

Okruhy otázek k atestační zkoušce specializačního vzdělávání v oboru Radiologická fyzika

Klinický radiologický fyzik

Zaměření **Nukleární medicína**

Část I.

1) Radionuklidy a radiofarmaka – fyzikální charakteristiky radionuklidů, výběr radionuklidů pro značení radiofarmak v diagnostické a terapeutické nukleární medicíně, způsoby výroby radionuklidů, radionuklidové generátory, přístroje pro měření aktivity radiofarmak.

2) Interakce rentgenového a gama záření s prostředím – druhy interakce, faktory ovlivňující relativní zastoupení jednotlivých typů interakcí, vztah jednotlivých typů interakce k detekci záření a ke kvalitě obrazu v nukleární medicíně a radiodiagnostice, lineární a hmotnostní součinitel zeslabení a využití jeho znalosti v nukleární medicíně, energetické fyzikální a scintilační spektrum v nukleární medicíně, energetické rozlišení a jeho vliv na kvalitu obrazu, vliv rozptýleného záření na prostorovou rozlišovací schopnost scintilačních kamer.

3) Osobní monitorování a monitorování prostředí v nukleární medicíně – veličiny a jednotky v osobní dozimetrii, druhy osobních dozimetrů, porovnání jejich vlastností, druhy přístrojů pro monitorování prostředí a jejich vlastnosti, monitorování výpustí a radioaktivních odpadů, referenční úrovně, limity.

4) Biologické účinky ionizujícího záření – časová stádia biologického účinku ionizujícího záření, účinek ionizujícího záření na různých úrovních organismu, přímý a nepřímý účinek ionizujícího záření, křivky přežití a faktory ovlivňující jejich průběh, radiosenzitivita buněk a možnosti jejího ovlivnění, reparační procesy a jejich využití, stochastické a deterministické účinky, radiační riziko a jeho závislost na věku a pohlaví.

5) Zobrazování pomocí CT, MRI – principy metod, výhody a nevýhody jednotlivých metod při vzájemném porovnání, fyzikální omezení jednotlivých metod, porovnání se zobrazením v nukleární medicíně, radiační zátěž pacientů z CT zobrazování, možnosti jejího snižování v nukleární medicíně.

Část II.

1) Kontrola a kalibrace zobrazovací techniky – rozsahy testů prováděných na planárních a SPECT kamerách, PET, tolerance, nápravná opatření, zkoušky provozní stálosti CT přístrojů, měřené parametry, tolerance, nápravná opatření, zkoušky dlouhodobé stability CT přístrojů, měřené parametry, tolerance, nápravná opatření, vliv neshod na radiační zátěž pacienta a kvalitu obrazu.

2) Radiační ochrana v nukleární medicíně – radiační ochrana pacientů (zdůvodnění, optimalizace), volba aplikované aktivity, možnosti snižování radiační zátěže pacientů, diagnostické referenční úrovně, optimalizace, radiační ochrana plodu, kojenců, vliv radionuklidů a radiofarmak na radiační zátěž, radiační ochrana pracovníků (čas, vzdálenost, stínění, kontaminace), stínící materiály, výpočty tloušťek stínících vrstev, organizační opatření (včetně uspořádání pracoviště).

3) Radioterapie pomocí otevřených zářičů – interakce nabitých částic s prostředím, volba radionuklidu a radiofarmaka, nejčastěji používané radionuklidy a jejich fyzikální charakteristiky, radiační ochrana při radioterapii otevřenými zářiči, LQ model, metoda MIRD.

4) Detekční přístroje v nukleární medicíně – měřič aplikované aktivity, spektrometrické aparatury, přístroje pro ochrannou dozimetrii, používané detektory a jejich vlastnosti vzhledem k účelu použití v nukleární medicíně, detekční parametry, pozadí, citlivost, objemová závislost, časové rozlišení, energetické rozlišení, kontrola kvality, kalibrace, navazování.

5) Scintilační kamery – planární a SPECT – konstrukce a princip funkce kamer Angerova typu, Comptonova kamera, multipinhole kamery, polovodičové kamery, vlastnosti jednotlivých typů, fyzikální a technické parametry kamer Angerova typu – energetická rozlišovací schopnost, prostorové rozlišení, časové rozlišení, detekční účinnost, homogenita, kolimátory, parametry kamer v tomografickém režimu, výhody a nevýhody planárního a omografického režimu.

6) Hybridní zobrazovací systémy v nukleární medicíně – konstrukce systémů, technické základy, účel použití, korekce na zeslabení (rozdíl mezi SPECT a PET), korekce s použitím radionuklidových zdrojů, korekce s použitím rentgenových zdrojů, kontrola kvality hybridních systémů, radiační ochrana při použití hybridních systémů, fúze obrazů.

7) PET, PET/CT – konstrukce a princip funkce, koincidenční události, faktory ovlivňující prostorové rozlišení systému, křížová kalibrace a její význam, stanovování SUV a možnosti ovlivnění měřených hodnot SUV, fyzikální a technické parametry, PET/MRI technická řešení, výhody a nevýhody v porovnání s PET/CT.

8) Rekonstrukce tomografických dat v nukleární medicíně – projekce, sinogram, šum, filtrovaná zpětná projekce, filtrace obrazů, iterativní rekonstrukce MLEM, OSEM a jejich varianty, vliv velikosti pixelu, počtu projekcí, korekce tomografických obrazů na zeslabení, rozptyl, efekt částečného objemu, point spread function, time of flight, možnosti a omezení jednotlivých metod, řešení používaná v komerčních systémech.

9) Odhady radiační zátěže pacientů – radiační zátěž z NM části vyšetření, veličiny používané pro odhad radiační zátěže, použití metodiky MIRD, kumulovaná aktivita, biologický a efektivní poločas, zdrojové a terčové orgány, S konstanta, CT část vyšetření, zaznamenávané parametry důležité pro odhad, možnosti výpočtu, normalizované hodnoty efektivní dávky vs. konverzní koeficienty, odhad radiační zátěže v rutinní praxi.

10) Matematicko-fyzikální zpracování obrazu – fourierovská fázová analýza (obrazy fáze a amplitudy), registrace obrazů, filtrace obrazů a její vliv na kvalitu zobrazení (RAMP filtr, low-pass filtry, pásmové fokusační filtry), modulační přenosová funkce, Nyquistova frekvence, segmentace obrazů a její použití v nukleární medicíně, principy gatingu (EKG, respiratory).

11) Kvalita obrazu - základní aspekty kvality obrazu, prostorové rozlišení (kvantitativní a vizuální hodnocení), kontrast objektů a obrazu, efekt částečného objemu, poměr signálu a šumu, detekční účinnost, křivka kontrast-detail), fyzikální měření kvality obrazu (fantomové studie), rozdíly v kvalitě obrazu planárních, SPECT, PET obrazů, optimalizace akvizičních parametrů vzhledem ke kvalitě obrazu, artefakty obrazu.

Zaměření **Radiodiagnostika**

Část I.

1) Konstrukce rentgenového zařízení – popis a charakteristiky rentgenky, typy generátorů, geometrie zobrazování, vymezení svazku záření, receptory rentgenového obrazu (analogové, digitální), ostatní komponenty rentgenového zařízení, obsluha rentgenového zařízení.

2) Vznik rentgenového záření - brzdné a charakteristické záření, spektrum rentgenky, parametry charakterizující spektrum, vliv parametrů na tvar spektra, kvalitativní rozdíly spekter pro různé zobrazovací metody.

3) Interakční procesy v tkáni, vznik rentgenového obrazu - typy interakcí, závislost jejich zastoupení na energii záření a složení zobrazované látky, význam pro vznik rentgenového obrazu, vytvoření rentgenového obrazu, kontrastní látky, rozptýlené záření, metody potlačení rozptýleného záření.

4) Biologické účinky ionizujícího záření – časová stádia biologického účinku ionizujícího záření, účinek ionizujícího záření na různých úrovních organismu, přímý a nepřímý účinek ionizujícího záření, křivky přežití a faktory ovlivňující jejich průběh, radiosenzitivita buněk a možnosti jejího ovlivnění, reparační procesy a jejich využití, stochastické a deterministické účinky, radiační riziko a jeho závislost na věku a pohlaví.

5) Magnetická rezonance - princip metody (kvantování magnetického momentu, precese jader, rezonance), vývoj přístrojů pro zobrazení magnetickou rezonancí, příčná a podélná relaxace, zobrazovací sekvence, fyzikální omezení, hranice použitelnosti metody, výhody a nevýhody v porovnání s metodami využívajícími ionizující záření.

6) Ultrazvuk - princip metody (charakter zvukových vln, šíření prostředím, akustický index), vývoj přístrojů pro zobrazení ultrazvukem, využití metody pro dvojrozměrné zobrazení, hranice použitelnosti, omezení (rozlišení, útlum, nežádoucí účinky), využití Dopplerova jevu, porovnání s metodami využívajícími ionizující záření.

Část II.

1) Rentgenový obraz – akviziční protokoly, pre- a postprocessing digitálního obrazu, principy rekonstrukce obrazu, požadavky pro úpravu a čtení snímků v různých klinických aplikacích, testování obrazových displejů, archivace a sdílení obrazové dokumentace (PACS), DICOM standard, počítačově asistovaná diagnóza (CAD).

2) Kvalita obrazu - základní aspekty kvality obrazu (prostorové rozlišení a kontrast, poměr kontrast/šum, point spread function, modulační přenosová funkce, kvantová detekční účinnost, křivka kontrast-detail), fyzikální měření kvality obrazu, subjektivní hodnocení kvality obrazu, rozdíly v kvalitě obrazu pro různá rentgenová zařízení, optimalizace klinických protokolů, artefakty obrazu.

3) Skiografie - popis zobrazovacího řetězce, typy skiagrafických zařízení (dle klinického využití), detektory pro skiografii, operační mody, parametry vyšetření (napětí rentgenky, filtrace, proud rentgenky, expoziční čas, AEC, kolimace svazku), pre- a post-processing digitálního obrazu.

4) Mamografie – popis zobrazovacího řetězce, detektory pro mamografii, operační mody, parametry vyšetření (napětí rentgenky, filtrace, proud rentgenky, expoziční čas, AEC, kolimace svazku, zvětšení, typy projekcí), pre- a post-processing digitálního obrazu, tomosyntéza, stereotaktická biopsie.

5) Skiaskopie – popis zobrazovacího řetězce, typy skiaskopických zařízení (dle klinického použití – diagnostická skiaskopie, skiaskopicky vedené intervence, pojízdne skiaskopické přístroje, biplanární systémy), detektory pro skiaskopii, operační mody (kontinuální a pulzní skiaskopie, ABC, skiaskopie s vysokým dávkovým příkonem, digital spot, DSA, zachování posledního obrazu), parametry vyšetření (napětí rentgenky, filtrace, proud rentgenky, expoziční čas, kolimace, zvětšení), pre- a post-processing digitálního obrazu, dávka na kůži.

6) Výpočetní tomografie – popis zobrazovacího řetězce, typy CT zařízení dle klinického využití (diagnostické CT, CT pro terapeutické plánování, cone beam CT), detektory pro CT zařízení, základní principy rekonstrukce (filtrovaná zpětná projekce, iterativní rekonstrukce, korekce tvrdnutí svazku, potlačení šumu), operační mody (axiální, helikální, volumetrický, dynamický, s kontrastem, synchronizace s EKG nebo dýcháním, perfúze), parametry vyšetření (napětí rentgenky, proud rentgenky, doba rotace, modulace proudu rentgenky, bowtie filter, zobrazovaná oblast, tloušťka řezu, kolimace svazku), CT intervence, hybridní systémy.

7) Osobní monitorování a monitorování prostředí v radiodiagnostice - veličiny a jednotky v osobní dozimetrii, druhy osobních dozimetrů, porovnání jejich vlastností, monitorování prostředí, měření rozptýleného záření, důkaz optimalizace radiační ochrany, referenční úrovně, limity.

8) Detektory ionizujícího záření používané v radiodiagnostice – válcová a planparalelní ionizační komora, CT komora, KAP komora, polovodičové dozimetry, TLD, OSL, MOSFET, filmová dozimetrie, energetická závislost dozimetrů a jejich měřící rozsah, kalibrace dozimetrů.

9) Odhad radiační zátěže pacientů – veličiny používané pro odhad radiační zátěže pacientů, data pro konverzní koeficienty (Monte Carlo výpočty, měření na fantomech), výpočty orgánových dávek a dávek v tkáni, metody stanovení efektivní dávky (Monte Carlo výpočty a semiempirické vztahy).

10) Radiační ochrana v radiodiagnostice a intervenční radiologii - radiační ochrana pacientů (zdůvodnění, optimalizace), možnosti snižování radiační zátěže pacientů, diagnostické referenční úrovně, optimalizace, radiační ochrana plodu, radiační ochrana pracovníků (čas, vzdálenost, stínění), stínící materiály, výpočty stínění, organizační opatření na pracovišti, související národní a mezinárodní doporučení a legislativa.

11) Zabezpečení jakosti v radiodiagnostice a intervenční radiologii – legislativní požadavky, související národní a mezinárodní doporučení, přehled požadované dokumentace, řízení jakosti, PZ, ZDS, ZPS (rozsahy testů, tolerance, nápravná opatření), radiologické standardy, klinické audity.

Zaměření Radioterapie

Část I.

1) Interakce ionizujícího záření s prostředím – druhy ionizujícího záření, druhy interakcí, základní veličiny dozimetrie, faktory ovlivňující relativní zastoupení jednotlivých typů interakcí, vliv jednotlivých typů interakcí na kvalitu svazků v radioterapii, vliv jednotlivých interakcí na stínění pracoviště, vliv jednotlivých interakcí na kvalitu obrazu u portálových zobrazovacích systémů (kV i MV systémy) používaných v radioterapii.

2) Radiační ochrana - cíle a metody RO, osobní monitorování a monitorování prostředí v radioterapii – veličiny a jednotky v osobní dozimetrii, druhy osobních dozimetrů, porovnání jejich vlastností, druhy přístrojů pro monitorování prostředí a jejich vlastnosti, referenční úrovně, limity, lékařské ozáření, princip zdůvodnění a optimalizace (ALARA) v radioterapii, radiační ochrana pacienta (neúčinné/průvodní dávky) ,mimořádné události, radiologické události, základní legislativa v oblasti.

3) Biologické účinky ionizujícího záření – základní veličiny (ekvivalentní dávka, efektivní dávka, dávkový ekvivalent, osobní dávkový ekvivalent, vstupní povrchová dávka), časová stádia biologického účinku ionizujícího záření, účinek ionizujícího záření na různých úrovních organismu, přímý a nepřímý účinek ionizujícího záření, křivky přežití a faktory ovlivňující jejich průběh, kyslíkový jev, radiosenzitivita buněk a možnosti jejího ovlivnění, reparační procesy a jejich využití, stochastické a deterministické účinky, radiační riziko a jeho závislost na věku a pohlaví.

4) Radiobiologie v radioterapii – přímý a nepřímý účinek IZ, křivky přežití buněk, radiosenzitivita v různých fázích buněčného cyklu, vztah dávky a účinku v radioterapii, matematické modely pro stanovení biologicky ekvivalentní dávky, LET, RBE, terapeutický poměr, význam frakcionace léčby.

5) Zobrazovací metody v radioterapii a zpracování obrazu – principy jednotlivých zobrazovacích metod (simulátor, CT, PET-CT, MRI, ultrazvuk, kV rtg, CBCT), výhody a nevýhody jednotlivých metod pro radioterapii, fyzikální omezení jednotlivých metod, radiační zátěž pacientů z jednotlivých metod zobrazování, možnosti jejího snižování, metody zpracování obrazu pro radioterapii, integrace dokumentace na RT pracovištích.

Část II.

1) Jakost a bezpečnost radioterapie – tvorba léčebných standardů, pracovních postupů, systém zkoušek zdrojů IZ (včetně kV rtg), rozsahy zkoušek provozní stálosti na jednotlivých typech ozařovačů, měřené parametry, tolerance, nápravná opatření, zkoušky dlouhodobé stability na jednotlivých typech ozařovačů, měřené parametry, tolerance, nápravná opatření, vliv neshod na radiační zátěž kritických orgánů a celkovou dodanou dávku do cílového objemu pacienta, uvažované mimořádné události v radioterapii, radiologické události a jejich prevence, metody analýzy neshod a nehod, proces neustálého zlepšování jakosti, nejistoty v radioterapii.

2) Radioterapie externími svazky – radioterapie externími svazky (gama, X a elektronové), typy ozařovačů a jejich princip, 3D-konformní radioterapie, metoda IMRT, IGRT v radioterapii, rotační IMRT terapie, fixace pacientů při RT externími svazky, kolimace a modelace svazků, zobrazovací systémy na ozařovačích (EPID, kV/MV snímky, kV/MV CBCT), kombinace brachyterapie a externí radioterapie.

3) Brachyterapie – brachyterapeutické ozařovače a jejich princip, typy zdrojů, HDR a LDR brachyterapie, zobrazení v brachyterapii – lokalizace zavedených zářičů, plánování brachyterapie, speciální techniky brachyterapie (např. oční aplikátory, permanentní zrna apod.), dozimetrické metody v brachyterapii, kombinace brachyterapie a externí radioterapie.

4) Detektory v radioterapii – typy detektorů používaných v radioterapii a principy jejich funkce, (ionizační komory, polovodičové detektory, scintilační detektory, TLD, in-vivo dozimetrie, EPID a další matice detektorů, gelové dozimetry, filmová dozimetrie, limity těchto detektorů, kalibrace detektorů, dozimetrický řetězec.

5) Speciální ozařovací techniky radioterapie – stereotaktické ozařování, typy ozařovačů pro stereotaktické ozařování (gama nůž, stereotaktický lineární urychlovač, cyberknife), tomoterapie, TBI, HBI včetně fyzikálního principu a dozimetrického zajištění, hypertermie v léčbě nádorů.

6) Hadronová radioterapie – typy ozařovačů pro hadronovou terapii a jejich princip, pasivní a aktivní vytvoření pole, IMPT, srovnání s fotonovými svazky, LET, RBE, OER pro hadronovou terapii, zajištění QA pro hadronovou terapii.

7) Stanovení absorbované dávky v radioterapii – princip stanovení absorbované dávky, stanovení absorbované dávky ve vysokoenergetických fotonových a elektronových svazcích, rentgenových svazcích, v hadronových svazcích, stanovení dávky v brachyterapii.

8) Klinická dozimetrie v radioterapii – dozimetrické vybavení radioterapeutického pracoviště, standardizace v klinické dozimetrii, kalibrace detektorů, dozimetrický řetězec, relativní dozimetrie, měření dozimetrických parametrů jednotlivých typů ozařovačů, dozimetrická verifikace ozařovacího plánu, in vivo dozimetrie, průvodní dávky v radioterapii a jejich optimalizace.

9) Dozimetrie malých polí – úskalí a možné chyby spojené s dozimetrií malých polí, detektory vhodné pro dozimetrii malých polí, stanovení tolerancí, polostín radiačního pole malých polí, nový formalismus pro stanovení absorbované dávky malých a nestandardních polí.

10) Verifikace radioterapie – verifikace zdrojových dozimetrických dat, dozimetrické ověření 3D-konformního plánu, dozimetrické ověření IMRT plánu, záznamové a verifikační systémy, dozimetrické ověření speciálních technik radioterapie, optimalizace nastavení polohy pacienta a zacílení cílového objemu (IGRT), verifikace dýchacích pohybů pacienta (respiratory gating), standardy - protokoly nastavení polohy pacienta na kostěné struktury, měkké tkáně, fantomy v RT.

11) Plánovací systémy v radioterapii - jednotlivé výpočetní algoritmy, jejich klady a zápory, 3D – konformní plánování pro jednotlivé oblasti, izodozní křivky a jejich modelování, způsoby normalizace, vliv nehomogenit na distribuci dávky, inverzní plánování, optimalizace IMRT plánu, přenos dat mezi jednotlivými systémy, vstupní obrazové informace pro plánování RT, terapeutické hodnocení plánu a DVH histogramy, cílové objemy a lemy, QA plánovacích systémů (zkoušky).

Doporučená literatura

Zaměření na nukleární medicínu

1. ATTIX, Frank Herbert. *Introduction to radiological physics and radiation dosimetry*. New York : Wiley, 1986. 607 s. ISBN 0471011460.
2. DENDY, P. P.; HEATON, B. *Physics for diagnostic radiology*. Bristol Philadelphia : Institute of Physics Pub, 1999. 446 s. ISBN 9780750305914.
3. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *Systém zabezpečení jakosti na pracovištích nukleární medicíny-přístrojová technika* : doporučení. Praha : Nuklin , 1999. 46 s. ISBN 80-7073-077-3.
4. *Požadavky SÚJB při provádění terapie onemocnění štítné žlázy radiojódem na pracovištích nukleární medicíny*. Zbraslav : Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2000. 14 s..
5. DÖRSCHEL, Birgit; SCHURICHT, Volkmar; STEUER, Joachim. *The physics of radiation protection*. Ashford, Kent : Nuclear Technology Publishing , 1995. 309 s. ISBN 1-870965-42-6.
6. DOWSETT, David J.; KENNY, Patrick A.; JOHNSTON, R. Eugene. *The physics of diagnostic imaging* . London : Chapman & Hall Medical, 1998. 609 s. ISBN 04124606020412401703.
7. HENDEE, William R.; RITENOUR, E. Russell. *Medical imaging physics*. New York : Wiley-Liss, 2002. 512 s. ISBN 0471382264.
8. HENKIN, Robert E. *Nuclear medicine*. St. Louis : Mosby, 1996. 44 s. ISBN 0801677017.
9. HUŠÁK, Václav. *Dozimetrie a ochrana před zářením v nukleární medicíně*. Brno : Institut pro další vzdělávání stř. zdravot. pracovníků, 1987. 142 s.
10. HUŠÁK, V.; PAŠKOVÁ, Z. *Radiační ochrana v nukleární medicíně*. In: *Principy a praxe radiační ochrany*. Kolektiv autorů (Ed. V. Klener). Praha, SÚJB 2000.
11. HUŠÁK, V.; MYSLIVEČEK M.; KORANDA, P. a spol. *Fyzikální základy planárního a tomografického zobrazování v nukleární medicíně*. Čes. Radiol. 55(1), 2001, s. 47-58.
12. HUŠÁK, V.; PTÁČEK J.; MYSLIVEČEK M.; KLEINBAUER, K. *Radiační zátěž a radiační ochrana pacienta v diagnostické nukleární medicíně (nepublikováno)*. Zpracováno, rozmnoženo a rozesláno na všechna pracoviště nukleární medicíny v ČR za podpory SÚJB, Praha 2004.
13. HUŠÁK, V.; PTÁČEK, J.; MYSLIVEČEK, M. *Radiační ochrana pracovníků a obyvatelstva při léčbě radiofarmaky značenými otevřeným zářičem ytrem-90*. Čes. Radiol. 59 (4), 2005, 229 – 235.
14. CHANDRA, R. *Nuclear Medicine Physics - The Basics*. (Fifth Edition), Williams and Wilkins, Baltimore, 1998.
15. KOLEKTIV AUTORŮ: *Nukleární medicína*. (učební text) Ústav nukleární medicíny 1. LF UK a VFN, Gentiana, Praha, 2000.

16. MARTIN, Colin J.; SUTTON, David G. *Practical radiation protection in healthcare* . Oxford New York: Oxford University Press, 2002. 415 s. ISBN 0192630822.
17. MYSLIVEČEK, Miroslav; HUŠÁK, Václav; KOVANDA, Pavel. *Nukleární medicína*. [Díl] 1. Olomouc: Univerzita Palackého, 1995. 123 s. ISBN 80-7067-511-X..
18. CHERRY, Simon R.; SORENSON, James A.; PHELPS, Michael E. *Physics in nuclear medicine*. Philadelphia, PA : Saunders, 2003. 523 s. ISBN 072168341X.
19. WILSON, Michael A. *Textbook of nuclear medicine*. Philadelphia : Lippincott-Raven Publ., 1998. 631 s. ISBN 0781703034.
20. Zákon č. 18 O mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření z r. 1997, ve znění pozdějších předpisů.
21. Vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb. a další související vyhlášky SÚJB.
22. ZAIDI, Habib. *Quantitative analysis in nuclear medicine imaging*. New York, NY : Springer, 2006. 583 s. ISBN 0387238549.
23. BAILEY, Dale L., et al. *Positron emission tomography : basic sciences*. New York : Springer, 2005. 382 s. ISBN 1852337982.

24.

Časopisy

European Journal of Nuclear Medicine

Journal of Nuclear Medicine

Journal of Nuclear Medicine Technology

Medical Physics

Physics in Medicine and Biology

Nuclear Medicine Communications

Česká radiologie

Praktická radiologie

Doporučená literatura

Zaměření na radiodiagnostiku

1. AICHINGER H.; JOITES-BARFUSS S.; DIERKER J.; SAEBEL F. *Radiation Exposure and Image Quality in X-Ray Diagnostic Radiology*. Berlin : Springer, 2004.
2. ATTIX, F.H. *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*, J Wiley and Sons, 1986.
3. BEUTEL J.; KUNDEL L.; METTER R. (Eds.). *Handbook of Medical Imaging*. Vol. I.: Physics. Bellingham, Spie, 2000.
4. BLUTH E.I.; ARGER P.H.; BENSON S.B. et al. *Ultrasound*. Stuttgart, Thieme, 2000.
5. BUSHBERG J. *Essential Physics of Medical Imaging*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1995.
6. CAMELLA D.; BARTOLOZZI C. *3D Image Processing*. Berlin : Springer, 2002.
7. CONTI P.S.; CHAM D.K. *PET-CT*. Berlin : Springer, 2004.
8. DENDY P.P.; HEATON B. *Physics for Diagnostic Radiology*. Taylor & Francis Group, LLC, 1999.
9. ELIÁŠ P.; ŽIŽKA J. *Dopplerovská ultrasonografie*. Hradec Králové, Nucleus, 1998. European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images. COPEC, Luxemburg, 1996.
10. EWEN K. (Ed.). *Moderne Bildgebung*. Stuttgart, Thieme, 1998.
11. FERDA J.; NOVÁK M.; KREUZBERG B. *Výpočetní tomografie*. Praha, Galén, 2002.
12. GELDERN F. *Understanding X-Rays*. Berlin, Springer, 2004.
13. HOFER M. *Ultrasound Teaching Manual*. Stuttgart, Thieme, 1999.
14. HOFER M. *CT Teaching Manual*. Thieme, Stuttgart, 2000.
15. IAEA TRS 457. *Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice*, 2007.
16. ICRN Report No.54: *Medical Imaging. The Assessment of Image Quality*. ICRA, Bethesda, USA, 1996.
17. KOLÁŘ J.; AXMANN K.; NEUWIRTH J. *Radiologické techniky s využitím počítačů*. Praha : Avicenum, 1991.
18. KUBALE R.; STIEGLER H. *Farbkodierte Duplexsonographie*. Stuttgart, Thieme, 2002.
19. LAUBENBERGER T. *Technik der medizinischen Radiologie*. 7.vyd. Köln, Ärzteverlag, 1999.
20. LEHMANN T.; OBERSCHALP W.; PELIKAN E.; REPGES R. *Bildverarbeitung für die Medizin*. Berlin: Springer, 1994.
21. MECHLOVÁ E.; KOŠTÁL K. et al. *Výkladový slovník fyziky*. Praha, Prométheus, 1999.

22. METTLER F.A.; UPTON A.C. *Medical Effects of Ionizing Radiation*. Philadelphia : Saunders, 1995.
23. MORNEBURG H. *Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik*. Erlangen, Publicis MCD, 1995.
24. NCRP Report 115. *Estimates for Radiation Protection*. Bethesda NCRP Publ. 1993.
25. OPPELT A. *Imaging Systems for Medical Diagnostics*. Publicit Corporate Publishing, Erlangen, 2005.
26. REIMER P.; PARIZEL P.M.; STICHNOTH F.A. *Clinical MR Imaging*. Berlin : Springer, 2003.
27. REISER M.F.; TAKAHASHI M. *Multislice CT*. Berlin : Springer, 2004.
28. SAIJO Y.; VAN DER STEEN A.F.W. *Vascular Ultrasound*. Berlin : Springer, 2003.
29. SCHLEGEL W.; WILLE J. *Medizinische Physik*. Berlin : Springer, 2002.
30. SCHMIDT TH. *Strahlenphysik, Strahlenbiologie, Strahlenschutz*. FREYSCHMIDT J.: *Handbuch diagnostische Radiologie*. Berlin : Springer, 2003.
31. SOHN CH.; SWOBODNIK W. *Neue Bildverarbeitungstechniken in der Sonographie*. Berlin : Springer, 1991.
32. WEISHAUPT D. *How Does MRI Work?* Berlin : Springer, 2003.
33. Základní zákonné normy, nařízení a zákony, platné v ČR a EU pro radiační obory.

34.

Časopisy

American Journal of Rentgenology

British Journal of Radiology

Česká radiologie

European Radiology

Fortschitte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen

Praktická radiologie

Radiology

Doporučená literatura

Zaměření na radioterapii

1. ATTIX, Frank Herbert. *Introduction to radiological physics and radiation dosimetry*. New York : Wiley, 1986. 607 s. ISBN 0471011460.
2. KHAN, F.M. *The Physics of Radiation Therapy*, 2nd Ed., Williams&Wilkins, Baltimore, MD, 1994.
3. WILLIAMS, J.R., THWAITES, D.I. *Radiotherapy Physics in Practice*, Oxford University Press, 1993.
4. JOHNS, H.E. *The Physics of Radiology*. Charles C Thomas, Fourth Edition, 1983.
5. SMITH, A.R. *Radiation Therapy Physics*. Springer-Verlag, 1995.
6. GRIFFITHS, S. *Radiotherapy: Principles to Practice*. Churchill Livingstone, 1994.
7. MOULD, R.F. *Brachytherapy from Radium to Optimization*. Nucletron, 1994.
8. MOULD, R.F. *Radiotherapy Treatment Planning*. Adam Hilger Ltd, 1985.
9. Steel, G.G. *Basic Clinical Radiobiology*. Edward Arnold Publ., 1993.
10. BIR: *Central axis Depth Dose Data for Use in Radiotherapy*. BJR, Suppl. No.17, London, 1983.
11. GREENE, D.; WILLIAMS, P.C. *Linear Accelerators for Radiation Therapy*, 2nd Ed., IOP Publishing, 1997.
12. KARZMARK, C.J. and MORTON, R.J. *A Primer on Theory and Operation of Linear Accelerator in Radiation Therapy*, 2nd Ed., Medical Physics Publishing, 1998.
13. KLEVENHAGEN, S.C. *Dosimetry and Physics of Therapy Electron Beams*, Medical Physics Publication, Madison, WI, 1993.
14. Central Axis Depth Dose Data for Use in Radiotherapy, BJR, Supplement 25, 1996.
15. BRAHME, A. *Accuracy Requirements and Quality Assurance of External Beam Therapy with Photons and Electrons*, Acta Oncologica, Suppl.1, 1988.
16. KNOLL, G.F. *Radiation Detection and Measurement*, J Wiley and Sons, 1989.
17. MC KINLAY, A F. *Thermoluminescence Dosimetry*, Adam Hilger, 1981.
18. PIERQUIN, B., MARINELLO, G. *A Practical Manual of Brachytherapy*, Medical Physics Publishing, Madison, WI, 1997.
19. WILLIAMSON, J.F., THOMANDSEN, B.R., Nath, R. *Brachytherapy Physics*, AAPM, Medical Physics Publishing, Madison, WI, 1995.
20. ŠLAMPA, P, et al. *Radiační onkologie v praxi*, Brno, 2004.
21. HELLMAN, S. *A practical Guide To Intensity-Modulated Radiation Therapy*, Medical Physics Publishing, Madison, WI, 2003.

22. WEBB, S. *The Physics of Three-Dimensional Radiation Therapy: Conformal Radiotherapy, Radiosurgery and Treatment Planning*, Institute of Physics Publishing, Bristol, 1993.
23. WEBB, S. *The Physics of Conformal Radiotherapy : advances in Technology*, 1997.
24. PURDY, J.A.; EMAMI, B. *3-D Radiation Treatment Planning and Conformal Therapy*, Medical Physics Publishing, Madison, WI, 1995.
25. BENTEL, G.C. *Radiation Therapy planning*, 2nd Ed., Mc.Graw –Hill, 1996.
26. VAN DYK, J. *The Modern Technology of Radiation Oncology: A Compendium for medical Physicists and Radiation Oncologists*.
27. WASHINGTON, C.M.; LEAVER, D. *Principles and Practice of Radiation Therapy*, Mosby, 2004.
28. ESTRO Booklet 1 - 9 – *Doporučení ESTRO pro radiologické činnosti v rámci radioterapie*.
29. GERBAULET A.; POTTER R.; MAZERON J.; MEERTENS H.; VAN LIMBERGEN E. *The GEC ESTRO Handbook of Brachytherapy*.
30. ESTRO Journal: Radiotherapy and Oncology. Elsevier.
31. AAPM: Comprehensive QA for Radiation Oncology, RTC-TG 40, Med. Phys. 21, 581-681, 1994.
32. AAPM: Code of Practice for Brachytherapy Physics, RTC-TG 56, Med. Phys. 24, 1557-1598, 1997.
33. AAPM: Code of Practice for Radiotherapy Accelerators, RTC-TG 45, Med. Phys. 21, 1093, 1994.
34. AAPM: Quality Assurance for Clinical Radiotherapy Treatment Planning, RTC-TG 53, Med. Phys.25, 1773, 1998.
35. IPEMB: Physical Aspects of Quality Control in Radiotherapy, IPEMB Report No.81, 1998.
36. IAEA: Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams. An International Code of Practice, IAEA TRS 398, 2000.
37. IAEA: Calibration of Dosimeters Used in Radiotherapy, IAEA TRS 374, 1995.
38. IAEA: Design and Implementation of a Radiotherapy Programme: Clinical, Medical physics, Radiation Protection and Safety Aspects, IAEA TECDOC-1040, 1998.
39. IAEA: The Use of Plane-parallel Ionisation Chambers in High Energy Electron and Photons Beams. An International Code of Practice, IAEA TRS 381, 1997.
40. ICRU Radiation Quantities and Units, ICRU Report No. 33, 1980.
41. ICRU: Use of Computers in External Beam Radiotherapy Procedures with High Energy Photons and Electrons, ICRU Report No. 42, 1987.
42. ICRU: Tissue Substitutes in Radiation Dosimetry and Measurements, ICRU Report No.44, 1989.

43. ICRU: Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy, ICRU Report No. 50, 1993.
44. ICRU: Dose Volume Specification for Reporting Intracavitary Therapy in Gynaecology, ICRU Report No.38, 1985.
45. ICRU: Dose Specification Reporting for Interstitial Brachytherapy, ICRU Report No.58, 1998.
46. NCRP: Medical X-ray, Electron Beam Gamma Ray Protection for Energies up to 50 MeV (Equipment Design, Performance in Use), NCRP Report No.102, 1989.
47. NCRP: Radiation Protection for Medical and Allied Health Personnel, NCRP Report No.105,1989.
48. NCRP: Use of Personal Monitors for Estimate Effective Dose Equivalent and Effective Dose to Workers for External Exposure to Low LET Radiation, NCRP Report No.122, 1995.
49. ČSN 364760: Radioizotopové ozařovací přístroje pro terapii zářením gama. ÚNM, Praha, 1976.
50. ČSN 404302: URZ. Stupně odolnosti a metody zkoušení. ÚNM, Praha, 1985.
51. SROBF ČLS: Doporučení pro zajištění kvality v radioterapii: Úvod k fyzikálním aspektům. SZÚ Praha, 1994.
52. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii: Radionuklidové ozařovače. Praha, 2003 + Oprava a doplnění 2007.
53. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii: Rentgenové ozařovače, Praha, 2000 + Oprava a doplnění 2003 a 2007.
54. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii: Radioterapeutické simulátory, Praha, 2003.
55. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii – urychlovače elektronů, Praha, 1998.
56. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii – lineární urychlovače pro 3D konformní radioterapii a IMRT, Praha, 2006 + Oprava a doplnění 2010.
57. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii – kilovoltážní zobrazovací systémy pro IGRT. Praha, 2009.
58. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti podle vyhlášky č. 132/2008 Sb. při používání zdrojů ionizujícího záření v průmyslových a lékařských aplikacích. Praha, 2009.
59. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii: URZ v brachyterapii. Praha, 1998 + Oprava a doplnění 2003.

60. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii: Radiologické události, Praha, 1999.
61. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii: Radiologické události v systému jakosti pracoviště, Praha, 2008.
62. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii: Plánovací systémy, Praha, 2004.
63. SÚJB: Doporučení Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii: Korespondenční TLD audit v systému jakosti v radioterapii, Praha, 2005.
64. SÚJB: Vyhl. č. 307/2002 Sb. O požadavcích na zajištění radiační ochrany (v aktuálním znění).
65. Zákon č. 18/1997 Sb. O mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (v pozdějším znění).
66. KLENER, V. *Principy a praxe radiační ochrany*, SÚJB, 2000.

Časopisy

Radiační onkologie

Medical Physics Journal

Radiation Protection Dosimetry

Radiotherapy and Oncology

International Journal of Radiation Oncology Biology and Physics

Zeitschrift für Medizinische Physik

Journal of Applied Clinical Medical Physics (www.jacmp.org)