

| NUKLEARNA MEDICINA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OPĆE INFORMACIJE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Nositelj predmeta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prof. dr. sc. Ivica Mihaljević, dr. med.                                                                                                                                                                                                                   |
| Suradnici                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Izv. prof. dr. sc. Mario Štefanić, dr. med.<br>Doc. dr. sc. Tomislav Kizivat, dr. med.<br>Dr. sc. Ivana Marić, dr. med.<br>Dr. sc. Vlado Wagenhofer, dr. med.<br>Katica Mijatović, dr. med.<br>Hrvoje Delalić, dr. med.<br>Marija Kordić Brandić, dr. med. |
| Studij                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Medicine                                                                                                                                                                                          |
| Status predmeta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Obavezni                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Godina studija, semestar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4. godina, 8. semestar                                                                                                                                                                                                                                     |
| Bodovna vrijednost (ECTS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Način izvođenja nastave (broj sati)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Predavanja (12); Seminari (7); Vježbe (11)                                                                                                                                                                                                                 |
| Očekivani broj studenata na predmetu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 76                                                                                                                                                                                                                                                         |
| OPIS PREDMETA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Ciljevi predmeta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Obavezni predmet Nuklearna medicina osmišljen je da studentima pruži stjecanje znanja i vještina o primjeni nuklearno-medicinskih dijagnostičkih metoda i terapijskih postupaka u kliničkoj grani Nuklearna medicina. Predmet omogućuje stjecanje teorijskih spoznaja o radiofarmacima i razvijanje sposobnosti korištenja stečenog znanja za razumijevanje scintigrafskih ispitivanja funkcija i bolesti pojedinih organa i organskih sustava gama-kamerom, jednofotonskom emisijskom kompjutoriziranom tomografijom (SPECT), pozitronskom emisijskom tomografijom (PET) i PET/CT-om. Poseban naglasak je na scintigrafskim ispitivanjima srca, pluća i krvnih žila, koštanog sustava, ispitivanjima u gastroenterologiji, neurologiji, nefrologiji, urologiji i hematologiji, scintigrafskoj dijagnostici tumora i upalnih bolesti, te na upoznavanju s terapijskim primjenama radionuklida.</p> <p>Studenti trebaju usvojiti znanja o ispitivanju funkcija endokrinih žlijezda radionuklidima, posebice štitnjače, paratireoidnih i nabubrežnih žlijezda, te o određivanju koncentracija hormona, protutijela i tumorskih markera u serumu radioimunoanalizama i drugim <i>in vitro</i> metodama.</p> <p>Poseban dio predmeta posvećen je kliničkom pristupu dijagnostici, medikamentnom, kirurškom i radiojodnom liječenju i praćenju netumorskih i tumorskih bolesti štitnjače koje čine znatan dio kliničke prakse u nuklearnoj medicini. Pri tome, usvajaju se znanja o ultrazvučnim i citološkim ispitivanjima morfologije bolesti štitnjače i paratireoidnih žlijezda.</p> <p>Također, predmetom je obuhvaćeno stjecanje znanja o biološkom učincima i djelovanju prekomjernog zračenja na organizam, mjerenju radioaktivnosti i zaštiti od ionizirajućeg zračenja.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Uvjeti za upis predmeta i ulazne kompetencije koje su potrebne za predmet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Opće kompetencije:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- načela medicinske etike i deontologije i obveze očuvanja privatnosti i dostojanstva pacijenta</li> <li>- komunikacijske vještine (ophođenje s pacijentima, kolegama i ostalim stručnjacima)</li> <li>- sposobnost definiranja i pravilnog dokumentiranja relevantnih podataka o pacijentu</li> <li>- principi upravljanja svojom praksom i karijerom</li> <li>- razumijevanje važnosti znanstvenog pristupa struci</li> <li>- priprema radova za objavu</li> <li>- principi medicine temeljene na dokazima</li> <li>- temeljne znanosti primijenjene u nuklearnoj medicini (anatomija, biokemija, patofiziologija)</li> </ul> <p><b>Posebne kompetencije:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- temeljna znanja iz radiokemije (in vitro radioimunološka analiza hormona i drugih</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>biokemijski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- važnih tvari u serumu, plazmi i urinu)</li> <li>- temeljna znanja iz radiofarmacije (priprava i primjena radiofarmaka, načini aplikacije, moguće</li> <li>- reakcije na primjenu radiofarmaka i postupci pri eventualnim reakcijama)</li> <li>- principi rada generatora radionuklida i komercijalni pribori za obilježavanje farmaka</li> <li>- način rada gama kamera, vrste i dijelovi gama kamera, uključujući kamere za jednofotonsku</li> <li>- tomografiju i pozitronsku emisijsku tomografiju</li> <li>- radionuklidi i radiofarmaci za <i>in vivo</i> dijagnostiku poremećaja metabolizma i funkcija pojedinih</li> <li>- organa i organskih sustava</li> <li>- specifična instrumentacija u nuklearnoj medicini</li> <li>- primjena računalnih programa za prikupljanje (akvizicija) i analizu analognih i digitalnih podataka</li> </ul> <p>kontrola kvalitete gama kamere i ostalih nuklearno-medicinskih uređaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rukovanje, uporaba i primjena radionuklida u dijagnostičkim i terapijskim postupcima u ambulatnim i bolničkim uvjetima</li> </ul> <p>- procjena indikacija, provođenje i interpretacija nuklearno-medicinskih dijagnostičkih postupaka liječenje bolesti radionuklidima i radiofarmacima prema protokolima određenih nuklearno-medicinskih procedura</p> <p>- druge raspoložive slikovne metode komplementarne nuklearno-medicinskim postupcima dijagnostički i terapijski postupci kod benignih i malignih bolesti štitnjače</p> <p>- aplikacija <sup>131</sup>I u liječenju autonomnih i autoimunih oblika hipertireoze i karcinoma štitnjače</p> <p>- kliničko praćenje bolesnika koji se liječe zbog bolesti štitnjače</p> <p>- dijagnostički postupci i liječenje tireoidne orbitopatije (TAO)</p> <p>- dijagnostika i vrste bolesti paratireoidnih žlijezda</p> <p>- ultrazvuk štitnjače s ciljanom citološkom punkcijom</p> <p>- denzitometrija koštanog sustava</p> <p>- kinetika radioaktivnih tvari (biološko/fizikalno vrijeme polueliminacije radioaktivne tvari iz organizma, efektivno vrijeme polueliminacije)</p> <p>- biološki učinci ionizirajućeg zračenja na organizam (akutni i kasni učinci prekomjernog zračenja)</p> <p>- dozimetrija osoblja i bolesnika u dijagnostici i terapiji ("interna dozimetrija" X i gama zračenja i čimbenici koji utječu na apsorbnice doze)</p> <p>- postupci vanjske i unutarnje dekontaminacije</p> <p>- ustanovljavanje i liječenje poremećaja nastalih kao posljedica nuklearnog akcidenta, odnosno kontaminacije radionuklidima</p> <p>- postupci odlaganja radioaktivnog otpada</p> |
| <b>Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>1.2., 2.1., 2.2., 2.3., 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5., 4.1., 4.2.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (5-9 ishoda)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Nakon položenog ispita iz predmeta Nuklearna medicina student će biti sposoban:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. poznavati generatore radionuklida i komercijalne pribore za obilježavanje farmaka, navesti i objasniti primjenu radionuklida i radiofarmaka u <i>in vivo</i> dijagnostici poremećaja metabolizma i funkcije pojedinih organa i organskih sustava, razumjeti način rada gama kamera i poznavati vrste i sastave dijelove gama kamera, navesti postupke kontrole kvalitete rada gama kamera i obilježavanja radiofarmaka</li> <li>2. poznavati indikacije, način provođenja i interpretaciju pojedinih nuklearno-medicinskih dijagnostičkih postupaka, poznavati i opisati postupke nuklearno-medicinske dijagnostike bolesti endokrinih žlijezda: scintigrafija štitnjače s <sup>99m</sup>Tc-pertehnetatom i <sup>131</sup>I-jodidom, scintigrafija cijelog tijela s <sup>131</sup>I-jodidom, troetapna scintigrafiju paratireoidnih žlijezda s <sup>99m</sup>Tc-</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

MIBI (metoksiizobutilizonitril) i scintigrafija srži nadbubrežnih žlijezda s  $^{131}\text{I}$ -MIBG (metajodbenzilvanidin)

3. poznavati i opisati postupke nuklearno-medicinske dijagnostike bolesti srca: elektrokardiografiju (uključujući dinamičke i farmakološke studije opterećenja) i postupke u hitnim stanjima u kardiološkoj nuklearnoj medicini, primjeniti praktična znanja potrebna za intervencije u slučaju kardiorespiracijskog aresta (postupci reanimacije, pristup dišnim putovima, održavanje cirkulacije krvi, defibrilacija i dr.), jednofotonsku tomografiju (SPECT) perfuzije miokarda s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrafosminom, radionuklidnu angiokardiografiju s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom, radionuklidnu ventrikulografiju s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -PYP (pirofosfat) obilježenim eritrocitima i jednofotonsku tomografiju (SPECT) simpatičke inervacije miokarda s  $^{123}\text{I}$ -MIBG ("AdreView")
4. poznavati i opisati izvođenje i interpretaciju nalaza perfuzijske scintigrafije pluća s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA (makroagregirani albumin), poznavati i opisati postupke nuklearno-medicinske dijagnostike bolesti koštanog sustava: statička scintigrafija koštanog sustava s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP (metilendifosfonat) i troetapna scintigrafija koštanog sustava, poznavati i opisati postupke nuklearno-medicinske dijagnostike bolesti gastrointestinalnog sustava: dinamička hepatobilijarna scintigrafija s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HIDA (dimetiliminodiocetna kiselina), dvoetapna jednofotonska tomografija (SPECT) vaskularnih struktura jetre s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -PYP (pirofosfat) obilježenim eritrocitima, scintigrafija krvarenja iz donjeg dijela gastrointestinalnog trakta s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -PYP (pirofosfat) obilježenim eritrocitima i scintigrafija Meckelova divertikula s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom, poznavati i opisati postupke nuklearno-medicinske dijagnostike bolesti mozga: dinamička i statička scintigrafija mozga s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA (dietilentriaminopentaocetna kiselina) i jednofotonska emisijska kompjutorizirana tomografija (SPECT) mozga s  $^{123}\text{I}$ -ioflupanom (DaTSCAN®), poznavati i opisati postupke nuklearno-medicinske dijagnostike bolesti bubrega i urogenitalnog trakta: statička scintigrafija bubrega s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA (dimerkaptojantarna kiselina), dinamička scintigrafija bubrega s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 (merkaptacetiltriglicin), diuretska dinamička scintigrafija bubrega s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3, kaptoprilska dinamička scintigrafija bubrega s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3, funkcijsko ispitivanje mobilnih bubrega, perfuzijska scintigrafija bubrega s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom, funkcijsko ispitivanje transplantiranog bubrega s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3, direktna radionuklidna cistouretrografija s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom, perfuzijska scintigrafija testisa s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom, poznavati i opisati ostale postupke nuklearno-medicinske dijagnostike: radionuklidna dakriocistografija s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom, dinamička i statička scintigrafija slinovnica s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom, scintigrafija limfnog čvora stražara (sentinel node) s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom, limfoscintigrafija ekstremiteta s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -nanokolom, pozitronska emisijska tomografija (PET) cijelog tijela s  $^{18}\text{F}$ FDG (fluordeoksiglukoza) i scintigrafija somatostatinskih receptora (SSTR) neuroendokrinih tumora s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tektrotydom
5. poznavati liječenje benignih bolesti štitnjače, razumjeti aplikacije  $^{131}\text{I}$  u liječenju autonomnih i autoimunih oblika hipertireoze i karcinoma štitnjače, poznavati liječenje malignih bolesti štitnjače, opisati kliničko praćenje bolesnika koji se liječe zbog bolesti štitnjače, poznavati dijagnostičke postupke i liječenje tireoidne orbitopatije (TAO), opisati dijagnostičke postupke praćenja i procjene uspješnosti radiojode ablacije u liječenju diferenciranih karcinoma štitnjače, prilikom izvođenja scintigrafija cijelog tijela (WBS - "whole body scintigraphy") s  $^{131}\text{I}$  i primjenu egzogene elevacije tireotropina (TSH) injiciranjem rekombinantnog humanog tireotropina (rhTSH – "recombinant human thyrotropin"), razumjeti sinergiju kliničkih parametara, morfoloških, funkcijskih i molekularnih metoda u dijagnostici bolesti štitnjače, opisati dijagnostiku i navesti vrste bolesti paratireoidnih žlijezda, poznavati liječenje bolesti paratireoidnih žlijezda, opisati denzitometriju i razumjeti komplementarne tehnike dijagnostike osteoporoze, te liječenje bolesnika s metaboličkim poremećajima kostiju, poznavati indikacije, dijagnostičke i terapijske postupke kliničkog liječenja MEN sindroma
6. razumjeti dinamičke i statičke scintigrafske procedure za prikaz hiperfunkcijskog paratireoidnog

tkiva i usporedbu uporabe različitih radionuklida i radiofarmaka ( $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ ,  $^{18}\text{F}$ FDG) za prikaz hiperfunkcijskih paratireoideja i osjetljivosti SPECT, PET i PET/CT dijagnostičkih postupaka u detekciji hiperfunkcijskih paratireoidnih žlijezda, ektopičnih paratireoideja, karcinoma paratireoideja, udaljenih metastaza i procjene stupnja proširenosti metastatskog procesa objasniti liječenje i praćenje neuroendokrinih tumora, posebice medularnog karcinoma štitnjače, primjenom radiofarmaka metajodbenzilgvanidina ( $^{131}\text{I}$ -MIBG), scintigrafiju somatostatinskih receptora (SSTR) s  $^{111}\text{In}$ -DTPA-oktreotidom i s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tektrotydom za dijagnosticiranje tumora neuroendokrinog podrijetla

7. poznavati liječenje različitih bolesti radionuklidima i radiofarmacima, ali i drugim farmacima i lijekovima, kao i upotrebu lijekova u nuklearno-medicinskim postupcima prema protokolima određenih procedura
8. povezivati druge raspoložive dijagnostičke metode komplementarne nuklearno-medicinskim postupcima
9. razumjeti mjere zaštite osoblja, bolesnika, posjetitelja i okoliša (kontaminacija) od radioaktivnog zračenja zbog specifičnih postupaka primjene otvorenih izvora ionizirajućeg zračenja, poznavati dozimetriju osoblja i pacijenata, štetne učinke niskih doza radijacije na pojedina tkiva i organe, rizike od pojave genetskih oštećenja induciranih zračenjem, opisati mjere zaštite stanovništva u slučaju većih nuklearnih akcidenata ili terorizma s radioaktivnim tvarima (npr.  $^{210}\text{Po}$ ) i postupke zbrinjavanje lakše ozračenih osoba

#### Sadržaj predmeta

**Radioaktivni obilježivači u biologiji i medicini: odnos morfologije i funkcije.** Nuklearna medicina i njezine posebnosti. Otkriće radioaktivnosti. Proizvodnja umjetnih radioaktivnih elemenata u nuklearnom reaktoru i ciklotronu. Izotopi u medicini. Nuklearna medicina kao *in vivo* aplikacija radioobilježivača. Razvoj nuklearne medicine kao nove medicinske specijalnosti. Primjena otvorenih radionuklida u dijagnostici *in vivo* i *in vitro* i u liječenju. Proizvodnja radioaktivnih obilježenih spojeva (radiofarmaka). Razvoj brojača za mjerenje radioaktivnosti i uređaja za scintigrafiju. Razvoj informatičkih metoda. Ponašanje radioaktivnih tvari u tijelu. Otkriće i Nobelova nagrada Georga von Hevesya. Scintigrami. Istodobnost ispitivanja morfologije i funkcije organa i organskih sustava. Definicija radionuklida i radiofarmaka i mehanizmi biodistribucije u tijelu. Molekularna nuklearna medicina: obilježavanje kompleksnih spojeva, receptora, specifičnih monoklonskih protutijela, prekursora, metabolita i lijekova.

**Scintigrafija: uređaji, gama kamera, SPECT, obrada scintigrama računalom i PET/CT.** Fizičke osnove nuklearne medicine. Osnovni tipovi radioaktivnog raspada ( $\alpha$ -raspad, izobarni i izomerni prijelaz), metastabilno stanje, Interakcija  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  zračenja s materijom. Detekcija radioaktivnosti i efikasnost detektora. Građa gama scintilacijskog brojača. Angerov model: scintilacijski kristali, fotokatoda i fotomultiplikator. Analizator impulsa, brojački sustav i vizualizacija. Kolimator: vrste, uloga i građa. Planarna i jedofotonska emisijska tomografija, jednoglava i dvoglava kamera. Multikristalna gama kamera, SPECT (jednofotonska emisijska kompjutorizirana tomografija) kamera i PET/CT (pozitronska emisijska tomografija/kompjutorizirana tomografija) kamera. Analogna i digitalna slika, rekonstrukcijski algoritmi i analiza digitalnih podataka. Koncept parametrijske slike i funkcionalne analize.

**Radiofarmaci: proizvodnja i pripravnici radionuklida (radiofarmaka). Mehanizmi biodistribucije.** Definicija, podjela i izbor radiofarmaka. Svojstva idealnog radiofarmaka i radionuklida. Kontrola kvalitete radiofarmaka. Putovi primjene radiofarmaka i mehanizmi distribucije. Proizvodnja radionuklida i radionuklidni generator ( $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ): građa i eluiranje. Račun i tablice prinosa. Fizikalna svojstva najčešće korištenih izotopa u nuklearnoj medicini. Radioobilježavanje, standardni

operativni postupci u pripravi radiofarmaka. Sinteza radiofarmaka. Radiofarmaci obilježeni s  $^{99m}\text{Tc}$ . Radiofarmaci obilježeni s  $^{131}\text{I}$ . Radiofarmaci obilježeni s drugim radionuklidima. Kontrola kvalitete eluata i radiofarmaka, kromatografija. Zaštitna oprema, kalibrator doza. Digestor s laminarnim protokom zraka za pripremu radiofarmaka. Nabavne i uporabne dozvole, propisane evidencije, uvjeti za obavljanje djelatnosti i obrazovanje potrebno za rad s otvorenim izvorima ionizirajućeg zračenja. Zbrinjavanje radioaktivnog otpada. Radiofarmaci u nefrourologiji: (MAG3, DTPA, OIH, ECD, DMSA), kardiologiji ( $^{201}\text{Tl}$ , MIBI i tetrofosmin), hepatologiji (IDA derivati i koloidi), pulmologiji (MAA, Technegas, aerosoli i plemeniti plinovi), neurologiji (HMPAO, ECD, IMP i ioflupan), osteologiji (difosfonati), upalnim bolestima ( $^{67}\text{Ga}$ , monoklonska protutijela i leukocitni obilježivači) i onkologiji ( $^{18}\text{F}$ FDG). Svojstva i primjena  $^{131}\text{I}$  i  $^{123}\text{I}$ . PET radionuklidi. Terapijski radionuklidi i radioimunoterapija.

**Dijagnostika i liječenje bolesti štitnjače: mjerenje akumulacije radiojoda, scintigrafija, ultrazvuk, citologija i liječenje radiojodom.** Uređaji za mjerenje akumulacije radiofarmaka: građa, izbor i aplikacija radionuklida i pregled indikacija. Slikovne, radionuklidne dijagnostičke metode: mjesto i uloga  $^{99m}\text{Tc}$  i  $^{131}\text{I}$  scintigrafije i mjerenja akumulacije u dijagnostici i terapiji benignih i malignih bolesti štitnjače. Scintigrafija štitnjače s  $^{131}\text{I}$  i  $^{99m}\text{Tc}$ -pertehnetatom: indikacije, kontraindikacije, akvizicija i dozimetrija. Laboratorijska ispitivanja: FT4, FT3, TSH i TRH. Autoprotutijela i tumorski biljezi. Racionalna dijagnostika bolesti štitnjače i dijagnostički algoritmi. Ultrazvuk štitnjače s ciljanom citološkom punkcijom vođenom ultrazvukom: uređaj i tehnike pregleda. B-prikaz i ehoskopske sonde. Dopplerov efekt i primjena. Osnove analize ultrazvučne slike i prikaz vratnih struktura. Ehografski prikaz normalne štitnjače, difuznih bolesti, čvorastih promjena, i malignih tumora štitnjače. Prikaz povećanih i patološki izmijenjenih limfnih čvorova. Prikaz povećanih paratireoidnih žlijezda. Citodijagnostika. Uloga ultrazvuka u racionalnoj dijagnostici bolesti štitnjače i paratireoidnih žlijezda. Podjela i etiologija hipotireza i nadomjesno hormonsko liječenje. Podjela hipertireoza i najčešći etiološki uzroci. Pregled indikacija i smjernice za izbor liječenja. Farmakološko i radikalno liječenje imunohipertireoze. Radiojodna terapija hipertireoze, toksičnog adenoma i toksične čvoraste guše. Metode izračuna terapijske aktivnosti  $^{131}\text{I}$  kod benignih i malignih bolesti štitnjače. Tehnike aplikacije, standardni operativni postupci u terapiji radionuklidima i uvjeti otpusta s hospitalizacije. Dijagnostika i liječenje subakutnog tireoiditisa. Difuzne i čvoraste netoksične guše i endemska gušavost. Jodiranje soli. Dijagnostički algoritmi evaluacije čvorastih guša i indikacije za radikalni tretman i PH verifikaciju. Principi kirurškog liječenja bolesti štitnjače i opsezi resekcije. Principi zbrinjavanja, dijagnostičke obrade i kirurškog liječenja supurativnog tireoiditisa.

**Imunoanaliza i nonRIA u određivanju koncentracija hormona, protutijela i tumorskih markera štitnjače.** Povijest, koncept i principi radioimunoassay-a. Podjela RIA metoda. Kompetitivna i nekompetitivna RIA s izvedenicama i usporedba s konkurentskim metodama. Izvori varijabilnosti i kontrola kvalitete. Referentni rasponi i interpretacija nalaza. Hormoni štitnjače: biosinteza, serumski transport, razdioba i hipotalamo-hipofizna os. Slobodi i ukupni T4 i T3. Tireoidna protutijela (TPOAt, TRAb, TgAt): epidemiologija, funkcijski, klinički i patološki značaj, uloga u dijagnostici i prognozi bolesti štitnjače. Tumorski biljezi u tireologiji: tireoglobulin, kalcitonin i uloga u praćenju bolesnika. Racionalna uporaba laboratorijskih analiza hormona, protutijela i tumorskih biljega u dijagnostici bolesti štitnjače.

**Nuklearna medicina u kardiologiji i pulmologiji: perfuzijska scintigrafija miokarda, radionuklidna ventrikulografija i detekcija shunta.** Funkcijski aspekti dijagnostike u nuklearnoj kardiologiji s osvrtnom na perfuziju, metabolizam, vijabilnost i kinetiku miokarda. Radiofarmaci u perfuzijskim studijama ( $^{201}\text{Tl}$ -klorid,  $^{99m}\text{Tc}$ -tetrofosmin, MIBI): pripravci, aktivnosti, aplikacija, dozimetrijski aspekti i mehanizmi akumulacije i redistribucije perfuzijskih agensa. Perfuzijski PET agensi: perfuzija i metabolizam miokarda u ishemijskoj bolesti srca i koncept reverzibilnog i ireverzibilnog defekta.

Indikacije za perfuzijsku scintigrafiju miokarda, tehnike izvedbe i oslikavanja, farmakološko i fizičko opterećenje. Akvizicijski protokoli kod perfuzijske scintigrafije miokarda i redistribucija radiofarmaka. Farmakološko testiranje. Planarna, SPECT i gated-SPECT scintigrafija i rekonstrukcije slika. Značaj perfuzijske scintigrafije u dijagnostici ishemijske bolesti srca, prognozi i stratifikaciji rizika prije i nakon revaskularizacije. Osnove analize scintigrama, reverzibilni i ireverzibilni defekt, ishemija, ožiljak i hibernacija. Ispitivanja metabolizma miokarda. Vijabilnost i hibernacija, uloga  $^{201}\text{Tl}$  i  $^{18}\text{F}$ FDG. Radionuklidna ventrikulografija: metode obilježavanja i oslikavanja krvnih prostora, principi funkcionalne analize kinetike ventrikula: analiza ejekcijske frakcije, fazne i amplitudne slike, parametri sistoličke i diastoličke funkcije. Vrste shuntova i izvedba. Analiza plućnih krivulja i segmentalne građe srca. Obilježavanje eritrocita *in-vitro* i *in-vivo* tehnikama. Planarne i tomografske tehnike, gated-EKG. Detekcija shunta tehnikom prvog prolaza. Analiza krivulja LD shunta, prikaz normalnog nalaza. Kvantifikacija DL i LD shunta.

**Perfuzijska i ventilacijska scintigrafija pluća.** Perfuzijska i ventilacijska scintigrafija pluća: indikacije i značaj plućne tromboembolije (PTE). Perfuzijski i ventilacijski radiofarmaci. Interpretacija nalaza, koncept i značaj podudarnih i nepodudarnih ispada. Priprava radiofarmaka, aktivnost i instrumentacija. Usporedba s alternativnim dijagnostičkim tehnikama. Perfuzijska scintigrafija pluća s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA i mikrosferama. Radioaktivni plinovi ( $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{81\text{m}}\text{Kr}$ ) i aerosoli za ventilacijsku scintigrafiju pluća. Generiranje aerosola.  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA i  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Technegas. Mehanizmi distribucije radiofarmaka i depozicije aerosola. Akvizicijski protokoli kod perfuzijske i ventilacijske scintigrafije pluća. Planarna i SPECT scintigrafija. Osnove analize scintigrama, V/P mismatch. PIOPED kriteriji. Karakteristična obilježja PTE i KOPB.

**Nuklearna medicina u gastroenterologiji i hematologiji: scintigrafija jednjaka, Meckelovog divertikula, jetre, slezene, žučnih putova, želuca i krvarenja. Nuklearno-medicinska dijagnostika infekcija/upala.** Scintigrafska snimanja u gastroenterologiji. Scintigrafija jednjaka: radiofarmaci, kliničke indikacije, priprema, postupak snimanja, vizualna analiza i kvantifikacija. Scintigrami normalnog ezofagealnog tranzita, ahalazije i difuznog spazma. Krivulje prolaska aktivnosti kroz jednjak. Scintigrafija gastroezofagealnog refluksa: patološki GER sken u odraslih i GER sken u djece - "mliječni sken". Priprema, radiofarmak, postupak snimanja i analiza. Scintigrafija Meckelovog divertikula: simptomi, kliničke indikacije, radiofarmak, priprema i postupak snimanja i opis nalaza. Problemi kod scintigrafije Meckelovog divertikula s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom. Scintigrafija jetre s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -(S) koloidom: kliničke indikacije i mjesto akumulacije. Normalni scintigrami jetre i "hladna područja". Scintigrafija slezene: mjesto akumulacije, radiofarmaci i kliničke indikacije. Hepatobilijarna scintigrafija ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -IDA): priprema, radiofarmaci, mjesto akumulacije, kliničke indikacije, postupak snimanja. Funkcija hepatocita i bilijarna drenaža. Prikaz normalne eliminacije  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HIDA iz jetrenog parenhima, prikaz djelomične i kongenitalne opstrukcije d. choledochusa, poslije kolecistektomije, kod opstrukcije d. cysticusa, određivanje EF žučnjaka i kod bilijarnog refluksa. Scintigrafija pražnjenja želuca: priprema, radiofarmaci, postupak snimanja, kliničke indikacije, sastav obroka, singl vs. dualna radionuklidna studija, korekcija atenuacije, preklapanja i pokreta i analiza. Scintigrafija gastrointestinalnog krvarenja: najčešće lokalizacije krvarenja iz GI trakta, lokalizacija krvarenja, simptomi, kriteriji patološkog nalaza, radiofarmaci, postupak snimanja i normalan nalaz. Karakteristike radiofarmaka:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -(S) koloid i  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -eritrociti. Prikazi patološkog nalaza u gornjem i donjem dijelu GI trakta. Lažno pozitivno krvarenje. Scintigrafija hemangioma jetre s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -eritrocitima i  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HSA: postupak snimanja, mjesto akumulacije, osjetljivost i specifičnost metode, kliničke indikacije, usporedba scintigrama s nlazima UZV-a i CT-a. Snimanja infekcije/upale: kliničke indikacije, scintigrafija s  $^{67}\text{Ga}$ -citratom, leukocitima obilježenim s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO ili  $^{111}\text{In}$ -oksinom. Monoklonska At obilježena s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertehnetatom i  $^{18}\text{F}$ FDG-PET/CT. Drugi indikatori za detekciju infekcije/upale: liposomi, nanokoloidi, interleukini i radioobilježeni antibiotik

(<sup>99m</sup>Tc-ciprofloksacin).

**Nuklearna medicina u nefrologiji i urologiji.** Radiofarmaci u nefrourologiji. Parcijalne renalne funkcije: perfuzija, protok plazme, GF, endokrine funkcije, klirensi, ERPF i GFR. Farmakokinetika i farmakodinamika tubularnih (<sup>99m</sup>Tc-MAG3, OIH), glomerulskih (<sup>99m</sup>Tc-DTPA) agensa i agensa kortikalne tubularne mase (<sup>99m</sup>Tc-DMSA). Pripravci, aktivnosti i indikacije. Priprema bolesnika, aplikacija i akvizicija. Dinamička diuretska scintigrafija. Renogram, klirensi i intervencije. Osnovni principi renografije: izvedba, vrsta i analiza renografskih krivulja. Statička, dinamička i diuretska scintigrafija bubrega i kliničke indikacije. Dijagnostika renovaskularne hipertenzije i kaptoprilijski test. Racionalna dijagnostika u pedijatrijskoj nefrourologiji, značaj scintigrafije tubula bubrega. Vezikoureteralni refluks. Recidivirajuće infekcije urotrakta dječje dobi. Aktivni i pasivni VUR i stupnjevanje. Direktna i indirektna radionuklidna cistouretrografija: radiofarmaci, izvedba i prikaz nalaza. Perfuzijska scintigrafija transplantiranog bubrega. Akutna tubularna nekroza i odbacivanje transplantata. Perfuzijska scintigrafija testisa. Torzija testisa i akutni epididimoorhitis: karakteristike i interpretacija nalaza.

**Nuklearna medicina u neurologiji: scintigrafija mozga, radionuklidna cisternografija, SPECT i PET/CT mozga.** Radionuklidna ispitivanja mozga: dijagnostika tumora i upala. Statička scintigrafija mozga. Dinamička scintigrafija mozga: radiofarmaci i postupak snimanja. Kliničke indikacije: cerebralna smrt, aneurizma, vaskularne malformacije, metastaze, apsces, tumori, hematomi i infarkt. Reprezentativni lipofilni radiofarmaci u studijama regionalnog cerebralnog protoka (<sup>99m</sup>Tc-HMPAO) i neuroreceptorskim analizama (D2R ligandi). Dijagnostika cerebralne smrti, ekstrapiramidnih poremećaja motorike (DAT). PET/CT radiofarmaci. Pripravci, aktivnosti i instrumentacija. SPECT studije mozga: vijabilnost tumora (<sup>201</sup>Tl-klorid, <sup>99m</sup>Tc-DMSA), upale (<sup>67</sup>Ga-citrat), perfuzija (<sup>99m</sup>Tc-HMPAO), dopaminski i serotonininski receptori (<sup>123</sup>I-jodbenzamin), benzodijazepinski receptori (<sup>123</sup>I-jomazenil) i somatostatinski receptori (<sup>111</sup>In-oktreotid). PET/CT mozga: perfuzija (<sup>15</sup>O-H<sub>2</sub>O), metabolizam (<sup>18</sup>FDG, <sup>11</sup>C-glukoza). Kliničke indikacije. Prikazi normalne perfuzije mozga, kod Epi, Alzheimerove bolesti, depresije, CVI (ishemijski), TIA i shizofrenije. Tumori mozga: primarni (supra i infratentorijalni) i metastaze. Radiofarmaci: <sup>99m</sup>Tc-MIBI (<sup>201</sup>Tl), HMPAO i <sup>18</sup>FDG. Vijabilnost tumora. Komplementarne morfološke slikovne metode (CT i MR). Radionuklidna cisternografija: radiofarmak, hidrocefalus, lokalizacija istjecanja likvora i subarahnoidalne ciste.

**Zaštita od zračenja: osnove dozimetrije, biološki učinci ionizirajućeg zračenja, djelovanje prekomjernog zračenja na organizam i medicinski postupci u slučaju prekomjernog ozračenja.** Izloženost zračenju. Što je ionizirajuće zračenje? Dozimetrija i ALARA-princip. Doze ozračenja i dozimetrijske jedinice: apsorbirana, ekvivalentna i efektivna doza. Utjecaj ekvivalentne doze zračenja na čovjeka. Zbivanja u organizmu nakon ozračivanja (teorija izravnog i neizravnog djelovanja). Dijelovi stanice najosjetljiviji na ionizirajuće zračenje. Ekspozicija, interna i vanjska kontaminacija. Determinante učinaka zračenja. Citogenetička analiza kromosomskih aberacija. Učinci zračenja u biološkoj tvari. Interakcija zračenja s materijom. Tkiva i organi najosjetljiviji na ionizirajuće zračenje. Genetske mutacije i kromosomske aberacije. Čimbenici koji utječu na biološka oštećenja uzrokovana ionizirajućim zračenjem. Učinci malih doza ionizirajućeg zračenja: somatski, genetski, nestohastični, stohastični efekti i hormesis. Djelovanje prekomjernog zračenja na organizam. Lokalne radijacijske ozljede, akutni i kronični radiodermatitis i liječenje. Akutni radijacijski sindrom (ARS): sastavnice, vremenska dinamika, kliničke manifestacije, terapija i prognoza. Kronični učinci zračenja. Dijagnostički i terapijski postupci u slučaju prekomjernog ozračivanja ili kontaminacije. Detektori zračenja, princip rada i primjena. Postupak monitoriranja. Rad s monitorima, kontrola kontaminacije i dekontaminacija površina. Radijacijska zaštita osoblja. Dekontaminacija rane i ozlijeđenih osoba. Principi i metode interne dozimetrije. Procjena doze. Metode biološke dozimetrije. Postupci do

dolaska unesrećenog u bolnicu i postupci u bolnici. Postupci s prekomjerno ozračenim i kontaminiranim osobama u KZZNM. Vrste radijacijskih ozljeda, akutne lokalne ozljede i tretman. Način obrade kombiniranih radijacijskih ozljeda. Organizacija radijacijske zaštite. Psihološki i gospodarski aspekti akcidenta.

**Nuklearna medicina u ispitivanju koštanog sustava i onkologiji: scintigrafija kosti i zglobova i koštane srži.** Osteotropni radiofarmaci, mehanizam bioraspodjele i postupci izvođenja. Radiofarmaci: pripravci difosfonata,  $^{111}\text{In}$ - i  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO obilježeni leukociti, koloidi. Protokoli radioobilježavanja, farmakokinetika i dinamika, instrumentacija i dozimetrija. Troetapna scintigrafija kosti i zglobova. Demonstracija reprezentativnih nalaza: normalan nalaz, primarne i sekundarne neoplazme, osteomijelitis i endoproteze zglobova. Scintigrafija skeleta s  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP, troetapna scintigrafija (rani i dinamički scintigrami), prikazi normalnih i patoloških nalaza. SPECT skeleta. Kliničke indikacije: primarni tumori kosti (benigni i maligni), metastatski tumori kosti, aseptična nekroza (Legg-Perthesova bolest), osteomijelitis ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO,  $^{111}\text{In}$ -leukociti,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -nanokoloid,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - $^{111}\text{In}$ -humani imunoglobulin – HIG,  $^{67}\text{Ga}$ -citrat), frakture (stresne frakture), Pagetova bolest, difuzne metaboličke bolesti skeleta ("superscan"), aseptična nekroza kosti i bolesti zglobova (upalne i neupalne).  $^{18}\text{F}$ FDG-PET/CT kod upala i tumora kosti. Scintigrafija koštane srži, radiofarmaci i kliničke indikacije. Scintigrafija obilježenim protutijelima (imunoscintigrafija) i kliničke indikacije.

**Scintigrafija galijem, obilježenim protutijelima i scintigrafija receptora.** Scintigrafija s  $^{67}\text{Ga}$ -citratom i monoklonskim protutijelima (BW250/183),  $^{67}\text{Ga}$  u dijagnostici vrućice nepoznatog podrijetla, limfoma i sarkoidoze. Scintigrafija receptora u onkologiji, neurologiji i psihijatriji.

**Usporedba nuklearno-medicinskih i drugih slikovnih metoda (okrugli stol).** Usporedba funkcijskih i morforadioloških metoda oslikavanja, kompetitivne alternative, razlike i komplementarnosti. Fuzijske tehnologije u racionalizaciji dijagnostike: SPECT/CT, PET/CT, PET/MR i smjerovi razvoja područja. Racionalna dijagnostika, efikasnost i efektivnost troškova u izboru. Suradnja, obrazovanje, podjela i organizacija rada u fuzijskim tehnikama oslikavanja. Uloga funkcijskih i fuzijskih slikovnih tehnika u individualiziranoj medicini, terapiji i prognozi.

#### Vrste izvođenja nastave

Predavanja, seminari, vježbe

#### Obaveze studenata

Student je obavezan redovito pohađati i aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave. Za uspješnu izvedbu seminara i vježbi potrebna je prethodna priprema studenta proučavanjem odgovarajućeg poglavlja iz udžbenika. Za rad na vježbama i u laboratoriju student mora imati propisanu radnu odjeću (bijeli mantil). Nastava se održava u propisano vrijeme i nije primjereno ulaziti nakon ulaska nastavnika. Na nastavu nije dozvoljeno unošenje jela i pića te nepotrebno ulaženje ili izlaženje tijekom održavanja nastave. Za vrijeme nastave kao i za vrijeme provjera znanja nije dopušteno korištenje mobitela.

#### Praćenje rada studenata (Povezivanost ishoda učenja, nastavnih metoda i ocjenjivanja)

| Nastavna aktivnost     | ECTS | Ishod učenja | Aktivnost studenta                                | Metode procjenjivanja | Ocjenski bodovi |      |
|------------------------|------|--------------|---------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|------|
|                        |      |              |                                                   |                       | Min.            | Max. |
| Pohađanje nastave      | 0,1  | 1-9          | Prisutnost na nastavi                             | Evidencija            | 5               | 10   |
| Praktični rad (vježbe) | 0,1  | 1-9          | Učenje za praktični ispit i prisutnost na nastavi | Izrada zadataka       | 5               | 10   |
| Seminarski rad         | 0,4  | 1-9          | Izrada                                            | Izlaganje             | 10              | 20   |

|               |          |     |                                               |                  |           |            |
|---------------|----------|-----|-----------------------------------------------|------------------|-----------|------------|
|               |          |     | seminarskog rada                              | seminarskog rada |           |            |
| Pismeni ispit | 1        | 1-9 | Kontinuirano učenje tijekom izvođenja nastave | Pismeni ispit    | 20        | 30         |
| Usmeni ispit  | 0,4      | 1-9 | Kontinuirano učenje tijekom izvođenja nastave | Usmeni ispit     | 10        | 30         |
| <b>Ukupno</b> | <b>2</b> |     |                                               |                  | <b>50</b> | <b>100</b> |

#### **Pohađanje nastave:**

Student mora pohađati minimalno 70% svih oblika nastave (predavanja, seminare i vježbe).

Studenta koji je opravdano izostao s više od 30% svakog od oblika nastave nastavnik može uputiti na nadoknadni kolokvij. Nadoknadni kolokvij polaže se kod nastavnika koji je uputio studenta na kolokvij. Uvjet za pristup završnom ispitu je potpis u indeksu kao dokaz urednog pohađanja nastave.

Rad studenata vrednuje se tijekom nastave i na završnom ispitu. Studenti se ocjenjuju brojčano i opisno: nedovoljan (1), dovoljan (2), dobar (3), vrlo dobar (4) i izvrstan (5). Tijekom turnusa student će moći sakupiti maksimalno 100 ocjenskih bodova. Studenti mogu tijekom različitih oblika nastave (Tablica 1.) steći maksimalno 40 bodova. Student treba zadovoljiti na pisanom eseju kako bi mogao pristupiti usmenom dijelu ispita. Konačna ocjena predstavlja zbroj ocjenskih bodova ostvarenih tijekom nastave i na završnom ispitu.

#### **Praktični rad (vježbe):**

Tijekom nastave održat će se 11 kliničkih vježbi na kojima student može skupiti maksimalno 10 ocjenskih bodova. Na svakoj kliničkoj vježbi student može skupiti 0.9 ocjenskih bodova.

Vrednovanje praktičnog rada podrazumijeva odrađenu pojedinu kliničku vježbu za koje se vodi evidencija prisutnosti studenta.

#### **Seminari:**

Tijekom nastave održat će se 7 seminara tijekom kojih student može skupiti maksimalno 20 ocjenskih bodova i to aktivnim sudjelovanjem. Na svakom seminaru student može skupiti 2,8 ocjenskih bodova.

#### **Predavanja:**

Prisustvom na predavanjima student može skupiti maksimalno 10 ocjenskih bodova. Na svakom predavanju student može skupiti 0,8 ocjenskih bodova.

#### **Završni ispit:**

Student koji je pohađao nastavu i ostvario ukupno minimalno 20 ocjenskih bodova iz vježbi, seminara i predavanja, a na pisanom eseju ostvario najmanje 12 ocjenskih bodova ima pravo pristupiti usmenom dijelu završnog ispita.

**Pisani dio** završnog ispita sastavljen je od 20 pitanja s ponuđenih pet odgovora od kojih je samo jedan točan. Minimalni kriterij za stjecanje ocjenskih bodova je 60% točno riješenih pitanja. Bodovi stečeni na pisanom dijelu završnog ispita pretvaraju se u ocjenske bodove prema kriterijima navedenim u Tablici 1. Bodovi ostvareni na završnom ispitu pribrajaju se bodovima ostvarenim tijekom nastave. U slučaju kada student na završnom ispitu u prvom ispitnom terminu ne zadovolji minimalne kriterije, pristupa ponovno završnom ispitu u sljedećem ispitnom terminu, kao i u slučaju da ne zadovolji na usmenom dijelu ispita.

Tablica 1. Vrednovanje pisanog dijela ispita

| Postotak vrednovanja pisanog dijela ispita (%) | Ocjenski bodovi |
|------------------------------------------------|-----------------|
| 65-69,99                                       | 12              |
| 70,00-74,99                                    | 16              |
| 75-79,99                                       | 18              |
| 80-84,99                                       | 20              |
| 85-89,99                                       | 22              |
| 90,00-94,99                                    | 24              |
| 95-100                                         | 30              |

#### Vrednovanje usmenog dijela završnog ispita:

1 – 10 ocjenskih bodova: odgovor zadovoljava minimalne kriterije

11 – 16 ocjenskih bodova: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama

17 – 24 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor s neznatnim pogreškama

25 – 30 ocjenskih bodova: izniman odgovor

Završni ispit je obavezan, a sastoji se od pisanog i usmenog dijela. Tijekom završnog ispita student može dobiti maksimalno 60 ocjenskih bodova, od toga 30 ocjenskih bodova na pisanom dijelu i 30 na usmenom dijelu. Bodovi stečeni na pisanom dijelu pretvaraju se u ocjenske bodove prema kriterijima navedenim u Tablici 1. Bodovi ostvareni na završnom ispitu pribrajaju se bodovima ostvarenim tijekom nastave. U slučaju kada student na završnom ispitu u prvom ispitnom terminu ne zadovolji minimalne kriterije, pristupa ponovno završnom ispitu u sljedećem ispitnom terminu.

#### Oblikovanje završne ocjene

Ocjenskim bodovima ostvarenim tijekom nastave pridružuju se bodovi ostvareni na završnom ispitu. Ocjenjivanje u ECTS sustavu vrši se apsolutnom raspodjelom, odnosno temeljem konačnog postignuća i uspoređuje se s brojčanim sustavom na sljedeći način:

A – izvrstan (5): 80-100 ocjenskih bodova

B – vrlo dobar (4): 70-79 ocjenskih bodova

C – dobar (3): 60-69 ocjenskih bodova

D – dovoljan (2): 50-59 ocjenskih bodova

E – nedovoljan (1): ispod 49 ocjenskih bodova

#### Obavezna literatura (dostupna u knjižnici i putem ostalih medija)

|                                                                                                                                     | Broj primjeraka u knjižnici | Dostupnost preko ostalih medija |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. Dodig D, Kusić Z. Klinička nuklearna medicina. Drugo, obnovljeno i dopunjeno izdanje. Udžbenik. Zagreb, Medicinska naklada 2012. | 10                          |                                 |

#### Dopunska literatura

1. Kusić Z. i sur. Hipertireoza. Zagreb: Medicinska naklada; 2016.
2. Kusić Z. i sur. Hipotireoza. Zagreb: Medicinska naklada; 2014.
3. Dodig D, Huić D, Poropat M, Težak S. Nuklearna medicina u dijagnostici i liječenju bolesti kostiju i zglobova Zagreb: Medicinska naklada; 2009.
4. Solter M. Bolesti štitnjače - klinička tireoidologija. Udžbenik. Zagreb: Medicinska naklada; 2007.
5. Biersack H-J, Grünwald F, editors. Thyroid cancer, 2<sup>nd</sup> ed. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag; 2005.
6. Ell PJ, Gambhir SS, editors. Nuclear medicine in clinical diagnosis and treatment. 3<sup>rd</sup> ed. Edinburgh London New York Oxford Philadelphia San Francisco Sydney: Churchill Livingstone; 2004.

7. Težak S, Ivančević D, Dodig D, Čikeš I. Nuklearna kardiologija i pulmologija. Udžbenik. Zagreb: Medicinska naklada, 2005.
8. Dodig D, Ivančević D, Popović S. Radijacijske ozljede: dijagnostika i liječenje. Zagreb: Medicinska naklada, 2002.

#### **Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija**

Kvaliteta i uspješnost realizacije nastavnog predmeta prati se putem anonimne studentske ankete koja će uključivati procjenu polaznika o kvaliteti raznih oblika nastave na kolegiju i o nastavnicima koju provodi Katedra za nuklearnu medicinu i onkologiju Medicinskog fakulteta Osijek. Također, izlazna znanja pratiti će se kroz uspjeh studenata na kraju kolegija. Tijekom provedbe nastave koristiti će se zapisi o prisutnosti studenata na predavanjima, seminarima i vježbama.

Osim navedenog, kvaliteta nastavnog procesa, također prati se provedbom jedinstvene sveučilišne ankete među studentima za ocjenjivanje nastavnika koju utvrđuje Senat Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

#### **Napomena**

E-učenje ne ulazi u norma sate predmeta, ali se koristi u nastavi i sadrži poveznice na različite stranice, video i audio materijale dostupne na mrežnim stranicama.