diaree</p>	<p>– eliminarea a mai mult de 3 scaune apoase, moi, într-o zi</p>	<p>– virusuri, bacterii introduse cu alimentele, intoleranța la alimente, paraziții intestinali, reacții la unele medicamente etc.</p>	<p>– evitarea deshidratării, regim alimentar și tratament la recomandarea medicului</p>
<p>Constipație</p>	<p>– stagnarea îndelungată a materiilor fecale în colon și întârzierea acestora, dificultăți în defecație</p>	<p>– lipsa fibrelor din dietă, incorrecta mestecare, consum redus de lichide, sedentarism etc.</p>	<p>– dietă corectă</p> 

SUMAR

Nerespectarea regulilor de igienă corporală și alimentară este cauza multor afecțiuni ale sistemului digestiv, cum sunt cariile dentare, stomatitele, diareea, faringita. O dietă echilibrată înlătură riscurile apariției cirozei hepatice, litiazii biliare, constipației.

EVALUARE

1. Care sunt cauzele bolilor infecțioase digestive?
2. Ce efecte are consumul exagerat de alcool asupra ficatului?
3. Ce măsuri se impun pentru evitarea constipației?

CIRCULAȚIA ACTIVITATEA CARDIACĂ

Circulația este funcția de nutriție care asigură transportul substanțelor în corp. Această funcție este realizată de **sistemul cardiovascular** și **sistemul limfatic**. **Sistemul cardiovascular** este alcătuit din inimă, vase sangvine și sânge. **Inima** umană (fig. 2.101) este un organ muscular, cavită, compus din două **atrii** și două **ventricule**. Atrile au formă cubică, pereții subțiri și sunt despărțite de **șanțul interatrial**. **Atrium drept** comunică cu ventriculul drept prin **valva tricuspidă** și **primește sânge neoxigenat**, adus de venele cave superioară și

inferioară. **Atrium stâng** comunică cu ventriculul stâng prin **valva bicuspidă** și **primește sânge oxigenat** adus de venele pulmonare. **Ventriculele** au formă piramidală triunghiulară și pereți mai groși, care pe fața internă, neregulată, prezintă **trabecule** și sunt separate de **septul interventricular**. La baza lor, ventriculele prezintă orificiile arteriale străjuite de **valvule sigmoide**, prin care ventriculul drept comunică cu trunchiul arterial pulmonar, iar ventriculul stâng comunică cu artera aortă.

Peretele inimii este compus din următoarele straturi: **epicard** – membrană seroasă bogată în fibre nervoase, vase de sânge și limfatice, **miocard** – țesut muscular cardiac și **endocard** – epiteliu unistratificat pavimentos, însoțit de un strat conjunctiv și **țesut nodal**, alături de fibre nervoase și capilare sangvine și limfatice. Țesutul nodal este format din fibre musculare striate modificate, care au pierdut capacitatea contractilă, dar s-au specializat în susținerea activității electrice datorită căreia, ritmic, generează și conduc potențiale de acțiune. Țesutul nodal este organizat în (fig. 2.101 b): **nodulul sinoatrial**, aflat în peretele atrului drept, lângă orificiul venei cave superioare,

nodulul atrioventricular din septul interatrial, **fasciculul atrioventricular His** din septul interventricular și **rețeaua Purkinje**, dispusă în pereții ventriculari. Acest țesut este autoexcitabil și asigură contracțiile ritmice ale miocardului. Datorită rolului vital al țesutului nodal, acesta primește o bogată inervație vegetativă: simpatică și parasimpatică. Nutriția miocardului și a țesutului nodal este asigurată de vasele coronare (**artere coronare** desprinse din baza aortei, **capilare și vene coronare** care se deschid în **sinusul coronar**, de unde sângele intră în atriu drept). Sângele pompat de inimă, prin camerele acestuia, nu realizează schimburi de substanțe cu celulele mușchiului cardiac.

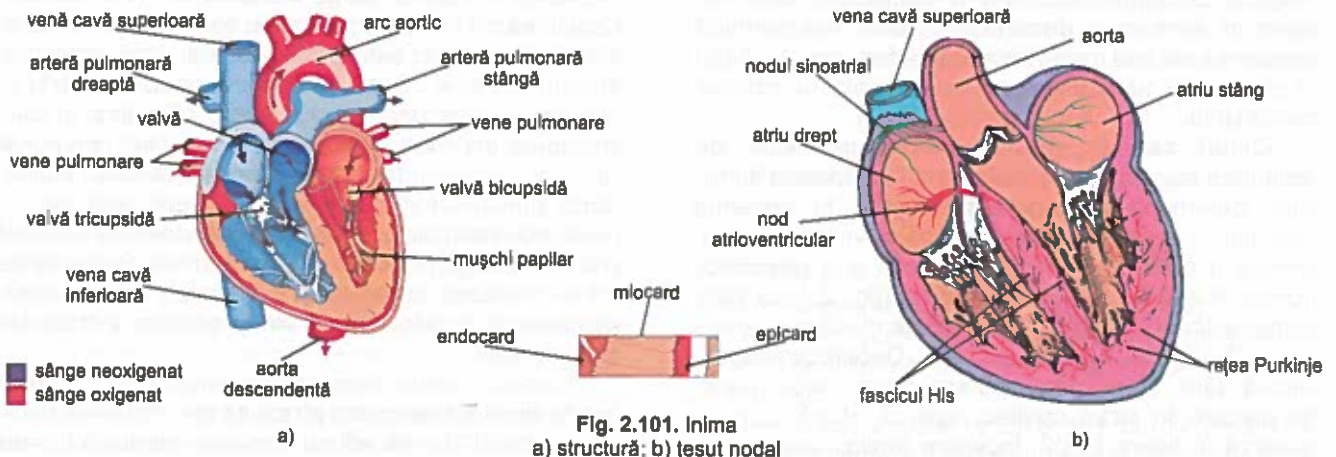


Fig. 2.101. Inima
a) structură; b) țesut nodal

Activitatea cardiacă constă în pomparea ritmică a sângelui în sistemul vascular. Această activitate este posibilă datorită proprietăților mușchiului cardiac: excitabilitatea, automatismul, conductibilitatea și contractilitatea. Aceste proprietăți nu sunt însușiri exclusive ale inimii, dar prezintă unele caracteristici specifice acestui organ.

Excitabilitatea este proprietatea mușchiului cardiac de a răspunde la stimuli prin generarea și conducerea unui **potențial de acțiune**. În timpul **contractției (sistolă)**, inima este inexcitabilă și, ca urmare, va reacționa la stimuli numai în timpul **relaxării (diastolă)**. Datorită inexcitabilității periodice, inima nu prezintă contracții de tip tetanic.

Automatismul este proprietatea inimii de a se contracta ritmic și este datorată țesutului nodal compus din nodulul sinoatrial și atrioventricular, din fasciculul His și rețeaua Purkinje. Aceste structuri constituie un sistem intrinsec de excitație și conducere electrică, care produce și întreține activitatea contractilă ciclică a inimii.

Celulele țesutului nodal, la fel ca celulele lor de origine (musculare cardiace), sau ca celulele nervoase, au calitatea de a genera potențiale de acțiune la nivelul membranelor însă, prin specializarea lor funcțională, aceste celule conduc impulsurile mai repede ca alte celule. Celulele țesutului nodal prezintă cicluri de depolarizare care conduc la apariția potențialelor de acțiune. Acele celule care au cea mai

accelerată rată de generare a potențialelor de acțiune, controlează frecvența contracțiilor miocardului. Astfel, nodulul sinoatrial are cea mai mare frecvență a contracțiilor și, de aceea, el determină frecvența cardiacă de 70 – 80 de contracții pe minut. În cazul nefuncționării nodulului sinoatrial, frecvența cardiacă este determinată de nodulul atrioventricular, care are o rată de 40 de contracții pe minut, iar dacă și acesta nu funcționează, contracția inimii este determinată de fasciculul His și rețeaua Purkinje, care determină un ritm cardiac de 25 de contracții pe minut.

Conductibilitatea este proprietatea miocardului de a propaga excitația de la o celulă la alta, în toate fibrele sale. Depolarizarea din nodulul sinoatrial se propagă în toate direcțiile, ca o undă. Deoarece în atriile fibrele sunt dispuse circular și datorită prezenței unei mari varietăți de fibre în masa atrială, viteza de propagare a undei variază în diversele regiuni ale atrioventricular, apoi fasciculul His și, ca urmare, ventriculele se vor contracta de la baza lor, adică din regiunea vârfului (apexului) inimii. Se pare că între

nodulul sinoatrial și cel atrioventricular există fibre Purkinje izolate, care constituie o **conexiune internodală**, cu rol fiziologic extrem de important, conducând depolarizarea mult mai repede decât unda de depolarizare propagată în masa miocardului. De la generarea excitației în nodulul sinoatrial și până la stimularea fibrelor ventriculare, trec 0,22 s.

Contractilitatea este proprietatea miocardului de a se contracta, **sistola** – dezvoltând tensiune la capetele fibrelor sale. Susținerea energetică a contracției este oxidarea ATP-ului refăcut în timpul relaxării – **diastolă** – din oxidarea substanțelor organice aflate în fibrele miocardului (glucoză, acizi grași, acizi organici etc.). Forța contracțiilor este mai mare în ventricule, deoarece și grosimea pereților acestora este mai mare, iar această forță crește direct proporțional cu alungirea din diastolă a fibrelor miocardului.

Ciclul cardiac constă într-o succesiune de schimbări ale presiunii și volumului în camerele inimii, care determină împingerea sângelui în sistemul vascular. Aceste schimbări din atrii și ventricule sunt urmare a contracțiilor numite **sistole** și a relaxărilor numite **diastole**. Un ciclu cardiac (fig. 2.102) este compus dintr-o sistolă și o diastolă cardiacă și durează 0,8 s (72 de bătăi în 60 de secunde). Deoarece sângele circulă fără întrerupere, putem alege orice punct de plecare în ciclul cardiac, așa că, după cum se observă în figura 2.102, începem analiza evenimentelor dintr-un ciclu cardiac din momentul unei relaxări totale a miocardului – **diastola târzie** – în care și atrile și ventriculele, sunt în diastolă. În timpul diastolei târzii, sângele adus din tot corpul de venele mari intră pasiv în atrii și, de aici, prin valvele atrioventriculare deschise, intră în ventricule. Aproximativ 70% din capacitatea ventriculelor este acoperită în acest mod, în timp ce valvele semilunare de la baza arterelor sunt închise.

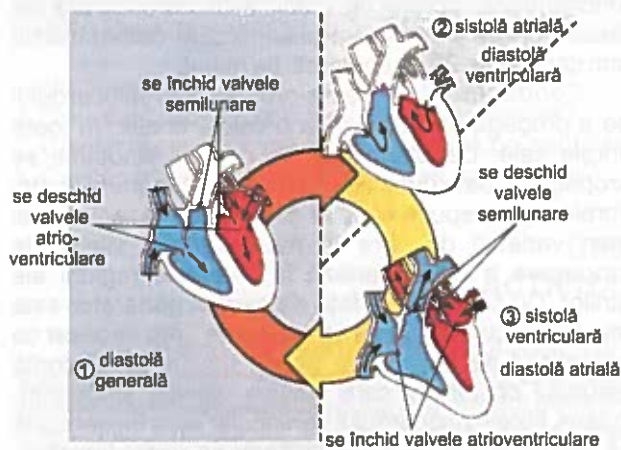


Fig. 2.102. Ciclul cardiac

Sistola atrială durează 0,1 s, timp în care, prin contracția atrilor, este pompat restul de 30% în ventricule. Sângele nu poate lua decât calea spre ventricule, deoarece orificiile de vărsare a venelor în

atrii sunt închise prin contracția unor fibre circulare aflate în jurul orificiilor de vărsare a venelor în atrii. După ce s-au contractat, atrile intră în **diastolă atrială**, care durează 0,7s.

Sistola ventriculară durează 0,3 s, corespunzând începutului diastolei atriale. Contractia ventriculelor se desfășoară în două etape: faza izovolumetrică și faza de ejeție. În **faza izovolumetrică**, valvele atrioventriculare se închid, presiunea intraventriculară crește și învinge presiunea din artere, deschizându-se valvele sigmoide. **Faza de ejeție** durează până la închiderea valvulelor sigmoide, timp în care sângele este pompat în artera aortă și trunchiul pulmonar. În această fază, presiunea din aortă atinge valoarea de 120 mm Hg. Cantitatea de sânge expulzată în ventricule de aortă și trunchiul pulmonar este de 70 – 90 ml, care reprezintă **debitul sistolic**. După sistolă, ventriculele intră în **diastolă ventriculară**, care durează 0,5 s, timp în care presiunea intraventriculară scade, valvele sigmoide se închid; o perioadă, ventriculele sunt cavități închise. Când presiunea intraventriculară scade sub nivelul presiunii intraatriale, valvele atrioventriculare se deschid și sângele curge pasiv din atrii în ventricule. Perioada de 0,4 s în care atât atrile, cât și ventriculele se relaxează, se numește **diastolă generală** și aceasta încheie un **ciclu cardiac**.

Debitul cardiac reprezintă volumul de sânge pompat de inimă într-un minut și rezultă din înmulțirea debitului sistolic (70 – 90 ml) cu frecvența cardiacă într-un minut (72 bătăi/minut) și are o valoare medie de 5,1 l.

Controlul frecvenței cardiace, adică a țesutului autoexcitabil, este exercitat de **sistemul nervos vegetativ: parasimpaticul**, prin fibrele vagale, descarcă **acetilcolina** la nivelul nodulului sinoatrial, determinând creșterea permeabilității pentru K^+ , ceea ce are ca efect diminuarea frecvenței cardiace; **simpaticul**, prin fibrele nervului cardiac, descarcă **adrenalină**, care modifică activitatea canalelor pentru K^+ , cresc permeabilitatea pentru Na^+ și pentru Ca^{2+} și țesutul excitator nodal este stimulat, iar frecvența impulsurilor contractile crește.

Manifestări electrice, mecanice și acustice ale ciclului cardiac

Manifestările electrice (fig. 2.104) ale depolarizărilor și repolarizărilor din miocard pot fi înregistrate indirect, la suprafața pielii, prin curenții generați de lichidele extracelulare. Înregistrarea grafică a acestor curenți este **electrocardiograma** (EKG) (fig. 2.103), larg utilizată în explorarea activității inimii.

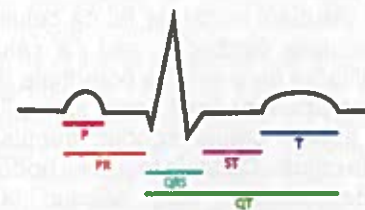


Fig. 2.103. Electrocardiograma

Electrocardiograma constă în trei curbe: **unda P** – corespunde depolarizării atriale, **complexul QRS** – corespunde depolarizării ventriculare și **unda T** – care corespunde repolarizării ventriculare. Datorită amplitudinii complexului de unde QRS, repolarizarea atriilor, ce se derulează în timpul depolarizării ventriculare, nu este evidențiată în electrocardiogramă.

Manifestările mecanice (fig. 2.104) sunt șocul apexian și pulsul arterial. **Șocul apexian** este vizibil prin expansiunea peretelui toracic în spațiul dintre coastele 5 și 6, ca urmare a apăsării exercitate de vârful inimii în timpul sistolei. Pulsul arterial poate fi perceput prin comprimarea unei artere superficiale pe un plan dur, ca suprafața unui os. Pulsul arterial este o expansiune a peretelui arterial, transmisă de-a lungul arterelor, ca o undă de dilatație produsă prin pomparea unei noi cantități de sânge în artere, la fiecare sistolă ventriculară. Înregistrarea grafică a pulsului se numește **sfigmogramă** și furnizează informații asupra ritmului cardiac și calitatea arterelor.

Manifestările acustice (fig. 2.104) sunt reprezentate de zgomotele inimii: **zgomotul I**, de tonalitate joasă, este mai lung și intens, fiind datorat închiderii valvelor atrioventriculare la începutul sistolei ventriculare și **zgomotul II**, de tonalitate înaltă, este mai scurt și este produs de închiderea valvelor sigmoide la începutul diastolei ventriculare.

Tensiunea arterială este presiunea sub care circulă sângele în artere și are o valoare maximă corespunzătoare sistolei ventriculare și o valoare minimă corespunzătoare diastolei. Tensiunea arterială este determinată de: debitul cardiac, rezistența periferică (determinată de rezistența opusă înaintării sângelui de către arteriole, care este influențată de: grosimea vasului, lungimea vasului și vâscozitatea sângelui), volumul sangvin, elasticitatea vaselor. Tensiunea arterială se determină cu ajutorul **tensiometrului** și, în mod normal, valorile acesteia sunt: maxima 120 – 140 mm Hg și minima 70 – 80 mm Hg; maxima reprezintă presiunea sangvină din timpul sistolei ventriculare, iar minima reprezintă valoarea presiunii sangvine din timpul diastolei.

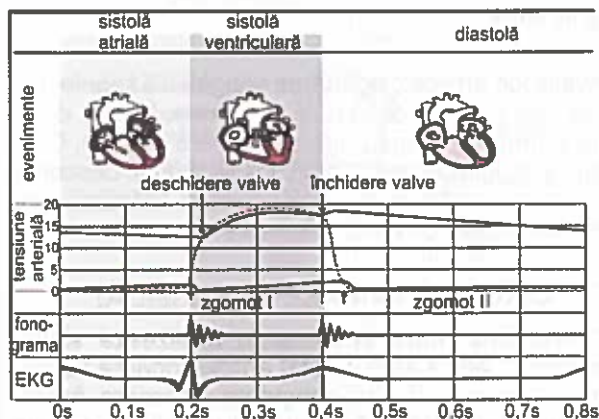


Fig. 2.104. Manifestări electrice, mecanice și acustice ale ciclului cardiac

În arteriole (teritorii unde rezistența întâmpinată de sânge este maximă), sângele intră cu o presiune de 90 mm Hg și iese cu o presiune de 30 mm Hg. În capilare, sângele intră cu o presiune de 30 mm Hg și iese cu o presiune de 10 mm Hg.

Controlul tensiunii arteriale se realizează prin **acte reflexe**. Receptorii sunt **baroreceptorii** din pereții arterelor, situați în zone reflexogene, cum sunt sinusul carotidian (locul unde artera carotidă comună se bifurcă) și arcul aortic (la nivelul cârjei aortice). Acești receptori sunt stimulați de creșterea presiunii sângelui, care determină întinderea pereților arteriali și generarea de influxuri nervoase pe care baroreceptorii le trimit centrilor cardio- și vasomotori din bulb și punte. De la acești centri, prin fibre simpatice și parasimpatice, este reglată frecvența cardiacă și, de asemenea, diametrul vaselor.

Ca și presiunea, viteza sângelui scade din arterele mari spre capilare. Astfel, în aortă, viteza sângelui este de 500 mm/s, iar în capilare viteza sângelui este de 0,5 mm/s.

Aplicație practică

*Interpretarea electrocardiogramei (EKG)

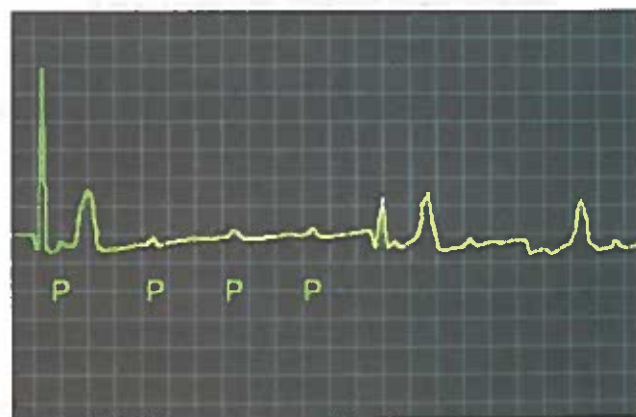
Analizați graficele din următoarea figură. Identificați variațiile de tensiune arterială pe parcursul ciclului cardiac.

Identificați undele P, QRS și T din figura 2.104. Determinați durata intervalului PR și ST în figura de mai jos.

Schimbările de ritm și formă a EKG indică boli și traume ale miocardului. Astfel, figura de mai jos prezintă EKG-ul unei persoane cu ritm cardiac anormal: aritmie numită bloc atrioventricular.

Această afecțiune este semnalizată de forma graficului de după undele P. Dacă pe grafic se identifică undele P, înseamnă că vârful ventriculelor primesc stimularea și, ca urmare, ar trebui să apară complexul QRS.

În figură se remarcă faptul că undele P nu sunt urmate de complexul QRS, fenomen caracteristic blocului atrioventricular care este însoțit și de diminuarea frecvenței cardiace – bradicardie.



SUMAR

Activitatea cardiacă constă în pomparea ritmică a sângelui în sistemul vascular. Această activitate este posibilă datorită proprietăților mușchilui cardiac: excitabilitatea, automatismul, conductibilitatea și automatismul. Ciclul cardiac constă într-o succesiune de schimbări ale presiunii și volumului în camerele inimii, care determină împingerea sângelui în sistemul vascular. Aceste schimbări din atrii și ventricule sunt însoțite de contracții numite sistole și relaxări numite diastole.

Un ciclu cardiac este compus dintr-o sistolă și o diastolă, ambele derulate, atât în atrii, cât și în ventricule.

EVALUARE

1. Descrieți automatismul miocardului.
2. Ce efecte ar avea imposibilitatea închiderii complete a valvelor atrioventriculare?
3. Ce informații privind activitatea cardiacă sunt furnizate de electrocardiogramă?

CIRCULAȚIA MARE ȘI CIRCULAȚIA MICĂ

Sistemul vascular este alcătuit din vase sangvine și vase limfactice. **Vasele sangvine** se clasifică în trei categorii: artere, vene și capilare. **Arterele** sunt vase sangvine mari, care transportă sângele de la inimă spre corp, **arteriolele** sunt vase sangvine mai înguste (5 – 20 μ), care transportă sângele spre organele corpului, **capilarele** sunt cele mai fine vase de sânge, la nivelul cărora se realizează schimburile nutritive cu lichidul interstițial care înconjoară celulele corpului, **venulele** sunt vase sangvine mici, care conduc sângele spre inimă, iar **vene** sunt vase sangvine mari, care conduc sângele spre inimă.

Cu excepția capilarelor, **structura vaselor sangvine** este, în general, următoarea: **tunica internă** – epiteliu (endoteliu) unistratificat pavimentos așezat pe o membrană bazală, sub care se află un strat fin, conjunctiv, bogat în fibre de elastină medie – fibre musculare netede dispuse concentric și **tunica externă** – țesut conjunctiv bogat în fibre elastice și de collagen. Diferențele structurale dintre vasele sangvine se pot observa în figura 2.105; arterele au tunica medie mai groasă, iar venele care sunt situate sub nivelul cordului, prezintă cute ale endoteliului numite **valvule semilunare**.

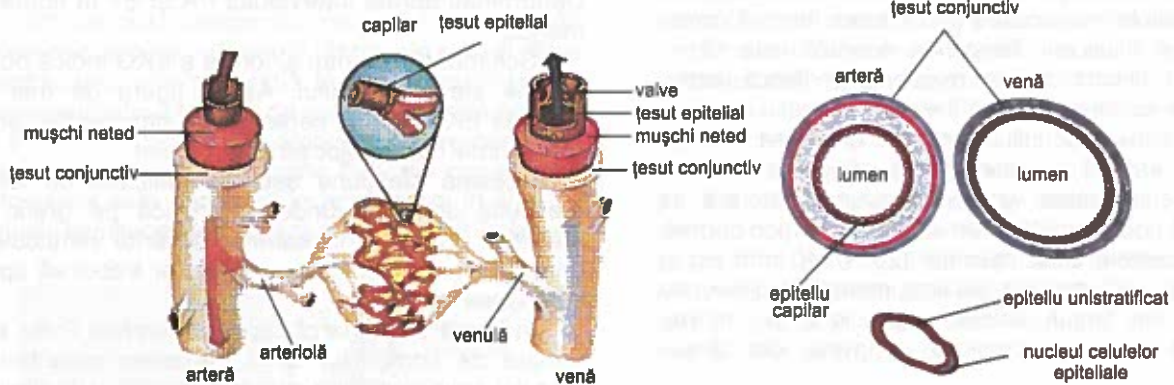


Fig. 2.105. Structura vaselor de sânge

CIRCULAȚIA (MICĂ) PULMONARĂ

Circulația mică sau pulmonară asigură oxigenarea sângelui, aducând în contact intim sângele neoxigenat cu pereții alveolelor pulmonare din plămâni. Această circulație nu servește direct nevoile metabolice ale țesuturilor corpului. Sângele neoxigenat din corp intră în inimă, în atriu drept, adus de **vene cave superioară și inferioară**, iar de aici, ajunge în ventriculul drept. De aici, sângele este pompat în **trunchiul pulmonar** care, după un scurt traseu, se divide în **arterele pulmonare dreaptă și stângă**. La nivelul plămânilor, fiecare arteră pulmonară se ramifică în **artere lobare, arteriole și capilare**. Acestea înconjoară alveolele pulmonare și,

la nivelul lor, are loc oxigenarea sângelui. Sângele oxigenat este colectat de **venulele și, ulterior, în câte două vene pulmonare** care părăsesc fiecare plămân. Cele patru vene pulmonare se întorc la inimă unde descarcă sângele oxigenat la nivelul atrului stâng. Plămânii sunt singurele organe conectate direct cu inima.

CIRCULAȚIA MARE (SISTEMICĂ)

Circulația mare (sistemică) furnizează sânge „funcțional”, adică asigură atât aprovizionarea cu oxigen, nutrimente și alte substanțe necesare funcționării țesuturilor, cât și preluarea dioxidului de carbon și a produșilor de metabolism de la toate țesuturile corpului.

În figura 2.106. sunt prezentate majoritatea arterelor (roșii) și venelor (albastre) circulației sistemice.

*Circulația sistemică începe din ventriculul stâng, de unde pleacă artera aortă și se încheie în atrul drept, unde sângele este adus de venele cave. Artera aortă prezintă o scurtă porțiune ascendentă, **cârja aortică**, și un segment descendent, care se bifurcă, la nivelul abdomenului, în **artera iliacă comună dreaptă și stângă**. Din aortă se desprind toate arterele mari. Astfel, din porțiunea ascendentă se desprind **două artere coronare, dreaptă și stângă**, care irigă miocardul. Din cârja aortică se desprinde **trunchiul brahiocefalic drept, carotida comună stângă și artera subclaviculară stângă**. Trunchiul brahiocefalic se împarte în **arterele subclaviculară dreaptă și artera carotidă comună dreaptă**. Din arterele carotide provin artere și arteriole care vor iriga organele gâtului, feței și encefalului. Arterele subclaviculare se ramifică în artere și arteriole, care vor iriga țesuturile membrilor superioare. Din segmentul descendent al aortei se desprind **ramuri esofagiene, bronhice, intercostale** din regiunea toracică, iar din regiunea abdominală a aortei descendente se desprind **trunchiul celiac, arterele mezenterice, arterele renale și cele genitale**, care vor iriga organele din cavitatea abdominală și cea pelvică. Arterele iliace comune se bifurcă în **artera iliacă internă**, ce irigă organele din micul bazin și **artera iliacă externă**, care irigă membrul inferior. Deși inima pompează ritmic, sângele curge continuu prin vase, datorită elasticității pereților arterelor mari. Astfel, fiecare nouă cantitate de sânge expulzat cu presiune de sistola ventriculului stâng determină distensia pereților aortei. În diastolă, energia acumulată de pereții arterei este consumată pentru revenirea acestora la dimensiunile din repaus și aceasta determină împingerea sângelui spre țesuturi, deoarece întoarcerea în inimă este blocată de valvele semilunare închise. Pe măsură ce se depărtează de inimă, fiecare arteră se ramifică în **artere mai mici, arteriole și metaarteriole**, care se

continuă cu **capilarele**. Viteza de circulație a sângelui scade de la 0,5 m/s în aortă și vasele mari, la 0,7 mm/s în capilare. Capilarele din diverse țesuturi prezintă o serie de variații legate de activitatea metabolică și gradul de solicitare a acestora. Astfel, miocardul prezintă un număr dublu de capilare față de mușchiul striat, iar în mușchiul striat, aflat în repaus, numărul de capilare funcționale este de 10 ori mai mic decât cel al capilarelor funcționale din timpul activității musculare. Numărul de capilare funcționale dintr-un teritoriu tisular depinde de tonusul sfincterului precapilar aflat la limita dintre metaarteriole și capilar. Dinspre capătul venos al capilarelor, sângele este colectat de sistemul venos, ale cărui vase terminale sunt vena cavă superioară și vena cavă inferioară, care intră în atrul drept al inimii. **Vena cavă superioară** provine din unirea **trunchiului brahiocefalic drept** cu cel **stâng**, fiecare fiind rezultatul confluenței **venelor jugulare** care aduc sânge venos de la organele capului și gâtului, cu **vene subclaviculare** care colectează sângele venos de la nivelul membrilor superioare. **Vena cavă inferioară** provine din unirea **venelor iliace comune**, care aduc sânge venos de la membrele inferioare și organele micului bazin. Pe traseul său ascendent spre inimă, vena cavă inferioară primește sânge venos adus de **vene genitale, renale, hepatice, diafragmatice și lombare**. **Venele splenice, mezenterică superioară și inferioară**, se unesc și formează **vena portă**, care irigă ficatul, iar de la ficat, sângele venos este preluat și condus la vena cavă inferioară prin **vene hepatice**. Întoarcerea venoasă este favorizată de o serie de factori cum sunt: **aspirația toracică**, datorată scăderii presiunii cavității toracice în timpul inspirației, contracțiile ventriculare care scad presiunea intraatrială, contracțiile musculaturii membrilor care comprimă venele, pulsațiile arterelor care comprimă venele învecinate, presiunea capilară care împinge sângele spre vase mai mari și, pentru venele situate deasupra inimii, atracția gravitațională.

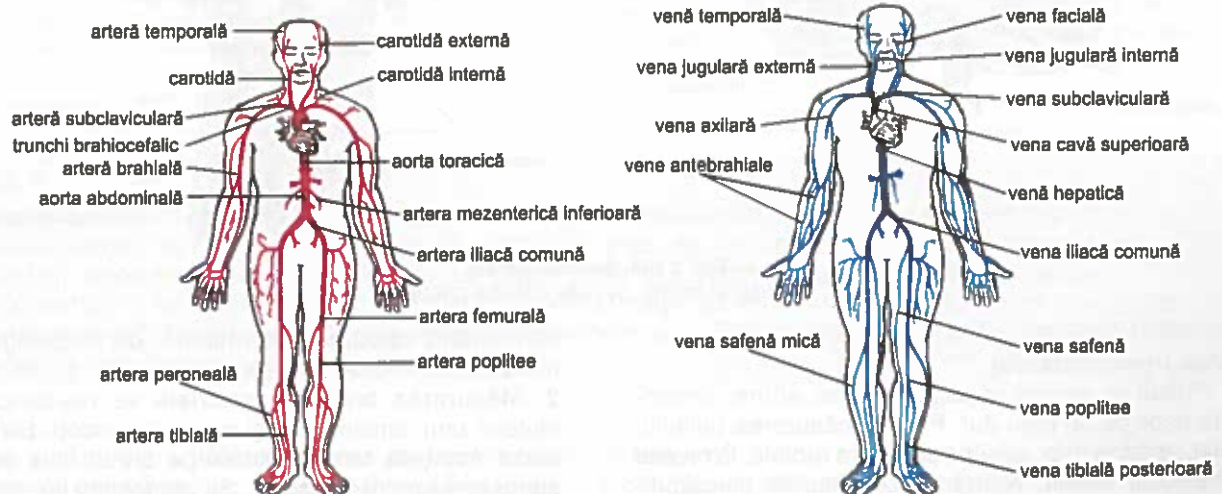


Fig. 2. 106. Sistemul circulator
a) sistem arterial: b) sistem venos

*SISTEMUL LIMFATIC

Sistemul limfatic asigură întoarcerea în sistemul venos a unei părți din lichidul interstițial, adică **limfa**.

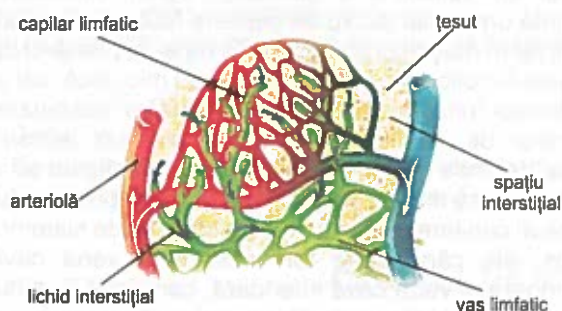


Fig. 2.107. Capilarele limfatice

Limfa este o parte din lichidul interstițial, cu care celulele realizează schimburi directe și care, la rândul său, provine din plasma sangvină transferată la nivelul țesuturilor de către capilarele arteriale. Celulele nu realizează schimburi directe cu sângele, ci cu lichidul interstițial care, prin intermediul plasmii, primește nutrimente, oxigen și hormoni necesari activității lor. Tot lichidul interstițial colectează produșii de metabolism ai celulelor. 90% din lichidul interstițial se întoarce în capilare, unde redevine plasmă, iar 10% din lichidul interstițial rămâne la nivel tisular, din care, una sau două părți constituie limfa, care este preluată de **capilarele limfatice** (fig. 2.107).

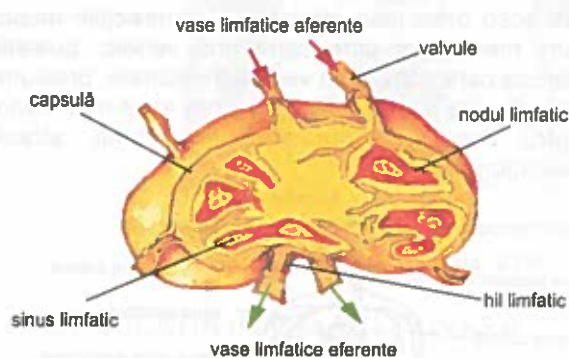


Fig. 2.108. Sistemul limfatic
a) ganglion limfatic; b) vase limfatice principale

Aplicații practice

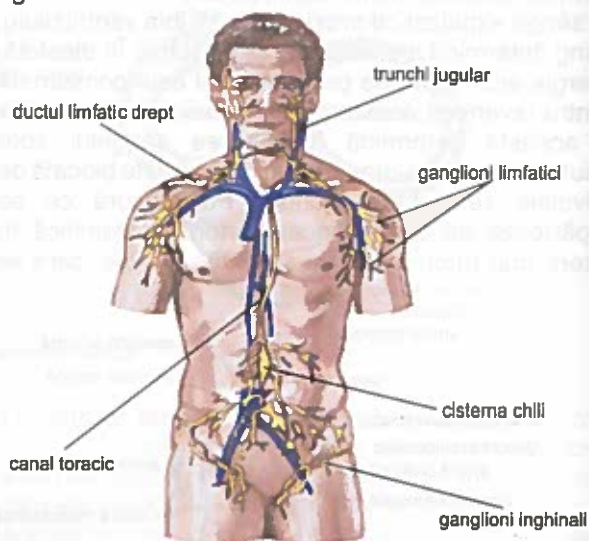
1. Măsurarea pulsului

Pulsul se simte la palparea unei artere comprimate ușor pe un plan dur. Pentru măsurarea pulsului radial, apăsați ușor degetul pe artera radială, la nivelul încheieturii mâinii. Numărați zvâcniturile percepute în intervalul de 1 minut. Apreciați frecvența cardiacă,

Limfa preia produșii de metabolism, proteinele din spațiul intercelular, dar și celulele moarte, patogene, ca și celulele canceroase de la nivelul unor tumori.

Capilarele limfatice sunt vase mici, cu capăt închis, cu diametrul asemănător diametrului celulelor. Peretele capilarelor este poros și permite pătrunderea lichidului interstițial. Din capilare, limfa este colectată de **vase limfatice** care au pereți cu structură asemănătoare venelor sangvine, prezentând **valvule semilunare**. Pe traiectul vaselor limfatice se află **ganglionii limfatici** (fig. 2.108 a). Un ganglion limfatic primește mai multe **vase limfatice aferente** și din el pleacă **vase limfatice eferente**, prin care circulă limfă îmbogățită cu limfocite și imunoglobuline produse de țesutul conjunctiv reticulat al ganglionului. Vasele limfatice (fig. 2.108 b) sunt colectate de **trunchiurile limfatice: canalul toracic și canalul limfatic drept**. **Canalul toracic** începe cu **cisterna chili**, unde este colectată limfa de la nivelul organelor abdominale, genitale și de la membrele inferioare, iar din regiunea trunchiului, din partea stângă a capului, gâtului, jumătatea stângă a toracelui și membrul superior stâng. Din canalul toracic, limfa este vărsată în **unghiul venos stâng**, situat la locul de unire a venei jugulare stângi cu vena subclaviculară stângă.

Canalul limfatic drept este scurt și primește limfa din jumătatea dreaptă a capului și gâtului, jumătatea dreaptă a trunchiului și membrul superior drept. Acest canal se deschide în **unghiul venos drept**, aflat la locul de unire dintre venele subclaviculară dreaptă și jugulara internă.



comparând valoarea determinată, cu frecvența normală, de 70 – 80 de bătăi pe minut.

2. **Măsurarea tensiunii arteriale** se realizează cu ajutorul unui tensiometru și cu un stetoscop. Se montează manșeta tensiometrului pe brațul unui elev și stetoscopul pe plica cotului. Se pompează aer cu para de cauciuc, până când manometrul tensiometrului

arată o presiune maximă care depășește tensiunea arterială. Urmărind manometrul, se decompresivă progresiv manșeta și se ascultă cu stetoscopul. Când presiunea din manșetă o egalează pe cea arterială, se aude un prim zgomot, moment în care notăm valoarea presiunii indicate de manometru. Aceasta este valoarea

presiunii sistolice. Continuând ascultarea și decomprimarea, se constată că zgomotele arteriale devin din ce în ce mai slabe și dispar. Momentul în care dispar, indică valoarea minimă a tensiunii arteriale (diastolică) și o notăm. Am determinat astfel valorile tensiunii arteriale în sistolă și diastolă.

NOȚIUNI ELEMENTARE DE IGIENĂ ȘI PATOLOGIE

Tabelul 2.34. Afecțiuni ale sistemului circulator

Boală	Simptome	Cauze	Tratament
– cardiopatie ischemică	– durere toracică anterioară persistentă 20 – 30 minute, dificultăți de ventilație, tulburare de ritm cardiac sau infarct	– insuficiența irigare cu sânge (ischemie) a inimii datorată modificărilor vaselor coronare, prin îngroșarea și pierderea elasticității arterelor (ateroscleroza arterelor coronare) sau prin apariția unui cheag de sânge sau a unui spasm	– tratamentul diverselor forme de cardiopatie ischemică este indicat de medic
– aritmii cardiace	– dereglări ale ritmului normal al inimii	– cardiopatie ischemică, leziuni valvulare, hipertiroidie, insuficiență respiratorie, dezechilibre hidroelectrolitice, intoxicație cu digitalice, alcool, tutun	– tratamentul este stabilit de medic după atenta investigare a cauzelor
– hemoragiile externe	– extravazarea sângelui	– secționarea unor vase de sânge	– hemostaza naturală, pansament compresiv, garou
– hemoragiile interne	– amețelă, creșterea frecvenței cardiace și a ventilației pulmonare; bolnavul este palid, vorbește sacadat, are transpirații reci și este chinuit de sete extrem de mare	– secționarea unor vase de sânge	– hemostaza naturală – pansament compresiv, garou
– leucemie	– număr mare, incontrollabil, de globule albe.	– medicul stabilește tratamentul pe baza rezultatelor investigațiilor	– transplantul cu măduvă hematogenă obținută de la o persoană compatibilă
– anemie	– amețeli, tulburări de vedere, dispnee, paloare intensă, tahicardie, hipotensiune arterială și, uneori, leșin	– scăderea hemoglobinei sau a numărului de globule roșii sub valori normale, prin scăderea producției de eritrocite, hemoragiile sau cauze genetice	– medicul stabilește tratamentul pe baza rezultatelor investigațiilor
– hipertensiune arterială	– valori crescute ale tensiunii arteriale – amețeli, cefalee, insomnie, dureri în dreptul pieptului, palpitații – paralizii membrelor – hemoragie cerebrală	– genetice – endocrine – disfuncții renale – disfuncții neurologice	– la indicația medicului – controlul greutății – evitarea lipidelor

SUMAR

Circulația mică sau pulmonară asigură oxigenarea sângelui, aducând în contact intim sângele neoxigenat cu pereții alveolelor pulmonare din plămâni; începe din ventriculul drept, de unde pleacă trunchiul pulmonar și se încheie în atrul stâng, unde ajung venele pulmonare. Circulația mare sau sistemică furnizează sânge „funcțional”, necesar funcționării tuturor țesuturilor corpului. Circulația sistemică începe din ventriculul stâng, de unde pleacă artera aortă, și se încheie în atrul drept, unde sângele este adus de venele cave. Sistemul limfatic asigură întoarcerea în sistemul venos a unei părți din lichidul interstițial, numită limfă.

EVALUARE

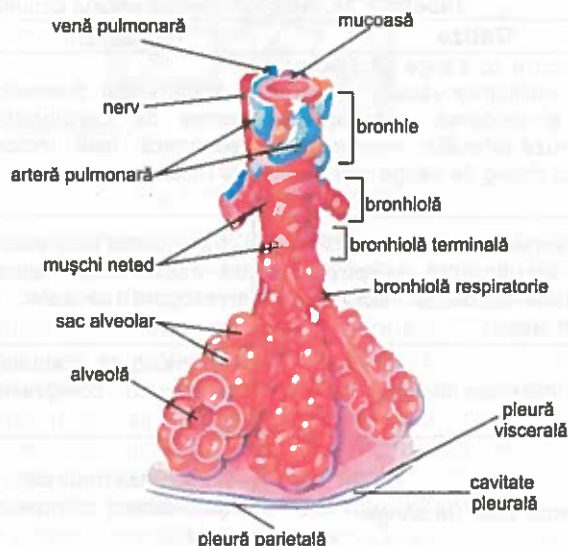
1. Care sunt particularitățile structurale ale fiecărui tip de vas sangvin?
2. Descrieți drumul parcurs de sânge din ventriculul stâng și până în atrul drept.
3. Explicați rolul limfei.

Capitolul 2

RESPIRAȚIA

Schimbul de gaze dintre organism și mediul înconjurător este realizat de sistemul respirator. Funcția principală a acestuia este aprovizionarea cu oxigen necesar celulelor corpului și eliminarea dioxidului de carbon produs de celule prin respirație celulară.

Sistemul respirator este compus din căile respiratorii și plămâni. **Căile respiratorii** (fig. 2.109 a) sunt:



cavitatea nazală, faringele, laringele, traheea, bronhiile principale. **Plămânii** (fig. 2. 109 b) sunt două organe elastice, situate în cavitatea toracică. Fiecare plămân este protejat de **pleure**, două membrane seroase, una parietală, aderentă la coaste, și una viscerală, aderentă la suprafața plămânilor. Între cele două pleure se află **lichid pleural**, sub presiune negativă, cu rol important în mecanica respirației.

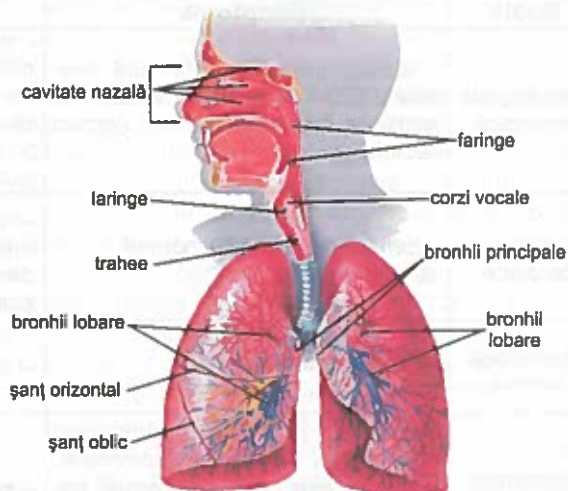


Fig. 2. 109. Sistemul respirator
a) căile respiratorii; b) plămânii

Plămânii prezintă față externă convexă, față internă plană și o față bazală. Pe fața externă se observă **șanțuri (scizuri)** care delimitează **lobi**: trei pentru plămânul drept și doi pentru plămânul stâng. Structura plămânilor cuprinde arborele bronșic, lobuli, vase sangvine și limfatice și nervi.

Arborele bronșic derivă din **bronhia principală** care pătrunde în plămân prin **hil** și se ramifică în **bronhii lobare, bronhii segmentare, bronhiolă**

lobulare, bronhiolă respiratorie continuate cu **canale alveolare** ai căror pereți prezintă dilatații numite **saci alveolari**, în care se deschid **alveolele pulmonare**.

Lobulii pulmonari sunt formațiuni piramidale cu baza spre suprafața externă a plămânului, compuse din **acini pulmonari**, care cuprind o **bronhiolă respiratorie**, împreună cu **canalele alveolare** derivate și **alveolele pulmonare** ale acestora.

FIZIOLOGIA RESPIRAȚIEI

Schimbul de gaze dintre organism și mediul înconjurător implică ventilația pulmonară, schimburile gazoase alveolare, transportul gazelor prin sânge și schimburile de gaze la nivel tisular.

Ventilația pulmonară este un proces activ, care necesită contracția mușchilor scheletici. Principalii mușchi implicați în ventilație sunt mușchii intercostali și mușchiul diafragma.

Ventilația cuprinde două etape: inspirația și expirația.

În **inspirație** (fig. 2. 110 a) se contractă mușchii intercostali, determinând orizontalizarea, ridicarea și rotația coastelor și, ca urmare, mărirea diametrului antero-posterior al cavității pulmonare, iar prin contracția mușchiului diafragma, se mărește și diametrul

longitudinal al cavității pulmonare. Deoarece prin pleure plămânii sunt solidari cu peretele intern al cutiei toracice, modificările volumului acesteia determină modificări corespunzătoare ale volumului plămânilor și, ca urmare, aceștia se destind pasiv și presiunea intrapulmonară scade cu 2 – 3 mm Hg față de presiunea atmosferică. Ca urmare, aerul pătrunde în plămâni. Se poate introduce o cantitate suplimentară de aer în plămâni, prin contracția mușchilor inspiratori accesorii (pectorali, sternocleidomastoidieni, scaleni), care ridică suplimentar coastele, realizându-se o inspirație forțată.

Introducerea unei cantități de aer prin inspirație forțată, are loc în cazul eforturilor fizice puternice și în anumite afecțiuni pulmonare cronice obstructive.

Expirația (fig. 2. 110. b) este procesul de eliminare a aerului, ca urmare a creșterii presiunii intrapulmonare, datorită relaxării mușchilor respiratori și revenirii cuștii toracice la dimensiunile inițiale.

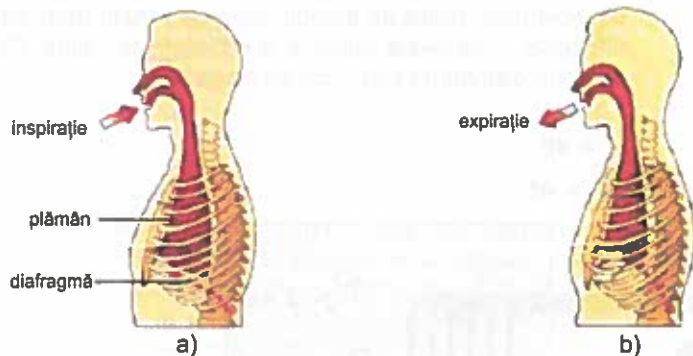


Fig. 2. 110. Ventilația pulmonară
a) inspirația; b) expirația; c) volum pulmonar

Volumele și capacitățile pulmonare (fig. 2. 111) pot fi determinate cu **spirometrul**.

Volumul de aer inspirat și expirat în timpul unei ventilații normale este, în medie, de 500 ml și reprezintă **volumul curent**. **Volumul inspirator de rezervă** introdus suplimentar în plămâni este de 1500 ml. **Volumul expirator de rezervă** este cantitatea suplimentară de aer eliminată din plămâni după o expirație normală, și este de 100 – 1500 ml. Volumul de aer care rămâne în plămâni după o expirație forțată reprezintă **volumul rezidual**, de 1200 ml. Volumul maxim de aer pe care o persoană îl poate expira după o inspirație maximă, reprezintă **capacitatea vitală**; aceasta este compusă din volumul curent, volumul inspirator de rezervă și volumul expirator de rezervă, adică 3000 – 3500 ml. Volumul de aer care reprezintă **capacitatea vitală** și volumul rezidual, constituie **capacitatea pulmonară totală**. Frecvența mișcărilor respiratorii în repaus este de 16/minut la bărbați și de 18/minut la femei. Aceste frecvențe sunt modificate în funcție de necesitățile organismului. Constrațiile mușchilor respiratori sunt declanșate ca urmare a impulsurilor generate de centrii respiratori din encefal și trunchiul cerebral, ultimii prezentând automatism.

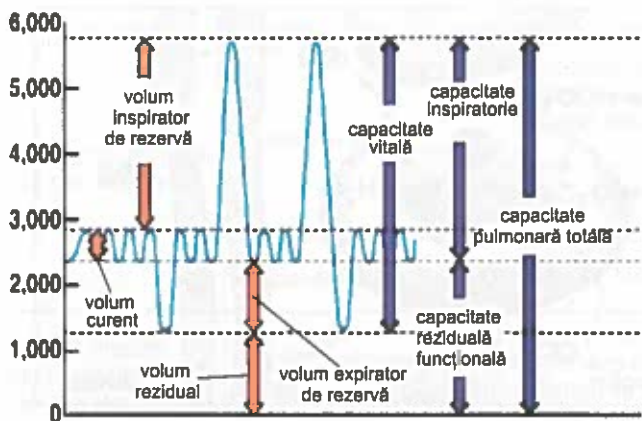
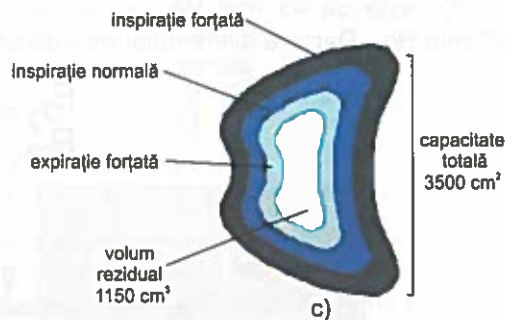


Fig. 2. 111. Volum și capacități pulmonară

Expirația forțată se realizează prin contracția unor mușchi toracici și a mușchilor abdominali, după o expirație normală, și astfel poate fi eliminat un volum suplimentar de aer.



Activitatea automată a centrilor respiratori este influențată de concentrația CO_2 , gradul de distensie a pereților alveolari, impulsuri de la receptorii tegumentari și de la proprioceptori. De asemenea, centrii respiratori sunt subordonați scoarței cerebrale, care poate determina modificări voluntare ale ritmului respirator în timpul emiterii sunetelor.

Schimburile gazoase alveolare. Pentru realizarea unui schimb eficient de gaze, alveolele au perete epitelial unistratificat, peste a cărui membrană bazală se află o intimă și bogată rețea de capilare. Colapsarea alveolelor este împiedicată prin secreția unei substanțe numită **surfactant**, produsă de celule speciale din epiteliul alveolar. Acesta, împreună cu membrana bazală, stratul fin de țesut conjunctiv, și endoteliul capilar, constituie **membrana respiratorie** (fig. 2. 112), pe care gazele respiratorii o traversează la nivelul alveolelor pulmonare.

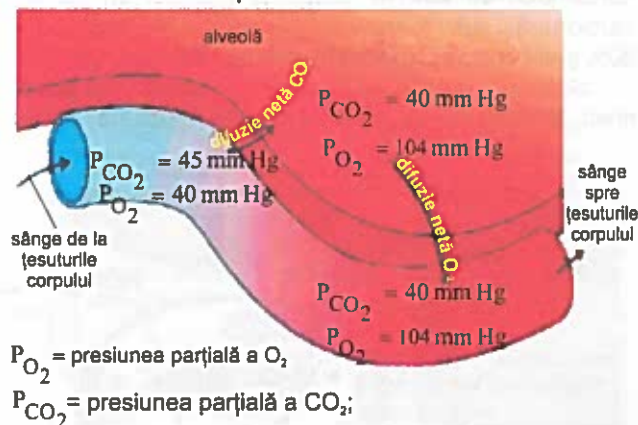


Fig. 2. 112. Schimbul de gaze

Schimburile de gaze la nivelul alveolelor au loc prin difuziune, în virtutea diferențelor de presiuni parțiale ale gazelor respiratorii.

Presiunea parțială a unui gaz este presiunea exercitată de acesta într-un amestec de gaze. Presiunea parțială a gazelor din alveole diferă de cea

din atmosferă, datorită amestecului cu volumul rezidual. În urma inspirației, în aerul alveolar presiunea parțială a CO_2 este 40 mm Hg, iar presiunea parțială a O_2 este 104 mmHg

În capilarele arteriale alveolare, presiunea parțială a CO_2 este de 45 mm Hg, iar cea a O_2 este de 40 mm Hg. Datorită diferențelor de presiuni parțiale,

CO_2 intră în alveole, iar O_2 intră în capilare. Deși diferența dintre presiunea parțială a CO_2 din alveole și cea din capilare este mică, acest gaz difuzează prin membrana respiratorie și intră în sânge datorită coeficientului mare de solubilitate și a vitezei mari de difuziune. Suprafața totală a alveolelor, de peste 70 m^2 , crește eficiența schimburilor de gaze.

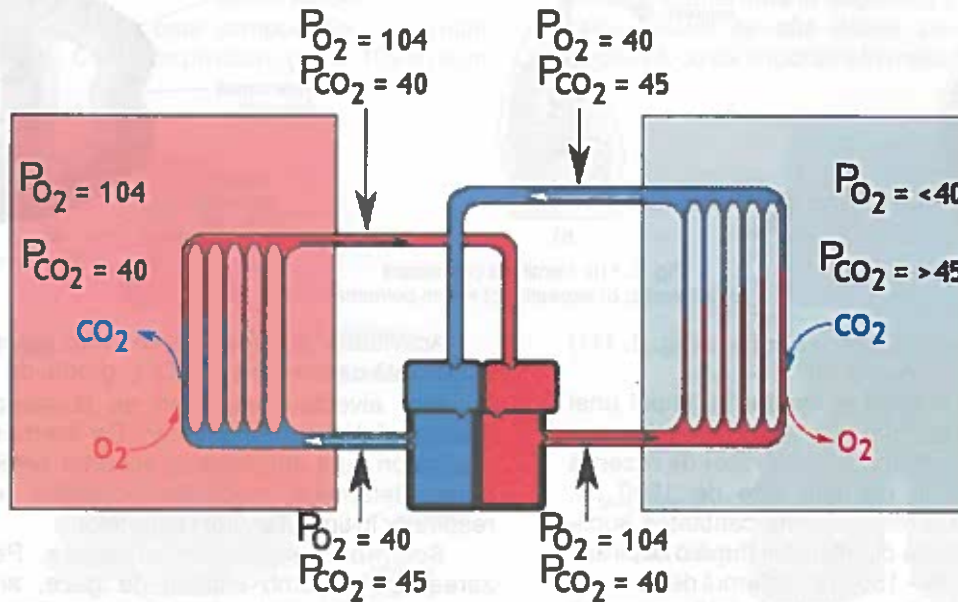


Fig. 2.113. Transportul gazelor respiratorii și variațiile presiunilor lor parțiale (p)

Transportul gazelor respiratorii în sânge (fig. 2. 113). Oxigenul este transportat de sânge sub formă de **oxihemoglobină** 98,5% și sub formă dizolvată în plasmă 1,5%. Dioxidul de carbon este transportat sub formă de bicarbonat (HCO_3^-) 60%, format din combinarea CO_2 cu apa, în prezența enzimei **anhidraza carbonică**, sub formă de **carbaminohemoglobină** 30% și sub formă dizolvată în plasmă 10%.

Schimburile de gaze la nivel tisular. La acest nivel, schimburile de gaze au loc prin difuziune, astfel:

CO_2 (fig. 2.114) trece din lichidul interstițial în sângele capilarelor, iar O_2 trece din capilare în lichidul interstițial.

Factorul determinant este tot diferența de presiune parțială a gazelor.

Disocierea oxigenului din oxihemoglobină este favorizată de următorii factori: pH-ul mic, temperatura crescută, concentrația mare a unor produși de metabolism, ca acidul fosfoglicerice și CO_2 , acumulați în timpul activității țesuturilor.

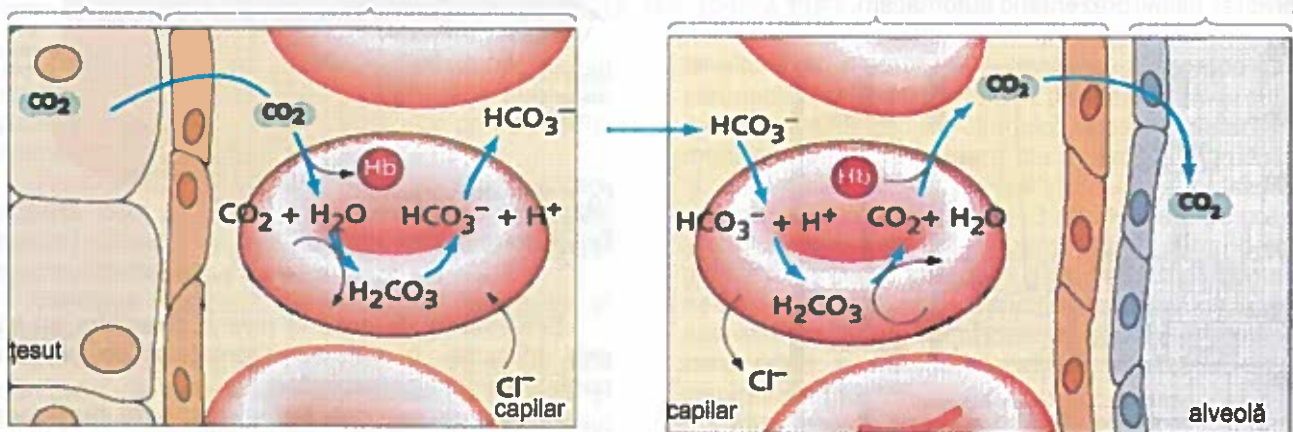


Fig. 2. 114. Trecerea CO_2 din țesuturi în sânge și descărcarea acestuia din sânge în alveole

Aplicație practică

Demonstrarea mecanicii respiratorii cu aparatul Donders

Materiale necesare: aparat Donders, compus dintr-un clopot de sticlă, prin al cărui gât trece un dop străbătut de un tub. De tub se prind traheea și plămâni proaspăt recoltați din toracele unui iepure sau al unui cobai. Partea de jos a clopotului este închisă cu o membrană de cauciuc fin, ce are la mijlocul ei, pe exterior, un cârlig de care se poate trage. Membrana este analoagă mușchiului diafragma.

Mod de lucru: trăgând în jos de membrană, spațiul din clopot crește, presiunea din acest spațiu scade și în plămâni intră aer, dilatându-i. Când membrana revine la forma inițială, presiunea din clopot scade și aerul iese din plămâni.

Aparatul poate fi înlocuit cu un montaj ca cel din imaginea alăturată, în care plămâni sunt înlocuiți cu un balon de cauciuc.



Rezultate: variația presiunii din clopot determină intrarea și ieșirea aerului în plămâni (balon), prin modificarea volumului, ca urmare a întinderii și revenirii la forma inițială a membranei elastice similare diafragmei. Acest model demonstrează rolul diafragmei în ventilația pulmonară.

NOȚIUNI ELEMENTARE DE IGIENĂ ȘI PATOLOGIE

Tabelul 3.35. Afecțiuni ale sistemului respirator

Boală	Simptome	Cauze	Tratament	Măsuri de prevenire
Gripă	<ul style="list-style-type: none"> - febră ridicată, - stare de rău general, - infecții respiratorii - cefalee - dureri oculare - frisoane - dureri în gât - secreții nazale - tuse 	- virusuri	- ceaiuri, consum de citrice, medicamente care reduc congestia nazală, febra, durerile musculare, iritația faringiană și tusea	<ul style="list-style-type: none"> - alimentația va fi echilibrată, cu aport de vitamine și minerale disponibile în farmacii, în doze adaptate vârstei - evitarea aglomerației și a contactului cu persoanele bolnave
Fibroză pulmonară	<ul style="list-style-type: none"> - extinderea și îngroșarea anormală a țesutului fibros al plămânilor, scăderea elasticității pulmonare - greutate la respirație, tuse 	<ul style="list-style-type: none"> - expunerea la pulberi, gaze toxice, radiații, infecții pulmonare fungice, virale, micobacteriene - tabagismul 	- tratament la indicația doctorului, care se poate completa cu <i>Corylus avellana</i> (muguri de alun), <i>Ribes nigrum</i> , reflexoterapie și/sau homeopatie	<ul style="list-style-type: none"> - renunțarea la fumat - evitarea inhalării de praf sau vapori toxici
Emfizem pulmonar	- lipsa de aer, starea de sufocare, inflamarea bronhiilor	<ul style="list-style-type: none"> - tabagismul - inhalare de corpi străini, pulberi, vapori toxici 	- tratament la recomandarea medicului	<ul style="list-style-type: none"> - renunțarea la fumat - evitarea inhalării de praf sau vapori toxici
*Tulburări normale de ritm respirator	- hiperventilație	- scăderea presiunii parțiale a oxigenului datorată altitudinii mari	- antrenare prin adaptare gradată	- evitarea ascensiunilor la peste 2000 m fără antrenament
		- efort fizic	- dozarea efortului	- adaptarea la efort prin antrenament
	- hipoventilație	- repaus, stare de somn	- normală	- nu are contraindicații
*Tulburări patologice frecvente de ritm respirator - dispnee	- boli cardio-respiratorii însoțesc febra, durerea în diverse afecțiuni	- factori infecțioși, corpi străini care afectează schimbul de gaze sau aprovizionarea cu gaze a țesuturilor	- prezentarea la medic	- variază în funcție de cauze

SUMAR

Schimbul de gaze dintre organism și mediul înconjurător este realizat de sistemul respirator. Acesta este compus din căi respiratorii și plămâni.

Schimbul de gaze dintre organism și mediul înconjurător implică ventilația pulmonară, schimburile gazoase alveolare, transportul gazelor prin sânge și schimburile de gaze la nivel tisular.

EVALUARE

1. Enumerați factorii care determină mecanica ventilației pulmonare și explicați modul lor de acțiune.
2. Care sunt adaptările membranei respiratorii pentru schimbul de gaze?
3. Sub ce forme circulă gazele respiratorii în sânge?

EXCREȚIA

Prin procesul de excreție sunt eliminați în mediu produșii finali ai metabolismului celular ca: CO_2 și H_2O , produși ai respirației celulare, NH_3 și combinațiile acestuia rezultate din catabolizarea proteinelor, diferiți ioni, substanțe aflate în exces sau pătrunse accidental în corp și care amenință să perturbe homeostazia – menținerea constantă a parametrilor mediului intern. Excreția este realizată de diferite structuri, ca: glandele sudoripare, tubul digestiv, ficatul, saliva, plămânii, producțiile cornoase ale pielii și de sistemul excretor renal. Sistemul excretor (fig. 2.115) este compus din rinichi și căile renale (calice, pelvis renal, uretere, vezica urinară și uretră).

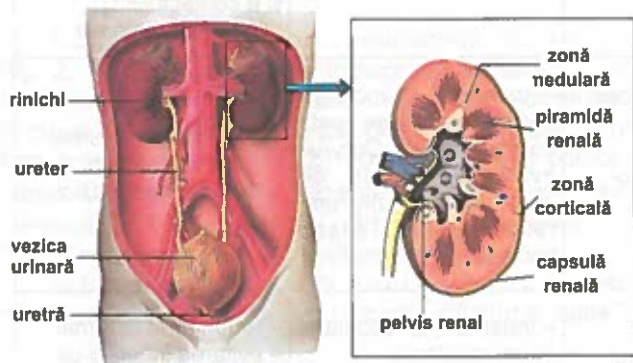


Fig. 2.115. Sistemul excretor

Rinichii (fig. 2.116) sunt două organe situate în regiunea lombară, de o parte și de alta a coloanei vertebrale. Fiecare rinichi prezintă două fețe, anterioară și posterioară, și două margini, laterală convexă și medială concavă. Pe marginea concavă se află **hilul renal**, la nivelul căruia se află artera renală, nervii renali, căile urinare, vena renală și vasele limfatice. Fiecare rinichi este învelit în **capsula renală**, de natură fibroelastică. Țesutul renal – **parenchimul** – este diferențiat în două zone: corticala și medulara.

Zona corticală conține corpusculi renali și tubi colectori. **Zona medulară** cuprinde 6 – 19 formațiuni cu aspect triunghiular în secțiune, numite **piramide Malpighi**, cu vârful numite **papile renale**, orientate

spre pelvisul renal și comunicând cu **calicele mici**, care continuă cu **calicele mari**.

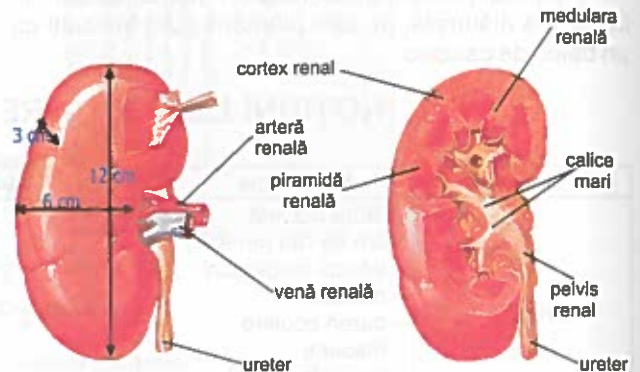


Fig. 2.116. Rinichii

Unitățile structurale și funcționale ale rinichilor sunt **nefronii**. Fiecare nefron (fig. 2.117) este alcătuit din corpuscul renal Malpighi și tub urinifer.

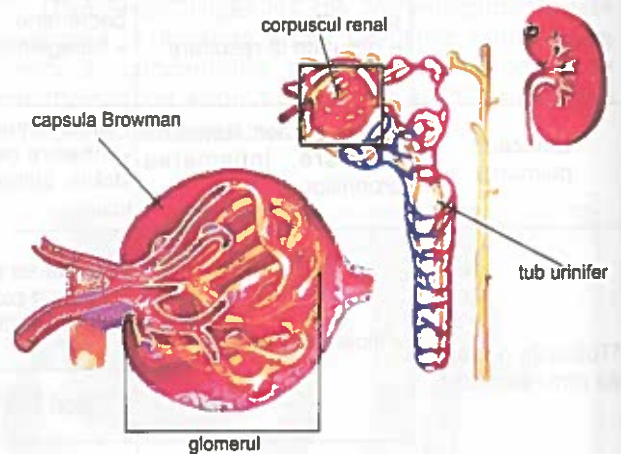


Fig. 2.117. Nefronul

Corpusculul renal este format din **glomerul** și **capsula Bowman**. **Glomerulul** este un ghem de 4 – 12 bucle capilare rezultat din ramificarea **arteriolei aferente** și care se reunesc la ieșirea din capsulă în **arteriola eferentă**. Endoteliul glomerular este

fenestrat, perforat de pori care permit trecerea unei mari cantități de plasmă deproteinizată din sânge în spațiul capsular. Această plasmă filtrată este materia brută din care, pe parcursul trecerii prin tubii uriniferi, va rezulta **urina**. **Capsula Bowman** prezintă un **strat parietal** către exterior și un **strat visceral** aderent la capilarele glomerulare. Acest strat visceral este constituit din celule epiteliale modificate (**podocite**) care prezintă ramificații asemănătoare tentaculelor cefalopodelor și care intervin în mecanismul de filtrare a plasmiei sanguine, permițând filtratului să intre sau nu în spațiul capsular.

Tubii uriniferi prezintă trei segmente: **tubul contort proximal**, **ansa Henle** și **tubul contort distal**. Corpusculii sunt situați în cortex, iar ansa Henle în medulara renală. După localizarea corpusculilor și lungimea ansei Henle, deosebim **nefroni juxtaglomerulari**, cu corpusculii în profunzimea corticalei și ansa lungă și **nefroni corticali** cu corpusculi în periferia corticalei și ansă scurtă. Tubii uriniferi se deschid în **tubi colectori** care se reunesc în **ductele papilare** ce se deschid la nivelul **calicelor mici**.

Fiecare nefron prezintă o regiune numită **aparat juxtaglomerular** (fig. 2.118), situat la contactul dintre tubul contort distal și unghiul format de arteriola aferentă și eferentă, conectate cu glomerulul din capsula Bowman. La acest nivel, celulele sunt modificate, astfel celulele epiteliale ale tubului urinifer sunt mai dense față de cele ale restului tubului și formează **macula densa**, iar celulele musculare ale arteriolelor conțin granule cu renină inactivă.

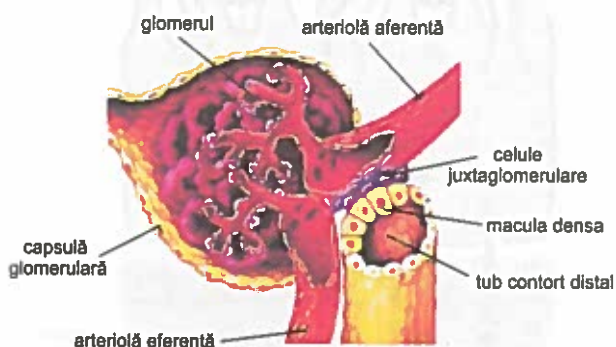


Fig. 2.118. Aparatul juxtaglomerular

Formarea urinei este rezultatul a trei procese: filtrarea glomerulară, reabsorbția tubulară și secreția tubulară.

Filtrarea glomerulară este primul proces prin care rinichii produc urină. Sângele intră în glomerul cu presiune mare, forțând astfel substanțele plasmatică să traverseze membrana filtrantă și să intre în capsula Bowman. **Membrana filtrantă** (fig. 2.119) este compusă din **endoteliul capilar** și **epiteliul capsular** și are o permeabilitate de 100 – 500 de ori mai mare ca a capilarelor obișnuite. Aceasta acționează ca o sită,

permițând substanțelor cu moleculă mică să treacă și oprind substanțele cu moleculă mare, cum sunt proteinele plasmatică din sânge. Lichidul filtrat se numește **ultrafiltrat glomerular** sau **urină primară** și reprezintă 125 ml/minut însumat de la toți nefronii celor doi rinichi. În fiecare minut, aproximativ 20% din plasma fluxului sangvin este filtrată la nivel renal, valoare care reprezintă **rata filtrării glomerulare**.

Ultrafiltratul glomerular este compus din apă, peptide mici, săruri disociate (Na^+ , Cl^- , K^+ , H^+), glucoză, produși azotici ca ureea, alți produși de metabolism și, eventual, medicamente, dacă au fost consumate, inclusiv droguri. Din filtratul glomerular zilnic de 180 l (cam cât două rezervoare de Rolls Royce), numai 1% va constitui urina finală.

Forțele care intervin în realizarea filtrării glomerulare sunt: presiunea hidrostatică a sângelui din glomerul (60 mmHg), presiunea din spațiul capsular opusă filtrării (18 mm Hg), presiunea coloid-osmotică a proteinelor sanguine care se opune filtrării (32 mm Hg). Astfel, presiunea efectivă de filtrare este de 10 mm Hg.

Pentru menținerea constantă a ratei filtrării este necesară menținerea presiunii hidrostatice a sângelui din capilarele glomerulare. Aceasta se realizează printr-un proces de autoreglare declanșat de variațiile de presiune din sângele arteriolelor prin mecanism de feedback numit **echilibru glomerular-tubular**.

Când rata filtrării glomerulare scade, acesta este efectul scăderii fluxului de lichid în tub. La nivelul ansei Henle, timpul reabsorbției de Na^+ și Cl^- crește și, ca urmare, mai puțini ioni de Na^+ și Cl^- ajung la nivelul tubilor contorți distali și, implicit, mai puțini sunt detectați de macula densa din aparatul juxtaglomerular. Scăderea concentrației de ioni va determina scăderea rezistenței pereților arteriolelor aferente, ceea ce va determina creșterea fluxului sangvin la acest nivel și în capilarele glomerulare. Totodată, în aceste condiții aparatul juxtaglomerular eliberează **renina**, care va stimula formarea de angiotensină II, cu efect vasoconstrictor asupra arteriolelor aferente. Astfel, ambele mecanisme vor determina creșterea presiunii hidrostatice în capilarele glomerulare și revenirea ratei filtrării glomerulare la valorile normale.

Renina este o enzimă care transformă proteina plasmatică **angiotensinogen** în **angiotensină I**. În reacție cu enzima de transformare a angiotensinei produsă de diferite țesuturi, dar și de epiteliul tubilor uriniferi proximali, angiotensina I se transformă în **angiotensina II**, care determină vasoconstricție și creșterea presiunii sanguine. Angiotensina I are și efect stimulator asupra secreției de ADH, care stimulează reținerea apei și a Na^+ , ce vor contribui la creșterea volumului sangvin.

Acesta este un mecanism de feedback negativ, în care stimulul inițial este scăderea volumului sangvin, care determină scăderea presiunii arteriolelor din nefroni. Când volumul sângelui, presiunea în arteriole și rata filtrării glomerulare cresc, sistemul răspunde prin oprirea răspunsului la stimul.

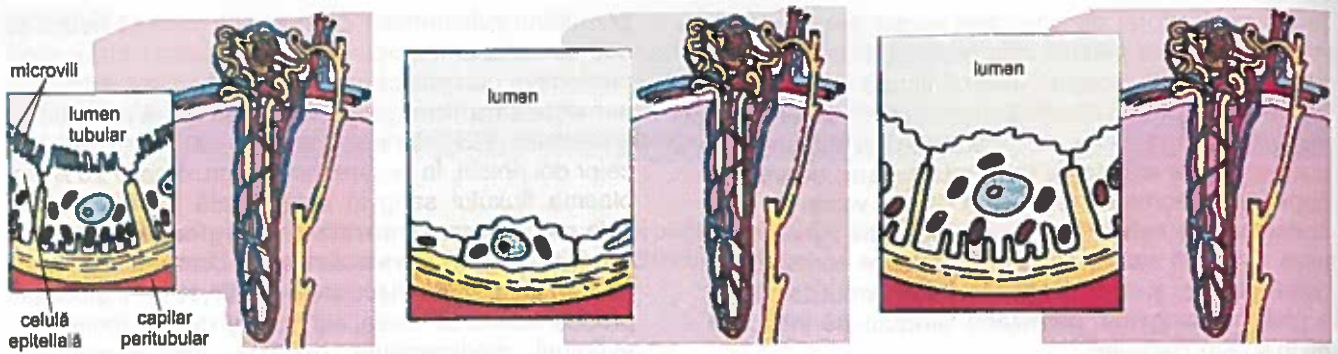


Fig. 2. 119. Structura epitelului tubului urinifer
a) tub contort proximal; b) ansa Henle – structură; c) tub contort distal

Reabsorbția tubulară este procesul prin care, din ultrafiltratul glomerular sunt recuperate anumite substanțe utile organismului. Substanțele reabsorbite în capilarele care înconjoară tubii uriniferi (peritubulare) sunt apa, glucoza și alte nutrimente, sodiul și alți ioni.

Reabsorbția începe în tubii contorți proximali și continuă în ansa Henle, tubii contorți distali și tubii colectori. Reabsorbția decurge, cel mai eficient, la nivelul tubilor contorți proximali, unde celulele epiteliale (fig. 2. 120) prezintă numeroși microvili, care măresc suprafața de absorbție, dar cea mai mare concentrare a urinei are loc la nivelul ansei Henle.

99% din apa aflată în filtratul glomerular (178 l) este reabsorbită prin procese pasive de **difuziune** și **osmoză**, în special la nivelul tubilor contorți proximali.

Nutrimentele, ca: glucoza, unii aminoacizi și peptidele sunt, în mod normal, complet reabsorbite prin mecanisme de **transport activ** consumatoare de energie furnizată de ATP. În cazul hiperglicemiei diabetice sau ca urmare a unui consum exagerat de glucide, poate fi depășită limita de reabsorbție a glucozei și, ca urmare, poate fi prezentă în urină.

Ioni (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , HCO_3^- ; etc.) sunt parțial reabsorbiți prin mecanisme active. Nivelul sodiului reabsorbit la nivel tubular variază și depinde de cantitatea de sodiu introdusă în organism (sodiul provine din sarea de bucătărie numită clorură de sodiu).

Dacă o persoană consumă multă sare, rinichii acesteia vor scădea cantitatea de sare reabsorbită și, ca urmare, o cantitate mai mare de sodiu va fi excretată prin urină.

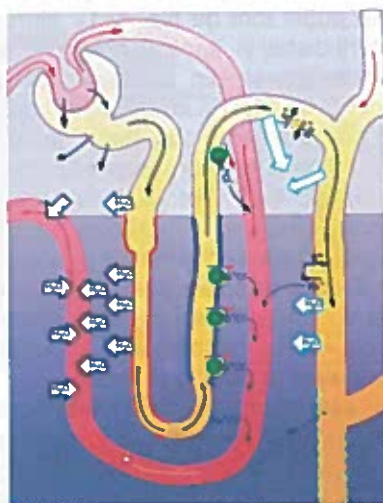


Fig. 2. 120. Reabsorbția tubulară
a) localizarea procesului la nivelul tubului urinifer; b) ioni și substanțe reabsorbite

Secreția tubulară este procesul prin care substanțe care nu se află în ultrafiltratul glomerular, intră în nefron, de-a dungul tubului urinifer.

Aceste substanțe provin din sângele capilarelor peritubulare (medicamente metabolizate) sau sunt secretate de celulele epiteliale ale tubilor uriniferi (produși de metabolism). Secreția tubulară se realizează prin mecanisme de transport activ sau pasiv. **Secreția activă** se desfășoară la nivelul **tubilor**

proximal și **distal**, eliminându-se astfel H^+ și NH_3 , iar pasiv și activ este eliminat K^+ , pasiv bazele și acizii slabi.

Ureea este un produs al metabolismului aminoacizilor, iar **acidul uric** este produs al metabolismului acizilor nucleici. Ureea este pasiv reabsorbită prin **difuziune**, dar 50% este **excretată** în urină. Acidul uric este reabsorbit prin **transport activ** și o cantitate mică este **secretată** în tubii renali.

Compoziția urinei finale: 95% apă, 5% substanțe anorganice și organice. Substanțele anorganice comune prezente în urina finală sunt Na^+ 0,4%, amoniac 0,005%, fosfați 0,6%, sulfatați 0,2%, iar substanțele organice: uree 2%, acid uric 0,05%, sub 0,05% creatinină, urobilinogen etc. pH-ul urinei este în jur de 6, cu limite normale cuprinse între 4,8 și 7,5.

Variațiile compoziției chimice sunt indicatori ai unor stări patologice. Astfel, creșterea pH-ului indică retenția urinei în vezica urinară, cistite cronice, anemie, ulcer gastric obstruant. Aciditatea crescută poate însoți stările febrile sau o dietă hiperproteică. Apariția proteinelor în urină indică o afecțiune renală, iar prezența bilirubinei în urină semnifică o afecțiune hepatică.

Eliminarea urinei. Urina este eliminată din **pelvisul renal în uretere**. Pereții ureterelor conțin fibre musculare netede longitudinale și circulare care propulsează urina în vezica urinară.

În pereții vezicii urinare se află un strat muscular numit și **mușchiul detrusor**, care constă din fibre musculare netede intercalate, dispuse în două straturi longitudinale (extern și intern) și unul circular între celelalte două. În **vezică** se depozitează temporar urina adusă de uretere și care este eliminată prin **uretră**.

La joncțiunea dintre vezica urinară și uretră se află două sfinctere: **sfincterul uretral intern involuntar**, format din fibre netede și **sfincterul uretral extern**, format din fibre striate voluntare.

Micțiunea este actul de golire a vezicii urinare.

Pe măsură ce se acumulează urină, vezica urinară se distinde și sunt stimulați receptorii specifici din pereții vezicali. Impulsurile transmise de receptori ajung prin fibre aferente la **centrii medulari simpatici și parasimpatici dorso-lombo-sacrali** (fig. 2. 121). Din centrii simpatici și parasimpatici, temporar, sunt declanșate, pe calea **nervilor hipogastrici**, relaxarea mușchiului detrusor și contracția sfincterului vezical intern. Totodată, are loc și contracția sfincterului vezical extern, pe calea **nervilor rușinoși somatici**.

Vezica urinară a unui adult are o capacitate de 500 cm³ de urină. La umplerea cu 150 – 200 cm³, receptorii din mușchiul detrusor transmit impulsuri nervoase care ajung la scoarța cerebrală, unde apare senzația de necesitate.

Dacă sunt condiții prielnice, sunt stimulați **centrii parasimpatici ai micțiunii din măduva sacrală**, de unde impulsurile eferente ajung la **fibrele nervilor pelvici**, care vor determina contracția mușchiului detrusor și relaxarea sfincterului uretral intern. Concomitent, are loc și relaxarea sfincterului uretral extern și urina este eliminată.

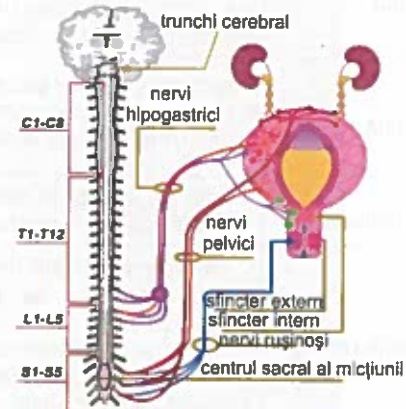


Fig. 2.121. Reglarea nervoasă a micțiunii

Aplicație practică

Compoziția chimică a urinei

Evidențierea clorului, amoniacului și a creatininei

Materiale: urină proaspătă, eprubete, lampă de gaz, hârtie de turnesol, acid azotic 5%, azotat de argint 2%, lapte de var, acid picric saturat, hidroxid de sodiu.

1. Pentru evidențierea clorului, se toarnă 5 ml urină într-o eprubetă, peste care se adaugă câteva picături de acid azotic, până când urina devine net acidă. Apoi se adaugă 0,5 – 1 ml soluție de azotat de argint. Precipitatul format este clorura de argint.

2. Pentru evidențierea amoniacului, se tratează 25 ml de urină cu lapte de var, se agită cu bagheta de sticlă și se acoperă cu un geam de care se atârână o hârtie roșie de turnesol. Se observă că hârtia devine albastră, în urma reacției cu vaporii de amoniac degajați din amestecul urinei cu laptele de var.

3. Peste 5 ml urină într-o eprubetă, se adaugă câteva picături de acid picric saturat și hidroxid de sodiu. Se produce o colorație roșie-purpurie care evidențiază creatinina.

SUMAR

Formarea urinei este rezultatul a trei procese: filtrarea glomerulară, reabsorbția tubulară și secreția tubulară. Filtrarea glomerulară produce ultrafiltratul glomerular, compus din apă, peptide mici, săruri disociate (Na^+ , Cl^- , K^+ , H^+), glucoză, produși azotici, ca: ureea și alți produși de metabolism. Din filtratul glomerular zilnic de 180 l, numai 1% va ajunge în urina finală. Reabsorbția tubulară asigură recuperarea anumitor substanțe utile organismului (apă, glucoză și alte nutrimente, sodiul și alți ioni). Secreția tubulară asigură intrarea substanțelor care nu se află în ultrafiltratul glomerular din nefron, de-a dungul tubului uriner. Urina finală este compusă din 95% apă, 5% substanțe anorganice și organice: Na^+ 0,4%, amoniac 0,005%, fosfați 0,6%, sulfatați 0,2%, uree 2%, acid uric 0,05%, sub 0,05% creatinină, urobilinogen etc. pH-ul urinei este în jur de 6.

EVALUARE

1. Descrieți mecanismul de reglare a filtrării glomerulare.
2. Precizați mecanismele implicate în reabsorbția tubulară.
3. Descrieți reflexul de micțiune.

Capitolul 2

Tabelul 2.36. Afecțiuni ale sistemului excretor

Afecțiune	Simptome	Cauze	Tratament
Cistită	– micțiuni frecvente, nevoia de a urina, fără a avea nimic în vezică, dureri în timpul urinării, urină tulbură și conține globule albe și roșii	– infecții bacteriene	– antibiotice recomandate de medic după analize (sumar de urină, urocultură)
Nefrită	– lezarea epitelului capsulei Bowman și a celui tubular, prezența proteinelor în urină, edem, defecte de coagulare	– infecții cu diverși agenți patogeni (streptococi) sau un proces autoimun	– indicat de medic; constă în imunosupresoare și corticosteroizi – se remită, în special, formele post infecțioase
Glomerulonefrită	– este un subtip de nefrită, în care sunt afectați glomerulii nefronilor		
*Insuficiență renală	– pierderea abilității rinichilor de a excreta produși de metabolism, electroliți – transpirație, agitație, confuzie, stări de vomă, amețeli, dureri în zona lombară, hipertensiune	– variate: scăderea presiunii sanguine prin hemoragie, șoc septic, deshidratare etc. – ocluzia arterei renale – medicamente cu efecte blocante, tumori, nefrite severe, litiază renală (pietre la rinichi)	– sub control medical, după investigarea cauzei sau cauzelor – în cazuri grave și ireversibile: dializa sau transplantul renal
Pielonefrită	– crește numărul leucocitelor, bacteriurie – febră, cefalee, dureri lombare	– inflamații acute sau cronice ale țesutului interstițial renal	– tratament indicat de medic după rezultatele investigațiilor
Litiază urinară	– dureri violente în zona lombară – blocarea micțiunii	– tulburări metabolice care determină formarea cristalelor de săruri minerale	– ultrasunete laser – medicamente care descompun cristalele – eliminare chirurgicală
Rinichi polichistic	– chisturi (formațiuni cu lichid) la nivelul rinichilor	– genetice congenitale	– se recomandă transplant de rinichi

METABOLISMUL

Metabolismul reprezintă ansamblul tuturor reacțiilor biochimice care au loc în organism și sunt implicate în menținerea vieții tuturor celulelor sale.

În general, metabolismul poate fi divizat în două procese interdependente: **catabolism** sau **descompunerea** moleculelor pentru obținerea energiei și **anabolism** sau **sinteza** tuturor componentelor celulare cu consum de energie.

Catabolismul asigură energia care, adusă într-o formă utilizabilă, poate asigura desfășurarea proceselor fiziologice. Forma utilizabilă a energiei rezultată din catabolism este energia chimică conservată în **adenozintriforfat (ATP)** care stochează 7 K cal/mol în legăturile dintre grupările fosfat (legătura dintre prima și a doua grupare fosfat).

Sinteza ATP ($ADP + P + \text{energie} \rightarrow ATP + H_2O$, unde ADP este adenzindifosfat, iar P este un radical fosfat) se realizează cu mitocondrii, pe baza energiei furnizată de alte reacții catabolice (oxidări).

*Catabolismul substanțelor alimentare începe cu digestia acestora sub acțiunea factorilor fizici și chimici la nivelul tubului digestiv. În urma digestiei, rezultă nutrimentele: monozaharide, acizi grași, glicerol,

aminoacizi care, împreună cu apa și electroliții, sunt absorbiți în mediul intern. În celule și în mediul intern, nutrimentele de origine exogenă, precum și substanțele simple endogene din organism suferă o metabolizare incompletă, pe căi metabolice specifice, care conduc la formarea unor **compuși intermediari** și eliberarea unei părți de energie. În ultima etapă, are loc catabolizarea completă a compușilor exo- și endogeni glucidici, lipidici și protidici. Aceștia sunt oxidați în cadrul unor reacții ciclice, care constituie **ciclul Krebs**, până la produși finali, CO_2 și H_2O , cu eliberarea gradată a unei mari cantități de energie ce va fi stocată în **legăturile macroergice ale ATP-ului**.

METABOLISMUL INTERMEDIAR

Metabolismul intermediar constă în totalitatea transformărilor suferite în organism de diferite substanțe exo- sau endogene.

O sinteză a principalelor căi metabolice ale nutrimențelor esențiale glucide, lipide și proteine este redată în figura 2.122.

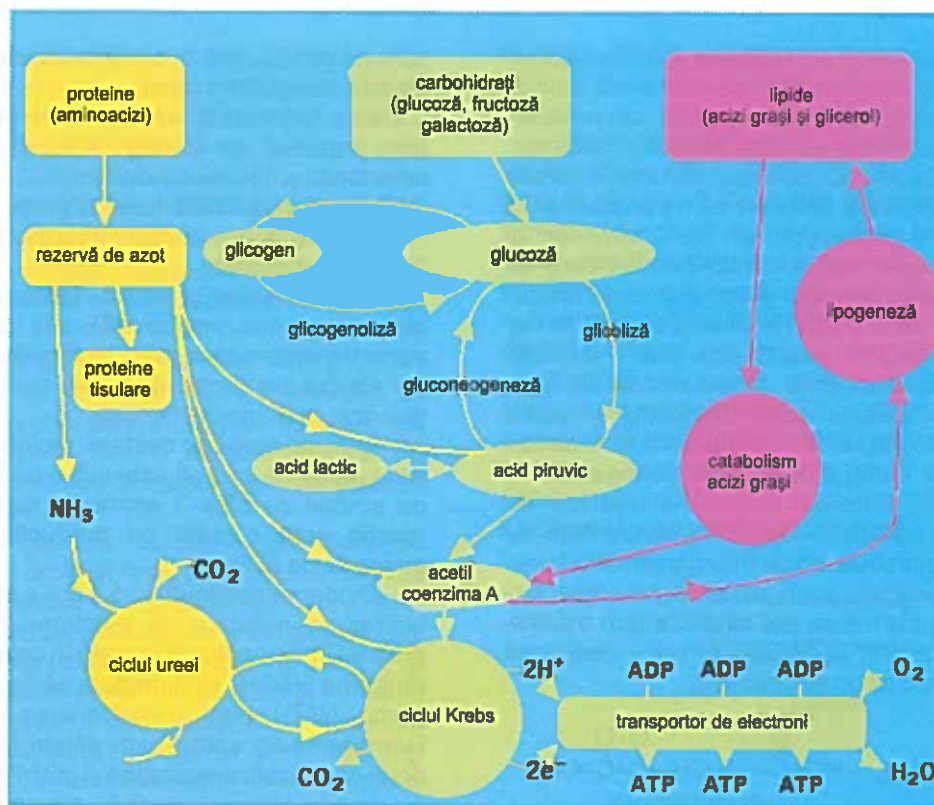


Fig. 2.122. Principalele căi metabolice ale nutrienților esențiale

Metabolismul intermediar protidic

Proteinele sunt componente majore ale dietei, dar nu trebuie să depășească 0,8 g/kg corp în dieta zilnică a adultului cu o activitate moderată. Proteinele ingerate sunt descompuse în aminoacizi și absorbiți în sânge, de unde vor ajunge la ficat, unde 20 – 80% sunt metabolizați, iar restul sunt redați circulației sistemice, de unde vor fi preluați de diferite țesuturi. În plasma sanguină, concentrația aminoacizilor este cuprinsă între 35 – 65%. Aminoacizii sunt utilizați de organism în sinteza proteinelor structurale care intră în alcătuirea componentelor celulare, sinteza unor compuși ai acizilor nucleici (purine, pirimidine), sinteza proteinelor funcționale ca: hormonii, catecolaminele (adrenalină, noradrenalină), anticorpii, porfirinele (componente ale locului de legare a oxigenului în hemoglobină), factorii coagulării etc. În cazul unor afecțiuni sau curențe alimentare, aproximativ 10% din producția de energie a corpului provine din aminoacizi. Ficatul deține rolul esențial în metabolismul aminoacizilor.

Catabolismul aminoacizilor. Prima etapă în catabolismul aminoacizilor este **îndepărtarea grupării amino – dezaminarea**, rezultând un cetoacid și amoniac (fig. 2. 123). Această reacție (numită și **dezaminare oxidativă**) este catalizată de enzima **transaminaza**, care transferă gruparea amino desprinsă de pe un aminoacid pe un cetoacid. Pentru 8 aminoacizi numiți esențiali, nu există în organism

cetoacizi, de aceea acizii esențiali trebuie furnizați prin alimentație.

În ficat, amoniacul se combină cu CO₂, formând uree și apă. Ureea este eliberată în sânge și îndepărtată prin urină. Amoniacul este toxic și îndepărtarea lui din corp este extrem de importantă. Cetoacizii sunt transformați în produși care să poată intra în ciclul Krebs, pentru a fi degradați până la produși finali; oxidarea a 1 g proteine furnizează 4,1 calorii. Cei mai importanți produși ai transformării cetoacizilor sunt acidul piruvic, acetilcoenzima A și acidul oxalic.

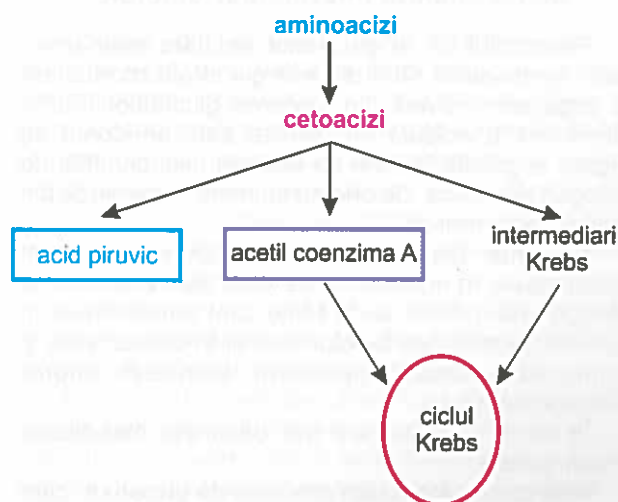
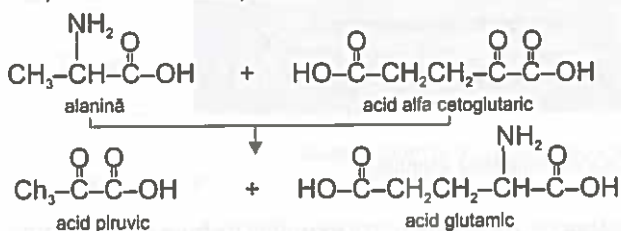


Fig. 2.123. Catabolismul aminoacizilor

O altă modalitate de catabolizare a aminoacizilor este **decarboxilarea**, prin care se formează amine, unele de importanță biologică deosebită, ca: antialergice, precursori ai bazelor azotate, anticoagulante etc.

Restul aminoacidului, după dezaminare, în funcție de aminoacidul din care provine, va fi transformat în acetilcoenzima A, piruvat sau un alt intermediar al ciclului Krebs. Acele resturi de aminoacizi care se transformă în acetilcoenzima A vor fi oxidate producând energie, ce va fi utilizată în sinteza de ATP, fie vor fi sursă de corpi cetonici, caz în care provin din așa-numiții aminoacizi cetogenici. Unele resturi de catabolizare a aminoacizilor sunt, totodată, și surse potențiale de glucoză, motiv pentru care aminoacizii lor de origine sunt numiți și aminoacizi glucogenici.

Anabolismul aminoacizilor. Aminoacizii se clasifică în două categorii: **esențiali**, pentru care nu există cetoacizi și trebuie aduși în organism din surse exogene și **neesențiali**, care au cetoacizi corespunzători. Aceștia din urmă se pot sintetiza prin **transaminare**, adică transfer al grupării aminice desprinsă de pe un aminoacid pe un alt cetoacid.



Anumite celule, cum sunt cele ale ficatului, ale parenchimului renal sau cele pancreatice, pot metaboliza aminoacizii, cu producere de **creatină** și **creatinină**. Creatina este depusă în țesutul muscular și nervos. În mușchiul scheletic, creatina se află combinată cu acidul fosforic, sub formă de fosfocreatină, substanță care furnizează energia necesară refacerii ATP pentru susținerea contracției musculare.

Metabolismul intermediar glucidic

Principalul rol al glucidelor celulare este energetic, aproximativ 65% din energia totală consumată de organism provine din oxidarea glucidelor. Sursa alimentară principală de glucide este amidonul de origine vegetală, la care se adaugă mici cantități de glicogen din hrana de origine animală, dizaharide din lapte și zahăr rafinat.

În urma digestiei, glucidele alimentare sunt descompuse în monozaharide care sunt absorbite și transportate în ficat, unde toate sunt transformate în glucoză. Ficatul deține rolul central în depozitarea și furnizarea glucozei necesare activității tuturor celulelor corpului.

În corp, glucoza are trei destinații metabolice fundamentale:

- este catabolizată prin procesul de **glicoliză**, care furnizează energia pentru sinteza de ATP – proces

care se desfășoară în toate țesuturile, mai ales în cel nervos, muscular și renal;

- este depozitată sub formă de glicogen sintetizat prin procesul de **glicogenogeneză**, desfășurat în hepatocite și fibrele musculare;

- este transformată în acizi grași, prin procesul de **lipogeneză**, și aceștia sunt depozitați în adipocite sub formă de trigliceride.

Catabolismul glucidic. Toate celulele oxidează glucoza pentru sinteza ATP-ului care susține, din punct de vedere energetic, procesele fiziologice vitale.

Procesele biochimice de oxidare completă a glucozei se numesc **glicoliză**.

În prima etapă de oxidare, molecula de glucoză cu șase atomi de carbon este scindată în două molecule de piruvat cu câte 3 atomi de carbon, iar această reacție este cuplată cu producția netă de două molecule de ATP.

Oxidarea continuă cu o a doua etapă, în care este utilizat un acceptor de electroni (NAD), care este prezent într-o cantitate limitată în celulă și, odată redus (în forma $\text{NADH} + \text{H}^+$), trebuie să fie reoxidat (adus în forma NAD) pentru continuarea căii metabolice. Reoxidarea acceptorului de electroni se realizează pe două căi: glicoliza anaerobă și glicoliza aerobă.

În **glicoliza anaerobă**, piruvatul este redus la compusul numit **lactat** printr-o singură reacție și în absența oxigenului. Această reacție este ideală pentru susținerea eforturilor musculare intense, când aportul de oxigen este insuficient. Reducerea piruvatului la lactat este cuplată cu oxidarea acceptorului de electroni ($\text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{NAD}$).

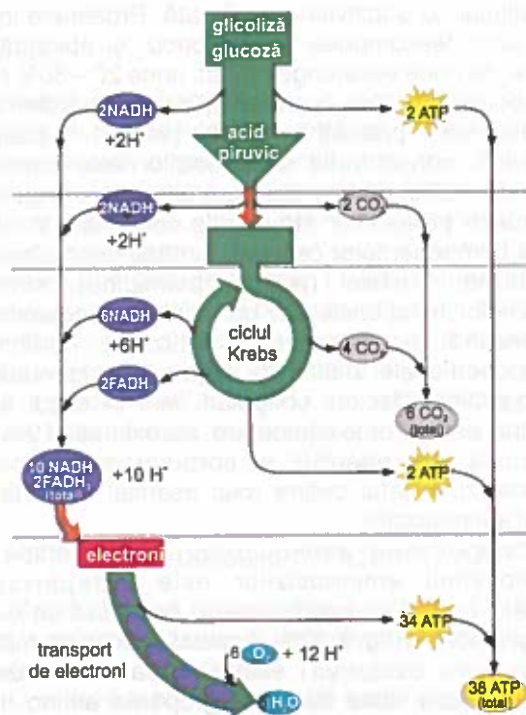


Fig. 2.124. Glicoliza aerobă și anaerobă

În **glicoliza aerobă**, piruvatul este transportat în interiorul mitocondriilor și oxidat, formându-se compusul **acetilcoenzima A** (prescurtat **acetilCoA**), și cu ajutorul NAD ca acceptor de electroni. În cadrul unui șir de reacții cunoscute sub numele de **ciclul Krebs** (fig. 2.124), acetil coenzima A este oxidată până la CO_2 și H_2O . Aceste reacții sunt cuplate cu lanțul transportorilor de electroni, care are rolul de a valorifica energia dintr-o serie de reacții de oxidoreducere pentru sinteza moleculelor de ATP și, concomitent, pentru reoxidarea acceptorului de electroni ($\text{NADH} + \text{H}^+$ în NAD și FAD în FADH_2). Numărul de molecule de ATP produse pe calea glicolizei aerobe este mult mai mare (38 de molecule ATP rezultă dintr-o singură molecă de glucoză), oxidarea completă a unui gram de glucoză eliberează 4,1 calorii.

Anabolismul glucidic constă în procesele de sinteză care au ca produși finali glucidele. Un produs glucidic prezent în celule ca substanță de rezervă este glicogenul, sintetizat din glucoză, dar și din galactoză și fructoză, în ficat. Alte celule, cu excepția neuronilor, își sintetizează glicogenul numai din glucoză și numai în cursul hiperglicemiei postprandiale. Principalele organe care depozitează glicogenul sunt ficatul și mușchii scheletici. În condițiile unei diete normale, cantitatea de glicogen muscular (400 g glicogen/kg țesut muscular) este variabilă în funcție de activitatea mușchilor, iar cantitatea de glicogen hepatic (100 g glicogen/kg țesut hepatic) este constantă. Din glicogen, prin procesul de **glicogenoliză**, celulele furnizează glucoza necesară diferitelor procese fiziologice. Anumite celule, ca hepatocitele și celulele parenchimului renal, sintetizează din produși neglucidici, ca cetoacizii, glucoză, prin procesul numit **gluconeogeneză** și realizat cu energia furnizată prin oxidarea acizilor grași. În condițiile unui aport exagerat de glucide, glucoza este transformată în acizi grași, prin procesul de **lipogeneză** (fig. 2.125) și aceștia sunt depozitați în adipocite sub formă de trigliceride conducând la apariția obezității.

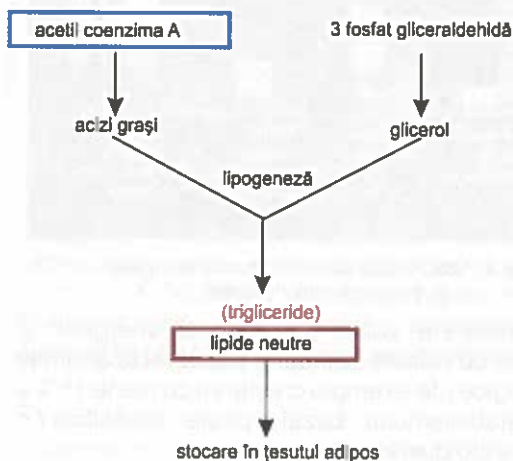


Fig. 2.125. Lipogeneza

Metabolismul intermediar al lipidelor

Principalele lipide din organismul uman sunt **trigliceridele** sau **lipidele neutre**, compuse din acizi grași și glicerol, fosfolipidele (conțin grupări fosfat) și steroizii (cu structuri ciclice, cum este colesterolul). Acizii grași din trigliceride pot fi saturați, când legăturile covalente dintre atomii de carbon ai catenei sunt numai legături simple, sau nesaturați, când între atomii de carbon există una sau mai multe legături duble.

Lipidele sunt cele mai concentrate surse de energie ale organismului. Din catabolizarea completă a unui gram de lipid, rezultă 9,3 calorii. Alături de rolul energetic, lipidele au și alte roluri, ca: cel structural (intrând în alcătuirea membranelor celulare) și funcțional (precursori ai unor hormoni).

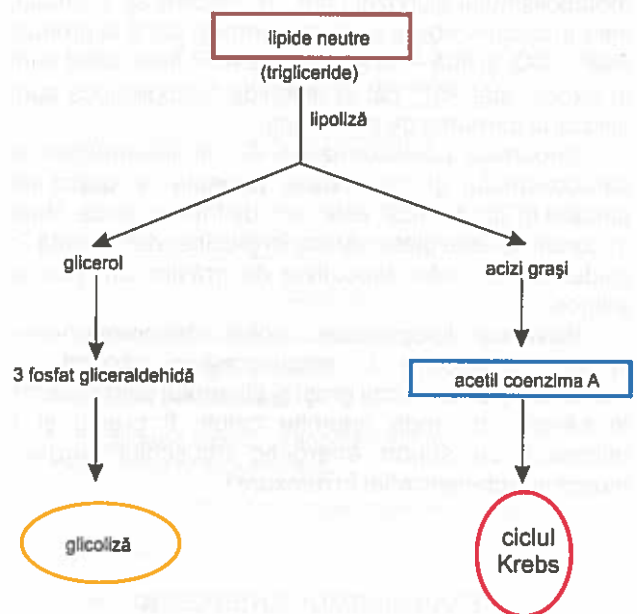


Fig. 2.126. Catabolismul lipidelor neutre

Lipidele din alimente sunt descompuse de **lipazele digestive** până la acizi grași, glicerol și monogliceride, apoi intră în compoziția miceliilor și pătrund în enterocite, de unde sunt absorbite în sânge sau limfă, în funcție de mărimea moleculei. În mediul intern, trigliceridele, fosfolipidele și colesterolul se află, în general, legate de proteine, sub formă de **lipoproteine**, care sunt preluate de celule, unde sunt procesate în diferite moduri.

Catabolismul lipidelor implică, în special, oxidarea grăsimilor neutre, adică oxidarea glicerolului și oxidarea separată a acizilor grași (fig. 2.126).

În majoritatea celulelor, glicerolul este transformat într-un compus intermediar al glicolizei (aldehida fosfoglicerică), care intră în ciclul Krebs și este oxidat complet, cu eliberare de energie, care va fi utilizată în formarea de ATP.

Acizii grași sunt oxidați în mitocondrii, printr-un proces numit beta-oxidare, care implică atât oxidări, cât și deshidratări, ce au ca produs final acetilcoenzima A, ce intră în ciclul Krebs. Spre deosebire de glicerol, care intră în calea metabolică glicolitică, acetilcoenzima A, provenită din acizii grași, nu poate fi utilizată în gluconeogeneză, deoarece calea metabolică a acesteia este ireversibilă.

În ficat, acizii grași sunt degradați și pe calea sintezei corpurilor cetonici care sunt descărcați de hepatocite în circulația sistemică, de unde sunt preluați de alte celule (în special cele din cortexul renal și mușchii scheletici) și utilizați ca material energetic.

Anabolismul lipidic. Când nivelurile celulare de ATP și glucoză sunt ridicate, are loc **sinteza de trigliceride** sau **lipogeneza**. Excesul de ATP determină, de asemenea, și acumularea de acetilcoenzimă A și aldehydă fosfoglicerică, doi compuși intermediari ai metabolismului glucozei care, în concentrații normale, intră în ciclul Krebs și sunt descompuși până la produși finali – CO₂ și apă – cu formare de ATP. Însă, când sunt în exces, atât ATP, cât și aldehydă fosfoglicerică sunt utilizați la formarea de trigliceride.

Deoarece acetilcoenzima A, un intermediar al catabolismului glucidic, este, totodată, și punct de plecare în lipogeneza, este ușor de înțeles de ce, chiar în condițiile unei diete sărace în glucide, dar bogată în lipide, se vor mări depozitele de grăsimi din țesutul adipos.

Reversul lipogenezei, adică descompunerea lipidelor depozitate în acizi grași și glicerol, se numește **lipoliză**. Acizii grași și glicerolul sunt eliberați în sânge, de unde anumite celule îi preiau și îi utilizează ca suport energetic (mușchiul cardiac, mușchiul scheletic aflat în relaxare).

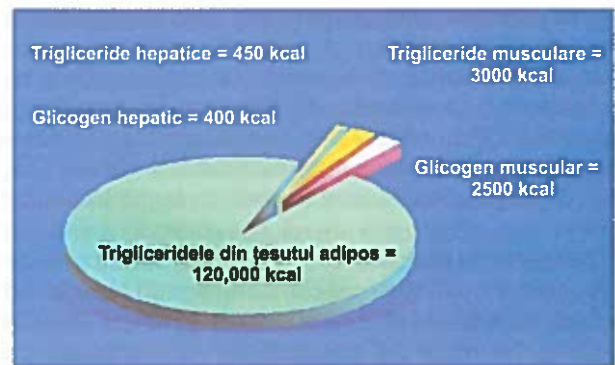


Fig. 2.127. Stocarea energiei în corp

Calorimetria directă se realizează în camere speciale – **calorimetre** – care măsoară căldura produsă de organism în condiții de repaus.

Calorimetria indirectă măsoară consumul de oxigen, iar acesta este înmulțit cu echivalentul caloric (4,82 Kcal la 1 l O₂). Cantitatea de O₂ consumată variază cu tipul de substanțe organice oxidate și prin determinarea raportului dintre CO₂ eliberat și O₂ consumat, adică a coeficientului respirator, se poate afla ce tip de nutrimente au fost oxidate. Astfel, coeficientul respirator este 1 pentru glucide, 0,7 pentru lipide și 0,8 pentru proteine.

Organismul stochează energia, mai ales în țesutul adipos sub formă de trigliceride (fig. 2.127).

Consumul energetic (fig. 2. 128) în condiții de repaus necesar întreținerii funcțiilor vitale ale organismului, reprezintă metabolismul bazal.

Acest consum diferă de la un organ la altul și nu este strâns legat de masa organului respectiv (fig. 2. 129).

METABOLISMUL ENERGETIC

Metabolismul energetic reprezintă producerea și utilizarea energiei necesare desfășurării activității diferitelor celule ale organelor și sistemelor corpului. Energia utilizată de celule provine din hidroliza ATP, care desface treptat legăturile macroergice dintre radicalii fosfat. ATP este produs prin oxidările intracelulare ale nutrimentelor și derivaților acestora proveniți din catabolismul glucidelor, lipidelor și proteinelor. Metabolismul energetic se exprimă în calorii, deoarece energia celulară rezultă prin oxidări, iar oxidarea substanțelor în afara organismului eliberează energie sub formă de căldură.

În organism, energia eliberată de ATP se manifestă și în alte forme decât cea calorică, și anume: energie mecanică (contractia musculară), energie electrică (conducerea influxului nervos), energie chimică (sinteza diferiților constituenți) etc.

Determinarea cantității de căldură produsă de organism se poate face prin metode directe și indirecte.

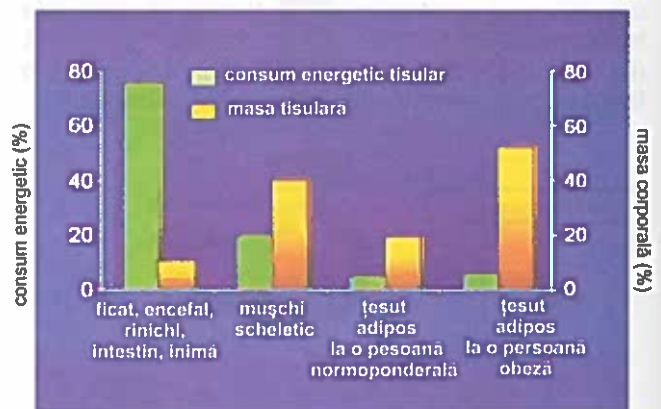


Fig. 2. 128. Relația dintre consumul energetic și masa diferitelor țesuturi

Determinarea valorii consumului energetic și compararea cu valorile standard, pot detecta anumite stări patologice (de exemplu creșterea cu peste 15% a valorii metabolismului bazal, poate semnifica o hiperfuncție tiroidiană).

Nutrimentele, prin valoarea lor energetică și prin rolurile structurale și funcționale, asigură starea de

sănătate a organismului. Este în puterea fiecărui individ menținerea unei diete sănătoase care înseamnă atât o compoziție, cât și o proporție sănătoasă între tipurile de alimente, astfel încât aportul alimentar să asigure buna funcționare a organismului.

Pentru om, alimentația corectă presupune o dietă echilibrată, compusă din cele patru grupe fundamentale de alimente: fructe și vegetale, cereale, lapte și produse lactate, carne și ouă. Aceste alimente trebuie consumate în cantități corespunzătoare nevoilor organismului; astfel, o dietă corectă a adultului conține 60% glucide, 25% lipide și 15% proteine. Fibrele vegetale compuse din celuloză, deși nu sunt digerate, sunt indispensabile pentru asigurarea tranzitului alimentar și nu trebuie să lipsească din dieta zilnică. Alimentele proaspete asigură aportul de vitamine (tabel 2.37), biocatalizatori indispensabili a căror carență atrage instalarea anumitor boli.

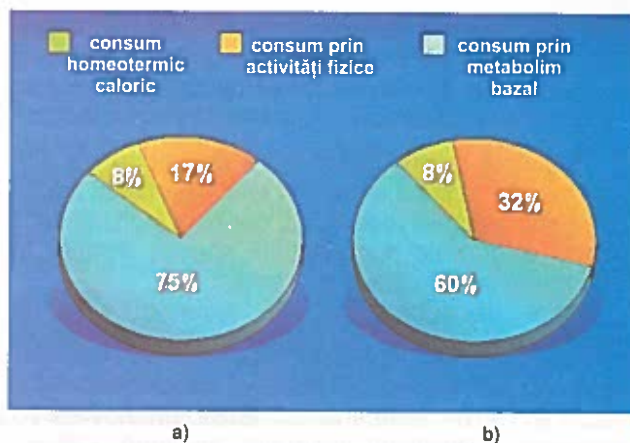


Fig. 2.129. Consumul energetic zilnic, în repaus și în activitate
a) persoană sedentară; b) persoană activă fizic

*Tabelul 2.37. Rolul vitaminelor

Vitamină	Sursă	Efecte ale carenței
A	– legume verzi, lapte, ficat	– ten îmbătrânit, defecte de vedere
B1	– carne, cereale, legume	– afecțiuni cardiace, edeme
B2	– majoritatea alimentelor	– inflamații, descuamarea pielii, iritații oculare
B6	– cereale, vegetale, carne	– anemie, convulsii, iritabilitate
B5	– ouă, ficat, ciuperci	– inapetență, dureri abdominale, spasme musculare, degenerări neuromusculare
B12	– carne de vită și porc	– anemie pernicioasă
C	– fructe și legume proaspete	– fragilitatea vaselor, sângerări ale gingiilor, descuamarea tegumentului
D	– lapte, produse lactate, ficat	– rahitism, deformări osoase, defecte de dentiție
E	– semințe, unt, margarină, vegetale proaspete	– rar, efecte
K	– legume proaspete	– hemoragii
F	– legume, fructe	– migrene, eczeme, tulburări de ciclu menstrual
Biotină	– legume, nuci, ficat, ouă	– dureri musculare, piele uscată și palidă, oboseală – hipercolesterolemie
Acid folic	– portocale, legume, ciuperci, ouă, carne de vită	– anemie, diaree, deficiențe neurologice

SUMAR

Metabolismul intermediar constă în totalitatea transformărilor suferite în organism de diferite substanțe exo- sau endogene. Aceste transformări se desfășoară în cadrul a două procese, catabolism sau descompunerea moleculelor pentru obținerea energiei și anabolism sau sinteza tuturor componentelor celulare cu consum de energie. Metabolismul energetic reprezintă producerea și utilizarea energiei necesare desfășurării activității diferitelor celule ale organelor și sistemelor corpului. Energia utilizată de celule provine din hidroliza ATP, care desface treptat legăturile macroergice dintre radicalii fosfat.

EVALUARE

1. Care sunt produșii de catabolism comuni tuturor substanțelor organice?
2. Definiți termenii: gliconează, gluconeonează și lipogenează.
3. Descrieți etapele catabolismului aminoacizilor.

FUNCȚIA DE REPRODUCERE

SISTEMUL REPRODUCĂTOR

Sistemul reproducător, spre deosebire de alte sisteme ale corpului uman, nu este esențial în asigurarea supraviețuirii individului, dar este indispensabil pentru asigurarea supraviețuirii speciei umane, în asigurarea continuității ei pe Pământ.

Spre deosebire de alte sisteme, sistemul reproducător prezintă două caracteristici distincte: nu

este funcțional la naștere, ci devine funcțional la pubertate, sub acțiunea hormonilor sexuali, prezintă diferențe structurale și funcționale la cele două sexe – masculin și feminin. Sistemele reproducătoare masculine și feminine se completează reciproc, în vederea îndeplinirii rolului lor fundamental, și anume, formarea de noi indivizi.

SISTEMUL REPRODUCĂTOR MASCULIN

Sistemul reproducător masculin este format din testicule, conducte spermatic, glande anexe și organe genitale externe (fig. 2. 130).

Testiculele (fig. 2. 130) sunt glandele genitale masculine perechi, situate într-o pungă tegumentară externă numită **scrot**. Acestea își încep dezvoltarea în cavitatea abdominală, în apropierea rinichilor.

În ultimele două luni de viață intrauterină sau la scurt timp după naștere, coboară în scrot, unde temperatura este cu 3°C mai mică decât temperatura corpului; asigură formarea gameților viabili, a spermatozoizilor.

Testiculele au și funcție endocrină, prin producerea hormonilor androgeni.

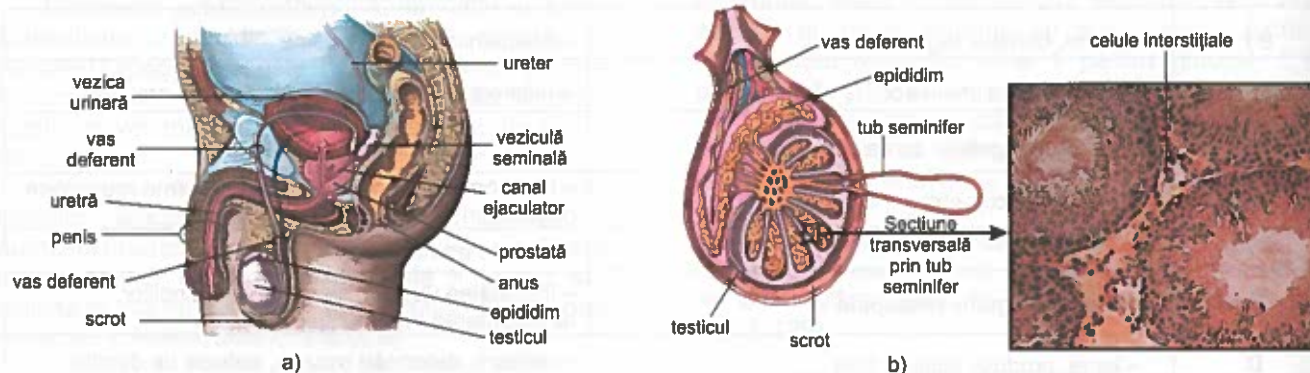


Fig. 2. 130. Sistemul reproducător masculin
a) organe componente și localizare; b) testicul – structură internă

Structura testiculului (fig. 2.130 b): testiculul prezintă o membrană externă alb-sidefie, numită **albuginee**, de la care pornesc în interior **septuri conjunctive** ce delimitează câte 250 – 300 de **lobuli** în fiecare testicul. Fiecare lobul conține 1 – 4 **tubi seminiferi contorți**, tapetați cu **celule Sertoli**, în care începe formarea gameților masculini. Între tubii seminiferi se găsesc **celule interstițiale Leydig**, producătoare de hormoni androgeni. **Tubii seminiferi contorți** se continuă cu **tubii dreți**, care reprezintă primul segment al conductelor spermatic. Superior, fiecare testicul prezintă câte o formațiune alungită numită **epididim**, componentă a **conductelor spermatic**.

Conductele spermatic sunt tuburi prin care lichidul spermatic și spermatozoizii sunt eliminați. Acestea sunt compuse din **căile intratesticulare** reprezentate de **tubii seminiferi dreți** și **rețeaua testiculară** și din **căile extratesticulare** formate din **canalele eferente** (10 – 15), **canalul epididimar**, **canalul deferent**, **ejaculator** și **uretra**.

Glandele anexe sunt: **vezicula seminală**, **prostată** și **glandele bulbo-uretrale**. Secrețiile acestora se adaugă lichidului spermatic. Secreția veziculei seminale asigură suportul nutritiv pentru mobilitatea spermatozoizilor și ușoara coagulare a spermei după eliminare, secreția prostatei are efect antiacid și lubrifiant, iar secreția glandelor bulbo-uretrale are efect lubrifiant.

Organe genitale externe sunt **scrotul** și **penisul**. **Scrotul** sau **bursele scrotale** se află sub penis, fiind format din mai multe tunici concentrice acoperite de tegument și care adăpostesc testiculele.

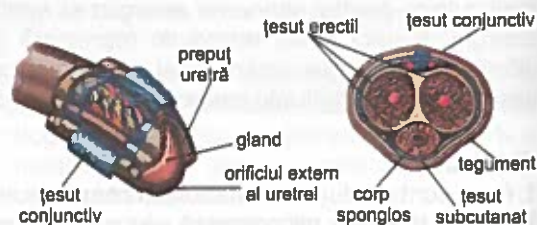


Fig. 2. 131. Penisul

Penisul (fig. 2. 131) are dublă funcție: una genitală, ca organ copulator, care asigură transferul spermei în vagin și una urinară, conținând uretra, prin care este eliminată urina. Penisul prezintă trei porțiuni: **rădăcină, corp și gland**, acoperite de tegument. Structura internă a penisului este compusă din **uretră și organele erectile**, reprezentate de doi **corpi cavernoși** și un **corp spongios** care, prin umplerea cu sânge, determină erecția.

***Spermatogeneza** (fig. 2.132) constă într-o succesiune de procese care au loc în tubii seminiferi ai testiculelor și conduc la formarea gameților masculini – **spermatozoizii**. Procesul începe la pubertate, în jurul vârstei de 14 ani și continuă pe toată durata vieții. Zilnic, un adult sănătos produce aproximativ 400 milioane de spermatozoizi. Într-o secțiune transversală prin tubii seminiferi contorți, se pot observa celule grupate care se află în diferite stadii de dezvoltare. Printre acestea, se află celule mari, dispuse de la exterior, spre lumenul tubului. Aceste celule sunt celule de susținere care au și rol nutritiv, numite **celule Sertoli**. În stadiile primordiale embrionare, celulele germinative stem intră în testicule și din ele se vor diferenția **spermatogoniile**, celule imature care rămân în stare latentă până la pubertate. Spermatogoniile sunt celule diploide, cu 46 de cromozomi, localizate la baza epitelului tubilor contorți seminiferi și, la pubertate, stimulate de hormoni, încep să se dividă mitotic.

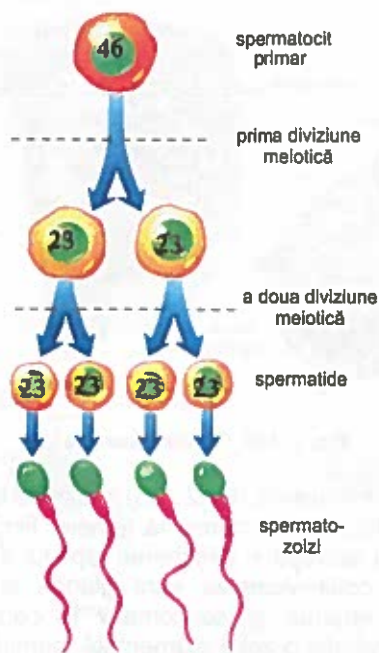


Fig. 2. 132. Spermatogeneza

Unele dintre celulele fiice produse prin mitoză rămân în stratul bazal, ca spermatogonii, care mențin stratul germinativ al tubilor seminiferi, altele sunt împinse spre lumenul tubilor seminiferi, unde devin spermatoците primare, destinate să producă

spermatozoizi. Spermatoците primare se divid meiotic și, astfel, după meioza I, se formează două celule haploide numite **spermatoците secundare**, ce vor parcurge meioza a II-a, rezultând **spermatide** – celule mici, rotunde cu nucleii mari, sferici, aflate aproape de lumenul tubilor seminiferi. Spermatidele parcurg un proces numit **spermiogeneză**, prin care rezultă **spermatozoizii** (fig. 2. 132) alcătuiți din **cap**, prevăzut anterior cu **acrozom** (conține o enzimă ce va permite penetrarea ovulului), **piesa intermediară** (conține mitocondrii care furnizează ATP) și **coadă** (structură de flagel cu rol locomotor). Întregul proces al spermatogenezei durează 74 de zile, iar după ejaculare spermatozoizii supraviețuiesc 48 de ore în căile genitale feminine. Hormonii implicați în spermatogeneza (fig. 2. 133) sunt gonadotropinele și testosteronul. FSH stimulează celulele Sertoli să producă o proteină cu efect asupra celulelor spermatogenice care se vor lega și vor concentra testosteronul, iar LH va acționa asupra celulelor interstițiale Leydig, stimulându-le să producă **testosteron**. Acesta stimulează spermatogeneza și, totodată, ajuns în sânge, are și alte efecte, ca cel anabolizant proteic, hiperglicemiant, stimularea creșterii și funcționării organelor sexuale masculine, dezvoltarea și menținerea caracterelor sexuale secundare la bărbat. Totodată, nivelul plasmatic al testosteronului este asigurat de reglarea secreției de gonadotropine prin mecanism de feed-back negativ.

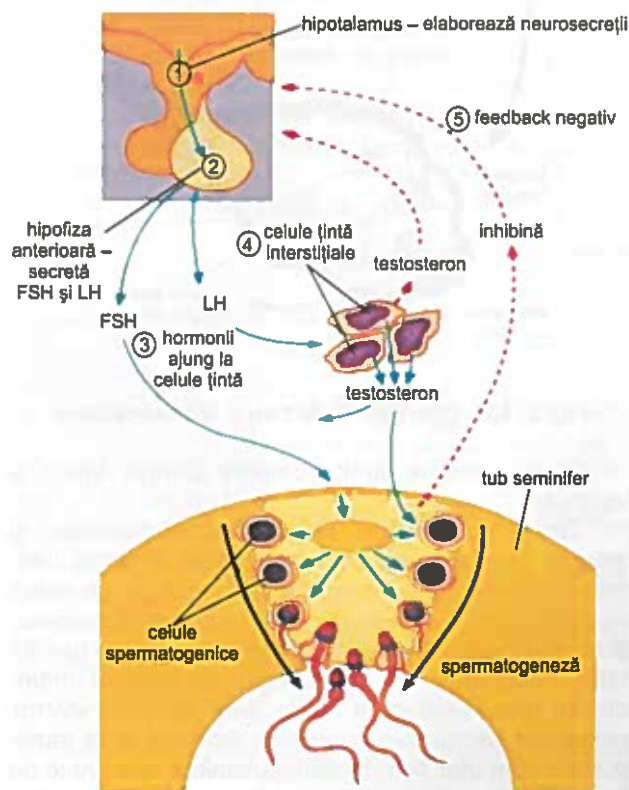


Fig. 2. 133. Reglarea spermatogenezei

SISTEMUL REPRODUCĂTOR FEMININ

Sistemul reproducător feminin (fig. 2. 134) este alcătuit din ovare, căi genitale și organe genitale anexe.

Ovarul este un organ pereche, de formă ovală, situate simetric în fosele ovariene din cavitatea pelviană, unde sunt fixate prin ligamente. Ovarul are o funcție mixtă, **endocrină** prin secreția de hormoni estrogeni și progesteron și o funcție **exocrină** prin producerea gameților feminini, **ovulele**.

Structura ovarului: la suprafață, ovarele prezintă un epiteliu unistratificat sub care se află un strat conjunctiv, numit **albuginea ovarului**. Sub aceasta se găsește parenchimul ovarian, diferențiat într-o zonă centrală, laxă, numită **medulară** (bogată în vase sangvine, limfatic și fibre nervoase) și o zonă periferică numită **corticală**, densă și granulară, în care se află foliculii ovarieni în diferite stadii de evoluție.

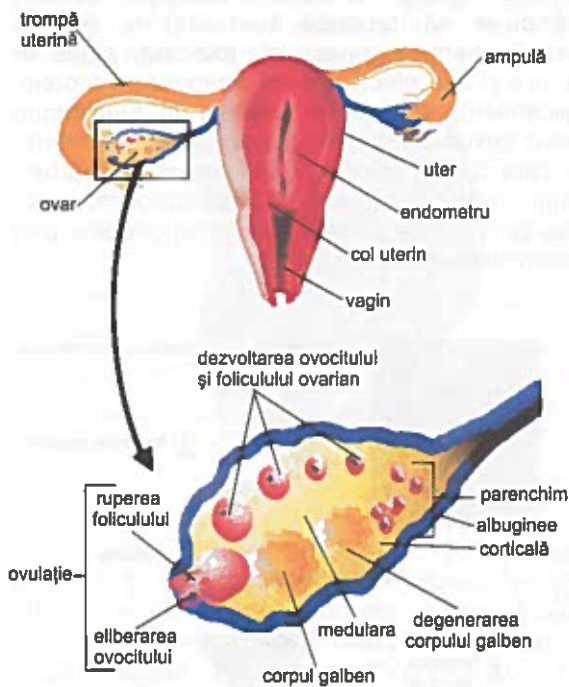


Fig. 2. 134. Ovarele – localizare și stadiile ovulației

Căile genitale sunt: trompele uterine, uterul și vaginul.

Trompele uterine recepționează ovocitele și asigură condițiile necesare fecundației. Prezintă lateral o regiune numită **ampulă**, terminată cu un capăt deschis, numit **infundibul**, aflat în apropierea ovarelor, și un altul care se deschide în uter, în regiunea numită **istm**. Fecundația are loc în regiunea ampulei. Infundibul prezintă franjuri ciliare care acoperă ovarul, asigurând captarea ovocitelor. Acestea sunt transportate spre uter prin mișcări peristaltice executate de musculatura din pereții trompelor și de bătăile cililor celulelor din mucoasa acestora.

Uterul este un organ musculos cavită, în formă de pară, cu extremitatea mică orientată inferior, situat în cavitatea pelviană, între vezica urinară și rect, interpus între cele două trompe uterine. Segmentele uterului sunt **corpul**, **ismul** și **colul uterin**, ultimul fiind inserat în vagin. Rolul său este de a recepționa, reține și hrăni ovulul fecundat.

Structura peretelui uterin este alcătuită din perimetru conjunctiv, miometru muscular și endometru epitelial.

Endometru este compus din stratul bazal, cu rol regenerator și stratul funcțional, care parcurge schimbări ciclice determinate de nivelul sangvin al hormonilor sexuali feminini. Dacă ovulul nu este fecundat, endometru este eliminat o dată cu sângerea menstruală și apoi se reface.

Vaginul este un tub musculo-conjunctiv îngust, de 8-10 cm, care se întinde de la colul uterin până la vestibulul vaginal, delimitat de două labii mici.

Organele genitale anexe sunt vulva și glandele mamare. **Vulva** este o fantă mărginită de două pliuri cutanate perechi: labiile mari și labiile mici.

Labiiile mari sunt acoperite de tegument și fire de păr. **Labiiile mici** mărginesc vestibulul vaginal, în care se deschid anterior uretra și posterior vaginul. Median și superior, vulva prezintă **clitorisul** și **bulbii vestibulari**, care sunt organe erectile.

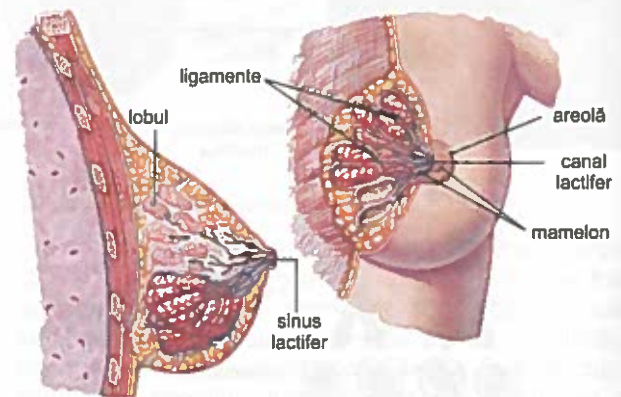
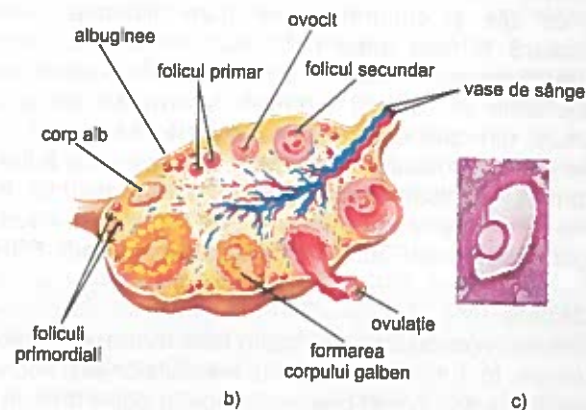
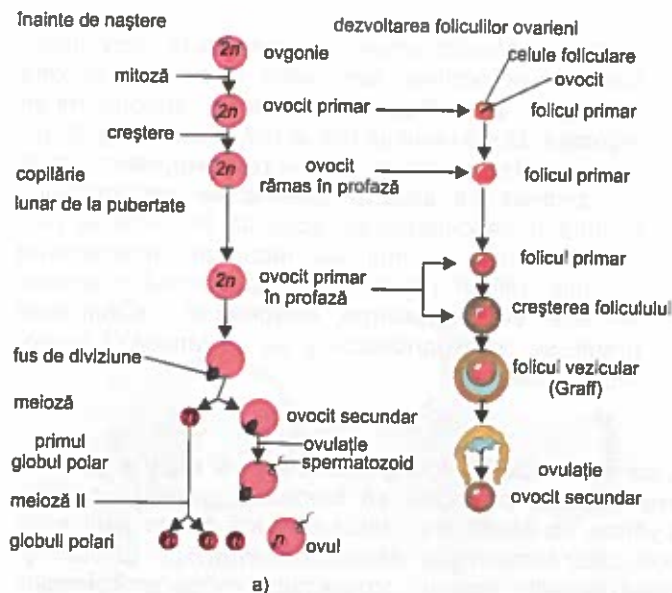


Fig. 2. 135. Glandele mamare

Glandele mamare (fig. 2.135), prezente la ambele sexe, sunt funcționale numai la femeie, fiind specializate pentru secreția și eliminarea laptelui după nașterea unui copil. Acestea sunt glande sudoripare modificate. Anterior și aproximativ în centrul feței anterioare, se află o zonă pigmentată, numită **areolă**, care prezintă în centru **mamelonul**, perforat de orificiile de deschidere ale **canalelor galactofore**.

Structura glandei mamare cuprinde 15 – 25 de **lobi** neregulați ca formă și dispuși radial în jurul mamelonului. Fiecare lob conține glande și canale care se deschid la nivelul mamelonului. Lobii sunt separați de țesut conjunctiv dens și adipos.



*Fig. 2. 136. Ovogeneza
a) etape; b) aspecte morfostructurale; c) folicul primar

***Ovogeneza** (fig. 2.136) este procesul de formare a **gameților feminini**. Spre deosebire de spermatogeneză, unde formarea gameților începe la pubertate și durează toată viața, numărul total de ovule produs de o femeie este determinat la momentul nașterii, iar eliberarea acestora începe la pubertate și încetează în jurul vârstei de 50 de ani, la **menopauză**. Ovogeneza durează câțiva ani și începe în perioada fetală, când celulele generatoare stem diploide din ovar numite **ovgonii** se multiplică rapid, prin mitoze, după care intră în faza de creștere, acumulându-se rezerve nutritive. Gradat, încep să apară **foliculii primordiali**, pe măsură ce ovgoniile se transformă în **ovocit primar** și se înconjoară de un singur strat de celule turtite foliculare. Ovocitul primar începe prima diviziune meiotică, stăgând în profaza I timp de 10-14 ani. La naștere, sunt deja formate ovocitele primare pentru toată perioada vieții femeii. Din circa 7 milioane de

ovocite primare, doar 2 milioane scapă de moarte și se află în corticala ovarului imatur al noilor născute. Până la pubertate, rămân viabile doar 400000 de ovocite primare, din care, câte unul este activat lunar de hormonii sexuali. Activarea ovocitului primar determină continuarea meiozei I și formarea a două celule haploide inegale: una mare, numită **ovocit secundar**, și una mică, numită **primul globul polar**. Ovocitul secundar rămâne în metafaza II și va fi expulzat din foliculul în timpul ovulației. Primul globul polar se divide, iar ovocitul secundar, dacă este fecundat, își continuă diviziunea meiotică, rezultând **ovulul** și un alt **globul polar**. Globulii polari se dezorganizează. Dacă ovocitul secundar nu este fecundat el nu își continuă diviziunea, se dezorganizează, fiind eliminat odată cu endometrul și hemoragia menstruală. Ovogeneza este reglată de gonadotropine și de estrogeni și progesteron (fig. 2.137).

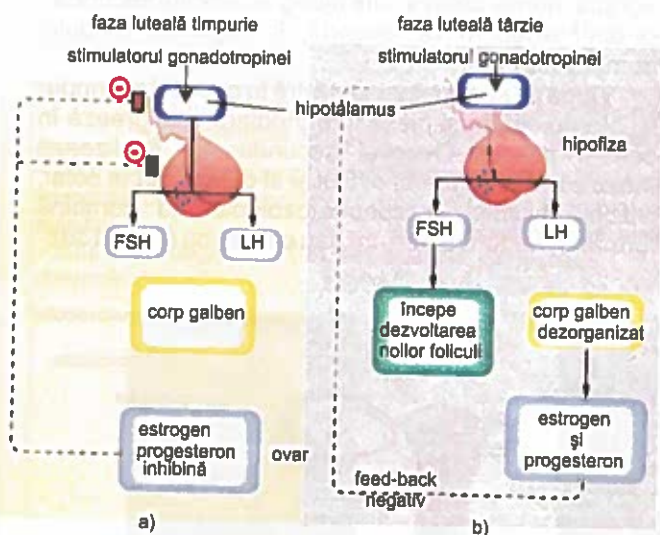


Fig. 2. 137. Reglarea hormonală a ciclului ovarian – faza luteală

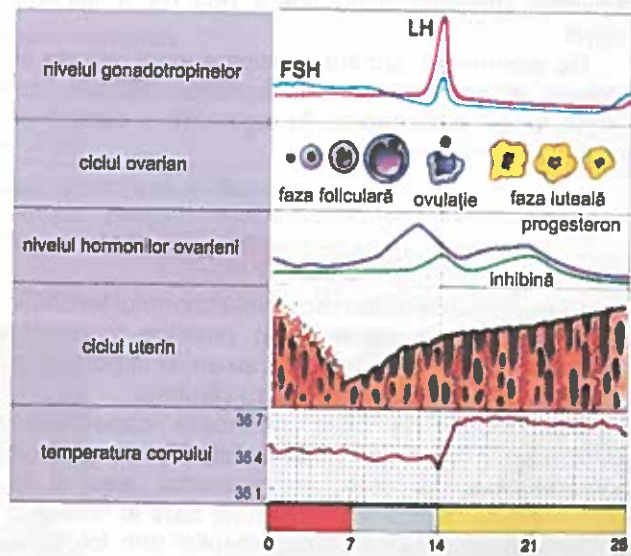


Fig. 2.138. Fazele ciclului ovarian

Ciclu ovarian (fig. 2.138) cuprinde evenimentele din timpul dezvoltării foliculilor ovarieni care însoțesc evoluția ovocitelor. Un ciclu ovarian tipic durează 28 de zile și cuprinde două faze distincte: faza foliculară și faza luteală. În **faza foliculară**, care durează primele 14 zile, **foliculii primordiali** cresc, se transformă în **foliculi primari, secundari** și apoi **maturi**, din care este expulzat ovocitul secundar. În **faza luteală**, foliculul din care ovocitul secundar a fost expulzat se cicatrizează, transformându-se întâi în **corp galben** și ulterior în **corp alb**. Aceste faze sunt reglate hormonal. După hemoragia menstruală, FSH

produs de hipofiza anterioară stimulează dezvoltarea foliculilor primordiali, care până la ovulație secretă **estrogeni**. Sub influența estrogenilor, endometrul se îngroașă. După ovulație (fig. 2.137 a), **corpul galben**, sub efectul stimulator al LH, secretă progesteron care va continua să asigure dezvoltarea endometrului, stimulând vascularizarea acestuia în vederea pregătirii întâmpinării unui ovul fecundat. Degenerarea corpului galben (fig. 2.137 b) determină scăderea secreției de progesteron, endometrul nu mai este hrănit, se dezorganizează și se declanșează hemoragia menstruală.

SUMAR

Sistemul reproducător masculin este format din testicule, conducte spermatiche, glande anexe și organe genitale externe. În tubii seminiferi ai testiculelor are loc spermatogeneza prin care se formează gameții masculini, spermatozoizii. Acest proces începe la pubertate, în jurul vârstei de 14 ani și continuă pe toată durata vieții; este reglat de gonadotropine și de testosteron. Sistemul reproducător feminin este alcătuit din ovare, căi genitale și organe genitale anexe. În corticala ovarului are loc producerea gameților feminini, proces numit ovogeneza și reglat de gonadotropine și de hormoni sexuali feminini.

EVALUARE

1. Descrieți procesul de spermatogeneză.
2. Ce structuri sunt străbătute de spermatozoizi până la întâlnirea cu ovocitul secundar?
3. Care sunt factorii determinanți ai modificărilor endometrului de-a lungul ciclului ovarian?

SĂNĂTATEA REPRODUCERII

Sănătatea reproducerii constă în menținerea stării de sănătate fizică, mentală și socială în tot ceea ce ține de sistemul de reproducere, în toate etapele vieții umane. Aceasta implică o viață sexuală satisfăcătoare și în siguranță, posibilitatea procreerii, precum și libertatea femeilor și a bărbaților de a hotărâ când, dacă și cât de des doresc să procreeze. Asigurarea sănătății reproducerii implică dreptul de a fi informați și de a avea acces la metode sigure, eficiente, accesibile și acceptabile de planificare familială, selectate după liberă opțiune a fiecărui individ.

De asemenea, sănătatea reproducerii include și accesul la servicii medicale corespunzătoare, ce permit femeii parcurgerea în siguranță a sarcinii și nașterii.

PLANNING FAMILIAL

Planning-ul familial reprezintă controlul fertilității cuplurilor. Recent introduse în practica medicală, serviciile de planificare familială au un rol important în creșterea calității asistenței pentru sănătate.

Planificarea familială definește capacitatea persoanei sau cuplului de a anticipa și de a avea numărul dorit de copii, la momentul ales și la intervalele de timp dintre nașteri pe care le hotărâsc singuri. Acest lucru se poate îndeplini prin folosirea metodelor contraceptive și prin tratamentul infertilității.

CONCEPȚIE ȘI CONTRACEPȚIE

Concepția sau **fecundația** se realizează prin unirea ADN din spermatozoid cu ADN din ovul, rezultând astfel **celula-ou** sau **zigotul**, prima celulă a unui viitor individ. Aceasta se petrece în urma actului sexual care, datorită viabilității celor doi gameți, trebuie să nu se desfășoare cu mai mult de trei zile înainte de momentul ovulației. În timpul actului sexual, circa 150 – 300 de milioane de spermatozoizi sunt eliberați prin ejaculare și trec prin vagin, în uter. Dintre aceștia, numai câteva sute ajung la ovocitul secundar, și unul singur îl va fecunda, în regiunea ampulei trompei uterine.

După ce spermatozoidul intră în ovocitul secundar își pierde coada și piesa intermediară și migrează în centrul celulei. Ovocitul secundar își finalizează meioza a II-a, formând ovulul și al doilea globul polar. Nucleii ovulului și spermatozoidului se combină formând **nucleul zigotului** sau celulei-ou (fig. 2.139).

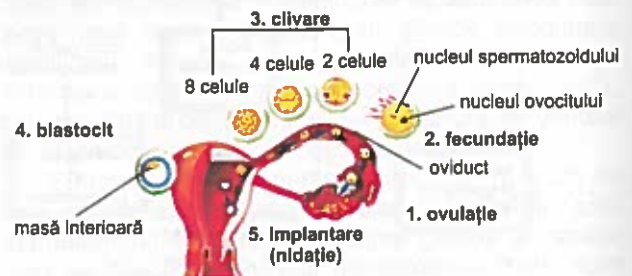


Fig. 2.139. Evenimentele consecutive fecundației

Sarcina și nașterea. În numai câteva ore de la fecundație, **zigotul** este propulsat de cili trompei uterine în uter, iar în timpul acestei „călătorii”, încep diviziunile celulare. Această etapă, numită și etapa de clivare, durează 24 – 48 de ore și, deși numărul celulelor crește, nu se înregistrează creșteri ale masei.

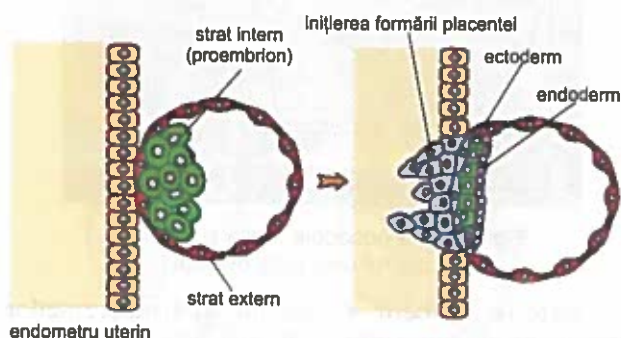


Fig. 2. 140. Nidația
a) a VI-a zi; b) a X-a zi

În jurul celei de a patra zi, din zigot s-au format 16 celule care rămân unite într-o masă compactă, intră în uter, unde plutește liber timp de două zile. În cea de a șasea zi, masa numără 100 de celule, numită blastocist, în formă sferică, iar celulele se dispun pe două straturi, extern și intern. Stratul extern devine

placentă, iar stratul intern devine **preembrion**. În a zecea zi, are loc **nidația** (fig. 2. 140), adică implantarea **preembrionului** în peretele endometrial al uterului. De acum, proembrionul este numit **embrion**, format din două straturi celulare (**ectoderm** și **endoderm**).

Acesta suferă noi transformări, numite gastrulație, în care apare și al treilea strat de celule (**mezodermul**).

Concomitent cu dezvoltarea embrionului, se formează și **anexele embrionare** (fig. 2.141), compuse din: amnios, sac vitelin, alantoidă și placenta. **Amniosul** constă într-o membrană care se dispune în jurul embrionului, umplută cu lichid amniotic cu rol protector. **Sacul vitelin** constă într-o veziculă suspendată de suprafața ventrală a embrionului, în care se află nutrimente ce vor hrăni embrionul până la formarea **cordonului ombilical**.

Alantoida este baza structurală pentru cordonul ombilical și va deveni parte a vezicii urinare a fătului. Cordonul ombilical complet diferențiat conține o masă de țesut conjunctiv embrionar în care se află artere și vene și este acoperit de membrană amniotică.

Placenta este structura care asigură nutriția embrionului în perioada gravidei. Aceasta este compusă din țesut de origine maternă și embrionică. Porțiunea provenită din stratul extern al embrionului formează **corionul**, care închide într-o cavitate embrionul și celelalte anexele embrionare. Corionul formează vilozități corionice bogat vascularizate, iar aceste vase se vor uni în **artere** și **vene ombilicale**.

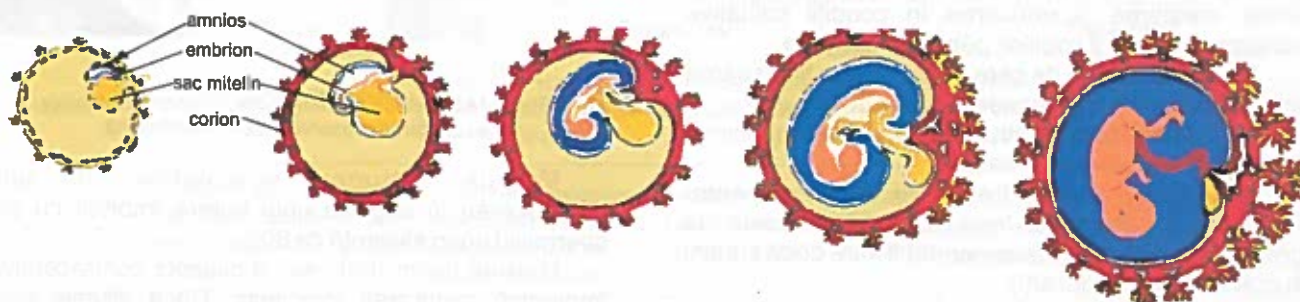


Fig. 2.141. Formarea anexelor embrionare

Tabelul 2.38. Evenimentele cheie din timpul dezvoltării sarcinii

Primul trimestru (săptămânile 1-12)	Al doilea trimestru (săptămânile 12-24)	Al treilea trimestru (săptămânile 24-38)
<ul style="list-style-type: none"> – apar mugurii membrelor, ochii, începe formarea organelor majore, a măduvei spinării – fătul are o lungime de 100 mm; poate fi determinat sexul 	<ul style="list-style-type: none"> – placenta se deplasează pe o parte, începe formarea scheletului, creierul crește rapid, sistemul nervos începe să funcționeze – fătul atinge 300 mm lungime 	<ul style="list-style-type: none"> – fătul crește rapid – începe dezvoltarea sistemului imunitar – se deschid ochii – greutatea fătului ajunge la 2700g – 4000g – lungimea fătului atinge 500 mm 

Nașterea încheie starea de gravidie și se petrece cu aproximație la împlinirea a 280 de zile de la ultima hemoragie menstruală (+15 zile sau -15 zile față de această dată). Prin naștere, fătul este expulzat din uter, ca urmare a unei serii de evenimente numite **travaliu**. Inițierea travaliului este declanșată de nivelul ridicat de estrogeni, precum și de producerea ocitocinei de către unele celule fetale. Ambii hormoni determină contractia musculaturii uterine. Pe măsură ce contractiile se intensifică (inițial se produc la intervale de 30 – 15 minute și durează 10 – 30 de secunde) și devin mai viguroase; dilatarea colului uterin durează între 6 și 12 ore. La sfârșitul fazei de dilatare, diametrul colului uterin atinge 10 cm, permițând expulzia fătului. În timpul expulziei fătului, contractiile uterului se succed la intervale de 5 – 2 minute și durează 1 minut. La o naștere obișnuită, fătul se prezintă cu capul în dreptul colului uterin, ușurând expulsiia. După expulzia fătului, cordonul ombilical este prins cu o clemă și secționat dincolo de legătură. Ultima etapă a nașterii este eliminarea placentei care se desfășoară la circa 30 de minute după expulzia fătului. Este foarte importantă eliminarea tuturor rezidurilor anexelor embrionare pentru a împiedica continuarea sângerei după travaliu.

Contracepția. Controlul concepției unui copil este unul dintre factorii importanți de care depinde sănătatea societății. Decizia de a aduce pe lume un copil trebuie să fie motivată de ansamblul de factori psiho-sociali și economici care condiționează nașterea, creșterea și educarea în condiții calitative corespunzătoare a copiilor, până la maturitate.

Principalii factori de care trebuie să se țină seama în luarea deciziei de concepere a unui copil sunt:

- solicitările la care trebuie să facă față organismul femeii în timpul sarcinii și nașterii;
- necesitatea reglării frecvenței sarcinilor pentru refacerea organismului femeilor după perioada de gravidie (timpul minim recomandat între două sarcini succesive este de doi ani);
- riscurile mortalității infantile cauzate de precaritatea condițiilor de creștere și incorecta supraveghere a sugariilor;
- comportamentele deviate ale copiilor datorate imaturității și lipsei de responsabilitate a părinților.

Toți acești factori reclamă controlul sarcinilor prin metode contraceptive și nu prin avort, care expun organismul la riscuri extreme.

Metodele contraceptive sunt variate, și practica una sau a alteia este opțiunea fiecărui cuplu.

Metoda abstenenței este cea mai simplă metodă, bazată pe cunoașterea momentului ovulației, care poate fi determinat prin măsurarea temperaturii corporale pe toată perioada dintre două hemoragii menstruale. Astfel, se constată că în zilele ce preced ovulația temperatura scade, iar imediat după ovulație temperatura crește (fig. 2.142). Evitând contactul sexual două zile înainte de ovulație și două zile după ovulație (5 zile), este împiedicată fecundația. Metoda

este aplicabilă în cazul unui ciclu ovarian regulat și eficiența ei este de 40%.

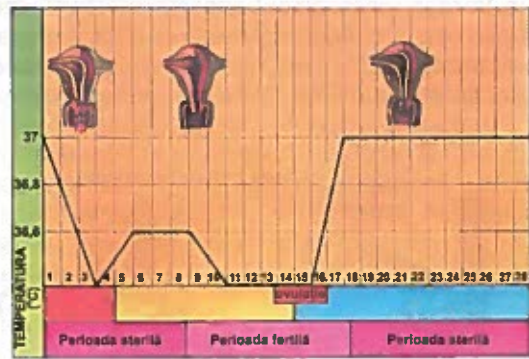


Fig. 2.142. Perioadele fertile și nefertile din cadrul unui ciclu ovarian

Metoda blocării accesului spermatozoizilor presupune utilizarea prezervativului (fig 2.143. a) sau a diafragmei (la femei) figura 2.143 b. Această metodă determină totuși fecundația, în proporție de 15%, prin perforarea prezervativului sau nepotrivirea diafragmei cu conformația organelor genitale.



Fig. 2.143. Metoda blocării accesului spermatozoizilor a) utilizarea prezervativului; b) diafragma

Metoda distrugerii spermatozoizilor prin introducerea în vagin a unui buture îmbibat cu gel spermicid are o eficiență de 80%.

Metoda hormonală sau a pilulelor contraceptive împiedică maturarea ovocitelor. Dacă pilulele sunt recomandate de medic, în funcție de profilul hormonal individual, metoda are o eficiență de peste 90%.

Metoda steriletului (fig. 2.144) constă în implantarea în uter a unui dispozitiv care împiedică nidația și are o eficiență de 97 – 99%, menținută până la 10 ani, în funcție de tipul folosit.

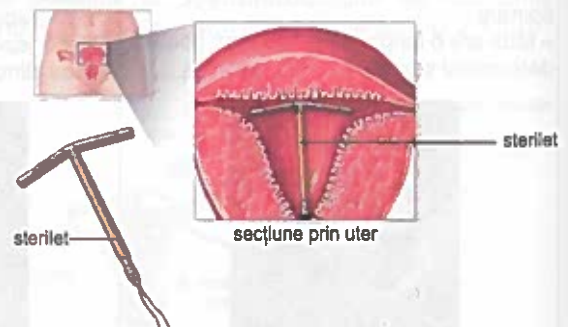
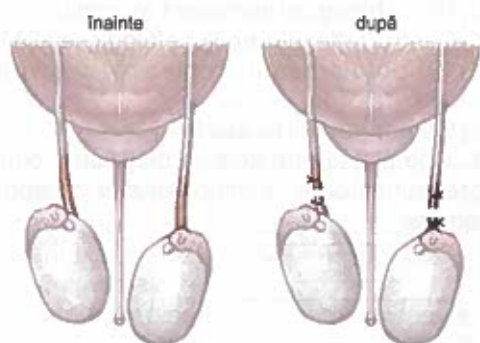


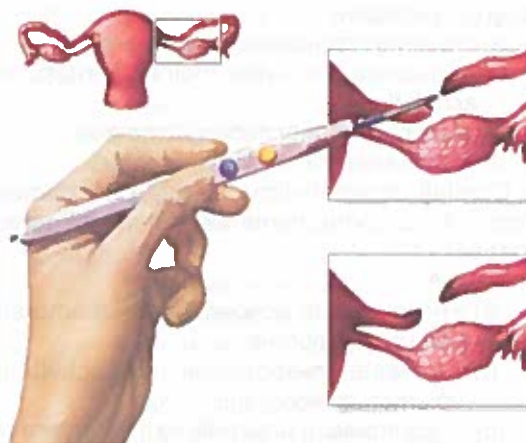
Fig. 2.144. Metoda steriletului

Metodele chirurgicale sunt metode definitive, specifice fiecărui sex, recomandate după ce au fost concepuți copii sau, în cazuri speciale, la indicația medicului. La bărbați (fig. 2.145 a), se extrage câte un

fragment de tub deferent din fiecare testicul (**vasectomie**), iar la femeie (fig. 2.145 b) sunt întrerupte trompele uterine (ligaturarea trompelor). Și aceste metode au o eficiență de 100%.



a)



b)

Fig. 2.145. Metodele chirurgicale
a) la bărbați; b) la femei

NOȚIUNI ELEMENTARE DE IGIENĂ ȘI PATOLOGIE

Tabel 2.39. Afecțiuni ale sistemului reproducător

Afecțiunea	Cauze	Simptome	Tratament
Anexite	– inflamație a trompelor și ovarelor	– dureri abdominale, lombare accentuate la efort, febră, secreție vaginală la abundență sau pierderi de sânge	– antibiotice recomandate de medic, calmante, vitaminoterapie, repaus la pat
Vaginite	– infecții ale vaginului ce pot fi provocate de bacterii, fungi sau protiste parazite	– secreție exagerată, uneori urât mirositoare, albicioasă (leucoree sau poala albă), uneori sângerări, senzație de arsură, prurit și durere la contactul sexual	– medicație specifică recomandată de medic și care trebuie urmată de ambii parteneri
Adenom de prostată	– creșterea volumului prostatei și comprimarea uretrei	– îngreunarea eliminării urinei, frecvente senzații de urinare, urinări dese, inclusiv noaptea, și în cantități mici, complicații: retenția acută de urină, infecții urinare, litiază renală, insuficiență renală	– posibilități numeroase de tratament, atât medicale, cât și chirurgicale

SUMAR

Concepția sau fecundația se realizează prin unirea ADN din spermatozoid cu ADN din ovul, rezultând astfel celula-ou sau zigotul – prima celulă a unui viitor individ. După fecundație, zigotul suferă o serie de diviziuni și transformări, devenind preembrion, embrion și făt. În cursul acestor transformări, apar anexele embrionare, care asigură protecția și nutriția viitorului individ. Conceperea unui copil trebuie să aibă loc după o decizie responsabilă. Pentru evitarea unei sarcini nedorite, se pot utiliza diverse metode de contracepție, cum sunt: abținerea, blocarea accesului spermatozoidilor, distrugerea spermatozoidilor, utilizarea pilulelor contraceptive, implantarea sterilizantului sau metode chirurgicale definitive, dacă există motive temeinice.

EVALUARE

1. Descrieți transformările suferite de zigot pe parcursul celor 38 de săptămâni de gravidie.
2. Care sunt cele mai eficiente metode contraceptive?
3. Care sunt argumentele pentru utilizarea metodelor contraceptive?

EVALUARE CAPITOLUL II

FUNCȚIILE DE RELAȚIE

1. Care este deosebirea dintre sistemul nervos somatic și cel vegetativ:

- prezența corpurilor neuronali în ganglioni;
- realizarea inervației motorii a mușchilor scheletici;
- prezența centrilor nervoși în nevrax;
- conectarea prin nervi cu receptori.

2. Corelați caracteristicile structurilor nervoase din coloana A, cu componente ale sistemului nervos din coloana B.

Coloana A

- Encefalul este acoperit de trei membrane conjunctive numite...
- ... este responsabil de activitățile voluntare ale corpului.
- ... controlează acte reflexe involuntare ca: ventilația pulmonară, presiunea sangvină, frecvența activității cardiace.
- ... conectează emisferele cerebrale.
- ... este constituită din corpi neuronali.

Coloana B

- Bulbul rahidian
- Meningele cerebrale
- Substanța cenușie
- Lobul frontal
- Corpul calos

3. Cortexul cerebral:

- este localizat în profunzimea emisferelor cerebrale;
- este cutat și aflat la suprafața creierului;
- conține substanță reticulată;
- este compus din fibre nervoase nemielinizate.

4. Emisfera stângă a creierului controlează:

- jumătatea stângă a corpului;
- jumătatea dreaptă a corpului;
- ambele jumătăți dreaptă și stângă a corpului;
- jumătatea anterioară a corpului.

5. Analizați imaginea de mai jos și precizați următoarele:

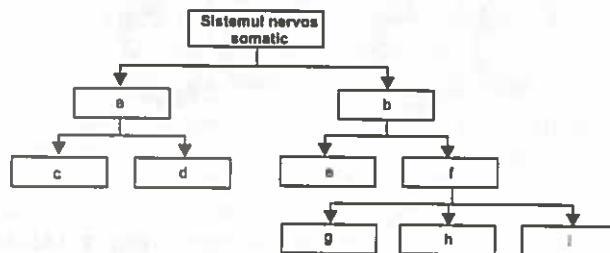
- ce reprezintă;
- care sunt elementele componente;
- ce rol îndeplinește un astfel de ansamblu.



6. Completați următoarele fraze lacunare:

- Substanța cenușie a trunchiului cerebral este organizată în....
- Nervii hipogloși inervează mușchii...
- Centrul reflexului oculocefalogir se află în...
- Hipotalamusul reglează activitatea glandelor...
- Centrul vorbirii se află în...

7. Completați următoarea diagramă, cu noțiunile corespunzătoare componentelor sistemului nervos somatic.

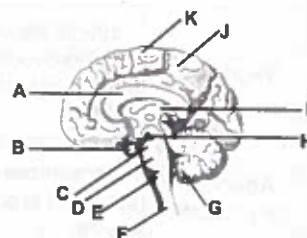


8. Completați următorul tabel:

Sistem nervos vegetativ	Localizarea componentelor		Lungimea fibrelor	Mediatorul chimic al sinapsei cu efectorii
	Centrală	Periferică	Preganglionare	Postganglionare

9. Identificați componentele encefalului, corelând literele din imaginea următoare cu noțiunile enumerate mai jos.

- mezencefal
- corpul calos
- măduva spinării
- talamus
- hipofiză
- cortex cerebral
- puntea lui Varolio
- cerebel
- bulbul rahidian
- trunchiul cerebral
- lobul parietal



10. Descrieți relațiile anatomice ale ramurei comunicante cenușii cu nervii spinali și indicați tipul de fibre care intră în alcătuirea acesteia.

11. Precizați ce efecte are stimularea simpatică asupra următoarelor structuri: inimă, vase sangvine, mușchii irisului, bronhii, musculatura tubului digestiv.

12. Pata oarbă se află:

- în zona cu maximă densitate de celule fotoreceptoare;
- în aceeași regiune cu pata galbenă;
- în zona pe unde nervul optic părăsește globul ocular;
- unde se află numai celule cu conuri.

13. Razele de lumină străbat mediile transparente din globul ocular, în următoarea ordine:

- corneea, umoare sticloasă, cristalin, umoare apoasă;
- corneea, cristalin, umoare sticloasă, umoare apoasă;
- corneea, umoare apoasă, cristalin, umoare sticloasă;
- cristalin, umoare apoasă, corneea, umoare sticloasă.

14. O persoană se prezintă la medicul orelist, prezentând amețeli, pierderi de echilibru și dureri în zona temporală și în timpul înghițirii. La consultație, medicul descoperă că timpanul și faringele sunt infectate. Descrieți cea mai plauzibilă cale de infectare a pacientului, precizați structurile afectate și explicați cauza simptomelor acestuia.

15. În ce ordine se petrec modificările din globul ocular, la privirea unui obiect situat la distanță:

- mioză, relaxarea ligamentului suspensor, creșterea convexității cristalinului;
- midriază, scurtarea ligamentului suspensor, scăderea convexității cristalinului;
- midriază, scurtarea ligamentului suspensor, creșterea convexității cristalinului;
- mioză, relaxarea ligamentului suspensor, creșterea convexității cristalinului.

16. Realizați o investigație privind influența culorii asupra gustului. Modul de lucru: realizați soluții de zahăr cu diferite concentrații și diferite intensități de colorant alimentar și esență de vișine.



Pregătiți variante de culori pentru diferite concentrații de aromatizant și de colorant. Testați soluțiile pe două grupe de voluntari: una cu persoane de vârstă cuprinsă între 15 – 22 de ani și alta cu persoane de vârste cuprinse între 50 – 75 de ani. Chestionați voluntarii:

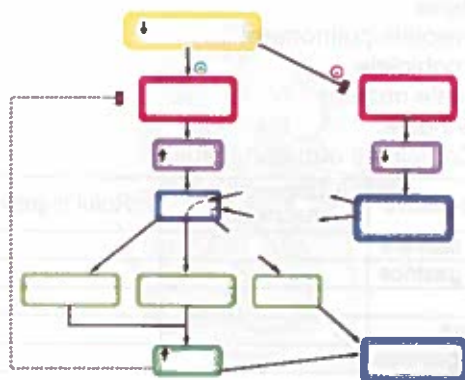
- Care dintre soluții a fost mai gustoasă?
- Care dintre soluții a fost mai dulce?

Răspundeți la întrebările:

Este influențat gustul de culoare?

Ce grup de vârstă este mai influențabil?

17. Completați diagrama reglării glicemiei.



18. Un pacient prezintă aritmii severe și a urmat timp de două luni un tratament cu glucocorticoizi sintetici. După tratament, pacientul nu se simte bine, prezentând repetate frisoane și edeme. Explicați cauzele acestor simptome.

19. Asociați oasele din coloana A, cu regiunile scheletului cuprinse în coloana B.

Coloana A

- occipital
- claviculă
- radius
- tibie
- stern

Coloana B

- centura scapulară
- neurocraniu
- scheletul trunchiului
- scheletul gambei
- scheletul antebrațului

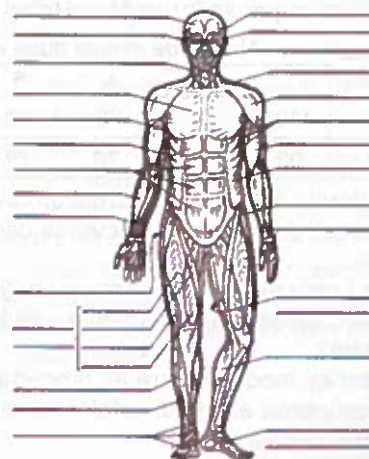
20. Alcătuiți un eseu cu titlul „Creșterea oaselor lungi”, precizând următoarele:

- modul de realizare a creșterii în lungime;
- modul de realizare a creșterii în grosime;
- hormonii care intervin în creșterea oaselor.

21. Analizați afirmațiile și stabiliți care sunt corecte și care sunt incorecte:

- Aplicarea unui stimul de intensitate prag asupra mușchiului determină un tetanos.
- Tetanosul poate fi complet sau incomplet.
- Tetanosul complet apare după completa relaxare a mușchiului între stimulări.
- Tetanosul incomplet apare în cazul lipsei relaxărilor între stimulări.
- Explicați semnificația expresiei „cuplarea excitației cu contracția”.

22. Completați legenda figurii de mai jos cu denumirea mușchiului indicat de fiecare săgeată.



Răspunsuri: 1: b; 2: a-B, b-D, c-A, d-e, e-C; 3: b; 4: b; 7: a-nevrax, b-nervi, c-substanță albă, d-substanță cenușie, e-spinali, f-cranieni, g-senzitivi, h-motori, i-mișcți; 12: c; 13: c; 15: b; 19: a-B, b-A, c-E, d-D, e-C; 21: a-fals, b-adevărat, c-fals, d-fals;

FUNCTIILE DE NUTRIȚIE

1. Analizați următoarele afirmații și stabiliți dacă sunt adevărate sau false:

- Bila conține săruri biliare, apă și enzime.
- Unitatea structurală și funcțională a pancreasului exocrin este insula Langherhans.
- Majoritatea nutrimenților sunt absorbite prin mecanisme active de transport.
- Amilaza salivară are efect bactericid.

2. Cea mai importantă enzimă în digestia amidonului este

- pepsina;
- gastrina;
- tripsina;
- amilaza.

3. Care dintre enzimele următoare va fi activă în mediul cu pH 2

- tripsina;
- amilaza;
- pepsina;
- carboxipeptidaza.

4. Figura de mai jos reprezintă două soluții separate de o membrană semipermeabilă, care permite trecerea liberă a apei, dar nu lasă să treacă substanțele dizolvate în apă.

10% albumină

1% glucoză

Precizați următoarele:

- Dacă apa va trece dintr-un compartiment în celălalt.
- Dacă da, în ce sens va migra apa.
- Argumentați pentru răspunsurile date.

5. Doi elevi investighează frecvența cardiacă prin numărarea pulsului timp de 1 minut, înainte și după efort fizic (alergare ușoară timp de 5 minute). Rezultatele sunt cuprinse în următorul tabel:

Pulsații / minut înainte de efort	Număr de minute după efort				
	1	2	4	6	8
Ana – 75	110	93	90	86	80
Mihai – 65	90	93	70	67	65

- Cu datele din tabel construiți un grafic.
- Explicați de ce crește frecvența cardiacă la efort.
- Cărui elev i-a fost necesar mai puțin timp pentru revenirea la frecvența cardiacă inițială?
- Descrieți modul în care ați proceda pentru investigarea efectului cafelei asupra frecvenței cardiace.

6. Arterele realizează întotdeauna:

- transportul sângelui de la inimă în corp;
- transportul sângelui oxigenat în corp;
- transportul sângelui oxigenat de la inimă în corp;
- transportul sângelui din corp la inimă.

7. Pe măsură ce se produce vasodilatația, au loc următoarele fenomene:

- scade viteza sângelui;
- scade rezistența vasculară și crește viteza de înaintare a sângelui;
- crește frecarea sângelui de pereții vasculari;
- scade rezistența vaselor, scade viteza sângelui și crește frecarea.

8. Diastola ventriculară începe când:

- se deschid valvele aortei;
- se deschide valva mitrală (bicuspidă);
- se încheie sistola atrială;
- volumul ventricular stâng este cel mai scăzut;
- au loc două dintre evenimentele enumerate.

9. Explicați de ce se modifică presiunea și viteza sângelui în drumul acestuia din aortă în capilare. Ce factori determină aceste modificări?

10. Explicați de ce inima este considerată a fi compusă din două pompe separate. Argumentați de ce este acesta un avantaj sau un dezavantaj.

11. Care este cantitatea de sânge pompată de inima unui adult timp de 24 de ore, dacă persoana se află în condiții bazale?

12. Explicați de ce:

- Presiunea parțială a dioxidului de carbon este mai mare în alveole decât în aerul atmosferic.
- Presiunea parțială a oxigenului este mai mică în alveole decât în aerul atmosferic.

13. Observați imaginea următoare și precizați elementele structurale identificate:



14. Unitatea structurală și funcțională a rinichiului este:

- ansa Henle;
- glomerulul renal;
- nefronul;
- corpusculul renal.

15. Care dintre următoarele structuri nu aparțin căilor aeriene:

- alveolele pulmonare;
- bronhiiolele;
- fosele nazale;
- faringele.

16. Completați următorul tabel

Glande digestive	Compoziția secrețiilor	Rolul digestiv
Glandele salivare		
Glandele gastrice		
Ficatul		
Pancreasul		
Glandele gastrice		

17. Volumul de aer ce poate fi eliminat din plămâni după o expirație normală se numește:

- a) volum curent;
- b) volum rezidual;
- c) volum expirator de rezervă;
- d) volum inspirator de rezervă.

18. Schimbul de gaze la nivelul alveolelor se desfășoară prin:

- a) transport activ;
- b) exocitoză;
- c) difuziune;
- d) transport pasiv.

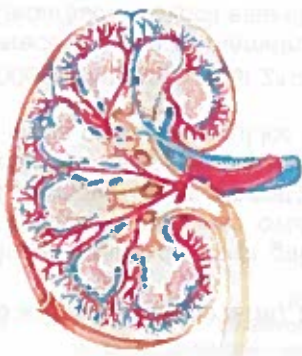
19. Precizați dacă următoarele afirmații privind sistemul circulator sunt adevărate sau false:

- a) O frecvență cardiacă mai mică de 60 de bătăi / minut este considerată tahicardie.
- b) Sunetele cardiace sunt produse de închiderea valvelor atrioventriculare și semilunare.
- c) Presiunea diastolică este presiunea maximă din timpul contracției ventriculare.
- d) Creșterea temperaturii corpului va fi urmată de creșterea frecvenței cardiace.
- e) Diametrul vaselor sangvine este factorul cel mai important în determinarea rezistenței vasculare periferice.
- h) Arterele coronare își au originea în apropierea locului de origine al aortei.
- g) Atrile recepționează sângele care se întoarce la inimă.
- h) În condiții obișnuite, ritmul cardiac este determinat de impulsurile generate de nodulul atrioventricular.
- i) O presiune arterială cu valorile 170/96 indică o stare de hipertensiune.
- j) Obstrucția venei cave inferioare va împiedica întoarcerea la inimă a sângelui care a irigat membrele superioare.

20. Sursa cea mai concentrată de energie este reprezentată de:

- a) proteine;
- b) glucoză;
- c) lipide;
- d) glicogen.

21. Observați imaginea următoare și precizați elementele structurale identificate :



22. Care este cel mai important factor implicat în determinarea ratei metabolismului bazal al unui adult sănătos?

- a) sexul individului;
- b) raportul suprafață/volum;
- c) nivelul tiroxinei din sânge;
- d) vârsta;
- e) starea emoțională.

23. Asociați afirmațiile din coloana A, cu structurile renale corespunzătoare din coloana B:

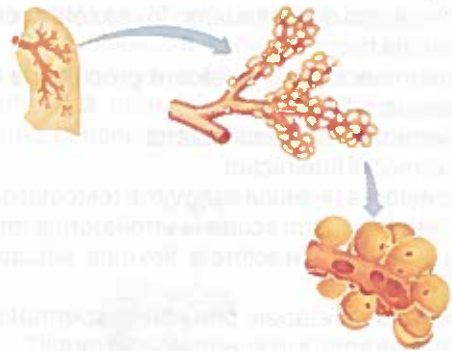
Coloana A

- a) Structură în formă lătită, de cupă, care înconjoară complet glomerulul.
- b) Porțiune a tubului urinifer care continuă capsula glomerulară și se cutează.
- c) Celule ramificate interconectate, aflate la nivelul glomerulului, și care formează o membrană poroasă.
- d) Tub care recepționează urina formată în mai mulți nefroni.

Coloana B

- A) podocite
- B) tub contort proximal
- C) capsula Bowman
- D) tub colector

24. Observați imaginea următoare și precizați elementele structurale identificate :



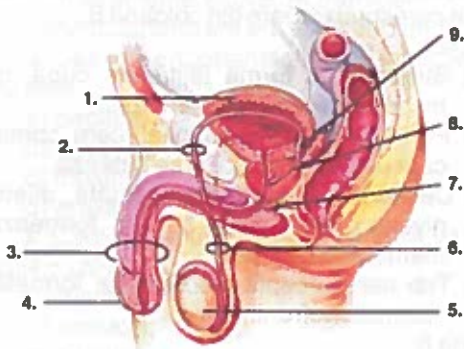
25. Stabiliți dacă următoarele afirmații sunt adevărate sau false.

- a) Catabolismul constă în totalitatea reacțiilor chimice necesare întreținerii vieții.
- b) Cu cât este mai mare temperatura corpului, cu atât se intensifică rata metabolismului.
- c) Prin metabolism bazal, se înțelege consumul energetic necesar întreținerii funcțiilor vitale.
- d) Formarea glucozei din glicogen se numește gluconeogeneză.

Răspunsuri: 1: a; F(fals); b-F; c-A (adevărat); d-F; e: A; f: A; g: A; h: F; i: A; j: F; 18: c; 19: a; A (adevărat); b: A; c: F (fals); d: A; F; 2: d; 3: c; 6: a; 7: b; 8: e; 14: c; 15: a; 17: c; 20: b; 22: c; 23: a-C, b-B, c-A, d-D; 25: a-F (fals); b-A (adevărat); c-A; d-F.

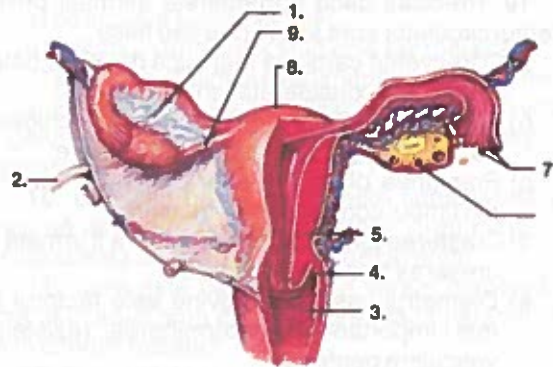
FUNCTIA DE REPRODUCERE

1. Producerea spermei începe în:
 - a) tubii seminiferi;
 - b) epididim;
 - c) vasul deferent;
 - d) canalul ejaculator.
2. Analizați figura următoare și precizați structurile indicate de cifre.



3. Celula formată în urma fecundației se numește:
 - a) gamet;
 - b) embrion;
 - c) făt;
 - d) zigot.
4. Producția de testosteron în celulele interstițiale este stimulată de:
 - a) neurosecreții stimulative produse de hipotalamus;
 - b) hormonul foliculostimulant;
 - c) hormonul luteinizant;
 - d) creșterea nivelului sangvin al testosteronului.
5. Dați răspunsuri scurte la următoarele întrebări:
 - a) Care sunt caracteristicile sexuale secundare la bărbat.
 - b) Care sunt etapele prin care o spermatidă este transformată în spermatozoid mobil?
 - c) Ce semnificație are faptul că meioza din cadrul ovogenezei duce la formarea unui singur gamet, și nu patru, ca în cazul spermatogenezei?
6. Maturarea spermatozoizilor are loc în:
 - a) tubii seminiferi;
 - b) epididim;
 - c) canalul deferent;
 - d) uretră.
7. Stratul uterin care este eliminat în timpul menstruației este:
 - a) endometrul;
 - b) miometrul;
 - c) epimetru;
 - d) toate de mai sus.
8. Stabiliți dacă următoarele afirmații sunt corecte sau false:
 - a) Fecundația normală are loc în trompele uterine.

- b) Prin unirea spermatozoidului cu ovocitul se formează zigotul.
- c) Celula-ou are 23 de cromozomi.
- d) Sarcina are o durată medie de 40 de săptămâni.
- e) Pilulele aniconceptive conțin hormoni.
- f) În timpul ovulației, temperatura corpului femeii crește ușor.
9. Precizați structurile indicate de cifre din figura următoare:



10. Ovarele unei tinere de 22 de ani conțin 42000 de foliculi, 9 corpi galbeni, 58 de corpi albi. Majoritatea foliculilor sunt mici, dar 219 au un diametru de peste 100 de micrometri, iar cinci foliculi conțin câte două ovocite. Presupunând că fiecare folicul produce lunar câte un corp galben, determinați:
 - a) la ce vârstă a avut femeia prima menstruație;
 - b) câți ani va fi fertilă tânăra;
 - c) câte seturi de potențiali gemeni ar putea să nască femeia.
11. Hormonul care, împreună cu estrogenii, stimulează pregătirea endometrului pentru fixarea embrionului este:
 - a) luteinizant;
 - b) foliculostimulator;
 - c) antidiuretic;
 - d) progesteron.

Răspunsuri:
 1: a; 3: d; 4: c; 6: a; 7: a; b; 8: a-A (adevărat), b-a, c-f (fals), d-f, e-A, f-A;
 10: a. Aduând numărul de corpi galbeni cu cel al corpiilor albi, rezultă numărul de ovulații, adică 67. Presupunând că un ovocit este eliberat lunar de folicul, rezultă că femeia are ovulații de 5 ani și 7 luni, ceea ce înseamnă că prima ovulație a avut loc la vârsta de 16 ani și 6 luni.
 b. Din cei 42000 de foliculi, numai 219 conțin ovocite primare, deoarece acestea au diametrul de peste 100 micrometri. Deoarece un ovocit este eliminat pe lună, rezultă că femeia va fi fertilă încă 18 ani și trei luni.
 c) Cinci foliculi conțin câte două ovocite, deci cinci posibile perechi de gemeni; 11: d

ORGANISMUL – UN TOT UNITAR

HOMEOSTAZIA MEDIULUI INTERN

În corpul uman sănătos sunt milioane de celule care își desfășoară constant activitățile vitale fără greșeală, chiar dacă factorii de mediu se modifică și au loc schimburi permanente între organism și mediul înconjurător. Buna funcționare a tuturor celulelor corpului este posibilă prin mecanisme integratoare și reglatoare, care asigură funcționarea organismului ca un tot unitar. Orice modificare intervenită în mediul intern (reprezentat de toate lichidele extracelulare), este urmată de reacții care conduc la minimalizarea respectivei schimbări. Această capacitate a organismului de a-și menține o relativă stabilitate a condițiilor interne, se numește **homeostazie**. Deși traducerea termenului de homeostazie înseamnă „neschimbat”, el nu are semnificația de stare fixă, ci indică o stare dinamică de echilibru, în care condițiile interne variază, însă, aceste variații se înscriu între anumite limite relativ apropiate. În general, organismul se află în stare de homeostazie atunci când necesitățile componentelor sale sunt satisfăcute și funcționează fără dificultăți, adecvat solicitărilor.

Menținerea homeostaziei este un proces complicat, în care fiecare sistem de organe are rolul său în păstrarea constantă a parametrilor mediului intern, care condiționează buna funcționare a tuturor celulelor. Astfel, permanent trebuie menținute constante nivelurile nutrienților vitale din sânge, activitatea cardiacă și presiunea arterială trebuie

monitorizată constant și ajustată pentru ca sângele să fie propulsat către toate țesuturile corpului. De asemenea, nu trebuie să se acumuleze în mediul intern substanțe nefolositoare, produși de metabolism, temperatura corpului trebuie reglată constant, deoarece o largă varietate de substanțe chimice, factori termici și neutrii acționează și interacționează în moduri complexe, uneori facilitând, altele împiedicând organismul să își păstreze stabilitatea.

Principalul factor care asigură realizarea homeostaziei în cadrul organismului este comunicarea realizată în primul rând de sistemele nervos și endocrin, care utilizează impulsurile electrice și, respectiv, hormonii, ca transmițători de informații.

Mecanismul de reglare a homeostaziei implică o **variabilă** care este factorul sau evenimentul ce trebuie reglat și are valoarea de stimul, un **receptor** care reacționează la acțiunea variabilei, un **centru de control** care primește informația de la receptor, stabilește nivelul la care variabila trebuie menținută, analizează informația și determină răspunsul adecvat sau modul de acțiune și, în sfârșit, un **efector** care duce la îndeplinire comanda dată de centrul de control. Rezultatul răspunsului influențează stimulul în două moduri: îl diminuează (mecanism de feedback negativ) și, ca urmare, întregul mecanism se închide, sau îl amplifică (mecanism de feedback pozitiv) și mecanismul continuă, reacția este chiar amplificată.

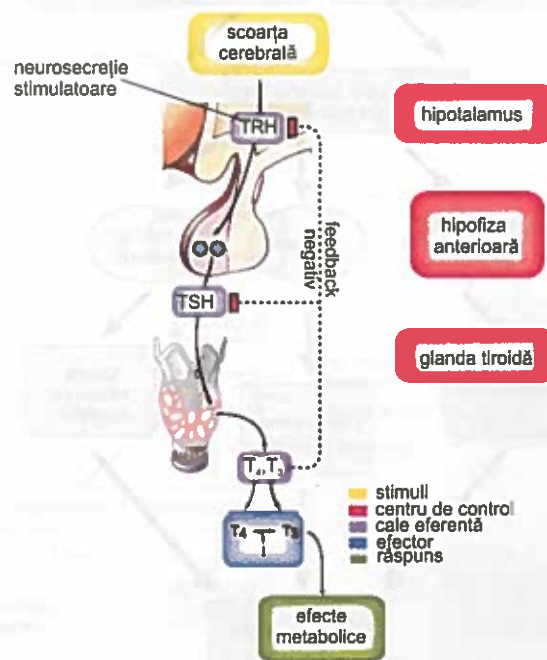
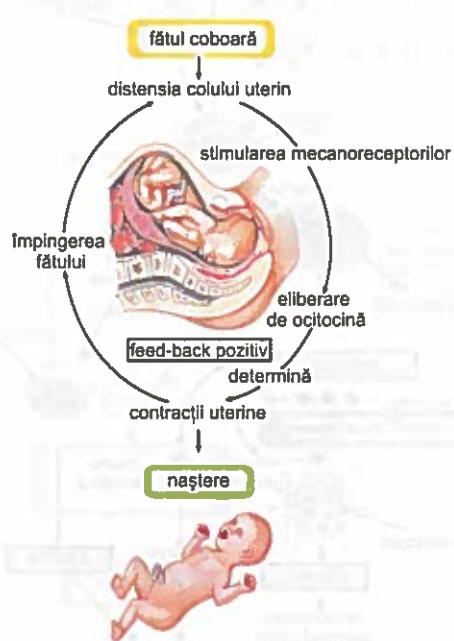


Fig. 2.146. Modalități de răspuns la stimuli
a) feedback pozitiv – secreția de ocitocină în timpul nașterii;
b) feedback negativ – secreția de hormoni tiroidieni sub influența stimulilor externi și interni

Exemple ale celor două modalități de răspuns la stimuli și, totodată, demonstrarea implicării sistemelor nervos și endocrin sunt ilustrate de reglarea secreției de ocitocină (fig. 2.146 a) și de reglarea secreției hormonilor tiroidieni (fig. 2.146 b).

În primul caz, este un mecanism de **feedback pozitiv**, presiunea exercitată de făt la coborârea în uter (stimul) stimulează **mecanoreceptorii** (receptori) din pereții colului uterin. Excitarea mecanoreceptorilor este transmisă prin fibre nervoase lobului posterior hipofizar (centrul de control), ceea ce va determina descărcarea **ocitocinei** (efector), care va stimula contractia musculaturii netede din peretele uterului și expulsiia fătului. Pe măsură ce crește presiunea exercitată de făt asupra pereților uterului, crește și secreția de ocitocină, care încetează după naștere.

În al doilea caz, este un mecanism de **feedback negativ**. Astfel, un metabolism energetic scăzut (ca în cazul metabolismului bazal), dar și o concentrație de hormoni tiroidieni scăzută (stimuli) exercită stimularea centrilor hipotalamici care vor descărca neuro-secreții stimuloare (TRH). Acestea ajung prin sistemul port hipofizar la hipofiza anterioară și determină secreția și descărcarea de TSH, care ajunge pe cale sangvină la

tiroidă, unde determină secreția și eliberarea de hormoni (efector) tiroidieni (T4 și T3). Aceștia vor declanșa efectele metabolice necesare și, totodată, concentrația lor crescută va inhiba activitatea secretorie. În acest caz, stimularea hipotalamusului poate fi realizată atât de variabile interne – concentrația sangvină a hormonilor tiroidieni, cât și de factori externi, cum ar fi scăderea temperaturii mediului sau acțiunea unui factor emoțional stresant.

Factorii externi acționează asupra exteroceptorilor, care transmit informațiile scoarței cerebrale, pe căi nervoase aferente, de unde, pe căi nervoase eferente, sunt exercitate comenzile pentru hipotalamus. Inhibarea secreției este realizată deci de nivelul crescut al hormonilor tiroidieni, care acționează asupra a trei centrii de control: hipotalamus, hipofiză și tiroidă.

Aceleași mecanisme asigură homeostazia tuturor parametrilor mediului intern, cum sunt: presiunea arterială (fig. 2.147), eliminarea agenților patogeni (răspunsul imun) (fig. 2.148), temperatura corpului (fig. 2.149), asigurarea constanței chimice a plasmei (reglarea calcemiei și a glicemiei) (fig. 2.150 și fig. 2.151) etc.

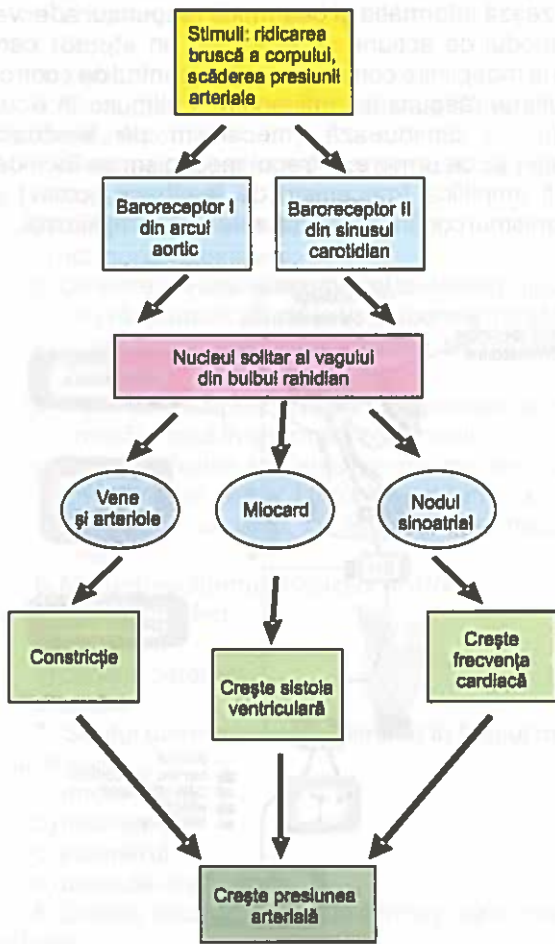


Fig. 2.147. Mecanismul reglării tensiunii arteriale

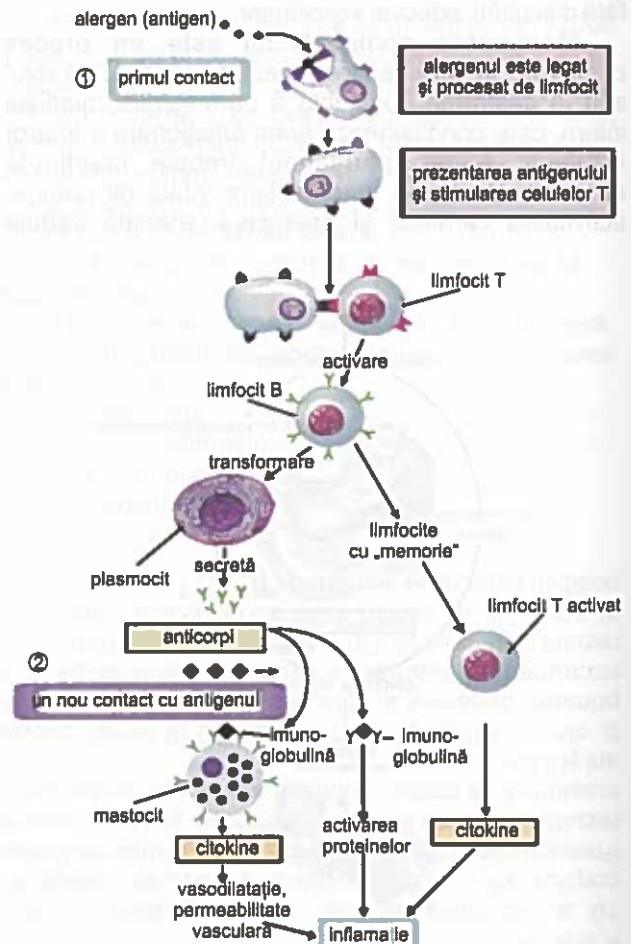


Fig. 2.148. Mecanismul răspunsului imun

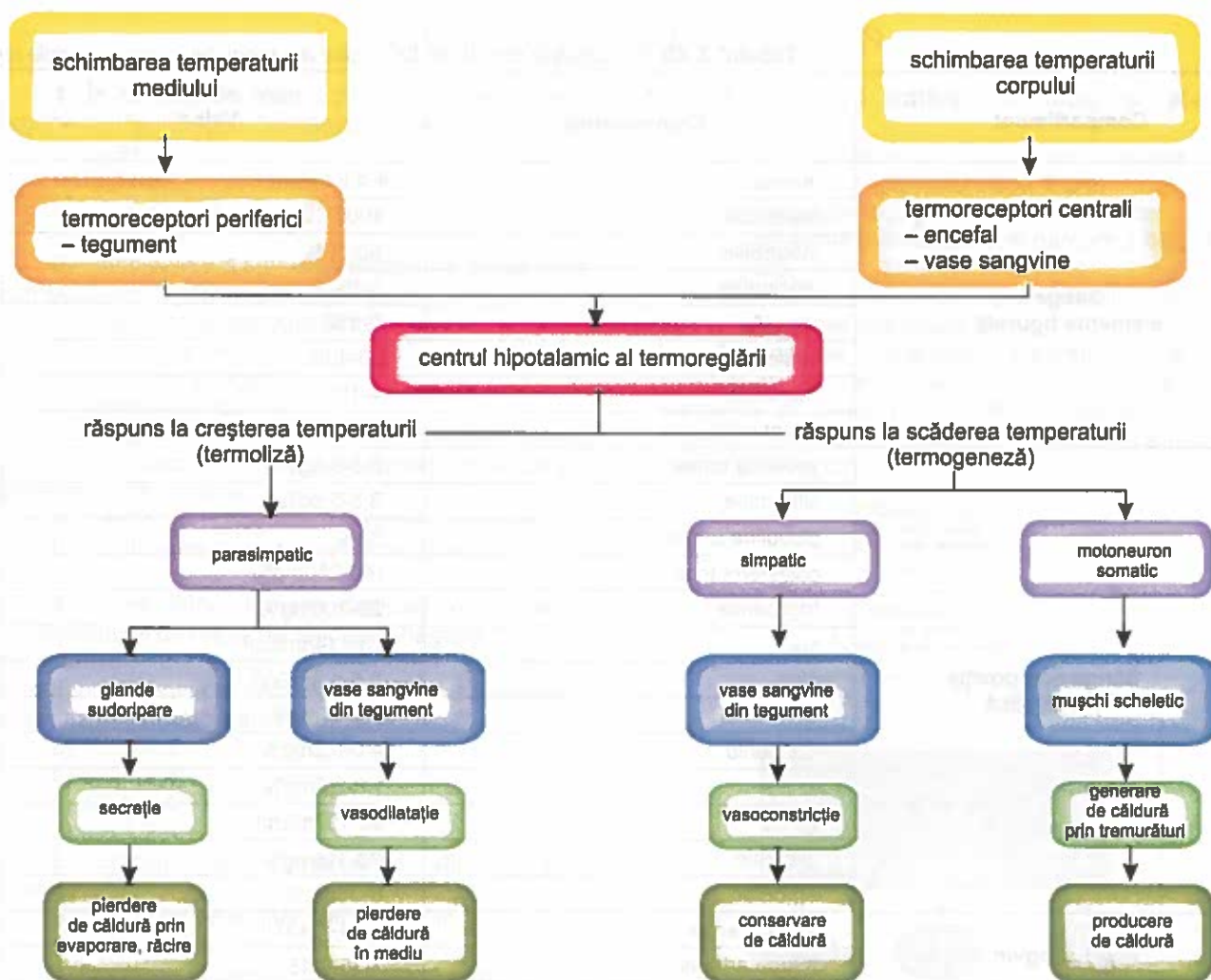


Fig. 2. 149. Mecanismul reglării temperaturii corpului

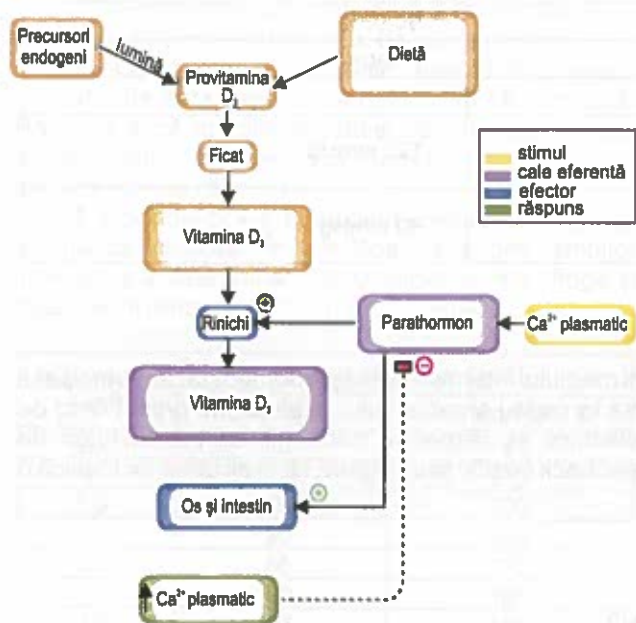


Fig. 2.150. Mecanismul reglării calcemiei

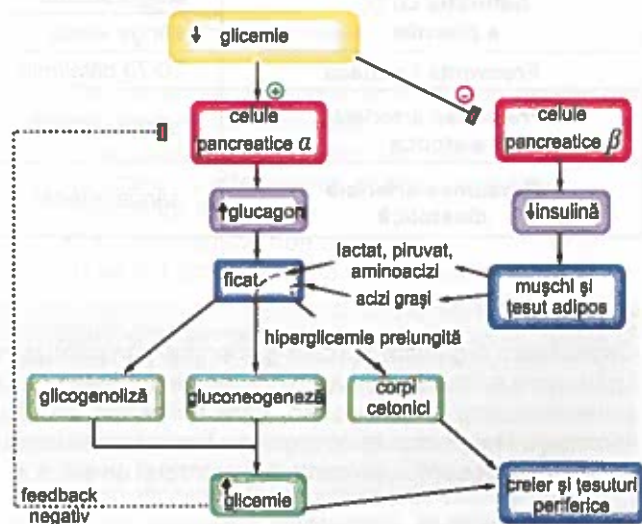


Fig. 2.151. Mecanismul reglării glicemiei

Tabelul 2. 40. *Principalele constante fiziologice ale mediului intern și valorile lor*

Compartiment	Componente	Valori
Sânge elemente figurate	hematii	4-6,2 mil/mm ³
	leucocite	4000-10000/mm ³
	neutrofile	50-70%
	eozinofile	1-4%
	bazofile	0-1%
	limfocite	20-40%
	monocite	4-10%
	trombocite	150000-400000/mm ³
Sânge compoziția plasmatică	proteine totale	6,3-8,6g%
	albumine	3,8-5,5g%
	globuline totale	3g%
	colesterol total	140-250mg%
	trigliceride	20-200mg%
	Na ⁺	135-148mEq/l
	K ⁺	3,5-5,3mEq/l
	Ca ⁺⁺ total	8,4-11mg%
	Ca ⁺⁺ ionic	4,5-5,5mg%
	Mg ⁺⁺	1,9-2,5mg%
	Cl ⁻	98-107mEq/l
	glicemie	70-115mg%
	amoniac	9-33mg%
pH sangvin	sânge venos	7,34-7,437
	sânge arterial	7,35-7,45
Presiuni parțiale în plasmă	P _{CO₂}	32-46mmHg
	P _{O₂}	71-104mmHg
Saturația cu O ₂ a plasmei	sânge arterial	94-98%
	sânge venos	70-80%
Frecvența cardiacă	70-75 bătăi/min	
Presiunea arterială sistolică	sânge arterial	120 mmHg
Presiunea arterială diastolică	sânge arterial	80 mmHg

SUMAR

Capacitatea organismului de a-și menține constanți parametrii mediului intern se numește homeostazie. Principalul factor care asigură realizarea homeostaziei este comunicarea în cadrul organismului, realizată în primul rând de sistemele nervos și endocrin, care utilizează impulsurile electrice și, respectiv, hormonii, ca transmițători de informații. Mecanismele de reglare a homeostaziei sunt prin feedback pozitiv sau negativ, iar realizarea lor implică o variabilă, un receptor, un centru de control și un efector.

EVALUARE

1. Explicați conceptul de homeostazie.
2. Care sunt elementele unui sistem de control al homeostaziei?
3. Dați câte un exemplu și comentați cele două mecanisme de feedback implicate în menținerea homeostaziei.

ORGANISMUL – UN TOT UNITAR

1. În condiții de mediu permanent modificate, organismul își menține homeostazia prin procese de:

- a) digestie;
- b) reglare;
- c) sinteză;
- d) respirație.

2. Principalele sisteme implicate în menținerea homeostaziei organismului uman sunt:

- a) respirator și reproducător;
- b) osos și excretor;
- c) circulator și digestiv;
- d) nervos și endocrin.

3. Utilizând termenii: variabilă, receptor, centru de control, efector, feedback, explicați următoarele procese homeostatice:

- a) menținerea glicemiei între limite normale;
- b) menținerea temperaturii constante a corpului.

4. Numerotând termenii implicați în realizarea mecanismului de reglaj de feedback negativ: 1-centru de control, 2-efector, 3-receptor, 4-răspuns și 5- variabilă, identificați ordinea corectă de succedare a acestora din următoarele variante:

- a) 1,2,3,4,5;
- b) 5,3,1,2,4;
- c) 3,2,5,1,4;
- d) 5,3,1,2,4.

5. Stabiliți dacă următoarele afirmații sunt corecte:

- a) Centrii termoreglării sunt situați în hipotalamus.
- b) Reglarea glicemiei se realizează prin mecanism de feedback pozitiv.
- c) Feedback-ul negativ diminuează variabila.
- d) Mecanismele de menținere a homeostaziei sunt declanșate numai de stimuli externi.

6. Când organismul este deshidratat, avem senzația de sete, fapt ce ne determină să bem apă. Precizați dacă apariția senzației de sete este efectul mecanismului de feedback negativ sau pozitiv și argumentați-vă răspunsul.

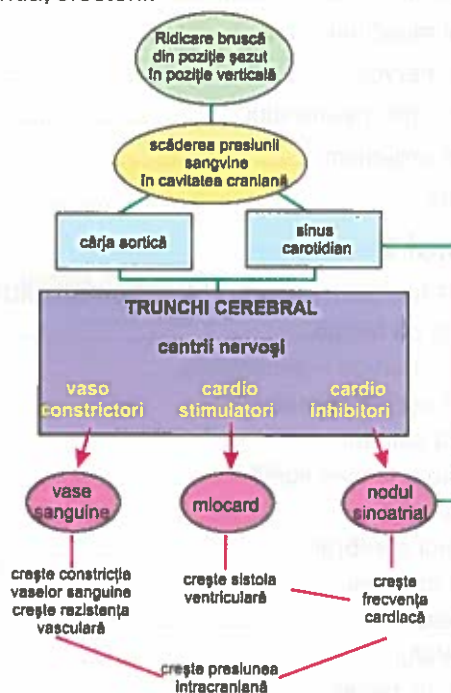
7. Doi indivizi, A și B, au băut aceeași cantitate de soluție de glucoză. În următoarele 4 ore, ambilor indivizi li s-a determinat nivelul glicemiei din sânge și datele sunt prezentate în următorul tabel.

Timpul (ore)	Nivelul glicemiei (g/ml)	
	Individul A	Individul B
0,5	120	140
1	140	170
1,5	110	190
2	90	180
2,5	85	170
3	90	160
3,5	85	150
4	90	140

8. Analizați datele din tabel și stabiliți următoarele:

- a) Care dintre cei doi indivizi are o valoare normală a glicemiei după 4 ore.
- b) Care este explicația variației valorilor glicemiei individului A pe parcursul celor 4 ore.
- c) Care ar putea fi explicația variațiilor valorilor glicemiei individului B.

9. Analizați următoarea diagramă, care redă evenimentele declanșate de variația tensiunii sangvine ca urmare a modificării poziției corpului. Indicați cine sunt: variabila, receptorii, centrul de comandă, efectorii.



10. Dacă mecanismele de feedback negativ ale homeostaziei nu funcționează:

- a) se poate instala o stare de boală;
- b) apare hipertensiunea arterială în timpul exercițiilor fizice;
- c) nu se menține homeostazia;
- d) se pot produce toate efectele anterioare.

RĂSPUNSURI:
 1.b; 2.d; 3: a- A (adevărat), b- F (fals), c- A, d- F; 4: b; 5: a- A (adevărat), b- F (fals), c- A, d- F; 6: mecanism de feedback negativ; variabila este creșterea presiunii osmotice care stimulează osmoreceptorii din zonele reflexogene; mecanismul determină diminuarea variabilei prin consumul de apă, scade presiunea osmotică a mediului intern; 7: a- individul A are o valoare normală a glicemiei după 4 ore, b- după consumul soluției de glucoză, în urma absorbției intestinale, glicemia are o valoare crescută, fapt ce stimulează secreția de insulină ce va determina ulterior scăderea glicemiei până la valori normale, c- individul B ar putea avea diabet zaharat, caracterizat de hiposecreție de insulină; 10: d.

CUPRINS

Capitolul 1

Alcătuirea corpului uman	3
Topografia organelor și sistemelor de organe. Planuri și raporturi anatomice	3
Niveluri de organizare a corpului uman	4
Celula	5
Țesuturile	7
Țesutul epitelial	7
Țesutul conjunctiv	9
Sângele	11
Țesutul muscular.....	14
Țesutul nervos	16
*Proprietățile neuronului.....	17
Organe organism	20
Evaluare	22

Capitolul 2

Funcțiile fundamentale ale organismului uman.....	23
Funcțiile de relație.....	23
Sistemul nervos – generalități.....	23
Sistelele nervos somatic	25
Măduva spinării.....	25
Funcțiile măduvei spinării	27
Encefalul	31
Trunchiul cerebral	31
*Nervii cranieni.....	34
Cerebelul	36
Diencefalul	38
Ganglionii bazali	40
Emisferele cerebrale.....	40
Sistelele nervos vegetativ.....	44
Sistemul nervos vegetativ simpatic.....	44
Sistemul nervos vegetativ parasimpatic	46
Noțiuni elementare de igienă și patologie a sistemului nervos	48
Analizatorii	50
Analizatorul cutanat	50
Noțiuni elementare de igienă și patologie a pielii.....	52
Analizatorul vizual.....	53
Noțiuni elementare de igienă și patologie a ochilor	58
*Analizatorul gustativ	59
*Analizatorul olfactiv	61
Noțiuni elementare de igienă și patologie a analizatorului olfactiv	62
*Analizatorul kinestezic.....	63
Analizatorul acustico-vestibular	64
Noțiuni elementare de igienă și patologie a urechii	67

Glande endocrine.....	68
Mecanisme generale de reglare a secreției endocrine.....	69
Hipofiza.....	69
Disfuncțiile hipofizare.....	71
Tiroida.....	72
Glandele suprarenale.....	74
Pancreasul endocrin.....	76
Gonadele.....	76
*Glandele paratiroide.....	78
*Epifiza.....	78
*Timusul.....	79
Mișcarea.....	80
Sistemul osos.....	80
Scheletul.....	81
Noțiuni elementare de igienă și patologie a sistemului locomotor.....	83
Sistemul muscular. Principalele grupe de mușchi.....	84
Tipuri de contracții.....	86
Noțiuni elementare de igienă și patologie a sistemului muscular.....	88
Funcțiile de nutriție	90
Digestia și absorbția.....	90
Transformările fizico chimice ale alimentelor în tubul digestiv. Digestia în cavitatea bucală.....	90
Absorbția intestinală.....	95
Fiziologia intestinului gros.....	96
Noțiuni elementare de igienă și patologie a sistemului digestiv.....	97
Circulația. Activitatea cardiacă.....	98
Manifestări electrice, mecanice și acustice ale ciclului cardiac.....	100
Circulația mare și circulația mică.....	102
*Sistemul limfatic.....	104
Noțiuni elementare de igienă și patologie a sistemului circulator.....	105
Respirația.....	106
Fiziologia respirației.....	106
Noțiuni elementare de igienă și patologie a sistemului respirator.....	109
Excreția.....	110
Noțiuni elementare de igienă și patologie a sistemului excretor.....	114
Metabolismul.....	114
Metabolismul intermediar.....	114
Metabolismul energetic.....	118
Funcția de reproducere	120
Sistemul reproducător.....	120
Sistemul reproducător masculin.....	120
Sistemul reproducător feminin.....	122
Sănătatea reproducerii.....	124
Planning familial.....	124
Concepție și contracepție.....	124
Noțiuni elementare de igienă și patologie a sistemului reproducător.....	127
Evaluare capitolul II.....	128
Bibliografie.....	140

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Arieb N. Marieb, Human anatomy and physiology, Perrson Benjamin Cummings, San Francisco, 2004.
2. Bower Gordon, Bootzin Richard R., Zajonc Robert B. , Principles of physiology today, Randon house, Toronto, 1986.
3. Green N.P.O. , Stout G.W. Taylor D.J., Biology Science 1 & 2, Cambridge University Press, 1994.
4. Huțanu Elena, Biologie, Școala de arte și meserii – manual pentru clasele a IX-a și a X-a, Editura Didactică și Pedagogică, București, 2004.
5. Huțanu-Crocnan Elena, Biologie, Școala de arte și meserii – manual pentru clasa a XI-a, an de completare, Editura Didactică și Pedagogică, București, 2005.
6. Leșanu M. și Perciuleac Ludmila, Lecții la biologie, Editura „Evrca”, Chișinău, 1999.
7. Mader Sylvia S., Human biology – Laboratory manual, C. Brown Publishers, USA, 1992.
8. Stoica M., Mihăilescu I., Lucrări practice de anatomie și fiziologie animală, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
9. Șanta N., Sanielevici E., Anghelescu V., Anatomia și fiziologia omului, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1968.
10. VanderArthur, Sherman James, Dorothy Luciano, Human physiology, McGraw Hill, USA, 1998.
11. Van Cleave, Janice Pratt, Biology for every kid, Publication Development Company, Crockett, Texas, 1990.
12. Wiley Weller, Basic Human Physiology, Wadsworth Inc, USA, 1985.

ISBN 978-608-31-0251-8



9 786063 102516

www.edituradp.ro

