

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

Kolegij: Imunologija

Voditelj: Prof. dr. sc. Hana Mahmutefendić Lučin, dipl. ing. biol.

Katedra: Katedra za fiziologiju, imunologiju i patofiziologiju

Studij: Farmacija

Godina studija: 3.

Akadska godina: 2025./2026.

IZVEDBENI NASTAVNI PLAN

Podaci o kolegiju (kratak opis kolegija, opće upute, gdje se i u kojem obliku organizira nastava, potreban pribor, upute o pohađanju i pripremi za nastavu, obveze studenata i sl.):

Imunologija je obvezni predmet na studiju Farmacije, a sluša se tijekom ljetnog semestra 3. godine studija i ima 5 ECTS bodova. Nastava se izvodi u turnusnom obliku tijekom pet tjedana, a nastava će se održati u obliku 30 sati predavanja, 15 sati vježbi i 15 sati seminara.

Ciljevi i zadaci predmeta imunologija jesu omogućiti studentu da na temelju stečenih znanja o funkciji stanica, tkiva i organa iz predmeta Fiziologija, te Patofiziologija usvoji znanja iz područja temeljne imunologije i imunopatofiziologije, te stjecanje sposobnosti za vertikalnu nadogradnju znanja na predmetima koji slijede.

Okvirni sadržaj kolegija:

Kolegij se općenito može podijeliti u dva dijela. U prvom dijelu se obrađuje gradivo iz opće imunologije: (1) Stanice i tkiva imunskog sustava, (2) Nespecifična imunost, (3), Antigensko predočavanje i MHC molekule, (4) Antigenski receptori i protutijela, (5) Specifična imunost posredovana limfocitima T i limfocitima. U drugom dijelu kolegija se obrađuje gradivo iz imunološkog odgovora u infekcijama, patofiziologija imunskog odgovora (Imunost na infekcije, Imunost sluznica, Autoimunost, Imunodeficijencije, Transplantacijska i tumorska imunologija), te cijepljenje i imunoterapije.

Izvođenje nastave:

Kao što je ranije navedeno, nastava se izvodi u obliku predavanja, vježbi i seminara. Seminari i vježbe se tematski nastavljaju na gradivo obrađeno na predavanju. Aktivno sudjelovanje studenta u nastavnom programu postiže se aktivnim raspravljanjem studenta tijekom seminara. Student je obavezan pripremiti gradivo o kome se raspravlja. Rad studenta nadgleda mentor koji ima pravo i dužnost razgovarati sa studentima o problemima u nastavi i savladavanju gradiva. Konzultacije se održavaju u dogovoru sa studentima tijekom i nakon održane nastave iz predmeta imunologija.

Seminari studente pripremaju za samostalno rješavanje problema i integrativno promišljanje zdravlja i bolesti., a upoznavanje funkcije svih organskih sustava i njihovih mehanizama adaptacije na promjenljive uvjete okoline.

Popis obvezne ispitne literature:

1. Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S: Osnove imunologije. Funkcije i poremećaji imunološkog sustava. Prijevod s engleskog jezika sedmog izdanja knjige Basic immunology. Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet., 2024.
2. Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S: Stanična i molekularna imunologija, 10 izdanje, Medicinska naklada Zagreb, 2024. (Odabrana poglavlja)
3. Priručnik za vježbe iz imunologije. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet (Hana Mahmutefendić i suradnici), 2015.

Popis dopunske literature:

1. Murphy K, Janeway's Immunobiology, 9th edition, Garland Science, New York and London, 2016.

Nastavni plan

Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

Predavanje 1: Pregled imunosti. Opći pregled stanica i organa imunosnog sustava.

Ishodi učenja:

Znati podjelu i osnovne mehanizme imunskih reakcija.
Razumjeti pojedine oblike imunosti (stanična-humoralna; specifična-nespecifična).
Navesti podjelu limfnih organa i tkiva.
Opisati morfološka, fizička i biološka svojstva limfocita.
Navesti podvrste limfocita T i B i opisati njihovu funkciju.
Opisati osnovne značajke i funkciju stanica NK.
Opisati zadaću imunoreakcije. Razumjeti značajke imunoreakcije. Razumjeti i opisati faze imunosnog odgovora.
Razumjeti pojam limfocitnog klona.

Predavanje 2: Nespecifična imunost

Ishodi učenja:

Opisati mehanizme nespecifične imunosti (anatomske, fiziološke, stanične, upalne zapreke).
Objasniti značenje staničnih receptora za mikrobe i oštećene dijelove stanice.
Navesti čimbenike koji utječu na nespecifičnu imunost (koji je povećavaju ili smanjuju).
Znati i opisati podvrste fagocitnih stanica i objasniti proces fagocitoze i endocitoze.
Razumjeti značaj nespecifične imunosti u započinjanju imunosti reakcije. Objasniti značaj predočnih stanica.
Opisati klasični, lektinski i alternativni put aktivacije komplementa.
Opisati biološku ulogu komplementa.

Predavanje 3: Antigeni i protutijela

Ishodi učenja:

Opisati pojam antigena, podjelu antigena, antigensku determinantu (epitop) i njene oblike.
Definirati pojam imunogeničnosti, čimbenike o kojima ovisi imunogeničnost antigena
Opisati građu protutijela, njihovu heterogenost i antigenske determinante, primarnu građu paratopa.
Razumjeti opće zakonitosti vezanja antigena i protutijela, afinitet i avidnost vezanja molekula za prepoznavanje na antigen, elektrostatske sile u reakciji antigena i protutijela.

Predavanje 4: Antigensko predočavanje i glavne molekule tkivne podudarnosti.

Ishodi učenja:

Navesti podvrste profesionalnih predočnih stanica, njihove osnovne receptore i diferencijacijske biljege, objasniti posebnosti u funkciji svake podvrste.
Opisati sustav tkivnih antigena, njihovu podjelu, građu i funkciju antigena MHC skupine I i II, te raspodjelu u organizmu.
Razumjeti ustroj gena MHC (poligeniju i polimorfizam).
Definirati razine imunogenetske srodnosti.
Opisati principe određivanja, te praktičnu, kliničku i biološku važnost antigena tkivne podudarnosti.
Opisati i objasniti osnovnu građu T staničnog receptora i dvojnju specifičnost limfocita T.
Objasniti proces i značaj klonске selekcije u timusu.
Razumjeti pojam spregnutog prepoznavanja molekula MHC.
Objasniti preradbu tuđeg antigena i mehanizam njegova vezanja za MHC molekule razreda I i razreda II - objasniti proces nastanka citosolnih i vezikularnih antigena.
Razumjeti značaj u ulogu izražaja molekula MHC-I i MHC-II na pojedinim staničnim populacijama. Objasniti pojam

endogenog i egzogenog antigenskog predočavanja.

Predavanje 5: Razvoj repertoara limfocitnih receptora.

Ishodi učenja:

Opisati tijek specijalizacije klona limfocita B za određenu specifičnost u koštanoj srži

Opisati građu antigenskog receptora na limfocitima B.

Opisati građu i nastanak T staničnog receptora.

Opisati tijek specijalizacije klona limfocita T za određenu specifičnost u timusu.

Predavanje 6: Imunost posredovana limfocitima T.

Ishodi učenja:

Objasniti mehanizme i glavna obilježja imunosti posredovane limfocitima T.

Objasniti ulogu adhezijskih i kostimulacijskih molekula u aktivaciji limfocita T.

Razumjeti i objasniti proces diferencijacije djevičanskih limfocita T u efektorske stanice.

Opisati lučenje citokina kao mehanizam pojačavanja imunosti ovisne o limfocitima T.

Objasniti kinetiku imunološke reakcije posredovane limfocitima T.

Opisati obilježja i objasniti funkciju i aktivaciju citotoksičnih limfocita T te mehanizam ubijanja ciljnih stanica

Objasniti aktivaciju makrofaga senzibiliziranim limfocitima T podvrste Th1

Objasniti aktivaciju i značaj limfocita podvrste Th17.

Predavanje 7: Humoralni imunološki odgovor. Izvršni mehanizmi humoralne imunosti.

Ishodi učenja:

Opisati građu i funkciju antigenskog receptora na limfocitima B.

Opisati morfologiju diferencijacije limfocita B, stvaranje plazma-stanica i stanica sa pamćenjem.

Objasniti kinetiku stvaranja protutijela u primarnoj i sekundarnoj imunoreakciji, raspodjelu po organizmu, te dinamiku razgradnje protutijela.

Objasniti T-ovisan i T-neovisan put aktivacije limfocita B.

Objasniti i razumjeti proces i značaj afinitetnog sazrijevanja limfocita B u sekundarnim limfatičkim organima.

Objasniti proces nastajanja i pojam visokoafinitetnih protutijela.

Objasniti funkcije i biološka svojstva pojedinog razreda protutijela.

Objasniti efektorske mehanizme humoralne imunosti: neutralizacija, opsonizacija, fagocitoza, ADCC reakcija, aktivacija komplementa

Predavanje 8: Imunost na infekcije.

Ishodi učenja:

Objasniti pojmove parazitizma, patogeničnosti, virulencije i infekcije.

Opisati osobitosti imunoreakcije (nespecifične i specifične imunosti) na patogene mikroorganizme.

Objasniti značajke specifične imunosti u infekcijama, specifične aktivne imunosti stečene prirodnim putem, te umjetno potaknute specifične aktivne imunosti, pojma i principa cijepljenja te oblika specifične pasivne imunosti (stečene prirodnim putem i umjetno potaknute specifične pasivne imunosti).

Opisati osnovne značajke virusa, bakterija, jednostaničnih i višestaničnih parazita, te infekcija koje ti nametnici uzrokuju.

Objasniti značajke utođene i adaptivne humoralne i stanične imunosti koja se javlja u tijeku virusnih i bakterijskih infekcija, gljivičnih infekcijama, te infekcija jednostaničnim i višestaničnim parazitima.

Predavanje 9: Imunost sluznica.

Ishodi učenja:

Znati ustroj i građu nakupina imunskih stanica u sluznicama i ostalim epitelnim zaprekama.
Opisati imunost probavnog sustava i ostalih sluznica.
Objasniti indukciju sluzničkog TH2 imunskog odgovora.
Objasniti indukciju sluzničkog upalnog TH1 imunskog odgovora.
Objasniti građu, funkciju i lučenje IgA protutijela.
Objasniti funkciju imunoregulacijskih citokina (TGF- β , IL-10) te regulacijskih limfocita T u imunosti sluznica.
Znati i objasniti osnovne mehanizme kojima se imunski sustav bori protiv prodora patogena kroz sluznice.
Opisati osnovne podvrste limfocita koji sudjeluju u imunosti sluznica.
Razumjeti toleranciju na mikroorganizme koji normalno nastanjuju naše tjelesne šupljine i prekid tolerancije.
Opisati imunost kože i imunoprivilegiranih tkiva

Predavanje 10: Imunološke preosjetljivosti.

Ishodi učenja:

Definirati pojam alergija, navesti podjelu imunoloških preosjetljivosti i opisati njihove glavne značajke.
Objasniti anafilaktičku preosjetljivost i njene oblike, opisati protutijela razreda IgE i receptore za Fc fragment IgE, te degranulaciju ciljnih stanica kao i lučenje i funkciju medijatorskih tvari (primarni i sekundarni medijatori).
Opisati atopijske reakcije i načela njihova liječenja.
Objasniti citotoksičnu preosjetljivost ovisnu o protutijelima.
Objasniti preosjetljivost uzrokovanu imunokompleksima i njezin lokalni (Arthusova reakcija) i generalizirani (serumska bolest) oblik.
Objasniti značajke stanične preosjetljivosti, tuberkulinsku reakciju, te dodirnu (kontaktanu) preosjetljivost.

Predavanje 11: Imunološka tolerancija i autoimunost.

Ishodi učenja:

Objasniti pojam imunotolerancije, mehanizme uspostave tolerancije pri rođenju i u odrasloj dobi.
Opisati čimbenike koji utječu na toleranciju (zrelost imunskog sustava, svojstva antigena, doza antigena, put unosa antigena).
Objasniti mehanizme centralne (perinatalne) i periferne imunotolerancije (iščezavanje klonova, klonska anergija, imunološko zanemarivanje, imunoprivilegirana mjesta, preusmjerenje imunoreakcije, facilitacijska protutijela i blokadni čimbenici), te mehanizme prestanka imunotolerancije.
Opisati aktivni supresijski mehanizam na periferiji, supresijske stanice, te djelovanje supresijskih citokina.
Objasniti pojam autoimunosti, mehanizme nastanka autoimunosti (uloga autoantigena, uloga izvanjskog antigena kao imunogeničnog nosača, opisati križnu reakciju).
Opisati značajke pojave autoreaktivnih limfocita T i B na periferiji.
Objasniti patogenetske mehanizme autoimunosti te mehanizme oštećenja tkiva i organa protutijelima, kompleksima antigen-protutijelo i limfocitima T.
Opisati autoimunosne bolesti i njihovu podjelu, genetske čimbenike autoimunosti, utjecaj spola, dobi, infekcija i imunoloških poremećaja na pojavu autoimunosti.

Predavanje 12: Transplantacijska i tumorska imunologija.

Ishodi učenja:

Opisati sustav tkivnih antigena, njihovu podjelu, građu i funkciju antigena MHC skupine I i II, te raspodjelu u organizmu. Razumjeti ustroj gena MHC (poligeniju i polimorfizam).
Definirati razine imunogenetske srodnosti.
Opisati principe određivanja, te praktičnu, kliničku i biološku važnost antigena tkivne podudarnosti.
Objasniti mehanizme transplantacijske reakcije, navesti dokaze da je transplantacijska reakcija imunoreakcija.
Navesti i opisati oblike transplantacijske reakcije ovisno o brzini i mehanizmu odbacivanja.
Objasniti značajke presađivanja nelimfnih tkiva i organa, te presađivanja ksenogeničnih organa.
Objasniti značajke presađivanja limfnih tkiva (koštane srži), reakciju limfocita presatka protiv primaoca te

transplantacijsku bolest.

Opisati tumorske antigene, njihove podvrste, svojstva i metode za dokazivanje tumorskih antigena, antigene ljudskih tumora.

Opisati imunoreakciju na tumor, te podvrste imunosne otpornosti na tumor (stanična i humoralna imunost).

Razumjeti teoriju imunosnog nadzora nad stanicama tumora, te mehanizme izmicanja tumora imunosnoj obrani.

Opisati imunoterapiju tumora i njezine podvrste (pasivna, adoptivna, specifična aktivna, nespecifična aktivna, restorativna imunoterapija, te imunoprofilaksa tumora).

Opisati osnove imunodijagnostike tumora.

Predavanje 13: Imunodeficijencije i AIDS.

Ishodi učenja:

Definirati imunodeficijenciju i navesti njezinu podjelu.

Objasniti primarne imunodeficijencije i poremećaje imunosnih efektor koji im pripadaju (nedostatnosti limfocita B, limfocita T, fagocita, te udružene nedostatnosti limfocita T i B).

Objasniti sekundarne imunodeficijencije, te razloge zbog kojih se javljaju

Opisati građu i biološko ponašanje virusa HIV, način prijenosa, mehanizam kojim uzrokuje AIDS, AIDS (inkubacija, serokonverzija, simptomi i tijek bolesti).

Predavanje 14: Cijepljenje.

Ishodi učenja:

Objasniti postupke imunostimulacije cjepljenjem u svrhu zaštite od infekcije.

Navesti obilježja cjepiva i njihove vrste.

Objasniti cjepljenje oslabljenim uzročnicima bolesti.

Objasniti cjepljenje konjugiranim cjepivima.

Objasniti cjepljenje protiv bakterijskih toksina.

Objasniti cjepljenje rekombinantnim, živim virusnim i DNA cjepivima.

Opisati postupke genetičkog inženjerstva u postupcima pripreme protutumorskih cjepiva i pojačanja protutumorskog imunoreagiranja.

Navesti vrste adjuvansa i objasniti principe njihovog djelovanja.

Popis seminara s pojašnjenjem:

Seminar 1. Antigensko predočavanje i glavne molekule tkivne podudarnosti.

Ishodi učenja:

Opisati mehanizme nespecifične imunosti (anatomske, fiziološke, stanične, upalne zapreke).

Objasniti značenje staničnih receptora za mikrobe i oštećene dijelove stanice.

Navesti čimbenike koji utječu na nespecifičnu imunost (koji je povećavaju ili smanjuju).

Znati i opisati podvrste fagocitnih stanica i objasniti proces fagocitoze i endocitoze.

Razumjeti značaj nespecifične imunosti u započinjanju imunosne reakcije. Objasniti značaj predočnih stanica.

Opisati klasični, lektinski i alternativni put aktivacije komplementa.

Opisati biološku ulogu komplementa.

Seminar 2: Imunost posredovana limfocitima T.

Ishodi učenja:

Objasniti mehanizme i glavna obilježja imunosti posredovane limfocitima T.

Objasniti ulogu adhezijskih i kostimulacijskih molekula u aktivaciji limfocita T.

Razumjeti i objasniti proces diferencijacije djevičanskih limfocita T u efektorske stanice.
Opisati lučenje citokina kao mehanizam pojačavanja imunosti ovisne o limfocitima T.
Objasniti kinetiku imunološke reakcije posredovane limfocitima T.
Opisati obilježja i objasniti funkciju i aktivaciju citotoksičnih limfocita T te mehanizam ubijanja ciljnih stanica
Objasniti aktivaciju makrofaga senzibiliziranim limfocitima T podvrste Th1
Objasniti aktivaciju i značaj limfocita podvrste Th17.

Seminar 3: Imunost na infekcije i imunost sluznica – prikaz slučaja pacijenta.

Ishodi učenja:

Definirati principe primarnog i sekundarnog odgovora na virusnu infekciju. Razumjeti kinetika odgovora IgM i IgG protutijelima.
Razumjeti i objasniti principe nastanka akutnog i kroničnog odgovora na virusnu infekciju.
Nabrojati, razumjeti i opisati imunološke mehanizme u akutnom i kroničnom tijeku infekcije hepatitisom B.
Objasniti principe imunološkog iscrpljivanja i prelaska bolesti u kronični tijek.
Objasniti mehanizam nastanka sindroma toksičnog šoka. Objasniti pojam superantigena.
Objasniti osnovne patogenetske mehanizme koji uzrokuju Chronovu bolest, te objasniti osnovne simptome.

Seminar 4: Alergije (Anafilaktička preosjetljivost. Alergijska astma) – prikaz slučaja pacijenta.

Ishodi učenja:

Definirati pojam anafilaktičke preosjetljivosti.
Znati, nabrojati i opisati imunološke efektorske imunološke mehanizme koji sudjeluju u anafilaktičkoj preosjetljivosti (stanice, primarni i sekundarni medijatori).
Znati i objasniti sistemske poremećaje koji nastaju kao posljedica anafilaktičke preosjetljivosti.
Objasniti mehanizme imunološke preosjetljivosti na penicilin.
Objasniti ranu i kasnu fazu alergijske reakcije.

Seminar 5: Autoimunost (Reumatoidni artritis. Autoimuna hemolitička anemija) – prikaz slučaja pacijenta.

Ishodi učenja:

Objasniti pojam autoimunosti, mehanizme nastanka autoimunosti (uloga autoantigena, uloga izvanjskog antigena kao imunogeničnog nosača, opisati križnu reakciju).
Opisati značajke pojave autoreaktivnih limfocita T i B na periferiji.
Objasniti patogenetske mehanizme autoimunosti te mehanizme oštećenja tkiva i organa protutijelima, kompleksima antigen-protutijelo i limfocitima T (reumatoidni artritis, autoimuna hemolitička anemija)

Popis vježbi s pojašnjenjem:

Vježba 1. Nespecifična imunost. Reakcije komplementa.

Ishodi učenja:

Opisati mehanizme nespecifične imunosti (anatomske, fiziološke, stanične, upalne zapreke).
Razumjeti značaj nespecifične imunosti u započinjanju imunosne reakcije. Objasniti značaj predočnih stanica.
Opisati klasični, lektinski i alternativni put aktivacije komplementa.
Opisati biološku ulogu komplementa.
Znati temeljna načela i izvršne mehanizme imunocitotoksičnosti (protutijela, citotoksični limfociti T, stanice NK).
Opisati postupak izvođenja testa imunocitotoksičnosti (te metoda za detekciju mrtvih stanica).
Znati analizirati rezultate testa imunocitotoksičnosti i izračunati indeks citotoksičnosti.

Nastavno gradivo:

Gradivo objašnjeno na Predavanju 2.
Priručnik za vježbe iz imunologije. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet (Hana Mahmutefendić i suradnici), 2015 (Vježba 7. Komplement i nespecifična imunost; Citotoksičnost posredovana protutijelom i komplementom.)

Vježba 2: Priprema preparata za imunofluorescentnu mikroskopiju. Imunofluorescentna mikroskopija.

Ishodi učenja:

Objasniti mehanizam interakcije antigen protutijelo.

Opisati temeljna načela i postupak izvođenja testa imunofluorescencije.

Navesti fluorescentne tvari koje se koriste u imunofluorescenciji (FITC, rodamin, fikoeritrin, propidijski jodid itd.).

Navesti podvrste metode imunofluorescencije (indirektna, direktna).

Opisati temeljna načela i princip rada običnog imunofluorescentnog mikroskopa

Znati primjenu fluorescentne mikroskopije u dijagnostici i istraživačkom radu.

Znati prepoznati i tumačiti rezultate promatranja imunofluorescencije na staklu na fluorescentnom mikroskopu

Nastavno gradivo:

Gradivo objašnjeno na Predavanju 4.

Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S: Osnove imunologije. Funkcije i poremećaji imunološkog sustava. Prijevod s engleskog jezika petog izdanja knjige Basic immunology. Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet., 2016. (Poglavlje 4 (od 79-102 stranice))

Priručnik za vježbe iz imunologije. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet (Hana Mahmutefendić i suradnici), 2015 (Vježba 4: Priprema preparata za imunofluorescentnu mikroskopiju; i Vježba 5: Imunofluorescentna mikroskopija).

Vježba 3: Krvne grupe.

Ishodi učenja:

Opisati glavne eritrocitne antigene i znati vrste aglutinina u plazmi.

Objasniti sustav antigena ABO i Rh sustava.

Razumjeti nastanak fetalne eritroblastoze.

Razumjeti reakciju nakon davanja nepodudarne krvi.

Odrediti krvne grupe prema ABO i Rh sustavu.

Nastavno gradivo:

Gradivo objašnjeno na Predavanju 6.

Priručnik za vježbe iz imunologije. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet (Hana Mahmutefendić i suradnici), 2015 (Vježba 12: Krvne grupe).

Vježba 4: Imunološke metode u istraživanju i dijagnostici (Protočna citometrija, ELISA, western-blot).

Ishodi učenja:

Opisati diferencijacijske biljege imunosnih stanica i principe njihove detekcije

Opisati postupak pripreme stanica za protočnu citometriju

Razumjeti jednostavnije rezultate analize protočnom citometrijom (prepoznati stanične podvrste prema veličini i granuliranosti, tumačiti jednostruku i dvostruku pozitivnost na stanične biljege, postotnu zastupljenost stanica na diferencijacijski biljeg)

Opisati temeljna načela i postupak izvođenja metode ELISA.

Navesti podvrste metode ELISA (kvantitativna, kvalitativna, indirektna, *sandwich* ELISA).

Objasniti pojmove optičke gustoće, titra protutijela, krivulje standarda.

Opisati osnovne korake metode Western- blot (gel elektroforezu, blotiranje proteina na membranu, detekciju)

Nastavno gradivo:

Gradivo objašnjeno na Predavanju 1, Predavanju 4, Predavanju 7, te vježbi 2.

Priručnik za vježbe iz imunologije. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet (Hana Mahmutefendić i suradnici), 2015 (Vježba 6: Test imunofluorescencije – FACS analiza; Vježba 8: ELISA, Vježba 10: Western blot).

Ispit (način polaganja ispita, opis pismenog/usmenog dijela ispita, način bodovanja, kriterij ocjenjivanja):

ECTS bodovni sustav ocjenjivanja.

Ocjenjivanje studenata/studentica provodi se prema važećem Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci, te prema Pravilniku o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci.

Rad i postignuća studenata izražavaju se postignutim bodovima na temelju kojih se formira završna ocjena.

Rad studenata i stečene kompetencije vrednuju se tijekom nastave sa maksimalno 50 bodova (50 %) i na završnome ispitu sa maksimalno 50 bodova (50 %), odnosno u zbroju maksimalno 100 bodova (100 %).

Ocjenjivanje studenata/studentica vrši se primjenom ECTS (A-E) i brojčanog sustava (1-5). Ocjenjivanje u ECTS sustavu izvodi se apsolutnom raspodjelom, te prema diplomskim kriterijima ocjenjivanja

Tijekom nastave student može ostvariti 50 bodova, a na završnom ispitu 50 bodova.

I. Tijekom nastave vrednuje se usvojeno znanje na dva parcijalna testa (do 50 bodova). Tijekom nastave procjenjivati će se znanje s **dva testa od 40 pitanja**. Na svakom testu može se "zaraditi" maksimalno 25 boda kako je prikazano u tablici. **Položenih 50 % pojedinačnog parcijalnog testa NIJE UVJET za izlazak na završni ispit ako je student tijekom nastave skupio ukupno 25 bodova.**

Prvi parcijalni test obuhvatiti će gradivo predavanja **P1 do P6**, seminara **S1 do S2** i vježbi **V1 do V2**.

Drugi parcijalni test obuhvatiti će gradivo predavanja **P7 do P14**, seminara **S3 do S5** i vježbi **V3 do V4**.

Na svakom testu se može „zaraditi“ do 25 bodova kako slijedi:

Točni odgovori	Broj bodova	Točni odgovori	Broj bodova
39,40	25	27	17
37,38	24	26	16
35,36	23	25,24	15
33,34	22	23	14
31,32	21	22,21	13
30	20	20	12,5
29	19		
28	18		

TERMINI PARCIJALNIH ISPITA:

1. Prvi test: 23.03.2026. (ili prema dogovoru)
2. Drugi test: 07.04.2026. (ili prema dogovoru)

II. Završni ispit (maksimalno 50 bodova)

Studenti(ce) koji/koje su tijekom nastave ostvarili 25 - 50 bodova obavezno pristupaju završnom ispitu na kojem dobivaju dodatne bodove. Završni ispit sastoji se od *multiple choice question (MCQ)* test-ispita (pitanja višestrukih odgovora).

- **Studenti(ce) koji/koje su tijekom nastave ostvarili manje od 25 bodova ili izostali više od 30 % nastave** nemaju pravo izaći na završni ispit (neuspješan F).
- Na završnom ispitu student(ica) može ostvariti 25 - 50 bodova. **Završni ispit sastoji se od pismenog ispita** na kojem je student(ica) obavezan pokazati najmanje 50 % znanja, vještina i kompetencija te dobiva bodove sukladno ostvarenom rezultatu koji se pribrajaju bodovima ostvarenim tijekom nastave.

Pismeni dio ispita ima 50 pitanja i na pismenom dijelu ispita student(ica) može ostvariti **27 do 50 bodova** prema slijedećoj tablici:

Točni odgovori	Broj bodova	Točni odgovori	Broj bodova	Točni odgovori	Broj bodova
49,50	50	39	41	31	33
47,48	49	38	40	30	32
46	48	37	39	29	31
45	47	36	38	28	30
44	46	35	37	27	29
43	45	34	36	26	28
42	44	33	35	25	27
41	43	32	34	0-24	0
40	42				

III. Konačna ocjena (maksimalno 100 bodova)

Konačna ocjena utvrđuje se zbrajanjem bodova stečenih tijekom nastave i završnom ispitu na temelju apsolutne raspodjele prema slijedećoj skali:

90-100 bodova	A	izvrstan (5)
75-89,99 bodova	B	vrlo dobar (4)
60-74,99 bodova	C	dobar (3)
50-59,99 bodova	D	dovoljan (2)
manje od 50 bodova	F	nedovoljan (1)

Popravku prve i druge parcijale imaju pravo pristupiti svi koji nisu prešli prag prvi puta, oni koji nisu pristupili pisanju parcijale prvi puta, ali i oni koji žele ponovo pisati test iz parcijala iako su dobili bodove, ali se tada uzimaju bodovi zarađeni samo na popravku parcijala.

Primjer testa:

I UPUTA

2. Koncentracija Na^+ u izvanstaničnoj tekućini veća je od koncentracije K^+ približno za:

- a) 2 puta
- b) 10 puta
- c) 30 puta
- d) 50 puta
- e) 100 puta

Iza svakog od navedenih pitanja ili nepotpune tvrdnje slijedi pet ponuđenih odgovora ili dopuna tvrdnje. Odaberite jednu od pet mogućnosti i zacrtnite na formularu za rješavanje kružić koji se odnosi na ono što ste odabrali kao točan odgovor (npr. ako ste odabrali c. onda:

1. (A) (B) (C) (D) (E)

Prilikom rješavanja zadataka zacrtnite kružić slova kojeg smatrate točnim. Na svako pitanje se mora odgovoriti i to uvijek samo jednim odgovorom, odnosno smije se zacrniti samo jedan kružić.

II UPUTA

3. U stanicama sabirnih cijevi bubrežnih nefrona vazopresin (antidiuretski hormon) povećava izražaj:

- 1. GLUT1
- 2. akvaporina 1
- 3. GLUT4
- 4. akvaporina 2

Za svaku od navedenih nepotpunih tvrdnji ili pitanja zadana je jedna ili više točnih dopuna ili odgovora. Ako smatrate točnim ponuđene dopune zacrtnite na formularu kružić slova:

1,2 i 3 a
1 i 3 b
2 i 4 c
4 d
1,2,3,4 e

U ovom slučaju točna je kombinacija 4. Stoga zaokružujemo:

1. (A) (B) (C) (D) (E)

III UPUTA

Navedenoj bolesti pridružite njezin odgovarajući patofiziološki poremećaj:

- 3. Cistična fibroza
- 4. Gaucherova bolest
- 5. Chediak-Higashiev sindrom
- 6. Nasljedna sferocitoza
- 7. Sinovitis

- a) manjak ili nepravilna građe spektrina u eritrocitima
- b) taloženje kristala mokraćne kiseline
- c) mutacije u epitelnom kloridnom kanalu
- d) nemogućnost spajanja fagosoma s lizosomom
- e) nedostatak metaboličkog enzima glukozil-ceramidaze

U ovoj skupini pitanja su prvo popisane riječi ili rečenice označeni brojevima pitanja a zatim pojmovi označeni slovima od a do d ili do e. U formularu za rješavanje zadataka treba zacrtniti kružić slova koje označava riječ ili rečenicu. Ako npr. smatrate da uz riječ pod brojem 3. ide pojam pod slovom c. zacrniti ćete kružić slova c. Prema tome, rješenja za pitanja, primjerice, od 3 do 7 izgledaju ovako:

3. (A) (B) (C) (D) (E)
4. (A) (B) (C) (D) (E)
5. (A) (B) (C) (D) (E)
6. (A) (B) (C) (D) (E)
7. (A) (B) (C) (D) (E)

IV UPUTA

Kemijski sastav izvanstanične tekućine. Svako od navedenih tvari odredite odgovarajuću koncentraciju u stanici i izvanstaničnoj tekućini.

	0,5 mmol/L	5,0 mmol/L	a
	10 mmol/L	142 mmol/L	b
	0,5 μmol/L	1,2 mmol/L	c
	140 mmol/L	4,0 mmol/L	d
	4,0 mmol/L	103 mmol/L	e

8. Na^+
9. K^+
10. Ca^{++}
11. Cl^-
12. glukoza

Na zadatku su neki pojmovi izostavljeni a na njihova mjesta su postavljena slova od a do e. Zatim su popisani pojmovi koji su u zadatku izostavljeni a svaki pojam je označen brojem. Na formularu za rješavanje zadataka treba zacrniti uz broj koji označava pojam kružić slova za koji mislite da u zadatku zamjenjuje taj pojam. Stoga su rješenja za zadatke, primjerice, od 8 do 12 sljedeća:

8. (A) ☒ (B) (C) (D) (E)
9. (A) (B) (C) ☒ (D) (E)
10. (A) (B) ☒ (C) (D) (E)
11. (A) (B) (C) (D) ☒ (E)
12. ☒ (A) (B) (C) (D) (E)

V UPUTA

13. Iz lumena tankog crijeva u crijevne epitelne stanice glukoza se prenosi sekundarnim aktivnim transportom
jer

koncentracije glukoze u lumenu tankog crijeva veća je od koncentracije glukoze u crijevnoj epitelnoj stanici

Navedena je tvrdnja i uz nju razlog. Tvrdnja kao takva može biti točna ili netočna. Isto tako, i navedeni razlog može biti sam za sebe točan ili netočan. Ako je razlog točan on može, ali ne mora, biti ispravno tumačenje tvrdnje. Ako je točna i tvrdnja i razlog, a uz to navedeni razlog služi zaista kao ispravno tumačenje tvrdnje, treba uz broj zadatka zacrniti kružić slova a. Ako je točna i tvrdnja i razlog, ali razlog nije tumačenje tvrdnje, onda uz broj zadatka treba zacrniti kružić slova b. itd, prema ovoj uputi:

Tvrdnja Razlog

- | | | | |
|----------|---------|---------|--|
| a | Točna | Točan | Razlog je točno tumačenje tvrdnje |
| b | Točna | Točan | Razlog nije ispravno tumačenje tvrdnje |
| c | Točna | Netočan | |
| d | Netočna | Točan | |
| e | Netočna | Netočan | |

Prema tome, točan odgovor na, primjerice, pitanje 13. je:

13. (A) (B) ☒ (C) (D) (E)

VI UPUTA

14. cAMP
protein kinaza C

Svaki zadatak sastoji se od dva pojma koji se odnose na neko stanje ili neke kvantitativne veličine koje mogu, ali ne moraju, biti međusobno povezane. Na formularu za rješavanje zadataka treba zacrniti kružić:

- a** – ako porast prvog prati porast drugog ili pad prvog prati pad drugog;
b – ako porast prvog prati smanjenje drugog ili ako smanjenje prvog prati porast drugoga;
c – ako se promjene jednog ne odražavaju na drugom.

Prema tome, točan odgovor na, primjerice, pitanje 14. je:

- (A) (B) ☒ (C) (D) (E)

VII UPUTA

15. Nadopuni rečenicu:

Na neuromuskularnoj spojnici luči se neurotransmiter _____.

Na obrascu za rješavanje točan odgovor treba upisati na liniju.

Dakle, točan odgovor glasi:

Acetil kolin _____.

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2025. / 2026. godinu)

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
04.03.2026.	P1 (12.15-14.00) (Sem. Fizio)			Prof. dr. sc. H. Mahmutefendić Lučin, dipl. ing. biol.
04.03.2026.	P2 (14.15-16.00) (Sem. Fizio)			Prof. dr. sc. H. Mahmutefendić Lučin, dipl. ing. biol.
06.03. 2026.	P3 (9.15-11.00) (Sem. Fizio)			Prof. dr. sc. P. Lučin, dr. med.
06.03. 2026.	P4 (11.15-14.00) (Sem. Fizio)			Prof. dr. sc. H. Mahmutefendić Lučin, dipl. ing. biol.
10.03. 2026.			V1 (12.15-15.15) (Vj. Fizio)	Ivona Viduka, mag. biotech. in med.
11.03. 2026.	P5 (09.15-11.00) (Vj. Fizio)			Prof. dr. sc. P. Lučin, dr. med.
11.03. 2026.		S1 (11.15-13.30) (Vj. Fizio)		Doc. dr. sc. Ljerka Karleuša Mujkić, dipl. ing. biotech.
13.03. 2026.	P6 (9.15-12.00) (Sem. Fizio)			Prof. dr. sc. H. Mahmutefendić Lučin, dipl. ing. biol.
17.03. 2026.			V2 (14.00-17.00) (Vj. Fizio)	Ivona Viduka, mag. biotech. in med.
18.03. 2026.	P7 (9.00-11.45) (P2)			Prof. dr. sc. P. Lučin, dr. med.
18.03. 2026.		S2 (12.00-14.00) (P15)		Dr. sc. Marina Marčelić, mag. biotech. in med.
20.03. 2026.	P8 (11.15-13.00) (P2)			Prof. dr. sc. H. Mahmutefendić Lučin, dipl. ing. biol.
20.03. 2026.	P9 (13.15-15.00) (P2)			Prof. dr. sc. P. Lučin, dr. med.
23.03. 2026.	PARCIJALNI TEST 1			
24.03. 2026.			V3 (14.00-16.15) (Vj. Fizio)	Dr. sc. Marina Marčelić, mag. biotech. in med.
25.03.2026.	P10 (9.15-11.00) (Vj. Fizio)			Prof. dr. sc. P. Lučin, dr. med.
25.03.2026.		S3 (11.15-13.30) (Vj. Fizio)		Prof. dr. sc. H. Mahmutefendić Lučin, dipl. ing. biol.
27.03.2026.	P11 (9.15-11.00) (Sem. Fizio)			Prof. dr. sc. P. Lučin, dr. med.
27.03.2026.		S4 (11.15-13.30) (Sem. Fizio)		Prof. dr. sc. H. Mahmutefendić Lučin, dipl. ing. biol.
31.03.2026.			V4 (14.15-17.15) (Vj. Fizio)	Doc. dr. sc. Ljerka Karleuša Mujkić, dipl. ing. biotech.
01.04.2026.	P12 (9.15-11.00)			Prof. dr. sc. H.

	(P7)			Mahmutefendić Lučin, dipl. ing. biol.
01.04.2026.		S5 (11,15-13,30) (P15)		Dr. sc. Marina Marčelić, mag. pharm. inv.
03.04.2026.	P13 (8.15-9.00) (Sem. Fizio)			Prof. dr. sc. P. Lučin, dr. med.
03.04.2026.	P14 (9.15-11.00) (Sem. Fizio)			Prof. dr. sc. P. Lučin, dr. med.
07.04.2026.	PARCIJALNI TEST 2			

Popis predavanja i seminara:

	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
P1	Opći pregled imunskih stanica i tkiva. Fiziologija imunoreakcije	2	Seminarska dvorana Zavoda za fiziologiju
P2	Nespecifična imunost	2	Seminarska dvorana Zavoda za fiziologiju
P3	Antigeni i protutijela	2	Seminarska dvorana Zavoda za fiziologiju
P4	Antigensko predočavanje i glavne molekule tkivne podudarnosti	3	Seminarska dvorana Zavoda za fiziologiju
P5	Razvoj repertoara limfocitnih receptora	2	Vježbaona Zavoda za fiziologiju
P6	Imunost posredovana limfocitima T	3	Seminarska dvorana Zavoda za fiziologiju
P7	Humoralna imunost	3	Predavaonica 2
P8	Imunost na infekcije	2	Predavaonica 2
P9	Imunost sluznica	2	Predavaonica 2
P10	Imunološke preosjetljivosti	2	Vježbaona Zavoda za fiziologiju
P11	Tolerancija i autoimunost	2	Seminarska dvorana Zavoda za fiziologiju
P12	Transplantacijska i tumorska imunologija	2	Predavaonica 7
P13	Imunodeficiencije i AIDS	1	Seminarska dvorana Zavoda za fiziologiju
P14	Cijepljenje	2	Seminarska dvorana Zavoda za fiziologiju
	Ukupan broj sati predavanja	30	

	SEMINARI (tema seminara)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
S1	Antigensko predočavanje i glavne molekule tkivne podudarnosti.	3	Vježbaona Zavoda za fiziologiju
S2	Imunost posredovana limfocitima T.	3	Predavaonica 15
S3	Imunost na infekcije i imunost sluznica – prikaz slučaja pacijenta.	3	Vježbaona Zavoda za fiziologiju
S4	Alergije. Prikaz slučaja pacijenta.	3	Seminarska dvorana Zavoda za fiziologiju
S5	Autoimunost. Prikaz slučaja pacijenta.	3	Predavaonica 15
	Ukupan broj sati seminara	15	

	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
V1	Nespecifična imunost. Reakcije komplementa.	4	Vježbaona Zavoda za fiziologiju
V2	Priprema preparata za imunofluorescentnu mikroskopiju. Imunofluorescentna mikroskopija.	4	Vježbaona Zavoda za fiziologiju
V3	Krvne grupe	3	Vježbaona Zavoda za fiziologiju
V4	Imunološke metode u istraživanju i dijagnostici (Protočna citometrija, ELISA, Western blot)	4	Vježbaona Zavoda za fiziologiju
	Ukupan broj sati vježbe	15	

	ISPITNI TERMINI (završni ispit)
1.	15.06.2026.
2.	29.06.2026.
3.	13.07.2026.
4.	04.09.2026.
5.	18.09.2026.

Termini parcijalnih ispita:

1. Prvi test: 23.03.2026. (ili prema dogovoru)
2. Drugi test: 06.04.2026. (ili prema dogovoru)