

PŘEHLED VYŠETŘENÍ NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY

Oblastní nemocnice Trutnov

2018



Nemocnice
Trutnov

Obsah

PŘEDMLUVA.....	3
ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	4
Kontakty.....	4
Charakteristika pracoviště.....	5
Ordinační a provozní doba.....	5
O nukleární medicíně.....	5
Objednávání vyšetření.....	6
Dostupnost vyšetření a výsledků.....	6
PŘEHLED ZOBRAZOVACÍCH VYŠETŘENÍ.....	7
Scintigrafie skeletu.....	7
Scintigrafie kostní dřveň.....	8
Radionuklidová flebografie končetin.....	8
Radionuklidová lymfografie končetin.....	9
Radionuklidové vyšetření plicní perfúze.....	9
Dynamická scintigrafie jater a žlučových cest.....	10
Scintigrafický průkaz Meckelova divertiklu.....	10
Scintigrafie jícnu – vyšetření polykacího aktu.....	11
Vyšetření gastroezofageálního refluxu.....	11
Vyšetření evakuace žaludku.....	11
Dynamická scintigrafie ledvin (ev. s furosemidovým testem).....	12
Scintigrafie ledvin pro dg. renovaskulární hypertenze.....	13
Statická scintigrafie ledvin.....	13
Scintigrafie regionální mozkové perfúze.....	13
Scintigrafický průkaz mozkové smrti.....	14
Vyšetření dopaminových receptorů v mozku.....	14
Scintigrafie štítné žlázy.....	15
Scintigrafie příštítných tělísek.....	15
Scintigrafie s MIBI – diagnostika nádorů.....	16
Scintigrafie pomocí radionuklidu galium 67.....	16
Scintigrafie zánětu autologními leukocyty.....	17
Scintigrafie zánětu antigranulocytárními protilátkami.....	18
Scintigrafická identifikace sentinelové uzliny.....	18
RADIONUKLIDOVÁ TERAPIE.....	20
Radionuklidová synovektomie.....	20
Analgetická terapie kostních metastáz.....	20

Předmluva

Vážené kolegyně a kolegové,

dovolujeme si Vás v této krátké příručce seznámit s vyšetřovacími metodami a možnostmi radio-nuklidové léčby na našem pracovišti, Oddělení nukleární medicíny Oblastní nemocnice Trutnov.

Příručka je určena všem spolupracujícím zdravotníkům. Naším cílem je informovat o základních principech jednotlivých zobrazovacích vyšetření, indikacích k nim, průběhu vyšetření, způsobu provedení a jeho časové náročnosti, o přípravě pacienta a následných režimových opatřeních.

Výkony prováděné v rámci laboratoře nukleární medicíny najdete zvlášť v Laboratorní příručce Oddělení nukleární medicíny, dostupné na internetových stránkách nemocnice v části věnované našemu oddělení a rovněž mezi informacemi „pro odborníky“.

Doufáme, že tato příručka přispěje ke zkvalitnění naší vzájemné spolupráce, na kterou se těší kolektiv pracovníků Oddělení nukleární medicíny.

Zpracovali: Ing. Radim Zaňka, MUDr. Viera Rousková

Základní informace

Organizace	Oblastní nemocnice Trutnov, a. s. IČ: 26000237, DIČ: 268–26000237
Oddělení	Oddělení nukleární medicíny Maxima Gorkého 77, Kryblice, 541 01 Trutnov IČZ: 69 001 000, IČP: 69 001 588
Telefonní spojení	499 566 344 – úsek zobrazovacích metod, ambulance 499 866 343 – laboratoř
Internet	http://www.nemtru.cz/

KONTAKTY

Úsek zobrazovacích metod, ambulance

MUDr. Viera Rousková primářka oddělení	tel. 499 866 302 el. pošta: rouskova.viera@nemtru.cz
MUDr. Václav Beneš lékař	tel. 499 866 345
Irena Čepelková radiologická asistentka	tel. 499 866 344
Ing. Radim Zaňka, DiS. radiologický asistent, technik, referent řízení kvality ONT	tel. 499 866 345 el. pošta: zanka.radim@nemtru.cz
Kateřina Patschová vedoucí radiologická asistentka	tel. 499 866 344, 345 el. pošta: patschova.katerina@nemtru.cz
Dagmar Plzáková všeobecná sestra	tel. 499 866 344

Laboratoř nukleární medicíny

RNDr. Jana Kejzlarová farmaceut – příprava radiofarmak	tel. 499 866 345 el. pošta: kejzlarova@nemtru.cz
Mgr. Jitka Valášková vedení laboratoře, příprava radiofarmak, řízení kvality	tel. 499 866 345 el. pošta: valaskova.jitka@nemtru.cz
Eva Macháčová zdravotní laborantka	tel. 499 866 343
Markéta Hochmanová zdravotní laborantka	tel. 499 866 343
Mgr. Michaela Vovsová zdravotní laborantka	tel. 499 866 343

CHARAKTERISTIKA PRACOVIŠTĚ

Pracoviště je umístěno v areálu nemocnice v budově G, po pravé straně za hlavním vjezdem do nemocnice, naproti vjízdce.

V **ambulanci** v přízemí probíhají veškeré činnosti související s vyšetřením pacientů a odběry krve pro potřeby laboratoře nukleární medicíny.

Vyšetřovny jsou vybaveny hybridní SPECT/CT gamakamerou Philips Brightview XCT (7/2012) a planární gamakamerou Gamma MB 9200.

Laboratoř nukleární medicíny je zaměřena na vyšetření hormonů, nádorových markerů a provádí biochemický screening vrozených vývojových vad ve druhém trimestru. Při všech vyšetřeních se využívají radioimunoanalytické postupy. Více informací poskytuje *Laboratorní příručka ONM*.

ORDINAČNÍ A PROVOZNÍ DOBA

ambulance	provozní doba	pondělí–pátek	6.00–15.30 h
	ordinační doba	pondělí–pátek	7.00–14.30 h
laboratoř	provozní doba	pondělí–pátek	6.00–15.00 h
	příjem vzorků krve	pondělí–pátek	6.30–14.00 h

O NUKLEÁRNÍ MEDICÍNĚ

Nukleární medicína je lékařský obor, který se zabývá diagnostikou a léčbou s využitím vhodných radionuklidů (otevřených radioaktivních zářičů). Diagnostická část nukleární medicíny zahrnuje zobrazovací metody (scintigrafie) a laboratorní diagnostiku z krevního séra.

Scintigrafie (gamagrafie) je diagnostická metoda umožňující dvourozměrně, případně trojrozměrně zobrazit distribuci radiofarmaka (farmaka zpravidla značeného metastabilním radionuklidem ^{99m}Tc s poločasem přeměny 6 hodin a emitujícím záření gama). Podle použitého radiofarmaka lze obdržet důležité informace o funkčně-morfologickém stavu orgánů, metabolické aktivitě tkání, odhalovat záněty, nádory a jiné patologické změny v těle.

Scintigrafické vyšetření lze provést jako statické se zobrazením aktuální distribuce radioindikátoru v orgánu nebo ve tkáni, nebo dynamické vyšetření, při kterém se pořizují série scintigramů v předem stanovených krátkých časových intervalech, čímž lze sledovat změny distribuce radiofarmaka v zájmové oblasti a usuzovat tak na funkci některých orgánů.

Trojrozměrné zobrazení, které se provádí metodou jednofotonové emisní tomografie (SPECT) na cílenou oblast, lze při jednom sezení doplnit pro přesnější lokalizaci patologického ložiska vyšetřením pomocí lokalizačního CT. Obrazy z obou modalit lze vzájemně překrýt a zjistit tak mnohdy nejen přesnou lokalizaci, ale i posoudit charakter scintigraficky aktivní patologie.

Výhodou scintigrafie je její neinvazivnost, prakticky absence vedlejších účinků a obvykle nízká radiační zátěž. Radiofarmaka používaná k vyšetřením nezpůsobují závažné alergické reakce a i mírné projevy se vyskytují vzácně.

Terapeutické metody nukleární medicíny umožňují kurativně nebo paliativně léčit některá nádorová i nenádorová onemocnění.

OBJEDNÁVÁNÍ VYŠETŘENÍ

Před odesláním k vyšetření na naše oddělení prosíme o řádné poučení pacienta alespoň o podstatě a důvodu tohoto vyšetření, přípravě před vyšetřením a orientační době, po kterou toto vyšetření bude trvat.

Vyšetření metodami nukleární medicíny nebývají zvláště náročná na přípravu, provedení není pro pacienty významně zatěžující nebo nepříjemné (obvykle se jedná pouze o poležení při vyšetření a o předchozí nitrožilní aplikaci radiofarmaka). Převážná většina vyšetření probíhá bez přípravy. V některých případech je nutné, nebo vhodné vysadit léky, které mohou výsledek ovlivnit, případně zajistit, aby byl pacient na lačno.

Kontraindikacemi radionuklidových zobrazovacích postupů jsou v zásadě pouze těhotenství a kojení. V případě kojení lze vyšetření provést pouze v případě, že bude na doporučenou dobu kojení přerušeno. Dalšími kontraindikacemi je precitlivělost na podávanou látku nebo nezvládnutelná inkontinence moči.

Zobrazovací vyšetření jsou poměrně náročná časově, což je dáno kompromisem mezi kvalitou zobrazení a množstvím podaného radiofarmaka, tak aby byla minimalizována radiační zátěž. Vyšetřovací časy se pohybují od několika minut do jedné hodiny, po kterou musí pacient vydržet v požadované poloze a bez pohybu. To je zvláště důležité u tzv. dynamických studií, které nelze v případě pohybu zopakovat a jejichž kvantitativní hodnocení je v takovém případě znemožněno (např. dynamická scintigrafie ledvin nebo žlučových cest). U neklidných pacientů je ve vybraných případech vhodné zvážit odpovídající premedikaci.

Delší časová náročnost spočívá často v čekací době mezi aplikací radiofarmaka a vlastním vyšetřením. Pacient je vždy informován o přibližné době provedení vlastní scintigrafie, přičemž se v mezichase může z našeho pracoviště ve většině případů vzdálit.

Pacient by se měl na vyšetření dostavit v době, na kterou byl pozván. Vyšetření s aplikací radionuklidu značených farmak je finančně nákladné a radiofarmaka jsou připravována v ranních hodinách. Jejich nevyužití (mají trvanlivost jen několik hodin) bývá jednak významnou finanční ztrátou pro naše oddělení, jednak by mohl být preparát využit pro jiného pacienta. Není-li možné, aby se pacient na objednané vyšetření dostavil, je nutné, abychom o tom byli včas, nejlépe telefonicky, informováni.

Na žádanku uveďte kromě základních informací o pacientovi zejména anamnestické údaje související s daným požadovaným vyšetřením, klinickou diagnózu, její kód a důvod, respektive očekávaný přínos vyšetření. Na žádance musí být čitelné razítko odesílajícího zdravotnického zařízení, IČZ a jméno lékaře.

Při objednání vyšetření je třeba předem uvést hmotnost pacienta z důvodu plánování množství připravovaných radiofarmak a kontaktní informace (telefon, adresa).

TELEFON PRO OBJEDNÁVKY 499 866 344

DOSTUPNOST VYŠETŘENÍ A VÝSLEDKŮ

Veškeré výkony se provádí na objednání. Provedení statim vyšetření lze provést pouze po předběžné telefonické domluvě. U většiny běžných vyšetření lze domluvit časný termín v řádu dnů. Termíny vyšetření se odvíjí od náročnosti výkonu, použitého radiofarmaka (vlastní příprava, objednávka hotového radiofarmaka), způsobu přípravy na vyšetření.

Výsledky vyšetření jsou zpravidla odesílány následující den rozvozem (zajišťuje nemocnice) nebo Českou poštou, v případě náročnějšího zpracování dat do týdne. Požadujete-li výsledek v den vyšetření nebo vydat pacientovi do rukou, je třeba toto předem domluvit při objednávání.

Přehled zobrazovacích vyšetření

SCINTIGRAFIE SKELETU

Princip: Po nitrožilní aplikaci osteotropního radiofarmaka ^{99m}Tc -HDP (oxidronát) či ^{99m}Tc -MDP (medronát) dochází k jeho navázání na neústrojnou složku kostní tkáně (hydroxyapatit). Míra akumulace v kosti je dána zvláště intenzitou kostní přestavby (osteoblastické aktivity) a dále ovlivněna mírou krevního průtoku. Vyšetření je velice senzitivní, ale mnohem méně specifické, proto není možné bez znalosti anamnézy rozlišit příčinu metabolické změny. Snímkování se provádí za 2–4 hodiny po aplikaci radiofarmaka.

Třífázová scintigrafie skeletu: Standardní scintigrafie skeletu, která zobrazuje metabolickou aktivitu, se ve vybraných případech doplňuje o dvě časné fáze během deseti minut bezprostředně po aplikaci radiofarmaka za účelem zobrazení krevního průtoku tkáněmi a posouzení tkáňové perfúze. Tyto dvě fáze dobře zobrazí možnou lokální zánětlivou hyperemii, např. při uvolňování TEP, synovitidách a artritidách.

Indikace:

- široké spektrum stavů s metabolickými změnami kostí:
- časný průkaz metastáz maligních onemocnění ve skeletu (předchází rtg. pozitivitu o 6 i více měsíců) a sledování jejich dynamiky v čase nebo po léčbě,
- detekce traumatických kostních změn – potvrzení dg. fraktur při nejasném rtg. nálezu,
- rozlišení čerstvých a starých osteoporotických fraktur,
- včasná diagnostika osteomyelitid při nejasném rtg. nálezu,
- včasná diagnostika a monitorování morbus Perthes,
- revmatoidní artritida a osteoartritida – ověření rozsahu a charakteru postižení kloubů,
- sledování pooperačních stavů u endoprotéz,
- vertebrogenní algický syndrom, jiné nejasné kostní bolesti,
- fibrózní dysplázie,
- změny při systémových metabolických onemocněních skeletu.

Příprava pacienta a režimová opatření: Před vyšetřením nejsou potřeba zvláštní režimová opatření. Pacient přijde normálně najedený (diabetici!). Je vhodná přiměřená hydratace. Bezprostředně po iv. aplikaci radiofarmaka je třeba zvýšit příjem tekutin (není-li toto kontraindikováno), a to v množství nejméně 0,5 litru v první hodině. V dalším období po zbytek dne dodržovat zvýšený pitný režim. Rovněž je žádoucí časté močení, zvláště během prvních dvou hodin po aplikaci, kdy množství radiofarmaka kolujícího v krvi, a tedy vylučovaného ledvinami, je vysoké a s postupem času, tak jak je navázáno v kosti a z větší části vyloučeno, se snižuje. Před vlastním snímkováním je nutné se vymočit, jelikož náplň močového měchýře negativně ovlivňuje hodnocení scintigramů v oblasti pánve. Pacient musí rovněž odložit kovové předměty, které brání zobrazení překryté oblasti skeletu (hodinky, věci z kapes, brýle aj.); toto se obvykle netýká drobných součástí oblečení.

Pokud je to možné, vysadit před vyšetřením osteotropní farmaka – např. bisfosfonáty. Tyto léky kompetitivně blokují akumulaci osteotropních radiofarmak ve skeletu, což může mít za následek falešně negativní scintigram.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 700 MBq.

Délka vyšetření: 3–4 hodiny.

Průběh vyšetření: Pacientovi je aplikováno intravenózně radiofarmakum. Snímkování se provádí za 2–4 hodiny v přední a zadní projekci formou celotělových scintigramů. Na scintigramech se zobrazuje rozložení vychytaného radiofarmaka ve skeletu. Vlastní vyšetření trvá přibližně 20 minut. Prodlužuje se při nutnosti doplňkových cílených statických nebo tomografických vyšetření o dalších až 20 minut. Podle in-

dikace se ve vybraných případech provádí scintigrafie skeletu třífázová – základní scintigrafie skeletu se doplňuje o časné snímky během prvních 10 minut po aplikaci radiofarmaka.

Poznámka: U čerstvého kostního traumatu je vhodné provádět scintigrafické vyšetření až po 3–5 dnech od úrazu, jinak může vést, zejména u starších lidí, k falešně negativnímu nálezu.

SCINTIGRAFIE KOSTNÍ DŘENĚ

Princip: Vyšetření slouží k zobrazení aktivní kostní dřene. Lze jej provést pomocí ^{99m}Tc -nanokoloidu nebo ^{99m}Tc -antigranulocytárních protilátek. Při vyšetření pomocí monoklonálních protilátek se využívá skutečnosti, že protilátka se váží na granulocyty, kterých je v kostní dřeni 50–100× více než v periferní krvi. Na druhé straně, ^{99m}Tc -nanokoloid je v kostní dřeni fagocytován v makrofázích (Nevýhodou nanokoloidu je výrazná akumulace radiofarmaka v játrech a slezině, a tudíž problematičtější hodnocení oblasti Th-L páteře.)

Indikace:

- posouzení rozložení aktivní kostní dřene u hematologických onemocnění (periferizace kostní dřene, útlum kostní dřene v centrálním skeletu);
- detekce ložiskových lézí v kostní dřeni při metastatickém postižení u onkologických onemocnění,
 - při nejasných nálezech na scintigrafii skeletu,
 - při myelofibróze,
 - k lokalizaci místa vhodného pro biopsii z kostní dřene.

Kontraindikace

- relativní: zvýšení HAMA protilátek v případě opakovaného vyšetření pomocí antigranulocytárních protilátek;
- absolutní: alergie na antigranulocytární protilátky.

Příprava: speciální příprava není nutná, dále stanovení HAMA protilátek při opakovaném vyšetření antigranulocytárními protilátkami.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 500-700 MBq.

Délka vyšetření: 5 hodin při užití monoklonálních protilátek proti granulocytům, při užití ^{99m}Tc -nanokoloidu 2 hodiny.

Průběh vyšetření: Radiofarmakum se aplikuje intravenózně. Celotělové scintigramy zobrazující rozložení ^{99m}Tc -nanokoloidu, vychytaného v kostní dřeni, se provádí za 30–60 minut po podání radiofarmaka (není-li výrobcem radiofarmaka doporučeno jinak). Scintigrafie po podání ^{99m}Tc -antigranulocytárních protilátek se provádí 4 hodiny po aplikaci. Zhotovují se celotělové snímky v přední a zadní projekci, které se podle potřeby doplní o cílené snímky v libovolné projekci (např. boční, šikmé) nebo snímky tomografické.

RADIONUKLIDOVÁ FLEBOGRAFIE KONČETIN

Princip: Vyšetření slouží k zobrazení žilního řečiště. Do žíly v oblasti nártu vyšetřované končetiny se iv. aplikuje radiofarmakum ^{99m}Tc -MAA (makroagregát albuminu) při zatažených škrtdlech a sleduje se průtok radiofarmaka hlubokým žilním systémem pod detektorem gamakamery a poté znovu po uvolnění škrtdel. Standardně navazuje scintigram plicní perfúze (záchyt radiofarmak v plicích).

Indikace: posouzení průchodnosti hlubokého a povrchního žilního systému končetin především při nejasném sonografickém nálezu nebo otoku končetiny

Příprava: žádná; podmínkou zdárného vyšetření je možnost zajištění žíly na noze (výrazné otoky) a zaskrcení povrchového žilního systému nad kotníkem a pod kolenem (běrcové vředy).

Délka vyšetření: 40–60 minut.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 200 MBq.

Průběh vyšetření: Po zabandážování vyšetřované končetiny, zaškrcení povrchového žilního systému nad kotníkem a pod kolenem, se provede zajištění periferní žíly na dorzu nohy. Poté se postupně aplikuje radiofarmakum po dobu záznamu snímku, totéž se provede po uvolnění škrtdel. Vždy navazuje scintigram plicní perfúze (viz vlastní kapitola).

RADIONUKLIDOVÁ LYMFOGRAFIE KONČETIN

Princip: Radiofarmakum ^{99m}Tc -nanokoloidní částice se po subkutánní aplikaci do meziprstí vyšetřované končetiny dostává do lymfatických cév a dále proximálně do spádových uzlin. Scintigrafie podává obraz o funkčně-morfologickém stavu lymfatické průchodnosti vyšetřované končetiny.

Indikace:

- diferenciální diagnostika otoků končetin,
- průkaz poruchy lymfatické drenáže: úrazový nebo neúrazový,
- stavy po erysipelu.

Příprava pacienta: žádná.

Délka vyšetření: 2–3 hodiny.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 150 MBq na jednu dolní končetinu.

Průběh vyšetření: Vyšetření začíná subkutánní aplikací radiofarmaka v malém objemu v oblasti meziprstí vyšetřované končetiny. Snímkování se provádí vleže na zádech. S ostupem 30–40 minut se provádí první záznam distribuce radiofarmaka v klidové fázi, další pak za 90–120 minut po zátěži chůzí. Při těžší poruše odtoku lymfy navazují doplňující scintigramy s dalším časovým odstupem. Čas jednoho záznamu obnáší je asi 15 minut.

RADIONUKLIDOVÉ VYŠETŘENÍ PLICNÍ PERFÚZE

Princip: Vyšetření slouží k zobrazení kapilárního plicního parenchymu pomocí radiofarmaka ^{99m}Tc -MAA (makroagregát albuminu), který se po iv. aplikaci vycytá v plicních kapilárách. Části plic bez krevního zásobení na úrovni kapilár nebo vyšší plicních tepen se při jejich postižení nezobrazí.

Indikace:

- diagnostika embolizace do arteria pulmonalis, kde predikující hodnota je u jasně negativních nálezů a jasně pozitivních nálezů; hraniční nálezy jsou dále indikované k angio-CT plic;
- kontrolní vyšetření po proběhlé plicní embolii po 3 měsících k posouzení reperfúze;
- provádí se v rámci každé scintifilebografie končetin.

Příprava: nebývá; s sebou snímek plic nebo alespoň aktuální popis.

Délka vyšetření: 30–50 minut.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 150 MBq.

Postup vyšetření: Po iv. aplikaci radiofarmaka nejlépe vleže se bezprostředně provádí vleže nebo vsedě cílené snímky plic v několika projekcích. Planární snímky se mohou dle potřeby doplnit o tomografické vyšetření, které vyžaduje dalších 20 minut.

Poznámka: Na žádanku uveďte důležité anamnestické údaje vzhledem k vyšetření, zejména již dříve pro-

dělaná embolizace do plic, hluboká tromboflebitida, hormonální antikoncepční terapie, chronická bronchitis, karcinom plic...

DYNAMICKÁ SCINTIGRAFIE JATER A ŽLUČOVÝCH CEST

Princip: Vyšetření slouží k zobrazení průchodnosti intra- a extrahepatálních žlučových cest. Radiofarmakum, ^{99m}Tc značené deriváty IDA (např. mebrofenin), se po iv. aplikaci ihned vychytávají buňkami jaterního parenchymu a jsou transportovány do systému žlučových cest. Vyšetření umožňuje neinvazivním způsobem hodnotit především hepatocelulární funkci, průchodnost žlučových cest, funkci žlučníku (extrakční poměr), orientačně morfologii jater.

Indikace:

- posouzení funkce jater a stavu žlučových cest,
- podezření na uzávěr ductus choledochus,
- podezření na dyskinézu žlučových cest a dysfunkci Oddiho svěrače,
- podezření na biliární dyspepsii a duodeno-gastrický reflux žluče,
- postcholecystektomický syndrom,
- podezření na únik žluči intraperitoneálně,
- podezření na vrozené anomálie.

Příprava: Na lačno minimálně 4 hodiny. 3–4 hodiny před vyšetřením (běžně v 6 hodin ráno) sní pacient 50 g mléčné čokolády (tj. polovina běžné tabulky čokolády) jakožto podnět pro vyprázdnění žlučníku (neplatí u pacientů po cholecystektomii). Další 50 g čokolády si přinese s sebou. Místo čokolády lze použít jakýkoli jiný srovnatelný podnět, např. smetanu, žloutek.

Volba vysazení léků ovlivňujících motilitu žlučových cest je ponechána na odesílajícím lékaři (uvést na žádanku).

Délka vyšetření: 2 hodiny.

Obvyklá aplikovaná aktivita : 250 MBq

Průběh vyšetření: Vyšetřování se provádí vleže na zádech. Po iv. aplikaci radiofarmaka se provádí ihned dynamický záznam po dobu 60 až 90 minut v přední projekci se zaměřením středu detektoru gamakamery na jaterní krajinu. Radiofarmakum se ihned po aplikaci začne vychytávat buňkami jaterního parenchymu, přičemž je obratem transportováno do žlučových cest. Při snímkování se sleduje postupné naplňování dutého systému žlučových cest a dále odvod do tenkého střeva a možný zpětný průnik do žaludku. Po dostatečném naplnění žlučníku je podán podnět pro jeho vyprázdnění, obvykle kolem 30. minuty (běžně 50 g mléčné čokolády). Záznam pokračuje dále po výše stanovenou dobu. V případě stavu po cholecystektomii se evakuační podnět nepodává. Podle potřeby (zvláště při nezobrazení žlučníku) se provádí kontrolní statické scintigramy během následujících 60 minut, výjimečně i po delší době.

SCINTIGRAFICKÝ PRŮKAZ MECKELOVA DIVERTIKLU

Princip: Vyšetření slouží k průkazu ektopické žaludeční sliznice. Provádí se zejména v dětském a dorostovém věku. Radiofarmakum, technecianové ionty ($^{99m}\text{TcO}_4^-$), se vychytává v žaludeční sliznici, normální i ektopické.

Indikace: nejasná příčina krvácení do GIT (s příznaky enterorrhagie, melény, anemie, zejména u dětí), které může spočívat v přítomnosti ektopické žaludeční sliznice v Meckelově divertiklu.

Příprava: Pacient přichází k vyšetření nalačno. Doporučena dvoudenní premedikace H₂-blokátory. Při vyšetření nespolutracujícího malého dítěte individuálně zvážit podání sedativ.

Délka vyšetření: 1 hodina.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 200 MBq.

Postup vyšetření: Pacient leží na zádech pod detektorem gamakamery. Současně s iv. aplikací radiofarmaka se začne zaznamenávat obraz formou dynamické studie v přední (ev. i zadní) projekci na oblast břicha po dobu dvou minut, následuje další dynamická studie nebo série statických snímků po dobu 30–60 minut.

SCINTIGRAFIE JÍCNU – VYŠETŘENÍ POLYKACÍHO AKTU

Princip: Vyšetření slouží k posouzení motility jícnu. Vleže pod detektorem scintilační kamery se snímkuje po polknutí radiofarmaka ^{99m}Tc -DTPA koloidu, hodnotí se přítomnost antiperistaltiky, retence a tranzitní čas sousta jícnem.

Indikace:

- obecně průkaz poruchy polykacího aktu, gastroesofageální reflux;
- ezofagitida;
- poruchy průchodnosti jícnu – nádory, zevní útlak, striktura po poleptání atd.;
- stavy po operačních výkonech na jícnu.

Příprava: Vyšetření se provádí nalačno, 8 hodin před výkonem nejíst, dále pacient před vyšetřením nesmí kouřit. Při diagnostickém vyšetření musí pacient vysadit případnou terapii ovlivňující motilitu jícnu, ale při hodnocení efektu terapie je třeba tuto terapii ponechat. Spolupracující pacient.

Délka vyšetření: 30 minut.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 30–100 MBq.

Průběh vyšetření: Pacient je vyšetřován vleže. Detektor gamakamery snímá v přední projekci oblast jícnu a žaludku. Pacient na pokyn polkne tekutinu obsahující radiofarmakum, přičemž je od počátku zaznamenávána dynamická scintigrafie po dobu jedné minuty. Při vyšetření k detekci gastroesofageálního refluxu je doplněn objem tekutiny v žaludku vypitím 200 ml tekutin. Pokračuje se další dynamickou studií po dobu asi dvaceti minut.

VYŠETŘENÍ GASTROEZOFAGEÁLNÍHO REFLUXU

Princip: Navazuje na vyšetření polykacího aktu, slouží k posouzení GE refluxu. Vleže pod detektorem gamakamery se snímkuje po polknutí radiofarmaka ^{99m}Tc -DTPA koloidu a sleduje se možný návrat obsahu žaludku do jícnu, případně na snímcích za dalších 24 hodin lze prokázat plicní aspiraci.

Indikace:

- detekce gastroezofageálního refluxu, refluxní choroba jícnu,
- recidivující respirační infekty dolních dýchacích cest (převážně u dětí),
- achalázie, stavy po operačních výkonech na jícnu.

Příprava: Vyšetření se provádí nalačno, 8 hodin před výkonem nejíst, dále pacient před vyšetřením nesmí kouřit. Při diagnostickém vyšetření musí pacient vysadit případnou terapii ovlivňující motilitu horní části GIT, ale při hodnocení efektu terapie je třeba tuto terapii ponechat.

Délka vyšetření: 1 hodina; případný snímek za 24 hodin k vyloučení plicní aspirace.

Průběh vyšetření: Pacient je vyšetřován vleže. Detektor gamakamery snímá v přední projekci oblast jícnu a žaludku. Vyšetření se zahajuje zobrazením polykacího aktu (viz výše). Poté je doplněn objem tekutiny v žaludku vypitím 200 ml tekutiny. Pokračuje se další dynamickou studií po dobu asi dvaceti minut.

VYŠETŘENÍ EVAKUACE ŽALUDKU

Princip: Vyšetření slouží k posouzení rychlosti vyprazdňování žaludku a jeho motility. Po p.o. podání radiofarmaka ^{99m}Tc -DTPA koloidu smíchaného s vhodným pokrmem se provádí v polosedě snímání oblasti žaludku v přední projekci. Hodnotí se křivka žaludeční aktivity v závislosti na čase, která udává rychlost evakuace značené stravy ze žaludku.

Indikace:

- obecně patologické stavy, které mohou být spojeny s poruchou evakuace žaludku,
 - např. diabetická neuropatie-gastroparéza,
 - stavy po chirurgických výkonech na žaludku,
 - anorexie...

Příprava: na lačno, 8 hodin nejíst, nekouřit! Diabetici musí dostat před podáním pokrmu adekvátní dávku antidiabetik nebo inzulínu. Při vyšetření za účelem stanovení diagnózy musí pacient vysadit případnou terapii ovlivňující motilitu žaludku; při hodnocení efektu terapie je třeba tuto ponechat. Testační pokrm nejlépe polotuhý (rozmačkané brambory, rýžový nákyp, rizoto atd.), případně tekutý (džus, voda, mléko) o standardním množství (200 g nebo 400 ml) si pacient přinese s sebou.

Délka vyšetření: 2 hodiny.

Postup vyšetření: Radiofarmakum v podobě koloidu se smísí s pokrmem a vyšetřovaný jej sní. Poté je ihned zahájené snímání v polosedě v levé přední šikmé projekci formou dynamické studie po standardní dobu 60 až 90 minut. Dle potřeby se doplní pozdější statické snímky.

DYNAMICKÁ SCINTIGRAFIE LEDVIN (EV. S FUROSEMIDOVÝM TESTEM)

Princip: Vyšetření slouží především k posouzení funkční zdatnosti ledvin a průběhu odtoku moči horními močovými cestami. Jako radiofarmakum se používá ^{99m}Tc -MAG3, který se ihned po iv. aplikaci rychle vychytává ledvinami a během několika minut se vylučuje tubulární sekrecí do vývodního systému.

Diuretická nefrografie (furosemidový test) – Indikací je diferenciální diagnostika obstrukční a neobstrukční dilatace dutého systému. Kolem 20. minuty po aplikaci radiofarmaka je iv. podán furosemid. Sleduje se a hodnotí odezva ve vylučování radiofarmaka na podání diuretika.

Indikace:

- ledvinná onemocnění, u nichž je třeba samostatně určit funkční zdatnost pravé a levé ledviny, stanovení podílu jejich funkce,
- posouzení průběhu odtoku moči z kalichopánvičkových systémů a ureterů,
- rozlišení obstrukce od dilatační uropatie,
- kontrolní vyšetření k posouzení vývoje ledvinného onemocnění.

Příprava: dostatečné zavodnění před vyšetřením – dospělá osoba standardně vypije půl litru tekutiny 30 až 60 minut před vyšetřením (přibližně 7 ml/kg hmotnosti), starší děti co nejvíce, obvykle 200–300 ml tekutin.

V případě neklidných pacientů, obvykle malých dětí, je dle potřeby nutné zajistit ve spolupráci s odesílajícím oddělením premedikaci sedativy a kanylaci periferní žíly, případně zajistit zklidnění pacienta v součinnosti s ARO.

Délka vyšetření: 45 minut.

Obvykle aplikovaná aktivita: 150–200 MBq.

Průběh vyšetření: Snímání průběhu radiofarmaka ledvinami a dutým odvodným systémem se provádí

ihned po jeho iv. aplikaci v zadní projekci po dobu 20–35 minut. Poloha pacienta bývá vleže nebo vsedě. S odstupem se dle potřeby provádí kontrolní statické scintigramy po vymočení.

SCINTIGRAFIE LEDVIN PRO DG. RENOVASKULÁRNÍ HYPERTENZE

Princip: Viz základní provedení dynamické scintigrafie ledvin. Captopril vyvolá u ledviny s hemodynamicky významnou stenózou renální arterie pokles glomerulární filtrace, a tedy i funkce. Získaná nefrografická křivka se porovná s křivkou získanou při scintigrafii za bazálních podmínek. Zdravá ledvina bez stenózy renální arterie není ovlivněna.

Indikace: podezření na renovaskulární hypertenzi.

Příprava: Minimálně 4 hodiny na lačno, zavodnění viz základní dynamická scintigrafie ledvin. Je třeba vysadit léčbu ACE inhibitory 3–7 dnů před vyšetřením podle poločasu jejich vylučování, pokud se neprovádí cílená studie při dlouhodobé medikaci (nelze-li, domluvit postup s lékařem ONM). Diuretika je nutné vysadit minimálně 3 dny předem, neboť zvyšují riziko těžké hypotenzní reakce. Je vhodné vysadit i blokátory angiotenzin II receptorů. Ostatní antihypertenziva možno ponechat, zejména u pacientů s těžko kontrolovatelnou hypertenzí.

Délka vyšetření: 2 hodiny; dvoudenní protokol.

Postup vyšetření: Vyšetření se provádí ve dvou dnech ve formě opakované dynamické scintigrafie ledvin: za bazálních podmínek a po podání ACEI. 25–50 mg captoprilu je podáno v rozdrčené formě per os jednu hodinu před aplikací radiofarmaka ^{99m}Tc -MAG3. Pacientovi je pravidelně v 15. minutových intervalech minitorován TK před a po podání captoprilu

STATICKÁ SCINTIGRAFIE LEDVIN

Princip: Vyšetření slouží k zobrazení funkčního parenchymu ledvin. Radiofarmakum ^{99m}Tc -DMSA se dočasně vychytává v buňkách proximálního tubulu a nedochází k jeho zpětnému vyplavování do krve. Výsledný obraz závisí na funkčním stavu renálního parenchymu a krevním zásobení ledvin.

Indikace:

- diagnostika vývojových a získaných vad ledviny, abnormální uložení ledvin, ektopie ledviny, hypoplazie, ageneze, svršťelé ledviny...
- diagnostika traumatu ledviny a sledování reparace,
- zhodnocení podílu jednotlivé ledviny na celkové funkci, včetně průkazu afunkce,
- průkaz korové léze u akutní a chronické pyelonefritidy a chronické refluxní nefropatie.

Příprava: dostatečné zavodnění před vyšetřením – dospělá osoba vypije půl litru tekutiny 30 až 60 minut před vyšetřením (přibližně 7 ml/kg hmotnosti), starší děti obvykle 200–300 ml tekutin.

Délka vyšetření: Po i.v. aplikaci radioindikátoru se provádí vyšetření za 2–3 hodiny statickými záznamy v několika projekcích. Podle potřeby se doplňuje vyšetření tomografickými snímky s trváním záznamu 15–20 minut.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 100–150 MBq.

SCINTIGRAFIE REGIONÁLNÍ MOZKOVÉ PERFÚZE

Princip: Iv. aplikované radiofarmakum ^{99m}Tc -HMPAO (exametazin) nebo ^{99m}Tc -ECD (bicisát) prochází intaktní hematoencefalickou bariérou a vstupuje do mozkových buněk. Zde zůstává fixováno. Akumulace je úměrná regionální perfúzi mozku a na viabilitě a metabolickém stavu neuronů.

Indikace:

- akutní a chronické poruchy cerebrovaskulární perfúze;
- detekce epileptického ložiska;
- diagnostika demencí (Alzheimerova × vaskulární);
- kraniotrauma s negativním CT či MR nálezem a přetrvávající klinickými symptomy.

Kontraindikace: klaustrofobie, nespolupráce pacienta nebo nemožnost ležet v klidu na zádech po dobu 60 minut.

Příprava: Před příchodem pacienta k vyšetření: pacient by neměl pít nápoje s obsahem kofeinu a jiné energetické nápoje a podobné přípravky, alkohol, neměl by kouřit a užívat léky, o kterých je známo, že ovlivňují mozkové prokrvení. Otázku vysazení léků (vazoaktivních preparátů) je vhodné před vyšetřením konzultovat s ošetřujícím neurologem.

Délka vyšetření: 90 min.

Obvykle aplikovaná aktivita: 700–800 MBq.

Postup vyšetření: Pacientovi je neprve zajištěn žilní vstup. Poté je nutné dodržet 10–15minutový klidový režim z důvodu dosažení stabilního prostředí během aplikace radiofarmaka a jeho akumulace v mozku (v klidu vleže se zavřenými očima, v potměné místnosti s vyloučením rušivých podnětů). Poté je aplikováno radiofarmakum do kanyly. Tomografické vyšetření (SPECT) se provádí běžně za 45–60 minut, doba snímání 30–40 minut. Hlavu pacienta fixujeme speciálním držákem.

SCINTIGRAFICKÝ PRŮKAZ MOZKOVÉ SMRTI

Princip: aplikace lipofilního radiofarmaka ^{99m}Tc -HMPAO nebo ^{99m}Tc -ECD se provádí do ČŽK, které prochází hematoencefalickou bariérou a vstupuje do mozkových buněk. Akumulace radiofarmaka je úměrná regionální perfúzi mozku a potvrzuje viabilitu buněk. Zjištěná absence záchytu radiofarmaka v mozkové tkáni potvrzuje smrt mozku.

Indikace: potvrzení diagnózy mozkové smrti u pacientů ARO.

Kontraindikace: střední arteriální tlak nižší než 80 mmHg a u dětí 60 mmHg.

Příprava: pacient je zajištěn žilními vstupy, monitorováním TK, EKG a dýchacími přístroji, trvale pod kontrolou anesteziologa.

Délka vyšetření: 60–90 minut.

Postup vyšetření: Po iv. aplikaci radiofarmaka se ihned zahájí dynamická studie v přední a zadní projekci se zaměřením na oblast hlavy a krku po dobu 60 sekund, následují statické snímky v základní čtyřech projekcích a po 20 minutách od aplikace se zahajuje tomografické vyšetření, které trvá asi 30 minut.

VYŠETŘENÍ DOPAMINOVÝCH RECEPTORŮ V MOZKU

Princip: Radiofarmakum ^{123}I -FPCIT (ioflupan, obchodní zn. DaTSCAN) se naváže na presynaptické dopaminové transportéry v bazálních gangliích a pomocí scintigrafického vyšetření je možné zobrazit hustotu jejich rozložení.

Indikace: diferenciální diagnostika poruch hybnosti – odlišení patologických stavů s deficitem (Parkinsonova choroba, parkinsonské syndromy atd.) a bez deficitu dopaminových transportérů (především esenciální tremor). Vyšetření indikuje vždy specialista – neurologe nebo psychiatr.

Kontraindikace: klaustrofobie, nespolupráce pacienta, anafylaktické reakce na jodové preparáty.

Příprava: Před příchodem na vyšetření by pacient neměl užívat léky, které ovlivňují vazbu dopamino-

vých transportérů, např. amfetamin, methyfenydat, kokain, fenylpropanolamin, fenofuramin, fendermin. Tyto léky se nevysazují, pakliže je cílem studie zhodnotit efekt medikace. Večer před vyšetřením vzít per os chloristan draselný v dávce 400 mg za účelem blokace vychytávání volného ^{123}I ve štítné žláze, toto opakovat ještě 12 hodin po ukončení vyšetření. Pacient musí být poučený o délce vyšetření.

Délka vyšetření: 5 hodin.

Postup vyšetření: Po zajištění žilního přístupu flexilou s kanylou se pacientovi pomalou injekcí aplikuje radiofarmakum a za 3–5 hodin se provede tomografické vyšetření mozku (SPECT). Vlastní snímání trvá 40 minut a je nutné při něm vydržet vleže a bez pohybu hlavy.

SCINTIGRAFIE ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

Princip: Po iv. aplikaci radiofarmaka ve formě $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ se toto vychytává folikulárními buňkami štítné žlázy podle míry její funkce (afunkční nevychytává, hyperfunkční tkáň akumuluje radiofarmakum nadměrně). Morfologické změny parenchymu štítnice posuzujeme nepřímo.

Indikace :

- posouzení rozložení funkčního parenchymu štítné žlázy,
- latentní i rozvinutá hypertyreóza (např. diagnostika autonomních adenomů, diferenciální diagnostika autoimunní hyperthyreózy a subakutně probíhající tyreoiditidy),
- průkaz ektopie tkáně štítné žlázy.

Příprava:

- Vysazení případné substituce před vlastním vyšetřením 3–5 dní;
- jódové preparáty, např. léky obsahující jód, rtg. kontrastní jódové látky apod. mohou snížit akumulaci radiofarmaka ve štítné žláze až na několik týdnů.

Délka vyšetření: 1 hodina.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 150 MBq.

Postup vyšetření: Po iv. aplikaci radiofarmaka se za 25–30 minut snímá v přední projekci vleže pod detektorem gamakamery oblast krku a přilehlého mediastina po dobu asi 10 minut. V případě potřeby se provede následně 20 minutové tomografické vyšetření.

Poznámka: Je vhodné, aby byly před vyšetřením zjištěny hladiny hormonů štítné žlázy a jejich hodnoty uvedeny na žádance ke scintigrafii a aby scintigrafii rovněž předcházelo ultrazvukové vyšetření štítné žlázy.

SCINTIGRAFIE PŘÍŠTÍTNÝCH TĚLÍSEK

Princip: Vyšetření slouží k zobrazení hyperfunkčního parenchymu příštitných žláz v obvyklé nebo patologické lokalizaci. Iv. se aplikuje nejprve $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$, provede snímek, poté $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ (sestamibi) a opět se zaznamená obraz ve stejné projekci. Obrazy se od sebe odečtou.

Indikace:

- primární nebo sekundární hyperparathyreóza – adenom příštitných tělísek (80 %), hyperplazie;
- prokázání ektopických příštitných tělísek.

Příprava: Bez speciální přípravy; vysazení případné medikace hormonů štítné žlázy 1–3 dny před scintografií.

Délka vyšetření: 3–5 hodin.

Obvyklá aplikovaná aktivita: $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 100 MBq, $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 700 MBq.

Postup vyšetření: Přes PŽK se i.v. aplikuje nejprve $^{99m}\text{TcO}_4^-$ a za 20–30 minut se zahájí statický snímek štítné žlázy vleže pod detektorem se zaměřením na krk a přilehlé mediastinum po dobu 10 minut, poté se pacientovi aplikuje $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ a za dalších 10 minut (po které zůstává vleže pod detektorem) se zahájí další snímek ve stejné poloze. Poté navazuje 20minutové tomografické vyšetření (SPECT/low dose CT). Za 2 hodiny od aplikace se provede pozdní statický snímek se stejným nastavením parametrů jako u předchozích snímků a také podle potřeby kontrolní SPECT.

SCINTIGRAFIE S MIBI – DIAGNOSTIKA NÁDORŮ

Princip: Zobrazení nádorové tkáně je dáno zvýšeným zachytem iv. podaného radiofarmaka $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ (sestamibi) v nádorových buňkách, kde se ukládá v mitochondriích a cytoplazmě. Vyšší počet mitochondrií v nádorových buňkách vede k vyšší koncentraci radiofarmaka; tato je obrazem metabolické aktivity nádoru.

Indikace: prokázání maligní tkáně tumorů akumulujících MIBI, nejčastěji:

- sarkomy měkkých tkání a kostí,
- mnohočetný myelom,
- karcinom prsu:
 - nejednoznačné ložisko dle mammografie či sonografie velikosti od 1 cm, nebo
 - blíže v případě obtížně vyšetřitelných prsech (implantáty),
 - vícečetná ložiska v prsu,
 - odlišení postradiačních či pooperačních změn od recidivy tumoru v jizvě,
 - určení stagingu u prokázaného karcinomu – zobrazení uzlin, odpověď na chemoterapii.

Příprava: žádná, při celotělovém vyšetření doporučeno být na lačno.

Délka vyšetření: 60–90 minut.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 800 MBq.

Průběh vyšetření: Po intravenózní aplikaci se za 10 minut provádí celotělové scintigramy zobrazující rozložení radiofarmaka v organismu v přední a zadní projekci, pacient vleže na zádech. V případě vyšetření prsu se provádí cílené scintigramy na oblast prsou, mediastina a axil v obou bočních projekcích na břicho (s prsy ve visu) a dále v přední a zadní projekci. Záznam celotělového snímku trvá přibližně 25 minut, scintimamografie v úhrnu 40 minut. Vyšetření se dle potřeby doplní o cílené planární scintigramy nebo tomografický záznam k posouzení zájmové oblasti.

Poznámka: Po skončení vyšetření je vhodné zvýšit příjem tekutin a sníst jídlo s obsahem tuků (např. mléčné výrobky) za účelem rychlejšího vyloučení radiofarmaka žlučovými cestami.

SCINTIGRAFIE POMOCÍ RADIONUKLIDU GALIUM 67

Princip: ^{67}Ga -citrát se nespecificky váže na proteiny vázající železo (transferin, feritin...) a vychytává se v některých viabilních nádorových a zánětlivých ložiscích – např. lymfomy, sarkoidóza, osteomyelitida...

Indikace:

- záněty:
 - zvýšené teploty neznámé etiologie;
 - plicní a mediastinální záněty, především u pacientů s poruchou imunity – tuberkulóza (vč. extrapulmonální lokalizace), některé oportunní infekce při AIDS, mykózy;
 - diagnóza a průběžná kontrola při lymfocytárních nebo granulomatózních zánětlivých procesech, jako je sarkoidóza – vymizení zvýšeného zachytu radiofarmaka po remisi onemocnění;
 - stanovení aktivity bakteriální pneumonie, myokarditidy, perikarditidy, infekce transplantátů a žilních katétrů;

- intersticiální plicní onemocnění (určení aktivity procesu, rozsahu postižení, dif. dg.): idiopatická plicní fibróza, exogenní alergické alveolitidy, toxická interstic. fibróza, interstic. pneumonitida u revmatoidní artritidy, poltradiční pneumonitida a další;
- těžší projevy artritidy;
- chronická osteomyelitida;
- akutní purulentní záněty (abscesy, flegmóna, osteomyelitis, pyelonefritis);
- onkologická onemocnění:
 - maligní lymfomy: umožňuje zobrazení nodulární i viscerální formy u HL i NHL; senzitivita kolem 80–95 % v závislosti na histologickém typu a velikosti (od velikosti léze 1 cm); odlišení nádorem zvětšených uzlin od jiné lymfadenopatie; vyšetření alespoň tři týdny po ukončení posledního cyklu léčby;
 - diseminace melanomu s určením rozsahu postižení, hodnocení úspěšnosti léčby;
 - karcinomy plic – dif. dg., zobrazení metastáz, hodnocení úspěšnosti léčby;
 - sarkomy měkkých tkání a kostí.

Kontraindikace:

- absolutní: gravidita, kojení;
- relativní: dětský věk vzhledem k vyšší radiační zátěži; indikace v nezbytných případech (potvrzené maligní onemocnění).

Příprava: Pacient musí být dostatečně vyprázdněn, jelikož je ^{67}Ga vylučováno z velké části GI traktem, a proto je při nekvalitním vyprázdnění oblast břicha nehodnotitelná. Není vhodné provést vyšetření krátce po krevních transfúzích, po hemolytických stavech, po podání gadolinia při vyšetření MRT. Premedikace laxativy, případně nálevem přispívá ke snížení radiační zátěže tlustého střeva.

Před vlastním vyšetřením (scintigrafií) musí být pacient na lačno a vyprázdněný, příjem tekutin není omezen. Již dva dny před vyšetřením by měl jíst málo zbytkovou a nenadýmavou stravu, večer před vyšetřením dostane 2–3 klyzmata dle potřeby, též ráno v den vyšetření. Namísto klyzmat lze k vyprázdnění předepsat solný roztok, který se pije dle návodu den před vyšetřením.

Délka vyšetření: Vyšetření se provádí ve dvou až třech krocích: aplikace radiofarmaka první den, scintigrafie za 48 hodin, případně 72 hodin. Doba scintigrafie 45–90 minut, dle potřeby déle nebo kontrolní vyšetření následující den.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 200–220 MBq.

Postup vyšetření: Po iv. aplikaci radiofarmaka odchází pacient domů a vrátí se podle dohody za dva až tři dny, kdy se provede celotělová scintigrafie v přední a zadní projekci, doplněná podle potřeby cílenými snímky nebo tomografickým vyšetřením podezřelé nebo méně přehledné oblasti. Celotělový záznam vleže na lehátku gamakamery vyžaduje 30–40 minut času, SPECT záznam rovněž. Podle výsledku se rozhodne o možném opakování scintigrafie následující den.

SCINTIGRAFIE ZÁNĚTU AUTOLOGNÍMI LEUKOCYTY

Princip: Vyšetření slouží k zobrazení zánětlivého ložiska pomocí vlastních bílých krvinek. Z odebrané krve pacienta se separují leukocyty, které se následně označí radiofarmakem $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO a zpětně se pacientovi aplikují.

Indikace:

- lokalizace akutního zánětu u pacienta s teplotami neznámé etiologie nebo s jinými známkami zánětu (včetně podezření na infekci cévního štěpu nebo endokarditidy),
- lokalizace a určení rozsahu u zánětlivých střevních onemocnění, např. Crohnova choroba,
- průkaz ortopedických infekcí – akutní osteomyelitis či zánětlivé komplikace endoprotéz,
- lokalizace muskuloskeletárních zánětů, zejména osteomyelitidy v periferním skeletu.

Příprava: není.

Délka vyšetření: 30–60 minut, dle potřeby ještě kontrolní snímek následující den.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 600 MBq.

Průběh vyšetření: Ráno na lačno se pacientovi odebere 70–80 ml krve, z ní se separují leukocyty, které se následně označí radionuklidem – příprava trvá nejméně 1,5 hod. Po iv. aplikaci radiofarmaka se provede celotělový snímek distribuce značených leukocytů v organismu za 1–4 hodiny. Pacient se vyšetřuje vleže na zádech cca 25 minut. Při cíleném vyšetření na utčítou zájmovou oblast se provádí statické snímky po dobu desíti minut nebo tomografický záznam (SPECT), který trvá kolem 20 minut. Podle potřeby se může doplnit kontrolní vyšetření v následující den.

Poznámka: Současná terapie antibiotiky či kortikosteroidy citlivost vyšetření snižuje.

SCINTIGRAFIE ZÁNĚTU ANTIGRANULOCYTÁRNÍMI PROTILÁTKAMI

Princip: Vyšetření slouží k zobrazení zánětlivého ložiska na podkladě zvýšené kumulace značených granulocytů v místě zánětu. Po iv. aplikaci ^{99m}Tc značených fragmentů myších monoklonálních protilátek dochází k jejich vazbě na antigen granulocytů, které se v místě probíhajícího zánětu vyskytují ve zvýšeném množství.

Indikace:

- lokalizace akutního zánětu u pacienta s teplotami neznámé etiologie,
- lokalizace a určení rozsahu u zánětlivých střevních onemocnění,
- průkaz ortopedických infekcí – akutní osteomyelitis či zánětlivé postižení endoprotéz,
- lokalizace muskuloskeletárních zánětů, zejména osteomyelitidy v periferním skeletu u diabetiků.

Kontraindikace

- alergie na antigranulocytární myší protilátky. Toto vyšetření je určené pro jednorázové použití, pro možnost vzniku senzibilizace HAMA protilátkami!

Příprava: není nutná.

Délka vyšetření: 30–90 minut, podle potřeby kontrola v následujícím dni.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 800 MBq.

Průběh vyšetření: Po iv. aplikaci příslušného radiofarmaka se provede celotělový záznam distribuce radiofarmaka v organismu obvykle za 1 hodinu a další za 3–4 hodiny, podle potřeby následující den. Při snímkování leží pacient na zádech dobu asi 30 minut. Při cíleném vyšetření se provádí snímky na zájmovou oblast po dobu asi 10 minut. Vyšetření se dle potřeby doplňuje tomografickým záznamem na cílovou oblast (SPECT/low dose CT), které trvá kolem 20 minut.

Poznámka: Současná terapie antibiotiky či kortikosteroidy citlivost vyšetření snižuje.

SCINTIGRAFICKÁ IDENTIFIKACE SENTINELOVÉ UZLINY

Princip: Sentinelová uzlina je první, do které proniká lymfa z nádoru přímo. Scintigrafická detekce a označení místa sentinelové uzliny usnadní operatérovi její nalezení pomocí speciální gamasondy a odebrání k histologickému vyšetření. V případě histologické negativity této uzliny je možné upustit od radikální disekce dalších spádových lymfatických uzlin.

Indikace:

- nádor prsu,
- maligní melanom,
- karcinom v jiné dostupné lokalizaci.

Kontraindikace: žádné.**Příprava pacienta:** žádná.**Obvyklá aplikovaná aktivita:** 150–200 MBq frakcionovaně peritumorózně.**Délka vyšetření:** 1–2 hodiny.

Průběh vyšetření: ^{99m}Tc -značený nanokolioid se aplikuje peritumorózně, poté se provádí několikaminutová masáž místa vpichu a následné statické nebo cílené celotělové snímky zájmové oblasti. Podle potřeby se doplní cíleně SPECT/CT po dobu 20 min. Místo záchytu sentinelové uzliny se čitelně vyznačí na kůži pacienta pro orientaci operátora.

Radionuklidová terapie

RADIONUKLIDOVÁ SYNOVEKTOMIE

Princip: Po přísné intraartikulární aplikaci ^{90}Y -silikátu/citrátu, ^{186}Re -koloidu nebo ^{169}Er -koloidu dochází k fagocytóze koloidu značeného beta-zářičem v synoviálních buňkách kloubu. Lokální ozáření povrchové vrstvy synovie vede k nekróze a k následné fibróze synovie, čímž dojde k utlumení zánětu a k redukcí nadměrné tvorby synoviální tekutiny.

Indikace:

- obecně chronická synovitida (zejm. při revmatoidní artritidě, séronegativní spondylartritidě, aktivované artróze, vilononodulární synovitidě), artropatie při hemofilii, nedostatečném efektu artroskopické synovektomie;
- ^{90}Y : terapie kolenních kloubů;
- ^{186}Re : terapie ramenních a kyčelních kloubů, loketních, zápěstních, hlezenních a subtalárních kloubů;
- ^{169}Er : terapie kloubů interfalangeálních, metakarpo- či metatarzofalangeálních;
- léčbu indikují revmatologové či ortopedové po vyčerpání základní terapie.

Kontraindikace: absolutní: gravidita, laktace, lokální kožní infekce v oblasti kloubu určeného k terapii, ruptura popliteální cysty, septická artritida; relativní: věk do 20 let, kloubní instabilita s kostní destrukcí, průkaz významného defektu chrupavky.

Příprava: Bez speciální přípravy. Podání radiofarmaka se doporučuje odložit nejméně 8 dní po lokálním použití kontrastních látek při vyšetření kolenního kloubu, které obsahují EDTA nebo jiné chelační látky, což může způsobit vyvázání yttria z koloidní formy.

Obvyklá aplikovaná aktivita: 185 MBq.

Provedení a následná režimová opatření: Intraartikulární aplikace do menších kloubů se provádí pod sonografickou kontrolou. Imobilizace léčeného kloubu na 48 hodin od aplikace radiofarmaka nebo klidový režim na lůžku na stejně dlouhou dobu. Nutná informace ženám, že nemají otěhotnět v následujících 4 měsících.

Po terapii kolenních kloubů může vzniknout reaktivní poradiační synovitida s opětovným výpotkem a krátkodobým zhoršením bolesti kloubu (nutná včasná kontrola u odesílajícího lékaře, případně odlehčovací punkce). Efekt léčby se dá očekávat za 2 týdny. Při částečném efektu léčby možno další opakovanou nitrokloubní aplikaci provést za 6 měsíců.

ANALGETICKÁ TERAPIE KOSTNÍCH METASTÁZ

Princip: po i.v. aplikaci osteotropního radiofarmaka dochází k jeho zvýšenému zachytu v osteoplastickém lemu kostních metastáz. To má za následek destrukci nervových zakončení a lokální analgetický efekt. Léčba je indikována u pacientů s potvrzenými mnohočetnými kostními metastázami a bolestmi, které se nedaří zvládnout běžnou analgetickou terapií. Efekt léčby nastává s určitou latencí.

Indikace:

- přítomnost mnohočetných bolestivých osteoblastických metastáz ve skeletu, které nedostatečně reagují na analgetickou terapii; prokazatelné doložených celotělovým scintigrafickým vyšetřením skeletu
- terapii indikuje onkolog.

Kontraindikace:

- absolutní: gravidita, laktace, útlak míchy lokální metastázou, ledvinná insuficience, předpokládaná

- délka přežití pacienta méně než 3 měsíce, těžká myelosuprese (leukocyty $< 2,4 \times 10^9 \text{ l}^{-1}$, trombocyty $< 60 \times 10^9 \text{ l}^{-1}$), současně probíhající chemoterapie nebo radioterapie;
- relativní: močová inkontinence (při nutnosti provést tuto terapii je třeba provést zacévkování močového měchýře – viz doporučení EANM), nespolupráce pacienta, myelosuprese (Hb $< 90 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, leukocyty $< 4,0 \times 10^9 \text{ l}^{-1}$, trombocyty $< 100 \times 10^9 \text{ l}^{-1}$), pokles ledvinných funkcí s GFR $< 0,5 \text{ ml} \cdot \text{s}^{-1}$.

Příprava:

- průkaz osteoblastické aktivity metastáz scintigrafií skeletu v období 4 týdnů před terapií;
- terapie radionuklidy by neměla těsněji navazovat na předchozí chemoterapii (odstup 8–4 týdnů dle typu terapie) nebo radioterapii zasahující rozsáhlé okrsky aktivní kostní dřene (2–3 měsíce) vzhledem k riziku kumulace myelosupresního efektu;
- dobrá hydratace před podáním radiofarmaka;
- 48 hodin před terapií nepodávat léčbu bisfosfonáty, nejméně 2 týdny kalcium.

Radiofarmaka a obvyklá aplikovaná aktivita:

- $^{89}\text{SrCl}_2$ – 150 MBq (1,5–2,2 MBq/kg),
- $^{153}\text{Sm-EDTMP}$ – 37 MBq/kg.

Poznámka: Může dojít k přechodnému zhoršení potíží s trváním 2–5 dnů. Účinek nastupuje po 2–4 týdnech. Doba trvání analgetického efektu je individuální – u $^{89}\text{SrCl}_2$ až 1 rok. Po aplikaci se provádí pravidelné kontroly klinického stavu a krevního obrazu.