

## **METODBESKRIVNING**

### **1. SKELETTSCINTIGRAFI**

#### **2. MEDICINSK BAKGRUND OCH MÄTPRINCIP**

##### **2.1. Medicinsk bakgrund**

Skelettdelarna är överdragna med en tunn benhinna (periost). På periostiets insida finns osteoblaster som bildar bindväv (osteoid vävnad), vilken till största delen består av kollagen. I denna vävnad fälls kalciumfosfat ut (hydroxiapatit) och bildar det hårda benet. En ständig ombildning av skelettet (nedbrytning av osteoklaster/uppbyggnad av osteoblaster) innebär en kontinuerlig omsättning av fosfatjoner. Genom att binda en radioaktiv isotop ( $^{99m}\text{Tc}$ ) till en bisfosfonat -förening kan man följa mineraliseringen vid nybildning av ben. Ett ökat upptag på skelettscintigrafin avspeglar ökad osteoblastaktivitet (Pauwels, Subramanian).

##### *Indikationer*

Skelettmetastaser, terapikontroll, primära skelettumörer, osteomyelit, osteit, osteonekros, caputnekros, frakturer (framför allt stressfrakturer, odислоcerade frakturer), metabola sjukdomar (t.ex. Pagets sjukdom), proteslossning/infektion, artrit, artros, sacroiliit och trauma.

Vid indikationen perfusion i caput bör undersökningen genomföras tidigast 1 vecka, men inom 2 veckor, efter trauma.

SPECT/CT kan öka sensitiviteten och specificiteten och utförs som komplettering till skelettscintigrafi helkropp/delkropp vid bl.a. tumör och metastasutredningar, för att bättre kunna bedöma fyndet och för att exakt kunna ange lokalisation av förändringen.

##### *Kontraindikationer*

Inga. Särskild hänsyn vid graviditet och amning, se punkt 5.2.

##### **2.2. Mätprinciper**

Efter injektionen fördelar sig radiofarmakot först med blodflödet i kroppen. Cirka 50 % av injicerad dos tas upp i skelettet upp till 6 timmar efter injektionen. Resten utsöndras via glomerulusfiltrationen i njurarna. Efter cirka 3 timmar är aktivitetsfördelningen mellan mjukdelar och skelett optimal och bildtagningen kan börja (Subramanian).

Vid SPECT/CT kombineras en tomografiundersökning med en röntgenundersökning (lågdos-CT). Informationen från CT används vid bildrekonstruktionen (Bai).

De tomografiska bilderna tillsammans med de anatomiska bilderna ger dessutom en möjlighet till bättre lokalisation av isotopupptaget. SPECT/CT utförs enligt framtagna riktlinjer, se bilaga Riktlinjer för SPECT/CT vid Skelettscintigrafi.

### **3. MÄTMETOD/KVANTIFIERING**

#### **3.1. Kvantifieringsprincip**

Undersökningen utvärderas genom en kvalitativ bedömning av upptaget i förhållande till det ordinära upptaget i skelettet. Bedömningen av SPECT/CT grundar sig på aktivitetsupptag från tre olika snittplan (transversal-, sagittal- och coronalplan) varför lokalisationen blir exakt. Vidare korreleras undersökningen ofta till andra utförda undersökningar – främst konventionell röntgen, CT och MR.

Vid metastasfrågeställning bedöms om upptagsökningar är tecken på metastaser eller om de orsakas av exempelvis degenerativa förändringar eller frakturer.

I Malmö används vid undersökningar med metastaser kvantifiering av utbredningen med ett Bone Scan Index (BSI). Beräkningen av BSI sker automatiskt i beslutsstödet och värdet speglar hur stor del av det totala skelettet som är metastaserat (Sadik et al.). Läkaren har möjlighet att korrigera programmets förslag till BSI genom att korrigera vilka upptagsökningar som ska tolkas som metastaser (Ulmert et al.). För att undvika problem vid seriella undersökningar görs sådana korrigeringar endast undantagsvis.

För beräkningar av BSI i Lund hänvisas till bilaga Beräkna Bone Scan Index Skelettsintigrafi till Lund.

#### **3.2 Implementering på egen avdelning**

Bildtagning sker cirka 3-4 timmar efter injektionen och utförs på gammakamera enligt punkt 5.3. Mjukvara från leverantören används för bildinsamling. Utvärdering och beräkning utförs med leverantörens program.

Information om mjukvara/utvärderingsprogram finns på Bild- och funktionsteknik.

Högupplösande kollimator (Low Energy High Resolution) används.

För riktlinjer vid bildtagning med SPECT/CT, se bilaga Riktlinjer för SPECT/CT vid Skelettsintigrafi.

För insamlingsparametrar, se bilagor Insamlingsparametrar, Philips Precedence, Siemens Symbia SPECT/CT och GE Discovery NM/CT 670.

För rekonstruktionsparametrar, se bilagor Rekonstruktionsparametrar, Philips Precedence, Siemens Symbia SPECT/CT och GE Discovery NM/CT 670.

##### **3.2.1 Scanning**

Hela patienten scannas simultant framifrån och bakifrån.

##### **3.2.2 Statisk bildtagning**

Delkroppsundersökningar utförs med statisk insamling och/eller SPECT/CT över det aktuella området.

### **3.2.3 SPECT/CT**

SPECT/CT på barn bör diskuteras med skelettradiolog eller barnradiolog innan den utförs, för att inte strålbelasta barn i onödan. Oftast kommer barnen istället att genomgå MR om skelettscintigrafien visar patologiska upptag. Undantag är vid frågeställningen caput-perfusion vid höftfrakturer, där vi genomför SPECT/CT även på barn.

#### *I Lund*

Undersökningen börjar med en översiktsbild, ett scanogram, som ger en planar bild av transmissionen av röntgenstrålningen. Scanogrammet används för inställning av området för lågdos-CT och SPECT. Efter valda inställningar görs lågdos-CT för attenueringskorrektion av SPECT-data, följt av SPECT. Alla bildtagningarna görs medan patienten ligger i samma position på undersökningsbordet.

För insamlingsparametrar gällande lågdos-CT, se bilagor Insamlingsparametrar, Philips Precedence och GE Discovery NM/CT 670.

#### *I Malmö*

Undersökningen börjar med en SPECT-undersökning över det aktuella området. SPECT-undersökningen följs direkt av en lågdos-CT som används för attenueringskorrektion av SPECT-undersökningen. Vid SPECT/CT registreras den givna staldosen från CT i en fil som skickas till arkiv/pacs och dosetrack.

SPECT-undersökning görs med 128 vinklar över 720°, dvs. gantryt roterar 360°, detta för att man med större sannolikhet ska kunna använda sig av en i förtid avbruten undersökning. CT-undersökningen börjar med en översiktsbild, s.k. topogram. I topogrammet ställs det område över vilken CT-undersökningen skall göras in. I detta fall är det förinställt över SPECT-området. Därefter görs CT-undersökningen. Alla undersökningarna görs medan patienten ligger i samma position på undersökningsbristen.

För insamlingsparametrar gällande lågdos-CT, se bilaga Insamlingsparametrar, Siemens Symbia SPECT/CT.

### **3.3 Validering**

Metoden att utföra skelettscintigrafi med <sup>99m</sup>Tc-märkt bisfosfonat finns beskrivet i litteraturen (Subramanian) och EANM Guidelines.

Acceptance kontroller av kamerasytemen, dvs. mjukvara och hårdvara, utförs av sjukhusfysiker vid leverans av ny utrustning enligt NEMA (National Electrical Manufacturers Association).

#### *I Lund*

I samband med installationen av Philips Precedence undersöktes 4 patienter med helkroppsscanning och 2 patienter med SPECT på både Philips Precedence och GE Discovery VH. I samtliga fall blev bedömningen den samma med båda kamerorna.

I samband med installationen av GE Discovery NM/CT 670 undersöktes 6 patienter med helkroppsscanning och 2 patienter med SPECT/CT på både GE Discovery NM/CT 670 och Philips Precedence. I samtliga fall blev bedömningen den samma med båda kamerorna.

*I Malmö*

Utvärdering och granskning utförs med i E.soft samt EXINI Bone (Sadik, Ulmar).

Avseende underlaget för valideringen för Siemens Symbia SPECT/CT och CT-utrustning hänvisas till metoddokument upprättad och verkställd av sjukhusfysiker på Strålningsfysik, Malmö.

Se ”Validering, Verifiering, Mätosäkerhet”.

## **4. FUNKTIONSKONTROLL/KALIBRERING**

### **4.1. Principer**

Aktivitetsmängd vid injektion uppmäts med aktivitetsmätare. Aktivitetsmätarna kontrolleras mot referenspreparat regelbundet. Vid behov kalibreras aktivitetsmätarna med relevanta kalibreringspreparat.

Gammakamerorna kontrolleras regelbundet och kalibreras vid behov med avseende på uniformitet och energistabilitet. CT kontrolleras och kalibreras regelbundet.

### **4.2. Utförande**

**Kamerasystem:** Speciellt kontrollprogram utförs regelbundet av biomedicinsk analytiker, se ”Utrustning – Kalibrering”.

Månadskontroller utöver dagliga kontroller görs av personal från Bild- och funktionsteknik (Lund) eller strålningsfysik (Malmö). Övriga kontroller och tester utförs av leverantörens personal vid förebyggande service.

#### **Aktivitetsmätare:**

*I Lund*

Testas dagligen av biomedicinsk analytiker tjänstgörande på Klinisk fysiologi och nuklearmedicin Lund, se ”IBC handhavande”.

*I Malmö*

Rutinmässiga kvalitetskontroller och kalibrering av aktivitetsmätarna utförs av personal från Strålningsfysik, se ”Strålskyddshandbok Icke-bildgivande utrustning”, placerad hos sjukhusfysiker på Strålningsfysik.

### **4.3. Mätosäkerhet**

Avseende mätosäkerhet på gammakameran hänvisas till ”Mätosäkerheter vid nuklearmedicinska undersökningar med gammakamera”.

Vid SPECT/CT används den anatomiska informationen från CT:n för att underlätta lokaliseringen av isotopupptag. En förutsättning är korrekt matchning mellan CT- och SPECT-data. Matchningen verifieras av servicepersonal vid förebyggande service.

Dessutom används CT informationen för attenueringskorrektion (Bai). Algoritmerna för detta kan innehålla systemiska felkällor Röntgenutrustningen kontrolleras varje dag den skall användas enligt punkt 4.2.

## **5. FÖRBEREDELSE PÅ AVDELNINGEN; MATERIAL OCH APPARATUR**

### **5.1. Speciella förberedelser**

Inga.

### **5.2. Specifikt läkemedel**

Ordinerat och överlämnat/administrerat läkemedel skall dokumenteras och signeras i RIS, se "RIS-rutiner".

#### **Radiofarmaka**

Olika radiofarmaka kan användas vid skelettscintigrafi (Bergqvist).

<sup>99m</sup>Tc-märkt bisfosfonat. Hållbar 8 timmar efter inmärkning. Förvaras i kyl alternativt rumstemperatur, enligt leverantörens uppgifter. OBS! Vid användandet av HDP får högst 1 mg av HDP, vilket motsvarar 1/3 av radiofarmakats volym, injiceras per patient.

**Aktivitet till vuxen:** 570 MBq <sup>99m</sup>Tc-märkt bisfosfonat

**Aktivitet till barn och tonåringar upp tom 19 år:** Aktivitet beräknas efter vikt, se bilaga Administrerad aktivitet till barn och tonåring. Kopia finns i Dosberedningsrum.

**Aktivitet till gravida:** Särskild bedömning görs av läkare/sjukhusfysiker.

**Aktivitet till ammande:** Särskild bedömning görs av läkare/sjukhusfysiker.

**Amningsuppehåll:** Amningsinstruktioner delas ut till ammande mödrar se "Strålskyddshandbok NM"

Isotoptillstånd/Strålskyddskommitténs yttrande, se "Isotoptillstånd från SUS Strålskyddskommitté".

#### **Uträkning av injektionsvolym (ml):**

$$\frac{\text{Önskad aktivitet (MBq)} \times \text{Total volym i ampullen (ml)}}{\text{Avklingningsfaktor (se tabell)} \times \text{Total aktivitet i ampullen (MBq)}}$$

Mät aktiviteten i aktivitetsmätaren. Uppdragen aktivitet bör avvika högst 10 % från önskad aktivitet. Den person som dragit upp aktiviteten i injektionssprutan ska också ge injektionen. Mät aktiviteten i sprutan efter injektionen och beräkna given nettoaktivitet. Märk sprutan med etikett enligt gällande föreskrifter, se ”Läkemedelshantering”.

## **Farmaka**

### **Ytanestesi:**

LIDOKAIN/PRILOKAIN, kräm eller medicinskt plåster för lokalbedövning av huden.  
För mer information se bipacksedel eller [www.FASS.se](http://www.FASS.se)

## **5.3. Utrustning/Apparatur**

### *I Lund*

Används två kamerasystem, Philips Precedence och GE Discovery NM/CT 670.

### *I Malmö*

Används fyra kamerasystem, Siemens Symbia SPECT/CT T2, Siemens Symbia SPECT/CT T6, Siemens Symbia SPECT/CT Intevo T16 och Siemens Symbia SPECT Evo.

För respektive utrustning se Handhavande Skelettscintigrafi för Philips Precedence, GE Discovery NM/CT 670 och Siemens Symbia SPECT/CT punkt 16.

Ytterligare information om utrusningen finns på Bild- och funktionsteknik.

## **6. PATIENTFÖRBEREDELSE**

### **6.1 Kallelseinstruktioner**

Genereras i RIS. Inga förberedelser

Ett frågeformulär skickas till patienten tillsammans med kallelsen, alternativt fylls i tillsammans med patienten vid injektionstillfället, se bilaga Frågeformulär Skelettscintigrafi.

### **6.2. Patientförberedelser på avdelningen**

Ta reda på om patienten har genomgått annan nuklearmedicinsk undersökning eller behandling i nära anslutning till aktuell undersökning eller om patienten är gravid eller ammar. Särskild bedömning ska då göras i samråd med läkare och eventuellt sjukhusfysiker före undersökningens början.

Amningsinstruktioner delas ut till ammande mödrar, se ”Strålskyddshandbok NM”.

Patienten uppmanas att dricka extra och att tömma blåsan ofta under resten av dagen. Detta för att minimera stråldosen till urinblåsan.

Se till så att frågeformuläret, bilaga Frågeformulär Skelettscintigrafi, är ifyllt och inlämnat hos sekreterare alternativt gå igenom frågorna och fyll i uppgifterna i RIS.

## **7. UNDERSÖKNINGSPROCEDUR**

Ta fram patientdata i RIS, se "RIS-rutiner".

Före undersökningen ska BMA kontrollera att remissen är prioriterad av behörig läkare.

För respektive utrustning se Handhavande Skelettscintigrafi för Philips Precedence, GE Discovery NM/CT 670 och Siemens Symbia SPECT/CT punkt 16.

Insamlingsparametrar hänvisas till bilagor Insamlingsparametrar, Philips Precedence, Siemens Symbia SPECT/CT och GE Discovery NM/CT 670.

## **8. SAMMANSTÄLLNING OCH ANALYS AV BILDER/MÄTDATA/PROVER**

För respektive utrustning se Handhavande Skelettscintigrafi för Philips Precedence, GE Discovery NM/CT 670 och Siemens Symbia SPECT/CT punkt 16.

Rekonstruktionsparametrar hänvisas till bilagor Rekonstruktionsparametrar, Philips Precedence, Siemens Symbia SPECT/CT och GE Discovery NM/CT 670.

## **9. UTFORMNING AV UTLÅTANDE**

Efter läkares tolkning skrivs och lagras utlåtande i RIS, se "RIS-rutiner".

Utlåtande skickas till remitterande avdelning/remittent. Remiss, undersökningsprotokoll, ordinationshandling, undersökningsjournal lagras i RIS.

## **10. REFERENSINTERVALL/NORMALFYND**

Bedömning av aktivitetsfördelningen är visuell.

I besvaringsrummet finns tillgång till referenslitteratur med rikliga illustrationer av normala och patologiska fynd (se översiktsreferenser, böcker). Det finns ett nätbaserat undervisningsverktyg eScan Academy ([www.escan.com](http://www.escan.com)) med ett stort antal skelettscintigrafier där diagnos och specifika fynd i bilderna har markerats.

Vid bedömning av patologiska fynd korrelerar man med tidigare skelettscintigrafier samt andra undersökningar som slätröntgen, CT och MR om det finns tillgängligt. Vid behov tillfrågas en radiolog för gemensam bedömning. Vid bedömning av patologiska fynd tas även hänsyn till patientens svar på frågeformuläret, se bilaga Frågeformulär Skelettscintigrafi

Vid undersökningar med metastaser sker kvantifiering av utbredningen med ett Bone Scan Index (BSI). Beräkningen av BSI sker automatiskt och värdet speglar hur stor del av skelettet som är metastaserat (Sadik et al.)

## **11. FELKÄLLOR**

Extravasering, dålig preparation av det radioaktiva läkemedlet (mycket fritt Tc i injektionslösningen), artefakter pga. kamerafel, metallföremål på patienten, fel bildorientering, felinställt spektrum, rörelse, attenuering osv.



Skenbar asymmetri i aktivitetsfördelningen som kan uppstå om patienten inte ligger helt rakt. Detta har särskilt stor betydelse vid undersökning av processer nära fyserna hos barn, t ex vid osteomyelit.

För patienter med metallimplantat kan artefakter i CT-bilden ses i form av streckartefakter kring metalldelen. Detta kan i sin tur ge en överskattning av aktiviteten i området kring metalldelen vid attenueringskorrektionen.

Patientrörelser mellan CT-undersökningen och SPECT-undersökningen kan orsaka artefakter i den attenueringskorrigerade SPECT-bilden pga. en felaktig attenueringskorrektion. De icke-attenueringskorrigerade bilderna är därför en hjälp vid misstanke om artefakter.

Alla felkällor kan inte alltid undvikas men vi har minimerat risken genom ett fortlöpande kvalitetsarbete. Rutiner finns för att upptäcka brister genom hela undersökningskedjan.

## **12. OLYCKSFALLSRISKER OCH ARBETSMILJÖPROBLEM**

T ex.

- Joniserande strålning: riskerna reduceras genom användning av blyförkläde, blysprutskydd och handskar.
- Stickskador: riskerna reduceras genom användning av ”säkerhetskanyler”.
- Blodsmitta vid injektion: riskerna reduceras genom användning av handskar och ”säkerhetskanyler”.
- Lyftskador: glidbrädor och glidmadrasser finns tillgängliga på avdelningen.
- Fallskador p.g.a. sladdar från teknisk utrustning.

## **13. MEDICINSKA KOMPLIKATIONER**

Extravasering, se ”Strålskyddshandbok NM”.

Protokoll fylls i, arkiveras enligt instruktion och överlämnas till tjänstgörande sjukhusfysiker som beslutar om vidare åtgärd.

## **14. REFERENSER**

### **Metodreferenser**

Bai C Y et al. A Generalized Model for the Conversion from CT Numbers to Linear Attenuation Coefficients. IEEE Trans. Nucl Sci 50 1510-5

Bergqvist L. et al. Clinical Comparison of bone scintigraphy with  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DPD,  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$  -HDP and  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$  -MDP. Acta Radiologica Diagnosis 25 (1984) Fasc. 3

Lassmann M, Treves ST. Paediatric radiopharmaceutical administration: harmonization of the 2007 EANM paediatric dosage card (version 1.5.2008) and the 2010 North American consensus guidelines. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2014; 41(8):1636.

Pauwels E et al. Radiopharmaceuticals for bone lesions. Q J Nucl Med 2001; 45:18-26



Sadik M, Suurkula M, Höglund P, et al. Improved Classifications of Planar Whole-Body Bone Scans Using a Computer-Assisted Diagnosis System: A Multicenter, Multiple-Reader, Multiple-Case Study. J Nucl Med. 2009; 50:368-75

Shafi A, Thorsson O, Edenbrandt L. New Routine for Nuclear Medicine Technologists to Determine When to Add SPECT/CT to a Whole-Body Bone Scan. J Nucl Med Technol 2014; 42:28-32

Subramanian G, McAfee JG. A New Complex of  $^{99m}\text{Tc}$  for Skeletal Imaging. Radiology 1971; 99(1):192-6.

Ulmert D, Kaboteh R, Fox JJ, et al. A Novel Automated Platform for Quantifying the Extent of Skeletal Tumour Involvement in Prostate Cancer Patients Using the Bone Scan Index. Eur Urol. 2012; 62:78-84

## **Översiktsreferenser**

### Guidelines:

Van den Wyngaert T, et al. The EANM practice guidelines for bone scintigraphy. Eur J Nucl Med Mol Imaging (2016) 43:1723-1738

Stauss J et al. Guidelines for paediatric bone scanning with  $^{99m}\text{Tc}$ -labelled radio-pharmaceuticals and  $^{18}\text{F}$ -fluoride. Eur J Nucl Med Mol Imaging (2010)

### Artiklar:

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.

Brenner AI et al, The Bone Scan. Semin Nucl Med 2012; 42:11-26

Gnanasegaran G et al. Patterns, Variants, Artifacts, and Pitfalls in Conventional Radionuclide Bone Imaging and SPECT/CT. Semin Nucl Med 2009 39:380-395

### Böcker:

Bahk Y-W. Combined Scintigraphic and Radiographic Diagnosis of Bone and Scint Disease Springer, 2013

Collier, Fogelman and Rosenthal. Skeletal nuclear Medicine Mosby, 1996

Elgazzar. Orthopedic Nuclear Medicine Springer, 2004

Fogelman, Clarke, Cock, Gnanasegaran. An Atlas of Clinical Nuclear Medicine CRC Press Taylor&Francis Group, 2014

Fogelman, Gnanasegaran, Van der Wall. Radionuclide and Hybrid Bone Imaging Springer, 2012

Hahn, Fischer, Gordon. Atlas of Bone Scintigraphy in the Developing Paediatric Skeleton Springer, 1993

Hietala, Riklund. Nuklearmedicin Studentlitteratur, 2013

Murray, Ell and William Strauss. Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment  
Churchill Livingstone, 1994

Sharp, Gemmell, Murray. Practical Nuclear Medicine  
Springer, 2005

## **15. BILAGOR**

Riktlinjer för SPECT/CT vid Skelettscintigrafi  
Insamlingsparametrar, Philips Precedence  
Insamlingsparametrar, Siemens Symbia SPECT/CT  
Insamlingsparametrar, GE Discovery NM/CT 670  
Rekonstruktionsparametrar, Philips Precedence  
Rekonstruktionsparametrar, Siemens Symbia SPECT/CT  
Rekonstruktionsparametrar, GE Discovery NM/CT 670  
Administrerad aktivitet till barn och tonåring  
Beräkna Bone Scan Index Skelettscintigrafi till Lund  
Frågeformulär Skelettscintigrafi  
Skelettscintigrafi protokoll inför bildtagning, Malmö  
EXINI BoneTM

## **16. HANDHAVANDE FÖR RESPEKTIVE UTRUSTNING/APPARATUR**

- A. Handhavande Skelettscintigrafi, Philips Precedence, Lund
  - A.1 Philips Precedence, Helkroppsscanning
  - A.2 Philips Precedence, Statisk delkropp
  - A.3 Philips Precedence, SPECT/CT
- B. Handhavande Skelettscintigrafi, Siemens Symbia SPECT/CT och Symbia SPECT Evo (T2/T6/T16), Malmö
  - B.1 Siemens Symbia SPECT/CT (T2/T6/T16), Helkroppsscanning
  - B.2 Siemens Symbia SPECT/CT (T2/T6/T16), Statisk delkropp
  - B.3 Siemens Symbia SPECT/CT (T2/T6), SPECT/CT
- C. Handhavande Skelettscintigrafi, GE Discovery NM/CT 670, Lund
  - C.1 GE Discovery NM/CT 670, Helkroppsscanning
  - C.2 GE Discovery NM/CT 670, Statisk delkropp
  - C.3 GE Discovery NM/CT 670, SPECT/CT
- D. Handhavande Skelettscintigrafi, Siemens Symbia SPECT/CT (T16), Malmö
  - D.3 Siemens Symbia SPECT/CT (T16), SPECT/CT