

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII



# B **Biologie**

Manual pentru clasa a XI-a

**Dan Cristescu  
Carmen Sălăvăstru  
Bogdan Voiculescu  
Cezar Th. Niculescu  
Radu Cârmaciu**

**CORINT**  
EDUCAȚIONAL

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

# Biologie

Manual pentru clasa a XI-a

**Dan Cristescu**

**Carmen Sălăvăstru**

**Bogdan Voiculescu**

**Cezar Th. Niculescu**

**Radu Cârmaciu**

# CUPRINS

<b>I. ALCĂȚUIREA CORPULUI UMAN . . . . .</b>	<b>4</b>	<b>B. Funcțiile de nutriție . . . . .</b>	<b>74</b>
Topografia organelor și sistemelor de organe . . . . .	4	1. Digestia și absorbția . . . . .	74
Niveluri de organizare . . . . .	5	Digestia . . . . .	75
Celule, țesuturi, organe, sisteme de organe, organism . . . . .	5	Absorbția intestinală (la nivelul intestinului subțire) . . . . .	80
Celula . . . . .	5	Digestia, absorbția și secreția la nivelul intestinului gros . . . . .	81
Țesuturile . . . . .	11	2. Circulația . . . . .	84
<b>II. FUNCȚIILE FUNDAMENTALE ALE ORGANISMULUI UMAN . . . . .</b>	<b>13</b>	Grupele sangvine — transfuzia . . . . .	85
<b>A. Funcțiile de relație . . . . .</b>	<b>13</b>	Hemostaza și coagularea sângelui . . . . .	86
1. Sistemul nervos . . . . .	13	Marea și mica circulație . . . . .	87
Măduva spinării . . . . .	18	Circulația limfatică . . . . .	88
Encefalul . . . . .	26	Activitatea cardiacă . . . . .	90
Sistemul nervos vegetativ . . . . .	32	3. Respirația . . . . .	97
2. Analizatorii . . . . .	38	Plămânii . . . . .	97
Analizatorul cutanat . . . . .	38	4. Excreția . . . . .	103
Analizatorul kinestezie . . . . .	40	Formarea și eliminarea urinei . . . . .	103
Analizatorul olfactiv . . . . .	42	Compoziția chimică a urinei . . . . .	105
Analizatorul gustativ . . . . .	43	5. Metabolismul . . . . .	108
Analizatorul vizual . . . . .	44	Metabolismul intermediar . . . . .	108
Analizatorul acustico-vestibular . . . . .	49	Metabolismul energetic . . . . .	111
3. Glandele endocrine . . . . .	54	Rolul și valoarea energetică a nutrienților . . . . .	113
Hipofiza . . . . .	54	Vitaminele . . . . .	114
Glandele suprarenale . . . . .	56	<b>C. Funcția de reproducere . . . . .</b>	<b>116</b>
Tiroida . . . . .	58	Sistemul reproducător . . . . .	116
Paratiroidale . . . . .	58	Aparatul genital feminin . . . . .	116
Pancreasul endocrin . . . . .	59	Aparatul genital masculin . . . . .	117
Epifiza (glanda pineală) . . . . .	60	Fiziologia organelor de reproducere . . . . .	119
Timusul . . . . .	60	Sănătatea reproducerii . . . . .	122
4. Mișcarea . . . . .	63	Planning familial . . . . .	122
Sistemul osos . . . . .	63	Concepție și contracepție . . . . .	122
Articulațiile . . . . .	67	Sarcina și nașterea . . . . .	122
Sistemul muscular . . . . .	68	<b>D. Organismul — un tot unitar . . . . .</b>	<b>124</b>
		Homeostazia mediului intern . . . . .	124

# I. ALCĂTUIREA CORPULUI UMAN

## Topografia organelor și sistemelor de organe

În corpul omenesc, celulele și țesuturile alcătuiesc *organe și sisteme de organe*.

*Organele* sunt formate din grupări de celule și țesuturi care s-au diferențiat în vederea îndeplinirii anumitor funcții în organism. Organele nu funcționează izolat în organism, ci în strânsă corelație unele cu altele. Pentru organele interne, se folosește curent termenul de *viscere*.

Sistemele de organe sunt unități morfologice care îndeplinesc principalele funcții ale organismului: de relație, de nutriție și de reproducere.

### Segmentele corpului uman

Corpul uman este alcătuit din: cap, gât, trunchi și membre. Capul, împreună cu gâtul, formează extremitatea cefalică a corpului.

*Capul* este alcătuit din partea craniană, care corespunde neurocraniului (cutia craniană), și partea facială, care corespunde viscerocraniului (fața).

*Gâtul* este segmentul care leagă capul de trunchi și prezintă elemente somatice (mușchi, oase, articulații) și viscere (laringe, trahee, esofag, tiroidă, paratiroid etc).

*Trunchiul* (fig. 1, 2) este format din torace, abdomen și pelvis. În interiorul lor se găsesc cavitățile: toracică, abdominală și pelviană, care adăpostesc viscerele. Cavitatea toracică este separată de cavitatea abdominală printr-un mușchi numit diafragmă. Cavitatea abdominală se continuă cu cea pelviană, care este limitată inferior de diafragma perineală.

*Membrele*. Cele superioare se leagă de trunchi prin centura scapulară; porțiunea lor liberă are trei segmente: braț, antebraț și mână; cele inferioare se leagă de trunchi prin centura pelviană, și porțiunea lor liberă prezintă, de asemenea, trei segmente: coapsă, gambă și picior.

### Planuri și raporturi anatomice

Pentru precizarea poziției segmentelor care alcătuiesc corpul omenesc se folosesc, ca elemente de orientare, axe și planuri (fig. 3).

Corpul omenesc este alcătuit după principiul simetriei bilaterale, fiind un corp tridimensional, cu trei axe și trei planuri.

*Axele* corespund dimensiunilor spațiului și se întretaie în unghi drept.

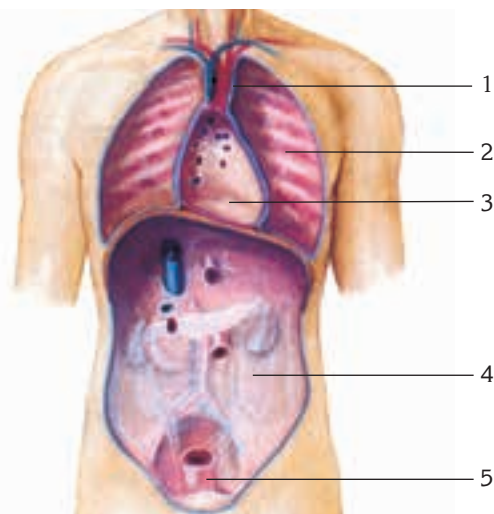


Fig. 1. Vedere anterioară a cavităților trunchiului: cavitatea toracică (1. mediastin; 2. cavitate pleurală; 3. cavitate pericardială); cavitatea abdominală (4); cavitatea pelviană (5).

*Axul longitudinal*, axul lungimii corpului, este vertical la om și are doi poli: superior (cranial) și inferior (caudal). El pleacă din creștetul capului și merge până la nivelul spațiului delimitat de suprafața tălpilor.

*Axul sagital* sau anteroposterior este axul grosimii corpului. Are un pol anterior și altul posterior.

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

*Planurile*. Prin câte două din axele amintite trece câte un plan al corpului.

*Planul sagital* trece prin axul longitudinal și sagital. Planul care trece prin mijlocul corpului (median), împărțindu-l în două jumătăți simetrice, se numește

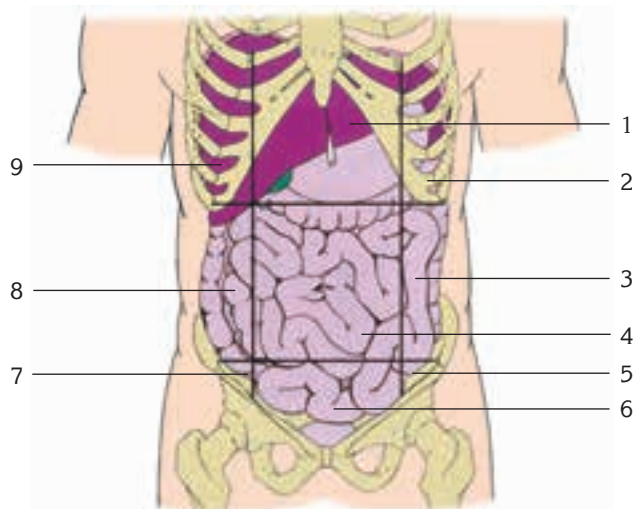


Fig. 2. Subdiviziunile cavității abdominale: 1. epigastru; 2. hipocondru stâng; 3. abdomen lateral stâng; 4. periumbical; 5. inghinal stâng; 6. hipogastru; 7. inghinal drept; 8. abdomen lateral drept; 9. hipocondru drept.

*plan medio-sagital.* Planul medio-sagital este planul simetriei bilaterale.

*Planul frontal* merge paralel cu fruntea și trece prin axul longitudinal și cel transversal. El împarte corpul într-o parte anterioară (ventrală) și alta posterioară (dorsală).

*Planul transversal* sau orizontal trece prin axul sagital și transversal. El împarte corpul într-o parte superioară (cranială) și alta inferioară (caudală). Planul transversal este numit planul metameriei corpului. Aceste

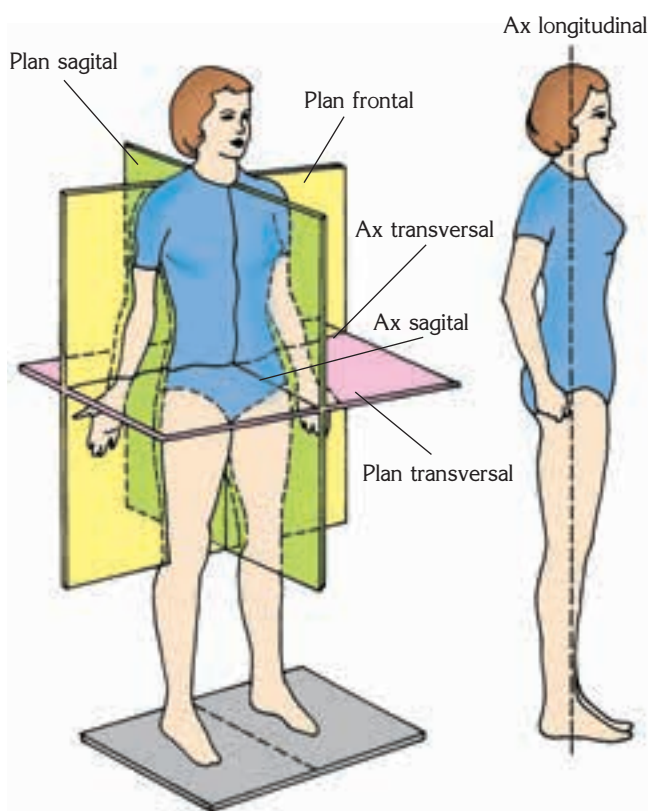


Fig. 3. Planuri și axe ale corpului.

axe și planuri se folosesc și pentru precizarea poziției elementelor componente la nivelul fiecărui organ.

### Nomenclatura anatomică

Odată cu axele și planurile corpului ați făcut cunoștință cu unii termeni: cranial, caudal, ventral, dorsal, medial, lateral, sagital, frontal, transversal.

Când se vorbește de membrele corpului, se folosesc termenii *proximal*, pentru formațiunile mai apropiate de centuri, și *distal*, pentru cele mai îndepărtate.

La mână, se folosește termenul *volar* sau *palmar*, pentru formațiunile palmei, iar la picior, termenii *plantar*, pentru formațiunile din talpa piciorului și *dorsal*, pentru formațiunile superioare ale labei piciorului. *Superficial* și *profund* sunt termeni care arată gradul de apropiere față de suprafața corpului.

### ·CUVINTE CHEIE·

organe, sisteme, viscere, sagital, longitudinal, transversal, proximal, distal, palmar, plantar, volar

### TEME ȘI APLICAȚII

#### 1 Găsiți răspunsul greșit.

Planurile de orientare ale corpului sunt: a. sagital; b. frontal; c. longitudinal; d. transversal.

#### 2 Completați spațiile punctate cu termenii corespunzători.

Planul frontal merge paralel cu ..... și trece prin axul ..... și axul ..... El împarte corpul într-o parte ..... și alta .....

## Niveluri de organizare

### Celule, țesuturi, organe, sisteme de organe, organism

Există diferite niveluri de organizare a corpului uman, fiecare contribuind în final la cel morfo-funcțional al întregului organism (fig. 4).

#### Celula

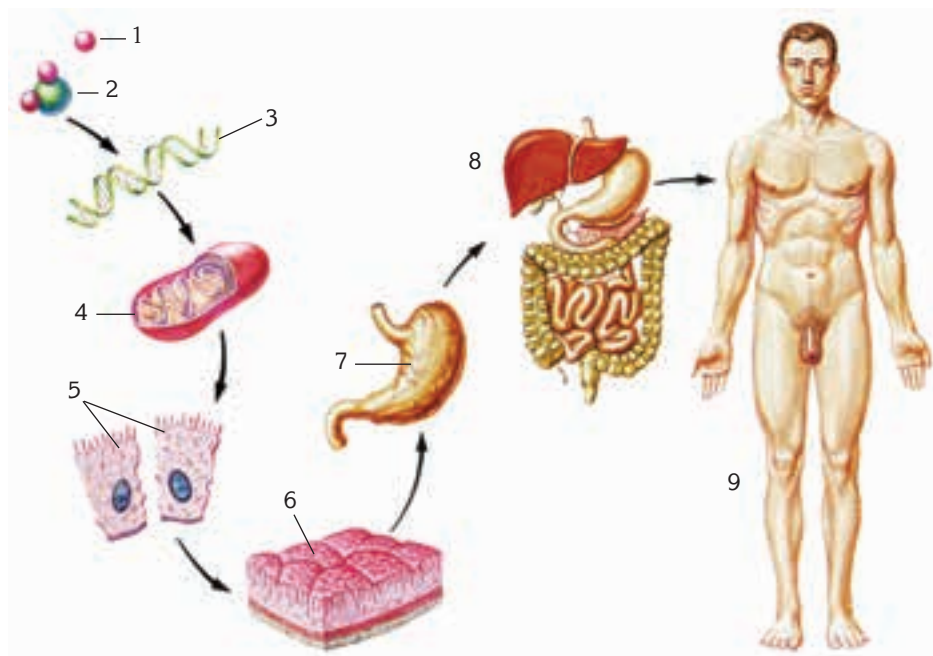
Celula este unitatea de bază morfofuncțională și genetică a organizării materiei vii. Poate exista singură sau în grup, constituind diferite țesuturi.

*Forma* celulelor este legată de funcția lor. Inițial, toate au formă globuloasă, dar ulterior pot deveni fusiiforme, stelate, cubice, cilindrice etc.; unele, cum sunt celulele sangvine, ovulul, celulele adipoase sau cartilajinoase, își păstrează forma globuloasă.

*Dimensiunile* celulelor variază în funcție de specializarea lor, de starea fiziologică a organismului, de condițiile mediului extern, vârstă etc. Exemple: hematia – 7,5 μ, ovulul – 150-200 μ, fibra musculară striată – 5-15 cm; media se consideră 20-30 μ.

#### Structura celulei

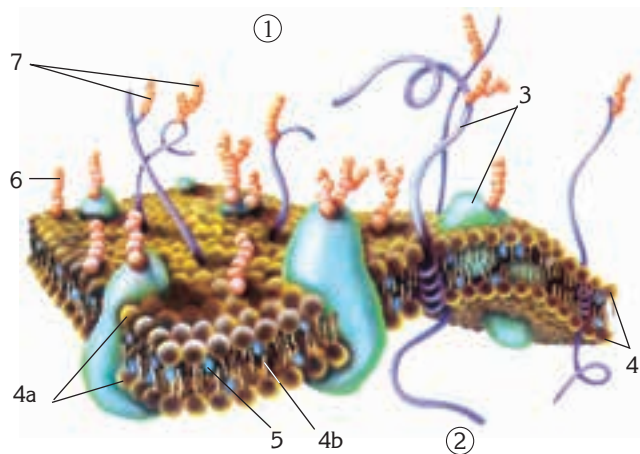
În alcătuirea celulei distingem trei părți componente principale: 1. membrana celulară; 2. citoplasma; 3. nucleul.



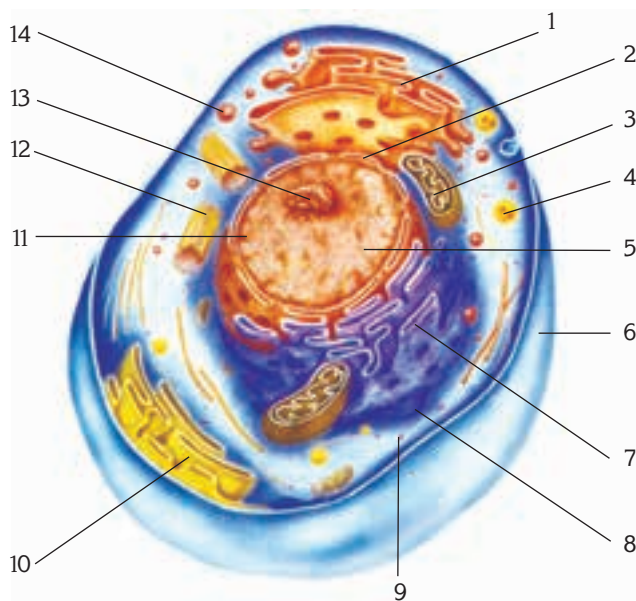
**Fig. 4. Niveluri de organizare a corpului uman:** 1. atom; 2. moleculă; 3. macromoleculă; 4. organit; 5. celulă; 6. țesut; 7. organ; 8. sistem de organe; 9. organism.

**1. Membrana celulară (membrana plasmatică, plasmalema)** înconjoară celula, îi conferă forma și separă structurile interne ale celulei de mediul extracelular. Este alcătuită, în principal, din fosfolipide și proteine. Fosfolipidele sunt astfel dispuse, încât porțiunea lor hidofilă formează un bistrat, în interiorul căruia se află cuprinsă porțiunea lor hidrofobă. Acest miez hidrofob restricționează pasajul transmembranar al moleculelor hidrosolubile și al ionilor. Componenta proteică este cea care realizează funcțiile specializate ale membranei și mecanismele de transport transmembranar. Proteinele se pot afla pe fața externă sau

internă a membranei, precum și transmembranar. Deoarece proteinele nu sunt uniform distribuite în cadrul structurii lipidice, acest model structural a fost denumit *modelul mozaic fluid* (fig. 5). Membrana conține și glucide (glicoproteine și glicolipide), atașate pe fața ei externă. Acestea sunt puternic încărcate negativ.



**Fig. 5. Modelul mozaic fluid al membranei celulare:** 1. spațiu extracelular; 2. spațiu intracelular; 3. proteine; 4. fosfolipid (a. straturi hidofile, b. strat hidrofob); 5. colesterol; 6. glicolipid; 7. glucid.



**Fig. 6. Organizarea generală a celulei:** 1. aparat Golgi; 2. membrană nucleară; 3. mitocondrie; 4. lizozom; 5. cromatină; 6. membrană celulară; 7. reticul endoplasmatic rugos; 8. citoplasmă; 9. ribozom; 10. reticul endoplasmatic neted; 11. nucleu; 12. centriol; 13. nucleol; 14. granulă de secreție.

La unele celule, citoplasma prezintă diferite prelungiri acoperite de plasmalemă. Unele pot fi temporare și neordonate, de tipul pseudopodelor (leucocitele), altele permanente: microvili (epiteliul mucoasei intestinului, epiteliul tubilor renali), cili (epiteliul mucoasei traheei) sau desmozomi, corpusculi de legătură care solidarizează celulele epiteliale.

**2. Citoplasma** are o structură complexă, la nivelul ei desfășurându-se principalele funcții vitale. Este un

sistem coloidal, în care mediul de dispersie este apa, iar faza dispersată este ansamblul de micelii coloidale ce se găsesc în mișcare browniană. Funcțional, citoplasma are o parte nestructurată, hialoplasma, și o parte structurată, organitele celulare (fig. 6). Acestea sunt de două tipuri: comune tuturor celulelor, și specifice, prezente numai în anumite celule, unde îndeplinesc funcții speciale.

### a. Organite comune

Organite	Structură	Funcții
1. Reticulul endoplasmatic (RE) RE neted  RE rugos (ergastoplasma)	Sistem canicular, care leagă plasmalema de stratul extern al membranei nucleare Rețea de citomembrane cu aspect diferit, în funcție de activitatea celulară  Formă diferențiată a RE. Pe suprafața externă a peretelui membranos prezintă ribozomi	Sistem circulator intracitoplasmatic Rol important în metabolismul glicogenului  Rol în sinteza de proteine
2. Ribozomii (corpusculii lui Palade)	Organite bogate în ribonucleoproteine, de forma unor granule ovale sau rotunde (150-250 Å). Există ribozomi liberi în matricea citoplasmatică și asociați RE neted, care formează ergastoplasma (RE rugos)	Sediul sintezei proteice
3. Aparatul Golgi (dictiozomi)	Sistem membranar format din micro- și macrovezicule și din cisterne alungite, situat în apropierea nucleului, în zona cea mai activă a citoplasmei	Excreția unor substanțe celulare
4. Mitocondriile	Formă ovală, rotundă, cu un perete de structură trilaminară (lipoteică). Prezintă un înveliș extern (membrana externă), urmat de un interspațiu, și, spre interior, o membrană internă, plicaturată, formând creste mitocondriale. În interior se găsește matricea mitocondrială, în care se află sistemele enzimatice care realizează fosforilarea oxidativă (sinteza ATP)	Sediul fosforilării oxidative, cu eliberare de energie
5. Lizozomii	Corpusculi sferici răspândiți în întreaga hialoplasmă. Conțin enzime hidrolitice, cu rol important în celulele fagocitare (leucocite, macrofage)	Digerarea substanțelor și particulelor care pătrund în celulă, precum și a fragmentelor de celule sau țesuturi
6. Centrozomul	Situat în apropierea nucleului, se manifestă în timpul diviziunii celulare. Este format din doi centrioli cilindrici, orientați perpendicular unul pe celălalt și înconjurați de o zonă de citoplasmă vâscoasă (centrosferă)	Rol în diviziunea celulară (lipsește în neuroni)

### b. Organite specifice

*Miofibrilele* sunt elemente contractile din sarcoplasma fibrelor musculare.

*Neurofibrilele* constituie o rețea care se întinde în citoplasma neuronului, în axoplasmă și în dendrite.

*Corpii Nissl* (corpii tigroizi) sunt echivalenți ai ergastoplasmei pentru celula nervoasă.

În afara organitelor comune și specifice, în citoplasmă se mai găsesc și incluziunile citoplasmice, care au caracter temporar și sunt reprezentate prin granule de substanță de rezervă, produși de secreție și pigmenți.

**3. Nucleul** este o parte constitutivă principală, cu rolul de a coordona procesele biologice celulare fundamentale (conține materialul genetic, controlează metabolismul celular, transmite informația genetică). Poziția lui în celulă poate fi centrală sau excentrică (celule adipoase, mucoase). Are, de obicei, forma celulei.

*Numărul nucleilor.* Majoritatea celulelor sunt mononucleate, dar pot exista și excepții: celule binucleate (hepatocitele), polinucleate (fibra musculară striată), anucleate (hematia adultă).

Dimensiunile nucleului pot fi între 3 și 20  $\mu$ , corespunzător ciclului funcțional al celulei, fiind în raport de 1/3-1/4 cu citoplasma.

Structura nucleului cuprinde membrana nucleară, carioplasma și unul sau mai mulți nucleoli.

Membrana nucleară, poroasă, este dublă, cu structură trilaminată, constituită din două foițe, una externă, spre matricea citoplasmatică, ce prezintă ribozomi și se continuă cu citomembranele reticulului endoplasmic, alta internă, aderentă miezului nuclear. Între cele două membrane există un spațiu numit spațiu perinuclear. Sub membrană se află *carioplasma*, o soluție coloidală cu aspect omogen. La nivelul ei, există o rețea de filamente subțiri, formate din granulații fine de cromatină, din care, la începutul diviziunii celulare, se formează cromozomii, alcătuiți din ADN, ARN cromozomal, proteine histonice și nonhistonice, cantități mici de lipide și ioni de Ca și Mg.

### CUVINTE CHEIE

membrană celulară, citoplasmă, nucleu, ovul, spermie, ribozomi, reticul endoplasmatic, mitocondrii, lizozomi, centrozom, nucleoli, aparat Golgi

### TEME ȘI APLICAȚII

Coloana din stânga cuprinde organele comune din citoplasmă, iar cea din dreapta, unele dintre funcțiile acestora. **Asociați** organele cu funcțiile corespunzătoare:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1. ribozomii               | a. circulația intracitoplasmatică                 |
| 2. mitocondriile           | b. sinteza proteică                               |
| 3. reticulul endoplasmatic | c. fosforilarea oxidativă cu eliberare de energie |
| 4. aparatul Golgi          | d. excreția unor substanțe celulare               |
| 5. lizozomii               | e. rol în diviziunea celulară                     |
| 6. centrozomul             | f. digestie intracelulară                         |

### Proprietățile celulei

Celulele au o serie de proprietăți generale și speciale, care le asigură îndeplinirea rolului specific în ansamblul organismului. Dintre aceste proprietăți, sinteza proteică, reproducerea celulară și metabolismul celular au fost deja studiate. Proprietăți importante ale celulei sunt însă atât transportul transmembranar, cât și potențialul de membrană.

### Transportul transmembranar

Membrana celulară prezintă permeabilitate selectivă pentru anumite molecule și majoritatea ionilor. Aceasta permite un schimb bidirecțional de substanțe nutritive și produși ai catabolismului celular, precum și un transfer ionic, care determină apariția curentilor electrici.

Mecanismele implicate în transportul transmembranar pot fi grupate în două categorii principale: mecanisme care nu necesită prezența unor proteine membranare transportoare (cărăuși) și mecanisme care necesită prezența unor astfel de proteine. Din prima categorie fac parte difuziunea și osmoza, iar din a doua, difuziunea facilitată și transportul activ.

Un alt mod de a clasifica transportul transmembranar ține cont de consumul energetic necesar pentru realizarea lui. Astfel, există *transport pasiv*, care nu necesită energie pentru a se desfășura și cuprinde difuziunea, osmoza și difuziunea facilitată, și *transport activ*, care necesită cheltuială energetică (ATP).

#### ⟨ Mecanisme care nu utilizează proteine transportoare

**Difuziunea** (fig. 7). Moleculele unui gaz, ca și moleculele și ionii aflați într-o soluție, se găsesc într-o mișcare dezordonată permanentă, rezultat al energiei lor. Această mișcare, numită difuziune, determină răspândirea uniformă a moleculelor într-un volum dat de gaz sau soluție. De aceea, ori de câte ori există o diferență de concentrație (gradient de concentrație) între două compartimente ale unei soluții, mișcarea moleculară tinde să elimine această diferență și să distribuie moleculele uniform.

Datorită structurii sale, membrana celulară nu reprezintă o barieră în difuziunea moleculelor nepolarizate (liposolubile), de exemplu  $O_2$  sau hormonii

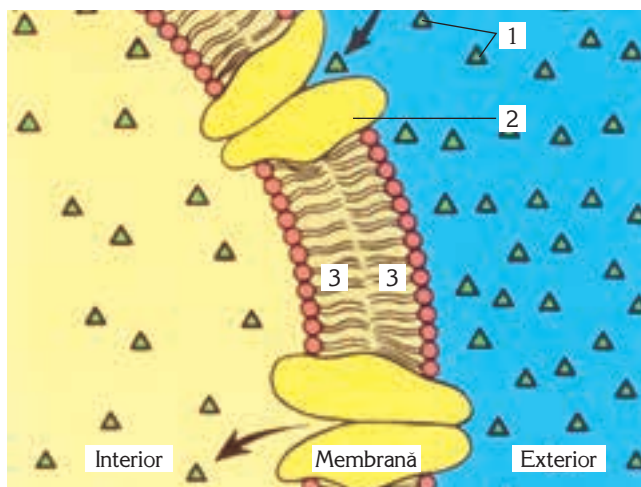
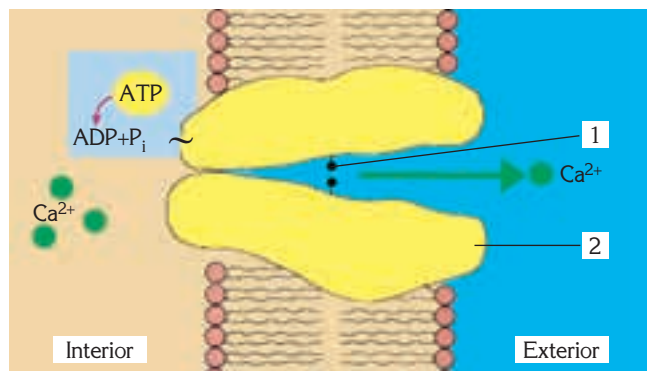


Fig. 7. Difuziunea: 1. ioni; 2. proteină integrată; 3. straturi fosfolipidice.





**Fig. 8. Transportul activ:** 1. loc de conexiune; 2. proteină transportoare.

steroizi. Moleculele organice, care prezintă legături covalente polare, dar nu sunt încărcate electric, de exemplu  $\text{CO}_2$ , etanolul sau ureea, pot, de asemenea, difuza prin membrana celulară. Moleculele polarizate mai mari, de exemplu glucoza, nu pot traversa membrana celulară prin difuziune și, de aceea, au nevoie de proteine transportoare.

De asemenea, membrana nu permite pasajul ionic liber; acesta va avea loc doar la nivelul canalelor ionice cu structură proteică, formațiuni membranare cu dimensiuni atât de mici, încât nu pot fi vizualizate nici chiar cu ajutorul microscopului electronic.

**Osmoza** este difuziunea apei (solventului) dintr-o soluție. Pentru ca ea să se producă, membrana care separă cele două compartimente trebuie să fie semi-permeabilă (să fie mai permeabilă pentru moleculele de solvent decât pentru cele de solvit). Apa va trece din compartimentul în care concentrația ei este mai mare (soluție mai diluată) în cel cu concentrație mai mică (soluție mai concentrată).

Forța care trebuie aplicată pentru a preveni osmoza se numește presiune osmotică. Ea este proporțională cu numărul de particule dizolvate în soluție.

#### ⟨ **Mecanisme care utilizează proteine transportoare**

Moleculele organice polarizate și cu greutate moleculară mare traversează membrana celulară cu ajutorul proteinelor transportoare membranare. Acest tip de transport este specific, saturabil (va exista un transport maxim pentru o anumită substanță) și pentru aceeași proteină transportoare poate apărea competiția între moleculele de transportat.

**Difuziunea facilitată.** În acest caz, moleculele se deplasează conform gradientului de concentrație și nu este necesară energie pentru transport.

**Transportul activ** (fig. 8) asigură deplasarea moleculelor și a ionilor împotriva gradientelor lor de concentrație și se desfășoară cu consum de energie furnizată de ATP. Este de mai multe tipuri:

- primar: pentru funcționarea proteinei transportoare este necesară hidroliza directă a ATP-ului. În acest caz, proteinele transportoare se numesc pompe;

- secundar (cotransport): energia necesară pentru transferul unei molecule sau ion împotriva gradientului său de concentrație este obținută prin transferul altei energii conform gradientului ei de concentrație. De exemplu, pompa de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ .

O categorie specială de transport este cel vezicular. Acesta poate fi: endocitoză, în care materialul extracelular este captat în vezicule formate prin invaginarea membranei celulare și transferat intracelular, sau exocitoză, în care material intracelular este captat în vezicule care vor fuziona cu membrana celulară, iar conținutul lor va fi eliminat în exteriorul celulei. Forme particulare de endocitoză sunt fagocitoza și pinocitoza.

### Potențialul de membrană

Permeabilitatea selectivă a membranei, prezența intracelulară a moleculelor nedifuzibile încărcate negativ și activitatea pompei  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  creează o distribuție inegală a sarcinilor de o parte și de alta a membranei celulare. Această diferență de potențial este denumită potențial de membrană.

⟨ **Potențialul membranelor de repaus** are o valoare medie de  $-65\text{ mV}$  până la  $-85\text{ mV}$  (valoare apropiată de cea a potențialului de echilibru pentru  $\text{K}^+$ ) și depinde de permeabilitatea membranei pentru diferitele tipuri de ioni. Termenul de repaus este introdus pentru a desemna un potențial de membrană atunci când la nivelul acesteia nu se produc impulsuri electrice. Valoarea acestui potențial se datorează activității pompei  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , care reintroduce în celulă  $\text{K}^+$  difuzat la exterior și expulzează  $\text{Na}^+$  pătruns în celulă, într-un raport de 2  $\text{K}^+$  la 3  $\text{Na}^+$ . În acest mod, o celulă își menține relativ constantă concentrația intracelulară a ionilor de  $\text{Na}^+$  și  $\text{K}^+$  și un potențial membranal constant, în absența unui stimul.

⟨ **Potențialul de acțiune** este modificarea temporară a potențialului de membrană (fig. 9). Celulele stimulate electric generează potențiale de acțiune prin modificarea potențialului de membrană. Mecanismele de producere, aspectul și durata potențialului de acțiune sunt diferite în funcție de tipul de celulă, dar principiul de bază este același: modificarea potențialului de membrană se datorează unor curenți electrice care apar la trecerea ionilor prin canalele membranare specifice, ce se închid sau se deschid în funcție de valoarea potențialului de membrană. Pentru a enumera fazele potențialului de acțiune, se poate lua ca exemplu neuronul.

- **Pragul:** celulele excitabile se depolarizează rapid, dacă valoarea potențialului de membrană este redusă la un nivel critic, numit *potențial prag*. Odată acest prag atins, depolarizarea este spontană.

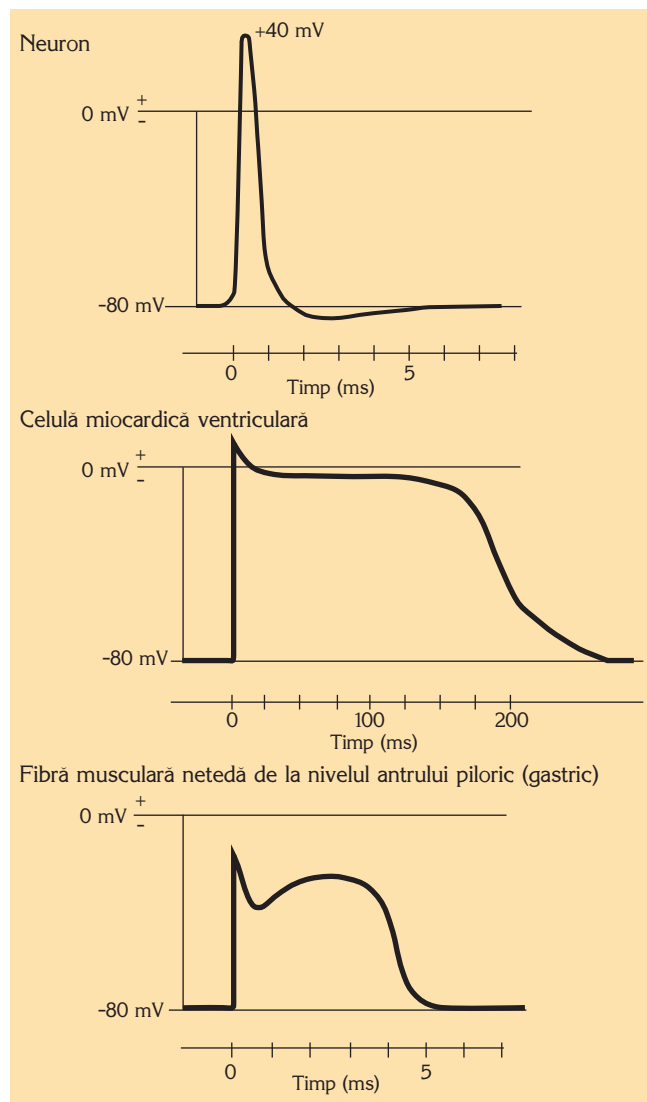


Fig. 9. Potențialul de acțiune.

Potențialul de acțiune este un răspuns de tip „tot sau nimic”: stimulii cu o intensitate inferioară pragului, subliminari, nu provoacă depolarizarea și declanșarea unui impuls, iar stimulii supraliminari nu determină o reacție mai amplă decât stimulul prag.

– *Panta ascendentă*: depolarizarea apare după atingerea potențialului prag și se datorează creșterii permeabilității membranei pentru  $\text{Na}^+$ ; acesta va intra în celulă prin canale speciale pentru acest ion, care sunt voltaj-dependente și care se deschid atunci când potențialul de membrană atinge valoarea prag.

– *Panta descendentă* (repolarizarea): potențialul revine către valoarea de repaus. Acest fapt se datorează ieșirii  $\text{K}^+$  din celulă prin canale speciale pentru acest ion, care se deschid, de asemenea, în prezența stimulului (fig. 10).

**Perioada refractară** reprezintă intervalul de timp pe parcursul căruia este dificil de obținut un potențial de acțiune. Există două perioade refractare:

⟨perioada refractară absolută, pe parcursul căreia, indiferent de intensitatea stimulului, nu se poate obține un nou potențial de acțiune. Cuprinde panta ascendentă a potențialului de acțiune și o porțiune din cea descendentă și se datorează inactivării canalelor pentru  $\text{Na}^+$ ;

⟨perioada refractară relativă, pe parcursul căreia se poate iniția un al doilea potențial de acțiune, dacă stimulul este suficient de puternic. Potențialul de acțiune obținut astfel are o viteză de apariție a pantei ascendente mai mică și o amplitudine mai redusă decât în mod normal.

Potențialul de acțiune, odată generat în orice punct al unei membrane excitabile, va stimula, la rândul lui, zonele adiacente ale acesteia, propagându-se în ambele sensuri, până la completa depolarizare a membranei. Transmiterea depolarizării în lungul unei fibre nervoase sau musculare poartă denumirea de impuls (nervos sau muscular).

Proprietățile speciale ale celulelor sunt **contractilitatea** (proprietatea celulelor musculare de a transforma energia chimică a unor compuși în energie mecanică) și **activitatea secretorie**. Fiecare celulă sintetizează substanțele proteice și lipidice proprii, necesare pentru refacerea structurilor, pentru creștere și înmulțire. Unele celule s-au specializat în producerea de substanțe pe care le „exportă” în mediul intern (secreție endocrină) sau extern (secreție exocrină).

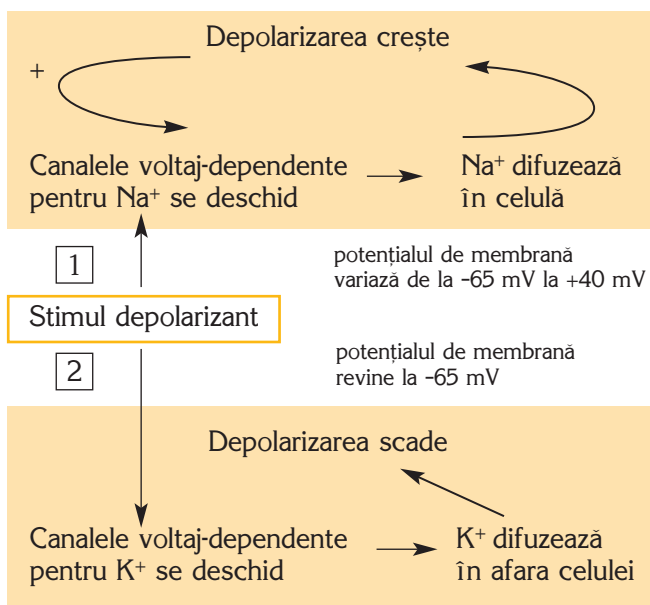


Fig. 10. Difuziunea ionilor de sodiu și de potasiu.

## CUVINTE CHEIE

difuziune, osmoză, transport activ, transport pasiv, potențial de membrană, perioade refractare, contractilitate, activitate secretorie

## TEME ȘI APLICAȚII

### 1 Aflați răspunsul corect.

Mecanismul care necesită prezența unor proteine membranare transportoare este: a. osmoza; b. permeabilitatea neselectivă; c. difuziunea; d. difuziunea facilitată.

### 2 Găsiți răspunsul greșit.

Potențialul de membrană poate fi: a. constant; b. inversat; c. de acțiune; d. de repaus.

### 3 Enumerați principalele proprietăți generale și speciale ale celulelor.

## Lucrare practică

### Observarea epiteliului de acoperire

*Material necesar:* periută pentru dinți, ser fiziologic, eprubete, pipetă, soluție 1‰ albastru de metilen, centrifugă, microscop, lame, lamele, ac spatulat; celule descumate de pe mucoasa bucală.

*Mod de lucru.* Se clătește gura cu apă, se efectuează un periaj cu o periută umezită în ser fiziologic. Se clătește periută într-o eprubetă cu ser fiziologic, se adaugă o picătură din soluția 1‰ albastru de metilen. Se centrifughează sau se decantează (30 min), se ia din depozitul de pe fundul eprubetei și, cu un ac spatulat, se face un preparat microscopic între lamă și lamelă.

Recoltarea celulelor se poate face și prin răzuirea ușoară a feței superioare a limbii cu partea neascuțită a unei lame de briceag și metilarea

## Țesuturile

Țesuturile sunt sisteme organizate de materie vie formate din celule similare, care îndeplinesc în organisme aceeași funcție sau același grup de funcții. Celulele sunt unite între ele printr-o substanță intercelulară, care, atunci când este în cantitate mică, se numește „substanță de ciment”, iar, în cantitate mare, „substanță fundamentală”.

## Clasificarea țesuturilor

### I. EPITELIAL

#### 1. De acoperire

● simplu (unistratificat)	- pavimentos: tunica internă a vaselor sangvine și limfatice - cubic: mucoasa bronhiolilor - cilindric ciliat și neciliat: mucoasa tubului digestiv
● pseudostratificat	- cilindric ciliat și neciliat: epiteliul traheal
● pluristratificat	- pavimentos keratinizat (epiderma) și nekeratinizat: epiteliul mucoasei bucale - cubic și cilindric: canalele glandelor exocrine - de tranziție: uroteliul

#### 2. Glandular (secretor)

● tip endocrin	- tipul în cordoane celulare (adenohipofiza, glandele paratiroidale) - tipul folicular (tiroida)
● tip exocrin (pluricelular)	- simplu (tubular, acinos) - compus (tubulo-acinos)
● tip mixt	- pancreas - testicul - ovar

#### 3. Senzorial — intră în structura organelor de simț

### II. CONJUNCTIV

#### 1. Moale

- lax: însoțește alte țesuturi; leagă unele organe
- reticulat: ganglioni limfatici, splină
- adipos: în jurul unor organe (rinichi, ochi) și subcutanat (hipoderm)
- fibros: tendoane, ligamente, aponevroze
- elastic: tunica medie a arterelor și venelor

#### 2. Semidur

● cartilajinos	- hialin: cartilaje costale, laringiale, traheale - elastic: pavilionul urechii, epiglota - fibros: discurile intervertebrale și meniscurile articulare
----------------	---

#### 3. Dur

● osos	- haversian (compact): diafizele oaselor lungi - spongios (trabecular): epifizele oaselor lungi și în interiorul celor scurte și late
--------	--

#### 4. Fluid — sângele

### III. MUSCULAR

- striat: mușchii scheletici (somatici)
- neted: visceral și multiunitar (în iris)
- striat de tip cardiac: miocardul

### IV. NERVOS

- neuronul — celula nervoasă
- nevroglia — celula glială

## Lucrare practică

Observați, pe preparatele microscopice din colecția laboratorului de biologie, diferite tipuri de celule și țesuturi, încercând să identificați componentele.

Puteți face și observații macroscopice pentru țesuturile cartilajinoase și musculare, după o disecție efectuată pe o broască sau un iepure.

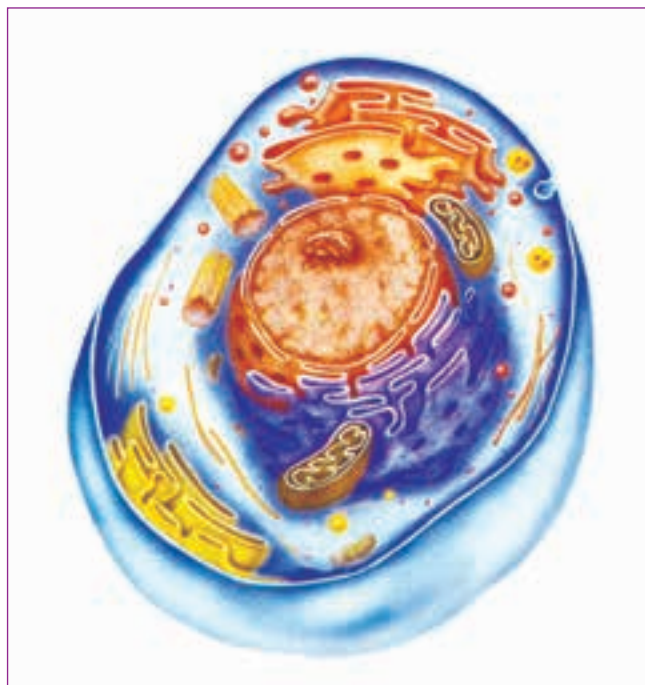
## Autoevaluare

1 — **Precizați** principalele funcții ale organismului și structurile care le realizează, folosind și cunoștințele dobândite anterior.

2 — **Denumiți** componentele celulei din figura alăturată.

3 — **Asociați** organitele celulare din prima coloană cu caracteristicile corespunzătoare din a doua coloană.

- |                 |  |
|-----------------|--|
| 1. ribozomi     | a. sistem membranar de micro- și macrovezicule, situat în apropierea nucleului |
| 2. mitocondrii  | b. echivalenți ai ergastoplasmei pentru neuron                                 |
| 3. lizozomi     | c. conțin enzime oxido-reducătoare   |
| 4. aparat Golgi | d. formațiuni sferice atașate reticulului endoplasmatic                        |
| 5. corpi Nissl  | e. vezicule cu enzime hidrolitice  |



4 — **Aflați răspunsul corect.**

Celulă polinucleată este: a. hematia adultă; b. hepatocitul; c. fibra musculară netedă; d. fibra musculară striată.

5 — **Stabiliți** dacă enunțurile legate prin conjuncția „deoarece” sunt adevărate sau false; în cazul în care le considerați adevărate, **determinați** dacă între ele există sau nu o relație de cauzalitate.

Citoplasma este un sistem coloidal, *deoarece* mediul de dispersie este ansamblul miceliilor coloidale, iar faza dispersată este apa.

Neuronul nu se divide, *deoarece* nu are în componența sa centrozomul, organit celular cu rol în înmulțirea celulară.

## II. FUNCȚIILE FUNDAMENTALE ALE ORGANISMULUI UMAN

### A. Funcțiile de relație

#### 1. Sistemul nervos

Sistemul nervos, împreună cu sistemul endocrin, reglează majoritatea funcțiilor organismului. Sistemul nervos (SN) are rol în special în reglarea activității musculaturii și a glandelor secretorii (atât exocrine, cât și endocrine), în timp ce sistemul endocrin reglează în principal funcțiile metabolice. Reglarea activității musculaturii scheletice este realizată de SN somatic, iar reglarea activității musculaturii viscerale și a glandelor (exo- și endocrine) este realizată de SN vegetativ. Între SN și sistemul endocrin există o strânsă interdependență.

#### Compartimentele funcționale ale sistemului nervos

Reglarea nervoasă a funcțiilor corpului se bazează pe activitatea centrilor nervoși care prelucrează informațiile primite și apoi elaborează comenzi ce sunt transmise efectorilor. Din acest punct de vedere, fiecare centru nervos poate fi separat în două compartimente funcționale:

- compartimentul senzitiv, unde sosesc informațiile culese la nivelul receptorilor;
- compartimentul motor, care transmite comenzile la efectori.

Așadar, fiecare organ nervos are două funcții fundamentale: funcția senzitivă și funcția motorie.

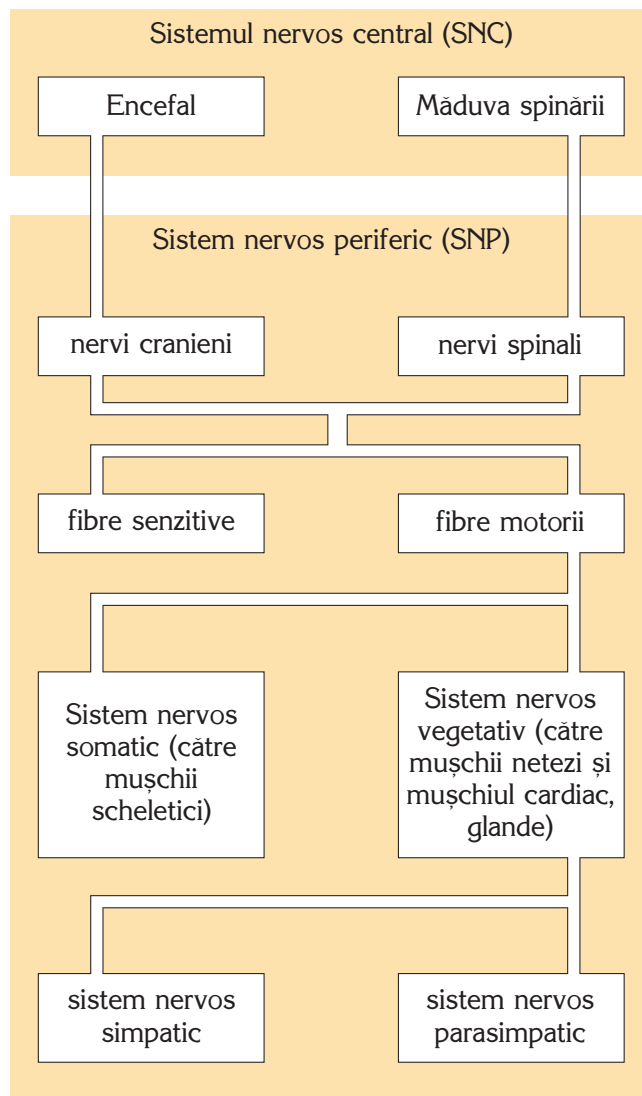
La nivelul emisferelor cerebrale mai apare și funcția psihică. Separarea funcțiilor sistemului nervos în funcții senzitive, motorii și psihice este artificială și schematică.

În realitate, nu există activitate senzitivă fără manifestări motorii, și viceversa, iar stările psihice rezultă din integrarea primelor două. Toată activitatea sistemului nervos se desfășoară într-o unitate, în diversitatea ei extraordinară.

#### \*Fiziologia neuronului și a sinapsei

**Neuronul** reprezintă unitatea morfo-funcțională a sistemului nervos. Din punctul de vedere al formei și

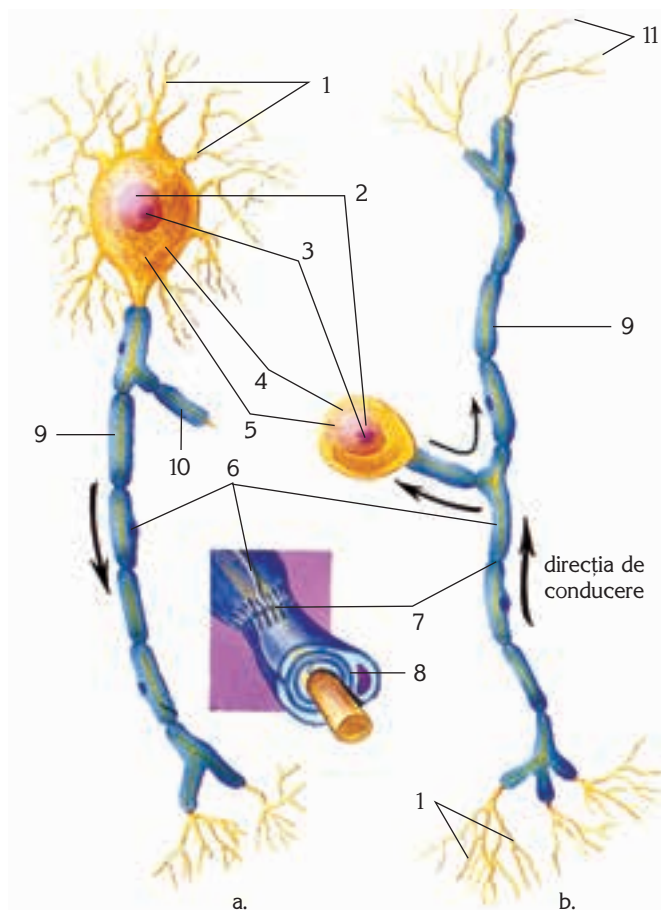
\* Numai la specializările cu două ore / săptămână și la profilul artistic, specializarea coregrafie.



al dimensiunilor, neuronii sunt foarte diferiți. Forma neuronilor este variabilă: stelată (coarnele anterioare ale măduvei), sferică sau ovalară (în ganglionii spinali), piramidală (zonele motorii ale scoarței cerebrale) și fusiformă (în stratul profund al scoarței cerebrale).

În funcție de numărul prelungirilor, neuronii pot fi:

- *unipolari* (celulele cu conuri și bastonașe din retină); au aspect globulos, cu o singură prelungire;
- *pseudounipolari*; se află în ganglionul spinal și au o prelungire care se divide în „T”; dendrita se distribuie la periferie, iar axonul pătrunde în sistemul nervos central (SNC);
- *bipolari*, de formă rotundă, ovală sau fusiformă, cele două prelungiri pornind de la polii opuși ai celulei (neuronii din ganglionii spiral Corti și vestibular Scarpa, din retină și din mucoasa olfactivă);
- *multipolari*; au o formă stelată, piramidală sau piriformă și prezintă numeroase prelungiri dendritice



**Fig. 11. Structura neuronului:** a. neuron motor; b. neuron senzitiv; 1. dendrite; 2. nucleu; 3. nucleoli; 4. corp neuronal; 5. substanță cromatofilă; 6. celule Schwann; 7. noduri Ranvier; 8. mielină; 9. axon; 10. colaterală axonică; 11. ramificații cu butoni terminali.

și un axon (scoarța cerebrală, cerebeloasă, coarțele anterioare din măduva spinării).

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

Neuronul este format din corpul celular (pericarioul) și una sau mai multe prelungiri, care sunt de două tipuri: dendritele, prelungiri celulipete (majoritatea neuronilor au mai multe dendrite), și axonul, care, funcțional, este celulfug, prelungire unică a neuronului (fig. 11).

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

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

*Neuroplasma* conține organite celulare comune (mitocondrii, ribozomi, reticul endoplasmatic, cu excepția centrozomului, deoarece neuronul nu se divide), incluziuni pigmentare și organite specifice: corpii tigroizi (Nissl) din corpul celular și de la baza dendritelor, cu rol în metabolismul neuronal, și neurofibrilele, care se găsesc atât în neuroplasmă (corp), cât și în prelungiri (dendrite și axon), având rol mecanic, de susținere și în conducerea impulsului nervos.

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

*Dendritele*, în porțiunea lor inițială, sunt mai groase, apoi se subțiază. În ele se găsesc neurofibrile. Acestea recepționează impulsul nervos și îl conduc spre corpul neuronului.

*Axonul* este o prelungire unică, lungă (uneori de 1m) și mai groasă. Este format dintr-o citoplasmă specializată, numită axoplasmă, în care se găsesc: mitocondrii, vezicule ale reticulului endoplasmatic și neurofibrile. Membrana care acoperă axoplasma se numește axolemă și are un rol important în propagarea impulsului nervos. De-a lungul traseului său, axonul emite colaterale perpendiculare pe direcția sa, iar în porțiunea terminală se ramifică; ultimele ramificații — butonii terminali — conțin mici vezicule pline cu mediatori chimici care înlesnesc transmiterea influxului nervos la nivelul sinapselor. Butonul mai conține neurofibrile și mitocondrii.

Înconjurând axonul, se deosebesc, în funcție de localizare — sistemul nervos periferic (SNP) sau SNC — și de diametrul axonului, următoarele structuri:

Structura	Axonul neuronilor SNP	Axonul neuronilor SNC
Teaca de mielină — axonii cu diametrul mai mic de 2 μ și fibrele postganglionare nu au teacă de mielină. Rolul mielinei este de izolator electric, care accelerează conducerea impulsului nervos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• produsă de celulele Schwann (o celulă produce pentru un singur axon)</li> <li>• prezintă discontinuități numite noduri Ranvier, care reprezintă spațiul dintre două celule Schwann</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• produsă de oligodendrocite (o celulă produce pentru mai mulți axoni)</li> </ul>

Structura	Axonul neuronilor SNP	Axonul neuronilor SNC
Teaca Schwann	<ul style="list-style-type: none"> <li>• se dispune în jurul tecii de mielină, fiind formată de celule Schwann</li> <li>• fiecărui segment internodal de mielină dintre două strangulații Ranvier îi corespunde o singură celulă Schwann</li> </ul>	Nu prezintă.
Teaca Henle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• separă membrana plasmatică a celulei Schwann de țesutul conjunctiv din jur</li> <li>• are rol în permeabilitate și rezistență</li> </ul>	Nu prezintă.

**Nevroglia.** La mamiferele superioare, numărul nevrogliilor depășește de 10 ori numărul neuronilor. Forma și dimensiunile corpului celular pot fi diferite, iar prelungirile, variabile ca număr. Se descriu mai multe tipuri de nevroglii: celula Schwann, astrocitul, oligodendroglia, microglia, celulele ependimare și celulele satelite. Nevroglia sunt celule care se divid intens (sunt singurele elemente ale țesutului nervos care dau naștere tumorilor din SNC), nu conțin neurofibrile și nici corpi Nissl. Au rol de suport pentru neuroni, de protecție, trofic, rol fagocitar (microglia), în sinteza tecii de mielină și în sinteza de ARN și a altor substanțe pe care le cedează neuronului.

Celula nervoasă are proprietățile de excitabilitate și conductibilitate, adică poate genera un potențial de acțiune care se propagă și este condus. Prima proprietate a fost descrisă în capitoul afectat fiziologiei celulei.

**Conducerea impulsului nervos.** Apariția unui potențial de acțiune într-o zonă a membranei neuronale determină apariția unui nou potențial de acțiune în zona vecină. Așadar, apariția unui potențial de acțiune într-un anumit punct al membranei axonale este consecința depolarizării produse de un potențial de acțiune anterior. Aceasta explică de ce toate potențialele de acțiune apărute de-a lungul unui axon sunt consecința primului potențial de acțiune generat la nivelul axonului respectiv.

**Conducerea la nivelul axonilor amielinici (fig. 12).** În acest caz, potențialul de acțiune poate să apară în orice zonă a membranei. Proprietățile electrice ale membranei permit depolarizarea regiunilor adiacente, iar potențialul de acțiune este condus într-o singură direcție, deoarece în direcția opusă, unde s-a produs potențialul de acțiune anterior, membrana este în stare refractară absolută. De fapt, termenul de conducere este impropriu, deoarece orice nou potențial de acțiune este un eveniment complet nou, care se repetă, se regenerează de-a lungul axonului.

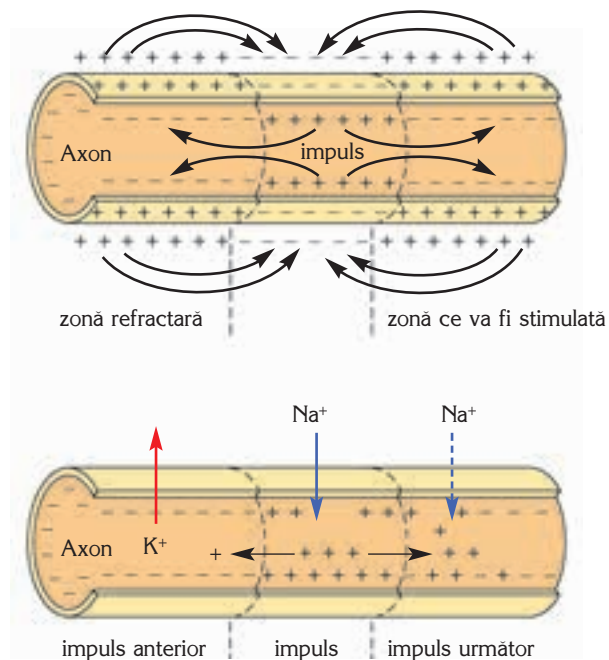


Fig. 12. Conducerea impulsului nervos (potențialului de acțiune) într-o fibră amielinică.

**Conducerea la nivelul axonilor mielinizați (fig. 13).** În acest caz, datorită proprietăților izolatoare ale mielei, potențialul de acțiune apare la nivelul nodurilor Ranvier și „sare“ de la un nod la altul într-un tip de conducere numită „saltatorie“. Acest tip de conducere permite viteze mult mai mari (100 m/s, față de 10 m/s în fibrele amielinice). Aceasta explică apariția mai rapidă a unor reflexe decât altele.

**Sinapsa** este conexiunea funcțională între un neuron și o altă celulă. În SNC, a doua celulă este tot un neuron, dar în SNP ea poate fi o celulă efectorie, musculară sau secretorie. Deși similară cu cea neuro-neuronală, sinapsa neuromusculară se numește placă motorie sau joncțiune neuromusculară.

La nivelul sinapselor, transmiterea se face într-un singur sens.

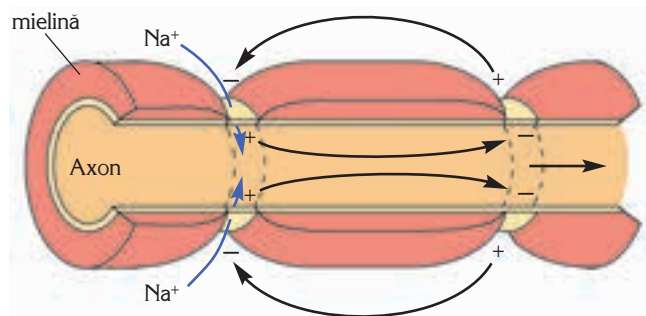


Fig. 13. Conducerea impulsului nervos într-o fibră mielinizată.

Sinapsele neuro-neuronale pot fi axosomatice sau axodendritice, axoaxonice sau dendrodendritice (fig. 14).

Din punct de vedere al mecanismului prin care se face transmiterea, sinapsele pot fi chimice sau electrice.

În urma interacțiunii dintre mediatorul chimic eliberat în fanta sinaptică și receptorii de pe membrana postsinaptică (fig. 15), apare depolarizarea membranei postsinaptice, numită potențial postsinaptic excitator, dacă este vorba de un neuron postsinaptic, sau potențial terminal de placă, dacă este vorba despre o fibră musculară scheletică. Acest potențial, care nu trebuie confundat cu potențialul de acțiune, are două proprietăți speciale: sumația temporală și sumația spațială. În primul caz, două asemenea potențiale produse prin descărcarea de mediator din aceeași fibră presinaptică se pot suma, rezultând un potențial mai mare, iar în cel de-al doilea caz, potențialele postsinaptice excitatorii, produse de două terminații presinaptice vecine pe aceeași membrană postsinaptică, se pot cumula.

**Oboseala transmiterii sinaptice.** Stimularea repetată și rapidă a sinapselor excitatorii este urmată de descărcări foarte numeroase ale neuronului

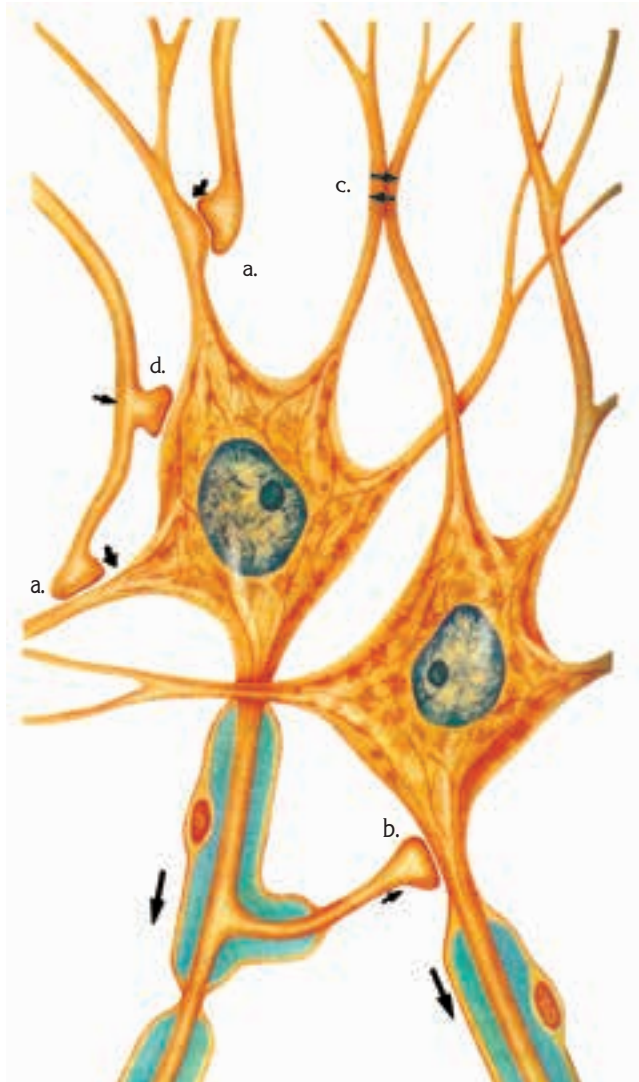


Fig. 14. Tipuri de sinapse: a. axodendritică; b. axoaxonică; c. dendrodendritică (electrică); d. axosomatică.

	Sinapse chimice	Sinapse electrice
Alcătuire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• terminația presinaptică — conține vezicule cu mediator chimic (se cunosc peste 40 de mediatori chimici, cel mai răspândit fiind acetilcolina)</li> <li>• fanta sinaptică</li> <li>• celula postsinaptică — prezintă receptori pentru mediatorul chimic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• două celule de aceleași dimensiuni, care sunt alipite în zonele lor de rezistență electrică minimă</li> </ul>
Mod de funcționare	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sub acțiunea impulsului nervos, se eliberează cuante de mediator chimic în fanta sinaptică</li> <li>• mediatorul chimic interacționează cu receptorii specifici de pe membrana postsinaptică, determinând modificări ale potențialului membranei postsinaptice</li> </ul> <p>Conducerea este unidirecțională, dinspre terminația presinaptică spre cea postsinaptică</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trecerea ionilor și a moleculelor prin aceste locuri de joncțiune</li> </ul> <p>Conducerea este, se pare, bidirecțională</p>
Exemple	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aproape toate sinapsele SNC</li> <li>• placa motorie</li> <li>• SN vegetativ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• miocard</li> <li>• mușchi netedi</li> <li>• în anumite regiuni din creier</li> </ul>



postsinaptic, pentru ca, în următoarele milisecunde, numărul acestora să scadă accentuat. În acest caz, avem de-a face cu un mecanism de protecție împotriva suprastimulării, care se realizează prin epuizarea depozitelor de mediator chimic (neurotransmițător) de la nivelul terminației presinaptice.

**Efectele medicamentelor asupra transmiterii sinaptice.** Unele medicamente cresc excitabilitatea sinapselor (cofeina), altele o scad (unele anestezice).

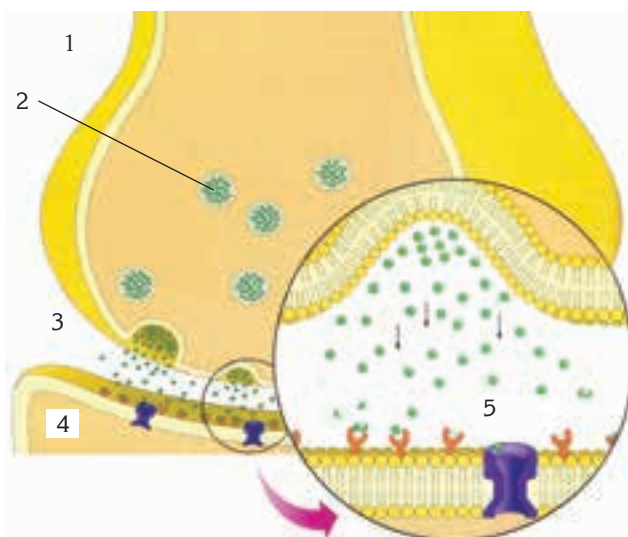
### Reflexul

Mecanismul fundamental de funcționare a sistemului nervos este actul reflex (sau, simplu, reflexul). Reflexul reprezintă reacția de răspuns a centrilor nervoși la stimularea unei zone receptoare. Termenul de reflex a fost introdus de către matematicianul și filozoful francez René Descartes (1596-1650). Răspunsul reflex poate fi excitator sau inhibitor.

Baza anatomică a actului reflex este arcul reflex, alcătuit din cinci componente anatomiche: receptorul, calea aferentă, centrul nervos, calea eferentă și efectorul (fig. 16).

**Receptorul** este o structură excitabilă care răspunde la stimuli prin variații de potențial gradate proporțional cu intensitatea stimulului.

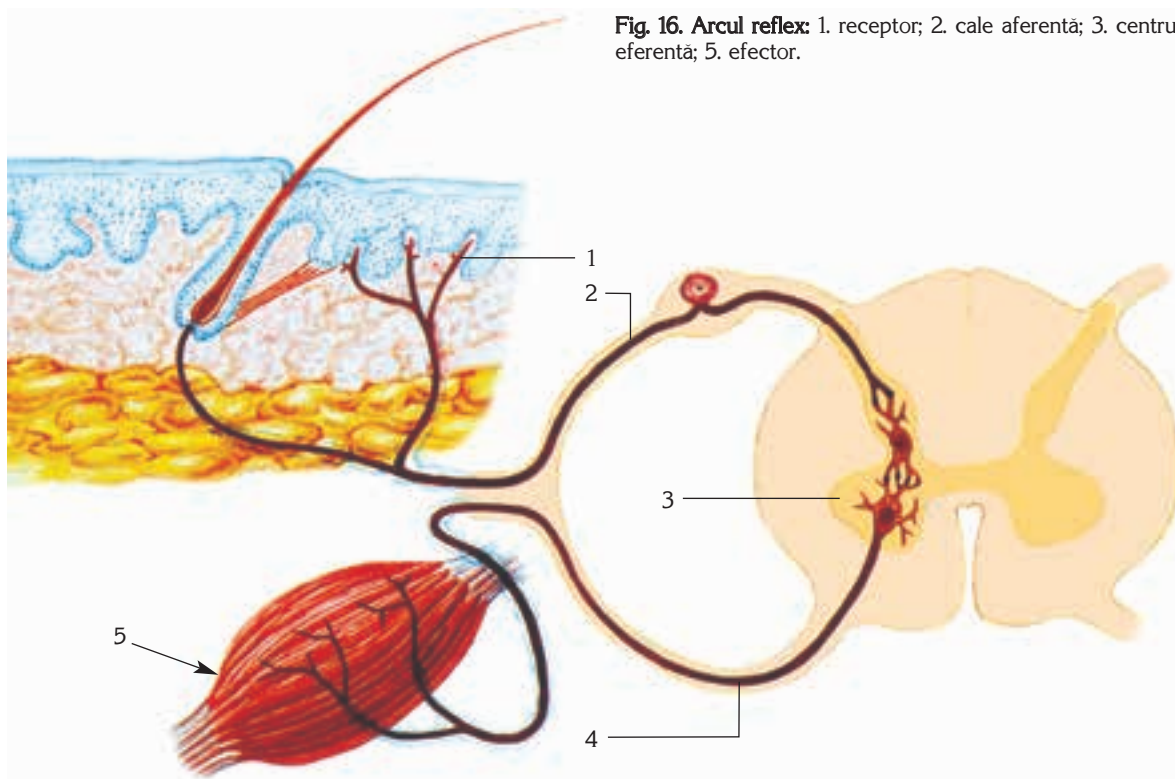
Majoritatea receptorilor sunt celule epiteliale diferențiate și specializate în celule senzoriale (gustative,



**Fig. 15. Transmiterea sinaptică:** 1. terminație presinaptică; 2. acetilcolină; 3. fanta sinaptică; 4. celula postsinaptică; 5. receptor.

auditive, vestibulare). Alți receptori din organism sunt corpusculii senzitivi — mici organe pluricelulare alcătuite din celule, fibre conjunctive și terminații nervoase dendritice (receptorii tegumentari, proprioceptorii).

Uneori, rolul de receptori îl îndeplinesc chiar terminațiile butonate ale dendritelor (neuronul receptorului olfactiv, receptorii dureroși).



**Fig. 16. Arcul reflex:** 1. receptor; 2. cale aferentă; 3. centru; 4. cale eferentă; 5. efector.

La nivelul receptorului are loc transformarea energiei stimulului în impuls nervos.

În funcție de proveniența stimulului, se deosebesc:

- *exteroreceptori* – primesc stimuli din afara organismului;

- *interoreceptori* (visceroreceptori) – primesc stimuli din interiorul organismului (baroreceptori, chemoreceptori).

- *proprioceptori* – primesc stimuli de la mușchi, tendoane, articulații și informează despre poziția corpului și permit controlul mișcării.

În funcție de tipul de energie pe care o prelucrează:

- *chemoreceptori* – stimulați chimic: muguri gustativi, epiteliul olfactiv, corpii carotidieni și aortici; nociceptorii sunt considerați ca făcând parte din această categorie, deoarece sunt stimulați de substanțe chimice eliberate de celulele distruse;

- *fotoreceptori* – sunt stimulați de lumină: celule cu conuri și bastonașe;

- *termoreceptori* – răspund la variațiile de temperatură: terminații nervoase libere;

- *mecanoreceptori* – stimulați de deformarea membranei celulare: receptori pentru tact, vibrații și presiune.

În funcție de viteza de adaptare:

- *fazici* – răspund cu o creștere a activității la aplicarea stimulului, dar, în ciuda menținerii acestuia, activitatea lor scade ulterior: receptorul olfactiv;

- *tonici* – prezintă activitate relativ constantă pe toată durata aplicării stimulului: receptorul vizual.

La nivelul receptorului are loc traducerea informației purtate de stimul în informație nervoasă specifică (impuls nervos).

**Calea aferentă.** Receptorii vin în contact sinaptic cu terminațiile dendritice ale neuronilor senzitivi din ganglionii spinali sau de pe traiectul unor nervi cranieni.

Prin **centrii unui reflex** se înțelege totalitatea structurilor din sistemul nervos central care participă la actul reflex respectiv.

Sistemul nervos central are trei nivele majore, cu atribute funcționale specifice: nivelul măduvei spinării, nivelul subcortical și nivelul cortical.

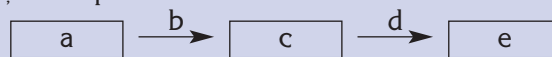
**Calea eferentă** reprezintă axonii neuronilor motori somatici și vegetativi prin care se transmite comanda către organul efector.

**Efactorii.** Principalii efectori sunt mușchii striați,

## TEME ȘI APLICAȚII

1 **Precizați** diferența dintre actul reflex și arcul reflex.

2 Folosind schema de mai jos, **determinați** semnificația componentelor a-e ale arcului reflex.



3 **Enumerați** principalele tipuri de receptori.

4 **Definiți** centrul reflex și **precizați** nivelurile majore ale sistemului nervos central.

5 **Explicați** transmiterea impulsului nervos la nivelul sinapselor. De ce credeți că transmiterea se face unidirecțional?

mușchii netezi și glandele exocrine.

Vă reamintim structura sistemului nervos.

## Măduva spinării

Se găsește situată în canalul vertebral, format din suprapunerea orificiilor vertebrale, pe care însă nu îl ocupă în întregime. Limita superioară a măduvei corespunde găurii occipitale sau emergenței primului nerv spinal (C1), iar limita inferioară se află în dreptul vertebrei L2 (fig. 17).

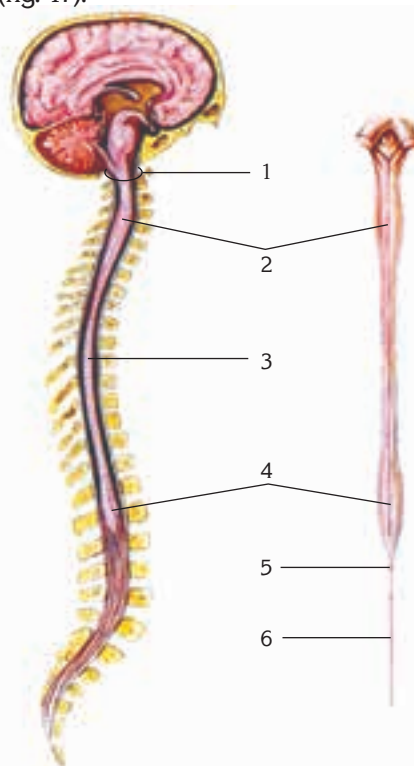


Fig. 17. Creierul și măduva spinării (secțiune sagitală): 1. gaura occipitală; 2. dilatația cervicală; 3. măduva spinării în canalul vertebral; 4. dilatația lombară; 5. conul medular; 6. filum terminale.

Între peretele osos al vertebrelor și măduvă se află cele trei membrane ale meningelor vertebrale care asigură protecția și nutriția măduvei.

Sub vertebra L2, măduva se prelungeste cu conul medular, iar acesta cu filum terminale. De o parte și de alta a conului medular și a filumului terminal, nervii lombari și sacrali, cu direcție aproape verticală, formează „coada de cal”.

#### Aspectul exterior al măduvei

În dreptul regiunilor cervicală și lombară, măduva prezintă două porțiuni mai voluminoase, intumescențele (dilatările) cervicală și lombară, care corespund membrilor.

#### Meningele spinale

Sunt alcătuite din trei membrane de protecție care învelesc măduva (fig. 18). Membrana exterioară se numește *dura mater*. Are o structură fibroasă, rezistentă și este separată de pereții canalului vertebral prin spațiul epidural.

*Arahnoida* are o structură conjunctivă și este separată și de pia mater printr-un spațiu care conține lichidul cefalorahidian (LCR).

*Pia mater* este o membrană conjunctivo-vasculară, cu rol nutritiv, care învelește măduva la care aderă pătrunzând în șanțuri și fisuri. În grosimea ei se găsesc vase arteriale.

Măduva este formată din substanță cenușie dispusă în centru, sub formă de coloane, având, în secțiune transversală, aspectul literei „H”, și substanță albă, la periferie, sub formă de cordoane (fig. 19).

#### Substanța cenușie

Este constituită din corpul neuronilor. Bara transversală a „H”-ului formează comisura cenușie a mădu-

vei, iar porțiunile laterale ale „H”-ului sunt subdivizate în coarne: anterioare, laterale și posterioare.

**Comisura cenușie** prezintă, în centru, canalul ependimar care conține LCR.

**Coarnele anterioare** (ventrale) conțin dispozitivul somatomotor, care este mai bine dezvoltat în regiunile dilatărilor. Coarnele anterioare sunt mai late și mai scurte decât cele posterioare și conțin două tipuri de neuroni somatomotori ai căror axoni formează rădăcina ventrală a nervilor spinali.

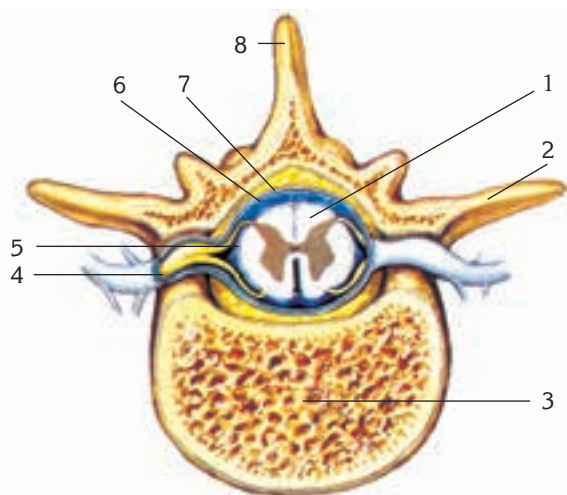
**Coarnele posterioare** (dorsale) conțin neuroni ai căilor senzitive care au semnificația de deutoneuron (al II-lea neuron), protoneuronul (I-ul neuron) fiind situat în ganglionii spinali.

**Coarnele laterale** sunt vizibile în regiunea cervicală inferioară, în regiunea toracală și lombară superioară. Conțin neuroni vegetativi simpatici preganglionari ai căror axoni părăsesc măduva pe calea rădăcinii ventrale a nervului spinal și formează fibrele preganglionare ale sistemului simpatic.

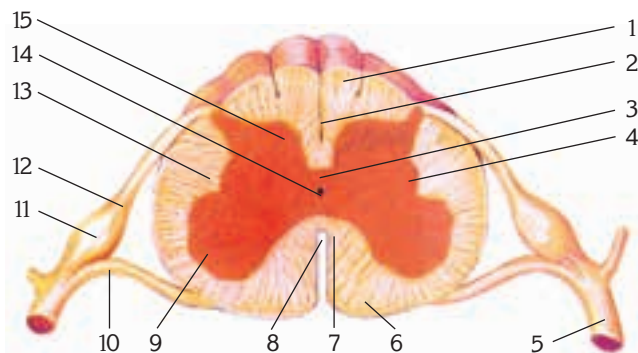
Între coarnele laterale și posterioare, în substanța albă a măduvei, se află substanța reticulată a măduvei, mai bine individualizată în regiunea cervicală și formată din neuroni dispuși în rețea, prezenți și în jurul canalului ependimar, pe toată lungimea sa.

#### Substanța albă

Se află la periferia măduvei și este dispusă sub formă de cordoane în care găsim fascicule ascendente, situate, în general, periferic, descendente, situate spre interior față de precedentele, și fascicule de asociație, situate profund, în imediata vecinătate a substanței cenușii.



**Fig. 18. Meningele:** 1. măduva spinării; 2. apofiză transversă; 3. corp vertebral; 4. nerv spinal; 5. pia mater; 6. arahnoida; 7. dura mater; 8. apofiză spinoasă.



**Fig. 19. Măduva spinării (secțiune transversală):** 1. cordonul posterior; 2. șanțul median posterior; 3. comisura cenușie; 4. cornul lateral; 5. nerv spinal; 6. cordonul anterior; 7. comisura albă; 8. fisura mediană anterioară; 9. cornul anterior; 10. rădăcina anterioară; 11. ganglion spinal; 12. rădăcina posterioară; 13. cordonul lateral; 14. canalul ependimar; 15. cornul posterior.

**TEME ȘI APLICAȚII**

**Găsiți** răspunsul corect.

Măduva spinării este limitată superior și inferior de: a. vertebrele T1 și L5; b. vertebrele L1 și S2; c. vertebrele C1 și L2; d. vertebrele C2 și L1.

Coarnele laterale sunt vizibile microscopic pe secțiunea transversală prin măduva spinării în regiunile: a. cervicală inferioară, toracală și lombară inferioară; b. cervicală superioară, toracală inferioară și lombară; c. cervicală inferioară, toracală și lombară superioară; d. cervicală și toracală superioară.

**Fig. 20. Căile ascendente:** 1. gir postcentral; 2. axonii neuronilor III (talamici); 3. talamus; 4. cortex cerebral; 5. mezencefal; 6. cerebel; 7. punte; 8. axonii deutoneuronilor; 9. nucleul gracilis; 10. nucleul cuneat; 11. bulb rahidian; 12. fascicul cuneat; 13. receptor articular de

**\* Căile ascendente (ale sensibilității; fig. 20)**

**Căile sensibilității exteroceptive**

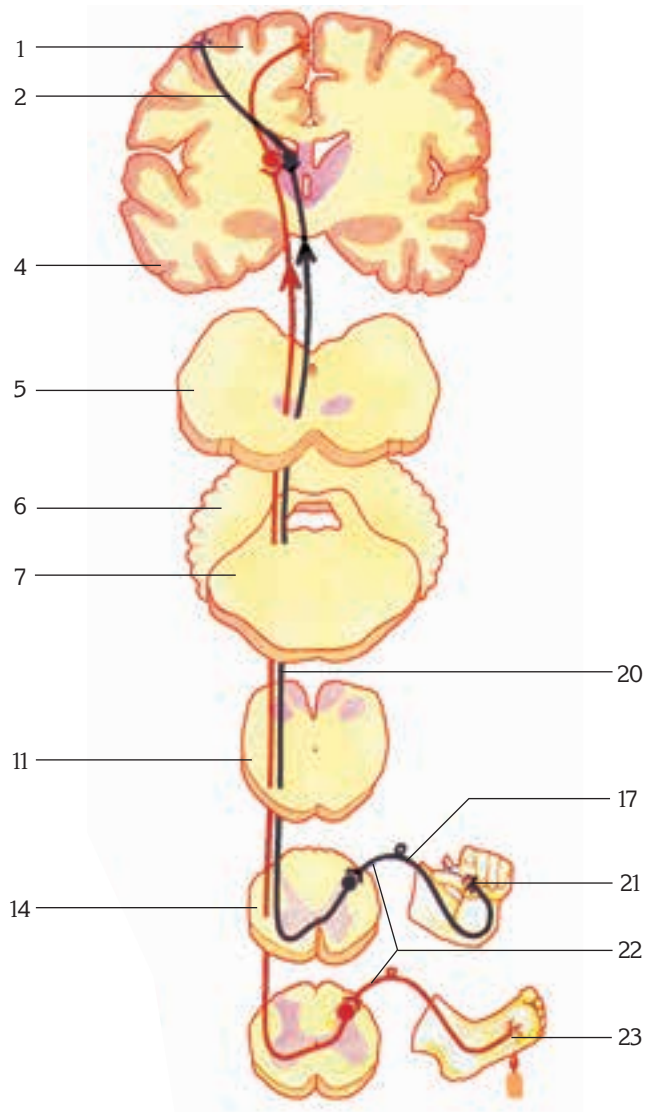
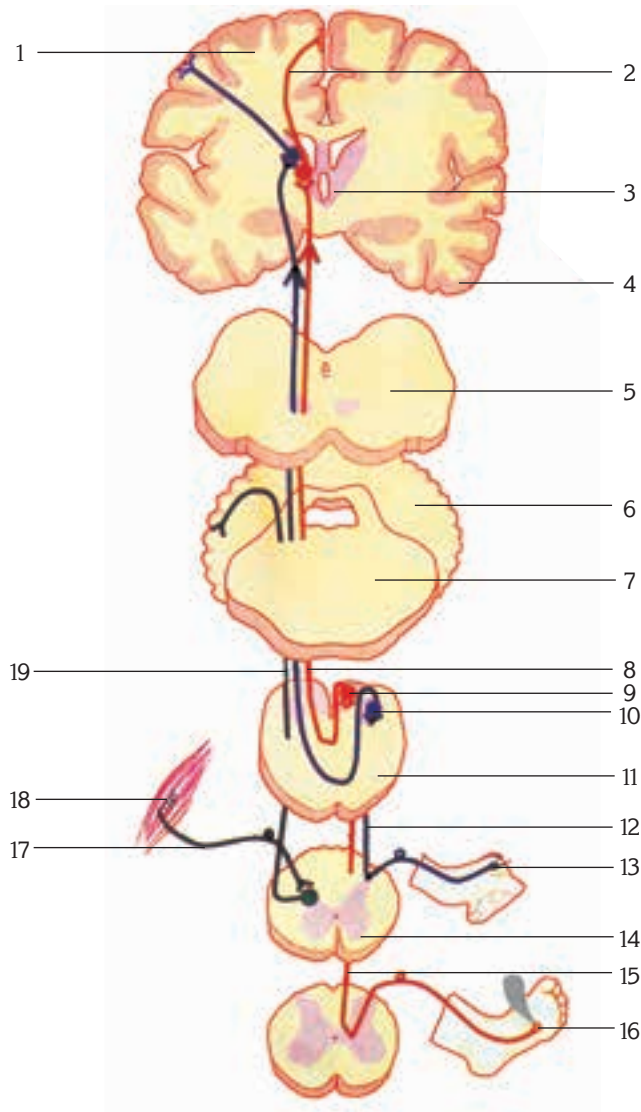
**• Calea sensibilității termice și dureroase**

Receptorii se găsesc în piele. Pentru sensibilitatea dureroasă, ca și pentru cea termică, receptorii sunt terminațiile nervoase libere.

Protoneuronul se află în ganglionul spinal. Dendrita lui este lungă și ajunge la receptori, iar axonul pătrunde în măduvă.

Deutoneuronul se află în neuronii senzitivi din cornul posterior al măduvei. Axonul lui trece în cordorul

întindere; 14. regiune cervicală; 15. fascicul gracilis; 16. receptor tactil; 17. dendritele protoneuronilor; 18. fus neuromuscular; 19. tract spinocerebelos dorsal; 20. tract spino-talamic lateral; 21. receptor pentru durere; 22. axonii protoneuronilor; 23. receptor termic.



lateral opus, unde formează fasciculul spinotalamic lateral, care, în traiectul său ascendent, străbate măduva și trunchiul cerebral, îndreptându-se spre talamus.

Al III-lea neuron se află în talamus. Axonul lui se proiectează pe scoarța cerebrală, în aria somestezică I din lobul parietal.

#### • Calea sensibilității tactile grosiere (protopatică)

În piele, receptorii sunt reprezentați de corpusculii Meissner și de discurile tactile Merkel.

Protoneuronul se află în ganglionul spinal. Dendrita acestui neuron, lungă, ajunge la nivelul receptorilor, iar axonul pătrunde pe calea rădăcinii posterioare în măduvă.

Deutoneuronul se află în neuronii senzitivi din cornul posterior.

Axonul acestor neuroni trece în cordonul anterior opus, alcătuind fasciculul spinotalamic anterior care, în traiectul său ascendent, străbate măduva, trunchiul cerebral și ajunge la talamus.

Al III-lea neuron se află în talamus. Axonul lui se proiectează în scoarța cerebrală, în aria somestezică I.

#### • Calea sensibilității tactile fine (epicritice)

Utilizează calea cordoanelor posterioare, împreună cu calea proprioceptivă kinestezică, cu care va fi descrisă.

### Căile sensibilității proprioceptive

#### • Calea sensibilității kinestezice

Sensibilitatea kinestezică (simțul poziției și al mișcării în spațiu) utilizează calea cordoanelor posterioare, împreună cu sensibilitatea tactilă epicritică.

Receptorii:

- pentru sensibilitatea tactilă epicritică, sunt aceiași ca și pentru sensibilitatea tactilă protopatică, însă cu câmp receptor mai mic;

- pentru sensibilitatea kinestezică, receptorii sunt corpusculii neurotendinoși ai lui Golgi și corpusculii Ruffini.

Protoneuronul se află în ganglionul spinal, a cărui dendrită, lungă, ajunge la receptorii. Axonul, de asemenea lung, pătrunde în cordonul posterior, formând la acest nivel fasciculul gracilis (Goll) și fasciculul cuneat (Burdach). Menționăm că fasciculul cuneat apare numai în măduva toracală superioară și în măduva cervicală. Aceste două fascicule, numite și fascicule spinobulbare, urcă spre bulb.

Deutoneuronul se află în nucleii gracilis și cuneat din bulb. Axonul celui de al II-lea neuron se încrucișează în bulb și formează decusația senzitivă, după

care devin ascendenți și formează lemniscul medial, care se îndreaptă spre talamus.

Al III-lea neuron se află în talamus. Axonul celui de al III-lea neuron se proiectează în aria somestezică I.

#### • Calea sensibilității proprioceptive de control al mișcării

Această cale este constituită din două tracturi:

- tractul spinocerebelos dorsal (direct);
- tractul spinocerebelos ventral (încrucișat).

Receptorii acestei căi sunt fusurile neuromusculare.

Protoneuronul este localizat în ganglionul spinal; dendrita ajunge la receptorii, iar axonul, pe calea rădăcinii posterioare, intră în măduvă, în substanța cenușie.

Deutoneuronul se află în neuronii senzitivi din cornul posterior al măduvei. Axonul celui de al II-lea neuron se poate comporta în două moduri:

- fie se duce în cordonul lateral de aceeași parte, formând fasciculul spinocerebelos dorsal (direct);

- fie ajunge în cordonul lateral de partea opusă, deci se încrucișează și formează fasciculul spinocerebelos ventral (încrucișat).

Ambele fascicule au un traiect ascendent, străbat măduva și ajung în trunchiul cerebral, unde se comportă în mod diferit:

- fasciculul spinocerebelos dorsal străbate numai bulbul și apoi, pe calea pedunculului cerebelos inferior, ajunge la cerebel;

- fasciculul spinocerebelos ventral străbate bulbul, puntea și mezencefalul și apoi, mergând de-a lungul pedunculului cerebelos superior, ajunge la cerebel.

### Căile sensibilității interoceptive

În condiții normale, viscerele nu reacționează la stimuli mecanici, termici, chimici, iar influxurile nervoase interoceptive nu devin conștiente. Numai în condiții anormale viscerele pot fi punctul de plecare al senzației dureroase.

Receptorii se găsesc în pereții vaselor și ai organelor, sub formă de terminații libere sau corpusculi lamelați.

Protoneuronul se găsește în ganglionul spinal; dendrita lui ajunge la receptorii, iar axonul pătrunde în măduvă.

Deutoneuronul se află în măduvă; axonii acestuia intră în alcătuirea unui fascicul și, din aproape în aproape, ajung la talamus.

Al III-lea neuron se află în talamus. Zona de proiecție corticală este difuză. Această cale este multisinaptică.

**\* Căile descendente (ale motricității; fig. 21)**

**Calea sistemului piramidal**

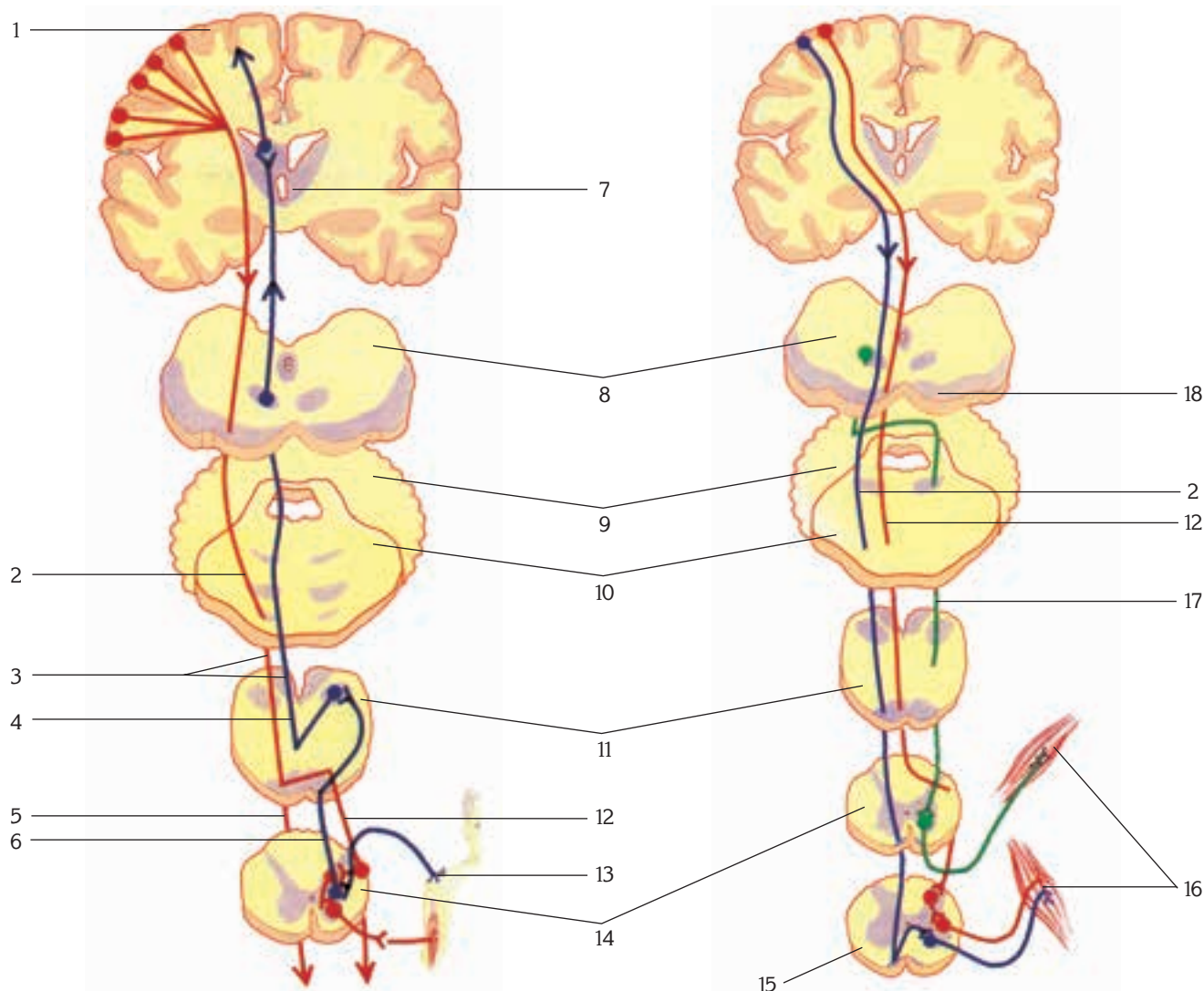
Își are originea în cortexul cerebral și controlează motilitatea voluntară.

Fasciculul piramidal (corticospinal) are origini corticale diferite: aria motorie, aria premotorie, aria motorie suplimentară și aria motorie secundară, suprapusă ariei senzitive secundare. Dintre cele aproximativ 1000000 de fibre ale fasciculului piramidal, circa 700000 sunt mielinizate.

Fibrele fasciculului piramidal străbat, în direcția lor descendentă, toate cele trei etaje ale trunchiului cerebral și, ajunse la nivelul bulbului, se comportă diferit:

- în jur de 75% din fibre se încrucișează la nivelul bulbului (decusația piramidală), formând fasciculul piramidal încrucișat sau corticospinal lateral, care ajunge în cordonul lateral al măduvei;

- în jur de 25% din fibrele fasciculului piramidal nu se încrucișează și formează fasciculul piramidal direct (corticospinal anterior), care ajunge în cordonul anterior de aceeași parte, fiind situat lângă fisura mediană. În dreptul fiecărui segment, o parte din fibre părăsesc acest fascicul, se încrucișează și trec în cordonul anterior opus.



**Fig. 21. Căile descendente:** 1. cortexul cerebral; 2. fascicul piramidal (corticospinal); 3. fibre senzitive și motorii care se încrucișează în bulb; 4. fascicul cuneat; 5. fascicul corticospinal anterior; 6. fascicul cuneat; 7. talamus; 8. mezencefal; 9. cerebel; 10. puntea; 11. bulb rahidian; 12. fascicul corticospinal lateral; 13. impuls senzitiv de la piele; 14. regiunea cervicală; 15. regiunea lombară; 16. mușchi scheletici; 17. fascicul rubrospinal; 18. peduncul cerebral (mezencefal).

În traiectul lui prin trunchiul cerebral, din fibrele fasciculului piramidal se desprind fibre corticonucleare, care ajung la nucleii motori ai nervilor cranieni (similari cornului anterior al măduvei).

În concluzie, calea sistemului piramidal are doi neuroni:

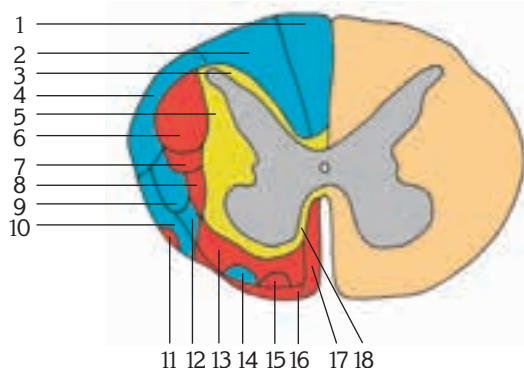
- un neuron cortical, central, de comandă;
- un neuron inferior, periferic sau de execuție, care poate fi situat în măduvă sau în nucleii motori ai nervilor cranieni.

### Calea sistemului extrapiramidal

Își are originea în etajele corticale și subcorticale și controlează motilitatea involuntară automată și semiautomată. Căile extrapiramidale corticale ajung la nucleii bazali (corpul striat). De la nucleii bazali, prin eferențele acestora (fibre strionigrice, striorubice și strioreticulate), ajung la nucleii din mezencefal (nucleul roșu, substanța neagră și formația reticulată), continuându-se spre măduvă prin fasciculele nigrospinale, rubrospinale și reticulospinale; de la nivelul nucleilor bulbari — olivari și vestibulari — se continuă cu fasciculele olivospinale și vestibulospinale (fig. 22).

Toate aceste fascicule extrapiramidale ajung, în final, la neuronii motori din cornul anterior al măduvei.

Prin **căile descendente piramidale și extrapiramidale**, centrii encefalice exercită controlul motor voluntar (calea piramidală) și automat (căile extrapiramidale) asupra musculaturii scheletice. În acest mod sunt reglate tonusul muscular și activitatea motorie, fiind menținute postura și echilibrul corpului.



**Fig. 22. Măduva spinării:** 1. fascicul gracilis; 2. fascicul cuneat; 3. fascicul fundamental posterior; 4. fascicul spinocerebelos direct Flechsig; 5. fascicul fundamental lateral; 6. fascicul piramidal încrucișat; 7. fascicul rubrospinal; 8. fascicul vestibulospinal lateral; 9. fascicul spinotalamic lateral; 10. fascicul spinocerebelos încrucișat Gowers; 11. fascicul olivospinal; 12. fascicul spinoctectal; 13. fascicul reticulospinal; 14. fascicul spinotalamic ventral; 15. fascicul tectospinal; 16. fascicul vestibulospinal ventral; 17. fascicul piramidal direct; 18. fascicul fundamental anterior.

## Nervii spinali

Nervii spinali conectează măduva cu receptorii și efortorii (somatici și vegetativi). Sunt în număr de 31 de perechi. În regiunea cervicală există 8 nervi cervicali (primul iese între osul occipital și prima vertebră cervicală), în regiunea toracală sunt 12 nervi, apoi 5 în regiunea lombară, 5 în sacrală și unul în regiunea coccigiană.

Nervii spinali sunt formați din două **rădăcini**:

- anterioară (ventrală), motorie;
- posterioară (dorsală), senzitivă, care prezintă pe traiectul ei ganglionul spinal.

**Rădăcina anterioară** conține axonii neuronilor somatomotori din cornul anterior al măduvei și axonii neuronilor visceromotori din jumătatea ventrală a cornului lateral.

**Rădăcina posterioară** (dorsală) prezintă pe traiectul său ganglionul spinal, la nivelul căruia sunt localizați atât neuronii somatosenzitivi, cât și neuronii viscerosenzitivi.

Neuronii somatosenzitivi au o dendrită lungă, care ajunge la receptorii din piele (exteroceptori) sau la receptorii somatici profunzi din aparatul locomotor (proprioceptori). Axonul lor intră în măduvă pe calea rădăcinii posterioare.

Neuronii viscerosenzitivi au și ei o dendrită lungă, care ajunge la receptorii din viscere (visceroreceptori). Axonii lor pătrund pe calea rădăcinii posterioare în măduvă și ajung în jumătatea dorsală a cornului lateral al măduvei (zona viscerosenzitivă).

Rădăcinile anterioară și posterioară ale nervului spinal se unesc și formează **trunchiul** nervului spinal, care este mixt, având în structura sa fibre somatomotorii, visceromotorii, somatosenzitive, viscerosenzitive.

**Trunchiul nervului spinal** iese la exteriorul canalului vertebral prin gaura intervertebrală. După un scurt traiect de la ieșirea sa din canalul vertebral, nervul spinal se desface în **ramurile** sale: ventrală, dorsală, meningială și comunicanta albă. Prin a cincea ramură, comunicanta cenușie, fibra vegetativă simpatică postganglionară intră în nervul spinal.

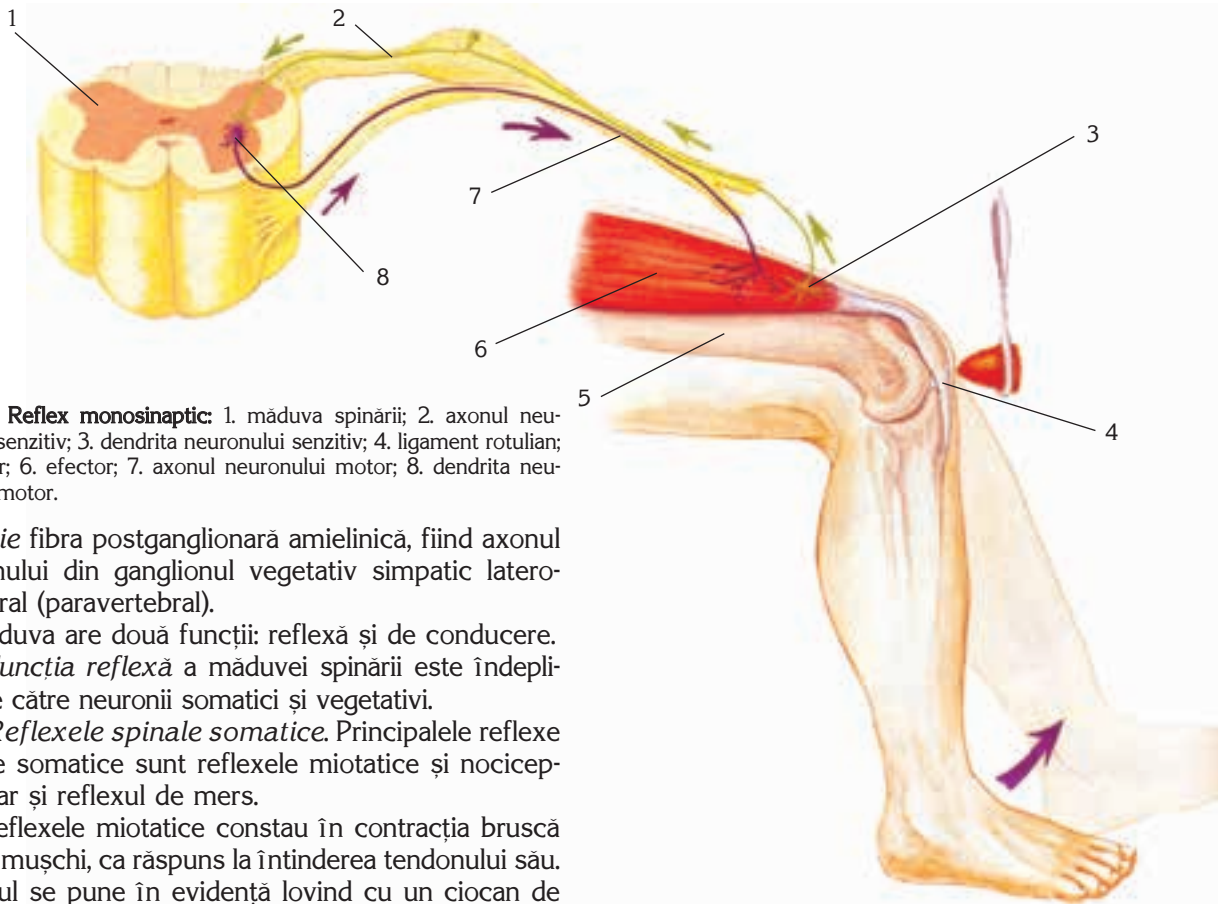
**Ramurile ventrale**, prin anastomozare între ele, formează o serie de plexuri: cervical, brahial, lombar, sacral.

În regiunea toracală, ramurile ventrale ale nervilor se dispun sub forma nervilor intercostali.

**Ramura dorsală** a nervului spinal conține, ca și ramura ventrală, atât fibre motorii, cât și fibre senzitive; se distribuie la pielea spatelui și la mușchii jgheburilor vertebrale.

**Ramura meningială** a nervului spinal conține fibre senzitive și vasomotorii pentru meninge.

**Ramurile comunicante:** prin cea **albă** trece fibra preganglionară mielinică, cu originea în neuronul visceromotor din cornul lateral al măduvei, iar prin cea



**Fig. 23. Reflex monosinaptic:** 1. măduva spinării; 2. axonul neuronului senzitiv; 3. dendrita neuronului senzitiv; 4. ligament rotulian; 5. femur; 6. efortor; 7. axonul neuronului motor; 8. dendrita neuronului motor.

*cenusie* fibra postganglionară amielinică, fiind axonul neuronului din ganglionul vegetativ simpatic latero-vertebral (paravertebral).

Măduva are două funcții: reflexă și de conducere.

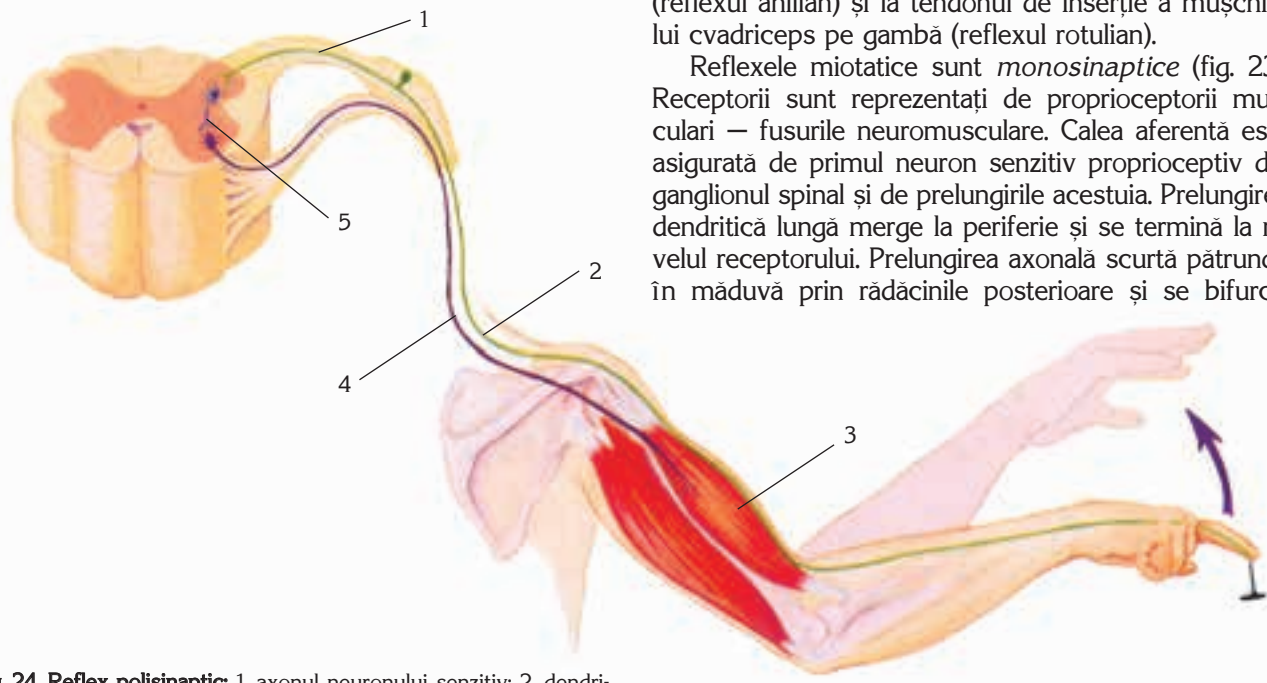
1. *Funcția reflexă* a măduvei spinării este îndeplinită de către neuronii somatici și vegetativi.

a. *Reflexele spinale somatice.* Principalele reflexe spinale somatice sunt reflexele miotatice și nociceptive, dar și reflexul de mers.

- Reflexele miotatice constau în contracția bruscă a unui mușchi, ca răspuns la întinderea tendonului său. Reflexul se pune în evidență lovind cu un ciocan de cauciuc tendonul mușchiului. În mod curent, aceste

reflexe se cercetează la nivelul tendonului lui Ahile (reflexul ahilian) și la tendonul de inserție a mușchiului cvadriiceps pe gambă (reflexul rotulian).

Reflexele miotatice sunt *monosinaptice* (fig. 23). Receptorii sunt reprezentați de proprioceptorii musculari – fusurile neuromusculare. Călea aferentă este asigurată de primul neuron senzitiv proprioceptiv din ganglionul spinal și de prelungirile acestuia. Prolungirea dendritică lungă merge la periferie și se termină la nivelul receptorului. Prolungirea axonală scurtă pătrunde în măduvă prin rădăcinile posterioare și se bifurcă.



**Fig. 24. Reflex polisinpaptic:** 1. axonul neuronului senzitiv; 2. dendrita neuronului senzitiv; 3. efortor; 4. axonul neuronului motor; 5. neuron de asociație.



O ramificație face sinapsă cu neuronul motor din coarnele anterioare de aceeași parte, închizând arcul reflex miotatic, iar o altă ramificație face sinapsă cu al II-lea neuron proprioceptiv din coarnele posterioare, de unde pleacă fasciculele spinocerebeloase.

Centrul reflexului miotatic este chiar sinapsa dintre neuronul senzitiv și cel motor. Calea eferentă este axonul motor, iar efortorul, fibra musculară striată. Reflexele miotactice au rol în menținerea tonusului muscular și a poziției corpului.

- Reflexele nociceptive constau în retragerea unui membru ca răspuns la stimularea dureroasă a acestuia. Acestea sunt reflexe de apărare. Receptorii sunt localizați în piele și sunt mai ales terminații nervoase libere. Căile aferente sunt prelungiri (dendrite) ale neuronilor din ganglionul spinal. Centrii sunt *polisinaptici*, formați din neuroni senzitivi de ordinul al doilea, neu-

roni de asociație și neuroni motori. Calea eferentă este reprezentată de axonii neuronilor motori, iar efortorul este mușchiul flexor care retrage mâna sau piciorul din fața agentului cauzator al durerii.

Reflexele polisinaptice (fig. 24) prezintă proprietatea de a iradia la nivelul sistemului nervos central, antrenând un număr crescut de neuroni la elaborarea răspunsului. Studiul legilor care guvernează fenomenul de iradiere a fost făcut de Pflüger.

b. *Reflexele spinale vegetative*. În măduva spinării se închid reflexe de reglare a vasomotricității (reflexe vasoconstrictoare și vasodilatatoare), sudorale, pupilodilatatoare, cardioacceleratoare, de micțiuni, de defecație și sexuale.

2. *Funcția de conducere* a măduvei spinării este asigurată de căile ascendente și descendente, prezentate anterior, dar și de căi scurte, de asociație.

## Lucrări practice

### Demonstrarea unor reflexe osteotendinoase

- Pentru *reflexul rotulian* (patelar) stimulul este produs prin lovirea, cu un ciocan de cauciuc, a tendonului cvadricepsului femural, determinând extensia gambei pe coapsă; ilustrația este prezentată la reflexul monosinaptic (p. 24).

- Pentru *reflexul ahilian* se lovește tendonul lui Ahile al tricepsului sural atunci când membrul inferior este în unghi drept și gamba se sprijină pe un suport; se produc contracția tricepsului și extensia labei piciorului.

### Demonstrarea iradierii reflexelor medulare

Se ia o broască spinală (broască decapitată, cu centrii medulare intacte). După 10 min, pentru depășirea „șocului spinal”, broasca decapitată se suspendă pe un stativ cu o sârmă introdusă prin planșul bucal. Stimulați pielea gambei, prin aplicarea unor bucăți de hârtie îmbibate cu acid sulfuric de concentrații diferite (0,1-0,3; 0,5; 0,7; 1 și 2%). După fiecare testare, spălați gamba cu apă și uscați-o prin tamponare cu hârtie de filtru. Se obțin reacții de răspuns tot mai ample, proporționale cu concentrația acidului sulfuric folosit, potrivit legilor lui Pflüger:

*Legea localizării*. La excitația cu concentrația slabă de acid sulfuric (0,1-0,3%), se observă o ușoară flexie a labei piciorului.

*Legea unilateralității*. La concentrații de 0,5%, obținem flexia întregului membru inferior.

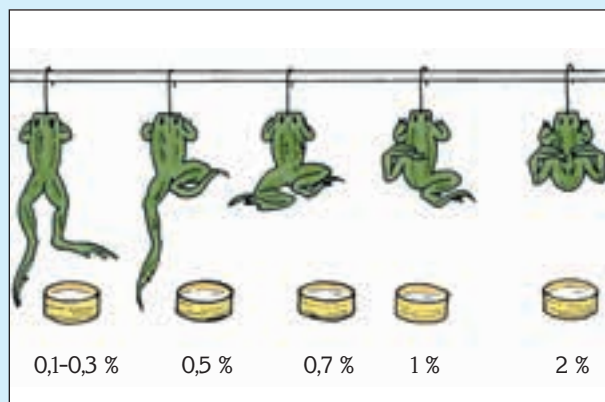
*Legea simetriei*. La 0,7%, se constată că broasca flectează puternic membrul inferior respectiv și, concomitent, flectează membrul inferior de partea opusă.

*Legea iradierii*. Utilizând o hârtie de filtru îmbibată cu acid sulfuric 1%, se obțin contracții ale tuturor extremităților.

*Legea generalizării*. La o concentrație de 2%, se produc convulsii generalizate ale musculaturii membrilor și trunchiului.

— În locul acidului se poate folosi, ca stimul, un curent de inducție, a cărui intensitate va fi crescută progresiv.

— Pe baza cunoștințelor despre funcția reflexă a măduvei spinării, explicați reacțiile broaștei spinale.



### CUVINTE CHEIE

cale ascendentă, cale descendentă, nervi spinali, reflex miotatic, reflex nociceptiv, reflex monosinaptic, reflex polisinaptic

### TEME ȘI APLICAȚII

#### Găsiți răspunsul corect.

Fasciculul piramidal are originea corticală în: a. ariile motorii secundară și suplimentară; b. aria motorie; c. aria premotorie; d. în toate cele 4 arii corticale.

Prin căile descendente, centrii encefalici exercită controlul motor asupra musculaturii scheletice: a. voluntar, prin căile extrapiramidale; b. automat, prin căile piramidale; c. voluntar și automat, prin căile intrapiramidale; d. voluntar, prin calea piramidală.

Trunchiul nervului spinal este: a. senzitiv; b. mixt; c. motor; d. toate răspunsurile sunt greșite.

Reflexele miotatice au rol în: a. dilatarea pupilei; b. micțiune; c. micșorarea pupilei (mioza); d. menținerea tonusului muscular și a poziției corpului.

## Encefalul

Encefalul cuprinde trunchiul cerebral, cerebelul, diencefalul și emisferile cerebrale.

Ca și măduva, encefalul este acoperit de meningele cerebrale.

### Trunchiul cerebral

Trunchiul cerebral (fig. 25) este format din trei etaje: bulb (măduva prelungită), puntea lui Varolio și mezencefalul. În trunchiul cerebral își au originea zece din cele 12 perechi de nervi cranieni. Bulbul, puntea și mezencefalul sunt sediul unor reflexe somatice și vegetative: salivator, de deglutiție, de vomă, tuse, strănut, masticator, cardioacceleratori, cardioinhibitori, de clipeire, lacrimal, pupilar de acomodare și fotomotor.

### Nervii cranieni

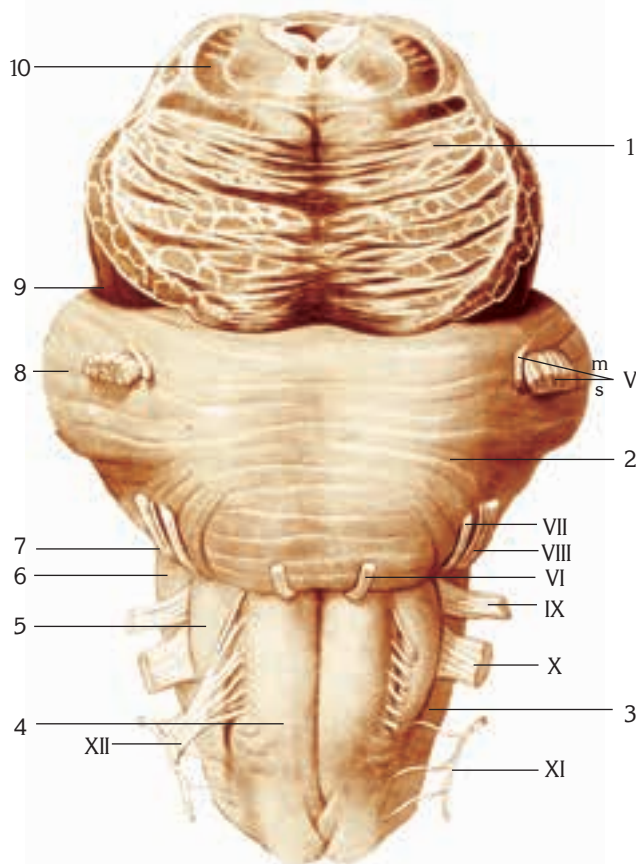
Fac parte din sistemul nervos periferic și sunt în număr de 12 perechi. Se deosebesc de nervii spinali prin aceea că nu au o dispoziție metamerică și nu au două rădăcini (dorsală și ventrală).

### Clasificarea nervilor cranieni

*Nervii I, II și VIII* sunt *senzoriali*, conducând excitații olfactive (I), optice (II) și statoacustice (VIII).

*Nervii III, IV, VI, XI, XII* sunt *motori*.

*Nervii V, VII, IX, X* sunt nervi *micști*.



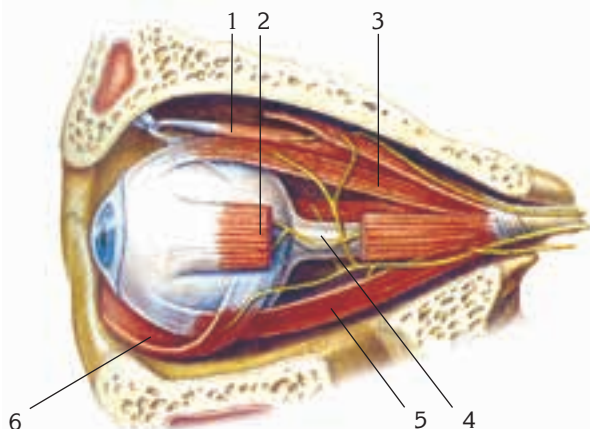
**Fig. 25. Trunchiul cerebral — fața anterioară (ventrală):** 1. mezencefal; 2. punte; 3. bulb; 4. piramide bulbare; 5. olivă bulbară; 6. pedunculii cerebeloși inferiori; 7. șanț bulbo-pontin; 8. pedunculii cerebeloși mijlocii; 9. șanț ponto-mezencefalic; 10. pedunculii cerebeloși superiori. În cifre romane - originea aparentă a nervilor cranieni respectivi; m — fibre motorii; s — fibre senzitive.

Notăm, în plus, că nervii *III, VII, IX, X* au în structura lor și *fibre parasimpatice* preganglionare, cu originea în nucleii vegetativi (parasimpatici) ai trunchiului cerebral.

*Perechea I* de nervi cranieni — *nervii olfactivi* — au originea reală în celulele bipolare din mucoasa olfactivă. Sunt nervi senzoriali, care conduc informațiile legate de miros.

*Perechea II* de nervi cranieni — *nervii optici* — sunt compuși din axonii celulelor multipolare din retina, care formează nervul optic. Sunt nervi senzoriali.

*Perechea III* de nervi cranieni — *nervii oculomotori* — sunt nervi motori, care au și fibre parasimpatice. Originea reală a fibrelor motorii se află în nucleul motor al oculomotorului din mezencefal, iar, pentru fibrele parasimpatice, în nucleul accesoriu al nervului III, tot din mezencefal. Originea aparentă se află în spațiul dintre picioarele pedunculilor cerebrali. Fibrele motorii merg

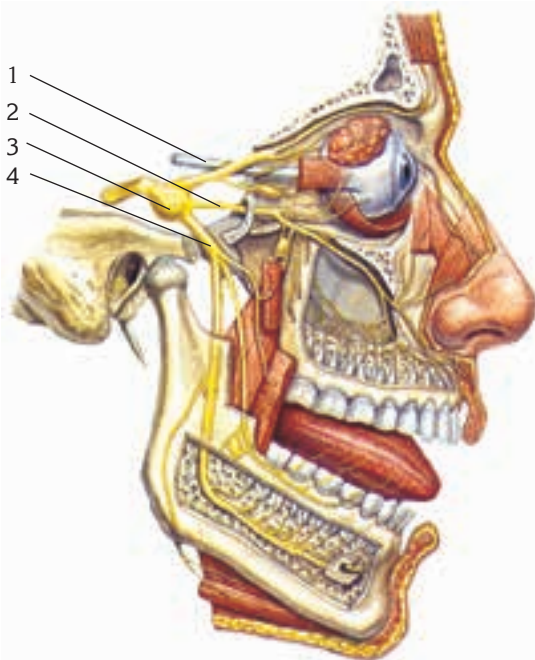


**Fig. 26. Nervii cranieni III, IV, VI:** 1. mușchiul oblic superior; 2. mușchiul drept intern; 3. mușchiul drept superior; 4. nervul optic; 5. mușchiul drept inferior; 6. mușchiul oblic inferior.

la mușchii dreți intern, superior și inferior și la oblicul inferior ai globului ocular, precum și la mușchiul ridicător al pleoapei. Fibrele parasimpatice ajung la mușchiul sfincter al irisului și la fibrele circulare ale mușchiului ciliar (fig. 26).

*Perechea IV* de nervi cranieni – *nervii trohleari* – sunt nervi motori. Au originea reală în nucleul nervului, situat tot în mezencefal. Originea aparentă este pe fața posterioară a trunchiului cerebral, sub lama cvadrigemina. Fibrele inervează mușchiul oblic superior (vezi fig. 26).

*Perechea V* de nervi cranieni – *nervii trigemeni* – sunt nervi micști. Originea reală a fibrelor senzitive

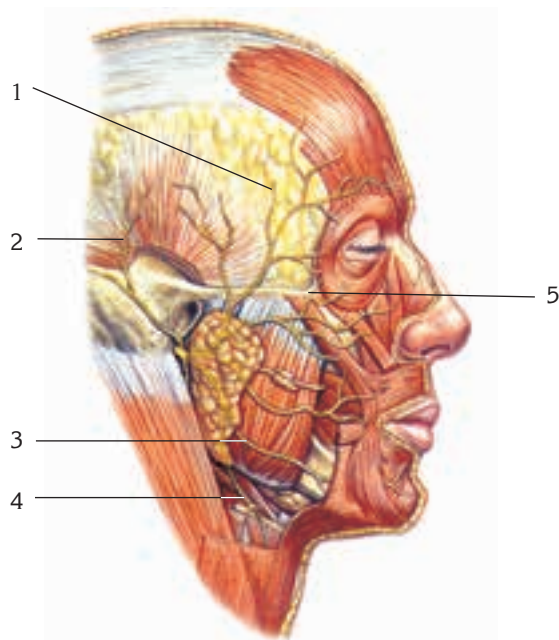


**Fig. 27. Nervul cranian V:** 1. ramura oftalmică; 2. ramura maxilară; 3. ganglionul trigeminal; 4. ramura mandibulară.

se găsește în ganglionul trigeminal situat pe traseul nervului. Acesta conține protoneuronul. Deutoneuronul fibrelor senzitive se află în nucleii trigeminali din trunchiul cerebral. Fibrele motorii au originea reală în nucleul motor al trigemenului din punte. Originea aparentă se află pe partea anterioară a punții. Fibrele senzitive se distribuie la pielea feței, iar cele motorii inervează mușchii masticatori. Din cele trei ramuri principale ale sale, cele oftalmică și maxilară sunt senzitive, iar cea mandibulară este mixtă.

*Perechea VI* de nervi cranieni – *nervii abducens* – sunt nervi motori. Au originea reală în nucleul motor al nervului abducens din punte. Originea aparentă se află în șanțul bulbo-pontin. Fibrele inervează mușchiul drept extern al globului ocular.

*Perechea VII* de nervi cranieni – *nervii faciali* – sunt nervi micști, care au și fibre parasimpatice. Fibrele motorii au originea reală în nucleul motor din punte. Fibrele gustative ale nervului facial au originea în ganglionul geniculat de pe traiectul nervului, unde se găsește protoneuronul. Deutoneuronul se află în nucleul solitar din bulb.



**Fig. 28. Nervul cranian VII** se distribuie în regiunile: 1. temporală și frontală; 2. auriculară; 3. mandibulară; 4. cervicală; 5. zigomatică.

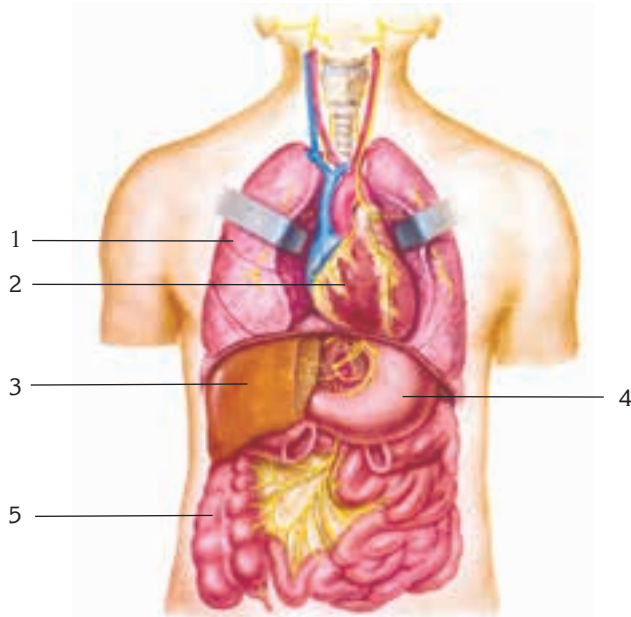
Fibrele parasimpatice provin din doi nucleii: nucleul lacrimal și nucleul salivator superior, ambii găsindu-se în punte. Originea aparentă se găsește în șanțul bulbo-pontin. Fibrele motorii inervează mușchii mimicii. Fibrele senzoriale culeg excitații gustative de la corpul limbii. Fibrele parasimpatice inervează glandele lacrimale, submandibulare și sublinguale (fig. 28).

*Perechea VIII* de nervi cranieni — *nervii vestibulocohleari* — sunt nervi senzoriali și sunt formați dintr-o componentă vestibulară, care are pe traseu ganglionul lui Scarpa, și o componentă cohleară, care are pe traiect ganglionul Corti. Ramura cohleară se îndreaptă spre nucleii cohleari din punte, iar cea vestibulară, spre nucleii vestibulari din bulb.

*Perechea IX* de nervi cranieni — *nervii glosofaringieni* — sunt nervi micști, care au și fibre parasimpatice. Originea reală a fibrelor motorii se găsește în nucleul ambiguu din bulb. Fibrele senzoriale (gustative) au primul neuron în ganglionii de pe traiectul nervului, iar deutoneuronul, în nucleul solitar din bulb. Fibrele parasimpatice provin din nucleul salivator inferior din bulb. Originea aparentă se găsește în șanțul retroolivar. Fibrele motorii se distribuie mușchilor faringelui. Fibrele senzoriale culeg excitații gustative din treimea posterioară a limbii. Fibrele parasimpatice ajung la glandele parotide (fig. 29).

*Perechea X* de nervi cranieni — *nervii vagi* sau *pneumogastrici* — sunt nervi micști, care au și fibre parasimpatice. Originea reală a fibrelor motorii se află în nucleul ambiguu. Fibrele senzoriale au primul neuron în ganglionii de pe traiectul nervului, deutoneuronul aflându-se în nucleul solitar din bulb. Fibrele parasimpatice provin din nucleul dorsal al nervului vag. Originea aparentă se află în șanțul retroolivar. Fibrele motorii inervează musculatura laringelui și faringelui. Fibrele senzoriale culeg sensibilitatea gustativă de la baza rădăcinii limbii. Fibrele parasimpatice se distribuie organelor din torace și abdomen (fig. 30).

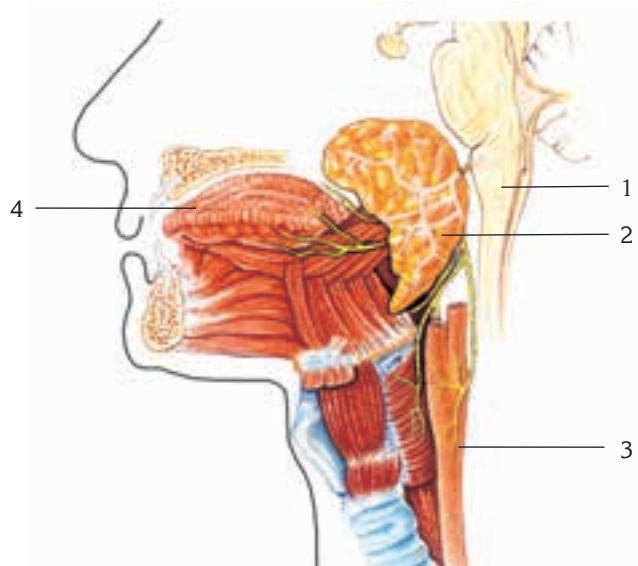
*Perechea XI* de nervi cranieni — *nervii accesori* sau *spinali* — sunt nervi motori. Sunt formați din două



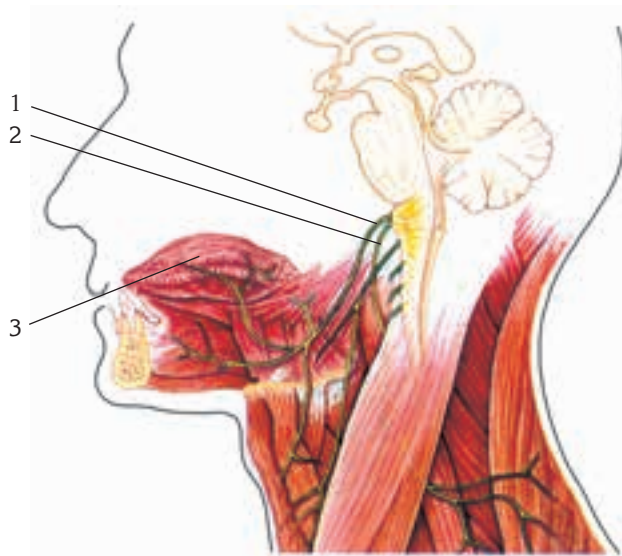
**Fig. 30. Nervul cranian X:** 1. plămân; 2. inimă; 3. ficat; 4. stomac; 5. colon.

rădăcini: una bulbară, cu originea în nucleul ambiguu, și una spinală, cu originea în cornul anterior al măduvei cervicale. Distribuție: prin ramura internă care pătrunde în nervii vagi, fibrele ajung la mușchii laringelui, iar prin ramura externă, ajung la mușchii sternocleidomastoidian și trapez (fig. 31).

*Perechea XII* de nervi cranieni — *nervii hipogloși* — sunt nervi motori. Au originea reală în nucleul motor al nervului situat în bulb. Originea aparentă se găsește în șanțul preolivar. Inervează musculatura limbii (vezi fig. 31).



**Fig. 29. Nervul cranian IX:** 1. bulb; 2. parotidă; 3. artera carotidă; 4. limba.



**Fig. 31. Nervii cranieni XI, XII:** 1. nerv hipoglos; 2. nerv accesori; 3. limba.

### CUVINTE CHEIE

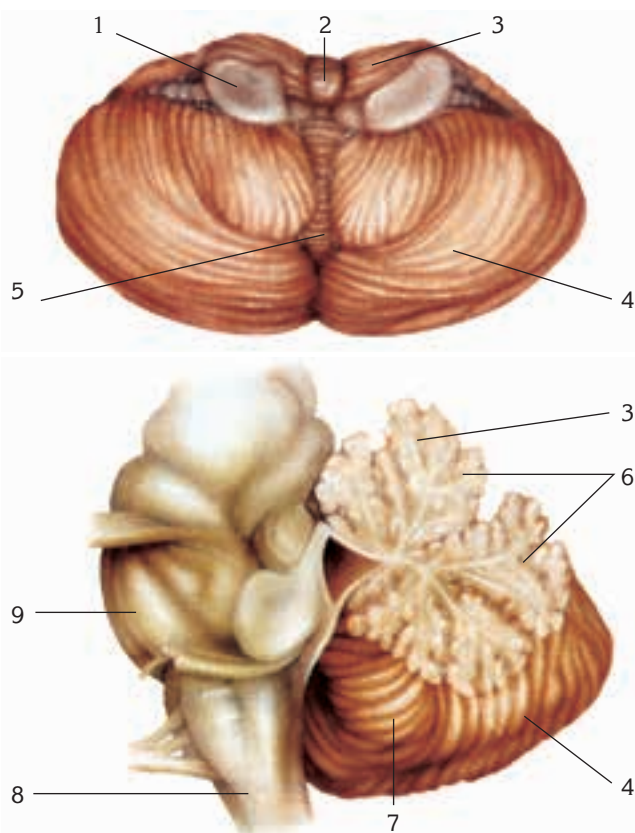
nerv olfactiv, nerv optic, nerv oculomotor, nerv trohlear, nerv trigemen, nerv abducens, nerv facial, nerv vestibulocohlear, nerv glosofaringian, nerv vag, nerv accesoriu, nerv hipoglos

### Cerebelul

Cerebelul ocupă fosa posterioară a craniului, fiind separat de emisferele cerebrale prin cortul cerebelului, excrescență a durei mater cerebrale. Este situat în spatele bulbului și a punții, cu care delimitează cavitatea ventriculului IV. Are forma unui fluture, prezentând o porțiune mediană, *vermisul*, și două porțiuni laterale, voluminoase, numite *emisfere cerebeloase*.

Cerebelul este legat de bulb, punte și mezencefal prin pedunculii cerebeloși inferiori, mijlocii și superiori. Acești pedunculi conțin fibre aferente și eferente; cei mijlocii conțin numai fibre aferente.

Suprafața cerebelului este brăzdată de șanțuri paralele, cu diferite adâncimi. Unele sunt numeroase și superficiale, delimitând lamelele (foliile) cerebeloase, altele, mai adânci, care delimitează lobulii cerebelului,



**Fig. 32. Lobulația cerebelului:** 1. pedunculii cerebeloși mijlocii; 2. vermis superior; 3. lob anterior; 4. lob posterior; 5. vermis inferior; 6. arborele vieții; 7. lob floclunodular; 8. bulb rahidian; 9. punte.

### TEME ȘI APLICAȚII

**Asociați** perechile de nervi cranieni cu funcțiile acestora:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1. III, VII, IX, X      | a. senzitivi                                 |
| 2. V, VII, IX, X        | b. motori                                    |
| 3. III, IV, VI, XI, XII | c. micști                                    |
| 4. I, II, VIII          | d. motori sau micști cu fibre parasimpatice. |

iar altele foarte adânci, în număr de două, care delimitează *lobii cerebelului*. Lobii sunt: anterior (paleocerebel), posterior (neocerebel) și floclunodular (arhicerebel) (fig. 32).

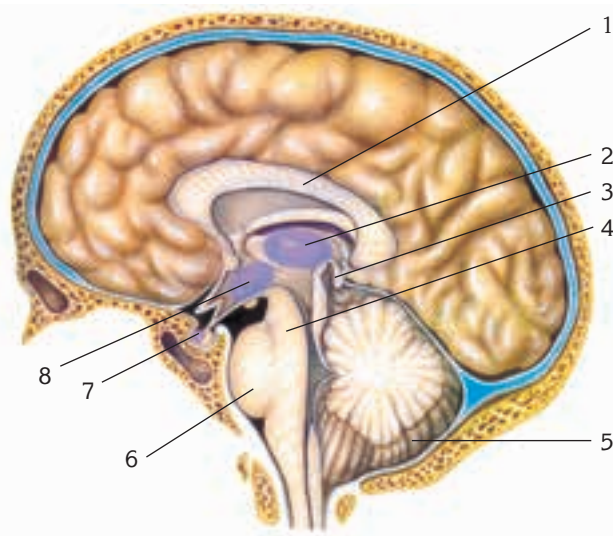
La exterior, se află un strat de substanță cenușie, care formează scoarța cerebelului. Scoarța cerebeloasă înconjoară substanța albă centrală, care trimite prelungiri în interior, dând, în ansamblu, aspectul unei coroane de arbore, de unde și numele de *arborele vieții*. În interiorul masei de substanță albă se găsesc zone de substanță cenușie, care formează nucleii cerebelului.

Extirparea cerebelului produce astenie (scăderea forței voluntare), astazie (tulburări ale ortostatismului) și atonie (diminuarea tonusului muscular).

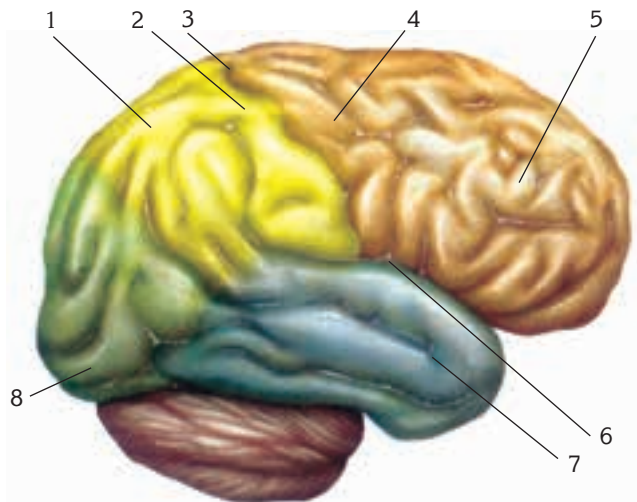
După câteva luni tulburările se atenuează prin compensare corticală.

### Diencefalul

Diencefalul (fig. 33) cuprinde: talamusul - releu (întrerupere sinaptică) pentru toate sensibilitățile, cu excepția celor olfactive, vizuale și auditive; metatalamusul,



**Fig. 33. Diencefalul:** 1. corpul calos; 2. talamus; 3. epifiza (glanda pineală); 4. mezencefal; 5. cerebel; 6. puntea; 7. hipofiza (glanda pituitară); 8. hipotalamus.

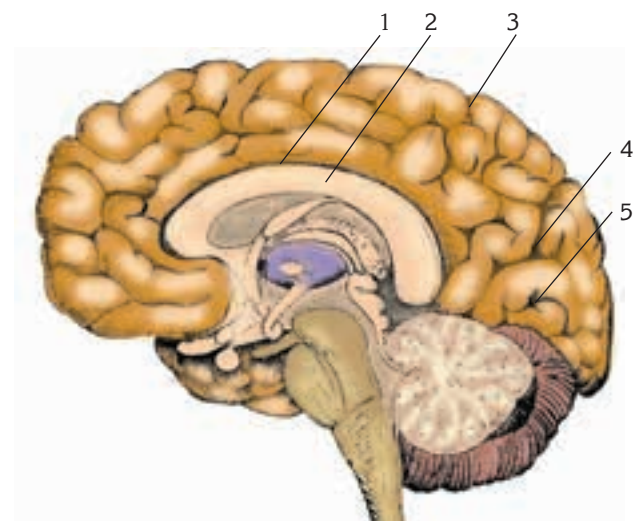


**Fig. 34. Fața laterală:** 1. lobul parietal; 2. gir postcentral; 3. șanțul central Rolando; 4. gir precentral; 5. lob frontal; 6. fisura laterală Sylvius; 7. lob temporal; 8. lob occipital.

re-leu al sensibilităților vizuală și auditivă; hipotalamusul - centru superior de integrare, reglare și coordonare ale principalelor funcții ale organismului, printre care metabolismul intermediar, secreția endocrină, termo-reglarea, digestia prin centrul foamei, setei și sațietății, unele acte comportamentale, ritmul somn-veghe ș.a.; epitalamusul care include epifiza.

### Emisferele cerebrale

Emisferele cerebrale prezintă partea cea mai voluminoasă a sistemului nervos central. Sunt legate între ele prin comisurile creierului și în interior conțin ventriculii laterali, I și II. Activitatea mai complexă a membrului superior drept, precum și localizarea centrului



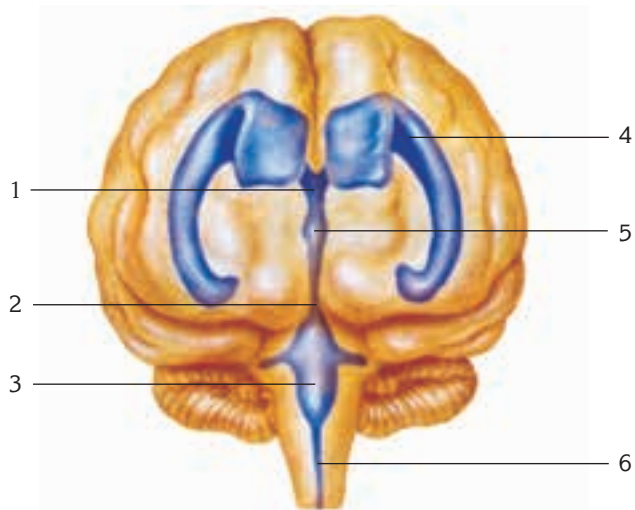
**Fig. 35. Fața medială:** 1. șanțul corpului calos; 2. corp calos; 3. șanțul central Rolando; 4. șanțul parieto-occipital; 5. scizura calcarină.

vorbirii în emisfera stângă determină asimetria de volum, emisfera stângă fiind mai dezvoltată la dreptaci.

Emisferele cerebrale prezintă trei fețe: laterală, medială și inferioară (bazală).

Pe *fața laterală* (fig. 34) se observă două șanțuri mai adânci: fisura laterală a lui Sylvius și șanțul central Rolando. Aceste șanțuri delimitează patru lobi: lobul frontal, situat înaintea șanțului central; lobul parietal, deasupra scizurii laterale; lobul temporal, sub fisura laterală; lobul occipital, situat în partea posterioară.

Șanțurile mai puțin adânci împart lobi în giri.



**Fig. 36. Ventriculii creierului:** 1. orificiu interventricular; 2. apeduct mezencefalic (Sylvius); 3. ventriculul IV; 4. ventricul lateral; 5. ventriculul III; 6. canal medular central (ependimar).

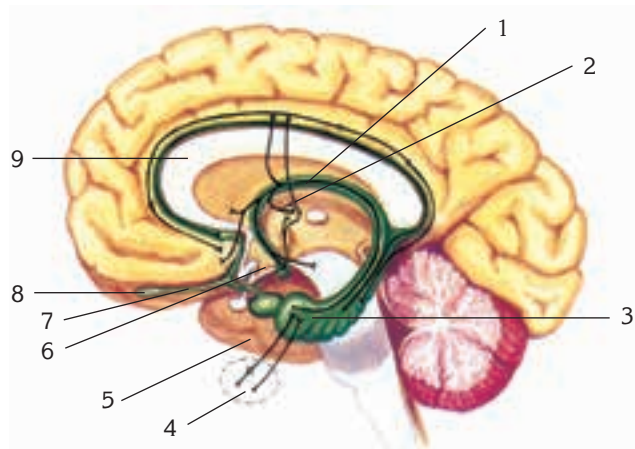
Pe *fața medială*, se observă șanțul corpului calos. În partea posterioară se află scizura calcarină, care este un șanț orizontal (fig. 35).

Pe *fața bazală* începe fisura laterală a lui Sylvius, care împarte această față în lob orbital, situat anterior de fisura laterală, și lob temporo-occipital, situat posterior de fisura laterală. La nivelul lobului orbital se remarcă un șanț cu direcție antero-posterioară, șanțul olfactiv, care adăpostește bulbul olfactiv (fig. 36).

Lateral de șanțul olfactiv se află șanțurile orbitare, dispuse sub forma literei „H”, între care se delimitează girii orbitali.

Lobul temporo-occipital prezintă șanțul hipocampului, șanțul colateral și șanțul occipito-temporal. Între acestea, se delimitează trei giri: girul hipocampic și girii occipito-temporal medial și lateral.

Ca și la cerebel, substanța cenușie este dispusă la suprafață, formând scoarța cerebrală, și, în profunzime, formând nucleii bazali (corpul striat). Substanța albă înconjoară ventriculii cerebrali I și II.



**Fig. 37. Sistemul limbic:** 1. fornix (trigonul cerebral); 2. nucleu talamic; 3. hipocamp; 4. cortexul emisferei cerebrale stângi; 5. cortexul emisferei cerebrale drepte; 6. hipotalamus; 7. tract olfactiv; 8. bulb olfactiv; 9. corpul calos.

**Corpii striați** (nucleii bazali) reprezintă nucleii importanți ai sistemului extrapiramidal și sunt situați deasupra și lateral de talamus.

### Scoarța cerebrală

Reprezintă etajul superior de integrare a activității sistemului nervos.

**Substanța albă a emisferelor cerebrale** este formată din fibre de proiecție, comisurale și de asociație. Fibrele de proiecție unesc în ambele sensuri scoarța cu centrii subiacenți. Fibrele comisurale unesc cele două emisfere, formând corpul calos, fornixul (trigonul cerebral) și comisura albă anterioară. Fibrele de asociație leagă regiuni din aceeași emisferă cerebrală.

După cum știți, scoarța cerebrală cuprinde paleocortexul și neocortexul.

**Paleocortexul**, inclus în sistemul limbic, conține două straturi celulare și are conexiuni întinse cu analizatorul olfactiv, hipotalamusul, talamusul, epitalamusul și mai puțin cu neocortexul.

Cele mai importante componente ale sistemului limbic sunt calea olfactivă, formată din nervii olfactivi, și hipocampusul.

Paleocortexul (fig. 37) ocupă o zonă restrânsă pe fața medială a emisferelor cerebrale. Este alcătuit numai din două straturi celulare și este sediul proceselor psihice afectiv-emoționale și al actelor de comportament instinctiv.

### TEME ȘI APLICAȚII

#### 1 Aflați răspunsul corect.

Pe fața medială a emisferelor cerebrale se pot observa: a. scizura calcarină; b. girii orbitari; c. șanțul olfactiv; d. corpii striați.

#### 2 Găsiți răspunsul greșit.

Nucleii bazali primesc fibre de la: a. scoarța cerebrală; b. talamus; c. corpii striați; d. substanța neagră.

Fibrele comisurale formează: a. corpul calos; b. fornixul; c. nucleul roșu; d. comisura albă anterioară.

Paleocortexul: a. se află între diencefal și neocortex; b. are în componență calea olfactivă; c. conține centrii limbajului; d. formează un arc de cerc în jurul diencefalului.

**Neocortexul**, alcătuit din șase straturi celulare, reprezintă sediul proceselor psihice superioare — activitatea nervoasă superioară — ANS. Curent, prin aceasta se înțeleg procesele care stau la baza memoriei, învățării, gândirii, creației etc.

**Funcțiile neocortexului** se grupează în: senzitive, asociative și motorii.

• *Funcțiile senzitive* se realizează prin segmentele corticale ale analizatorilor.

• *Funcțiile asociative* realizează percepția complexă a lumii înconjurătoare și semnificația diferitelor senzații.

• *Funcțiile motorii*. Emisferele cerebrale controlează întreaga activitate motorie somatică, voluntară și involuntară. Principalele structuri implicate în acest control sunt cortexul motor și nucleii bazali (corpii striați).

#### Reflexele necondiționate și condiționate

Reflexul necondiționat este înnăscut și este caracteristic speciei (ex. reflexul alimentar, reflexul de apărare).

Reflexul condiționat este un răspuns „învățat” pe care centrii nervoși îl dau unui stimul inițial indiferent (fără importanță biologică). La apariția unui semnal absolut (cu importanță biologică), animalul de experiență răspunde printr-un reflex necondiționat. La un semnal indiferent, animalul nu dă nici un răspuns sau are o reacție de orientare. I.P. Pavlov a descoperit posibilitatea încărcării excitațiilor indiferenți cu semnificații noi și transformarea lor în stimuli condiționali, prin:

• *asociere* — la administrarea unui stimul absolut (hrana) să se asocieze un stimul indiferent (sonor sau luminos);

• *precesiune* — stimulul indiferent să preceadă excitantul absolut;

• *dominanță* — animalul să fie flămând, astfel încât instinctul alimentar să fie dominant în timpul asocierii stimulilor;

• *repetare* — pentru formarea unui reflex condiționat sunt necesare 10 până la 30 de ședințe de elaborare.

Pavlov a explicat mecanismul elaborării RC pe baza apariției unor conexiuni între centrii corticali a analizatorilor vizual sau auditiv și ariile corticale vegetative stimulate de excitantul absolut.

Reflexele condiționate, spre deosebire de cele înnăscute, se închid la nivel cortical. Ele se sting dacă stimulul condițional nu este întărit din timp în timp prin cel absolut (inhibiție corticală).

Pavlov a arătat că la baza tuturor activităților nervoase stau două procese: excitația și inhibiția.

*Excitația* este procesul nervos activ care se manifestă prin inițierea unei activități sau amplificarea uneia preexistente.

*Inhibiția* este tot un proces activ care se manifestă prin diminuarea sau sistarea unei activități anterioare. Există inhibiție externă — necondiționată (supraliminară — de protecție și prin inducție negativă), determinată de stimuli din afara focarului cortical activ, și inhibiție internă — condiționată (de stingere, de întârziere și de diferențiere), care apare chiar în interiorul focarului cortical activ și este specifică scoarței cerebrale.

Ambele procese sunt extrem de mobile, putând iradia pe o suprafață corticală sau să se concentreze într-o zonă limitată.

Termen	Explicitare
Sistem nervos central (SNC)	Encefal și măduva spinării
Sistem nervos periferic (SNP)	Nervi, ganglioni și plexuri
Neuron de asociație (interneuron)	Neuron multipolar localizat în întregime în SNC
Neuron senzitiv (neuron aferent)	Neuron care transmite impulsuri de la receptori la SNC
Neuron motor (neuron eferent)	Neuron care transmite impulsuri de la SNC la un organ efector
Nerv	Asociere de fibre nervoase înconjurate de țesut conjunctiv; poate fi senzitiv, motor sau mixt
Nerv motor somatic	Nerv care stimulează contracția mușchilor scheletici
Nerv motor vegetativ	Nerv care reglează contracția musculaturii netede, a miocardului și secreția glandulară
Ganglion	Grup de corpi neuronali localizat în afara SNC
Nucleu	Grup de corpi neuronali localizați în SNC
Tract	Grup de fibre nervoase care leagă părți ale SNC

## TEME ȘI APLICAȚII

### 1 Aflați răspunsul corect.

Neocortexul este: a. alcătuit din două straturi celulare; b. sediul proceselor psihice superioare; c. denumit și sistemul limbic; d. sediul actelor de comportament instinctiv.

Paleocortexul este centrul cortical al analizatorului: a. auditiv; b. vizual; c. olfactiv; d. cutanat.

### 2 Completați spațiile punctate cu termenii corespunzători.

Funcțiile neocortexului se grupează în ....., ..... și .....

## Sistemul nervos vegetativ

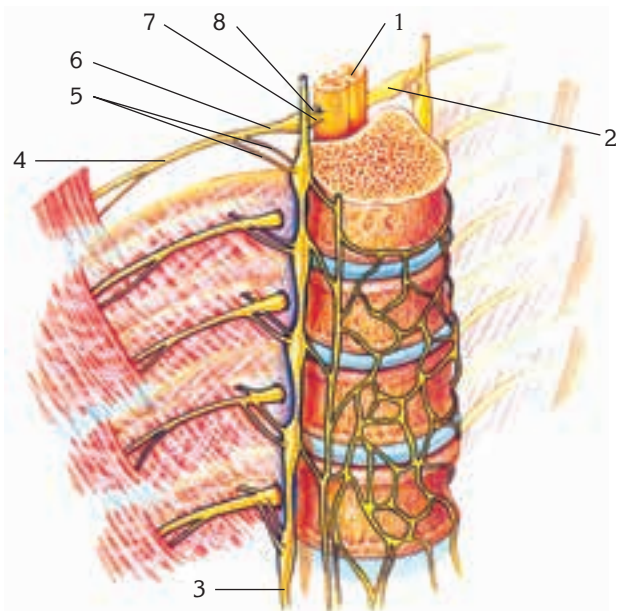
### Centrii nervoși vegetativi și legătura lor cu efortorii

Centrii nervoși situați intranevral și extranevral, aflați în relație cu organele a căror activitate o controlează, formează sistemul nervos vegetativ. În cadrul sistemului nervos vegetativ deosebim, structural și funcțional, un sistem nervos simpatic și unul parasimpatic. Cele mai multe organe primesc o inervație vegetativă dublă și antagonică. În alte organe, simpaticul și parasimpaticul exercită efecte de același tip, dar aceste efecte sunt diferite, cantitativ și calitativ. Există, de asemenea, organe asupra cărora numai unul dintre sisteme are efect.

La baza activității sistemului nervos vegetativ stă reflexul, care se desfășoară pe baza arcului reflex vegetativ. Calea aferentă a arcului nervos vegetativ este asemănătoare cu aceea de la arcul reflex somatic. Neuronul viscerofaferent își are originea în ganglionii spinali sau în ganglionii extranevrali atașați nervilor cranieni. Dendrita lor ajunge la receptorii din organe sau vase (baroreceptori, presoreceptori, chemoreceptori), iar axonul pătrunde în nevral, intrând în legătură cu centrul vegetativ (simpatic sau parasimpatic).

Calea eferentă a reflexului vegetativ se deosebește fundamental de cea a reflexului somatic datorită existenței unor ganglioni vegetativi latero-vertebrali, în cazul sistemului simpatic, sau juxtaviscerali și intramurali, în cazul sistemului parasimpatic. La nivelul ganglionilor, are loc sinapsa între axonul neuronului vegetativ preganglionar, prevăzut cu teacă de mielină, și neuronul vegetativ postganglionar, al cărui axon nu are teacă de mielină. Axonul neuronului postganglionar formează fibra postganglionară, care ajunge la organul efector vegetativ (mușchi neted sau glandă). Sistemul nervos vegetativ formează, la nivelul





**Fig. 38. Componentele nervului spinal:** 1. măduva spinării; 2. ganglion spinal; 3. lanț ganglionar paravertebral; 4. nerv spinal; 5. ramuri comunicante; 6. trunchiul nervului spinal; 7. rădăcina anterioară; 8. rădăcina posterioară.

diferitelor viscere, plexuri vegetative mixte, simpatico-parasimpatice.

Centrii sistemului simpatic se află în coarnele laterale ale măduvei toracale și lombare superioare. Centrii sistemului parasimpatic sunt situați atât în nucleii parasimpatici din trunchiul cerebral, cât și în măduva sacrală S2-S4, unde se descrie nucleul parasimpatic pelvian.

### Căile sistemului nervos vegetativ

Simpaticul își are căile lui proprii, reprezentate de lanțurile simpatiche paravertebrale (latero-vertebrale). Parasimpaticul cranian folosește calea unor nervi cranieni, III, VII, IX, X, iar parasimpaticul sacral pe cea a nervilor pelvici.

Lanțurile simpatiche paravertebrale (latero-vertebrale) sunt două lanțuri de ganglioni situați de-o parte și de alta a coloanei vertebrale. Ganglionii latero-vertebrali sunt legați și cu nervii spinali prin ramuri comunicante.

În cazul sistemului simpatic, sinapsa între fibrele pre- și postganglionară are loc în ganglionii latero-vertebrali, aparținând lanțurilor paravertebrale. Deoarece acești ganglioni sunt foarte aproape de măduvă, fibrele preganglionară este scurtă, în timp ce fibra postganglionară este lungă.

În cazul sistemului parasimpatic, sinapsa între fibra preganglionară și cea postganglionară se face în ganglionii juxtaviscerali (aproape de viscer) sau intramurali (aflați chiar în peretele organului), cum sunt

plexurile din pereții tubului digestiv.

În cazul parasimpaticului, fibra preganglionară este lungă, în timp ce fibra postganglionară este scurtă, fiind foarte aproape de organul respectiv.

La ambele sisteme, între fibra preganglionară și cea postganglionară se eliberează același mediator chimic: acetilcolina.

La sistemul simpatic, la capătul periferic al fibrei postganglionare, acolo unde aceasta ia contact cu organul efector, se eliberează noradrenalina, iar în cazul parasimpaticului, acetilcolina.

Prin controlul asupra miocardului, musculaturii netede și glandelor, SNV coordonează activitatea viscerelor și a vaselor sangvine. Este vorba, așadar, despre efectori care nu sunt, în mod obișnuit, sub control voluntar.

Arcul reflex vegetativ are aceleași componente cu cel somatic; diferența constă în modul în care este alcătuită calea eferentă.

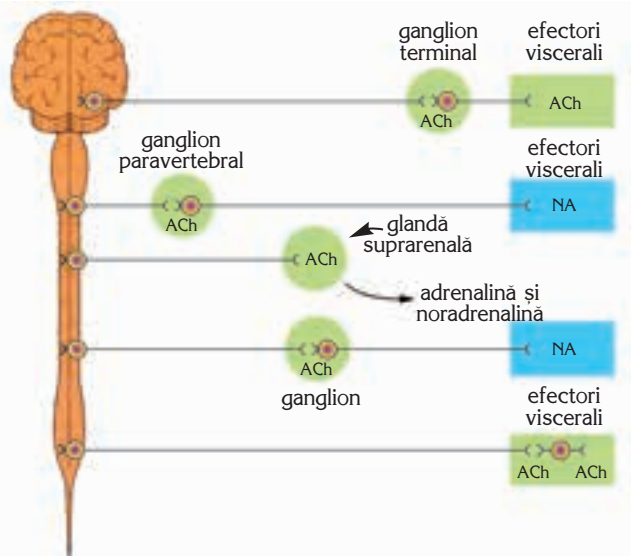
Aceasta cuprinde doi neuroni. Primul are corpul neuronal situat în substanța cenușie medulară sau cerebrală, iar axonul său face sinapsă cu cel de al doilea neuron într-un ganglion vegetativ. Primul neuron se numește preganglionar, iar cel de al doilea — postganglionar.

Originea fibrelor preganglionare și localizarea ganglionilor vegetativi ajută la diferențierea celor două componente ale SNV: simpatică și parasimpatică.

### Comparație între SNV simpatic și cel parasimpatic

Caracteristica	SNV simpatic	SNV parasimpatic
Originea fibrelor preganglionare	Zonele toracică și lombară ale măduvei spinării	Trunchi cerebral și zona sacrală a măduvei spinării
Localizarea ganglionilor	Lanțurile para- și prevertebrale	Ganglioni terminali în interiorul (intramurali) sau în apropierea efectorilor (juxtaviscerali)
Distribuția fibrelor postganglionare	În întregul organism	Limitată, în principal, la cap și viscere

Componenta simpatică activează organismul pentru luptă și apărare, mai ales prin eliberarea de noradrenalină din fibrele postganglionare și de adrenalină din medulosuprarenală. Componenta parasimpatică produce, cel mai adesea, efecte antagoniste simpaticului, prin eliberarea din fibrele postganglionare a acetilcolinei. Acțiunile celor două componente trebuie echilibrate pentru menținerea homeostaziei.

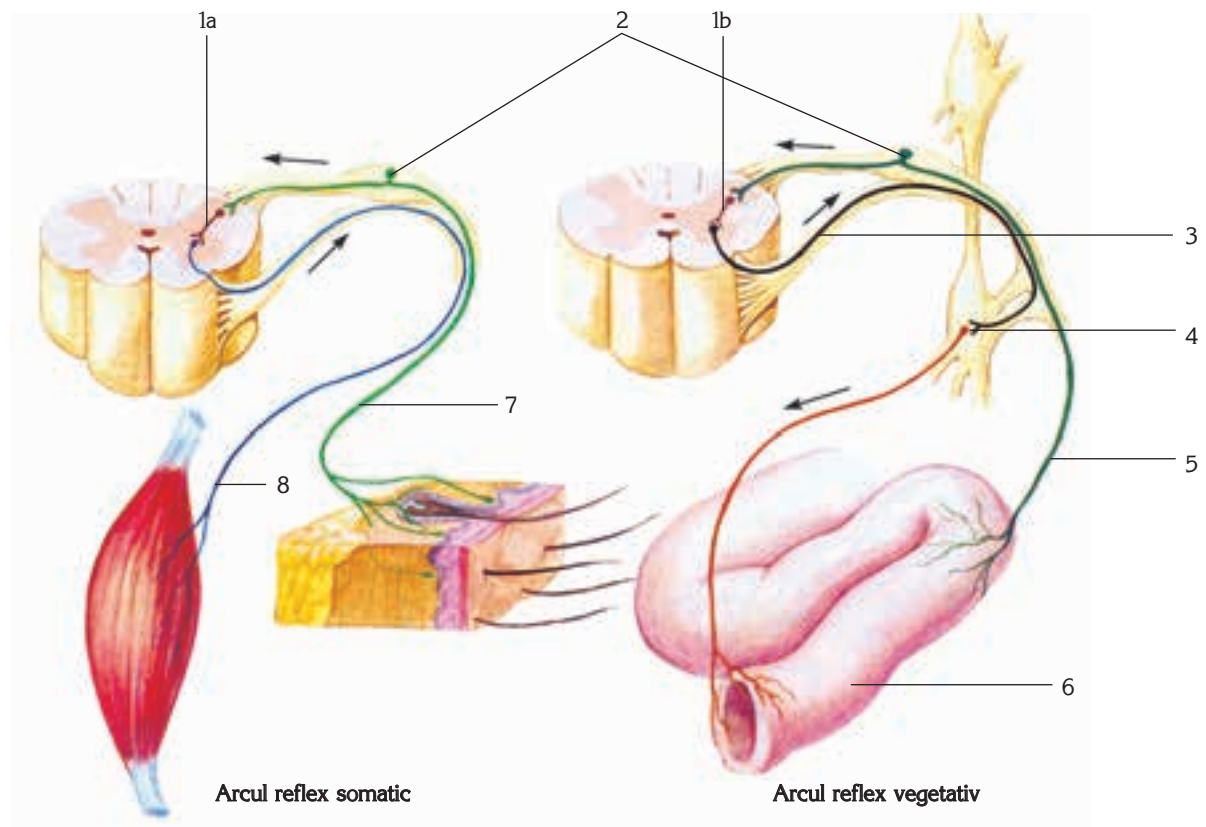


**Fig. 39. Neurotransmițătorii SNV:**  
 – sinapsele care folosesc noradrenalină NA (norepinefrină) și/sau adrenalină (epinefrină) se numesc adrenergice;  
 – sinapsele care folosesc acetilcolina Ach se numesc colinergice.

Există și un număr foarte mic de fibre postganglionare simpatice care eliberează acetilcolină (ACh).  
 Există și fibre postganglionare care nu eliberează nici ACh, nici noradrenalină; acestea au sinapse noncolinergice, nonadrenergice, eliberând alte substanțe, precum monoxidul de azot (fig. 39).  
 Majoritatea viscerelor sunt prevăzute cu inervație dublă, simpatcă și parasimpatică, situație în care cele două sisteme pot acționa antagonist (de exemplu, reglarea diametrului pupilar), complementar (de exemplu, reglarea secreției salivare) sau cooperant (de exemplu, la nivelul aparatului reproducător sau în micțiune) (vezi fig. 41).

Există și câteva organe care nu sunt prevăzute cu inervație parasimpatică: medulosuprarenale, glandele sudoripare, mușchii erectori ai firelor de păr sau majoritatea vaselor sangvine. În acest caz, reglarea activității se face prin creșterea sau scăderea ratei de stimulare simpatcă a structurii respective.

Sistemul simpatoadrenal intervine, de asemenea, și în termoreglare.



**Fig. 40. Comparație între arcurile reflexe somatice și cele vegetative:** 1 a. neuron de asociație; 1 b. neuron de asociație (între axonii neuronilor viscerosenzitivi din ½ posterioră a cornului lateral și dendritele neuronilor visceromotori din ½ anterioară); 2. ganglion al rădăcinii posterioare; 3. neuron preganglionar; 4. ganglion vegetativ; 5. neuron senzitiv; 6. viscere; 7. neuron senzitiv; 8. neuron motor.

## Efectele stimulării SNV asupra diferitelor organe

Organul efector	Efectul stimulării simpatice	Efectul stimulării parasimpatice
Ochi Iris (mușchi dilatator pupilar) Iris (mușchi constrictor pupilar) Mușchi ciliar	Dilatarea pupilei (midriază) Nu are efect Relaxare (pentru vederea la distanță)	Nu are efect Constricția pupilei (mioză) Contractie (pentru vederea de aproape)
Glande Lacrimală Sudoripară Salivare  Gastrice Intestinale Medulosuprarenală	↓ secreția + secreția ↓ secreția — determină secreție salivară vâscoasă ↓ secreția Nu are efect + secreția hormonală	+ secreția + secreția la nivel palmar ↑ secreția — determină secreție salivară apoasă + secreția + secreția Nu are efect
Cord Frecvență Conducere Forță de contracție	↑ ↑ ↑	↓ ↓ Nu are efect
Vase sangvine	În principal, vasoconstricție; afectează majoritatea vaselor (arteriole din tegument, viscere și parțial din mușchii striati)	Dilatație în câteva teritorii vasculare
Plămâni Arbore bronșic Glande mucoase	Dilatație - secreția	Constricție + secreția
Tract gastrointestinal Motilitate Sfinctere	- mișcarea + închiderea	+ mișcarea relaxează sfincterele (de cele mai multe ori)
Ficat	+ glicogenoliza	Nu are efect
Pancreas	- secreția exocrină	+ secreția exocrină
Splină	+ contracția	Nu are efect
Tract urinar	reduce debitul urinar și secreția de renină; determină contracția sfincterului vezical intern	contractă mușchiul detrusor vezical; relaxează sfincterul vezical intern

**Legendă:** - inhibă; + stimulează; ↓ scade; ↑ crește.

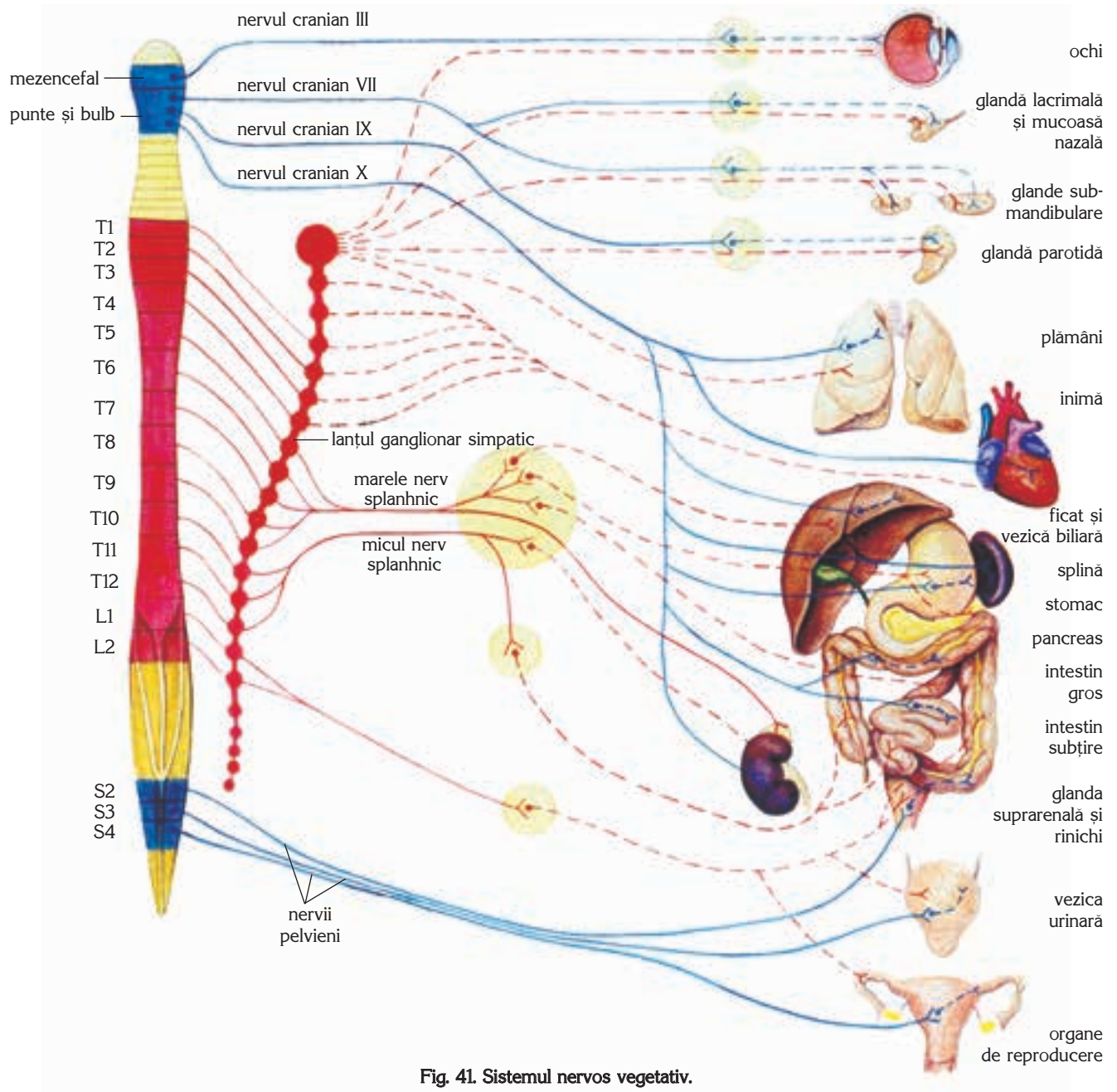


Fig. 41. Sistemul nervos vegetativ.

## Noțiuni elementare de igienă și patologie

### Meningita

Inflamația meningelor de la nivel spinal sau cerebral. Poate avea multiple etiologii, bacteriene sau virale.

### Encefalita

Boală inflamatorie acută a creierului, determinată de prezența unor virusuri la nivelul sistemului nervos central, sau printr-o reacție de hipersensibilitate inițiată de un virus sau de o proteină străină organismului. Se caracterizează prin disfuncții cerebrale extinse și grave.

### Hemoragiile cerebrale

Grup de afecțiuni cerebrale determinate de sângerea la nivelul țesutului cerebral, în spațiile epidural, subdural sau subarahnoidian. Rezultă, de obicei, prin ruperea unui vas ateromatosis, la o persoană ce suferă de hipertensiune arterială. Mult mai rar se poate datora ruperii unui anevrism congenital sau unei malformații congenitale. Ele mai pot să se constituie și ca urmare a unor traumatisme.

Afecțiuni cu mortalitate ridicată, reprezintă urgențe medico-chirurgicale; chiar dacă hemoragia este oprită

și sângele drenat, pacienții pot rămâne cu sechele neurologice mari.

### Coma

Reprezintă acea stare clinică a unui pacient în care acesta nu poate fi trezit și nu răspunde la nici o categorie de stimuli. Aplicarea repetată a unor stimuli provoacă cel mult reflexe primitive de apărare. Dacă starea de comă este profundă, pot lipsi și reflexele cu sediul în trunchiul cerebral, ca și cele miotatice.

Are multiple cauze care implică disfuncții la nivelul emisferelor cerebrale, diencefalului și punții. Dintre cau-

ze, cele mai frecvente sunt: traumatismele cerebrale, hemoragiile cerebrale sau afecțiuni cerebrale difuze sau metabolice.

### Convulsiile

Sunt de două tipuri: izolate, nerecurente și se manifestă doar în anumite situații (ex. boli febrile, traumatisme craniene), sau epilepsia, boală cronică, recurentă, caracterizată prin atacuri cu debut brusc, cu pierderea conștienței, cu activitate motorie necontrolată și caracteristică, precum și cu fenomene senzoriale. Este determinată de stimularea excesivă a celulei nervoase.

## Autoevaluare

- Aflați** răspunsul corect:  
Calea aferentă din componența arcului reflex face legătura între: a. efector și centrul nervoși; b. centrul nervoși și efector; c. efector și receptor; d. receptor și centrul nervoși.  
Meningele cerebrale cuprind trei membrane, astfel: a. frontală, parietală și viscerală; b. parietală, arahnoidă și temporală; c. dura mater, subdurală și pia mater; d. dura mater, arahnoidă și pia mater.
- Găsiți** răspunsul greșit:  
Trunchiul cerebral este format din: a. bulbul rahidian; b. cerebel; c. puntea lui Varolio; d. pedunculii cerebrali.  
Talamusul este stație de întrerupere sinaptică pentru căile sensibilității: a. vestibulare; b. olfactive; c. tactile; d. gustative.
- Stabiliți** dacă enunțurile legate prin conjuncția „deoarece” sunt adevărate sau false; în cazul în care considerați că sunt adevărate, **determinați** dacă între ele există sau nu o relație de cauzalitate.  
Hipotalamusul reprezintă centrul superior de integrare, reglare și coordonare a principalelor funcții ale organismului, *deoarece* este componenta de bază a mezencefalului.  
Paleocortexul este sediul actelor de comportament instinctiv, *deoarece* este alcătuit din două straturi de celule.  
Cunoștințele se dobândesc în cursul existenței prin învățare, *deoarece* nu sunt ereditare.
- Folosind cunoștințele despre nervii cranieni, **încercați să le sistematizați** sub forma unui tabel, potrivit modelului de mai jos:

Numărul perechii	Denumirea	Originea		Funcția	Distribuția	Dacă are componentă parasimpatică
		reală	aparentă			

- Încercați să identificați și să denumiți** cât mai multe dintre structurile care pot fi observate pe imaginile de mai jos:

