

CEZAR TH. NICULESCU

RADU CÂRMACIU

BOGDAN VOICULESCU

CRISTIAN NIȚĂ

CARMEN SĂLĂVĂSTRU

CĂTĂLINA CIORNEI

ALEXANDRU LAURENȚIU STATE

CONSTANȚA-ALICE ȘTEFĂNESCU

ANATOMIA ȘI FIZIOLOGIA OMULUI

COMPENDIU

EDIȚIA A IV-A
REVĂZUTĂ ȘI ADĂUGITĂ

Cuprins

Cuvânt-înainte / 3

CELULA

(Cezar Th. Niculescu, Radu

Cârmaciu,

Carmen Sălăvăstru, Cristian Niță)

Generalități / 5

Structura celulei / 5

Membrana celulară / 5

Citoplasma / 5

Nucleul / 7

Celulele sexuale / 8

Ovulul / 8

Spermia / 9

Spermatogeneza / 9

Ovogeneza / 10

Proprietățile celulei / 11

Excitabilitatea / 11

• Biofizica excitației / 11

• Parametrii excitabilității / 13

Contractilitatea / 14

Activitatea secretorie / 14

ȚESUTURILE

(Cezar Th. Niculescu, Radu

Cârmaciu,

Carmen Sălăvăstru, Cristian Niță)

Clasificarea țesuturilor / 15

Țesutul epitelial / 16

Epitelii de acoperire / 17

Epitelii glandulare / 18

Epitelii senzoriale (senzitive) / 19

Țesutul conjunctiv / 19

Țesuturi conjunctive moi / 21

Țesutul conjunctiv semidur / 21

Țesutul osos / 22

Țesutul muscular / 23

Țesutul muscular neted / 23

Țesutul muscular striat / 23

Țesutul muscular striat de tip cardiac (miocardul) / 25

Țesutul nervos / 26

Neuronul / 26

• Organizarea structurală a neuronului / 26

Nevrogia / 27

Sângele / 28

Proprietățile sângelui / 28

Componentele sângelui / 29

• Elementele figurate ale sângelui / 29

• Plasma sangvină / 35

Hemostaza / 35

• Timpul vasculo-plachetar (hemostaza primară) / 35

• Timpul plasmatic – coagularea sângelui / 35

• Timpul trombodinamic al hemostazei / 37

Funcția de apărare a sângelui / 38

Alte funcții ale sângelui / 39

Grupele sangvine – Transfuzia / 39

• Sistemul OAB / 39

• Sistemul Rh / 40

APARATUL LOCOMOTOR

ANATOMIA SISTEMULUI OSOS / 41

(Cezar Th. Niculescu, Bogdan

Voiculescu)

Structura osului / 41

Dezvoltarea și creșterea oaselor / 42

Scheletul capului / 43

Scheletul trunchiului / 52

Coloana vertebrală / 52

Scheletul toracelui / 56

Scheletul membrilor / 57

Articulațiile / 70

Sinartrozele / 70

• Sindesmozele / 71

• Sincondrozele / 71

• Sinostozele / 72

Diarthrozele / 72

• Amfiarthrozele / 72

• Artrodiile / 72

FIZIOLOGIA SISTEMULUI

OSOS / 73

(Radu Cârmaciu, Carmen

Sălăvăstru)

Compoziția chimică a oaselor / 73

Metabolismul osului / 74

Osteogeneza și osteoliza –

Remodelarea osului / 75

ANATOMIA SISTEMULUI

MUSCULAR / 76

(Cezar Th. Niculescu, Bogdan

Voiculescu)

Structura mușchiului / 76

Principalele grupe de mușchi somatici / 77

Mușchii capului / 77

Mușchii gâtului / 79

Mușchii trunchiului / 81

Mușchii membrilor / 86

• Mușchii membrului superior / 86

• Mușchii membrului inferior / 93

FIZIOLOGIA SISTEMULUI

MUSCULAR / 100

(Radu Cârmaciu, Carmen

Sălăvăstru)

Compoziția biochimică a mușchiului / 100

Proprietățile mușchilor / 101

Contractia fibrei musculare striate / 102

Mecanismul contracției și

relaxării mușchiului / 103

Manifestările contracției musculare / 105

Oboseala musculară / 107

Remodelarea morfofuncțională a mușchiului / 107

Hipertrofia și atrofia musculară / 107

Unitatea motorie / 107

Joncțiunea neuromusculară / 107

Contractia mușchiului neted / 108

Controlul nervos și hormonal al contracției mușchiului neted / 110

SISTEMUL NERVOS

Noțiuni generale / 111

Mecanisme generale de reglare / 111

Compartimentele funcționale ale sistemului nervos / 113

Reflexul / 113

Creierul ca un calculator electronic / 116

FIZIOLOGIA NEURONULUI

ȘI A SINAPSEI / 117

(Radu Cârmaciu, Cătălina Ciornei)

Fiziologia neuronului / 117

Fiziologia sinapsei / 118

ANATOMIA MĂDUVEI SPINĂRII / 120*(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)***Configurația externă / 120**

Așezare, raporturi / 120

Aspectul exterior al măduvei / 120

Meningele spinale / 121

Structura măduvei spinării / 122

• Substanța cenușie / 122

• Substanța albă / 122

Căile ascendente (ale sensibilității) / 123

Căile sensibilității exteroceptive / 123

• Calea sensibilității termice și dureroase / 123

• Calea sensibilității tactile grosiere / 124

• Calea sensibilității tactile epicritice (fină) / 124

Căile sensibilității proprioceptive / 124

• Calea sensibilității kinestezice / 124

• Calea sensibilității proprioceptive de control al mișcării / 125

Căile sensibilității interoceptive / 126

Căile descendente (ale motricității) / 126

Calea sistemului piramidal / 126

Calea sistemului extrapiramidal / 127

Nervii spinali / 128**FIZIOLOGIA MĂDUVEI****SPINĂRII / 130***(Radu Cârmaciu, Cătălina Ciornei)*

Proprietățile reflexelor spinale / 130

Reflexele spinale somatice / 132

Reflexele spinale vegetative / 132

ENCEFALUL / 134*(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)*

Meningele cerebrale / 134

Bariera hematoencefalică / 134

Circulația lichidului cefalorahidian / 135

Anatomia trunchiului cerebral / 135

Structura trunchiului cerebral / 138

Nervii cranieni / 139

• Clasificarea nervilor cranieni / 140

Fiziologia trunchiului cerebral / 144*(Radu Cârmaciu, Cătălina Ciornei)*

Reflexele trunchiului cerebral / 144

Funcțiile motorii ale trunchiului cerebral / 144

Formația reticulară / 147

• Funcțiile specifice / 147

• Funcțiile nespecifice / 148

• Alte conexiuni ale formației reticulare a trunchiului cerebral / 149

Anatomia cerebelului / 150*(Bogdan Voiculescu, Cezar Th. Niculescu)*

Structura cerebelului / 150

Aferențele cerebelului / 152

Eferențele cerebelului / 154

Fiziologia cerebelului / 154*(Radu Cârmaciu, Cătălina Ciornei)***Anatomia diencefalului / 155***(Bogdan Voiculescu, Cezar Th. Niculescu)*

Talamusul / 155

Metotalamusul / 156

Epitalamusul / 157

Hipotalamusul / 157

Subtalamusul / 158

Fiziologia diencefalului / 158*(Radu Cârmaciu, Cătălina Ciornei)*

Talamusul / 158

Hipotalamusul / 159

Anatomia emisferelor cerebrale / 161*(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)*

Fețele emisferelor cerebrale / 161

• Fața superolaterală / 161

• Fața medială / 163

• Fața bazală / 163

Structura emisferelor cerebrale / 163

• Corpii striati / 164

• Scoarța cerebrală / 165

• Substanța albă a emisferelor cerebrale / 167

Localizări corticale / 167

Sistemul limbic / 171

• Calea olfactivă / 171

• Substanța perforată anterioară / 171

• Corpul amigdalian / 171

• Stria terminală / 171

• Aria septală / 171

• Hipocampus (cornul lui Ammon) / 171

Fiziologia emisferelor cerebrale / 172*(Radu Cârmaciu, Cătălina Ciornei)*

Generalități / 172

Funcțiile neocortexului / 172

• Funcțiile senzitive / 172

• Funcțiile asociative / 173

• Funcțiile motorii / 175

Funcțiile paleocortexului / 177

• Funcția olfactivă / 177

• Actele de comportament instinctiv / 177

• Stările afective, emoțiile, sentimentele, pasiunile / 178

Bazele fiziologice ale activității nervoase superioare / 178

• Reflexele condiționate / 178

• Procesele nervoase fundamentale / 179

• Veghea și somnul / 180

Activități cerebrale cognitive / 181

• Învățarea / 181

• Memoria / 182

Activități cerebrale volitive / 183

Activități cerebrale afective / 184

ANATOMIA SISTEMULUI NERVOS VEGETATIV / 185*(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)*

Centrii nervoși vegetativi și legătura lor cu efactorii / 185

Centrii sistemului nervos vegetativ / 185

Căile sistemului nervos vegetativ / 186

Locul sinapsei între fibra preganglionară și fibra postganglionară / 186

Mediatorii chimici / 186

Plexurile vegetative / 187

Plexuri vegetative la nivelul extremității cefalice / 187

Plexuri vegetative în torace / 187

Plexuri vegetative din cavitatea
abdomino-pelvină / 188

FIZIOLOGIA SISTEMULUI

NERVOS VEGETATIV / 188

(*Radu Cârmaciu, Cătălina Ciornei*)

Neurotransmițătorii / 190

(*Bogdan Voiculescu*)

Neuropeptide / 190

Monoamine biogene / 191

Aminoacizi / 191

• Aminoacizii excitatori / 191

• Aminoacizi inhibitori / 191

Mediatori non-peptidergici /
191

• Acetilcolina / 191

**ANATOMIA ANALIZATORILOR /
191**

(*Cezar Th. Niculescu, Bogdan
Voiculescu*)

Analizatorul cutanat / 192

Pielea / 192

• Epidermul / 192

• Dermul / 193

• Hipodermul / 193

• Firul de păr / 193

Unghiile / 193

Glandele sudoripare / 193

Glandele sebacee / 193

Glandele mamare / 194

Receptorii cutanați / 194

Analizatorul kinestezic / 195

Analizatorul olfactiv / 196

Analizatorul gustativ / 196

Analizatorul vizual / 197

Anexele ochiului / 200

Calea optică / 200

**Analizatorul acustico-vestibular /
200**

Receptorii vestibulari / 204

Segmentele intermediar și
central / 205

FIZIOLOGIA

ANALIZATORILOR / 205

(*Cătălina Ciornei*)

Generalități / 205

Mecanismul recepției
excitanților / 205

Transmiterea informației de la
receptor la centrul nervos / 206

Proiecția corticală a excitațiilor
recepționate la periferie / 207

Clasificarea analizatorilor / 207

Analizatorii somestezici / 207

• Organele de simț / 208

Fiziologia analizatorului

exteroceptiv / 208

Segmentul periferic / 208

Segmentul intermediar / 208

Segmentul cortical / 209

Fiziologia analizatorului

interoceptiv / 210

Segmentul periferic / 210

Segmentul intermediar / 210

Segmentul cortical / 210

Fiziologia analizatorului

proprioceptiv / 210

Funcția somestezică / 212

**Fiziologia analizatorului vizual /
212**

Procese fotochimice din retină /
215

Segmentul cortical al
analizatorului vizual / 218

Câmpul vizual, vederea
binoculară și stereoscopică /
220

**Fiziologia analizatorului acustic /
220**

Mecanismul recepției auditive /
220

**Fiziologia analizatorului vestibular /
223**

Segmentul periferic / 223

Segmentul intermediar / 224

Segmentul cortical / 224

**Fiziologia analizatorului gustativ /
224**

Segmentul periferic / 224

Segmentul intermediar / 224

Segmentul cortical / 224

**Fiziologia analizatorului olfactiv /
225**

Segmentul periferic / 226

Segmentul intermediar / 226

Segmentul central / 226

SISTEMUL ENDOCRIN

(*Radu Cârmaciu, Carmen
Sălăvăstru*)

Hipofiza / 228

Adenohipofiza / 229

Lobul intermediar / 231

Lobul posterior (neurohipofiza) /
231

Glanda suprarenală / 232

Corticosuprarenala / 232

Medulosuprarenala / 236

Tiroida / 236

Paratiroidale / 238

Pancreasul endocrin / 239

Glanda pineală (epifiza) / 241

Glandele sexuale / 241

Testiculul / 241

Ovarul / 242

Timusul / 242

**APARATUL DIGESTIV
ANATOMIA APARATULUI
DIGESTIV / 244**

(*Cezar Th. Niculescu, Bogdan
Voiculescu*)

Cavitatea bucală / 244

Limba / 245

Dinții / 245

Faringele / 246

Esofagul / 247

Stomacul / 248

Intestinul subțire / 250

Duodenul / 250

Jejuno-ileonul / 250

Intestinul gros / 252

Cecul și apendicele vermiform /
252

Colonul / 252

Rectul / 253

**Structura tubului digestiv
subdiafragmatic / 253**

Stomacul / 254

Duodenul / 254

Jejuno-ileonul / 255

Colonul / 255

Rectul / 256

**Glandele anexe ale tubului digestiv /
256**

Glandele salivare / 256

Ficatul / 257

Pancreasul / 261

**FIZIOLOGIA APARATULUI
DIGESTIV / 262**

(*Carmen Sălăvăstru*)

Digestia bucală / 262

Digestia gastrică / 264

**Digestia la nivelul intestinului
subțire / 266**

**Digestia la nivelul intestinului gros /
271**

APARATUL RESPIRATOR**ANATOMIA APARATULUI****RESPIRATOR / 273***(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)***Căile respiratorii / 273**

Cavitătea nazală / 273

Faringele / 274

Laringele / 274

Traheea / 278

Bronhiile / 278

Plămânii / 278

Structura plămânilor / 281

Vascularizația plămânilor / 283

Pleura / 283**Mediastinul / 284****FIZIOLOGIA APARATULUI****RESPIRATOR / 284***(Radu Cârmaciu, Carmen Sălăvăstru)***Ventilația pulmonară / 284**

Volume și capacități pulmonare / 286

Difuziunea / 287**Transportul gazelor / 289****Reglarea respirației / 290**

Mecanismele sistemului nervos central / 290

APARATUL**CARDIOVASCULAR****ANATOMIA APARATULUI****CARDIOVASCULAR / 293***(Cezar Th. Niculescu, Cristian Niță)***Inima / 293**

Cavitățile inimii / 294

Structura inimii / 295

Vascularizația și inervația inimii / 297

Pericardul / 297

Arborele vascular / 297

Structura arterelor și venelor / 298

Structura capilarelor / 299

Marea și mica circulație / 299

• Circulația mică / 299

• Circulația mare / 299

Sistemul aortic / 299

Sistemul venos / 302

Sistemul limfatic / 305

Splina / 308**FIZIOLOGIA APARATULUI****CARDIOVASCULAR / 308***(Radu Cârmaciu, Carmen Sălăvăstru)***Fiziologia inimii / 309**

Inima ca pompă / 309

Structura și proprietățile fundamentale ale miocardului / 309

Ciclul cardiac / 313

Manifestări ce însoțesc ciclul cardiac / 313

Fiziologia circulației sângelui / 314

Circulația arterială / 314

• Arterele elastice / 314

• Arterele musculare / 314

• Arteriolele / 315

Presiunea arterială / 315

Pulsul arterial / 316

Microcirculația / 316

Circulația venoasă / 317

Factorii care determină întoarcerea sângelui la inimă / 318

Presiunea venoasă centrală / 318

Reglarea nervoasă a circulației sangvine / 318

• Sistemul vasoconstrictor simpatic și controlul lui de către SNC / 319

• Rolul sistemului nervos în controlul rapid al presiunii arteriale / 320

• Mecanismele de reglare pe termen mediu a presiunii arteriale / 321

• Mecanismele de reglare pe termen lung a presiunii arteriale / 322

Circulația limfatică / 322

Teritorii speciale ale circulației sangvine / 323

Șocul / 323

APARATUL EXCRETOR**ANATOMIA APARATULUI****EXCRETOR / 324***(Cezar Th. Niculescu, Cristian Niță)***Rinichiul / 324**

Structura rinichiului / 324

Căile de eliminare a urinei / 328

Vezica urinară / 329

Uretra / 329

FIZIOLOGIA APARATULUI**EXCRETOR / 330***(Carmen Sălăvăstru)*

Filtrarea glomerulară și filtratul glomerular / 331

Reabsorbția și secreția tubulară / 334

Transportul urinei prin uretere / 338

Tonusul intraparietal vezical și cistometrograma în timpul umplerii vezicale / 339

Reflexul de micțiune / 339

APARATUL GENITAL*(Cristian Niță, Cezar Th. Niculescu)***APARATUL GENITAL FEMININ / 340****Ovarul / 340****Calea genitală / 342**

Trompele uterine / 342

Uterul / 342

Vagina / 343

Organele genitale externe / 343

Vulva / 343

Mamela / 344

APARATUL GENITAL**MASCULIN / 344****Testiculul / 344****Conductele spermatiche / 346****Glandele anexe / 347**

Vezicula seminală / 347

Prostata / 347

Glandele bulbouretrale / 347

Organele genitale externe / 348

Penisul / 348

Scrotul (bursele scrotale) / 348

METABOLISMUL*(Radu Cârmaciu, Carmen Sălăvăstru)***Metabolismul intermediar al glucidelor / 350**

Rolul fiziologic al glucidelor / 351

Căile metabolice ale glucidelor / 351

Reglarea metabolismului glucidic / 353

Tulburările metabolismului glucidic / 353

Metabolismul intermediar al lipidelor / 354

Rolul fiziologic al lipidelor /
354
Căile metabolice ale lipidelor /
354
Reglarea metabolismului
intermediar lipidic / 355
Metabolismul intermediar al
proteinelor / 355
Rolul fiziologic al proteinelor /
356
Căile metabolice ale
aminoacizilor / 356
Reglarea metabolismului
intermediar proteic / 358
Metabolismul energetic / 358
Determinarea metabolismului
energetic / 358
Metabolismul energetic de bază
(metabolismul bazal) / 359
Metabolismul energetic variabil /
359
Termoreglarea / 360
Mecanismele termogenezei /
360
Mecanismele termolizei / 360

Mecanismele termoreglării /
360
Vitaminele / 361
**INVESTIGAȚIILE
IMAGISTICE**
*(Bogdan Voiculescu, Alexandru
Laurențiu State, Constanța-Alice
Ștefănescu)*
RADIOGRAFIA / 363
Coloana vertebrală / 363
Sternul / 366
Coastele / 366
Claviculele / 366
Scapula / 366
Organele toracale / 367
Bazinul / 371
Genunchiul / 372
Glezna și piciorul / 372
Umărul și cotul / 374
Mâna / 375
**TOMOGRAFIA
COMPUTERIZATĂ (CT) / 376**
**IMAGISTICA PRIN
REZONANȚĂ
MAGNETICĂ (IRM) / 377**

ANGIOGRAFIA / 379

**TOPOGRAFIA
TORACO-PLEURO-
PERICARDICĂ**

*(Bogdan Voiculescu, Alexandru
Laurențiu State, Constanța-Alice
Ștefănescu)*

Peretele toracic / 380

Liniile convenționale ale
toracelui / 382

Deformațiile toracale / 383

Proiecția pleurei și a plămânilor pe
peretele toracic / 384

Proiecția pleurei / 384

Proiecția plămânilor / 387

Proiecția pericardului / 388

Proiecția cordului / 389

Proiecțiile orificiilor cordului / 390

Auscultația / 390

Bibliografie selectivă / 393

CELULA

GENERALITĂȚI

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 fusiforme, stelate, cubice, cilindrice etc.; unele, cum sunt celulele sangvine, ovulul sau celulele cartilaginoase, 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 (fig. 1) distingem trei părți componente principale: 1. membrana celulară (plasmalema); 2. citoplasma; 3. nucleul.

MEMBRANA CELULARĂ

Celulele sunt delimitate de o membrană celulară care este de natură lipoproteică. Ultrastructura membranei celulare, stabilită prin microscopie electronică, arată o structură trilaminată, cu un strat extern, unul mijlociu și unul intern, fiecare în grosime de 25 Å. Din punct de vedere biochimic, stratul mijlociu este bimolecular lipidic (fosfolipide și colesterol), iar straturile extern și intern sunt de natură proteică. La nivelul membranei s-a constatat existența unor sisteme enzimatică cu rol activ în transportul substanțelor, cât și existența unei încărcări electrice (potențial de membrană).

La unele celule, citoplasma prezintă diferite prelungiri acoperite de plasmalemă. Unele pot fi temporare și neordonate, de tipul pseudopodelor (leucocite), altele permanente: microvilii (epiteliul mucoasei intestinului, epiteliul tubilor renali), cilii (epiteliul mucoasei traheei) sau desmozomii, care solidarizează celulele epiteliale.

CITOPLASMA

Are o structură complexă, la nivelul ei desfășurându-se principalele funcții vitale. Este un sistem coloidal complex, în care mediul de dispersie este apa, iar faza dispersată este ansamblul de micle coloidale în continuă mișcare browniană.

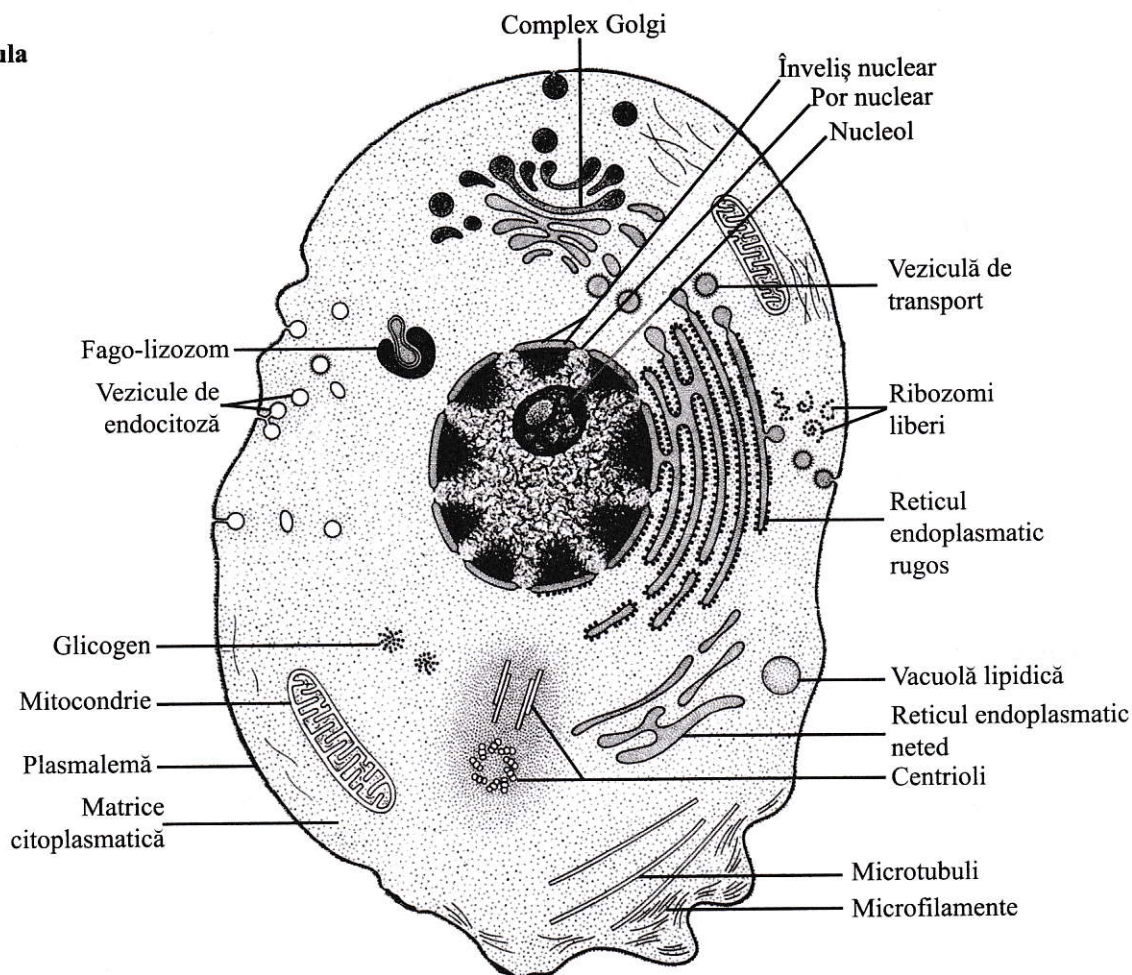
Citoplasma este alcătuită din structuri de aspect corpuscular, filamentos sau membranos, înglobate într-o matrice sau substanță fundamentală, numită hialoplasmă (parte nestructurată). După natura lor, structurile citoplasmice pot fi:

A. Structuri ce reprezintă diferențieri ale citoplasmei, cu anumite funcții, numite **organite celulare**, și care sunt de două categorii:

- a. **organite generale** (comune tuturor celulelor, care îndeplinesc funcții generale);
- b. **organite specifice** (la anumite celule, adaptate unor funcții specifice).

B. Structuri care sunt produsul unor procese celulare, numite **incluziuni citoplasmice** (materiale de depozit, ca: lipide, glicogen, pigmenți, unele săruri minerale etc.).

Fig. 1. Celula



Organite generale

Organite	Structură	Funcții
1. Reticulul endoplasmatic (RE)	Sistem canalicular dinamic, care leagă plasmalema de stratul extern al membranei nucleare. Se poate retracta sau fragmenta, formând cisterne și vezicule.	Sistem circulator intracitoplasmatic.
RE neted	Rețea de citomembrane (500 Å - 1 000 Å), de aspect diferit, în funcție de activitatea celulară. Mai abundent în fibrele musculare striate, celulele corticosuprarenalei, foliculul ovarian etc.	Rol important în metabolismul glicogenului.
RE rugos	Formă diferențiată a RE. Pe suprafața externă a peretelui membranos prezintă mici particule de ribonucleoproteine - ribozomi. Abundent în limfocite, celulele pancreatice, în general în celulele ce produc proteine de secreție.	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 citomembranelor, formând ergastoplasma. Abundenți în celulele cu sinteză de proteine și în faza de creștere a celulelor.	Sediul sintezei proteice.

Organite generale - continuare

Organite	Structură	Funcții
3. Complexul Golgi	Sistem membranar format din micro și macrovezicule și din cisterne alungite, situat în apropierea nucleului, în zona cea mai activă a citoplasmei.	Transportul, modificarea posttraducere și împachetarea proteinelor de secreție primite de la RE.
4. Mitocondriile	Formă ovală, rotundă, cu un perete având structură trilaminară (lipoproteică). Prezintă un înveliș extern (membrana externă), urmat de un interspațiu, și spre interior membrana internă, plicaturată, formând creste mitocondriale. În interior se găsește matricea mitocondrială în care se află sistemele enzimatice care intervin în ciclul Krebs. Energia chimică produsă este stocată în legăturile macroergice ale ATP sintetizat în mitocondrii.	Sediul energogenetic al organismului, respirație celulară.
5. Lizozomii	Corpusculi sferici (0,2 - 1 μ), răspândiți în întreaga hialoplasmă. Conțin enzime hidrolitice, cu rol important în celulele care fagocitează (leucocite, macrofage).	Digerarea substanțelor și particulelor care pătrund în celulă, precum și a fragmentelor de celulă sau țesut (autoliză celulară).
6. Centrozomul	În interchineză apare de forma unui corpuscul sferic în apropierea nucleului. Este format din 2 centrioli cilindrici, orientați perpendicular unul pe celălalt și înconjurați de o zonă de citoplasmă hialină, vâscoasă (centrosferă). În timpul diviziunii celulare dă naștere asterului și fusului de diviziune.	Rol în diviziunea celulară (lipsește în neuron, care nu se divide).

Organite specifice

- **Miofibrilele** sunt elemente contractile din sarcoplasma fibrelor musculare.
- **Neurofibrilele** sunt formațiuni diferențiate ale neuroplasmiei celulei nervoase.
- **Corpusculii Nissl** sunt echivalenți ai ergastoplasmei pentru celula nervoasă.
- **Cilii, flagelii** etc.

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 monocariocite (un nucleu), dar pot fi și excepții: celule binucleate (hepatocitele), polinucleate (fibra musculară striată), anucleate (hematia adultă).

Dimensiunile nucleului pot fi între 3 - 20 μ, corespunzând ciclului funcțional al celulei, fiind în raport cu citoplasma de 1/3 - 1/4. Pot fi însă și celule mici cu nucleu mare (limfocite) sau celule mari cu nucleu mic (ovulul).

Structura nucleului cuprinde membrana nucleară, carioplasma și unul sau mai mulți nucleoli. **Membrana nucleară**, poroasă, este dublă, cu structură trilaminată, constituită din două foite, 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, ce conține un material amorf.

Sub membrană se află **carioplasma**, cu aspect omogen; este o soluție coloidală, cu o fază de sol (cariolimfa) și alta de gel (cromatina nucleară). În interfază, cromatina se prezintă sub forma unor filamente răsucite, fixate

de membrana nucleară sau de nucleoli - numite cromoneme (structura elementară microscopică a cromatinei și a cromozomilor). La începutul diviziunii celulare, cromonemele se scurtează, se îngroașă, luând aspectul de cromozomi, formați din două filamente alăturate, numite cromatide, legate într-un singur punct - centromer. Biochimic, cromatina este formată din nucleoproteine (ADN legat de histone), fiind sediul informației genetice.

În carioplasmă se găsesc unul sau mai mulți **nucleoli**, cu rol important în sinteza de ARN. Au forma unor corpusculi denși, rotunzi sau ovalari, delimitați de o condensare a cromatinei nucleare.

CELULELE SEXUALE

OVULUL

Se formează din foliculii ovarieni din epiteliul germinativ al corticalei ovarului. Are 150 - 200 μ , formă sferică și o garnitură haploidă (conține jumătate din numărul de cromozomi: 22+X). Structural, este format din membrană vitelină (fig. 2A), citoplasmă, nucleu, membrană pellucida, iar la exterior din coroana radiată, care nu aparține ovulului propriu-zis. La exteriorul citoplasmei se găsește membrana vitelină, acoperită de membrana sau zona pellucida, mai groasă, transparentă și străbătută de canalicule fine (produs de excreție al celulelor foliculare). În jurul zonei pellucida se găsește un înveliș celular, format din celule foliculare, pe unul sau mai multe straturi, cu dispoziție radiară, formând coroana radiată.

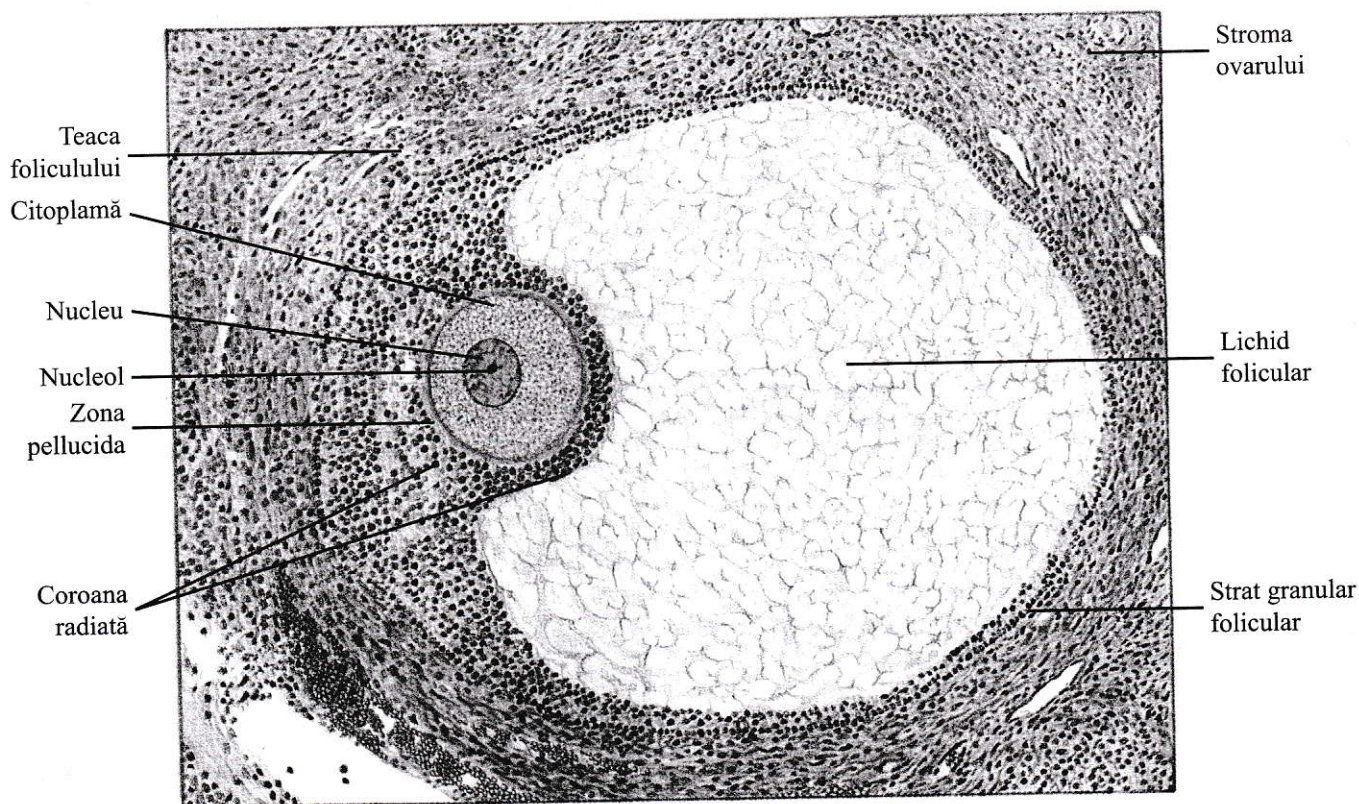


Fig. 2A. Ovulul

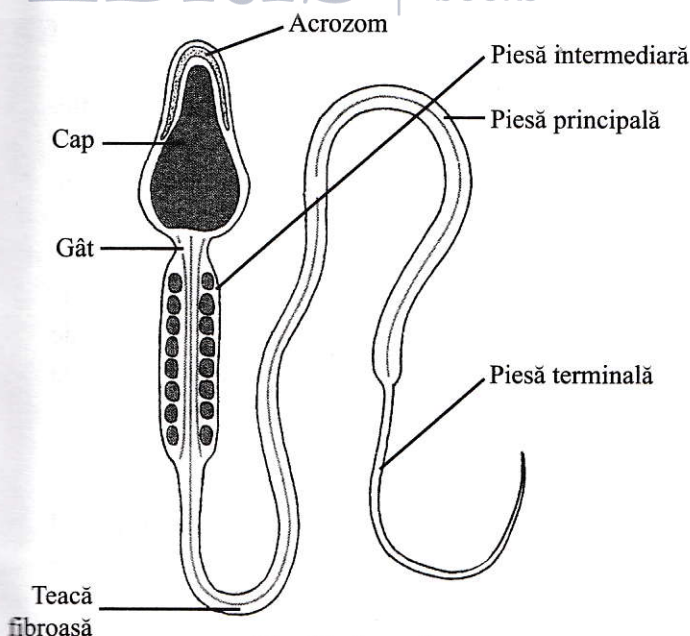


Fig. 2B. Spermia

Capul (4 - 5 μ), de formă ovală, are un nucleu mare, învelit periferic de un strat subțire de citoplasmă. Anterior prezintă un corpuscul ascuțit, numit acrozom (perforator), cu care spermia lizează ovulul în timpul fecundației. Chimic, capul conține nucleoproteine, lecitine, glicogen.

Gâtul este o regiune scurtă și îngustă (0,4 μ), cuprinsă între centriolul proximal și butonul terminal pe care se inseră flagelul.

Corpul este cuprins între cele două jumătăți ale centriolului distal, cu o lungime de 5 - 9 μ . Central, se găsește filamentul axial, cu structura tipică a unui cil mult alungit, înconjurat la rândul său de „teacă mitocondrială” (mitocondrii dispuse spiralat). Periferic se găsește un strat subțire de citoplasmă înconjurată de plasmalemă. La nivelul piesei intermediare (corp) se găsește centrul cinetic al spermiei, unde sunt generate mișcările acesteia.

Coada (45 - 55 μ), ultrastructural, este formată din două segmente: piesa principală, porțiunea cea mai lungă (40 - 45 μ) și piesa terminală (5-10 μ). Structural, piesa principală este formată din filamentul axial, înconjurat de învelișul citoplasmei. Piesa terminală, segmentul terminal al cozii, are în interior filamentul axial, fără teacă citoplasmatică la exterior. Spermiiile sunt celule foarte mobile, care execută mișcări helicoidale, deplasându-se cu viteza de 1 - 3 mm/min. Vitalitatea și mișcările spermiiilor depind de pH (soluțiile slab alcaline îi activează, cele acide sau alcoolul îi distrug) și variază în funcție de temperatură etc.

SPERMATOGENEZA

Este procesul de multiplicare și maturare a gametului masculin. Începe la pubertate și se continuă, fără întrerupere, până la vârste înaintate. Ritmul spermatogenezei este intens la tineri și adulți, scade la bătrâni, dar calitatea spermatozoizilor rămâne neschimbată. Spermatogeneza reprezintă funcția exocrină a testiculului. Procesul se petrece la nivelul tubilor seminiferi contorți. Celulele cap de serie se numesc spermatogonii sau celule germinative masculine primordiale.

Spermatogeneza se desfășoară în două etape succesive: 1. spermatocitogeneza; 2. spermiogeneza. Un ciclu complet durează 72 de ore.

Spermatogoniile, având în nucleu garnitură diploidă de cromozomi (22 de perechi cromozomi somatici și o pereche XY), se divid de două ori mitotic, rezultând spermatocitele de ordinul I (46 de cromozomi). Acestea sunt

Citoplasma are o porțiune periferică mai fluidă, transparentă, și o zonă mai densă în jurul nucleului, cu mai puține substanțe hrănitoare. Conține organite celulare comune, iar alături de nucleu se află centrul celular al ovulului (centrozom), numit și corpul vitelin Balbiani. Nucleul, situat central, este mic, are un nucleol și prezintă mișcări ameboide.

SPERMIA

Se formează, prin procesul de spermatogeneza, în tubii seminiferi ai testiculului, începând cu pubertatea; este celulă mobilă, flagelată, cu o lungime de 50 - 70 μ și garnitură cromozomială haploidă (22 + X sau 22 + Y). Spermia este alcătuită din cap, gât, piesă intermediară (corp) și coadă (fig. 2B).

celule voluminoase, ce se divid meiotic și dau naștere la spermatocitele de ordinul II, celule mai mici, cu garnitură haploidă de cromozomi ($22 + X$ sau $22 + Y$).

Începând de la spermatocitul de ordinul II, spermatogeneza va forma gameți masculini în două variante: 50% posesori de heterocromozomi X și 50% Y. Spermatocitele de ordinul II se divid o singură dată, din nou prin mitoză. Din această ultimă diviziune rezultă două spermatide, care se alipesc de celulele Sertoli și se transformă, fără diviziune, în spermatozoizi (spermii).

Pe măsură ce se maturează, spermii se desprind de celulele Sertoli și se deplasează în lungul căilor spermatiche până la veziculele seminale (organe de depozit), de unde se elimină la exterior prin uretră (reflexul de ejaculare). Ca și spermatocitele de ordinul II, spermii sunt de două tipuri: X sau Y. Dacă ovulul este fecundat de un spermatozoid purtător de cromozom X, produsul de concepție este programat să devină fată, iar dacă fecundarea se produce cu un spermatozoid purtător de cromozom Y, produsul de concepție este programat să devină băiat.

OVOGENEZA

Reprezintă funcția exocrină a ovarului, prin care se realizează maturarea și expulzarea ovulului. Procesul se petrece în mai multe etape, similare cu ale spermatogenezei, dar după un calendar foarte diferit. Celulele sexuale primordiale feminine sunt ovogoniile ce conțin în nucleul lor un set diploid de cromozomi ($44 + XX$). Ovogeneza începe încă în perioada fetală, prin diviziuni mitotice ale ovogoniilor, care devin ovocite de ordinul I. Din acest moment, cronologia ovogenezei suferă o mare abatere de la regulile diviziunii celulare. Ovocitele de ordinul I, având $2n$ cromozomi ($44 + XX$), încep o diviziune reduțională (meioză), dar după prima fază a acestei diviziuni procesul se blochează și nu se reia decât la pubertate. Această blocare se numește dictioten. Ca urmare, copilul de sex feminin se va naște cu 700 000 - 1 200 000 foliculi primordiali, conținând fiecare câte un ovocit I la început de meioză.

La pubertate, ovogeneza se reia. Lunar, câte un ovocit I în momentul ovulației foliculului matur se transformă în două celule: o celulă mare cu multă citoplasmă, ovocit de ordinul II, și o celulă mică, primul globul polar. Ambele au garnitură haploidă de cromozomi, dar numai ovocitul II este fecundabil. Ovocitul de ordinul II este expulzat din ovar, captat de franjurile trompei uterine și în acest timp se mai divide o ultimă dată mitotic, rezultând un preovul ($22 + X$) și al doilea globul polar ($22 + X$). Preovulul se transformă fără diviziune în ovul, care își continuă drumul prin trompă spre uter. Ovulul este gametul feminin. Rezultă că ovogeneza, cu excepția primelor două etape, nu duce la multiplicarea ovulelor.

Ovulația este procesul de rupere a foliculului matur și de expulzare a ovulului (în realitate a ovocitului II). Are loc lunar, în ziua a 14-a a ciclului menstrual.

Ciclul menstrual. Funcția gonadei feminine este ciclică, spre deosebire de cea a gonadei masculine care este continuă. Ciclul menstrual reprezintă o serie de modificări ciclice, care se petrec la nivelul ovarului și al aparatului genital feminin și se datorează unor variații ciclice în secreția de hormoni gonadotropi hipofizar, controlate de la nivel hipotalamic. Evenimentul ciclic cel mai evident este pierderea lunară de sânge (35 - 60 ml) (vezi funcția endocrină a ovarului).

Fecundația este procesul de contopire a materialului genetic masculin cu cel feminin. Se realizează prin pătrunderea capului spermiei în ovul. Are loc în primele zile după ovulație, în timp ce ovulul străbate trompa uterină. Prin fecundare, ovulul devine ou, cu set complet de cromozomi, și începe să se dividă. Între timp, oul, ajuns în cavitatea uterină, se va fixa în profunzimea mucoasei, proces numit nidație. Aici se va forma un organ special, numit placenta, cu rol nutritiv pentru produsul de concepție și cu rol endocrin. Produsul de concepție se dezvoltă în cavitatea uterină până în luna a 9-a, când este expulzat prin actul nașterii. Placenta, ca glandă endocrină, secretă hormoni gonadotropi, care întrețin activitatea corpului galben, și hormoni estrogeni și progesteron necesari evoluției normale a sarcinii.

PROPRIETĂȚILE CELULEI

Celulele au o serie de proprietăți generale și speciale care le asigură îndeplinirea rolului specific în ansamblul organismului.

Proprietățile celulare generale se întâlnesc la orice sistem viu. Acestea sunt: metabolismul, înmulțirea, mișcarea și iritabilitatea.

Proprietățile celulare speciale se întâlnesc numai la anumite categorii de celule, adaptate pentru îndeplinirea unor funcții particulare.

Aceste proprietăți sunt: excitabilitatea, contractilitatea, activitatea secretorie și fagocitoza. Majoritatea acestor proprietăți vor fi tratate la capitolele corespunzătoare (metabolismul, glandele cu secreție internă, sângele, țesutul muscular etc.).

EXCITABILITATEA

Unele celule din organism (celule nervoase, musculare și glandulare) prezintă proprietatea de a răspunde la un stimul din afară printr-o serie de manifestări caracteristice. Această proprietate a primit denumirea de excitabilitate, pentru a o deosebi de iritabilitate, care este o proprietate generală a tuturor structurilor vii de a suferi modificări sub acțiunea unor factori externi. Exemplu de iritabilitate este bronzarea pielii sub acțiunea radiațiilor ultraviolete. În cazul excitabilității, relația stimul - răspuns are o serie de caracteristici:

- răspunsul este prompt și ușor observabil;
- răspunsul este același, indiferent de natura fizică a stimulului;
- peste o anumită valoare a agentului excitant, mărimea răspunsului nu mai depinde de mărimea stimulului.

Stimulul sau excitantul poate fi orice variație energetică din mediul înconjurător (mecanică, electrică, termică, fonică, chimică etc.).

Biofizica excitației

La baza excitabilității celulare se află proprietățile speciale ale membranei acesteia (polarizarea electrică, permeabilitatea selectivă, pompele ionice etc.).

Potențialul de repaus. Cercetările cu microelectrozi implantați în interiorul celulei au arătat că, în repaus, interiorul celulelor excitabile este negativ în raport cu mediul pericelular. Diferența de potențial dintre cele două fețe ale membranei a fost măsurată cu osciloscopul catodic; ea are valoarea de -90 mV (cu variații în funcție de tipul celulei) și se numește potențial de repaus (PR). Orice creștere a negativității interioare sau pozitivității exterioare mărește PR, adică hiperpolarizează membrana, iar modificarea inversă duce la scăderea PR, adică la depolarizare. Prin hiperpolarizare, celulele devin mai puțin excitabile, iar prin depolarizare parțială devin mai excitabile.

La baza polarizării de repaus se află structura și funcțiile membranei celulare, care generează și mențin o diferență de compoziție electrochimică între lichidul celular și cel extracelular. Principalii electroliți implicați în excitabilitate sunt: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- . Repartiția lor în cele două sectoare (celular și extracelular) este asimetrică. Na^+ este de 100 de ori mai concentrat în afara celulei, iar K^+ este de 30 de ori mai concentrat în interiorul ei. Diferența de concentrație a unui electrolit în cele două medii apoase reprezintă gradientul chimic al acelui element. Conform legilor difuziunii, fiecare substanță se deplasează pasiv, în gradient chimic, din sectorul cu concentrație mare spre cel cu concentrație mai mică. K^+ va părăsi celula, iar Na^+ o va invadea, până la anularea gradientelor, ducând la moartea celulei. Fluxul de ioni prin membrană este reglat însă de proprietățile acesteia (permeabilitate selectivă, conductanță electrică și pompe ionice).

Prin conductanță (g) se înțelege atitudinea unei membrane încărcate electric față de fluxul transmembranar. Fiecare ion se mișcă prin membrană conform conductanței sale. În repaus, membrana are o conductanță foarte

scăzută pentru Na^+ și crescută pentru K^+ . Ca urmare, se produce o ieșire a potasiului din celulă, al cărei interior devine negativ. Când valoarea potențialului negativ intracelular devine suficient de mare (-90 mV), aceasta frânează ieșirea în continuare a ionilor de K^+ . Se stabilește astfel un echilibru de difuziune pasivă a K^+ prin membrană, la o diferență de potențial de -90 mV și o diferență de concentrație a K^+ extracelular - K^+ intracelular de $1/30$. Se spune că potențialul de repaus este un potențial de K^+ , el fiind generat de distribuția pasivă a K^+ în gradientul său electrochimic (gradientul electric + gradientul de concentrație chimică). La menținerea gradientului chimic participă și mecanisme active cu sediul în membrană, denumite pompe ionice. Astfel, există pompa cuplată de Na^+/K^+ , a cărei activitate constă în eliminarea continuă a ionilor de Na^+ ce pătrund lent în celulă și recaptarea ionilor de K^+ ce părăsesc celula.

Pompele de Na/K reprezintă transport activ, ce necesită consum de energie din partea celulei și activitate enzimatică cu sediul în membrană. Potențialul de repaus poate fi modificat pasiv sau activ. Pasiv, prin aducerea de sarcini negative pe fața externă a membranei se anulează o parte din sarcinile pozitive și PR scade, având loc depolarizarea. Dacă sarcinile negative sunt aduse pe fața internă a membranei, PR crește și are loc hiperpolarizarea. Aceleași modificări pasive, dar de sens opus pot fi obținute prin adaus de sarcini pozitive.

Activ, potențialul de membrană poate fi modificat prin schimbarea conductanțelor membranei față de diferiți ioni. Prin creșterea g_{K^+} se permite o ieșire suplimentară a K^+ , iar membrana se hiperpolarizează. Scăderea g_{K^+} are consecințe opuse. Creșterea g_{Na^+} depolarizează membrana ș.a.m.d. Concentrația Ca^{2+} este de mii de ori mai mare în lichidul extracelular. Acest ion intervine în special în cuplajul excitație - contracție și cuplajul excitație - secreție.

Potențialul de acțiune (PA). Constă în variații rapide ale potențialului de membrană. Fiecare potențial de acțiune începe cu o trecere bruscă de la un potențial de membrană negativ la un potențial de membrană pozitiv și se termină cu revenirea aproape tot așa de bruscă la potențialul negativ. În figura 3A sunt prezentate perturbările survenite la nivelul membranei în timpul PA, care începe cu transferul de sarcini pozitive spre interiorul membranei și sfârșește cu revenirea sarcinilor pozitive la exteriorul membranei. În figura 3B sunt redată grafic variațiile succesive ale potențialului de membrană pe parcursul câtorva zecimi de milisecunde, ilustrând caracterul exploziv al începutului potențialului de acțiune, precum și revenirea aproape tot așa de rapidă la valoarea potențialului de repaus. Fazele succesive ale PA sunt următoarele:

Faza de repaus. Aceasta reprezintă potențialul membranelor de repaus, fiind premergătoare potențialului de acțiune. Se spune că în această fază membrana este „polarizată”, din cauza mărimii potențialului său negativ.

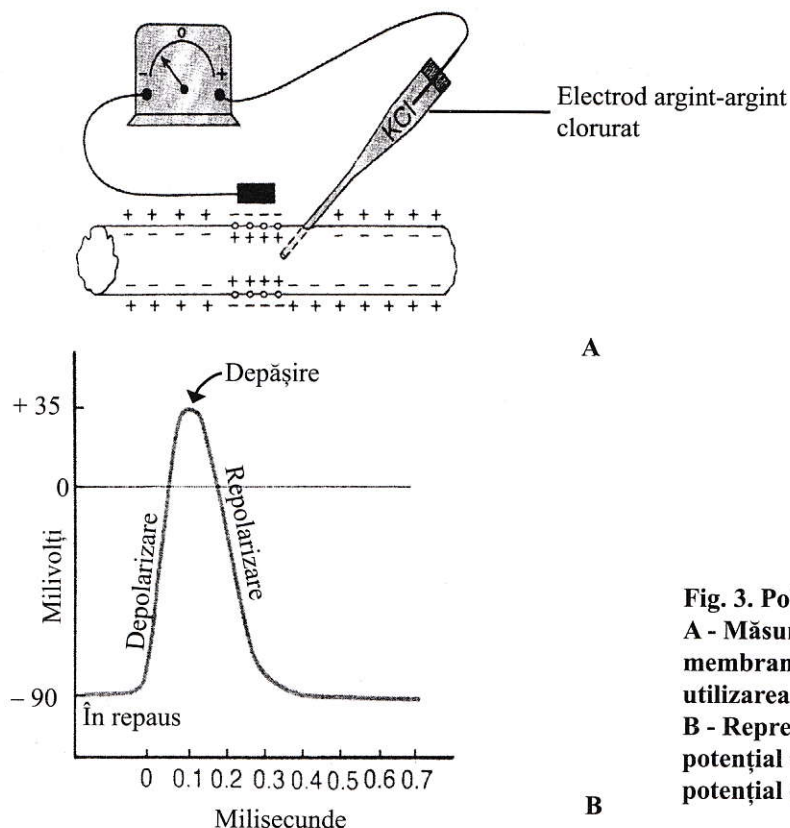
Faza de depolarizare. În această fază, membrana devine foarte permeabilă pentru ionii de sodiu, acceptând pătrunderea în celulă a unui număr enorm din acești ioni. Starea „polarizată” normală de -90 mV se pierde, potențialul crescând rapid spre valori mai puțin negative. Aceasta reprezintă depolarizarea.

Faza de repolarizare. La câteva zecimi de milisecundă de la momentul creșterii permeabilității membranei pentru ionii de sodiu, canalele de sodiu încep să se închidă, în timp ce canalele de potasiu se deschid mai mult decât în mod normal. Se produce o difuziune rapidă la exterior a ionilor de potasiu, care va restabili potențialul membranelor negativ normal de repaus. Acesta reprezintă procesul de repolarizare a membranei.

Pentru a explica mai complet factorii cauzali ai proceselor de depolarizare și repolarizare este necesar să se țină cont de caracteristicile speciale ale canalelor de transport prin membrana celulară: canalele de sodiu și de potasiu voltaj-dependente.

Este necesar de arătat că, pentru apariția PA, intensitatea stimulului aplicat trebuie să aibă o anumită valoare, numită „prag”, care să determine modificarea PR până la o valoare critică, fapt ce permite apariția ulterioară a PA.

Excitanții subliminari (cu intensitate sub valoarea „prag”) nu reușesc o depolarizare până la acel prag critic. Amplitudinea totală PA este de 120 mV (-90) - $(+30)$. Ea nu crește chiar dacă folosim stimuli și mai puternici decât cel folosit anterior. Aceasta este legea „**tot sau nimic**”. Totodată se constată că excitanții subliminari nu rămân total fără efect. Ei produc depolarizări tranzitorii, locale, nepropagate, cu valoare proporțională cu intensitatea stimulului, deci contra legii „tot sau nimic”. Aceste depolarizări locale se pot suma prin stimulare cu frecvență



mare și intensitate sub prag, putând duce la declanșarea unui potențial de acțiune „tot sau nimic”, propagat. PA reprezintă o caracteristică esențială a răspunsului celulei la acțiunea unui excitant. De aceea, excitabilitatea poate fi definită ca proprietatea acelor celule care răspund la un stimul printr-un PA. PA se datorează variațiilor ce survin în conductanțele ionice ale membranei. În momentul când excitantul a produs depolarizarea pasivă până la pragul critic are loc o creștere bruscă a Na^+ . Se produce un influx rapid de Na^+ , care anulează potențialul negativ interior, încărcând celula cu sarcini pozitive. În acest moment s-a atins vârful potențialului de acțiune. Ioni de Na^+ încetează să mai pătrundă în celulă atât din cauza respingerii lor de către potențialul pozitiv endocelular, cât mai ales din cauza revenirii g_{Na^+} la valori scăzute. Imediat are loc o creștere a g_{K^+} peste valoarea de repaus, determinând un eflux important de K^+ , responsabil de panta descendentă a PA. Intrarea Na^+ în celulă produce depolarizarea, iar ieșirea K^+ repolarizarea. După încetarea acestor fluxuri ionice membrana redobândește configurația electrică de repaus, dar celula are o compoziție chimică diferită. A primit un supliment de Na^+ și a pierdut o cantitate echivalentă de K^+ . Restabilirea compoziției chimice de repaus are loc în următoarele 100 milisecunde, grație intensificării activității pompei cuplate de Na/K . Pe durata PA, membrana este inexcitabilă (refractară), dar poate fi excitată după fiecare repolarizare, cu sute de stimuli pe secundă. Stimularea pe durate de zeci de minute cu asemenea frecvențe nu lasă timp suficient de acțiune pompelor ionice, fapt ce determină instalarea oboselii membranei. La excitabilitate participă și ioni de calciu și clor, mai ales în celulele musculare cardiace.

Parametrii excitabilității

Excitabilitatea poate fi apreciată cantitativ prin determinarea unor mărimi fizice ale excitantului; acestea sunt: 1. pragul de excitabilitate; 2. timpul util; 3. cronaxia; 4. bruschețea.