

《ノート》

 ^{111}In -DTPA による Cisternography の検討

浜田 信夫* 芝辻 洋* 安田 憲幸* 田中 公輝*
 前田 要* 高橋 徳** 内海庄三郎**

1. 緒 言

脳脊髄腔へ放射性同位元素（以下「RI」）を注入し、脳脊髄液循環動態を観察する方法は、Bauer と Yuhl¹⁾ が髄腔内に ^{131}I - 人血清アルブミン（以下「 ^{131}I -HSA」）を投与したことに始まる。それ以後、種々の報告がなされたが、1964 年 DiChiro²⁾ が ^{131}I -HSA を用いて種々の臨床例に脊髄腔あるいは脳室内に投与した後、経時的に観察し、その臨床的意義についての検討を加え、本法に“isotope cisternography,” “RISA-cisternography,” “RISA-ventriculography” などの名称を用い、本法が神経核医学検査法の一つとして確立された。

Adams³⁾らによって報告された normal pressure hydrocephalus（以下「NPH」）においてはその後、本法が重要な診断法の一つとされ、さらに NPH 的病態を有すると考えられる疾患に対しても、髄液吸収動態の指標として研究が盛んとなってきている⁴⁾。RI-cisternography（以下「脳槽シンチ」）の適応範囲は広く、多くの脳脊髄神経疾患に適応があるが、主なものを挙げると、交通性の水頭症や、くも膜下出血後などの髄液吸収障害に基づく疾患、脳腫瘍や脊髄腫瘍などのごとく、髄流路の

異常、孔脳症、くも膜囊腫などの奇型性疾患などの診断、病態の把握、治療に関する情報、特にシャント手術の適応症に有力な情報が得られることが知られている⁵⁾⁻¹⁵⁾。

脳槽シンチに使用される核種の選択については考慮すべき点がいくつかある。 ^{131}I -HSA は初期に用いられていたが、1965 年 Detmer ら¹⁶⁾ によって aseptic meningitis の発生が報告されて以来、副作用のない核種の検討の必要性が認識された。1970 年 Wagner ら¹⁷⁾ によって報告された化学的に安定で、分子量も低く、しかも副作用の少ない ^{169}Yb -DTPA を用いた脳槽シンチが広く行われている。しかし ^{169}Yb は 31.8 日の長い半減期を有するため、高度の髄液吸収障害や脳脊髄腔の閉塞などを伴う症例では、被曝線量が增大する危険性があり、また、DTPA とキレート結合させておくと、生物学的半減期が短くなるが、排泄物（主として尿）の処理が問題となる。このため、物理学的半減期が 2.8 日と比較的短かく、脳槽シンチに最適と思われる ^{111}In -DTPA の使用が増加しつつある。

今回、この ^{111}In -DTPA を日本メジフィジックス社の提供により 45 症例（50回）に使用する機会を得たので、われわれの脳槽シンチの読影方法を述べると共に症例を供覧し、さらに若干の知見を加えて報告する。

2. 使用核種

^{111}In -DTPA は 1971 年 Matin ら¹⁸⁾が、1972 年

* 奈良県立医科大学附属がんセンター

** 奈良県立医科大学第二外科

受付：51年12月27日

最終稿受付：52年5月16日

別刷請求先：橿原市四条町840（〒634）

奈良県立医科大学附属がんセンター

浜田 信 夫

Hosain ら¹⁹⁾ が、脳槽シンチについて検討し報告した新しい核種である。物理学的半減期は 2.8 日、EC崩壊、173 Kev (89%), 247 Kev (94%) の γ 線エネルギーをもっており、低分子量で化学的にも安定である。今回使用した ^{111}In -DTPA は日本薬局方に定められたウサギによる発熱性物質試験に適合し、また Limulus test も陰性である。

3. 検査対象

髄液動態異常が疑われた患者 45 症例に延 50 回の検査を行った。年齢は生後 1 ヶ月より 58 歳までで、男 34, 女 11 である。対象症例の内訳は Table 1 に示す。

4. 検査方法

^{111}In -DTPA を成人では、0.6~1.2 m Ci, 小児では 0.2~0.5 m Ci を腰椎穿刺により脊髄くも膜下腔内へ注入圧を測定せずに注入した。注入直後、1, 3, 5, 24, 48 時間、症例によっては 72, 96 時間後に 1,900 平行穴コリメーターを装置したシンチカメラ (Dynacamera, Picker社) を用いて、頭部の正面および側面 (原則として左側面) のシンチフォートを撮像し、同時に計数率を測定した。各測定時間における計数率は、 ^{111}In の物理的半減期にて補正し、5 時間の計数率に対する 24 および

48 時間の計数率の比 (C_{24}/C_5 , C_{48}/C_5) を求めた。さらに、全身シンチ装置 (Omniview whole body imaging system) により、背臥位の全身シンチフォートを撮像し同時に 100 チャンネル data processor より収録したデータより、ヒストグラムを作成した。ヒストグラム上の頭部より腰部椎骨までに対応するチャンネル間のカウント数の総和を頭部脊髄腔全域の RI の量とし各時間毎に ^{111}In の物理的半減期により計数の補正を行なった。

5. 結果の解析

全身シンチフォートにより RI 注入部付近の状況より、穿刺注入の可否をチェックした。頭部のシンチフォートの読影に際して形態学的には、脳底脳槽の拡張や RI の流入のブロック、脳室逆流の有無やその程度、あるいは脳表くも膜下腔の拡大や左右非対称性、局所のプーリングなどに留意した。

また、脳室逆流の期間や peak time などの時間的要素を考慮し、さらに頭部の計数率による定量的判定を行なった。

われわれがさきに報告してきたように、 C_{24}/C_5 および C_{48}/C_5 値はそれぞれ成人では 70% および 34%, 小児では 43% および 24% を標準の値とした²⁰⁾²¹⁾。

6. 症 例

脳挫傷例 54 歳, 男

高所より転落し、頭部を強打し、semicoma に陥った。頸動脈撮影にて血腫等はみられなかった。2 日後より意識障害は回復してきたが、髄液はキサントクロミーで、圧は 200 mmH₂O であった。さらに意識水準は上昇し、髄液圧は 160 mmH₂O と下がってきたが、記憶障害、失禁等が増悪してきたため、受傷後 5 ヶ月目に脳槽シンチを施行した (Fig. 1)。 ^{111}In -DTPA 1mCi を腰椎穿刺により髄腔内へ投与した。3~5 時間の像では脳底部脳槽の軽度拡張とシルビウス槽の拡張がみられ、脳表くも膜下腔の拡張もみられたが、いずれも対称性であった。脳室逆流は 3 時間後より 24 時間後までみられた。またクリアランスは $C_{24}/C_5=136.3\%$,

Table 1 Classification of cases

Case	Children (below 6 years old)	Adults (above 17 years old)
Hydrocephalus	7(1)	
Cerebral palsy	8	
Small head	6(1)	
Arachnoid cyst	1	
Subdural hematoma or effusion	4(1)	1
Intracranial aneurysm		11(1)
A.V. malformation		2(1)
Intracranial hematoma		2
Head injury (without hematoma)		2
Epilepsy		1
Total	26(3)	19(2)

(): reexamination 45 cases: 50 examination

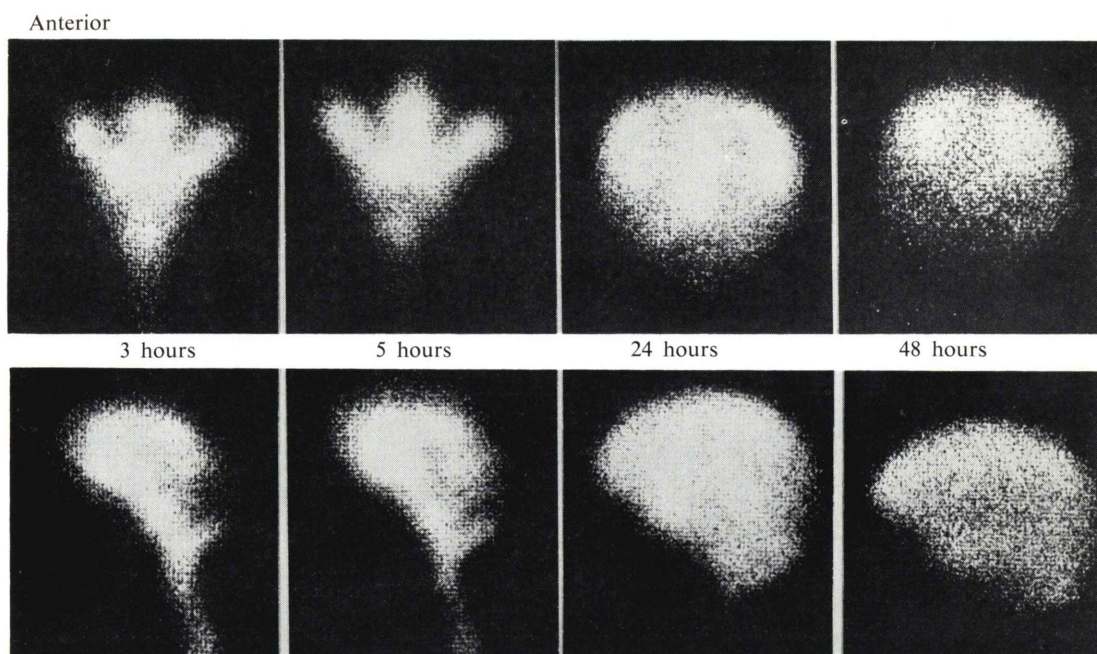


Fig. 1 Head injury, male, 54 yrs.

Symmetrical dilatation of basal cisterns, Sylvian cistern and convexity arachnoid space. Ventricular reflux markedly and delayed clearance.

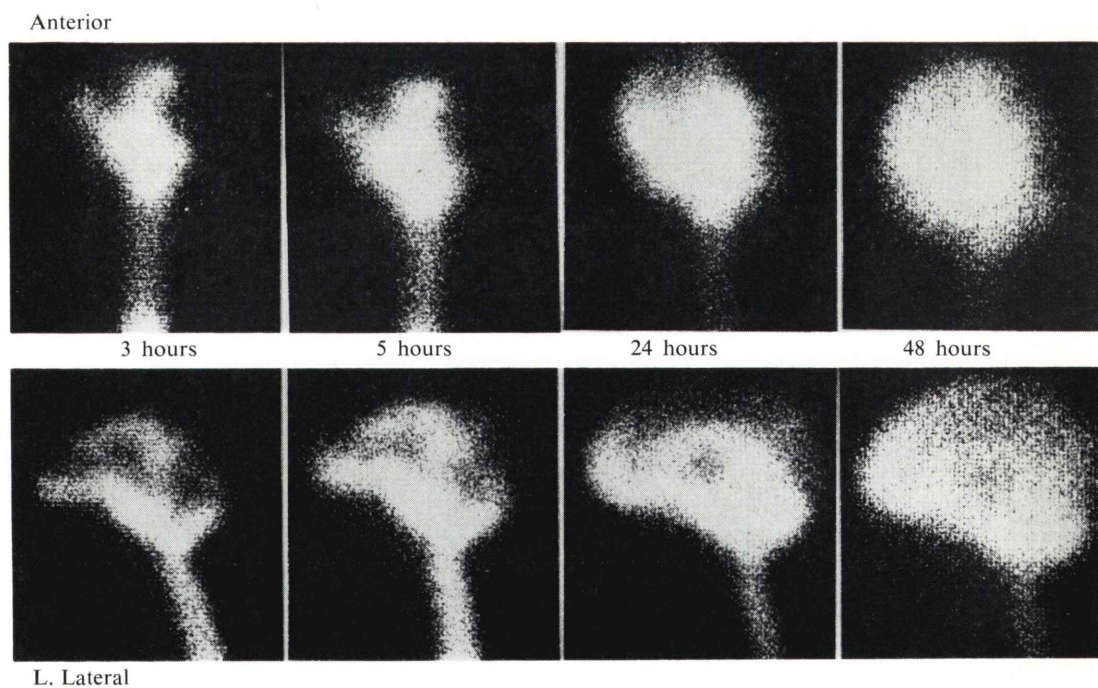
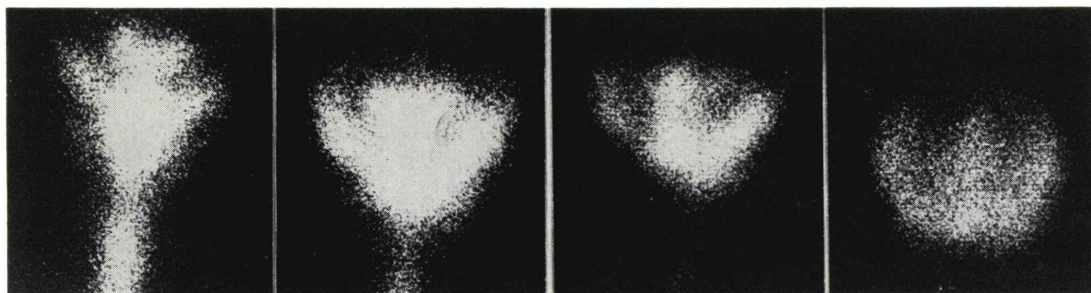


Fig. 2 Lt-Ic anterior choroidal artery junction aneurysm (post operation), female, 40 yrs.
Block in left Sylvian cistern, convexity filling delayed in right and absent in left.

Anterior

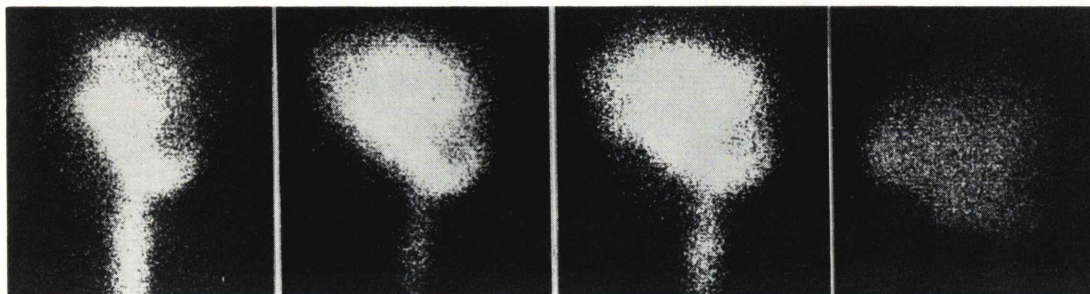


1 hours

3 hours

5 hours

24 hours

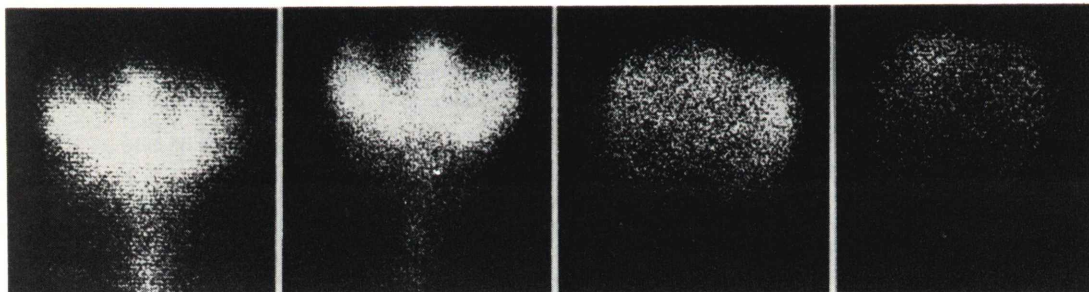


L. Lateral

Fig. 3 Hydrocephalus, boy, 8 mons.

Severe ventricular reflux, poor convexity filling, moderate delayed of clearance.

Anterior

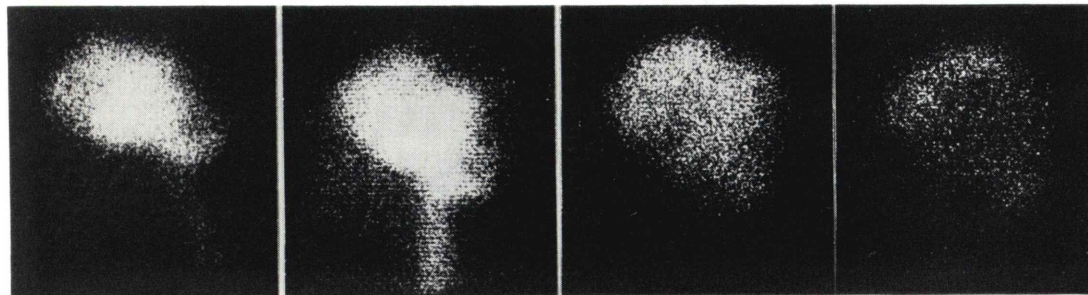


3 hours

5 hours

24 hours

48 hours



L. Lateral

Fig. 4 Cerebral palsy, boy, 1 yr.

Symmetrical marked dilatation of Sylvian cistern and convexity subarachnoid space. No ventricular reflux and almost normal clearance.

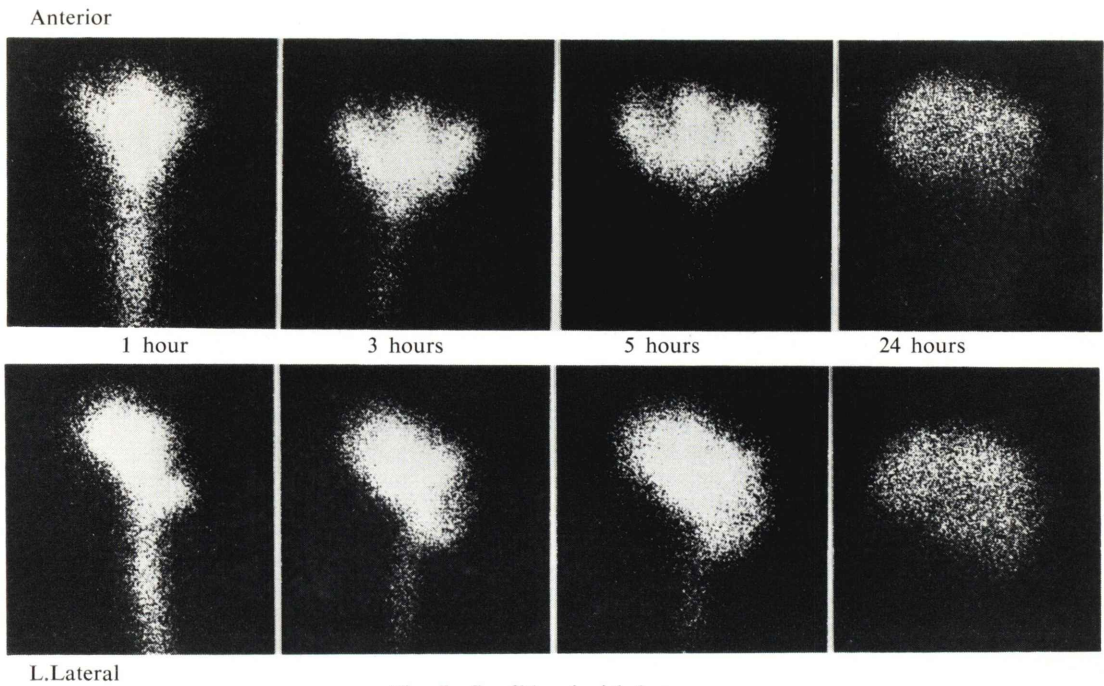


Fig. 5 Small head, girl, 9 mons.
Symmetrical dilatation of Sylvian cistern and convexity subarachnoid space.
No ventricular reflux and delayed clearance.

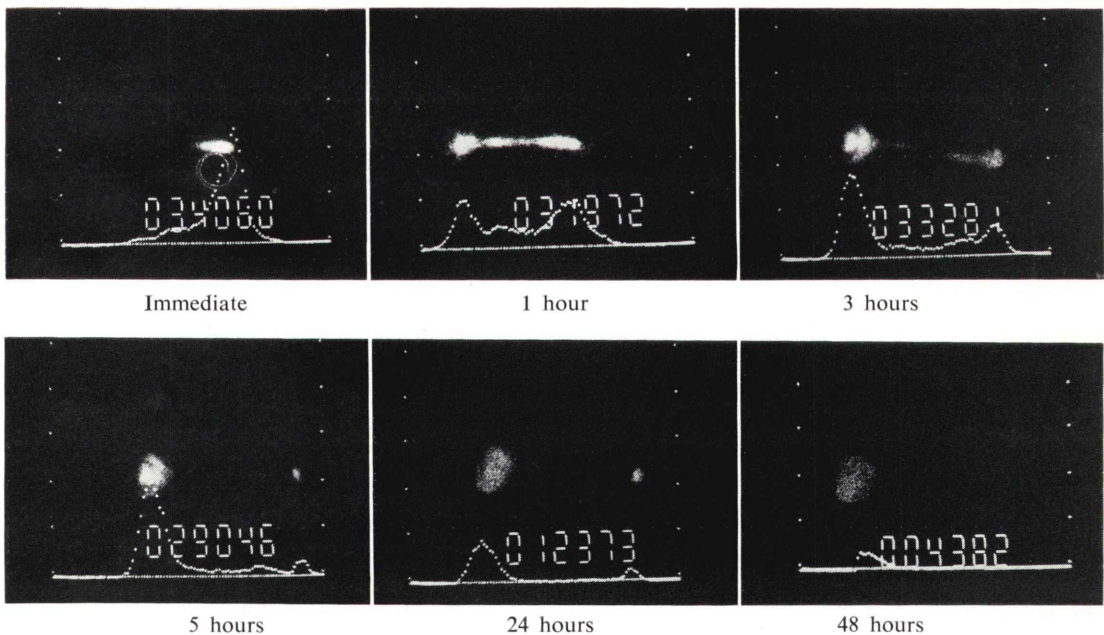


Fig. 6 Whole body image and histogram of counts in indicated intervals after administration of ^{111}In -DTPA. (supine position)

Table 2 ^{111}In -DTPA clearance in cerebrospinal space and cistern

No.	Age	Sex	Case	retention in cerebrospinal space, Hour after administration.								H24/H5	H48/H5	C24/C5	C48/C5
				0 hr.	1 hr.	3 hrs.	5 hrs.	24 hrs.	48 hrs.						
1	1y	F	Cerebral palsy	100	88	71	61	35	20	57.4	32.8	46.8	26.0		
2	1y	M	Cerebral palsy	100	98	97	92	51	26	55.4	28.3	50.8	22.4		
3	1M	M	Hydrocephalus	100	79	75	71	60	37	84.5	52.1	81.6	59.2		
4	1y	M	Hydrocephalus	100	75	55	41	22	13	53.7	31.7	46.1	21.0		
5	5M	M	Cerebral palsy	100	85	59	48	15	9	31.3	18.8	43.8	20.0		
6	5M	M	Subdural effusion	100	87	84	78	51	34	65.4	43.6	67.7	31.1		
7	7M	M	Cerebral palsy	100	51	37	24	12	4	50.0	16.7	44.4	12.5		
8	2y	F	Subdural effusion	100	90	71	40	42	17	105.0	42.5	70.5	41.0		
9	2y	M	Small head	100	95	93	66	24	17	36.4	25.8	34.7	15.0		
10	7M	M	Serebral palsy	100	76	48	40	28	14	70.0	35.0	51.0	25.7		
11	2y	M	Small head	100	64	40	22	10	6	45.5	27.3	40.0	24.4		
12	2y	M	Cerebral palsy	100	78	40	30	8	4	26.7	13.3	33.4	14.1		
13	1y	M	Small head	100	70	45	39	18	8	46.2	20.5	53.2	30.4		
14	34y	F	A. com. aneurysm	100	96	91	54	6	4	11.1	7.4	27.1	13.0		
15	55y	F	Lt. IC-PC aneurysm	100	98	67	57	—	8	—	14.0	69.6	23.8		
16	41y	F	Lt. LC aneurysm	100	88	76	73	54	36	74.0	49.3	64.8	25.9		
17	17y	M	Epilepsy	100	81	65	60	36	17	60.0	28.3	68.3	22.6		
18	52y	M	Lt. MC aneurysm	100	—	72	61	44	17	72.1	27.9	80.4	30.1		
19	43y	M	A. com. aneurysm	100	89	81	81	37	22	45.7	27.1	40.8	28.8		
20	58y	F	Rt. IC-PC aneurysm	100	—	76	55	15	6	27.3	10.9	32.4	12.0		
21	54y	M	Head injury	100	98	91	70	65	28	92.9	40.0	136.3	66.8		
22	49y	M	Head injury	100	98	86	61	60	24	98.3	39.3	102.6	60.4		
23	52y	M	Lt. MC aneurysm	100	99	93	88	50	21	56.8	23.8	45.0	14.9		
24	41y	M	Intracerebral hematoma	100	100	97	96	67	29	69.8	30.2	95.2	48.8		

$C_{48}/C_5=66.8\%$, $C_{96}/C_5=24.1\%$ と著明な遅延を示した。これらの所見より、臨床症状を考えあわせて、頭部外傷後の脳萎縮を伴った、正常圧水頭症の病態を有する状態と思われた。しかし、引き続き行なった気脳写では脳表くも膜下腔の拡大はみられたが、著明な脳室拡大はなく、かつ臨床症状も回復に向かったので、シャント手術は行なわなかった。

脳動脈瘤 40歳, 女

激しい頭痛と意識消失あり、髄液は血性で、圧は $135\text{ mmH}_2\text{O}$ であった。頸動脈撮影では左頸動脈前脈絡叢動脈分岐部動脈瘤と診断し動脈瘤柄部のクリッピング術を行なった。術後1ヵ月に脳槽シンチを施行した (Fig. 2)。 ^{111}In -DTPA 1.2 mCi を用いた。頭部のシンチフォトでは、左脳表くも膜下腔への流入はほとんどみられない。また対側の脳表くも膜下腔への流入も消褪も著しく遅延し、 $C_{24}/C_5=142.6\%$, $C_{48}/C_5=107.4\%$, $C_{96}/C_5=47.4\%$ となっている。一方、脳室逆流は1時間後より48時間後のシンチフォトまで側脳室の描画で持続した。これらの所見より、両側くも膜下腔でのブロックがあり、特に左側は手術操作による影響が加わって高度のブロックを示したものと思われた。また脳室逆流およびクリアランスの遅延は正常圧水頭症様病態と考え、シャント手術の適応とした。

水頭症 8ヵ月, 男児

生後8ヵ月に達するも定頭不全で、表情乏しく寝返りもできない。頭囲は 45.5 cm で Nelhans 頭囲曲線上 $+2\text{SD}$ (SD : 標準偏差) 以内にあるが、大泉門は $2.5 \times 2.5\text{ cm}$ であった。 ^{111}In -DTPA を 0.3 mCi を用いて脳槽シンチを施行した (Fig. 3)。

シルビウス槽への RI 流入は左側に比べ右側がやや少ないが、24時間後にはほぼ対称性となり、脳表くも膜下腔へ均等に分布するが、filling は不良である。注入1時間後より24時間までの脳室逆流がみられ、48時間で消褪がみられる。 $C_{24}/C_5=55.8\%$, $C_{48}/C_5=32.4\%$ であった。脳室逆流の存在やクリアランスの遅延より水頭症の一病態であることは疑いないが、クリアランスの遅延は著明ではなく、頭囲拡大も進行性ではなく脳圧亢進を

示さないことから、arrested hydrocephalus と判断しシャント手術は行なわなかった。その後、頭囲の拡大もなく、脳圧亢進は認めなかった。

脳性麻痺 1歳, 男児

満期産で出生時に2~3分間の仮死状態があった。生後6ヵ月よりチアノーゼを伴った強直性痙攣が生じた。頭囲は 43.6 cm であった。

^{111}In -DTPA 0.3 mCi を用いて脳槽シンチを施行した (Fig. 4)。脳表くも膜下腔は拡張しているが、脳室逆流は認められなかった。 $C_{24}/C_5=41.7\%$, $C_{48}/C_5=23.9\%$ である。24~48時間後に脳表くも膜下腔に RI の停溜がみられるのは大脳萎縮を疑わせる。しかし、髄液吸収の障害はみられない。頸動脈撮影で左大脳萎縮が確認された。

小頭症 9ヵ月, 女児

仮死状態で出産、翌日痙攣発作あり、低血糖、低 Ca 血症の診断で治療を受けた。大泉門は4ヵ月に閉鎖した。頭囲は 36.5 cm (Nalhaus 頭囲曲線 -2SD 以下) 胸囲は 48 cm であった。 0.2 mCi の ^{111}In -DTPA を用いて脳槽シンチを施行した。注入直後より RI の拡散は良好で脳底部まで達しており、シルビウス槽への RI の流入は著明で脳表くも膜下腔の拡張がみられるが脳室逆流はみられなかった (Fig. 5)。 $C_{24}/C_5=58.3\%$, $C_{48}/C_5=32.5\%$ で、 C_{24}/C_5 の遅延がみられた。

これらの所見より、軽度の髄液吸収障害を伴う大脳萎縮を示唆した。大脳萎縮は頸動脈撮影で確認されている。

7. RI の脳脊髄腔内移行動態

脊髄腔に注入された RI は注入部位より脊髄腔を上昇して、脳底脳槽を経て脳表くも膜下腔へ達し、髄液と共にくも膜顆粒より吸収されて血中に入り腎より排泄される。この経過を観察することにより、脊髄腔および脳内の RI の残存状況や、脳脊髄腔の RI のクリアランスを求めることができる。

全身スキャン装置により腹臥位の頭部および軀幹部全域のイメージを求め、data processor より同じ部体のヒストグラムを求めた (Fig. 6)。ヒス

トグラムは頭部より膀胱部までの間を、100 チャンネルに分割して各チャンネル別にカウント数を示している。全身イメージ像より頭部より腰椎の RI 注入部までの間のチャンネル間のカウント数の総和を求め、脳脊髄腔の RI 量とした (Table 2)。

注入直後の RI のカウント総和を 100 とし、各測定時間 (1, 3, 5, 24, および 48 時間) の脳脊髄腔のカウント総和の割合を求めた。なお、各時間のカウント数は時間補正を行なった。注入時よりの各時間毎の割合を Table 2 に示した。

今回の、対象はすべて疾患群で、正常脳脊髄腔の RI 減衰率を求めることはできなかつたが、脳脊髄腔内の RI の減衰状況より、RI の脳脊髄腔よりの排泄が推定できる。さらに、脳脊髄腔よりの RI の減衰の早さと脳槽よりの RI の減衰の状況を、脳脊髄腔および脳槽のそれぞれの 24 および 48 時間のカウント数と 5 時間の値の比により調べた。すなわち H_{24}/H_5 および H_{48}/H_5 (H_5 , H_{24} , H_{48} は脳脊髄腔の 5, 24 および 48 時間のカウント数) C_{24}/C_5 および C_{48}/C_5 を対比した (Fig. 7)。

H_{24}/H_5 と C_{24}/C_5 および H_{48}/H_5 と C_{48}/C_5 の間には正相関があり、脳脊髄腔のクリアランスと脳槽クリアランスの間に高い正相関がみられた。すなわち、脳槽クリアランスの早いものは、脊髄

腔より脳槽を経ての排泄が早いことを示しており、かつ、体内被曝も小さいことが推定できる。

8. 考 案

核医学検査において重要な問題とされているものの一つは、使用する放射性医薬品の選択である。脳槽シンチにおいても使用薬品に変遷がみられる。1957 年 Bell²²⁾ が、くも膜下腔の閉塞の診断に ^{131}I -HSA の髄腔内投与を行なった 25 例中 1 例に発熱を生じたことを述べ、さらに 1965 年 Detmer¹⁶⁾ らが ^{131}I -HSA の髄腔内投与による aseptic meningitis の発生について最初の報告を、さらに Nicol²³⁾ は 1967 年に第 2 例を報告している。また $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HSA の投与による aseptic meningitis は Oldham²⁴⁾ らにより報告されている。これらの meningeal reaction の原因については、アルブミンの含有量、化学的刺激、放射線感受性、化膿菌の混在などが指摘されている²⁵⁾。

これらの副作用を軽減する目的で EDTA や DTPA などのキレート物質が用いられ、 ^{169}Yb -DTPA は広く用いられている。キレート物質は血中クリアランスが早く、化学的に極めて安定しているので滅菌操作も容易である。われわれの施設においても 1972 年より ^{169}Yb -DTPA を使用してきた。 ^{169}Yb は物理的半減期が 31.8 日と長く、血中クリアランスは早い排泄された尿の放射線管理や体内被曝に問題がある。

1972 年 Hosain²⁶⁾ らは物理的半減期 2.8 日の ^{111}In が脳槽シンチに最適であるとして推賞しているが、 ^{111}In -DTPA により aseptic meningitis の発生も、Alderson²⁷⁾, Jayabalan²⁸⁾ らにより報告されている。キレート物質の使用にても aseptic meningitis の発生がみられるが、その病因については製剤中に含まれるエンドトキシンに起因するといわれている²⁹⁾。

われわれの行なった 50 回の検査にて、1 例に検査終了 2 時間以内に、一過性の微熱がみられたが、項部硬直は認めなかった。この症例は 2 歳の男児で検査前 12 時間の絶食と、検査時にケタラル麻酔を行っており、飢餓熱あるいは麻酔による発

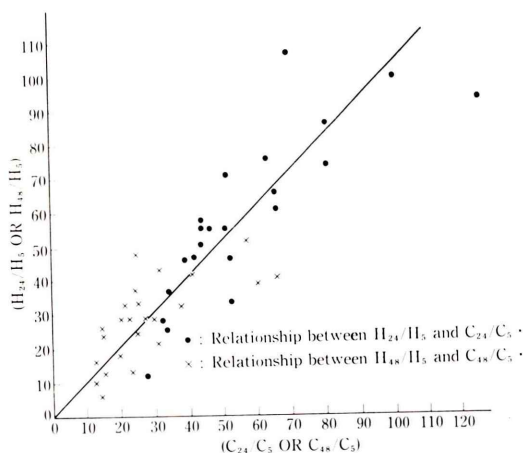


Fig. 7 Correlation of cerebrospinal space and cistern clearance in ^{111}In -DTPA.

熱を否定できない。なお、本症例に使用した ^{111}In -DTPA と同一のロットについて、日本薬局方発熱性物質試験を改めて行なったが、陰性の結果を得た。他の症例においては全く副作用を認めなかった。

脳槽シンチにおける RI のクリアランスを、脳および脊髄腔に存在する RI のクリアランスと比較したが、両者の間にほぼ同じ傾向を示し、脳脊髄腔全域の RI クリアランスと脳槽のクリアランスの間に相関がみられる。

Goodwin³⁰⁾、徳力ら³¹⁾らは ^{111}In -DTPA の有効半減期について、16時間と報告しているが、対象の選択や測定法の違いにも拘らず、われわれの結果もこれらの報告と矛盾しない。

われわれの症例中には、RI の脳脊髄腔よりの排泄が極めて早いものがみられる。この原因については、くも膜顆粒以外の髄液吸収経路の存在や、穿刺部位からの RI の逆流も考えられる。しかし、髄液圧と RI の脳脊髄腔内よりの減衰に関連はみられなかった。

脳槽シンチの描画について、シンチ像は ^{131}I -HSA の症例は2例の経験しかなく、 ^{131}I -HSA の像についての言及は避けるが、 ^{169}Yb -DTPA による描画は形態診断上 ^{111}In -DTPA と比較してあま差を認めないが、脳室逆流と大脳縦裂への流入との鑑別においては ^{111}In -DTPA の描画がすぐれている。

われわれが従来使用してきた ^{169}Yb -DTPA は物理学的半減期が ^{111}In に比して長いため、使用した器具や被布、小児の衣類などの汚染処理が煩雑であったが、 ^{111}In -DTPA を使用することによりこれらの問題も解決された。また、乳幼児の尿に関する処置や、RI のクリアランス遅延のある症例での体内被曝についても ^{111}In -DTPA では特別な考慮を要しない。

9. 結 論

^{111}In -DTPA を用いて脳槽シンチを50例に施行し、以下の結論を得た。

^{111}In -DTPA は安定した薬剤で、脳槽シンチに

用いて特に副作用を認めなかった。物理学的半減期が短かく、体内被曝が少なく、被検者の排泄物等の汚染物管理が容易である。

全身スキャン装置による頭部および軀幹部全域のイメージより、脳および脊髄腔内の RI の量を求めることより、脳脊髄腔のクリアランス値を求め、脳槽クリアランスと比較し、両者の間に正の相関があることを認めた。

^{111}In -DTPA は ^{169}Yb -DTPA の脳槽シンチの描画と比較して、特に差異はないが、脳室逆流と大脳縦裂への流入の鑑別に ^{111}In -DTPA の描画が有用であった。

以上の点より脳槽シンチに ^{111}In -DTPA は有用であり、 ^{169}Yb -DTPA に比して放射線管理面でも安全性が高く、推奨すべき核種である。

文 献

- 1) Bauer FK, Yuhl ET: Myelography by means of I-131. The myeloscintigram, *Neurology* **3**: 341-346, 1953
- 2) DiChiro G, Reames PM, Mathews WB Jr: RISA-ventriculogram and RISA-cisternography. *Neurology* **14**: 185-191, 1964
- 3) Adams RD, Fisher CM, Hakim S: Symptomatic occult hydrocephalus with "normal" cerebrospinal fluid pressure. A treatable syndrome. *New Eng J Med* **273**: 117-126, 1965
- 4) 外出香澄, 中山耕作, 根本弘之他: 脳室および髄腔スキャンニング法による検討. 脳と神経 **23**: 53-63, 1971
- 5) 上村和夫, 伊藤善太郎, 山口昇一他: 高血圧性脳出血患者の脳脊髄液循環異常. 脳と神経 **25**: 1561-1566, 1973
- 6) 山本光祥, 千葉一夫, 丹野宗彦他: 加齢者の CSF 動態異常. 核医学 **10**: 413-419, 1973
- 7) 古賀敦彦, 大島 弘, 橘 享他: 脳脊髄シンチグラム(第3報) ミエロシンチグラム. 核医学 **11**: 23-31, 1974
- 8) Benson DF, LeMay M, Patten DH et al: Diagnosis of normal pressure hydrocephalus. *New Eng J Med* **283**: 609-615, 1970
- 9) Ashburn WL, Harbert JC, Brlnner WH: Cerebrospinal fluid rhinorrhoea studied with the gamma scintillation camera. *J Nucl Med* **9**: 523-529, 1969
- 10) Foltz D, Ward AA Jr: Communicating hydrocephalus from subarachnoid bleeding. *J Neurosurg* **13**: 546-556, 1956

- 11) Kibler RF, Couch RSC, Crompton MR: Hydrocephalus in the adult following subarchinoid hemorrhage. *Brain* **84**: 45-61, 1961
- 12) Shulman K, Martin BF, Popoff N: Recognition and treatment of hydrocephalus following spontaneous subarachinoid hemorrhage. *J Neurosurg* **20**: 1040, 1963
- 13) Lin JP, Goodwin R, Tong ECK et al: Radioiodine serum albumin (RISA) cisternography in the diagnosis of inclsural block and occult hydrocephalus. *Radiology* **90**: 36-41, 1968
- 14) DiChiro G, Grove AS Jr: Evaluation of surgical and spontaneous CSF shunt by isotope scanning. *J Neurosurg*. **24**: 743-748, 1966
- 15) Kagen A, Tuchiya G, Patterson V et al: Test for patency of ventriculovascular shunt for hydrocephalus with radioactive iodinated serum albumin. *J Neurosurg* **20**: 1015, 1963
- 16) Detmer DE, Blacker HM: A case of aseptic meningitis secondary to intrathecal injection of ¹³¹I human serum albumin. *Neurology* **15**: 642-643, 1965
- 17) Wagner NH Jr, Hosain F, DeLand FH et al: A new radiopharmaceutical for cisternography: Chelated Ytterbium-169. *Radiology* **95**: 121-125, 1970
- 18) Matin P, Goodwin DA: Cerebrospinal fluid scanning with ¹¹¹In. *J Nucl Med* **12**: 668-672, 1971
- 19) Hosain F, Som P: Chelated ¹¹¹In: An ideal radiopharmaceutical for cisternography. *Brit J Radiol* **45**: 677-679, 1972
- 20) 浜田信夫, 芝辻 洋, 三浦貴士他: Cisternographyにおける頭蓋内髄液動態に関する研究. *日医放会誌* **36**: 60 1976
- 21) 高橋 徳, 芝辻 洋, 浜田信夫他: 小児 Cisternographyの経験. 第8回臨床小児放射線研究会 1976
- 22) Bell RL: Isotope transfer test for diagnostic of ventriculo-subarachinoid block. *J Neurosurg* **14**: 674-679, 1975
- 23) Nicol CT: A second case of aseptic meningitis following isotope cisternography using ¹³¹I human serum albumin. *Neurology* **17**: 199-200, 1967
- 24) Oldman RK, Staab EV: Aseptic meningitis following the intrathecal injection of radioiodinated serum albumin. *Radiology* **97**: 317-321, 1970
- 25) 渡辺克司, 仲山 親, 鴨井逸馬他: 脳槽シンチグラフィ. *臨床放射線* **21**: 469-475, 1976
- 26) Hosain F, Roba RC, Wagner HN Jr: Measurement of glomerular Filtration rate using chelated Ytterbium-169. *Int J Appl Raddiat* **20**: 513-521, 1969
- 27) Alderson PO, Siegel BA: Adverse reactions following In-DTPA cisternography. *J Nucl Med* **14**: 609-611, 1973
- 28) Jayabalan V, White D, Bank M: Adverse reaction (aseptic meningitis) from ¹¹¹Indium-DTPA cisternographic examinations. *Radiology* **115**: 403-405, 1975
- 29) Cooper JF, Harbert JC: Endotoxin as a cause of aseptic meningitis after radionuclide cisternography. *J Nucl Med* **16**: 809-813, 1975
- 30) Goodwin DA, Song CH, Fiston R et al: Preparation, physiology and dosimetry of ¹¹¹In-labeled radiopharmaceuticals for cisternography. *Radiology* **108**: 91-98, 1973
- 31) 徳力康彦, 村田高穂, 三輪佳宏他: ¹¹¹In-DTPAによるRI cisternographyの検討. *脳と神経* **28**: 579-588, 1976