

Nukleární medicína

1. Nukleární kardiologie A

Princip metody vyšetření perfuze myokardu. Radiofarmaka. Příprava nemocného, pravidla fyzické a farmakologické zátěže. Nežádoucí účinky farmakologické zátěže. Nejčastější chyby při zátěži. Planární a tomografická scintigrafie SPECT - provedení a hodnocení. Nejčastější chyby při střádání dat a jejich rekonstrukci. Interpretace nálezů. Normálové databáze. Prone projekce a korekce na zeslabení. Gated SPECT.

Onkologie

Sentinelové uzliny a radiačně navigovaná chirurgie - metodika a současné indikace.

2. Nukleární kardiologie B

Diagnostika ICHS. Indikace. Stratifikace rizika - rozsah a závažnost perfuzních defektů, gated SPECT (pozátěžová a klidová EF). Vyšetření po koronární revaskularizaci. Viabilita myokardu – přínos radionuklidových metod. ^{18}F -FDG PET/SPECT, princip metody, interpretace “match a mismatch” nálezů, srovnání s ostatními metodami.

Laboratorní postupy

Laboratorní metody v nukleární medicíně (RIA, IRMA). Základní pojmy a principy metod. Indikace a interpretace nejužívanějších vyšetření.

3. Nukleární kardiologie C

Radionuklidová angiokardiografie (RKG) - metoda prvního průtoku. Indikace, používaná radiofarmaka, střádání a vyhodnocování dat, interpretace výsledků. Radionuklidová ventrikulografie – indikace, princip, používaná radiofarmaka, střádání dat, interpretace. Možné chyby při vyšetření. Metabolismus mastných kyselin. Adrenergní inervace. Akutní koronární syndrom – SPECT myokardiální perfuze, přímý průkaz infarktu myokardu.

Nukleární medicína v neurologii B

Radionuklidová cisternografie. Princip metody, používaná radiofarmaka, provedení vyšetření a jeho interpretace, indikace, typy nálezů u jednotlivých patologických stavů. Průkaz likvorey. Zobrazení neuroreceptorů.

4. Nukleární onkologie A

Obecné indikace metod NM k zobrazování maligních procesů, nespecifické metody zobrazení (^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI, ^{67}Ga) mechanismus akumulace radiofarmaka v nádorech, jejich kinetika a přirozená distribuce v organismu, typy vyšetření a jejich metodika a indikace.

Vyšetření GIT metodami nukleární medicíny A

Radionuklidová vyšetření v diagnostice krvácení do GIT. Detekce Meckelova divertiklu. Principy, radiofarmaka, úprovedení vyšetření, indikace, charakteristika nálezů.

5. Nukleární onkologie B

Obecné indikace metod NM k zobrazování maligních procesů, nespecifické metody zobrazení (imunoscintigrafie, MIBG, zobrazování somatostatinových receptorů) mechanismus akumulace těchto radiofarmak v nádorech, jejich kinetika a přirozená distribuce v organismu, metodika vyšetření, indikace. PET v onkologii.

Vyšetření hepatobiliárního systému metodami nukleární medicíny

Radionuklidová vyšetření jater - dynamická hepatobiliární scintigrafie, průkaz hemangiomu jaterního, statická scintigrafie jater. Principy, radiofarmaka, provedení vyšetření, indikace, charakteristika nálezů.

6. Nukleární medicína v neurologii A

Vyšetření regionální mozkové perfuze pomocí SPECT. Radiofarmaka a jejich biokinetika, vzájemné srovnání radiofarmak (výhody, nevýhody), metodika vyšetření, indikace a charakter nálezů při různých onemocněních. Hodnocení cerebrovaskulární rezervy mozku.

Radionuklidové metody v endokrinologii

Detekce adenomu nebo hyperplázie příštitných tělísek. Detekce hormonálně aktivních neuroendokrinních tumorů. Principy, radiofarmaka, provedení vyšetření, indikace, charakteristika nálezů.

7. Vyšetření skeletu metodami nukleární medicíny A

Princip vyšetření, používaná radiofarmaka a jejich vlastnosti. Provedení. Hodnocení nálezů, nejčastější artefakty a chyby. Zvláštnosti v dětském věku. Primární kostní nádory. Generalizace primárního tumoru do skeletu. Vyšetření u nemaligních onemocnění - indikace, charakter scintigrafických nálezů při různých onemocněních.

Vyšetření GIT metodami nukleární medicíny B

Metody hodnotící motilitu trávicího traktu a pasáž značené stravy - scintigrafie jícnu a detekce gastroesofageálního refluxu, měření rychlosti evakuace žaludku. Principy metod, radiofarmaka, provedení, indikace, charakteristika patologických nálezů.

8. Problematika diagnosticky plicní embolizace metodami nukleární medicíny

Princip, radiofarmaka, přístrojové vybavení, způsob aplikace, projekce, střádání dat, možné artefakty. Indikace k vyšetření. Nejčastější diferenciativně diagnostické problémy. Hodnocení nálezů, význam porovnání perfuzního scintigramu plic s RTG dokumentací, využití kombinace perfuzní a ventilační scintigrafie plic. PIOPED klasifikace.

Terapie otevřenými radionuklidy mimo terapie 131I

Paliativní terapie kostních metastáz. Intrakavitární terapie radionuklidy (radionuklidová synovektomie). Terapie 131I-MIBG. Principy, radiofarmaka, jejich kinetika, indikace, komplikace.

9. Detekce zánětů pomocí metod nukleární medicíny

Obecná charakteristika zánětu. Přehled metod nukleární medicíny detekujících zánětlivé procesy. Radiofarmaka, jejich biokinetika a přirozená distribuce v organismu. Metodika jednotlivých vyšetření a jejich možné indikace. Volba optimální metody v závislosti na předpokládaném typu zánětu. Radiační zátěž při vyšetření. Osteomyelitida - odlišení ložiska osteomyelitidy a zobrazení kostní dřevě, problematika osteomyelitidy páteře.

Metody nukleární medicíny v hematologii

Scintigrafie kostní dřevě. Scintigrafie sleziny. Stanovení objemu cirkulujících erytrocytů a plasmu. Vyšetření přežívání erytrocytů a trombocytů. Schillingův test. Principy, radiofarmaka, provedení, indikace, charakteristika nálezů.

10. Metody nukleární medicíny v nefrologii A

Dynamická scintigrafie ledvin a její speciální aplikace - radiofarmaka a jejich vlastnosti, diagnostika renovaskulární hypertenze, diferenciativní diagnostika obstrukční uropatie (furosemidový test, dekonvoluční analýza).

Metodika perfuzní a ventilační scintigrafie plic se zaměřením na radionuklidovou venografii, možnost pozitivní detekce trombu.

Principy, radiofarmaka, přístrojové vybavení, způsob aplikace, projekce, střádání dat, možné artefakty. Indikace k vyšetření. Metodické postupy při radionuklidové flebografii dolních a horních končetin. Hodnocení nálezů, indikace k vyšetření. Současné vyšetření perfuze plic. Možnosti detekce trombů v cévním řečišti pomocí radiofarmak.

11. Radionuklidové metody v tyreologii A

Diagnostika hyperthyreózy a její terapie otevřenými radionuklidy. Principy, indikace, komplikace.

Metody nukleární medicíny v nefrologii A

Radiofarmaka používaná při vyšetření ledvin a jejich biokinetika. Měření parametrů celkové a relativní funkce ledvin - metody založené na odběru vzorků plazmy a postupy využívající zevní detekci (např. scintigrafii) . Statická scintigrafie ledvin a její indikace.

12. Radionuklidové metody v tyreologii B

Diagnostika a terapie tumorů štítné žlázy. Principy, indikace, komplikace.

Metody nukleární medicíny v nefrologii B

Vyšetření transplantované ledviny. Scintigrafie skrota. Radionuklidová cystografie přímá a nepřímá. Principy metod, radiofarmaka, provedení, indikace, charakteristika nálezů u jednotlivých patologických stavů.

Fyzikální část

1

1a **Měření aktivity radiofarmak v kalibrátorech.** Měřiče aktivity se studnovou ionizační komorou – princip, základní části, cejchování, parametry a jejich kontrola (pozadí, stabilita, měř. geometrie, rozsah měřených aktivit, chyby měření). Měření aktivity na scintilačním detektoru. Důvody měření aktivity radiofarmak v nukleární medicíně.

1b **Biologické účinky ionizujícího záření.** Mechanismus účinku (stadia, přímý a nepřímý účinek). Účinky deterministické a stochastické, jejich základní charakteristiky; výskyt těchto účinků při diagnostických a terapeutických postupech v lékařství využívajících ionizujícího záření v nukleární medicíně, radiodiagnostice a radioterapii).

2

2a **Scintilační detektory pro registraci záření gama.** Základní části, interakce záření gama (rentgenového záření) se scintilátorem. Velikosti a tvar scintilátorů. Scintilační spektrum radionuklidu, vznik a tvar scintilačního spektra. Pozadí detektoru.

2b **Přístroje pro ochrannou dozimetrii** (měření dávkového příkonu a povrchové kontaminace).

Princip GM počítače, konstrukce detektoru pro záření gama a beta, detekční parametry (pozadí, účinnost, mrtvá doba) a jejich porovnání s parametry scintilačních detektorů. Proporcionální detektory, konstrukce a použití. Měření pomocí přístrojů pro ochrannou dozimetrii v nukleární medicíně.

3

3a **Spektrometrické přístroje pro detekci záření gama.** Základní části – scintilační detektor, zesilovač impulzů, analyzátor impulzů. Základní vlastnost scintilačního detektoru, o níž se opírají spektrometrická měření. Integrální a diferenciální měření. Nastavení spektrometru při vyšetřeních in vitro a in vivo. Ukládání dat v připojených počítačích. Přednosti scintilačních detektorů z hlediska použití v nukleární medicíně.

3b Vnitřní havarijný plán na pracovišti nukleární medicíny. Jednotlivé položky, mimořádné události I. a II. stupně aj.

4

4a **Měření radioaktivních látek v organismu.** Interakce záření gama se tkání. Vliv absorpce na výsledky vyšetření. Vliv rozptýleného záření na výsledky vyšetření a potlačení jeho detekce. Dynamická měření scintilačními sondami – výhody a nevýhody ve srovnání s dynamickou scintigrafií pomocí scintilační kamery. Příklady používání aparatur s jednou detekční jednotkou (sondou).

4b **Obecné podmínky pro vykonávání činností vedoucích k ozáření** – principy zdůvodnění, optimalizace a nepřekročení limitů. Ozáření pracovníků, lékařské ozáření, příklady z oblasti nukleární medicíny. Ozáření z přírodních zdrojů. Příklady z oblasti nukleární medicíny.

5

5a **Angerova scintilační kamera.** Základní části přístroje, princip činnosti. Části detektoru. Kolimátory – druhy podle konstrukce (pinhole, kolimátory paralelní, konvergentní (fan), rozdělení kolimátorů podle energie, rozdělení podle rozlišovací schopnosti a citlivosti. Použití jednotlivých typů kolimátorů při vyšetřeních, jejich přednosti a zvláštnosti při vyšetřeních.

5b **Veličiny a jednotky dozimetrie a radiační ochrany.** Absorbovaná dávka, ekvivalentní dávka, dávkový ekvivalent, efektivní dávka – jejich definice a jednotky. Příklady použití v radiační ochraně pracovníků a pacientů na pracovištích nukleární medicíny.

6

6a **Detekční parametry scintilačních kamer.** Vnitřní rozlišení a celkové rozlišení detektoru, homogenita a linearita zorného pole, citlivost, energetické rozlišení, mrtvá doba. Vliv těchto parametrů na scintigrafické obrazy v klinické praxi.

6b **Radiační zátěž z radiofarmak.** Principy stanovení, výpočet efektivní dávky, tabulky dávek v orgánech a efektivních dávek. Třídění radiofarmak podle výše efektivní dávky do skupin. Porovnání efektivních dávek z nejdůležitějších vyšetření v nukleární medicíně s efektivními dávkami z radiodiagnostických vyšetření.

7

7a **Kontrola kvality scintilační kamery.** Homogenita zorného pole kamery – měření s bodovým zářičem a plošným zdrojem, stanovení nehomogenity. Rozlišení detektoru kamery – vnitřní a celkové rozlišení, postup při měření. Stanovení měřítka zobrazení. Mrtvá doba kamery, její měření. Druhy fantomů, vizuální hodnocení detekčních parametrů na základě zobrazování fantomů.

7b **Dokumentace vedená na pracovištích nukleární medicíny.** Požadavky SÚJB při inspekcích na těchto pracovištích.

8

8a **Počítače a akvizice scintigrafických studií.** Přenos dat z detektoru scintilační kamery do počítače a akvizice scintigrafických studií. Matice pro strádání dat – k čemu je nutno přihlížet při volbě matice, zoom, předvolba času a impulzů. Zadávání údajů o scintigrafických studiích. Akvizice dynamických studií – předvolba snímkové frekvence, grupování snímků, synchronizace scintigrafických studií se signály EKG aj.

8b **Program monitorování na pracovištích nukleární medicíny.** Jednotlivé položky programu monitorování (osobní dozimetrie a další). Referenční úrovně, příklady těchto úrovní.

9

9a **Zpracování scintigrafického obrazu** – jasová a barevná modulace, zvětšování a zmenšování obrazů, filtrace, skládání obrazů. Zájmová oblast, stanovení poměrů lokálních aktivit. Obrazová aritmetika. Zpracování dynamických studií, konstrukce křivek časového průběhu aktivity v ROI. Parametrické obrazy, použití pro funkční scintigrafické studie, Fourierovská analýza (obrazy fáze a amplitudy, jejich hodnocení). Archivace a přenos obrazů.

9b **Program zabezpečení jakosti na pracovišti nukleární medicíny.** Radiofarmaka (objednávání, příprava, přejímání, skladování, příprava k aplikaci, kontrola kvality), dodržování směrných hodnot (diagnostických referenčních úrovní) aktivit radiofarmak aplikovaných pacientům, kontrola kvality přístrojové techniky aj. Dohlížející osoba a její povinnosti.

10

10a **Fyzikální základy scintigrafického zobrazování.** Faktory, které ovlivňují detekovatelnost lézí Pojmy prostorová rozlišovací schopnost a citlivost detektoru kamery. Kontrast obrazu, poměr signálu k šumu, vliv statistických fluktuací a rozptýleného záření na tyto parametry. Zobrazování „studených“ a „horkých lézí“. Efekt částečného objemu.

10b **Volba aplikované aktivity radiofarmak pro vyšetřování dospělých.** Diagnostické referenční úrovně a další faktory, k nimž se přihlíží. Výpočet aktivity radiofarmak aplikovaných dětem. Vyšetřování těhotných žen a odhad rizika ozáření plodu.

11

11a **Zobrazování pomocí jednofotonové emisní tomografie (SPECT).** Princip, akvizice dat, rekonstrukce obrazu, přednosti a nevýhody ve srovnání s planárním zobrazováním, porovnání SPECT obrazu s planárním obrazem z hlediska kontrastu, šumu a rozlišovací schopnosti.

11b **Kategorie pracovišť s otevřenými zářiči.** Kategorizace radiačních pracovníků. Způsoby ochrany pracovníků před zevním zářením a vnitřní kontaminací. Osobní ochranné prostředky a ochranné pracovní pomůcky při jednotlivých úkonech.

12

12a **Fyzikální charakteristiky radionuklidů používaných v nukleární medicíně.** Fyzikální poločas, druh emitovaného záření a jeho zastoupení, energie emitovaného záření, emisní (energetická) a scintilační spektra radionuklidů. Volba radionuklidů pro vyšetření in vitro a in vivo z hlediska fyzikálních charakteristik. Fyzikální charakteristiky radionuklidů používaných pro léčbu.

12b **Limity ozáření.** Limity obecné, limity pro pracovníky se zdroji, omezování ozáření ve zvláštních případech. Odvozené limity pro zevní a vnitřní ozáření. Lékařský dohled nad radiačními pracovníky.

13

13a **Pozitronová emisní tomografie.** Fyzikální charakteristiky pozitronových zářičů, jejich přeměna (rozpad), interakce pozitronů se tkání. Princip, přístroje, detekční parametry PET kamer, korekce na zeslabení. Hybridní systémy PET/CT.

13b **Lékařské ozáření.** Jeho zdůvodnění, směrné hodnoty (diagnostické referenční úrovně), optimalizace se zaměřením na nukleární medicínu. Léčebné aplikace radiofarmak, zvláštnosti ochrany pracovníků, propouštění pacientů do domácí péče.

14

14a **Radionuklidy a radiofarmaka.** Výroba radionuklidů pro použití v nukleární medicíně, radionuklidové generátory. Rozdělení radiofarmak podle aplikační formy. Biologické chování radiofarmak. Biologický a efektivní poločas. Kontrola kvality radiofarmak.

14b **Odpady obsahující radionuklidy na pracovišti nukleární medicíny.** Druhy odpadů (tuhé, kapalné a plynné). Jejich ukládání a likvidace (uvolňování do životního prostředí). Příslušná položka v programu monitorování.