

**Tematické okruhy ke státní závěrečné zkoušce (SZZ)**  
**v bakalářském studijním programu**  
**B0914P360010 Radiologická asistence**

Dle čl. 7 odst. 3 Směrnice děkana pro realizaci bakalářských a navazujících magisterských studijních programů na Českém vysokém učení technickém v Praze - Fakultě biomedicínského inženýrství pro daný akademický rok stanovuje děkan na základě návrhu vedoucího katedry zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva níže uvedené tematické okruhy.

Tematické okruhy jsou v souladu s obsahem schválené žádosti Národním akreditačním úřadem pro vysoké školství (NAÚ) o udělení akreditace bakalářskému profesně zaměřenému studijnímu programu Radiologická asistence se standardní dobou studia 3 roky a formou studia prezenční ze dne 27. srpna 2020 pod č. j. NAU-149/2020-8 a dále se souhlasným stanoviskem MZ ČR ze dne 6. dubna 2020 pod č. j. MZDR 1465/2020-4/ONP. Tematické okruhy jsou koncipovány jako nezbytné minimum znalostí, vědomostí a dovedností, které jsou nutné pro úspěšné uplatnění absolventa studijního programu Radiologická asistence.

Státní závěrečná zkouška (SZZ) se skládá z obhajoby bakalářské práce a z teoretické zkoušky státnicových předmětů. SZZ probíhají v termínech podle časového plánu příslušného akademického roku. Studenti v první části SZZ absolvují obhajobu bakalářské práce a po té zkoušku ze státnicových předmětů. Zkouška ze státnicových předmětů je zahájena vylosováním otázky, která se skládá z dílčích otázek (2 otázky z předmětu *Zobrazovací a nezobrazovací diagnostické a terapeutické postupy v radiodiagnostice a v nukleární medicíně*; 1 otázka z předmětu *Ozařovací postupy v radioterapii*; 1 otázka z předmětu *Radiobiologie, radiační ochrana a základy dozimetrie*). Z každého předmětu student získá známku. V průběhu SZZ nejsou vyloučeny ani otázky, které přímo souvisejí s obsahem osnov profilových předmětů. Otázky pokládají členové komise, popř. člen komise určený předsedou komise.

**SZZ v bakalářském studijním programu Radiologická asistence se skládají z:**

- ✓ obhajoby bakalářské práce
- ✓ z teoretické zkoušky předmětů:
  - Zobrazovací a nezobrazovací diagnostické a terapeutické postupy v radiodiagnostice a v nukleární medicíně,
  - Ozařovací postupy v radioterapii,
  - Radiobiologie, radiační ochrana a základy dozimetrie.

---

**Obhajoba bakalářské práce**

Obhajoba bakalářské práce předchází zkoušku ze státnicových předmětů. Student má připravenou prezentaci své bakalářské práce v PowerPointu, která doplní jeho výklad. Po prezentaci jsou přečteny posudky vedoucího práce a oponenta, včetně jejich otázek, na které student odpoví. Celou část obhajoby bakalářské práce pak uzavřou otázky členů komise.

**Teoretická zkouška ze státnicových předmětů – viz tematické okruhy**

**TEMATICKÉ OKRUHY K SZZ Z PŘEDMĚTU *Zobrazovací a nezobrazovací diagnostické a terapeutické postupy v radiodiagnostice a v nukleární medicíně***

1. Možnosti diagnostického zobrazení páteře. Projekce, CT a MR.
2. Možnosti diagnostického zobrazení intrakraniálních struktur – CT a MR.
3. Možnosti diagnostického zobrazení lebky – projekce, včetně kostí skalních, CT.
4. Možnosti diagnostického zobrazení krku a krční páteře. Projekce, CT a MR.
5. Možnosti diagnostického zobrazení orgánů a skeletu dutiny hrudní. Projekce, CT a MR.
6. Možnosti diagnostického zobrazení orgánů dutiny břišní. Projekce, CT a MR.
7. Možnosti diagnostického zobrazení uropoetického systému.

8. Možnosti diagnostického zobrazení tenkého a tlustého střeva.
9. Možnosti diagnostického zobrazení pánve a pánevních orgánů. Projekce, CT a MR.
10. Ultrasonografie – princip vzniku základních typů UZ obrazů, využití při zobrazení různých orgánů a cévního systému.
11. Možnosti diagnostického zobrazení jater a žlučových cest, a portálního řečiště.
12. Nevaskulární intervenční výkony pod CT a UZ kontrolou – přehled, metodika, použité přístroje, instrumentarium.
13. Nevaskulární intervenční výkony pod rtg skiaskopií – přehled, metodika, použité přístroje, instrumentarium.
14. Endovaskulární intervenční výkony na viscerálních tepnách a tepnách končetin.
15. Intervenční výkony na intrakraniálním řečišti.
16. Diagnostické zobrazování pomocí CT – fyzikální principy, radiační ochrana.
17. Možnosti diagnostického zobrazení koronárních tepen. Koronarografie, CT a MR.
18. Možnosti diagnostického zobrazení při diagnóze polytraumatu. Trauma screening, polytrauma protokol.
19. Možnosti diagnostického zobrazení cévního systému – tepenné řečiště.
20. Možnosti diagnostického zobrazení a terapeutických výkonů na žilním řečišti.
21. Asistence při vaskulárních intervenčních výkonech. Instrumentarium, metodika, přístroje
22. Principy digitálního zobrazování, vznik RTG obrazu, možnosti postprocesingového zpracování, archivace a přenos obrazových dat, PACS.
23. Přístrojová technika v radiodiagnostickém zobrazování – fyzikální principy, princip vzniku a zpracování obrazu, analogové zobrazení.
24. Diagnostické zobrazování dlouhých kostí a kloubů. Projekce, CT a MR.
25. Optimalizace radiační ochrany v radiodiagnostice – konvenční radiologie, CT.
26. Optimalizace radiační ochrany v radiodiagnostice – peroperační metody, DSA.
27. Zvláštnosti diagnostického zobrazení pacientů v dětském věku.
28. Diagnostické zobrazení pomocí MR. Princip metody, typy vyšetření.
29. Kontrastní látky používané v radiodiagnostice.
30. Možnosti zobrazení v mamární diagnostice.
31. Pneumologická diagnostika – metody, radiofarmaka, indikace.
32. Perfuzní scintigrafie plic – princip metody, RF, indikace a hodnocení
33. Perfuze myokardu – princip, RF, zátěžové testy, indikace a význam metody.
34. Nukleární neurologie – perfuzní SPECT mozku, neuroreceptorová scintigrafie, statická scintigrafie.
35. Nukleární endokrinologie – vyšetření příštítných tělísek, neuroendokrinních tumorů a štítné žlázy.
36. Dynamická scintigrafie ledvin – princip, radiofarmaka, indikace.
37. Statická scintigrafie ledvin – princip, radiofarmaka, indikace.
38. Metody nukleární nefrologie, funkční a scintigrafické vyšetření.
39. Diagnostika zánětů metodami NM.
40. Scintigrafie skeletu, způsoby provedení, princip třífázové scintigrafie, indikace.
41. Zvláštnosti při vyšetření dětí v NM, odlišnosti v orgánové distribuci RF.
42. Onkologická diagnostika metodami NM (MIBI, MIBG, Octreoscanu, Tektrotyd).
43. Lymfoscintigrafie, detence sentinelových uzlin.
44. Radiojod v diagnostice a léčbě – akumulační test, scintigrafie benigní a maligní štítné žlázy.
45. Vyšetření GIT scintigrafickými metodami, provedení, klinické využití.
46. Terapie otevřenými zářiči v NM, paliativní léčba metastáz, synovektomie.
47. Veličiny a jednotky charakterizující radionuklidy používané v NM – otevřené a uzavřené zdroje IZ, energie IZ a poločasy přeměn nejčastěji používaných radionuklidů v NM, aktivita, kontaminace zdroji IZ.
48. Zdroje radionuklidů pro NM - jaderný reaktor, urychlovače, eluční generátory.
49. Detektory IZ používané v radiační ochraně v NM – scintilační, plynový, filmový, TL a OSL.
50. Detektory IZ používané v zobrazovací technice – detektory pro SPECT (NaI(Tl) a CZT) a PET.
51. Rekonstrukce dat u SPECT a PET.
52. Dozimetrie a specifika radiační ochrany u radionuklidových terapií.
53. Radiofarmaka - definice, lékové formy, požadavky na radiofarmaka.
54. Kategorie pracoviště nukleární medicíny (II. a III.), kontrolované pásmo – pravidla pro pobyt v kontrolovaném pásmu.

55. Možnosti radiační ochrany pracovníků NM – limity ozáření, ochranné pomůcky.

## **TEMATICKÉ OKRUHY K SZZ Z PŘEDMĚTU Ozařovací postupy v radioterapii**

1. Typy poškození DNA v buňce, reparační mechanismy buňky, buněčný cyklus, buněčná smrt. Křivky přežití, LQ model.
2. Terapeutický poměr, Withersovo 5R při frakcionované léčbě, TCP, NTCP. Frakcionační režimy v zevní radioterapii.
3. Absolutní a relativní dozimetrie v radioterapii.
4. Detektory a fantomy pro měření dozimetrických veličin v radioterapii.
5. Postavení radioterapie ve strategii léčby onkologických onemocnění, taktické rozdělení radioterapie.
6. TNM klasifikace nádorových onemocnění, histologický grading, nádorové markery.
7. Definice jednotlivých cílových objemů v radioterapii. Jejich hodnocení v rámci dávkově-objemového histogramu (DVH), hodnocení statistických parametrů DVH.
8. Objemy kritických orgánů (OaR). Rozdělení OaR na základě vztahu dávky záření a velikosti ozářeného objemu. Toleranční dávky OaR, hodnocení statistických parametrů DVH.
9. Lineární urychlovače (princip generace záření, jednotlivé části urychlovače, používané svazky záření, klinické využití).
10. Kobaltový ozařovač (princip generace záření, jednotlivé části ozařovače, klinické využití).
11. Radionuklidy používané v radioterapii (jejich rozdělení a využití v zevní radioterapii a brachyterapii).
12. Terapie elektronovými svazky – princip, charakteristika generovaných svazků plánování, klinické využití, indikace.
13. Terapie rentgenovými ortovoltážními svazky – princip, charakteristika generovaných svazků, plánování, klinické využití, indikace.
14. Terapie megavoltážními fotonovými svazky – princip, charakteristika generovaných svazků plánování, klinické využití, indikace.
15. Protonová terapie – generace protonového svazku, typy urychlovačů, výhody protonového svazku, kolimace svazků, klinické využití, indikace).
16. Zobrazovací systémy pro přípravu a plánování radioterapie – typy systémů, metody a typy zobrazení, princip a generace obrazu, přínos a výhody použití těchto systémů.
17. Plánování zevní radioterapie – náběr anatomických dat pacienta, náběr dozimetrických dat dostupných svazků. Plánovací a verifikační systémy.
18. Dopředné vs. inverzní plánování. Pojmy s nimi spojené (izocentrum, kolimace fotonových a elektronových svazků, izodózy, modifikace průběhu izodóz, optimalizace ozařovacího plánu, dávkově-objemová omezení, dávkově-objemové histogramy).
19. 3D konformní radioterapie – izocentrické a neizocentrické techniky, statické a pohybové techniky, velkoobjemové ozařování.
20. Celotělové ozáření (TBI, TSEI) – nastavení ozáření, příprava a realizace ozáření, příprava stínících bloků. Frakcionační schémata, klinické indikace.
21. Techniky s modulovanou intenzitou svazku (IMRT) – technické módy, možnosti modulace intenzity svazku, realizace ozáření, výhody IMRT technik.
22. Preklinická dozimetrická verifikace – typy verifikací, provedení, používané detektory, vyhodnocení.
23. Obrazem řízená radioterapie (IGRT) – přídavná zařízení ozařovačů pro IGRT, módy zobrazení, detektory, vyhodnocení, využití a přínos.
24. Adaptivní radioterapie – princip, význam, použití v klinické praxi.
25. In vivo dozimetrie – princip, typy, detektory, vyhodnocení, přínos v klinické praxi.
26. Nežádoucí účinky radioterapie – mechanismus vzniku časných a pozdních nežádoucích účinků, klinické projevy radiačního poškození u jednotlivých kritických orgánů.
27. Brachyterapie (BRT) – definice, princip, zdroje záření, rozdělení BRT (dle délky aplikace, dávkového příkonu, umístění zdroje záření). Výhody BRT a její klinické využití.
28. Přístrojové vybavení pracoviště pro BRT aplikace. Princip automatického afterloadingu. Kombinace BRT se zevní radioterapií (výhody, klinické využití).
29. Dozimetrické systémy používané v BRT. 3D brachyterapie – příprava a realizace BRT ozáření. Elektronická BRT.
30. Radioterapie nádorů v oblasti mozku – ozařovací poloha, fixace, plánovací CT vyšetření, stanovení cílových objemů a kritických orgánů, ozařovací techniky, frakcionační režimy, hodnocení kvality

- ozařovacího plánu, verifikační mechanismy v průběhu RT, nežádoucí účinky RT.
31. Radioterapie nádorů v ORL oblasti – ozařovací poloha, fixace, plánovací CT vyšetření, stanovení cílových objemů a kritických orgánů, ozařovací techniky, frakcionační režimy, hodnocení kvality ozařovacího plánu, verifikační mechanismy v průběhu RT, nežádoucí účinky RT.
  32. Radioterapie nádorů v oblasti plic – ozařovací poloha, fixace, plánovací CT vyšetření, stanovení cílových objemů a kritických orgánů, ozařovací techniky, frakcionační režimy, hodnocení kvality ozařovacího plánu, verifikační mechanismy v průběhu RT, nežádoucí účinky RT.
  33. Radioterapie karcinomu prsu – ozařovací poloha, fixace, plánovací CT vyšetření, stanovení cílových objemů a kritických orgánů, ozařovací techniky, frakcionační režimy, hodnocení kvality ozařovacího plánu, verifikační mechanismy v průběhu RT, nežádoucí účinky RT.
  34. Radioterapie urologických nádorů a nádorů mužských pohlavních orgánů – ozařovací poloha, fixace, plánovací CT vyšetření, stanovení cílových objemů a kritických orgánů, ozařovací techniky, frakcionační režimy, hodnocení kvality ozařovacího plánu, verifikační mechanismy v průběhu RT, nežádoucí účinky RT.
  35. Radioterapie gynekologických nádorů – ozařovací poloha, fixace, plánovací CT vyšetření, stanovení cílových objemů a kritických orgánů, ozařovací techniky, frakcionační režimy, hodnocení kvality ozařovacího plánu, verifikační mechanismy v průběhu RT, nežádoucí účinky RT.
  36. Radioterapie nádorů v oblasti GIT – ozařovací poloha, fixace, plánovací CT vyšetření, stanovení cílových objemů a kritických orgánů, ozařovací techniky, frakcionační režimy, hodnocení kvality ozařovacího plánu, verifikační mechanismy v průběhu RT, nežádoucí účinky RT.
  37. Radioterapie sarkomů měkkých tkání a zhoubných nádorů kostí. Radioterapie nádorů kůže a podkoží. Radioterapie nádorů mízní, krvetvorné a příbuzné tkáně.
  38. Stereotaktická radioterapie – princip, specifika, výhody a rizika, klinické využití. Podmínky vybavení pracoviště pro stereotaktické ozařování.
  39. Ozařovací systémy pro stereotaxi – lineární urychlovače, tomoterapie, Cyberknife, Leksellův gama nůž – princip, provedení ozáření, indikace.
  40. Intraoperativní radioterapie (IORT) – princip, ozařovače pro IORT, klinické indikace.
  41. Nenádorová radioterapie (NRT) – princip, ozařovače pro NRT, klinické indikace.
  42. Hypertermie (HT) – princip, systémy pro HT, kombinace RT a HT, výhody aplikace HT, klinické využití kombinace RT a HT, kontraindikace HT.
  43. Radiační ochrana při lékařském ozáření v radioterapii – zabezpečení jakosti zdrojů záření při přípravě a realizaci RT, radiologické standardy, audity.
  44. Stanovení a hodnocení dávek z lékařského ozáření v radioterapii – terapeutické a přídatné dávky. Radiologické události v radioterapii.
  45. Pacienti s implantovanými kardiostimulátory (KS) s indikací k radioterapii – plánování ozáření, určení dávky na KS a určení kategorie rizika, monitorování pacientů v průběhu ozáření.

## **TEMATICKÉ OKRUHY K SZZ Z PŘEDMĚTU Radiobiologie, radiační ochrana a základy dozimetrie**

1. Standardní částicový model – kvarky, leptony.
2. Vlastnosti jader, protonové, nukleonové a neutronové číslo, izotop, izobar, izomer a izoton.
3. Jednotlivé typy radioaktivní přeměny.
4. Přirozená a umělá radioaktivní přeměna, rozpadové řady, jaderné reakce.
5. Zákon radioaktivní přeměny, rychlost radioaktivní přeměny, poločas přeměny a příslušné veličiny a jednotky.
6. Zdroje ionizujícího záření podle platné legislativy a podle jejich původu.
7. Generátory radionuklidů a jejich význam v medicíně.
8. Přímá a nepřímá ionizující záření, jejich interakce s látkou.
9. Interakce elektromagnetického záření s látkou.
10. Ionizace, excitace, srážkové, radiační ztráty, brzdná schopnost a dosah.
11. RTG záření, brzdné a charakteristické záření.
12. Zdroje ionizujícího záření, přírodní a umělé, rentgenka.
13. Veličiny charakterizující zdroje ionizujícího záření a veličiny dozimetrie ionizujícího záření IZ.
14. Veličiny používané v radiační ochraně.

15. Fyzikální jednotky v radioterapii a jejich biologické ekvivalenty.
16. Ionizační komora, proporcionální detektor a GM počítač. Princip detekce pomocí scintilačního detektoru.
17. Detekční metody na stanovení aktivity a emise zdroje.
18. Detekční metody na stanovení dávek.
19. Detektory používané v osobní dozimetrii.
20. Dozimetrie v radioterapii – ionizační dozimetrie, termoluminiscenční dozimetrie, filmová dozimetrie, *in vivo* dozimetrie.
21. Základní mechanizmy biologických účinků ionizujícího záření.
22. Účinky IZ na úrovni buněk, tkání a organismu.
23. Deterministické a stochastické účinky ionizujícího záření na lidský organismus.
24. Radiosenzitivita a radiorezistence tkání k ionizujícímu záření.
25. Akutní nemoc z ozáření, akutní lokální změny, nádorová a nenádorová pozdní poškození, genetické změny po ozáření IZ.
26. Možné expozice ionizujícím zářením a kategorie ozáření osob.
27. Principy a cíle radiační ochrany.
28. Základní obecné limity, základní limity pro radiační pracovníky v radiační ochraně.
29. Odvozené limity pro zevní a vnitřní ozáření v radiační ochraně.
30. Základní principy ochrany před vnějším ionizujícím zářením a vnitřní kontaminací.
31. Referenční úrovně, kontrolované a sledované pásmo.
32. Monitorování radiační situace na pracovištích a metody monitorování osob. Osobní dozimetrie, základní typy osobních dozimetrů.
33. Zásady radiační ochrany na pracovištích s RTG zdroji ionizujícího záření.
34. Zásady radiační ochrany na pracovištích nukleární medicíny.
35. Zásady radiační ochrany na pracovištích radioterapie.
36. Zásady ochrany pacientů v diagnostické a intervenční radiologii.
37. Radiační ochrana pacientů.
38. Radiační ochrana personálu.
39. Zdroje radiační zátěže obyvatelstva.
40. Radiační zátěž z umělých zdrojů (mimo zdravotnictví).
41. Radiační zátěž z umělých zdrojů (zdravotnictví).
42. Radiační zátěž z přírodních zdrojů.
43. Zákon č. 263/2016 Sb., v platném znění, o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
44. Vyhláška č. 422/2016 Sb., v platném znění, o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.
45. Úloha státu při zajišťování radiační ochrany.
46. Radioaktivní odpad a jeho třídění.
47. Radioaktivní odpad ve zdravotnictví.
48. Radioaktivní stopa, radioaktivní spad.
49. Radiační havárie a nehoda.

---

Schváleno RSP Radiologická asistence dne 11. 12. 2023.

V Kladně dne 18. 12. 2023

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA  
děkan fakulty

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.  
vedoucí katedry zdravotnických oborů  
a ochrany obyvatelstva