

**NASTAVNI PROGRAM iz MEDICINSKE FIZIOLOGIJE**  
**(A. Teorijska nastava, B. Seminari, C. Praktična nastava)**

(Ukupno 268 časova nastave:

**253 čas nastave izvodi Katedra za medicinsku fiziologiju:**

114 časova teorijske nastave/24 methodske jedinice,

34 časa seminarske nastave/17 seminarara,

105 časova praktične nastave/27 vežbi,

6 izbornih predmeta/30 časova po predmetu

*(\*15 časova nastave iz Medicinske fiziologije se obrađuje kroz modul Katedre za Biofiziku u medicini, dok se 2 časa nastave iz Medicinske fiziologije obrađuje kroz seminar Katedre za hemiju u medicini)*

**A. TEORIJSKA NASTAVA (118 časova)**

**1. UVOD U MEDICINSKU FIZIOLOGIJU. HOMEOSTAZA I KONTROLNI MEHANIZMI (2 časa)**

Predmet izučavanja medicinske fiziologije. Funkcionalni sistemi ćelije i međućelijska komunikacija. Homeostaza i kontrolni mehanizmi održavanja homeostaze. Stroge i plastične homeostatske varijable.

**2. TRANSPORTI KROZ BIOLOŠKE MEMBRANE (2 časa)**

Procesi transporta kroz ćelijsku membranu. Fiziološki aspekti difuzije, osmoze, filtracije, aktivnog transporta, endocitoze i egzocitoze. Transportni proteini. Transporti kroz sloj epitelnih ćelija.

**3. TELESNE TEČNOSTI (2 časa)**

Ukupna količina, distribucija i sastav telesnih tečnosti. Odeljci telesnih tečnosti. Homeostaza volumena i sastava telesnih tečnosti. Biološke membrane između odeljaka telesnih tečnosti. Transcelularne tečnosti: cerebrospinalna tečnost, očna vodica i tečnosti potencijalnih šupljina. Fiziološki rastvori.

**4. FIZIOLOGIJA EKSCITABILNIH TKIVA (6 časova)**

Mirovni membranski potencijal u različitim tkivima: nastanak i održavanje (pasivni i aktivni mehanizmi); funkcionalni značaj. Stimulus: vrste i osobine (intenzitet i trajanje primene). Akcioni potencijal: nastanak, faze, osobine i vrste. Refraktornost. Propagacija akcionog potencijala. Lokalni (nepropagirajući, elektrotonički) potencijali: osobine, vrste i značaj (pragovni potencijal). Kriva ekscitabilnosti. Fiziološki faktori koji menjaju razdražljivost ćelija ekscitabilnih tkiva.

**5. FIZIOLOGIJA MIŠIĆA (6 časova)**

Skeletni mišići: funkcionalna građa do nivoa sarkomere (kontraktilne jedinice miofibrila). Mehanizam mišićne kontrakcije i relaksacije. Neuromišićna spojnica. Sistem trijada i povezanost ekscitacije i kontrakcije. Motorna jedinica. Vrste mišićnih kontrakcija: pojedinačna, tetanička, izometrijska, izotonička. Odnos dužine mišića i tonusa. Energija za mišićnu kontrakciju. Glatki mišići: morfofunkcionalne specifičnosti; vrste mišića, inervacija. Mehanizam kontrakcije, izvor i uloga  $Ca^{2+}$ . Mehanizam zaključavanja; plastičnost (stres relaksacija). Nervna, humoralna i mehanička stimulacija kontrakcije.

**6. OPŠTA NEUROFIZIOLOGIJA (4 časa)**

Funkcionalna organizacija nervnog sistema. Neuron. Opšta klasifikacija nervnih vlakana. Zakoni nervnog sprovođenja. Sinapse: vrste i funkcionalna morfologija. Neurotransmiteri i neuromodulatori.

Postsinaptički receptori i autoreceptori. Postsinaptički potencijali: vrste i osobine. Ekscitacija i prag paljenja akcionog potencijala. Inhibicija: postsinaptička, presinaptička i rekurentna. Odnos stanja ekscitacije i učestalosti paljenja akcionog potencijala. Prenos i obrada signala u neuronskim kolima: divergencija i konvergencija signala. Oscilatorna i reverberacijska kola.

### **7. SENZORNA NEUROFIZIOLOGIJA (4 časa)**

Senzorni receptori: vrste i klasifikacija. Receptorski potencijal i nastanak nervnih impulsa. Receptivno polje i senzorna jedinica. Transmisija senzornih signala u perifernim nervima. Somatski senzibilitet: mehanoreceptivna, termoreceptivna, nociceptivna i proprioceptivna osetljivost. Sistem dorzalne kolumne i anterolateralni sistem. Dermatomi. Somatosenzorni korteks: I, II i asocijativno područje. Somatotopska i kolumnarna organizacija. Dešifrovanje informacije u senzornom sistemu. Kortikalna kontrola senzorne percepcije.

### **8. FIZIOLOGIJA ČULA (SPECIJALNI SENZORNI SISTEMI) (6 časova)**

Čulo vida. Zenica i njena uloga. Autonomna kontrola otvora zenice. Oštrina vida; binokularni vid. Svetlosnoprijemni aparat oka: retina; distribucija i struktura fotoreceptora; fotohemija vida; kolorni vid; konsekutivni likovi; kritična frekvencija treptanja. Neurofiziologija vida: organizacija i stimulacija nervnih elemenata u mrežnjači. Funkcija spoljašnjeg kolenastog jedra, primarne vidne kore i asocijativnih područja. Vidno polje. Pokreti očiju: vrste, značaj; nervni mehanizmi kontrole.

Čulo sluha. Uloga spoljašnjeg i srednjeg uha: vazdušna i kostna sprovodljivost zvuka. Bazilarna membrana: obrazac vibracija bazilarnih niti – diferencijacija frekvencije i amplitude zvučnih talasa. Kortijev organ: funkcionalne karakteristike slušnih receptora duž bazilarne membrane. Slušni put; mehanizmi za diferenciranje tonских obrazaca, analizu svojstava zvuka i lokalizaciju zvučnog izvora. Uloga primarnih i asocijativnih kortikalnih područja.

Čulo ukusa. Primarne senzacije ukusa; ukusni pupoljak i njegova uloga, prenos signala za ukus u centralni nervni sistem, kontrola izbora hrane, ukusni refleksi. Čulo mirisa. Mirisna (olfaktivna) membrana, stimulacija mirisnih ćelija, prenos mirisnih signala u centralni nervni sistem. Adaptacija i afektivna priroda osećaja ukusa i mirisa.

### **9. MOTORNA NEUROFIZIOLOGIJA (6 časova)**

Organizacija motornog sistema. Vrste motorne aktivnosti: refleksna i voljna. Motorne funkcije kičmene moždine. Refleksna kontrola dužine i tonusa mišića. Mišićno vreteno. Refleksi na istezanje; klinički značaj. Uloga i značaj gama motoneurona; alfa i gama kooperacija. Inverzni refleks na istezanje. Refleks fleksora i unakrsni refleks ekstenzora. Spinalni šok. Moždano stablo: motorni centri i njihova uloga u održavanju posturalne stabilnosti. Kontrola tonusa antigravitacionih mišića. Decerebraciona rigidnost. Refleksi uspravljanja. Vestibularni aparat: uloga glave u kontroli položaja tela u miru i kretanju. Održavanje ravnoteže: statičke, dinamičke; značaj proprioceptivnih, eksteroreceptivnih i vidnih informacija. Cerebralni motorni korteks: primarno, premotorno i suplementarno područje; somatotopska i kolumnarna organizacija. Aferentne i eferentne veze. Kortikospinalni put. Mali mozak: funkcionalna organizacija; neuronska kola i neurotransmiteri. Aferentni i eferentni putevi. Funkcije malog mozga u kontroli pokreta, motornom učenju i ravnoteži. Bazalne ganglije: funkcionalna anatomija; neuronska kola i neurotransmiteri. Ulazi, internuklearne veze i eferentne projekcije – supstrat za motorne, kognitivne i afektivne funkcije bazalnih ganglija. Voljna (svrsishodna) motorna aktivnost: saradnja motornih sa ostalim delovima cerebralnog korteksa, bazalnim ganglijama i talamusom.

## **10. AUTONOMNI NERVNI SISTEM (2 časa)**

Funkcionalna anatomija autonomnog nervnog sistema. Autonomna sinaptička transmisija: neurotransmiteri, kotransmiteri, presinaptički i postsinaptički adrenergički i holinergički receptori. Refleksna kontrola visceralnih funkcija. Autonomni refleksni centri. Hipotalamus: integracija i koordinacija autonomnog nervnog sistema, somatskog i endokrinog sistema. Osnovni principi delovanja autonomnog nervnog sistema: masovna pražnjenja, lokalni refleksi i tonički uticaji. Stres i adaptacija na stresore.

## **11. VIŠE NERVNE FUNKCIJE I LIMBIČKI SISTEM (6 časova)**

Limbički sistem i uloga hipotalamusa. Centri za „nagradu“ i „kaznu“ – lokalizacija i uloga u nastanku emocija, motivacije, instiktivnih i afektivnih oblika ponašanja. Biološki ritmovi. Ascendentni retikularni aktivacijski sistem. Cerebralni korteks (asocijativna područja): funkcije prefrontalne, limbičke i parijeto-okcipito-temporalne kore. Svest, misli, pamćenje i učenje. Uloga hipokampus. Govor – verbalna komunikacija: Brokin i Vernikeov centar. Funkcionalna specijalizacija hemisfera. Jezička dominantnost leve hemisfere. Funkcije desne hemisfere. Elektroencefalografija (EEG). Budnost i spavanje.

## **12. FIZIOLOGIJA SRCA (8 časova)**

Organizacija kardiovaskularnog sistema. Srce – centralni organ kardiovaskularnog sistema. Morfofunkcionalne osobine srčanog mišića, provodnog sistema i srčanih zalistaka. Provodni sistem srca. Povezanost ekscitacije i kontrakcije. Srčani ciklus; faze srčanog ciklusa. Srčani tonovi. Udarni volumen, end-dijastolni volumen, end-sistolni volumen i ejakciona frakcija. Minutni volumen srca i venski priliv: fiziološke varijacije i faktori od kojih zavise. Srčani rad (opterećenje volumenom i pritiskom – preload i afterload); energija potrebna za srčanu kontrakciju. Zakon „sve ili ništa“ i zakon srca (Frank-Starlingov zakon). Regulacija rada srca: autoregulacija, nervna i humoralna. Fiziološka osnova elektrokardiografije (EKG). Snimanje i principi analize EKG. Srednja električna osovina srca.

## **13. FIZIOLOGIJA CIRKULACIJE (8 časova)**

Distribucija volumena krvi u različitim delovima cirkulacijskog sistema. Površine poprečnih preseka u različitim nivoima sudovnog sistema. Funkcionalna podela krvnih sudova. Osobine vaskularne glatke muskulature. Funkcionalne osobine endotela. Kontinuirano kretanje krvi. Promene otpora u cirkulacijskom sistemu. Fiziološki značaj zakona hemodinamike. Srednji cirkulacijski pritisak punjenja i krvni pritisak. Srednji sistemski pritisak, arterijski pritisak (sistemski i plućni) i pulsni pritisak. Arterijski puls. Mikrocirkulacija, vazomocija, kapilarna dinamika i limfni sistem. Transkapilarna razmena. Ravnoteža sila na nivou kapilara – Starlingove sile. Venski pritisak i protok krvi u venama. Centralni venski pritisak. Cirkulacija u posebnim područjima: koronarna, cerebralna, splahnhička i cirkulacija kroz kožu. Redistribucija krvotoka u fizičkom radu. Regulacija cirkulacije: autoregulacija, nervna i humoralna. Regulacija arterijskog krvnog pritiska.

## **14. FIZIOLOGIJA KRVI (8 časova)**

Opšte osobine, sastav i uloge krvi. Krvna plazma. Proteini plazme. Serum. Uobličeni elementi krvi. Hemopoeza, kostna srž: faktori rasta, reprodukcije i faktori diferencijacije. Eritrociti: regulacija produkcije i sazrevanja, eritropoetin. Metabolizam eritrocita i osmotska otpornost. Hemoglobin: jedinjenja i uloge. Ferokinetika. Krvno grupni sistemi: OAB i Rh sistem. Leukociti. Monocitno-makrofagni sistem. Sazrevanje monocita u tkivima – tkivni makrofagi: vrste. Fiziološke uloge neutrofila i makrofaga. Povratno-sprežni mehanizam u kontroli produkcije granulocita i monocita. Limfociti: vrste i uloga. Celularna i humoralna imunost. Trombociti: regulacija produkcije, opšte

osobine i uloge. Hemostaza. Koagulacija krvi (spoljašnji i unutrašnji put), faktori koagulacije. Antikoagulacioni sistem. Fibrinolitički sistem.

#### **15. FIZIOLOGIJA BUBREGA (6 časova)**

Morfofunkcionalne karakteristike bubrega i nefrona. Funkcionalne specifičnosti bubrežnog krvotoka. Osobine glomerulske membrane. Glomerulska filtracija i faktori koji određuju njenu veličinu. Tubulska reapsorpcija i sekrecija; karakteristike pojedinih segmenata tubula i sabirnih kanalića; transportni maksimum. Regulacija tubulske reapsorpcije; uloge pojedinih hormona. Glomerulsko-tubulska ravnoteža i faktori od kojih zavisi. Uticaj jukstaglomerulskog kompleksa na veličinu glomerulske filtracije i autoregulacija bubrežnog krvotoka. Mehanizam za koncentrisanje i razređivanje mokraće. Uloga bubrega u regulaciji volumena i elektrolitnog sastava ekstracelularne tečnosti. Načini ispitivanja funkcije bubrega. Mehanizam mokrenja.

#### **16. FIZIOLOGIJA DISANJA (8 časova)**

Funkcionalna anatomija i pregled funkcija respiracionog sistema. Mehanizam disajnih pokreta: uloga respiracionih mišića; elastičnost pluća i grudnog koša; negativan intrapleuralni pritisak; surfaktant. Mehanizam inspirijuma i ekspirijuma u miru i u uslovima forsiranog disanja. Disajni putevi. Alveolarna ventilacija. Regionalna distribucija alveolarne ventilacije. Statički i dinamički plućni volumeni i kapaciteti. Plućni krvotok: ventilaciono-perfuzioni odnos. Difuzija gasova kroz respiracionu membranu. Transport kiseonika u krvi. Kriva disocijacije oksihemoglobina. Transport ugljen dioksida u krvi. Regulacija disanja: respiracioni centar i hemijska kontrola disanja (centralni i periferni hemoreceptori). Refleksna regulacija disanja. Hipotalamusni i kortikalni mehanizmi kontrole disanja. Refleks kašlja i kihanja.

#### **17. ACIDO-BAZNA RAVNOTEŽA (2 časa)**

Puferski sistemi organizma. Neorganski (bikarbonatni, fosfatni i amonijačni) i organski (proteini) pufferi. Distribucija puferskih sistema. Fiziološki pufferi – uloga pluća i bubrega u regulaciji acidobazne ravnoteže.

#### **18. FIZIOLOGIJA GASTROINTESTINALNOG SISTEMA (6 časova)**

Funkcionalna anatomija i uloge gastrointestinalnog trakta. Motorna aktivnost: funkcionalne specifičnosti i električna aktivnost glatke muskulature; tipovi kontrakcija i vrste pokreta. Enterički nervni sistem: autonomna kontrola motorike i sekrecije; gastrointestinalni refleksi. Spoljašnja inervacija gastrointestinalnog sistema. Transport i mešanje hrane. Postprandijalna motorna i sekretorna aktivnost: želuca, tankog creva i debelog creva. Jetra i bilijarni sistem. Interdigestivna sekrecija u gastrointestinalnom sistemu. Digestija: mehanička i hemijska obrada hrane. Apsorpcija: putevi i mehanizmi apsorpcije vode, elektrolita, ugljenih hidrata, belančevina, masti, vitamina i oligoelemenata. Kontrola apsorpcije. Ostali procesi u gastrointestinalnom sistemu: procesi u debelom crevu, intestinalni gasovi i formiranje fecesa.

#### **19. ENERGETIKA I METABOLIZAM (4 časa)**

Energetski učinak osnovnih hranljivih materija (supstrata) u različitim tkivima i u različitim fiziološkim uslovima. Osnovni izvori energije u pojedinim tkivima – specifičnosti srčanog mišića, skeletnih mišića, eritrocita, jetre, masnog tkiva i mozga. Promet proteina i obavezna dnevna razgradnja proteina. Intenzitet metabolizma. Principi određivanja energetskeg metabolizma. Bazalni metabolizam.

## **20. FIZIOLOGIJA ISHRANE (2 časa)**

Ravnoteža između energetske potrebe i energetske potrošnje. Energetska vrednost hrane. Makro- i mikro-nutrijensi: vrste, dnevne potrebe, biološka vrednost; azotni bilans; „nutriciona piramida”. Ishrana u specifičnim fiziološkim stanjima. Regulacija unosa hrane – nervni i humoralni faktori.

## **21. TERMOREGULACIJA (2 časa)**

Ravnoteža između proizvodnje i odavanja toplote. Mehanizmi stvaranja toplote. Mehanizmi odavanja toplote. Detekcija temperature perifernim i centralnim termoreceptorima. Regulacija telesne temperature: hipotalamički termostat.

## **22. UVOD U ENDOKRINOLOGIJU I NEUROENDOKRINA INTEGRACIJA: HIPOTALAMO-HIPOFIZNI SISTEM (2 časa)**

Opšti pregled organizacije i funkcije endokrinog sistema. Hormon (hemijski signal), klasifikacija, transport krvlju, ciljna tkiva, hormonski receptori. Opšti principi kontrole lučenja hormona. Hipotalamo-hipofizna veza: hormoni hipotalamusa. Hipotalamo-hipofizni portni sistem i kontrola lučenja adenohipofize. Hormoni adenohipofize: hormon rasta, ACTH, TSH, FSH, LH i prolaktin. Neurohipofiza: arginin-vazopresin (AVP ili ADH) i oksitocin – fiziološka dejstva i regulacija sekrecije. Retinohipotalamusne veze – cirkadijalni ritmovi. Primeri neuroendokrine integracije.

## **23. FIZIOLOGIJA ENDOKRINIH ŽLEZDA (8 časova)**

Tireoidna žlezda: hormoni. Metabolizam joda. Metabolički i sistemski efekti tireoidnih hormona. Regulacija sekrecije. Paratireoidni hormon, kalcitonin i 1,25-dihidroksi-holekalciferol (kalcitriol): uloga u metabolizmu kalcijuma i fosfata. Ciljna tkiva i regulacija kalcemije. Mineralokortikoidi: aldosteron – efekti na ciljna tkiva i regulacija sekrecije. Glikokortikoidi: kortizol – metabolički, antiinflamatorni i imunosupresivni efekti. Adrenalni androgeni. Regulacija sekrecije hormona kore nadbubrežne žlezde. Hormoni srži nadbubrežne žlezde. Endokrini pankreas. Insulin – mehanizam dejstva na insulin – senzitivna tkiva; efekti na metabolizam ugljenih hidrata, proteina i masti. Glukagon – metabolička dejstva. Kontrola sekrecije insulina i glukagona.

## **24. FIZIOLOGIJA REPRODUKTIVNOG SISTEMA (4 časa)**

Seksualna diferencijacija. Sekrecija gonada u fetalnom periodu. Pubertet. Kontrola sekrecije polnih hormona. Fertilni period muškarca: testisi – gametogena i endokrina funkcija. Erekcija i ejakulacija. Fertilni period žene: ovogeneza i endokrine funkcije ovarijuma; menstrualni ciklus. Menopauza. Trudnoća, hormoni u trudnoći i značaj feto-placento-maternalne jedinice. Porođaj. Laktacija.

**\* *Italic fontom – označeni su delovi nastave iz Medicinske fiziologije koje obrađuje Katedra za Biofiziku u medicini (ukupno 15 časova)***

*Biofizika cirkulacije - 3 časa predavanja (Sila i pritisak u fluidu. Atmosferski pritisak. Paskalov princip. Površinski napon. Kapilarne pojave. Viskoznost. Jednačina kontinuiteta. Bernulijeva jednačina. Poazejev zakon. Omov zakon za fluide. Laminarni i turbulentni protok fluida. Laplasov zakon. Principi merenja krvnog pritiska. Uticaj gravitacije na krvni pritisak. Pulsni protok. Pojam krtosti i compliance.)*

*Molekulska kinetička teorija – 2 časa predavanja (Molekulska interpretacija pritiska i temperature. Raspodela brzina molekula. Srednji slobodni put. Kretanje čestica u fluidima. Stokov zakon. Osobine transporta materije. Fikovi zakoni. Koeficijent difuzije. Difuzija čestice kao jednodimenziona slučajna šetnja. Difuzija kroz ćelijsku membranu.)*

*Biofizika transporta kroz membrane – 2 časa predavanja (Difuzija hidrosolubilnih supstancija na membrani ćelija. Difuzija gasova. Difuzija hidrosolubilnih supstancija kroz kapilarnu membranu)*

*Fizičke osnove membranskog i akcionog potencijala – 2 časa predavanja (Potencijal ravnoteže kalijuma, natrijuma i hlora na membrani ćelije-fenomenološki pristup. Potencijali mirovanja – termodinamički pristup. Donanova ravnoteža. Goldman Hočkin Kacova jednačina. Akcioni potencijal nervnih ćelija. Potencijali srčanog mišića. EKG. EEG.)*

*Zvuk i svetlost – 2 časa predavanja (Talas. Doplerov efekat. Biofizički osnovi zvuka. Prostiranje zvuka kroz sredinu. Biofizika čula sluha. Geometrijska optika. Disperzija svetlosti. Sočiva. Konstrukcija likova kod sočiva. Jednačina sočiva. Struktura oka. Akomodacija. Oko i kamera. Sistem sočiva oka. Moć razlaganja oka)*

***\*Italic fontom – označeni su delovi nastave iz Medicinske fiziologije koje obrađuje Katedra za Hemiju u medicini (ukupno 2 časa)***

*Acido-bazna ravnoteža. Hemijski puferi organizma*

## **B. SEMINARSKA NASTAVA (34 časa)**

### **III semestar (16 časova)**

1. Telesne tečnosti; fiziološki rastvori (vrste i primena) (2 časa)
2. Ekscitacija i kontrakcija skeletnih i glatkih mišića (2 časa)
3. Fiziologija bolne osetljivosti (2 časa)
4. Neurofiziologija vida (2 časa)
5. Refleksna aktivnost kičmene moždine (2 časa)
6. Kontrola položaja i lokomocije: moždano stablo (2 časa)
7. Učenje i pamćenje (2 časa)
8. EKG: registrovanje i analiza (2 časa)

### **IV semestar (18 časova)**

9. Srčani ciklus: varijacije u fiziološkim uslovima. Minutni volumen srca i njegova regulacija (2 časa)
10. Regulacija arterijskog krvnog pritiska (2 časa)
11. Krvne grupe (OAB, Rh sistem), transfuzija i transfuzijske reakcije (2 časa)
12. Uloga bubrega u regulaciji volumena i sastava ekstracelularne tečnosti. Hormoni bubrega (2 časa)
13. Regulacija aktivnosti respiracionog sistema (2 časa)
14. Uloga hipotalamusa u kontroli homeostatskih sistema organizma (2 časa)
15. Fiziologija jetre. Endokrina uloga gastrointestinalnog sistema (2 časa)
16. Homeostaza kalcijuma i magnezijuma; fiziologija kostiju (2 časa)
17. Životni ciklus reproduktivnih funkcija žene (2 časa)

## C. PRAKTIČNA NASTAVA

### III SEMESTAR: PROGRAM PRAKTIČNE NASTAVE, sa terminima SEMINARA i KOLOKVIJUMA (Test I)

*\* Italic fontom – navedene su vežbe koje se rade u elektronskoj učionici i seminari Biofizike u Medicinskoj fiziologiji na Institutu za Biofiziku.*

**SEMINAR 1: Uvod u Biofiziku - Matematički pojmovi i funkcije u Biofizici; Osnovne i izvedene fizičke veličine; Definicije i jedinice fizičkih veličina mehanike, termodinamike, elektriciteta i akustike u nastavi Biofizike u Medicinskoj fiziologiji (2 časa)**

**SEMINAR 2: Biofizika osmoze: Osmolarnost. Osmotski pritisak. Toničnost. Osmotski pritisci na kapilarnoj membrani (2 časa)**

#### **I vežba (3 časa)**

1. Upoznavanje studenata sa oblicima nastave i načinima provere znanja
2. Protokol rada na vežbama iz Medicinske fiziologije
3. Eksperiment kao metoda naučnog istraživanja u medicini (izbor laboratorijske životinje; akutni i hronični eksperiment)
4. Upoznavanje sa načelima zaštite i dobrobiti laboratorijskih životinja

#### **II vežba (3 časa)**

1. Upoznavanje sa pravilima davanja injekcija: izvođenje i uvežbavanje na modelu
2. *Korišćenje kompjutera za rad u virtuelnoj laboratoriji (interaktivne laboratorijske simulacije)*
3. *Video prezentacija disekcije nervusa ischiadicusa žabe (SimNerv)*

#### **III vežba (4 časa)**

1. Uzimanje uzoraka krvi za analizu iz jagodice prsta
2. Održavanje zapremine ćelije:
  - a) ispitati ponašanje eritrocita u izo-, hipo- i hipertoničnom rastvoru
  - b) ispitati osmotsku otpornost eritrocita
  - c) ispitati značaj osmotskog refleksionog koeficijenta
3. *Interaktivna video prezentacija homeostaze vode u organizmu (A.D.A.M.)*
4. *Vodeno-elektrolitska ravnoteža: odeljci, primeri i zadaci (Darrow-Yannet)*
5. *Interaktivna video prezentacija homeostaze elektrolita u organizmu (A.D.A.M.)*

**SEMINAR 1: Telesne tečnosti; fiziološki rastvori (vrste i primena) (2 časa)**

#### **IV vežba (4 časa)**

1. Upoznavanje sa načinima registrovanja i analize membranskih potencijala
2. *Registrovati i analizirati akcioni potencijal (AP) pojedinačnog nervnog vlakna i odrediti kvalitete pragovne draži (AP7)*
3. *Ispitati uticaj promenjene ekstracelularne koncentracije  $Na^+$ ,  $K^+$  i  $Ca^{2+}$  na vrednost mirovnog membranskog potencijala, amplitudu AP i razdražljivost*
4. *Ispitati ekscitabilnost pojedinačnog nervnog vlakna (kriva ekscitabilnosti)*
5. *Pokazati akomodaciju nervnog vlakna primenom pragovnog stimulusa spororastućeg intenziteta*
6. *Ispitati uticaj temperature na vrednost Nernstovog potencijala za različite jone*

7. *Registrovati i analizirati zapis jonskih struja pri normalnom sastavu intracelularne i ekstracelularne tečnosti na temperaturi od 37 °C*
8. *Registrovati zapis i analizirati poreklo ulaznih i izlaznih struja koristeći blokatore: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> i Ca<sup>2+</sup> kanala*

#### **V vežba (4 časa)**

1. *Anestezija u eksperimentalnim istraživanjima*
  - a. *Upoznavanje sa hirurškom anestezijom (vrste i stadijumi anestezije)*
  - b. *Demonstracija anestezije na laboratorijskoj životinji (žaba, miš, pacov)*
  - c. *Prezentacija o vrstama anestezije i primene kod pacova (Rat Blood Pressure)*
2. *Ispitati osobine složenog akcionog potencijala nerva (SimNerv)*
  - a. *Registrovati i analizirati složen akcioni potencijal nervusa ischiadica žabe*
  - b. *Promeniti polarnost stimulusa. Kako se menja izgled akcionog potencijala?*
  - c. *Pokazati da je katoda aktivna elektroda*
  - d. *Pokazati postojanje polarizacionih struja*
  - e. *Odrediti intenzitet pragovne i maksimalne draži (pokazati gradiran odgovor)*
  - f. *Pokazati postojanje i izračunavanje trajanja apsolutnog i relativnog refraktornog perioda*
  - g. *Izračunati brzinu provođenja akcionog potencijala u nervu*
3. *Interaktivna video prezentacija centralnog nervnog sistema (A.D.A.M.)*

#### **SEMINAR 2: Ekscitacija i kontrakcija skeletnih i glatkih mišića (2 časa)**

##### **VI vežba (4 časa)**

1. *Pravila uzimanja krvi venepunkcijom i davanja leka intravenski (individualni rad – uvežbavanje na modelu)*
2. *Izdvajanje krvne plazme i seruma*
3. *Interaktivna prezentacija sveukupne funkcije skeletnih mišića (A.D.A.M.)*
4. *Video prezentacija preparisanja nervno-mišićnog preparata žabe m.gastrocnemius – n. ischiadicus (SimMuscle)*
  - a. *Registrovati pojedinačnu izotoničnu kontrakciju skeletnog mišića (miogram)*
  - b. *Odrediti intenzitet pragovne i maksimalne draži i pokazati gradiran odgovor*
  - c. *Registrovati sumaciju dve mišićne kontrakcije*
  - d. *Registrovati složenu mišićnu kontrakciju (tetanus)*
  - e. *Pokazati uticaj opterećenja na amplitudu mišićne kontrakcije*
  - f. *Pokazati uticaj zamora na izgled miograma*
  - g. *Registrovati pojedinačnu izometrijsku kontrakciju skeletnog mišića*
  - h. *Pokazati zavisnost veličine kontrakcije od jačine stimulusa (gradiran odgovor)*

#### **SEMINAR 3: Fiziologija bolne osetljivosti (2 časa)**

##### **VII vežba (3 časa)**

1. *Ispitivanje čula mirisa i ukusa*
  - a) *Kvalitativno i kvantitativno ispitivanje čula mirisa*
  - b) *Kvalitativno ispitivanje čula ukusa*
  - c) *Ispitivanje povezanosti čula mirisa i ukusa*



2. *Registrovati pojedinačnu izometrijsku kontrakciju (PhysioEx 4.0) i analizirati zapise*
3. *Registrovati složenu mišićnu kontrakciju i odrediti napetost koja se razvija u mišiću*
4. *Pokazati fenomen „stepenica“*
5. *Pokazati uticaj dužine mišića na napetost pri primeni stimulusa konstantnog intenziteta (maksimalne draži) i nacrtati dijagram*
6. *Pokazati uticaj intenziteta stimulusa na napetost u mišiću (pri dužini mišića u mirovanju) i nacrtati dijagram*
7. *Pokazati uticaj opterećenja na brzinu izotonične mišićne kontrakcije i nacrtati dijagrame pri različitim dužinama mišića*

#### **VIII vežba (4 časa)**

1. Konstruisati lik u složenom optičkom sistemu
2. Odrediti najbližu i najdalju tačku jasnog vida i ispitati oštrinu vida
3. Pokazati postojanje slepe mrlje pomoću Mariottovog ogleada
4. Odrediti širinu vidnog polja metodom perimetrije i konfrontacije
5. Ispitati osetljivost oka za boje
6. Ispitati sposobnost reljefnog viđenja predmeta pri binokularnom gledanju
7. Ispitati konjugovane pokrete očnih jabučica
8. *Ispitati ulogu kontrasta u interpretaciji vidne slike (boja podloge i osvetljenost)*
9. *Pokazati postojanje naknadnih slika i optičkih iluzija*
10. *Ispitati vizuelnu pažnju (Brain Metric)*

#### **SEMINAR 4: Neurofiziologija vida (2 časa)**

##### **IX vežba (4 časa)**

1. Posmatrati očno dno oftalmoskopom
2. Ispitivanje sluha (vazdušna i kostna provodljivost zvuka)
3. Ispitati somatski senzibilitet: površinski (osetljivost za dodir i toplotu); duboki (osećaj vibracije, položaja i pokreta – kinestezija)
4. Ispitati kortikalni senzibilitet (grafestezija, stereognozija, barognozija)
5. *Multimedijalna prezentacija fiziologije optičkog sistema*
6. *Multimedijalna prezentacija fiziologije akustičkog sistema*
7. *Odrediti prag čujnosti za zvuke različite frekvence (audiometrija – Brain Metric)*

##### **X vežba (4 časa)**

1. Izvesti klinički važne reflekse: kornealni i konjuktivalni refleks; reflekse zenice na svetlost i akomodaciju; kožno-mišićne reflekse i reflekse na istezanje
2. Ispitati mišićnu snagu i tonus
3. Izvesti testove za procenu funkcije malog mozga
4. Ispitati funkcionalnu specijalizovanost hemisfera: dominantnost za ruku, nogu i oko
5. *Ispitati funkciju vestibularnog aparata u proceni subjektivnog osećaja vertikalnog položaja (POSOV)*
6. *Ispitati reakcijsko vreme*
7. *Refleks uklanjanja i koordinirani odgovor kod žabe (Pro Dissector Frog)*

## **SEMINAR 5: Refleksna aktivnost kičmene moždine (2 časa)**

### **Test 1**

#### **XI vežba (4 časa)**

1. Izvesti testove za procenu funkcije vestibularnog sistema: rotacioni test, Rombergov test i test na kompasni hod
2. Elektroencefalografija (EEG) – upoznavanje sa principima registrovanja i analize
3. Elektromioneurografija (EMNG) – određivanje brzine provođenja kroz nerv
4. *Analizirati reprezentativne uzorke normalnog EEG zapisa*
5. *Ispitati aspekte pažnje: raspon pažnje, nepodeljenu (Trail-Making test) i podeljenu pažnju (Stroop test)*
6. *Ispitati neposredno i kratkoročno pamćenje*

## **SEMINAR 6: Kontrola položaja i lokomocije: moždano stablo (2 časa)**

#### **XII vežba (4 časa)**

1. Palpirati udar „srčanog vrha” (ictus cordis)
2. Auskultacija srčanih tonova
3. Odrediti frekvencu i ritmičnost rada srca
4. *Video prezentacija izolovanja i preparisanja srca pacova (SimHeart) i aparature za registrovanje po Langendorffu*
5. *Registrovati i analizirati kontrakcije srčanog mišića pacova*
6. *Ispitati i analizirati uticaj adrenalina, acetilholina i drugih supstanci na frekvencu i amplitudu srčanih kontrakcija*
7. *Multimedijalna prezentacija rada srca (A.D.A.M.)*
8. *Demonstracija Frank-Starlingovog zakona*

## **SEMINAR 7: Učenje i pamćenje (2 časa)**

#### **XIII vežba (4 časa)**

1. Posmatrati funkciju valvularnog aparata na izolovanom goveđem srcu (Gadov ogled)
2. Registrovati i analizirati elektrokardiogram (EKG) kod čoveka
3. *Video prezentacija EKG-a: sticanje osnovnih znanja o analizi EKG-a*
4. *Video interaktivna vežba na srcu žabe: (PhysioEx 4.0)*
  - a. *Registrovati kontrakcije srca (mehanogram) u bazalnim uslovima*
  - b. *Izazvati i registrovati ekstrasistole*
  - c. *Ispitati uticaj temperature na rad srca žabe*
  - d. *Ispitati uticaj stimulacije n. vagusa na frekvencu srca*
5. Potpisi, nadoknada vežbi i seminara

## **SEMINAR 8: EKG: registrovanje i analiza (2 časa)**

**IV SEMESTAR: PROGRAM PRAKTIČNE NASTAVE,  
sa terminima SEMINARA i KOLOKVIJUMA (Test II i III)**

*\* Italic fontom – navedene su vežbe koje se rade u elektronskoj učionici i seminar Hemije u Medicinskoj fiziologiji*

**XIV vežba (4 časa)**

1. Palpirati arterijski puls na različitim mestima na telu
2. Odrediti kvalitete pulsa a. radialis kod čoveka
3. Registrovati i analizirati krivu pulsnih oscilacija arterija (sfigmogram)
4. Merenje volumenskog toka tečnosti (ml/min) na različitim modelima pijecometa
5. *Video prezentacija funkcije vaskularnog sistema (A.D.A.M.)*
6. *Zakovitosti hemodinamike (PhysioEx 4.0): Izmeriti protok krvi (ml/min) pri promeni: radijusa krvnog suda, viskoznosti krvi, dužine cevi i gradijenta pritiska*

**SEMINAR 9: Srčani ciklus: varijacije u fiziološkim uslovima. Minutni volumen srca i njegova regulacija (2 časa)**

**XV vežba (4 časa)**

1. Izmeriti vrednost arterijskog krvnog pritiska kod čoveka palpacionom i auskultacionom metodom
2. Pokazati uticaj hidrostatskog pritiska i ulogu venskih valvula na tok krvi u venama
3. Ispitati funkcionalnu sposobnost srca i krvotoka kod čoveka u uslovima fizičkog opterećenja (Lorentzov i Harvard – step test)
4. Objasniti okulokardijačni refleks
5. *Multimedijalna prezentacija eksperimenta: Direktno merenje arterijskog krvnog pritiska i delovanje vazopresornih i vazodepresornih supstanci na vrednost krvnog pritiska (Dog Blood Pressure)*
6. *Interaktivna video simulacija odgovora izolovanog krvnog suda na dejstvo vazoaktivnih supstanci (SimVessel)*

**SEMINAR 10: Regulacija arterijskog krvnog pritiska (2 časa)**

**XVI vežba (4 časa)**

1. Uzimanje uzoraka krvi za analize iz jagodice prsta
2. Napraviti i obojiti krvni razmaz po Pappenheimu
3. Prepoznavanje ćelijskih elemenata krvi
4. Odrediti broj retikulocita bojenjem brilijant-krezil plavim
5. Odrediti brzinu sedimentacije eritrocita

**XVII vežba (4 časa)**

1. Odrediti broj eritrocita upotrebom hemocitometra i na osnovu optičke gustine suspenzije eritrocita
2. Odrediti hematokritsku vrednost (mikrometoda)
3. Odrediti koncentraciju hemoglobina u krvi
4. Iz datih podataka izračunati hematološke indekse (MCV, MCH, MCHC)

**XVIII vežba (4 časa)**

1. Odrediti krvnu grupu OAB sistema metodom na pločici i u epruveti

2. Odrediti Rh (D) faktor
3. Izvesti interreakciju i direktan Kumbsov (Coombs) test

### **SEMINAR 11: Krvne grupe (OAB, Rh sistem), transfuzija i transfuzijske reakcije (2 časa)**

#### **Test 2**

#### **XIX vežba (4 časa)**

1. Odrediti broj leukocita
2. Odrediti relativnu leukocitnu formulu
3. Izračunati apsolutnu leukocitnu formulu
4. *Interaktivna video prezentacija homeostaze vode u organizmu (A.D.A.M.) – ponavljanje*

#### **XX vežba (4 časa)**

1. Brza procena broja trombocita na krvnom razmazu metodom po Foniju
2. Odrediti broj trombocita upotrebom hemocitometra
3. Odrediti vreme krvavljenja metodom po Dukeu
4. Odrediti vreme koagulacije krvi metodom po Buerkeru
5. Odrediti protrombinsko vreme

#### **XXI vežba (4 časa)**

1. Izračunati klirens: inulina, kreatinina i paraaminohipurne kiseline
2. Izračunati veličinu glomerulske filtracije u zavisnosti od promenjenih vrednosti renalnog protoka krvi, hidrostatskog pritiska i koloidno-osmotskog pritiska
3. Izračunati veličinu diureze u zavisnosti od osmotskog opterećenja bubrega (osmotski klirens i klirens slobodne vode)
4. *Interaktivna video simulacija funkcije nefrona (PhysioEx 4.0): ispitati faktore koji utiču na obim glomerulske filtracije, volumen i osmolalnost definitivnog urina*
5. *Interaktivna video prezentacija funkcije urinarnog trakta (A.D.A.M.)*

### **SEMINAR 12: Uloga bubrega u regulaciji volumena i sastava ekstracelularne tečnosti. Hormoni bubrega (2 časa)**

#### **XXII vežba (4 časa)**

1. Pokazati ulogu dijafragme u disanju (Dondersov model)
2. Spirometrija: odrediti statičke plućne volumene i kapacitete
3. Izvođenje ergometrijskog step-testa i indirektno određivanje maksimalne potrošnje kiseonika ( $VO_{2max}$ )

### **SEMINAR: Hemija u Medicinskoj fiziologiji: Acido-bazna ravnoteža. Hemijski puferi organizma (2 časa)**

#### **XXIII vežba (4 časa)**

1. Auskultacija disanja
2. *Interaktivna video simulacija plućne ventilacije (PhysioEx 4.0):*
  - a. *Merenje plućnih voluma i kapaciteta (simulirana spirometrija)*
  - b. *Ispitati efekat promene otpora u disajnim putevima, ulogu surfaktanta i promene intrapleuralnog pritiska na funkciju pluća*
  - c. *Analizirati vrednost parcijalnog pritiska  $CO_2$  u alveolarnom vazduhu pri promeni disanja (dubine i frekvence disanja)*
3. *Interaktivna video prezentacija funkcije respiracionog sistema (A.D.A.M.)*

## **SEMINAR 13: Regulacija aktivnosti respiracionog sistema (2 časa)**

### **Test 3**

#### **XXIV vežba (4 časa)**

1. *Spirometrija: dinamički plućni volumeni; FEV1, maksimalna voljna ventilacija (MVV); registrovanje krivulje protok-volumen*
2. *Kardiopulmonalna reanimacija: osnovni principi izvođenja primenom različitih metoda (uvežbavanje na modelu)*
3. *Interaktivna video prezentacija acidobazne ravnoteže (A.D.A.M.)*
4. *Acidobazna ravnoteža – kompjuterska simulacija (PhysioEx 4.0): pokazati ulogu pluća i bubrega u acido-baznoj homeostazi (korekcija acidoze i alkaloze)*

## **SEMINAR 14: Uloga hipotalamusa u kontroli homeostatskih sistema organizma (2 časa)**

#### **XXV vežba (4 časa)**

1. Izračunati vrednost bazalnog metabolizma studenata
2. Izračunati dnevni energetske promet (EP) za studente
3. Sastaviti hranjivi obrok na bazi određenog EP
4. *Interaktivna video vežba ispitivanja kontraktilnog odgovora antruma želuca (SimVessel): pokazati delovanje supstanci koje utiču na spontanu aktivnost i efekte pasivnog istezanja*
5. *Interaktivna video prezentacija gastrointestinalnog sistema (A.D.A.M.)*

## **SEMINAR 15: Fiziologija jetre. Endokrina uloga gastrointestinalnog sistema (2 časa)**

#### **XXVI vežba (4 časa)**

1. Izvesti test tolerancije na glukozu (OGTT)
2. *Interaktivna video simulacija fiziologije endokrinog sistema (Physio Ex 4.0):*
  - a. *odrediti vrednosti bazalnog metabolizma pacova i pokazati uticaj tiroksina, TSH i propiltiouracila*
  - b. *pokazati uticaj estrogena na morfološke i funkcionalne karakteristike uterusa*
  - c. *odrediti vrednost glukoze u krvi spektrofotokolorimetrijskom metodom i pokazati uticaj insulina na nivo glukoze u krvi*
3. *VIRTUELNI PACIJENT: U odabranom primeru pacijenta konstatovati izmenjene homeostatske varijable („SimBioSys Physiology“)*

## **SEMINAR 16: Homeostaza kalcijuma i magnezijuma; fiziologija kostiju (2 časa)**

#### **XXVII vežba (4 časa)**

1. Analizirati citološki nalaz vaginalnog brisa u toku menstrualnog ciklusa
2. Rana dijagnoza trudnoće: laboratorijski testovi
3. Analizirati ćelijske elemente u krvi (krvnu sliku) u fiziološkim uslovima
4. Analizirati sastav plazme u fiziološkim uslovima
5. Analizirati sastav urina u fiziološkim uslovima
6. Potpisi, nadoknada vežbi i seminara

## **SEMINAR 17: Životni ciklus reproduktivnih funkcija žene (2 časa)**