

## Scanningsonderzoek met radioisotopen

DOOR DR. K. H. EPHRAÏM, RADIOLOOG\*

Bij het scanningsonderzoek bestudeert men de verdeling van het radioactief materiaal in een orgaan of in het lichaam van de patiënt, waarna men probeert uit deze verdeling klinische conclusies te trekken.

Theoretisch kan men bij dit onderzoek vier fasen onderscheiden. In de praktijk lopen deze fasen in elkander over. In de eerste fase wordt het radioactieve materiaal toegediend, in de tweede wordt de radioactiviteit gemeten en de verdeling daarvan in het te bestuderen orgaan bepaald, waarna in het derde en vierde gedeelte van het onderzoek de gegevens worden vastgelegd, respectievelijk geanalyseerd.

*Het radioactieve materiaal.* Daar men door uitwendige metingen de verdeling van de radioactiviteit wil bepalen is het nodig, dat de radioactieve verbinding stralen uitzendt die voldoende doordringend vermogen bezitten om zelfs bij diep gelegen organen uitwendige detectie toe te staan. Het radioisotoop, waarmee het toe te dienen radiofarmacon is gekenmerkt, moet dus een gammastraler zijn. Men streeft uiteraard naar een zo gering mogelijke stralenbelasting, dat wil zeggen een zo klein mogelijke geabsorbeerde stralendosis.

Daar in het scanningsonderzoek de weinig doordringende  $\beta$ -deeltjes niets tot de diagnose, maar wel veel tot de stralenbelasting bijdragen, verdienen radiofarmaca de voorkeur, die zijn gekenmerkt met zuivere  $\gamma$ -stralers. Bij de keuze van het voor dit doel te gebruiken radioactieve isotoop laat men zich ook nog leiden door de energie van het geëmitteerde  $\gamma$ -kwant en door de halveringstijd van het radioisotoop. Deze energie moet niet kleiner dan ongeveer 40 KeV (kiloëlektronvolt) en niet groter dan ongeveer 400 KeV zijn.

Aangaande het begrip halveringstijd moet in dit verband worden opgemerkt, dat wij hier niet alleen te doen hebben met de fysische halveringstijd — de tijd, waarin van een bepaald radionuclide de helft van het aantal atomen is gedesintegreerd — maar dat wij ook rekening moeten houden met de effectieve halveringstijd. Het radioactieve materiaal ondergaat immers ook de invloed van biologische processen zoals bijvoorbeeld excretie. Onder de effectieve halveringstijd verstaat men de tijd, waarin de helft van de radioactiviteit is verdwenen door combinatie van biologische processen en fysisch verval.

Men kan dus niet a priori stellen dat een radio-

nuclide met een lange fysische halveringstijd ongeschikt zou zijn voor kenmerking van een verbinding welke men voor diagnostische doeleinden wil toedienen. Wanneer immers de biologische halveringstijd zeer kort is, is zelfs bij een zeer lange fysische halveringstijd de effectieve halveringstijd kort. Omgekeerd zal het duidelijk zijn, dat de combinatie van een lange biologische halveringstijd met een korte fysische halveringstijd, resulteert in een korte effectieve halveringstijd. Wel kan men dus stellen, dat een korte halveringstijd een voor dit doeleinde zeer aantrekkelijke eigenschap is van een radionuclide.

Tot ongeveer tien jaar geleden konden kortlevende radioisotopen slechts worden gebruikt in de onmiddellijke omgeving van een productiecentrum zoals een cyclotron of een kernreactor. Hierin is verandering gekomen door de ontwikkeling van generatoren, internationaal in de dagelijkse praktijk „radioactieve koeien” genoemd. Een „radioactieve koe” bestaat uit een mengsel van een relatief langlevend moederisotoop, dat bij desintegratie een relatief snel vervallend radioactief dochterelement produceert.

Radioactief verval is een exponentieel proces, dat wil zeggen een proces, waarbij per tijdseenheid een constant percentage van de op dat moment aanwezige atomen desintegreert. Een korte fysische halveringstijd wil dus zeggen, dat per tijdseenheid een groot percentage desintegreert.

Stellen wij ons eens een „radioactieve koe” voor op het moment  $t_0$ . Er zijn dan zeer veel moederatomen en geen dochteratomen aanwezig. Na 1 seconde is een klein percentage van zeer veel moederatomen gedesintegreerd en omgezet in dochteratomen. Nog 1 seconde later is weer een klein percentage van veel moederatomen gedesintegreerd onder vorming van dochterelementen. In dezelfde seconde echter is een groot percentage vervallen van slechts weinig dochterelementen. Men ziet dus, dat in het begin steeds een klein percentage van zeer veel moederatomen wordt omgezet in dochteratomen en dat in dezelfde periode een groot percentage van slechts weinig dochteratomen kan desintegreren. Er worden dus in deze tijdsperioden meer dochteratomen gevormd dan dat er vervallen: de activiteit van het dochterelement neemt toe, terwijl die van het moederelement afneemt. Dit gaat zo door totdat op een gegeven moment evenveel dochterelementen worden gevormd als vervallen. Op dat moment is een radioactief evenwicht be-

\* Rotterdamsch Radio-Therapeutisch Instituut, Rotterdam.

reikt en dan vervalt in het moeder-dochter-mengsel ogenschijnlijk een dochterelement met de halveringstijd van het moederelement. Na het optreden van het radioactief evenwicht wordt dus het verval van het dochterelement gecompenseerd door de produktie van dochteratomen uit het moederelement.

In moderne isotopenlaboratoria wordt tegenwoordig veel gebruik gemaakt van de molybdeen-technetium generator. Het molybdeen is hier het moederelement, dat met een halveringstijd van ruim tweeënehalve dag vervalt onder produktie van het dochterelement, het technetium-99m. Het  $Tc^{99m}$  heeft een fysische halveringstijd van zes uur, het zendt uitsluitend  $\gamma$ -stralen uit met een energie van 140 KeV. Deze energie heeft ruim voldoende doordringingsvermogen om de verdeling van het radioactieve materiaal zelfs in diep gelegen organen zichtbaar te maken. Bovendien is voor deze energie het merendeel der detectoren zeer efficiënt.

De ontwikkeling van deze generatoren heeft grote consequenties voor de nucleaire geneeskunde gehad. Een groot aantal nieuwe onderzoeksmethoden werd hierdoor mogelijk. Deze technische vooruitgang had echter ook een merkwaardige consequentie. Men kon nu weliswaar op grote afstand van isotopen-produktiecentra zeer kort levende isotopen gebruiken, maar het was uit de aard der zaak voor de fabrikanten van radiofarmaca onmogelijk farmaceutische verbindingen met dergelijke kort levende dochterelementen te kenmerken en hiervan een voorraad aan te houden ter verzending naar gebruikers. De gebruiker werd hierdoor genoodzaakt zelf de voor diverse onderzoeken benodigde verbindingen te kenmerken met deze kort levende dochterelementen. Zo zag men op tal van plaatsen in de wereld gebeuren, dat artsen gedwongen werden de wet op de artsennijbereidkunde te overschrijden. De bereiding van farmaca is immers terecht voorbehouden aan apothekers. Thans echter waren de artsen gedwongen zelf deze bereiding ter hand te nemen. De radiofarmacie is nog niet officieel opgenomen in het curriculum van de farmaceutische opleiding. Gelukkig blijkt in de praktijk wel dat apothekers interesse in dit terrein hebben en dat zij steeds meer bij de bereiding van radiofarmaca in het ziekenhuis worden betrokken.

De meest gebruikte radioactieve koe is de  $Tc^{99m}$ -generator. Op het moment dat men het  $Tc^{99m}$ -isotoop wil gebruiken, elueert men de generator. Internationaal wordt dit in de dagelijkse praktijk het „melken van de koe” genoemd. Het  $Tc^{99m}$  wordt dan verkregen in de vorm van pertechnetaat; in deze chemische toestand is het vrijwel alleen geschikt voor scanning van hersenen, maagslijmvlies, schildklier en speekselklieren. Zou men de generator alleen voor deze onderzoeken gebruiken, dan zouden de reeds zeer kostbare onderzoeken volkomen onbetaalbaar zijn. Er zijn echter thans voldoende snel en betrouwbare labellingsmethodieken ontwikkeld om ook andere farmaca

met  $Tc^{99m}$  te kenmerken. Zo worden thans als routine met  $Tc^{99m}$  radiofarmaca gemaakt zoals HSA- $Tc^{99m}$  (HSA is de afkorting voor „human serum albumine”), macroaggregaten van HSA- $Tc^{99m}$  en colloïden, gekenmerkt met  $Tc^{99m}$ .

Radioactief gekenmerkte colloïden worden gebruikt voor het zichtbaar maken van het reticulo-endotheliale systeem, voornamelijk dus voor scanning van lever en milt. Macro-aggregaten van HSA- $Tc^{99m}$  worden gebruikt voor het zichtbaar maken van het capillairbed van de longen. In de vorm van pertechnetaat wordt het  $Tc^{99m}$  voornamelijk gehanteerd voor het scanningsonderzoek van hersenen en schildklier. Voor het zichtbaar maken van „bloodpools” is het HSA- $Tc^{99m}$  zeer geschikt, deze verbinding wordt dan ook toegepast bij de placentografie, het afbeelden van de placenta.

Beschikt men niet over een dergelijke generator, dan gebruikt men voor het zichtbaar maken van de schildklier  $J^{131}$  of  $J^{125}$  in de vorm van een NaJ-oplossing, die per os wordt toegediend. Voor het scanningsonderzoek van de hersenen wordt in dat geval neohydrine toegepast, een diureticum, gekenmerkt met  $Hg^{203}$  of  $Hg^{197}$  of ook wel menselijk serumalbumine, gekenmerkt met  $J^{131}$  of Bi als citraat. Beschikt men niet over kortlevende isotopen, dan gebruikt men voor de scanning van de lever het  $Au^{198}$  als colloïd. Voor het zichtbaar maken van de milt past men in dat geval  $Cr^{51}$  (gekenmerkte erythrocyten van de patiënt) of  $Hg^{197}$  (in de vorm van M.H.P., 1-mercuri-2-hydroxypropaan) toe. Deze erythrocyten zijn eerst door verhitting ( $Cr^{51}$ ) of door de werking van het M.H.P. zodanig beschadigd, dat zij na injectie bij de patiënt snel worden afgebroken en in de milt worden gestapeld.

In tabel 1 zijn de voornaamste radioactieve verbindingen en enkele van hun eigenschappen vermeld.

*De techniek van het onderzoek.* De verdeling van het radioactieve materiaal kan worden onderzocht met behulp van een „bewegende scanner” of een „stilstaande scanner”. Laatstgenoemde uitdrukking is uit de aard der zaak een contradictio in terminis, daar men onder „scanning” eigenlijk het aftasten verstaat. Bij beide systemen geschiedt de eigenlijke detectie van de straling door een scintillatiedetector, die in gevoeligheid een Geiger-Müller-teller 50- tot 100-maal overtreft.

Bij de bewegende scanner beschrijft deze scintillatiedetector, gedeeltelijk omhuld door de collimator, een min of meer zigzagvormige baan over het te onderzoeken deel van het lichaam. De  $\gamma$ -straling wordt daarbij op golflengte onderzocht en na versterking van enige miljoenen malen omgezet in licht. In principe geschiedt de registratie op een fotografische plaat, waarboven de registrerende lamp dezelfde baan beschrijft als de detector dit doet boven het lichaam van de patiënt.

Bij de „stationnaire scanner” bestaat de eigenlijke detector meestal uit een zeer groot plat kristal,

Tabel 1. Gegevens betreffende de meest gebruikte radiofarmaca.

Orgaan	Toepassing	Radio Farmaceutische nuclideverbinding	Toegediende dosis		Stralenbelasting (rads)			
			Activiteit	Uptake in het orgaan	Totale lichaam	Kritische orgaan		
Schildklier	Functieonderzoek	J <sup>131</sup> NaJ	5 µCi	25%	0,008	10	(schildklier)	
		J <sup>132</sup> NaJ	10 µCi	25%	0,001	0.1	(schildklier)	
	Scanning	J <sup>131</sup> NaJ	50 µCi	25%	0,08	100	(schildklier)	
		J <sup>132</sup> NaJ	100 µCi	25%	0,01	1	(schildklier)	
		J <sup>125</sup> NaJ	50 µCi	25%	0,12	4	(schildklier)	
Lever	Functieonderzoek	Tc <sup>99m</sup> Pertechnetaat	1 mCi	5%	0,01	0.1	(schildklier)	
		J <sup>131</sup> Bengaals rood	150 µCi	dynamisch	0,01	0.05	(lever)	
	Hepatografie	Tc <sup>99m</sup> Pertechnetaat	100 µCi	dynamisch	0,001	0.01	(lever)	
		Au <sup>198</sup> Colloïd	150 µCi	90%	0,25	6.4	(lever)	
	Scanning	Tc <sup>99m</sup> Colloïd	2 mCi	90%	0,04	0.6	(lever)	
		In <sup>115m</sup> Colloïd	2 mCi	90%	0,020	1.0	(lever)	
		J <sup>131</sup> Polyvinylpyrrolidon	200 µCi	25%	1,5	3.7	(lever)	
Placenta	Placentografie	Tc <sup>99m</sup> Albumine	200 µCi		0,001	0.002	(foetus)	
Pancreas	Scanning	Se <sup>75</sup> Selenomethionine	250 µCi	5%	1,7	7	(nier)	
Milt	Scanning	Cr <sup>51</sup> Verwarmde erythrocyten	250 µCi	90-100%	0,06	4	(milt)	
		Hg <sup>197</sup> 1-bromomercurihydroxypropane	100 µCi	90-100%	0,01	3.5	(nier)	
	Longen	Scanning	Hg <sup>203</sup> (B.M.H.P.)	100 µCi	90-100%	0,01	75	(nier)
			Tc <sup>99m</sup> Colloïd	2 mCi	5%	0,04	0.6	(nier)
			J <sup>131</sup> Macro-aggregates	200 µCi	90-100%	0,3	1.2	(long)
			Tc <sup>99m</sup> Macro-aggregates	1 mCi	90-100%	0,02	0.15	(long)
			In <sup>113m</sup> IJzerhydroxide	1 mCi	90-100%		0.75	(long)
Nieren	Renografie	Tc <sup>99m</sup> Colloïd	1 mCi	± 70%	0,01	0.11	(long)	
		J <sup>131</sup> Hippuran	50 µCi	dynamisch	0,03	0.2	(nieren)	
		J <sup>131</sup> Hippuran	150 µCi	dynamisch	0,01	0.6	(nieren)	
		Hg <sup>197</sup> Neohydrine	200 µCi	15%				
		Hg <sup>203</sup> Neohydrine	200 µCi	15%	0,05	40	(nieren)	
Beenmerg	Scanning	Tc <sup>99m</sup> IJzercomplex	1 mCi		0,02	0.5	(nieren)	
		Au <sup>198</sup> Colloïd	1 mCi	± 5%	4	4	(merg)	
		Tc <sup>99m</sup> Colloïd	5 mCi	± 5%	0,7	0.7	(merg)	
Skelet	Scanning	Sr <sup>85</sup> Strontiumchloride	50 µCi	tot 70%	0,45	1.9	(botweefsel)	
		Sr <sup>87m</sup> Strontiumchloride	1 mCi	tot 70%	0,02	0.1	(botweefsel)	
		F <sup>18</sup> Natriumfluoride	1 mCi	tot 70%	0,07	0.6	(botweefsel)	

waarin onder invloed van  $\gamma$ -straling lichtflitsen ontstaan. Een groot aantal lichtversterkerbuizen detecteren de lichtflitsen in dit kristal, zij bepalen bovendien de coördinaten van het punt, waar in het detectiesysteem de lichtflits is ontstaan. Door de collimator is daarbij ervoor gezorgd, dat voor zover mogelijk uitsluitend  $\gamma$ -straling wordt gedetecteerd die loodrecht op het kristaloppervlak invalt en derhalve afkomstig is van punten in het lichaam, waarvan de X- en de Y-coördinaten dezelfde zijn als die van de overeenkomstige lichtflitsen in het kristal. De verzameling lichtversterkerbuizen geeft drie soorten informatie af, namelijk X- en Y-informatie betreffende de genoemde coördinaten en Z-informatie. De Z-informatie geeft het aantal lichtflitsen weer, dat op elk punt is gedetecteerd.

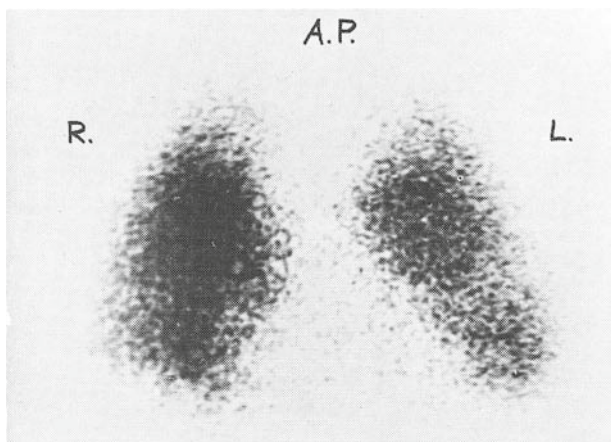
De X- en Y-informatie komt ter beschikking in de

vorm van voltages; deze worden gevoerd naar de X- en Y-platen van een oscilloscoop, waardoor de elektronenbundel in de oscilloscoop overeenkomstig de coördinaten van de lichtflits wordt afgebogen. Bij detectie van een lichtflits, veroorzaakt door een loodrecht op het kristal invallend  $\gamma$ -kwant van de juiste energie, wordt door de verzameling lichtversterkerbuizen een impuls (Z-informatie) afgegeven. Op dat moment ziet men op het scherm van de oscilloscoop een lichtflits optreden, waarvan de plaats is bepaald door de X- en Y-voltages. Alle op deze wijze optredende lichtflitsen worden geregistreerd op een fotografische plaat en op deze wijze ontstaat een afbeelding van de verdeling van het radioactieve materiaal. Het voordeel van de  $\gamma$ -camera boven een bewegende versneller is de snelheid: bij grote organen werkt de  $\gamma$ -camera

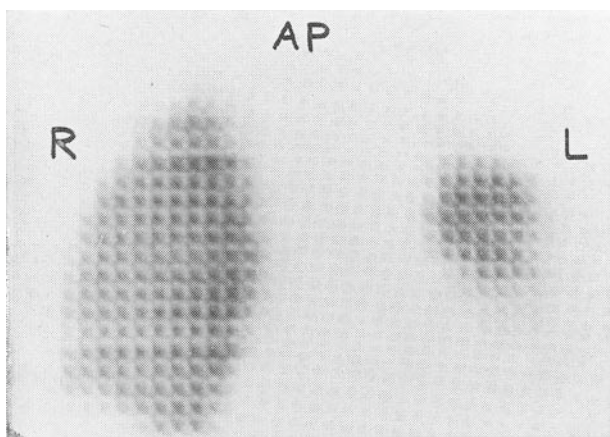
zes- tot tienmaal zo snel als een bewegende scanner.

Men streeft tegenwoordig ernaar niet alleen een analoge weergave (fotografische plaat) van de verdeling van het radioactieve materiaal te verkrijgen, maar ook een digitale. Een fotografische plaat registreert logaritmisch, wat tot gevolg heeft, dat de verdeling van de zwarting op de film niet recht evenredig is met de verdeling van het op elk punt gedetecteerde aantal impulsen. Voor verdergaande analyse ontstond daardoor de behoefte aan een vastleggen van deze verdeling in getalwaarden. Dit probleem is op te lossen door de X- en Y-informatie van analoge (voltages) vorm in digitale om te zetten. Men doet dit met behulp van een „special purpose” computer, een kleine computer, die speciaal is gebouwd voor het „on line” (tijdens het on-

*Figuur 1 Longscanning na injectie van  $Tc^{99m}$ -macro-aggregaten, vervaardigd met een  $\gamma$ -camera. Normale configuratie van longen met een lichte vermindering van radioactiviteit op de overgang van het lingulagebied en de linker onderkwab.*



*Figuur 2 Digitale afbeelding van de longscanning van dezelfde patiënt als in figuur 1. Duidelijk blijkt, dat de perfusie zowel in het lingulagebied als in de linker onderkwab is gestoord.*



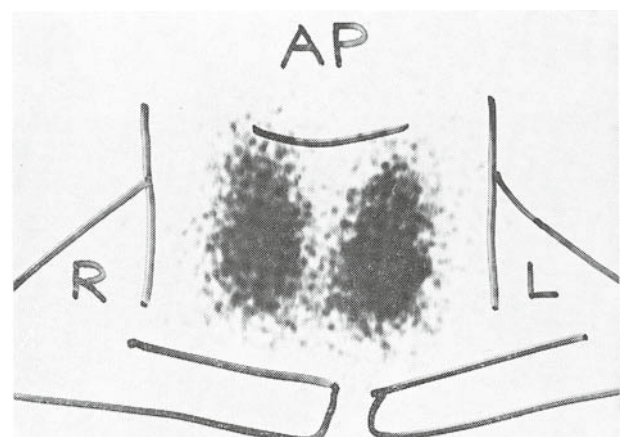
derzoek) opbergen van de gedetecteerde impulsen in het geheugen. Men kan zich dit het eenvoudigste zo voorstellen, dat in elke lokatie van een vierkant geheugen met 64 maal 64 plaatsen steeds een waarde van 1 wordt bijgeteld wanneer in een overeenkomstige plaats in het kristal door de lichtversterkers een lichtflits wordt ontdekt en een Z-impuls wordt afgegeven.

Aan het einde van het onderzoek ziet men op het scherm van de computer-oscilloscoop de inhoud van het geheugen en met behulp van een aantal „ingesoldeerde” programma's kan men de verdeling van het radioactieve materiaal op zeer verfijnde wijze analyseren. Zo is op *figuur 1* een longscanning te zien, die ogenschijnlijk normaal is of hoogstens enige vermindering van radioactiviteit vertoont op de overgang van het lingulagebied en de linker onderkwab. Gebruik makend van de „ingesoldeerde” programma's kan men echter op eenvoudige wijze aantonen, zoals in *figuur 2* wordt weergegeven, dat deze verdeling geenszins normaal is. In de linker long zien wij duidelijk een gebied, waar het capillairbed van de longen minder toegankelijk is. Een dergelijk beeld wijst op een perfusiestoring, zoals men dikwijls kan zien bij longembolie.

Het grote voordeel van deze digitale technieken schuilt daarin, dat men alle verkregen informatie vastlegt, waarna men deze achteraf op tal van wijzen voor analyse kan manipuleren zonder dat de oorspronkelijke informatie wordt veranderd. Bij de analoge weergave op een fotografische plaat beïnvloedt men door de keuze van de belichting tijdens en de manier van ontwikkelen na het onderzoek op niet goed reproduceerbare wijze de informatie, die men uiteindelijk moet analyseren.

Door uitbreiding van deze apparatuur met een snelle digitale magneetband en de inbouw van extra elektronica voor het hanteren van de meetgegevens, kan men zelfs de opbouw van de verdeling bestu-

*Figuur 3 Normale schildklier. De scanning werd verricht met een bewegende scanner. Tussen de beide kwabben ziet men het  $J^{31}$  in de isthmus afgebeeld.*



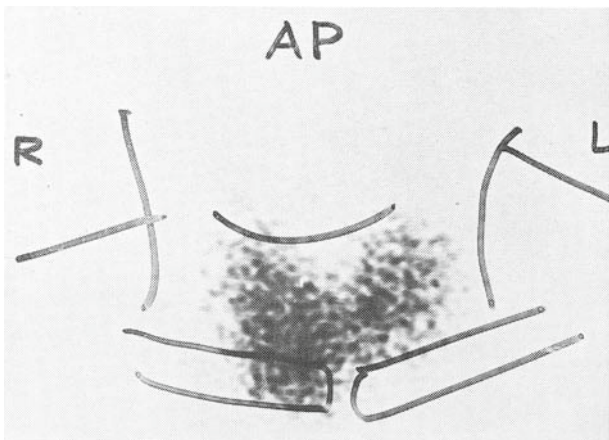
deren als functie van de tijd. Door toepassing van deze „dynamische scanningsmethodieken” kan men komen tot aanzienlijk verdergaande conclusies, daar men dan bij de diagnostiek ook onderlinge verschillen in het tempo van de radioactiviteitsopbouw kan betrekken. In dergelijke gevallen kost de analyse aanzienlijk meer tijd dan de eigenlijke radioactiviteitsmetingen aan de patiënt.

Thans volgen enkele voorbeelden van scanningen. In *figuur 3* is een normale schildklier te zien. Dit onderzoek werd verricht met een bewegende scanner. Als vuistregel kan men aannemen, dat een schildkliercarcinoom geen of althans zeer weinig radioactief jodide stapelt, waardoor het pathologische proces op het scanningsbeeld als een gebied van ontbrekende of althans sterk verminderde radioactiviteit wordt weergegeven (*figuur 4*).

Een soortgelijk beeld kan men echter verkrijgen bij elk lokaal proces in de schildklier, dat tot plaatselijke vermindering van functie leidt. Overeenkomstige beelden worden dan ook waargenomen bij bloedingen of cystes in de schildklier. Een nodus, die zich op het scanningsbeeld als een gebied van verminderde activiteit afbeeldt, is dan wel een „koude nodus”, maar dit wil niet per se zeggen, dat men heeft te doen met een maligne proces. Wel moet worden gesteld, dat men bij de aanwezigheid van een „koude nodus” moet zijn bedacht op de aanwezigheid van een schildkliercarcinoom en dat nadere klinische en eventueel pathologisch-anatomische analyse nodig is om de aan- of afwezigheid van een maligne proces uit te sluiten.

In de *figuren 5* en *6* worden normale hersenscanningen afgebeeld. Op al deze scanningen ziet men de meeste radioactiviteit in het gebied waar zich de schedelbasis projecteert. Anatomische structuren zoals de sinus sagittalis superior en de sinus laterales zijn te herkennen.

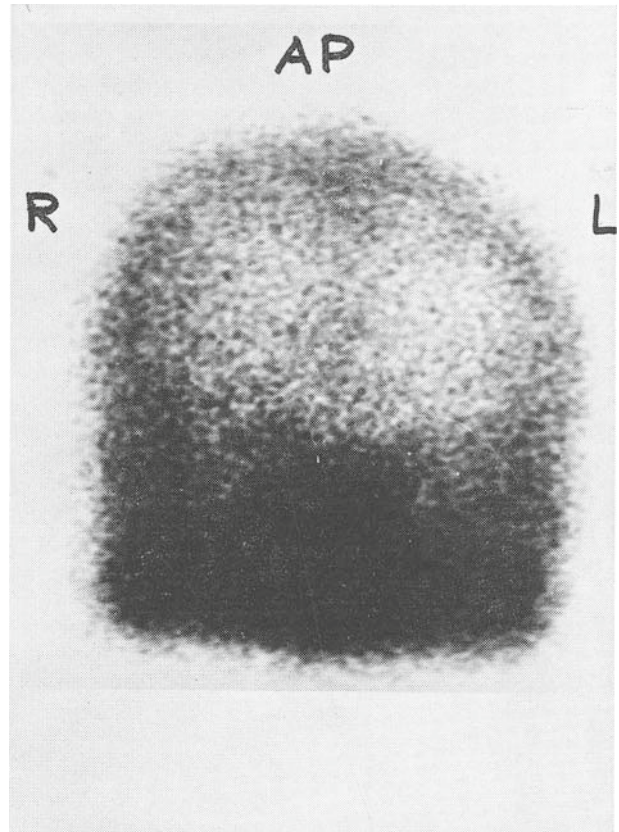
*Figuur 4* Schildklierscanning. Bij palpatie is caudaal in de linkerkwab een vaste nodus voelbaar. Op het scanningsbeeld blijkt caudaal in de linkerkwab geen stapeling van  $J^{131}$  te bestaan. Deze „koude” nodus bleek bij pathologisch-anatomisch onderzoek op een carcinoom van de schildklier te berusten.



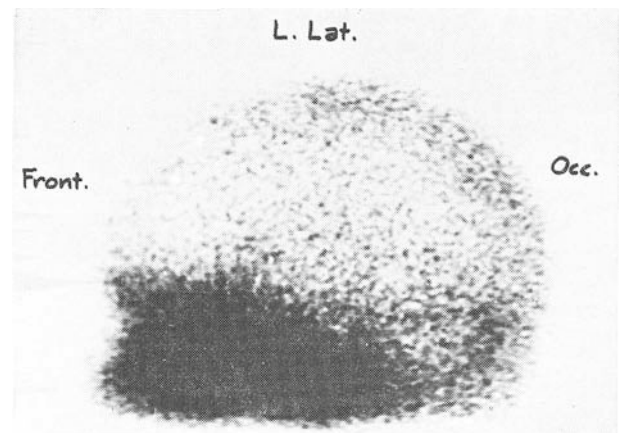
De scanningen van de *figuren 7* vertonen een frontaal proces rechts, dat na operatie bij pathologisch-anatomisch onderzoek een tumor bleek te zijn.

Het capillairbed van de longen kan men zichtbaar maken door intraveneuze injectie van radio-

*Figuur 5* Normale anteroposterieure hersenscanning na injectie van  $Tc^{99m}$ -pertechnetaat. Het  $\gamma$ -camerabeeld vertoont normale anatomische structuren zoals de sinus sagittalis superior en de sinus laterales.

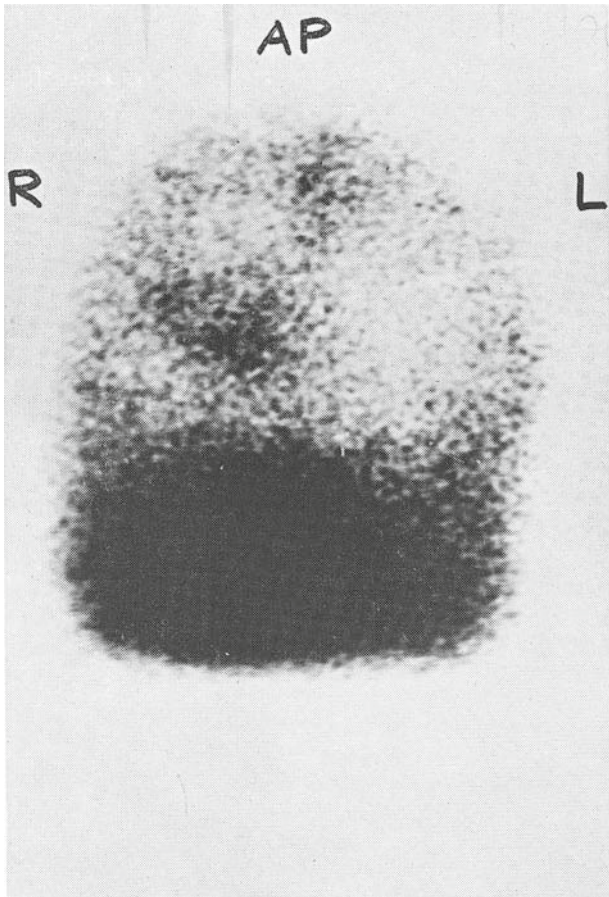


*Figuur 6* Normale laterale hersenscanning.

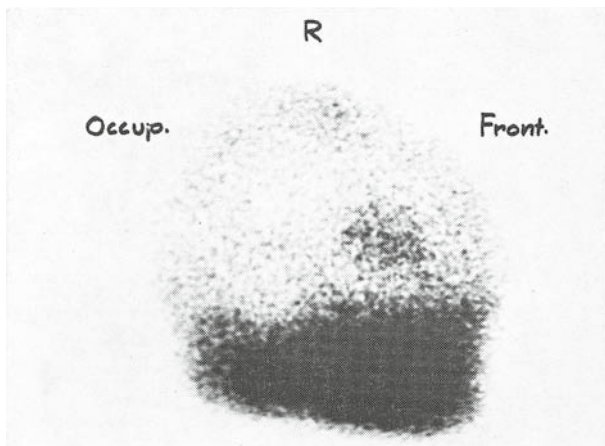


actief gemerkte macro-aggregaten van menselijk serumalbumine. Beelden van een dergelijke scanning werden weergegeven in *figuur 1* en *figuur 2*. Analoge weergave van een normale longscanning is te zien op *figuur 8*.

*Figuur 7a* Anteroposterieure herscanning. Pathologische concentratie van  $Tc^{99m}$ -pertechnetaat rechts.



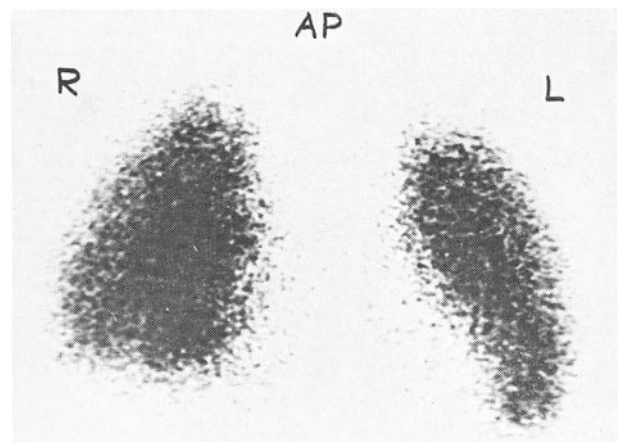
*Figuur 7b* Rechts laterale scanning van dezelfde patiënt als in *figuur 7a*. Het proces ligt rechts frontotemporaal.



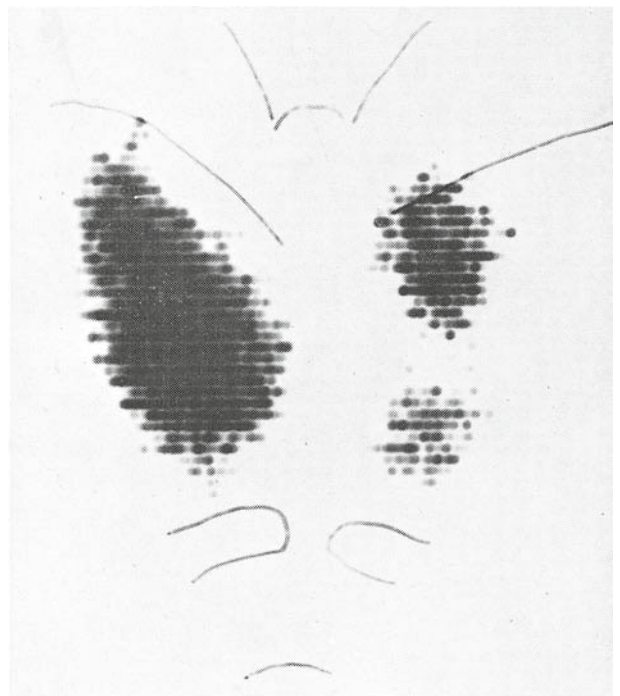
In *figuur 9* en *10* worden de scanningsbeelden getoond bij longembolie, respectievelijk carcinoma bronchiale. Bij het carcinoma bronchiale is het vrijwel regel, dat de perfusiestoringen een aanzienlijk groter gebied blijken te betreffen dan men op grond van de lokalisatie van het carcinoom zou verwachten (*figuur 10*).

In de vormen van de lever, zoals deze uit scanningen blijkt, bestaan vrij veel variaties. In *figuur 11* is de meest voorkomende vorm van een normale leverscanning te zien: de laterale begrenzing

*Figuur 8* Normale longscanning na injectie van  $Tc^{99m}$ -macro-aggregaten ( $\gamma$ -camera).



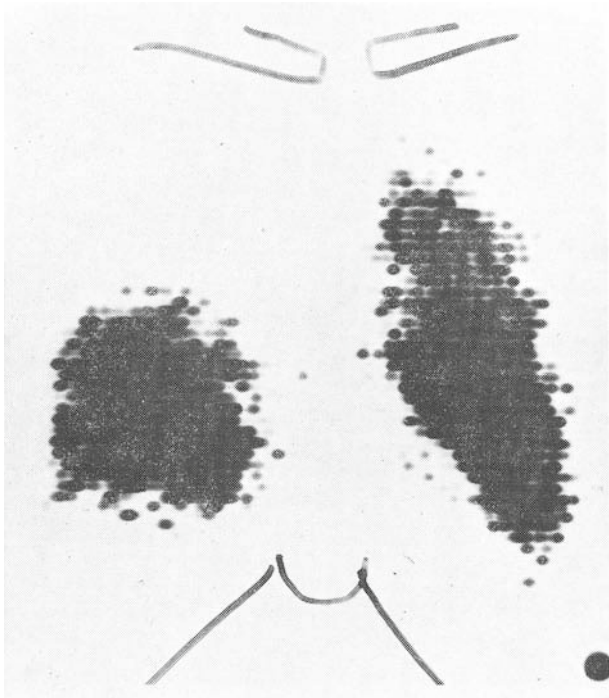
*Figuur 9* Longscanning. Embolisch proces rechts. Dit scanningsonderzoek werd verricht met een bewegende scanner.



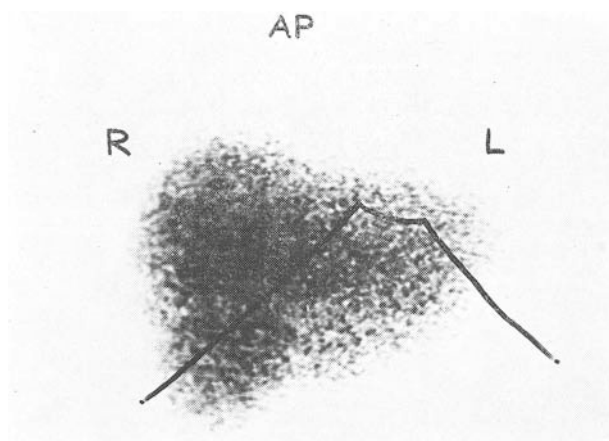
van de rechter leverkwab is boogvormig, deze kan een kleine indeuking vertonen. De linker leverkwab bevat minder radioactiviteit dan de rechterkwab en ter plaatse van de leverhilus ziet men vrijwel altijd een enigszins verminderde radioactiviteit. Soms is de indeuking van de craniale contour door het cor vrij sterk uitgesproken („cardiac notch”), zonder dat dit pathologische betekenis behoeft te hebben (figuur 12).

In figuur 13 wordt een grote metastase rechts

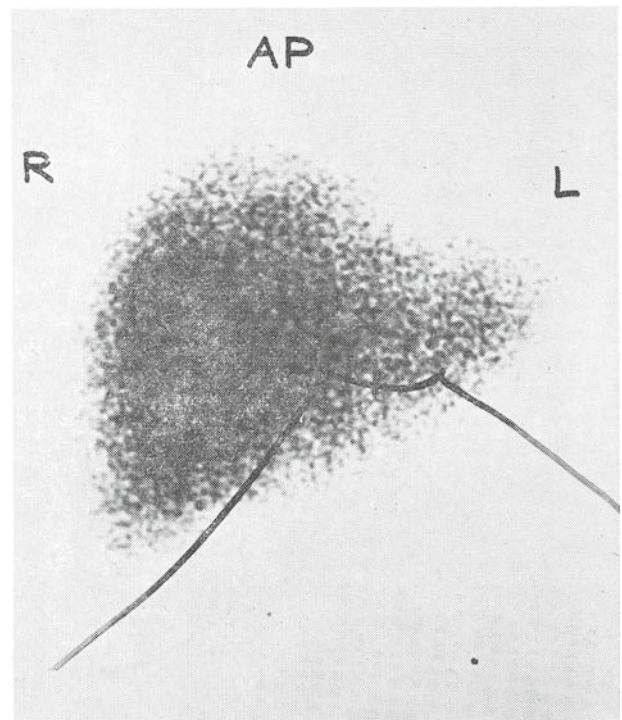
Figuur 10 Scanningonderzoek met een bewegende scanner. Deze longscanning van een patiënt met een carcinoma bronchiale toont een ernstige perfusiestoring in de rechter midden- en bovenkwab.



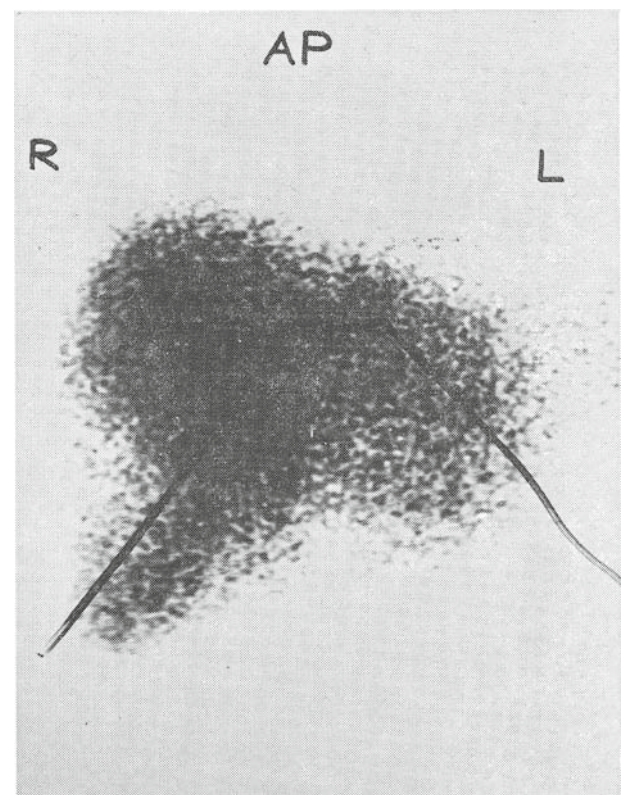
Figuur 11 Scanning van de lever na intraveneuze toediening van colloïd, gekenmerkt met  $Tc^{99m}$ . Normaal scanningsbeeld.



Figuur 12 Normale leverscanning met een duidelijke „cardiac notch”.



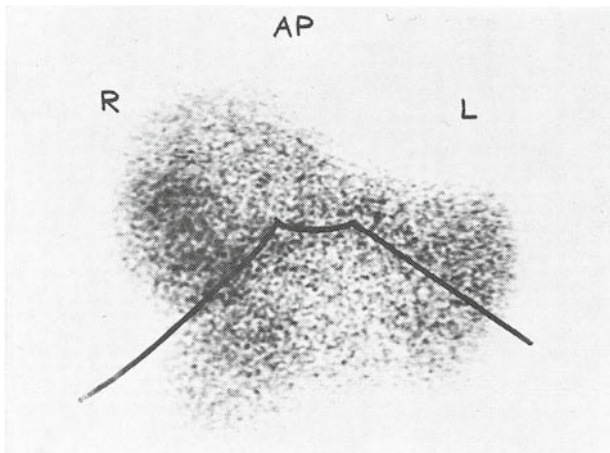
Figuur 13 Leverscanning. Rechts lateraal bevindt zich een groot ruimte-innemend proces. Dit bleek veroorzaakt te zijn door metastasen van een carcinoma bronchiale.



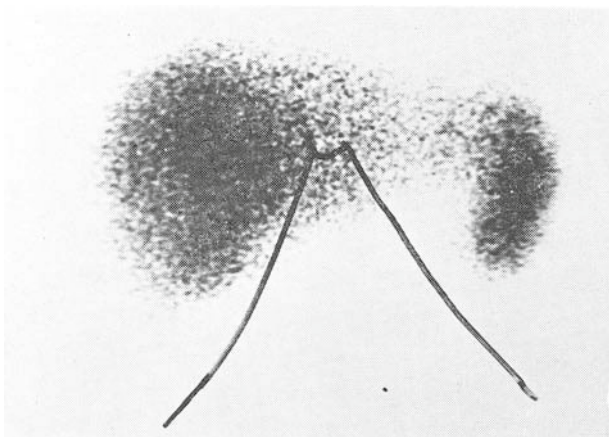
lateraal en in *figuur 14* worden multiple metastasen afgebeeld. Bij ernstige beschadiging van het reticulo-endotheliale systeem in de lever, zoals deze bijvoorbeeld bij cirrhosis hepatis voorkomt, blijkt de milt meer dan de normale hoeveelheid van het radioactieve colloïd op te nemen (*figuur 15*).

De pancreas is voor de klinische diagnostiek een moeilijk orgaan. In de anamnese worden dikwijls slechts vage klachten opgegeven, terwijl duidelijke klinische verschijnselen niet zelden pas in een vrij laat stadium optreden. Het scanningsonderzoek van de pancreas levert een bijdrage tot de oplossing van deze problematiek. Helaas is het radiofarmacon dat ons ter beschikking staat voor scanningsdoeleinden, verre van ideaal te noemen. Alle radioactieve verbindingen die in de pancreas worden gestapeld, worden ook door de lever opgenomen.

*Figuur 14 Multiple metastasen in de lever.*



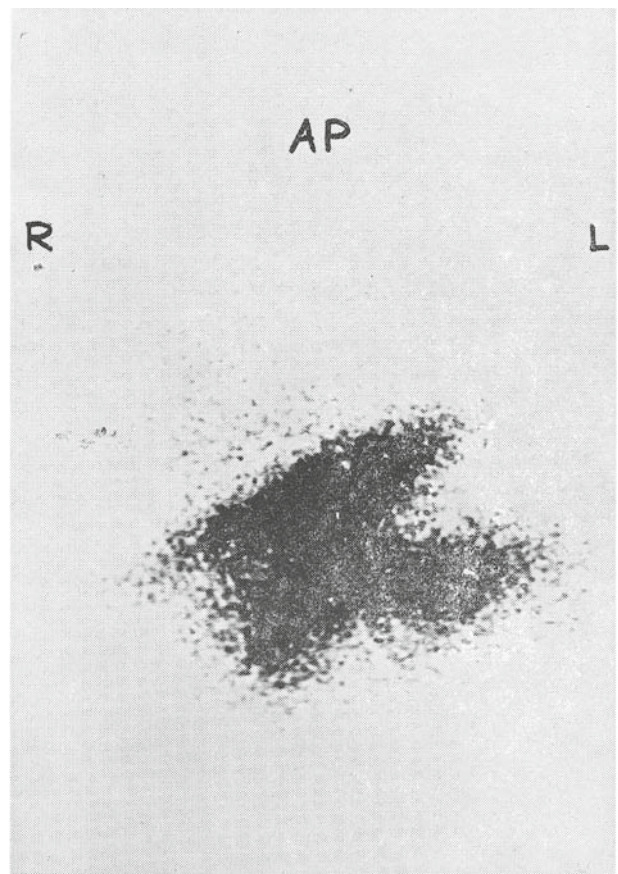
*Figuur 15 Leverscanning bij een patiënt met cirrhosis hepatis. Uit de sterk vermeerderde stapeling van het colloïd in de milt blijkt, dat er een vrij diffuse beschadiging van het R.E.S. in de lever moet bestaan. Het scanningsbeeld van de lever zelf vertoont weinig bijzonderheden.*



Methionine is een zwavelbevattende aminozuur, dat wordt gebruikt bij de eiwitsynthese. Tot op heden heeft men geen zwavel-isotoop dat voor in vivo onderzoek geschikt is. Wel staat een aminozuur ter beschikking waarin het zwavelatoom is vervangen door een seleenatoom. De pancreas behandelt het  $Se^{75}$ -methionine op dezelfde wijze als het echte methionine. Per gram weefsel wordt in de pancreas ongeveer achtmaal zoveel  $Se^{75}$ -methionine gestapeld als in de lever. Daar de massa van de lever echter zo aanzienlijk veel groter is dan die van de pancreas, terwijl deze twee organen anatomisch in een nauw contact voorkomen, is het soms moeilijk op het scanningsbeeld de pancreas van de lever te onderscheiden. Het is daarom nodig, dat men niet alleen  $Se^{75}$ -methionine toedient, maar ook een radioactief colloïd. Dit colloïd wordt alleen in de lever opgeslagen.

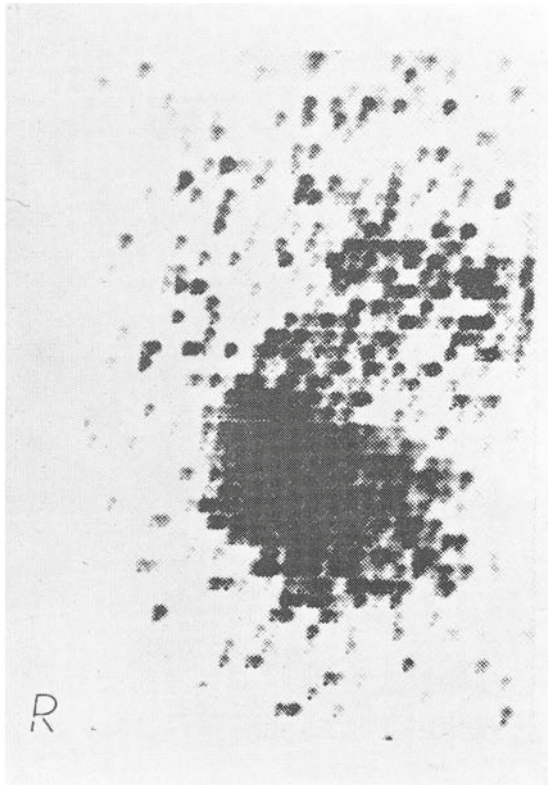
Men verricht eerst een scanningsonderzoek na toediening van het radioactieve colloïd, op deze wijze wordt een afbeelding van de lever verkregen. De patiënt blijft in dezelfde positie liggen, hij

*Figuur 16 Scanning van de pancreas. Nadat eerst een scanning van de lever met radioactief colloïd had plaatsgevonden, werd na toediening van  $Se^{75}$ -methionine pancreasscanning verricht, waarbij het grootste deel van de lever werd afgedekt. Men ziet de caudale rand van de linker leverkwab en daaronder een normale pancreas.*

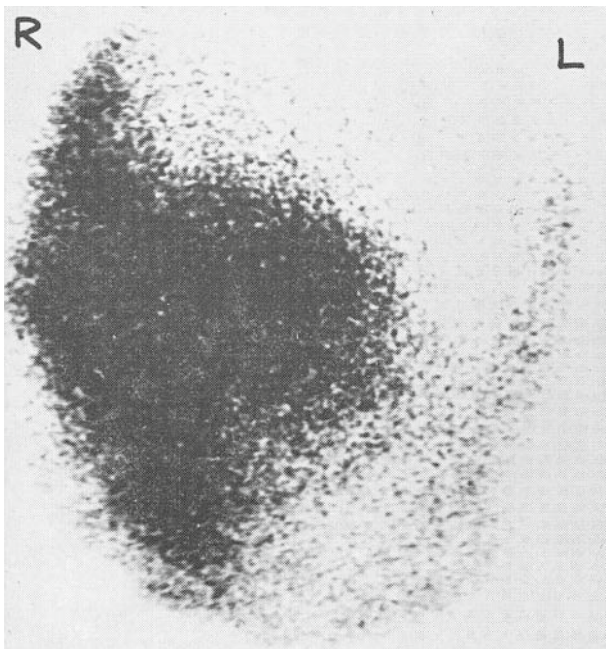




*Figuur 17 Nierscanning na toediening van  $Hg^{203}$ -neohydrine. Alleen het scanningsbeeld van de rechternier is hier afgebeeld. In het bovenste tweederde gedeelte van de nier bevindt zich een groot ruimtinnemend proces, dat op een adenocarcinoom van de nier bleek te berusten.*



*Figuur 18 Placentografie na toediening van  $Tc^{99m}$ -menselijk serumalbumine. Laag geïmplanteerde placenta, voornamelijk rechts vóór gelokaliseerd.*

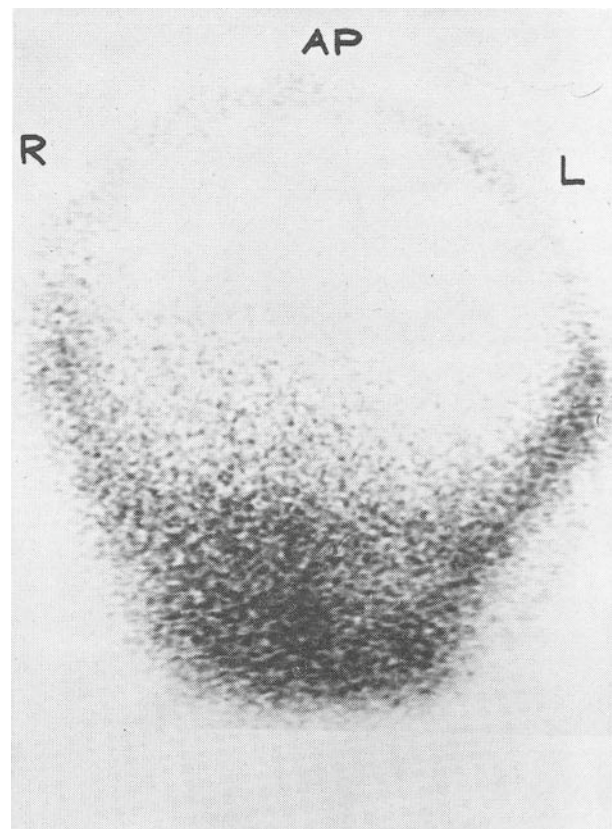


krijgt  $Se^{75}$ -methionine toegediend en men verricht dan wederom een scanning, waaruit een beeld resulteert dat de radioactiviteit zowel in de lever als in de pancreas weergeeft. Door geschikt gebruik te maken van subtractietechnieken en door zoveel mogelijk lever en pancreas vrij van elkander te projecteren, kan men erin slagen de pancreas af te beelden. Bij een chronische pancreatitis neemt de pancreas geen of weinig radioactief materiaal op. Ditzelfde geldt voor een diffuse infiltratie van de pancreas met tumorweefsel. Bij een plaatselijk tumorproces in de pancreas ziet men een lokale vermindering van de radioactiviteit. In *figuur 16* wordt een pancreasscanning weergegeven.

De röntgenoloog maakt na intraveneuze of retrograde pyelografie de afvoerende wegen van de nieren zichtbaar. Het streven van scanningsonderzoek der nieren met behulp van radioisotopen is erop gericht het nierparenchym af te beelden. Hierin is men slechts gedeeltelijk geslaagd. De radiofarmaca die ons ter beschikking staan, concentreren zich slechts goed in de cortex van de nieren en in een gebied, dat zich tot enkele millimeters onder de cortex uitbreidt. Met behulp van kwikdiuretica zoals neohydrine en mersalylum (Salyrgan), gekenmerkt met radioactief kwik, wordt dan ook slechts het zoëven genoemde parenchymgedeelte van de nieren afgebeeld.

In *figuur 17* wordt een dergelijke scanning

*Figuur 19 Placenta praevia centralis.*



weergegeven. In de rechter nier ziet men een duidelijk „defect”, veroorzaakt door een adenocarcinoom van de nier. Een benigne cyste geeft een beeld, dat veel hierop lijkt. Het „defect” is dan echter meestal scherper van begrenzing. Tumoren die echter dieper in het nierparenchym zijn gelokaliseerd en niet reiken tot enkele millimeters onder de cortex, onttrekken zich aan detectie door het scanningsonderzoek. Hierin is wel verbetering gekomen door het gebruik van  $Tc^{99m}$ -ijzercomplex voor nierscanning, maar er is toch duidelijk ruimte voor ontwikkeling van nieuwe radiofarmaca voor dit doeleinde.

De placentografie is een radioisotopen-onderzoek, waarbij men de scanning na intraveneuze toediening van radioactief gekenmerkt menselijk

serumalbumine van de „bloodpool” in de placenta afbeeldt. In *figuur 18* wordt een voornamelijk rechts gelokaliseerde, laag geïmplanteerde placenta afgebeeld en in *figuur 19* een placenta praevia centralis. De placentografie is niet alleen geïndiceerd bij verdenking op placenta praevia, maar ook voor de plaatsbepaling van de placenta wanneer amnionpunctie nodig is, zoals bijvoorbeeld bij rhesusantagonisme.

In een artikel van deze omvang streeft een auteur uiteraard niet naar volledigheid. Hier werd slechts gepoogd een algemeen overzicht van de principes uiteen te zetten en de voornaamste toepassingen weer te geven.

## Voetangels en klemmen bij de prenatale zorg\*

DOOR PROF. DR. A. SIKKEL\*\*

In 1889 begon de Nederlandse arts Mijndieff met een systematisch onderzoek op de aanwezigheid van eiwit in de urine van zwangere vrouwen met de bedoeling eclampsie te voorkomen. Sinds die tijd is de prenatale zorg een zeer belangrijk onderdeel van de totale verloskundige zorg geworden.

Van Dale geeft als omschrijving van het woord zorg: „de moeite die men doet om iets in stand of in goede conditie te houden of zo goed mogelijk te laten verlopen”. Lang of kort geleden heeft een ieder van ons beloofd de genees-, heel- en verloskunde naar beste weten en vermogen uit te oefenen. Deze belofte strekt zich derhalve ook uit tot de prenatale zorg. Men heeft daarvoor kennis en inzicht nodig, maar evenzeer moet worden gesteld dat men daarvoor moeite zal moeten doen.

Door het systematisch uitvoeren van de prenatale zorg is de perinatale sterfte in 1969 gedaald tot beneden de 20 per 1 000 geborenen (19,6 promille). Het is in dit verband echter noodzakelijk om erop te wijzen dat deze daling van de perinatale sterfte nimmer zo snel zou zijn verlopen wanneer de kinderartsen zich niet dermate intensief met de neonatale pathologie hadden beziggehouden en wanneer bovendien de sociale omstandigheden in de loop der jaren niet aanzienlijk waren verbeterd.

De doelstellingen van de prenatale zorg zijn vele, de volgende kunnen worden vermeld.

\* Voordracht, gehouden tijdens de Boerhaave-cursus „Nieuwe ontwikkelingen in de verloskunde en de gynaecologie van belang voor de huisarts”, 11-12 december 1970.

\*\*Uit de Universiteitskliniek voor Verloskunde en Gynaecologie. Academisch Ziekenhuis, Leiden.

- 1 Het scheppen van een vertrouwensrelatie tussen arts en zwangere.
- 2 Het vaststellen dat de vrouw gezond is.
- 3 Het observeren en begeleiden van het adaptatiesyndroom dat de zwangerschap in wezen kenmerkt.
- 4 Het door continue zorg vaststellen of genoemd syndroom fysiologisch dan wel pathologisch verloopt.
- 5 Het nemen van maatregelen bij aanwezige of te verwachten pathologie (preventie).
- 6 Het beslissen of de bevalling thuis dan wel in het ziekenhuis zal moeten geschieden (selectie).

De uiteindelijke bedoeling is dat door de verloskundige een situatie wordt geschapen waarbij niet alleen de kans op de geboorte van een levend en gezond kind het grootst is, maar ook waarbij de moeder tevens het minste risico loopt.

Over kunstfouten zal thans niet worden uitgebreid, deze worden als voldoende bekend verondersteld. Deze uiteenzetting betreft de voetangels en klemmen welke de te goeder trouw handelende arts moeilijk blijkt te onderscheiden. Deze „pittfalls” hebben veelal betrekking op het intra-uterien levende wezen, de intra-uteriene patiënt of cliënt. Tijdens de prenatale zorg worden namelijk twee patiënten behandeld. Van de eerste, de aanstaande moeder, kan men veel te weten komen; zowel via een zorgvuldig opgenomen anamnese als door middel van diverse bepalingen en metingen; zodoende kan de grens tussen een fysiologisch of pathologisch aanpassingsproces vrij nauwkeurig worden bepaald.

Van de intra-uteriene patiënt konden tot voor