

# CSONTSZCINTIGRÁFIA GYERMEKEKBEN– MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ (EANM guidelines for bone scintigraphy in children)

Hahn K., Fischer S., Colarinha P., Gordon I., Mann M., Piepsz A., Olivier P., Sixt R., van Velzen J

**Fordította : Bártfai Katalin**

## **Célkitűzés**

Ennek a módszertani útmutatónak az a célja, hogy egy olyan keretet kínáljon a nukleáris medicina számára, amely segítséget nyújthat a mindennapi munkában. Ez az útmutató a gyermekkori csontszcintigráfias vizsgálatok indikációival, kivitelezésével, feldolgozásával és értelmezésével kapcsolatos információkat tartalmazza. Ez a dokumentum az EANM és az Amerikai Nukleáris Medicina Társaságnak a legtöbb nukleáris medicinai eljárás módszertani útmutatójának kidolgozására irányuló kezdeményezése alapján jött létre. Mindemellett jelen útmutató az európai gyakorlathoz specifikusabban alkalmazkodó információkat tartalmazza és az Európai Nukleáris Medicina Társaság Gyermekgyógyászati Munkacsoportjának álláspontját tükrözi. A nukleáris medicinai „good practice” és a helyi szabályozások kontextusába helyezve alkalmazandó.

## **1. Háttér információk és definíciók**

A  $^{99m}\text{Tc}$ -mal jelölt polifoszfátok megjelenése óta a csontszcintigráfia széles körben elfogadott módszer a gyermekkori csontbetegségek vizsgálatára. Nagyon fontos a jó minőségű felvételek készítése, amihez elengedhetetlen a gyermek immobilizálása és megfelelő pozicionálása, valamint a gyermekek vizsgálatához optimális műszerezettség. Rutinszerűen használatos a két- vagy háromfázisú csontszcintigráfia. Bizonyos körülmények között további technikák, pl. pinhole vagy SPECT felvételek készítése is hasznos lehet. A fejlődő csontrendszerben fennálló életkor függő csontmetabolizmusbeli különbségek miatt a gyermekek csontszcintigramjainak értékelése nehezebb a felnőttekénél és a fejlődő csontrendszer normális megjelenésének az ismeretét igényli <sup>(19)</sup>.

A csontszcintigráfia nagyon érzékeny módszer a csont megbetegedésre utaló kóros csontmetabolizmus korai kimutatására. A hagyományos radiológiai módszerek, melyek morfológiai változásokat mutatnak kevésbé érzékenyek a betegség kezdeti fázisában. A szignifikáns csontrendellenességeket nagy biztonsággal zárja ki a negatív eredményű csontszcintigráfia. Bizonyos esetekben követéses vizsgálatok nyújthatnak többlet információt a terápiás válasza és prognózisra vonatkozóan. A csontszcintigráfia specificitásának növelésére javasolható a röntgen vizsgálattal való együttes értékelés.

## **2. Leggyakoribb indikációk**

Kóros csontfolyamat gyanúja esetén indokolt a csontszcintigráfia elvégzése <sup>(16)</sup>.

### **2.1. Fertőzés vagy gyulladás** <sup>(1,4,5,14,15,20,22,23,33,40,42,44)</sup>

- akut osteomyelitis versus lágyszöveti gyulladás
- szubakut és krónikus osteomyelitis
- szepszis okozta ízületi gyulladással szövődött osteomyelitis
- aszeptikus arthritis

### **2.2. Csontdaganatok** <sup>(2,10,11,27,30,41,43)</sup>

- jóindulatú csontdaganatok
- rosszindulatú csontdaganatok
- tumorszerű elváltozások, pl. Langerhans sejtes histiocytosis
- csontmetasztázis

### **2.3. Aszeptikus nekrozis** <sup>(6,7,9,13,26,34,35,38,42,48)</sup>

- Legg-Calve-Perthes betegség
- további aszeptikus nekrozisok és csontinfarktus
- sarlósejtes betegség

### **2.4. Traumás csontbetegség** <sup>(3,8,18,25,29,42,47,50)</sup>

- traumát követő bizonytalan röntgen lelet
- fáradásos törések
- gyermek bántalmazás (bántalmazott gyermek szindróma)
- polytrauma
- törések és a terápia szövődményei

### **2.5. Sudeck-betegség** <sup>(42)</sup>

- sympathicus reflex dystrophia

### **2.6. Csontszcintigráfia segítségével végzett radionuklid-vezérelt sebészeti beavatkozás** <sup>(42)</sup>

- pl. osteoid osteoma

### **2.7. Csontdiszplázia** <sup>(42)</sup>

- pl. Camurati-Engelmann betegség

### **2.8. Más klinikai esetek a gyermekgyógyászatban** <sup>(17,24,32,39,42)</sup>

- olyan fájdalom, ami csontfolyamat következménye lehet
- sántító gyermek vagy hátfájdalom
- olyan gyermek, aki nem akar állni vagy védi valamelyik végtagját

- ismeretlen eredetű láz

### **3. Kontraindikáció**

nincs

### **4. Módszertan**

#### **4. 1. Információ a korábbi vizsgálatok eredményéről**

- Az összes előző csontszcintigráfiának elérhetőnek kell lenni áttekintés céljából, megbizonyosodva ezzel, hogy elegendő idő telt el a legutolsó vizsgálat óta (a betegségtől is függően).
- Az aktuális röntgen, CT és MRI felvételeknek – amennyiben ezek relevánsak - is rendelkezésre kell állni összehasonlítás céljából.

#### **4. 2. Beteg előkészítés**

##### 4. 2. 1. Előzetes tájékoztatás

A szülőket és a gyermeket fel kell világosítani a vizsgálat menetéről, különösen a radiofarmakon beadása és a csontszcintigráfias felvételek elkészítése közti várakozási időről, illetve a vizsgálat várható időtartamáról.

##### 4. 2. 2. A beteg előkészítése a radiofarmakon beadása előtt

- Lokális érzéstelenítő kenőcs: az intézetbe érkezéskor alkalmazható legalább 60 perccel az injekció beadása előtt <sup>(31)</sup>.
- A teljes eljárást el kell magyarázni a gyermeknek és a szülőnek. Csecsemők vagy kisgyerekek esetében hangsúlyosan el kell magyarázni annak a fontosságát, hogy a 3 órás felvétel során a gyermek nyugodt legyen.
- Folyadékfogyasztás: A gyermekeket folyadékfogyasztásra kell bízni, különösen a radiopharmakon beadása és a késői felvételek elkészítése közti időben. Ez általában spontán vizeléshez vezet és csak ritkán szükséges külön pisilésre bízni a gyermekeket. Így kisebb lesz a sugárterhelés.
- Együttműködés / Immobilizáció / Szedálás

Főleg a 3 órás felvételek során a gyermeknek teljesen nyugodtan kell feküdnie. 2-3 éves korig az a legmegfelelőbb, ha a gyermekek alszanak a felvételek készítése alatt. A csecsemők, és kisgyerekek többsége alszik evés után és célszerű a 3 órás felvételek elkészítését egy szokásos nappali alvási

periódusra időzíteni. Jól közreműködő szülők nagy segítségét adhatnak ezekben az esetekben. Idősebb gyermekek esetében a barátságos környezetnek, a felvételek alatt a gyermek elfoglalásának, szórakoztatásának, valamint a megfelelő bánásmódnak és odafordulásnak van nagy jelentősége a gyermek mozdulatlansága szempontjából. Vákuum matrac, homokzsákok, valamint tépőzáras pántok segíthetik az immobilizálást, de figyelni kell arra, hogy ezek a gyermek és a kollimátor közötti távolságot ne növeljék.

Kielégítő módon elvégzett vizsgálathoz szedáció általában nem szükséges, de néhány olyan gyermeknél, aki nem képes vagy nem akar együttműködni enyhe nyugtatásra szükség lehet. Ilyen esetben a legbiztonságosabban midazolam alkalmazható intranazálisan vagy rectálisan, ami elősegíti a kifejezett szorongás csökkentését. Mindenesetre, amennyiben szedációt alkalmazunk, követni kell a helyi ajánlásokat. Szedáció esetén orális folyadékbevitel nem lehetséges és a spontán hólyagürítés is elmarad, ezért ilyenkor hólyagkatéterezés is szükségessé válhat, különösen a medence régió megfelelő ábrázolásához.

#### 4. 2. 3. Korlátozó tényezők

Nincsenek

### 4. 3. Radiofarmakon

#### 4. 3. 1. Radionuklid

Technetium-99m ( $^{99m}\text{Tc}$ )

#### 4. 3. 2. Farmakon

polifoszfátok

- MDP (metilén-difoszfónát)
- HMDP vagy HDP (hidroxi-metilén-difoszfónát)
- DPD (difoszfón-propán-dikarboxil sav)

#### 4. 3. 3. Alkalmazott aktivitás

Minimális aktivitás: 40 MBq

Ajánlott maximális aktivitás: 500 MBq

A beadandó aktivitás testfelszín alapján számítandó <sup>(36)</sup>.

#### 4. 3. 4. A radiofarmakon beadásának módja

Háton fekvő testhelyzetben, iv.

#### 4. 4. Adatgyűjtés

4. 4. 1. Időbeli szakaszolás: A klinikai kérdéstől függően a csontszcintigráfia egy-, két- vagy háromfázisú lehet.

- Első fázis: Az első fázis képei (a begyűjtés a farmakon beadásával egy időben történik) a kérdéses terület artériás vérátáramlását jelenítik meg.
- Második fázis: A második fázis (a radiofarmakon beadása utáni 30 - 120 másodperc) a vértartalom (vér-pool) fázisa.
- Harmadik fázis: A harmadik fázis képei (2 - 4 órával a radiofarmakon beadása után) az osteoblasztikus csontaktivitást tükrözik.

4. 4. 2. Az adatgyűjtés kezdetének időzítése

- Háromfázisú vizsgálathoz egyidőben kell indítani a begyűjtést a tracer beadásával.
- Kétfázisú vizsgálathoz közvetlenül a tracer beadása után kell elindítani a begyűjtést.
- Egyfázisos vizsgálathoz a beadás történhet a kamera közelében vagy akár egy másik helyiségben.

4. 4. 3. Detektor pozícionálás

A legjobb minőségi felvételek elkészítésének érdekében a gyermeknek a kamera felszínéhez minél közelebb kell elhelyezkednie, amennyiben lehetséges, közvetlenül a detektorfelszínen. Amennyiben rendelkezünk olyan speciális vizsgálóágygal, amelyen egy nyílás van a detektor számára, lehetővé válik, hogy a gyermeket magán a kollimátoron fekvő vizsgáljuk. SPECT felvételek készítéséhez célszerű keskeny vizsgálóágyat használni, mert ebben az esetben a lehető legjobb felbontás érdekében kis rotációs rádiust alkalmazhatunk.

4. 4. 4. Kollimátorok

A radionuklid angiográfia és vér-pool felvételek alacsony energiájú általános célú (LEAP) vagy alacsony energiájú nagy felbontású (LEHR) kollimátorral készülnek. A 3 órás felvételekhez alacsony energiájú nagy, vagy ultra nagy felbontású (LEHR vagy LEUHR) kollimátort kell használni. Kisebb részek (pl. csípők, kezek vagy lábak) jobb felbontású ábrázolására szolgáló nagyított felvételek

egynyílású pinhole kollimátorral készíthetők<sup>(45)</sup>. A pinhole kollimátor felbontása fordítottan arányos a furat átmérőjével (2 - 5 mm). Minél közelebb van a kollimátor a csonthoz, annál nagyobb a nagyítás.

#### 4. 4. 5. A vizsgált gyermek pozícionálása

- Ajánlott a felvételeket a gyermek fekvő helyzetében elkészíteni.
- Kivételt képez nagyobb gyermekek kezének vagy könyökének a leképezése, ekkor érdemesebb a gyermeket a horizontális helyzetű kamerával szemközt leültetni úgy, hogy az alkar közvetlenül a kollimátoron helyezkedjen el. Szükség esetén az anya vagy apa ölébe is ültethetjük a gyermeket.
- Fekvő helyzetben készült oldalirányú koponyafelvételen az azonos oldali kar is ábrázolandó.
- A bordák ferde irányú felvétele fekvő helyzetben végezhető el ferde szögbe rotált kameraállással.
- A csípők, a térdek és a fibulák adekvát megjelenítéséhez a lábakat be kell fordítani úgy, hogy az öregujjak közel kerüljenek egymáshoz (neutrális radiológiai pozíció).
- A lábak lézióinak detektálásához plantáris, dorzális és laterális irányú felvételek szükségesek.
- Amennyiben a gyermek bármilyen okból nem tud mozdulatlanul feküdni, vagy további differenciálásra van szükség, pl. a vesemedence és egy borda közös vetületében látható aktivitás miatt, a további spot-felvételek elkészíthetők ülő helyzetben.
- Figyelem! Amennyiben lokalizált elváltozás figyelhető meg, elengedhetetlen erről a területről két különböző síkban felvételt készíteni. Ez különösen fontos egésztest felvételek esetén.
- A végtagok identifikálása céljából minden esetben radionuklid oldaljelzést kell alkalmazni.

#### 4. 4. 5. Időbeli szakaszolás választása

- Az első fázis hasznosságával kapcsolatban nincs egyetértés, ennek ellenére jelen ajánlás kifejezetten javasolja az első fázis vizsgálatát, főleg primer malignus csontdaganat vagy lokalizált csontmegbetegedés klinikai gyanúja esetén.
- Vér-pool. Multifokális csontbetegség esetén vér-pool felvételt kell készíteni az egész csontrendszerrel közvetlenül a radiofarmakon beadása után (spot felvételekkel vagy egésztest módszerrel).

- A radiofarmakon beadása után 2-4 órával a teljes csontrendszer anterior és posterior irányú leképezése történik, vagy statikus felvételekkel (4-5 éves korig), vagy egésztest felvételekkel, még akkor is, ha csak egyoldali patológiás folyamattal állunk szemben.

#### 4. 4. 6. SPECT

A koponya, a gerinc és a medence szokatlan megjelenése esetén SPECT vizsgálat szükséges<sup>(28)</sup>. Ezen kívül az összes olyan gyermek esetében, akiknél gerincelváltozás észlelhető hasznos lehet a SPECT vizsgálat, különösen a planáris felvételeken ábrázolódó léziók pontos lokalizálása céljából<sup>(24,32,39)</sup>. Lokalizált klinikai tünetek és negatív planáris felvételek esetén is segítségül szolgálhat a SPECT. Bár a SPECT elkészítésének jogosultságát negatív planáris gerincfelvételek mellett csak kevés adat támasztja alá, egyre erősödik az a benyomás, hogy a gerinc benignus kórfolyamatának gyanújával vizsgált gyermekek esetében a gerinc-SPECT beillesztése a diagnosztikus folyamatba nagyban csökkenti a nem felismert patológiás folyamatok számát.

#### 4. 4. 7. Pinhole

Pinhole felvételek szükségesek a csontrendszer kis részeinek (pl. csipő, csukló és boka megfelelő vizsgálatára<sup>(41,45)</sup>).

### 4. 5. Adatgyűjtés paramétere

#### 4. 5. 1. Radionuklid angiográfia

- dinamikus képsorozat, 64x64 vagy 128x128 mátrix, 30-60 másodperc; 1-2 másodperc/kép

#### 4. 5. 2. Vér-pool felvételek

A radiofarmakon beadását követő első percekben kell elkészíteni.

- statikus felvételek (256 x 256 mátrix)  
50 000-100 000 beütés a kezekről, lábokról és a térdekről  
300 000- 500 000 beütés a koponyáról, a mellkasról, a gerincről és a medencéről
- egésztest felvételek (256 x 1024 mátrix)  
30 cm/perc szkennelési sebesség vagy 10 perces teljes leképezési idő

#### 4. 5. 3. Csontszcintigráfias felvételek

A leképezés 2 - 4 órával a radiofarmakon beadása után kezdődik üres hólyaggal, amennyiben ez lehetséges és a medence felvételeket, a vizeletürítést követően a lehető leghamarabb kell elkészíteni.

- statikus felvételek (256 x 256 mátrix):

50 000– 100 000 beütés a kezekről és a lábokról

100 000-200 000 beütés a térdekről

300 000 beütés a koponyáról

500 000 beütés a mellkasról, a gerincről és a medencéről

- egésztest felvételek (256 x 1024 mátrix):

8 cm/perc szkennelési sebesség 4(5) - 8 éves korban

10 cm/perc szkennelési sebesség 8 - 12 éves korban

12 cm/perc szkennelési sebesség 12 - 16 éves korban

15 cm/perc szkennelési sebesség 16 éves kor fölött

vagy 30 perces teljes leképezési idő

#### 4. 5. 4. SPECT

SPECT (128x128 mátrix ajánlott):

a módszer a kamera típusától függ

#### 4. 5. 5. Pinhole felvételek

pinhole felvételek (256x256 mátrix):

- két felvétel készítendő (egy az érintett, egy az ellenoldalról) 600 - 900 másodpercig felvételenként, vagy
- 100 000 beütés a nem érintett oldalról és a jobb összehasonlíthatóság érdekében ugyanolyan begyűjtési idővel az érintett oldalról

### 4. 6. Kiegészítő beavatkozások

Azoknál a gyermekeknél, akik bármely ok miatt nem tudják a hólyagjukat kiüríteni, hólyagkatéterezés is szükségessé válhat, különösen a medence régió megfelelő ábrázolásához.

### 4. 7. Adatfeldolgozás

A felvételek feldolgozása meg kell történnjen, mielőtt a gyermek elhagyja a laboratóriumot.

- A dinamikus felvételsorozat 2-3 másodperces képsorozattá alakítandó.
- SPECT feldolgozás: ellenőrizni kell a mozdulatlanságot; olyan filtert kell alkalmazni, amely mérsékelten növeli a kontrasztot, és nem vezet a képek túlsimításához. A további részletek az alkalmazott készüléktől függenek. A test tengelyéhez viszonyított transzverzális, szagittális és koronális rekonstrukciókat kell előállítani. Néhány esetben (pl. lumbalis gerinc) a kérdéses



szerv tengelyét követő reorientáció válhat szükségessé. A szeletvastagság a rendszer feloldóképességével legyen egyenlő.

#### **4. 8. Leletezés, interpretáció**

##### 4.8.1 Felvételek vizuális megtekintése

- a radionuklid angiográfia képsorozata.
- vér-pool felvételek és az egész csontrendszer 3 órás felvételei anterior és posterior irányból, valamint a spot felvételek.
- SPECT – a transzverzális, koronális és szagittális képek megjelenítése.

##### 4. 8. 2. Interpretáció

A gyermekkori csontrendszer normális megjelenésébe beletartozik a növekedési zónák éles ábrázolódnása, ami legjobban a térdeknél ítéhető meg. A csökkent vagy fokozott csontmetabolizmus minden esetben csökkent vagy fokozott radiofarmakon dúsulásként jelenik meg. A felvételek értelmezése mindig a röntgen, ultrahang és MRI vizsgálatok eredményének, valamint a klinikai történet figyelembe vételével történik (pl. hosszú ideig tartó immobilizáció csökkent csontaktivitáshoz vezethet, miközben sympathicus reflex dystrophia esetén is általában csökkent aktivitású a fájdalmas végtag). Fontos a csontrendszer különböző életkorban mutatott normális megjelenésének az ismerete.

Hibalehetőségek:

- a növekedési zónák kóros aktivitástöbbletként való értelmezése
- osteomyelitis esetén a fokozott dúsulás hiányozhat, ami az intraosseális nyomásfokozódás miatti csökkent perfúzió következménye.
- radioaktív vizelettel való kontamináció,
- a gyermek elmozdulása vagy a nem megfelelő pozicionálás, pl. a mellkas aszimmetrikus beállítása.

A téves-pozitív leletek veszélyét csökkenti a lehetséges normális variációk alapos ismerete, mint pl. a kéz, a láb, a koponya, a sternum életkorfüggő osszifikációja vagy a normális synchondrosis ischio-pubica <sup>(21)</sup>. Nem szabad a costo-chondralis junctio aktivitásának a bordák hátsó ívére való „átsütését” multiplex bordatöréssel összetéveszteni.

#### 4. 9. Minőségellenőrzés

- Amennyiben lehetséges (az állapottól függően), a gyermeknek egyenes, szimmetrikus helyzetben kell elhelyezkedni az összes felvétel elkészítése alatt.
- A jó minőségű csontszcintigráfia kritériumának tekinthető a tibia és a fibula, valamint a radius és az ulna növekedési zónáinak egymástól elkülönülő ábrázolódása. Megítélhető a felvételek minősége a femorális, tibiális és fibuláris növekedési zónák megjelenésének élessége alapján is.
- A medence megfelelő ábrázolódásához üres hólyag szükséges.
- A csigolyák és a bordák egymástól egyenként tisztán elkülöníthetően kell ábrázolódnak.

#### 5. Sugárterhelés

| Radiofarmakon         | Életkor   | A legnagyobb dózist kapó szerv<br>mGy/MBq | Effektív dózis<br>MSv/MBq |
|-----------------------|-----------|---|---------------------------|
| <sup>99m</sup> Tc-MDP | Újszülött | csont felszíne                            | 1,6                       |
|                       |           | húgyhólyag fala                           | 0,4                       |
|                       | 1 éves    |   | 0,042                     |
|                       | 5 éves    |   | 0,021                     |
|                       | 10 éves   |   | 0,014                     |
|                       | 15 éves   | csont felszíne                            | 0,076                     |
|                       |           | húgyhólyag fala                           | 0,042                     |

(12,46,49)

A sugárterhelés a radiofarmakon beadása után 3 órával történő hólyagürítést feltételezve került kiszámításra. Amennyiben az orális folyadékbevitelt, és ez által korai és sűrű hólyagürítést forszírozunk, a fenti sugárterhelési értékek csökkenthetők.

#### 6. Nyitott kérdések:

Nincsenek.

#### 7. Ajánlott irodalom

1. Allwright SJ, Miller JH, Gilsanz V: Subperiosteal abscess in children: scintigraphic appearance. Radiology 1991, 179: 725-729
2. Balingit AG, Rudd S, Williams S: Clinical utility of bone SPECT scintigraphy in renal metastases from primary osteosarcoma. Clin Nucl Med 1994, 19: 1098-1101

3. Bellah RD, Summerville DA, Treves ST, Micheli LJ: Low-back pain in adolescent athletes: detection of stress injury to the pars interarticularis with SPECT. *Radiology* 1991, 180: 509-512
4. Bongers H, Loup E, Reuland P, Hofmann U: Radiological and scintigraphic features of primary chronic osteomyelitis. *Fortschr Roentgenstr* 1988, 149,2: 136-142
5. Bressler EL, Conway JJ, Weiss SC: Neonatal osteomyelitis examined by bone scintigraphy. *Radiology* 1984, 152: 685-688
6. Calver R, Venugopal V, Dorgan J, Bentley G, Gimlette T: Radionuclide scanning in early diagnosis of Legg-Perthes disease. *J Bone Joint Surg [Br]* 1981, 63B: 379-382
7. Cavailloles F, Bok B, Bensahel H: Bone scintigraphy in the diagnosis and follow up of Perthes disease. *Eur J Nucl Med* 1982, 7: 327-330
8. Conway JJ, Collins M, Tanz RR, Radkowski MA, Anandappa E, Hernandez R, et al: The role of bone scintigraphy in detecting child abuse. *Seminars Nucl Med* 1993, 23: 321-333
9. Conway JJ: A scintigraphic classification of Legg-Calve-Perthes disease. *Semin Nucl Med* 1993, 23: 274-295
10. Dogan AS, Conway JJ, Miller JH, Grier D, Bhattathiry MM, Mitchell CS: Detection of bone lesions in Langerhans cell histiocytosis: Complementary roles of scintigraphy and conventional radiography. *J Pediatr Hematol Oncol* 1996, 18: 51-58
11. Edeline V, Frouin F, Bazin JP, Di Paola M, Kalifa C, Contesso G, et al: Factor analysis as a means of determining response to chemotherapy in patients with osteogenic sarcoma. *Eur J Nucl Med* 1993, 20: 1175-1185
12. Eißner D, Wolf R: Strahlenbelastung des Kindes bei der Knochenszintigraphie mit Tc-99m markierten Phosphatverbindungen. *Fortschr Roentgenstr* 1980, 132: 331-335
13. Fotter R, Lammer J, Ritter G: 5-year scintigraphic study of children with Perthes disease. Diagnostic evaluation and therapeutic consequences. *Fortschr Roentgenstr* 1982, 137: 141-146
14. Gilday DL, Paul DJ, Paterson J: Diagnosis of osteomyelitis in children by combined blood pool and bone imaging. *Radiology* 1975, 117: 331-335
15. Gilday DL: Problems in scintigraphic detection of osteomyelitis. *Radiology* 1980, 135: 791
16. Gordon I, Hahn K, Fischer S: Atlas of bone scintigraphy in the pathological paediatric skeleton. Berlin, Springer Verlag, 1996
17. Gordon I, Peters AM, Nunn R: The symptomatic hip in childhood: scintigraphic findings in the presence of a normal radiograph. *Skeletal. Radiol.* 1987, 16: 383-386
18. Haase GM, Ortiz VN, Sfakianakis GN, Morse TS: The value of radionuclide bone scanning in the early recognition of deliberate child abuse. *J Trauma* 1980, 20: 873-875
19. Hahn K, Fischer S, Gordon I: Atlas of bone scintigraphy in the developing paediatric skeleton. Berlin, Springer Verlag, 1993
20. Handmaker H, Leonards R: The bone scan in inflammatory osseous disease. *Semin Nucl Med* 1976, 6: 95-105
21. Hardorff R, Gips S: Ischiopubic synchondrosis. Normal finding, increased pubic uptake on bone scintigraphy. *Clin Nucl Med* 1992, 17: 139
22. Howman-Giles R, Uren R: Multifocal osteomyelitis in childhood: review by radionuclide bone scan. *Clin Nucl Med* 1992, 17: 274-278
23. Hughes LO, Aronson J: Skeletal infections in children. *Curr Opin Pediatr.* 1994, 6: 90-93
24. Itoh K, Hashimoto T, Shigenobu K, Yamane S, Tamaki N: Bone SPET of symptomatic lumbar spondylolysis. *Nucl Med Commun* 1996, 17: 389-396
25. Jaudes PK: Comparison of radiography and radionuclide bone scanning in the detection of child abuse. *Pediatrics* 1984, 73: 166-168

26. Kaniklides C, Sahlstedt B, Lonnerholm T, Moberg A: Conventional radiography and bone scintigraphy in the prognostic evaluation of Legg-Calve-Perthes disease. *Acta Radiol.* 1996, 37: 561-566
27. Kauffman WM, Winer-Muram H, Sandlund JT: Detection of adrenal metastasis from osteosarcoma by Tc-99m MDP scintigraphy. *Clin Nucl Med* 1995, 20: 741
28. Keogan MT, Antoun N, Wraight EP: Evaluation of the skull base by SPECT. A comparison with planar scintigraphy and computed tomography. *Clin Nucl Med.* 1994, 19: 1055-1059
29. Kleinman PK, Marks SC, Spevak MR: Fractures of the rib head in abused infants. *Radiology* 1992, 185: 119-123
30. Korholz D, Wirtz I, Vosberg H, Ruther W, Jurgens H, Gobel U: The role of bone scintigraphy in the follow-up of osteogenic sarcoma. *Eur J Cancer Part A* 1996, 32: 461-464
31. Ljung B: The child in diagnostic nuclear medicine. *Eur J Nucl Med* 1997, 24: 683-690
32. Mandell GA, Harcke HT: Scintigraphy of spinal disorders in adolescents. *Skeletal Radiol* 1993, 22: 393-401
33. Mortensson W, Edeburn G, Fries M, Nilsson R: Chronic recurrent multifocal osteomyelitis in children - a roentgenologic and scintigraphic investigation. *Acta Radiol* 1988, 29: 565-570
34. Naumann T, Bischoff U, Puhl W: Can follow-up scintigraphy be a decision aid for therapy choice in Perthes disease? *Klin Pädiatr* 1993, 205: 404-10
35. Oshima M, Yoshihara Y, Ito K, Asai H, Fukatsu H, Sakuma S: Initial stage of Legg-Calve-Perthes disease: comparison of three-phase bone scintigraphy and SPECT with MR imaging. *Eur J Radiol* 1992, 15: 107-112
36. Paediatric Task Group European Association of Nuclear Medicine members: A radiopharmaceutical schedule for imaging in paediatrics. *Eur J Nucl Med* 1990, 17: 127-129
37. Pintelon H, Jonckheer MH, Piepsz A: Paediatric nuclear medicine procedures: routine sedation or management of anxiety? *Nucl Med Commun* 1994, 15: 664-666
38. Ranner G: Die Osteochondrosis deformans coxae juvenilis (Morbus Legg-Calve-Perthes) im MR-Tomogramm: Diagnose und Verlaufsbeurteilung in Korrelation zu Roentgen und Skelettszintigraphie. *Fortschr Roentgenstr* 1990, 153: 124-130
39. Read MT: Single photon emission computed tomography (SPECT) scanning for adolescent back pain. A sine qua non? *Br J Sports Med* 1994, 28: 56-7
40. Reuland P, Aicher KP, Dopfer R, Handgretinger R, Klingebiel Th, Niethammer D, et al: Differential diagnosis of childhood osteomyelitis - Classification according to scintigraphic, radiologic and magnet resonance tomographic findings. *Nuklearmedizin* 1996, 35: 68-77
41. Roach PJ, Connolly LP, Zurakowski D, Treves ST: Osteoid Osteoma: Comparative utility of high-resolution planar and pinhole magnification scintigraphy. *Pediatr Radiol* 1996, 26: 222-225
42. Roßmüller B, Hahn K, Fischer S: Bone scintigraphy in non-neoplastic diseases in children. *Q J Nucl Med* 1998, 42: 133-147
43. Satheghe MM, Clauss RP: Criteria and quantification of fibrous dysplasia on MDP scanning. *Nuklearmedizin* 1995, 34: 229-31
44. Schauwecker DS: The scintigraphic diagnostic of osteomyelitis. *AJR Am J Roentgenol* 1992, 158: 9-18
45. Spence LD, Kaar K, McCabe J, O'Neill M: The role of bone scintigraphy with pinhole collimation in the evaluation of symptomatic paediatric hips. *Clin Radiol* 1994; 49: 820-823
46. Stabin MG, Gelfand MJ: Dosimetry of pediatric nuclear medicine procedures. *Q J Nucl Med* 1998, 42: 93-112
47. Sty JR, Starshak RJ: The role of bone scintigraphy in the evaluation of the suspected abused child. *Radiology* 1983, 146: 369-75

48. Theissen P, Rutt J, Linden A, Smolarz K, Voth E, Schicha H: The early diagnosis of Perthes disease: the value of bone scintigraphy and magnetic resonance imaging in comparison with x-ray findings. Nuklearmedizin 1991, 30: 265-71
49. Thomas SR, Gelfand MJ, Kereiakes FA, et al: Dose to the metaphyseal growth complexes in children undergoing Tc-99m-EHDP bone scans. Radiology 1978, 126: 193
50. Wilcox JR, Moniot AL, Green JP: Bone scanning in the evaluation of exercise-related stress injuries. Radiology 1977, 123: 669-673

**Az útmutató kibocsátásának dátuma :2000. október 13.**