



W E G W I J S

# NUCLEAIRE GENEESKUNDE

Dr Koen MELIS  
**Dienst Nucleaire Geneeskunde**  
SINT AUGUSTINUSKLINIEK VEURNE  
TWEEDE EDITIE 2003

### **Aanvraag scintigrafie : praktisch**

Aanvragen : van 08.00h – 21.00h

Onderzoeken : van 08.00h tot 17.00h

(uitgez. dringende long- of hersenonderzoeken)

Wie zijn de verpleegkundigen nucleaire geneeskunde ?

**Greta Page**

**Johan Herreman**

Telefoon : 058 333 135

Wordt na 17.00h doorgeschakeld naar GSM

Indien toch geen antwoord :

GSM : 0475 75 76 74

Fax : 058 333 134

E-mail : [koen.melis@staugustinusveurne.be](mailto:koen.melis@staugustinusveurne.be)

Aanvraagformulieren nucleaire geneeskunde worden u op aanvraag toegestuurd.

Protocols en beelden worden steeds via gewone post en medibridge verstuurd.

## Inhoud (pagina)

<b>1. Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2. Voordelen van een nucleair geneeskundig onderzoek</b>	<b>7</b>
<b>3. Bot</b>	<b>8</b>
<b>4. Schildklier</b>	<b>19</b>
<b>5. Longperfusie-ventilatie</b>	<b>20</b>
<b>6. Nefro-urologie</b>	<b>21</b>
DMSA statische nier	21
Renogram met of zonder lasix/Cr EDTA gescheiden klaring	22
Renogram met of zonder captopril	23
Directe isotopencystografie	24
Testis	25
<b>7. Gastrointestinaal</b>	<b>26</b>
Gastroesophageale reflux (melkscan)	26
Maaglediging	27
Lever en milt	28
Galwegen (HIDA)	29
Meckeldivertikel	30
Gastrointestinale bloeding	31
<b>8. Hart</b>	<b>33</b>
Linker ventrikel ejectiefractie in rust	33
Myocardperfusie in rust	34
Myocardperfusie na fysische of farmacologische stress	34
<b>9. Hersenen</b>	<b>36</b>
Hersenperfusie	36
Cisternografie	37
Ventrikeldrainage	38
<b>10. Varia</b>	<b>39</b>
Bijschildklier	39
Gallium	40
Leucocyten	41
Beenmerg	42
Lymfe	43
Mammoscintigrafie	44
123 Iood MIBG	45
Speekselklier	46
<b>11. Radionuclide therapie</b>	<b>47</b>

## 1. INLEIDING

### Doel van deze brochure :

U wegwijs maken in het gamma van nucleair geneeskundige onderzoeken.

Ieder onderzoek wordt in 4 onderdelen bondig toegelicht :

- 1. Indicaties van het onderzoek**
- 2. Principe van het onderzoek**
- 3. Voorbereiding van de patiënt voor het onderzoek**
- 4. Practisch verloop van het onderzoek**

### Wat is een nucleair geneeskundig onderzoek of scintigrafie ?

Kenmerken van een chemisch element : neutronen, protonen, electronen

Atoomnummer  $Z$  = aantal protonen

Massagetal  $A$  = som van protonen en neutronen

Isotopen = elementen met een identiek atoomnummer  $Z$  maar met een verschillend massagetal  $A$  (dwz met een verschillend aantal neutronen)

Door de ongunstige verhouding neutronen/protonen is de kern bij een aantal isotopen instabiel en noemt men deze **radioactieve isotopen, radioisotopen of radionucliden**.

De kern stabiliseert zich door het uitzenden van electromagnetische energie (gammastralen).

De uitgezonden gammastralen worden gedetecteerd door een natrium-iodide kristal wat een deel is van de detector van de gammacamera (= 'de scanner' van de nucleaire geneeskunde). Zo kan het biologisch gedrag van het isotoop en zijn verbindingen gevolgd worden maw de functie en het metabolisme.

### Het meest gebruikte radioisotoop is 99mTechnetium (99mTc) met een halfleven van 6 uur.

Afhankelijk van het orgaan of orgaanstelsel dat we willen bestuderen wordt dit radioisotoop gebonden aan een transportmolecule die het biologisch gedrag van de tracer (radioisotoop met transportmolecule) bepaalt. Vb HDP voor het bot, ECD voor de hersenen. Na intraveneuze toediening van deze tracer wordt dan enkel het te bestuderen orgaan of orgaanstelsel gevisualiseerd.

### Contraindicaties voor nucleair geneeskundige onderzoeken :

- zwangerschap ( met uitzondering van een dringende longperfusiescintigrafie bij longembolen)
- borstvoeding (staken van de borstvoeding gedurende 48 uur wordt dan voorgesteld)

### Nog vragen ?

Wij proberen ze te beantwoorden, en gaan dieper in op sommige onderwerpen in de periodieke uitgave Nuc News.

## 2. VOORDELEN VAN EEN NUCLEAIR GENEESKUNDIG ONDERZOEK

1. evaluatie van FUNCTIE, complementair aan anatomisch morfologische onderzoeken zoals Rx, CT, NMR

2. erg SENSITIEF : VROEGDIAGNOSE

3. WHOLE BODY beelden : in 15 min scintigrafie van het ganse lichaam  
DYNAMISCHE beelden onmiddellijk na de inspuiting

4. SPECT beelden (single photon emission computed tomography) : tomografische beelden zoals bij klassieke radiologische CT

5. REPRODUCEERBAAR – NIET OPERATOR AFHANKELIJK : objectieve follow up mogelijk met duidelijk nut van een REFERENTIESCAN ter vergelijking later

6. VEILIG : niet invasief, geringe stralingsdosis, geen allergische reacties, geen claustrofoob 'buis' effect

7. GEEN WACHTLIJST : ieder onderzoek kan binnen de week gebeuren

### 3. BOT : DRIE FASEN – WHOLE BODY – SPECT

#### 1. Indicaties botscintigrafie : overzicht

##### 1.1. Goedaardige botaandoeningen

A. Trauma

B. Onverklaarde osteo-articulaire pijnklachten

C. Lage rugpijn

D. Inflammatoir gewrichtslijden

E. Degeneratief gewrichtslijden

F. Infectieuze botaandoeningen

G. Follow up bij heup- en knieprothesen

H. Metabole botaandoeningen

I. Neurovasculaire botaandoeningen

##### 1.2. Maligne botaandoeningen

#### 1.1. GOEDAARDIGE BOTAANDOENINGEN

##### A.TRAUMA

opsporen occulte fractuur bij negatieve of twijfelachtige Rx

##### na val of ongeval :

localisatie : cervicaal (whiplash), scapula, sternum, ribben, carpus (os scaphoideum), tarso-metatarsaal (Lisfranc)

whole body scan geeft vaak nieuwe foci (medicolegaal !)

##### bij sporters :

localisatie : carpus (os hamatum) : tennis, golf, basebal

tarso-metatarsaal (Lisfranc) : val van paard, basketbal, lopen, tennis, handbal, kickbox, ritmische gymnastiek, dansen

uitstel van diagnose kan leiden tot chronische gewrichtsklachten

whole body scan geeft vaak oorzaak aan van gerefereerde pijn

##### kindermishandeling :

medicolegaal voordeel van whole body scan

groenhoutfractuur bij jonge kinderen

stressfractuur en stress syndroom : meestal negatieve Rx

##### evaluatie van pijn thv de onderste ledematen bij sporters

-stressfractuur tibia, tarsus : negatieve botscan sluit stressfractuur uit

-enthesopathie (overbelastingsletsel thv de peesinsertie)

vb shin splint of tibiaal stress syndroom bij loper

vb fasciitis plantaris (achillespees-enthesopathie)

vb elleboog- of schouderenthesopathie bij tennisser

vb osteitis pubis bij voetballer

##### evaluatie van lage rugpijn bij sporters

cave : vaak gaat het om spier- of radiculare problemen (CT,MRI)

-spondylolyse (stressfractuur van de pars interarticularis) : bot SPECT is 100% sensitief !

andere letsels op basis van aanhoudende stress of repetitief microtrauma

### **avulsieletsels bij adolescenten**

- ischium (hamstrings), spina iliaca anterior superior, trochanter minor
- tuberositas tibiae (Osgood Schlatter)
- patellofemoraal syndroom bij basketbal en volleybal : infrapatellaire tendinopathie ('jumper's knee')

### **'impingement' syndroom van de enkel (talus)**

tgv herhaaldelijke plantaire flexie (balletdansers en turners) en dorsiflexie (balletdansers en basketbalspelers)

### **trochanter maior bursitis :**

bij sporters (M. Gluteus insertie) en bejaarden

### **osteochondritis dissecans :**

meestal thv talus of mediale femurcondylus bij oudere atleten

### **slipping van de capitale femurepiphyse**

bij kinderen en adolescenten

### **rhabdomyolyse (gewichtsheffers) en myositis ossificans :**

extra-osseuze captatie

bij gekende fractuur

### **evaluatie botmetabolisme : fractuurleeftijd :**

oud versus nieuw  
(ihb bij wervelindeukingsfracturen)

### **opsporen van verwikkelingen**

- DD
- atrofische non union (met onwaarschijnlijk spontane genezing) VERSUS reactieve non union (met mogelijkheid tot genezing en goede reactie op electrofysotherapie)
- RSDS of Südeckatrofie of algoneurodystrofie
- osteomyelitis

## **B.ONVERKLAARDE OSTEO-ARTICULAIRE PIJNKLACHTEN**

vage polyarticulaire klachten en polymyalgieën, chronische rugklachten :

een negatieve botscan sluit ernstige pathologie uit !

vaak stoot men op onverwachte afwijkingen :  
occulte fracturen, indeukingsfracturen, metastasen van onbekende oorsprong, spondylodiscitis, hypertrofische pulmonaire osteoarthropathie, Südeck atrofie, enthesopathie in het kader van spondylarthropathie

## **C.LAGE RUGPIJN**

spondylolyse (fractuur pars interarticularis vertebrae)

-spondylolisthesis = afschuiven van vertebrae tov elkaar door bilaterale spondylolyse (tgv repetitief microtrauma thv de pars interarticularis bij intensieve sporten zoals turnen, duiken, contactsporten), vnl thv L5

bot SPECT is positief en normaliseert na 6-12 maanden :  
**effect van therapie is dus zichtbaar (terwijl op Rx de letsels zichtbaar blijven)**

### **invloed op het therapeutisch beleid :**

- uni/bilaterale lyse met negatieve botscintigrafie : rust, aangepaste fysiotherapie
- uni/bilaterale lyse met positieve botscintigrafie : corset

facetsyndroom (posterior spinal compartment syndroom)

-selectie van patiënten die in aanmerking komen voor infiltratie van de facetgewrichten

-een negatieve bot SPECT heeft een hoge negatieve predictieve waarde (NPW) :

### **facetinjectie heeft enkel succes bij een positieve bot SPECT !!**

-bij vermeend facetsyndroom wordt in 30% andere pathologie vastgesteld bv indeukingsfractuur

failed backsyndroom : postoperatieve lumbale wervelzuilkachten

- na niet succesvolle spinale chirurgie (intercorporele fusie, laminectomie...)
- intense traceropname in de fusiemassa 6 mm-1j na de ingreep bij non union of pseudarthrose
- Rx is soms moeilijk interpreteerbaar wegens storend osteosynthesemateriaal

## D. INFLAMMATOIR GEWRICHTSLIJDEN

### reumatoïde artritis

- vroegtijdig in het ziekteverloop verhoogde traceropname thv de geïnfammeerde synovia (inflammatoire synovitis)
- detectie van meer letsels dan vermoed bij klinisch onderzoek
- belang van de referentie- of basislijnbotscan bij follow up therapie
- \*bij afname van de inflammatie en afwezig zijn van botletsels vermindert de traceropname
- \*bij evolutie ziet men meer bot aantasting

### spondylitis ankylosans (ziekte van Scheuermann)

- vroegtijdig in het ziekteverloop verhoogde traceropname thv de thoracolumbale wervelzuil, de SIG en sternoclaviculair

### plantaire fasciitis

- vroegtijdig in het ziekteverloop verhoogde traceropname op de bloedpool (beeld 1 min na de IV injectie van de tracer) en op de laattijdige beelden (na 2-3 uur) thv de calcaneaire insertie van de fascia plantaris
- \*geïsoleerd tgv ligamentaire stress/trauma
- \*geassocieerd met het syndroom van Reiter, psoriasis, spondylitis ankylosans

## E. DEGENERATIEF GEWRICHTSLIJDEN

### osteoarthrose van vnl heup- en kniegewricht

- tgv mechanische overbelasting of tgv inflammatoire gewrichtsaandoeningen
- destructie van gewrichtskraakbeen, subchondrale botombouw met geodenvorming, sclerose en botneofornatie (osteophyten)
- de botscintigrafie is vroegtijdig positief (als Rx nog negatief is) en indien inflammatoir is het bloedpoolbeeld tevens positief

### osteocondritis dissecans

- vroegtijdig in het ziekteverloop verhoogde traceropname thv de plaats waar de gewrichtsmuis (sekwester) loskwam
- verschillende stadia :
  - I : normale botscan met positieve Rx : stabiel letsel
  - II : focaal toename van traceropname op botscan : indien ook op bloedpool : onstabiel letsel
  - III : focale traceropname in alle drie fasen thv de ganse femurcondylus : onstabiel letsel
  - IV : focale traceropname in het juxtaarticulair tibiaal plateau

## F. INFECTIEUZE BOTAANDOENINGEN

### Wat zijn de functionele beeldvormingsmogelijkheden ?

#### 1. drie fasen botscintigrafie

#### 2. leucocytenscan

- gemerkte granulocyten migreren naar de infectieuze haard
- specificiteit is zeer hoog (95-100%) : weinig vals positieven
- sensitiviteit is lager gezien in chronisch infectieuze processen vaak meer monocyt en macrofagen voorkomen dan granulocyten

#### 3. nanocolloïdscan

- deze moleculen kunnen de geïnfammeerde bloedbaan verlaten via de epitheelonderbrekingen en zo de zone van inflammatie bereiken

#### 4. galliumscan

### acute osteomyelitis

#### drie fasen botscintigrafie

- positief binnen 48 uur : **hoge sensitiviteit : 90-100%**

#### volwassene

- negatieve botscan sluit infectie uit
- indien ook recente fractuur tevens leucocytenscan uitvoeren

#### kind

#### -vaak photopenie in het begin (vatocclusie tgv subperiostaal oedeem, gewrichtseffusie, vasospasme)

- DD met cellulitis : eerste en tweede fase positief, laattijdige derde fase negatief
- belang van leucocytenscan en nanocolloïdscan bij diagnose en follow up

### infectieuze artritis

#### drie fasen botscintigrafie

- hyperemie thv de bloedpoolfase cfr inflammatoire artritis
- laattijdige traceropname (reactieve botafwijkingen tgv botdestructie door het infectieus proces) blijft vaak nog bestaan na het verdwijnen van de infectie gezien continu botherstel
- leucocytenscan en nanocolloïdscan worden negatief als de infectie verdwijnt

### infectieuze discitis

- niet frekwent

#### drie fasen botscintigrafie

- alle stadia meestal positief (als geen reactieve botombouw soms laattijdig stadium negatief)
- nannocolloïdscan : nagenoeg 100% gevoeligheid !!

## G.FOLLOW UP BIJ HEUP-EN KNIETPROTHESEN

Ongecompliceerde prothese : botscan normaliseert 8-10 maand na de ingreep

Verwikkelingen bij prothese

- loslating : 20-25%
- infectie : minder dan 5%
- heterotopie botvorming

### Drie fasen botscan

- zeer gevoelig (minder dan 4% vals negatieven) : hoge NPW
- echter : weinig specifiek : DD tussen loslating en infectie vaak niet mogelijk

### Leucocyten- of nannocolloïdscans

- zeer gevoelig én specifiek voor infectie (niet voor loslating)

### Combinatie van drie fasen botscan en leucocyten- of nannocolloïdscan geeft DD tussen infectie en loslating en is eerste keus bij :

- symptomatische patiënten met negatieve of inconclusieve Rx
- patiënten met positieve Rx waarbij verdere informatie nodig is
- follow up bij patiënten met gecorrigeerde complicaties

Van groot belang bij prothesen = **de referentie of basislijnbotscintigrafie** in tempore non suspecto : 9-12 maand na iedere plaatsing

## H. METABOLE BOTAANDOENINGEN

### Ziekte van Paget

-afwijkende bloedresultaten die (vaak als toevallige vondst) wijzen in de richting van een metabole aandoening :

- \*hypercalcemie : metabole of metastatische oorzaak ?
- \*verhoogde alkalische fosfatase : Paget, fractuur, meta ?

als Rx nog negatief is of op basis van Rx de diagnose van ziekte van Paget wordt overwogen

—> distributie van vaak onverwachte letsels in het ganse skelet : belang van whole body scintigrafie

### Osteoporose

Botdensitometrie is de diagnostische methode bij uitstek ter bepaling van de botdensiteit (afdeling fysiotherapie en of radiologie)

**Botscan** toont geen duidelijke diagnostische afwijkingen maar wel

- een slechte bot-weke weefselverhouding
- de gevolgen : indekingsfracturen, occulte fracturen thv rib, femurhals, wervels
- Botscan** is tevens van groot nut :
- bij het vroegtijdig volgen van het therapieantwoord :als therapie succesvol ziet men zeer snel verhoging van de traceropname thv wervelzuil en metafyses
- als referentiescan (basislijnstudie)
- om concomitante pathologie op te sporen : Paget, meta's ...
- om bij een acute pijnopstoot (rug, heup, ribben) een fractuur uit te sluiten of te bevestigen
- om op Rx vastgestelde indekking als oud of als recent te beschouwen

### Renale osteodystrofie, osteomalacie, primaire hyperparathyroidie

Botscan te specifiek voor diagnose maar gevoeligheid is groter dan Rx en alk P asen

Verhoogde traceropname ('superscan') thv

- de lange pijpbeenderen en mandibula
- costochondrale gewrichten : vnl bij primaire hyperpara, Vit D def
- weke delen (maag, long, nier) : vnl bij primaire hyperpara, Vit D def
- resorptielacunes of fractuurhaarden
- Zwakke traceropname thv de nieren : renale osteodystrofie

## I. NEUROVASCULAIRE BOTAANDOENINGEN

### Avasculaire (aseptische) necrose

Thv heup bij volwassenen

- osteonecrose tgv ischemie na traumatische femurhalsfractuur, bestraling, bij diabetes, na corticotherapie, bij hyperlipidemieën
- vroegtijdige diagnose : Rx is vaak laattijdig positief
- in het vroege stadium : hypoactieve zone
- in het laattijdig stadium : hyperactieve zone tgv revascularisatie

Thv heup bij kinderen (Legg-Calvé-Perthes)

- detectie vaak moeilijk wegens omringende groeischijfactiviteit
- vroegtijdige diagnose maakt vroegtijdig instellen van therapie mogelijk

Thv knie

- Osgood-Schlatter bij jonge patiënten
  - osteochondritis dissecans bij volwassenen
  - spontaan bij oudere patiënten
- Belang van de botscaan bij vroegtijdige diagnose en follow up

Elders

- os lunatum
- os naviculare
- talus
- lange pijpbeenderen (aseptisch botinfarct)

### Südeck atrofie (algoneurodystrofie – reflex sympathetic dystrophy syndrome)

Kliniek : pijn, zwelling, verkleuring van het aangetast lidmaat

Drie fasen botscaantografie : **vroegtijdig positief als Rx nog negatief is, met hoge sensitiviteit en specificiteit**

Aan te vullen met **vasculaire nannocolloidscaan** voor correcte stadiumbepaling, therapiekeuze, follow up (wanneer stoppen Miacalcic)  
Differentiaal diagnose met pseudo-algodystrofie (disuse syndroom)

## J. PRIMAIRE BENIGNE BOTTUMOREN

Belangrijkste voorbeeld : osteoid osteoom

**Een negatieve botscaan sluit de diagnose vrijwel uit !**

Komt vaak voor tussen 6 en 17 jaar in de proximale femur, de wervelzuil, de ribben  
Intraoperatieve resectie kan met behulp van een gammaprobe

Andere : chondroblastoom, eosinofiel granuloom, fibreuze dysplasie, wervelhemangioom

### 2.2. Maligne botaandoeningen

-opsporen van botmetastasen :

nagenoeg gevoeligste screeningsmethode whole body, meestal met negatieve Rx

-initiële staging van tumoren : REFERENTIESCAN

-uitgebreidheid, progressie, antwoord op therapie

-hypertrofische pulmonaire osteoarthropathie

-primaire bottumoren : Ewing tumor, osteogeen sarcoma, chondrosarcoma, reusceltumor, histiocytosisX

### 2. Principe botscaantografie

-ongeveer 2-3 uur na de IV toediening van <sup>99m</sup>Tc HDP wordt een whole body beeld gemaakt dat de osteoblastische activiteit weergeeft.

-bij een ontstekingsproces wordt steeds de vasculaire flow en bloedpool tot 2 min na de inspuiting gevisualiseerd.

-aanvullend worden zo nodig detail- en of tomografische SPECT beelden gegenereerd.

### 3. Patientenvoorbereiding

-goed drinken tijdens de periode tussen de inspuiting en de scan

### 4. Practisch verloop van het onderzoek

-beeldopname gedurende 5 minuten na de inspuiting

-whole body statische opname van het skelet na 2-3 uur

-aanvullend : detail- en of tomografische opnames (coronale, sagittale en transversale snedes)

## 4. SCHILDKLIER

### 1. Indicaties

- hyperthyroidie
- hypothyroidie
- afwijkende schildklier testen
- palpatoire afwijkingen – drukgevoel thv de schildklier
- bepalen grootte en uitgebreidheid van een struma
- aantonen van ectopisch schildklierweefsel

### 2. Principe

- follikelcellen van de schildklier kunnen jodium in de vorm van iodide opnemen (trapping-pompfunctie).
- het  $^{99m}\text{Tc}$  pertechnetaat heeft dezelfde lading en afmetingen als het iodide en wordt zodus enkel door vitale schildkliercellen opgenomen.

### 3. Patientenvorbereiding

- geen voorafgaande inname van jodiumhoudende bestanddelen die de jodium (en dus de pertechnetaat) captatie kunnen hinderen, zoals
  - \*schildklierhormonen : thyreostatica en thyroxine : 1 tot 4 weken
  - \*perchloraat
  - \*jodiumbevattende geneesmiddelen - vitamines : 2 weken :  
**Alvityl plus**, Anusol, Aperop, **Betnelan VC**, Braunoderm, Braunol, **Cordarone**, Denoral, Dépuratif des Alpes, **Forticine**, **Iso Betadine**, Ornade, Rectovasol, Rektol, **Rinomar**, **Visceralgine**
  - \*radiologische contraststoffen : IVP, CT met contrast, angio, coronaro : 14 dagen

### 4. Practisch verloop

- beeldopname 15 min na de IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  pertechnetaat, gedurende 10-15 min.

## 5. LONGEN : LONGPERFUSIE-VENTILATIE

### 1. Indicaties

- longembolie
- preoperatieve evaluatie regionale verdeling van functionerend longweefsel
- evaluatie CARA
- vreemd voorwerp aspiratie
- vasculitis
- congenitale afwijkingen van de A. Pulmonalis

### 2. Principe

- via een mondstuk wordt  $^{99m}\text{Tc}$  Technegas geïnhaled waardoor de ventilatieverdeling in de longen wordt weergegeven.
- nadien wordt na IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  MAA (macroaggregaten van albumine) het perifeer vaatbed weergegeven.

### 3. Patientenvoorbereiding

-geen

### 4. Practisch verloop

-na inhalatie van  $^{99m}\text{Tc}$  Technegas worden de ventilatiebeelden opgenomen, waarna na IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  MAA de perfusiebeelden worden opgenomen, in totaal gedurende ongeveer 10 min

## 6. NEFRO-UROLOGIE

### 1. DMSA statische nierscintigrafie

#### 1. Indicaties

- urinewegsinfectie bij kinderen : DD cystitis-pyelonefritis : gouden standaard
- nierinfarct
- refluxnefropathie
- evaluatie van de relatieve parenchymfunctie
- congenitale nierafwijkingen : ectopie, hoefijzernier, agenesis, multi/polycystische nieren, duplicatie
- niertrauma
- ruimteinnemend proces (cyste, tumor, steen)
- evaluatie van transplantnier

#### 2. Principe

-na de IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  DMSA (dimercaptosuccinaat) wordt deze stof preferentieel opgenomen door de proximale tubulaire cellen van de nier

#### 3. Patientenvoorbereiding

-geen

#### 4. Practisch verloop

-2-3 uur na de IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  DMSA worden gedurende ongeveer 15 min beelden genomen

## 2. RENOGRAM

met of zonder Lasixproef  
met of zonder 51 Cr EDTA gescheiden nierklaring

### 1. Indicaties

- bepalen gescheiden nierklaring links-rechts (procentueel of in aantal ml/min/1.73m<sup>2</sup> (51 Cr EDTA))
- differentiaal diagnose obstructie versus stase : PUJ stenose versus niet obstructieve hydronefrose
- pre- en postoperatieve evaluatie : pyeloplastie, ESWL, ...
- nierinsufficiëntie : resterende interstitiële tubulaire functie ?
- evaluatie transplantnier : rejectie, lek...

### 2. Principe

-na de IV toediening van 99mTc DTPA (diethylenetriaminepentacetaat) en 51Cr EDTA worden deze glomerulair gefiltreerd waarna de gescheiden klaring wordt berekend ; in geval van nierinsufficiëntie wordt 99mTc MAG3 (triacetylglycine) IV toegediend ipv 99mTc DTPA. 99mTc MAG3 wordt enkel tubulair gesecreteerd.

### 3. Patientenvoorbereiding

- goed drinken (1 liter water)
- creatinine serum waarde ?? (indien > 2 mg% IV MAG3 ipv DTPA)

### 4. Practisch verloop

-na de IV toediening van 99mTc DTPA of MAG3 worden beelden genomen tijdens 20 min, eventueel aangevuld met een korte Lasixproef indien geen spontane afloop

## 3. RENOGRAM met of zonder captopril

### 1. Indicaties

- opsporen van renovasculaire hypertensie (hemodynamisch significante A.Renalisstenose) bij :
- \*plots optreden van hypertensie bij een jonge patiënt
- \*plots verergeren van tevoren medikamenteus controleerbare hypertensie

### 2. Principe

- zie ook renogram.
- in geval van A. Renalisstenose (afferente arteriole) treedt een compensatoire autoregulatorische vasoconstrictie op van de efferente arteriolen (renine-angiotensinesysteem) om de GFR op peil te houden.
- toediening van een ACE-inhibitor heft deze vasoconstrictie op, met vermindering van de GFR tot gevolg.

### 3. Patientenvoorbereiding

- nuchter (gezien variabele absorptie van captopril bij een gevulde maag)
- staken van diuretica 48 uur op voorhand (gezien kans op hypotensie indien samen met captopril)
- creatinine serum waarde ?? (indien > 2 mg% IV MAG3 ipv DTPA)

### 4. Practisch verloop

- de patiënt neemt reeds een ace-inhibitor renogram (cfr supra).
- de patiënt neemt reeds meer dan 2 weken geen ace-inhibitor meer : 50 mg captopril PO, waarna na 1 uur renogram, met opvolgen bloeddruk
- Indien het renogram afwijkend is, dient ter bevestiging van de RAS een basislijnrenogram uitgevoerd waartoe alle ace-inhibitie gedurende minstens 5 dagen dient gestaakt.

## 4. DIRECTE ISOTOPENCYSTOGRAFIE

### 1. Indicaties

-follow up bij gekende vesicoureterale reflux (VUR) : onder therapie of post ureterreïmplantatie  
-recidiverende urineweginfecties bij negatieve klassieke radiologische permictionele cystourethrografie  
-screening voor VUR bij asymptomatische zus of broer van patiënt met VUR

### 2. Principe

-via een blaassonde wordt de blaas gevuld met 99mTc pertechnetaat gemerkt fysiologisch serum tot blaascapaciteit.

### 3. Patientenvoorbereiding

-geen

### 4. Practisch verloop

-na het plaatsen van een blaassonde wordt de blaas geledigd en terug gevuld met gemerkt fysiologisch serum, waarbij beeldopnames gebeuren gedurende ongeveer 20 min.

## 5. TESTIS

### 1. Indicaties

-differentiaal diagnose acute torsie-epididymitis-orchitis-torsio appendix testis  
-late fase van torsio testis  
-beoordeling leefbaarheid testis na heekunde

### 2. Principe

-na IV toediening van 99m Tc pertechnetaat worden beelden genomen van de testis om de perfusie ervan te beoordelen

### 3. Patientenvoorbereiding

-geen

### 4. Practisch verloop

-na IV toediening van de radioactieve tracer worden beelden genomen van de testis gedurende 10 min

## 7. GASTROINTESTINAAL

### 1. GASTRO-ESOPHAGEALE REFLUX (MELKSCAN)

#### 1. Indicaties

- recidiverend braken
- near missed sudden infant death syndrome (bijna wiegedood)
- recidiverende respiratoire infecties
- psychomotore retardatie
- groeiachterstand
- recente Nissenplastie
- vertraagde maaglediging

#### 2. Principe

- na toediening van met  $99\text{mTc}$  sulfur colloïd gemerkte melk worden opnamen gemaakt van slokdarm-maag-abdomen om GER op te sporen en de maaglediging te beoordelen

#### 3. Patientenvoorbereiding

- nuchter
- flesje melk meebrengen

#### 4. Practisch verloop

- na toediening van met radioactieve tracer gemerkte melk worden beelden gemaakt gedurende ongeveer 1 uur

## 2. MAAGLEDIGING

#### 1. Indicaties

- dyspepsie
- maagontledigingsstoornis zoals bij
  - \*diabetes mellitus, sclerodermie
  - \*na heelkunde : anti-reflux chirurgie, vagotomie, maagresectie
  - \*bij chronisch gebruik van medikatie met motiliteitsremmende nevenwerking
  - \*ernstige GER, bij overwegen heelkunde
- ter terugbetaling bepaalde medikatie (Prepulsid...)

#### 2. Principe

- na het nuttigen van een met  $99\text{mTc}$  sulfur colloïd gemerkte maaltijd (pannekoek) kan de snelheid waarmee de maag ledigt worden bepaald

#### 3. Patientenvoorbereiding

- nuchter
- staken van motiliteitsbeïnvloedende medikatie gedurende minstens 24 uur

#### 4. Practisch verloop

- beeldopname op verschillende tijdstippen gedurende 1 uur na de maaltijd

### 3. LEVER EN MILT

#### 1. Indicaties

-follow up bij grootte- en vormbepaling van lever en milt  
-aantonen ruimte-innemende processen in en buiten de lever zoals metastasen, primaire tumoren (benigne en maligne), abscessen, subfrenisch abces, focale nodulaire hyperplasie  
-semi-kwantitatieve beoordeling van het reticulo-endotheliaal systeem (RES) in geval van cirrhose, hepatitis  
-milt-leverruptuur  
-infarctering

#### 2. Principe

-na de IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  sulfur colloid wordt deze gefagocyteerd in de cellen van het RES (85% in de lever (Kupfercellen) en 5-10% in de milt)

#### 3. Patientenvoorbereiding

-geen

#### 4. Practisch verloop

-na de IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  SC worden beelden gemaakt gedurende 20 min

### 4. GALWEGEN (HIDA)

#### 1. Indicaties

-nagaan doorgankelijkheid galwegen : DD biliaire atresie – hepatitis  
-acute obstructieve cholecystitis  
-chronische cholecystitis  
-gallige gastritis-duodenogastrische galreflux  
-gallekage naar de buikholte

#### 2. Principe

-na de IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  HIDA (imino-di-acetaat) wordt deze door de hepatocyt uit de bloedbaan geëxtraheerd en ongeconjugeerd geëxcreteerd in de galwegen

#### 3. Patientenvoorbereiding

-nuchter  
-pediatrie : om de excretie van  $^{99m}\text{Tc}$  HIDA te bevorderen wordt gedurende 5 dagen phenobarbital (Luminal) PO toegediend (5mg/kg/dag in 2 doses)

#### 4. Practisch verloop

-na IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  HIDA worden dynamische beelden gemaakt gedurende 1 uur

## 5. MECKELDIVERTIKEL

### 1. Indicaties

-bloedverlies (meestal pijnloos) per anum

### 2. Principe

-na IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  pertechnetaat kan men ectopische maagmucosa die in een groot deel van de divertikels van Meckel voorkomt, visualiseren.

### 3. Patientenvorbereiding

-nuchter  
-geen bariumcontrastonderzoek, noch gastro-of colonoscopie tot 3 dagen voor het onderzoek  
-indien mogelijk maagsonde

### 4. Practisch verloop

-na de IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  pertechnetaat worden beelden van het abdomen gemaakt gedurende 1 uur

## 6. GASTROINTESTINALE BLOEDING

### 1. Indicaties

-vermoeden tractus digestivusbloeding, zeker als scopie negatief is

### 2. Principe

-na toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  gemerkte autologe RBC kan een actieve bloeding (minimum debiet 0.5ml/min) aangetoond worden

### 3. Patientenvorbereiding

-geen

### 4. Practisch verloop

-na de IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  gemerkte autologe RBC worden beelden genomen van het abdomen gedurende 60 min

## 8. HART

### 1. LINKER VENTRIKEL EJECTIEFRACHTIE RUST

#### 1. Indicaties

- preoperatieve evaluatie linker ventrikelfunctie
- follow up hartfunctie indien R/ met cardiotoxische cytostatica : voor start therapie en na 3-6 kuren
- bepaling prognose na acuut myocardinfarct
- dyspnoe en/of vermoeden van hartfalen
- therapeutische monitoring hartfalen-klepaandoeningen, weerslag op ventrikelfunctie?

#### 2. Principe

- na IV toediening van 99mTc HSA (humaan serumalbumine) worden beelden genomen die de globale functie en contractiliteit van voornamelijk het linker ventrikel weergeven, alsook een idee geven van de regionale wandbeweging.
- normale waarden EF li ventrikel : > 50-55%

#### 3. Patientenvoorbereiding

- geen

#### 4. Practisch verloop

- na de IV toediening van 99mTc HSA worden beelden gemaakt gedurende 10 min

## 2. MYOCARDPERFUSIESCINTIGRAFIE IN RUST EN NA FYSISCHE EN OF FARMACOLOGISCHE STRESS

Enkel na ruggespraak met een cardioloog die wettelijk de stresstest ter plaatse moet begeleiden.

### 1. Indicaties

- stressischemie aantonen/uitgebreidheid ervan bepalen bij
- atypische thoracale pijn
- asymptomatische afwijkende fiets-test
- onbeoordeelbaar rust ECG (bv geleidingsstoornissen, li ve-hypertrofie)
- matige letsels na coronarografie
- gekend coronair lijden (na overbruggingen) en toenemende dyspnoe, voor nieuwe coronaro
- na acuut myocardinfarct
- gekend coronair lijden en blijvende pijn onder optimale anti-ang. R/, alvorens R/-verandering
- aantonen van de 'culprit lesion' indien de therapeutische beslissing tussen ballondilatatie of overbrugging onduidelijk is
- na PTCA : re-stenose aantonen of uitsluiten bij patiënten met atypische pijn

**Type stresstest : fysisch (fiets) en of farmacologisch (adenosine – dobutamine) ?**

**\*fietsstest** : opgelet : **niet** bij linker bundeltakblok

**\*adenosinetest** :

- als patiënt moeilijk of niet kan fietsen :
- perifeer vaatlijden, knie-of heupprothese, psychiatrische aandoeningen, obesitas, hoge leeftijd
- indien de beta- en de calciumblokkers niet gestaakt mogen worden
- bij LBTB, vermoeden van X-syndroom, na infarct met 'gave' coronairen (nagaan 'coronary flow reserve')

### 2. Principe

-na IV toediening van 99m Tc MIBI bepalen van de myocardperfusie in rust en bij inspanning (fietsproef en/of farmacologische stimulatie met adenosine)

## 3. PATIENTENVOORBEREIDING

- indien afspraak voor 10 u 's morgens : nuchter
- indien afspraak na 10 u 's morgens : licht ontbijt

**STEEDS : staken van koffie, thee, cola, chocolade minstens 12 uur voor het onderzoek**

**STAKEN VAN MEDIKATIE : enkel na ruggespraak met cardioloog**

**fietsstest :**

nitraten, beta- en calciumblokkers minstens 24 uur voor het onderzoek (afh van het halfleven)

**adenosinetest**

theophylline- of xanthinederivaten en dipyramidole 12 tot 24 uur voor het onderzoek

### 4. Practisch verloop : één- of tweedagsprotocol

**rustopname :**

- inspuiting van radioactieve tracer
- incubatietijd : 45-60 min.
- patiënt mag eten en drinken (excl. koffie, thee, cola, chocolade)
- beeldopname gedurende 30 min.

**stressopname :**

(onder toezicht cardioloog en ECG)

**fietsstest :**

- fietsen tot maximale hartfrequentie, of angor, of hypo- of hypertensie of significante ECG veranderingen optreden
- inspuiting van radioactieve tracer
- beeldopname gedurende 30min

**adenosine/dobutaminetest :**

- infunderen adenosine/dobutamine en radioactieve tracer
- incubatietijd : 30-45 min. patiënt mag eten en drinken
- beeldopname gedurende 30 min.

## 9. HERSENEN

### 1. HERSENPERFUSIE (SPECT)

#### 1. Indicaties

- aantonen cerebrale ischemie : CVA, TIA
- dementie : differentiaal diagnostiek oa Alzheimer
- epilepsie : focuslocalisatie (vnl temporale E)
- post commotioneel syndroom : medico legaal : scan kort na ongeval en enkele maanden later
- chronisch vermoeidheidssyndroom; migraine
- neuropsychologie : studie geheugenfunctie bij amnesie, activatiestudies
- follow up excisie tumor cerebri (tracer : Thallium 201)

#### 2. Principe

-na IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  ECD/HMPAO passeert dit gezien zijn lipofiliciteit doorheen de bloed-hersenbarrière en wordt het thv de neuronen gefixeerd

#### 3. Patientenvorbereiding

-geen

#### 4. Practisch verloop

-na de toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  ECD/HMPAO worden beelden genomen van de hersenperfusie gedurende 15 min

## 2. CISTERNOGRAFIE

#### 1. Indicaties

- communicerende hydrocephalie ijb de normotensieve hydrocephalie
- liquor-lekkage
- evaluatie van een ventriculo-peritoneale shunt

#### 2. Principe

-cisternografie is een dynamisch onderzoek, waarbij de verplaatsing en de verdeling in de tijd van het in de liquorruimte ingebrachte inerte Indium-111 DTPA wordt beoordeeld.

#### 3. Patientenvorbereiding

-geen

#### 4. Practisch verloop

- intrathecale toediening via lumbale punctie van de radioactieve tracer door de aanvragende arts
- beeldopname na 4, 24 en 48 uur

### 3. VENTRIKELDRAINAGE

#### 1. Indicaties

-verdenking van verstopt drainagesysteem

#### 2. Principe

-na IV toediening van 99m Tc pertechnetaat in het pompreservoir krijgt men een idee over de doorgankelijkheid van een ventriculo-atriale of peritoneale shunt bij patiënten met hydrocephalie.

#### 3. Patientenvorbereiding

-geen

#### 4. Practisch verloop

-na scheren van schedelhuid wordt de radioactieve tracer in het reservoir ingespoten door de aanvragende arts-beeldopname direct na de injectie gedurende 10 min, eventueel te herhalen na een uur.

### 10. VARIA

#### 1. BIJSCHILDKLIER

##### 1. Indicaties

-vermoeden hyperparathyroidie  
-oppuntstelling hypercalcemie  
-preoperatief localiseren van hyperfunctionerende bij schildklier  
-verdenking op ectopisch gelegen bij schildklieradenoom, zeker met negatieve halsexploratie  
-recidief hypercalcemie/hyperpara na heekunde  
-één of meerdere koude noduli in de schildklier

##### 2. Principe

-hyperfunctionerend bij schildklierweefsel wordt zichtbaar gemaakt en gelocaliseerd door het 99mTc pertechnetaatbeeld (schildkliervisualisatie) af te trekken van het 99mTc MIBI beeld (schildklier en bij schildkliervisualisatie) = subtractiebeeld

##### 3. Patientenvorbereiding

-geen

##### 4. Practisch verloop

-IV 99mTc pertechnetaat : 5 min beelden schildklier  
-IV 99mTc MIBI : 20 min beelden SK en BijSK  
-na 2 uur wachttijd 25 min beelden SK en BijSK

## 2. GALLIUM

### 1. Indicaties

-tumordetectie en staging van maligne lymfoom : Hodgkin, non-Hodgkin, Burkitt, nodulair histiocytair lymfoom  
-diagnostiek en follow up van interstitiële longafwijkingen : idiopathische longfibrose, sarcoidose, pneumocystis carinii pneumonie  
-koorts van onbekende oorsprong

### 2. Principe

-na IV toediening van Gallium 67 wordt deze in de tumoren opgenomen via een transferrinereceptor

### 3. Patientenvorbereiding

-geen

### 4. Practisch verloop

-72 uur na de IV toediening van Gallium 67 worden whole body en SPECT beelden genomen gedurende 30 min

## 3. LEUCOCYTEN

### 1. Indicaties

-koorts van onbekende oorsprong met leucocytose  
-verdenking op abces zonder localisatietekens, bij normale CT en echografie  
-follow up bij colitis ulcerosa en ziekte van Crohn  
-opsporen en follow up van osteomyelitis bij geïnfecteerde gewrichtsprothesen, niet geheelde fracturen,...  
-opsporen van osteomyelitis bij diabetici

### 2. Principe

-na intraveneuze toediening van <sup>99m</sup>Tc gemerkte anti-granulocytair antilichamen worden whole body beelden gemaakt, waarbij het ontstekingsproces wordt gevisualiseerd.

### 3. Patientenvorbereiding

-geen

### 4. Practisch verloop

-IV toediening van de <sup>99m</sup>Tc gemerkte antilichamen  
-whole body beeldopname na 3 uur gedurende 20 min, eventueel aangevuld met tomografische SPECTopnames

## 4. BEENMERG

### 1. Indicaties

-vroegtijdige detectie metastasen vaste tumoren  
-evaluatie beenmergexpansie na radio- en chemoR/  
-lymfoom : richten beenmergbiopsie  
-beenmergevaluatie bij : polycythemia vera, myelofibrosis, aplastische anemie, myelodysplasie, chronisch hematologische aandoeningen, sikkelcelanemie, leukemie, multipel myeloom, hodgkin/non-hodgkin, sikkelcelanemie

### 2. Principe

-na IV toediening van 99m Tc gemerkte anti-granulocyttaire antilichamen, binden deze zich thv het corresponderende antigen van granulopoietische cellen in het beenmerg, dat gevisualiseerd wordt.

### 3. Patientenvoorbereiding

-geen

### 4. Practisch verloop

-3 tot 4 uur na de IV toediening van de radioactieve tracer worden beelden van het ganse lichaam genomen gedurende 30 min

## 5. LYMFOSCINTIGRAFIE

### 1. Indicaties

-evaluatie van lymfoedeem  
-visualisatie lymfatische drainage van melanoom, borstca, vulvaca (localisatie schildwachtklieer of sentinel node)

### 2. Principe

-na de subcutane of peritumorale injectie van 99mTc nanocolloid worden beelden gemaakt van het lymfatisch systeem.

### 3. Patientenvoorbereiding

-sentinel node procedure : geen botscan 2 dagen tevoren (om intraoperatieve lymfatische mapping met gammaprobe geleiding toe te laten)

### 4. Practisch verloop

-na subcutane of peritumorale injectie van de radioactieve tracer worden beelden genomen gedurende 30 min., waarna intraoperatief mbv een gammaprobe de sentinel node wordt opgespoord en apart voor immunohistochemie naar AP verzonden

## 6. MAMMOSCINTIGRAFIE

### 1. Indicaties

- niet conclusieve mammografie (dens borstweefsel)
- iatrogene architecturale distortie van de borst
- borstimplantaten-siliconeninjecties
- palpabele borstmassa met niet conclusieve mammografie
- aantonen multifocaliteit
- evaluatie hoog risicopatiënten; recidief; tumorrespons op chemotherapie

### 2. Principe

-na IV injectie van  $99\text{mTc}$  MIBI stapelt de tracer in maligne borsttumorcellen en gemetastaseerde axillaire LNN.

### 3. Patientenvoorbereiding

- buiklig moet mogelijk zijn
- uitstel bij botscan : 2dd; FNA biopsie : 1 week ; core of excisionele biopsie : 4-6 ww

### 4. Practisch verloop

-15 min na de IV toediening van de tracer worden laterale beelden genomen in buiklig met de borst in een borstkussen, en anterior beelden, samen gedurende ongeveer 15 min

## 7. $^{123}\text{I}$ IOD MIBG

### 1. Indicaties

- detectie van tumoren afkomstig van de neurale lijst : feochromocytoom, paraganglioom, neuroblastoom
- stagering en follow up van neuroblastoom
- carcinoid en medullair schildklier carcinoom: ter evaluatie van eventuele therapie met  $^{131}\text{I}$ -MIBG

### 2. Principe

-het IV toegediend  $^{123}\text{I}$  MIBG (meta iodo benzyl guanidine) wordt in de neurale lijsttumorcel opgenomen, welke door beeldvorming van het ganse lichaam wordt opgespoord.

### 3. Patientenvoorbereiding

-staken volgende medikatie : reserpine, cocaine, tricyclische AD, Ca-blokkers, labetalol, fenothiazines

### 4. Practisch verloop

- starten voor de injectie met schildklierblokkade dmv inname van kaliumiodide, verder te zetten gedurende 4 dagen
- beeldopname 24 uur na toediening van de radioactieve tracer

## 8. SPEEKSELKLIER

### 1. Indicaties

- infectie
- obstructie met onduidelijke oorzaak
- traumatische afwijkingen en fistels
- status na heerkunde bv stenose heerkunde
- aplasie van de speekselklieren
- Sjögren's syndroom
- Warthin tumor
- als sialografie onmogelijk (contrastallergie)
- post radiotherapie

### 2. Principe

-na IV toediening van  $^{99m}\text{Tc}$  pertechnetaat, wordt dit selectief opgenomen en uitgescheiden door de glandula parotis en glandula submandibularis.

### 3. Patientenvorbereiding

-geen

### 4. Practisch verloop

-15 min na de IV toediening van de radioactieve tracer dient citroensap gedronken, wat leidt tot een snelle uitscheiding van pertechnetaat, en tot een reductie van de onderzoeksduur (30 min)

## 11. RADIONUCLIDE THERAPIE

-**Samarium** intraveneus : metastatische botpijnen

- **$^{131}\text{I}$  Iod** per os : hyperthyroidie, schildklierca

- **$^{90}\text{Y}$  Yttrium** intraarticulair : chronische synovitis bij reumatoide arthritis(radiosynoviorthese)

## **‘onbekend maakt onbemind’**

We hopen dat dit kort en onvolledig overzicht de sluier wat heeft opgelicht van de boeiende wereld van de nucleaire geneeskunde en danken u nu reeds voor uw lezing en het geven van commentaar.

Verschillende topics zullen verder worden uitgediept in het periodieke **Nuc News**.

