

# CSONTSZCINTIGRÁFIA AZ ONKOLÓGIÁBAN - MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ

## (EANM Bone scintigraphy procedures guidelines for tumour imaging)

Bombardieri E, Aktolun C, Baum RP., Bishof-Delaloye A, Buscombe J, Chatal J, Maffioli L, Moncayo R, Mortelmans L, Reske SN.

**Fordította: Varga Zsolt**

### Célkitűzés

A dokumentum célja általános információk ismertetése a csontszcintigráfia onkológiai alkalmazását illetően. Az irányelv a rutin klinikai használat lehetőségeit ismerteti, nem kizárólagos eljárásokként, meghagyván az alternatív lehetőségek használatát is. Mindig figyelembe kell venni az egyes országok és különböző orvosi intézmények eltérő forrásait és lehetőségeit. A dokumentum elsődlegesen nukleáris medicina szakorvosok számára készült és szándékai szerint segítséget nyújt a csontszcintigráfia útján nyerhető optimális információk megszerzésében.

### 1. Háttér információk és definíciók

A radionuklid csontscan a legfontosabb vizsgálat a csontrendszer izotópos képalkotási lehetőségei közül. A csontszcintigráfia nagyon érzékeny módszer a csontbetegségek kimutatását illetően, amely gyakran a hagyományos radiológiai módszereknél korábbi diagnózishoz segít és/vagy több léziót mutat ki. A csontok primer daganatai felnőtt korban viszonylag ritkák, de a csontmetastasisok gyakoriak (mell, prosztatata, tüdő, fej-nyak rák, stb..). A  $^{99m}\text{Tc}$ -mal jelzett foszfonát analógokat használjuk a vizsgálatra, mivel jól kötődnek a csonthoz és a légyszövetekből gyors clearance-t mutatnak.

A csontszcintigráfia során a radioaktív tracer eloszlását képezzük le a csontrendszerben.

Többféleképpen végezhetjük a vizsgálatot:

- korlátozott csontszcintigráfia vagy spot képek (a csontrendszer egyes területeiről planáris képek készítése)
- teljes test (whole-body) csontszcintigráfia (a teljes csontváz planáris képei anterior és posterior nézetben)
- SPECT (a csontrendszer egy adott régiójának tomográfiai képe)
- Többfázisú csontszcintigráfia (perfúziós és vér-tartalom vizsgálat)

Az onkológiában standard módszernek a teljes-test vizsgálat tekinthető. A spot képekkel történő vizsgálat csak specifikus klinikai problémák megoldásában használatos. A SPECT módszernek magasabb a diagnosztikus specificitása mint a planáris vizsgálaté, használata diagnosztikus bizonytalanság esetén indokolt. A többfázisú csontszcintigráfia elsősorban trauma vagy musculo-skeletális gyulladás/fertőzés gyanúja esetén hasznos.

Az utóbbi évtizedben a csontszcintigráfiát széles körben használják az onkológiában. Lényeges információval szolgál a csontléziók helyére és számára vonatkozóan (elsődleges és metastatikus daganatok), illetve prognosztikai információkat és adatokat biztosít a terápia hatásosságát illetően. A vizsgálat nagy előnye a teljes-test vizsgálati lehetőség illetve, hogy egyéb módszereknél korábban képes felfedezni a léziókat. Az MRI potenciálisan érzékenyebb bizonyos régiók megítélésében, de mint egésztest screening módszer jelenleg gyakorlatilag nem alkalmazható.

## **2. Leggyakoribb indikációk**

### **2. 1. Onkológiai indikációk**

2. 1. 1. Primer daganatok (pl. Ewing sarcoma, osteosarcoma).

Staging, terápiára adott válasz megítélése, follow-up

2. 1. 2. Másodlagos daganatok (metastasisok)

Staging, follow-up

Radiometabolikus terápia előtt az osteoblastikus tevékenység disztribúciójának megítélése ( $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ -EDTMP,  $^{186}\text{Re}$ -HEDP).

### **2. 2. Nem-daganatos betegségek**

A csontscan megváltozik, ha az osteoblast tevékenységben és/vagy véráramlásban változás történik. Ezért a csontscan a következő nem-daganatos betegségekben is használatos:

- Osteomyelitis
- Perthes-kór, Avascularis necrosis
- Metabolikus rendellenességek (Paget, osteoporosis)
- Arthropathiák
- Fibrosus dysplasia és egyéb ritka veleszületett eltérések
- Stress törés, Shin splints
- Protézis lazulás vagy fertőzés
- Low back pain, sacroileitis
- Reflex sympatikus dystrophia
- Bármely más csontsérülés

## **3. Kontraindikáció**

**3. 1. Terhesség** esetén (akár gyanú esetén, akár bizonyított esetben) mindig figyelembe kell venni a diagnosztikus módszer során elérhető hasznot ill. a módszer lehetséges hátrányait.

**3. 2. A szoptatást** fel kell függeszteni, a tejet le kell fejni és lemondani róla, ha lehetséges 24 órára (de legalább 4 órára) a radiofarmakon beadást követően.

#### **4. Módszertan**

##### **4.1. A beteg előkészítése**

###### 4. 1. 1. Beteg előkészítés a vizsgálat előtt

A vizsgálatot megelőzően a beteg számára részletes információk nyújtása akár az asszisztens, akár az orvos által (beleértve hídrációt, várakozási időt és az eljárás részleteit).

##### **4. 2. Szükséges előzetes adatok**

A nukleáris medicina szakorvosnak figyelembe kell vennie az összes elérhető információt a csontszcintigráfia optimális értelmezéséhez, különösen:

- a gyanús és/vagy igazolt primer tumort ill. metastasisokat
- az anamnézisben szereplő fracturákat, traumákat, osteomyelitist, cellulitist, oedemát, arthritist, neoplasmákat, metabolikus csont betegségeket vagy korlátozott funkciót
- az aktuális tüneteket, a fizikális vizsgálat eredményeit;
- a korábbi csontszcintigráfias vagy egyéb nukleáris medicina módszer eredményeit ( $^{131}\text{I}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{111}\text{In}$ ) (fontos, hogy nem csak szöveges, hanem képi dokumentációk összehasonlítása is történjen);
- az egyéb képalkotók, mint hagyományos röntgenfelvétel, CT, MRI eredményeit (akárcsak az előbb, ha lehetséges, képi dokumentációk elérésével);
- a csont szcintigráfiát befolyásoló terápiákat (pl. antibiotikum, szteroidok, kemoterápia, sugárkezelés, difoszfónátok, vas terápia);
- az ortopédiai és nem-ortopédiai sebészeti beavatkozásokat, melyek befolyásolhatják a szcintigráfias eredményt;
- a lényeges labor eredményeket (pl. PSA prosztatata rákos betegeknél);
- a vizeletvezető traktus abnormalitásait;
- a hídráció lehetséges kontraindikációit.

##### **4. 3. Radiofarmakon**

###### 4. 3. 1. Radiofarmakonok megnevezése

A leggyakrabban használt difoszfónátok a methylene diphosphonate (MDP), hydroxymethylene

diphosphonate (HMDP) és hydroxyethylene diphosphonate (HDP/HMDP). Mindegyik széles körben hozzáférhető, a fiola tartalmazza a megfelelő difoszfónatot, ón redukáló ágenszt és más excipientet liofilizált formában.

#### 4. 3. 2. Preparálás

$^{99m}\text{Tc}$ -jelzett difoszfónatok elkészítése a fiolához adott steril fiziológiás sóval hígított megfelelő mennyiségű nátrium- $^{99m}\text{Tc}$  pertechnetát hozzáadásával történik a gyártó utasításainak megfelelően.

#### 4. 3. 3. Minőség-ellenőrzés

A radioaktív koncentrációt a fiola egy kalibrált ionizációs kamrában történő mérésével kell meghatározni. A radiokémiai tisztaságot TLC módszerrel lehet megerősíteni. (Szolid-fázis ITLC, mobil-fázis I methylethylketone; Rf  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP 0.0, redukált hidrolizált  $^{99m}\text{Tc}$  0.0,  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 1.0; mobil fázis II 0.9% nátrium chloride oldat; Rf  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP 1.0, redukált hidrolizált  $^{99m}\text{Tc}$  0.0,  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate 1.0.) A jelzési hatásoknak nagyobbak kell lennie 95%-nál.

#### 4. 3. 4. Speciális óvintézkedések a preparálás során

A preparálás során, ha szükséges, steril fiziológiás sóoldatot használhatunk. A radiofarmakonok oxidálódhatnak, így figyelni kell arra, hogy elkerüljük a levegő fiolába való kerülését. A radiofarmakont a jelzés után 6 órán belül lehet felhasználni.

#### 4. 3. 5. Radiofarmakon beadása

A radiofarmakon ( $^{99m}\text{Tc}$  jelzett MDP, HMDP, HDP, stb..) beadása intravénásan történik, lehetőleg katéter vagy pillangó tű használatával.

#### 4. 3. 6. Alkalmazandó aktivitás

A beadott aktivitás meghatározása az European Atomic Energy Community Treaty (Európai Atomenergia Közösség Egyezményének) figyelembevételével kell, hogy történjen (31. cikkely, az Európai Unió Tanácsa által elfogadott -Directive 97/43/EURATOM-). Ez a direktíva kiegészíti a 96/29/EURATOM direktívát és szavatolja az orvosi tevékenység által ionizáló sugárzásnak kitett egyén egészségvédelmét. Ezen direktívának megfelelően, a Tag Államoktól elvárják, hogy erőfeszítéseket tegyenek olyan szabályok meghozatalára, melyek teljesítik a direktívát. Az egyik kritérium a radiofarmakonok Diagnosztikus Referencia Szintjének (Diagnostic Reference Levels, DRL) meghatározása, úgy, mint a standard-méretű betegek és széles körben alkalmazott berendezések esetén használatos aktivitás szint. Elvárható, hogy ezeket a szinteket a szabvány eljárások során ne

haladják meg. A fent említett okok miatt a  $^{99m}\text{Tc}$ -difoszfónát következő aktivitás szintje tehát csak általános jelzés, kiindulópont, mely az irodalmi adatokon és tapasztalaton alapul. Fontos lenne, hogy minden egyes országban a nukleáris medicina szakorvosok figyelembe vegyék a DRL-t és a helyi törvényeket. A csontszcintigráfia során az átlagos alkalmazott aktivitás mennyiség 500 MBq (300-740 MBq). A legnagyobb sugárdózist kapó szerv a csont (ld. az adszorbeált dózis táblázatot ICRP no. 80, 1998). A gyerekek számára adandó aktivitást a felnőttkori dóziszból testsúly kilogramm alapján az EANM Paediatric Task Group által megadott faktorial lehet kiszámítani. A megfelelő minőségű vizsgálat eléréséhez gyerekekben minimum 40 MBq aktivitás szükséges. A helyi nemzeti DRL-t meghaladó aktivitás beadását a gyakorló orvosoknak meg kell indokolniuk.

#### 4. 3. 7. Post-injekciós teendők

Hacsak nem kontraindikált, a betegeknek megfelelően hidratálnak kell lennie, ezért az iv. injekció beadása és a leképezés között legalább egy liter vizet kell meginni (4-8 pohár). Az összes beteget fel kell szólítani, hogy gyakran ürítse hólyagját ugyanezen idő alatt, különösen a leképezést megelőzően. Fontos, hogy a vizsgálatot követő 24 óra alatt is sok folyadékot fogyasszanak.

### 5. Sugárterhelés

Az egészséges egyén különböző szerveinek becsült abszorbeált dózisa a  $^{99m}\text{Tc}$ -jelzett foszfát és foszfónátok beadását követően a következő táblázatban tekinthetőek meg.

(Adatok az ICRP No. 80 alapján).

Radio-farmakon	A legnagyobb elnyelt dózist kapó szervek (mGy/MBq)			Effektív dózis (mSv/MBq)			
		felnőtt	15 éves gyermek	5 éves gyermek	felnőtt	15 éves gyermek	5 éves gyermek
$^{99m}\text{Tc}$ -foszfát és foszfónát	Hólyagfal	0,048	0,060	0,073	0,0057	0,0070	0,014
	Csont felszín	0,063	0,082	0,22			
	Vörös csontvelő	0,0092	0,010	0,033			
	Vese	0,0073	0,0088	0,018			

### 6. Adatgyűjtés

#### 6. 1. Gamma-kamera minőségellenőrzése

Szigorú, rutinszerű minőség ellenőrzés szükséges, amely megfelel az adott ország szabályainak, amelyek a 97/43/EURATOM Council Direktíváin alapulnak.

## 6. 2. Képfelvétel

### 6. 2. 1. Instrumentáció

Single (egyfejes) vagy double-head (kétféjes) gamma-kamera, low-energy, high-resolution kollimátorral.

Energia ablak: 10% energia ablak ( $\pm 5\%$ ) 140 keV-re centrálva ( $^{99m}\text{Tc}$  fotócsúcsa).

### 6. 2. 2. Leképezési protokollok

#### 6. 2. 2. 1. Időpont

Rutin vizsgálat során általában az iv. injectio után 2-5 órával történik a leképezés.

Későbbi (6-24 óra) felvételek magasabb cél-háttér arányt eredményeznek, és lehetővé teszik a medence jobb kiértékelését. A 6-24 órás késői felvételek különösen hasznosak lehetnek veseelégtelenségben szenvedő betegek vizsgálatánál, perifériás keringési rendellenesség ill. vizelet retenció esetén.

#### 6. 2. 2. 2. Teljes-test és spot képfelvétel

Teljes test csontszcintigráfiát készíthetünk többszörös átfedő (spot) képekkel vagy folyamatos leképezéssel (valódi teljes test vizsgálat) anterior és posterior irányból. Felőttekben általában az utóbbi módszert részesítik előnyben. Gyermekegyógyászatban viszont a spot képekkel történő vizsgálat az általánosan használt metódus.

Amikor spot képekkel dolgozunk, igen fontos, hogy a felvételeken átfedések legyenek, így érve el, hogy minden egyes terület leképezésre kerüljön. Az első spot képet az axiális skeletonról (általában a mellkas posterior nézetben) vesszük fel, kb. 500,000-1 millió beütés számig, a gamma-kamera FOV-jától függően. Minél nagyobb a FOV, annál nagyobb összeütést kell elérnünk egy adott területen ugyanolyan beütésszám denzitáshoz. Továbbá, a fiziológiásan is magas beütésszámmal rendelkező szervek (pl. a vese) gátolhatják a szomszédos struktúrák vizualizációját (pl. a gerinc). Minden egyes további spot képet az első felvétel begyűjtési idejével vesszük fel. A spot képeket begyűjthetjük 128x128-as vagy 256x256-os mátrixba (> 200,000). A teljes-test felvételeket rendszerint 256x1024-es vagy nagyobb mátrixban vesszük fel.

A számítógépes begyűjtés, feldolgozás és a képek computeres kijelzése különösen hasznos lehet pediátriai esetekben, mivel a normál uptake igen széles határok között mozog. Ha digitális feldolgozás és kijelzés nem érhető el, akkor a filmek különböző intenzitású fotózása segíthet.

Amikor teljes-test begyűjtést használunk, a valódi begyűjtést megelőzően a count rate (rendszerint a posterior mellkas felett kiszámítva) meghatározására lenne szükség. A scannelési sebességet úgy kell

beállítani, hogy az injekció beadását követően 2-5 óra múlva, mind anterior, mind posterior nézetben legalább 1.5 millió beütést érjünk el.

#### 6. 2. 2. 3. SPECT

Néhány betegben, a SPECT képek segíthetnek a betegség pontosabb karakterizálásában. A SPECT felvételeket a gamma-kamera gyártója által ajánlott módon kell végrehajtani. Egy-fejes (single-headed) gamma kamerával a típusos begyűjtési és feldolgozási paraméterek a következők: 360 fokos körkörös pálya, 60 - 120 lépés, 64x64-es vagy nagyobb mátrix, és 10 - 40 mp/frame begyűjtési idő. Olyan összeállítás számot kell elérni, mintha folyamatos begyűjtést végeznénk.

#### 6. 2. 2. 4. Pinhole kollimátor

Ha egy specifikus területről nagy felbontású (high-resolution) kép szükséges, akkor pinhole kollimátort használhatunk (nézetenként kb. 75,000 - 100,000 beütést kell elérni). Konvergáló kollimátort ill. (zoom) nagyítást használhatunk, hogy javítsuk a feloldást, különösen, ha kicsi struktúrákat vagy pediátriai beteget vizsgálunk. A leletező orvosnak ismernie kell a begyűjtési paramétereket, különösen ha, mint a pinhole kollimátor esetén, azok torzulást okoznak. Ha szükséges, további képeket is készíthetünk (pl. oldalsó, ferde, tangencialis és különleges nézetek).

#### 6. 2. 2. 5. Speciális felvételek a medencéről

A medencecsontok kiértékelése bonyolult lehet, ha a húgyhólyagban kiválasztott aktivitás van. Olyan betegekben, akiknek medencetáji panaszai vannak, a következő lehetőségek segíthetnek a jobb vizualizációban:

- Ismételt képek rögtön ürítés után
- Sitting-on-detector (caudal) vagy ferde képek
- Oldalsó képek
- 24-órás késői képek
- SPECT felvételek. Egyszeri vagy akár többszörös gyors (5 - 10 min per begyűjtés) SPECT begyűjtés, hogy elkerüljük a hólyagban a változó aktivitás miatti artefaktumokat. A hólyag artefaktumok felerősödnek, abban a síkban, ahol a SPECT begyűjtés kezdődik és végződik.

- Képfelvétel közvetlenül a katéterizáció után. (Figyelem: a katéterizáció csak speciális esetekben, végső megoldás legyen.)

### **6. 3. Adatfeldolgozás**

- A<sub>planáris</sub> képek esetén semmilyen különleges feldolgozás nem szükséges.
- SPECT vizsgálat esetén mindenképpen figyelembe kell venni, hogy számos különböző típusú kamera és program érhető el, így ahhoz hogy optimalizáljuk a képminőséget, a képfeldolgozás paramétereit gondosan kell megválasztani.

## **7. Interpretáció, leletezés**

### **7. 1. Interpretáció**

#### **7. 1. 1. A <sup>99m</sup>Tc-foszfonátok fiziológiás eloszlása**

A foszfonátok a csont szerves részéhez kötődnek, közel kétharmaduk a hydroxyapatite kristályhoz és egyharmaduk a kalcium-foszfáthoz. Két fő tényező kontrollálja a foszfonátok akkumulációját a csontban, nevezetesen a véráramlás ill. az extrakciós efficencia, melyeket meghatározza a kapilláris permeabilitás, a sav-bázis egyensúly, a parathyreoidea hormon szint, stb.. Kb. a beadott aktivitás 50%-a akkumulálódik a csontrendszerben. A maximális csontfelvétel az injekció után 1 óra múlva következik be, és gyakorlatilag állandó marad mintegy 72 óráig. A radiofarmakonok vér-clearance-e magas. Az iv. adás után 3 órával már csak a beadott aktivitás kb. 3%-a marad a véráramban. A vesék felett mérhető csúcspont aktivitás kb. a beadást követő 20 perc múlva mérhető. 1 órán belül, normális vese funkció esetén, a nem kötött komplex több mint 30%-a a glomerulusokon át már filtrálódott, 6 óra múlva már 60%-a. A foszfonátok bélen keresztüli eliminációja elhanyagolható. A foszfonátok biológiai felezési ideje 26 óra.

A normális csont szcintigramon csaknem minden csont felismerhető. Az anterior felvételeken a szegycsont elkülöníthető. A posterior képen minden egyes csigolyatest látható, akárcsak az ívek, a processus transversusok és spinosusok az alsó háti és ágyéki szakaszon. Posterior nézetben rendszerint a sacro-iliacalis ízületek a legintenzívebbek. Gyerekek esetén a csontscant az epiphysealis régiók növekedési zónái jellemzik, melyek a növekedés befejeztével tovább már nem láthatóak.

#### **7. 1. 2. Az interpretáció általános elvei**

Amikor a csontscintigráfias vizsgálatot értékeljük, a következő pontokat kell figyelembe vennünk:



- A csontscan nagyon érzékeny a skeletális metastasisok vagy tumorok lokalizálásában, de a specificitása alacsony. Ezért, az összes elérhető információt figyelembe kell venni, különösen a beteg anamnéziséét, fizikális vizsgálatot, egyéb vizsgálati eredményeket ill. a korábbi vizsgálatok eredményeit.
- A normál csontszcintigráfias kép alapvető jellemzője a jobb és bal oldal szimmetriája ill. a csont struktúrák homogén ábrázolóódása. Különös figyelmet kell fordítani az aszimmetriára és/vagy heterogenitásra.

#### 7. 1. 3. Kóros eltérések a csontban

- A tracer felvétel növekedését és csökkenését is meg kell figyelni, az abnormalitások lehetnek fokálisak vagy diffúz jellegűek.
- A megnövekedett (csökkent) tracer felvétel összehasonlítva a normális csonttal, megnövekedett (csökkent) osteoblast tevékenységet jelez.
- A differenciál-diagnózis néha az abnormalitások számán, lokalizációján, konfigurációján alapul. A legtöbb szcintigráfias minta nem-specifikus.
- A fokális aktivitás-csökkenés a szomszédos terület aktivitás növekedése nélkül kevésbé gyakori, mint a fokális aktivitás-növekedés és gyakran benignus folyamatokat jelez (attenuáció, artefactum vagy pl. sebészeti reszekció).
- A tracer felvétel intenzitásának és/vagy az eltérések számának csökkenése összehasonlítva a korábbi vizsgálatokkal gyakran javulást jelez vagy esetleg háttérben sikeres terápia is lehet (pl. sugárkezelés).
- A tracer felvétel intenzitásának és/vagy az eltérések számának növekedése összehasonlítva a korábbi vizsgálatokkal gyakran betegség progressziót jelez, ritkán a kezelésre adott válaszra utalhat (un. flare-up jelenség).

#### 7. 1. 4. Lágyszöveti eredmények

- Normálisan is ábrázolóódó lágyszöveti struktúrák: vesék és hólyag. A vesékben a tracer felvétel akár fokális, akár diffúz is lehet.

- Amikor generalizáltan megnövekedett légyszöveti felvételt látunk, összevetve a normális csonthoz képest, akkor elsősorban vese-elégtelenség, dehidráció vagy a képfelvétel és a tracer injektálása közti megrövidült időintervallum jön szóba.
- Amikor generalizáltan csökkent légyszöveti aktivitást figyelhetünk meg, összehasonlítva a normális csonttal, akkor elsősorban ún. superscan jön szóba vagy esetleg a képfelvétel és a tracer injektálása közti meghosszabbodott időintervallum.

## **7. 2. Leletezés**

### **7. 2. 1. Általános adatok**

A leletnek tartalmaznia kell a betegre vonatkozó megfelelő információkat, különösen a vizsgálat típusát, dátumát, az alkalmazott radiofarmakonra vonatkozó információkat (beadott aktivitás és mód), a beteg anamnézisének rövid összefoglalását, valamint a korábbi vizsgálatok összes idevágó adatait.

### **7. 2. 2. Leíró rész**

A leletben a leletező orvosnak nyilatkoznia kell a következőkről:

- Az eljárás (teljes-test, SPECT ha alkalmazható, radiofarmakon, injektált aktivitás, késői képek, vértartalom képek stb.).
- A talált eltérések (abnormális tracer felvétel - csökkent vagy növekedett uptake -, abnormális mintázat, légyszöveti információk).
- Komparatív adatok (a korábbi vizsgálatokkal és/vagy egyéb vizsgálatokkal való összehasonlítás).
- Értelmezés. Ha lehetséges, egyértelmű véleményt kell adni, ha szükséges, akkor a vizsgálat korlátira vonatkozó utalással. Amennyiben differenciál diagnosztikailag fontos, akkor a lelet tartalmazzon ajánlásokat további definitív vizsgálatokat illetően is.

## **8. Hibaforrások**

- Beteg mozgása.
- A szükségesnél nagyobb kollimátor-beteg távolság.
- A képkötés túlságosan gyors elkezdése az injektálást követően, amikor a radiofarmakon még nem ürült a légyszövetből optimálisan.
- Injektálási artefaktumok.

- Radiofarmakon degradáció.
- Vizelet kontamináció.
- Protézis, radiológiai kontraszt anyagok vagy egyéb attenuációs artefactumok, melyek elfedhetik a normális struktúrákat.
- Homogéнен megnövekedett csonttevékenység ('superscan').
- Lágyszöveti kompresszió okozta artefactumok.
- A  $^{99m}\text{Tc}$ -nál magasabb energiájú radionuklid ( $^{131}\text{I}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{111}\text{In}$ ) használata a vizsgálatot megelőzően, vagy olyan szervben dúsuló  $^{99m}\text{Tc}$  radiofarmakon használata, amely elfedhet némely csontokat.
- Ha nem teljes-test vizsgálatot végzünk, akkor fontos információkat veszíthetünk el a nem vizsgált területeket illetően.
- A medence SPECT vizsgálata alatt változó hólyag aktivitás.
- Tisztán lytikus léziók.
- A hólyag aktivitás által elfedett pubicus eltérések.
- Vese elégtelenség.

## **9. Nyitott kérdések**

### **9. 1. Követés**

A  $^{99}\text{Tc}$ -foszfonát csontszcintigráfia szerepe a kezelt rákos betegek követésében még mindig vita tárgya. Általánosan elfogadott, hogy tünetekkel rendelkező betegek esetén a csontscan indokolt. Azonban nem bizonyított, hogy a csontszcintigráfia vajon költség hatékony-e a tünetmentes, de metastasis által fenyegetett betegekben. Vannak vizsgálatok, annak megállapítására, mely magas kockázatú beteg csoportban várható előny az időszakos csontvizsgálatból.

### **9. 2. PET**

Habár a PET ( $^{18}\text{F}$ -fluoride és  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose) klinikai szerepe csont tumorok diagnózisában és ellátásában még nincs teljesen meghatározva, a hozzáférhető adatok azt sugallják, hogy ilyen betegekben további klinikailag lényeges információkhoz juthatunk általuk. A  $^{99}\text{Tc}$ -foszfonát csontszcintigráfia és a PET viszonyát jobban ki kell vizsgálni (a tumor típus és klinikai indikációk vonatkozásában), azon célból, vajon a csontszcintigráfia megtarthatja-e jelenlegi szerepét.

**10. A módszertani útmutató alkalmazása (Disclaimer)** Az EANM által megírt és engedélyezett irányelvek elősegítik a nukleáris medicina eljárások használatát. Ezen általános ajánlások azonban nem alkalmazhatóak az összes beteg valamennyi klinikai helyzetében. Az irányelvek nem zárják ki az

egyéb eljárásokat, melyek segítségével ugyanazon eredmények érhetőek el. Egy speciális gyakorlatban a betegek spektruma különbözhet egy általánosabb gyakorlatban előforduló beteg spektrumtól. Egy eljárás megfelelősége némileg függ a betegség prevalenciájától is. Továbbá, az elérhető források nagymértékben különbözhetnek egy-egy európai ország vagy egy-egy munkahely között. Ezen okokból, az irányelveket nem szabad mereven alkalmazni.

### **11. Ajánlott irodalom**

1. Bares R. Skeletal scintigraphy in breast cancer management. Q J Nucl Med 1998; 42: 43-48.
2. Beauchamp CP. Errors and pitfalls in the diagnosis and treatment of metastatic bone disease. Orthop Clin North Am 2000; 31: 675-685.
3. Brown ML, Collier BD, Fogelman I. Bone scintigraphy: part I. Oncology and infection. J Nucl Med 1993; 34: 2236-2240.
4. Brown ML, O'Connor MK, Hung JC, et al. Technical aspects of bone scintigraphy. Radiol Clin North Am 1993; 31: 721-730.
5. Cameron PJ, Klemp PF, Martindale AA, Turner JH. Prospective <sup>153</sup>Sm-EDTMP-therapy dosimetry by whole-body scintigraphy. Nucl Med Commun. 1999 Jul; 20(7): 609-15.
6. Collier BD, Fogelman I, Brown ML. Bone scintigraphy: part 2. Orthopedic bone scanning. J Nucl Med 1993; 34: 2241-2246.
7. Collier BD, Fogelman I, Rosenthal L. (es). Skeletal Nuclear Medicine. New York, Mosby, 1996.
8. Cook GJ, Fogelman I. Skeletal metastases from breast cancer: imaging with nuclear medicine. Semin Nucl Med 1999; 29: 69-79.
9. Cook GJ, Fogelman I. The role of nuclear medicine in monitoring treatment in skeletal malignancy. Semin Nucl Med 2001; 31: 206-211.
10. Cook GJ, Houston S, Rubens R, et al. Detection of bone metastases in breast cancer by <sup>18</sup>F-FDG-PET: differing metabolic activity in osteolytic lesions. J Clin Oncol 1998; 16: 3375-3379.
11. Di Leo C, Tarolo GL, Aliberti G, Ardemagni A, Conte A, Bestetti A, Tagliabue L, Gallazzi M. Stress fracture and coexistent periosteal reaction ("shin splints") in a young athlete revealed by bone scintigraphy. Nuklearmedizin. 2000; 39(4): N50-1.
12. Dose J, Bleckmann C, Bachmann S et al. Comparison of FDG-PET and conventional diagnostic procedures for the detection of distant metastases in breast cancer patients Nucl Med Comm 2002; 23: 857-864
13. Evans AJ, Robertson JF. Magnetic resonance imaging versus radionuclide scintigraphy for screening in bone metastases. Clin Radiol 2000; 55: 653-654.
14. Fogelman I, Collier BD, Brown ML. Bone scintigraphy: part 3. Bone scanning in metabolic bone disease. J Nucl Med 1993; 34: 2247-2252.
15. Franzius C, Sciuk J, Daldrup-Link HE, et al. FDG-PET for detection of osseous metastases from malignant primary bone tumours: comparison with bone scintigraphy. Eur J Nucl Med 2000; 27: 1305-1311.
16. Gallowitsch HJ, Kresnik E, Gasser J, Kumnig G, Igerc I, Mikosch P, Lind P. F-18 fluorodeoxyglucose positron-emission tomography in the diagnosis of tumor recurrences and metastases in the follow-up patients with breast carcinoma: a comparison to conventional imaging. Invest Radiol 2003; 38: 250-6.
17. Hain SF, Fogelman I. Nuclear medicine studies in metabolic bone disease. Semin Musculoskelet Radiol 2002; 6: 323-29.
18. Han LJ, Au-Yong TK, Tong WC, et al. Comparison of bone single-photon emission tomography and planar

- imaging in detection of vertebral metastases in patients with back pain. *Eur J Nucl Med* 1998; 25: 635-638.
19. Holder LE. Bone scintigraphy in skeletal trauma. *Radiol Clin North Am* 1993; 31: 739-781.
20. ICRP Publication 80 Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. *Annals of ICRP* 1998 28: 3; Pergamon Press, Oxford.
21. Kane CJ, Amling CL, Johnstone PA, Pak N, Lance RS, Thrasher JB, Foley JP, Riffenburgh RH, Moul JW. Limited value of bone scintigraphy and computed tomography in assessing biochemical failure after radical prostatectomy. *Urology* 2003; 61: 607-11.
22. Kato K, Aoki J, Endo K. Utility of FDG-PET in differential diagnosis of benign and malignant fractures in acute to subacute phase. *Ann Nucl Med* 2003; 17: 41-6.
23. Kaye J, Hayward M. Soft tissue uptake on <sup>99m</sup>Tc methylene difosfonate bone imaging: pictorial review. *Australas Radiol* 2002; 46: 13-21.
24. Kodusa S, Yoshimura I, Aizawa T, Koizumi K, Akakura K, et al. Can initial prostate specific antigen determinations eliminate need for bone scans in patients with newly diagnosed prostate carcinoma? A multicenter retrospective study in Japan. *Cancer* 2002; 94: 964-72.
25. Maffioli L, Zambetti M, Castellani MR, et al. Role of bone scan in breast cancer followup. *Tumori* 1997; 83: 547-549.
26. Mari C, Catafau A, Carrio I. Bone scintigraphy and metabolic disorders. *Q J Nucl Med*. 1999; 43(3): 259-267.
27. Merrick MV, Beales JS, Garvie N, Leonard RC. Evaluation and skeletal metastases. *Br J Radiol*. 1992; 65(777): 803-806.
28. Myers RE, Johnston M, Pritchard K, et al. Baseline staging tests in primary breast cancer: a practice guideline. *CMAJ* 2001; 164: 1439-1444.
29. Nakamoto Y, Osman M, Wahl RL. Prevalence and patterns of bone metastases detected with positron emission tomography using F-18 FDG. *Clin Nucl Med* 2003;28: 302-7.
29. O Sullivan JM, Cook GJ A review of the efficacy of bone scanning in prostate and breast cancer *Q J Nucl Med* 2002; 46:152-159
30. Ohta M, Tokuda Y, Suzuki Y, et al. Whole body PET for the evaluation of bony metastases in patients with breast cancer: comparison with <sup>99m</sup>Tc-MDP bone scintigraphy. *Nucl Med Commun* 2001; 22: 875-879.
31. Orzel JA, Sawaf NW, Richardson ML. Lymphoma of the skeleton: scintigraphic evaluation. *AJR* 1988; 150: 1095-1099.
32. Palmedo H, Guhlke S, Bender H, Sartor J, Schoeneich G, Risse J, Grunwald F, Knapp FF Jr, Biersack HJ. Dose escalation study with rhenium-188 hydroxyethylidene diphosphonate in prostate cancer patients with osseous metastases. *Eur J Nucl Med*. 2000 Feb; 27(2): 123-130.
33. Paediatric Task Group European Association of Nuclear Medicine A radiopharmaceuticals schedule for imaging in paediatrics *Eur J Nucl Med* 1990;17:127-129
34. Pauwels EK, Stokkel MP. Radiopharmaceuticals for bone lesions. *Imaging and therapy in clinical practice*. *Q J Nucl Med* 2001; 45: 18-26.
35. Pomeranz SJ, Pretorius HT, Ramsingh PS. Bone scintigraphy and multimodality imaging in bone neoplasia: strategies for imaging in the new health climate. *Semin Nucl Med* 1994; 24: 188-207.
36. Ravaioli A, Pasini G, Polselli A, Papi M, Tassinari D, Arcangeli V, Milandri C, Amadori D, Bravi M, Rossi D, Fattori PP, Pasquini E, Panzini I. Staging of breast cancer: new recommended standard procedure. *Breast Cancer Res Treat* 2002; 72: 53-60.
37. Rigaud J, Tiguert R, Le Normand L, Karam G, Glemain P, et al. Prognostic value of bone scan in patients with metastatic prostate cancer treated initially with androgen deprivation therapy. *J Urol* 2002; 168: 1423-6.
38. Rosselli del Turco M, Palli D, Cariddi A, et al. Intensive diagnostic follow-up after treatment of primary breast cancer. A randomised trial. National Research Council Project on Breast Cancer Follow Up. *JAMA* 1994; 271: 1953-1957.

39. Rubens RD. Bone Metastases. The clinical problem. Eur J Cancer 1998; 34: 210-213.
40. Savelli G, Maffioli L, Maccauro M, et al. Bone scintigraphy and the added value of SPECT (single photon emission tomography) in detecting skeletal lesions. Q J Nucl Med 2001; 45: 27-37.
41. Sinha P, Freeman LM. Scintigraphy of bone metastases. In: Khalkhali I, Maublant JC, Goldsmith SJ, editors, Nuclear oncology. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001: 526-544.
42. Wu HC, Yen RF, Shen YY, Kao CH, Lin CC, Lee CC. Comparing whole body 18F-2-deoxyglucose positron emission tomography and technetium-99m methylene diphosphonate bone scan to detect bone metastases in patients with renal cell carcinomas – a preliminary report. J Cancer Res Clin Oncol 2002; 128: 503-6.
43. Yang DC, Rafani RS, Mittal PK, et al Radionuclide three-phase whole-body imaging Clin Nucl Med 2002; 27:419-426

Az útmutató kibocsátásának dátuma : 2003. szeptember 2.