

Medicinski fakultet u Rijeci

**IZVEDBENI NASTAVNI PLAN  
2021/2022**

Za kolegij

**Zaštita osoba i okoliša pri radu s radionuklidima u  
medicini**

Studij:	<b>Medicina (R)</b> (izborni) Sveučilišni integrirani prijediplomski i diplomski studij
Katedra:	<b>Katedra za nuklearnu medicinu</b>
Nositelj kolegija:	<b>izv. prof. dr. sc. Bogović Crnčić Tatjana, dr. med.</b>
Godina studija:	<b>3</b>
ECTS:	<b>1.50</b>
Stimulativni ECTS:	<b>0.00 (0.00%)</b>
Strani jezik:	<b>Ne</b>

## Podaci o kolegiju:

Ciljevi:

Ciljevi i zadaci kolegija su upoznavanje sa fizikalnim osnovama ionizirajućeg zračenja kod otvorenih izvora zračenja odnosno radionuklida, njihovim djelovanjem na čovjeka i okoliš, te zakonskim propisima o zaštiti od zračenja. Za buduće liječnike opće medicine naglasak je na postupcima detekcije i zaštite od ionizacijskog zračenja bolesnika, djelatnika u nuklearnoj medicini kao i zaštitu okoliša. Pri tome se detaljnije objašnjava i demonstrira koje se mjere zaštite moraju provoditi za osoblje, pacijente i okoliš, te kako je provodi zbrinjavanje tekućeg i krutog radioaktivnog otpada. Upoznaje se zakonska regulativa .

OČEKIVANI ISHODI učenja za predmet:

1. U sklopu razvijanja općih kompetencija potrebno je usvojiti znanja o ionizirajućem zračenju radionuklida – otvorenih izvora zračenja, koji se koriste u dijagnostici i terapiji u nuklearnoj medicini, temeljem kojih će se shvatiti i procijeniti rizik koji postoji pri primjeni uobičajenih dijagnostičkih i terapijskih postupaka.
2. Treba razumjeti pojmove apsorbirane, ekvivalentne i efektivne doze zračenja koji služe za procjenu tog rizika.
3. Na ovom kolegiju trebaju se steći znanja o postupcima zaštite od zračenja, koja će omogućiti profesionalno djelovanje u ovom području.

S obzirom da zakonom nije dozvoljeno da u području izloženosti ionizirajućem zračenju rade osobe koje nemaju posebnu edukaciju i licencu za rad, studentima nije dozvoljeno neposredno rukovati otvorenim izvorima. Stoga se u svrhu stjecanja specifičnih kompetencija dio praktičnih vještina i postupaka demonstrira od strane profesionalnog osoblja, tako da studenti stječu praktična znanja detekcije ionizirajućeg zračenja odgovarajućim instrumentima odnosno detektorima.

## SADRŽAJ PREDMETA

Osnove nuklearne fizike. Pojam radionuklida (RN) i ionizirajućeg zračenja. Radioaktivni raspadi. Prirodni i umjetni radionuklidi. Izvori ionizirajućeg zračenja. Međudjelovanje zračenja i materije. Proizvodnja RN za primjenu u medicini. Mo-Tc generator. Atenuacija zračenja. Fizikalne osnove zaštite od zračenja. Osnove dozimetrije, jedinice mjerenja. D, H, E doze. Biološki učinci zračenja na žive organizme (stohastički i nestohastički). Biodistribucija i biološko izlučivanje RN (99mTc, 131I) u kliničkoj primjeni. "Vrući laboratorij". Postupci čuvanja RN za in vivo ispitivanja. Postupci zaštite pri manipulaciji. Načini aplikacije RN kod in vivo dijagnostičkih i terapijskih postupaka. Kontaminacija i dekontaminacija. Detektori zračenja. Osobna dozimetrija. Odsjek za primjenu radiojodne terapije-sobe. Zdravstveni nadzor. Zaštita od zračenja i kontaminacije osoblja i opće populacije-zakonski propisi. Dozvoljene granice efektivnih doza („Basic safety standards“). Radioaktivni otpad, zaštita okoliša. Zaštita od zračenja bolesnika, regulacija rada u nuklearnoj medicini - mjere zaštite. Primjeri efektivnih doza. Nacionalni zakonski propisi.

## Popis obvezne ispitne literature:

Dražen Huić, Damir Dodig i Zvonko Kusić : «Klinička nuklearna medicina», Medicinska naklada, Zagreb, 2023., treće, obnovljeno i dopunjeno izdanje

Neva Giroto i Tatjana Bogović Crnić: "Nuklearna medicina za studente preddiplomskih studija", Izdavači: Medicinski fakultet i Fakultet zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, 2022.

## Popis dopunske literature:

1. Stipan Janković i Davor Eterović: «Fizikalne osnove i klinički aspekti medicinske dijagnostike», Medicinska naklada, Zagreb, 2002.
2. „Otvoreni radioaktivni izvori u nuklearnoj medicini-“OTV“ skripta, veljača 2019.
3. Pravilnik o granicama ozračenja, preporučenom doznom ograničenju i procjenjivanju osobnog ozračenja ([NN 38/18](#))
4. Pravilnik o uvjetima i mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja za obavljanje djelatnosti s izvorima ionizirajućeg zračenja ([NN 53/18](#))
5. Damir Dodig, Darko Ivančević i Slavko Popović: «Radijacijske ozljede – dijagnostika i liječenje», Medicinska naklada, Zagreb, 2002

## Nastavni plan:

### Predavanja popis (s naslovima i pojašnjenjem):

#### **Osnove nuklearne fizike. Pojam radionuklida (RN) i ionizirajućeg zračenja. Prirodni i umjetni radionuklidi. Radioaktivni raspad. Gama zračenje.**

Razumjeti osnove nuklearne fizike i pojam radionuklida. Objasniti radioaktivni raspad i gama zračenje.

#### **Međudjelovanje zračenja i materije. Atenuacija zračenja. Fizikalne osnove zaštite od zračenja.**

Opisati međudjelovanje zračenja i materije. Objasniti pojam atenuacije zračenja i fizikalne osnove zaštite od zračenja.

#### **Pojam ionizirajućeg zračenja. Pojam dozimetrije, jedinice mjerenja; D, H, E doze. Tri grupe za zaštitu. (Basic safety standards, BSS) Dozvoljene granice efektivnih doza.**

Objasniti pojam ionizirajućeg zračenja i dozimetrije. Razumjeti D, H, E doze. Upoznati "Basic safety standards", BSS. Razumjeti pojam dozvoljene granice efektivnih doza.

#### **Posljedice izlaganja ionizirajućem zračenju. Zaštita bolesnika od prekomjernog zračenja.**

Opisati posljedice izlaganja ionizirajućem zračenju te mjere zaštite bolesnika od prekomjernog zračenja.

#### **Hibridna slikovna dijagnostika (SPECT/CT, PET/CT)**

Objasniti i razumjeti pojam hibridne slikovne dijagnostike. Razumjeti ulogu.

#### **Primjena principa zaštite (BSS)**

Opisati glavne principe zaštite od ionizirajućeg zračenja.

#### **Biološki učinci zračenja na žive organizme (stohastički i nestohastički).**

Opisati biološke učinke zračenja na žive organizme. Objasniti pojmove stohastički i nestohastički učinci.

#### **Dijagnostička i terapijska i primjena radionuklida- 99mTc, I-131. Zaštita okoline i osoba nakon radiojodne terapije.**

Razumjeti ulogu primjene radionuklida-99mTc i I-131 u dijagnostici i liječenju bolesti štitnjače. Opisati mjere zaštite osoba i okoline nakon radiojodne terapije.

### Seminari popis (s naslovima i pojašnjenjem):

#### **Pojam radioaktivnosti. Vrste radioaktivnog raspada. Međudjelovanje elektromagnetnog zračenja i materije. Osnovne jedinice i veličine.**

Objasniti pojam ionizirajućeg zračenja. Ukratko opisati vrste radioaktivnih raspada te objasniti značenje vremena poluraspada. Objasniti međudjelovanje ionizirajućeg zračenja i tkiva te osnovne jedinice i veličine.

#### **Djelovanje prekomjernog ozračenja na organizam;**

Opisati i objasniti djelovanje i učinke prekomjernog zračenja na organizam.

#### **Zaštita osoblja od zračenja**

Ukratko opisati osnovne principe i mjere zaštite osoblja od zračenja.

#### **Zaštita od zračenja u PET pretragama**

Ukratko objasniti mjere zaštite od zračenja u PET pretragama tj. u pozitronskoj emisijskoj tomografiji.

#### **Terapijska primjena radiojoda (131I)- benigne bolesti**

Objasniti primjenu I 131 u terapiji dobroćudnih bolesti štitnjače.

#### **Zaštita obitelji pacijenata, restrikcije .**

Ukratko opisati mjere zaštite obitelji radioaktivnih pacijenata.

### **Kontaminacija i dekontaminacija**

Objasniti ukratko mogućnost kontaminacije te opisati mjere dekontaminacije.

### **Zaštita od zračenja osoblja**

Ukratko objasniti i opisati mjere zaštite od ionizirajućeg zračenja za osoblje.

### **Zaštita od zračenja u PET pretragama**

Opisati mjere zaštite od zračenja u PET pretragama.

### **Radioaktivni otpad**

Objasniti pojam radioaktivni otpad i princip rada s istim.

### **Izvod iz dokumenta Euroatom 59/2013**

Objasniti izvod iz dokumenta Euroatom 59/2013.

### **Terapijska primjena radiojoda (I-131)- benigne bolesti**

Objasniti ulogu terapije benignih bolesti štitnjače s radiojodom.

### **Terapijska primjena radiojoda (I-131)- diferencirani karcinom štitnjače**

Objasniti ulogu liječenja diferenciranih karcinoma štitnjače s radiojodom.

## **Vježbe popis (s naslovima i pojašnjenjem):**

### **“Vrući laboratorij”. Skladištenje RN. Mo-Tc generator Detektori zračenja**

Upoznati se sa radom u “vrućem laboratoriju”. Razumjeti princip rada Mo-Tc generatora. Nabrojati detektore zračenja.

### **Mjere zaštite pri manipulaciji s radionuklidima.**

Nabrojati i razumjeti mjere zaštite pri radu s radionuklidima

### **Kontaminacija i dekontaminacija. Mjere zaštite pri radu s radioaktivnim bolesnicima.**

Objasniti pojam kontaminacija, opisati postupak dekontaminacije. Razumjeti mjere zaštite pri radu s radioaktivnim bolesnicima.

### **Osobna dozimetrija.**

Objasniti pojam osobna dozimetrija.

## **Obveze studenata:**

Studenti/studentice su obvezni redovito pohađati i aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave te tijekom svih oblika nastave moraju biti spremni odgovarati na postavljena pitanja. Također se očekuje aktivno sudjelovanje na vježbama. Tijekom vježbi studenti neće rukovati s radioaktivnim materijalom niti pregledavati radioaktivne pacijente, u skladu s zakonskim propisima o zaštiti od zračenja. Na vježbama je obavezno nošenje bijelih kuta (mantila) i maski za lice (ovisno o preporukama).

Tijekom nastave studenti/studentice trebaju pripremiti i prezentirati jedan seminarski rad (prezentaciju), odnosno obraditi jednu zadanu seminarsku temu (S1,2,3,4,5,6,7) u programu Microsoft Power Point (4-7 slajdova) uz OBAVEZNO zaključno mišljenje o zadanoj temi u obliku kratkog sažetka te navedenu literaturu. Seminarski rad se predaje u elektronskom obliku. Seminarski rad će se ocijeniti, odnosno bodovati. Da bi uspješno izradili i prezentirali seminarsku prezentaciju studenti/studentice moraju pročitati/pogledati pripremljene materijale (predavanja priložena na platformama Merlin i MS Teams) te obaveznu literaturu. Priloženi materijali mogu se koristiti za izradu seminara. Studenti trebaju aktivno sudjelovati u raspravi s voditeljem seminara o zadanim temama. Pozitivno ocijenjen seminar je uvjet za pristupanje završnom usmenom ispitu. Ukoliko student ne zadovolji, imati će priliku ponoviti izlaganje seminarskog rada.

U ispitnom roku su studenti/ce dužni prijaviti se na završni usmeni ispit. Detaljan opis obaveza tijekom nastave vidjeti u odlomku „Ispit“.

## Ispit (način polaganja ispita, opis pisanog/usmenog/praktičnog dijela ispita, način bodovanja, kriterij ocjenjivanja):

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem **Pravilniku o studijima Sveučilišta u**, te prema **Pravilniku o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci** (usvojenog na Fakultetskom vijeću Medicinskog fakulteta u Rijeci).

Rad studenta na predmetu vrednuje se i ocjenjuje **tijekom nastave i na završnom ispitu**. Ukupan postotak uspješnosti studenta tijekom nastave čini do 50% ocjene, a na završnom ispitu 50% ocjene. Tijekom nastave vrednuje se:

Seminarski rad	50
Usmeni ispit	50
Ukupno mogućih bodova	100

Od maksimalnih 50 ocjenskih bodova koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student/studentica mora sakupiti minimum od 25 ocjenskih bodova da bi pristupio završnom (usmenom) ispitu. Bodovi se dobivaju uspješno pripremljenim, prezentiranim i predanim seminarskim radom u programu Power Point te sudjelovanjem u raspravi s voditeljem seminara (maksimum 50 bodova). Studenti koji sakupe na seminarskom radu 24 i manje ocjenskih bodova imat će priliku za jedan popravni seminarski rad, te ako uspješno pripreme i predstave novu ili istu zadanu seminarsku temu moći će pristupiti završnom usmenom ispitu koji će se održati u KZNM. Studenti koji sakupe manje od 25 ocjenskih bodova (F ocjenska kategorija) moraju ponovo upisati kolegij.

Uspjeh na završnom usmenom ispitu pretvara se u ocjenske bodove na sljedeći način:

ocjena	ocjenski bodovi
nedovoljan	0-24
dovoljan	25-30
dobar	31- 37
vrlo dobar	38- 44
izvrstan	45-50

Ocjenjivanje u ECTS sustavu vrši se apsolutnom raspodjelom, odnosno na temelju konačnog postignuća:

A - 90 -100% bodova

B - 75 - 89,9%

C - 60 - 74,9%

D -- 50 - 59,9%

F - 0 - 49,9%

Ocjene u ECTS sustavu prevode se u brojčani sustav na sljedeći način:

A = izvrstan (5)

B = vrlo dobar (4)

C = dobar (3)

D = dovoljan (2)

F = nedovoljan (1)

### Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

-

### SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE 2021/2022

Zaštita osoba i okoliša pri radu s radionuklidima u medicini

<b>Predavanja</b> (mjesto i vrijeme / grupa)	<b>Vježbe</b> (mjesto i vrijeme / grupa)	<b>Seminari</b> (mjesto i vrijeme / grupa)
---	---	---

### Popis predavanja, seminara i vježbi:

<b>PREDAVANJA (TEMA)</b>	<b>Broj sati</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
Osnove nuklearne fizike. Pojam radionuklida (RN) i ionizirajućeg zračenja. Prirodni i umjetni radionuklidi. Radioaktivni raspad. Gama zračenje.	1	
Međudjelovanje zračenja i materije. Atenuacija zračenja. Fizikalne osnove zaštite od zračenja.	1	
Pojam ionizirajućeg zračenja. Pojam dozimetrije, jedinice mjerenja; D, H, E doze. Tri grupe za zaštitu. (Basic safety standards, BSS) Dozvoljene granice efektivnih doza.	1	
Posljedice izlaganja ionizirajućem zračenju. Zaštita bolesnika od prekomjernog zračenja.	1	
Hibridna slikovna dijagnostika (SPECT/CT, PET/CT)	1	
Primjena principa zaštite (BSS)	1	
Biološki učinci zračenja na žive organizme (stohastički i nestohastički).	1	
Dijagnostička i terapijska i primjena radionuklida- 99mTc, I-131. Zaštita okoline i osoba nakon radiojodne terapije.	1	

<b>VJEŽBE (TEMA)</b>	<b>Broj sati</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
“Vrući laboratorij”. Skladištenje RN. Mo-Tc generator Detektori zračenja	1	
Mjere zaštite pri manipulaciji s radionuklidima.	1	
Kontaminacija i dekontaminacija. Mjere zaštite pri radu s radioaktivnim bolesnicima.	1	
Osobna dozimetrija.	1	

<b>SEMINARI (TEMA)</b>	<b>Broj sati</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
Pojam radioaktivnosti. Vrste radioaktivnog raspada. Međudjelovanje elektromagnetnog zračenja i materije. Osnovne jedinice i veličine.	1	
Djelovanje prekomjernog ozračenja na organizam;	1	
Zaštita osoblja od zračenja	1	
Zaštita od zračenja u PET pretragama	1	
Terapijska primjena radiojoda (131I)- benigne bolesti	1	
Zaštita obitelji pacijenata, restrikcije .	1	
Kontaminacija i dekontaminacija	1	

Zaštita od zračenja osoblja	1	
Zaštita od zračenja u PET pretragama	1	
Radioaktivni otpad	1	
Izvod iz dokumenta Euroatom 59/2013	1	
Terapijska primjena radiojoda (I-131)- benigne bolesti	1	
Terapijska primjena radiojoda (I-131)- diferencirani karcinom štitnjače	1	

**ISPITNI TERMINI (završni ispit):**

---