

SCINTIGRAFIE SKELETU

✓ Princip:

Vychytávání osteotropního radiofarmaka v kosti závisí na regionálním krevním průtoku a na osteoblastické aktivitě kosti.

✓ RF: ^{99m}Tc difosfonáty – MDP, HDP
 ^{18}F (fluorid) – PET

✓ Farmakokinetika:

Po i. v. injekci se RF rozředí v krvi a postupně se vychytává v kostech (vazba na krystaly hydroxyapatitu, odráží aktivitu osteoblastů). Zobrazení nejdříve 2 – 3 hodiny po aplikaci. Přebytečné RF se vylučuje ledvinami (obvykle tubulární exkrecí).

✓ Cílová tkáň:

Krystaly hydroxyapatitu kosti a intenzita jejich vychytávání odpovídá přímo úměrně aktivitě remodelačního procesu. Hlavními faktory pro výsledný obraz rozložení radiofarmaka jsou krevní zásobení kosti a osteoblastická aktivita v daném místě.

SCINTIGRAFIE LEDVIN statická

✓ Princip:

Vychytávání radiofarmaka v tubulárních buňkách ledvin umožňuje zobrazit funkční parenchym ledvin.

✓ RF: ^{99m}Tc DMSA (dimerkaptosukcinylová kyselina)

✓ Farmakokinetika:

Po i. v. injekci se RF rozředí v krvi a pozvolna se vychytává v tubulárních buňkách ledvin, kde se fixuje (nedochází k zpětnému vyplavování do krve).

✓ Cílová tkáň:

Tubulární buňky ledvin. Hlavním faktorem pro výsledný obraz rozložení radiofarmaka je funkční stav ledvinového parenchymu a krevní zásobení.

SCINTIGRAFIE LEDVIN dynamická

✓ Princip:

- 1) perfuze ledvin
- 2) funkční výkonnost ledvin
- 3) vylučovací funkce ledvin

✓ RF: ^{99m}Tc DTPA (dimethyltriaminopentaoctová kyselina)
 ^{99m}Tc MAG3 (merkaptosukcinylová kyselina)

✓ Farmakokinetika:

Po i.v. injekci se RF koncentruje v ledvinách a vylučuje se do moči. DTPA se vylučuje převážně glomerulární filtrací. MAG3 se vylučuje převážně tubulární sekrecí.

Křivky aktivity nad ledvinami mají 3 fáze (odraz perfúze, funkce parenchymu a exkrece)

✓ Cílová tkáň:

Tubulární a glomerulární buňky ledvin. Obraz závisí na funkčním stavu ledvinového parenchymu, krevním zásobení a stavu KPS.

SCINTIGRAFIE PLIC perfúzní

✓ Princip:

Vychytávání částic radiofarmaka na úrovni plicních kapilár (náhodně) ukazuje rozložení perfúze v plicích. Část plic bez krevního zásobení se nezobrazuje.

✓ RF: ^{99m}Tc MAA (makroagregát albuminu)

✓ Farmakokinetika:

Po i. v. injekci se RF dostane do plicního arteriálního řečiště, kde se zastaví na úrovni plicních kapilár (velikost částic MAA 10-50 μm , kapilára 8 μm). Částice MAA zůstávají v krevních kapilárách řádově hodiny. Uzavřeno je zhruba 1 z 10 000 kapilár.

✓ Cílová tkáň:

Plicní kapiláry. Hlavním faktorem pro výsledný obraz rozložení radiofarmaka je stav arteriálního krevního zásobení plic.

SCINTIGRAFIE PLIC ventilační

✓ Princip:

Zobrazení plicní ventilace pomocí inhalace radioaktivního plynu.

✓ RF: ^{81m}Kr plyn
 ^{133}Xe plyn
(^{99m}Tc aerosoly)

✓ Farmakokinetika:

V průběhu vyšetření je plyn inhalován do plic (běžné dýchání v uzavřeném okruhu).

✓ Cílová tkáň:

Plicní alveoly. Hlavním faktorem pro výsledný obraz rozložení radiofarmaka je stav ventilace plic.

SPECT MYOKARDU perfúzní

✓ Princip:

Vychytávání radiofarmaka v myokardu závisí na regionálním krevním průtoku a na metabolické aktivitě myocytů. To umožňuje zobrazit rozložení perfúze v myokardu. Vyš. v zátěži a v klidu.

✓ RF: ^{99m}Tc isonitryly – MIBI (metoxyisobutylisonitryl)
 ^{99m}Tc Tetrofosmin
 ^{201}Tl (dnes již vzácně)

✓ Farmakokinetika:

Po i. v. injekci se RF rozředí v krvi a poměrně rychle se vychytává v myocytech. RF se kromě srdce vychytává nespecificky i v játrech, slezině a vylučuje se do střeva. ^{99m}Tc značená RF se fixují v myokardu (^{201}Tl se částečně vyplavuje zpět do krve).

✓ Cílová tkáň:

Myocyty dle krevního zásobení a metabolického stavu. Nezobrazí se jizva po IM, hibernovaný myokard.

RN VENTRIKULOGRAFIE

✓ **Princip:**

Radiofarmakum se rozředí v krvi, neopouští krevní řečiště – to umožňuje zobrazit krevní pool. Dynamický gatovaný záznam umožňuje posoudit kinetiku dutin srdce.

✓ **RF:** ^{99m}Tc erythrocyty
 ^{99m}Tc albumin

✓ **Farmakokinetika:**

Po i.v. injekci se RF rozředí v krvi a v té setrvává – neuniká do extravasálního prostoru.

✓ **Cílová tkáň:**

Není, zůstává v krvi.

RADIOKARDIOGRAFIE (zkrat)

✓ **Princip:**

Velmi rychlý dynamický záznam průtoku bolusu radiofarmaka centrální cirkulací umožňuje posouzení a kvantifikaci případného zkratu (L-P, P-L).

✓ **RF:** ^{99m}Tc DTPA
 ^{99m}Tc pertechnát

✓ **Farmakokinetika:**

Po i.v. injekci bolusu RF co nejbližší srdci zaznamenáme první průtok krve centrální cirkulací. Vyšetření trvá jenom asi minutu. Potom se radiofarmakum vyloučí ledvinami.

✓ **Cílová tkáň:**

Specifická cílová tkáň není, jde o záznam průtoku. S výhodou lze použít RF vylučovaná rychle do moči – menší zátěž zářením.

SPECT MOZKU perfúzní

✓ **Princip:**

Vychytávání radiofarmaka v mozkových buňkách závisí na regionálním krevním průtoku a na metabolické aktivitě mozkových buněk. To umožňuje zobrazit rozložení perfuze v mozku, případně její defekt nebo snížení.

✓ **RF:** ^{99m}Tc HM PAO (hexamethylpropylenaminoxim)
 ^{99m}Tc ECD (bicisát)

✓ **Farmakokinetika:**

Po i. v. injekci se RF rozředí v krvi a poměrně rychle se vychytává v astrocytech (řádově v minutách). Metabolismus astrocytů je úzce spjat s metabolismem neuronů. RF se fixuje v mozku, nedochází k zpětnému vyplavování do krve.

✓ **Cílová tkáň:**

Mozková kůra – šedá hmota.

CNS receptorová diagnostika

✓ **Princip:**

Vazba RF na specifické receptory v CNS, diagnostika funkčních poruch jednotlivých receptorových systémů v CNS.

T.č. v praxi pouze RF pro zobrazování dopaminergního systému.

✓ **RF:** ^{123}I -ioflupan – dopaminové re-uptake rec. presynapticky
 ^{123}I -IBZM – dopaminové receptory postsynapticky
(^{18}F -DOPA) – syntéza dopaminu

✓ **Farmakokinetika:**

RF přecházejí hematoencefalickou membránou a váží se specificky na cílové struktury neuronů.

✓ **Cílová tkáň:**

Dopaminergní receptory bazálních ganglií (caud., put.). Diferenciální dg. tremoru, resp. Parkinsonského syndromu.

LYMFOSCINTIGRAFIE

✓ **Princip:**

Po injekci RF subkutánně (intrakutánně) se zobrazují lymfatické cévy a spádové lymfatické uzliny.

✓ **RF:** ^{99m}Tc nanokoloid

✓ **Farmakokinetika:**

Radiofarmakum koloidní povahy je po aplikaci do podkoží nebo poblíž nádoru transportováno lymfatickým systémem (lymfatické cévy) do spádových lymfatických uzlin.

✓ **Cílová tkáň:**

Lymfatické cévy a uzliny. Hlavním faktorem pro výsledný obraz rozložení radiofarmaka je průchodnost lymfatického systému.

SENTINELOVÁ UZLINA

✓ **Princip:**

Po injekci RF peritumorálně se zobrazují lymfatické cévy a spádové lymfatické uzliny tumoru. SLN je LU, která drénuje místo tumoru přímo – je první v řetězci uzlin. Lokalizace pomocí radiofarmaka usnadní chirurgovi její nalezení, ale až při peroperační histologii se zjistí její případné meta postižení (pokud je histologie SLN negativní, je možno upustit od radikální disekce dalších LU, protože s vysokou pravděpodobností budou rovněž negativní). Nejčastěji u Ca prsu, melanomu.

✓ **RF:** ^{99m}Tc nanokoloid

✓ **Farmakokinetika:**

Radiofarmakum koloidní povahy je po aplikaci do podkoží nebo poblíž nádoru transportováno lymfatickým systémem (lymfatické cévy) do spádových lymfatických uzlin.

✓ **Cílová tkáň:**

Lymfatické cévy a uzliny. Vyš. slouží jen k lokalizaci (meta postižení určí až peroperační histologie).

ENDOKRINOLOGIE

✓ Princip:

Štítná žláza: zobrazení distribuce funkce (autonomní adenom, GB)
Příšt. tělíška (PT): vyš. hyperparatyreózy (adenomů PT)

✓ **RF:** ^{99m}Tc MIBI (metoxyisobutylisonitril)
 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ (pertechnát, technecistan sodný)
 ^{123}I , ^{131}I (izotopy jódu- méně často)

✓ Farmakokinetika:

Štítná žláza: radioaktivní analoga jódu jsou vychytávána folikuly.
Příšt. tělíška (PT): není specifické RF- kombinace vyšetření s MIBI (vychytává se v příšt. těliscích i ve št. žl) a ^{99m}Tc (vychytává se jen ve št. žl.)- následný odečet obrazů- zbydou jen PT.

✓ Cílová tkáň:

Funkční parenchym štítné žlázy a PT. Odráží intenzitu funkce.
Nepřímo posuzujeme morfolonii (struma, uzel, hyperplázie PT...)

ZÁNĚT

✓ Princip:

Akumulace RF v zánětu nespecificky (v závislosti na alteraci perfuze, permeability kapilár a/nebo metabolismu) či „specificky“ (chemotaxe).

✓ **RF:** ^{99m}Tc -antigranulocytární Ab (in vivo vazba na granulocyty)
 ^{99m}Tc -HMPAO-leukocyty (in vitro značené leukocyty)
 ^{18}F -FDG
 ^{99m}Tc -difosfonáty (pouze kostní záněty) – 3 fázová scinti skeletu

✓ Cílová tkáň:

Značené leukocyty – zánět (hl. infekční) - ↑perfuze, chemotaxe
 ^{18}F -FDG – tkáň se ↑metabolismem glukózy (infekční/aseptický zánět)
 ^{99m}Tc -difosfonáty – kostní zánět infekční/aseptický (↑perfuze, ↑permeabilita kapilár, ↑osteosyntetická aktivita)

ONKOLOGIE metabolismus

✓ Princip:

Akumulace RF ve tkáních závisí na intenzitě metabolismu.

✓ **RF:** ^{18}F -FDG – metabolismus glukózy; indikace: většina maligních nádorů (plíce, lymfomy, melanom, GIT, ORL, prs, gynekologické nádory...)
 ^{18}F -cholin – syntéza buněčných membrán; indikace: karcinom prostaty, hepatocelulární karcinom
 ^{18}F -FLT – syntéza DNA; indikace: nádory CNS (časný záchyt recidivy)
 ^{18}F -DOPA – syntéza katecholaminů; indikace: neuroendokrinní nádory
 ^{99m}Tc -difosfonáty, ^{18}F - osteoblastická aktivita; indikace: kostní metastázy, (hlavně osteoplastické), primární kostní nádory

✓ **Farmakokinetika:** Akumulace ve tkáních relativně pomalá, snímkování s odstupem hodin. Vylučování především močí (hydratace).

✓ **Cílová tkáň:** viz výše u jednotlivých RF

ONKOLOGIE specifická RF

✓ Princip:

Radiofarmaka se vychytávají specificky na určitých molekulách exprimovaných nádorovými buňkami.

✓ **RF: Analoga somatostatinu:** ^{111}In -pentetotrid, ^{68}Ga -octreotidy neuroendokrinní tumory (karcinoid, pankreatické NET....)
 ^{123}I -MIBG analog noradrenalinu - nádory z neuroektodermy (feochromocytom, paragangliom, neuroblastom...)
 ^{131}I , ^{123}I - diferencované nádory štítné žlázy
značené protilátky – dle použité protilátky, t.č. bez širšího klinického využití

✓ Farmakokinetika:

Po i.v. injekci se RF váže na cílové molekuly. Exkrece většinou močí.

✓ **Cílová tkáň:** viz výše

ONKOLOGIE nespecifická RF

✓ Princip:

Radiofarmaka se vychytávají nespecificky v nádorových buňkách.

✓ **RF:** ^{99m}Tc isonitrily, ^{99m}Tc Tetrofosmin
 ^{99m}Tc DMSA (V) použití vzácné

✓ Farmakokinetika:

Isonitrily a tetrofosmin - vazba na mitochondrie. Nespecifická akumulace: myokard, játra, slezina. Vylučování žlučí + ledvinami.

DMSA (V) akumulována v nádorech, zánětu (↓pH, ↑proliferace a ↑expresi fosfátových transportérů). Vylučování ledvinami.

✓ Cílová tkáň:

MIBI, tetrofosmin - tkáň s vysokou koncentrací mitochondrií (zobrazování karcinomů prsu, dediferencovaných karcinomů štítné žlázy, myelomu...)

DMSA (V) - nádorová tkáň (medulární ca. štítné žlázy), zánět

TERAPIE

✓ Princip:

Beta minus a nově i alfa zářiče se vychytávají v cílových buňkách a způsobují lokální ozáření.

✓ **RF:** ^{131}I (benigní a maligní on. štítné žlázy)
 ^{153}Sm -EDTMP (paliativní léčba kostních metastáz)
 ^{90}Y , ^{186}Re , ^{169}Er (RN synovektomie při revm. artritid)
 ^{131}I -MIBG (NET- feochromocytom, neuroblastom...)

✓ Farmakokinetika a cílová tkáň:

^{131}I : akumuluje se ve folikulech štítné žlázy (léčba funkční autonomie, G-B choroby, zmenšení strumy, diferencovaných. Ca št. žl-folikulárního a papilárního), podává se p.o.

^{153}Sm -EDTMP: mechanismus nejasný, cílem jsou kostní meta, pouze paliativní léčba bolesti

^{90}Y , ^{186}Re , ^{169}Er : nitrokloubní aplikace, cílem je kloubní synovie, její následná nekroza a fibrotizace

^{131}I -MIBG: analog noradrenalinu, vychytáván buňkami tumoru, i.v. aplikace