

EDIȚIA A 13-A

Guyton & Hall Tratat de Fiziologie a Omului

John E. Hall, PhD

Arthur C. Guyton Professor and Chair
Department of Physiology and Biophysics
Director, Mississippi Center for Obesity Research
University of Mississippi Medical Center
Jackson, Mississippi

Editori:

Dr. Gh. P. Cuculici
Dr. Anca W. Gheorghiu



Editura Medicală
CALLISTO
www.callisto.ro

Cuprins

PARTEA I

Introducere în fiziologie: celula și fiziologie generală

CAPITOLUL 1

Organizarea funcțională a organismului uman și controlul mediului intern

Celulele reprezintă unitățile elementare ale organismului

Lichidul extracelular - mediul intern al organismului

Homeostazia - menținerea relativ constantă a mediului intern

Sistemele de control ale organismului

Rezumat - automatismul organismului

CAPITOLUL 2

Celula și funcțiile sale

Organizarea celulei

Structura fizică a celulei

Compararea celulei animale cu formele de viață precelulare

Sistemele funcționale ale celulei

Motilitatea celulară

CAPITOLUL 3

Controlul genetic al sintezei

proteinelor, al funcțiilor

și reproducerei celulelor

Genele din interiorul nucleului controlează sinteza proteinelor

Codul ADN din nucleu este transcris în codul ARN din citoplasmă - procesul de transcripție

Sinteza altor substanțe în celulă

Controlul expresiei genice și al activităților biochimice din celule

Rolul ADN-ului în controlul reproducerei celulare

Diferențierea celulelor

Apoptoza - moartea celulară programată

Cancerul

PARTEA II

Fiziologia membranei și a unității neuromusculare

CAPITOLUL 4

Transportul substanțelor prin membrana celulară

3 Membrana celulară este alcătuită dintr-un bistrat lipidic și din proteine membranare de transport 47

3 Difuziunea 47

3 Transportul activ al substanțelor prin membrane 54

CAPITOLUL 5

Potențiale de membrană și potențiale de acțiune

10 Mecanismele fizice ale potențialelor de membrană 61

11 Măsurarea potențialului de membrană 62

12 Potențialul membranar de repaus al neuronilor 63

18 Potențialul de acțiune la nivelul fibrelor nervoase 65

19 Propagarea potențialului de acțiune 69

24 Restabilirea gradientelor ionice pentru sodiu și potasiu după stingerea potențialului de acțiune - importanța metabolismului energetic 69

Faza de platou prezentă în cazul unor potențiale de acțiune 70

27 Ritmicitatea unor țesuturi excitabile - descărcarea repetitivă 70

Caracteristici speciale ale transmiterii semnalului prin nervi 71

CAPITOLUL 6

Contractiona mușchiului scheletic

35 Anatomia și fiziologia mușchiului scheletic 75

35 Mecanismul general al contractiei muskulare 77

37 Mecanismul molecular al contractiei muskulare 78

41 Aspectele energetice ale contractiei muskulare 82

41 Caracteristicile contractiei muskulare în ansamblu 83

CAPITOLUL 7

- Stimularea mușchiului scheletic:**
transmiterea neuromusculară
și cuplarea excitației cu contracția
Transmiterea impulsurilor de la nivelul
terminațiilor nervoase la mușchii scheletici
- joncțiunea neuromusculară
Potențialul de acțiune la nivelul
fibrei musculare
Coplarea excitației cu contracția

CAPITOLUL 8

- Excitația și contracția mușchiului neted**
Contrația mușchiului neted
Reglarea contrației de către ionii de calciu
Controlul nervos și hormonal al contrației
mușchiului neted

PARTEA III**Inima****CAPITOLUL 9**

- Mușchiul cardiac. Funcția de pompă a inimii și funcția valvelor cardiaice**
Fiziologia mușchiului cardiac
Ciclul cardiac
Reglarea funcției de pompă a inimii

CAPITOLUL 10

- Excitația ritmică a inimii**
Sistemul specializat excito-conductor al inimii
Controlul excitației și al conducerii
intracardiaci

CAPITOLUL 11

- Electrocardiograma normală**
Caracteristicile electrocardiogramamei normale
Fluxul curentului de-a lungul cordului
în timpul ciclului cardiac
Derivațiile electrocardiografice
Metode de înregistrare
a electrocardiogramei

CAPITOLUL 12

- Interpretarea electrocardiografică
a afecțiunilor mușchiului cardiac
și a anomaliei fluxului sanguin coronar:
analiza vectorială**
Principiile analizei vectoriale
a electrocardiogramamei
Analiza vectorială a electrocardiogramamei
normale
Axa electrică medie a complexului
ventricular QRS și semnificația acesteia

Afecțiuni care conduc la voltaje anormale
ale complexului QRS

147

Creșterea duratei complexelor QRS
și aspecte bizare ale acestora

148

Curentul de leziune

148

Anomalii ale undei T

152

89

CAPITOLUL 13

- Aritmiile cardiaice și interpretarea
electrocardiografică a acestora**
Tulburări de ritm sinusul
Tulburări de ritm generate de blocarea
impulsurilor cardiaice de-a lungul
căilor de conducere intracardiaci
Contrațiiile premature
Tahicardia paroxistica
Fibrilația ventriculară
Fibrilația atrială
Flutterul atrial
Stopul cardiac

97

97

99

102

155

156

158

160

161

164

165

165

PARTEA IV**Circulația sângei****CAPITOLUL 14**

- Considerații generale asupra circulației
sângelui; presiunea, fluxul și rezistența
ca noțiuni de biofizică**
Caracteristicile fizice ale circulației
Principii de bază ale funcției circulatorii
Interrelațiile dintre presiune, flux și rezistență

109

109

113

119

123

123

126

169

169

170

171

CAPITOLUL 15

- Distensibilitatea vasculară și funcțiile
sistemei arterial și venos**
Distensibilitatea vasculară
Pulsăriile presiunii arteriale
Venele și funcțiile acestora

131

131

133

134

179

179

180

184

CAPITOLUL 16

- Microcirculația și sistemul limfatic: schimbul
lichidian la nivel capilar, lichidul intersticial
și fluxul limfatic**
Structura microcirculației și a sistemului capilar
Fluxul sanguin prin capilare - vasomotricitatea
Schimbul de apă, substanțe nutritive și alte
molecule între sânge și lichidul intersticial
Interstiu și lichidul intersticial
Filtrarea lichidiană prin capilare este
condiționată de presiunile hidrostatică
și coloid-osmotica, precum și de coeficientul
de filtrare capilară
Sistemul limfatic

137

139

139

141

144

189

190

191

192

193

198

CAPITOLUL 17
 Respect pentru omeni și cărți

Controlul local și umoral al fluxului sanguin tisular	203
Controlul local al fluxului sanguin ca răspuns la nevoiele țesuturilor	203
Mecanismele de control al fluxului sanguin	203
Controlul umoral al circulației	212

CAPITOLUL 18

Rolul sistemului nervos în reglarea circulației și controlul rapid al presiunii arteriale	215
Reglarea pe cale nervoasă a circulației	215
Caracteristici speciale ale controlului nervos al presiunii arteriale	224

CAPITOLUL 19

Rolul rinichilor în reglarea pe termen lung a presiunii arteriale și în hipertensiune: sistemul integrat pentru controlul presiunii	227
Sistemul reno-vascular pentru reglarea presiunii arteriale	227
Sistemul renină-angiotensină: rolul său în reglarea presiunii arteriale	234
Rezumatul sistemului integrat complex pentru reglarea presiunii arteriale	241

CAPITOLUL 20

Debitul cardiac, întoarcerea venoasă și reglarea acestora	245
Valorile normale ale debitului cardiac în repaus și în perioadele de activitate	245
Reglarea debitului cardiac de către întoarcerea venoasă - rolul mecanismului Frank-Starling	245
Creșteri și scăderi patologice ale debitului cardiac	248
Metode pentru măsurarea debitului cardiac	256

CAPITOLUL 21

Fluxul sanguin muscular și debitul cardiac în timpul activității fizice; circulația coronariană și boala cardiacă ischemică	259
Reglarea fluxului sanguin de la nivelul mușchilor scheletici în repaus și în timpul activității fizice	259
Circulația coronariană	262

CAPITOLUL 22

Insuficiența cardiacă	271
Dinamica modificărilor circulatorii în insuficiența cardiacă	271
Insuficiența cardiacă unilaterală stângă	275
Insuficiența cardiacă cu debit cardiac scăzut - șocul cardiogen	275
Edemul la pacienții cu insuficiență cardiacă	275
Rezerva cardiacă	277

CAPITOLUL 23

Valvele și zgomotele cardiaice; dinamica defectelor valvulare și a afecțiunilor cardiaice congenitale	283
Zgomotele cardiaice	283
Anomalii ale dinamicii circulatorii în cadrul afecțiunilor valvulare cardiaice	286
Anomalii ale dinamicii circulatorii în cadrul defectelor cardiaice congenitale	288
Rolul circulației extracorporale în chirurgia cardiacă	290
Hipertrofia cardiacă în afecțiunile valvulare și în bolile cardiaice congenitale	290

CAPITOLUL 24

Șocul circulator și tratamentul acestuia	293
Explicația fiziologică a cauzelor șocului	293
Șocul hipovolemic - șocul hemoragic	294
Șocul neurogen - creșterea capacității vasculare	299
Șocul anafilactic și șocul histaminic	300
Șocul septic	300
Fiziologia tratamentului șocului	301
Stopul circulator	302

PARTEA V
Fluidele corpului și rinichii
CAPITOLUL 25

Compartimentele lichidiene ale organismului; lichidele intracelular și extracelular; edemul	305
Aportul și eliminarea de lichid sunt egale în condiții normale	305
Compartimentele lichidiene ale organismului	306
Compoziția lichidelor extracelular și intracelular	307
Măsurarea volumului compartimentelor lichidiene ale organismului - principiul diluției substanței indicatoare	308
Determinarea volumelor compartimentelor lichidiene ale organismului	309
Reglarea schimburilor lichidiene și a echilibrului osmotic între lichidele intracelular și extracelular	310
Volumul și osmolaritatea lichidelor intracelular și extracelular în stări patologice	312

Glucoza și alte soluții administrate pentru susținerea nutritivă a organismului	314
Afecțiuni clinice secundare tulburărilor de reglare a volumului lichidian: hiponatremia și hipernatremia	314
Edemul: excesul de lichid în țesuturi	316
Lichidele din spațiile virtuale ale organismului	320

CAPITOLUL 26

- Sistemul urinar: anatomia funcțională și formarea urinei la nivelul rinichilor**
- Roulurile multiple ale rinichilor
 - Anatomia funcțională a rinichilor
 - Micțiunea
 - Urina se formează prin filtrare glomerulară, reabsorbție tubulară și secreție tubulară

CAPITOLUL 27

- Filtrarea glomerulară, fluxul sanguin renal și reglarea acestora**
- Filtrarea glomerulară - prima etapă în formarea urinei
 - Factorii determinanți ai RFG
 - Fluxul sanguin renal
 - Controlul fiziologic al filtrării glomerulare și al fluxului sanguin renal
 - Autoreglarea RFG și a fluxului sanguin renal

CAPITOLUL 28

- Reabsorbția și secreția tubulară renală**
- Reabsorbția tubulară este importantă din punct de vedere cantitativ și are selectivitate înaltă
 - Reabsorbția tubulară se realizează atât prin mecanisme de transport pasive cât și active
 - Reabsorbția și secreția la nivelul diferitelor segmente ale nefronului
 - Reglarea reabsorbției tubulare
 - Utilizarea metodelor de clearance pentru cuantificarea funcției renale

CAPITOLUL 29

- Concentrarea și diluarea urinei; reglarea osmolarității extracelulare și a concentrației extracelulare a sodiului**
- Rinichii excretă excesul de apă prin formarea unei urini diluate
 - Rinichii conservă apă prin excreția unei urini concentrate
 - Caracteristicile speciale ale ansei Henle care determină reținerea solvaților în zona medulară renală
 - Controlul osmolarității lichidului extracelular și al concentrației extracelulare a sodiului
 - Sistemul de feedback osmoreceptori - ADH
 - Rolul senzației de sete în controlul osmolarității lichidului extracelular și al concentrației extracelulare a sodiului

CAPITOLUL 30

- Reglarea renală a nivelurilor ionilor de potasiu, calciu, fosfat și magneziu; acțiunile integrate ale mecanismelor renale pentru controlul volemiei și volumului lichidului extracelular**

<p>323</p> <p>323</p> <p>324</p> <p>327</p> <p>331</p> <p>335</p> <p>335</p> <p>337</p> <p>340</p> <p>341</p> <p>342</p> <p>347</p> <p>347</p> <p>353</p> <p>359</p> <p>365</p> <p>371</p> <p>371</p> <p>373</p> <p>374</p> <p>381</p> <p>381</p> <p>384</p>	<p>Reglarea concentrației potasiului în lichidul extracelular și a excreției de potasiu</p> <p>Controlul excreției renale de calciu și al concentrației extracelulare a ionilor de calciu</p> <p>Controlul excreției renale de magneziu și al concentrației extracelulare a ionilor de magneziu</p> <p>Acțiunea integrată a mecanismelor renale care controlează volumul lichidului extracelular</p> <p>Importanța natriurezei de presiune și a diurezei de presiune în menținerea homeostaziei sodiului și a echilibrului lichidian</p> <p>Distribuția lichidului extracelular între spațiile interstitiale și sistemul vascular</p> <p>Eficacitatea mecanismului de feedback ce regleză volumul compartimentelor lichidiene este amplificată de factori nervoși și hormonali</p> <p>Răspunsurile integrate la variațiile aportului de sodiu</p> <p>Afecțiuni care determină creșterea importantă a volemiei și a volumului lichidului extracelular</p> <p>Afecțiuni care determină creșterea marcată a volumului lichidului extracelular asociată însă cu valori normale ale volemiei</p> <p>CAPITOLUL 31</p> <p>Reglarea echilibrului acido-bazic</p> <p>Concentrația H^+ este reglată cu precizie</p> <p>Acizi și baze - definiții și semnificații</p> <p>Mecanismele de apărare împotriva variațiilor concentrației H^+: sistemele tampon, plămânii și rinichii</p> <p>Tamponarea H^+ din lichidele organismului</p> <p>Sistemul tampon acid carbonic - bicarbonat</p> <p>Sistemul tampon al fosfaților</p> <p>Proteinele reprezintă un sistem tampon intracelular important</p> <p>Reglarea respiratorie a echilibrului acido-bazic</p> <p>Controlul renal al echilibrului acido-bazic</p> <p>Secreția H^+ și reabsorbția HCO_3^- la nivelul tubulilor renali</p> <p>Combinarea în lumenul tubular a surplusului de H^+ cu ioni fosfat și cu amoniac - un mecanism pentru generarea unor cantități suplimentare de HCO_3^-</p> <p>Cuantificarea excreției renale de echivalenți acizi și bazici</p> <p>Corecția renală a acidozei - creșterea excreției de H^+ și adăugarea în lichidul extracelular a unor cantități suplimentare de HCO_3^-</p> <p>Corecția renală a alcalozei - scăderea secreției de H^+ și creșterea excreției HCO_3^- la nivelul tubulilor renali</p> <p>Cauze clinice ale tulburărilor acido-bazice</p>	<p>389</p> <p>396</p> <p>398</p> <p>398</p> <p>399</p> <p>401</p> <p>402</p> <p>405</p> <p>405</p> <p>406</p> <p>409</p> <p>409</p> <p>409</p> <p>410</p> <p>410</p> <p>411</p> <p>413</p> <p>413</p> <p>414</p> <p>415</p> <p>416</p> <p>418</p> <p>420</p> <p>421</p> <p>422</p> <p>422</p>
--	---	---

Medicamentele diuretice, bolile rinichiului	427
Medicamentele diuretice și mecanismele lor de acțiune	427
Afecțiunile renale	429
Leziunea renală acută	429
Boala renală cronică se asociază frecvent cu reducerea ireversibilă a numărului de nefroni funcționali	432
Tratamentul insuficienței renale prin transplant sau dializă cu rinichi artificial	440

PARTEA VI

Celulele sanguine, imunitatea și coagularea sângei

CAPITOLUL 33

Eritrocitele, anemia și policitemia

Eritrocite (hematiile)

Anemiile

Policitemia

CAPITOLUL 34

Rezistența organismului la infecții:

I. Leucocitele, granulocitele, sistemul monocito-macrofagic și inflamația

Leucocitele (celulele albe)

Neutrofilele și macrofagele protejează împotriva infecțiilor

Sistemul monocito-macrofagic (sistemul reticuloendotelial)

Inflamația: rolul neutrofilelor și al macrofagelor

Eozinofilele

Bazofilele

Leucopenia

Leucemiile

CAPITOLUL 35

Rezistența organismului la infecții:

II. Imunitatea și alergiile

Imunitatea dobândită (adaptativă)

Alergia și hipersensibilitatea

CAPITOLUL 36

Grupele sanguine; transfuzia; transplantul de țesuturi și organe

Antigenicitatea determină reacții imune ale sângei

Grupele de sânge O-A-B

Tipurile Rh

Transplantul de țesuturi și organe

CAPITOLUL 37

Hemostaza și coagularea sângei	483
Etapele hemostazei	483
Mecanismul coagulării sângei	485
Afecțiuni care determină sângeare excesivă la om	490
Afecțiuni tromboembolice	491
Utilizarea clinică a anticoagulantelor	492
Teste de coagulare a sângei	493

PARTEA VII

Respirația

CAPITOLUL 38

Ventilația pulmonară	497
Mecanica ventilației pulmonare	497
Volume și capacitate pulmonare	501
Ventilația alveolară	503
Funcțiile căilor respiratorii	504

CAPITOLUL 39

Circulația pulmonară, edemul pulmonar, lichidul pleural	509
Anatomia funcțională a sistemului circulator pulmonar	509
Presiunile din circulația pulmonară	509
Volumul sanguin pulmonar	510
Fluxul sanguin pulmonar și distribuția acestuia	510
Efectul gradientelor de presiune hidrostatică pulmonară asupra fluxului sanguin pulmonar regional	511
Dinamica vaselor capilare pulmonare	513
Lichidul din cavitatea pleurală	515

CAPITOLUL 40

Principiile schimbului gazos; difuziunea oxigenului și a dioxidului de carbon prin membrana respiratorie	517
Particularitățile fizice ale difuziunii gazelor și presiunile parțiale ale gazelor	517
Compoziția aerului alveolar și a aerului atmosferic diferă	519
Difuziunea gazelor prin membrana respiratorie	521

CAPITOLUL 41

Transportul oxigenului și dioxidului de carbon în sânge și lichidele tisulare	527
Transportul oxigenului de la plămâni la țesuturi	527
Transportul dioxidului de carbon în sânge	534
Coeficientul respirator	536

CAPITOLUL 42

Reglarea respirației	539
----------------------	-----

Centralul respirator	539
Controlul chimic al respirației	541
Sistemul chemoreceptorilor periferici reglează activitatea respiratorie – rolul oxigenului în controlul respirației	
Reglarea respirației în condiții de efort fizic	542
Alți factori care influențează respirația	545

CAPITOLUL 43

Insuficiența respiratorie – fiziopatologie, diagnostic, oxigenoterapie	549
Metode practice de investigare a anomalilor respiratorii	
Particularitățile fiziopatologice ale celor mai importante afecțiuni pulmonare	549
Hipoxia și oxigenoterapie	551
Hipercapnia – excesul de dioxid de carbon în lichidele organismului	554
Respirația artificială	556

PARTEA VIII

Fiziologia aviației, spațiului cosmic și a scufundărilor marine la mare adâncime

CAPITOLUL 44

Fiziologia aviației, altitudinilor înalte și spațiul cosmic	561
Efectele presiunii scăzute a oxigenului asupra organismului	561
Efectele forțelor de accelerație asupra organismului în fiziologia aviației și spațială	565
"Climatul artificial" într-o navetă etanșă	567
Starea de imponderabilitate în spațiu	567

CAPITOLUL 45

Fiziologia scufundărilor la adâncime și alte afecțiuni hiperbarice	569
Efectele presiunii parțiale mari a fiecărui gaz asupra organismului	569
Scuba (aparatul autonom de respirat subacvatic)	573
Aspecte fiziologice speciale la bordul submarinelor	574
Oxigenoterapie hiperbară	574

PARTEA IX

Sistemul nervos: A. Principii generale și fiziologie senzorială

CAPITOLUL 46

Organizarea sistemului nervos, funcții fundamentale ale sinapselor, neurotransmițorii	577
--	-----

Organizarea generală a sistemului nervos	577
Nivelurile principale de funcționare ale sistemului nervos central	579
Comparație între sistemul nervos și un computer	580
Sinapsele sistemului nervos central	580
Caracteristici speciale ale transmiterii sinaptice	592

CAPITOLUL 47

Receptorii somatosenzoriali, circuitele neuronale specializate în procesarea informației	595
Tipuri de receptori somatosenzoriali și stimulii detectați de aceștia	595
Transformarea stimulilor senzoriali în impulsuri nervoase	596
Transmiterea semnalelor de diferite intensități la nivelul tracturilor nervoase – sumăția spațială și sumăția temporală	600
Transmiterea și procesarea semnalelor la nivelul rețelelor neuronale	601
Instabilitatea și stabilitatea circuitelor neuronale	605

CAPITOLUL 48

Sistemul somatosenzorial:	
I. Organizare generală, sensibilitatea tactilă și de poziție	607
Tipuri de sensibilitate somatică	607
Detectarea și transmiterea senzațiilor tactile	607
Căile somatosenzoriale de conducere a sensibilității somatici la nivelul sistemului nervos central	609
Transmiterea prin sistemul coloană dorsală – lemnisc medial	609
Transmiterea semnalelor senzoriale mai puțin fine prin calea anterolaterală	616
Aspecte speciale ale funcției somatosenzoriale	618

CAPITOLUL 49

Sistemul somatosenzorial:	
II. Durerea, céfaleea și sensibilitatea termică	621
Tipuri de durere și caracteristicile acesteia – durerea rapidă și durerea lentă	621
Nociceptorii și stimularea acestora	621
Căile duale de conducere a semnalelor dureroase la nivelul sistemului nervos central	622
Sistemul de suprimare a durerii (sistemul analgezic) de la nivelul creierului și măduvei spinării	625
Durerea iradiată	626
Durerea viscerală	626
Anomalii clinice ale durerii și ale altor tipuri de sensibilitate somatică	628
Céfaleea	629
Sensibilitatea termică	630

**Sistemul nervos:
B. Sensibilitățile speciale**
CAPITOLUL 50
Analizatorul vizual: I. Optica vederii

Principii de fizică optică

635

Optica oculară

635

Sistemul lichidian ocular – lichidul intraocular

644

CAPITOLUL 51
Analizatorul vizual: II. Funcția de receptor și funcția neurală a retinei

Anatomia și funcțiile elementelor structurale ale retinei

647

Fotochimia vederii

649

Vederea cromatică (fotopică)

654

Funcția neurală a retinei

655

CAPITOLUL 52
Analizatorul vizual:
III. Neurofiziologia centrală a vederii

Căile vizuale

661

Organizarea și funcționarea cortexului vizual

661

Tipare neuronale de stimulare în timpul analizei imaginii vizuale

662

Mișcările globilor oculari și controlul acestora

664

Controlul autonom al acomodării și al diametrului pupilar

666

CAPITOLUL 53
Analizatorul auditiv

Membrana timpanică și sistemul osicular

673

Cohleea

673

Mecanismele centrale ale auzului

674

Tulburările auditive

679

CAPITOLUL 54
Simțurile chimice – sensibilitatea gustativă și sensibilitatea olfactivă

685

Sensibilitatea gustativă

685

Sensibilitatea olfactivă

688

PARTEA XI
Sistemul nervos: C. Neurofiziologie motorie și integrativă
CAPITOLUL 55
Funcțiile motorii ale măduvei spinării; reflexele medulare

695

Organizarea motorie a măduvei spinării

695

Receptorii senzoriali musculari (fusurile musculare și organele tendinoase golgi) și rolurile acestora în controlul muscular

697

Reflexul de flexie și reflexele de retragere

702

Reflexul extensor încrucisat

703

Inhibiția reciprocă și inervația reciprocă

703

Reflexele de postură și locomoție

704

Reflexul de grataj

705

Reflexele medulare care produc spasme musculare

705

Reflexe medulare autonome

705

Secționarea măduvei spinării și șocul spinal

705

CAPITOLUL 56
Controlul funcțiilor motorii realizat de cortex și trunchiul cerebral

707

Cortexul motor și tractul corticospinal

707

Rolul trunchiului cerebral în controlul funcțiilor motorii

713

Senzațiile vestibulare și menținerea echilibrului

714

Funcțiile nucleilor trunchiului cerebral sunt importante pentru controlul mișcărilor subconștiente, stereotipe

719

CAPITOLUL 57
Contribuția cerebelului și a ganglionilor bazali la controlul general al funcției motorii

721

Cerebelul și funcțiile motorii ale acestuia

721

Funcțiile motorii ale ganglionilor bazali

730

Integrarea numeroaselor componente ale întregului sistem de control motor

735

CAPITOLUL 58
Cortexul cerebral, funcțiile intelectuale ale creierului, învățarea și memoria

737

Anatomia funcțională a cortexului cerebral

737

Funcțiile ariilor corticale specifice

738

Rolul creierului în comunicare – percepția și formularea limbajului

743

Rolul corpului calos și al comisurii anteroioare în transferul gândurilor, amintirilor, deprinderilor și al altor informații între cele două emisfere cerebrale

745

Gândirea, starea de conștiență și memoria

745

CAPITOLUL 59
Mecanisme cerebrale care controlează comportamentul și motivația – sistemul limbic și hipotalamusul

751

Sistemele activatoare cerebrale

751

Sistemul limbic

754

Hipotalamusul - centrul principal de control al sistemului limbic

755

CAPITOLUL 60

Stările de activitate cerebrală – somnul, undele cerebrale, epilepsia, psihozele și demența

Somnul

Undele cerebrale

Crizele convulsive și epilepsia

Comportamentul psihotic - rolul unor neurotransmițători specifici

Boala Alzheimer - plăcile de amiloid și afectarea memoriei

CAPITOLUL 61

Sistemul nervos autonom și medulosuprarenala

Organizarea generală a sistemului nervos autonom

Caracteristici fundamentale ale funcțiilor simpatice și parasimpatice

Reflexele autonome

Sistemele simpatice și parasimpatice pot stimula numai anumite organe sau pot realiza o stimulare generalizată

Farmacologia sistemului nervos autonom

CAPITOLUL 62

Fluxul sanguin cerebral, lichidul cefalorahidian și metabolismul cerebral

Fluxul sanguin cerebral

Sistemul lichidului cefalorahidian

Metabolismul cerebral

759	CAPITOLUL 64	
-----	---------------------	--

Propulsia și amestecarea alimentelor

în tubul digestiv 807

Ingestia alimentelor 807

Funcțiile motorii ale stomacului 809

Motilitatea intestinului subțire 812

Motilitatea colonului 814

Alte reflexe vegetative care pot influența activitatea intestinală 816

763	763	
766	766	
768	768	

CAPITOLUL 65

770	Funcțiile secretorii ale tubului digestiv 817
-----	---

771	Principii generale ale secreției la nivelul tubului digestiv 817
-----	---

Secreția salivei 819

Secreția esofagiană 821

773	Secreția gastrică 821
-----	--

Secreția pancreatică 825

773	Secreția bilei de către ficat 827
-----	--

Secrețiile intestinului subțire 830

775	Secreția mucusului la nivelul intestinului gros 831
782	

CAPITOLUL 66

783	Digestia și absorbția la nivelul tubului digestiv 833
-----	---

784	Digestia alimentelor prin hidroliză 833
-----	--

Principiile fundamentale ale absorbției gastrointestinale 837

787	Absorbția la nivelul intestinului subțire 837
-----	--

Absorbția în intestinul gros: formarea materiilor fecale 841

790	
794	

CAPITOLUL 67

797	Fiziologia afecțiunilor gastrointestinale 843
-----	---

Tulburări ale deglutiției și ale esofagului 843

Afecțiuni ale stomacului 843

797	Afecțiuni ale intestinului subțire 845
-----	---

Afecțiuni ale intestinului gros 846

799	Disfuncții generale ale tubului digestiv 847
-----	---

PARTEA XII**Fiziologia tubului digestiv****CAPITOLUL 63**

Principii generale ale funcțiilor tubului digestiv - motilitatea, controlul nervos și vascularizația

Principiile generale ale motilității gastrointestinale

Controlul nervos al activității gastrointestinale – sistemul nervos enteric

Controlul hormonal al motilității gastrointestinale

Tipuri funcționale de motilitate la nivelul tubului digestiv

Vascularizația gastrointestinală – circulația splanhnică

797	PARTEA XIII	
-----	--------------------	--

Metabolismul și termoreglarea corpului

799	CAPITOLUL 68	
-----	---------------------	--

802	Metabolismul carbohidraților și formarea de adenosin trifosfat 853
-----	--

Eliberarea de energie din alimente și noțiunea de „energie liberă” 853

803	Adenosin trifosfatul – „moneda energetică” a organismului 853
-----	--

804	Rolul central al glucozei în metabolismul carbohidraților 854
-----	--

Transportul glucozei prin membrana celulară	854	Inaniția, anorexia și cașexia	896
Glicogenul este stocat în ficat și mușchi	855	Înfometarea	897
Eliberarea de energie din molecula de glucoză prin glicoliză	856	Vitaminele	897
Formarea unor cantități mari de ATP prin oxidarea hidrogenului – procesul de fosforilare oxidativă		Metabolismul mineralelor	900
Rezumatul sintezei de ATP în cursul metabolizării glucozei	858	CAPITOLUL 73	
Eliberarea de energie pe cale anaerobă – glicoliza anaerobă	859	Energia și rata metabolică	903
Eliberarea de energie din glucoză pe calea pentozo-fosfaților	860	Adenozin trifosfatul are rol de „monedă energetică” în cadrul metabolismului	903
Formarea de carbohidrați din proteine și lipide – gluconeogeneză	861	Controlul eliberării intracelulare de energie	905
CAPITOLUL 69	861	Rata metabolică	906
Metabolismul lipidelor	863	Metabolismul energetic – factorii care influențează consumul de energie	907
Structura chimică de bază a trigliceridelor (a lipidelor neutre)	863		
Transportul lipidelor prin lichidele organismului	863	CAPITOLUL 74	
Depozitele de lipide	865	Temperatura corporală, termoreglarea și febra	911
Utilizarea trigliceridelor ca sursă de energie: formarea adenozin trifosfatului	866	Valorile normale ale temperaturii corporale	911
Reglarea eliberării de energie din trigliceride	869	Controlul temperaturii corporale implică asigurarea unui echilibru între termogeneză și termoliză	911
Fosfolipidele și colesterolul	870	Reglarea temperaturii corpului – rolul hipotalamusului	915
Ateroscleroza	872	Anomalii ale termoreglării	919
CAPITOLUL 70		PARTEA XIV	
Metabolismul proteinelor	875	Endocrinologie și funcția de reproducere	
Principalele proprietăți ale proteinelor	875	CAPITOLUL 75	
Transportul și depozitarea aminoacizilor	875	Introducere în endocrinologie	925
Rolurile funcționale ale proteinelor plasmaticе	877	Coordonarea funcțiilor organismului prin intermediul mesagerilor chimici	925
Reglarea hormonală a metabolismului proteic	880	Structura chimică a hormonilor și sinteza acestora	925
CAPITOLUL 71		Secreția, transportul și eliminarea din circulație a hormonilor	929
Ficatul ca organ	881	Mecanismul de acțiune al hormonilor	930
Anatomia funcțională a ficatului	881	Determinarea concentrațiilor hormonilor în sânge	936
Sistemele vascular și limfatic ale ficatului	881		
Funcțiile metabolice ale ficatului	883	CAPITOLUL 76	
Metabolismul proteic	883	Hormonii hipofizari și controlul acestora de către hipotalamus	939
Determinarea bilirubinei din bilă ca metodă de diagnostic	884	Hipofiza și relația acesteia cu hipotalamusul	939
CAPITOLUL 72		Hipotalamusul controlează secreția hormonilor hipofizari	940
Balanțele nutritive; reglarea aportului alimentar; obezitatea și inaniția; vitaminele și mineralele	887	Efectele fiziologice ale hormonului de creștere	942
Producerea și consumul de energie sunt egale în condiții de echilibru dinamic	887	Hipofiza posterioară și relația acesteia cu hipotalamusul	948
Balanțele nutritive	887		
Reglarea aportului alimentar și a depozitării energiei	889		
Obezitatea	894		

CAPITOLUL 77**Hormonii tiroidieni**

- Sinteza și secreția hormonilor tiroidieni
Efectele fiziologice ale hormonilor tiroidieni
Reglarea secreției hormonilor tiroidieni
Bolile tiroidiene

CAPITOLUL 78**Hormonii corticosuprarenalieni**

- Corticosteroizii: mineralocorticoizi, glucocorticoizi și androgeni
Sinteza și secreția hormonilor corticosuprarenalieni
Funcțiile mineralocorticoizilor – aldosteronul
Efectele glucocorticoizilor
Hormonii androgeni suprarenalieni
Anomaliile secreției corticosuprarenaliene

CAPITOLUL 79**Insulina, glucagonul și diabetul zaharat**

- Anatomia funcțională a pancreasului
Insulina și efectele ei metabolice
Glucagonul și efectele acestuia
Somatostatina inhibă secreția de glucagon și de insulină
Rezumat al reglării glicemiei
Diabetul zaharat

CAPITOLUL 80**Parathormonul, calcitonina, metabolismul fosfocalcic, vitamina D, oasele și dinții**

- Principiile reglării concentrațiilor de calciu și fosfat din lichidul extracelular și din plasmă
Osul și relația sa cu calciul și fosfatul din lichidul extracelular
Vitamina D
Parathormonul
Calcitonina
Rezumat al reglării concentrației ionilor de calciu
Fiziopatologia afecțiunilor osoase și a celor induse de anomalii ale parathormonului și ale vitaminei D
Fiziologia dinților

CAPITOLUL 81**Funcțiile de reproducere și hormonale la bărbat (și funcția glandei pineale)**

- Anatomia funcțională a organelor sexuale masculine

	Spermatogeneza	1021
951	Actul sexual masculin	1026
951	Testosteronul și alți hormoni sexuali masculini	1028
954	Anomalii ale funcțiilor sexuale masculine	1033
958	Disfuncția erectilă la bărbat	1034
960	Rolul glandei pineale în controlul fertilității sezoniere la unele animale	1034

CAPITOLUL 82**Fiziologia organismului feminin înainte de sarcină și hormonii sexuali feminini**

965	Anatomia funcțională a organelor sexuale feminine	1037
965	Ovogeneza și dezvoltarea foliculilor ovarieni	1037
968	Sistemul hormonal feminin	1039
972	Ciclul ovarian lunar. Funcțiile hormonilor gonadotropi	1039
978	Rolurile hormonilor ovarieni – estradioul și progesteronul	1042
979	Reglarea ciclului sexual feminin – acțiunea combinată dintre hormonii ovarieni și cei hipotalamo-hipofizari	1047
983	Anomalii ale secreției ovariene	1051
983	Actul sexual la femeie	1051
992	Fertilitatea la femeie	1052
993	Supresia hormonală a fertilității – „pilula contraceptivă”	1053
993	Condiții anormale care determină sterilitate la femei	1053

CAPITOLUL 83**Sarcina și lactația**

1001	Maturarea și fecundarea ovulului	1055
1001	Nutriția inițială a embrionului	1057
1003	Anatomia și rolul placentei	1057
1007	Factorii hormonali în sarcină	1059
1009	Răspunsul organismului matern la sarcină	1062
1012	Nașterea	1064
	Lactația	1066

CAPITOLUL 84**Fiziologia fătului și a nou-născutului**

1013	Creșterea și dezvoltarea funcțională a fătului	1071
1014	Dezvoltarea organelor și sistemelor	1071
1016	Metabolismul fetal	1072
	Adaptarea nou-născutului la viața extrauterină	1073
	Probleme funcționale speciale la nou-născut	1076
	Problemele speciale ale prematurității	1079
1021	Creșterea și dezvoltarea copilului	1080

Fiziologie sportivă**CAPITOLUL 85**

Fiziologie sportivă	1085
Sportivele și sportivii	1085
Mușchii și efortul fizic sportiv	1085

Respirația în efortul fizic sportiv	1090
Sistemul cardiovascular în efortul fizic sportiv	1092
Căldura corporală în efortul fizic sportiv	1094
Fluidele organismului și clorura de sodiu în efortul fizic sportiv	1094
Medicamentele și sportivii	1095
Condiția fizică bună prelungește viața	1095
Index	1097



Organizarea funcțională a organismului uman și controlul "mediului intern"

Fiziologia este știința care încearcă să explice mecanismele fizice și chimice responsabile pentru originea, dezvoltarea și evoluția vieții. Fiecare formă de viață, de la cel mai simplu virus până la cel mai mare arbore sau până la complicatul organism uman, are propriile caracteristici funcționale. Din acest motiv, domeniul fiziologiei poate fi împărțit în fiziologia virusurilor, fiziologia bacteriilor, fiziologie celulară, fiziologia plantelor, fiziologia animalelor nevertebrate, fiziologia animalelor vertebrate, fiziologia mamiferelor, fiziologia omului precum și multe alte subdiviziuni.

Fiziologia omului. Știința numită *fiziologia omului* încearcă să explice caracteristicile și mecanismele specifice organismului uman care fac din acesta o formă de viață. Faptul că supraviețuim este rezultatul unor sisteme de control complexe. Foamea determină ființa umană să caute hrana, iar frica să caute un loc de refugiu. Senzația de frig o face să caute căldură, iar alte mecanisme determină dorința de a trăi în colectivitate și de a se reproduce. Faptul că omul este o ființă dotată cu percepție, sentimente și conștiință reprezintă o parte din această secvență automată de supraviețuire; aceste atribute speciale îi permit să existe într-o largă varietate de condiții care în alte circumstanțe ar face viață imposibilă.

CELULELE REPREZINTĂ UNITĂȚILE ELEMENTARE ALE ORGANISMULUI

În cazul organismului uman unitatea de bază a vieții este celula. Fiecare organ este un ansamblu de celule diferite asociate prin structuri intercelulare de susținere. Fiecare tip de celulă este adaptat special pentru a îndeplini una sau mai multe funcții particulare. De exemplu eritrocitele, aflate în organismul uman în număr de aproximativ 25 de trilioane, transportă oxigen de la plămâni la țesuturi. Pe lângă celulele menționate anterior, care sunt cel mai răspândit tip de celule din organism, sunt prezente aproximativ 75 de trilioane de celule diferite de acestea care îndeplinesc alte funcții. Prin urmare, întregul organism cuprinde aproape 100 de trilioane de celule.

Deși majoritatea celulelor organismului diferă semnificativ una de alta, toate prezintă anumite caracteristici fundamentale asemănătoare. De exemplu, oxigenul reacționează cu glucidele, lipidele și proteinele eliberând energia necesară funcționării tuturor celulelor. Mai mult, mecanismele chimice prin care substanțele nutritive sunt transformate în

energie sunt fundamental aceleași în toate tipurile de celule, iar acestea din urmă eliberează produși rezultați din reacțiile chimice care au loc în interiorul lor în lichidele din jur.

Aproape toate celulele au capacitatea de a se reproduce, generând celule de același tip. Din fericire, acest mecanism permite ca în urma distrugerii unor celule particulare, celulele de acel tip rămase să se reproducă până la regenerare completă.

LICHIDUL EXTRACELULAR – “MEDIUL INTERN” AL ORGANISMULUI

Aproximativ 60% din organismul uman adult este reprezentat de lichide, în principal soluție apoasă de ioni și alte substanțe. Deși cea mai mare parte a acestui lichid se află în interiorul celulelor și este numit *lichid intracelular*, aproape o treime este localizat în afara lor și se numește *lichid extracelular*. Lichidul extracelular este în permanentă mișcare în interiorul organismului, fiind transportat rapid în sângele circulant, iar ulterior este distribuit între sânge și lichidele tisulare prin difuziune prin peretele capilar.

În lichidul extracelular se află ionii și substanțele nutritive necesare pentru menținerea integrității celulare. Prin urmare, toate celulele se află în același mediu de viață – lichidul extracelular. Din acest motiv el se numește și *mediul intern* al organismului sau *milieu intérieur*, termen introdus în urmă cu peste 150 de ani de marele fiziolog francez al secolului al XIX-lea Claude Bernard (1813–1878).

Celulele supraviețuiesc și își îndeplinesc funcțiile particulare atât timp cât în mediul intern al organismului sunt prezente concentrații corespunzătoare de oxigen, glucoză, diferite tipuri de ioni, aminoacizi, lipide și alți constituENți.

Diferențele dintre lichidul extracelular și cel intracelular. Lichidul extracelular conține cantități mari de *ioni de sodiu, clor și bicarbonat*, precum și substanțe nutritive celulare cum ar fi *oxigenul, glucoza, acizii grasi și aminoacizii*. Conține de asemenea *dioxid de carbon* care este transportat de la celule la plămâni pentru a fi eliminat, precum și alți produși ai metabolismului celular care sunt transportați la rinichi, de unde sunt excretați.

Lichidul intracelular diferă semnificativ de cel extracelular; de exemplu, conține cantități importante de *ioni de potasiu, magneziu și fosfat* față de lichidul extracelular în care predomină ionii de sodiu și clor. Diferența dintre concentrația ionilor în lichidul extracelular și cel intracelular este

menținută prin mecanisme speciale de transport al ionilor prin membranele celulare. Aceste procese de transport sunt discutate în Capitolul 4.

HOMEOSTAZIA – MENȚINEREA RELATIV CONSTANTĂ A MEDIULUI INTERN

În anul 1929 fiziologul american Walter Cannon (1871–1945) a introdus termenul *homeostazie* pentru a descrie menținerea relativ constantă a condițiilor mediului intern. Absolut toate organele și țesuturile organismului îndeplinesc funcții care ajută la menținerea acestor condiții relativ constante. De exemplu, plămâni furnizează oxigen lichidului extracelular pentru a înlocui oxigenul utilizat de celule, rinichii mențin constantă concentrația ionilor, iar aparatul gastrointestinal asigură substanțele nutritive.

Cantitatea în care se găsesc în organism diferenți ioni, substanțe nutritive, produși de metabolism și alți compuși este reglată în mod obișnuit în cadrul unui interval de valori și nu ca valoare fixă. Pentru unii constituenți acest interval este extrem de îngust; de exemplu, variația concentrației ionilor de hidrogen din sânge este în mod normal mai mică de 5 *nanomoli/litru* (0,00000005 moli/litru). De asemenea concentrația sanguină a sodiului este reglată foarte exact, variind în mod obișnuit cu doar câțiva *milimoli/litru* chiar dacă aportul acestui electrolit se modifică foarte mult, dar aceste variații ale concentrației de sodiu sunt de cel puțin un milion de ori mai mari decât cele ale ionilor de hidrogen.

Organismul dispune de mecanisme de control foarte puternice care mențin concentrația ionilor de sodiu și hidrogen precum și pe cea a majorității ionilor, substanțelor nutritive și a altor substanțe din organism la un nivel care permite celulelor, țesuturilor și organelor să-și exerce funcțiile normale în ciuda variațiilor semnificative ale mediului înconjurător și a dezechilibrelor cauzate de leziuni și îmbolnăvire.

O mare parte a acestui text se concentrează asupra modului în care fiecare organ sau țesut contribuie la homeostazie. Funcționarea normală a organismului necesită acțiunea integrată a celulelor, țesuturilor, organelor precum și a multiplelor sisteme de control nervos, umoral și local care contribuie împreună la homeostazie și la asigurarea unei stări de sănătate corespunzătoare.

Boala este considerată o stare în care homeostazia este perturbată. Cu toate acestea, chiar și în prezența bolii, mecanismele homeostatice continuă să acționeze și să mențină funcțiile vitale prin multiple strategii de compensare. În unele cazuri, aceste mecanisme compensatorii pot produce la rândul lor disfuncții organice importante, ceea ce face dificilă diferențierea cauzei primare a bolii de răspunsurile compensatorii. De exemplu, afecțiunile care reduc capacitatea rinichiului de a elimina sarea și apa pot conduce la creșterea presiunii arteriale, care la început ajută la revenirea la normal a excreției cu menținerea echilibrului dintre aport și excreție renală. Acest efect este necesar pentru menținerea vieții, dar cu timpul menținerea unei presiuni arteriale crescute poate provoca leziuni la nivelul unor organe, inclusiv al rinichiului, ceea ce va întreține și amplifica presiunea arterială și leziunile

renale. Astfel, mecanismele compensatorii homeostatice, care sunt consecința unei leziuni, boli sau a unor presiuni exercitate de mediu asupra organismului, pot reprezenta un “compromis” necesar pentru menținerea funcțiilor vitale ale organismului, dar care pe termen lung pot contribui la apariția unor disfuncții suplimentare. Disciplina numită *fiziopatologie* încercă să explice modul în care diferite procese fiziologice sunt perturbate în cadrul unei boli sau leziuni.

Acest capitol descrie diferite sisteme funcționale ale organismului și contribuția lor la homeostazie; ulterior se va discuta pe scurt teoria elementară a sistemelor de control ale organismului care permit sistemelor funcționale să acționeze în interdependentă.

SISTEMUL DE TRANSPORT ȘI DISTRIBUȚIE A LICHIDULUI EXTRACELULAR – SISTEMUL CIRCULATOR SANGUIN

Lichidul extracelular este transportat la nivelul întregului organism în două etape. Prima etapă constă în circulația săngelui în organism prin vasele de sânge, iar a doua în transportul lichidului din capilarele sanguine în spațiul intercelular aflat între celulele unui țesut.

În **Figura 1–1** este prezentată circulația sanguină generală. Întreaga cantitate de sânge din circulație parcurge în întregime circuitul sanguin în medie o dată pe minut dacă organismul este în repaus, și de până la șase ori pe minut dacă persoana depune un efort intens.

Deoarece săngele trece prin capilarele sanguine, între componenta plasmatică a săngelui și lichidul intersticial care umple spațiile intercelulare are loc un schimb continuu de lichid extracelular. Acest proces este ilustrat în **Figura 1–2**. Peretele capilar este permeabil pentru majoritatea moleculelor din plasma sanguină, cu excepția proteinelor plasmatic care au dimensiuni prea mari pentru a traversa ca atare capilarele. Astfel, mari cantități de lichid și substanțe dizolvate în acesta vor *difuza* în ambele direcții între sânge și spațiile tisulare, așa cum arată săgețile. Procesul de difuziune este produs de mișcarea cinetică a moleculelor, atât în plasmă cât și în lichidul intersticial. Prin urmare, atât lichidul cât și moleculele dizolvate în acesta se află în mișcare și expansiune continuă în toate direcțiile, în plasmă și lichidul din spațiile intercelulare precum și prin porii capilarilor. Câteva celule sunt localizate la distanță de cel mult 50 de microni de capilar, ceea ce permite difuziunea aproape a tuturor substanțelor din capilar în celulă în câteva secunde. Astfel, lichidul extracelular din întregul organism – atât cel plasmatic cât și cel intersticial – este în permanență amestecat și astfel este menținută omogenitatea acestuia la nivelul întregului corp.

ORIGINEA SUBSTANȚELOR NUTRITIVE DIN LICHIDUL EXTRACELULAR

Sistemul respirator. În **Figura 1–1** se arată că la fiecare pasaj al săngelui prin organism, acesta circulă și prin plămâni. Sângele leagă *oxigenul* la nivelul alveolelor, îmbogățindu-se astfel în oxigen, necesar proceselor celulare. Membrana dintre alveole și lumenul capilarelor pulmonare, *membrana alveolară*, are grosimea de numai 0,4–2,0 microni, iar

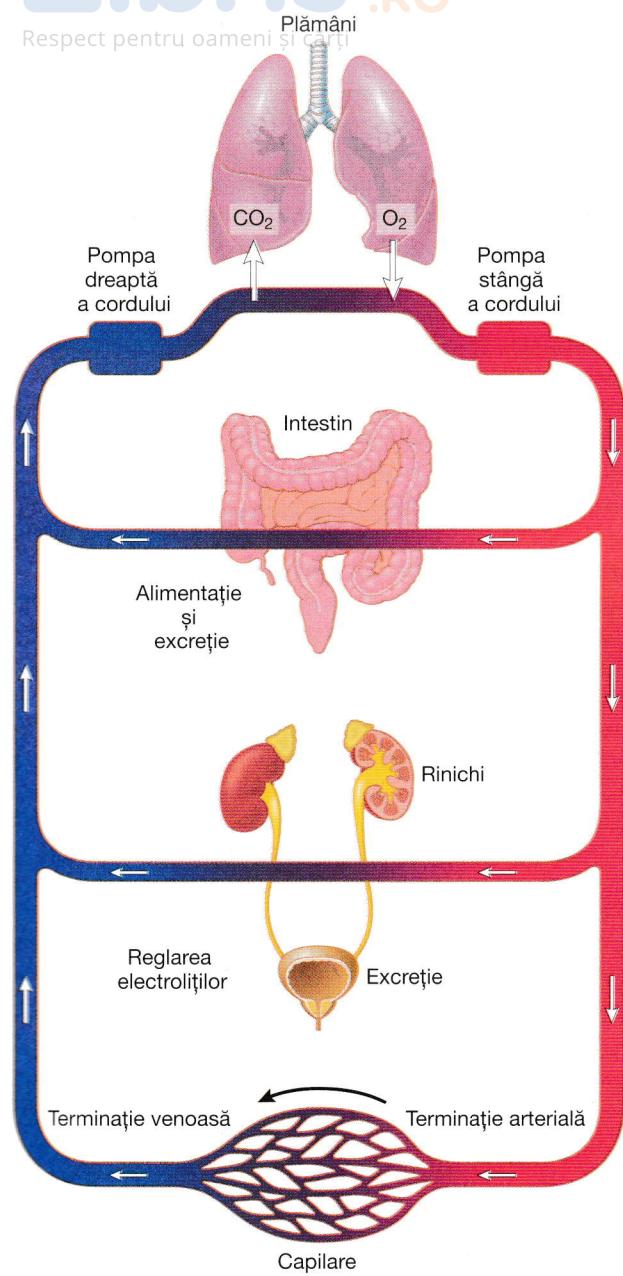


Figura 1-1. Organizarea generală a sistemului circulator.

oxigenul difuzează rapid în sânge prin deplasarea moleculelor prin această membrană.

Tubul digestiv. O mare parte din săngele pompat de inimă traversează peretele tubului gastrointestinal. La acest nivel sunt absorbite în lichidul sanguin extracelular diferite substanțe nutritive dizolvate, provenite din apportul alimentar, inclusiv **glucide, acizi grași și aminoacizi**.

Ficatul și alte organe cu funcție predominant metabolică. Substanțele absorbite din tubul gastrointestinal nu pot fi toate utilizate sub formă inițială de către celule. La nivelul ficatului, compoziția chimică a unui mare număr din aceste

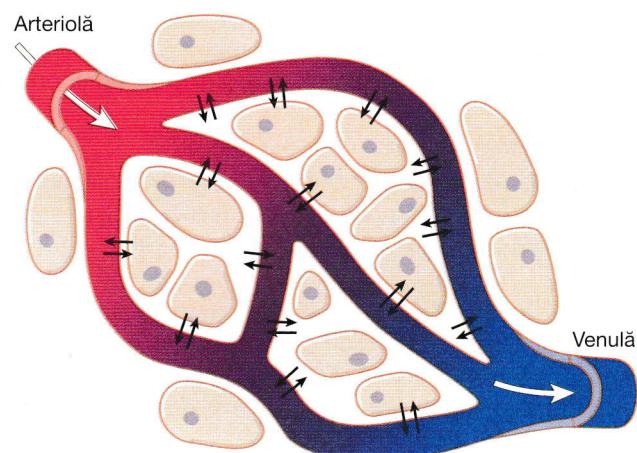


Figura 1-2. Difuziunea lichidului și a compușilor dizolvăți în acesta prin pereții capilari și spațiile interstitiale.

substanțe este modificată la forme mai ușor de utilizat, după care alte țesuturi ale organismului – celulele adipose, mucoasa gastrointestinală, rinichii și glandele endocrine – intervin în modificarea sau stocarea substanțelor absorbite până când acestea vor fi utilizate. Ficatul asigură, de asemenea, eliminarea unor produși de metabolism rezultați în organism și a substanțelor toxice ingerate.

Sistemul musculoscheletic. Se pune întrebarea cum contribuie sistemul musculoscheletic la homeostazie. Răspunsul este evident și simplu: dacă nu ar exista mușchii, organismul nu s-ar putea deplasa pentru a obține hrana necesară supraviețuirii. Sistemul musculoscheletic asigură și motilitatea cu scopul protejării împotriva factorilor nocivi din mediu, în lipsa căreia întregul organism, împreună cu mecanismele sale homeostatice, ar putea fi distrus.

ELIMINAREA PRODUȘILOR FINALI DE METABOLISM

Eliminarea dioxidului de carbon de către plămâni. Simultan cu legarea oxigenului în plămâni, dioxidul de carbon este eliberat din sânge în alveolele pulmonare; mișcarea bidirectională a aerului respirat transportă dioxidul de carbon către atmosferă. Acesta reprezintă produsul de metabolism aflat în cantitatea cea mai mare.

Rinichii. Trecerea săngelui prin rinichi conduce la eliminarea din plasmă a majorității substanțelor care nu sunt utile organismului, în afară de dioxidul de carbon. Acestea cuprind diferiți produși finali ai metabolismului celular, cum ar fi ureea și acidul uric; de asemenea, excesul de apă și ioni proveniți din alimentație și acumulați în lichidul extracelular.

Rinichii își indeplinesc funcția prin filtrarea, în prima etapă, a unei mari cantități de plasmă prin capilarele glomerulare în tubi, după care reabsorb în sânge substanțele utile organismului cum ar fi glucoza, aminoacizii, cantități de apă corespunzătoare, precum și mare parte din ioni.

Majoritatea substanțelor care nu sunt necesare organismului, în special produși finali de metabolism de tipul ureei, prezintă reabsorbție minimă, fiind eliminați în urină prin tubii renali.

Tubul digestiv. Materiile nedigerate care intră în tubul digestiv precum și unii produși finali ai metabolismului sunt eliminați prin materiile fecale.

Ficatul. Printre funcțiile ficatului se numără și cea de detoxificare sau de eliminare din organism a unui mare număr de medicamente și substanțe chimice ingerate. Ficatul secretă în bilă o mare parte din acești produși de degradare pentru a fi apoi eliminați prin materiile fecale.

REGLAREA FUNCȚIILOR ORGANISMULUI

Sistemul nervos. Sistemul nervos este alcătuit din trei componente principale: *componenta senzorială aferentă*, *sistemul nervos central* (sau *porțiunea integrativă*) și *componenta motorie eferentă*. Receptorii senzoriali detectează starea organismului sau pe cea a mediului înconjurător. De exemplu, receptorii cutanăți avertizează persoana ori de câte ori un obiect atinge orice zonă a tegumentului. Ochii sunt organe senzoriale care oferă individului imaginea vizuală a zonei din jur. Urechile sunt de asemenea organe senzoriale. Sistemul nervos central este alcătuit din creier și măduva spinării. Creierul stochează informații, generează gânduri, este sursa aspirațiilor și ambiției, și determină reacțiile organismului ca răspuns la senzații. Impulsurile corespunzătoare sunt transmise ulterior prin componenta motorie efectoare a sistemului nervos pentru a da curs intențiilor individului.

Sistemul vegetativ (autonom) reprezintă un segment important al sistemului nervos. Acesta operează la nivel subconștient și controlează multe funcții ale organelor interne, printre care funcția de pompă a cordului, peristaltismul intestinal și secreția majorității glandelor.

Sistemul hormonal. În organism există opt *glande endocrine* principale precum și câteva organe și țesuturi care secretă substanțe chimice numite *hormoni*. Aceștia sunt transportați prin intermediul lichidului extracelular în alte regiuni ale corpului unde regleză funcționarea diferitelor celule. De exemplu, *hormonii tiroïdieni* amplifică intensitatea majorității reacțiilor chimice din toate tipurile de celule, ceea ce contribuie la stabilirea nivelului optim de activitate a organismului. *Insulina* controlează metabolismul glucozei; *hormonii corticosuprarenalei* intervin în stabilirea nivelului ionilor de sodiu și potasiu și în metabolismul proteinelor; iar *hormonul paratiroidian (parathormonul)* controlează nivelul de calciu și fosfor din oase. În felul acesta hormonii asigură un sistem de reglare a organismului complementar sistemului nervos. Sistemul nervos regleză în special activitatea musculară și secretorie a organismului, în timp ce sistemul hormonal regleză mai ales funcțiile sale metabolice. Cele două sisteme funcționează de regulă împreună într-un mod

coordonat, asigurând controlul tuturor organelor și sistemelor corpului.

APĂRAREA ORGANISMULUI

Sistemul imunitar. Sistemul imunitar cuprinde celulele albe ale sângei (leucocitele), celulele tisulare derivate din acestea, timusul, ganglionii limfatici și vasele limfatice care protejează organismul de agenți patogeni cum ar fi bacteriile, virusurile, paraziții și fungii. Sistemul imunitar asigură organismului mecanismele prin care acesta (1) face diferență între propriile celule și celulele sau substanțele străine acestuia și (2) distrug microorganismele patogene fie prin *fagocitoză* fie prin producerea *limfocitelor sensibilizate* sau a proteinelor specializate (e.g. *anticorpi*) care distrug sau neutralizează aceste microorganisme.

Sistemul tegumentar. Tegumentul și anexele sale (părul, unghile, glandele și alte structuri cutanate) acoperă, ascund și protejează țesuturile și organele mai profunde ale corpului și reprezintă de regulă delimitarea dintre mediul intern al organismului și lumea înconjurătoare. Sistemul tegumentar are rol important și în reglarea temperaturii și excreția produșilor de degradare, dar asigură și interfața senzorială dintre organism și mediul extern. Acest sistem reprezintă în general 12-15% din greutatea corporală.

REPRODUCEREA

În unele cazuri reproducerea nu este considerată o funcție homeostatică. Totuși ajută la menținerea homeostaziei prin generarea unor noi ființe umane care le înlocuiesc pe cele care dispar. Din această perspectivă ar putea părea că termenul homeostazie este utilizat prea permisiv, dar înseamnă de asemenea că la o privire de ansamblu toate structurile organismului sunt în realitate organizate astfel încât să contribuie la menținerea automatismelor și continuității vieții.

SISTEMELE DE CONTROL ALE ORGANISMULUI

Organismul uman deține sute de sisteme de control. Dintre ele, unul din cele mai complicate este cel genetic, care este prezent în toate celulele, având rolul de a asigura controlul funcțiilor intracelulare și extracelulare. Acest subiect este discutat în Capitolul 3.

Multe alte sisteme de control acționează *în cadrul organelor*, controlând funcțiile specifice diferitelor zone ale acestora; altele se manifestă *în întregul organism, controlând relațiile reciproce dintre organe*. De exemplu, sistemul respirator acționează în asociere cu sistemul nervos și regleză concentrația dioxidului de carbon din lichidul extracelular. Ficatul și pancreasul regleză concentrația glucozei din lichidul extracelular, iar rinichii pe cea a hidrogenului, sodiului, potasiului, fosforului și a altor ioni din lichidul extracelular.

EXEMPLE DE MECANISME DE CONTROL

Reglarea concentrației oxigenului și a dioxidului de carbon din lichidul extracelular. Deoarece oxigenul este una din principalele substanțe necesare în reacțiile chimice celulare, organismul deține un mecanism special de control pentru a menține constantă concentrația de oxigen în lichidul extracelular. Acest mecanism depinde mai ales de caracteristicile chimice ale *hemoglobinei*, care este prezentă în toate hematite. Hemoglobina se combină cu oxigenul atunci când săngele trece prin plămâni. După aceea, când săngele trece mai departe prin capilarele tisulare, hemoglobina, ca urmare a afinității sale puternice pentru oxigen, nu îl va elibera în lichidul tisular dacă acesta conține deja o cantitate suficientă de oxigen. Totuși, dacă la nivelul lichidului tisular concentrația oxigenului este prea scăzută, acesta va fi eliberat de hemoglobină în cantitate suficientă pentru a restabili concentrația adecvată. Astfel, reglarea concentrației oxigenului în țesuturi depinde în principal de caracteristicile chimice ale hemoglobinei. Această reglare este numită *funcția tampon pentru oxigen a hemoglobinei*.

Concentrația dioxidului de carbon în lichidul extracelular este reglată în mai multe moduri. Acest compus este unul din produșii finali principali ai reacțiilor oxidative celulare. Dacă întreaga cantitate de dioxid de carbon format în celule s-ar acumula continuu în lichidele tisulare, toate reacțiile care generează energie în celule ar înceta. Din fericire, o concentrație peste normală a dioxidului de carbon în sânge stimulează *centrul respirator* conducând la respirații rapide și profunde. Acest tip de respirație crește eliminarea dioxidului de carbon și îndepărtează astfel excesul acestui produs din sânge și lichidele tisulare. Procesul continuă până la revenirea concentrației la normal.

Reglarea presiunii arteriale a săngelui. La reglarea presiunii arteriale a săngelui contribuie mai multe sisteme. Unul din acestea, *sistemul baroreceptor*, reprezintă un exemplu simplu și relevant de mecanism de control rapid (Figura 1-3). La nivelul peretelui zonei de bifurcație laterocervicale a arterelor carotide precum și al arcului aortic toracic sunt prezenti mulți receptori nervosi numiți *baroreceptori* care sunt stimulați de dilatarea peretelui arterial. În momentul în care tensiunea arterială crește prea mult, baroreceptořii trimit impulsuri nervoase inhibitoare către bulbul rahidian. La acest nivel impulsurile inhibă *centrul vasomotor*, care la rândul său scade numărul impulsurilor transmise de la centrul vasomotor, prin sistemul nervos simpatic, către cord și vasele de sânge. Lipsa acestor impulsuri produce diminuarea activității de pompă a inimii și dilatarea vaselor sanguine periferice, ceea ce permite trecerea unui flux mai mare de sânge prin vase. Ambele efecte descrise scad presiunea arterială și o readuc la normal.

Invers, scăderea presiunii arteriale sub nivelul normal relaxează receptorii de presiune și determină activarea centrului vasomotor peste nivelul obișnuit, ceea ce va determina vasoconstricție și creșterea activității de pompă a inimii. Scăderea tensiunii arteriale determină de asemenea creșterea ulterioară a acesteia înapoi la normal.

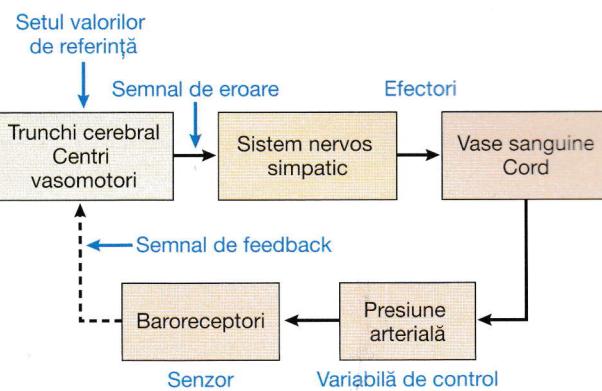


Figura 1-3. Controlul presiunii arteriale prin feedback negativ de către baroreceptořii arteriali. Impulsurile provenite de la organele senzoriale (baroreceptořii) sunt transmise la trunchiul cerebral unde sunt comparate cu un set de valori de referință. Dacă presiunea arterială crește peste nivelul normal, această presiune anormală va amplifica numărul impulsurilor nervoase de la receptořii la trunchiul cerebral unde impulsurile aferente sunt comparate cu valorile de referință, generând un semnal de eroare care duce la scăderea activității sistemului nervos simpatic. Reducerea activității simpatice determină dilatarea vaselor sanguine și scade activitatea de pompă a cordului, restabilind valoarea normală a presiunii arteriale.

Limitele normale și caracteristicile fizice ale componentelor lichidului extracelular

În **Tabelul 1-1** sunt enumerate o parte din componentele importante și caracteristicile fizice ale lichidului extracelular alături de valorile normale, intervalele de variație normală și limitele maxime admise pentru a nu surveni decesul. Trebuie observat că fiecare dintre aceste intervale este foarte îngust. Starea de boală, leziunile sau anumiți factori nefavorabili de mediu determină adesea valori în afara acestor intervale.

Cele mai importante sunt limitele dincolo de care anomaliiile pot duce la deces. De exemplu, creșterea temperaturii corpului cu numai 7°C (11°F) peste normal conduce la apariția unui cerc vicios de creștere a metabolismului celular care distrugе celulele. Trebuie observat, de asemenea, intervalul îngust de valori pentru echilibrul acidobazic al organismului, pentru care valoarea normală a pH-ului este de 7,4 iar valorile letale se situează la numai 0,5 unități de o pare și de alta a acesteia. Un alt factor important este concentrația ionilor de potasiu, întrucât ori de câte ori scade la mai puțin de o treime din normal, individul prezintă o mare probabilitate de a paraliza ca rezultat al incapacității sistemului nervos de a conduce impulsurile nervoase. În situația opusă, atunci când concentrația acestor ioni crește de două-trei ori față de normal, există o mare probabilitate ca funcția miocardului să fie puternic inhibată. De asemenea, în cazul în care concentrația ionilor de calciu scade sub jumătate față de normal, pot surveni contracții tetanice ale întregului sistem muscular din cauza generării spontane a unor impulsuri nervoase în exces la nivelul nervilor periferici. Când concentrația glucozei scade sub jumătate din normal, apare iritabilitate nervoasă extremă și uneori convulsi.

Aceste exemple sugerează importanță extraordinară și necesitatea numărului mare de sisteme de control care mențin starea de sănătate a organismului; în absența oricărui dintre ele pot surveni disfuncții severe sau chiar decesul.

Tabelul 1-1 Componentele și caracteristicile fizice importante ale lichidului extracelular

	Valoare normală	Interval de valori normale	Limita non-leletală pe termen scurt	Unitate
Oxigen (sângere venos)	40	35-45	10-1000	mm Hg
Dioxid de carbon (sângere venos)	45	35-45	5-80	mm Hg
Ioni de sodiu	142	138-146	115-175	mmol/l
Ioni de potasiu	4,2	3,8-5,0	1,5-9,0	mmol/l
Ioni de calciu	1,2	1,0-1,4	0,5-2,0	mmol/l
Ioni de clor	106	103-112	70-130	mmol/l
Ioni bicarbonat	24	24-32	8-45	mmol/l
Glucoză	90	75-95	20-1500	mg/dl
Temperatura corporală	37,0 (98,4)	37,0 (98-98,8)	18,3-43,3 (65-110)	°C (°F)
Echilibrul acido-bazic	7,4	7,3-7,5	6,9-8,0	pH

CARACTERISTICILE SISTEMELOR DE CONTROL

Exemplul deja menționat reprezintă doar câteva din sutele de mecanisme de control al homeostaziei, toate aceste mecanisme prezintând câteva caracteristici comune, aşa cum se va explica în această secțiune.

Majoritatea sistemelor de control acționează prin mecanism de feedback negativ

Cea mai mare parte a sistemelor de control ale organismului acționează prin *feedback negativ*, acesta putând fi explicat cel mai bine dacă revenim asupra unora din mecanismele de control homeostatic deja menționate. În cazul reglării concentrației de dioxid de carbon, creșterea ventilației pulmonare se produce ca urmare a prezenței unei concentrații ridicate a acestei substanțe în lichidul extracelular. Creșterea ventilației pulmonare va scădea concentrația dioxidului de carbon în lichidul extracelular deoarece plămânii vor elimina din organism, prin expirație, o cantitate ridicată din acest produs. Cu alte cuvinte, o concentrație ridicată de dioxid de carbon va iniția evenimente care scad concentrația acestuia spre valoarea normală, acest proces fiind *negativ* față de stimulul care l-a produs. Invers, atunci când concentrația de dioxid de carbon scade prea mult, aceasta va crește ulterior prin mecanismul de feedback. și în acest caz răspunsul este negativ față de stimulul care a inițiat procesul.

În ceea ce privește mecanismele de reglare a tensiunii arteriale, o presiune ridicată a săngelui produce o serie de reacții care conduc la scăderea acesteia sau, dimpotrivă, o tensiune arterială scăzută va determina reacții care facilitează creșterea ei. În ambele situații, aceste efecte sunt negative comparativ cu stimulul care le-a inițiat.

De aceea, în general, dacă o variabilă a organismului are o valoare prea ridicată sau prea scăzută, un sistem de control va declanșa un mecanism de *feedback negativ* care constă într-o serie de modificări ce readuc acea variabilă către o anumită valoare medie, menținând astfel homeostazia.

Randamentul unui sistem de control. Gradul de eficiență cu care un sistem de control menține condițiile constante este determinat de *randamentul* mecanismului de feedback negativ. De exemplu, să presupunem că o persoană al cărei sistem de control al baroreceptorilor de presiune nu funcționează, primește o transfuzie de sânge în cantitate mare, iar tensiunea arterială va crește de la nivelul obișnuit de 100 mmHg la o valoare de 175 mmHg. Apoi să presupunem că aceleiași persoane i se administrează același volum de sânge, de această dată în condițiile în care sistemul baroreceptorilor funcționează, presiunea arterială crescând în acest caz cu doar 25 mmHg. Astfel sistemul de control prin feedback a determinat o "corecție" de -50 mmHg, de la 175 mmHg la 125 mmHg. Va rămâne o creștere a presiunii arteriale de +25 mmHg numită "eroare" ceea ce semnifică faptul că sistemul de control nu are eficiență de 100% în prevenirea modificării acesteia. Randamentul sistemului poate fi calculat cu ajutorul formulei:

$$\text{Randament} = \frac{\text{Corecție}}{\text{Eroare}}$$

Astfel, în acest exemplu al sistemului de baroreceptor, corecția este de -50 mmHg iar eroarea care persistă este de +25 mmHg. Prin urmare, randamentul acestui sistem de baroreceptor pentru controlul presiunii arteriale este -50 împărțit la +25, adică -2. Cu alte cuvinte, dacă se produce o scădere sau o creștere a presiunii arteriale, această modificare este doar de o treime din cea care apare dacă sistemul de control nu funcționează.

Randamentul altor sisteme fiziologice de control este mult mai mare decât cel al sistemului de baroreceptor. De exemplu, randamentul sistemului care controlează

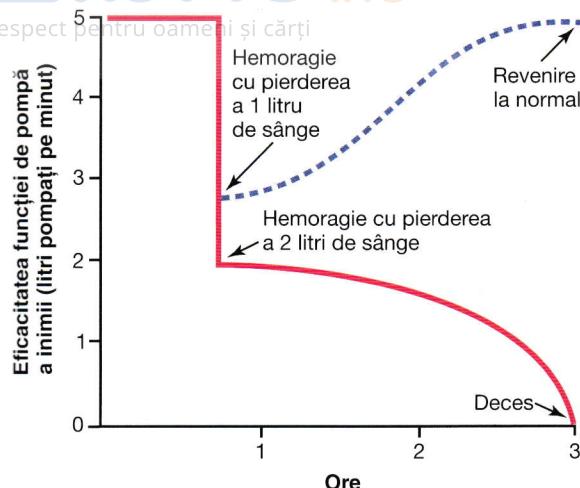


Figura 1-4. Restabilirea funcției de pompă a cordului prin mecanism de *feedback negativ* după îndepărterea din circulație a unui litru de sânge. Când se pierd doi litri de sânge, se produce decesul datorită acțiunii mecanismelor de *feedback pozitiv*.

temperatura internă a organismului atunci când un individ este expus la o temperatură moderat scăzută este de aproximativ -33°C . Se poate deduce de aici că sistemul de control al temperaturii corporale este mult mai eficient comparativ cu sistemul de control al baroreceptorilor de presiune.

Mecanismul de feedback pozitiv poate iniția uneori un cerc vicios și poate conduce la deces

Se pune întrebarea de ce majoritatea sistemelor de control al organismului funcționează prin *feedback negativ* și nu prin cel pozitiv. Dacă ne gândim la mecanismul de acțiune al celui din urmă, devine evident că acesta conduce mai curând la instabilitate decât la stabilitate și poate cauza uneori deces.

În **Figura 1-4** este ilustrat modul în care mecanismul de *feedback pozitiv* poate conduce la deces. Este prezentată eficiența funcției de pompă a cordului, acesta pompând la individ sănătos aproximativ 5 litri de sânge pe minut. Dacă are loc pierderea rapidă a 2 litri, cantitatea de sânge rămasă în organism este atât de scăzută încât nu mai poate asigura funcționarea normală a cordului. Ca urmare, presiunea arterială scade, iar fluxul de sânge prin arterele coronare care irigă mușchiul cardiac diminuă. Această situație conduce la slăbirea inimii care va scădea și mai mult funcția de pompă și fluxul de sânge prin arterele coronare, precum și forța de contracție a inimii; acest ciclu se repetă până la deces. De observat că fiecare buclă de *feedback* conduce la o scădere și mai mare a forței de contracție a inimii. Cu alte cuvinte, stimulul inițial se auto-amplifică, adică produce un efect similar lui însuși, dar de amplitudine mai mare, aceasta fiind esența mecanismului de *feedback pozitiv*.

Mecanismul de *feedback pozitiv* este denumit mai frecvent "cerc vicios", însă un nivel scăzut de *feedback pozitiv* poate fi combatut de mecanisme de control care acționează prin *feedback negativ*, impiedicând apariția cercului vicios. De exemplu, dacă persoana din exemplul de mai sus în loc

să piardă doi litri de sânge pierde doar unul, mecanismele normale de control prin *feedback negativ* care asigură valorile fluxului de sânge pompat de cord și ale presiunii arteriale pot contrabalansa mecanismul de *feedback pozitiv* iar individul își poate reveni, așa cum arată linia punctată din **Figura 1-4**.

Mecanismul de feedback pozitiv poate fi util în unele cazuri. În unele situații organismul utilizează eficient mecanismele de *feedback pozitiv*. Coagularea săngelui reprezintă un exemplu de utilizare eficientă a acestui mecanism. Atunci când un vas de sânge este lezat și începe formarea cheagului, în interiorul acestuia sunt activate o serie de enzime numite *factori de coagulare*. Unele dintre ele acționează asupra altor enzime neactivate, prezente în săngele circulant adiacent leziunii, ceea ce va determina menținerea coagulării săngelui. Acest proces continuă până când leziunea vasului este acoperită, iar sângerarea se oprește. În unele cazuri acest proces scapă de sub control determinând formarea unor trombi nedoriți. De fapt, acesta este procesul care inițiază majoritatea infarctelor miocardice acute, ele fiind determinate de un tromb care începe să se dezvolte pe suprafața internă a plăcii aterosclerotice de la nivelul unei artere coronare, și care se dezvoltă până la obstruirea completă a arterei.

Nașterea reprezintă un alt proces în care mecanismul de *feedback pozitiv* este important. În momentul în care contracțiile uterine devin suficiente de intense pentru că extremitatea cefalică a fătului să înceapă angajarea în canalul cervical, dilatarea colului uterin transmite impulsuri prin miometru înapoi către corpul uterin, amplificând astfel contracțiile. Cu alte cuvinte, contracțiile uterine dilată colul uterin, iar acest proces va determina contracții și mai intense. Atunci când întregul proces devine suficient de puternic are loc nașterea. Totuși, dacă nu este atins acest prag de intensitate, contracțiile se estompează și dispar în câteva zile pentru a reveni ulterior.

Un alt exemplu important de *feedback pozitiv* este producerea impulsurilor nervoase. Astfel, stimularea membranei fibrei nervoase induce pătrunderea unui număr redus de ioni de sodiu în interiorul fibrei prin canalele de sodiu ale membranei nervoase. Odată cu pătrunderea ionilor de sodiu are loc modificarea potențialului de membrană, urmată de deschiderea unui număr mai mare de canale de sodiu, ceea ce va determina amplificarea modificărilor potențialului de membrană și ulterior deschiderea unui număr mai mare de canale de sodiu, și așa mai departe. Cu alte cuvinte, pătrunderea inițială redusă a sodiu în interiorul fibrei nervoase devine masivă, ceea ce determină declanșarea potențialului de acțiune. Aceasta din urmă determină propagarea curentului electric de-a lungul fibrei nervoase, atât în interiorul căt și în exteriorul acesteia și declanșează noi potențiale de acțiune. Acest proces continuă până când impulsul nervos parcurge întreaga fibră nervoasă.

Ori de câte ori procesul de *feedback pozitiv* este util, el reprezintă o parte a unui proces de *feedback negativ* mai general. De exemplu, în cazul coagulării săngelui, procesul de *feedback pozitiv* al coagulării reprezintă un proces de *feedback negativ* cu rol în menținerea volumului de sânge normal. De asemenea, procesul de *feedback pozitiv* care determină propagarea impulsurilor nervoase permite participarea fibrelor nervoase în sute de sisteme nervoase de control prin *feedback negativ*.

Tipuri mai complexe de sisteme de control – controlul adaptativ

În capitolul destinat sistemului nervos se va vedea că acesta conține un număr important de mecanisme de control interdependente. Unele dintre ele sunt sisteme de feedback simple, asemănătoare celor deja discutate, dar multe din ele sunt mai complexe. De exemplu, unele mișcări ale corpului au loc atât de rapid, încât impulsul nervos nu are timp să se transmită de la periferie la creier și înapoi la periferie pentru a controla mișcarea. Pentru acest scop creierul utilizează un principiu numit *reglare anticipatorie (control feed-forward)* pentru a produce contracțiile musculare necesare. Ca atare, impulsurile nervoase senzitive provenite de la regiunile aflate în mișcare informează creierul dacă acestea sunt efectuate corect. În caz contrar, creierul ajustează impulsurile controlului anticipator pe care le trimite către mușchi data următoare când mișcarea respectivă este necesară. Ulterior, dacă este necesară o corecție adițională, aceasta se va realiza din nou pentru următoarele mișcări. Acest proces este numit *control adaptativ*, care într-o anumită măsură este un mecanism de feedback negativ întârziat.

Din cele expuse reiese complexitatea sistemelor de control prin mecanism de feedback ale organismului. Supraviețuirea fiecărui individ depinde de toate aceste sisteme. Din acest motiv, o mare parte a acestui text este dedicată discutării acestor mecanisme vitale.

REZUMAT – AUTOMATISMUL ORGANISMULUI

Obiectivul acestui capitol a fost acela de a sublinia, în primul rând, organizarea generală a organismului, iar în al doilea rând modalitățile prin care părți diferite ale corpului funcționează interdependent. Pe scurt, organismul constă dintr-o *multime organizată de celule în număr de aproximativ 100 de trilioane*, grupate în diverse structuri funcționale, unele dintre ele fiind denumite *organe*. Fiecare din aceste structuri funcționale își aduce contribuția la menținerea condițiilor homeostatice din lichidul extracelular, numit *mediul intern* al organismului. Cât timp sunt menținute condiții normale în acest mediu intern, celulele sunt viabile și funcționează corespunzător. Fiecare celulă beneficiază de homeostazie și la rândul ei contribuie la menținerea acesteia. Această relație reciprocă asigură perpetuarea proceselor automate ale organismului până când unul sau mai multe sisteme funcționale ale acestuia își pierd capacitatea de a-și aduce contribuția prin funcția lor specifică. Atunci când se petrece acest lucru suferă toate celulele organismului. O disfuncție majoră va conduce la deces, iar una moderată la apariția stării de boală.

Bibliografie

- Adolph EF: Physiological adaptations: hypertrophies and superfunctions. Am Sci 60:608, 1972.
- Bernard C: Lectures on the Phenomena of Life Common to Animals and Plants. Springfield, IL: Charles C Thomas, 1974.
- Cannon WB: Organization for physiological homeostasis. Physiol Rev 9(3):399, 1929.
- Chien S: Mechanotransduction and endothelial cell homeostasis: the wisdom of the cell. Am J Physiol Heart Circ Physiol 292:H1209, 2007.
- Csete ME, Doyle JC: Reverse engineering of biological complexity. Science 295:1664, 2002.
- DiBona GF: Physiology in perspective: the wisdom of the body. Neural control of the kidney. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 289:R633, 2005.
- Dickinson MH, Farley CT, Full RJ, et al: How animals move: an integrative view. Science 288:100, 2000.
- Eckel-Mahan K, Sassone-Corsi P: Metabolism and the circadian clock converge. Physiol Rev 93:107, 2013.
- Gao Q, Horvath TL: Neuronal control of energy homeostasis. FEBS Lett 582:132, 2008.
- Guyton AC: Arterial Pressure and Hypertension. Philadelphia: WB Saunders, 1980.
- Herman MA, Kahn BB: Glucose transport and sensing in the maintenance of glucose homeostasis and metabolic harmony. J Clin Invest 116:1767, 2006.
- Krahe R, Gabbiani F: Burst firing in sensory systems. Nat Rev Neurosci 5:13, 2004.
- Orgel LE: The origin of life on the earth. Sci Am 271:76, 1994.
- Sekirov I, Russell SL, Antunes LC, Finlay BB: Gut microbiota in health and disease. Physiol Rev 90:859, 2010.
- Smith HW: From Fish to Philosopher. New York: Doubleday, 1961.
- Srinivasan MV: Honeybees as a model for the study of visually guided flight, navigation, and biologically inspired robotics. Physiol Rev 91:413, 2011.
- Tjian R: Molecular machines that control genes. Sci Am 272:54, 1995.