

Scintigrafie skeletu	
1	Princip, radiofarmakum a indikace
1. Vysvětlit mechanismus zobrazení kostní aktivity a pojmenovat RF. 2. Vysvětlit vztah senzitivita a specifická u scintigrafie skeletu. 3. Vyjmenovat 5 hlavních indikací scintigrafie skeletu. 4. Vysvětlit dělení metastáz skeletu. 5. Vyjmenovat 3 hlavní nádory, které do skeletu metastazují. Vysvětlit, proč není metoda vhodná pro všechny "osteotropní" nádory.	Mechanismus zobrazení • podává se osteotropní radiofarmakum, nejčastěji fosfonát značený ^{99m}Tc. • radiofarmakum se váže na minerální složku kosti, hlavně v místech aktivní osteoblastické přestavby (v osteoblastech) • míra akumulace závisí na lokálním krevním průtoku a intenzitě kostní remodelace. Ložiska zvýšené osteoblastické aktivity se zobrazují jako oblasti zvýšeného vychytávání RF. • vyšetření je citlivé pro detekci kostní reakce, ale není specifické pro její příčinu. Hlavní indikace • lokalizace kostních metastáz • diagnostika okultních, únavových nebo vícečetných fraktur. • hodnocení zánětlivých a infekčních postižení kosti (3fázová) • kontrola komplikací kloubních náhrad, zejména uvolnění nebo infekce v kombinaci s dalšími metodami • asymetrie temporomandibulárních kloubů, revmatické choroby (3fázová) Metastázy ve skeletu • osteoblastické – převažuje novotvorba kosti; na scintigrafii bývají výrazně pozitivní, typicky u karcinomu prostaty. • osteolytické – převažuje destrukce kosti; scintigrafie může být méně citlivá, zejména při malé osteoblastické reakci. • smíšené – kombinace osteolytické destrukce a osteoblastické reparace; časté u řady solidních nádorů. • difúzní postižení skeletu – mnohočetná ložiska nebo obraz superscanu Nádory typicky metastazující do skeletu (PPP) • prostata – typicky osteoblastické metastázy • prs – často smíšeného charakteru. • plice – metastázy často osteolytické nebo smíšené. • štítná žláza – zejména diferencované karcinomy mohou metastazovat do skeletu, často osteolyticky. • ledvina – převážně osteolytické metastázy, scintigrafie se již nepoužívá • mnohočetný myelom – typicky osteolytické léze; scintigrafie skeletu bývá falešně negativní.
Shrnutí	Scintigrafie skeletu zobrazuje osteoblastickou remodelaci po podání ^{99m}Tc-fosfonátu; používá se hlavně u metastáz (PPP), fraktur, zánětů kosti a komplikací kloubních náhrad, ale u čistě osteolytických lézí může být negativní. Jde obecně o metodu senzitivní, málo specifickou.

Scintigrafie skeletu	
2	Příprava pacienta a provedení vyšetření
6. <i>Popsat přípravu pacienta před scintigrafií skeletu.</i> 7. <i>Vysvětlit průběh vyšetření, výhody tomografického a hybridního zobrazení.</i> 8. <i>Vysvětlit princip třífázové kostní scintigrafie, její význam a indikace.</i>	Příprava pacienta: • není nutné lačnění • doporučit dobrou hydrataci před i po aplikaci, časté močení a vyprázdnění močového měchýře před snímáním (snížení ozáření vylučovaným RF) Provedení vyšetření • i.v. aplikace • snímání – tradičně planární celotělové s časovým odstupem, podle obrazu ev. doplnění SPECT či SPECT/CT podezřelé lokality • CT přináší důležitou strukturální informaci (charakter léze, dif. dg. – odlišení fraktury, metabolických chorob...) Třífázová scintigrafie • ukazuje i další děje v kosti – perfúzi kosti a měkké tkáně, používá se hlavně při podezření na osteomyelitidu, infekci kloubní náhrady, algodystrofii • 1. fáze – perfuzní: dynamické snímání ihned při i.v. aplikaci RF, hodnotí se prokrvení oblasti. • 2. fáze – krevní pool: časně statické snímky za několik minut, hodnotí se měkkotkáňová hyperemie. • 3. fáze – kostní: pozdní snímky za 2–4 hodiny, hodnotí se osteoblastická aktivita v kosti. • nejdůležitější indikací byla osteomyelitida – je však málo specifická, zánět neodliší spolehlivě, dnes preference scintigrafie značenými bílými krvinkami (specifičtější) • dnes při hodnocení Charcotovy osteoartropatie, revmatických chorob
Shrnutí	Pacient má být dobře hydratovaný a před snímáním vyprázdnit močový měchýř. Vyšetření probíhá po i.v. aplikaci RF jako planární scintigrafie s možností doplnění SPECT(/CT). Třífázová scintigrafie hodnotí perfuzi, krevní pool a pozdní kostní aktivitu zejména u zánětu a Charcotovy osteoartropatie.

Scintigrafie skeletu	
3	Interpretace vyšetření, alternativy
9. Popsat znaky metastáz skeletu na scintigrafii. Vysvětlit pojem superscan. 10. Popsat fyziologické varianty akumulace při scintigrafii skeletu, zohlednit frekvenci. 11. Vyjmenovat alternativy scintigrafie skeletu, popsat stručně výhody a nevýhody.	Znaky metastáz • ložiskové • vysoká intenzita akumulace • vícečetné, náhodně uspořádané, nemají „vzorec“ (jako třeba linie u sériové fraktury žeber) • „superscan“ – difúzně zvýšená akumulace centrálního a osového skeletu při pokročilém meta postižení většiny skeletu, nebývají vidět ledviny (vše se vychytá ve skeletu). Může být také u metabolických osteopatií (hyperparatyreóza, osteomalacie...) Fyziologické varianty / nespecifická akumulace • degenerativní změny kloubů a obratlů, entezopatie • hojení fraktur a pooperační změny • ledviny a močový měchýř – fyziologické vylučování RF • růstové ploténky u dětí – symetrické • osteomyelitida – u asymptomatického pacienta vzácná! Alternativy scintigrafie skeletu • CT – zobrazí kortikální destrukci, sklerotizaci, fraktury a strukturální charakteristiku léze. Nevýhoda: horší záchyt časných dřevňových metastáz. • MRI – velmi citlivá pro postižení kostní dřevě, páteř, pánev, míšní kompresi a myelom. Nevýhoda: horší dostupnost, delší vyšetření, kontraindikace MRI, obtížnější hodnocení některých benigních změn. Nezobrazuje kompaktu. • ¹⁸F-NaF PET/CT – ekvivalentní mechanismus, velmi citlivé zobrazení kostní remodelace s lepším prostorovým rozlišením než scintigrafie. Nevýhoda: podobně jako scintigrafie hodnotí osteoblastickou reakci, ne nádorové buňky přímo; nižší dostupnost a vyšší cena. • ¹⁸F-FDG PET/CT – zachycuje metabolicky aktivní nádor, často výhodné u osteolytických metastáz, myelomu, plicních nádorů a lymfomů; současně hodnotí mimokostní nemoc. Nevýhoda: horší citlivost u některých osteoblastických nebo málo FDG-avidních lézí. • specifické PET/CT podle nádoru – např. PSMA PET/CT u karcinomu prostaty, PET somatostatinových receptorů u NET. Výhoda: vyšší nádorová specifita a staging celé nemoci. Nevýhoda: závisí na typu nádoru a expresi cílové molekuly, není univerzální náhradou scintigrafie.
Shrnutí	Metastázy se na scintigrafii typicky projevují vícečetnou ložiskovou, intenzivní a akumulací bez pravidelného vzorce; při difúzním postižení může vzniknout superscan. Častými benigními falešně pozitivními nálezy jsou degenerativní změny, hojení fraktur, pooperační změny a fyziologické vylučování RF. Alternativami jsou hlavně, CT, MRI, ev. PET s ¹⁸F-NaF, ¹⁸F-FDG PET/CT a nádorově specifickými RF. Volba závisí na typu nádoru, otázce vyšetření, dostupnosti a požadované specifitě.

Scintigrafie skeletu	
3	Scintigrafie kostní dřeně
12. Vysvětlit mechanismus zobrazení kostní dřeně, pojmenovat/zařadit radiofarmakum. 13. Popsat hlavní indikace vyšetření. 14. Popsat přípravu na vyšetření. 15. Zmínit typy nálezů u scintigrafie kostní dřeně. 16. Zmínit alternativy vyšetření.	Mechanismus zobrazení - metoda hodnotí rozložení aktivní kostní dřeně, zejména jejího retikuloendoteliálního systému; nezobrazuje osteoblastickou přestavbu kosti jako scintigrafie skeletu - nejčastěji se používá ^{99m}Tc-nanokoloid, jehož částice jsou fagocytovány buňkami RES kostní dřeně, jater a sleziny - u dospělého je aktivní dřeň fyziologicky především v axiálním skeletu a proximálních částech humerů a femurů - s věkem je červená dřeň v periferním skeletu nahrazována tukovou, žlutou dření Hlavní indikace - posouzení difuzních hematologických onemocnění a změn rozsahu aktivní dřeně - průkaz ložiskového postižení při lymfomu, myelomu nebo metastázách solidních nádorů - zobrazení extramedulární krvetvorby, zejména při myelofibróze - hodnocení zánětlivého nebo ischemického postižení dřeně - výběr vhodného místa pro biopsii při nerovnoměrném či ložiskovém postižení Příprava a provedení - zvláštní příprava pacienta obvykle není nutná Interpretace normální distribuce – axiální skelet a proximální části dlouhých kostí expanze dřeně – rozšíření aktivní dřeně do distálnějších částí končetin; např. při chronické hemolýze, polycytemii, CLL nebo lymfomu přesun do periferie – typicky u myelofibrózy, často současně s extramedulární krvetvorbou ve slezině nezobrazení dřeně – např. při aplastické anémii, blastické krizi akutní leukémie, terminální myelofibróze nebo po radioterapii ložiskový defekt – náhrada funkční dřeně nádorem, nekrózou nebo jiným procesem. Při zánětu vzniká na nanokoloidové scintigrafii obvykle defekt, zatímco antigranulocytární protilátky se v aktivním zánětu zvýšeně akumuluji Alternativy MRI – nejcitlivější anatomická metoda pro infiltraci kostní dřeně, páteř, pánve a myelom FDG PET/CT – hodnotí metabolicky aktivní nádorové nebo zánětlivé postižení biopsie kostní dřeně – poskytuje definitivní histologickou diagnózu, ale hodnotí pouze odebrané místo