

Die waarde van speldgat kollimator-opnames in die flikkergrafiese diagnose van werwelpatologie

B. B. VAN HEERDEN, M. J. PRINS

Summary

Recent findings suggested a possible role for pinhole collimator scintigraphy to differentiate between metastases, infection and fractures of the vertebrae. The aim of this study was to verify these findings and to ascertain whether we could identify any other specific scintigraphic patterns.

The study group consisted of 58 patients. A metastatic pattern was obtained in 18 patients, while 16 showed the compression fracture pattern, 3 the tuberculosis pattern and 1 the pyogenic infection pattern. The study was considered normal in 4 patients and showed a nonspecific pattern in 4. Sensitivity was 85% for the metastatic pattern and 83% for the compression fracture pattern. Specificity was 94% for both patterns. Unique new patterns were identified in Paget's disease and in degenerative disease of the vertebrae (12 patients).

Pinhole scintigraphy of the vertebrae is a valuable aid for detecting specific diseases of the vertebrae. Our findings suggest a valuable new role for skeletal scintigraphy, improving the specificity and obviating, in most cases of vertebral disease, the need for additional investigations.

S Afr Med J 1989; 75: 280-283.

Skeletflikkergrafie met behulp van tegnesium-99m (^{99m}Tc)-gemerke fosfate is die kerngeneeskundige ondersoek wat wêreldwyd mees algemeen uitgevoer word. Dit is grootliks te danke aan die besonder hoë sensitiwiteit van hierdie modaliteit vir die opspoor van aktiewe beenletsels.¹

Ongelukkig is die flikkergrafiese beeld, gekenmerk deur verhoogde opname van die radioaktiewe spoorder, dikwels nie-spesifiek en is dit dikwels onmoontlik om flikkergrafies tussen siekteprosesse te onderskei.

Verskeie tegnieke is ontwikkel in 'n poging om die spesifiteit van die ondersoek te verbeter. Dit sluit onder andere die driefase skeletflikkergram,² enkelfoton emissietomografie³ en gekombineerde ^{99m}Tc -fosfaat/gallium-67-sitraat-flikkergrafie⁴ in.

Bahk *et al.*⁵ het onlangs 'n eenvoudige tegniek beskryf waarmee hulle, deur gebruik te maak van 'n speldgat kollimator, kon onderskei tussen metastases, kompressiefrakture, tuberkulose en piogene infeksie van die werwelkolom.

Die speldgat kollimator is een van 'n wye reeks kollimatore wat tydens flikkergrafie met 'n gammakamera gebruik word om die gammafotone op die kristal van die detektor te beeld. 'n Kollimator kan vergelyk word met die lens van 'n optiese kamera. Die speldgat kollimator (Afb. 1A) is 'n koniese loodstruktuur met 'n gaatjie, waarvan die deursnit gewissel kan word, aan die voorpunt. Benewens die voordeel dat dit die beeld van 'n orgaan of 'n struktuur (soos bv. 'n werwel) kan vergroot, beskik hierdie kollimator ook oor uitstekende resoluksie.

Kerngeneeskunde-eenheid, Departement Interne Geneeskunde, Universiteit van Stellenbosch en Tygerberg-hospitaal, Parowvallei, KP

B. B. VAN HEERDEN, M.B. CH.B., M.SC., M.MED. (INT.)
M. J. PRINS, Sesejaarstudent

Referaat gelewer by die Kongres van die Suid-Afrikaanse Vereniging vir Kerngeneeskunde, Bloemfontein, 15-17 Augustus 1988.

Die beelde wat deur Bahk *et al.* geïdentifiseer kon word, word in Afb. 1B grafies voorgestel. In die geval van metastases is daar of diffuse verhoogde opname in een of meer werwels waargeneem of segmentele areas van verhoogde opname in die subeindplaatgebied van die werwel. In gevalle van kompressiefrakture van die werwels is 'n lineêre band van verhoogde opname waargeneem wat die hele breedte van die werwel in die subeindplaatgebied betrek het. In metastases sowel as kompressiefrakture was daar altyd behoud van die tussenwerwelspasia. In piogene infeksie is daar lineêre bande van verhoogde opname aan weerskante van 'n vernoude tussenwerwelspasia gevind. In tuberkulose was daar diffuse verhoogde opname in naasliggende werwels met uitwissing van die tussenwerwelspasia.

Die oogmerke van hierdie studie was eerstens om vas te stel of ons die resultate van Bahk *et al.* in ons eie pasiëntbevolking kon bevestig. Tweedens wou ons vasstel wat die sensitiwiteit en spesifiteit van die onderskeie patrone vir die diagnose van die verskillende siekteprosesse is. Laastens wou ons vasstel of daar unieke beelde in ander siektes van die werwelkolom bestaan.

Pasiënte en metodes

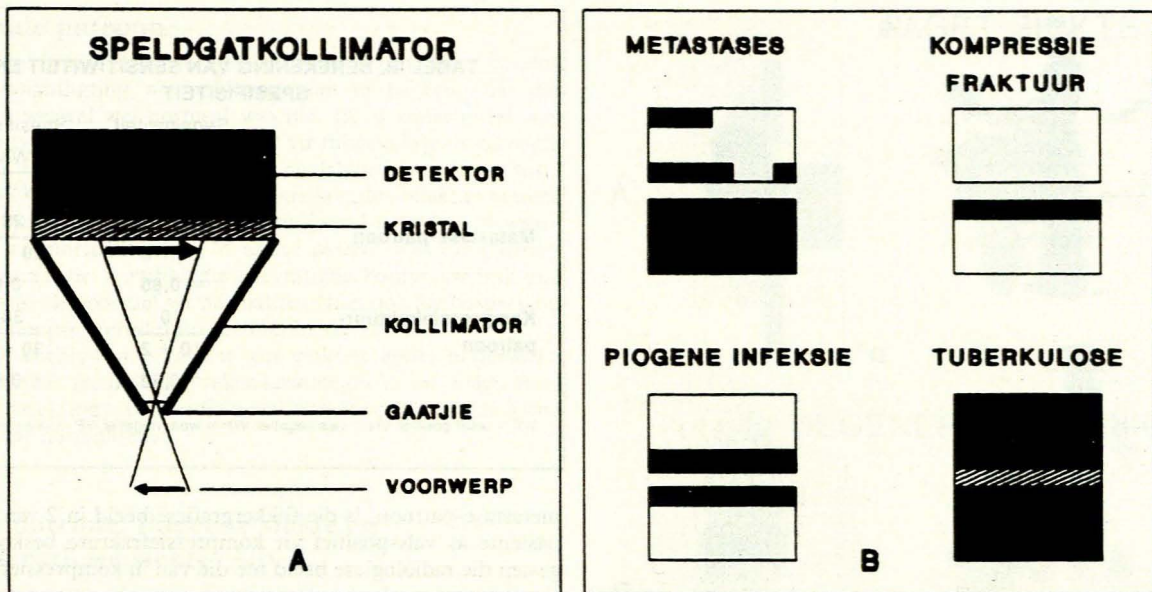
Speldgat kollimator-opnames is, waar moontlik, tussen Junie en Desember 1987 verkry op 60 pasiënte wat verhoogde opname van radioaktiwiteit in een of meer werwels tydens roetine skeletflikkergrafie getoon het. Pasiënte wat weens hul kliniese toestand (bv. erge pyn), nie vir die duur van die speldgatopnames kon stil lê nie, het slegs roetine flikkergrafie ondergaan en is nie in die studiegroep ingesluit nie.

Roetine skeletflikkergrafie is 3 uur na die binnearse toediening van 555 MBq (15 mCi) ^{99m}Tc -pirofosfaat uitgevoer. 'n Grootveld gammakamera met 'n lae-energie veeldoelige kollimator is hiervoor gebruik. Opnames van die skedel sowel as anterior en posterior opnames van die aksiale skelet is in alle gevalle verkry.

'n Speldgat kollimator met 'n 4 mm gaatjiedeursnit is vir die speldgatopnames gebruik. Opnames is van posterior verkry op 'n afstand van 5 cm vanaf die betrokke werwel. Beelding is gewoonlik volgehou tot 'n totaal van 500 000 tellings versamel is, maar daar is ook gepoog om die ondersoek nie langer as 20 minute te laat duur nie.

Opvolgdata is van alle pasiënte verkry en is saam met die resultate van ander beeldingondersoeke (radiografie, rekenaartomografie en magnetiese resonansbeelding) gebruik om die diagnose te bevestig. 'n Histologiese diagnose was in slegs 3 pasiënte (1 met die osteïtis-patroon, 1 met die tuberkulosepatroon en 1 met 'n nie-spesifieke patroon) beskikbaar. Die diagnose van werwelmetastases is bevestig deur waarneming van tipiese afwykings op X-straalopnames, rekenaartomogramme of magnetiese resonansbeelde. Ander kriteria was die teenwoordigheid van veelvuldige ander letsels op die standaard skeletflikkergram, verbetering van werwelletsels na terapie, of uitbreiding van die letsels met opvolgflikkergrafie.

Kriteria wat gebruik is om die diagnose van 'n kompressiefrakture te bevestig was 'n geskiedenis van 'n onlangse werwelbesering en/of radiologiese bewys van 'n kompressiefrakture. Werwelbiopsies is gebruik om die diagnose van tuberkulose en piogene infeksie te bevestig.



Afb. 1A. 'n Grafiese voorstelling van die speldgatkollimator. Let op die vergrote beeld wat van die voorwerp verkry word. B. 'n Grafiese voorstelling van die tipiese beelde wat deur Bahk *et al.* beskryf is.

Paget se siekte is bevestig deur waarneming van 'n tipiese radiologiese beeld of kenmerkende bevindings in ander gebiede in die skelet op die standaard skeletflikkergram.

Degeneratiewe siekte is bevestig deur waarneming van degeneratiewe veranderinge op radiologiese opnames van die betrokke werwels (osteofietformasie ens.).

Alle flikkergramme is deur ten minste 2 opgeleide kern-geneeskundiges geëvalueer. Die flikkergrafiese bevindings is met die finale diagnose van elke pasiënt gekorreleer.

Slegs die sensitiwiteit en die spesifisiteit van die kompressiefraktuur- en metastasepatrone is bepaal, aangesien die aantal gevalle in die ander groepe te klein was. Vir die doel van hierdie bepaling is die flikkergrafiese patrone as uitgangspunt gebruik. Ons wou vasstel wat die sensitiwiteit en spesifisiteit van die patrone was om die siektetoestande (metastases en kompressiefrakture) waaraan dit deur Bahk *et al.* gekoppel is, op te spoor. Slegs die resultate van pasiënte van wie voldoende opvolginligting verkry kon word om 'n finale kliniese diagnose te stel, is vir hierdie doel gebruik.

Wat die bepaling van spesifisiteit betref is daar veronderstel dat, bv. in die metastase-groep, alle gevalle met ander patrone (kompressiefraktuur-, tuberkulose-, piogene infeksie-patrone ens.) waar-negatief was vir metastases, indien daar nie metastases teenwoordig was volgens bogenoemde kriteria nie. Waar daar wel metastases teenwoordig was is die betrokke 'nie-metastatische' patroon dan as vals-negatief vir metastases beskou. Dieselfde geld vir die groep met 'n kompressiefraktuur-patroon.

Resultate

Speldgatopnames is in 60 pasiënte verkry. Twee studies was tegnies onbevredigend en is nie vir die doel van die studie gebruik nie. Die finale studiegroep het dus uit 58 pasiënte bestaan (39 vroue en 19 mans). In slegs 44 van hierdie pasiënte kon voldoende opvolginligting verkry word ten einde 'n finale kliniese diagnose te kon stel.

Tabel I dui die flikkergrafiese patrone aan wat geïdentifiseer kon word, sowel as die totale aantal pasiënte in elke groep, die aantal by wie 'n finale kliniese diagnose moontlik was en die gemiddelde ouderdom van elke groep.

TABEL I. PATRONE

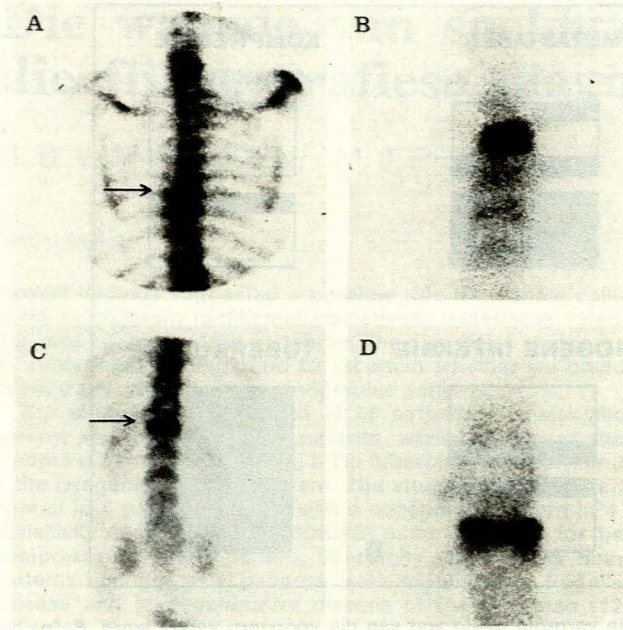
Patroon	Aantal pasiënte (totaal)	Aantal met opvolg	Gemiddelde ouderdom (jaar)
Metastase	18	13	56,8
Kompressiefraktuur	16	12	67,0
Tuberkulose	3	3	40,0
Piogene infeksie	1	1	7,0
Nie-spesifiek	4	4	59,3
Normaal	4	3	17,5
Paget se siekte	4	4	69,5
Degeneratief	8	4	66,0
Totaal	58	44	48,0

Metastase-patroon (Afb. 2A en 2B)

Daar was 18 pasiënte in hierdie groep. In 11 van hierdie pasiënte is 'n segmentele patroon gevind, in 6 'n diffuse patroon en in 1 pasiënt 'n mengbeeld. Alle pasiënte in die groep het 'n onderliggende maligniteit gehad, naamlik: mammakarsinoom in 7 pasiënte, prostaatkarsinoom in 5 en servikskarsinoom in 3 pasiënte. In die ander pasiënte was die diagnose 'n endometriële karsinoom (1), bronguskarsinoom (1) en 'n onbekende primêre maligniteit (1).

Volgende opvolginligting, ten einde 'n finale kliniese diagnose met 'n redelike mate van sekerheid te kon stel, kon in 13 pasiënte verkry word. In slegs 2 van hierdie pasiënte was die patroon vals-positief vir metastases. Een pasiënt het bewysde degeneratiewe siekte van die werwel gehad. Die patroon in dié geval was dus terselfdertyd ook vals-negatief vir degeneratiewe siekte. Die ander pasiënt het radiologies 'n kompressiefraktuur getoon en die patroon was dus terselfdertyd vals-negatief vir 'n kompressiefraktuur.

Twee studies was vals-negatief vir metastases. Albei pasiënte het flikkergrafies die kompressiefraktuur-patroon vertoon, terwyl die radiologiese beeld dié van metastases was. Hierdie



Afb. 2. Standaardflikkergramme van die torakale werwels van 'n pasiënt met metastatiese aantasting van 'n midtorakale werwel (A) en van die lumbale werwels van 'n pasiënt met 'n kompressiefraktuur van L1 (C). Let daarop dat dit onmoontlik is om tussen die twee toestande op die standaardflikkergramme te onderskei. Die tipiese speldgat-kollimator-beelde (B en D) maak die onderskeid egter moontlik.

TABEL II. RESULTATE

Patrone	Aantal pasiënte*	Waar-pos.	Vals-pos.	Vals-neg.	Waar-neg.†
Metastase	13	11	2	2	29
Kompressiefraktuur	12	10	2	2	30
Tuberkulose	3	3	0	1	—
Piogene infeksie	1	0	1	1	—
Nie-spesifiek	4	3	1	0	—
Normaal	3	2	1	0	—
Paget se siekte	4	4	0	0	—
Degeneratief	4	4	0	1	—
Totaal	44	37	7	7	—

*Slegs die aantal pasiënte by wie voldoende opvolgningligting verkry kon word om 'n finale kliniese diagnose te stel.

†Word slegs aangegee vir metastase- en kompressiefraktuur-groepe, aangesien sensitiviteit en spesifisiteit slegs in dié groepe bepaal is.

studies was dus uiteraard ook vals-positief vir kompressiefraktuur (sien Tabel II).

Die sensitiviteit van hierdie patroon vir die diagnose van werwelmetastases was dus 85% en die spesifisiteit 94% (sien Tabel III).

Kompressiefraktuur-patroon (Afb. 2C en 2D)

Daar was 16 pasiënte in hierdie groep. In 7 pasiënte met hierdie patroon was onderliggende osteopenie teenwoordig, terwyl 'n onderliggende maligniteit in 4 gevind is. In 3 pasiënte kon slegs 'n geskiedenis van onlangse besering van die werwelkolom verkry word. In die oorblywende 2 pasiënte was die moontlike etiologie van die kompressiefraktuur onbekend.

In 12 pasiënte kon 'n finale diagnose met 'n redelike mate van sekerheid bevestig word. Soos reeds gemeld by die

TABEL III. BEREKENING VAN SENSITIVITEIT EN SPESIFISITEIT

	Sensitiviteit	Spesifisiteit
	$\frac{WP}{WP + VN}$	$\frac{WN}{WN + VP}$
Metastase-patroon	$\frac{11}{11 + 2} = 0,85$	$\frac{29}{29 + 2} = 0,94$
Kompressiefraktuur-patroon	$\frac{10}{10 + 2} = 0,83$	$\frac{30}{30 + 2} = 0,94$

WP = waar positief, VN = vals negatief, WN = waar negatief, VP = vals positief.

metastase-patroon, is die flikkergrafiese beeld in 2 van hierdie pasiënte as vals-positief vir kompressiefraktuur beskou, aangesien die radiologiese beeld nie dié van 'n kompressiefraktuur was nie, maar wel van metastases.

Een pasiënt wat flikkergrafies 'n metastase-patroon getoon het, het radiologies 'n bevestigde kompressiefraktuur gehad. Hierdie geval is dus beskou as vals-negatief vir 'n kompressiefraktuur en vals-positief vir metastases (sien ook die bespreking van metastase-patroon hierbo). 'n Ander geval het ook radiologies 'n kompressiefraktuur getoon, terwyl die speldgat-opnames normaal was. Hierdie verteenwoordig dus nog 'n vals-negatiewe resultaat vir 'n kompressiefraktuur en 'n vals-positiewe resultaat vir normaliteit (sien ook Tabel II).

Die sensitiviteit van hierdie patroon was dus 83% en die spesifisiteit 94% vir die diagnose van 'n kompressiefraktuur van 'n werwel (sien Tabel III).

Tuberkulose-patroon

Drie pasiënte het 'n tuberkulose-patroon gehad. 'n Werwelbiopsie kon in slegs 1 pasiënt verkry word. In hierdie geval het die biopsie die diagnose bevestig. In die ander 2 pasiënte was die kliniese sowel as die radiologiese beeld egter sterk verdag van tuberkulose.

In 1 pasiënt was die flikkergrafiese beeld dié van osteïtis, maar 'n werwelbiopsie het tuberkulose bevestig. Die patroon in hierdie geval was dus vals-negatief vir tuberkulose en vals-positief vir piogene infeksie. In 'n ander geval met bewysde tuberkulose was die speldgatopname normaal. Hierdie pasiënt was egter reeds vir geruime tyd op antituberkulose-behandeling en die patroon is in hierdie geval beskou as waar-positief vir normaliteit.

Piogene infeksie-patroon

Hierdie patroon is in slegs 1 pasiënt verkry, en soos reeds vermeld het hierdie pasiënt tuberkulose van die werwel gehad wat met 'n werwelbiopsie bewys is. Die patroon was dus vals-positief vir piogene infeksie en vals-negatief vir tuberkulose.

Een pasiënt het flikkergrafies 'n nie-spesifieke patroon getoon, terwyl 'n werwelbiopsie die diagnose van piogene osteïtis bevestig het. Die patroon was dus, in hierdie geval, vals-negatief vir piogene infeksie.

Nie-spesifieke patroon

In 3 van die gevalle met 'n nie-spesifieke patroon kon dit aan vorige werwelchirurgie toegeskryf word. In 1 geval was die beeld vals-negatief vir piogene infeksie.

Normale patroon

Vier pasiënte het 'n normale patroon gehad. In 1 pasiënt was opvolginligting nie voldoende om te bevestig dat die betrokke werwel wel normaal was nie. In 'n ander geval was die resultaat moontlik vals-negatief vir tuberkulose. Soos reeds vermeld was hierdie pasiënt egter reeds geruime tyd op anti-tuberkulose-behandeling en die siekte kon dus onaktief gewees het ten tye van flikkergrafie. Die studie is dus beskou as waarpositief vir normaliteit. In 'n ander pasiënt was die patroon vals-negatief vir 'n radiologies bevestigde kompressiefraktuur en dus ook vals-positief vir normaliteit (sien ook die bespreking van die kompressiefraktuur-patroon hierbo).

In die oorblywende pasiënt was verskeie ander ondersoek ook normaal (radiologie, rekenaartomografie en magnetiese resonansbeelding). In hierdie geval was die patroon dus waarpositief vir normaliteit.

Nuwe patrone: Paget se siekte en degeneratiewe siekte (Afb. 3)

'n Interessante uitvloeisel van hierdie projek was die identifikasie van 2 unieke nuwe patrone in pasiënte met Paget se siekte en degeneratiewe siekte van die werwelkolom.

Die 4 pasiënte met bewysde Paget se siekte het almal 'n soortgelyke beeld met speldgatopnames getoon.

Die patroon bestaan uit diffuse verhoogde opname in 'n werwel met 'n vertikale lynvormige band van verhoogde opname in een of beide naasliggende werwels, waarskynlik te wyte aan opname van aktiwiteit in die spineuse prosesse.

In 4 van die 8 pasiënte met die degeneratiewe patroon kon die diagnose met 'n redelike mate van sekerheid bevestig word. Die patroon bestaan uit een of beide van die volgende: (i) lineêre bande van verhoogde opname (waarskynlik in osteofiete) beperk tot die laterale aspekte van die werwelkolom en wat oor werwelspasië strek; en (ii) segmentele areas van verhoogde opname wat in alle gevalle minder intens was as met metastases en nie, soos in metastases, beperk was tot die subeindplaatgebiede nie.

Een pasiënt het 'n metastase-patroon getoon, maar degeneratiewe siekte is met ander ondersoek bewys. Die patroon in hierdie geval was dus vals-negatief vir degeneratiewe siekte en vals-positief vir metastases (sien ook die bespreking van die metastase-patroon hierbo).

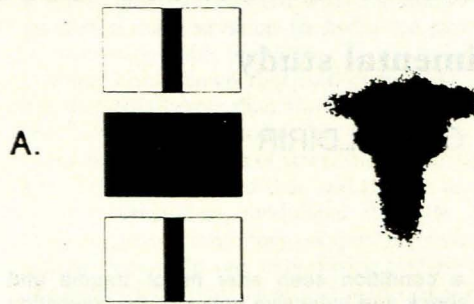
Bespreking

Met behulp van die speldgat-kollimator is dit nou vir die eerste keer moontlik om flikkergrafies tussen verskillende siektetoestande van die werwelkolom te onderskei.

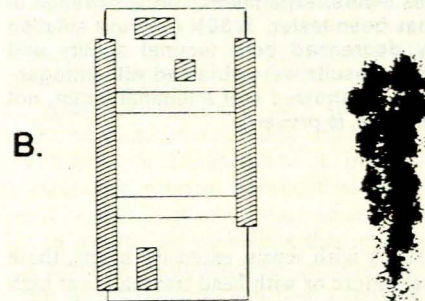
Die unieke patrone, soos beskryf deur Bahk *et al.*, in gevalle met metastases en kompressiefrakture kon met hierdie studie bevestig word. Die sensitiwiteit en spesifisiteit van hierdie twee patrone blyk besonder goed te wees.

Die aantal pasiënte met die tuberkulose- en piogene infeksiepatrone was egter onvoldoende en sinvolle gevolgtrekkings kon dus nie in hierdie groepe gemaak word nie. Alhoewel die aantal pasiënte in ons reeks met bewysde Paget se siekte en degeneratiewe siekte van die werwels redelik klein was, wil dit tog voorkom asof ons unieke nuwe flikkergrafiese beelde in

PAGET SIEKTE



DEGENERATIEWE SIEKTE



Afb. 3A. 'n Grafiese voorstelling van die Paget-patroon (links) met 'n voorbeeld van 'n speldgatopname van 'n werwel van 'n pasiënt met bewysde Paget se siekte. B. Die degeneratiewe patroon word grafies links afgebeeld. Regs is 'n speldgatopname van 'n pasiënt met degeneratiewe siekte van die werwels.

hierdie siektetoestande kon identifiseer. Bestudering van 'n groter reeks pasiënte word egter beplan om hierdie waarneming te bevestig.

Dit is duidelik dat hierdie goedkoop, maklike en nie-ingrypende tegniek tot groot voordeel in kerngeneeskunde-eenhede gebruik word. Addisionele meer gesofistikeerde en ingrypende ondersoek mag in die toekoms in 'n groot aantal pasiënte uitgeskakel word deur toepassing van die tegniek.

Die outeurs wil die Mediese Superintendent van die Tygerberg-hospitaal bedank vir toestemming tot publikasie.

VERWYSINGS

1. Citrin DL, Bessent G, Greig WR. A comparison of the sensitivity and accuracy of the Tc-99m-phosphate bone scan and skeletal radiograph in the diagnosis of bone metastases. *Clin Radiol* 1977; **28**: 107-117.
2. Maurer AH, Chen DCP, Camargo EE, Wong DF, Wagner HN, Alderson PO. Utility of three-phase skeletal scintigraphy in suspected osteomyelitis: concise communication. *J Nucl Med* 1981; **22**: 941-949.
3. Collier BD, Hellman RS, Krasnow AZ. Bone SPECT. *Semin Nucl Med* 1987; **17**: 247-266.
4. Merkel KD, Fitzgerald RH, Brown ML. Scintigraphic evaluation in musculoskeletal sepsis. *Orthop Clin North Am* 1984; **15**: 401-417.
5. Bahk YW, Kim OH, Chug SK. Pinhole collimator scintigraphy in differential diagnosis of metastasis, fracture and infections of the spine. *J Nucl Med* 1987; **28**: 447-451.