

## Stellingen

1

Voor het onderzoek van de hydrocephalus zijn CT-Scan en radionuclide cisternographie elkaar complementerende diagnostische methoden.

2

Voor radionuclide cisternographie verdient het gebruik van  $^{111}\text{In}$ -DTPA de voorkeur boven  $^{131}\text{I}$ -HSA.

3

Persisterende vulling van het ventrikelsysteem gedurende radionuclide cisternographie is een indicatie tot het aanleggen van een ventriculo-atriale of ventriculo-peritoneale shunt.

4

Het functioneren van een Spitz-Holter drain is nauwkeurig te bepalen met  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetaat seriescintifoto's.

5

De behandeling van kanker dient in principe multidisciplinair georganiseerd te zijn.

6

Bij cervixcarcinomata is radionuclide renographie de eenvoudigste en meest betrouwbare diagnostische methode om obstructie van de ureteren vast te stellen.

7

Voor de diagnose longembolie is longperfusie scintifotographie sensitief maar niet specifiek.

Indien dit onderzoek gecombineerd wordt met een ventilatie analyse van radioactief gas hebben de uitslagen significante betekenis.

8

Free Thyroxine Index (FT4-index) is een gevoelige en specifieke diagnostische methode voor het vaststellen van schildklierdysfunctie.

9

Teneinde het succes van het aanhechten van afgerukte ledematen te bevorderen, dient bij de eerste hulpverlening apparatuur beschikbaar te zijn voor het onmiddellijk koelen van deze ledematen tot 2-4°C.

10

In haar beslissingen over maatregelen op het gebied van de gezondheidszorg hecht de overheid vaak meer waarde aan de publieke opinie dan aan de medische doelmatigheid.

11

De beoordeling van het mechanisme van de acupunctuur moet zich niet laten beïnvloeden door de primitieve Chinese opvattingen dienaangaande. Ook de westerse geneeskunde heeft zich losgemaakt van de opvattingen van de Grieken en Romeinen.

12

De westerse geneeskunde wordt in China niet als alternatieve geneeskunde beschouwd.

13

Het traditionele Chinese Yin Yang concept, dat is het concept van eenheid van tegenstellingen, geldt universeel, m.n. ook voor het menselijk lichaam.

14

When you know a thing to say that you know it, and when you do not know a thing to admit you do not know it - this is true knowledge. Confucius. Joseph Needham: Science and civilization in China, vol. II.

15

Het Chinese restaurant syndroom komt niet in China voor.

Stellingen, behorende bij het proefschrift van Han Hwie Song, Radionuclide cisternographie.

Utrecht, 14 oktober 1980.

## **RADIONUCLIDE CISTERNOGRAPHIE**

De betekenis van radionuclide cisternographie voor de diagnose en behandeling van hydrocephalus en sommige aandoeningen, die met hydrocephalus gepaard kunnen gaan

## **RADIONUCLIDE CISTERNOGRAPHIE**

De betekenis van radionuclide cisternographie voor de diagnose en behandeling van hydrocephalus en sommige aandoeningen, die met hydrocephalus gepaard kunnen gaan

## **RADIONUCLIDE CISTERNOGRAPHY**

The value of radionuclide cisternography in the diagnosis and management of hydrocephalus and possibly associated anomalies  
(with summary in English)

### **Proefschrift**

ter verkrijging van de graad van doctor in de geneeskunde aan de Rijksuniversiteit te Utrecht, op gezag van de Rector Magnificus Prof. Dr. M.A. Bouman, volgens besluit van het College van Decanen in het openbaar te verdedigen op dinsdag 14 oktober 1980 des namiddags te 4.15 uur

door

**HAN HWIE SONG**  
geboren op 21 december 1931  
te Soerabaja, Indonesië

Promotores:  
Prof. Dr. H. Verbiest  
Prof. Dr. K.H. Ephraïm

Aan mijn ouders

Aan Hsueh Yih,  
Shiuh Huey, Kuo Ming en Kuo Sen,  
die samen het geluk van mijn gezin vormen.

The determined scholar and he who is filled with love of man will not seek to live at the expense of injury to love. They will even suffer the death of the body in order that love may be accomplished.

Confucius

## Woord vooraf

Van de gelegenheid, die een voorwoord biedt, wil ik in de eerste plaats gebruik maken om U, mijn lieve ouders, hartelijk te danken voor het feit, dat U mij in de gelegenheid heeft gesteld geneeskunde te studeren en vooral U, moeder, voor de steun, die ik van U in vele opzichten mocht ontvangen. Ondanks de onoverbrugbare afstand bent U beiden juist bij deze gelegenheid in mijn gedachten.

Hooggeleerde Ephraïm, hooggeachte promotor, aan U ben ik grote dank verschuldigd voor uw belangstelling en uw stimulerende, constructieve critiek. Uw drukke werkzaamheden hebben U niet verhinderd de vele uren te vinden om met geduld en enthousiasme het onderzoek met mij te bespreken; de gezellige sfeer is voor mij onvergetelijk. Het spijt mij zeer, dat een ernstige ziekte het U onmogelijk gemaakt heeft uw hooggewaardeerde steun tot aan de voltooiing van deze studie te blijven verlenen. Het is uw hulp geweest gedurende geruime tijd, die het tot stand komen van dit proefschrift mogelijk heeft gemaakt.

Hooggeleerde Verbiest, hooggeachte promotor, van uw veel omvattende kennis en uw bewonderenswaardig inzicht heb ik veel geleerd. Uw kritisch oordeel en adviezen waren mij tot grote steun. De vele, aangename besprekingen en de gastvrijheid, die ik tot laat in de avond van U en uw echtgenote mocht ondervinden, zijn voor mij onvergetelijk. Na de ziekte van professor Ephraïm heeft U veel tijd aan mij besteed. Ik ben U zeer erkentelijk.

Hooggeleerde van der Schoot, hoewel U bij de voorbereiding van deze dissertatie niet direct betrokken was, dank ik U zeer voor de opleiding in de nucleaire geneeskunde, die ik van U mocht ontvangen; ik heb tot nu toe bij de beoordeling van de beelden steeds uw inbreng gevoeld.

Hooggeleerde Schulte, beste Bento, ik ben je zeer verplicht voor jouw hulp en begeleiding bij de bespreking van de neurologische problematiek.

Zeergeleerde Hamers, beste Han, jouw katalyserende interesse en medewerking alsmede jouw taalkundige adviezen heb ik zeer op prijs gesteld.



Zeergeleerde de Grood, beste Shell, mijn hartelijke dank voor de tijd en moeite bij het tot stand komen van deze dissertatie aan mij besteed.

De stafleden van het Oncologisch Instituut te Tilburg en de laboranten van de afdeling nucleaire geneeskunde, in het bijzonder de heer N. Willemsen, dank ik voor hun steun en stimulerende inspanning.

Zeergeleerde Lie, beste Ko Tje-An, geleerde Tjan, beste Giap, ik ben jullie dank verschuldigd voor jullie vakkundige adviezen.

The author expresses his sincere thanks and appreciation to Prof. F.H. Deland and Prof. J.C. Harbert for their constructive criticism and excellent advice in the preparation of this research.

De afdeling medisch archief van het St. Elisabethziekenhuis te Tilburg, in het bijzonder mevr. J.W.J.M. Adolfse en mevr. A. Harterink dank ik voor het verzamelen van de literatuur, de medische administratie van het Oncologisch Instituut, mevr. I. Thomassen, mevr. H.L. Dekker en de firma Byk-Mallinckrodt Cil B.V. voor het type-werk, broeder H. Rynja voor het vervaardigen van de illustratie en de heer P.H. v. Bragt voor het photowerk; ik ben U allen daarvoor zeer erkentelijk.

Lieve Sjoë, Ming en Sen, jullie liefde, die het geluk van ons gezin vormt, maar ook jullie belangstelling waren mij tot grote steun.

Tot slot wil ik jou, mijn lieve vrouw, Hsueh-Yih bedanken voor alles, wat je voor mij gedaan hebt, in het bijzonder in onze moeilijke jaren. Zonder jouw steun was de voltooiing van dit wetenschappelijk werk niet mogelijk geweest. Aan jou in het bijzonder draag ik dit proefschrift op.

## INHOUDSOPGAVE

	Inleiding	1
1	Aetiologie en indeling van hydrocephalus	3
1.1	Literatuuroverzicht	3
1.2	Aetiologie van hypertensieve hydrocephalus	6
1.2.1	Overproductie van liquor cerebrospinalis	6
1.2.2	Stoornissen in de resorptie van liquor cerebrospinalis	7
1.2.3	Obstructie van de circulatie van de liquor cerebrospinalis	8
1.3	Classificatie van hydrocephalus	9
1.4	Pathologisch-anatomische aspecten	11
1.5	Literatuur	11
2	De röntgendiagnostiek van hydrocephalus	14
2.1	Niet invasief röntgenonderzoek	14
2.1.1	Overzichts-schedelopname	14
2.1.2	Computer tomographie	15
2.2	Invasief röntgenonderzoek	16
2.2.1	Pneumo-encephalographie en ventriculographie	16
2.3	Literatuur	17
3	Onderzoek met radionucliden	18
3.1	Radioangiographie (hersencirculatiestudie met radionucliden)	18
3.2	Radionuclide cisternographie	20
3.2.1	Literatuuroverzicht	20
3.2.2	Radiopharmaca	22
3.2.3	Stralenbelasting	25
3.2.4	De liquorcirculatie	27
3.3.1	Het normale radionuclide cisternogram	35
3.3.2	Het pathologische radionuclide cisternogram	38
3.3.2.1	Het cisternogram bij communicerende hydrocephalus	38
3.3.2.2	Het cisternogram bij niet-communicerende hydrocephalus	39
3.4	Eigen patiënten en toegepaste methodes	40
3.4.1	Het cisternogram bij ernstige schedeltraumata	41
3.4.2	Diagnostiek van liquorlekkage	50
3.4.2.1	Diagnostiek van liquorlekkage door middel van radionuclide cisternographie	50
3.4.2.2	Diagnostiek van liquorlekkage door meting van radioactiviteit in wattenpropjes	51

3.4.3	Het cisternogram bij verschillende typen van hersenatrofie	56
3.4.4	'Pooling' en stasis van het radiopharmakon in het gebied van de fossa posterior	65
3.5	Literatuur	66
4	'Normal pressure' hydrocephalus	74
4.1	Inleiding en literatuuroverzicht	74
4.2	Onderzoekmethoden	78
4.2.1	Radionuclide cisternographie	78
4.2.2	Pneumo-encephalographie	81
4.2.3	Computer tomographie	81
4.3	Literatuur	82
5	De voorspellende waarde van radionuclide cisternographie met betrekking tot het resultaat van Spitz-Holter drainage bij 'normal pressure' hydrocephalus	87
5.1	Discussie	89
5.2	Conclusie	92
5.3	Literatuur	94
6	Vergelijking radionuclide cisternographie en computer tomographie	95
6.1	Inleiding	95
6.2	Materiaal en methode	95
6.3	Discussie	97
6.4	Conclusies	99
6.5	Literatuur	102
7	Vergelijking van radionuclide cisternographie en computer tomographie bij de diagnostiek van porencephale en leptomeningeale cysten	103
7.1	Inleiding	103
7.2	Patiëntenmateriaal	105
7.3	Operatiegegevens en afbeeldingen	109
7.4	Discussie en conclusie	112
7.5	Literatuur	113
8	Vergelijking van de klinische bruikbaarheid van $^{111}\text{In}$ -DTPA en $^{131}\text{I}$ -HSA	115
8.1	Probleemstelling	115
8.2	Materiaal en methode	115
8.3	Resultaat en discussie	127
8.4	Literatuur	128

9	Eigen classificatie van hydrocephalus	129
10	Onderzoek van de doorgankelijkheid van het Spitz-Holter drainagesysteem	131
10.1	Het Spitz-Holter drainagesysteem	132
10.2	Methoden ter bepaling van de doorgankelijkheid	133
10.3	Eigen methodiek	133
10.3.1	Techniek van het onderzoek	134
10.3.2	Doorgankelijke Spitz-Holter drain	134
10.3.3	Verstopte Spitz-Holter drain	135
10.4	Patiëntenmateriaal	137
10.5	Conclusie	151
10.6	Literatuur	151
11	Samenvatting	153
	Summary	157
	Curriculum vitae	161

## Inleiding

Toen de schrijver van dit proefschrift zich in Nederland vestigde, was zijn ervaring, als in China gespecialiseerd orthopaed, wat betreft het gebruik van radionucliden beperkt tot het scannen van pathologische botprocessen. Hierdoor was echter zijn belangstelling voor de nucleaire geneeskunde dusdanig gestimuleerd, dat hij zich ging specialiseren in de nucleaire geneeskunde.

Door contacten met Prof. K.H. Ephraïm te Utrecht en Prof. J.B. van der Schoot te Amsterdam werd hij tijdens zijn opleiding voor dit nieuwe specialisme, bijzonder geïmponeerd door de methode van radionuclide cisternographie. Onder de indicaties voor dit onderzoek neemt de hydrocephalus een bijzondere plaats in, vooral de zogenaamde 'normal pressure' hydrocephalus, omdat de resultaten van de behandeling door middel van zogenaamde shunts, grillig waren, hetgeen samenhang met de onbekendheid ten aanzien van het pathologische proces, dat aan deze aandoening ten gronds'ag ligt.

In dit proefschrift wordt aan de 'normal pressure' hydrocephalus de meeste aandacht gegeven, hoewel de schrijver uiteraard ook andere vormen van hydrocephalus in het onderzoek betrokken heeft. De schrijver heeft bovendien de vrijheid genomen ook enige andere aandoeningen, die aan hydrocephalus gepaard kunnen gaan, zoals porencephalie, subdurale hygromen, leptomenigeale cysten, enz. tevens in dit proefschrift te behandelen.

# 1 Aetiologie en indeling van hydrocephalus

## 1.1 Literatuuroverzicht

Hydrocephalus is een uiting van stoornissen in de dynamiek van de cerebrospinale liquorstroom. Het symptoom is reeds eeuwenlang bekend en werd reeds door Hippocrates beschreven en door hem aangeduid als 'water in het hoofd'. Hij adviseerde als behandeling trepanatie (Harwood-Nash en Fitz, 1976).

Ook de onderstaande geschiedkundige gegevens zijn ontleend aan Harwood-Nash en Fitz, bovendien aan Raimondi (1972) en aan Bell en Cormick (1972). Galenus, die al enige kennis van de anatomie van het ventrikelsysteem had, veranderde de definitie 'water in het hoofd' in vochtophoping in het ventrikelsysteem.

In 1768 ging Whytt een onderscheid maken tussen pathologische vochtophoping in de ventrikels en abnormale vochtophopingen in de 'subdurale' ruimten. Eerstgenoemde vochtophoping noemde hij hydrocephalus internus en de ophoping in de subdurale ruimte hydrocephalus externus.

Onder de beroemde namen uit de medische geschiedenis, die onderzoek deden op het gebied der hydrocephalus nemen Sylvius, Morgagni, Monro, Magendie en Luschka een belangrijke plaats in.

In 1852 kon Magendie met dierexperimenten, waarbij hij vocht in de ventrikel toediende, de opvatting bevestigen, dat er communicatie bestond tussen de ventrikels en de craniale- en spinale subarachnoïdeale ruimten. De door hem gevonden communicatie vindt plaats via een opening, die thans nog wordt aangeduid als het foramen van Magendie. Hij beschreef ook, dat obstructie van de aquaeduct een vergroting van de zijventrikels veroorzaakt. De bevindingen van Magendie werden bevestigd door Luschka (1855). Deze toonde bovendien nog het bestaan aan van twee laterale foramina, waardoor de liquor de vierde ventrikel verlaat.

De anatomie van de subarachnoïdeale ruimten werd beschreven door Key en Retzius in 1875. Dat de liquor cerebrospinalis circuleerde, was reeds langer bekend, zoals blijkt uit de geschriften van Willis (1664) en Lower (1669). Zij

kwamen tot de opvatting, dat de liquor in de cerebrale venen wordt geresorbeerd. In 1913 publiceerden Dandy en Blackfan over de resorptie van de in de liquor ingespoten kleurstof phenolsulfonphthaleïne. Zij concludeerden, dat deze resorptie geschiedt door de venen in de sub-arachnoïdeale ruimten. Volgens Dandy (1921) wordt ongeveer 75 tot 80% van de liquor cerebrospinalis geresorbeerd vanuit de intracraniale subarachnoïdeale ruimten.

In 1914 schreef Weed, dat de intracraniale liquorresorptie plaats vindt door het veneuze systeem via de arachnoïdeale villi. In mindere mate zou de resorptie van de cerebrospinale vloeistof plaatsvinden door de lymphvaten in het gebied van het wervelkanaal.

Tot op heden is de kennis van de produktie, circulatie en resorptie van de liquor cerebrospinalis nog betrekkelijk beperkt. De meest gangbare opvatting is, dat de liquor cerebrospinalis in de plexus chorioideus wordt geproduceerd en langzaam door het ventrikelsysteem via het foramen van Magendie en de laterale foramina van Luschka naar de basale subarachnoïdeale ruimten stroomt. Van hieruit verplaatst de liquor zich naar de convexiteit van de hersenen, waar hij voor het grootste gedeelte wordt geresorbeerd. Een klein gedeelte van de liquor stroomt caudaalwaarts langs de achterzijde van het ruggemerg en circuleert vervolgens langs de voorzijde weer terug naar de schedelholte. Door de granulationes van Pacchioni wordt het grootste gedeelte van de liquor geresorbeerd.

Dat er nog steeds veel discussie is over de produktie en resorptie van de liquor cerebrospinalis komt voornamelijk, doordat het onderzoek van de functie van de liquorruimten en de liquor op bijzonder moeilijke problemen stuit (Bowsher, 1960). Om betrouwbare informatie te krijgen zou men eigenlijk het systeem niet mogen openen, ten einde de hydrodynamische verhoudingen niet te verstoren. De subarachnoïdeale ruimte is verder bijzonder gevoelig voor irritatieve prikkels. Tenslotte mogen de resultaten van dierexperimenten niet zonder meer worden geëxtrapoleerd naar de mens. Wel wordt algemeen aangenomen, dat de liquor cerebrospinalis gevormd wordt in de plexus chorioideus van het ventrikelsysteem en dat intraventriculaire resorbtie kan plaats vinden door de ependymcellen. Het grootste gedeelte van de liquor wordt echter geresorbeerd aan de hersenconvexiteit (vertex) door de endotheelcellen van de arachnoïdeale villi (de zogenaamde Pacchionische granulaties). Resorptie van de liquor cerebrospinalis vindt ook plaats aan de basis van de schedel via de arachnoïdeale ruimten rond de craniale zenuwen (Raimondi, 1972), en via de spinale subarachnoïdeale ruimte in de grote spinale venen (Brierley e.a., 1948; Pollay e.a., 1962).

Hydrocephalus kan worden gedefinieerd als een pathologische toestand, die gekarakteriseerd wordt door dilatatie van het ventrikelsysteem en volumevermeerdering van de liquor cerebrospinalis. Hydrocephalus is niet synoniem met vergroting van het hoofd en moet dan ook gedifferentieerd worden van hereditaire macrocranie en megalencephalie. Bij beide laatstgenoemde afwijkingen is het ventrikelsysteem niet verwijd. Bij babies kan vergroting van het hoofd ontstaan door aanwezigheid van chronische subdurale haematomen of hygromen. Ook van deze ziekte toestand dient hydrocephalus te worden gedifferentieerd. Het omgekeerde, namelijk hydrocephalus zonder vergroting van het hoofd, is bij oudere kinderen en volwassenen regel. Vergroting van het hoofd kan, maar hoeft dus niet voor te komen bij hydrocephalus.

Bij hypertensieve hydrocephalus is er toename van de hoeveelheid liquor cerebrospinalis, verwijding van het ventrikelsysteem en verhoogde intraventriculaire druk.

Hypertensieve hydrocephalus kan een snel progressief beloop ontwikkelen zoals bijvoorbeeld bij pasgeborenen met congenitale afwijkingen (spina bifida aperta en de afwijking van Arnold-Chiari) of meningeale ontstekingsprocessen.

Vooraf sterk verhoogde liquordruk veroorzaakt compressie en doorbloedingsstoornissen van het hersenweefsel met de hiermee gepaard gaande gevolgen. Deze verhoging van de liquordruk ontstaat ten gevolge van een totale of partiële belemmering van de passage van de liquor cerebrospinalis of door een wanverhouding tussen produktie en resorptie van de liquor.

Is het ventrikelsysteem geheel of gedeeltelijk verwijd zonder verhoging van de liquordruk, terwijl de hoeveelheid liquor toch is toegenomen dan kan dit berusten op:

- 1 een resttoestand na een spontaan of door therapeutische maatregelen genezen hypertensieve hydrocephalus;
- 2 een primaire hersenatrofie, de zogenaamde hydrocephalus ex vacuo. Hierbij is de verwijding van de liquor ruimten compensatoir;
- 3 'normal pressure' hydrocephalus. Dit is een nog niet goed begrepen ziektebeeld dat de volgende kenmerken toont: een vorm van communicerende hydrocephalus door obstructie van de liquorstroom in de intracraniale subarachnoïdale ruimte en gekarakteriseerd door dementia, loopstoornissen en incontinentie voor urine, zonder corticale atrofie. De liquordruk ligt binnen normale waarden.

Een toename van de intracraniale druk zonder toename van het volume van de liquor cerebrospinalis en zonder verwijding van het ventrikelsysteem is een teken van primaire pathologie van het hersenweefsel en dus niet van hydrocephalus.



Bij hydrocephalus is de hoogte van de liquordruk een belangrijk gegeven voor de diagnose van de aard van de hydrocephalus en eveneens voor de indicatie van de toe te passen therapie.

## 1.2 Aetiologie van hypertensieve hydrocephalus

Theoretisch zijn drie mechanismen mogelijk, die kunnen leiden tot het ontstaan van hydrocephalus:

- 1 overproductie van liquor cerebrospinalis;
- 2 stoornissen in de resorptie van liquor cerebrospinalis;
- 3 obstructie van de circulatie van de liquor cerebrospinalis.

### 1.2.1 OVERPRODUCTIE VAN LIQUOR CEREBROSPINALIS

Hierover is niet alleen weinig in de literatuur beschreven, maar de publicaties spreken elkaar ook nog tegen, zodat men zich afvraagt of dit mechanisme niet slechts louter theoretisch is.

Russell (1949) wijst in dit verband op twee publikaties, van respectievelijk Claisse en Levy (1897) en Loyal Davis (1924), waarin wordt gesteld dat diffuse hypertrophie van de plexus chorioideus van de laterale ventrikels hydrocephalus veroorzaakt. Russell wijst erop, dat Davis niets vermeldt over het microscopische beeld van de basale leptomeningen, zodat dus een chronische meningitis niet werd uitgesloten. Deze omissie is zeer belangrijk, omdat bij de anamnese een trauma capitis werd vastgesteld een paar dagen vóór het ontstaan van de symptomen.

Ook in de publikaties van Claisse en Levy wordt niets vermeld over de aan- of afwezigheid van meningeale aandoeningen, zodat Russell van mening is dat de oorzaak van de hydrocephalus in deze gevallen evenmin bewezen is.

Matson (1953) beschreef een kind met hydrocephalus, dat een papilloom van de plexus chorioideus bleek te hebben. Na verwijdering van het papilloom verdween ook de hydrocephalus. Matson beschouwt het verdwijnen van de hydrocephalus na extirpatie van de plexustumor als een bewijs voor het oorzakelijk verband tussen tumor en hydrocephalus. Matson heeft echter niet aangetoond, dat er geen obstructie aanwezig was.

In zijn proefschrift schrijft van Hoytema (1956): 'Ook hier weer is het belangrijkste punt, dat bewezen werd bij deze patiënt, dat er geen obstructie of resorptiestoornis aanwezig is in het gehele ventrikelsysteem. Hoever het echter staat met het distale resorptie-apparaat, is in geen van deze gevallen vast te stellen.' Op grond van het bovenstaande twijfelt van Hoytema dan ook aan het oorzakelijk verband tussen een tumor van de plexus chorioideus en hydrocephalus.

Ook in het proefschrift van de Lange (1965) is een patiëntje beschreven met hydrocephalus, waar bij operatie een pruimgroot plexuspapilloom gevonden werd. De Lange is van mening, dat een aetiologisch verband tussen het plexuspapilloom en de hydrocephalus pas bewezen kan worden geacht, als bij een dergelijke patiënt histologisch een intact resorptie-apparaat is aangetoond. In de literatuur blijkt nergens, dat dit onderzoek inderdaad heeft plaatsgevonden.

Marie e.a. (1955), Millen e.a. (1958) en Jennekens e.a. (1966) zijn van mening, dat zowel een tekort als een teveel aan vitamine A zou kunnen leiden tot een verhoogde druk van de liquor cerebrospinalis. Zij sluiten niet uit, dat een verhoogde produktie van de liquor hieraan ten grondslag zou kunnen liggen.

Men kan concluderen dat in de literatuur bijzonder weinig en slechts zwakke argumenten gevonden kunnen worden, die ervoor pleiten dat overproduktie van liquor cerebrospinalis een oorzaak is van hydrocephalus.

#### 1.2.2 STCORNISSEN IN DE RESORPTIE VAN LIQUOR CEREBROSPINALIS

De resorptie van de liquor door de villi arachnoïdeales kan worden gestoord door verhoging van de intracraniale veneuze druk. Deze drukverhoging kan het gevolg zijn van afsluiting van de veneuze intracraniale afvoerwegen door een tumor of door stuwing in de intracraniale venae zoals door compressie van de vena cava superior bij patiënten met een longtumor of aneurysma aortae (Brain e.a., 1969) of een thrombose in de vena cava (Hooper, 1961).

Een verhoogde intracraniale veneuze druk door een duraal arterioveneus aneurysma (Verbiest, 1951, 1951), kan ook hydrocephalus veroorzaken.

Het syndroom, dat in de Angelsaksische literatuur bekend staat onder de naam 'otitic hydrocephalus' gaat gepaard met otitis media of mastoïditis. Deze werd door Symonds toegeschreven aan een thrombose van de in de omgeving van het ontstekingsproces gelegen intracraniale veneuze sinussen. (Symonds, 1931, 1937). Later stelde Foley (1955), dat in vele van deze gevallen de ventrikels niet vergroot zijn zodat hiervoor de naam hydrocephalus niet toepasselijk is.

In de serie van Shaw (1962) worden vijftien gevallen beschreven als 'otitic hydrocephalus'. In geen van deze gevallen kon een sinus thrombose worden aangetoond.

De resorptie van de villi kan worden gestoord door obliteratie ten gevolge van ontstekingsprocessen zoals bijvoorbeeld door meningitis (Brain en Walton, 1969) of na subarachnoïdale bloeding. Deze resorptiestoornissen komen ook voor na contusio cerebri.

### 1.2.3 OBSTRUCTIE VAN DE CIRCULATIE VAN DE LIQUOR CEREBROSPINALIS

De meest voorkomende oorzaak van hydrocephalus is een obstructie ergens in het circulatiesysteem van de liquor cerebrospinalis. Een dergelijke obstructie veroorzaakt een dilatatie van de liquorruimten, die proximaal van deze obstructie zijn gelegen.

De hydrocephalus is niet-communiceerend als door de obstructie de stroom van de liquor cerebrospinalis zo wordt geblokkeerd, dat het ventrikelsysteem niet kan communiceren met de subarachnoïdeale ruimten. Zo ontstaat de niet-communiceerende hydrocephalus, wanneer de obstructie is gelegen in het ventrikelsysteem. In het algemeen wordt de niet-communiceerende hydrocephalus veroorzaakt door ruimte-innemende processen of congenitale afwijkingen, die een afsluiting of obstructie veroorzaken op nauwe plaatsen van het ventrikelsysteem, te weten de foramina van Monro, de aquaeduct van Sylvius of de foramina van Luschka en Magendie in de vierde ventrikel. Zo kan de aquaeduct van Sylvius geobstrueerd raken door een tumor, afkomstig van de wand van de derde ventrikel, het mesencephalon of de glandula pinealis. Ook ontwikkelingsstoornissen van het centrale zenuwstelsel kunnen tot een obstructie van de aquaeduct van Sylvius leiden. Stenose van de aquaeduct van Sylvius is één van de meest voorkomende oorzaken van hydrocephalus bij kinderen. Men tast in het duister omtrent de oorzaak. Recente onderzoeken van Johnson e.a. (1967) hebben aangetoond, dat men een aquaeduct stenose met hydrocephalus kan doen ontstaan bij zeer jonge hamsters door deze intracerebraal te inoculeren met het bofvirus.

Als de obstructie gelegen is in de liquorwegen buiten het ventrikelsysteem, zodat dit nog in verbinding blijft met de subarachnoïdeale ruimten, dan wordt de hydrocephalus communiceerend genoemd. De extraventriculair gelegen belemmering van de liquorcirculatie bij communiceerende hydrocephalus is gelegen in de arachnoïdeale ruimte of in de arachnoïdeale villi.

Van de vele oorzaken van communiceerende hydrocephalus zijn de subarachnoïdeale bloeding en bloedingen bij contusio cerebri wel de belangrijkste. Als gevolg van deze bloedingen ontstaan adhaesies en fibrose van de leptomeningen, waardoor een obstructie van de liquorstroom naar de parasagittale\* regio ontstaat.

\* Het woord parasagittaal kan dubbelzinnig opgevat worden. Indien parasagittaal wordt geduid als vlak van doorsnede is het gebruik van het woord parasagittale regio onjuist. Het woord parasagittaal wordt hier echter in een andere betekenis gebruikt, namelijk ten aanzien van de ligging ten opzichte van de sinus sagittalis superior.

### 1.3 Classificatie van hydrocephalus

Men vindt in de literatuur vele indelingen. Sinds men zich met de hydrocephalus bezig houdt, is veel over de indeling gediscussieerd en geschreven. In het proefschrift van van Hoytema (1956) en dat van de Lange (1965) wordt hiervan een overzicht gegeven.

Dandy (1914) bezigt de volgende nomenclatuur:

- a hydrocephalus *communicans*;
- b hydrocephalus *obstructivus*;
- c hydrocephalus *hypersecretorius*;
- d hydrocephalus *male resorptivus*;
- e hydrocephalus *congenitus*;
- f hydrocephalus *acquisitus*.

Deze naamgevingen lenen zich niet voor een zinvolle alomvattende classificatie. De hydrocephalus *male resorptivus* bijvoorbeeld is in feite ook een hydrocephalus *communicans* en bovendien is de resorptiestoornis wel het gevolg van een plaatselijke obstructie.

Lazorthes (1954) verdeelt de hydrocephalus in:

- a functionele hydrocephalus door:
  - te grote productie
  - gestoorde resorptie
- b obstructieve hydrocephalus door:
  - ventriculaire blokkade
  - cisternale blokkade
- c passieve hydrocephalus door:
  - cerebrale atrophie.

Het bezwaar van deze indeling is dat bij de categorie functionele hydrocephalus wel degelijk een anatomisch substraat aanwezig is en dat obstructieve hydrocephalus tot stoornissen in de functie van de liquor leidt.

De Lange (1965) verdeelt de patiënten met de progressieve hydrocephalus in drie categorieën, waarvan de belangrijkste hoofdpunten zijn:

- a patiënten, die een normaal productie- en resorptie-apparaat bezitten, maar bij wie door een of ander proces een blokkering van de liquorafvoerwegen is ontstaan;
- b patiënten, die weliswaar een normaal productie-apparaat hebben, maar wier hersenconvexiteit geen of onvoldoende resorptieve mogelijkheden bezit;

- c patiënten, bij wie een te grote hoeveelheid liquor wordt geproduceerd, welke het normale resorptie-apparaat niet kan verwerken.

Gilday (1976) maakt een indeling naar de plaats van de obstructie als volgt:

- a intra-ventriculaire obstructieve hydrocephalus:
- laterale ventrikel
  - foramen van Monro
  - derde ventrikel
  - aquaeduct van Sylvius
  - vierde ventrikel
- b extra-ventriculaire obstructieve hydrocephalus:
- cerebellaire subarachnoïdeale ruimte
  - hiatus tentorii
  - cerebrale subarachnoïdeale ruimte
  - granulaties van Pacchioni
- } plaats van obstructie
- } plaats van obstructie

Hoewel hij de hydrocephalus ex vacuo verderop in zijn artikel wel noemt, heeft hij deze niet in de indeling opgenomen.

Het is duidelijk, dat de onder a. beschreven vormen van hydrocephalus alle behoren tot het type van de niet-communiserende hydrocephalus en de onder b. beschreven vormen tot de groep van de communiserende hydrocephalus.

James e.a. (1972) suggereren een indeling van hydrocephalus, gebaseerd op radionuclide cisternographische beelden:

- a obstructieve niet-communiserende hydrocephalus;
- b obstructieve communiserende hydrocephalus:
- duidelijk obstructief;
  - occult obstructieve ('normal-pressure' of 'malabsorptive') hydrocephalus;
- c primaire atrophische (ex vacuo) communiserende hydrocephalus:
- gegeneraliseerd
  - gelokaliseerd.

Van morfologisch standpunt bezien noemt men een hydrocephalus gecompenseerd of 'arrested' als de vergroting van het ventrikelsysteem geen progressie meer toont. Men neemt aan, dat de liquordruk normaal is beneden een liquordruk van 20 cm. Men neemt aan, dat een evenwicht wordt bereikt tussen productie en resorptie van de liquor cerebrospinalis. Vaak ziet men bij deze toestand af van het verrichten van een luchtencephalographie, daar men vreest hiermede het reeds bestaand evenwicht te verstoren.

Volgens Alker e.a. (1972) kan men de diagnose gecompenseerde hydrocephalus stellen, indien op het isotopen-cisternogram, het radioactieve materiaal geheel of grotendeels in de cerebrale ventrikels komt en hier ook geresorbeerd wordt.

De term 'arrested' hydrocephalus betekent niet, dat de oorspronkelijke oorzaak van hydrocephalus verdwenen is. Het geeft alleen aan, dat geen duidelijke progressieve verwijding van het ventrikelsysteem aantoonbaar is, terwijl de liquordruk zich binnen normale grenzen bevindt.

De door ons in dit proefschrift gevolgde indeling is een modificatie van de indeling volgens James e.a. (1972). Deze classificatie is weergegeven in hoofdstuk 9.

#### 1.4 Pathologisch-anatomische aspecten

Indien de obstructie zich in de aquaeduct van Sylvius bevindt, ontstaat de verwijding in de zijventrikels en de derde ventrikel. Bij een meer caudaal gelegen obstructie raakt ook de vierde ventrikel verwijdt. Verwijding van de ventrikels gaat ten koste van de cerebrale massa. De verwijding van de ventrikels heeft niet alleen een effect op het hersenweefsel, maar de druk wordt ook voortgeleid naar het schedelskelet, dat daardoor dunner kan worden, vooral op die plaatsen, waar het de cerebrale gyri bedekt. Wijken van de schedelnaden wordt waargenomen, als de hydrocephalus op zeer jonge leeftijd ontstaat.

Laurence (1959) verrichtte een onderzoek naar de oorzaak van hydrocephalus bij 100 geobduceerde patiënten. In 50% der gevallen kon hij uitsluitend een ontstekingsreactie van de liquorruimten als oorzaak aantonen; bij 4% bleek een tumor de oorzaak van de hydrocephalus te zijn. In de overige 46% der gevallen werd een malformatie gepaard gaande met infectie of trauma als oorzaak gevonden. Slechts bij 14% van deze laatste categorie ging de malformatie niet gepaard met een infectie of een trauma.

In 82% van dit obductiemateriaal vond Laurence dus een ontstekingsreactie als oorzaak of een der oorzaken van de hydrocephalus.

#### 1.5 Literatuur

ALKER JR., G.J., GLASAUER, F.E., LESLIE VAN, E:

Isotope cisternography and ventriculography in hydrocephalus of children.

Bron: J.C. Harbert (ed.) 'Cisternography and hydrocephalus, A symposium'. Springfield, Thomas 385-396, 1972.

- BELL, W.E., Mc. CORMICK, W.F.:  
Increased intracranial pressure in children, Vol. VIII, Chapter eight. Hydrocephalus, 1972.
- BOWSHER, D.:  
Cerebrospinal fluid dynamics in health and diseases.  
Springfield III, Thomas, Ch.C., 1960.
- BRAIN, W.R., WALTON, J.N.:  
Brain's diseases of the nervous system. Seventh edition, 204, 1969.  
London, Oxford University Press.  
New York, Toronto.
- BRIERLEY, J.B., and FIELD, E.J.:  
The Connexions of the spinal sub-arachnoid space with the lymphatic system, J. Anat., 82 : 153-166, 1948.
- FOLEY, J.:  
Benign forms of intracranial hypertension in 'toxic' and 'otitic' hydrocephalus. Brain 78: 1, 1955.
- GILDAY, D.L.:  
Pediatric neuronuclear medicine.  
Harwood-Nash e.a. (Ed.): Neuroradiology in infants and children.  
Vol. 2. The C.V. Mosby Company. Saint Louis, 1976.
- HARWOOD - NASH, D.C., FITZ, CH.R.:  
Neuroradiology in infants and children, Vol. II.  
The C.V. Mosby Company, Saint Louis, 1976.
- HOOPER, R.:  
Hydrocephalus and obstruction of the superior vena cava in infancy.  
Pediatr. 28: 792-799, 1961.
- HOYTEMA, VAN G.J.:  
Hydrocephalus.  
Proefschrift Amsterdam, 1956.
- JAMES JR., A.E., NEW, P.F.J., HEINZ, R., HODGER III, F.J., DELAND, F.H.:  
A cisternographic classification of hydrocephalus.  
Am. J. of Roentgen. 115, 1: 39-49, 1972.
- JENNEKENS, F.G., VEELEN VAN, C.W.M.:  
Hypervitaminose A.  
La presse medicale, 74: 2925-2928, 1966.
- JOHNSON, R.T., JOHNSON, K.P., EDMONDS, C.J.:  
Virus-induced hydrocephalus: development of aqueductal stenosis in hamsters after mumps infection. Science, 157: 1066, 1967.
- LANGE, S.A.:  
Operatieve behandeling van hydrocephalus.  
Proefschrift, Amsterdam, 1965.

LAURENCE, K.M.:

The pathology of hydrocephalus.  
Ann. Roy. Coll. Surg. Engl. 24: 388, 1959.

MARIE, J., SEE, G., SAUVANT, R.,:  
Hypervitaminose A aiguë du nourisson.  
Ann Péd., 31: 251, 1955.

MATSON, D.D.:

Hydrocephalus in a premature infant caused by papilloma of the choroid plexus.  
Journ. of Neuros. 10: 416-420, 1953.

MILLEN, J.W., WOOLLAM, D.H.M.:

Vitamins and the cerebrospinal fluid  
Ciba foundation symposium on the cerebrospinal fluid, 168, London, 1958.

POLLAY, M., WELCH, K.:

The function and structure of canine arachnoid villi.  
J. Surg. Res., 2,: 307-311, 1962.

RAIMONDI, A.J.:

Pediatric neuroradiology, 1972.  
W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto.

RUSSELL, D.S.:

Observations on the pathology of hydrocephalus.  
Medical Research Council, no. 265.  
London, His Majesty's Stationery office, 1949.

SHAW, J.F.:

Hydrocephalus in adults secondary to venous sinus thrombosis.  
Development Med. A. Child. Neurol. 4: 279, 1962.

SYMONDS, C.P.:

Otitic hydrocephalus.  
Brain 54: 55-71, 1931.

SYMONDS C.P.:

Hydrocephalic and focal cerebral symptoms in relation to thrombophlebitis of the dural sinuses and cerebral veins.  
Brain 60: 531-550, 1937.

VERBIEST, H.:

Het intradurale arterioveneuze aneurysma.  
Ned. Tijdschr. v. Gen. 95: 1872-1881, 1951.

VERBIEST, H.:

L'anevrisme artérioveineux intradural.  
Revue Neurol. 85: 189-199, 1951.



## 2 De Röntgendiagnostiek van hydrocephalus

### 2.1 Niet invasief röntgenonderzoek

#### 2.1.1 OVERZICHTS-SCHEDELOPNAME

Door bestudering van schedelopnames, in twee richtingen vervaardigd, kan men vaak informatie verkrijgen betreffende de hydrocephalus. De vorm en grootte van de schedel, de dikte van het schedeldak en van de schedelbasis en de breedte van de schedelnaden kunnen de mate van hydrocephalus weerspiegelen.

De elastische kinderschedel neemt nauwkeurig de vorm aan van de schedelinhoud. Wanneer men zich realiseert, welke kracht uitgaat van een hydrocephalus, dan kan men gemakkelijk de veranderingen van het schedeldak verklaren.

Algemene veranderingen van de schedel.

Tot de algemene veranderingen van de schedel ten gevolge van een geheel of gedeeltelijke vergroting van het ventrikelsysteem behoort de vaak sterke expansie van de schedel. De conclusie, dat een schedel al dan niet vergroot is, is in het algemeen voor de ervaren radioloog niet moeilijk. De uiteindelijke vorm van de hydrocephale schedel is sterk afhankelijk van de leeftijd, waarop de afwijkingen zijn ontstaan. Bij pasgeborenen zijn de schedelnaden nog niet goed gesloten, is het schedeldak dun en de schedelbasis relatief klein. Bij deze kinderen ontstaat een ei-vormige vergroting van het hoofd met een typisch prominierend voorhoofd. Bij oudere kinderen zijn de schedelnaden beter gevormd en ontstaat een min of meer kubusachtige schedelvorm.

Onder normale omstandigheden zijn de schedelnaden bij de geboorte breed en glad. Zij vernauwen zich gedurende het eerste levensjaar tot spleten variërend tussen 0,5 en 2 mm. Verbening van de schedelnaden begint pas veel later, als de groei van de schedel is voltooid. Bij een hydrocephalus kunnen nog niet verbeende schedelnaden pathologisch gaan wijken, zodat spleten ontstaan, die soms zo breed zijn dat men er de vinger in kan leggen. De röntgenfoto toont de duidelijkste afwijkingen in het gebied, waar zich vroeger de grote fontanel bevond. Het schedeldak zelf toont vaak zogenaamde impressies, die wel eens met geslagen koper zijn vergeleken en

'impressiones digitatae' worden genoemd. Anderen spreken wel van een 'wolkig' beeld als uiting van een drukschedel. Helaas zijn vroege vormen hiervan moeilijk te beoordelen, omdat ook de normale hersenschedel tot aan het einde der puberteit een wolkig aspect kan tonen en de grens tussen normale en abnormale wolkigheid niet scherp aan te geven is.

De reactie van de schedelnaden op verhoogde intracraniale druk hangt niet alleen af van de leeftijd, waarop de verhoogde druk manifest wordt, maar ook van de snelheid waarmee de drukverhoging zich ontwikkelt en de duur van deze drukverhoging (Gooding, 1971).

Bij jonge kinderen reageert de schedelnaad met een diastase, maar tegelijkertijd wordt aan de randen membraneus nieuw bot gevormd (Gooding, 1971). Indien de drukverhoging zich langzaam ontwikkelt, krijgt het bot de gelegenheid aan de randen te groeien, waardoor in sommige gevallen het wijken van de schedelnaden minder duidelijk wordt.

#### Configuratie van de sella turcica

Bij volwassenen met een verhoogde intracraniale druk ziet men meestal reeds in een vroeg stadium veranderingen van de sella ontstaan. In die gevallen worden het dorsum en de bodem van de sella kalkarm. Het dorsum wordt kleiner en de bodem bolt uit naar beneden toe. Een dergelijke kalkarme, vergrote sella noemt men wel een 'druk-sella'. Dat wij bij kinderen geen of nauwelijks veranderingen aan de sella waarnemen, is het gevolg van het wijken der schedelnaden, dat het effect heeft van een veiligheidsklep.

### 2.1.2 COMPUTER TOMOGRAPHIE

Computerised axial tomography, CAT-scanning, CT-scanning zijn veel gebruikte synoniemen. Met deze recent geïntroduceerde röntgentechniek krijgt men een goede indruk van de grootte en de configuratie van de ventrikels. Behalve over het ventrikelsysteem verschaft deze methode ook informatie omtrent de cerebrale structuren. Gemakkelijk komt men wanverhoudingen tussen vorm en grootte der ventrikels onderling op het spoor. Verwijde zijventrikels en derde ventrikel kunnen bijvoorbeeld wijzen op een obstructie in of nabij de aquaeduct van Sylvius. Vergroting van de ventrikels en van de cisternen (voor het bestuderen van laatstgenoemde afwijking kan intrathecaal inspuiten van positief contrast nuttig zijn) wijzen op een communicerende hydrocephalus. Met de CT-procedure kunnen vele intracraniale processen worden opgespoord, zoals bijvoorbeeld tumoren, hydrocephalus, cerebrale atrophie, infarcten, abscessen en bloedingen.

De beeldvorming met de CT-procedure is over het geheel genomen zo fraai, dat men vaak ook de oorzaak van de hydrocephalus op het spoor kan komen, zoals bijvoorbeeld een tumor. De CT-scanning is ook van belang bij de follow-up van patiënten, bij wie een ventriculo-atriale of ventriculo-peritoneale shunt is aangelegd.

Men kan hiermede het resultaat van het aanleggen van de shunt beoordelen op grond van veranderingen van de omvang van de ventrikels. Complicaties van deze shunt, zoals bijvoorbeeld subdurale haematomen, worden tevens in de CT scans duidelijk zichtbaar.

## 2.2 Invasief röntgenonderzoek

Een nauwkeurige indruk omtrent de grootte van het ventrikelsysteem en elk der ventrikels afzonderlijk en de plaats van een eventuele obstructie kan men verkrijgen door meer invasieve onderzoeken te verrichten, zoals ventriculographie en pneumo-encephalographie.

### 2.2.1 PNEUMO-ENCEPHALOGRAPHIE EN VENTRICULOGRAPHIE

De ventriculographie werd door Dandy in 1918 beschreven en de encephalographie in 1919. Onbekend met Dandy's publicaties beschreef Bingel in 1921 de encephalographie. De liquor cerebrospinalis wordt hierbij door lucht of een ander geschikt gas, bijvoorbeeld zuurstof, vervangen (Penning e.a., 1975). In de meeste gevallen wordt de lucht toegediend door middel van een lumbaalpunctie. Ook kan men de lucht inbrengen via een sub-occipitaalpunctie, terwijl bij zuigelingen het ventrikelsysteem wordt bereikt via de grote fontanel.

In geval van verhoogde intracraniale druk wordt ter voorkoming van inklemming, ventriculographie toegepast waarbij het gas rechtstreeks in de ventrikelruimte wordt gebracht via de fontanel bij kinderen of via van tevoren gemaakte boorgaten bij volwassenen. Als er geen aanwijzingen voor verhoogde intracraniale druk zijn, wordt de lucht via een lumbaalpunctie toegediend. Twijfelt men echter in dit opzicht, dan verdient ventriculographie de voorkeur boven pneumo-encephalographie. Op deze wijze is de kans op acute inklemming als gevolg van de diagnostische procedure geringer. Het is duidelijk, dat pneumo-encephalographie, waarbij immers ook de cisternen en de hersenconvexiteit worden afgebeeld, meer informatie verschaft dan de ventriculographie, waarbij primair het ventrikelsysteem in beeld wordt gebracht.

Het is evenwel mogelijk ventriculair ingebrachte lucht door middel van de door Ziedses des Plantes beschreven salto's naar de subarachnoideale ruimte te verplaatsen als er geen ventrikel afsluiting bestaat. De hoeveelheid lucht, die bij pneumo-encephalographie wordt ingebracht varieert in het algemeen van 30-60 cm<sup>3</sup> en is afhankelijk van de capaciteit van de ventrikels en cisternen.

Meer en meer wordt deze invasieve methode overbodig door de recente ontwikkeling van CT-scanning en radionuclide cisternographie (Han e.a. 1979).

## 2.3 Literatuur

DANDY, W.E.:

Ventriculography following the injection of air into the cerebral ventricles.  
Ann. Surg. 68: 5-11, 1918.

DANDY, W.E.:

Rontgenography of the brain after the injection of air into the spinal canal.  
Ann. Surg. 70: 397-403, 1919.

BINGEL, A.:

Zur Technik der intralumbalen Lufteinblasung insbesondere zum zwecke der 'Encephalographie'.  
Deutsche, Med. Wchnschr. 47: 1492, 1921.

BINGEL, A.:

Enzephalographie, eine Methode zur röntgengraphischen Darstellung des Gehirns.  
Fortschr. a.d. Geb. des Röntgen.  
28:205-217. 1921-1922.

GOODING, CH.A.:

Cranial sutures and fontanelles.  
In: Radiology of the skull and brain. The skull. Ed. Newton e.a.  
Vol.1. book 1.: 216-237, 1971.

GOODING, CH.A.:

Size and Shape.  
In: Radiology of the skull and brain. The skull. Ed. Newton e.a.  
Vol.1. book 1.: 141-153, 1971.

HAN, H.S., SCHULTE, B.P.M.:

Vergelijking van scintiscisternographie en craniale computertomographie met betrekking tot diagnostiek en therapie van hydrocephalus.  
Nucl. Geneesk. Bull. 1 (2), 39-44, 1979.

PENNING, L., VOORTHUISEN VAN, A.E.:

Neuroradiologie: Ned. Leerb. der radiodiagnostiek.  
Voorthuisen (red.), 1975.

### 3 Onderzoek met radionucliden

#### 3.1 Radioangiographie (hersencirculatiestudie met radionucliden)

Het dynamisch hersenonderzoek met behulp van radioactieve isotopen is van grote waarde gebleken bij de differentiaal diagnostiek van cerebrovasculaire aandoeningen en tumoren.

Volgens de methode van Oldendorf e.a. (1965) wordt de circulatie in een arm geblokkeerd door een stuwband, waarna een bolus van 15 mCi (555 MBq) pertechnetaat intraveneus in de vena cubiti wordt ingespoten. Onmiddellijk na de injectie van het radiopharmacon wordt de band losgemaakt, zodat de opgewekte reactieve hyperaemie de tracer als een bolus naar het rechter hart stuwt.

Er wordt gedurende 1 minuut een serie scintiphoto's gemaakt met een belichtingstijd van drie seconden per opname. Men ziet de beide carotiden opkomen, wanneer de radioactiviteit bilateraal in de hals naar het hoofd stijgt. De beide arteriae cerebri mediae worden het duidelijkst afgebeeld en zijn ieder zichtbaar als een naar de basis breder wordende sikkel. De capillaire fase wordt afgebeeld als een diffuse verdeling van de activiteit over de beide hemisferen. Zodra de sinus sagittalis superior en de sinus transversus zich afbeelden, dan is de veneuze fase bereikt. Bij de beoordeling van de cerebrale radioangiographie vergelijkt men de structuren links en rechts. In het Oncologisch Instituut te Tilburg wordt als routine de occipitale opname gemaakt. Afhankelijk van de localisatie van de aandoening kan ook een frontale of een laterale opname worden gemaakt. Met de occipitale en frontale opnamen kan men het best de doorgankelijkheid van de beide carotiden beoordelen.

Bij hydrocephalus ziet men de arteriae cerebri mediae niet als de boven beschreven sikkelvormige structuur, maar afgeplat en meer naar lateraal verplaatst (fig. 1a en 1b).

De statische scintiphotographie levert betreffende een eventuele hydrocephalus geen gegevens op.

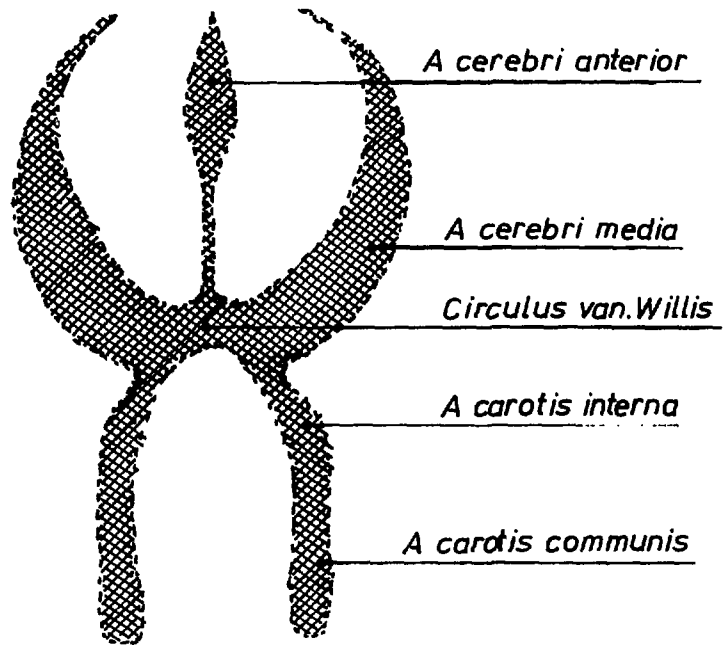


fig. 1A Het normale dynamische herscintigram

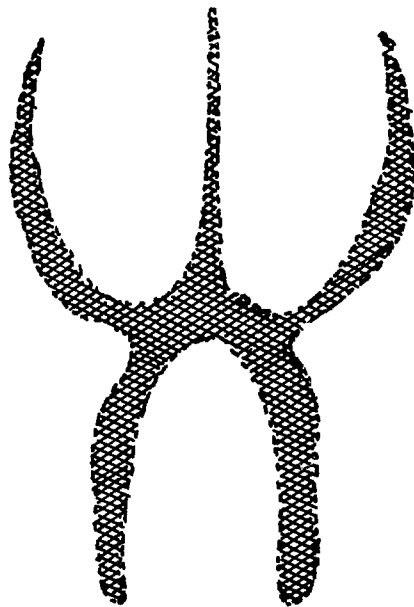


fig. 1B Het dynamische herscintigram bij hydrocephalus

## 3.2 Radionuclide cisternographie

### 3.2.1 LITERATUUROVERZICHT

De radionuclide cisternographie is een eenvoudige methode om de cerebrospinale ruimten te onderzoeken. In principe is radionuclide cisternographie een dynamisch onderzoek; men beoordeelt immers de snelheid van de verplaatsing en de verdeling van het ingespoten radiopharmakon. De ontwikkeling van geschikte radioactieve verbindingen heeft ertoe geleid, dat de studie van het liquorsysteem thans in de fysiologische toestand kan plaats vinden. Daardoor is er veel nieuwe informatie verkregen. Bij het gebruik van isotopen blijft de liquorruimte intact en bovendien geven de gebruikte verbindingen geen irritaties.

Rieselbach e.a. (1962) gebruikten een scintillatiecamera om de subarachnoïdale verdeling van de intrathecaal ingespoten tracers te onderzoeken. Bij acht patiënten werd door hen radioactief goud ( $^{198}\text{Au}$ ) intrathecaal toegediend. Bij deze experimenten kwamen de auteurs onder de indruk van het constante beeld van de endocraniale verdeling van de radioactiviteit. De genoemde onderzoekers meldden ook, dat de positie van de patiënt geen invloed had op de opwaartse stroom van de radioactiviteit. Wel bleek het ingespoten volume van de injectievloeistof van invloed te zijn op de snelheid van verplaatsing van het radionuclide. Bij deze experimenten bleek de verplaatsing van de radioactiviteit in de richting van de basale cisternen sneller, naarmate het intralumbaal geïnjecteerde volume groter was.

De groep van Di Chiro, (1964, 1965, 1965; Di Chiro e.a., 1964; Di Chiro e.a., 1964) heeft later bij neurologische patiënten een ander radiopharmakon gebruikt, namelijk het RIHSA (met  $^{131}\text{Jodium}$  gemerkt menselijk serumalbumine). Dit radiopharmakon kan intralumbaal of intraventriculair worden toegediend. In het laatste geval spreekt men van radionuclide ventriculographie. De onderzoekingen van Di Chiro tonen aan dat een belangrijk gedeelte van de liquor in de richting van de granulationes arachnoïdales stroomt en bevestigen hiermede de hypothese van Key en Retzius-Weed (Weed, 1914), dat de resorptie van de liquor grotendeels plaats vindt in de granulationes arachnoïdales (Pacchioni).

Verder toonden Di Chiro e.a. aan, dat de verspreiding van de activiteit bij kinderen sneller geschiedt dan bij volwassenen (Di Chiro, 1966).

Di Chiro wees er met nadruk op, dat de stroom van het radiopharmakon in de cerebrospinale ruimten niet wordt beïnvloed door bewegingen of door de stand van de patiënt. Zijn groep vond bij patiënten, die na de lumbaalpunctie wat hadden rondgelopen, hetzelfde verdelingspatroon van

radioactiviteit als bij patiënten, die in aansluiting aan de lumbaalpunctie in lichte Trendelburghouding waren verpleegd.

Deze groep diende bij drie patiënten  $^{99m}\text{Tc}$  intralumbaal toe in de vorm van pertechnetaat. De radioactiviteit steeg in dit geval niet naar de schedelholte, maar bleek uit het lumbale gebied direct in het bloed te worden opgenomen.

Radionuclide cisternographie geeft informatie omtrent de stroom en de resorptie van de liquor en verschaft op veilige wijze belangrijke informatie bij aangeboren of verkregen neurologische afwijkingen, zowel bij kinderen als bij volwassenen. Door de technische vooruitgang en door de ontwikkeling van nieuwe radiopharmaca verbeterde in de loop der jaren de kwaliteit van de verkregen beelden aanzienlijk. Steeds meer anatomische details werden zichtbaar.

Röntgendiagnostische onderzoeken, zoals computer tomographie pneumo-encephalographie en arteriographie geven weliswaar betere morphologische beelden, de radionuclide cisternographie verschaft echter belangrijke informatie omtrent de dynamiek van de liquorstroom. Het grote belang van de radionuclide cisternographie is dan ook hierin gelegen. Onder normale omstandigheden kunnen bij dit onderzoek de radioactieve tracers alle plaatsen van het centrale zenuwstelsel bereiken, waar zich liquor bevindt, behalve het ventrikelsysteem. Dit laatste geldt niet voor de lucht, die bij de pneumo-encephalographie wordt ingebracht.

Met de computer tomographie kan men op niet-belastende wijze cerebrale atrophie, chronische subdurale haematomen en tumoren aantonen. Computer tomographie geeft echter weinig of geen informatie omtrent de mate van obstructie en de mate, waarin de liquor wordt geresorbeerd (Harbert e.a., 1977).

Het probleem van de interpretatie werd bestudeerd met eigen cisternographische beelden. Voor de toetsing van de interpretaties werd gebruik gemaakt van klinische bevindingen - hierbij vooral ook de epicrise en eventuele neurochirurgische bevindingen - en röntgenonderzoek zoals computer tomographie, luchtencephalographie, arteriographie, etc.

Wat de keuze van het beste radiopharmacon betreft werden  $^{131}\text{I}$ -RIHSA (radio-iodinated human serum albumin) en  $^{111}\text{In}$ -DTPA (diethylenetriaminepenta-acetic acid) met elkaar vergeleken (zie hoofdstuk 8).

Bij het beoordelen van een cisternogram dient men te letten op:



- 1 het circuleren van de liquor door de subarachnoïdeale ruimten;
- 2 de resorptie van de liquor uit de arachnoïdeale ruimte in het parasagittale gebied;
- 3 eventuele aanwezigheid van radioactiviteit in het ventrikelsysteem. Dit is pathologisch, want het wijst op een verandering van de stroomrichting van de liquor;
- 4 andere afwijkingen in de stroom van de liquor, zich uitend in lokale activiteitsophopingen in de verwijde liquorruimten of gebieden die duidelijk minder activiteit opstapelen. Deze stroomafwijkingen zijn meestal het gevolg van een circulatiebelemmering.

### 3.2.2 RADIOPHARMACA

In de loop der jaren zijn verscheidene radioactieve tracers gebruikt bij de bestudering van de liquorruimten.

Rieselbach e.a. (1962) waren de eersten, die een afbeelding verkregen van de liquorruimten met behulp van een rectilineaire scanner. Voor hun onderzoek gebruikten zij  $^{198}\text{Au}$ -colloid, dat zij bij een aap in de lumbale subarachnoïdeale ruimte spoten. Door hun onderzoekingen konden zij bevestigen, dat een vast patroon van de verdeling van het colloïdale materiaal werd verkregen, onafhankelijk van de houding van het proefdier. Hetzelfde onderzoek deden zij met Bengaals rood, gemerkt met  $^{131}\text{Jodium}$ . Zij zagen, dat de verkregen beelden identiek waren aan de beelden, die zij met het colloïdale goud hadden verkregen.

James e.a. (1974) gaven een opsomming van de eisen, die men moet stellen aan het ideale radiopharmacon ten behoeve van de cisternographie:

- 1 het radiopharmacon moet een getrouwe afbeelding van de liquorcirculatie mogelijk maken, zoals bijvoorbeeld menselijk serumalbumine, gemerkt met radioactief  $^{131}\text{Jodium}$  of  $^{99\text{m}}\text{Technetium}$ ;
- 2 het radiopharmacon mag geen ongewenste werking hebben en het mag noch de produktie, noch de resorptie van de liquor cerebros spinalis beïnvloeden;
- 3 de fotonenenergie van het gebruikte isotoop moet geschikt zijn voor de apparatuur, die ons ter beschikking staat; het meest geschikt is een energie tussen 120 en 200 KeV;
- 4 de effectieve halveringstijd van het radiopharmacon moet voldoende kort zijn om de stralenbelasting van de patiënt binnen acceptabele grenzen te houden.

Uit het experiment en de klinische empirie zou volgens James e.a. blijken, dat de ideale effectieve halveringstijd gelijk moet zijn aan 0,693 x de tijd, die nodig is voor het verrichten van het onderzoek. De auteur draagt voor deze bewering geen enkel argument aan.

Uit het bekende verband tussen vervalconstante en halveringstijd kan men echter veronderstellen dat James e.a. menen, dat voor dit onderzoek de ideale effectieve vervalconstante gelijk zal moeten zijn aan de reciproke van de voor het onderzoek benodigde tijd. Hoe gering het klinische nut van een dergelijke bewering is, blijkt uit het feit, dat een cisternographie, al naar de bevindingen, zowel na 24 uur, na 48 uur, als na 72 uur beëindigd kan worden en dat men vooraf de duur van het onderzoek niet kan voorspellen. Zelfs al had men de beschikking over verschillende radiopharmaca dan nog zou men voor het onderzoek niet in staat zijn het radiopharmacon met de voor deze patiënt het meest in aanmerking komende effectieve halveringstijd te kiezen;

- 5 het gebruikte radionuclide moet bij voorkeur alleen gammastralen uitzenden, daar beta-emissie de stralenbelasting van de patiënt verhoogt zonder bij te dragen tot de informatie.

De groep van Di Chiro (1964) was de eerste, die voor de cisternographie  $^{131}\text{J}$ odium gebonden aan menselijk serumalbumine (RIHSA) toepaste met een hoge specifieke activiteit en in een geringe eiwitconcentratie. Het met  $^{131}\text{J}$ odium gemerkte menselijk serum-albumine heeft als radiopharmacon voor de cisternographie de volgende eigenschappen:

- 1 het blijft gedurende het gehele onderzoek goed binnen de subarachnoïdeale ruimten zonder dat diffusie van enig belang optreedt;
- 2 het heeft geen merkbare invloed op de physiologie van de liquorcirculatie, omdat in kleine hoeveelheden gegeven geen merkbare meningeale reactie optreedt.

Tot op heden is RIHSA het meest voor dit doel gebruikte radiopharmacon. Omdat de term RIHSA geen specificatie geeft omtrent het gebruikte jodium isotoop verdient de benaming  $^{131}\text{I}$ -HSA de voorkeur. Het aantrekkelijke van  $^{131}\text{I}$ -HSA is de krachtige binding van het  $^{131}\text{J}$ odium aan het albumine, evenals het moleculair gewicht van ongeveer 70.000, dat een vrije diffusie op de plaats van de injectie of elders langs het oppervlak van de subarachnoïdeale ruimte voorkomt. Hier tegenover staat dat de ervaring met tracers met een lager moleculair gewicht leert, dat deze de liquorruimten gemakkelijk in verschillende gebieden verlaten (Howarth e.a., 1949, Sweet e.a., 1954).

Hochwald e.a. (1967) constateerden, dat het meeste  $^{131}\text{I}$ -HSA uit de liquor verdwijnt als gevolg van de resorptie in de villi arachnoïdeales.  $^{131}\text{I}$ -HSA is tegenwoordig commercieel verkrijgbaar in een oplossing met een geringe concentratie van albumine, namelijk 1% albumine in een steriele en pyrogeenvrije vorm. De specifieke activiteit bedraagt aan het einde van het productieproces minstens 500  $\mu\text{Ci}$  (18,5 MBq) per ml. oplossing.

Er zijn in de literatuur geen schadelijke reacties bekend bij gebruik van  $^{131}\text{I}$ -HSA met een dergelijk laag eiwitgehalte.

De groep van Detmer (1965) beschreef een aseptische meningitis na intrathecale toediening van een 6-procentige albumine-oplossing. Een dergelijk geval werd ook door Nicol (1967) beschreven.

Doordat de biologische halveringstijd vijf dagen bedraagt, kan het onderzoek zonodig met enkele dagen worden verlengd. Het  $^{131}\text{I}$ -HSA is te beschouwen als een gemerkte physiologische component van de liquor cerebrospinalis. Men mag dan ook verwachten, dat het de physiologie van het eiwittransport in de liquorstroom zal weerspiegelen.

$^{131}\text{J}$ odium heeft een halveringstijd van 8,3 dagen en de voornaamste gammakwant heeft een energie van 364 KeV. Deze energie is wel geschikt voor rectilineaire scanners, maar minder aantrekkelijk voor gammacamera's.  $^{131}\text{I}$ -HSA is ook nadelig door een relatief hoge stralenbelasting van het centrale zenuwstelsel. Dit beperkt de grootte van de toegediende dosis, waardoor de beeldkwaliteit vermindert.

Op de afdeling nucleaire geneeskunde van het Oncologisch Instituut Tilburg wordt  $^{131}\text{I}$ -HSA van hoge specifieke activiteit toegepast, namelijk 100  $\mu\text{Ci}$   $^{131}\text{J}$ odium (3,7 MBq) per 1 mg. albumine. De gebruikelijke dosis bedraagt 1,4  $\mu\text{Ci}$  (51,80 KBq) per kg. lichaamsgewicht met een maximale dosis van 100  $\mu\text{Ci}$ , zodat de maximale toelaatbare dosis van 4 mg albumine niet wordt overschreden.

De laatste tijd is ook het  $^{111}\text{In}$ -DTPA verkrijgbaar. Op grond van gemakkelijker verkrijgbaarheid wordt in de meeste laboratoria echter nog steeds het  $^{131}\text{I}$ -HSA gebruikt. Het bij ons onderzoek gebruikte  $^{111}\text{In}$ -DTPA is geleverd door de firma Byk-Mallinckrodt Cil B.V.

Het radio-isotoop  $^{111}\text{I}$ ndium (een cyclotronprodukt) benadert het ideaal vrij dicht: de fysieke halveringstijd bedraagt 2,8 dagen en het  $^{111}\text{I}$ ndium vervalt door electronenvangst tot cadmium. Dit verval gaat gepaard met een tweetal gamma-overgangen, namelijk één van 173 KeV voor 98% en één van 247 KeV voor 94%, die derhalve samen een photonenopbrengst van meer dan 180% geven.

Emissie van Auger-electronen vindt in te verwaarlozen mate plaats. Uiteraard kan bij gebruik van dergelijk kortlevende radio-isotopen de toegediende dosis worden verhoogd, zonder vergroting van de stralenbelasting van het centrale zenuwstelsel. Hoewel de verkregen beelden in eerste instantie van een betere kwaliteit zijn, lijken de opnamen na 24 uur soms minder duidelijk wegens de stijging van de achtergrondactiviteit, als gevolg van resorptie van de activiteit in het bloed. Men moet daarom vrezen, dat een dergelijke tracer met een lager moleculair gewicht (het moleculair gewicht

van DTPA bedraagt circa 600) ons geen getrouwe indruk geeft van de normale liquorstroom.

Di Chiro beschreef in 1973 dit verschil in circulatie tussen  $^{131}\text{I}$ -HSA en  $^{111}\text{In}$ -DTPA, maar komt tot de conclusie dat het niet van wezenlijk belang is in de dagelijkse kliniek.

Hosain e.a. (1972) toonden met behulp van dierproeven aan, dat het gedrag van het DTPA in de liquor gedurende de eerste 5 uren gelijk is aan dat van albumine.

De reeds eerder genoemde fysische eigenschappen van  $^{111}\text{In}$  maken het bijna ideaal voor radionuclide cisternographie.

Matin e.a. (1971) gaven gelijktijdig 0,5 mCi (18,5 MBq)  $^{111}\text{In}$ -transferrin-complex en 0,1 mCi (3,7 MBq)  $^{131}\text{I}$ -HSA, om de bruikbaarheid van dit nieuwe radiopharmakon voor cisternographie te toetsen. Bij de opnamen na 4 uur, 24 uur en 48 uur werd de spectrometer van de scintillatiecamera achtereenvolgens ingesteld op de 364 KeV  $^{131}\text{I}$  gammakwant en op de  $^{111}\text{In}$  gammakwanten (171 en 247 KeV). Op deze wijze kon men bevestigen, dat de verkregen stroompatronen van het  $^{111}\text{In}$ -transferrin-complex en het  $^{131}\text{I}$ -HSA identiek waren. Verder concludeerden zij, dat  $^{111}\text{In}$  door de gedetailleerde beeldvorming meer informatie geeft, hetgeen te danken is aan het feit, dat bij gebruik van  $^{111}\text{In}$  in een kortere tijd meer pulsen kunnen worden geregistreerd, waardoor ook de statistiek van de metingen verbeterde.

DeLand e.a. (1971) hadden al gevonden, dat bij gebruik van  $^{169}\text{Yb}$  ( $^{169}\text{Yb}$ )-DTPA dezelfde stroompatronen werden gevonden als bij gebruik van  $^{131}\text{I}$ -HSA en dat ook resorptie plaats vond in de parasagittale regio. Ook kwamen zij tot de slotsom, dat  $^{169}\text{Yb}$ -DTPA een betere resolutie van de anatomische details gaf. De effectieve halveringstijd in de subarachnoïdale ruimten bedraagt 10 tot 12 uur.

In hoofdstuk 8 wordt het vergelijkend onderzoek beschreven, dat bij 6 patiënten geschiedde na simultane toediening van  $^{131}\text{I}$ -HSA en  $^{111}\text{In}$ -DTPA.

### 3.2.3 STRALENBELASTING

Bij gebruik van 0,5 mCi (18,5 MBq)  $^{111}\text{In}$ -DTPA berekenden Goodwin e.a. (1973) een totale lichaamsbelasting van 0,039 rad (0,00039 Gy) waarvan 0,008 rad (0,00008 Gy) aan bèta- en 0,031 rad (0,00031 Gy) aan gammastraling is toe te schrijven.

De daarmee vergelijkbare totale lichaamsbelasting bij toepassing van 0,1 mCi (3,7 MBq)  $^{131}\text{I}$ -HSA, bedraagt 0,17 rad (0,0017 Gy) en van 0,5 mCi (18,5 MBq)  $^{169}\text{Yb}$ -DTPA 0,069 rad (0,00069 Gy).

Kushelevsky e.a. (1974) berekenden voor  $^{111}\text{In}$ Indium en  $^{169}\text{Yb}$ Ytterbium-DTPA ceteris paribus (gelijke activiteit en gelijke gammadosis) een electronendosis, die voor  $^{111}\text{In}$ Indium slechts circa 1/3 bedraagt van die voor  $^{169}\text{Yb}$ Ytterbium. Houdt men hierbij ook nog rekening met het grote verschil in fotonenopbrengst der beide nucliden, dan heeft men voor kwalitatief dezelfde beelden van  $^{111}\text{In}$ Indium slechts een kwart van de hoeveelheid  $^{169}\text{Yb}$ -DTPA nodig.

Door zijn geringe stralenbelasting is  $^{111}\text{In}$ -DTPA daarom geschikt voor gebruik in de paediatric.

Er is nog een andere reden, waarom men de voorkeur geeft aan  $^{111}\text{In}$ Indium boven  $^{169}\text{Yb}$ Ytterbium-DTPA, namelijk de niet geringe afvalproblemen, die in de laboratoria ontstaan bij het gebruik van  $^{169}\text{Yb}$ Ytterbium. Daar DTPA uitsluitend door de nieren wordt uitgescheiden, wordt de totale lichaamsbelasting bij nierinsufficiëntie aanzienlijk hoger (Spencer, 1977).

De patiënt behoeft voor een cisternographie niet voorbereid te worden. Wel doet men er verstandig aan bij gebruik van  $^{131}\text{I}$ -HSA gedurende drie dagen vóór het onderzoek en tijdens het onderzoek dagelijks tien druppels lugoloplossing per os toe te dienen om stapeling van het radioactief jodium in de schildklier tegen te gaan.

De stralenbelasting, berekend aan het oppervlak van een van de lumbale segmenten van het ruggemerg, bedraagt 7,24 rad per 100  $\mu\text{Ci}$  radioactief  $^{131}\text{I}$ Jodium (0,07 Gy per 3,7 MBq). Aangenomen wordt, dat dit nog juist binnen acceptabele grenzen ligt. De stralenbelasting bij een pneumoencephalographie of een cerebrale angiographie is groter dan die bij cisternographie (James e.a., 1974).

**Tabel I**

radio-pharmacon	dosis ( $\mu\text{Ci}$ )	T. eff. in liquor cerebrospinalis (uur)	stralenbelasting van het ruggemerg (rad)	stralenbelasting van het lichaam (rad)
$^{131}\text{I}$ -HSA	100	24	6 - 18	0,17
$^{169}\text{Yb}$ -DTPA	500	12	6 - 25	0,07
$^{111}\text{In}$ -DTPA	500	10	2	0,04

De getallen in tabel I zijn afkomstig van een persoonlijke mededeling van Harbert (1979). Zij zullen in een later stadium worden gepubliceerd.

### 3.2.4 DE LIQUORCIRCULATIE

Voorafgaande aan de bespreking van het pathologisch veranderde cisternogram wordt eerst in het kort ingegaan op de normale liquorcirculatie. Van de 120 - 160 ml liquor cerebrospinalis, die men bij volwassenen in de ventrikels en de subarachnoïdeale ruimten aantreft, bevindt zich 30-40 ml in het ventrikelsysteem. Men neemt aan, dat het grootste deel van deze liquor wordt geproduceerd door de plexus chorioïdei, die zich in het ventrikelsysteem bevinden.

Weed e.a. (1938) hebben veel onderzoek verricht betreffende de liquorcirculatie en de rol, die de villi arachnoïdeales daarbij spelen. De arachnoïdea is met de pia mater verbonden door de fragiele arachnoïdeale trabeculae.

Terwijl de pia mater de contouren van de hersenen, inclusief fossae, fissurae en sulci, nauwkeurig volgt, blijft de avasculaire arachnoïdea in het algemeen dicht bij de dura mater, waardoor de verschillende grote subarachnoïdeale ruimten ontstaan. Vooral ter plaatse van de schedelbasis en het tentorium wordt de arachnoïdea door betrekkelijk wijde ruimten van de pia mater gescheiden. Deze verwijdingen in de subarachnoïdeale ruimten noemt men cisternen. De grootste van deze cisternen is de cisterna cerebello-medullaris, ook wel cisterna magna genoemd. De cisterna interpeduncularis staat in verbinding met de cisterna chiasmatica, die rond het chiasma opticum is gelegen. De tussen de pons en clivus gelegen cisterna pontis staat naar caudaal in verbinding met de spinale subarachnoïdeale ruimte, naar dorsaal met de cisterna cerebello-medullaris, naar craniofrontaal met de cisterna interpeduncularis en naar lateraal met de cisterna Sylvii.

De cisterna van de vena magna Galeni, ook genoemd de cisterna quadrigeminalis, omvat de subarachnoïdeale ruimte tussen het splenium van het corpus callosum, de vermis van het cerebellum, de corpora quadrigemina en de mediale bovenrand van het tentorium (Liliequist, 1959).

Liliequist (1959) schreef: 'Er heerst veel verwarring rond de definitie van de cisterna ambiens. Deze ruimte werd oorspronkelijk door Key en Retzius beschreven als een gepaarde cisterna die cirkelvormig om de hersenstam heen loopt. De subarachnoïdeale ruimte boven de corpora quadrigemina werd door deze onderzoekers ook beschouwd als onderdeel van de cisterna ambiens. In latere publicaties maakt men onderscheid tussen de cisterna venae magnae Galeni, die boven de corpora quadrigemina ligt en de cisterna ambiens. Deze laatste, die de hersenstam lateraal omgeeft, beschouwt men als een uitloper van de eerstgenoemde cisterna (Robertson). Davidoff en Dyke verdelen de cisterna ambiens in tweeën: een bovenste ongepaard gedeelte, dat boven de corpora quadrigemina ligt en een onderste gepaard gedeelte, de cisterna intercommunicans, die bi lateraal gelegen, zich uitbreidt tussen de pedunculi cerebri en de mediale oppervlakten van de gyri hippocampi. De term cisterna ambiens wordt tenslotte vaak gebruikt voor de

twee halvemaanvormige structuren, die rondom de pulvinar thalami lopen en waarvan Goette voor het eerst aantoonde, dat zij binnen de fissura choroïdealis liggen.'

Met het woord liquorstroom wordt aangeduid de 'bulk flow'. Zoals reeds op pagina 20, 23, en 25 werd beschreven, worden radiopharmaca met klein moleculair gewicht zoals  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat, overal in de liquorruimte geresorbeerd. De verplaatsing van de grote moleculen naar de plaats van resorptie, in het parasagittale gebied, de 'bulk flow' is voor ons onderzoek belangrijk. De hiervolgend beschreven liquorstroom beantwoordt aan deze 'bulk flow'.

De liquor cerebrospinalis in de laterale ventrikels stroomt naar de derde ventrikel door het foramen Monroi (foramen interventriculare). Van hieruit arriveert de liquor via de aquaeductus Sylvii in de vierde ventrikel. Dan verlaat de liquor het ventrikelsysteem door de foramina van Luschka, die zich links en rechts lateraal in de vierde ventrikel bevinden en door het foramen van Magendie. De liquor komt vervolgens in de cisterna magna en de cisterna pontis. Er bestaan meningsverschillen over een mogelijke liquorstroom in de subarachnoïdeale spinale ruimten en de liquorresorptie in dit gebied, op welke details hier niet wordt ingegaan. De grote hoeveelheid liquor gaat via de langs de pons gelegen cisternae, vandaar gaat de liquor naar de cisterna interpeduncularis en de cisterna ambiens. De liquor bevindt zich nu boven het tentorium, waar vervolgens de cisternae suprasellares en quadrigemina worden gepasseerd. Op de laatstgenoemde plaatsen kunnen gemakkelijk obstructies optreden (fig. 2, 3 en 4).

Van de cisterna suprasellaris gaat de liquorstroom in drie richtingen:

- 1 voorwaarts naar de cisterna chiasmatica;
- 2 opwaarts naar de cisterna corporis callosi;
- 3 lateraalwaarts naar de cisterna Sylvii.

De liquor in de peri-cerebellaire subarachnoïdeale ruimte stroomt naar de cisterna quadrigemina en de cisterna ambiens en vandaar naar de cisterna corporis callosi. Tenslotte komt de liquor in de subarachnoïdeale ruimte van de convexiteit van de hemisferen om daar de arachnoïdeale villi te bereiken, waar de resorptie plaatsvindt in de durale sinus, voornamelijk in de sinus sagittalis superior (Warwick e.a., 1973; DeLand e.a., 1969; James e.a., 1970, 1976).

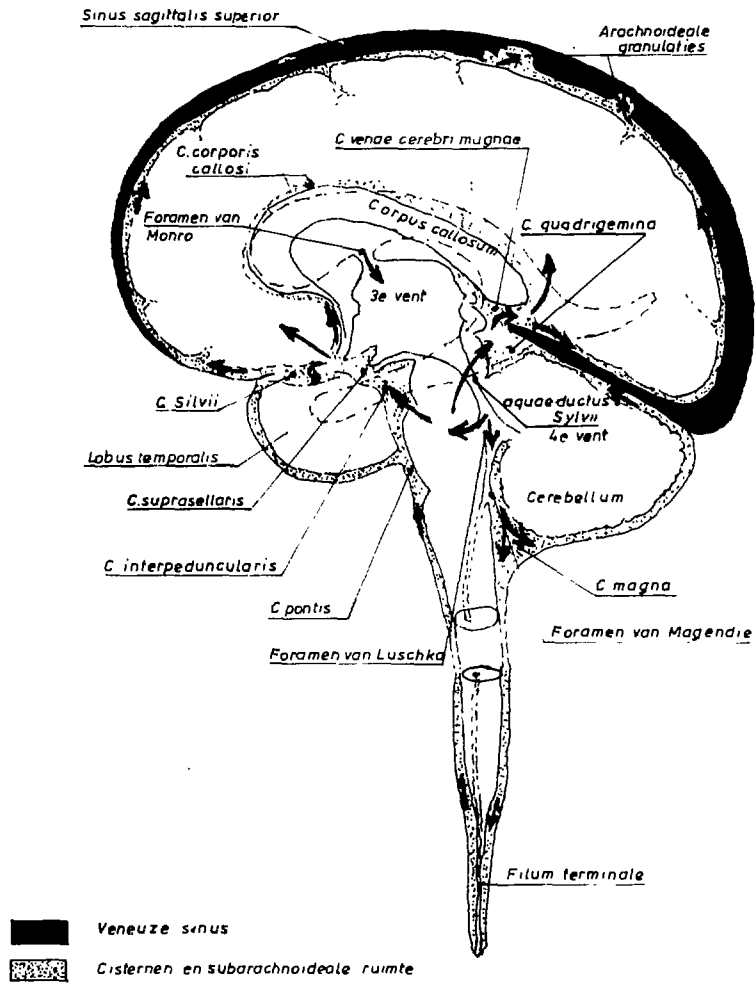


fig.2 Stroomrichtingen van de liquor cerebrospinalis



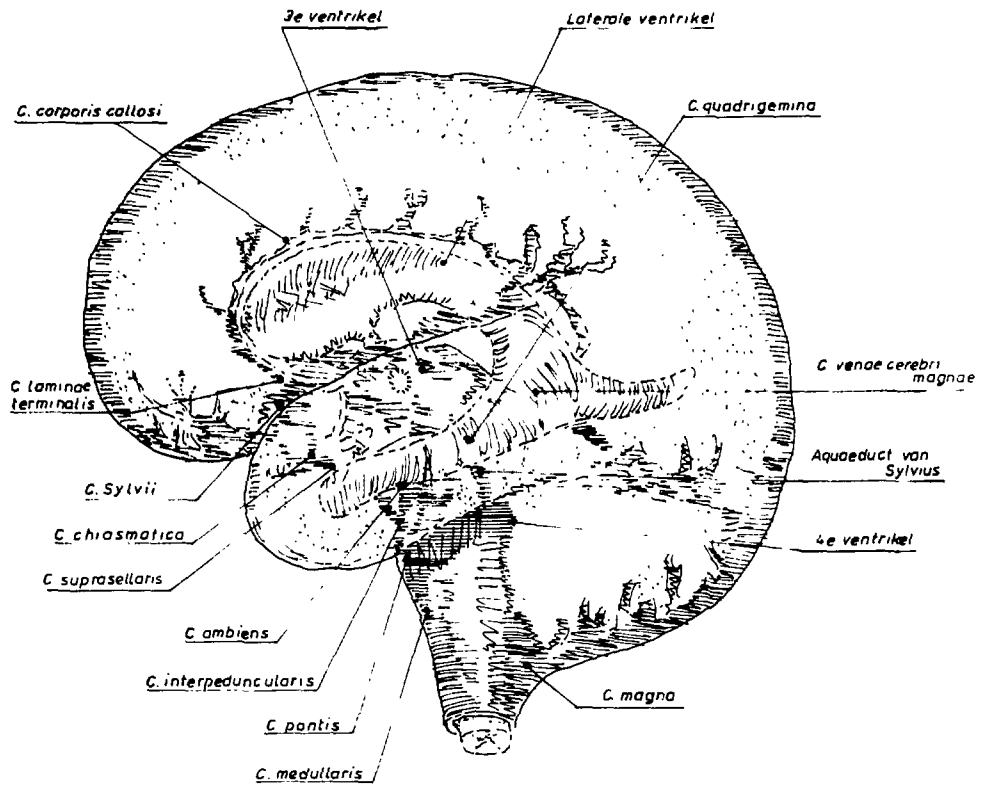


fig.3 Anatomie van de liquorroimten

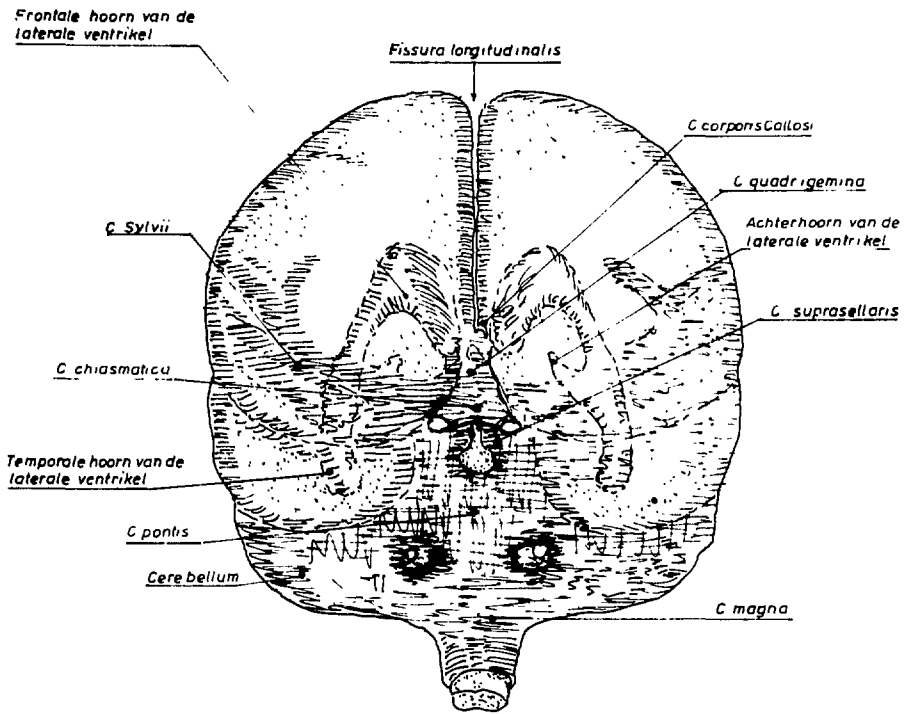


fig. 4 Anatomie van de liquorruimten Transversaal overzicht

De physiologische liquorstroom is constant en verloopt in één richting. Wanneer men dan ook radioactief materiaal met voldoende moleculair gewicht om locale resorptie te voorkomen, intrathecaal toedient, verplaatst het radiopharmacon zich langzaam craniaalwaarts, maar verspreidt zich niet, zoals wij bij een diffusie proces zouden verwachten. Het radioactief materiaal gedraagt zich veeleer als een bolus in een stroom.

Wanneer de radioactiviteit direct in het ventrikelsysteem wordt gespoten, zien wij de activiteit binnen enkele minuten in de cisterna magna en de basale cisternen verschijnen. Daarna komt het verloop van de radioactiviteit overeen met dat wat wij zien na een lumbale intrathecale injectie.

De liquorstroom vervolgt zijn weg van de basale cisternen naar het gebied van de maximale resorptie, het parasagittale gebied, voornamelijk door de voorste subarachnoïdeale ruimten. De liquorstroom, zoals weerspiegeld door de beweging van het radiopharmacon bij cisternographie, verspreidt zich zowel via een centrale als een meer oppervlakkige route naar het parasagittale gebied.

De centrale stroom, die wij zien op het scintigram, bestaat weer uit twee routes (fig. 5A, 5B, 6A, 6B):

- 1 één boven de cisterna suprasellaris via de cisterna laminae terminalis naar de cisterna corporis callosi, waar de liquor eerst mediaan komt in de interhemispherische cisterna en vervolgens opwaarts naar het parasagittale gebied stroomt;
2. de tweede ligt meer basaal en loopt van de basale cisternen naar de cisterna quadrigemina via de cisterna ambiens.

Van de cisterna van de lamina quadrigemina stroomt het radiopharmacon naar het achterste gedeelte van de cisterna corporis callosi en ook van hier tussen de hemisferen van de grote hersenen via de interhemispherische cisterna naar het parasagittale gebied.

De oppervlakkige route verloopt via de laterale liquorwegen (de cisternae Sylvii), die zich bevinden ter plaatse van de overgang van de frontale hersenkwab naar de temporale kwab. Van de beide cisternae Sylvii stroomt het radiopharmacon langs de convexiteit van de grote hersenen naar het parasagittale gebied (fig. 5A, 5B, 6A, 6B).

In het normale cisternogram ziet men nimmer activiteit in het ventrikelsysteem (Bannister, 1967; Benson e.a., 1970; Heinz e.a., 1970; James e.a., 1972; Oldendorf, 1972; de Lange, 1974; Di Chiro, 1975; Penning e.a., 1975; Patten e.a., 1978; Harbert e.a., 1979; Feine e.a., 1980).

fig. 5A Normaal cisternogram na 3 uur  
Fr. opname (schematisch getekend)

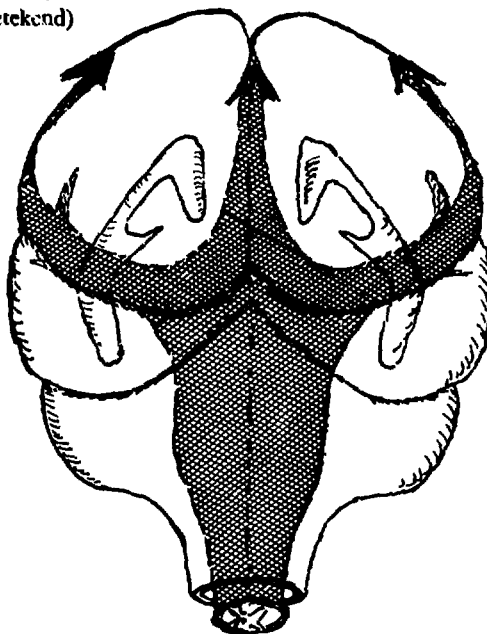


fig. 5B Normaal cisternogram na 3 uur  
Lat. opname (schematisch getekend)

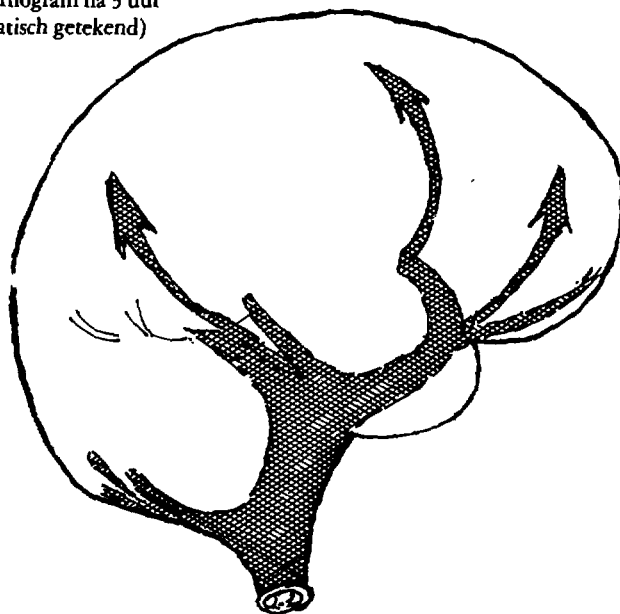


fig. 6A Normaal cisternogram na 24 uur  
Fr. opname (schematisch getekend)

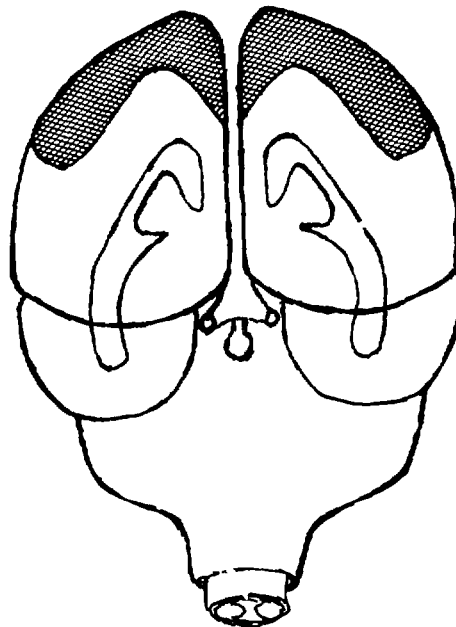
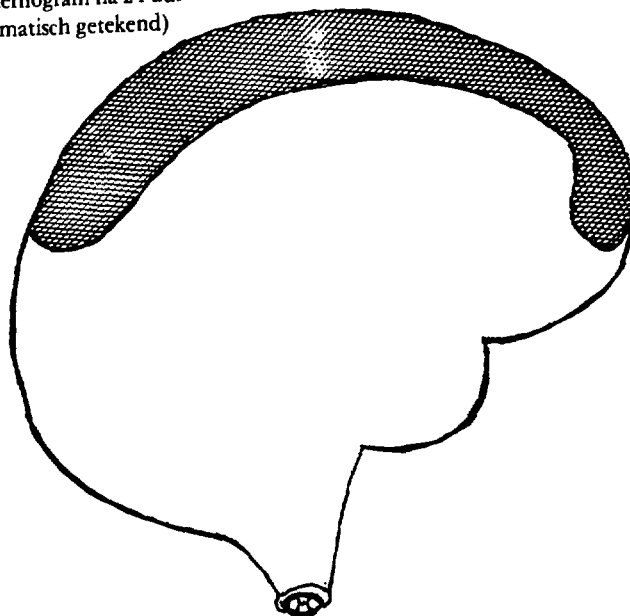


fig. 6B Normaal cisternogram na 24 uur  
Lat. opname (schematisch getekend)



### 3.3.1 HET NORMALE RADIONUCLIDE CISTERNOGRAM

Drie uur na de lumbale intrathecale injectie van het radiopharmacon bevindt de radioactiviteit zich als regel basaal in de schedel en zijn de verschillende basale cisternen te herkennen. Op het frontale scintigram ziet men de basale cisternen, de beide cisternae Sylvii en de fissura interhemispherica. Deze vormen de typische psi-figuur, ook wel genoemd 'signe de candelabre' of 'Neptunus-drietand' (fig. 5A, 7B, 8B).

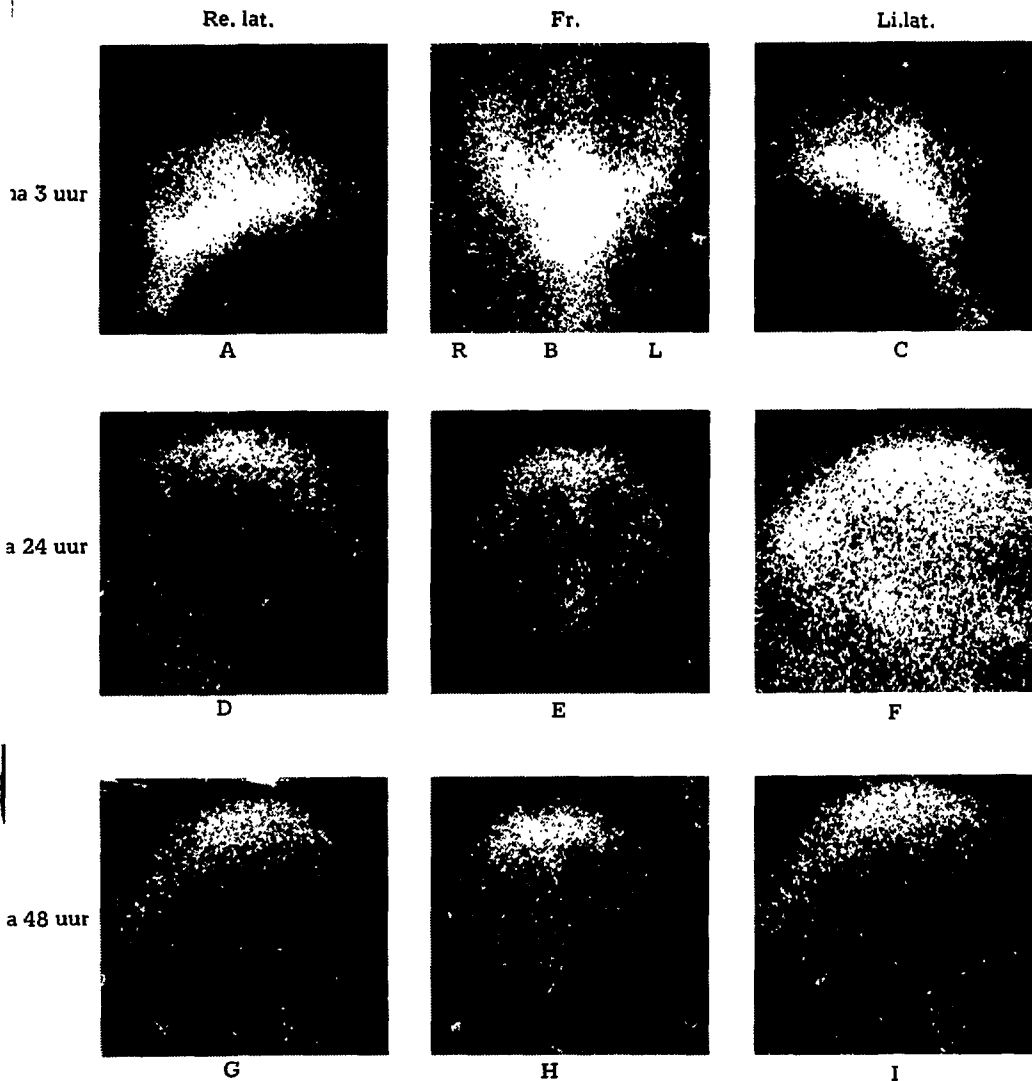


fig. 7 Normaal cisternogram na intrathecale lumbale injectie van  $^{131}\text{I}$  HSA

Op het laterale scintigram tekenen zich de verschillende basale cisternen af, de cisterna Sylvii, soms ook de cisterna ambiens en de cisterna venae magnae Galeni en de liquorroimte rondom het cerebellum. Normaal wordt geen radioactiviteit waargenomen in het ventrikelsysteem (fig. 5A-B, 7A-C, 8A-C). 24 Uur na de intrathecale lumbale toediening van het radiopharmacon heeft de activiteit zich als regel naar de convexiteit verspreid, waarbij ook het parasagittale gebied (Pacchionische granulaties) wordt bereikt. Frontaal ontstaat dan het beeld van een paraplu en lateraal het beeld van een alpinopet (fig. 6A-B, 7D-F, 8D-F). Na 48 uur wordt een soortgelijk beeld verkregen maar van aanzienlijk geringere activiteit daar het radiopharmacon voor het grootste gedeelte uit de craniale liquorroimte is verdwenen. Bij kinderen is dit nog in sterkere mate het geval en het radiopharmacon is dan praktisch verdwenen.

De scintiphoto's vervaardigd 3 uur na de toediening van het radiopharmacon zijn zeer belangrijk, omdat reflux naar de ventrikels in deze periode vaak het duidelijkst is. Bij zuigelingen en kinderen moet men de scintigrammen 1 tot 2 uur post injectionem vervaardigen, omdat bij hen de verplaatsing van de liquor van de ventrikels naar de convexiteit sneller verloopt dan bij volwassenen (fig. 8J-K). Bij volwassenen bereikt de activiteit in de schedel na circa 6 uur het maximum. Circa 24 uur post-injectionem is de activiteit tot circa 30-50% van het maximum gedaald (Curl e.a., 1972).

De scintigrammen na 24 en 48 uur zijn niet alleen belangrijk om een 'normal pressure' hydrocephalus van hersenatrofie te kunnen onderscheiden, maar ook om een pencephale cyste of een leptomenigeale cyste zichtbaar te maken.

De afbeeldingen A tot en met I (fig. 8) tonen een aantal stadia van een normale radionuclide cisternographie met  $^{111}\text{In}$ -DTPA bij volwassenen. De frontale opname in fig. 8B toont de typische psi-figuur. Er is geen ventrikelvulling en de activiteit heeft het parasagittale gebied nog niet bereikt.

De afbeeldingen D, E en F tonen, dat de activiteit na 24 uur het parasagittale gebied heeft bereikt en dat er ook nog activiteit in de basale cisternen zichtbaar is. Indien  $^{131}\text{I}$ -HSA gebruikt zou zijn, dan zal in deze fase geen activiteit in de basale cisternen meer zichtbaar zijn en dan zal op de frontale opname een zogenaamd paraplubeeld waargenomen kunnen worden (fig. 7E).

De frontale afbeeldingen 8J en 8K tonen normale radionuclide cisternogrammen met  $^{111}\text{In}$ -DTPA bij een kind van 5 jaar. Bij jonge kinderen is de verplaatsing van de radioactiviteit aanzienlijk sneller dan bij volwassenen.

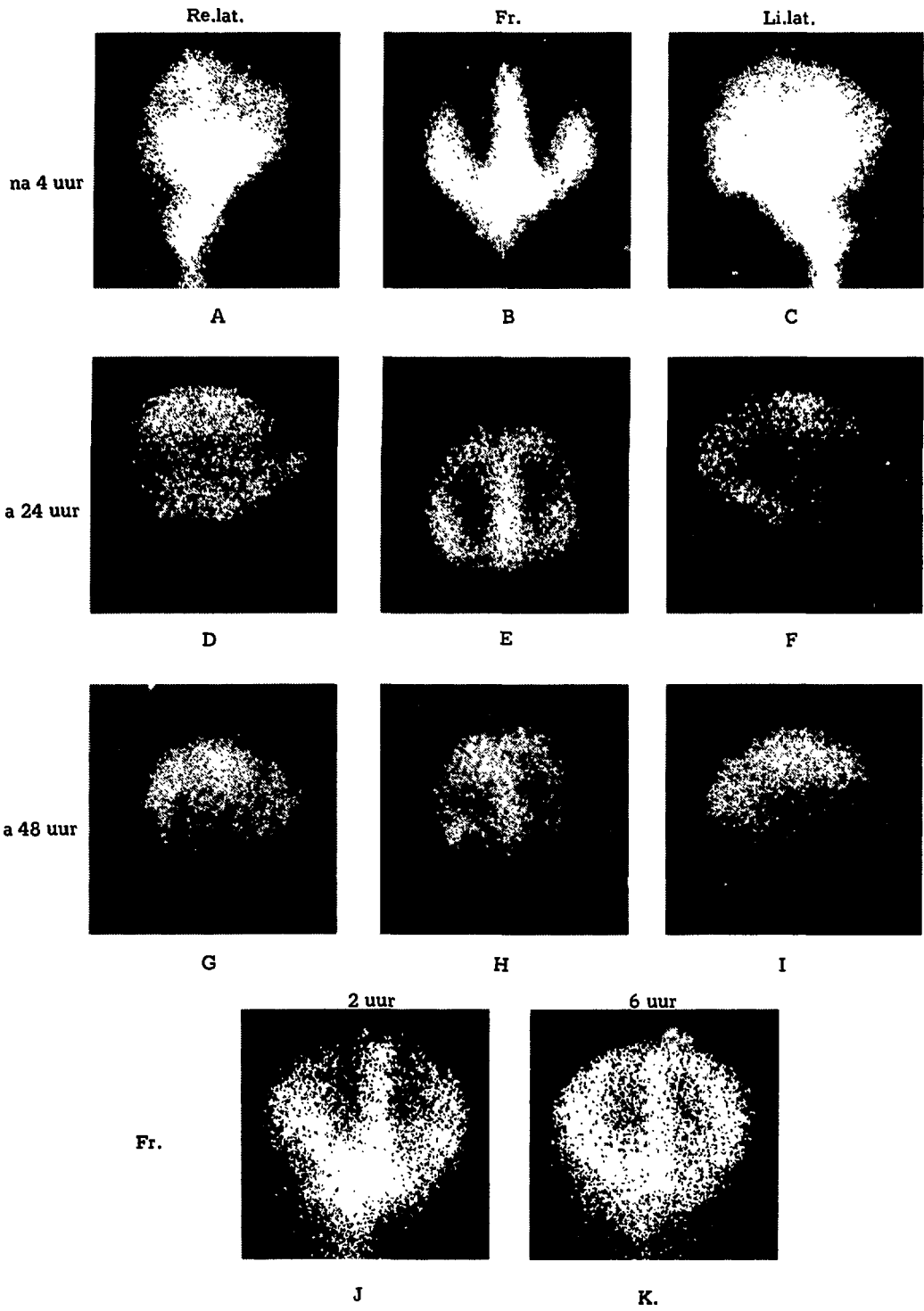


fig. 8 Normale cisternogrammen na intrathecale lumbale injectie van  $^{111}\text{In-DTPA}$



### 3.3.2 HET PATHOLOGISCHE RADIONUCLIDE CISTERNOGRAM

Op deze plaats zou ook de cisternographie bij 'normal pressure' hydrocephalus moeten worden besproken, ware het niet dat dit onderwerp apart wordt behandeld in hoofdstuk 4.

#### 3.3.2.1 Het cisternogram bij communicerende hydrocephalus

Wanneer een belemmering ontstaat in de subarachnoïdale ruimte aan de convexiteit, zoals bijvoorbeeld verkleving na meningitis of bloedingen, is de afvloed van de liquor naar de convexiteit gestoord of geheel onmogelijk. Er ontstaat een retrograde liquorstroom naar het ventrikelsysteem waar de resorptie plaatsvindt.

Ook het toegediende radiopharmacon zien wij in het ventrikelsysteem verschijnen. Wij krijgen dan het beeld van een communicerende hydrocephalus. De belangrijkste afwijking in het cisternogram is dan ook de reflux van het radiopharmacon in het ventrikelsysteem. Deze reflux van de activiteit in het ventrikelsysteem kan men het beste beoordelen in het gebied van de laterale ventrikels, omdat deze het grootste zijn en de grootste hoeveelheid radioactiviteit bevatten.

Op het scintigram vervaardigd 4 uur na toediening van het radiopharmacon, wordt het ventrikelsysteem duidelijk afgebeeld. Op de frontale opname komt dit tot uiting in een hartvormige of vliedervormige activiteitsophoping; op de laterale opname door een activiteitsophoping in het ventrikelsysteem die doet denken aan een bisschopsstaf (fig. 11B-D, 20A-C).

Verder zien wij een symmetrische of asymmetrische liquorstroom, die vertraagd is in het gebied van de convexiteit van de hersenen. Dit is een uiting van vertraagde of gestoorde resorptie van de liquor in de villi arachnoïdeales.

De ventriculaire reflux bij communicerende hydrocephalus heeft de volgende mogelijkheden:

- 1 passagère, d.w.z. er is een vroege ventrikelvulling van het intralumbaal ingespoten radiopharmacon; daarna is er een normale of enigszins vertraagde liquorcirculatie. Het scintigram na 24 uur toont 'verdwijning' van de activiteit uit het ventrikelsysteem;
- 2 stasis van het radiopharmacon in het ventrikelsysteem, d.w.z. de cisternogrammen van 4, 24, en 48 uur tonen steeds activiteit in het ventrikelsysteem;
- 3 tussen 1 en 2 in.

Volgens McCullough e.a. (1972) berust de passagère reflux bij kinderen zeker op een gecompenseerde hydrocephalus. De reflux weerspiegelt het compensatie mechanisme; d.w.z. dat er een ventriculaire resorptie plaats vindt (McCullough e.a., 1972, 1972, 1972; Glasauer e.a., 1970; Alker e.a., 1972). De passagère reflux kan ook betekenen, dat de hydrocephalus gecompenseerd is of dat de hydrocephalus zich nog in proces van ontwikkeling bevindt (Gilday, 1976; Han e.a., 1979).

Gilday (1976) bevestigt bij 3 van de 8 gevallen van passagère reflux het bestaan van een extraventriculaire obstructieve hydrocephalus.

Stasis van het radiopharmacon komt voor bij de zogenaamde 'normal pressure' hydrocephalus en de progressieve of hypertensieve hydrocephalus. De subarachnoïdale ruimten stroomopwaarts van een obstructie zijn vaak wijder dan normaal (Di Chiro, 1966). Dit is een uiting van praestenotische dilatatie van de subarachnoïdale ruimte. De mening van Di Chiro is in overeenstemming met de chirurgische bevindingen (Dott en Gillingham, 1958). De blokkade kan totaal zijn, maar ook slechts partieel of subtotaal. Op het scintigram wordt een 'praestenotische' ophoping van het radiopharmacon gezien, die vrij lang gelocaliseerd blijft op de desbetreffende plaats. Is de blokkade subtotaal, dan passeert het radiopharmacon de plaats van de obstructie met enige vertraging in de richting van het parasagittale gebied van de hersenen.

Hersenatrophie kan een communicerende hydrocephalus veroorzaken, de z.g. hydrocephalus ex vacuo. De verwijde subarachnoïdale ruimte is de oorzaak van een vertraagde verplaatsing van het ingespoten radiopharmacon en als de ventrikel vergroot is, gaat dit gepaard met een ventriculaire reflux. De radioactiviteit verplaatst zich symmetrisch naar de convexiteit van de beide hemisferen en het parasagittale gebied wordt al dan niet met enige vertraging bereikt.

Samenvattend kan communicerende hydrocephalus veroorzaakt worden door:

- 1 stoornissen in de resorptie van de liquor cerebrospinalis bij extra-ventriculaire obstructie van de liquorstroom;
- 2 hersenatrophie.

### 3.3.2.2 Het cisternogram bij niet-communicerende hydrocephalus

Als het radiopharmacon lumbaal wordt toegediend kan het scintigram bij non-communicerende hydrocephalus een normaal patroon tonen, omdat er geen reflux van de activiteit in het ventrikelsysteem optreedt. De diagnose hydrocephalus kan op deze manier niet worden gesteld.

Vaak vindt men bij kinderen met een niet-communiserende hydrocephalus, dat radionuclide cisternographie een blokkade ter plaatse van de basale cisternen toont. Aangenomen wordt dat deze cisternen tengevolge van de verhoogde intraventriculaire druk, dicht gedrukt zijn (James e.a., 1974, Gilday, 1976). Dientengevolge stijgt de activiteit niet op naar de convexiteit.

Radionuclide ventriculographie kan bij een non-communiserende hydrocephalus belangrijke informatie geven: het radio-pharmakon verlaat het ventrikelsysteem niet, maar wordt langzaam via de al of niet intacte ventrikelwanden geresorbeerd.

De anatomische informatie is aanzienlijk minder gedetailleerd dan die welke ventriculographie met lucht of andere contrastmiddelen verschaft, maar meer dan voldoende om de plaats van de obstructie en de ventriculaire verwijding redelijk vast te stellen. Soms wordt bij luchtventriculographie een totale ventrikelafsluiting gediagnostiseerd, terwijl de radionuclide ventriculographie toont, dat de obstructie subtotaal is. De auteurs gaven geen nadere informatie over de frequentie van deze waarneming (Overbeek, 1968; Di Chiro, 1975).

#### 3.4 Eigen patiënten en toegepaste methodes

Ons radionuclide cisternographisch onderzoek heeft betrekking op 188 patiënten, van wie 120 uitsluitend met  $^{131}\text{I}$ -HSA en 62 uitsluitend met  $^{111}\text{In}$ -DTPA werden onderzocht. Bij de resterende 6 patiënten werden simultaan  $^{131}\text{I}$ -HSA en  $^{111}\text{In}$ -DTPA intrathecaal toegediend om de bruikbaarheid van  $^{111}\text{In}$ -DTPA te onderzoeken. Het resultaat hiervan zal in hoofdstuk 8 worden behandeld.

De indicaties voor het radionuclide cisternographisch onderzoek waren de volgende:

- 1 trauma capitis, met de vraagstelling of nasale liquorrhoe, otorrhoe of passage belemmering van de liquor aan de convexiteit aanwezig waren;
- 2 onderzoek bij patiënten met hydrocephalus en dementie ter beantwoording van de vraag of de hydrocephalus communiserend was en of deze obstructief dan wel niet-obstructief van aard was;
- 3 hydrocephalus-onderzoek bij kinderen ter bepaling van de aard van de hydrocephalus;
- 4 onderzoek naar het bestaan van cysten in de liquorruimten, zoals porencephale cysten, leptomenigeale cysten en hygromen.

## Methode

In het Oncologisch Instituut Tilburg wordt voor cisternographie de volgende methodiek toegepast:

### Praemedicatie

Bij gebruik van  $^{111}\text{In}$ -DTPA is geen praemedicatie nodig. Aan de toepassing van  $^{131}\text{I}$ -HSA gaat gedurende 2 dagen praemedicatie vooraf in de vorm van tweemaal daags 10 druppels lugol. Ook tijdens het onderzoek werd dezelfde hoeveelheid lugol toegediend.

### Radiopharmacon

Tot oktober 1976 werd  $^{131}\text{I}$ -HSA gebruikt (dosis: 100  $\mu\text{Ci}$ , 3,7 MBq). Na oktober 1976 werd steeds  $^{111}\text{In}$ -DTPA toegepast. De dosis bedraagt 400-500  $\mu\text{Ci}$  (14,8-18,5 MBq).

### Toediening

Het radiopharmacon werd steeds via lumbaalpunctie intrathecaal toegediend.

### Scintifotographie

Er werd steeds met een gammacamera scintifotographie verricht 4 uur, 24 uur en 48 uur na de intrathecale toediening.

Bij iedere scintifotographie werden 3 scintigrammen vervaardigd, namelijk frontaal (anterior) en links- en rechtslateraal.

Het is aan te bevelen om cisternographie te verrichten vóór lucht-encephalographie, omdat de verplaatsing van de liquor door de aanwezigheid van lucht in de ventrikels en subarachnoïdale ruimte de verdeling van het radiopharmacon op het cisternogram verstoort (Alker e.a., 1972; Harbert e.a., 1979).

#### 3.4.1 HET CISTERNOGRAM BIJ ERNSTIGE SCHEDELTRAUMATA

Trauma capitis kan stoornissen in de circulatie en in de resorptie van de liquor veroorzaken. Bloedingen in de subarachnoïdale ruimte kunnen leiden tot fibrosis en adhaesies van meningen, waardoor de liquorcirculatie wordt gehinderd.

Bij een onderzoek van 37 patiënten met trauma capitis vonden Barnes e.a. (1976) ook gevallen met cisternale blokkade van de liquorstroom. Zij

vermelden slechts, dat het bij vele van hun patiënten voorkwam, maar geven geen exact getal. Zij zijn van mening, dat de obstructies gewoonlijk afnemen in de herstelperiode, maar nooit geheel verdwijnen.

Lewin (1968) onderzocht met behulp van luchtencephalographie 59 patiënten, bij wie een gegeneraliseerde ventrikelverwijding aanwezig was. Hij vond in 39 van de gevallen geen aanwijzingen voor een obstructie, in de overige 20 toonde het luchtencephalogram een obstructie in de basale cisternen.

Rinaldi e.a. (1972) suggereerden, dat vermeerderde 'uptake' op het radionuclide cisternogram aan de zijde van een subduraal haematoom kan worden veroorzaakt door een van de volgende factoren:

- 1 verhoogde diffusie van het isotoop door een veranderde liquor-hersenbarrière;
- 2 overgaan van het isotoop van liquor cerebrospinalis naar het bloed en daarna naar de hersenen;
- 3 direct overgaan van het isotoop van de liquor in het haematoom.

Hoff e.a. (1973) noemen het ontstaan van een arachnoïdale scheur, die uitstroming van liquor cerebrospinalis direct naar de subdurale ruimte mogelijk zou maken, als oorzaak.

Penning e.a. (1975) vonden bij hun onderzoek van schedeltraumata vele radionuclide cisternographische afwijkingen. Zij concluderen, dat de mate en de persistentie van de ventrikelvulling waarschijnlijk afhangen van de mate waarin de ventrikelwand bijdraagt tot resorptie van de liquor cerebrospinalis. In dit verband is de functionele toestand van de niet-geobstrueerde liquorruimte en van de arachnoïdale villi van zeer groot belang. Obstructie van de subarachnoïdale ruimte over één cerebrale convexiteit behoeft geen ventrikelvulling te veroorzaken. Dit betekent dat passage door de subarachnoïdale ruimte over één hemisfeer voldoende is (Front, 1971; Penning e.a., 1975).

Bij de beoordeling van deze stroompatronen dient men zich goed te realiseren, dat de liquorcirculatie kan verbeteren of verslechteren in de hieropvolgende tijd.

Front e.a. (1971) vonden een permanente hydrocephalus slechts bij 10% der patiënten, die een dilatatie van het ventrikelsysteem toonden na een traumatische subarachnoïdale bloeding.

In het Oncologisch Instituut Tilburg werd bij 77 patiënten met ernstig schedeltrauma een radionuclide cisternographie verricht. Deze patiënten werden op verschillende tijdsintervallen na het trauma naar ons verwezen op neurologische en neurochirurgische indicaties. Uit het onderzoek blijkt (zie

tabel II), dat de radionuclide cisternographische afwijkingen zeer gevarieerd zijn. In deze tabel zijn afkortingen gebruikt, die hieronder met de bijbehorende criteria zijn vermeld.

- N Het radionuclide cisternographische beeld is normaal; d.w.z. er is geen ventrikelvulling en geen stoornis van de liquorcirculatie. Er is een vrije passage van de liquor uit de basale cisternen naar de convexiteit (fig. 7, 8, 15A).
- A Vroege, passagère vulling van het ventrikelsysteem met of zonder verhoogde uptake over één hemisfeer, zoals waargenomen kan worden bij atrophie in het algemeen (fig. 15C, 29).
- V Het radionuclide cisternographische beeld zoals bij 'normal pressure' hydrocephalus, namelijk vroege ventrikelvulling en stasis van het radiopharmakon in de ventrikels tot en met 48 uur en het ontbreken van de activiteit aan de convexiteit, of het parasagittale gebied. De radionuclide cisternographische beelden van 4, 24 en 48 uur zijn vrijwel identiek. (fig. 15D en 20).
- K Hetzelfde patroon als onder N beschreven, maar hier is over één hemisfeer een verhoogde 'uptake' (ophoping) van het radiopharmakon te zien, zoals wij dit kunnen verwachten bij een verwijde liquorruimte of een tragere liquorcirculatie (fig. 16B).
- W De liquorruimte is verwijd.
- P 'Pooling' van het radiopharmakon boven één hemisfeer, bijvoorbeeld bij cystevorming of gelocaliseerde verwijding van de liquorruimte. Deze 'pooling' kan voorkomen samen met één van de andere genoemde radionuclide cisternographische beelden (fig. 15F, 23A, 24A, 26A, 28).
- C 'Cold' gebied of sterk verminderde activiteit over één hemisfeer, zoals kan worden waargenomen bij gelocaliseerde subarachnoïdale obstructie en die ook kan voorkomen bij één van de hier genoemde beelden (fig. 9, 15G, 18B).

Tabel II toont dat in ons materiaal 33 patiënten (43%) een A-patroon hebben, 18 patiënten (24%) een K-patroon, 14 (18%) een V-patroon en 11 (14%) een N-patroon tonen. Verder zien wij dat bij 31 patiënten (41%) bovendien een wijde liquorruimte aan de convexiteit bestaat en bij 8 patiënten (11%) een 'pooling' boven één of beide hemisferen, terwijl bij 5 patiënten (7%) een verminderde 'uptake' aan de convexiteit (C-patroon) optreedt.

Tenslotte zij nog vermeld, dat bij traumata radionuclide cisternographie mogelijk een rol kan spelen bij de diagnostiek van subdurale hygromen. Subdurale hygromen zijn ophopingen van liquor cerebrospinalis tussen dura en arachnoïdea. Deze worden veroorzaakt door scheuring van de arachnoïdea, waardoor liquor in de subdurale ruimte lekt. De vloeistof wordt

als het ware gevangen door een klepmechanisme, zodat de liquor niet geresorbeerd kan worden (Thomas e.a., 1973).

Mealey (1968) schrijft, dat de vloeistof bestaat uit liquor cerebrospinalis, bloed en kleine stolsels. Wanneer zo'n xantochrome vloeistof domineert spreekt men van een subduraal hygroom. De traumatische subdurale hygromen zijn klinisch en angiographisch niet te onderscheiden van subdurale haematomen, zodat de diagnose eerst gesteld kan worden tijdens de operatie (Thomas e.a., 1973).

**Tabel II**

Pat.	Gesl.	Leeftijd	Bevindingen
1	M	59	A
2	M	16	A
3	V	2	A
4	M	30	A
5	M	25	A
6	M	3	A
7	M	22	A
8	M	20	A
9	M	7	A
10	M	54	A
11	M	43	A
12	M	20	A
13	M	4	A
14	M	39	A + C
15	M	25	A + C rechts
16	V	5	A + C links
17	M	17	A + P rechts
18	M	1	A + P links
19	M	22	A + W links
20	M	12	A + W rechts
21	M	45	A + W rechts
22	V	46	A + W rechts
23	V	40	A + W rechts
24	M	17	A + W rechts
25	M	33	A + W rechts
26	M	27	A + W rechts
27	M	6	A + W rechts
28	M	24	A + W rechts

29	M	14	A + W rechts
30	V	10	A + W links
31	M	4	A + W links
32	M	43	A + W links
33	M	14	A + W beiderzijds
34	M	25	N
35	M	1	N
36	M	16	N
37	M	15	N
38	M	5	N
39	M	37	N
40	M	46	N
41	M	9	N
42	M	7	N
43	V	5	N
44	V	25	N
45	V	1	V
46	V	63	V
47	M	1	V
48	V	8	V
49	M	9	V
50	M	32	V
51	M	22	V
52	M	54	V
53	M	19	V
54	M	47	V + C rechts
55	M	17	V + W rechts
56	M	33	V + P rechts
57	M	8	V + P links
			+ C links parietaal
58	M	68	V + W rechts
59	V	13	K (P links)
60	M	5	K (P rechts)
61	M	7	K (P rechts)
62	M	33	K (P links)
63	M	26	K (W links)
64	M	20	K (W links)
65	M	11	K (W links)
66	M	17	K (W rechts)
67	M	18	K (W rechts)
68	M	56	K (W rechts)
69	V	14	K (W rechts)
70	M	24	K (W links)



71	V	14	K (W links)
72	M	43	K (W links)
73	M	35	K (W links)
74	V	22	K (W frontaal)
75	M	16	K (W beiderzijds)
76	M	17	K (W beiderzijds)
77	M	57	zie fig. 12

Tabel II Cisternographische patronen bij hersentrauma  
Verklaringen van afkortingen, zie tekst

Patroon A met C wordt getoond in fig. 9.

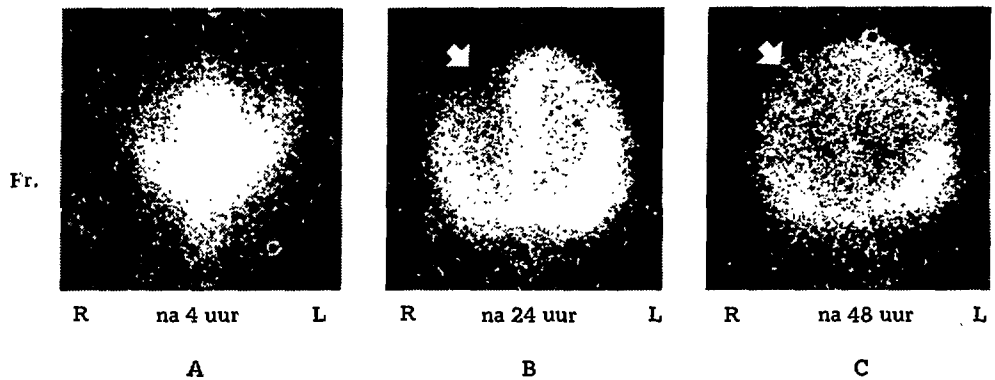


fig. 9 Radionuclide cisternographie met  $^{131}\text{I}$ -HSA  
De beelden tonen een patroon A met C (patiënt 15)

Een 25-jarige patiënt werd in bewusteloze toestand opgenomen na een trauma capitis. Hij bloedde uit het rechter neusgat en er bestond een grote rafelige wond rechts pariëtaal. De röntgenphoto's van de schedel toonden een fractuur in het rechter os temporale, die doorliep tot in het os sphenoidale. De radionuclide cisternographie met  $^{131}\text{I}$ -HSA toonde een passagère vroege vulling van het ventrikelsysteem. (fig. 9A) en een obstructie in de liquorcirculatie hoog rechts aan de convexiteit ('cold spot', fig. 9B, 9C)



fig. 10A Dynamische hersenscintigrafie na intraveneuze injectie van  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat. Het betreft dezelfde patiënt als in fig. 10B.

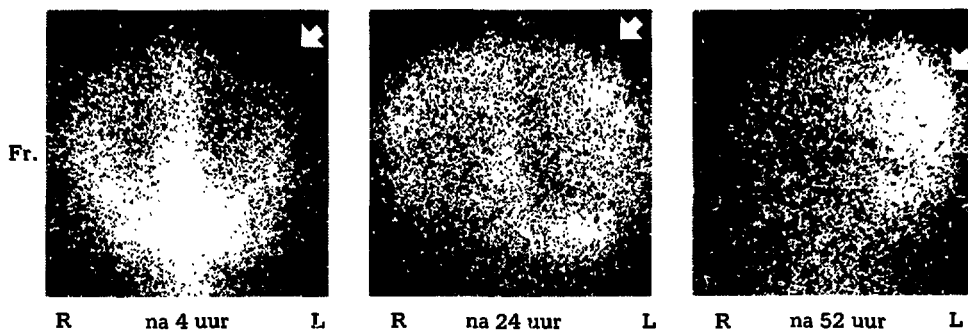


fig. 10B Radionuclide cisternogrammen patroon K met P (patiënt 59)

Een 13-jarig patiëntje leed aan epilepsie. Na observatie bleek er een post-traumatisch subduraal haematoom links te bestaan. De dynamische hersenscintifotografie toonde links aan de convexiteit een verminderde perfusie (fig. 10A). Bij percutane arteriographie van de linker arteria carotis werd op de voor-achterwaartse opname een vaatarm gebied gezien aan de convexiteit links.

Radionuclide cisternografie met  $^{131}\text{I}$ -HSA (fig. 10B) toonde een zeer trage liquorcirculatie links aan de convexiteit met een duidelijk verwijde liquorruimte. Bovendien werd een 'pooling' van het radiofarmacaan links-temporaal gezien. Daar de laesie steeds het radiofarmacaan opstapelt en het meest intensief is na 52 uur, pleit het beeld voor een cyste. Ondanks de zeer trage liquorcirculatie links aan de convexiteit zien wij geen reflux in het ventrikelsysteem. Hieruit volgt dat de passage van de liquor zowel rechts als in de fissura interhemispherica adaequaat moet zijn.

In figuur 11 zijn radionuclide cisternogrammen afgebeeld, waaruit blijkt dat een patroon A met W bij klinisch herstel over kan gaan in patroon A.

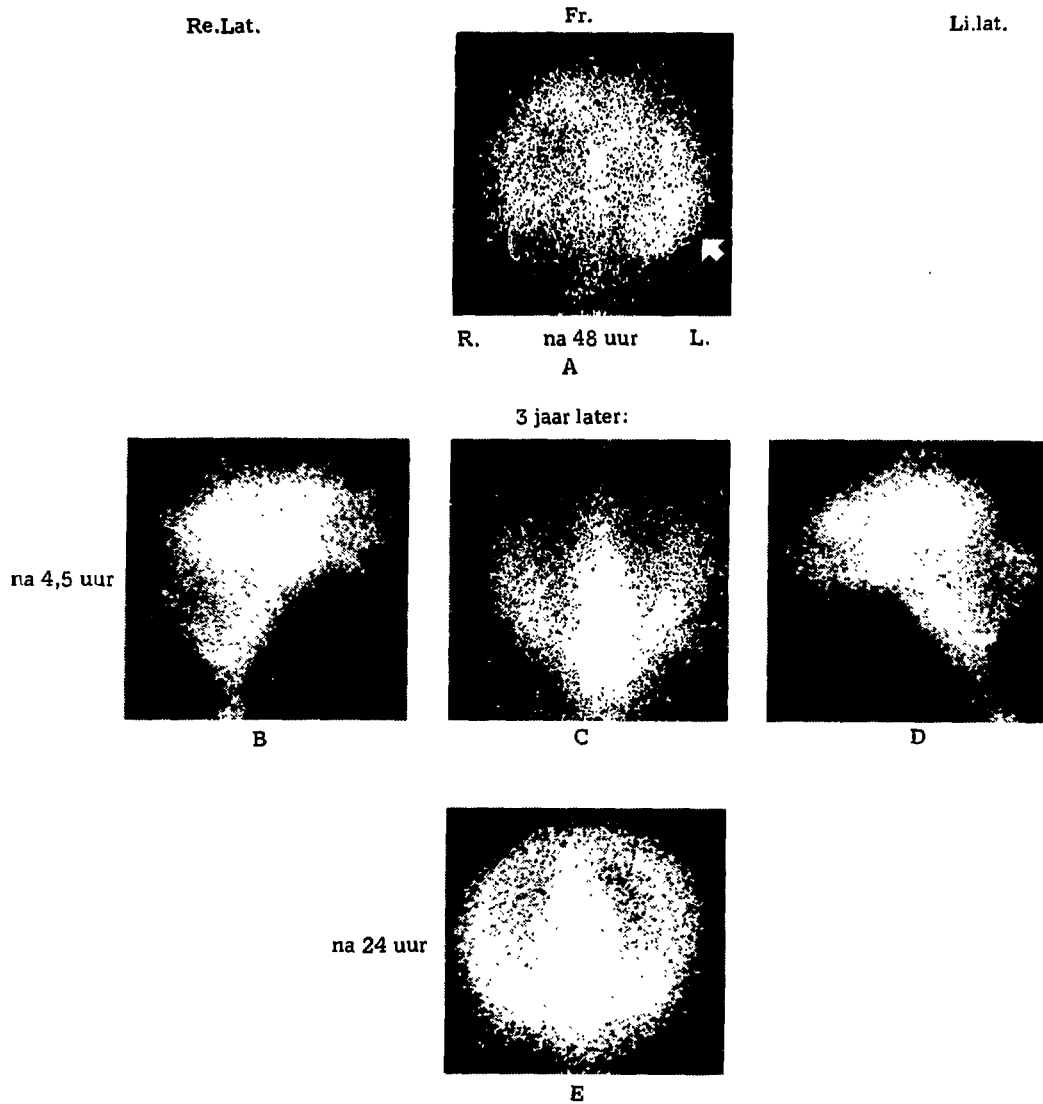


fig. 11 Radionuclide cisternogrammen na ernstige contusio cerebri.  
Tussen cisternogram A en de beelden B, C, D en E ligt een tijdsinterval van  
3 jaar (patiënt 19)

Een 22-jarige patiënt werd in 1974 opgenomen wegens een ernstige contusio cerebri.

Op het luchtencephalogram werd een symmetrisch, niet verwijd en niet verplaatst ventrikelsysteem gezien. Op de late opnamen werd een subdurale vochtophoping links aan de convexiteit gezien, mogelijk overeenkomend met een subduraal hygroom. Radionuclide cisternographie met  $^{131}\text{I}$ -HSA toonde een duidelijk verwijde liquorruimte aan de convexiteit links frontaal. Het isotoop bleef daar 'hangen' en was zelfs bij de late opname na 48 uur nog duidelijk waarneembaar. (fig. 11A)

In 1977 werd patiënt weer opgenomen ter evaluatie van zijn postcontusionale status. Zijn klinische toestand was duidelijk verbeterd. De CT-scan toonde een normaal beeld. De radionuclide cisternographie met  $^{111}\text{In}$ -DTPA (fig. 11B-E) toonde het beeld van een normale liquorcirculatie in de destijds verwijde liquorruimte links aan de convexiteit. De beelden 11B-D toonden echter nog een ventriculaire reflux. De verbetering van de radionuclide cisternographische beelden kwam overeen met de verbetering van de klinische toestand.

Het lukt niet de bevindingen bij deze patiënt op bevredigende wijze onder te brengen bij één der in Tabel II genoemde patronen (fig. 12).

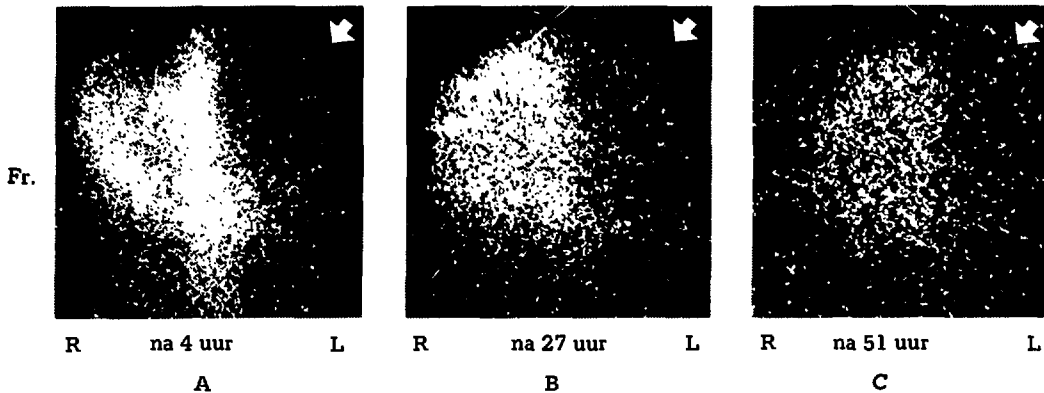


fig. 12 Abnormale frontale radionuclide cisternogrammen bij patiënt 77

Een 57-jarige man (patiënt 77) werd opgenomen wegens een contusio cerebri. Röntgenopnamen van de schedel toonden een fractuur in het pariëtale gebied rechtsachter.

De CT-scan toonde een licht asymmetrisch ventrikelsysteem en aanwijzingen voor een subduraal haematoom links. Carotis-angiographie toonde links pariëtaal een concaaf begrensd, vaatleeg gebied, passend bij een subduraal haematoom. Omdat de toestand van de patiënt slechter werd, werd een radionuclide cisternographie met  $^{111}\text{In}$ -DTPA verricht. Deze toonde op alle opnamen zelfs tot 48 uur, een totale obstructie in de liquorruimte links

lateraal. De fig. 12A, B en C tonen deze algehele circulatiestop in de liquorruimte links vanaf de fissura Sylvii tot aan de vertex. Normaliter zou dit verschijnsel gepaard moeten gaan met ventrikelreflux. Wij zien een concentratie van het  $^{111}\text{In}$ -DTPA in het parasagittale gebied rechts (fig. 12B en C), hetgeen erop wijst dat de resterende liquorruimte (rechts lateraal en de fissura interhemispherica) goed doorgankelijk is. Ook de resorptie van de liquor is adaequaat.

### 3.4.2 DIAGNOSTIEK VAN LIQUORLEKKAGE

#### 3.4.2.1 Diagnostiek van liquorlekkage door middel van radionuclide cisternographie

Met radionuclide cisternographie kan men ook lekkage van de liquor cerebrospinalis opsporen. De theoretische basis hiervan werd het eerst beschreven door Crow e.a. (1956), Di Chiro e.a. (1966, 1968) en Ashburn e.a. (1968). Op de afdeling nucleaire geneeskunde van het Oncologisch Instituut te Tilburg verricht men bij deze patiënten een radionuclide cisternographie om de liquorstroom te beoordelen. Bovendien wordt gezocht naar een eventuele lekkage van de liquor uit neus of oor. Hiertoe zijn wattenproppen in oren en neusgaten gestopt. Deze wattenproppen hebben tot doel de door lekkage uitgetreden activiteit vast te houden, waardoor afbeelding op de scintiphoto mogelijk is.

De patiënt wordt in zittende houding onderzocht en wel in die positie, waarbij hij voelt of waarbij men waarneemt, dat hij de meeste liquor verliest. Bij nasale liquorrhoe kan men ook de patiënt laten zitten met het hoofd naar voren gebogen. De scintiphoto's worden dan lateraal of frontaal vervaardigd. Door de algemene toestand van de patiënten worden echter de meesten in rugligging onderzocht. In posttraumatische gevallen, gepaard gaande met schedelbasisfracturen, waar liquorrhoe uit de neus bestaat, is een radionuclide cisternographie zeer belangrijk. Hierop kan niet alleen lekkage bevestigd worden, maar soms kunnen wij tevens fistels localiseren. Persisterende of intermitterende lekkage kan leiden tot pneumocephalus, recidiverende meningitiden of andere intracraniale infecties. Als het niet lukt praeeoperatief de lekkage te localiseren, kan dit ertoe leiden dat een patiënt grote en vaak talrijke intracraniale ingrepen zal moeten ondergaan. Radionuclide cisternographie kan derhalve belangrijke diagnostische hulp bieden ter oplossing van dit probleem. De meeste gevallen van liquor cerebrospinale rhinorrhoe ontstaan na trauma capitis. Er is echter een aantal gevallen beschreven van spontane of non-traumatische liquorrhoe (Ommaya, 1968).

Chirurgische correctie van de durale scheur is noodzakelijk om het liquorlek te stoppen en de porte d'entrée voor micro-organismen te sluiten (Verbiest, 1952, 1952).

### 3.4.2.2 Diagnostiek van liquorlekkage door meting van radioactiviteit in wattenpropjes

Liquorrhoe via de neus, respectievelijk de gehoorgang is te diagnostiseren door radioactiviteitsmeting aan wattenpropjes, die in deze orificia zijn aangebracht gedurende cisternographie (Jacobson e.a., 1971). Wat betreft deze methodiek geeft de literatuur (Baum e.a., 1975; Ashburn e.a., 1975; Matin, 1977; Andrews e.a., 1977; Partain e.a., 1979) nergens een aanwijzing aangaande de nog als normaal op te vatten hoeveelheid radioactiviteit in deze wattenpropjes.

Er vindt in  $^{131}\text{I}$ -HSA enige afsplitsing van  $^{131}\text{J}$ odium plaats in de vorm van jodide-ionen. Men kan dus verwachten, dat ook bij patiënten zonder liquorrhoe enige radioactiviteit in dergelijke wattenpropjes te meten moet zijn, omdat het ook in het slijmvlies komt.

Wij hebben in het Oncologisch Instituut te Tilburg gepoogd een inzicht te krijgen aangaande deze nog als normaal te beschouwen hoeveelheid radioactiviteit. Er werd een serie-onderzoek bij patiënten gedaan bij wie  $^{131}\text{I}$ -HSA cisternographie werd verricht, teneinde deze normale waarde te bepalen. Wij hebben daartoe bij 49 patiënten, bij wie op klinische gronden liquorrhoe kon worden uitgesloten en bij wie om andere redenen cisternographie moest plaatsvinden, de uitscheiding van radioactiviteit in neustampons gemeten. Bij al deze patiënten bedroeg de ingespoten dosis  $^{131}\text{I}$ -HSA 100  $\mu\text{Ci}$  (3,7 MBq).

In Tabel III zijn de bevindingen vermeld. Met het moment  $t = 0$  is het tijdstip van de intrathecale lumbale toediening aangeduid.

**Tabel III**

Tijd na intrath. lumb. injectie	counts/sec.
0 - 8 uur	15
8 - 16 uur	17
16 - 24 uur	19
24 - 32 uur	20
32 - 40 uur	18
40 - 48 uur	17

**Tabel III** Gemiddelde van de in de neustampons gevonden activiteit bij 49 patiënten zonder liquorrhoe, na intrathecale lumbale injectie van  $^{131}\text{I}$ -HSA

De neustampons werden gedurende twee dagen om de acht uur verwisseld om na te gaan of nog enig verloop van de uitscheiding in de tijd waar te nemen was. Dit blijkt niet het geval te zijn. Uit tabel III valt af te leiden dat de gemiddelde 'countrate' gedurende de eerste 24 uur 17 pulsen per seconde bedraagt. Echter, uit de serie metingen is gebleken dat met een grote spreiding rekening moet worden gehouden; voor de genoemde 49 patiënten lopen de gevonden waarden van 4 tot 47 pulsen per seconde. Bij de verdere metingen is het bovengenoemde gebied als het normale gebied beschouwd.

Bij 23 patiënten, die een bewezen liquorrhoe via de neus hadden, vonden wij bij metingen de volgende gegevens (Tabel IV).

Tabel IV

	m/v	leeftijd tijd	trauma	liquorlekkage zichtbaar op cisternogram	wattenpropjes praeoperatief pos./neg.	liquorlekkage bij operatie bevestigd
1	m	23	—	—		niet geoper.
2	m	19	+	—	+	+
3	m	21	+	—	+	—
4	m	25	+	+	+	+
5	m	27	+	—	+	+
6	m	50	—	dubieus	+	—
7	m	27	+	dubieus	+	+
8	v	8	+	—	—	+
9	m	17	+	dubieus	+	+
10	m	29	+	+	+	+
11	m	51	+	+	+	+
12	v	20	+	+ (2x)	+	+
13	v	24	—	—	dubieus	—
14	m	14	+	+	+	+
15	m	33	+	+	+	+
16	m	9	+	—	+	+
17	m	40	dubieus	+	+	+
18	m	14	+	dubieus	+	+
19	m	44	—	+	+	+
20	m	32	+	+	+	+
21	v	56	+	+	+	+
22	m	20	+	+	+	+
23	m	9	+	+	+	+

Een 44-jarige man (patiënt 19) bemerkte, dat er vocht uit het rechter neusgat kwam, vooral bij voorover bukken of persen. Er was geen trauma in de anamnese. Basale cisternographie liet duidelijk zien, dat het röntgencontrast

vanuit de sella in de sinus sphenoidalis ging. Radionuclide cisternografie toonde activiteit in de rechter neusholte (fig. 13A-D). Metingen aan de watjes uit de rechter neusgang gaven een zeer hoge telsnelheid te zien (6.000 pulsen per sec.). Er waren dus duidelijke aanwijzingen voor een liquorlek.

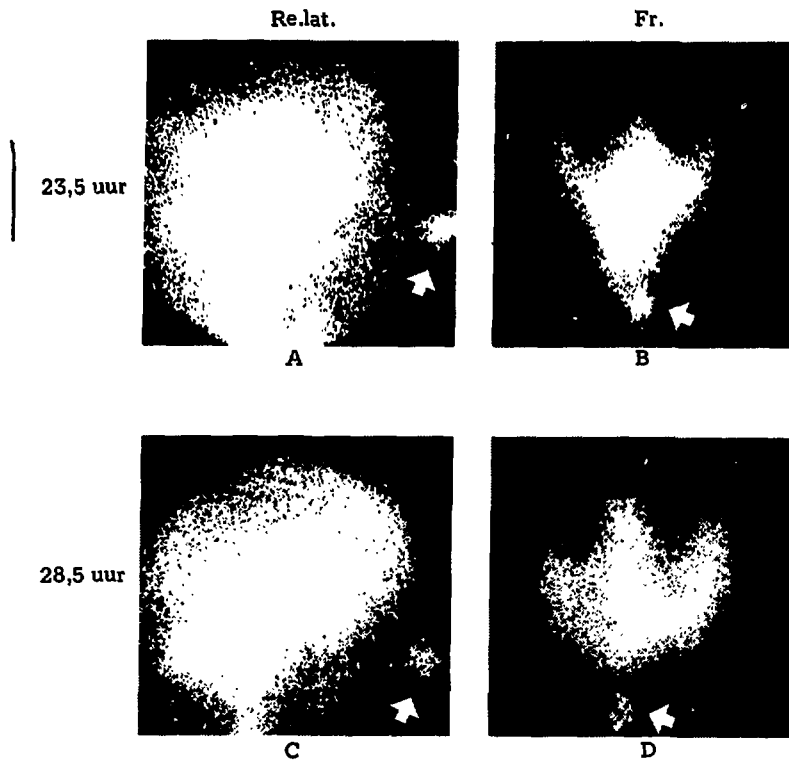


fig. 13 Radionuclide cisternogrammen bij patiënt 19 met nasale liquorrhoe

Een 33-jarige man (patiënt 15) kreeg in 1970 een ernstig craniocerebraal trauma. Onderzoek bij opname toonde, behalve tekenen van ernstige contusio cerebri, een gecompliceerde schedelfractuur en een prolapsus cerebri rechts frontaal. Hij werd chirurgisch behandeld. Over het beloop tussen 1970 en 1978 zijn geen bijzonderheden bekend. In maart 1978 werd hij weer opgenomen wegens meningitis, terwijl hij tevoren reeds over vochtverlies uit de neus had geklaagd.

Bij radionuclide cisternografie met  $^{111}\text{In}$ -DTPA werd vulling van het ventrikelsysteem gevonden en een grote 'pooling' van het radiopharmacon frontobasaal rechts. Hier nam gedurende het gehele onderzoek de



activiteitsconcentratie toe, terwijl een groot gedeelte van de activiteit reeds in het ventrikelsysteem werd geresorbeerd. De activiteit bereikte immers het parasagittale gebied niet, terwijl na 52 uur duidelijk minder activiteit in de liquorruimte en het ventrikelsysteem te zien is. Deze manier van 'pooling' is zeer typisch voor een leptomeningeale cyste.

Verder werden ook aanwijzingen gevonden voor een liquorrhoe naar de nasopharynx rechts, die duidelijker werd nadat men de patiënt liet persen (fig. 14A-B).

Na het  $^{131}\text{I}$ -HSA onderzoek werd een CT-scan gemaakt, waarop echter geen cyste werd gezien.

Bij operatie vond de chirurg evenwel een leptomeningeale cyste rechts frontobasaal.

Dit was dus een traumatische leptomeningeale cyste in de fossa anterior, die gepaard ging met rhinorrhoe. Dergelijke cysten worden ook beschreven door Dietz (1970), Front (1971), Front e.a. (1974). Front e.a. beschreven, dat dergelijke cysten kunnen groeien en geleidelijk de bodem van de fossa anterior eroderen met als gevolg een late rhinorrhoe.

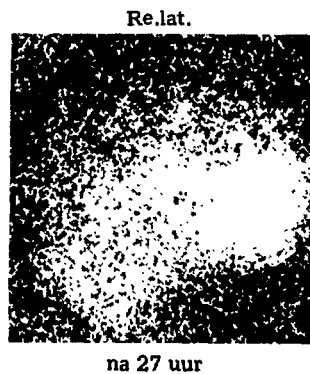


fig. 14A Radionuclide cisternogram zonder persen, gemaakt bij patiënt 15 verdacht voor nasale liquorrhoe.

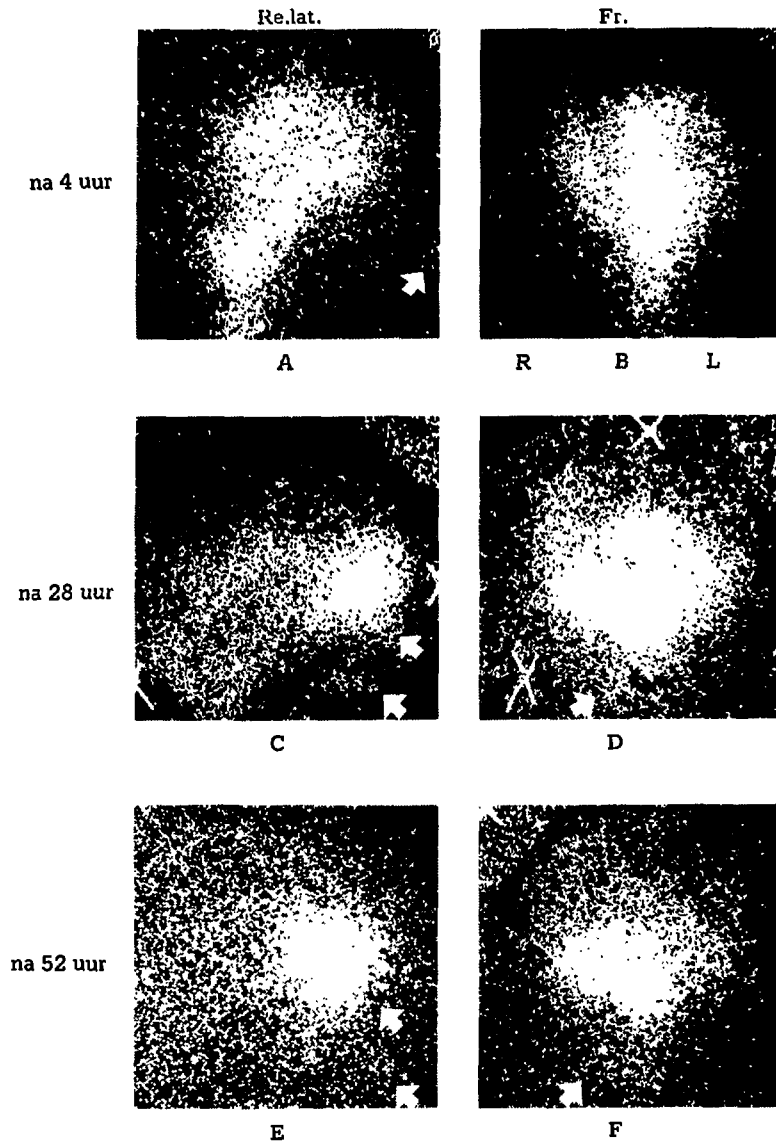


fig. 14B Radionuclide cisternogram mét persen,  
 gemaakt bij dezelfde patiënt als van fig. 14A.  
 Thans is de liquorrhoe duidelijk zichtbaar.

### 3.4.3 HET CISTERNOGRAM BIJ VERSCHILLENDE TYPEN VAN HERSENATROPHIE

Als in de tekst de term 'primaire hersenatrofie' wordt gebruikt, geschiedt dit ter aanduiding van hersenatrofie, waarvan de oorzaken primair binnen de hersensubstantie zijn gelegen.

In ons materiaal zijn 39 patiënten, bij wie de diagnose hersenatrofie werd vastgesteld op grond van het klinisch beeld, het E.E.G., pneumo-encephalographisch onderzoek en bij de laatste 15 patiënten tevens op grond van CT-scanning. De radionuclide cisternographische beelden worden in 4 categorieën onderscheiden nl.:

- 1 normale circulatie, waarbij het radiopharmakon na 24 uur de convexiteit heeft bereikt (fig. 7, 8 en 15A);
- 2 vertraagde circulatie, waarbij het radiopharmakon na 24 uur de convexiteit nog niet heeft bereikt, echter zonder reflux in het ventrikelsysteem (fig. 15B, 16 B);
- 3 communicerende hydrocephalus, waarbij een passagere reflux van het radiopharmakon in het ventrikelsysteem wordt gevonden (dus zonder stasis) en waarbij de activiteit de convexiteit normaal of vertraagd bereikt (fig. 15C 29);
- 4 de radioactiviteit bereikt de convexiteit vertraagd (fig. 15E, 31), maar er blijft gedurende het gehele onderzoek activiteit zichtbaar in het ventrikelsysteem.

Uit Tabel V blijkt dat in 6 gevallen (15%) een normaal beeld, in 12 (31%) een vertraagde circulatie, in 18 (46%) een communicerende hydrocephalus met passagere reflux en in 3 gevallen (8%) een communicerende hydrocephalus met een persisterende vulling werd gevonden.

Speciale opmerking geldt de 11 patiënten wier leeftijd varieerde tussen 1 en 11 jaar. In deze gevallen werden verschillende oorzaken der hersenatrofie gevonden o.a. trauma, terwijl bij een of meer patiënten eerder sprake was van aangeboren hypoplasie in plaats van een atrophisch proces.

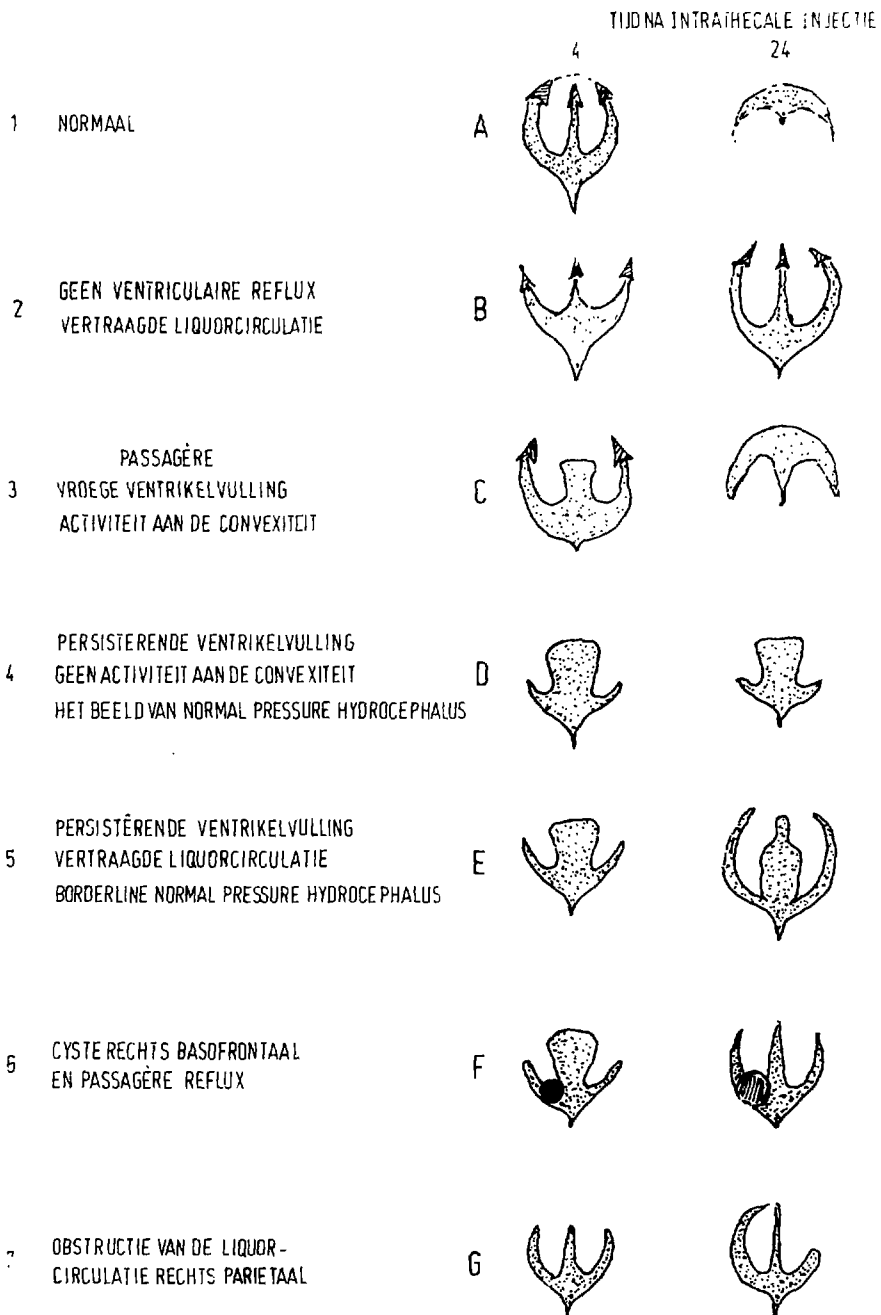
Tabel V

patiënt	geslacht	leeftijd	bevindingen
1	m	52	normale liquorcirculatie
2	v	42	normale liquorcirculatie
3	v	2	normale liquorcirculatie
4	m	43	normale liquorcirculatie
5	m	61	normale liquorcirculatie

6	m	20	normale liquorcirculatie
7	m	50	vertraagde liquorcirculatie
8	v	67	vertraagde liquorcirculatie
9	v	41	vertraagde liquorcirculatie
10	v	46	vertraagde liquorcirculatie
11	m	64	vertraagde liquorcirculatie
12	m	1	vertraagde liquorcirculatie
13	m	40	vertraagde liquorcirculatie
14	v	62	vertraagde liquorcirculatie
15	m	11	vertraagde liquorcirculatie
16	m	11	vertraagde liquorcirculatie
17	v	56	vertraagde liquorcirculatie
18	m	48	vertraagde liquorcirculatie
19	v	4	passagère reflux
20	v	58	passagère reflux
21	m	1	passagère reflux
22	m	7	passagère reflux
23	m	8	passagère reflux
24	m	21	passagère reflux
25	m	72	passagère reflux
26	v	67	passagère reflux
27	m	1	passagère reflux
28	m	71	passagère reflux
29	v	57	passagère reflux
30	m	57	passagère reflux
31	m	62	passagère reflux
32	m	65	passagère reflux
33	v	47	passagère reflux
34	m	45	passagère reflux
35	v	8	passagère reflux
36	v	1	passagère reflux
37	m	75	persisterende vulling
38	m	54	persisterende vulling
39	m	68	persisterende vulling

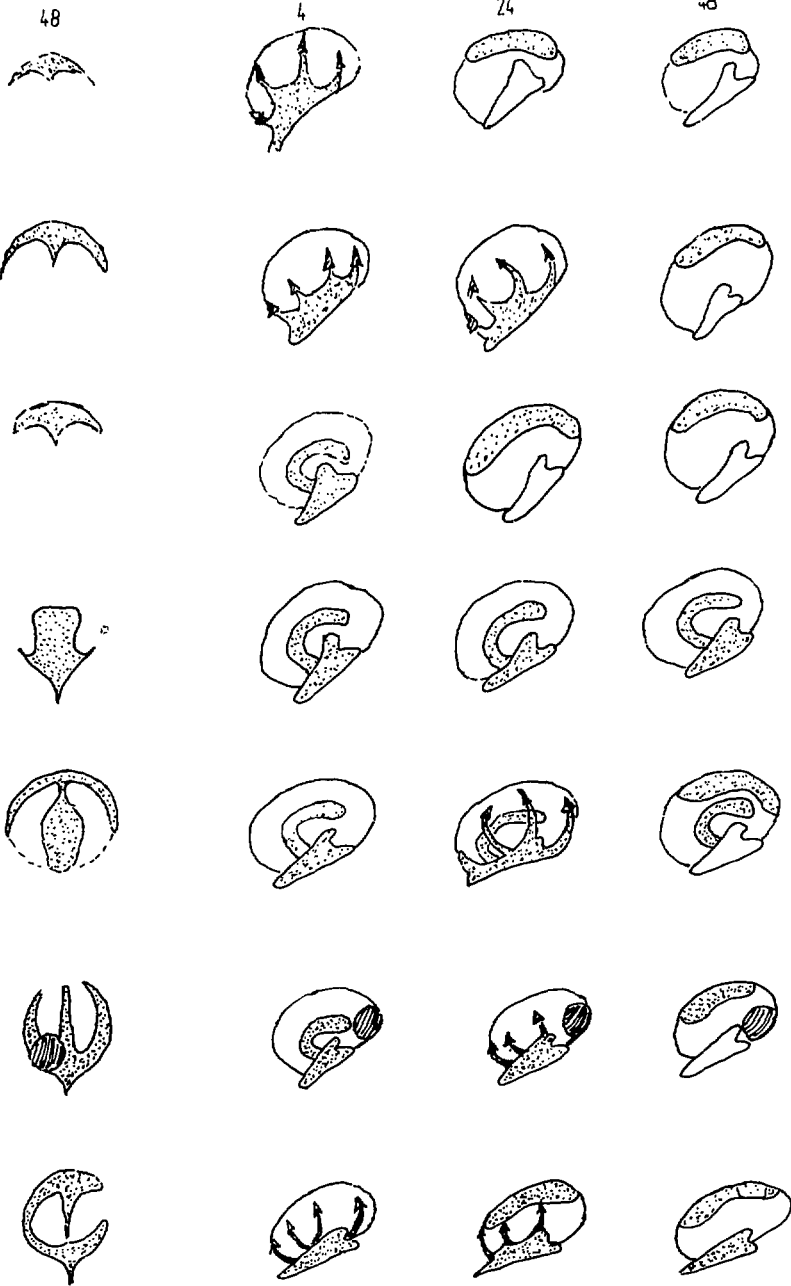
Tabel V Radionuclide cisternographische patronen bij hersenatrophie  
(zie tekst)

fig. 15 Cisternographische beelden  
Schematisch getekend in frontale en rechtslaterale projectie



Jren

TIJD NA INTRATHECALE INJECTIE inuren



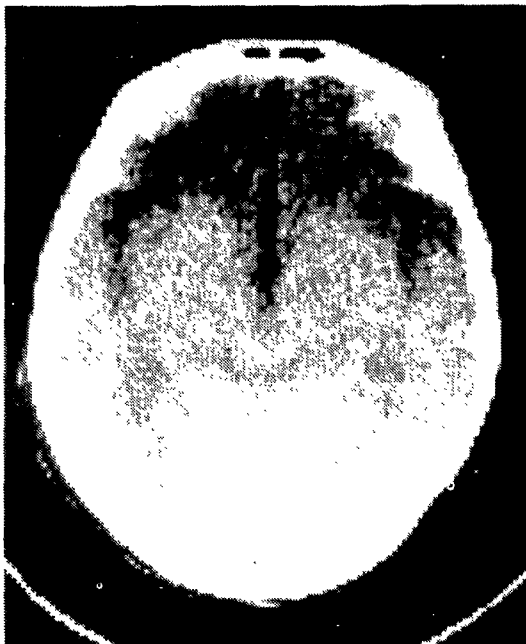
Een 67-jarige vrouw (patiënte 8) werd opgenomen wegens progressieve dementering.

Ter differentiëring tussen een 'normal pressure' hydrocephalus en een hersenatrofie werd een CT-scan en een radionuclide cisternographie verricht.

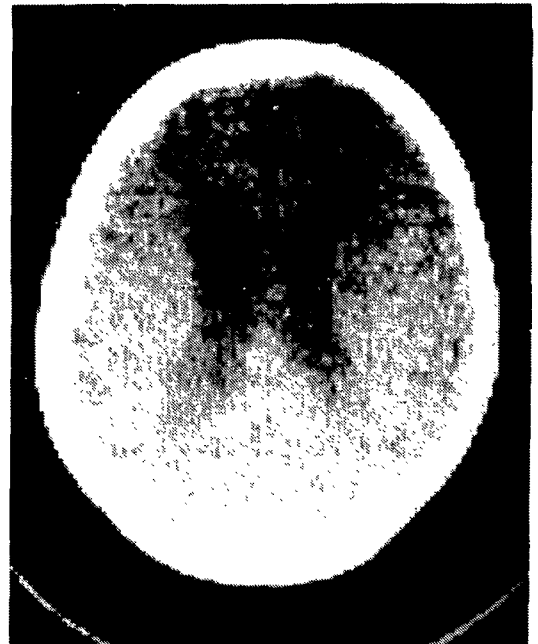
De CT-scan liet een wijde fissura Sylvii en een wijde fissura interhemispherica zien (fig. 16A).

Bij radionuclide cisternographie met  $^{111}\text{In}$ -DTPA werd bij de vroege opname na 5 uur ook een verwijde fissura Sylvii vooral links en een verwijde fissura interhemispherica waargenomen (fig. 16B, 1-3). Op de opname na 26 uur bleek de activiteit nog niet het parasagittale gebied bereikt te hebben (fig. 16B, 4). Dit laatste wijst op een vertraagde liquorcirculatie, zoals deze vaak voorkomt bij hersenatrofie. Na 50 uur toonde het cisternogram een verwijde liquorruimte links (fig. 16B, 5).

Conclusie: De gevonden beelden tonen een vertraagde liquorcirculatie, zoals deze gevonden wordt bij verwijde liquorruimten tengevolge van hersenatrofie. Er is geen resorptiestoornis, omdat er geen reflux is in het ventrikelsysteem.



Re.



Re.

fig. 16A CT-scan bij patiënte 8 met hersenatrofie

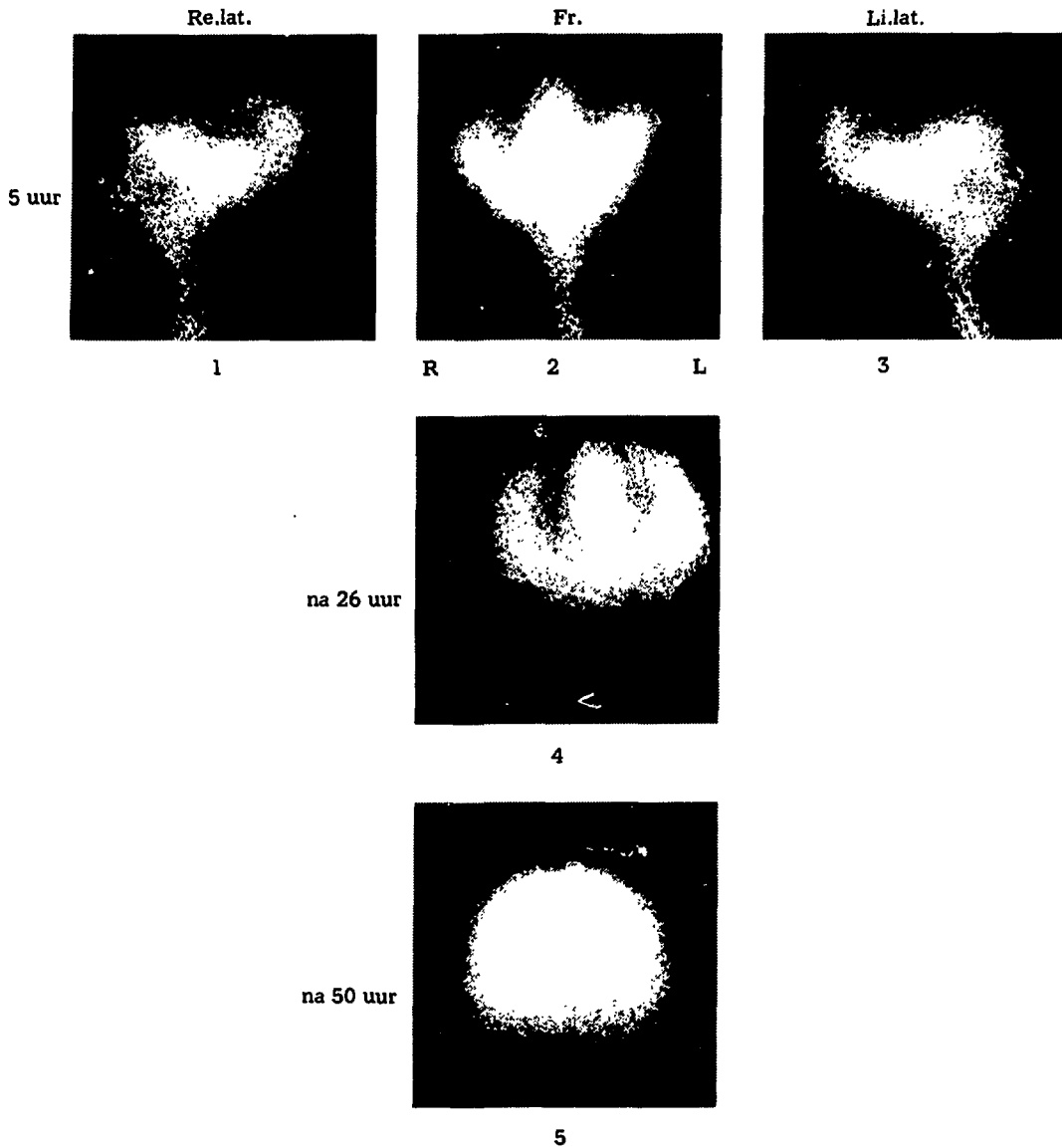


fig. 16B Radionuclide cisternographie bij primaire hersenatrofie  
 Het betreft dezelfde patiënte als van fig. 16A

Een 68-jarige man (patiënt 39) leed sinds jaren aan een dementering bij arteriosclerosis cerebri. De CT-scan toonde een verwijd ventrikelsysteem met corticale atrophie.



De cisternogrammen met  $^{111}\text{In}$ -DTPA (fig. 17) toonden een communicerende hydrocephalus. De activiteit bereikte het parasagittale gebied niet, zelfs niet na 48 uur.

Na 27 en 48 uur was er duidelijk minder activiteit in de liquorruimte en in het ventrikelsysteem dan na 4 uur. Dit kan wijzen op een resorptie van het radiopharmacon in het ventrikelsysteem zelf.

Conclusie: er bestond een ventriculaire reflux. De resorptie vond voornamelijk plaats door de ventrikelwand, hetgeen een irreversibel proces is en wijst op een atrophie. Hoewel de mogelijkheid van een voorafgaande 'normal pressure' hydrocephalus niet uitgesloten is, beantwoordt het huidige beeld niet meer hieraan; deze luidt nu: hersenatrophie. De ventriculaire resorptie is tevens een aanwijzing, dat een shunt operatie niet aangewezen is.

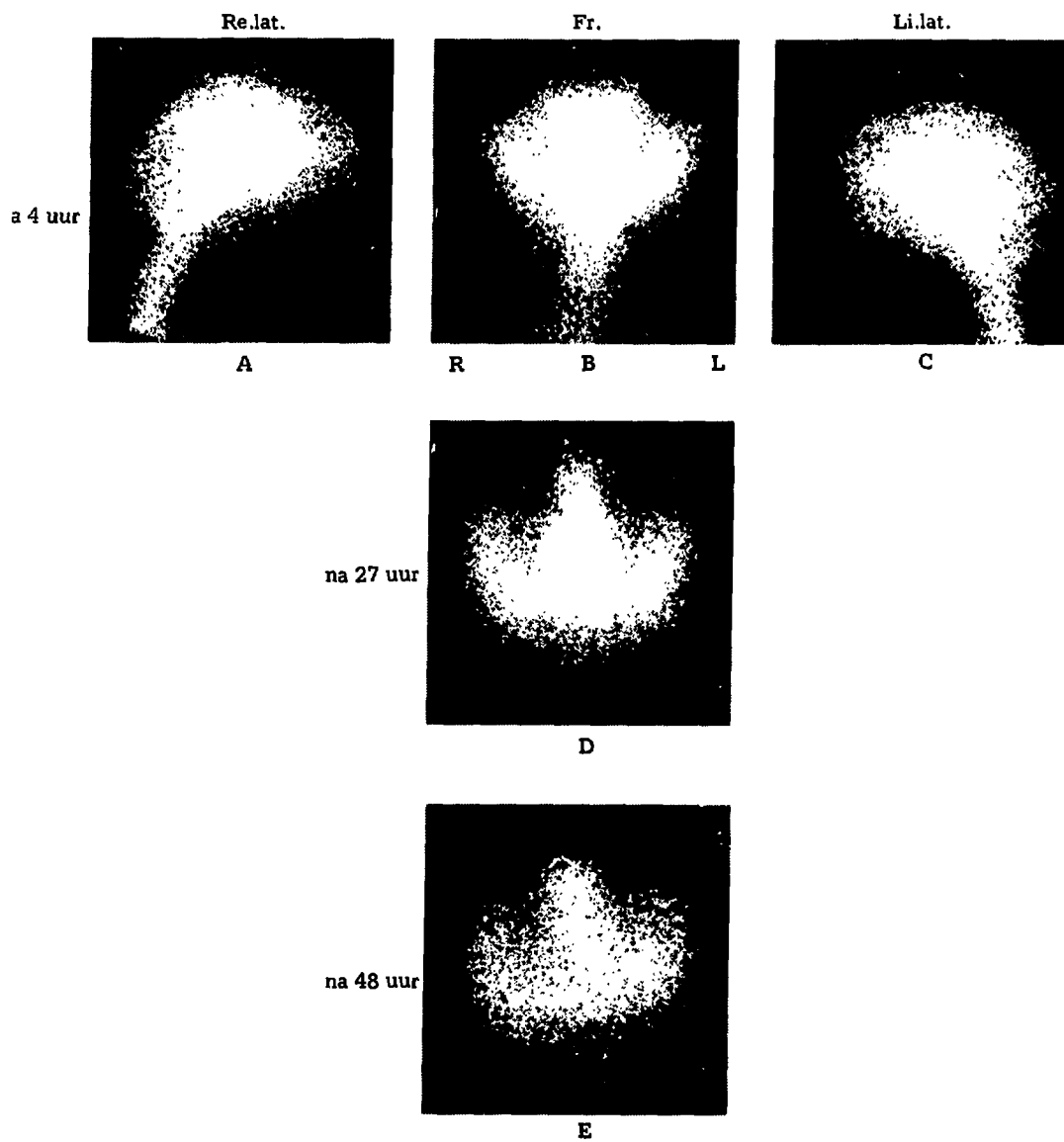


fig. 17 Radionuclide cisternographie bij hersenatrophie met resorptiestoornis (patiënt 39)

Een 54-jarige man (patiënt 38) werd klinisch geobserveerd wegens restverschijnselen van een in 1970 doorgemaakt cerebraal infarct. Sindsdien waren spraakstoornissen en bewegingsstoornissen van de rechter lichaamshelft blijven bestaan.

De hersenseriescintifotografie met pertechneetaat toonde in de dynamische studie een sterk verminderde perfusie van de linker hemisfeer (fig. 18A, links).

De statische hersenscintifoto toonde een grote haard in de linker hemisfeer (fig. 18A, rechts).

De radionuclide cisternografie met  $^{111}\text{In}$ -DTPA in 1978 toonde een communicerende hydrocephalus, waarbij de ventriculaire reflux gedurende het gehele onderzoek aanwezig bleef (fig. 18B, 1-3). Bovendien bleek de circulatie aan de convexiteit links boven het infarct sterk gestoord te zijn (cold spot) (fig. 18B, 2-3 met pijlen). De circulatie rechts is vertraagd. Ook hier lijkt de ventriculaire ependymale resorptie te domineren, immers de activiteit in het ventrikelsysteem is aanzienlijk verminderd, terwijl het parasagittale gebied nauwelijks wordt bereikt.

Conclusie: Er is een linkszijdige obstructie van de liquorstroom ter plaatse van het infarct, wat waarschijnlijk toegeschreven moet worden aan secundaire verklevingen in dit gebied. Aan de rechterzijde wordt het parasagittale gebied vertraagd bereikt. Bovendien is er een resorptie door de ventrikelwand. De diagnose hersenatrofie staat hiermede vast.

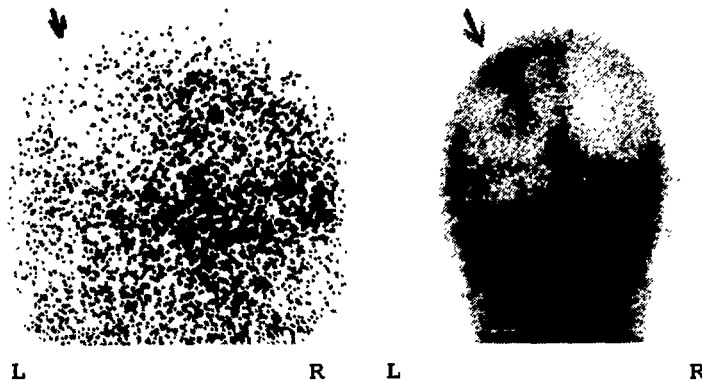


fig. 18A Dynamisch (links) en statisch (rechts) hersenscintigram beide occipitaal opgenomen (patiënt 38)

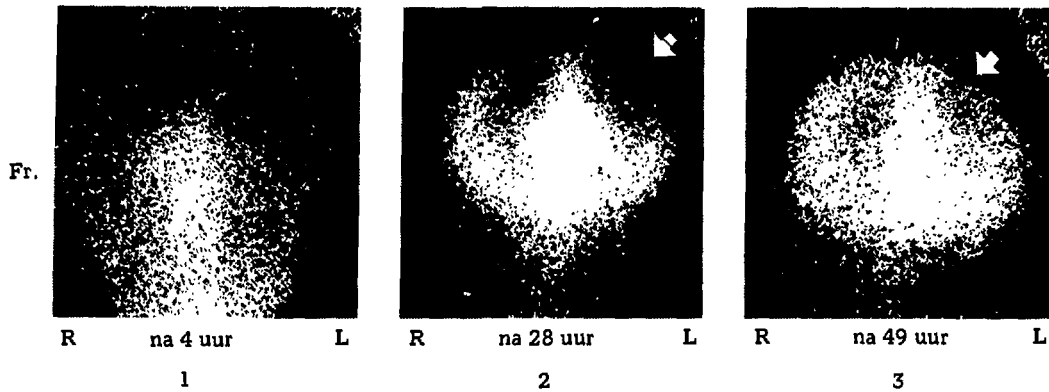


fig. 18B Radionuclide cisternographie bij herseninfarct.  
Het betreft dezelfde persoon als van fig. 18A

#### 3.4.4 'POOLING' EN STASIS VAN HET RADIOPHARMACON IN HET GEBIED VAN DE FOSSA POSTERIOR

In de literatuur over radionuclide cisternographie treft men weinig auteurs, die afwijkingen van de liquordynamiek in de fossa posterior beschrijven. Dit onderzoek wordt dan ook niet algemeen gebruikt bij de diagnostiek van cerebellaire atrophie.

Lusins (1976) beschreef twee patiënten, bij wie hij door middel van radionuclide cisternographie cerebellaire atrophie diagnostiseerde. Deze bevindingen werden bevestigd door pneumo-encephalographie. Hij is van mening dat radionuclide cisternographie een bruikbare aanvulling is bij de evaluatie van patiënten, waarbij het vermoeden bestaat dat zij lijden aan een cerebellaire atrophie.

Lusins meent dat de 'pooling' en stasis bij zijn patiënten met cerebellaire atrophie waarschijnlijk te wijten zijn aan een locale verwijding van de cisternen in de fossa posterior en een toename van de liquor cerebrospinalis. De auteur stelt, dat de ventrikelreflux wijst op een verandering van de liquorstroom en dat deze waarschijnlijk veroorzaakt wordt door de stasis van de liquor in de fossa posterior in het gebied, waar de spinale liquor uit stroomt.

James e.a. (1971) vermelden dat een locale verwijding van de cerebrospinale liquorruimte veroorzaakt kan worden door locale atrophie of hypoplasie van hersenweefsel, door postoperatieve defecten in schedel of hersenen of door stroomafwaartse obstructie in de liquorruimte. Zij noemen een postcraniotomie-defect de meest voorkomende oorzaak van locale verwijding van de cerebrospinale liquorruimte.

Harbert e.a. (1972) stellen, dat men cerebellaire atrophie niet op basis van de grootte van de cisterna magna kan diagnostiseren, daar de cisterna magna sterk in grootte kan wisselen. De cisterna magna is de eerste intracraniale cisterna die zich met het radiopharmacon vult na intrathecale lumbale injectie. Men kan deze cisterna het beste beoordelen op de laterale opnamen, omdat zowel op de frontale als op de occipitale opname de basale cisternen zich deels projecteren op de cisterna magna.

Bij 7 van onze 188 patiënten vonden wij op het radionuclide cisternogram een 'pooling' en stasis van het radiopharmacon in het gebied van de fossa posterior.

Drie van deze patiënten toonden 'pooling' van het radiopharmacon in het gebied van de cisterna magna na een trepanatie van de achterste schedelgroeve. Bij 2 van hen was een medulloblastoom verwijderd en bij de derde was volgens het operatieverslag alleen een grote liquorophoping boven het cerebellum gevonden.

Bij drie patiënten met cerebellaire stoornissen toonde het luchtencefalogram een abnormale grote hoeveelheid lucht in het gebied van de cisterna magna en bovendien werd een verwijd ventrikelsysteem gevonden.

De zevende patiënt uit deze reeks leed aan focale epilepsie. Vertebralis angiographie wees op het bestaan van een flink ruimte-innemend proces rechts cerebellair, maar aangezien dit gebied vaatarm was en er geen pathologische vaten zichtbaar werden, was mogelijk sprake van een cyste. De CT-scan deed denken aan een occipitale porencephale cyste. De patiënt werd niet geopereerd.

Bij alle zeven patiënten toonde het radionuclide cisternogram hetzij passagère, hetzij persistent, een ventrikelvulling. Onze bevindingen zijn in overeenstemming met die van Lusins (1976) en James e.a. (1971).

### 3.5 Literatuur

ALKER JR., G.J., GLASAUER, F.E., LESLIE, E.V.:  
Isotope cisternography and ventriculography in hydrocephalus of children.  
J.C.Harbert (ed.): Cisternography and hydrocephalus. A Symposium  
Springfield, Thomas: 385-396, 1972.

ANDREWS, J.T., MILNE, M.J.:  
The study of CSF pathways.  
In: Nucl. Med. clin. and Techn. bases  
A Wiley Med. Publ.  
John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Toronto, 1977.

ASHBURN, W.L., HARBERT, J.C., BRINER, W.H., DI CHIRO, G.:  
Cerebrospinal fluid rhinorrhea studied with the gamma scintillation camera.  
J.Nucl. Med. 9: 523-529, 1968.

- ASHBURN, W.:  
Radionuclide cisternography.  
In: A study guide in nucl. med. A modern, up-to-date presentation compiled and edited by  
Fuad Ashkar, August Miale Jr. and William Smoak, C.C. Thomas, Publisher  
Springfield, Illinois, 1975.
- BANNISTER, R., GILFORD, E., KOCEN, R.:  
Isotope encephalography in the diagnosis of dementia due to communicating hydrocephalus.  
Lancet, II, 1014-1017, 1967
- BARNES, B.D., HOFF, J.T.:  
Radionuclide cisternography after head injury.  
Arch. Neurol. vol. 33: 21-25, jan. 1976.
- BAUM, S., BRAMLET, R.:  
Radionuclide cisternography. Basic Nuclear Medicine.  
Appleton-Century-Crofts/New York, A Publishing Division of Prentice-Hall, Incl. 1975.
- BENSON, D.F., LEMAY, M., PATTEN, D.H., RUBENS A.B.:  
Diagnosis of normal-pressure hydrocephalus.  
The New England Journ. of Med. vol. 283, no. 12, sept. 17: 609-615, 1970.
- CROW, H., KOEGH, C., NORTHFIELD, D.W.C.:  
The localisation of cerebrospinal fluid fistulae.  
Lancet II: 325-327, 1956.
- CURL, F.D., HARBERT, J.C. and McCULLOUGH, D.C.:  
Quantitative cisternography: an aid to diagnosis.  
In: Cisternography and Hydrocephalus. Edited by J.C. Harbert e.a. Springfield, Illinois,  
Thomas C. Publ.: 441, 1972.
- DELAND, F.H., WAGNER JR., H.N.:  
Atlas of Nuclear Medicine 1, 177-184, 1969.  
W.B. Saunders Company.
- DELAND, F.H., JAMES JR., A.E., WAGNER JR., H.N., HOSAIN, F.:  
Cisternography with  $^{169}\text{Yb}$ -DTPA.  
Journ. of Nucl. Med. 12, nr. 10: 683-689, 1971.
- DETMER, D.E., BLOCKER, H.M.:  
A case of aseptic meningitis secondary to intrathecal injection of  $^{131}\text{I}$  human serum  
albumin.  
Neurology 15: 642-643, 1965.
- DI CHIRO, C.:  
Movement of cerebrospinal fluid in human beings.  
Nature 204: 290, 1964.
- DI CHIRO, G., REAMES, P.M.:  
Isotopic localisation of cranionasal cerebrospinal fluid leaks.  
J. Nucl. Med. 5: 376, 1964.

DI CHIRO, G., REAMES, P.M., MATTHEWS JR., W.B.:  
RISA-Ventriculography and RISA-Cisternography.  
Neurology 14: 185, 1964.

DI CHIRO, G.:  
Anatomical, three-dimensional brain scanning.  
In: Radio-isotopes et affections du système nerveux central. Ed.: T.Planiol, Masson & Cie,  
Paris, 1965.

DI CHIRO, G.:  
Specific activity of radio-iodinated human serum albumin for intrathecal injection. A  
correction.  
Neurology 15: 950, 1965.

DI CHIRO, G.:  
Observations on the circulation of the cerebrospinal fluid.  
Acta Radiol Diagn. 5: 988-1002, 1966.

DI CHIRO, G., GROVE JR. A.S.:  
Evaluation of surgical and spontaneous cerebrospinal fluid shunts by isotope scanning.  
J.Neurosurg. 24: 743-748, 1966.

DI CHIRO, G., OMMAYA, A.K., ASHBURN, W.L. and BRINER, W.H.:  
Isotope cisternography in the diagnosis and follow up of cerebrospinal fluid rhinorrhea.  
J.Neurosurg. 28: 522-529, 1968.

DI CHIRO, G.:  
Cisternography from early tribulations to a useful diagnostic procedure.  
The John Hopkins Med. Journ. 133: 1-15, 1973.

DI CHIRO, G.:  
The 'third circulation'.  
In: Nuclear Medicine. Wagner jr. H.N. (ed). H.P. publishing Co., Inc.  
Publishers, New York, N.Y.: 103-111, 1975.

DIETZ, H.:  
Die frontobasale Schädelhirnverletzung: klinisches Bild und Probleme der operativen  
Behandlung.  
Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1970.

DOTT, N.M. and GILLINGHAM, F.J.:  
Mechanical aspects of the cerebrospinal fluid circulation-physiological, pathological, surgical.  
In: G.E.W. Wolstenholme and C.M. O'Connor (eds), Ciba foundation symposium on the  
cerebrospinal fluid.  
Little, Brown and Company, Boston 1958.

FEINE, U., und zum WINKEL, K.:  
Zisternographie  
In: Nuklearmedizin-Szintigraphische Diagnostik. 6: 153-161, 1980.  
Georg Thieme Verlag Stuttgart.

FRONT, D.:  
Scintiscisternography and scintiventriculography.  
Proefschrift, Groningen, 1971.

- FRONT, D., PENNING, L.:  
 Angiographic assessment of ventricular enlargement in subarachnoid hemorrhage.  
 J.Neurol. Sci. 13: 1-11, 1971.  
 Elsevier Publ. Comp. Amsterdam
- FRONT, D., BEKS, J.W.F., PENNING, L.:  
 Leptomeningeal cysts associated with traumatic cerebrospinal fluid rhinorrhea.  
 Diagnostic value of scintiscisternography.  
 J.Neurosurg. 41: 481-485, 1974.
- GILDAY, D.L.:  
 Pediatric neuronuclear medicine.  
 In Harwood-Nash e.a. (eds.): Neuroradiology in infants and children.  
 Vol. II. 1976 The C.V. Mosby Company.
- GLASAUER, F.E., ALKER, G. and LESLIE, E.V.:  
 Isotope cisternography and ventriculography, Amer. J. Dis. Child 120: 109, 1970.
- GOODWIN, D.A., CHUNG HUN SONG, FINSTON, R., MATIN, P.:  
 Preparation, Physiology and Dosimetry of <sup>111</sup>In-labelled radiopharmaceuticals for  
 cisternography.  
 Radiology 108: 91-98, 1973.
- HARBERT, J.C., JAMES JR., A.E.:  
 Posterior fossa abnormalities demonstrated by cisternography.  
 J.Nucl. Med. 13: 73-80, 1972.
- HARBERT, J.C., Mc CULLOUGH, D.C., SCHELLINGER, D.:  
 Computed cranial tomography and radionuclide cisternography in hydrocephalus.  
 Seminars in nucl. Med. 7: 197-200, 1977.
- HARBERT, C.J., ROCHA, A.F.G.:  
 Radionuclide cisternography. 2: 84-103.  
 Textbook of Nucl. Med.: Clinical Applications. Rocha, A.F.G. and Harbert J.C., Lea &  
 Febiger 1979.
- HARBERT, J.C.:  
 M.D., Director, Division of Nucl. Med.  
 Georgetown university hospital. Personal communication, 1979.
- HAN, H.S., SCHULTE, B.P.M.:  
 Vergelijking van scintiscisternographie en craniale computertomographie met betrekking tot  
 diagnostiek en therapie van hydrocephalus.  
 Nucl. Geneesk. Bull. 1 (2), 39-44, 1979.
- HEINZ, E.R., DAVIS, D.O. and KARP, H.R.:  
 Abnormal isotope cisternography in symptomatic occult hydrocephalus.  
 Radiology 95: 109-120, 1970.
- HOCHWALD, G.M., WALLENSTEIN, M.:  
 Exchange of albumin between blood, cerebrospinal fluid and brain in the cat.  
 Am. J.Physiol. 212: 1199-1204, 1967.



HOFF, J., BATES, E., BARNES, B. et al.:

Traumatic subdural hygroma.

J. Trauma 13: 870-876, 1973.

HOSAIN, F., SOM, P., JAMES JR., E.A., DE BLANC, H.J., WAGNER JR., H.N.:

Radioactive chelates for cisternography: The basis and the choice.

In: Cisternography and Hydrocephalus.

J.C. Harbert (ed.), Thomas Springfield, Ill: 185-196, 1972.

HOWARTH, F., COOPER, E.R.A.:

Departure of substances from the spinal theca. Lancet 2: 937-940, 1949.

JACOBSON, I., MARAN, A.G.:

Localisation of cerebrospinal fluid rhinorrhea.

Arch. Otolaryng. 93: 79-80, 1971.

JAMES JR., A.E., DELAND, F.H., HODGES III, F.J., WAGNER JR., H.N.:

Cerebrospinal fluid (CSF) scanning: Cisternography.

Am. J. of Roent. 110, nr. 1: 74-87, 1970.

JAMES JR., A.E. HARBERT, J.C., DELAND, F.H., McCOLLOUGH, D.C., HODGES,

F.H., WAGNER JR. H.N.:

Localized enlargement of the cerebrospinal fluid space demonstrated by cisternography.

Neuroradiol. 2: 184-190, 1971.

JAMES JR., A.E., NEW, P.F.J., HEINZ, E.R., HODGES III, F.J., DELAND, F.H.:

A cisternographic classification of hydrocephalus.

Am. J. of Roentg. 115, nr. 1: 39-49, 1972.

JAMES JR., A.E., MATTHEWS, E.S., DORST, J.P.:

Technique of cerebrospinal fluid imaging in pediatrics.

Ped. Nucl. Med. 3: 144-158, 1974.

Ed. by James Jr. A.E., Wagner Jr., H.N., Cooke, R.E.

W.B. Saunders Company.

JAMES JR., A.E.:

Cerebrospinal Fluid Imaging (cisternography).

Golden's Diagnostic Radiology. Diagnostic Nuclear Medicine.

Edited by Alexander Gottschalk and E. James Potchen.

The Williams & Willkins Company. Section 20: 303-331, 1976.

KUSHELEVSKY, A., OBERSON, R.:

Spinal cord dosimetry in  $^{169}\text{Yb}$  and  $^{111}\text{In}$ -DTPA Thecography.

Radiol. Clin. Biol. 43: 174-186, 1974.

LANGE DE, S.A., MOFFIE, D.:

Klinische lessen 'Normal pressure hydrocephalus'.

Ned. T. Geneesk. 118, nr. 5: 1974.

LEWIN, W.:

Preliminary observations on external hydrocephalus after severe head injury.

Brit. J. Surg. 55, 10: 747-751, 1968.

- LILIEQUIST, B.:  
The Subarachnoid Cisterns. An anatomic and roentgenologic study.  
Roentg. dept. Serafimerlasarettet, Stockholm, Sweden: 15-85, 1959.
- LUSINS, J.:  
Stasis of  $^{111}\text{In}$ -DTPA in the posterior fossa in patients with cerebellar degeneration.  
Journ. of Nucl. Med. 17, nr. 5: 349-351, 1976.
- MATIN, P., GOODWIN, D.A.:  
Cerebrospinal fluid scanning with  $^{111}\text{In}$ .  
Journ. of Nucl. Med. 12, nr. 10: 668-672, 1971.
- MATIN, P.:  
Cerebrospinal fluid imaging.  
Handbook of Clinical Nucl. Med.  
Hans Huber Publishers. Bern Stuttgart Vienna 1977.
- McCULLOUGH, D.C. HARBERT, J.C.:  
Pediatric Radionuclide Cisternography.  
Seminars in Nucl. Med., 2, 4: 343-352, 1972.
- McCULLOUGH, D.C., HARBERT, J.C., MIALE, A., LANDIS, G.A. and DeBLANC, H.J.:  
Radioisotope cisternography in the evaluation of hydrocephalus of infancy and childhood.  
Radiology 102: 645, 1972.
- McCULLOUGH, D.C., HARBERT, J.C., and LUESSENHOP, A.J.:  
Radioisotope cisternography in the evaluation of hydrocephalus in infancy and childhood.  
Harbert, J.C., McCullough, D.C., Dichiro, G. and Luessenhop, A.J. (eds.): Cisternography  
and Hydrocephalus.  
Springfield, III, Thomas, 1972.
- MEALY, JR., J.:  
Pediatric head injuries, 202, 1968.  
Thomas, c.c. Publisher, Springfield, Illinois, U.S.A.
- NICOL, C.F.:  
A second case of aseptic meningitis following isotope cisternography using  $^{131}\text{I}$  serum  
albumin.  
Neurology 17: 199, 1967.
- OLDENDORF, W.H., KITANO, M., SHIMIZU, S.:  
Evaluation of a simple technique for abrupt intravenous injection of radioisotope.  
J.Nucl. Med. 6: 205, 1965.
- OLDENDORF, W.H.:  
Cerebrospinal fluid formation and circulation.  
Prog. Nucl. Med., vol 1: 336-358, 1972.  
Series Editors, Potchen, E.J. and McCready V.R.  
Karger, Basel and University Park Press, Baltimore.
- OMMAYA, A.K., DI CHIRO, G., BALDWIN, M., PENNYBACKER, J.B.:  
Non-traumatic cerebrospinal fluid rhinorrhea.  
J.Neurol. Neurosurg. Psychiat. 31: 214-225, 1968.

- OVERBEEK, W.J.:  
Isotope investigation of hydrocephalus.  
Psychiat. Neurol. Neurochir. 71: 99-103, 1968.
- PARTAIN, C.L., STAAB, E.V.:  
Brain imaging of cerebrospinal fluid. Computed tomography and Nuclear Medicine Correlation. D. Bruce Sodde (ed) Correl. in diagn. imaging; 57-64, 1979.  
Appl.-Cent.-Crofts/N.Y.
- PATTEN, D.H. and BENSON, D.F.:  
Cisternography.  
In: Nuclear Medicine in clinical practice. Ed. Schneider P.B. and Treves S. 13: 249-261.  
Elsevier North-Holland. Biomedical Press. 1978.
- PENNING L., FRONT D.:  
Brain Scintigraphy, a neuroradiological approach.  
6, 271-363, Excerpta Medica, Amsterdam 1975.
- PENNING, L. and FRONT, D.:  
Scintigraphy in brain injury.  
In P.J. Vinken en G.W. Bruyn 'Handbook of clinical neurology'. Vol. 23. 'Injuries of the brain and skull'. Part I: 287-315, Amsterdam.  
North-Holland Publ. Comp. 1975.
- RIESELBACH, R.E., DI CHIRO, G., FREIREICH, E.J., RALL, D.P.:  
Subarachnoid distribution of drugs after lumbar injection.  
New. Eng. J. Med. 267, 1273, 1962.
- RINALDI, I. HARRIS JR., W.O., DI CHIRO, G.:  
Radionuclide cisternography in subdural hematomas.  
Radiol. 105: 597-602, 1972.
- SPENCER, R.P.:  
Cerebrospinal Fluid Dynamic Study.  
In Nucl. Med. Focus on Clinical Diagnosis: 110-117.  
Hans Huber Publishers. Bern Stuttgart Vienna 1977.
- SWEET, W.H., BROWNELL, G.L., SCHOLL, J.A., BOWSER, D.R., BENDA, P.,  
STICKLEY, E.E.:  
The formation flow and absorption of the cerebrospinal fluid: newer concepts based on studies with isotopes.  
Res. Nerv. Ment. Dis. Proc. 34. 101-159, 1954.
- THOMAS, L.M., GURDJIAN, E.S.: Intracranial hematomas of traumatic origin. Youmans, J.R. (ed.): Neurological Surgery. II, chapt. 47: 960-968, 1973.  
W.B. Saunders Company. Philadelphia. London. Toronto.
- VERBIEST, H.:  
Neurochirurgische aspecten van orbito-craniele verwondingen.  
Jaarverslag 1952 van de stichting tot bevordering der chirurgische wetenschappen: 134-55.

**VERBIEST, H.:**  
Aspectos neuroquirúrgicos de las heridas orbitocraneales.  
Separata dos 'Arquivos de neuro-psiquiatria'. 10.3.: 382-398, 1952.

**WARWICK, R., WILLIAMS, P.L.:**  
Gray's Anatomy.  
35th. Edition: 991, 1973.

**WEED, L.H.:** Studies on the cerebrospinal fluid. III. The pathways of escape from the subarachnoid spaces with reference to the arachnoid villi.  
J. Med. Res. 26: 51, 1914.

**WEED, L.H.:**  
Meninges and cerebrospinal fluid.  
J. Anat. 72: 181-215, 1938.

## 4 'Normal pressure' hydrocephalus

### 4.1 Inleiding en literatuuroverzicht

In 1965 publiceerden Hakim en Adams drie gevallen van patiënten met dementie, loopstoornissen en incontinentie voor urine, bij wie een communicerende hydrocephalus werd vastgesteld. Op grond van het pneumo-encephalographisch onderzoek werd een blokkade van de liquorstroom in het perimesencephale gebied vastgesteld. De lumbale liquordruk was echter normaal. Een dramatische genezing werd verkregen na het aanleggen van een ventriculo-atriale shunt. Dit syndroom wordt sindsdien een 'normal pressure' hydrocephalus genoemd.

De diagnose 'normal pressure' hydrocephalus wordt meestal in een laat stadium gesteld als reeds belangrijke ventrikelverwijding is opgetreden. Hoewel de liquordruk dan meestal binnen normale waarden blijkt te liggen (180-200 mm vloeistof) lijkt het waarschijnlijk, dat deze tijdens het vroege stadium van de ziekte verhoogd was. Door de ventrikelverwijding kan de liquordruk tot normale waarden terugkeren.

Omdat door de verwijding het totale ventrikeloppervlak is toegenomen, is de totale kracht op de ventrikelwanden toch vergroot. Dit volgt direct uit de regel, dat de kracht, die een vloeistof op een wand uitoefent, gelijk is aan het produkt van druk en oppervlak.

Dit betekent dus, dat bij een 'normal pressure' hydrocephalus toch sprake is van een vergrote kracht uitgeoefend door de liquor op de ventrikelwand.

Hakim en Adams interpreteren dit als volgt: hoe groter het oppervlak van het ventrikelsysteem is, des te lager kan de druk zijn, die nog effectief is in het veroorzaken van symptomen van cerebrale defecten.

Men vindt in de literatuur betreffende dit syndroom een zeer wisselende nomenclatuur, zoals 'low pressure' hydrocephalus (Taveras, 1968), occulte hydrocephalus (Adams e.a. 1965), 'normal pressure' hydrocephalus (Bannister e.a., 1967) en obstructieve hydrocephalus (Messert e.a., 1966) Hoewel vele onderzoekers van mening zijn, dat er verschillende vormen van 'late onset' hydrocephalus bestaan, zijn er anderzijds ook enkelen die er van uitgaan dat al deze gevallen berusten op hetzelfde mechanisme (Salmon e.a., 1968).

Greitz (1969) suggereerde voor lichte gevallen de term 'brain distention' en voor gevallen met ernstige symptomen de naam 'low pressure' hydrocephalus.

De benaming 'normal pressure' hydrocephalus als separate entiteit is enigszins misleidend, daar de liquordruk ook normaal is bij hydrocephalus ten gevolge van hersenatrophie, van welke aandoening de 'normal pressure' hydrocephalus moet worden onderscheiden. In beide gevallen is de liquordruk normaal, ook het sluipend beloop hebben zij gemeen, zodat wel wordt gesuggereerd (Benson e.a., 1970) om al deze gevallen onder de term 'occulte hydrocephalus' samen te vatten.

Meestal bestaat er bij deze gevallen een communicerende hydrocephalus, hetgeen wil zeggen, dat vrije communicatie tussen de subarachnoïdale ruimte en het ventrikelsysteem mogelijk is. De vorm van communicerende hydrocephalus, waarbij een goede passage van de liquor door de corticale subarachnoïdale ruimte blijft bestaan, wordt niet-obstructieve communicerende hydrocephalus genoemd of ook wel hydrocephalus ex vacuo.

Daartegenover staat de hydrocephalus, waarbij de liquorpassage naar de convexiteit wordt geblokkeerd en die men obstructieve communicerende hydrocephalus noemt (Han, 1979, zie ook eigen indeling in hoofdstuk 9). Als de liquordruk binnen normale grenzen blijft, noemt men dit 'normal pressure' hydrocephalus. De diagnose 'normal pressure' hydrocephalus is tevens gekoppeld aan het reeds eerder beschreven klinische beeld, dat evenmin op verhoogde intracraniale druk wijst.

Ondanks het initiële optimisme over de curabiliteit van de 'normal pressure' hydrocephalus blijken volgens de literatuur (Greitz e.a., 1971; Bannister, 1972; Messert e.a., 1974) vele patiënten, bij wie deze diagnose werd gesteld, geen duidelijke verbetering te tonen na het aanleggen van een shunt. Vooralsnog is het niet duidelijk waarom de ene patiënt wel en de andere niet gunstig reageert. Een aantal onderzoekers (Messert e.a., 1974; Salmon, 1972) is van mening dat de matige resultaten mede worden veroorzaakt door de onzuivere selectieprocedure, die waarschijnlijk het gevolg is van de onvoldoende betrouwbaarheid van de toegepaste diagnostiek. Er verschenen vele publicaties over het opstellen van geschikte criteria om die patiënten te selecteren, van wie men mocht verwachten, dat zij een gunstig effect zouden ondervinden van het aanleggen van een shunt.

Obstructie ter hoogte van de basale cisternen of van de incisura tentoriï, waarbij het resorptie-oppervlak aanzienlijk is gereduceerd, kan resulteren in een aanmerkelijke vergroting van het ventrikelsysteem. Volgens vele auteurs zou in deze situatie de grootste klinische verbetering verwacht kunnen worden door het aanleggen van een drainage-systeem (Bannister e.a., 1967;

Lin e.a., 1968; Flemming e.a., 1972; Heinz e.a., 1972; Staab e.a., 1972; Tator e.a., 1972; Harbert, 1973; Messert e.a., 1974).

Zeer interessant is de recente publicatie van Briggs e.a. (1978) over circa 30 patiënten bij wie een CT-scan en radionuclide cisternographie met  $^{169}\text{Yb}$ -DTPA werden verricht, gevolgd door het aanleggen van een drainage-systeem.

Alle patiënten toonden een communicerende hydrocephalus en een bilaterale blokkade van de convexiteit. De CT-scans toonden in alle gevallen vergrote ventrikels, beiderzijds vergrote fissurae Sylvii en normale parasagittale corticale sulci.

Radionuclide cisternographie toonde een bilateraal ontbreken van enige verplaatsing van het radiopharmacon over de convexiteit naar de vertex en een vroege (6-uurs) ventriculaire reflux van het  $^{169}\text{Yb}$ -DTPA.

Op grond van hun verdere bevindingen deelden de schrijvers de patiënten in twee groepen in:

- De eerste groep van patiënten bij wie het aanleggen van een drainage-systeem geen verbetering teweeg bracht, toonde in de CT-scans duidelijk grote gebieden van periventriculaire lage densiteit en stapeling van veel  $^{169}\text{Yb}$ -DTPA in het hersenweefsel, dat na 48 uur volgens Briggs een 'cerebrogram-achtig' beeld gaf. Deze overmaat aan radioactiviteit in de hersenen resulteert in een verlies aan waarneembaarheid van ventriculaire details. Indien dit gevonden wordt is de transependymale liquorresorptie een chronisch proces geworden met irreversibele veranderingen in de nabij gelegen witte stof. Zij zijn van mening dat deze patiënten een gestabiliseerde vorm van communicerende hydrocephalus hebben.
- De tweede groep van patiënten, bij wie het aanleggen van een drainage-systeem wel tot verbetering leidde, toonde weinig of geen verandering in de periventriculaire lage densiteit op de CT-beelden, terwijl de radionuclide cisternogrammen met  $^{169}\text{Yb}$ -DTPA na 48 uur blijvende activiteit in de ventrikels toonden met weinig of geen 'cerebrogram'-effect. De schrijvers menen dat bij deze patiënten de resorptie door de ventrikelwand nog niet irreversibel en tevens nog onvolledig is, zodat het aanleggen van een shunt klinische verbetering teweeg kan brengen.

Spencer (1979, persoonlijke mededeling) zei: 'In essence, what we need are better diagnostic criteria. I am of the view that Briggs may have merit to his suggestions'.

McCullough e.a. (1970) stelden dat juist het klinisch beeld van groot belang is voor de prognose. Het klinisch beeld geeft immers aanwijzingen in de richting van een mogelijke hersenstambeschadiging, een cerebraal infarct of

zelfs destructie van een groter hersengeedeelte. Het spreekt vanzelf, dat men in die gevallen nauwelijks hoeft te rekenen op een verbetering door het aanleggen van een shunt.

Messert e.a. (1974) beschreven nogmaals het klinische beeld van de 'normal pressure' hydrocephalus. Kenmerkend is de lichte dementie, die vooral in het begin gemakkelijk gemist kan worden. De symptomen ontstaan geleidelijk in het verloop van een aantal maanden. Hiertoe behoren geestelijke achteruitgang, o.a. vermindering van de emotionele spontaniteit, vermindering van stemvolume, soms zelfs tot akinetische mutisme toe. Veelal ontstaat incontinentie voor urine en soms zelfs voor faeces. De loopstoornissen zijn zeer wisselend en vooral in het begin weinig specifiek, zich manifesterend door onvastheid en veelvuldig vallen.

DeLand (1979) zei tijdens een persoonlijke mededeling: 'It is necessary to establish that a true normal pressure hydrocephalus exists. This information demonstrates a blockage of absorption and ventricular dilatation. Next the decision to shunt depends on the time that symptoms have been manifest. We have found that:

- 1 Good to dramatic results from shunting if symptoms have been present for six months or less.
- 2 Fair results from shunting if symptoms have been present six to twelve months.
- 3 No improvement if symptoms have been present more than three years. Needless to say it is imperative that the onset of symptoms be established quite accurately. The improvement of symptoms as related to the duration of symptoms is directly related to the amount of irreversible pressure atrophy that has occurred prior to shunting.'

De meest voorkomende oorzaak van 'normal pressure' hydrocephalus is een subarachnoïdale bloeding als gevolg van een trauma, een ruptuur van een intracraniaal aneurysma of een ander vasculair accident. Een andere oorzaak kan meningitis zijn, terwijl die gevallen waarbij men de oorzaak niet kan vinden, gemakshalve als 'idiopathisch' worden aangeduid.

Samenvattend kan men stellen, dat men bij patiënten, die binnen een jaar dement zijn geworden, gepaard gaande met een wankelende gang en een incontinentie voor urine, moet denken aan een 'normal pressure' hydrocephalus, vooral wanneer er een subarachnoïdale bloeding in de anamnese is.

Appenzeller e.a. (1967) en Salmon e.a. (1968) stelden de diagnose hydrocephalus ex vacuo bij patiënten die klinisch tekenen van cerebrale atrophie toonden en bij wie bij luchtencephalographie veel lucht werd waargenomen in de corticale subarachnoïdale ruimte. Toch werden



gunstige resultaten verkregen na het aanleggen van een shunt. Zij waren van mening, dat hydrocephalus ex vacuo gepaard zou gaan met een verminderde cerebrale bloeddorstrooming en dat het herstel van hun patiënten zou worden veroorzaakt door een verbetering van de bloeddorstrooming, als gevolg van de verlaging van de intracraniale druk. Door deze verbetering van de bloeddorstrooming zouden beschadigde neuronen hun functie terugkrijgen, ofschoon de aard van het ziekteproces onveranderd bleef. Overeenkomstig hun verwachting, veranderde de omvang van de ventrikel niet na de shuntoperatie.

Greitz e.a. (1969) toonden aan dat bij 7 patiënten met 'normal pressure' hydrocephalus door het aanbrengen van een drainagesysteem de ventrikel omvang kleiner werd en de daaruit ontstane verhoogde cerebrale doorbloeding de klinische verbetering teweeg zou brengen.

## 4.2 Onderzoekmethoden

Afgezien van de klinisch-neurologische en neuro-psychologische onderzoeksmethoden zijn er twee radiodiagnostische en een nucleair geneeskundige methoden van onderzoek om de diagnose 'normal pressure' hydrocephalus te stellen.

### 4.2.1 RADIONUCLIDE CISTERNOGRAPHIE

De radionuclide cisternographie is minder belastend voor de patiënt dan luchtencephalographie en is van belang gebleken voor de diagnose 'normal pressure' hydrocephalus. In de literatuur (Di Chiro e.a., 1964; Benson e.a., 1970; Alker e.a., 1972) wordt aangenomen, dat deze onderzoeksmethode de diagnostiek in belangrijke mate heeft verbeterd, waardoor een betere differentiatie mogelijk is tussen de 'normal pressure' hydrocephalus en de hydrocephalus ex vacuo tengevolge van hersenatrofie.

Deland (1979) zei hierover: 'Scintiscisternography is still the major procedure for the diagnosis of communicating hydrocephalus. It is still very important for differentiating normal pressure hydrocephalus from atrophy'.

Positieve cisternographische bevindingen maken het welslagen van een shuntoperatie meer waarschijnlijk. Het cisternogram toont een vroege vulling van de ventrikels met radioactiviteit, die zich evenwel niet naar de convexiteit verplaatst, zelfs niet na 48 of 72 uur. Juist aan dit persisteren van de activiteit in het ventrikelsysteem, wordt in de literatuur veel betekenis gehecht (McCullough e.a., 1970; Benson e.a., 1970; Di Chiro, 1973; De Lange e.a., 1974; Messert e.a., 1974). Men acht het een indicatie voor het

aanleggen van een ventriculo-atriale shunt. Hiermee is het duidelijk dat voor de diagnose 'normal pressure' hydrocephalus ook een opname na 48 uur noodzakelijk is.

Voor de beoordeling van het radionuclide cisternogram bij deze vorm van hydrocephalus moet men op de volgende belangrijke factoren letten:

- 1 Hoe is de ventrikelvulling?
- 2 Bestaat er een stoornis van de resorptie?
- 3 Is de liquorcirculatie vertraagd?
- 4 Bestaat er in de subarachnoïdeale ruimte 'pooling' en/of een 'koud' gebied d.w.z. een gebied van verminderde radioactiviteit?

De ervaring heeft geleerd, dat het frontale beeld van groter informatieve waarde is dan het laterale scintigram. Na 3-4 uur kunnen namelijk de basale cisternen in het laterale beeld een ventrikelvulling simuleren. Een echte ventrikelvulling is op de frontale projectie duidelijk te herkennen als een vliedervormig of hartvormig gebied in de mediaanlijn. Ook een resorptiestoornis is beter op de frontale dan op de laterale projectie te beoordelen.

Het cisternographische patroon bij 'normal pressure' hydrocephalus laat zich in het kort als volgt beschrijven:

- 1 het radiopharmacon verzamelt zich in de basale cisternen;
- 2 er ontstaat vrij snel een ventriculaire reflux, waarna de activiteit gedurende het gehele verdere onderzoek in het ventrikelsysteem aanwezig blijft;
- 3 ongeacht de duur van het onderzoek ziet men de activiteit niet in de parasagittale regio en aan de convexiteit verschijnen, terwijl in typische gevallen de vroege beelden identiek zijn met de beelden na 48 uur (fig. 15D, 20).

Bij de hydrocephalus ex vacuo (de niet-obstructieve communicerende hydrocephalus) kan weliswaar een vroege ventriculaire reflux optreden, maar het radiopharmacon bereikt de parasagittale regio wel. De vertraagde liquorstroom op het cisternogram wordt in dit geval veroorzaakt door de toename in volume van de subarachnoïdeale ruimten. Er is geen obstructie van de liquorpassage naar de corticale subarachnoïdeale ruimte. Het scintifotographisch patroon bij hydrocephalus ex vacuo ziet er dan als volgt uit:

- 1 de radioactiviteit stapelt zich in de basale cisternen;
- 2 er kan een vroege ventriculaire reflux zichtbaar worden;
- 3 de opnamen na 24 uur tonen geen of slechts weinig activiteit in de parasagittale regio, terwijl de verdeling van het radiopharmacon gelijkmatig en symmetrisch is;

- 4 na 48 uur wordt veel activiteit geregistreerd aan de convexiteit en in de parasagittale regio.

Het radionuclide cisternogram geeft op deze wijze gewoonlijk een goede informatie voor de differentiaaldiagnostiek van beide typen hydrocephalus. Er is evenwel nog een ander belangrijk gegeven, dat ons kan helpen bij deze differentiatie. Vermeerderde activiteitsophoping ('hot spot') van het radiopharmacon in de corticale subarachnoïdeale ruimte pleit in de meeste gevallen voor degeneratieve processen, posttraumatische encephalomalacie, bloedvaat afwijkingen (infarcering) of atrophie, terwijl een koud gebied wijst op een obstructie in de liquorstroom.

Over het mechanisme van de ventriculaire reflux verkeert men nog in onzekerheid. Als het ventrikelsysteem verwijd is, treedt er een ventriculaire reflux op. De hoeveelheid van het radiopharmacon, die zichtbaar is in de ventrikel, schijnt te corresponderen met de graad van de dilatatie (James e.a., 1972, Han e.a., 1979).

De liquor cerebrospinalis wordt normaal geproduceerd in de ventrikels en wordt voornamelijk geresorbeerd door de arachnoïdeale villi in het parasagittale gebied.

Bowsher (1960) toonde met dierexperimenten aan, dat in het endydym van het ventrikelsysteem enige resorptie van liquor cerebrospinalis plaatsvindt, maar dat de hoeveelheid zeer klein is vergeleken met de resorptie in het parasagittale gebied. Aangezien de ventrikels meer liquor produceren dan zij resorberen, stroomt de liquor normaal van de laterale ventrikels naar de subarachnoïdeale ruimte om tenslotte in de arachnoïdeale villi in het parasagittale gebied geresorbeerd te worden. Daardoor ziet men op het normale radionuclide cisternogram geen reflux van het radiopharmacon naar het ventrikelsysteem. Als er echter een mechanische blokkering ergens tussen de arachnoïdeale villi en de basale cisternen bestaat, bv. door obstructie of obliteraties, dan kan de liquor niet meer volgens de normale wijze in het parasagittale gebied geresorbeerd worden. Dan worden alternatieve wegen gebruikt en een van deze wegen is de transependymale resorptie. Bij obstructie in de liquorwegen gaat de ventriculaire endydymale resorptie domineren, waardoor de stroomrichting verandert (Glasauer e.a., 1968; Heinz e.a., 1970, 1972; James e.a., 1973).

Radionuclide cisternographie demonstreert deze transependymale resorptie zeer goed als een ventriculaire reflux (fig. 17, 18B)

Een andere theorie gaat ervan uit, dat er normaal bij iedere systole een snelle liquorverplaatsing vanuit de schedel via de basale cisternen naar de spinale subarachnoïdeale ruimte bestaat. Het omgekeerde vindt plaats tijdens de diastole. Door de blokkade in het basale cisternensysteem is dit bij de

'normal pressure' hydrocephalus onmogelijk, zodat dan bij de systole de liquor uit het ventrikelsysteem naar de spinale liquorruimte verplaatst wordt om tijdens de diastole weer in de ventrikel terug gezogen te worden (van Crevel, 1972; van Crevel en Bakker, 1977).

Samenvattend kan worden gesteld, dat er weliswaar geen duidelijke correlatie bestaat tussen de vroege ventriculaire reflux en een gunstig effect van de shuntoperatie, maar dat de stasis van het radiopharmakon in het ventrikelsysteem een dergelijke correlatie wèl te zien geeft. Voorts is het ontbreken van het radiopharmakon aan de convexiteit en in de parasagittale regio een belangrijk criterium voor de diagnose 'normal pressure' hydrocephalus.

#### 4.2.2 PNEUMO-ENCEPHALOGRAPHIE

De pneumo-encephalographische afwijkingen bij 'normal pressure' hydrocephalus zijn gewoonlijk duidelijk, ofschoon er geen enkel pneumo-encephalographisch beeld is, dat pathognomonisch voor de diagnostiek van de 'normal pressure' hydrocephalus genoemd kan worden.

Het luchtencephalogram verschaft bij 'normal pressure' hydrocephalus de volgende belangrijke gegevens:

- 1 niet gelijkmatig verwijd ventrikelsysteem, waarbij de vergroting zich voornamelijk in het voorste gedeelte van de laterale ventrikels bevindt;
- 2 veranderingen in de corpus callosumhoek (Benson e.a., 1970; LeMay e.a., 1970). Deze wordt gevormd door de bovenste begrenzing van de beide laterale ventrikels. Normaal bedraagt deze hoek 130-140°. Bij 'normal pressure' hydrocephalus is deze hoek kleiner dan 120°. Grotere hoeken zijn suggestief voor hydrocephalus tengevolge van hersenatrofie (hydrocephalus ex vacuo) of een niet-obstructieve communicerende hydrocephalus;
- 3 de afwezigheid van lucht aan de convexiteit. Het omgekeerde is van geen betekenis voor de diagnose (Lemay e.a. 1970).
- 4 een blokkade van de lucht in de basale cisternen kan een aanwijzing zijn van een 'normal pressure' hydrocephalus, omdat deze liquorruimten normaliter ruim zijn en lucht gemakkelijk laten passeren.

#### 4.2.3 COMPUTER TOMOGRAPHIE

De CT-scan is in staat de liquorruimten zeer nauwkeurig af te beelden door het verschil in dichtheid van de liquor cerebrospinalis en het hersenparenchym.

Hoewel men op de CT-scans soms de diagnose obstructieve hydrocephalus kan stellen, omdat de oorzaak van obstructie duidelijk zichtbaar wordt, zoals bijvoorbeeld een tumor in de 3e of 4e ventrikel, zijn de gegevens van CT-scan in wezen statisch en geven zij geen informatie over de liquordynamiek. Indien de CT-scan aanwijzingen geeft voor het bestaan van hydrocephalus en geen tekenen van obstructie of atrophie zichtbaar worden, is radionuclide cisternographie aangewezen.

Gado e.a. (1976) en Harbert e.a. (1977) vergeleken radionuclide cisternographie met CT-scanning bij communicerende hydrocephalus. Zij vonden een goede correlatie tussen de bevindingen van deze methoden. Zij zijn van opvatting dat beide methoden elkaar complementeren ten aanzien van het onderzoek van de communicerende hydrocephalus.

Harbert e.a. (1977) zijn van mening, dat de combinatie van een verwijd ventrikelsysteem bij CT-scanning en van een ventriculaire reflux en stasis van het radiopharmakon bij cisternographie een indicatie vormen voor het aanleggen van een shunt. Bij twijfelgevallen, wanneer het CT-beeld een matige verwijding van de sulci toont, wordt alleen tot het aanleggen van een drainagesysteem overgegaan, indien de cisternographische bevindingen wijzen op 'normal pressure' hydrocephalus.

Harbert (persoonlijke mededeling, 1979) zei: 'The differentiation of hydrocephalus from atrophy is best made by a combination of isotope cisternography and computerized tomographic studies. With regard to the diagnosis of communicating hydrocephalus, I believe that radioisotope cisternography is still the best means of ascertaining the functional status and degree of communicating hydrocephalus. One must always bear in mind that non-communicating hydrocephalus may not be distinguished from normal cerebrospinal fluid dynamics by cisternography alone. Always, a judicious combination of computerized tomography, isotope cisternography and pneumoencephalography along with the clinical picture are necessary for a complete understanding of the patients condition.'

#### 4.3 Literatuur

ADAMS, R.D. FISHER, C.M., HAKIM, S. et al:  
Symptomatic occult hydrocephalus with 'normal' cerebrospinal fluid pressure: a treatable syndrome.  
New Engl. J. Med. 273: 117-126, 1965.

ALKER JR., G.J., GLASAUER, F.E., LESLIE, E.V.:  
Long-term experience with isotope cisternography.  
JAMA 219. 8: 1005-1010, 1972.

**APPENZELLER, O., SALMON, J.H.:**

Treatment of parenchymatous degeneration of the brain by ventriculoatrial shunting of cerebrospinal fluid.

J. Neurosurg. 26: 478-482, 1967.

**BANNISTER, R., GILFORD, E., KOCEN, R.:**

Isotope encephalography in the diagnosis of dementia due to communicating hydrocephalus.

The Lancet II: 1014-1017, nov. 11, 1967.

**BANNISTER, C.M.:**

A report of eight patients with low pressure hydrocephalus treated by CSF diversion with disappointing results.

Acta Neurochir. 27, 11-15, 1972.

**BENSON, D.F., LEMAY, M., PATTEN, D.H., RUBENS, A.B.:**

Diagnosis of normal pressure hydrocephalus.

The New Engl. J. of Med. 283, sept. 17, nr. 12: 609-615, 1970.

**BOWSHER, D.:**

Cerebrospinal fluid dynamics in health and diseases.

Springfield III, Ch.C. Thomas, 1960.

**BRIGGS, R.C., ALTEMUS, L.R., LESCHEY, W.H.:**

Synthesis of criteria for operability in normal-pressure hydrocephalus due to bilateral convexity block.

J. of Nucl. Med. 19, nr. 11: 1268-1269, 1978.

**CREVEL v., H.:**

Enkele factoren bij de pathogenese van hydrocephalus.

Ned. Tijdschr. Geneesk. 111: nr. 36, 1972.

**CREVEL v., H., BAKKER, W.H.:**

Het mechanisme van ventrikelvulling met radioactief gemerkt albumine bij 'normal pressure' hydrocephalus.

Ned. T. Geneesk. 121, nr. 46: 1867, 1977.

**DELAND, F.:**

Professor and chief of Nucl. Med. University of Kentucky.

Personal communication, 1979.

**DI CHIRO, G., REAMES, P.M., MATTHEWS Jr., W.B.:**

RISA-Ventrikulography and RISA-Cisternography.

Neurol. 14: 185-191, March 1964.

**DI CHIRO, G.:** Cisternography from early tribulations to a useful diagnostic procedure.

The John Hopkins Med. Jour. 133:1-15, 1973.

**FLEMMING, J.F.R., SHEPPARD, R.H., TURNER, V.M.:**

CSF Scanning in the evaluation of hydrocephalus: Clinical review of 100 patients.

In J.C. Harbert (ed): Cisternography and hydrocephalus: A symposium Springfield, Thomas: 261-284, 1972.

GADO, M.H., COLEMAN, R.E., LEE, K.S., MIKHAEL, M.A., ALDERSON, P.O.,  
ARCHER, C.R.:  
Correlation between computerized transaxial tomography and radionuclide cisternography in  
dementia.  
Neurology 26: 555-560, 1976.

GLASAUER, F.E., ALKER JR., G.J., LESLIE, E.V. and NICOL, C.F.:  
Isotope cisternography in hydrocephalus with normal pressure.  
Case report and technical note. J. Neurosurg. 29: 555-561 nov. 1968.

GREITZ, T.:  
Effect of brain distention on cerebral circulation.  
Lancet 1: 863-865, 1969.

GREITZ, T.V.B., GREPE, A.O.L., KALMER, M.S.F., LOPEZ, J.:  
Pre- and postoperative evaluation of cerebral blood flow in low-pressure hydrocephalus.  
J. Neurosurg. 31: 644-651, 1969.

GREITZ, T., and GREPE, A.:  
Encephalography in the diagnosis of convexity block hydrocephalus.  
Act. radiol. 11: 232-242, 1971.

HAN, H.S.:  
Classificatie van hydrocephalus.  
Nucl. Geneesk. Bull. 1, 2: 45, 1979.

HAKIM, S., ADAMS, R.D.:  
The special clinical problem of symptomatic hydrocephalus with normal cerebrospinal fluid  
pressure. Observations on cerebrospinal fluid hydrodynamics.  
J. Neurol. Sci. 2: 307-327, 1965.

HARBERT, J.C.:  
Radionuclide cisternography in adult hydrocephalus.  
In: Proceedings of the Royal Society of Med. 66: 827-830, 1973.

HARBERT, J.C., McCULLOUGH, D.C. and SCHELLINGER, D.:  
Computed cranial tomography and radionuclide cisternography in hydrocephalus.  
Seminars in Nucl. Med. 7: 197-200, 1977.

HARBERT, J.C., M.D.: Director, Division of Nucl Med.  
Georgetown University Hospital. Personal Communication, 1979.

HEINZ, E.R., DAVIS, D.O., KARP, H.R.:  
Abnormal isotope cisternography in symptomatic occult hydrocephalus.  
Radiology 95: 109-120, 1970.

HEINZ, E.R., DAVIS, D.O.:  
Clinical, radiological, isotopic and pathologic correlation in normotensive hydrocephalus.  
J.C. Harbert (ed) 'Cisternography and hydrocephalus, A. Symposium'.  
Springfield, Thomas: 217-234, 1972.

JAMES JR., A.E., NEW, P.F.J., HEINZ, E.R., HODGES III, F.J., DELAND, F.H.:  
A cisternographic classification of hydrocephalus.  
Am.J. of Roentgen. 115, nr. 1: 39-49, 1972.

JAMES JR., A.E., STRECKER, E.P., KONINGSMARK, B., MERZ, T.:  
Alterations in CSF absorption in experimental communicating hydrocephalus.  
Proceedings of the Society of Neurological Surgeons.  
L.A.: Calif., 1973.

LANGE DE, S.A., MOFFIE, S.:  
Klinische lessen 'Normal pressure hydrocephalus'.  
Ned. T. Geneeskunde 118, 5, 1974.

LEMAY, M., NEW, P.F.J.:  
Radiological diagnosis of occult normal pressure hydrocephalus.  
Radiology 96: 347-358, 1970.

LIN, J.P.T., GOODKIN, R., TONG, E.C.K., EPSTEIN, F.J., VINCIGUERRA, E.:  
Radio-iodinated serum albumin (RISA) cisternography in the diagnosis of incisural block and  
occult hydrocephalus.  
Radiol. 90: 36-41, 1968.

McCULLOUGH, D.C., HARBERT, J.C., DI CHIRO, G., OMMAYA, A.K.:  
Prognostic criteria for cerebrospinal fluid shunting from isotope cisternography in  
communicating hydrocephalus.  
Neurol., 20, 594-598, 1970.

MESSERT, B., HENKE, T.K., LANGHEIM, W.:  
Syndrome of akinetic mutism associated with obstructive hydrocephalus.  
Neurol. (Minneap.) 16: 635-649, 1966.

MESSERT, B., WANNAMAKER, B.B.:  
Reappraisal of the adult occult hydrocephalus syndrome.  
Neurol., 24: 224-231, 1974.

SALMON, J.H., ARMITAGE, J.L.:  
Surgical treatment of hydrocephalus ex-vacuo.  
Ventriculo-atrial shunt for degenerative brain disease.  
Neurol., 18: 1223-1226, december 1968.

SALMON, J.H.:  
Adult hydrocephalus. Evaluation of shunt therapy in 80 patients.  
J.Neurosurg. vol. 37: 423-428, oct. 1972.

SPENCER, R.P.:  
Professor and chairman. Dept of Nucl. Med.  
The university of Connecticut. Personal communication, 1979.

STAAB, E.V., ALLEN, J.H., YOUND, A.B., SOPER, B.A., MEACHEM, W.:  
<sup>131</sup>I-HSA cisternograms and pneumoencephalograms and hydrocephalus.  
Cisternography and hydrocephalus. A symposium. J.C. Harbert (ed), Thomas, CH., C.,  
Springfield, Ill: 235-247, 1972.



**TATOR, C.H., MURRAY, S.M.:**

The value of CSF radioisotope studies in the diagnosis and management of hydrocephalus.  
J.C. Harbert (ed) Cisternography and hydrocephalus. A. Symposium.  
Springfield, Thomas: 249-260, 1972.

**TAVERAS, J.M.:**

Low pressure hydrocephalus.

Neuroophthalmology: Symposium of the University of Miami and the Bascom Palmer Eye  
Institute.

Edited by J.L. Smith, St. Louis.

C.V. Mosby Company, 4: 293-309, 1968.

## 5 De voorspellende waarde van radionuclide cisternographie met betrekking tot het resultaat van Spitz-Holter drainage bij 'normal pressure' hydrocephalus

Het onderzoek betrof 27 patiënten, 21 mannen en 6 vrouwen, met leeftijden variërend van 1 maand tot en met 71 jaar, die in de periode van 1973-1978 wegens klinische verdenking op het bestaan van een 'normal pressure' hydrocephalus behandeld werden met het aanleggen van een Spitz-Holter drain. Het primaire neurologische ziektebeeld was in 12 gevallen dat van een contusio cerebri, in 7 gevallen van een organisch psychosyndroom zonder voorafgaand trauma, in 2 gevallen van een arachnoïdale bloeding en in 1 geval bestond verdenking op een haemorrhagia cerebri. De overige 5 gevallen waren niet in deze groepen onder te brengen. Bij alle patiënten was op grond van klinische verschijnselen en aanvullend onderzoek de diagnose 'normal pressure' hydrocephalus gesteld. Dit leidde tot het aanleggen van een drainagesysteem, waarbij de tijdsperiode tussen het optreden c.q. vaststellen van het primaire neurologische ziektebeeld en het aanbrengen van de shunt varieerde van 1 maand tot 3 jaren en langer. Het ligt niet in het kader van dit proefschrift nader in te gaan op klinische criteria ten aanzien van de therapeutische indicatiestelling.

De vraagstelling bij ons onderzoek luidde: Zijn er in de radionuclide cisternographische beelden van patiënten met 'normal pressure' hydrocephalus kenmerken aan te geven, die een voorspellende betekenis hebben ten aanzien van het resultaat van een shunt (met name van de Spitz-Holter drainage\*)?

De radionuclide cisternographische beelden van deze patiënten werden ingedeeld in 4 groepen, elk met een kenmerkend patroon:

- 1 de eerste groep, aangeduid met de letter V, toonde het beeld van persisterende vulling ofwel stase in het ventrikelsysteem zonder radioactiviteit aan de convexiteit van de hersenen (fig. 15D, 20);
- 2 de tweede groep, aangeduid met de letter B, toonde het beeld van stase van het radiopharmacon in het ventrikelsysteem met geringe radioactiviteit aan de convexiteit (fig. 15E, 21);
- 3 de derde groep, aangeduid met de letter A, toonde vroege vulling van het ventrikelsysteem zonder stase en met veel radioactiviteit aan de convexiteit (fig. 15C, 29);

\* Als extracraniaal drainagesysteem wordt in Tilburg steeds het Spitz-Holtersysteem gebruikt.

4 de vierde groep, aangeduid met de letter D toonde stase van het radiopharmacon in het ventrikelsysteem en veel activiteit aan de convexiteit (fig. 31).

Details over de hiervolgende patiënten zijn vermeld in Tabel VI.

**Tabel VI**

pat.	gesl.	leeft.	primaire neurologische aad.	patroon praeoperatieve radio nuclide cisternographic	tijdsverloop begin sympt. tot shunt	resultaat van shunt
1	M	1 mnd.	craniostenose	A	1 mnd.	onveranderd
2	M	4	'otitic hydroc.'	A	8 mnd.	verbeterd
3	M	5	contusio cerebri	A	1 mnd.	onveranderd
4	V	66	org. psychosyndr.	A	3 jaar	onveranderd
5	V	66	org. psychosyndr.	A	jaren	onveranderd
6	M	71	org. psychosyndr.	A	jaren	onveranderd
7	M	63	org. psychosyndr.	B	11 mnd.	gezezen
8	V	65	chorea Huntington	B	1 ½ jaar	verbeterd
9	M	32	contusio cerebri	B	4 mnd.	onveranderd
10	M	47	contusio cerebri	B	6 mnd.	onveranderd
11	M	54	contusio cerebri	B	2 mnd.	onveranderd
12	M	2	tremoren	B	2 jaar	verbeterd
13	M	17	contusio cerebri	B	3 mnd.	verbeterd
14	M	14	meningitis	B	4 jaar	verbeterd
15	M	26	org. psychosyndr.	B	1 jaar	verbeterd
16	M	12	contusio cerebri	B	5 mnd.	onveranderd
17	V	8	contusio cerebri	V	4 mnd.	verbeterd
18	M	9	contusio cerebri	V	2 mnd.	verbeterd
19	M	68	arachnoid. bloeding	V	3 mnd.	gezezen
20	M	26	contusio cerebri	V	3 mnd.	onveranderd
21	V	42	haemorrhagia cerebri	V	3 mnd.	onveranderd
22	M	64	org. psychosyndr.	D	jaren	onveranderd
23	M	68	arachnoid. bloeding	D	2 ¼ mnd.	onveranderd
24	M	17	contusio cerebri	D	3 mnd.	onveranderd
25	M	19	contusio cerebri	D	2 jaar	onveranderd
26	V	68	org. psychosyndr.	D	jaren	onveranderd
27	M	54	contusio cerebri	D	3 jaar	onveranderd

**Tabel VI Het verband tussen verschillende radionuclide cisternographic patronen en het resultaat van het aanleggen van Spitz-Holter drain.**

Onder genezing wordt verstaan: terugkeer naar de activiteit van voor de primaire neurologische aandoening en afwezigheid van symptomen bij neurologisch en psychiatrisch onderzoek.

Onder verbetering wordt verstaan vermindering van symptomen, maar geen terugkeer naar de status van voor de primaire neurologische aandoening.

Vijf patiënten hadden prae-operatieve cisternogrammen van het patroon V. Eén patiënt, die drie maanden na een arachnoïdale bloeding een shunt kreeg wegens verdenking op 'normal pressure' hydrocephalus, genas volledig (patiënt 19). Twee patiënten van deze groep, verdacht van 'normal pressure' hydrocephalus na contusio cerebri, verbeterden na het aanleggen van een shunt (patiënten 17 en 18). Twee andere patiënten tenslotte met hydrocephalus na respectievelijk contusio cerebri (patiënt 20) en na haemorrhagia cerebri (patiënt 21), reageerden niet op de behandeling.

Tien patiënten hadden cisternogrammen van patroon B. Een patiënt genas volledig na de shunt (patiënt 7) en een aanzienlijke verbetering ontstond bij een patiënt van 26 jaar (patiënt 15). Vier andere patiënten verbeterden na de shunt: één werd verdacht van 'normal pressure' hydrocephalus na contusio cerebri (patiënt 13), één had een chorea van Huntington (patiënt 8), de derde had een meningitis gehad (patiënt 14) en de laatste toonde tremoren (patiënt 12). Vier patiënten verdacht van 'normal pressure' hydrocephalus na een zware contusio cerebri, reageerden niet op het aanbrengen van een shunt (patiënten 9, 10, 11 en 16).

Zes patiënten toonden cisternogrammen met patroon A. Slechts één patiënt, met een 'otitic hydrocephalus', verbeterde na de shunt (patiënt 2). De overigen, met hydrocephalus bij craniostenose (patiënt 1), met organisch psychosyndroom (patiënten 4, 5, 6) en na contusio cerebri (patiënt 3), verbeterden in het geheel niet na de shunt.

Zes patiënten behoorden tot de laatste groep met cisternogrammen van patroon D. Geen enkele patiënt verbeterde na de shunt. Zij hadden een hydrocephalus bij organisch psychosyndroom (patiënten 22, 26), na arachnoïdale bloeding (patiënt 23) en na contusio cerebri (patiënten 24, 25, 27).

## 5.1 Discussie

Het aantal patiënten in deze vier groepen is slechts gering en conclusies kunnen derhalve slechts met enig voorbehoud worden getrokken.

Slechts bij patiënten met het V- en B-patroon (eerste 2 groepen) kan men een volledige genezing verwachten van het aanleggen van een Spitz-Holter drain en dan nog slechts in die gevallen, waarbij klinisch onderzoek geen aanwijzingen geeft voor een hersenbeschadiging en radionuclide

cisternographisch geen resorptie via de ventrikelwanden tonen. Het herstel van de patiënt staat direkt in verband met de graad van de cerebrale drukatrofie (cerebral pressure atrophy) tengevolge van de hydrocephalus. Volledige genezing kan worden verwacht, wanneer de symptomen niet langer dan 1 jaar bestaan, omdat daarna dan een irreversibele druk-atrofie zal zijn ontstaan tengevolge van de chronisch vergrote ventrikels. In ons materiaal werd genezing of verbetering bereikt bij patroon V in 3/5 der patiënten en bij patroon B in 6/10 der patiënten.

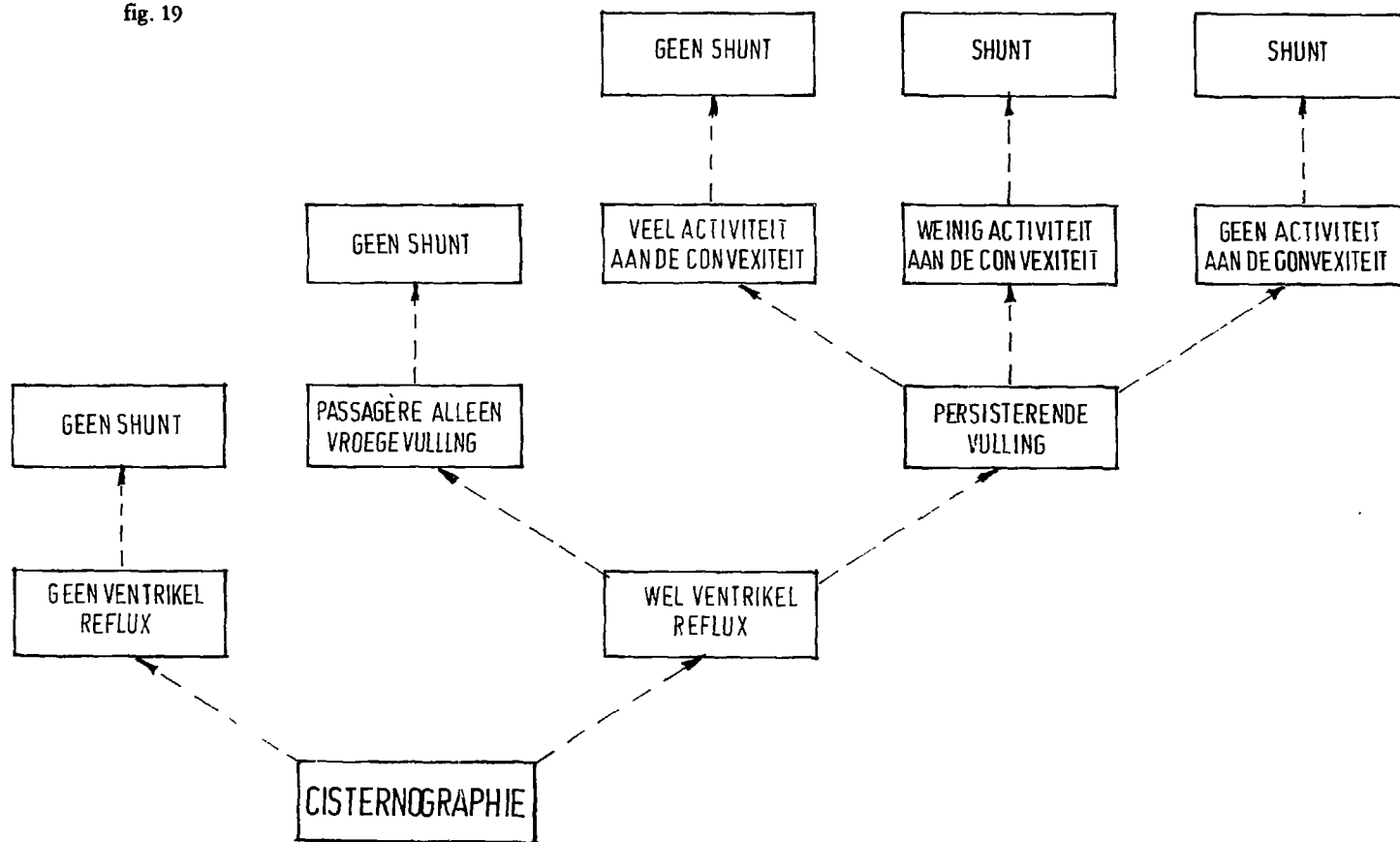
Bij cisternogrammen van patroon A werd slechts in 1 op 6 patiënten verbetering bereikt.

Bij geen der 6 patiënten met cisternogrammen van patroon D werd verbetering waargenomen.

Indien zich bij het radionuclide cisternographisch onderzoek van patiënten met 'normal pressure' hydrocephalus veel radioactiviteit aan de convexiteit van de hersenen blijkt te verzamelen, wijst deze bevinding op het bestaan van een irreversibele beschadiging van het hersenparenchym. Het mechanisme, waardoor deze beschadiging verklaard zou kunnen worden, kan op grond van de cisternographische waarnemingen slechts hypothetisch benaderd worden. Wij beperken ons tot de vaststelling, dat in tegenstelling tot de patiënten, die totaal genezen en bij de patiënten die na de operatie verbeterden maar niet totaal herstelden, geen duidelijke correlatie naar voren komt tussen verbetering van de symptomen en de tijdsduur vóór het aanbrengen van de shunt. Mogelijk zou dit te verklaren zijn door het grote aantal aan de gevolgen van een ernstige contusio cerebri lijdende patiënten in ons materiaal.

Op grond van de studie van de bevindingen bij de groepen I, II, III en IV hebben wij een beslissingsboom ontworpen, die mogelijk aanwijzingen zou kunnen geven over de wenselijkheid van het al dan niet aanleggen van de shunt. Deze beslissingsboom is afgebeeld in fig. 19. Vergelijking in de toekomst met bevindingen in CT-scans kunnen mogelijk de indicatie verfijnen.

fig. 19



## 5.2 Conclusie

Dit onderzoek bij een klein aantal patiënten, die gunstig reageren op een Spitz-Holtersysteem bevat aanwijzingen, dat verbetering afhankelijk zou kunnen zijn van de volgende factoren:

- 1 de radionuclide cisternographie toont een ventriculaire reflux met stase van de activiteit in het ventrikelsysteem. Na 48 uur ziet men geen of weinig activiteit in de parasagittale regio; in typische gevallen zijn de vroege beelden identiek met de beelden na 48 uur;
- 2 totale genezing in twee gevallen kan een aanwijzing zijn, dat deze slechts mogelijk is, indien de symptomen niet langer dan 1 jaar aanwezig zijn; deze genezing voor zover die in relatie staat tot de tijdsduur van de symptomen is dus tevens afhankelijk van de mate van irreversibele druk-atrophie die aanwezig is voor de shunt wordt aangelegd;
- 3 door het aanbrengen van een drainagesysteem wordt de ventrikel kleiner, waardoor de druk op de cerebrale vaten verlaagd wordt. Hierdoor ontstaat een verbetering van de bloeddorstrooming (Greitz e.a., 1969) en kan de functie van de neuronen verbeteren;
- 4 de aanwezigheid van hersenletsel is ongunstig, omdat verbetering van de doorbloeding hierop geen gunstig effect heeft; het merendeel onze patiënten heeft dan ook als aetiologie een contusio cerebri.

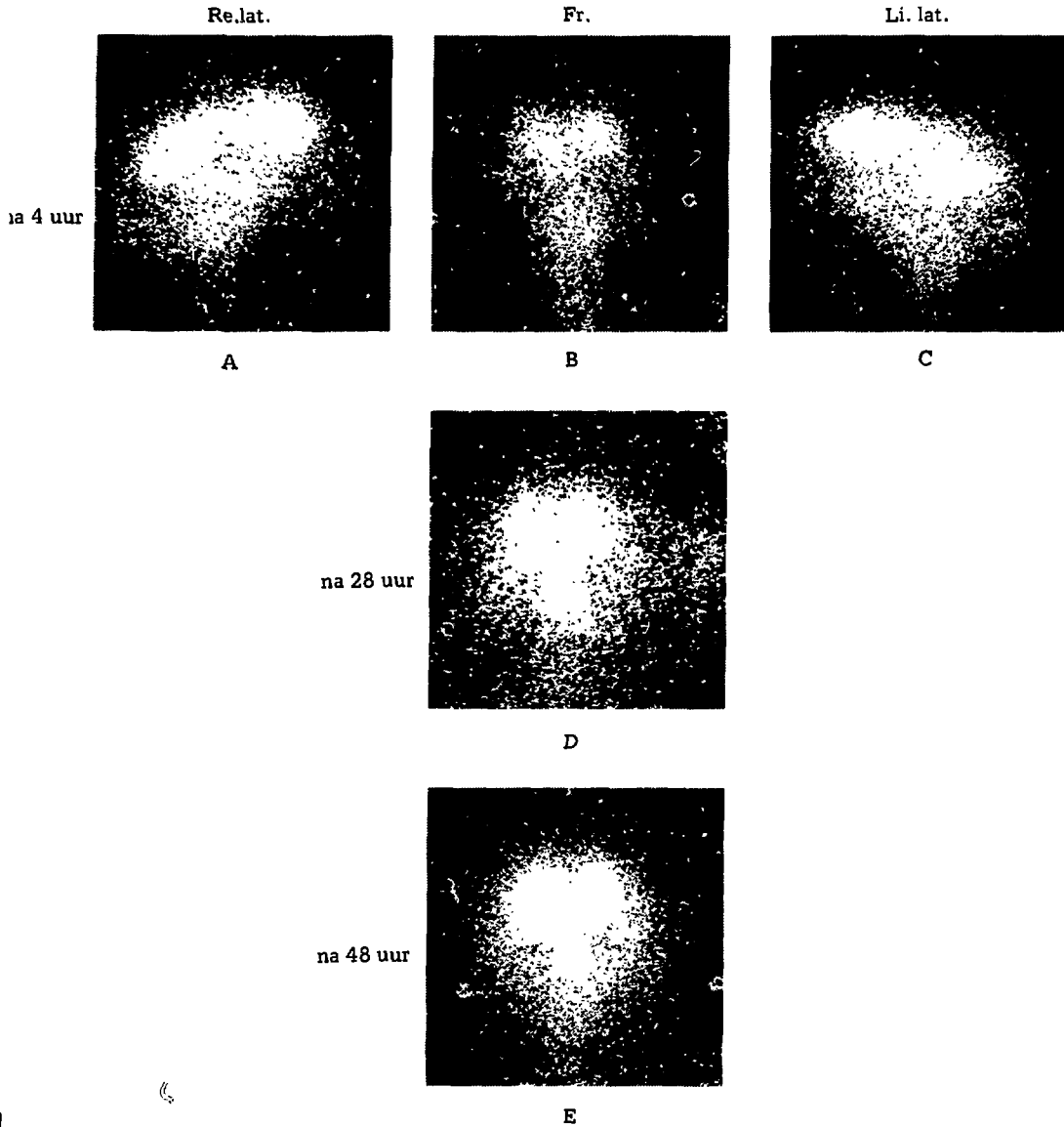


fig. 20 Radionuclide cisternogrammen ( $^{131}\text{I}$ -HSA) van een 68-jarige patiënt met een 'normal pressure' hydrocephalus. Er is geen aantoonbare transependymale resorptie, aangezien de intensiteit in het ventrikelsysteem toeneemt met de tijd, terwijl de activiteit het parasagittale gebied in het geheel niet bereikt heeft. Na het aanleggen van een shunt was de genezing dramatisch. (patiënt 19, Tabel VI).



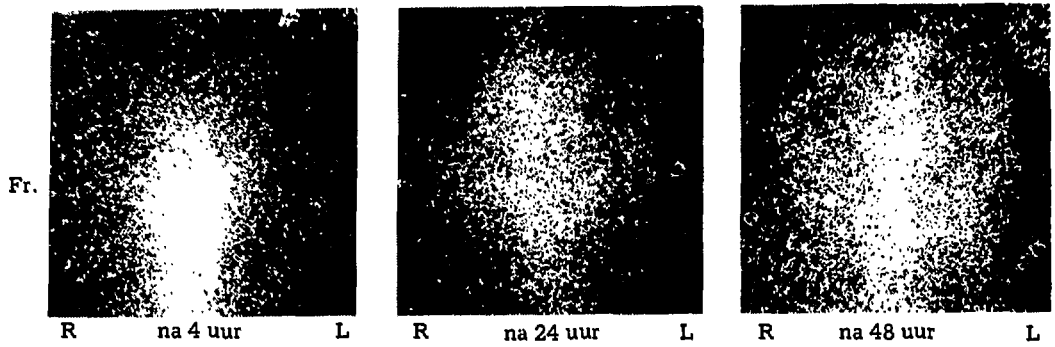


fig. 21 Radionuclide cisternogrammen ( $^{131}\text{I}$ -HSA) van een 63-jarige patiënt met een 'borderline normal pressure' hydrocephalus (type B). Na het aanleggen van een shunt trad een dramatische genezing op (patiënt 7, Tabel VI).

### 5.3 Literatuur

GREITZ, T. V.B., GREPE, A.O.L., KALMER, M.S.F., LOPEZ, J.:  
Pre- and postoperative evaluation of cerebral blood flow in low-pressure hydrocephalus.  
J. Neurosurg. 31: 644-651, 1969.

## 6 **Vergelijking radionuclide cisternographie en computer tomographie**

### 6.1 **Inleiding**

Harbert (1979) schreef: '..... bij patiënten met preseniele dementie kan het moeilijk zijn te differentiëren tussen cerebrale atrophie, cerebrale tumoren, chronische subdurale haematomen en 'normal pressure' hydrocephalus. De computer tomographie geeft in deze gevallen alleen morphologische informatie en geen dynamische. Het aanleggen van een drainagesysteem heeft geen nut, indien niet tevoren een obstructie in de liquorcirculatie aan de basis of aan de convexiteit van de hersenen is aangetoond. Om de vraag van de neurochirurg te kunnen beantwoorden is het van belang een radionuclide cisternographie te verrichten, indien men op de CT-scan een ventrikelverwijding zonder tekenen van hersenatrofie vindt.'

Deze mening wordt gedeeld door vele onderzoekers die de beide onderzoeksmethoden vergeleken (Partain e.a., 1977, 1979; Alderson e.a., 1978; Feine e.a., 1980).

### 6.2 **Materiaal en methode**

Wij vergeleken de radionuclide cisternographische beelden met de CT-scans van 44 patiënten met leeftijden, die varieerden van 1 tot en met 72 jaar, allen onderzocht wegens klinische verdenking op hydrocephalus.

De radionuclide cisternogrammen werden bij dit vergelijkend onderzoek beoordeeld zonder voorkennis van de CT-scans, die werden vervaardigd in het St. Elisabeth ziekenhuis te Tilburg met een total body scanner EM 5005. De grootte van de ventrikels werd beoordeeld door de neuroradioloog zonder voorkennis van de uitkomsten van de radionuclide cisternogrammen.

In Tabel VII zijn de bevindingen bij radionuclide cisternographie in relatie gebracht met de mate van verwijding van de zijventrikels op de CT-scans. In Tabel VIII zijn de bevindingen bij radionuclide cisternographie in relatie gebracht met het aantal ventrikels, dat op de CT-scan als verwijd beoordeeld werd.

**Tabel VII**

		RADIONUCLIDE CISTERNOGRAPHIE				
ventrikel-systeem		resorptie normaal	vertraagde liquor-circulatie	reflux in ventrikels	stasis > 24 uur	stasis > 48 uur
CT-Scan	zijventrikels normaal	3 (12%)	13 (52%)	9 (36%)		
	licht verwijd			8 (100%)		
	matig verwijd		1 (10%)	5 (50%)	2 (20%)	2 (20%)
	sterk verwijd					1 (100%)

**Tabel VII** Mate van verwijding van de zijventrikels op de CT-scan en de bevindingen bij radionuclide cisternografie

**Tabel VIII**

		RADIONUCLIDE CISTERNOGRAPHIE				
ventrikel-systeem		resorptie normaal	vertraagde liquor-circulatie	reflux in ventrikels	stasis > 24 uur	stasis > 48 uur
CT-scan	alleen zijventrikels verwijd		1 (11%)	7 (78%)		1 (11%)
	zijventrikels en 3de ventrikel verwijd, normale 4de ventrikel			5 (100%)		
	alle ventrikels verwijd			1 (20%)	2 (40%)	2 (40%)

**Tabel VIII** Vergelijking van op de CT-scan als verwijd beoordeelde ventrikels en bevindingen bij radionuclide cisternografie. De tabel betreft 19 van de 44 (Tabel VII) patiënten.

### 6.3 Discussie

De belangrijkste conclusie uit Tabel VII is, dat in ons materiaal bij normale beelden van de zijventrikels op de CT-scan toch in ruim de helft der gevallen een vertraagde liquorcirculatie bestaat en dat in ruim één derde der gevallen zelfs een terugstroming van het radiopharmacon in de ventrikels ('ventricular reflux') bleek te bestaan.

Afwezigheid van reflux kan wijzen op een tragere circulatie in de verwijde liquorruimte bij hersenatrofie. In het laatste geval is echter tevoren op de CT-scan reeds een corticale atrofie gezien.

Reflux in de zijventrikels is steeds een pathologische bevinding. Dit verschijnsel wijst op het bestaan van een communicerende hydrocephalus ten gevolge van een obstructie in de liquorruimte buiten het ventrikelsysteem of op een hydrocephalus ex vacuo.

Sommige neuroradiologen kennen niet veel betekenis toe aan een lichte verwijding van de zijventrikel als geïsoleerde bevinding op de CT-scan. Ons vergelijkend onderzoek echter toont aan (Tabel VII), dat in al dergelijke gevallen in ons materiaal een reflux bestond. Zelfs bij ogenschijnlijk normale ventrikels werd in ruim een derde der gevallen reflux gezien.

Helaas kon slechts bij 5 van deze 9 patiënten vervolgonderzoek verricht worden. Eén tot drie jaar na de 'normale' CT-scan en de afwijkende radionuclide cisternographie bleek bij 2 van hen op de CT-scan thans een duidelijke verwijding van de ventrikels te zijn ontstaan!

Bij matig en sterk verwijde ventrikels op de CT-scan waren de tekenen van obstructieve communicerende hydrocephalus nog duidelijker door de stasis van het radiopharmacon in de ventrikels (langer dan 24 uur en zelfs langer dan 48 uur).

Uit Tabel VIII blijkt, dat als de CT-scan een verwijding te zien geeft van alléén de zijventrikels, in ruim driekwart van de gevallen de radionuclide cisternographie aanwijzingen geeft voor het bestaan van obstructieve communicerende hydrocephalus met een passagère ventriculaire reflux.

Indien op de CT-scan tevens de derde ventrikel verwijd is, dan wijst in alle gevallen de radionuclide cisternographie op een obstructieve communicerende hydrocephalus.

Bij verwijding van alle ventrikel op de CT-scan toont de radionuclide cisternographie zelfs in 4 van de 5 gevallen een stasis van het radiopharmacon in de zijventrikels.

Uit de tabellen VII en VIII blijkt de ernst van de afwijkingen op het radionuclide cisternogram toe te nemen naarmate de verwijding van de zijventrikels op de CT-scan toeneemt en naarmate er meer ventrikels op de CT-scan verwijd zijn. Er bestaat dus een positieve correlatie.

Belangrijker dan deze correlatie is het gegeven, dat ook bij 'normale' CT-beelden van patiënten, die op klinische gronden van hydrocephalus verdacht worden, de radionuclide cisternographie aanwijzingen kan geven voor het bestaan van een vertraagde liquorcirculatie of een communicerende hydrocephalus met passagère ventriculaire reflux.

De gegevens in beide tabellen zijn ook voor de therapie belangrijk.

Wanneer op de CT-scan een normaal ventrikelsysteem wordt gezien en de radionuclide cisternographie aanwijzingen geeft voor het bestaan van een communicerende hydrocephalus met passagère ventriculaire reflux dan betekent dit, dat het oorzakelijk proces tot stilstand is gekomen of dat de hydrocephalus zich nog in een proces van ontwikkeling bevindt, dat zowel tot progressie als tot regressie kan leiden. De stoornis in de liquorcirculatie is dan niet van zodanige ernstige aard dat voor beschadiging van het hersenparenchym gevreesd hoeft te worden. Een operatieve behandeling van de hydrocephalus is dan ook niet geïndiceerd.

Wanneer er geen atrophie aanwezig is - en dit geldt vooral voor kinderen - is een nauwkeurige follow-up nodig. Een periodiek onderzoek met CT-scan of radionuclide cisternographie is nodig om de ontwikkeling van de hydrocephalus te vervolgen. Wanneer bij controle de omvang van het ventrikelsysteem is toegenomen of stasis van het radiopharmacon in de ventrikels optreedt, dient het aanleggen van een Spitz-Holter-drain zeker overwogen te worden. Het signaleren door de radionuclide cisternographie van een beginnende decompensatie is daarom zo belangrijk, omdat bij een langer bestaande decompensatie, die niet altijd klinische symptomen behoeft te geven, een shuntoperatie vaak minder succesvol is.

Op grond van het bovenstaande zijn wij dan ook van mening dat bij patiënten, die op klinische gronden verdacht worden van hydrocephalus, de radionuclide cisternographie niet overbodig is geworden door de invoering van de CT-scan (Han e.a., 1979). Wij delen de mening van Gado e.a. (1976), Harbert (1977) en Patten e.a. (1978), dat in deze gevallen 'radionuclide cisternography contributes complementary information'.

Publicaties als bijvoorbeeld van Black (1980), die de operatieve indicatie voor 'normal pressure' hydrocephalus uitsluitend stellen op grond van klinische verschijnselen zijn ten aanzien van de beoordeling van de waarde van radionuclide cisternographie van geen betekenis.

## 6.4 Conclusies

De conclusies kunnen worden samengevat in een relatieschema (fig. 22).

Als na neurologisch of neurochirurgisch onderzoek het bestaan van een 'normal pressure' hydrocephalus mogelijk geacht wordt en zowel CT-scan als radionuclide cisternographie ter beschikking staan, is met betrekking tot deze beide onderzoeksmethoden het volgende aan te bevelen:

- 1 Er wordt een CT-scan verricht. Indien daarop corticale atrophie wordt gezien, die reëel is en bijvoorbeeld niet een pseudovorm, veroorzaakt door het gebruik van diuretica of corticosteroiden (Penning, 1980) is de radionuclide cisternographie overbodig. In deze gevallen is de al of niet aanwezigheid van ventrikelverwijding niet relevant. Corticale atrophie met ventrikelverwijding is kenmerkend voor een non-obstructieve communicerende hydrocephalus of de zogenaamde hydrocephalus ex vacuo. Operatieve of andere therapie heeft dan geen resultaat. De radionuclide cisternographie zal in deze situatie een vertraagd opstijgen van het radiopharmacon met of zonder ventrikelreflux langs de hersenconvexiteit te zien geven, hetgeen irrelevante informatie is.
- 2 Bij afwezigheid van corticale atrophie op de CT-scan wordt vervolgens een radionuclide cisternographie gedaan, ook als het ventrikelsysteem normaal is.

Deze gedachtengang is gerechtvaardigd op de volgende gronden:

- het feit, dat wij bij 2 patiënten een reflux vonden bij een normaal ventrikelsysteem, dat bij later onderzoek verwijd bleek te zijn;
- de ernst van het klinische beeld, waarbij de mogelijkheid van het instellen van vroegtijdige effectieve therapie niet verwaarloosd mag worden.

Tegenover deze feiten zijn theoretische beschouwingen van mogelijke reflux in een normaal ventrikelsysteem slechts van hypothetische waarde.

- 2.1 Als op de CT-scan een normaal ventrikelbeeld wordt gezien en ook de radionuclide cisternographie geen afwijkingen toont, is een herhaling van deze onderzoeken niet nodig.
- 2.2 Als op de CT-scan een normaal ventrikelbeeld wordt gezien en bij radionuclide cisternographie slechts een vertraagde liquorcirculatie van het radiopharmacon zonder ventrikelreflux wordt waargenomen, verdient het aanbeveling de CT-scan na 3 maanden te herhalen.
- 2.3 Als op de CT-scan een normaal ventrikelbeeld wordt waargenomen, maar radionuclide cisternographie terugstroming van het radiopharmacon in de ventrikels toont, dan is er een indicatie om de CT-scan na 3 maanden of eerder te herhalen.

- 2.4 Als de CT-scan verwijding van het ventrikelsysteem toont en radionuclide cisternographie aanwijzingen geeft voor reflux en stasis, dan is op grond van de aldus vastgestelde gedecompenseerde hydrocephalus een shuntoperatie aangewezen. Dit is des te klemmender, naarmate meer ventrikels op de CT-scan verwijd zijn, de verwijding op de CT-scan duidelijker is en de stasis van het radiopharmacon in de ventrikels in de opeenvolgende radionuclide cisternographieën langduriger.
- 3 Pneumo-encephalographie als aanvullend onderzoek bij hydrocephalus is overbodig. Indien men toch een luchtencephalogram wil maken, dient dit ná de radionuclide cisternographie gedaan te worden. Achterblijvende lucht kan namelijk artefacten in de radionuclide cisternographische beelden geven.

In ziekenhuizen, die niet over een computer tomograaf beschikken, is de radionuclide cisternographie de aangewezen diagnostische methode om 'normal pressure' hydrocephalus van cerebrale atrofie te onderscheiden.

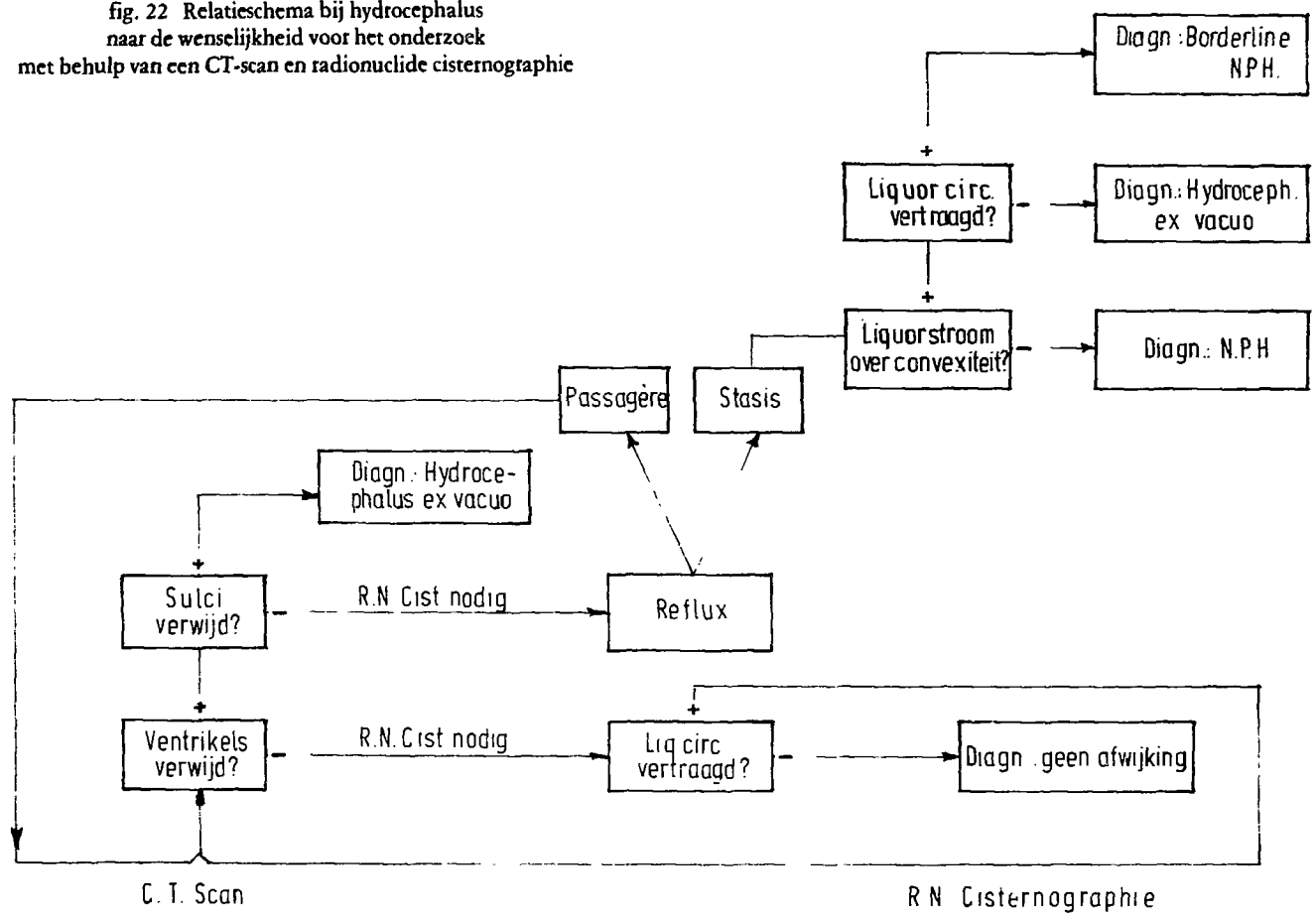
Tabel IX toont de verschillen tussen de computer tomographie en radionuclide cisternographie.

**Tabel IX**

	Computer Tomographie	Radionuclide Cisternogram
Photon	Röntgenstralen	Gammastralen
Wat wordt afgebeeld	Vershil in dichtheid van verschillende weefsel-structuren	Ruimtelijke verdeling van het ingespoten radiopharmacon
Informatie	Goede anatomische en pathologische detaillering	Functionele informatie betreffende liquordynamiek
Nadeel	Geen informatie over liquorcirculatie	Door slecht ruimtelijk oplossend vermogen, weinig gedetailleerde informatie over de anatomie

**Tabel IX Enige verschillen tussen CT-scan en Radionuclide Cisternographie**

fig. 22 Relatieschema bij hydrocephalus naar de wenselijkheid voor het onderzoek met behulp van een CT-scan en radionuclide cisternografie





## 6.5 Literatuur

ALDERSON, P.O., GILDAY, D.L., WAGNER JR., H.N.:  
Computed cranial tomography (CCT) and radionuclide imaging in children with neurologic disease: 268, 1978.

In Atlas of Pediatric Nucl. Med. the C.V. Mosby Company.

BLACK, P. Mcl.:

Idiopathic normal-pressure hydrocephalus. Results of shunting in 62 patients.  
J. Neurosurg. 52: 371-377, 1980.

FEINE, VON ULRICH, ZUM WINKEL, KARL:

Computertomographie. Nuklearmedizin-Szintigraphische Diagnostik, 6: 156-159, 1980.  
Georg Thieme Verlag Stuttgart.

GADO, M.H., COLEMAN, R.E., LEE, K.S., MIKHAEL, M.A., ALDERSON, P.O.,  
ARCHER, C.R.:

Correlation between computerized transaxial tomography and radionuclide cisternography in dementia.

Neurol. 26: 555-560, 1976.

HAN, H.S., SCHULTE, B.P.M.:

Vergelijking van scintiscisternografie en craniale computertomografie met betrekking tot diagnostiek en therapie van hydrocephalus.

Nucl. Geneesk. Bull. 1 (2), 39-44, 1979.

HARBERT, J.C., McCULLOUGH, D.C., SCHELLINGER, D.:

Computed cranial tomography and radionuclide cisternography in hydrocephalus.  
Seminars in Nucl. Med. 7: 197-200, 1977.

HARBERT, J.C.:

Director, Division of Nucl. Med. Georgetown University Hospital, Washington.  
Personal Communication, 1979.

PARTAIN, C.L., McCARTNEY, W.H., STAAB, E.V., SCATLIFF, J.H.:

Clinical correlation of Computed Tomography and Quantitative Radionuclide CSF Kinetics studies in dementia.

R.S.N.A. Chicago, 1977.

PARTAIN, C.L., STAAB, E.V.:

Brain Imaging of Cerebrospinal fluid:

Computed tomography and nuclear medicine correlation.

Sodec, B.D. (ed) Correlations in diagnostic imaging. Nucl. Med., ultrasound and comp. tomogr. in med. practice: 58-64, 1979.

Appleton-Century-Crofts/New York.

PATTEN, D.H., BENSON, D.F.:

Comparison with arteriography, pneumo-encephalography and computerized axial tomography 13.6: 259-260, 1978.

Schneider e.a. (eds.) Nuclear Medicine in clinical practice. Elsevier/North-Holland. Biomedical Press. Amsterdam-New York-Oxford.

PENNING, L., prof. dr. Academisch Ziekenhuis Groningen:

Persoonlijke mededeling, 1980.

## 7 Vergelijking van radionuclide cisternographie en computer tomographie bij de diagnostiek van porencephale en leptomeningeale cysten

### 7.1 Inleiding

Porencephale, leptomeningeale en arachnoïdeale cysten kunnen zich gedragen als ruimte-innemende processen binnen de schedel. Indien zij symptomen geven, zijn deze vaak lang onduidelijk en weinig opvallend. Vooral leptomeningeale cysten zijn moeilijk vast te stellen (Di Chiro e.a., 1971, 1974; Penning e.a., 1975).

Het onderscheid tussen leptomeningeale en arachnoïdeale cysten wordt door verscheidene schrijvers niet gemaakt (Goldstein e.a., 1973). Andere auteurs insisteren op het feit, dat arachnoïdeale cysten congenitaal zijn (Penning e.a., 1975; Go e.a., 1978), zoals bijvoorbeeld bij hypoplasie van de temporale kwab, hoewel bijvoorbeeld de arachnoïdeale cyste van de cisterna magna niet altijd duidelijk congenitaal is (Verbiest, 1980).

De leptomeningeale cysten zijn door Schwartz (1941) en Taveras e.a. (1953) gedefinieerd als abnormale holten gevuld met liquor cerebrospinalis, veroorzaakt door adhaesies tussen pia mater en tunica arachnoïdea. Een trauma is de meest frequente oorzaak hiervan. Meestal bestaat er een communicatie tussen deze cyste en de omgevende subarachnoïdeale ruimte, die een ventielwerking kan hebben, zodat het in wezen geen echte cyste is.

Onze resultaten tonen aan, dat het onderzoek met radionucliden een belangrijke bijdrage tot de diagnose kan leveren.

Wij hebben de gegevens van de patiënten met porencephale en leptomeningeale cysten, bij wie zowel een radionuclide cisternographie als een CT-scan werd verricht, aan een analyse onderworpen.

Een porencephale cyste is een holte in het hersenweefsel als gevolg van een pathologisch proces of door een misvorming. Deze holte is gevuld met liquor cerebrospinalis en communiceert meestal met het ventrikelsysteem (Lecount e.a., 1925; Naef, 1958; Barrett e.a., 1965).

De wand aan de convexiteit is bekleed met pia mater en tunica arachnoïdea. Niet congenitale porencephalie kan ontstaan ten gevolge van een hersenletsel, encephalitis of cerebrovasculaire stoornissen. Een porencephale

cyste kan neurologische uitvalverschijnselen of epilepsie geven of volledig symptomloos blijven, maar zij kan zich ook als een ruimte-innemend proces binnen de schedel gaan gedragen.

Als de aanwezigheid van een porencephale cyste op klinische gronden vermoed werd, poogde men, tot een tiental jaren geleden, met pneumoencephalographie de holte aan te tonen.

Met de invoering van de radionuclide cisternographie werd de mogelijkheid tot het aantonen van porencephale cysten aanzienlijk verbeterd (Di Chiro, 1964).

Volgens Patten e.a. (1978) is met radionuclide cisternographie vrijwel elke porencephale cyste aan te tonen.

Bij deze diagnostiek van de cyste wordt het radiopharmacon intrathecaal lumbaal toegediend. De radionuclide cisternographie toont verschillende vormen van communicerende hydrocephalus (Front e.a., 1972) en tevens resorptiestoornissen van de liquor cerebrospinalis. De stoornis in de resorptie is dan ook de oorzaak van de ventrikelreflux. Het geïnjecteerde radiopharmacon stapelt zich snel op in de cyste en de intensiteit neemt toe met de tijd. Er ontstaat een 'pooling'.

De later ingevoerde CT-scan geeft superieure informatie over de structuur van de cyste en zijn invloed op de ruimtelijke verhoudingen. De radionuclide cisternographie echter is in staat de eraan gepaard gaande resorptie-stoornissen aan te tonen.

Evenals de porencephale zijn ook de leptomeningeale cysten vaak symptomloos. Tengevolge van volume-toename en de daardoor toenemende druk op de hersenschors kunnen neurologische prikkelingsverschijnselen (epilepsie) of neurologische uitvalsverschijnselen (b.v. aphasie) ontstaan.

Ook bij de diagnostiek van leptomeningeale cysten is de onbetrouwbare luchtencephalographie verdrongen door CT-scan. Bij de radionuclide cisternographie is de leptomeningeale cyste als een gelokaliseerde 'pooling' van het radiopharmacon waarneembaar. (fig. 14A-B, 15F, 26A). Deze 'pooling' kan in een vroege opname worden gezien en zelfs na 48 uur nog beter waarneembaar zijn, hoewel de grootste hoeveelheid van het radiopharmacon de craniale liquorroimten dan al weer heeft verlaten. Dit fenomeen zou te verklaren zijn door de vertraagde passage van de liquor in de cyste naar de omgevende normale arachnoïdale ruimte (Penning e.a., 1975).

Het aantonen met radionuclide cisternographie van communicatie met de leptomeningeale cyste, gepaard aan het ontbreken van verschijnselen van

verdringing in de CT-scan, zou een teken kunnen zijn, dat operatie geen zin heeft. Communicatie met leptomenigeale cyste bij radionuclide cisternographie, gepaard gaand met tekenen van verdringing in het ventrikelsysteem, wijst op ventielwerking en is een indicatie tot operatie. 'Pooling' of stasis van het radiopharmakon in de cyste is volgens vele onderzoekers gerelateerd aan de ernst der symptomen (Front e.a., 1975; Gilday, 1976).

## 7.2 Patiëntenmateriaal

Het patiëntenmateriaal bestaat uit 11 patiënten, bij wie in de jaren 1976-1980 zowel radionuclide cisternographie als CT-scan zijn verricht. De groep wordt gevormd door 6 mannen en 5 vrouwen, met leeftijden van 7 tot en met 72 jaar.

### SAMENVATTING VAN GEGEVENS VAN PATIËNTEN

#### patiënt 1

geslacht	vrouw
leeftijd	58 jaar
kliniek	In 1970 extirpatie van falxmeningeoma rechts frontaal. In 1976 heropname wegens nasale liquorrhoe, die na heroperatie stopt. In 1978 weer liquorrhoe, operatie en aanleggen van ventriculo-cardiale drain.
radionucl.cist.	Na 4 uur tot 48 uur 'pooling' in rechter frontaalkwab, in verbinding met ventrikels: porencephalie. Neuswatten sterk radioactief (1978) (fig. 23A).
CT-scan	Scherp begrensd gebied van verlaagde densiteit rechts frontaal, in verbinding met ventrikels: porencephalie (1978) (fig. 23B).

#### patiënt 2

geslacht	vrouw
leeftijd	11 jaar
kliniek	Na geboortetrauma epilepsie vanaf eerste jaar (1966). Gestoorte intellectuele en motorische ontwikkeling, incompleere rechtszijdige homonyme hemianopsie (1976).

radionucl. cist. Na 4 uur 'pooling' links pariëtaal, in verbinding met zijventrikel: **porencephalie** (1976).  
CT-scan Hypodensiteit pariëtaal links, in verbinding met ventrikel: **porencephalie** (1976).

### patiënt 3

geslacht vrouw  
leeftijd 7 jaar  
kliniek Na geboortetrauma (1969) mentale retardatie, spastische diplegie, epilepsie. Wegens toenemende epilepsie en ochtendbraken: opname (1977).  
radionucl. cist. Na 4 uur grote 'pooling' rechts frontaal, tot en met 48 uur: **porencephalie** (1977) (fig. 24A).  
CT-scan Groot gebied van verlaagde densiteit frontaal rechts, in verbinding met ventrikel: **porencephalie** (1977) (fig. 24B).

### patiënt 4

geslacht man  
leeftijd 42 jaar  
kliniek Heftige hoofdpijn; op grond van onderzoek verdenking op proces links temporaal (1978).  
radionucl.cist. Vanaf 4 tot en met 27 uur kleine 'pooling' aan de convexiteit links temporaal: **leptomeningeale cyste** (1978).  
CT-scan Links temporaal gebied van verlaagde densiteit aan convexiteit, niet in verbinding met ventrikel: **leptomeningeale cyste** (1978).

### patiënt 5

geslacht man  
leeftijd 32 jaar  
kliniek In 1970 schedeltrauma met gecompliceerde schedelfractuur en prolapsus cerebri rechts frontaal. In 1978 meningitis, tevoren nasale liquorrhoe.  
radionucl.cist. Van 4 tot 52 uren grote 'pooling' rechts baso-frontaal en lekkage van isotoop naar neusholte: **leptomeningeale cyste** (1978) (fig. 25A).

CT-scan Schedeldefect rechts frontaal; beiderzijds frontaal gebieden van verlaagde densiteit: **verwijding van beide voorhoorns** (1978) (fig. 25B).

#### patiënt 6

geslacht man  
leeftijd 24 jaar  
kliniek In 1962 contusio cerebri rechts frontaal met impressiefractuur. In 1979 epilepsie, armreflexen links verhoogd en homonyme quadrantanopsie links.  
radionucl.cist. Na 52 uren grote 'pooling' rechts frontaal: **leptomeningeale cyste** (1979).  
CT-scan Gebieden van verlaagde densiteit rechts frontaal en occipitaal en verwijd ventrikelsysteem. **Geen cyste te zien** (1979).

#### patiënt 7

geslacht man  
leeftijd 20 jaar  
kliniek In 1972 contusio cerebri van linker temporaalkwab. Resthemiparese rechts. Sinds 1978 epilepsie. In 1979 nog organische deterioratie en hemiparese rechts.  
radionucl.cist. Vanaf 4 uren 'pooling' aan de convexiteit boven de fissura Sylvii links: **leptomeningeale cyste** (1979).  
CT-scan Links temporo-basaal groot gebied van verlaagde densiteit met verwijd ventrikelsysteem: rest van contusio cerebri. **Geen separate cyste** (1979).

#### patiënt 8

geslacht man  
leeftijd 25 jaar  
kliniek In 1959 contusio cerebri van linker temporaalkwab, gevolgd door meningitis. Sinds 1977 epilepsie met in het E.E.G. een haard links temporaal.  
radionucl.cist. Vanaf 5 uren 'pooling' temporaal links aan convexiteit: **leptomeningeale cyste** (1979).  
CT-scan Zonder en met contrast **geen afwijkingen** (1979).

### **patiënt 9**

geslacht	vrouw
leeftijd	19 jaar
kliniek	In 1972 ernstige contusio cerebri met blijvende deterioratie. Sinds 1976 epilepsie, sinds 1979 hoofdpijnaanvallen en latente hemiparese links. E.E.G.: haardverschijnselen in het temporale gebied rechts.
radionucl. cist.	Vanaf 4 uren 'pooling' basofrontaal rechts: <b>leptomeningeale cyste</b> (1979).
CT-scan	Rechts frontaal <b>verwekingshaard</b> (1979).

### **patiënt 10**

geslacht	vrouw
leeftijd	72 jaar
kliniek	Sinds 1977 focale epilepsie met trekkingen in linker lichaamshelft. Klinisch geen tumor cerebri, wel aanwijzingen voor oud infarct rechts temporaal (1978).
radionucl. cist.	Vanaf 4 uren 'pooling' in rechter temporaalkwab: <b>waarschijnlijk porencephale cyste</b> (1978).
CT-scan	Rechts fronto-temporaal en links occipitaal gebieden van verlaagde densiteit: <b>oude infarcten?</b> (1978).

### **patiënt 11**

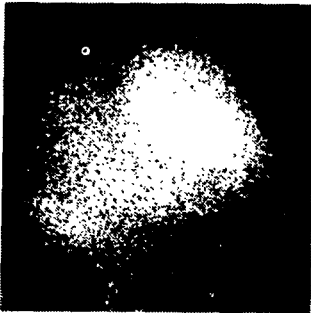
geslacht	man
leeftijd	46 jaar
kliniek	In 1954 zware contusio cerebri van rechter temporaalkwab met impressiefractuur. Sinds 1974 epilepsie, sinds 1978 progressief.
radionucl. cist.	Vanaf 4 uren 'pooling' temporo-basaal rechts: <b>leptomeningeale cyste</b> (1978) (fig.26A).
CT-scan	Gebied van <b>verlaagde densiteit</b> rechts temporaal (1978) (fig. 26B).

### 7.3 Operatiegegevens en afbeeldingen

Van de hierboven beschreven 11 patiënten zijn er 4 geopereerd (patiënten 1, 3, 5 en 11). Van elke van deze 4 patiënten wordt in het onderstaande een samenvatting van de bevindingen bij operatie weergegeven. Aan deze samenvattingen worden telkens een representatieve radionuclide cisternogram en een CT-scan van betreffende patiënt toegevoegd.

#### patiënt 1

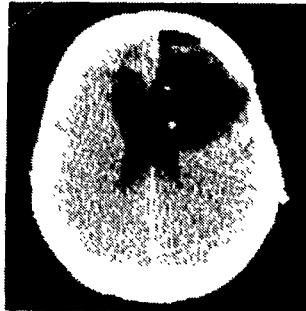
Bij operatie in 1978 werd een cyste in de rechter frontaalkwab gevonden. Deze werd gepuncteerd. Er kwam helder vocht onder normale druk te voorschijn. Er bestond een verbinding tussen de cyste en de zijventrikel.



Re.lat.  
na 26 uur

fig. 23A

Radionuclide cisternogram met  $^{111}\text{In}$ -DTPA na ongeveer 26 uur. 'pooling' in rechter frontaalkwab (patiënt 1)



Re.

fig. 23B

CT, na contrast (geen 'aanverving').  
Hypodensiteit rechts frontaal,  
in verbinding met zijventrikel.  
Boven vloeistofspiegels is een luchtbel zichtbaar.  
(patiënt 1)

#### patiënt 3

Bij craniotomie rechts fronto-temporaal werd een grote cyste in de frontaalkwab aangetroffen. De operateur kon via de geopende cyste in de zijventrikel kijken. Er werd een verbinding gemaakt tussen de cyste en de basale cisternen.



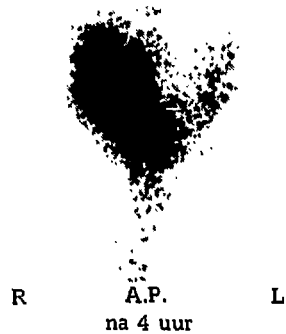


fig. 24A  
Radionuclide cisternogram met  $^{111}\text{In}$ -DTPA frontaal na 4 uur. Grote 'pooling' rechts frontaal (patiënt 3)

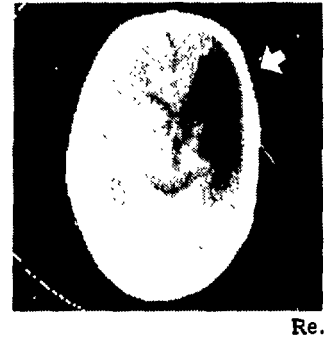
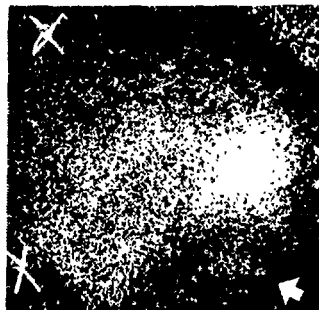


fig. 24B  
CT-scan zonder contrast met grote hypodensiteit rechts frontaal, in verbinding met zijventrikel. (patiënt 3)

#### patiënt 5

Bij craniotomie rechts frontaal werd ter plaatse van de vroegere impressiefractuur een aanzienlijk duradefect gevonden en eronder een leptomeningeale cyste. De cyste werd geopend en losgeprepareerd. Verder werd een defect in de dura ter plaatse van de lamina cribrosa met een fascieplastiek gesloten.



Re.lat.  
na 28,5 uur

fig. 25A Radionuclide cisternogram met  $^{131}\text{I}$ -HSA na 28½ uur. 'Pooling' rechts baso-frontaal en daaronder aanwijzing voor liquorhoe (patiënt 5)

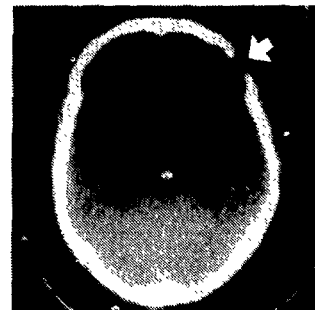


fig. 25B CT-scan zonder contrast met beiderzijds frontaal gebieden van verlaagde densiteit (patiënt 5)

**patiënt 11**

Bij craniotomie rechts fronto-temporaal werd ter plaatse van de vroegere impressiefractuur een verdikte en met de dura vergroeide arachnoïdea gevonden. Daaronder werd temporobasaal een grote leptomenigeale cyste aangetroffen. De cyste werd geopend en losgeprepareerd.

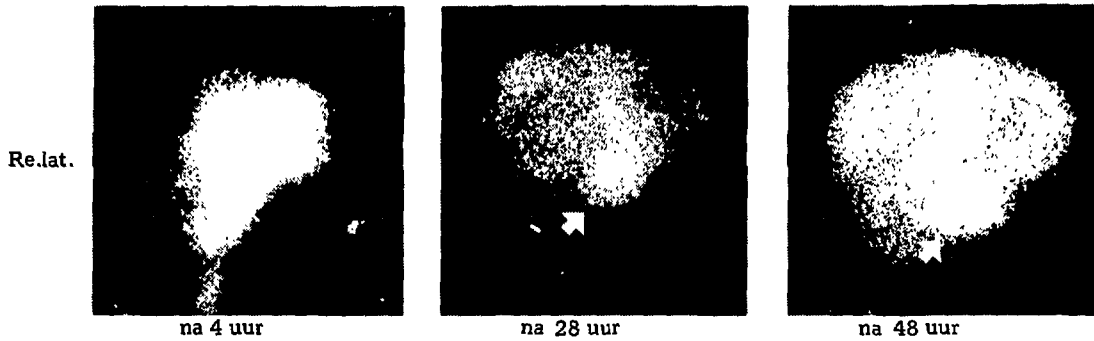


fig. 26A De activiteit blijft ter plaatse van de laesie in intensiteit toenemen, d.w.z. de laesie concentreert de activiteit langzaam, wat pleit voor een leptomenigeale cyste (patiënt 11)

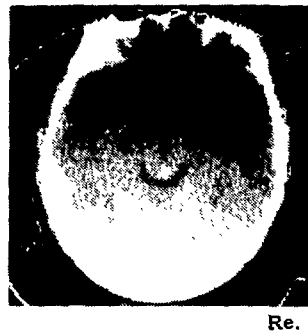


fig. 26B CT-scan zonder contrast, met gebied van verlaagde densiteit rechts temporaal. (patiënt 11)

#### 7.4 Discussie en conclusie

In onze patiëntenreeks komen 4 porencephale (patiënten 1, 2, 3 en 10) en 7 leptomeningeale (patiënten 4, 5, 6, 7, 8, 9 en 11) cysten voor. In de literatuur wordt meestal vermeld, dat porencephale cysten het frequentst gevonden worden (Harbert e.a., 1979). Waarschijnlijk doordat in de neurologische/neurochirurgische kliniek veel patiënten met cerebrale traumata worden opgenomen, die vooral aanleiding geven tot het ontstaan van leptomeningeale cysten, overheerst dit type cyste in ons materiaal. Ook indien wij het aantal klinisch gediagnostiseerde cysten per jaar zouden relateren aan de populatie, waaruit zij afkomstig zijn, zou dit ons inziens weinig inzicht geven in hun reële frequentie, aangezien een subklinisch beloop van deze cysten niet uitgesloten is.

Typerend voor de radionuclide cisternogrammen van onze porencephale cysten is, dat de 'pooling' in de cyste massaal is, groter dan in onze leptomeningeale cysten. Voorts ontstaat deze bij de porencephale cysten vroeger dan bij de leptomeningeale cysten.

Het bestaan van een porencephale cyste werd bij de patiënten 1 en 3 tijdens operatie bevestigd. Vergelijking van de afbeeldingen 23A en 24A met de afbeeldingen 23B en 24B steunt ons inziens de conclusie, dat zowel radionuclide cisternographie als de CT-scan ieder op hun wijze tot de diagnose porencephale cyste bijdragen. Doordat de CT-scan ook informatie geeft over eventuele afwijkingen aan het schedeldak (fig. 23B), geeft deze onderzoeksmethode tevens ook informatie omtrent de chirurgische of traumatische voorgeschiedenis van de patiënt.

Van de 7 leptomeningeale cysten in onze reeks waren er 6 het gevolg van een ernstig hersentrauma. Bij deze gevallen ontstonden de eerste klinische verschijnselen van de cyste steeds vele jaren na het trauma.

Opvallend in de radionuclide cisternogrammen van deze cysten is:

- 1 een geringere omvang van de 'pooling' dan bij de porencephale cysten;
- 2 het duidelijker worden van de 'pooling' in de achtereenvolgende beelden.

In ons materiaal was het in 6 van de 7 gevallen niet mogelijk om met computertomographie de diagnose leptomeningeale cyste te stellen (patiënten 5, 6, 7, 8, 9 en 11).

Op de CT-scan kunnen gebieden van verlaagde densiteit aan de convexiteit berusten op zowel leptomeningeale cysten, subduraal hygroma als oud cerebraal infarct. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de vergelijking van computer

tomographische afbeeldingen van leptomeningeale cysten (Kazner e.a., 1976) met die van cerebrale infarcten (Aulich e.a., 1976).

De radionuclide cisternographie biedt ook nog het voordeel, dat de soms na hersentrauma voorkomende liquorrhoe eveneens kan worden vastgesteld (fig. 25A).

De leptomeningeale cysten bij patiënten 5 en 11 werden operatief bevestigd. Vergelijking van de afbeeldingen 25A en 26A met de afbeeldingen 25B en 26B steunt ons inziens de conclusie, dat radionuclide cisternographie voor het stellen van de diagnose leptomeningeale cyste in bepaalde gevallen betere informatie verschaft omtrent de aard van de aandoening dan CT-scan.

## 7.5 Literatuur

AULICH, A., WENDE, S., FENSKE, A., LANGE, S., STEINHOFF, H.:  
Diagnosis and follow-up studies in cerebral infarcts.  
Lanksch, W. e.a. (eds.): Cranial computerized tomography: 273-283, 1976.  
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.

BARRET, J.W., MENDELSON, R.A.:  
Post-traumatic porencephaly in infancy. A report of 3 unusual cases.  
J.Neurosurg. 23: 522-527, 1965.

DI CHIRO, G.:  
New radiographic and isotopic procedures in neurologic diagnosis.  
JAMA 188: 524-529, 1964.

DI CHIRO, G., ASHBURN, W.L.:  
Radioisotope cisternography, ventriculography and myelography.  
Blaht, W.H. (ed): Nuclear Medicine II: 277-294, 1971.  
McGraw-Hill Book Company.  
A Blakiston Publication.

DI CHIRO, G.:  
The 'Third Circulation'.  
Wagner Jr., H.N.(ed): Nuclear Medicine. Sect. 10: 103-111, 1974.

FRONT, D. BEKS, J.W.F., PENNING, L.:  
Porencephaly diagnosed by isotope cisternography.  
J.Neurol. Neurosurg. Psychiat. 35: 669-675, 1972.

FRONT, D., DEFESCHE, H.F.H.G., THIAN SIANG OEN, BEKS, J.W.F.:  
Convexity leptomeningeal cysts diagnosed by scintiscisternography.  
J.Neurosurg. 43: 203-206, 1975.

GILDAY, D.L.:  
Pediatric neuronuclear medicine.  
In: Harwood-Nash e.a. (eds.): Neuroradiology in infants and children.  
Vol.II, 1976, The C.V. Mosby Company.

GO, K.G., HOUTHOFF, H.J., BLAAUW, E.H., STOKROOS, I., BLAAUW, G.:  
Morphology and origin of arachnoid cysts.  
Scanning and transmission electron microscopy of three cases.  
*Acta Neuropathol. (Berl.)* 44: 57-62 (1978).

GOLDSTEIN, F.P., BRACKETT, C.E.:  
Leptomeningeal Cysts.  
In: Youmans, J.R. (ed): *Neurological surgery*, vol 1, 1973.  
W.B. Saunders Company, Philadelphia-London-Toronto.

HAN, H.S., SCHULTE, B.P.M., WIJNALDA, D.:  
Vergelijking van scintiscisternographie en craniale computer tomographie bij de diagnostiek  
van porencephale en leptomenigeale cysten.  
*Nucl. Geneesk. Bull.* 2 (1): 12-23, 1980.

HARBERT, J.C., DA ROCHA, A.F.G.:  
Textbook of Nuclear Medicine, II.  
Clinical application, 1979.  
Lea and Febiger, New York.

KAZNER, E., GRUMME, Th., AULICH, A.:  
Axial computerized tomography in neuropediatric diseases.  
Lanksch, W., Kazner, E. (eds): *Cranial computed tomography*: 410-414, 1976.  
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.

LECOUNT, E.R., SEMERAK, C.B.:  
Porencephaly.  
*Arch. of Neurol. Psychiat.* 14: 365-383, 1925.

NAEF, R.W.:  
Clinical features of porencephaly. A review of thirty-two cases.  
*Arch. Neurol. Psychiat.* 80: 133-147, 1958.

PATTEN, D.H., BENSON, D.F.:  
Cisternography.  
Schneider e.a. (eds): *Nuclear Medicine in clinical practice* 13: 249-261, 1978.  
Elsevier/North-Holland Biomedical Press.  
Amsterdam-New York-Oxford.

PENNING, L., FRONT, D.:  
Scintiscisternography.  
In: *Brain scintigraphy*. Chapt. 6: 271-363, 1975.  
*Excerpta Medica*. American Elsevier.

SCHWARTZ, C.W.:  
Leptomeningeal cysts from an roentgenological view point.  
*Am. J. Roentg.* 46: 160-165, 1941.

TAVERAS, J.M., RANSOHOFF, J.:  
Leptomeningeal cysts of the brain following trauma with erosion of the skull.  
*J. Neurosurg.* 10: 233-241, 1953.

VERBIEST, H. prof.dr. Academisch ziekenhuis Utrecht:  
Persoonlijke mededeling, 1980.

## 8 Vergelijking van de klinische bruikbaarheid van $^{111}\text{In}$ -DTPA en $^{131}\text{I}$ -HSA

### 8.1 Probleemstelling

Om de bruikbaarheid van  $^{111}\text{In}$ -DTPA te onderzoeken hebben wij bij 6 patiënten die bij ons kwamen voor radionuclide cisternographie simultaan  $^{131}\text{I}$ -HSA en  $^{111}\text{In}$ -DTPA toegediend.

De scintiphoto's werden gemaakt 4 uur, 24 uur en 48 uur post-injectionem, en wel de frontale en de beide laterale opnamen. Om de verzamelde pulsen met elkaar te vergelijken besloten wij voor iedere opname een belichtingstijd van 10 minuten toe te passen.

Met  $^{111}\text{In}$ -DTPA werden per tijdseenheid 5-7 maal zoveel photonen geregistreerd dan met  $^{131}\text{I}$ -HSA.

De gevoeligheid van de meetapparatuur verschilt niet duidelijk voor  $^{111}\text{In}$ -DTPA en  $^{131}\text{I}$ -HSA.

De  $^{131}\text{I}$ -HSA en  $^{111}\text{In}$ -DTPA cisternogrammen werden vergeleken, waarbij speciale aandacht werd geschonken aan:

- 1 de snelheid van het transport van het radiopharmacon van de basale cisternen naar de convexiteit;
- 2 het verdwijnen van de radioactiviteit uit de schedel;
- 3 de verdeling van het radiopharmacon in de liquorruimte;
- 4 reflux in het ventrikelsysteem.

In ons onderzoek (188 patiënten) met deze twee radiopharmaca werden tot op heden geen schadelijke neveneffecten waargenomen.

### 8.2 Materiaal en methode

Bij 6 patiënten werden simultaan 400  $\mu\text{Ci}$  (14.8 MBq) en 100  $\mu\text{Ci}$  (3.7 MBq)  $^{131}\text{I}$ -HSA intrathecaal lumbaal ingespoten.

Met een gammacamera (Nuclear Chicago Pho/gamma IV) werd zoals in alle andere gevallen eerst een scintiphoto van de lumbale wervelkolom gemaakt om te beoordelen, of de radiopharmaca op de juiste wijze, d.w.z. subarachnoïdeaal waren ingespoten. Daarna werden scintiphoto's gemaakt

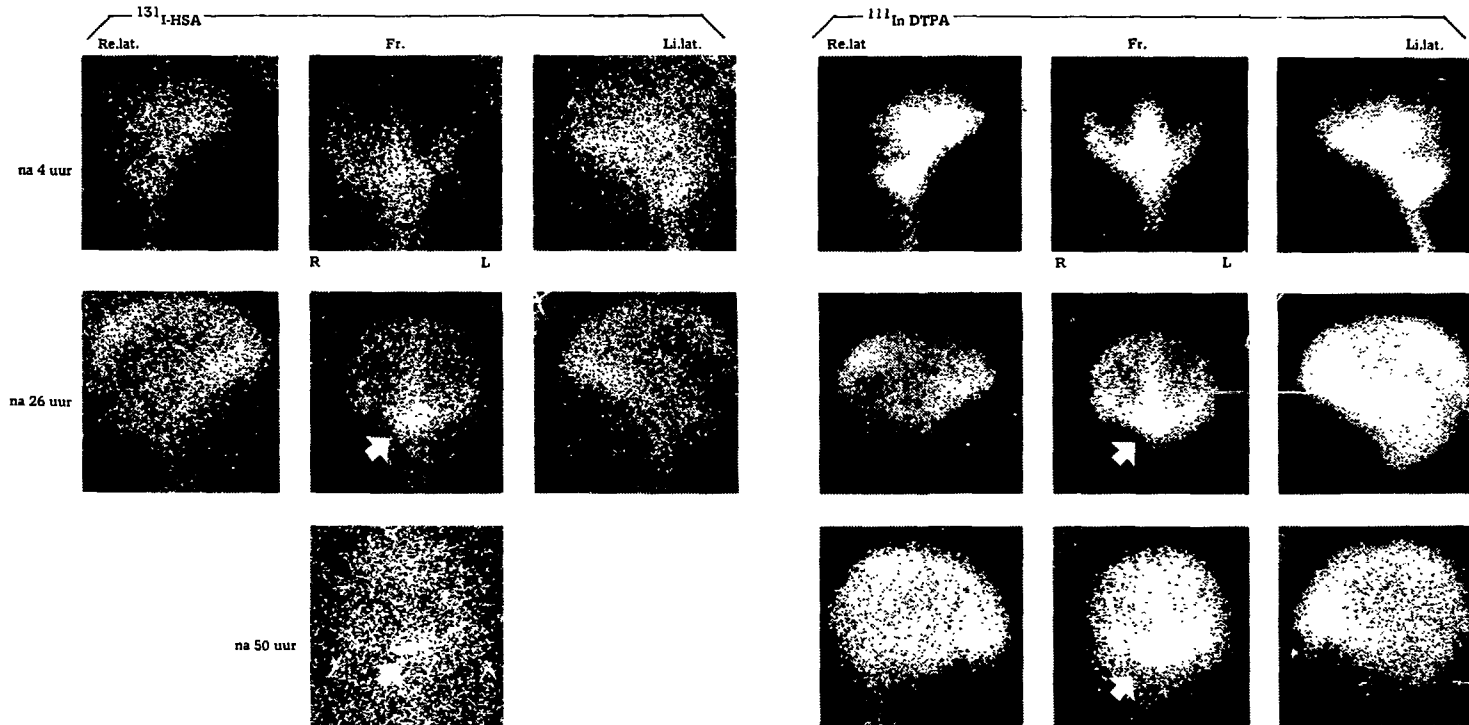


fig. 27 Vergelijking  $^{131}\text{I}$ -HSA en  $^{111}\text{In}$ -DTPA cisternogrammen.  
 Activiteitsophoping boven de neuswortel,  
 verdacht voor nasale liquorrhoe.

4, 24 en 48 uur post-injectionem: de frontale en de beide laterale opnamen. Voor de  $^{111}\text{In}$ -DTPA cisternogrammen werd de gammacamera afgestemd op de 247 KeV-photopiek en voor de  $^{131}\text{I}$ -HSA cisternogrammen op de 364 KeV-photopiek. Tijdens de aanpassing van het spectrometervenster aan de gamma-energie van het radionuclide bleef de opstelling van de patiënt ten opzichte van de gammacamera ongewijzigd, zodat zo goed mogelijk vergelijkbare cisternogrammen werden verkregen.

#### BEVINDINGEN:

Bovenste rij, na 4 uur:

$^{111}\text{In}$ -DTPA toont hetzelfde flow-patroon als  $^{131}\text{I}$ -HSA. Met  $^{111}\text{In}$ -DTPA is de statistiek beter en zijn de anatomische details duidelijker. De cisternogrammen met de beide radiopharmaca tonen een normaal flow-patroon.

Middelste rij, na 27 uur:

$^{111}\text{In}$ -DTPA toont zowel een betere statistiek als duidelijker anatomische details dan  $^{131}\text{I}$ -HSA. De activiteitsophoping boven de neuswortel is bij de beide radiopharmaca duidelijk zichtbaar (zie pijlen). De afvloed naar de neus wordt niet zichtbaar.

Onderste rij, na 50 uur:

$^{111}\text{In}$ -DTPA: de liquorroimte is nog te herkennen.

$^{131}\text{I}$ -HSA: moeilijker te beoordelen, uitgezonderd de activiteit boven de neuswortel en in het parasagittale gebied.

#### Conclusie:

De  $^{111}\text{In}$ -DTPA cisternogrammen geven steeds een betere informatie. De blijvend verhoogde activiteit boven de neuswortel is een aanwijzing voor abnormale liquorafvloed in dit gebied.



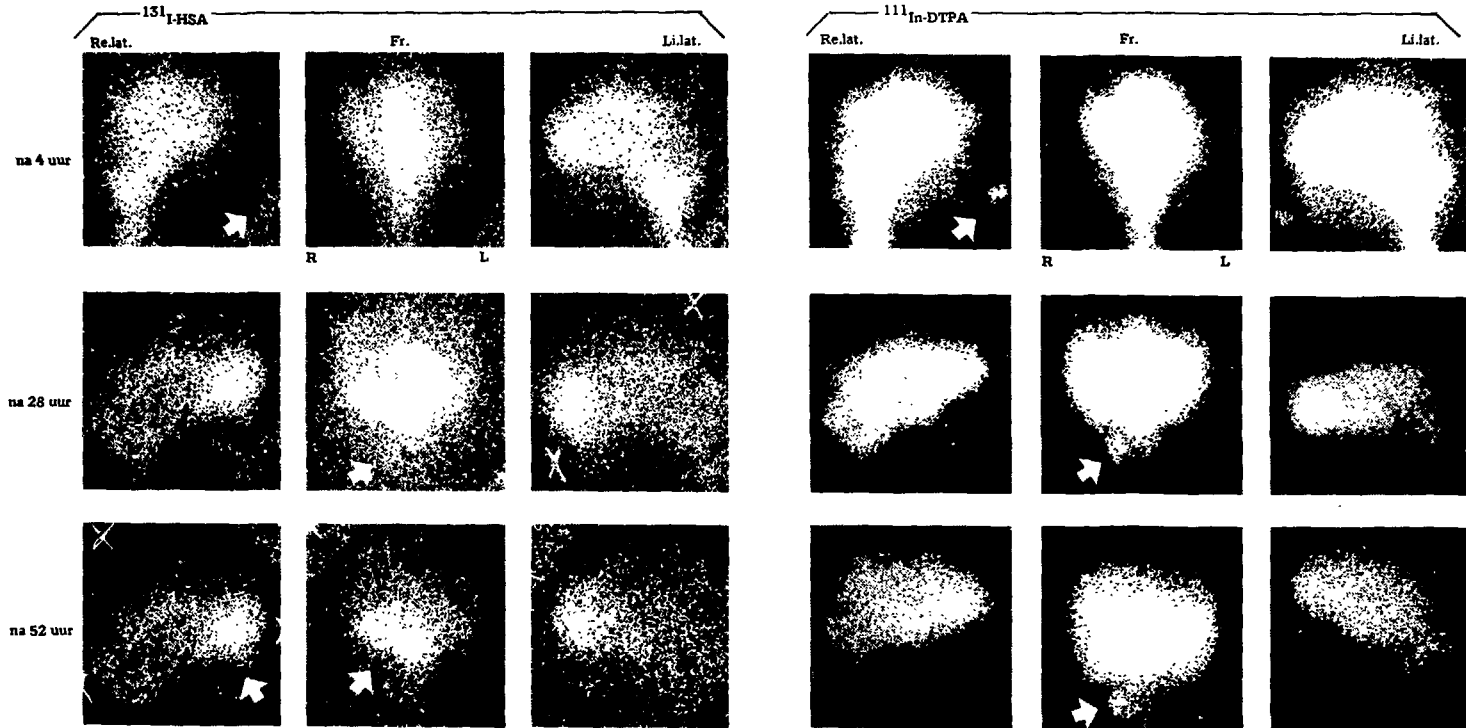


fig. 28 Vergelijking  $^{131}\text{I}$ -HSA en  $^{111}\text{In}$ -DTPA cisternogrammen.  
 Rechts nasale liquorrhoe, matig verwijd ventrikelsysteem,  
 duidelijk resorptiestoornis van de liquor.

## BEVINDINGEN

Bovenste rij, na 4 uur:

De cisternogrammen tonen met beide radiopharmaca een identiek beeld: duidelijke vulling van een verwijd ventrikelsysteem.

Met  $^{111}\text{In}$ -DTPA is het beeld contrastrijker, zowel van het ventrikelsysteem als van de rhinorrhoe (zie pijlen).

Met  $^{131}\text{I}$ -HSA is de rhinorrhoe minder goed te zien (zie pijl).

Middelste rij, na 28 uur:

Er is nog steeds vulling van het ventrikelsysteem met de beide radiotracers.

Ook hier is de rhinorrhoe met  $^{111}\text{In}$ -DTPA duidelijker zichtbaar. De abnormale ophoping van activiteit rechts frontobasaal is met  $^{131}\text{I}$ -HSA veel duidelijker te zien dan met  $^{111}\text{In}$ -DTPA.

Onderste rij, na 52 uur:

Met  $^{111}\text{In}$ -DTPA mogelijk nog ventrikelvulling zichtbaar, de rhinorrhoe blijft duidelijk zichtbaar. Met  $^{131}\text{I}$ -HSA was er geen ventrikelvulling doch wel rhinorrhoe zichtbaar. Ook is bij deze tracer de pathologische ophoping rechts frontobasaal nog duidelijk zichtbaar (zie pijl). Bij  $^{111}\text{In}$ -DTPA wordt het beeld overlapt door de nog goed zichtbare activiteit in het ventrikelsysteem en de basale cisternen.

Conclusie:

De nasale rhinorrhoe werd beter gevisualiseerd met  $^{111}\text{In}$ -DTPA, doch de leptomeningeale cyste kwam door de geringere achtergrondactiviteit beter in beeld met  $^{131}\text{I}$ -HSA.

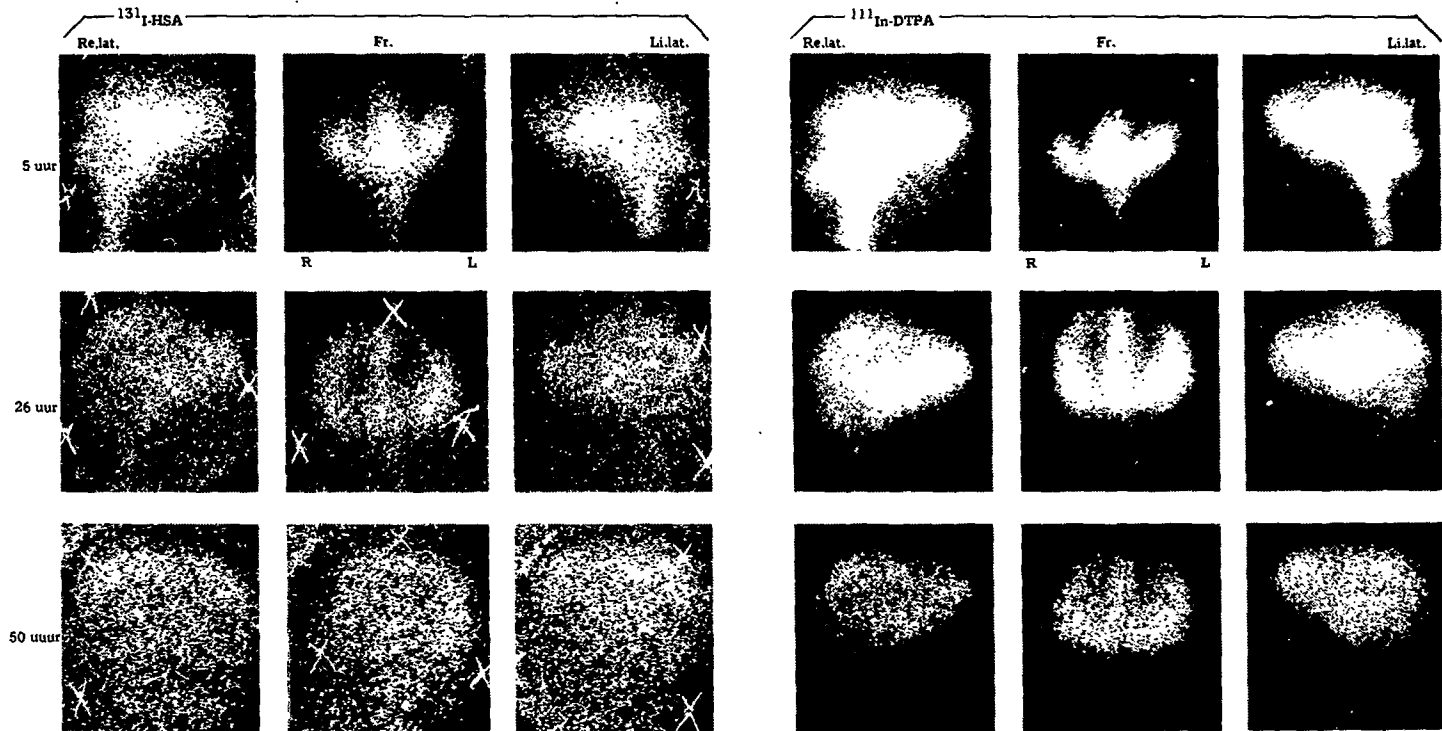


fig. 29 Vergelijking  $^{131}\text{I-HSA}$  en  $^{111}\text{In-DTPA}$  scintigrammen.  
Patiënt met primaire hersenatrofie.

## BEVINDINGEN

Bovenste rij, na 4 uur:

De beide radiopharmaca tonen praktisch hetzelfde patroon. Met  $^{111}\text{In}$ -DTPA echter betere statistiek en duidelijker anatomische details voor wat betreft de vulling van het ventrikelsysteem.

Middelste rij, na 26 uur

De beide tracers tonen hetzelfde flow-patroon.

$^{111}\text{In}$ -DTPA toont verderom een scherpere afbeelding van de liquorruimte. Wij zien geen activiteit in het ventrikelsysteem. De verwijde liquorruimte is duidelijk zichtbaar op de frontale opname. Bij deze late opname geeft  $^{111}\text{In}$ -DTPA een meer gedetailleerd beeld. Hierdoor is de trage circulatie beter te beoordelen dan met  $^{131}\text{I}$ -HSA.

Onderste rij, na 50 uur:

De beide tracers bereiken het parasagittale gebied. Mogelijk is hier een discrepantie, waarbij  $^{111}\text{In}$ -DTPA trager lijkt te ascenderen naar de convexiteit dan  $^{131}\text{I}$ -HSA. De liquorruimte is met  $^{111}\text{In}$ -DTPA nog te beoordelen, met  $^{131}\text{I}$ -HSA nauwelijks meer.

Conclusie:

Hoewel met beide radiopharmaca hersenatrophie wordt aangetoond en beide radiopharmaca in dezelfde tijdsperiode het parasagittale gebied bereiken, krijgt men met  $^{131}\text{I}$ -HSA de indruk, dat de liquorcirculatie sneller is dan met  $^{111}\text{In}$ -DTPA. Gezien het beperkte aantal patiënten is de evaluatie van dit verschil in klinische zin nog niet mogelijk.

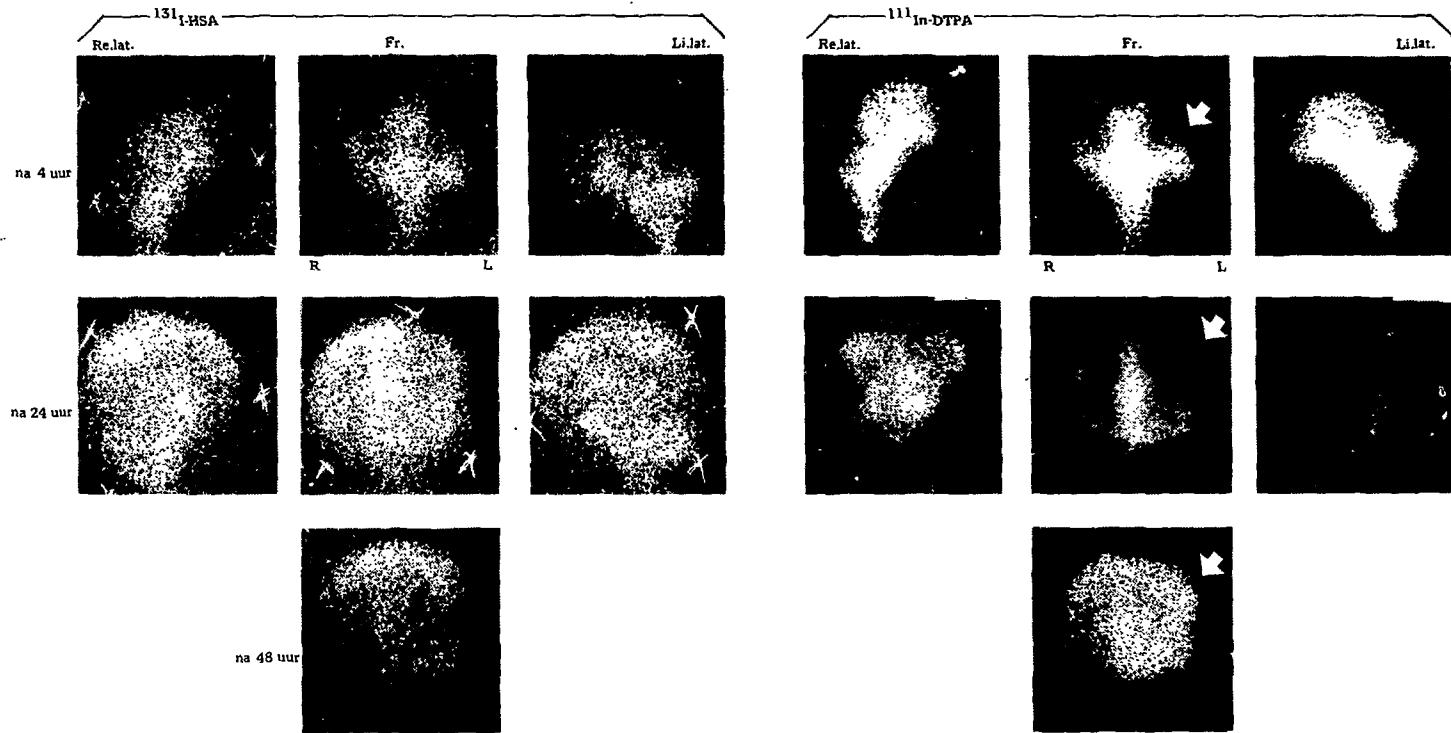


fig. 30 Vergelijking van  $^{131}\text{I}$ -HSA en  $^{111}\text{In}$ -DTPA cisternogrammen.  
 Toestand enige weken na trauma capitis.  
 Vraagstelling voor het onderzoek: bestaan van nasale liquorrhoe?

## BEVINDINGEN

Bovenste rij, na 4 uur:

De cisternogrammen met de beide radionucliden tonen het zelfde patroon.

$^{111}\text{In}$ -DTPA: er is een duidelijke ventrikelvulling; deze zijn fors verwijd. De linker fossa Sylvii is verwijd (zie pijl), de rechter fossa Sylvii is normaal.

$^{131}\text{I}$ -HSA: identiek beeld, maar het contrast is duidelijk minder. De verwijding van de fossa Sylvii is bij  $^{131}\text{I}$ -HSA niet met zekerheid vast te stellen.

Middelste rij, na 26 uur:

$^{111}\text{In}$ -DTPA: links is liquorcirculatie aan de convexiteit iets trager dan rechts (zie pijl). Tevens is er nog enige vulling van het ventrikelsysteem.

$^{131}\text{I}$ -HSA: de liquorcirculatie langs de rechter convexiteit bereikt het parasagittale gebied met meer activiteit dan  $^{111}\text{In}$ -DTPA. De ventrikelvulling is nauwelijks te beoordelen.

Onderste rij, na 48 uur:

$^{111}\text{In}$ -DTPA: deze toont nog vulling van het ventrikelgebied, links is er een duidelijk verwijde liquorruimte zichtbaar. Veel activiteit in het parasagittale gebied.

$^{131}\text{I}$ -HSA: De activiteit bevindt zich voornamelijk in het parasagittale gebied; de verwijde liquorruimte alsmede de vulling van het ventrikelsysteem zijn nauwelijks te zien.

Conclusie:

Naast een contrastrijker beeld laat  $^{111}\text{In}$ -DTPA de vertraagde liquorcirculatie duidelijker zien.

Nasale liquorrhoe wordt niet aangetoond.

De liquorophoping links aan de convexiteit is bij  $^{111}\text{In}$ -DTPA duidelijker zichtbaar.

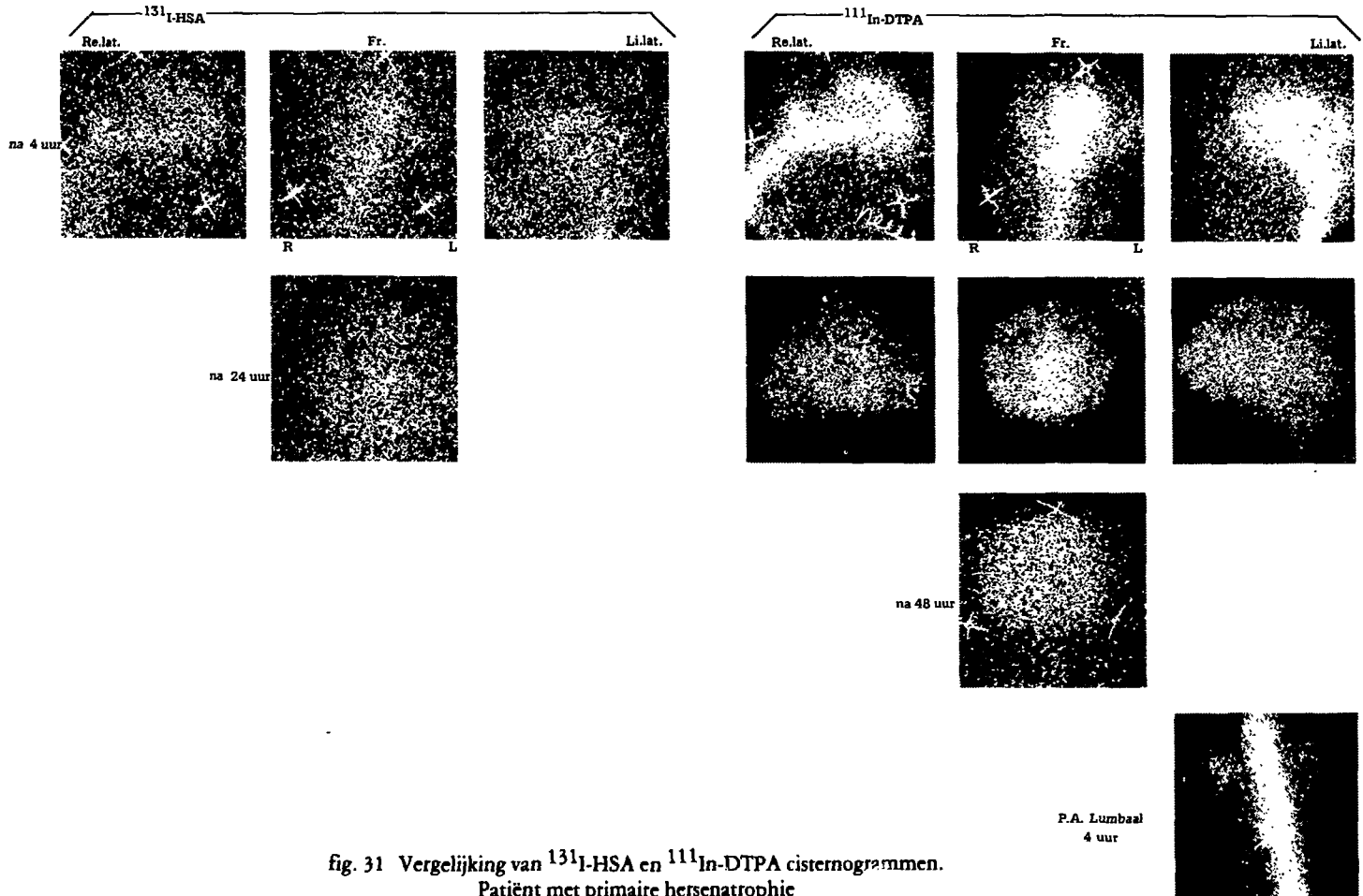


fig. 31 Vergelijking van  $^{131}\text{I}$ -HSA en  $^{111}\text{In}$ -DTPA cisternogrammen.  
Patiënt met primaire hersenatrofie

## BEVINDINGEN

De beide radiopharmaca zijn, evenals in de andere 5 gevallen, lumbaal ingespoten, doch helaas gedeeltelijk extra arachnoïdeaal. Men ziet bij de lumbale opname reeds activiteit in de nieren.

Bovenste rij, na 4 uur:

$^{131}\text{I}$ -HSA: nauwelijks te beoordelen, het ventrikelsysteem is zwak aangeduid.

$^{111}\text{In}$ -DTPA: er is een redelijk contrast, dat een duidelijk verwijd ventrikelsysteem toont.

Middelste rij, na 24 uur:

$^{131}\text{I}$ -HSA: niet te beoordelen.

$^{111}\text{In}$ -DTPA: de ventrikels zijn nog duidelijk zichtbaar, ook de beide laterale liquorruimten zijn goed af te grenzen en het radiopharmacon bereikt het parasagittale gebied.

Onderste rij, na 48 uur:

$^{131}\text{I}$ -HSA: het scintigram kon niet worden weergegeven, daar er nauwelijks enige activiteit was te ontdekken.

$^{111}\text{In}$ -DTPA: deze toont een diffuus beeld aan de convexiteit, inclusief het parasagittale gebied.

Conclusie:

In geval van gedeeltelijk extra arachnoïdeaal ingespoten radiopharmaca geeft  $^{111}\text{In}$ -DTPA nog redelijk te beoordelen beelden,  $^{131}\text{I}$ -HSA daarentegen niet.



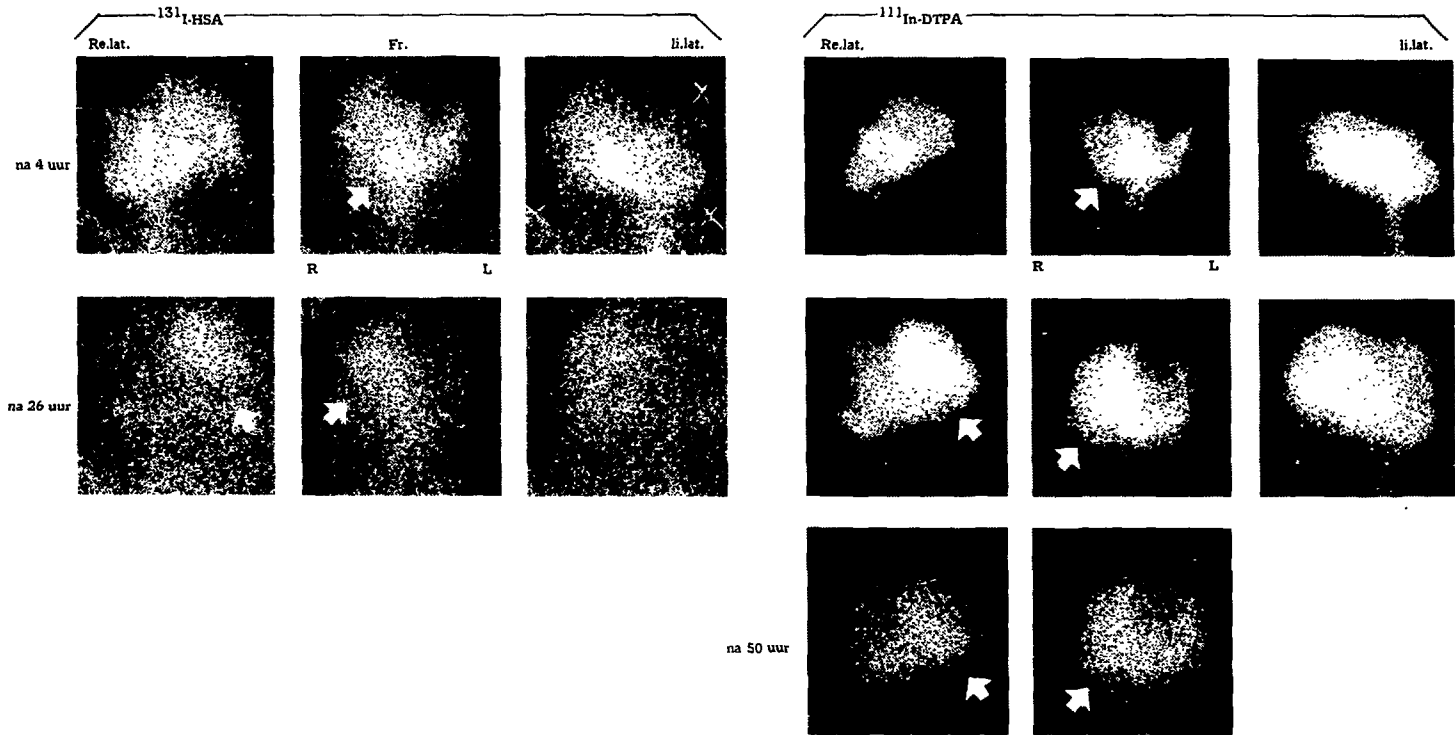


fig. 32 Vergelijking  $^{131}\text{I}$ -HSA en  $^{111}\text{In}$ -DTPA cisternogrammen.  
 Patiënt met porencephale cyste in verbinding met de  
 rechter zijventrikel (zie ook fig. 23A).

## BEVINDINGEN

Bovenste rij, na 4 uur:

Scintigrammen met  $^{111}\text{In-DTPA}$  en  $^{131}\text{I-HSA}$  tonen een identiek beeld: er is een beginnende 'pooling' van de beide radiopharmaca rechts frontopariëtaal, die in verbinding staat met de rechter zijventrikel. De beelden met  $^{111}\text{In-DTPA}$  tonen meer contrast.

Middelste rij, na 26 uur:

Grote 'pooling' rechts frontopariëtaal, de intensiteit in dit gebied neemt toe en is nu zowel op de rechts laterale als op de frontale opname zichtbaar. Met  $^{111}\text{In-DTPA}$  zijn de beelden contrastrijker. Met  $^{131}\text{I-HSA}$  is de porencephale cyste vaag zichtbaar. (zie pijlen)

Onderste rij, na 50 uur:

Met  $^{111}\text{In-DTPA}$  is de porencephale cyste nog zichtbaar, terwijl met  $^{131}\text{I-HSA}$  de beelden niet meer te beoordelen zijn.

Conclusie:

Met  $^{111}\text{In-DTPA}$  wordt deze porencephale cyste beter afgebeeld.

### 8.3 Resultaat en discussie

De cisternogrammen met  $^{111}\text{In-DTPA}$  en  $^{131}\text{I-HSA}$  tonen na 4 uur post-injectionem een identiek flow-patroon, maar bij alle 6 patiënten blijkt duidelijk, dat  $^{111}\text{In-DTPA}$  in de toegediende dosis een betere statistiek oplevert en daardoor meer anatomische details geeft.

In tegenstelling tot de mening van Harbert e.a. (1973) blijken echter in onze patiënten ook de later vervaardigde  $^{111}\text{In-DTPA}$  cisternogrammen scherper gedetailleerde beelden te geven dan de  $^{131}\text{I-HSA}$  cisternogrammen.

De fig. 27 tot en met 32 illustreren het voordeel van het gebruik van  $^{111}\text{In-DTPA}$ .

Voor de opmerking van Marin e.a. (1971) dat  $^{111}\text{In-DTPA}$  een vertraging in liquorstroom beter demonstreert dan  $^{131}\text{I-HSA}$ , zijn gezien onze ervaring, wel enige gronden aanwezig (fig. 29). Wel lijkt  $^{111}\text{In-DTPA}$  bij normale liquorstroom al trager te circuleren dan  $^{131}\text{I-HSA}$  (fig. 7,8).

Het  $^{111}\text{In-DTPA}$  heeft voor de opname na 48 uur het voordeel, dat een eventuele ventrikelvulling nog zichtbaar is. Met  $^{131}\text{I-HSA}$  is deze ventrikelvulling niet meer te beoordelen. Door het niet meer zichtbaar worden van ventrikelvulling kunnen echter leptomeningeale of porencephale cysten beter aangetoond worden (fig. 28). Ook de andere liquorruimten zijn

met  $^{111}\text{In}$ -DTPA bij het late onderzoek beter herkenbaar dan met  $^{131}\text{I}$ -HSA (fig. 29,30).

$^{111}\text{In}$ -DTPA geeft nog redelijke cisternographische beelden na een injectie, die gedeeltelijk extra-arachnoïdaal was, met  $^{131}\text{I}$ -HSA worden in zulk geval geen interpreteerbare beelden verkregen (fig. 31).

Voor het aantonen van een liquorfistel zijn de  $^{111}\text{In}$ -DTPA beelden beter dan die met  $^{131}\text{I}$ -HSA (fig. 28).

Samenvattend kan worden gesteld, dat voor radionuclide cisternographie het gebruik van  $^{111}\text{In}$ -DTPA de voorkeur verdient.

#### 8.4 Literatuur

HARBERT, J.C., McCULLOUGH, D.C. and REED, V.R.:  
Comparison between  $^{131}\text{I}$ -HSA and  $^{169}\text{Yb}$ -DTPA for cisternography.  
Journ. of Nucl. Med. 14,6: 405, 1973.

MATIN, P. and GOODWIN, D.A.:  
Cerebrospinal fluid scanning with  $^{111}\text{In}$ .  
Journ. Nucl. Med. 12.10: 668-672, 1971.

## 9 Eigen classificatie van hydrocephalus

Op grond van onze ervaring sinds 1973, zowel met de  $^{131}\text{I}$ -HSA als met de  $^{111}\text{In}$ -DTPA cisternographie, hebben wij de hydrocephalus onderverdeeld in soorten, die tevens een aanwijzing inhouden ten aanzien van hun behandeling.

Op het normale, niet-pathologische radionuclide cisternogram (zie ook hoofdstuk 3), mag géén reflux naar het ventrikelsysteem optreden. Met dit criterium als uitgangspunt hebben wij de volgende classificatie opgesteld, die van de classificatie van James e.a. (zie pag. 10) afwijkt door het feit, dat wij het al of niet communiceren van de hydrocephalus als uitgangspunt hebben genomen. De occult obstructieve hydrocephalus wordt verworpen. De gelocaliseerde atrophische communicerende hydrocephalus volgens James e.a. kan bij onze classificatie worden ingedeeld onder de obstructieve communicerende hydrocephalus, unilaterale vorm. Voorts is onze indeling meer gedetailleerd.

Onze classificatie is als volgt:

- a Niet-communicerende hydrocephalus.  
Deze wordt veroorzaakt door een obstructie in het ventrikelsysteem ('intra-ventricular obstructive non-communicating hydrocephalus').
- b Communicerende hydrocephalus ('communicating hydrocephalus').
  - b.1 Obstructieve communicerende hydrocephalus, die veroorzaakt wordt door een obstructie in de intracraniale subarachnoïdale ruimte ('extra-ventricular obstructive communicating hydrocephalus').
    - b.1.1 Bilaterale vorm, beiderzijds obstructie:
      - compleet (fig. 15D, 20), arbitrair bepaald als: geen activiteit in het parasagittale gebied tot en met 48 uur na de injectie.
      - incompleet (fig. 15E, 21, 31), de activiteit bereikt het parasagittale gebied vertraagd gedurende 48 uur na de injectie.
    - b.1.2 Unilaterale vorm, eenzijdige obstructie:
      - compleet (fig. 9, 15G, 18B) } definitie als onder b.1.1
      - incompleet (fig. 15F, 30B) } doch nu beperkt tot één zijde
  - b.2 Niet-obstructieve communicerende hydrocephalus ('non-obstructive communicating hydrocephalus').  
Deze wordt veroorzaakt door algehele hersenatrofie, de zogenaamde hydrocephalus ex vacuo (fig. 15C, 29).

Theoretisch kunnen alle typen van hydrocephalus worden ondergebracht in deze classificatie. Het zou van belang kunnen zijn deze classificatie te toetsen aan CT-scan gedurende 4, 24 en 48 uren na intrathecale injectie van Metrizamide.

N.B.

Vertragde liquorcirculatie in de intracraniale subarachnoïdeale ruimte zonder reflux in het ventrikelsysteem wordt volgens deze classificatie niet als hydrocephalus erkend.

## 10 Onderzoek van de doorgankelijkheid van het Spitz-Holter drainagesysteem

De behandeling van hydrocephalus is gericht op het afvoeren van de overtollige liquor cerebrospinalis, teneinde compressie van het hersenweefsel te elimineren en blijvende hersenbeschadiging te voorkomen.

De liquor wordt vanuit de ventrikel naar de peritoneale ruimte of naar het hart geleid.

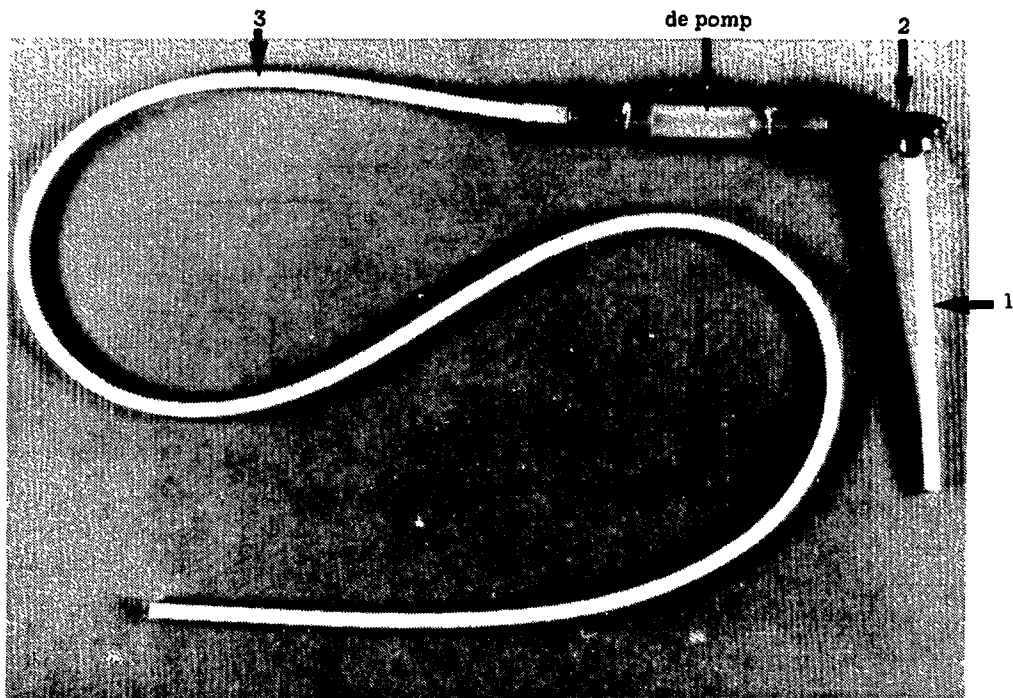


fig. 33 Spitz-Holter drain  
Beschrijving zie tekst.

Een van de meest gebruikelijke methoden is het aanleggen van een ventriculo-atriale of ventriculo-peritoneale shuntsysteem (Spitz-Holter of Pudenz-systemen).

## 10.1 Het Spitz-Holter drainagesysteem

Het Spitz-Holter drainagesysteem (fig. 33) bestaat uit drie delen:

- 1 de ventrikeldrain; dit is een catheter, die in de zijventrikel van de hemisfeer wordt gelegd;
- 2 het reservoir van Rickham met daaronder de pomp, met aan weerszijden kleppen, waardoor de liquor slechts in één richting kan stromen; dit gedeelte van de drain ligt onder de hoofdhuid en kan ook manueel als pomp worden gebruikt; bij een evt. obstructie krijgt men d.m.v. pompen een indruk omtrent de doorgankelijkheid van het ventriculaire of distale deel van de drain;
- 3 de cardiale of peritoneale drain, die de liquor respectievelijk naar het hart, of naar de vrije buikholte afvoert.

Een belangrijk klinisch probleem bij de verzorging van patiënten met een drainagesysteem is de beoordeling van de doorgankelijkheid ervan.

De meeste obstructies komen voor in de distale drain, indien deze niet regelmatig met de lichaamsgroei wordt verlengd. Als dit laatste wel geschiedt, ontstaan de obstructies meestal in de ventrikeldrain. Zelden worden problemen veroorzaakt door de kleppen, die deel uitmaken van het drainagesysteem.

Dysfunctie van het drainagesysteem kan worden veroorzaakt door disconnectie of door andere mechanische stoornissen van het systeem.

Afsluiting van de shunt kan ook voorkomen door stolsels zoals een thrombus en/of het ontwikkelen van omkapseling of cystes rondom het ventriculaire einde van de shunt (Rudd e.a., 1973).

Verder is het van groot belang om te weten of de patiënt de shunt nog steeds nodig heeft. Er bestaan immers patiënten, bij wie op latere leeftijd de hydrocephalus gecompenseerd raakt. In de Angelsaksische literatuur spreekt men van 'arrested hydrocephalus'. Dan zijn de productie en de resorptie van liquor in balans en is de shunt overbodig geworden. Wij beschikken helaas ook thans nog niet over middelen om dit prospectief aan te tonen. Wel bevinden zich in ons materiaal enkele patiënten (8), bij wie - ofschoon de shunt niet of slecht functioneerde - toch geen klachten waren ontstaan. Het is duidelijk dat deze patiënten moeten behoren tot de groep van de gecompenseerde hydrocephalus. Na verwijdering van de shunt ontstonden er ook geen klachten.

## 10.2 Methoden ter bepaling van de doorgankelijkheid

Er zijn enkele methoden om de doorgankelijkheid van de Spitz-Holter drain aan te tonen.

- 1 Een gemakkelijke, maar helaas niet altijd betrouwbare controle-methode is het gebruik van de manuele pomptechniek. Bevindt de verstopping zich in het distale deel van de drain, dan voelt men bij pompen een zekere weerstand. Is er een obstructie in het proximale einde van de ventrikeldrain, dan vult het reservoir zich na ontleding niet meer, omdat de liquor via de distale drain naar het hart stroomt en er geen toevoer meer is uit het ventrikelsysteem, de pomp 'plakt'.
- 2 Met de CT-scan en de pneumo-encephalographie krijgt men een indirecte indruk omtrent de doorgankelijkheid van de drain, door vergelijking van de grootte van het ventrikelsysteem met die bij het vorige onderzoek. Is de ventrikelomvang toegenomen dan is de drain verstopt. Is de ventrikelomvang niet toegenomen dan verschaft dit geen gegevens ten aanzien van de vraag of de patiënt het drainagesysteem nog wel nodig heeft.
- 3 Vullen van de catheter met een contrastmiddel en radiographisch onderzoek van de doorgankelijkheid. Helaas hebben wij geen ervaring met deze methode.
- 4 Onderzoek met radionucliden. In principe kan men elk radiopharmacon voor dit onderzoek gebruiken zolang het veilig intrathecaal gebruikt kan worden en de geëmitteerde energie geschikt is voor de beschikbare detectieapparatuur. Zo werd  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat toegepast (Di Chiro e.a., 1966; Rudd e.a., 1973; Bueno e.a., 1972; Frick e.a., 1974),  $^{131}\text{I}$ -HSA (Migliore e.a., 1962; Kagen e.a., 1963; Di Chiro, 1966),  $^{111}\text{In}$ -DTPA (Gilday e.a., 1973) en  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA (Sty e.a., 1978).

Di Chiro e.a. hadden in 1966 een techniek beschreven, waarbij 100-500  $\mu\text{Ci}$   $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat direct in het shunt-reservoir werd geïnjecteerd, waarmee de shunt en de glandula parotis werden onderzocht. De activiteit in de glandula parotis was voor de auteurs een indicator dat het pertechnetaat in de bloedcirculatie terecht was gekomen.

## 10.3 Eigen methodiek

Aanvankelijk werd in het Oncologisch Instituut Tilburg  $^{131}\text{I}$ -HSA of  $^{131}\text{J}$ odium Hippuran gebruikt om de liquorafvloed via de Spitz-Holter drain te bestuderen. Het radiopharmacon werd in het reservoir van Rickham gespoten en vervolgens werd de activiteit in het distale deel van de drain of



in de blaas gemeten met een scintillatie detector. Wanneer geen spontane afvloed werd geregistreerd, werd de bovengenoemde pomptechniek toegepast. Het nadeel van deze techniek is evenwel, dat de drain niet zichtbaar gemaakt wordt en dus ook niet de plaats van passagebelemmering bij obstructie. Bovendien maakt de grote stralenbelasting de methode voor kinderen minder aantrekkelijk.

Teneinde de stralenbelasting van patiënt zoveel mogelijk te beperken zijn wij medio 1973 overgegaan op het gebruik van  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat. De methode, die sindsdien in het Oncologisch Instituut Tilburg wordt gebruikt, verschilt van de techniek van Di Chiro e.a. en leidt tot een stralenbelasting, die een factor 4-20 geringer is.

### 10.3.1 TECHNIEK VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek wordt als volgt uitgevoerd: Na desinfectie van de huid boven het reservoir van Rickham wordt de injectienaald in de geschatte richting van de ventrikeldrain in het reservoir gebracht. Wanneer liquor via de naald verschijnt, blijkt daaruit de doorgankelijkheid van het ventriculaire deel van de shunt. Voorts kan de druk worden gemeten en indien nodig liquor worden afgenomen voor kweek of bepaling van aantal cellen en/of eiwitgehalte. Vervolgens wordt de injectiespuit met het radiopharmakon (25  $\mu\text{Ci}$ , 0.925 MBq)  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat in een zo klein mogelijk volume (circa 0,2 ml.) op de naald geschoven.

Onmiddellijk na de injectie wordt de opname gestart. Het patiëntje bevindt zich in rugligging. De detectie van de radioactiviteit geschiedt met een gammacamera (Nuclear Chicago PHO Gamma HP scintillation camera met een 'parallel hole low-energy-collimator').

Er wordt een serie opnamen gemaakt met een belichtingstijd van 10 seconden per opname.

Na één minuut wordt de manuele pomptechniek toegepast om de doorgankelijkheid te bevestigen. Het gehele onderzoek duurt 2 minuten. De opnamen worden al naar gelang de omstandigheden frontaal of lateraal vervaardigd.

Bovendien is een minicomputer (HP 5407A) on-line met de gammacamera verbonden. Dit geeft de mogelijkheid tot het construeren van curves, die de verplaatsing van de radioactiviteit als functie van de tijd weergeven (fig. 34D, 35E). Van deze mogelijkheid wordt alleen gebruik gemaakt, als de seriescintigrammen onvoldoende inzicht verschaffen.

### 10.3.2 DOORGANKELIJKE SPITZ-HOLTER DRAIN

Direct na het toedienen van het  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat wordt activiteit

gezien, die vanuit het reservoir van Rickham spontaan afvloeit zowel naar de ventrikel als naar het hart of de vrije buikholte.

Bij goed functionerende shunt tonen de laterale seriescintigrammen een spontane afvloed van de activiteit in het reservoir van Rickham via het distale draindeel naar het hart of de vrije buikholte. Worden de opnamen echter frontaal gemaakt dan ziet men eerst verplaatsing van de activiteit in de richting van de zijventrikel en daarna via het cardiale draingedeelte naar het hart (Han e.a., 1976). Bij de laterale opnamen worden door overlapping deze twee fenomenen niet separaat zichtbaar.

Door een opname van de thorax of de buik worden het distale uiteinde van de drain en de blaas zichtbaar, waardoor men een stop in dit draingedeelte kan uitsluiten c.q. aantonen (fig. 34, 37, 38, 39).

### 10.3.3 VERSTOPTE SPITZ-HOLTER DRAIN

Vermoedt men na frontale en/of laterale opname een verstopping van de distale drain, dan is ook een vertex-opname nodig om er zeker van te zijn dat het radiopharmacon inderdaad in het reservoir werd toegediend (fig. 36, 40, 41). Bij subcutane injectie van het radiopharmacon kunnen op de frontale en/of laterale opnamen drogbeelden ontstaan, die een verstopping van de distale drain kunnen simuleren. Door een vertex-opname vermijdt men deze diagnostische valkuil.

Bij verstopping van het drainagesysteem kunnen de volgende beelden zich voordoen:

- 1 er is géén spontane afvloed van het toegediende  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat naar het distale deel van de drain; de activiteit blijft in het reservoir duidelijk zichtbaar en een gedeelte van het radiopharmacon stroomt naar het ventrikelsysteem, als dit laatste draingedeelte doorgankelijk is; men tracht door pompen de doorgankelijkheid in de distale drain te bevorderen; bij een totale afsluiting wordt ook na pompen geen afvloed van het radiopharmacon gezien (fig. 36);
- 2 er is géén spontane afvloed van de toegediende tracer via het distale deel van de drain, maar na pompen treedt wel geringe afvloed op; er blijft echter veel activiteit in het reservoir van de shunt aanwezig; er is wel geringe afvloed van de radioactiviteit naar het ventrikelsysteem.
- 3 er is weinig of geen spontane afvloed van  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat naar het distale deel van de drain; na pompen is de afvloed echter redelijk of zelfs goed; er blijft dan ook in het reservoir weinig activiteit achter (fig. 35).

In geval 1 en 2 is een revisie van de drain geïndiceerd. In geval 3 wordt aangeraden de patiënten te observeren.

Is de liquordruk hoog en zijn er klinisch symptomen van verhoogde intracraniale druk, dan wordt het onderzoek herhaald. Verkrijgt men dan

weer hetzelfde beeld, dan moet op grond van de klinische toestand en CT-bevindingen al dan niet besloten worden tot revisie van de drain.

Verkrijgt men bij de herhaling bevindingen als 1 of 2, dan wordt tot revisie van de drain besloten.

- 4 er is géén spontane afvloed van het radiopharmacon. Zowel het distale als het ventriculaire deel van de drain lijken verstopt.
  - a Kwam er bij het prikken in het reservoir van Rickham liquor te voorschijn, dan wijst dit erop, dat het ventriculaire deel van de drain doorgankelijk is. Is nu op de vertex-opname geen activiteit in het ventrikelsysteem te zien, dan is de kans groot dat door naaldverschuiving het radiopharmacon niet in het reservoir werd geïnjecteerd maar subcutaan. Herhaling van het onderzoek is dan gewenst.
  - b Kwam er bij het prikken in het reservoir van Rickham geen liquor te voorschijn, dan wijst dit op een verstopping van het ventriculaire deel van de drain, maar niet persé ook op verstopping van het distale deel van de drain. Vindt na pompen afvloed van radioactiviteit via het distale deel van de drain plaats, dan bewijst dit, dat het ventriculaire deel van de drain door het pompen weer doorgankelijk is geworden. Heeft pompen geen invloed, dan is het ventriculaire deel verstopt en kan het distale deel van de drain ofwel doorgankelijk ofwel verstopt zijn (fig. 40). De verklaring hiervan zoeken wij in het vacuum dat in de drain optreedt bij een obstructie van het ventriculaire deel van de drain.
- 5 verhoogde intracraniale druk bij een goed doorgankelijke drain. Dit kan veroorzaakt worden door druk verhogende intraparenchymateuse processen of subdurale haematomen, die operatief behandeld moeten worden. In deze gevallen is symptomatische behandeling vereist.
- 6 de drain blijkt niet te functioneren, maar de patiënt heeft geen symptomen of klachten. Deze waarneming wordt soms bij routine-onderzoek gedaan. In deze gevallen is het mogelijk, dat een gecompenseerde hydrocephalus is ontstaan. Aanvullend CT-onderzoek is wel gewenst.

Het onderzoek naar de doorgankelijkheid van de Spitz-Holter drain werd verricht bij 150 patiëntjes, verdacht van gedecompenseerde hydrocephalus. De leeftijd van deze kinderen varieerde van 3 maanden tot 14 jaar. Vrijwel alle patiëntjes hadden een ventriculo-atriale of ventriculo-peritoneale drain. Slechts bij 6 patiëntjes werd een verkeerde diagnose gesteld en wel in die gevallen, waarbij geen spontane afvloed van de activiteit naar het hart of vrije buikholte werd gezien, maar na pompen een redelijke afvloed van de activiteit via de distale drain op gang kwam. Bij de operatie bleek toch een vrijwel verstopte drain te bestaan, die moest worden gereviseerd.

De verklaring van deze waarnemingen kan slechts op veronderstellingen berusten. Het lijkt echter dat bij gedecompenseerde hydrocephalus de waarde van de bevindingen na pompen minder significant is dan het onderzoek zonder pompen.

## 10.4 Patiëntenmateriaal

### geval 1

Voorgeschiedenis:

Een 4-jarig patiëntje werd opgenomen ter controle van de functie van de Spitz-Holter drain. Zij had een hydrocephalus bij een meningo-encephalocèle.

Scintigraphie:

Fig. 34 toont een normaal functionerend drainagesysteem. Na injectie stroomt het  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat vlot door de drain naar het ventrikelsysteem (fig. 34A) en daarna treedt een spontane afvoer op door de distale drain naar het hart (fig. 34B). Op het buikoverzicht is vervolgens veel activiteit in het circulerende bloed zichtbaar. Er is een goede visualisatie van de buik en zelfs van de benen (fig. 34C).

Ook de computercurve geeft in de 'region of interest' (cardiale drain) een snel stijgen en vervolgens een snel dalen van de activiteit te zien (fig. 34D).

Conclusie:

Goed doorgankelijke Spitz-Holter drain.

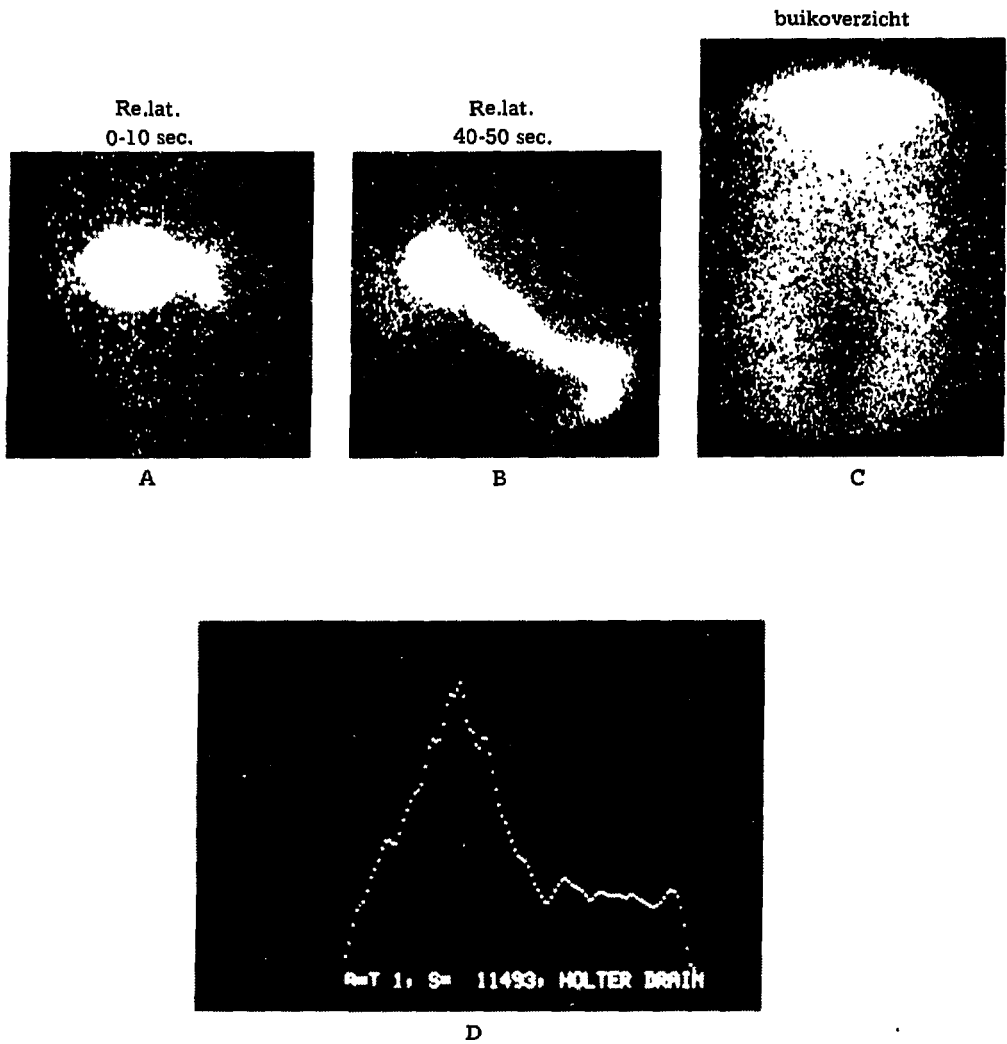


fig. 34 Goed doorgankelijke Spitz-Holter drain

## geval 2

### Voorgeschiedenis:

Een 3-jarig patiëntje werd opgenomen wegens verdenking op verstopping van het Spitz-Holter drainagesysteem. Dit was aangelegd wegens hydrocephalus, waarschijnlijk tengevolge van een subarachnoïdale bloeding bij de geboorte.

### Scintigraphie:

Bij controle van de doorgankelijkheid van de drain met  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat wordt geen spontane afvloed van het isotoop naar het distale deel van de drain gezien (fig. 35A, B). Na pompen echter is er wel een redelijke afvloed naar de vrije buikholte (fig. 35C, D).

De computercurve toont een snelle stijging van de activiteit in het reservoir van Rickham, waarna de activiteit blijft 'hangen'. Na pompen is een vrij snelle daling van de activiteit te zien (fig. 35E).

### Conclusie:

De conclusie is, dat de drain door pompen weer doorgankelijk is gemaakt.

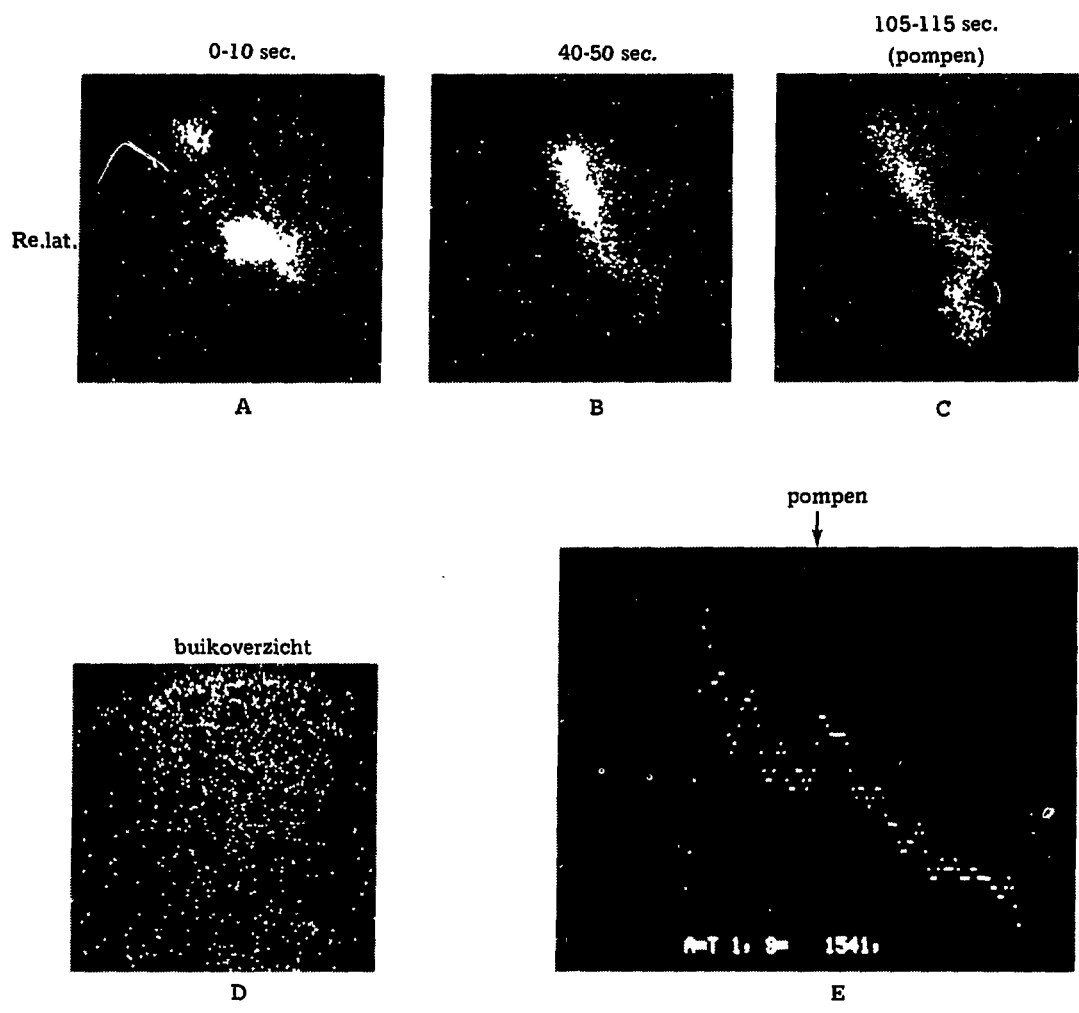


fig. 35 Na pompen weer doorgankelijke Spitz-Holter drain.

### geval 3

#### Voorgeschiedenis:

Een 13-jarig patiëntje werd vijf jaar tevoren geopereerd wegens een gedeeltelijk intraventriculair gelegen astrocytoma, dat een hydrocephalus veroorzaakte. Daarom werd toen een Spitz-Holter drain aangelegd. In 1978 werd patiëntje weer opgenomen wegens verdenking op een niet-functionerende drain. De seriescintigraphie toonde een verminderde perfusie van de rechter hemisfeer met aanwijzingen voor een hydrocephalus. Op de CT-scan werd een asymmetrisch verwijd ventrikelsysteem gezien.

#### Scintigraphie:

Bij controle van de doorgankelijkheid van de drain met  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat wordt een vlotte stroom van het radiopharmacon naar het ventrikelsysteem gezien (fig. 36A). Er is echter geen verplaatsing van de activiteit uit het reservoir naar het hart, ook niet na pompen (fig. 36C). De vertex-opname van de schedel toont een sterk verwijd ventrikelsysteem (fig. 36D).

#### Conclusie:

De conclusie is, dat de drain tussen het reservoir en zijventrikels goed doorgankelijk is, maar dat de drain naar het hart niet functioneert door een obstructie.



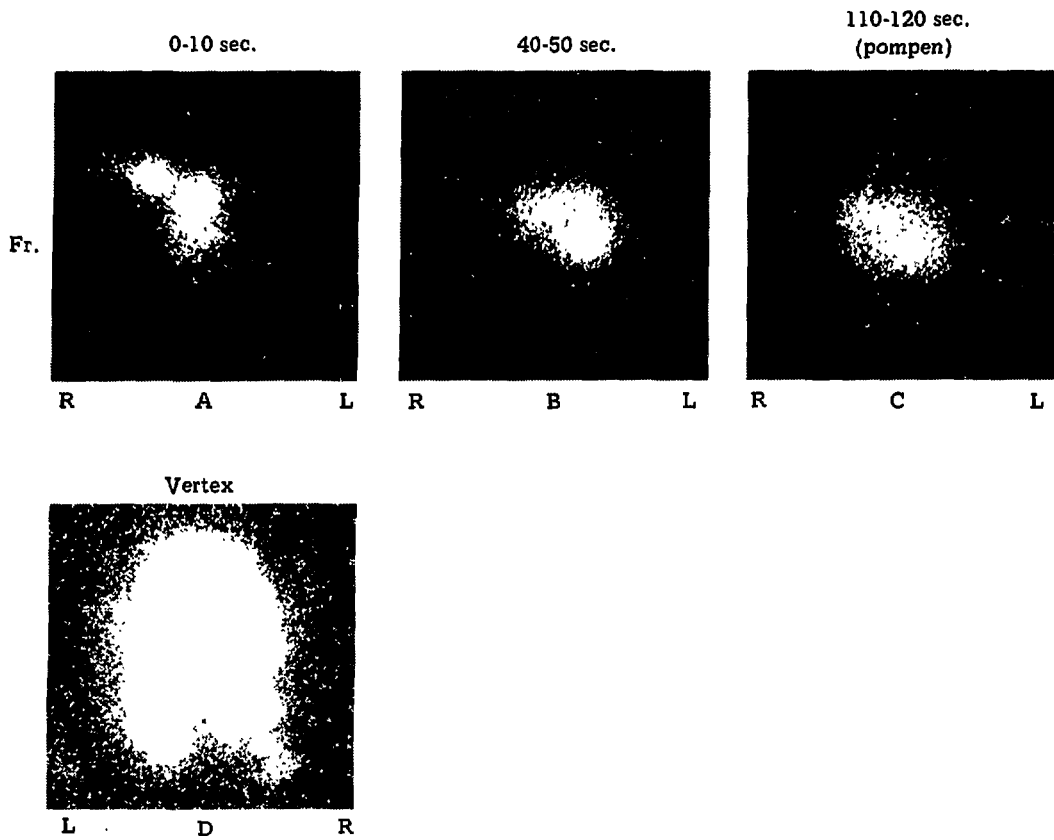


fig. 36 Verstopte cardiale drain.  
 De vertex-opname toont een sterk verwijd ventrikelsysteem.

#### geval 4

##### Voorgeschiedenis:

Een zuigeling van 4 maanden werd opgenomen met symptomen van een progressieve hydrocephalus. Ventriculographie met metrizamide toonde een sterk verwijd ventrikelsysteem. Het patiëntje kreeg een ventriculo-peritoneale drain zonder pomp. Korte tijd na deze ingreep ontstonden aanwijzingen dat de drain verstopt zou kunnen zijn.

##### Scintigraphie:

Bij doorgankelijkheidscontrole van de drain met  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat wordt een goede afvloed van het radiopharmacon naar het ventrikelsysteem gezien (fig. 37A). Ook in de distale drain wordt veel activiteit waargenomen (fig. 37B, C). Het buikoverzicht toont aan het einde van de drain een goed afgegrensde activiteitsophoping (fig. 37D). Het beeld wijst erop dat het radiopharmacon niet in de vrije buikholte terecht komt.

##### Conclusie:

Het uiteinde van de distale drain is verstopt.

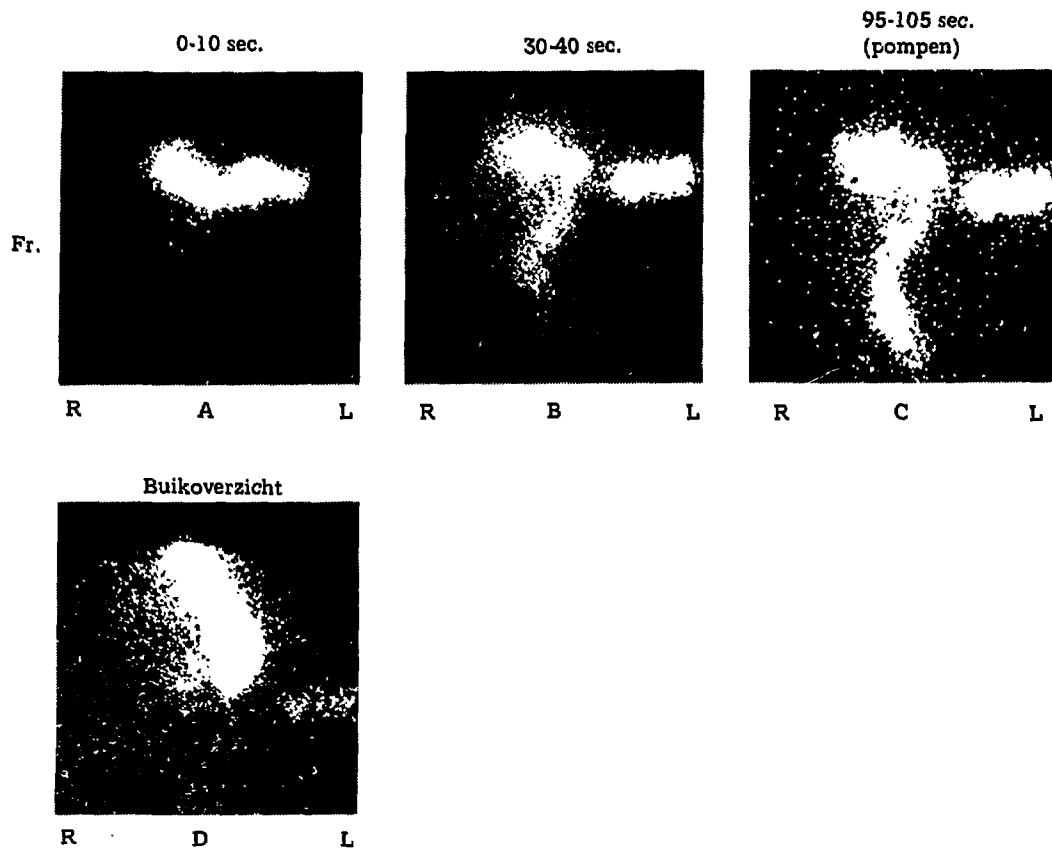


fig.37 Het uiteinde van de distale drain is verstopt.

## geval 5

### Voorgeschiedenis:

Een 8-jarige jongen met een aanvankelijk goed functionerend Spitz-Holter drainagesysteem begon te klagen over hoofdpijn en werd suf. Wegens het vermoeden op een obstructie van het drainagesysteem werd een onderzoek naar de doorgankelijkheid aangevraagd.

### Scintigraphie:

Bij punteren van het reservoir wordt geen liquor verkregen. Na het inspuiten van het radiopharmacon is geen spontane afvoer naar het ventrikelsysteem waarneembaar (fig. 38A). Na pompen wordt wel een afvoer gezien van het isotoop naar het ventrikelsysteem (fig. 38B, C) en ook is op de buikoverzichtopname een duidelijke activiteitsophoping waarneembaar (fig. 38D). Later is ook activiteit te zien in de blaas (fig. 38E).

### Conclusie:

De conclusie is, dat de obstructie in de ventrikeldrain door het pompen weer is opgeheven.

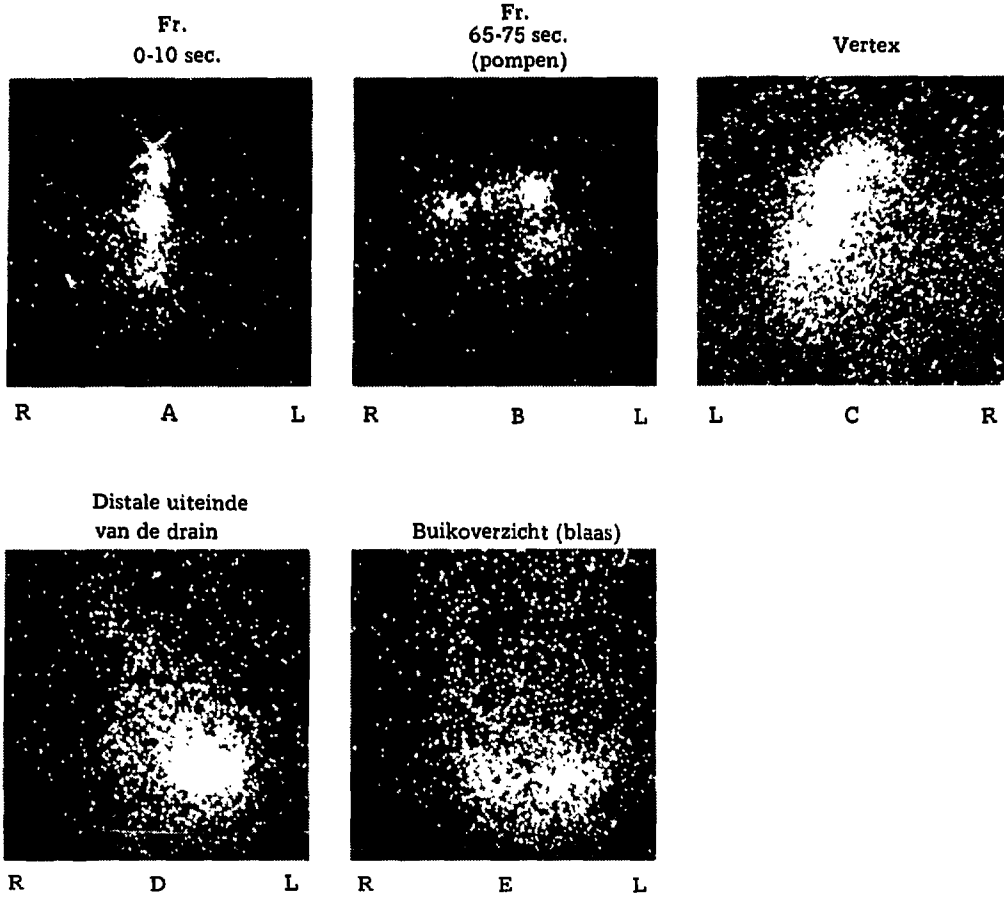


fig. 38 Na pompen is de ventrikeldrain weer doorgankelijk

## geval 6

### Voorgeschiedenis:

Bij een één-jarig kind werd wegens een hydrocephalus een Spitz-Holter drain aangelegd. Na enige tijd ontstond een verdenking op niet-doorgankelijk zijn van het drainagesysteem.

### Scintigraphie:

Bij doorgankelijkheidscontrole met  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat wordt een spontane afvloed van het radiopharmacon naar het ventrikelsysteem gezien (fig. 39A). Er is geen spontane afvloed van de activiteit naar het hart (fig. 39B). Na pompen echter bleek er wel een afvloed naar het hart te bestaan, terwijl veel activiteit in het Rickhamreservoir achterblijft (fig. 39C, D).

### Conclusie:

De conclusie is, dat het Spitz-Holter drainagesysteem slechts matig functioneert.

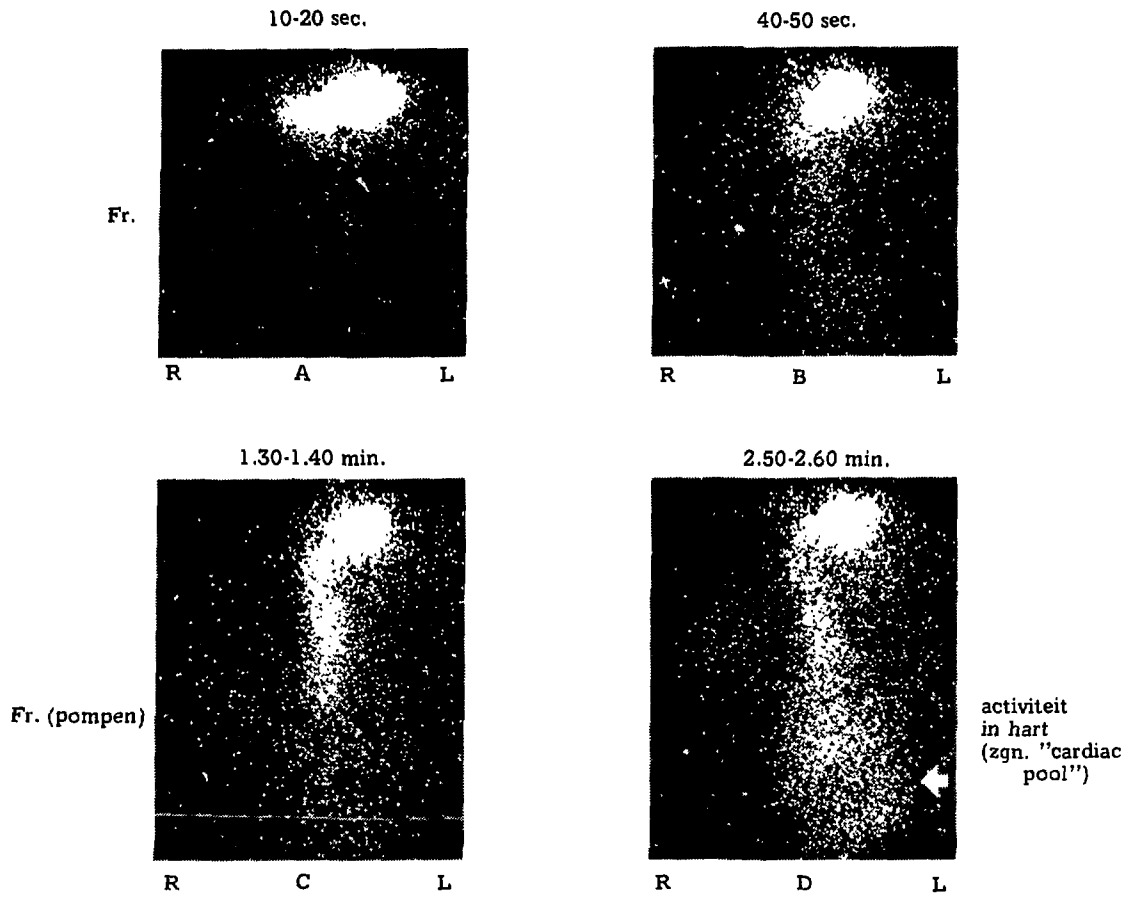


fig. 39 Matig functionerende Spitz-Holter drain

## geval 7

### Voorgeschiedenis:

Bij een één-jarig kind werd wegens een obstructieve hydrocephalus een Spitz-Holter drain aangelegd. Wegens verdenking op niet-doorgankelijk zijn van het drainagesysteem werd radionucleair onderzoek aangevraagd.

### Scintigraphie

Bij pompen is er geen afvloed van het radiopharmacon naar het ventrikelsysteem (fig. 40A). Naar de buikholte wordt geen spontane afvloed gezien. Er wordt echter een fraai beeld van de distale drain waargenomen (fig. 40B), zonder dat de activiteit de drain verlaat. Vertex-opname toont geen activiteit in het ventrikelsysteem (fig. 40C).

### Conclusie:

Uit deze gegevens moet geconcludeerd worden, dat het ventriculaire uiteinde van de drain verstopt is.

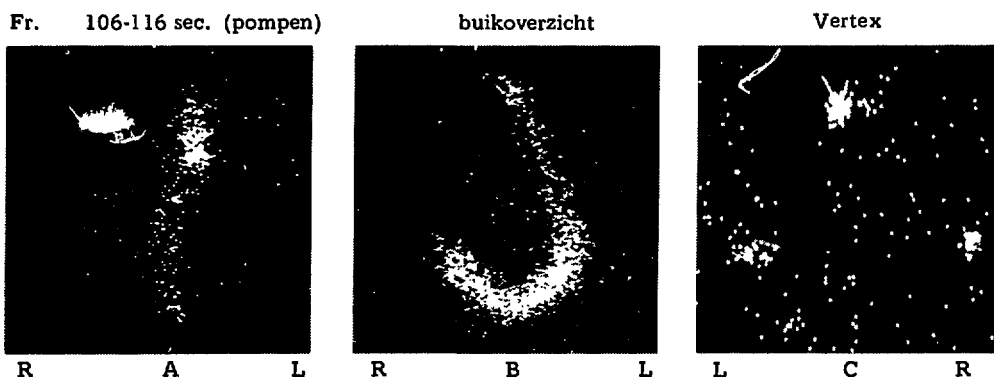


fig. 40 Verstopte ventriculaire uiteinde van de Spitz-Holter drain



## geval 8

### Voorgeschiedenis:

Een 2-jarig patiëntje werd opgenomen wegens verdenking op een niet-functionerende Spitz-Holter drain.

### Scintigraphie:

Bij controle van de doorgankelijkheid van de drain met  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetaat wordt een spontane afvloed van het isotoop naar het ventrikelsysteem aangetoond (fig. 41A). De vertex-opname toont veel activiteit in de zijventrikel (fig. 41B). Op de laterale opname wordt na pompen veel activiteit gezien rondom het pompsysteem met uitwaaiering van het isotoop in de omgeving (fig. 41C).

### Conclusie:

De conclusie is dat de ventrikeldrain goed doorgankelijk is, maar dat de distale drain is losgeraakt van het pompsysteem.

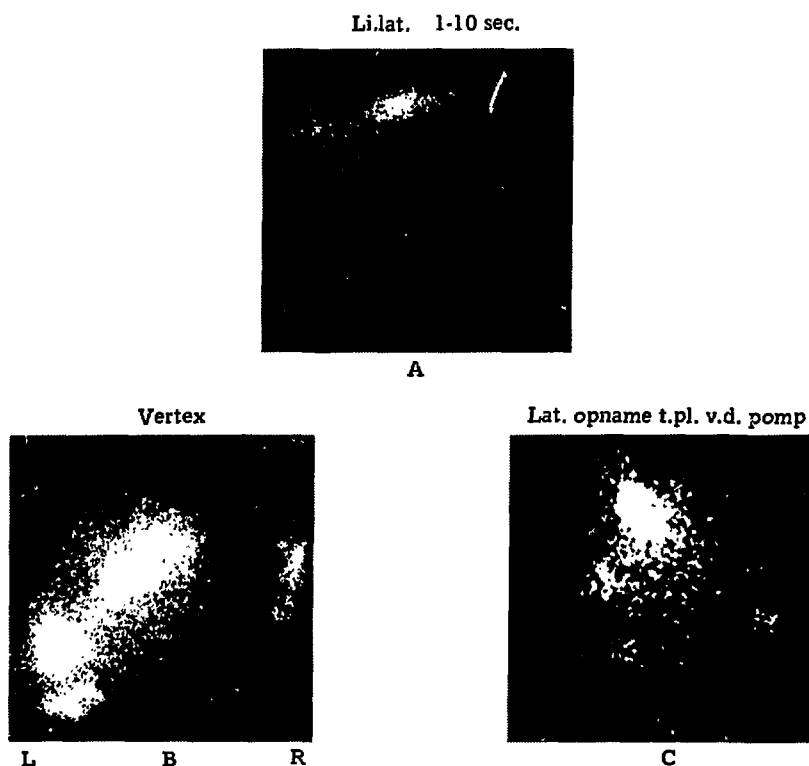


fig. 41 Een losgeraakte drain van het pompsysteem

## 10.5 Conclusie

Samenvattend kan men stellen dat (bij ca. 150 patiëntjes) geen schadelijke effecten van deze scintigraphische controlemethode werden gezien. Deze methode heeft de volgende voordelen:

- 1 eenvoud;
- 2 lage stralenbelasting. Bij de geïnjecteerde 25  $\mu\text{Ci}$   $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetaat (925 KBq) bedraagt deze ca. 0.3 mrad ( $3 \cdot 10^{-6}\text{Gy}$ ) voor het gehele lichaam en 2.5 mrad ( $25 \cdot 10^{-6}\text{Gy}$ ) voor het colon (Rudd e.a., 1973);
- 3 men kan direct de doorgankelijkheid van het drainagesysteem visualiseren. Indien een obstructie bestaat, kan men de plaats van de obstructie localiseren;
- 4 indien de drain geobstrueerd is en de patiënt heeft géén klachten, dan is de hydrocephalus gecompenseerd. Men weet dan, dat de patiënt het drainagesysteem niet meer nodig heeft.

Wij delen daarom de meningen van Alderson e.a., 1978, Harbert, 1976 en 1979, dat dit onderzoek betrouwbaar is voor het evalueren van de doorgankelijkheid van het Spitz-Holter drainagesysteem.

## 10.6 Literatuur

ALDERSON, P.O., GILDAY, D.L., WAGNER JR. H.N.:

In: Central nervous system: 276-280.

Atlas of Pediatric Nucl. Med.

The C.V. Mosby Company Saint Louis 1978.

BUENO, A.F., YAGUE, R.C., ROMERO, J.L., BERROCAL, J.O.:

Application of the anger camera in the evaluation of the permeability of Pudenz valves, evaluation of a new method angiography/scintigraphy. Symp. of the Europ. Ass. Radiol.: 89-95. Berlin - Heidelberg - New York. Springer 1972.

DI CHIRO, G., and GROVE JR., A.S.:

Evaluation of surgical and spontaneous cerebrospinal fluid shunts by isotope scanning. J. Neurosurg., 24:743-748, 1966.

FRICK, M., RÖSLER, H., KINSER, J.:

Functional evaluation of ventriculo-atrial and ventriculo-peritoneal shunts with  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetate.

Neuroradiol., 7: 145-152, 1974.

GILDAY, D.L., KELLAM, J.:

$^{111}\text{In}$ -DTPA evaluation of CSF diversionary shunts in children. Journ. of Nucl. Med. vol. 14, no. 12: 920-923, 1973.

- HAN, H.S., VAN DER GIESSEN, P.H.:  
A simple method of evaluating the penetrability of Spitz-Holter drains with the aid of radioisotopes.  
Eur. J. Nucl. Med. 1: 215-217, 1976.
- HARBERT, J.C.:  
Radionuclide techniques in the evaluation of cerebrospinal fluid shunts.  
C.R.C. Crit. Rev. Diagn. Imaging 9: 207, 1976.
- HARBERT, J.C., ROCHA, A.F.G.:  
Shunt patency studies.  
in: Textbook of Nuclear Medicine: Clinical application.  
Rocha, A.F.G. e.a. (eds): 97-100, 1979.
- KAGEN, A., TSUCHIYA, G., PATTERSON, V., and SUGAR, O.:  
Test for patency of ventriculovascular shunt for hydrocephalus with radioactive iodinated serum albumin.  
J. Neurosurg., 20: 1025-1028, 1963.
- MIGLIORE, A., PAOLETTI, P., and VILLANI, R.:  
Radio-isotopic method for evaluating the patency of the Spitz-Holter valve.  
J. Neurosurg. 19: 605, 1962.
- RUDD, T.G., SHURTLEFF, D.B., LOESER, J.D., NELP, W.B.:  
Radionuclide assessment of cerebrospinal fluid shunt in children.  
J. Nucl. Med. 14: 683-686, 1973.
- STY, J.R., D'SOUZA, B.J., DANIELS, D.:  
Nuclear anatomy of diversionary central nervous system shunts in children.  
Clin. Nucl. Med. vol 3: 271-275. 1978.

## 11 Samenvatting

De opzet van dit onderzoek is aan te tonen, dat radionuclide cisternographie een belangrijke bijdrage levert bij het onderzoek van de liquor dynamiek, speciaal voor het onderzoek van hydrocephalus. Hoewel sedert de invoering van de CT-scan de belangstelling voor radionuclide cisternographie is verminderd, heeft deze methode voor het onderzoek van de liquor dynamiek zijn waarde behouden en is deze als zodanig tot op heden onmisbaar.

Na inleidende opmerkingen in hoofdstuk 1 over de aetiologie en bestaande indelingen van hydrocephalus wordt in hoofdstuk 2 een overzicht gegeven van radiologische onderzoeksmethoden van de liquorruimten.

In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op o.a. de techniek van de radionuclide cisternographie, waarna het normale en het afwijkende radionuclide cisternogram worden besproken.

Bij 188 patiënten werd de dynamiek van de liquor cerebrospinalis bestudeerd in verband met het vermoeden op het bestaan van een of andere vorm van hydrocephalus. Hierbij verkreeg men tevens informatie over met hydrocephalus gepaard gaande complicaties, zoals liquorrhoe, hygromen, leptomeningeale en porencephale cysten.

Het onderzoek bevestigt het belang van de radionuclide cisternographie bij het diagnostiseren van stoornissen in de circulatie van de liquor cerebrospinalis bij genoemde afwijkingen.

Het terugstromen van de activiteit in het ventrikelsysteem (ventricular reflux), zoals met radionuclide cisternographie kan worden aangetoond, is een abnormaal verschijnsel dat bewijzend is voor het bestaan van een communicerende hydrocephalus.

Bij traumatische hydrocephalus, vanaf nauwelijks uitgesproken tot volontwikkelde vormen, zijn verschillende patronen te herkennen, die beantwoorden aan de plaats en mate van obstructie van de extra-ventriculaire liquorstroom.

Radionuclide cisternographie is tevens van belang voor het aantonen van liquorlekkage door de neus, zoals deze na trauma en/of hydrocephalus kan voorkomen.

Er werd aangetoond, dat het onderzoek aan betrouwbaarheid wint, als men

de patiënt de houding aan laat nemen, waarbij de lekkage het duidelijkst door de patiënt en/of zijn onderzoeker wordt waargenomen. Verder is het van belang de patiënt te laten persen volgens de methode van Valsalva, alvorens de wattenpropjes uit de neus te verwijderen voor het meten in de putkristalteller.

Bij hersenatrofie blijken 4 stroompatronen voor te komen, waarbij de passagere ventriculaire reflux (46%) en de vertraagde liquorcirculatie (31%) het meest frequent werden aangetroffen.

Hoewel verwijde cisternae, verwijde sulci en te wijde ventrikels door de CT-scan aangetoond kunnen worden, blijkt, dat met deze methode de differentiële diagnose tussen primaire hersenatrofie en 'normal pressure' hydrocephalus niet mogelijk is. Voor deze differentiële diagnostiek is radionuclide cisternografie onmisbaar.

Bij hersenatrofie vindt men met deze methode een vertraagde liquorstroom en vaak een ventrikelreflux, doch bij de zuivere primaire hersenatrofie zijn er geen tekenen van resorptiestoornis.

Bij 'normal pressure' hydrocephalus wordt een geblokkeerde liquorstroom aangetroffen in de intracraniale subarachnoïdale ruimten.

Een bijzondere groep van patiënten werd apart beschreven op grond van ophoping en stasis van het radiopharmacon in de fossa posterior. Dit ging bij alle 7 patiënten in ons materiaal gepaard met een communicerende hydrocephalus.

In 3 van deze gevallen bleek een cerebellaire atrofie te bestaan, in 3 gevallen was sprake van een post-operatieve complicatie, terwijl in 1 geval occipitaal en suboccipitaal cysten aanwezig waren.

In de hoofdstukken 4 en 5 wordt bijzondere aandacht gegeven aan de problemen rondom de diagnose en de behandeling van de zogenaamde 'normal pressure' hydrocephalus. Wat betreft de diagnostiek verschaft de radionuclide cisternografie de onderzoeker onmisbare informatie over de circulatie van de liquor cerebro-spinalis die, hij niet verkrijgt met de CT-scanning. De meest essentiële scintigrafische bevinding bij normal pressure hydrocephalus is een blokkade van de liquorstroom in de intracraniale subarachnoïdale ruimte.

De informatie, die de CT-scanning echter verschaft omtrent de densiteiten van het intracraniale weefsel en vloeistoffen, maakt, dat beide onderzoeksmethoden elkaar aanvullen bij de analyse van hydrocephalus. Wij delen daarom de mening van andere onderzoekers, dat de CT-scan de pneumo-encephalografie verdrongen heeft. De radionuclide cisternografie zal echter, althans voorlopig, de belangrijkste plaats blijven

innemen bij het onderzoek van de circulatie van de liquor cerebrospinalis. In hoofdstuk 5 blijkt, dat de radionuclide cisternographie tot nu toe, naast het klinische beeld, het belangrijkste diagnostische hulpmiddel is tot de indicatie van operatieve behandeling van 'normal pressure' hydrocephalus door middel van shunt systemen.

Een verbetering is mogelijk, als het cisternogram na 48 uur een stasis van het isotoop in het ventrikelsysteem toont, er een obstructie in de intracraniale extra-ventriculaire liquorroimte bestaat en geen afvloed naar het parasagittale gebied wordt waargenomen.

Voorts staat het herstel van de patiënt in direct verband met de pra-operatieve tijdsduur van de symptomen. Hoe langer de hydrocephalus bestaat des te groter lijkt de kans op onherstelbare drukatrofie van het omliggende hersenweefsel.

De enige 2 patiënten, die klachtenvrij werden na het aanleggen van een Spitz-Holterdrain, waren patiënten, waarbij de symptomen minder dan één jaar bestonden.

Meer ervaring is nodig om de waarde van deze bevindingen te toetsen.

In hoofdstuk 6 wordt van 44 patiënten bij wie zowel een radionuclide cisternographie als een CT-scan werden verricht, de waarde van beide onderzoeksmethoden met elkaar vergeleken.

Bij ruim een derde deel van de patiënten die op klinische gronden van hydrocephalus werden verdacht, is het CT-beeld normaal, maar geeft de radionuclide cisternographie door de passagère ventriculaire reflux, mogelijke aanwijzingen voor een beginnende communicerende hydrocephalus. Dit kan ofwel betekenen, dat in deze gevallen het oorzakelijke proces reeds tot stilstand is gekomen, of dat de hydrocephalus zich nog in een proces van ontwikkeling bevindt, waarop zowel progressie als regressie kan volgen.

Tevens wordt het belang onderstreept van een regelmatige follow-up van patiënten met een passagère reflux in het ventrikelsysteem, teneinde zo nodig en vooral tijdig een Spitz-Holter drain te kunnen aanleggen op het moment, dat de symptomen duidelijker worden.

In hoofdstuk 7 worden de radionuclide cisternographie en de CT-scanning bij de diagnostiek van focale vergrotingen van de intracraniale liquorroimte, zoals porencephale en leptomeningeale cysten vergeleken. Het blijkt, dat bij onze patiënten de radionuclide cisternographie een belangrijke en vaak beslissende bijdrage tot het stellen van de juiste diagnose levert.

CT geeft een statisch beeld en de radionuclide cisternographie geeft informatie over de liquordynamiek in deze gebieden. Bovendien kunnen de

CT beelden necrotische gebieden, die zich soms in deze cysten bevinden als hypodensiteiten afbeelden, die overeenkomst tonen met het beeld van een oud cerebraal infarct, terwijl de radionuclide cisternographie een 'pooling' in deze gebieden toont.

Een vergelijkend onderzoek (hoofdstuk 8) tussen cisternographie met  $^{131}\text{I}$ -HSA en met  $^{111}\text{In}$ -DTPA toont de gunstige fysische eigenschappen van het in 1975 geïntroduceerde  $^{111}\text{In}$ -DTPA. Met name is  $^{111}\text{In}$  in het bijzonder geschikt voor het gebruik in de paediatric op grond van de geringe stralenbelasting. Doordat in korte tijd een groot aantal pulsen geregistreerd kan worden, wordt de statistiek van de metingen verbeterd, waardoor men een meer gedetailleerd beeld verkrijgt en dus meer informatie. Wij zijn dan ook van mening, dat voor cisternographie het  $^{111}\text{In}$ -DTPA de voorkeur geniet boven het  $^{131}\text{I}$ -HSA.

In hoofdstuk 9 wordt een voorstel gedaan tot een verbeterde en meer verfijnde classificatie van hydrocephalus op grond van het al dan niet communicerend zijn van de hydrocephalus en de plaatsen van eventuele obstructie. Deze nieuwe classificatie is als volgt:

- 1 Niet communicerende hydrocephalus
- 2 Communicerende hydrocephalus
  - 2.1 Obstructieve vormen:
    - 2.1.1 Bilaterale vormen:
      - compleet
      - incompleet
    - 2.1.2 Unilaterale vormen:
      - compleet
      - incompleet
  - 2.2 Niet obstructieve vorm.

De eigenschappen van die verschillende vormen worden in detail besproken en met afbeeldingen van cisternogrammen toegelicht.

Tenslotte wordt in hoofdstuk 10 een eenvoudige methode beschreven om met behulp van  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetaat het functioneren van de Spitz-Holterdrain te controleren. Hierbij wordt de activiteit ingespoten in het reservoir van Rickham, waarna serie opnamen lateraal of frontaal worden gemaakt om de verplaatsing van de ingespoten activiteit te registreren. Hierdoor is het mogelijk de doorgankelijkheid van zowel de ventriculaire als de cardiale of peritoneale drain nauwkeurig te beoordelen. De resultaten van dit onderzoek, dat bij 150 patiënten werd verricht, worden besproken.

## Summary

The purpose of this thesis is to show that radionuclide cisternography makes an essential contribution to the investigation of CSF dynamics, especially for the investigation of hydrocephalus. This fact is important because the interest in radionuclide cisternography has considerably diminished since the introduction of CT-scanning.

After preliminary remarks in chapter 1 about the etiology and the existing classifications of hydrocephalus, a survey of radiological diagnostic procedures of the CSF space is given in chapter 2.

In chapter 3 the technical details of radionuclide cisternography are discussed, followed by a description of the normal and abnormal radionuclide cisternograms.

The dynamics of CSF by means of radionuclide cisternography were examined in 188 patients in whom some kind of hydrocephalus was suspected. This study included findings of anomalies associated with hydrocephalus in a number of cases, such as nasal liquorrhea, hygromas, leptomeningeal or porencephalic cysts.

The investigation substantiates the value of radionuclide cisternography in the diagnosis of disturbances of CSF flow. The retrograde flow of radiopharmaceutical into the ventricular system (ventricular reflux) is an abnormal phenomenon indicating the presence of communicating hydrocephalus.

In cases of traumatic hydrocephalus, varying between incipient and fully developed forms, a distinction between a number of cisternographic patterns could be made, corresponding with the site and degree of obstruction of CSF flow. Radionuclide cisternography is an important aid in the diagnosis of nasal liquorrhea as occurring in traumatic conditions and/or hydrocephalus. It appeared that this examination becomes more reliable if the patient is placed in a position in which the CSF leakage is most clearly experienced by the patient or observed by the examiner. Further the Valsalva manoeuvre should be performed (closing mouth and nose of the patient during forcible expiration) before removing the cottonwool wads from ears and nose for measurement in the well counter.



With brain atrophy there are 4 types of flow patterns, ventricular reflux (46%) and delayed CSF flow (31%) being the most frequent ones.

Although CT scanning clearly demonstrates dilation of CSF spaces this diagnostic tool does not allow a differential diagnosis between primary brain atrophy and normal pressure hydrocephalus. The use of radionuclide cisternography is indispensable for the solution of this diagnostic problem.

In brain atrophy radionuclide cisternography reveals delayed CSF flow and in many cases a ventricular reflux but in pure primary brain atrophy there are no signs of absorption disturbances. In normal pressure hydrocephalus an obstruction of the intracranial subarachnoid CSF spaces is found. A special group of seven patients was reported in particular, showing accumulation and stasis of the radiopharmaceutical in the posterior fossa. These patients also showed communicating hydrocephalus. Three patients had cerebellar atrophy, three other patients suffered from complications following craniotomy of the posterior fossa and in the 7th case occipital and suboccipital cysts were present.

In chapters 4 and 5 the problems concerning the diagnosis and treatment of the so-called normal pressure hydrocephalus are discussed. As far as diagnosis is concerned radionuclide cisternography provides indispensable information about CSF flow which cannot be obtained with CT scanning. The demonstration of an obstruction in the intracranial subarachnoid space is the most essential scintigraphical feature of normal pressure hydrocephalus. On the other hand CT scanning produces information about densities of intracranial tissues and fluids, so that both diagnostic tools are complementary to one another in analysing hydrocephalus.

The author shares the opinion of other authors as to the fact that CT scanning has rendered pneumo-encephalography obsolete. Such a statement does not hold good for radionuclide cisternography which, for the time being, will remain the only important means in the investigations of CSF dynamics. As regards surgical treatment of normal pressure hydrocephalus, apart from the clinical symptomatology, radionuclide cisternography is the most important diagnostic aid to the indication of shunt procedures.

Improvement of signs and symptoms may be expected when the radionuclide cisternograms show ventricular reflux, stasis of the radioisotopes in the ventricular system for 48 hours, obstruction in the extraventricular intracranial CSF spaces, and absence of flow to the parasagittal region. In addition, improvement of the patient's condition following shunt procedures seems to be related to the preoperative duration of signs and symptoms. The longer the interval between the onset of the clinical picture

and the time of surgical treatment the greater becomes the chance of irreparable pressure atrophy of the surrounding brain tissue. The only 2 patients in our case material in whom the preoperative symptoms had existed for less than one year got rid of their symptoms following Spitz-Holter drainage. More experience is needed for the assessment of the significance of these findings.

Chapter 6 contains a comparative study of 44 patients in whom both radionuclide cisternography and CT-scanning had been performed. In over one third of these patients, where the presence of hydrocephalus was suspected, CT-scanning is normal whereas radionuclide cisternography shows transient ventricular reflux indicating the possibility of communicating hydrocephalus. These findings might be explained by the fact that the underlying pathological process is arrested, or in the first stage of development. The development of the latter may also be either progressive or regressive .

In the author's opinion, patients showing a transient ventricular reflux, should be checked at regular periods in order to make a timely application of the Spitz-Holter drainage possible, before the symptoms become manifest.

Chapter 7 contains a comparative study of radionuclide cisternography and CT-scanning in cases of focal enlargement of intracranial CSF spaces such as porencephalic and leptomeningeal cysts. Radionuclide cisternography is an important diagnostic aid in these conditions and often decisive to make the correct diagnosis. CT-scanning produces static images whereas radionuclide cisternography supplies information about the fluid dynamics in these areas. Necrotic areas inside the cysts may show hypodensities in CT-scans such as seen in old cerebral infarction whereas radionuclide cisternography demonstrates pooling in such areas.

Chapter 8 deals with the comparative evaluation of  $^{131}\text{I}$ -HSA and  $^{111}\text{In}$ -DTPA cisternography.  $^{111}\text{In}$ -DTPA is particularly suitable for pediatric conditions because of its low radiation dose. The use of  $^{111}\text{In}$ -DTPA allows the registration of a large number of counts in a short time, which improves the statistics of the measurements resulting in more detailed information in the pictures. For this reason the use of  $^{111}\text{In}$ -DTPA is preferable to  $^{131}\text{I}$ -HSA in our opinion.

In chapter 9 we propose an improved and refined classification of hydrocephalus, based upon its communicating characteristic and the possible places of obstruction.

The new classification runs as follows:

**A Non communicating hydrocephalus.**

This is caused by an obstruction in the ventricular system. (intraventricular obstructive non communicating hydrocephalus).

**B Communicating hydrocephalus.**

**B.1 Obstructive communicating form, which is caused by an obstruction in the intracranial subarachnoid space (extraventricular obstructive communicating hydrocephalus).**

**B.1.1 Bilateral forms:**

- complete
- incomplete.

**B.1.2 Unilateral forms:**

- complete
- incomplete

**B.2 Non obstructive communicating hydrocephalus caused by primary brain atrophy, the so-called hydrocephalus ex vacuo.**

The characteristics of the different forms are discussed in detail with explanatory diagrams.

## Curriculum Vitae

De promovendus doorliep het Chinese en Nederlandse lagere en middelbare onderwijs, en vervolgens de medische faculteit van de Universiteit van Indonesië te Soerabaja, later de Universiteit van Airlangga, waar hij in 1961 het artsexamen aflegde. Daarna werkte hij als wetenschappelijk medewerker in de Physiologisch Instituut te Djakarta.

Van 1963-1965 was hij directeur-geneesheer van het Gemeente- en Permigan Ziekenhuis (voormalig Shell ziekenhuis) te Tjepoe. Van 1966-1972 vond opleiding plaats in de orthopaedie (handchirurgie) in het 6e Volkshospitaal te Shanghai, Volksrepubliek China.

Sinds 1973 werkt hij in de afdeling nucleaire geneeskunde van het Oncologisch Instituut Tilburg. In 1974 werkte hij als stagiaire gedurende 3 maanden in het Nucleair Geneeskundig Instituut van het A.Z.U. (Prof.Dr. K.H. Ephraïm) en 3 maanden bij het overeenkomstige instituut van de G.U. te Amsterdam (Prof.Dr. J.B. van der Schoot).

Per 1 januari 1978 vond inschrijving plaats als nucleair specialist in het voorlopige A register van de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde. In januari 1978 werd hij benoemd tot hoofd van de afdeling nucleaire geneeskunde in bovengenoemd instituut.

