



HRVATSKO  
KATOLICKO  
SVEUČILIŠTE  
ZAGREB  
UNIVERSITAS  
STUDIORUM  
CATHOLICA  
CROATICA  
ZAGREBIA

# Detaljni izvedbeni plan

**Akadska godina:**  
2024/2025

**Semestar:**  
Zimski

**Studij:**  
Medicina (R)

**Godina studija:**  
3

## I. OSNOVNI PODACI O KOLEGIJU

**Naziv kolegija:** Nuklearna medicina s medicinskom fizikom

**Status kolegija:** Obvezni **ECTS bodovi:** 4

*Ukupno opterećenje kolegija*

Vrsta nastave	Ukupno sati
---------------	-------------

Predavanje	20
------------	----

Vježba	30
--------	----

Seminar	20
---------	----

**Mjesto i vrijeme održavanja nastave:** HKS - prema objavljenom rasporedu

## II. NASTAVNO OSOBLJE

*Nositelj kolegija*

**Ime i prezime:** Šiško Markoš Ines

**Akademski stupanj/naziv:**

**Kontakt e-mail:**  
[ines.markos@unicath.hr](mailto:ines.markos@unicath.hr)

**Telefon:**

*Suradnici na kolegiju*

**Ime i prezime:** Štefančić Hrvoje

**Akademski stupanj/naziv:**

**Kontakt e-mail:**  
[hrvoje.stefancic@unicath.hr](mailto:hrvoje.stefancic@unicath.hr)

**Telefon:**

**Ime i prezime:** Budanec Mirjana

**Akademski stupanj/naziv:**

**Kontakt e-mail:**  
[mbudanec@kbcsm.hr](mailto:mbudanec@kbcsm.hr)

**Telefon:**

**Ime i prezime:** Blažeković Ivan

**Akademski stupanj/naziv:**

**Kontakt e-mail:**  
[iblazekovic@mef.hr](mailto:iblazekovic@mef.hr)

**Telefon:**

### III. DETALJNI PODACI O KOLEGIJU

#### Opis kolegija

U kolegiju nuklearna medicina i fizika studenti će se upoznati s radom specijalističkog područja nuklearne medicine i upoznati s fizikalnim osnovama nuklearno medicinske i radiološke dijagnostike. Studenti će se upoznati s vrstama radionuklida (RN) obzirom na vrstu radioaktivnog raspada i na svrhu primjene, upoznati najčešće korištene RN (tehnecij-99m, radioizotopi joda, fluor-18, lutecij-177, galij-68). Steći će osnovna znanja iz klasične nuklearne medicine (scintigrafija kostiju, bubrega, slinovnica), nuklearne kardiologije i neurologije, upoznati se s hibridnim metodama (SPECT/CT i PET/CT) i naučiti njihovu primjenu. Također će se upoznati s radionuklidnom terapijom na primjeru štitnjače, prostate i neuroendokrinih tumora.

#### Očekivani ishodi učenja na razini kolegija

- Nakon položenog predmeta studenti će moći:
- usporediti svojstva radionuklida i preporučiti radiofarmake za dijagnostiku i terapiju
  - sintetizirati način proizvodnje generatorskih i ciklotronskih radiofarmaka
  - predvidjeti principe zaštite od zračenja, obzirom na vrstu zraka, pri radu s otvorenim izvorima zračenja;
  - preporučiti postupke zaštite od zračenja u slučaju kontaminacije odnosno neželjenog nuklearnog događaja,
  - usporediti hibridne uređaje koji se upotrebljavaju u nuklearnoj medicini
- 
- preporučiti dijagnostički postupak obzirom na kliničku sliku
  - kreirati dijagnostički i terapijski algoritam za bolesti štitnjače
  - izabrati specifične protokole vezane uz pripremu i snimanje bolesnika
  - vrednovati kliničku primjenu PET/CT-a (onkologija, neurologija),
  - preporučiti interdisciplinarnu suradnju različitih specijalista pri upućivanju i očitavanju dijagnostičkih pretraga

#### Literatura

#### Obavezna

- Šiško Markoš I. i suradnici, Nuklearna medicina, Zagreb, 2024.
- Brnjac-Kraljević J. Struktura materije i dijagnostičke metode. Medicinska naklada, Zagreb 2001. (SMDM)
- Fučkan I. Magnetska rezonancija, Priprema i planiranje pregleda, 2012. (MR)

#### Dopunska

- Dražen Huić, Damir Dodig, Zvonko Kusić Klinička nuklearna medicina. Zagreb, Medicinska naklada (NUK), treće, obnovljeno i dopunjeno izdanje
- Breyer B. Medicinski dijagnostički ultrazvuk, Uvod u fiziku i tehniku, Školska knjiga, Zagreb, 1991
- Zabel H Medical physics. Volume 1: Physical Aspects of Organs and Imaging, Walter de Gruiter, 2017
- Zabel H Medical physics. Volume 2: Radiology, Lasers, Nanoparticles and Prosthetics, Walter de Gruiter, 2017

#### Način ispitivanja i ocjenjivanja

#### Uvjeti ispita

Pravo pristupa završnom ispitu iz kolegija ostvaruje redoviti student kojem je nositelj kolegija ovjerio izvršenje svih propisanih nastavnih obveza iz kolegija sukladno [Pravilniku o studijima i studiranju](#).

<b>Način polaganja ispita</b>	<b>Način stjecanja bodova:</b> Kontinuirana aktivnost u nastavi <b>Brojčana ljestvica ocjenjivanja studentskog rada:</b> izvrstan (5) od 90% do 100%; vrlo dobar (4) od 80 do 89,9%; dobar (3) od 65 do 79,9%; dovoljan (2) od 50 do 64,9%; nedovoljan (1) od 0 do 49,9%
-------------------------------	---

<b>Način ocjenjivanja</b>	Svaki ispit i konačnu ocjenu čine tri dijela: kontinuirano usmeno i pismeno ispitivanja znanja i vještina za vrijeme nastave (20% konačne ocjene), te praktični (30% konačne ocjene) i pismeni ispit (50% konačne ocjene) koji se održavaju na kraju nastave.
---------------------------	---

<b>Detaljan prikaz ocjenjivanja unutar Europskoga sustava za prijenos bodova</b>		
<b>Detaljan prikaz ocjenjivanja unutar Europskoga sustava za prijenos bodova</b>	<b>Vrsta aktivnosti</b>	<b>ECTS bodovi</b>
	Kontinuirano usmeno i pismeno ispitivanja znanja i vještina za vrijeme nastave	0,8
	<b>Ukupno tijekom nastave</b>	
	Praktični dio završnog ispita	1,2
	Pismeni dio završnog ispita	2
	<b>UKUPNO BODOVA (nastava + završni ispit)</b>	<b>4 ECTS</b>

## IV. TJEDNI PLAN NASTAVE

### Seminari

#	Tema
1	Radioaktivni izotopi koji se koriste u nuklearnoj medicini, svojstva i način proizvodnje. Temeljno načelo rada ciklotrona.
2	Djelovanje ionizirajućeg zračenja na biološki organizam. Osnove zaštite od zračenja bolesnika i profesionalnog osoblja. Zakonska regulativa.
3	Temeljno načelo rada rendgenske cijevi i rendgenskog uređaja. Atenuacija fotonskog snopa. Stvaranje slike.
4	Temeljno načelo rada uređaja za snimanje metodom magnetske rezonancije. Vrste pulsnih sekvenci.
5	Temeljno načelo rada ultrazvučnog uređaja. A, B i M način rada ultrazvučnog uređaja. Aksijalna, lateralna i temporalna rezolucija.
6	Benigne i maligne bolesti štitnjače
7	Scintigrafija kostiju, somatostatinskih receptora, dinamičke i statičke akvizicije
8	DaTScan, perfuzijska scintigrafija mozga – kvantifikacija
9	Nuklearna medicina u gastroenterologiji
10	Nuklearna medicina u gastroenterologiji
11	Zaštita pri radu s izvorima zračenja na odjelu nuklearne medicine i u PET/CT odjelu. Nuklearni incident
12	Dijagnostika srčanih i bubrežnih bolesti u nuklearnoj medicini. PET/CT u kardiologiji
13	Dijagnostika upala

### Vježbe

#	Tema
---	------

1	Temeljno načelo rada gama kamere. Temeljno načelo rada PET kamere. Temeljno načelo rada uređaja za detekciju zračenja. Kontrola kvalitete nuklearno - medicinskih uređaja. Rješavanje problemskih zadataka iz područja radioaktivnosti.
2	Temeljno načelo rada kompjuterizirane tomografije (CT). Rekonstrukcija slike. Specifičnosti fluoroskopije. Specifičnosti mamografije. Rješavanje problemskih zadataka iz područja međudjelovanja ionizirajućeg zračenja.
3	Artefakti. Biološki učinci magnetske rezonancije. Zakonska regulativa za elektromagnetska polja.
4	Princip rada Doppler ultrazvučnog uređaja. Artefakti. Biološki učinci ultrazvučnih valova.
5	Scintigrafija štitnjače, paratireoidnih žlijezda , PET/CT paratireoidnih žlijezda (kolin), F-dopa (medularni karcinom), uzv štitnjače/punkcija, MIBG. Karcinom – I-131, FDG Akvizicija nuklearno medicinskih studija
6	Scintigrafija jetre obilježenim eritrocitima, krvarenje iz probavnog trakta, scintigrafija pražnjenja želuca, gastroenterologija
7	SPECT i PET mozga. Hitna stanja u nuklearnoj medicine
8	Statička i dinamička scintigrafija bubrega. Scintigrafija u kardiologiji, perfuzijska scintigrafija miokarda, detekcija srčanog shunta, radionuklidna ventrikulografija, scintigrafija u detekciji srčane amiloidoze.
9	Prepoznavanje pretraga. Upućivanje bolesnika na odjel nuklearne medicine
10	Prepoznavanje pretraga. Upućivanje bolesnika na odjel nuklearne medicine
11	- Prepoznavanje pretraga. Upućivanje bolesnika na odjel nuklearne medicine

#### *Predavanja*

#	Tema
1	- Fizikalne osnove: građa atoma, građa elektronskog omotača, elektromagnetski val, elektromagnetsko zračenje , ionizacija i pobuđenje atoma, međudjelovanje fotonskog zračenja i materije
2	Fizikalne osnove: građa jezgre, izotopi, stabilne i nestabilne jezgre, radioaktivni raspad, vrste radioaktivnog raspada
3	Fizikalne osnove - međudjelovanje nabijenih čestica i materije, međudjelovanje elektrona i materije, nastanak kočnog zračenja, nastanak karakterističnog zračenja, linijski spektar zračenja, kontinuirani spektar zračenja, složeni spektar zračenja
4	Fizikalne osnove: nuklearna magnetska rezonancija
5	Fizikalne osnove: valno gibanje, ultrazvučni valovi
6	Konvencionalna nuklearna medicina. Priprava i korištenje radiofarmaka. Vrste generatora. Princip rada SPECT/CT-a i PET/CT-a
7	Endokrinologija u nuklearnoj medicini (bolesti štitnjače, paratireoidnih žlijezda, nadbubrežnih žlijezda)
8	Scintigrafija kostiju
9	PET/CT u dijagnostici i praćenju onkoloških i hematoloških bolesnika. Planiranje kirurškog zahvata i radioterapije.
10	Nuklearna medicina u neurologiji i psihijatriji
11	Primarni hiperparatireoidizam. Neuroblastomi. Feokromocitomi. MEN sindromi
12	ULTRAZVUK štitnjače i punkcija
13	Nuklearno medicinski postupci u liječenju onkoloških bolesnika. Terapijski postupci korištenjem alfa i beta emitera.
14	Terapija temeljena na analogima somatostatinskih receptorima te PSMA. Radioimunoterapija. Palijativna terapija