

---

**SADRŽAJ**
**I OPŠTA FIZIOLOGIJA****1. STRUKTURNI NIVOI ŽIVOG SVETA 1**

- Diferencijacija životinjskih ćelija.....2
- Osnovne strukturne jedinice ćelije.....4
- Sistemi tela.....7
- Unutrašnja sredina.....7
- Mehanizmi regulacije: kontrolni krug.....9
- Konfiguracija kontrolnih sistema.....10

**2. STRUKTURA I FUNKCIJA DNK 12**

- Osnovna struktura nukleotida.....13
- Centralno pitanje molekularne biologije.....14
- Sinteza i obrada RNK.....15
- Sinteza proteina.....16

**3. MEHANIZMI RAZMENE MATERIJA 18**

- Veze između ćelija...18
- Načini transporta supstanci kroz ćelijsku membranu.....19

**II OPŠTA NEUROFIZIOLOGIJA****4. NEURON 29**

- Dendriti.....29
- Soma - telo ćelije.....30
- Akson.....30
- Klasifikacija neurona i grupa neurona.....31
- Tipovi neurona u nervnom sistemu.....31
- Raspored sive i bele mase u centralnom nervnom sistemu (CNS-a).....34
- Strukturni elementi perikariona.....36
- Karakteristike aksonskog transporta.....37
- Spor aksonski transport.....39
- Brzi aksonski transport.....40
- Vezivni omotači nerva.....41
- Događaji nakon presecanja aksona nervne ćelije perifernog nervnog sistema.....41

**5. GLIJA 43**

- Glija ćelije.....43
- Mijelinska i amijelinska nervna vlakna.....44
- Formiranje mijelinskog omotača oko aksona nervne ćelije PNS-a.....45
- Mreža astrocita u nervnom tkivu.....48
- Funkcija glija ćelija.....50
- Pregled funkcionalnih interakcija u signalnoj mreži neuron-glija.....51

<b>6. MEMBRANSKI I AKCIONI POTENCIJAL</b>	<b>54</b>
Potencijal membrane u mirovanju ( $E_m$ ).....	54
Otvaranje "kapija" jonskih kanala.....	56
Tipične "efektivne" koncentracije i ravnotežni potencijali.....	57
Nernstov (difuzijski, ravnotežni) potencijal.....	59
Uzroci i posledice potencijala mirovanja.....	62
Čelijska membrana ima osobine pločastog kondenzatora.....	64
Vremenska i prostorna konstanta membrane.....	68
Struktura natrijumovog kanala.....	71
Depolarizacija i repolarizacija.....	73
Provodljivost za natrijum i kalijum u toku akcionog potencijala.....	74
Faze akcionog potencijala.....	75
Nastanak akcionog potencijala.....	76
Periodi refraktarnosti.....	78
Stimulus / odgovor kriva.....	79
Trajanje akcionog potencijala.....	79
Ukratko o membranskom i akcionom potencijalu.....	79
Kontinualno provođenje akcionih potencijala.....	80
Skokovito provođenje akcionih potencijala.....	80
Klasifikacija nervnih vlakana.....	81
Složeni akcioni potencijal.....	82
<b>7. RECEPTOR I RECEPTORSKI POTENCIJAL</b>	<b>85</b>
Senzorni modalitet i receptorske ćelije.....	85
Glavne vrste kožnih mehanoreceptora.....	87
Odlike kožnih mehanoreceptora.....	89
Proporcionalno-diferencijalni (PD) receptori.....	89
Termoreceptori.....	90
Mehanizmi transdukcije receptora.....	92
Međuveze – stimulus, potencijali.....	93
Krive stimulus–odgovor jednog i populacije aksona.....	94
Kodiranje frekvencije.....	94
Adaptacija.....	95
<b>8. MORFOLOGIJA I FUNKCIJA SINAPSE</b>	<b>96</b>
Karakteristike električne i hemijske sinapse.....	96
Morfološke karakteristike sinapsi po Greju.....	98
Pregled događaja u toku sinaptičke transmisije.....	100
Zastupljenost kanala na neuronu.....	102
Karakteristike ekscitatornog postsinaptičkog potencijala.....	102
Prostorna i vremenska sumacija.....	105
Vrste postsinaptičkih mehanizama.....	106
Uporedni prikaz akcionog i postsinaptičkog potencijala.....	106
Nervno mišićna sinapsa.....	107
Mehanizam mišićne kontrakcije.....	109
Tipovi mišića.....	112

<b>9. SPECIFIČNI RECEPTORI I SEKUNDARNI GLASNICI</b>	<b>114</b>
Tri tipa receptora ćelijske membrane.....115	
cAMP kao "sekundarni glasnik".....117	
Diacilglicerol i inozitol-1,4,5-trifosfat kao "sekundarni glasnici".....118	
Veza kinaza i fosfataza.....119	
Jonotropni i metabotropni receptori i mehanizmi EPSP-a.....120	
Neurotransmiteri i prolongirana postsinaptička pražnjenja.....121	
Mehanizam dejstva steroidnog hormona.....121	
<b>10. NEUROTRANSMITERI, NEUROMODULATORI I RECEPTORI</b>	<b>122</b>
Neophodni kriterijumi za definisanje neurotransmitera.....122	
Glavne grupe neuropeptida.....123	
Kriterijumi identifikacije neurotransmiterskih receptora.....124	
Jonotropni receptori neurotransmitera.....125	
Metabotropni receptori neurotransmitera.....125	
Interferencija supstance sa sinaptičkom transmisijom.....126	
Holinergična neurotransmisija.....127	
Struktura nikotinskog acetilholinskog receptora/kanala.....128	
Put biosinteze kateholamina.....130	
Uticaj na sintezu i ispoljavanje dejstva monoamina.....132	
Metabolizam glutamata u mozgu.....133	
Gama-amino-buterna kiselina.....134	
Benzodijazepini i GABA receptori.....134	
<b>11. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA NERVOG SISTEMA</b>	<b>136</b>
Šema tipičnog neuronskog spoja u refleksnom luku.....136	
Uloga nervnog sistema.....136	
Tok informacije.....137	
Primeri jednostavnih oblika sinaptičkog povezivanja neurona.....139	
Šematski prikaz nekih vrsta neuronskih nizova.....139	
Presinaptička inhibicija.....141	
Postsinaptička inhibicija.....142	
Primeri facilitacije i okluzije.....142	
Povećavanje kontrasta.....144	
<b>III SPECIJALNA NEUROFIZIOLOGIJA</b>	
<b>12. OSOVINE I RAVNI ORIJENTACIJE</b>	<b>145</b>
Anatomske odnose u telu kičmenjaka.....145	
Orijentacione ravni kod četvoronožaca.....146	
Orijentacione ravni kod ribe.....146	
Centralna osovina – neuroosovina i anatomske pravci CNS-a.....147	
Odnosi ravni snimanja prema mozgu.....148	
<b>13. FILOGENETSKI I ONTOGENETSKI RAZVOJ CNS-a</b>	<b>149</b>
Razvoj kičmene moždine.....151	
Ljudski embrion u različitim fazama razvoja.....152	
Formiranje neurona i glija ćelija.....153	
Diferencijacija ćelija.....154	

Podela centralnog nervnog sistema.....	155
<b>14. KOMORNI SISTEM MOZGA</b>	<b>156</b>
Razvoj komornog sistema mozga.....	156
Mozak: prostori likvora.....	156
Položaj moždanih ovojnica.....	157
Šematski prikaz mozga i kičmene moždine i cirkulacija likvora.....	158
<b>15. KIČMENA MOŽDINA</b>	<b>161</b>
Podela nervnog sistema.....	161
Metod lumbalne punkcije za merenje pritiska likvora.....	163
Poprečni preseci kroz kičmenu moždinu.....	164
Funkcije kičmene moždine.....	165
Poprečni presek kičmene moždine.....	165
Određeni nivoi kičmene moždine selektivno inervišu dermatome.....	167
Anatomija kičmene moždine na vratnom nivou.....	169
Uzdužni presek kroz kičmenu moždinu.....	170
Opšta šema ushodnih i nishodnih nervnih puteva.....	171
Glavni nishodni put kičmene moždine - piramidni trakt.....	173
Ushodni putevi kičmene moždine.....	174
Posledice poprečnog presecanja kičmene moždine.....	175
Braun Sekarov (Brown Séquard) sindrom.....	176
Descendentna kontrola bola.....	177
Spinalni refleksi.....	178
Klinički važni refleksi.....	181
Refleks uklanjanja.....	182
<b>16. AUTONOMNI NERVNI SISTEM (ANS)</b>	<b>183</b>
Refleksi autonomnog i somatskog nervnog sistema.....	183
Glavni neurotransmiteri ANS-a i somatskog nervnog sistema.....	185
Inervacija glatkog mišića autonomnim neuronima.....	186
Povratna kontrola oslobađanja noradrenalina.....	187
Recipročna regulacija oslobađanja neurotransmitera.....	188
Organizacija ANS-a.....	189
Simpatička inervacija srži nadbubrežne žlezde.....	193
Hipotalamo–hipofizno–adrenalni odgovor na stres.....	193
Kontrola autonomnog sistema kičmene moždine.....	195
Inervacija mokraćne bešike.....	196
Mehanizmi uriniranja.....	196
Inervacija muških genitalija.....	197
Uloga kičmene moždine u erekciji.....	197
Aferentni i eferentni putevi u spinalnom refleksu defekacije.....	198
<b>17. KRANIJALNI NERVI</b>	<b>199</b>
Dorzalna površina moždanog stabla, malog mozga, komornog sistema i talamusa.....	199
Sagitalni presek i lateralna površina moždanog stabla.....	199
Dorzalna površina moždanog stabla, dno romboidne jame i epitalamus.....	200
Transverzalni preseci produžene moždine.....	200

Transverzalni preseci ponsa.....	201
Razvoj alarne i bazalne ravni na ranim i kasnim stadijumima.....	201
Derivati alarne i bazalne ravni u kičmenoj moždini i moždanom stablu.....	202
Položaj funkcionalnih nizova jedara moždanih živaca.....	202
Jedra moždanih nerava i vlakna.....	203
Baza mozga – poreklo kranijalnih nerava.....	203
Funkcije kranijalnih nerava.....	206
Otvori na lobanji kroz koje nervi napuštaju lobanju.....	208
Desno oko (horizontalni presek) .....	208
Refleksni put za podešavanje veličine zenice.....	209
Kornealni i konjuktivalni refleksi.....	210
Akcije spoljnih očnih mišića (bulbomotora).....	210
Kontrola sekrecije pljuvačnih žlezda.....	212
Refleksni putevi u sekreciji pljuvačke.....	212
Povraćanje.....	213
Kontrola mastikacije (žvakanja).....	214
Površni i vegetativni refleksi.....	215

**18. VITALNI CENTRI****216**

Respiratorni centri i uticaji.....	216
Nervna kontrola respiratornih pokreta.....	218
Hemijska regulacija disanja.....	218
Voljni i refleksni faktori u regulaciji disanja.....	219
Neurohumoralna regulacija rada srca i krvnih sudova.....	219
Vazomotorni uticaji.....	221
Kardiovaskularni refleksi.....	221
Regulacija krvnog pritiska.....	222

**19. MOŽDANO STABLO****225**

Sagitalni presek moždanog stabla.....	225
Dorzalna i lateralna površina moždanog stabla i talamusa.....	225
Transverzalni preseci srednjeg mozga.....	227
Građa gornjeg kolikulusa po slojevima.....	227
Ulazne veze za motorne centre moždanog stabla.....	228
Putevi koji grade vestibulo-spinalni sistem.....	229
Vestibularni i proprioceptivni refleksni putevi.....	230
Posturalna kontrola.....	230
Tonični refleksi vrata mačke bez vestibularnog aparata.....	233
Položaji lezija i krugovi uključeni u decerebracionu rigidnost.....	234

**20. MALI MOZAK****236**

Dorzalna površina moždanog stabla i poprečni presek malog mozga.....	236
Koronarni presek malog mozga.....	237
Mediosagitalni presek kroz vermis.....	237
Gornja površina malog mozga.....	238
Lateralna površina malog mozga i moždanog stabla.....	238
Donja površina malog mozga.....	239
Pojednostavljeni crtež čelijske građe kore malog mozga.....	240

Najvažniji neuronski krugovi malog mozga.....	242
Akcioni potencijal Purkinjeovih ćelija.....	242
Šema sinaptičkih interakcija u kori malog mozga.....	243
Somatotopska organizacija u kori malog mozga.....	244
Putevi malog mozga.....	245
Dijagram najvažnijih aferentnih, eferentnih i unutrašnjih veza .....	246
Funkcije malog mozga.....	247

### 21. HIPOTALAMUS

249

Mediosagitalna i ventralna površina hipotalamusa.....	249
Jedra hipotalamusa na frontalnom preseku.....	250
Prikaz hipotalamusa u aksijalnoj (horizontalnoj) ravni.....	250
Hipotalamus – aferentne i eferentne veze.....	251
Glavne veze hipotalamusa sa drugim delovima CNS-a.....	252
Metode ispitivanja funkcija hipotalamusa.....	253
Neuroni hipotalamusa su uključeni u 4 vrste refleksa.....	255
Prikaz funkcija jedara hipotalamusa.....	256
Uticaji sa drugih delova CNS-a uslovljavaju funkcije hipotalamusa.....	256
ENDOKRINE FUNKCIJE HIPOTALAMUSA.....	257
Osnovna obeležja dva glavna hipotalamo-hipofizna sistema.....	258
Nervne i endokrine međuveze.....	259
Hormoni hipotalamusa i prednjeg režnja hipofize.....	260
Negativna povratna kontrola sekrecije hormona.....	262
Produkcija oksitocina u toku trudnoće.....	262
Anatomija mlečne žlezde.....	263
Produkcija prolaktina i oksitocina u toku dojenja.....	263
Izlaganje laboratorijskih miševa androgenima.....	264
PONAŠANJE U VEZI SA UZIMANJEM HRANE I TEČNOSTI.....	265
Regulacija telesne vode – unos tečnosti.....	266
Renin – angiotenzin sistem.....	266
Nastanak osećaja sitosti nakon unosa hrane.....	268
Hipotalamus koordiniše funkcije različitih organa.....	269
Regulacija gastro–intestinalnih funkcija i hranjenja.....	269
Leptin je anoreksični hormon masnog tkiva.....	272
KONTROLA TELESNE TEMPERATURE.....	273
Uticaji na metabolizam toplote.....	275
Hipertireoza pokreće termoregulacione mehanizme.....	276
KARDIOVASKULARNA REGULACIJA.....	277
NERVNI I HUMORALNI PUTEVI U REAKCIJI BESA.....	277
Pregled dejstava kortizola na različita tkiva, organe i sisteme.....	278
FUNKCIJA GLAVNIH PODRUČJA HIPOTALAMUSA.....	278

### 22. TALAMUS

280

Mediosagitalni presek.....	280
Lateralna površina moždanog stabla i talamusa.....	281
Zrakasta kruna (corona radiata).....	281
Talamokortikalne radijacije.....	283
Aferentne i eferentne veze talamusa.....	283
Jedra talamusa.....	283

Funkcionalna klasifikacija jedara talamusa.....	285
Receptivna polja neurona ventrobazalnog jedra talamusa.....	287
Funkcija talamusa u senzornom sistemu.....	287
Model proširenog retikulo-talamičnog aktivacionog sistema.....	288
Talamus i motorni sistem.....	289
Uticaj talamusa na aktivnost velikog mozga.....	289
Talamični sindrom.....	290

**23. RETIKULARNA FORMACIJA****291**

Tri velika sistema aferentnih vlakana za koru mozga.....	291
Poreklo glavnih neurotransmiterskih sistema.....	292
Poreklo i raspored primarnog modulatornog sistema acetilholina.....	292
Poreklo i raspored primarnog modulatornog sistema noradrenalina.....	294
Uzlazni noradrenalinski aksoni za ceo veliki i mali mozak.....	294
Glavne grupe dopaminergičnih neurona i njihova polja projekcije.....	295
Uzlazni sistemi dopaminskih aksona.....	296
Grupe serotoninskih neurona.....	296
Poreklo i raspored primarnog modulatornog sistema serotonina.....	297
Funkcionalne zone retikularne formacije.....	298
Neurofiziologija pažnje.....	299

**24. BAZALNE GANGLIJE****300**

Jedra različitih delova bazalnih ganglija i njihove glavne grupe.....	300
Položaj bazalnih ganglija velikog mozga i talamusa međumozga.....	301
Motorne bazalne ganglije i limbički strijatum.....	301
Aferentne i eferentne veze bazalnih ganglija.....	302
Četiri osnovna neuronska kruga bazalnih ganglija.....	302
Direktni i indirektni putevi bazalnih ganglija.....	304
Oslobađanje u direktnom i inhibicija u indirektnom putu.....	308
Od inicijacije do izvršenja motorne aktivnosti.....	312
Uporedne karakteristike malog mozga i bazalnih ganglija.....	313
Motorni sindromi.....	314
Provera mišićnog tonusa pasivnim istežanjem mišića.....	316

**25. VELIKI MOZAK****317**

Lateralna površina mozga - režnjevi mozga i insula.....	317
Medijalna površina mozga.....	317
Ventralna površina mozga.....	318
Frontalni presek prednjeg mozga.....	319
Šest glavnih asocijacijskih snopova.....	320
Kora velikog mozga (cortex cerebalis).....	320
Laminarno uređenje kore.....	320
Kolumnarno uređenje kore.....	323
Režnjevi velikog mozga, motorni, senzorni i asocijativni regioni.....	324
Primarna senzitivna i motorna polja i unimodalna asocijativna polja kore mozga.....	324
Podela cerebralnog korteksa na funkcionalna polja.....	326
Somatotopski raspored delova tela.....	327
Kortikalni motorni putevi kore koji kontrolišu kretanje.....	330

Subkortikalni motorni putevi koji kontrolišu kretanje.....	331
Moždana kora modulira aktivnost rubrospinalnog puta.....	332
Moždana kora modulira aktivnost retikulospinalnih puteva.....	333
Dijagram spinalnih i supraspinalnih motornih centara i njihovih najvažnijih veza.....	339
Funkcionalna organizacija ventrobazalnog kompleksa i primarne somatosenzorne kore.....	340
Zajedničke karakteristike somatosenzornih puteva.....	343
Šematski prikaz puta od mehanoreceptora do tri kortikalna cilja.....	344
Zapisi sa pojedinačnih neurona u mozgu aktivnog majmuna.....	344
Kontralateralno zanemarivanje (niglekt).....	346
Selektivna aktivnost ćelija lica u donjem temporalnom korteksu.....	346
Senzomotorna integracija.....	348
Opšti model senzomotornog sistema.....	348
Kontrola pokreta.....	350
Kortikalni aferentni i eferentni putevi dorzolateralnog prefrontalnog korteksa.....	350
Sekvence i vreme događaja od prezentacije vizuelnog stimulusa do diskriminativnog odgovora.....	351
Teorija centralnih senzomotornih programa.....	353
Funkcionalna asimetrija hemisfera.....	354
Struktura jezika.....	355
Transverzalni presek leve hemisfere i područja uključenih u govor.....	356
Čitanje na glas.....	356
Istraživanja podeljenog mozga kod čoveka.....	358
Dominantnost leve hemisfere za jezik.....	359
Identifikacija lica levom i desnom hemisferom.....	359
Funkcije desne hemisfere za jezik.....	360

## 26. LIMBIČKI SISTEM

361

Položaj glavnih struktura limbičkog sistema.....	362
Medijalna strana kore velikog mozga i glavni režnjevi.....	363
Razvoj korpus kalozuma i hipokampalne formacije i njihov odnos.....	364
Šema odnosa amigdala, ventralnog amigdogalnog puta, strije terminalis, strije medularis, MFB snopa i mirisnog sistema.....	364
Dijagram odnosa glavnih neuronskih puteva i krugova limbičkog sistema.....	365
“Limbički sistem” je izrazito distribuisan.....	367
Šta je emocija? .....	368
Papecov (hipokampo-mamilo-talamo-cingulusni) krug.....	369
Preseci amigdaloidnog jedra.....	370
Aktivnost mozga zabeležena pozitron emisionom tomografijom u odgovoru normalnih subjekata na stimulaciju različitim zadacima.....	370
Uslovljavanje straha.....	373
Pasivni strah i reakcija aktivnog suočavanja u mozgu.....	375
Mezotelencefalični sistem potkrepljenja.....	376
UČENJE I PAMĆENJE.....	378
Trosinaptički put retrokomisurnog hipokampusa.....	379
Regioni hipokampusa i moguća mesta deponovanja memorije.....	381
Deponovanje informacija u mozgu (pamćenje ili memorija).....	382



Habitualacija.....	385
Senzitizacija.....	386
Uloga amigdala u učenju i pamćenju.....	387
Klasifikacija dugotrajne memorije i odgovarajuće strukture mozga	389
Proces konsolidacije memorije.....	389
Prosto naučeno ponašanje.....	392
Klasično uslovljavanje Aplizija.....	393
Dugotrajna potencijacija.....	397
Čelijska osnova učenja i pamćenja.....	398
Model kasne faze LTP u Šaferovom kolateralnom putu.....	399
Dugotrajna potencijacija u hipokampusu.....	400
Uslovljavanje neuralnih krugova.....	401
PET istraživanja učenja novog jezičkog zadatka.....	401
Prostorno učenje pacova.....	402
Aktivnost prefrontalnog i parahipokampalnog korteksa u toku enkodovanja pamćenja.....	403
Reprezentacija površine tela u korteksu.....	403
Posledice oštećenja hipokampusa.....	404
Alchajmerova bolest.....	405
Korsakovljev sindrom.....	405

## **27. ELEKTROENCEFALOGRAFIJA, BUDNOST I SPAVANJE, CIRKADIJALNI RITAM**

407

EEG talasi.....	409
Dijagram komponenata i veza videograf sistema.....	410
Talamusno poreklo alfa ritma.....	411
EEG talasi u toku različitih faza spavanja.....	412
FUNKCIJE SPAVANJA.....	413
Mehanizmi spavanja i budnosti.....	413
Holinergična aktivnost i karakteristike budnosti i spavanja.....	415
Uticaj različitih struktura na nivo budnosti kore velikog mozga.....	416
Sistem povratne sprege koji vrši kontrolu ciklusa spavanje-budnost.....	417
Stadijumi spavanja, REM spavanje.....	417
Pad frekvencije talasa od budnog stanja ka sporotalasnom spavanju.....	417
Mozak koji sanja.....	420
Ponto-genikulo-okcipitalni (PGO) talasi su glavno obeležje REM spavanja.....	421
BIOLOŠKI RITMOVI.....	422
Retinohijazmatski put sisara.....	423
Endogeni biološki sat kod sisara i čoveka – suprahijazmatsko jedro (SCN).....	423
Cirkadijalni ritmovi i telo.....	424
Čelijski časovnik.....	427
Geni cirkadijalnog časovnika.....	427
Biološki ritmovi i časovnici moždanog stabla.....	428
Centralna apneja spavanja.....	429
Poremećaji bioritmova.....	430

## **LITERATURA**

433

## **DODATAK**