



Title	脳槽シンチグラフィーの臨床的評価
Author(s)	渡辺, 克司; 稲倉, 正孝; 川平, 建次郎 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1972, 32(2), p. 133-148
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18221
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

脳槽シンチグラフィーの臨床的評価

九州大学医学部放射線科教室

渡辺 克司 稲倉 正孝 川平建次郎
古賀 健治 仲山 親 松浦 啓一

(昭和47年1月10日受付)

Clinical evaluation of the radionuclide cisternography

by

Katsushi Watanabe, Masataka Inakura, Kenjiro Kawahira, Kenji Koga,
Tikashi Nakayama and Keiichi Matsuura

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Kyushu University

Research Code No.: 721

Key Words: $^{169}\text{Yb-DTPA}$, $^{131}\text{I-HSA}$, Cisternography, Ventriculography, Hydrocephalus

The purpose of this paper is to evaluate clinically the diagnostic value of the cisternography with two kinds of radionuclide ($^{131}\text{I-HSA}$ and $^{169}\text{Yb-DTPA}$).

The procedure of radionuclide cisternography was as follows. Radionuclide was injected into the cerebrospinal fluid (CSF) by lumbar puncture with patient in the lateral decubitus position.

The injected dose was 100 μCi of $^{131}\text{I-HSA}$ or 0.5–2.0 mCi of $^{169}\text{Yb-DTPA}$. After injection, the patient's activity and posture were not restricted.

Examination was performed using a Shimadzu scintillation scanner (SCC-150S) with a 5 inch sodium iodide crystal or a Nuclear Chicago scintillation camera (Pho/Gamma III).

Anterior or lateral views were routinely obtained as 1,5 and 24 hr, with additional image obtained at 48, 72 hours if necessary.

Materials of this study were 28 cases, who were all suspected of abnormal dynamics of CSF. Of these cases, 5 cases was performed two times examination.

Results:

1. In 33 examination of 28 cases, no adverse effects due to radionuclide cisternography and ventriculography were observed.
2. This examination could well demonstrate not only delination of the subarachnoid spaces, but also dynamics of CSF.
3. When $^{131}\text{I-HSA}$ was injected intrathecally into the lumbar subarachnoid space, it normally reached the basal cisterns in 1 hour, the frontal poles and Sylvian fissures in 5 hours, the cerebral convexities and the sagittal sinus area by 24 hours.

Following an intrathecal spinal injection, radioactivity was not normally detected in the ventricular system. A cisternogram was considered to be abnormal when the radionuclide did not accumulate in the sagittal sinus area by 48 hours.

4. Radionuclide cisternography and ventriculography seemed to be the most useful technique in the differential diagnosis between communicating hydrocephalus and noncommunicating hydrocephalus.

5. This technique presented the characteristic information in the diagnosis of occult normal pressure hydrocephalus. And it was also available for the determination of shunt operation method.

6. In the communicating hydrocephalus, the radionuclide cisternogram could make clear the site of abnormal absorption in the subarachnoid spaces. In the noncommunicating hydrocephalus, the radionuclide cisternogram showed normal patterns and the radionuclide ventriculogram showed no detectable migration of the activity to the basal cisterns.

7. $^{169}\text{Yb-DTPA}$ seemed to be better than $^{131}\text{I-HSA}$ as the radiopharmaceuticals for the radionuclide cisternography and ventriculography. But it was considered that there were some differentiation between the both radiopharmaceuticals in the cisternographic patterns. We intend to report this subject in the near future.

8. Scintillation camera seemed to be suitable as the detector for the radionuclide cisternography, because this examination to detect rough movement of the activity does not need high resolution and the scintillation camera is able to obtain easily the images in any position of the patient.

I. 緒 言

RI-cisternography は、 RI を脊髄クモ膜下腔内に注入し、頭部における RI の分布を経時的に観察し、脳脊髄液の動態を検査する方法である。正常人では、髄液の生成、拡散、吸収等の一連の過程はバランスを保つている。この髄液の動態の検査に始めて RI を用いたのは Bell (1957)³⁾ であり、 $^{131}\text{I-HSA}$ を側脳室に注入し、G-M カウンターで計測を行ない、交通性脳水腫の診断に有用であつたことを報告している。スキャニングによる経時的観察は、Di Chiro (1964)⁶⁾ が髄液漏の診断に用いたのが最初の報告である。以後、欧米では多数の研究がなされているが¹⁴⁾¹⁸⁾、本邦ではわずかの報告がみられるのみである²⁶⁾²⁹⁾。

ところで、RI-cisternography による髄液の動態研究が注目されるようになつたのは、Adams (1965)¹⁾ によつて、進行性の精神障害、歩行障害などを主症状とする脳圧亢進を伴わない脳水腫 “occult normal pressure hydrocephalus” が、shunt 手術によつて劇的な軽快をみることが報告され、その診断法として他に有力な手段がなかつ

たことによる。

著者らは $^{131}\text{I-HSA}$ および $^{169}\text{Yb-DTPA}$ の 2 種の核種を用いて、この検査法の診断的価値を検討したので報告する。

II. 脳脊髄液の循環に関する最近の知見

髄液の生成および吸収の細部については、現在でも不明な点が多い。古典的な概念では、髄液のすべての成分は脳室内の脈絡叢から分泌または済過され、上矢状静脈洞内の pacchianian granulations から吸収されると考えられていた。ところが、最近の研究²⁾¹⁹⁾によると、脈絡叢から髄液の電解質の大部分および水分が分泌されるが、水分の一部分はクモ膜下腔からも分泌されることがある。また、pacchianian granulations の認められない幼時にも髄液の吸収は明らかに認められることより、髄液の大部分は pacchianian granulations を含めたクモ膜下腔のクモ膜絨毛 (arachnoid villi) より、一部分は脳室内の脈絡叢および脳室上衣層からも吸収されると考えられている¹⁹⁾。髄液の流れは、生成部位より吸収部位に向かうとされている¹⁷⁾。すなわち、主たる髄液の流れは側

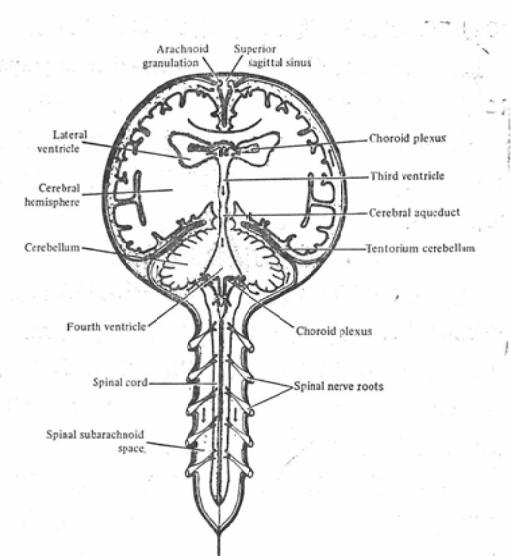


Fig. 1 Diagram of the pathways of the cerebrospinal fluid circulation (Millen and Woollam¹⁹)
Arrow shows the pathways of cerebrospinal fluid in normal person.

脳室および第3脳室の脈絡叢から分泌され、中脳水道を経て第4脳室に至り、第4脳室正中孔および外側孔を経て脳底部のクモ膜下槽に注ぐ。ついで、basal cisterns および小脳周囲のクモ膜下腔を上行し、テント切痕を越え、大脳表面のクモ膜下腔にいたり、主として脳窩隆部のクモ膜下腔から吸収される(第1図)^{22,19}。

髄液が脳表面を灌流する経路に前および後の二つの経路がある(第2図)²⁵。すなわち、前の経路(anterior communicating CSF pathways)は suprasellar cistern, cisterna lamina terminalis, sylvian cisterns 等を介し、後の経路(posterior communicating CSF pathways)は quadrigeminal

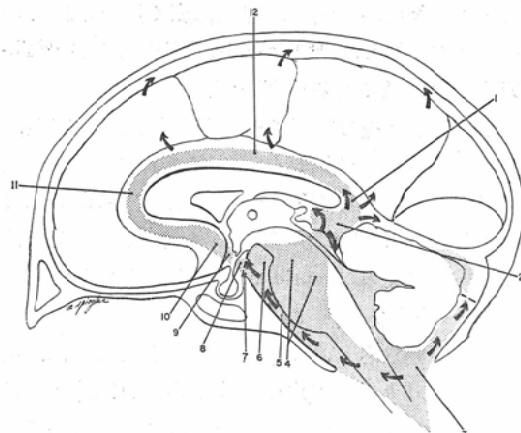


Fig. 2 Anatomic division of the basal and communicating cisterns (Taveras²⁵)

The circulation of cerebrospinal fluid on surface of the brain are divided into two pathways, anterior and posterior.

- 1) splenium
- 2) quadrigeminal cistern
- 3) cisterna magna
- 4) brain stem
- 5) pontine cistern
- 6) interpeduncular cistern
- 7) membrane of Liliequist
- 8) postchiasmatic portion of the suprasellar cistern
- 9) prechiasmatic portion of the suprasellar cistern
- 10) cisterna lamina terminalis
- 11) subarachnoid space around the rostrum
- 12) callosal sulcus

cistern, ambient cistern 等を介して、脳窩隆部のクモ膜下腔に達する。

III. RI-cisternography に用いられる放射性医薬品

髄液の動態検査には、種々の放射性医薬品が試

Table 1. Properties of Commonly Used Radiopharmaceuticals for Cisternography

Radiopharmaceutical	Photon Energy (KeV)	Physical Half-life	Effective Half-life	Administered Dosage	Specific Activity	Radiation dose	
						Whole Body (rads)	Central nervous system (rads)
¹³¹ I-HSA	364	8.1 days		100 μCi	250—500 μCi/ml 25—50 μCi/mg	0.1	1
^{99m} Tc-HSA	140	6 hours	6 hours	2mCi	3—12 mCi/mg	0.02	0.6
¹⁶⁶ Yb-DTPA	177 198	32 days	10 hours	1mCi	200—300 μCi/mg		1.5

みられてきたが、現在、臨床に広く用いられているのは ^{131}I -HSA⁶⁾, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HSA¹⁰⁾¹¹⁾¹⁴⁾ および ^{169}Yb -DTPA の3種である¹⁵⁾¹⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾。

これらの3種の放射性医薬品の物理学的特性、投与量、有効半減期等を第1表に示す。

Di Chiro (1964)⁶⁾⁷⁾ の報告以来、 ^{131}I -HSA による cisternography が広く行なわれてきたが、albumin による aseptic meningitis を生じたとの報告⁵⁾²⁰⁾²¹⁾ もあり、このため検査には高比放射能のものが要求され、投与量も制限されてきた。その後、Hodak (1966)¹⁴⁾, Di Chiro (1968)¹⁰⁾ 等は高比放射能の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HSA を応用し、ついで、Wagner (1969)²⁷⁾²⁸⁾ 等によつて、 ^{169}Yb -DTPA が開発された。

これら3種の放射性医薬品の特徴は次の通りである。 ^{131}I -HSA は、人血清アルブミンの分子量が 70,000 と比較的大きいので容易には拡散せず、生理的な髄液の流れに従つて動く。しかし、meningeal reaction を予防するために投与量は 100 μCi 程度に制限される。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HSA は、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の半減期が6時間と短く、 β 線を放出しないので被曝線量は少なく、 ^{131}I -HSA より高比放射能のものを作ることができる。したがつて、mCi 単位の投与が可能である。また、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の γ 線エネルギーが 140 KeV で、NaI(Tl)結晶中の輝光効率が高く、多量の光子を得ることができ、collimation の容易なことも相まって、解剖学的な細部を描画するのに有利である。しかし、48~72時間後まで経過をみるためには、半減期が短いことが逆に不利な点となつている。

^{169}Yb -DTPA の ^{169}Yb は物理学的半減期が約32日と長いが、 ^{169}Yb -DTPA の分子量が 600 と小さいので、クモ膜下腔より速やかに吸収され、血中にすると急速に腎より排泄されるため、有効半減期は10時間と短い²⁸⁾。化学的にも安定で、毒性もなく、 β 線を放出しないので被曝線量が少なく、mCi 単位の投与が可能である。 γ 線エネルギーが 177 KeV, 198 KeV であることは $^{99\text{m}}\text{Tc}$ と同様に検出上の有利性を持つており、有効半減期が適當

であるので72時間後での観察にも適している。

以上の性質は、 ^{169}Yb -DTPA が RI-cisternography に極めて適したものであることを示している。

^{169}Yb -DTPA は脳シンチグラフィーにも利用され得るが、頻繁に利用するには排泄物の処理の点で問題があるようと思われる。

IV. 検査方法および対象

側臥位にて腰椎穿刺を行ない、 ^{131}I -HSA および ^{169}Yb -DTPA を脊髓クモ膜下腔内に注入した。注入量は、 ^{131}I -HSA 70~150 μCi , ^{169}Yb -DTPA 0.5~2 mCi であつた。一部の症例では、脳室穿刺にて R I を直接脳室内に注入した。

R I を注入して、1, 5, 24時間後に、正面および側面の2方向より撮像した。なお、必要に応じて、3時間、48時間および72時間後の撮像を追加した。

用いた検出器は、Nuclear Chicago 社製 Scintillation Camera PHO/GammaⅢ および島津製 Scintiscanner SCC-150S (Na I (Tl) 結晶の大きさ 5 $\phi \times 2$ インチ) である。

対象は髄液の動態の異常が疑われた28症例であり、その内訳を第2表に示す。28症例のうち、5

Table 2. Cases of this study

Hydrocephalus	9
CSF fistula	4
Brain tumor	3
Trauma	2
Meningoencephalocele	1
Hydrocephalodysplasia	1
Arnold-chiari malformation	1
Crouzon disease	1
Meningitis	1
Others	4
Total	28

症例では2回検査を行なつてるので検査回数としては33回である。R I 注入法としては、腰椎穿刺によるものは25症例（検査回数は30回）、脳室穿刺によるものは hydrocephalodysplasia, meningoencephalocele および meningoencephalocele の3症例であつた。用いた放射性医薬品別では、 ^{131}I -HSA が23症例（検査回数は28回）、 ^{169}Yb -DTPA が

5症例であつた。

V. 症 例

25症例(30回)のRI-cisternographyのうち、正常所見を呈したものは11症例(12回)、異常所見を呈したものは14症例(18回)であつた。3回行なつたRI-ventriculographyでは3回とも異常所見を示した。

著者らの経験では、本検査に関係があると思われるような副作用は1例も認めなかつた。

以下、代表的な症例を供覧する。

症例1 T.K., 21才、男、正常例

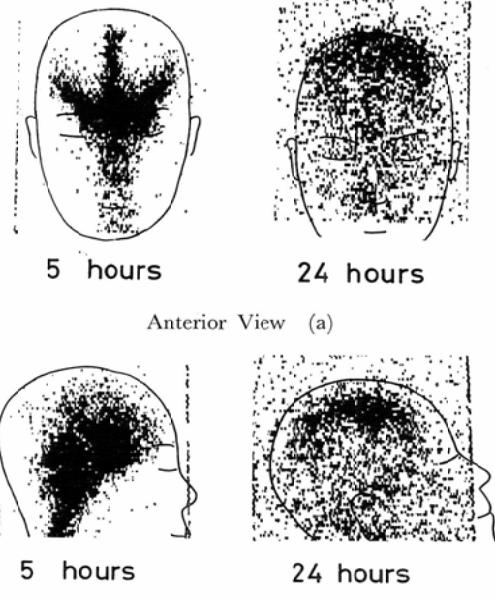
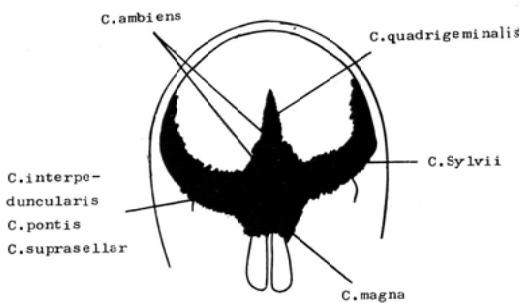


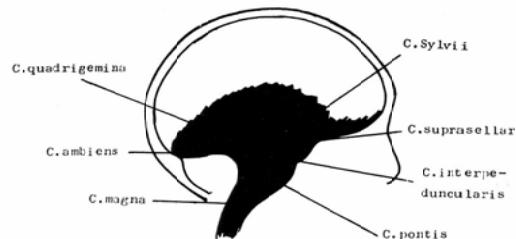
Fig. 3(a, b) Normal ^{131}I -HSA cisternogram (Case 1. Age 21 F.)

Fig. 3 shows a normal cisternogram performed at 5 and 24 hr after the lumbar intrathecal injection of ^{131}I -HSA. At 5 hr after injection, the radionuclide has migrated into the infratentorial cisterns and entered the Sylvian fissures. At 24 hr after injection, the radionuclide is predominately over the cerebral hemispheres and is concentrated in the parasagittal region.

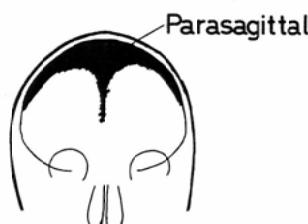
正常と考えられる ^{131}I -HSA cisternographyを第3図(a, b)に、その模式図を第4図(a, b, c, d)に示す。正常例では、 ^{131}I -HSA注入1時間後に



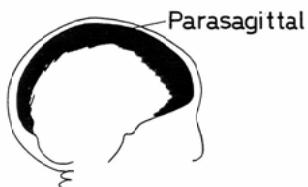
Normal Frontal View (5 hours) (a)



Normal Lateral View (5 hours) (b)



Normal Frontal View (24 hours) (c)



Normal Lateral View (24 hours) (d)

Fig. 4(a, b, c, d) Shema of normal ^{131}I -HSA cisternogram

cisterna magnaに達し、2~3時間後にはbasal cisternsの観察に最も適した像が得られる。5時間後には、正面像で3本の角状の、側面像で扇状の分布を示し、sylvian cisterns, cisterna lamina terminalis等のcommunicating cisternsに沿つて ^{131}I -HSAが拡散している。24時間後には、放

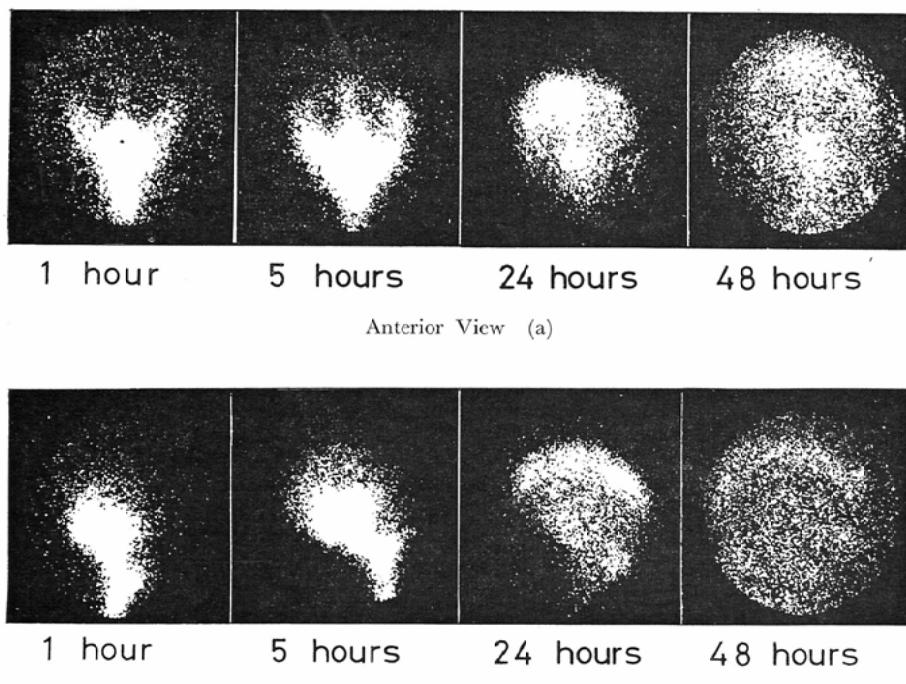


Fig. 5(a, b) Normal ^{131}I -HSA cisternogram (Case 2. Age 37 F.)
The images were made by the scintillation camera at 1, 5, 24 and 48 hr after
the injection.

射能は頭頂部の sagittal sinus 附近に濃く、大脳表面にび慢性に認められ、48時間後には、頭部の放射能はほとんど消失する。少なくとも、48時間後までに、放射能が sagittal sinus 附近に集まらない場合は、すべて異常と判定してよい。

症例2. S.N. 37才, 女

contusio cerebri (normal ^{131}I -cisternography)

昭和44年8月、単車にはねられ2時間位意識が消失した。その時より、光がまぶしく、左眼がみえにくく、複視を認める。昭和45年2月に行なつた ^{131}I -HSA cisternography (第5図 a,b) ではほぼ正常の所見である。

症例3 Y.I. 18才, 女

Cerebrospinal fluid rhinorrhea through the left ethmoid sinus.

昭和46年11月、バイク運転中にカーブを曲がりきれずにとびおりて、左顔面を強打した。事故後

20日位して、水様の鼻汁が流出するようになった。その後、今まで約9カ月間持続する。この間、昭和46年5月に髄膜炎様の症状があり、1カ月間、化膿性髄膜炎として治療を受けた。 ^{131}I -HSA cisternography (第6図 a,b) では、髄液の拡散は正常であるが、24時間後のシンチフォトで左篩骨洞附近より突出した部分(矢印)が認められる。とくに坐位にして、頭部を下方に傾けて撮像した26時間後のシンチフォトでは、左鼻孔への ^{131}I -HSA の漏出像が明らかに認められる。手術にて、髄液の漏出は認められなくなつた。

症例4, K.S. 2カ月, 男

Meningoencephalocele, occipital

骨盤位で、予定より1週間遅れて臀位にて娩出。生下時より、脳、髄膜脱、停留睾丸、先天性股関節脱臼、下頸骨変形、眼球突出が認められた。最近、頭が大きくなり、同時に meningo-

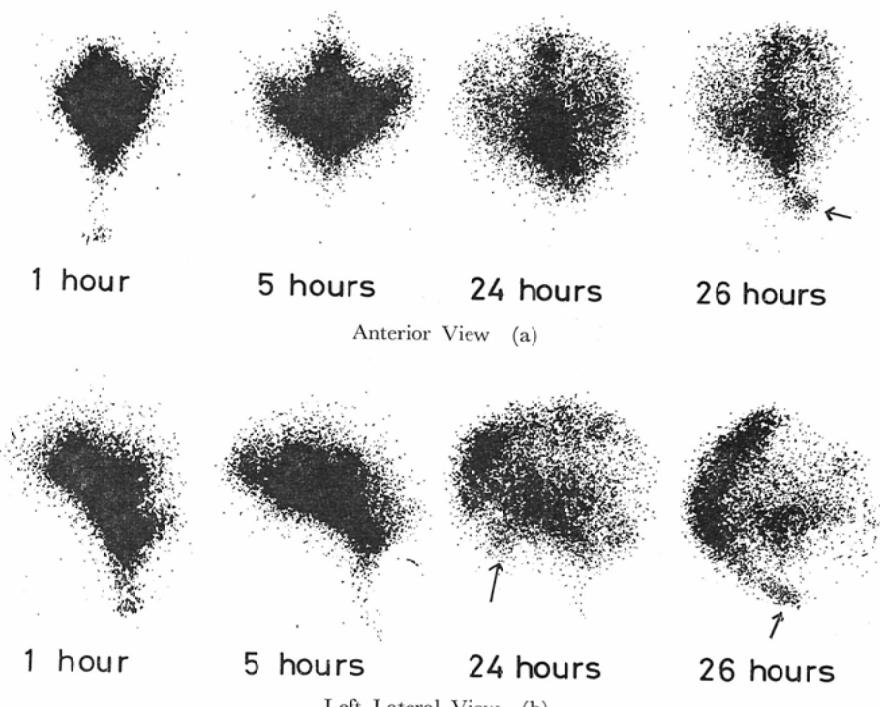


Fig. 6(a, b) ^{131}I -HSA cisternogram of the patient with cerebrospinal fluid rhinorrhoea.
(Case 3. Age 18 M.)

The scintiphoto obtained at 24 hr after the injection shows a CSF leak (arrow) through the cribriform plate. Especially, the scintiphoto which are taken in the erect position inserted a cotton plague into the nose at 24 hr after the injection, shows clearly a CSF leak.

cephalocele も大きくなってきた。内脳水腫の合併を疑い、手術を希望して九大脳外科入院。

^{169}Yb -DTPA ventriculography (第7図 a,b) では、拡大した脳室を認め、注入された ^{169}Yb -DTPA は24, 48時間後にも脳室内に残存しており、basal cisterns への移行を認めず、著明な吸収障害を認める。meningoencephalocele の放射能は、5時間後には軽度であるが、24, 48時間と時間の経過と共に増加している。

Ventriculoperitoneal shunt (以下 V-P shunt と略す) を行ない、術後四肢の運動が強くなつた。

症例5 H.U. 2才 男

Noncommunicating hydrocephalus (after reconstruction of V-A shunt obliterated in the ventricular portion)

生後50日頃、頭囲が異常に大きいのに気づいた。生後3カ月目(昭和42年6月)に、先天性脳水腫の診断にて九大脳外科で ventriculoatrial shunt (以下 V-A shunt と略す) を行なう。当時、dye test で閉塞性脳水腫と診断されている。その後、2年近くは順調であつたが、昭和44年6月、頻回の嘔吐があり、Shunting valve が凹んだままであつた。前記診断のもとに、昭和44年7月 V-A shunt の再建術を行なつた。tube の脳室側先端には、約 1 cm の血管、結合組織よりなるものが詰まつていた。再建術にて、全身所見は好転した。術後の ^{131}I -HSA cisternography (第8図 a,b) は正常である。

症例6 K.T. 37才 男

Normal pressure hydrocephalus (after evacuation

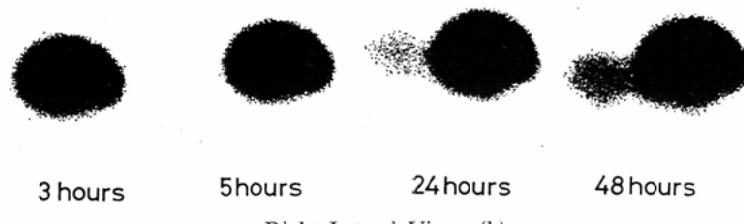
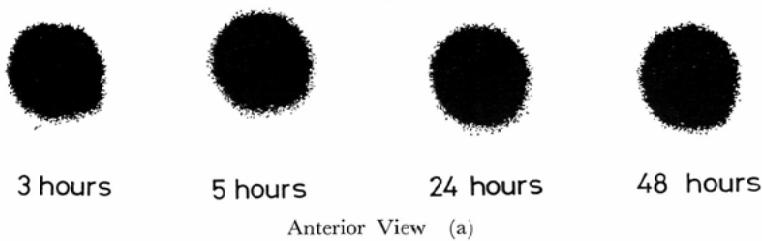


Fig. 7(a, b) ^{169}Yb -DTPA ventriculogram Meningoencephalocele, occipital (Case 4. age 2M. M.)

There are much activity remaining in the ventricles at 48 hr after the direct ventricular injection of ^{169}Yb -DTPA. The radionuclide has not migrated into the basal cisterns, and is detected in the meningoencephalocele at 24 hr after the injection.

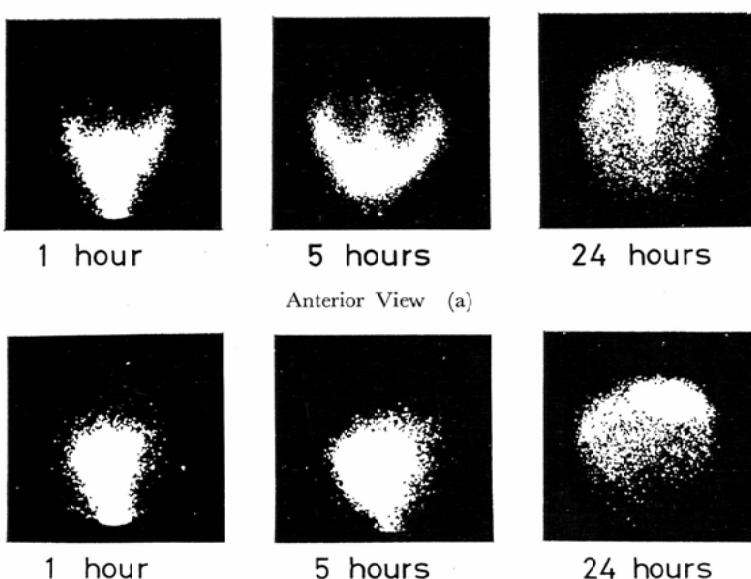


Fig. 8(a, b) ^{131}I -HSA cisternogram Noncommunicating hydrocephalus, after reconstruction of V-A shunt obliterated in the ventricular portion (Case 5. Age 2 M.)
The cisternogram shows normal findings in noncommunicating hydrocephalus.

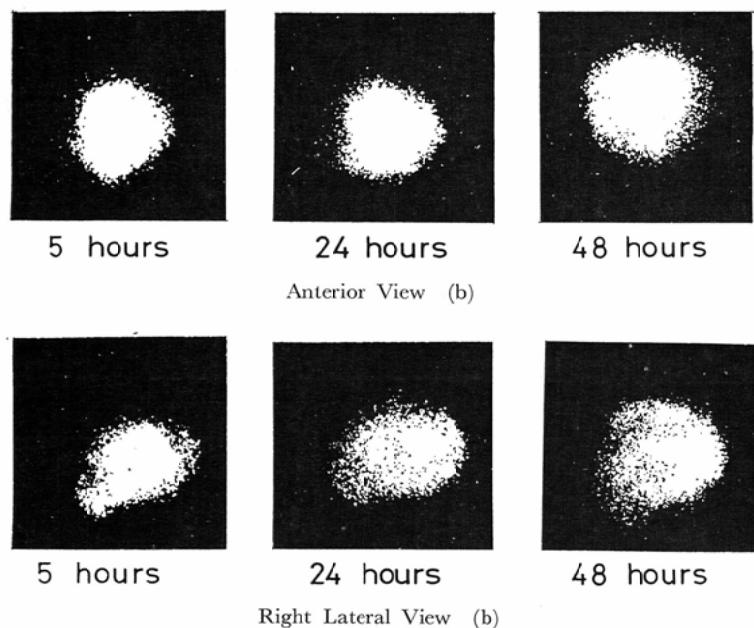


Fig. 9(a, b) ^{131}I -HSA cisternogram Normal pressure hydrocephalus (Case 6. Age 37 M.) The radionuclide is in basal cisterns and lateral ventricles at 5 hr after the injection and remains still in the same portion at 48 hr. This sorption of cisternographic pattern indicated that ab CSF in the subarachnoid space is inadequate since there is little movement to the convexity of the brain at 48 hr (subarachnoid block).

of bilateral chronic subdural hematoma)

昭和44年12月25日、高所より落下して頭部を強打した。12月30日、両側硬膜下血腫の診断のもとに、穿頭血腫洗滌を行なつた。術後も、歩行障害、精神機能低下が認められた。脳脊髄圧は正常であり、脳水腫が認められることより、上記の如く診断された。

^{131}I -HSA cisternography (第9図 a,b) では、5時間後に脳底部および脳室内に放射能を認める。48時間後にも、なお、脳室内および脳表面に放射能を認める。したがつて、この症例では、主として、頭頂部のクモ膜下腔での吸収障害が存在することが明らかである。

V-A shunt が行なわれ、症状は急速に改善された。

症例7 H.W. 26才、男

Tuberculous meningitis

1年前に、高熱、意識混濁を来たし、結核性髄

膜炎と診断されている。その後、時々、意識混濁を来たすことあり、交通事故を起こして入院した。

^{131}I -HSA cisternography (第10図 a,b) では、72時間後にも頭部に放射能を認め、吸収障害のあることは明らかである。 ^{131}I -HSAは天幕を越えて上昇はしているが、大脳表面に停滞し、この部位での吸収が悪いことを示している。

24時間後のシンチフォトでは、正面像にて右大脳表面に放射能が少ないとわかる。脳室内への ^{131}I -HSA の上昇は認められない。気脳写では、左大脳半球表面のクモ膜下腔には空気が入るが、右側には入っていない。

症例8 H.T. 28才、男

Hydrocephalus following repeated subarachnoid hemorrhage

昭和40年、クモ膜下出血の診断で九大脳外科入院。脳血管撮影にて、右基底核の A-V malforma-

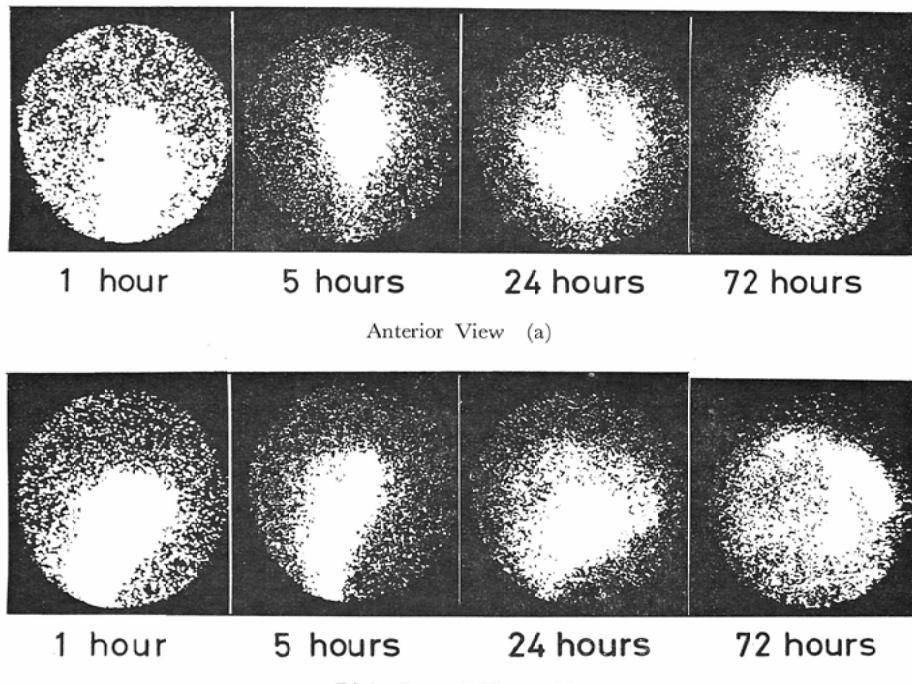


Fig. 10(a, b) ---I-HSA cisternogram Tuberculous meningitis (Case 7. Age 26 M.)
Although there is marked delay in the movement of CSF, the radioactivity in the lateral ventricles cannot be detected. At 72 hr the activity is concentrated over the hemispheres and in the parasagittal region.

tionと診断されたが手術の適応なしとのことで経過を観察していた。

昭和43年、46年6月に頭痛、頸部硬直、嘔吐等クモ膜下出血を疑わせる症状があつた。

$^{169}\text{Yb-DTPA}$ cisternography(第11図 a,b)では、basal cisternsには1時間後には達せず、3時間後に脳室内に放射能を認める。24, 48時間後にも、脳室内の放射能は吸収されず、脳表面に放射能は移行していない。このことは、髄液の通過障害の部位が脳底部附近にあることを示唆する。

V-A shuntにて、意識が明瞭になり、計算力、見当識、髄膜刺激症状、うつ血乳頭等は著明に改善した。

症例9, I.N. 20才, 男

Occult normal pressure hydrocephalus

昭和45年2月、嘔気、嘔吐、めまい等の症状を来たした。3月12日、cerebellar hemangioblastoma

の診断のもとに、腫瘍の全摘を行なつた。術後、精神機能低下、動作緩慢、歩行不能の状態が続いた。

$^{131}\text{I-HSA}$ cisternography(第12図 a,b)では24, 48時間後にも、放射能は天幕をほとんど越えることができず、天幕下に停滞して、一部は脳室内へ流入している。この症例は、通過障害の部位が主に天幕のところにあり、そのために生じた髄液の吸収障害で、いわゆる incisural block を示したものである。

上記診断のもとに、4月23日V-A shuntを行なつた。症状は劇的に改善し、計算も正確になり、歩行が可能となつた。

症例10. H.K. 10才, 女

Communicating hydrocephalus

2才頃から頭が大きいのに気づく。以後、徐々に大きくなつた。6才の時、九大脳外科を受診し

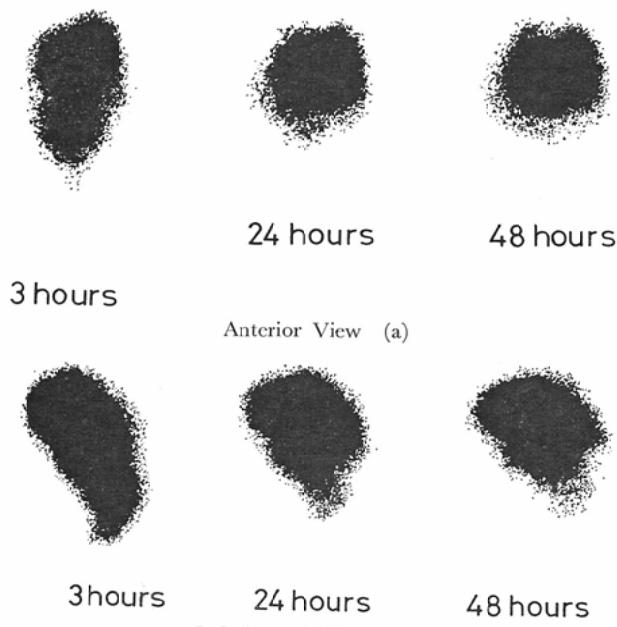


Fig. 11(a, b) ^{169}Yb -DTPA cisternogram Hydrocephalus following repeated subarachnoid hemorrhage (Case 8. Age 28 M.)

The radionuclide has entered lateral ventricles and not migrated to the convexity of the brain at 24 and 48 hr after the injection. The lateral ventricles shows C-letter like form in the lateral view. In this case which was due to repeated subarachnoid hemorrhage, absorption of CSF is altered and ventricular dilatation is present.

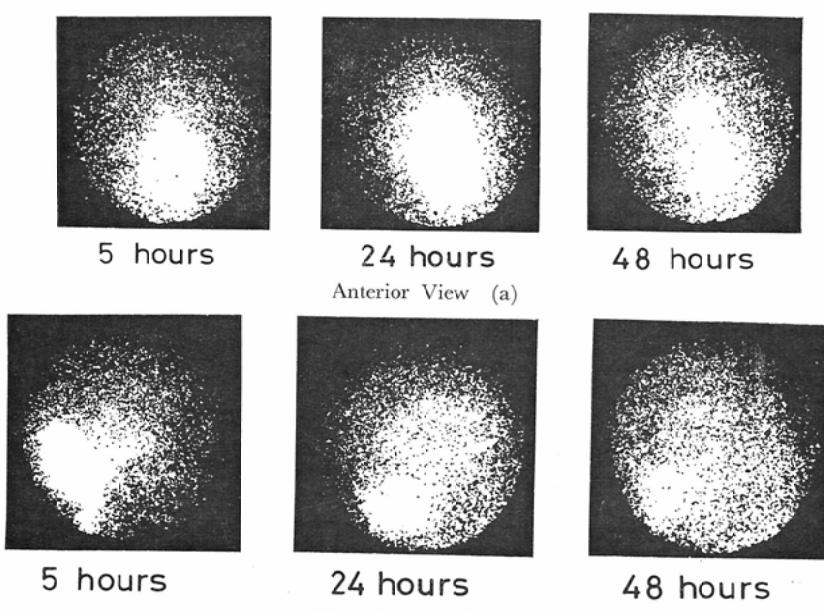


Fig. 12(a, b) ^{131}I -HSA cisternogram Occult normal pressure hydrocephalus (Case 9. Age 20 M.) The radionuclide is in basal cisterns and lateral ventricles. Failure of migration of the radionuclide over the cerebral convexities is clear.

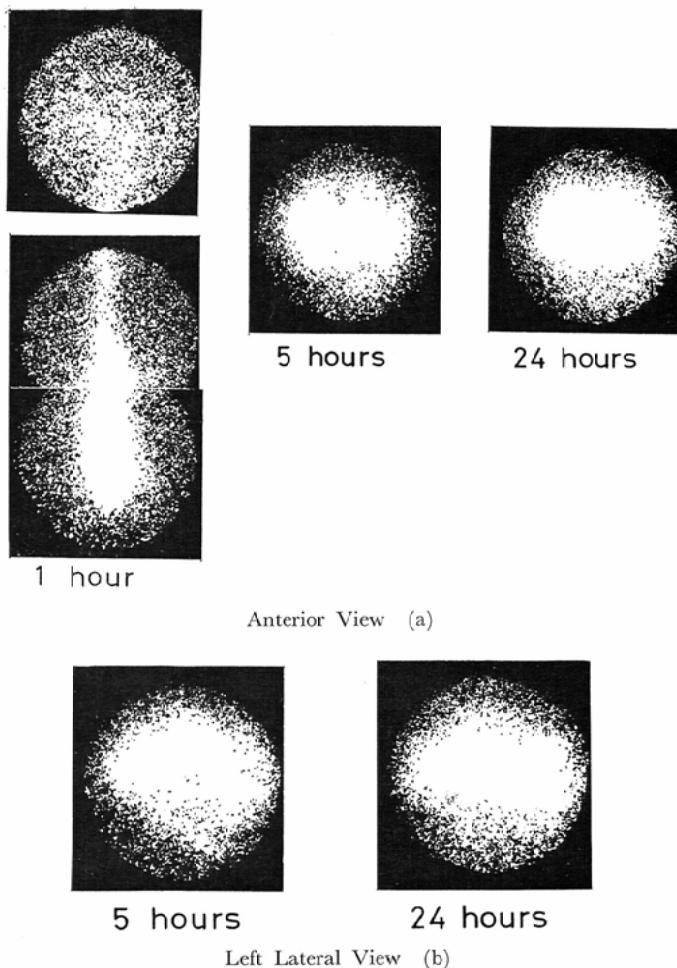


Fig. 13(a, b) ^{131}I -HSA cisternogram Cerebral atrophy with hydrocephalus (Case 10. Age 10 F.)

The movement of the radionuclide to the basal cisterns shows marked delay and enters into the ventricular system with remarkable dilatation at 5 hr after the injection. The radioactivity has not migrated to the cerebral convexities, and there is activity remaining in the ventricles by 48 hr.

て arrested hydrocephalus の診断を受けている。

7才の時より肢体不自由児施設に入園している。

^{131}I -HSA cisternography (第13図 a,b) では24, 48時間後にも、著明に拡大した脳室内に大部分の放射能を認めるが、脳表面には認めないことより、高度の吸収障害が存在することがわかる。脳実質の高度の障害が推定されるので、shunt手術は行なわなかつた。

VI. 総括並びに考察

腰椎穿刺にて注入された ^{131}I -HSA, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HSA, ^{169}Yb -DTPA 等がどのような経路で拡散、吸収されるかについては、Di Chiro¹¹, Tator²⁴, James¹⁷らの論文に詳しい。正常例の ^{131}I -HSA cisternography では、1時間後に cisterna magna に達し、5時間後には sylvian cisterns 等のcommunicating cisterns に沿つて脳表面に拡散し始め、24時間後

には放射能は頭頂部の sagittal sinus 附近にのみ認められ、48時間後には頭部の放射能はほとんど消失する。正常例では脳室系に RI は流入しない。この放射能の拡散は患者の動きおよび姿勢には影響されないとされている⁷⁾¹⁷⁾。側脳室に注入した場合、これらの放射性医薬品は、正常例では、直ちに basal cisterns および cisterna magna に達し、2時間後には communicating cisterns より脳表面のクモ膜下腔へと拡がり始め、24時間後には sagittal sinus 附近にのみ認められる。

一般に、髄液の動きは老人では遅く、幼児では速いとされている⁷⁾¹⁷⁾。

Detmer⁵⁾ が ¹³¹I-HSA の脊髄クモ膜下腔内注入後に起こつた aseptic meningitis の1症例を報告して以来、同様の報告がみられるが²⁰⁾、著者らの33回（うち28回に ¹³¹I-HSA を使用）の経験では、本検査に原因すると思われる副作用は認めなかつた。しかし、高濃度の人血清アルブミンを脳脊髄クモ膜下腔内に注入すると meningeal reaction をひき起す可能性があるので、高比放射能の ¹³¹I-HSA を使用する必要があり、投与量も制限されてきた（¹³¹I-HSA 100 μCi、人血清アルブミン量として 2~4 mg）。

この点、Wagner 等によつて開発された ¹⁶⁹Yb-DTPA は前述の如く、種々の優れた特徴を有しており、今後、RI-cisternography, RI-ventriculography の主流を占める薬品となると思われる。髄液中に於ける ¹⁶⁹Yb-DTPA と ¹³¹I-HSA との動態は多少異なつているが、この点については、別に報告する予定である。

一般に、脳脊髄クモ膜下腔内に注入される医薬品の備えるべき特性としては、毒性のこと、抗原性のこと、発熱作用のこと、髄液内で代謝されること、類脂質に溶解しないことなどが要求される¹¹⁾。

次に、RI-cisternography, RI-ventriculography の主な適応を文献および著者らの経験からまとめると表3のようになる。このうち、脳水腫が最も重要な適応となる。

正常人では、髄液の生成、拡散、吸収は微妙な

Table 3. Usefulness of RI Cisternography

- 1) Cerebrospinal fluid rhino-and Otorrhea
- 2) Occult normal pressure hydrocephalus
- 3) Obstructive hydrocephalus
- 4) Subarachnoid blocks secondary to arachnoiditis, subarachnoid hemorrhage
- 5) Intraventricular tumor
- 6) Intradural tumor
- 7) Leptomeningeal cysts
- 8) Porencephaly
- 9) Evaluation of the patency of neurosurgical shunt
- 10) Meningocele
- 11) Spontaneous ventriculostomy
- 12) Subarachnoid cyst
- 13) Cerebrospinal fluid dynamics

バランスが保たれているが、このバランスがくずれると脳水腫を惹起する。脳水腫を発生機序より分けると、髄液を分泌する脳室系と吸収するクモ膜下腔との通路が塞がれて起こる非交通性（閉塞性）脳水腫と、両者の間に交通はあるが吸収の障害によつて生じる交通性脳水腫の二つに大別することができる。

非交通性脳水腫の閉塞部位の診断は、気脳写により明らかにされ得るが、交通性脳水腫では閉塞がないことが明らかにされたとしても、それが吸収障害によるものであることを証明することができない。脳水腫の治療としては、shunt 手術が行なわれるが、交通性脳水腫での Torkildsen 手術は意味がなく、V-A shunt 又は V-P shunt によらなければならぬ。この点、RI-cisternography は簡便にして、shunt 手術の適応の決定に有用である。すなわち、非交通性脳水腫では、腰椎穿刺にて注入された RI は正常の拡散および吸収を示す（症例5）。ときには吸収が軽度遅れることがある。脊髄クモ膜下腔に注入された RI は脳室系には上昇せず、側脳室に注入された RI はクモ膜下腔には拡散しない。

交通性脳水腫は、髄膜炎、クモ膜下出血、手術、外傷等のあとに起る髄膜の癒着および荒廃が原因となつて生じるために、頭蓋内のクモ膜下腔の種々の level での障害が起り得る。外山ら

は交通性脳水腫の場合には、腰椎穿刺にて注入された RI は脳室内へ分布し、脳表クモ膜下腔への拡散はないとしている²⁶⁾。しかし、著者らの経験では、Tator²⁴⁾, Di Chiro¹¹⁾ らも述べている如く、脳表クモ膜下腔の種々の部位での block を認めた（表 4）²²⁾。著者らは、交通性脳水腫の RI-cisternography の所見としては、次の 3 つを考えている。

Table 4. Subarachnoid “blocks” at various levels (Di Chiro)

- 1) low down in the posterior fossa.
- 2) at the tentorial notch.
- 3) at the level of the Sylvian fissures.
- 4) higher up along the superior longitudinal sinus.

1) 隅液の流れ、特に脳表クモ膜下腔への拡散が遅い。また、脳表クモ膜下腔の種々の部位での block を認める（表 4）

2) RI が脳室内に上昇し、長く残存する。
3) sagittal sinus 附近に RI が集積しないか、著明に遅れる。

交通性脳水腫では、側脳室に注入された RI の basal cisterns への移行は遅れるが、数時間後には軽度認められ、大量の RI が脳室内に長時間残存するとされている。

著者らの経験した脳水腫症例は、交通性が 8 例、非交通性が 1 例であつた。交通性脳水腫を原因別に分けると、脳腫瘍術後が 4 例、クモ膜下出血が 1 例、硬膜下血腫術後が 1 例、先天性が 2 例であつた。8 症例の交通性脳水腫の RI-cisternography はすべて異常所見を呈した。すなわち、腰部より脳底部への RI の上昇が遅れ、ついで早期より脳室内に RI の上昇を認める。脳表クモ膜下腔への RI の拡散は全然認められない症例から、脳表に RI の拡散を認めるが sagittal sinus には濃縮されない症例まであり、種々の level でのクモ膜下腔での block が存在した。著者らの症例では、脳表クモ膜下腔へ RI の拡散を全然認めない症例は 3 例、basal cisterns に RI を認めるが天幕切痕を越えない症例 (incisural block) は 1

例、天幕切痕を越えるが脳表面での吸収が悪い症例 (subarachnoid block) は 4 例であつた。このように RI-cisternography では block の部位まで判定できる。

交通性脳水腫で、RI が脳室内に上昇するのは脳表面での吸収が障害されるために、正常人ではとるに足らない ependymal route の髄液吸収が主流を占めるようになり、髄液の流れが脳室に向かうためと考えられている¹⁸⁾。

次に、Schlutzmann²³⁾, Adams¹⁾ らによつて提唱された “occult normal pressure hydrocephalus” なる概念について述べる。occult とは、頭蓋縫合の閉鎖後に脳室の拡大が起こるために頭の大きさは正常であることを意味している。normal pressure とは、脳室拡大によつて頭蓋内圧の上昇が代償されるために、髄液压が正常であるということである。

この病的状態は、髄膜炎、クモ膜下出血等の後にみられ¹²⁾¹⁸⁾、脳室系とクモ膜下腔には交通が存在するが、髄液の循環、吸収に障害が起こるため生じる。PEG、脳血管撮影では脳水腫の所見を示し、RI-cisternography では交通性脳水腫の所見である。臨床症状では除々に進行する知能障害、記憶障害、運動障害等がみられ、これらの症状は外科的 shunt 手術を早期に行なえば劇的な改善がみられることが特徴的である。著者らの症例では、shunt 手術を行なつた “occult normal pressure hydrocephalus” 5 症例全例で著明な効果が得られ、これらの症例の RI-cisternography 所見では、全例で早期に脳室に RI の上昇を認め、しかも長時間脳室内に残存していた。脳表面に RI の拡散の全然認められなかつた症例は 2 例、脳表面に RI の拡散を認めるが吸収が著明に遅れる症例は 3 例であつた。

髄液漏の診断に始めて用いたのは Di Chiro⁶⁾であり、自覚的に全く症状がなく、他検査で発見できなかつた副鼻腔への髄液漏が RI-cisternography で始めて検出できることもある²⁶⁾。髄液漏の有無のみならず、漏出部位まで検出できる。

meningoencephalocele, meningocele 等で

は脳室、クモ膜下腔との交通の有無を知ることができる。これらの疾患では、通常気脳写、ミエログラフィーでは診断困難な場合がある。

また、RI-imaging 装置としては、検出器の方向を自由に変え得ること、RI-cisternography では他臓器シンチグラフィーほどの高度の解像力が要求されないこと、撮像対象の大きさが適当であること、¹⁶⁹Yb-DTPA、^{99m}Tc-HSA 等の被曝線量の少ない放射性医薬品を mCi 単位利用すれば短時間にて多方向よりの観察が容易である等の理由で、検出器としてはシンチカメラが適している。

VII. 結語

1. 著者らの経験した33回（28症例）のRI-cisternography、RI-ventriculography では本検査に原因すると思われるような副作用は認めなかつた。

2. 本検査法はクモ膜下腔およびクモ膜下槽の形態をみるのみでなく、R I の時間的分布をみると、吸収障害の有無を調べるもので、異常の有無は極めて明確に判定することができた。

3. 正常例の¹³¹I-HSA cisternography では注入された R I は、1 時間後に basal cisterns に達し、5 時間後には communicating cisterns に移行し、24 時間後には sagittal sinus 附近に集まり、48 時間後には頭部の放射能はほぼ消失する。少なくとも、48 時間後までに放射能が sagittal sinus 附近に集まらない場合はすべて異常と判定してよい。正常例では脳室系に R I が上昇することはなかつた。

4. 交通性脳水腫と非交通性脳水腫の鑑別には、RI-cisternography、RI-ventriculography が最も確実な検査法と思われる。

5. いわゆる “occult normal pressure hydrocephalus” の早期診断には最も確実な客観的情報を得ることができ、shunt 手術の方法を決定する手段として極めて有力である。

6. 交通性脳水腫ではクモ膜下腔での吸収障害の部位を知ることができる。

7. 非交通性脳水腫は、RI-cisternography では正常所見を呈する。側脳室に注入された R I は脳底部のクモ膜下腔には下降しない。

8. RI-cisternography に用いられる放射性医薬品としては、¹⁵⁹Yb-DTPA が最も適していると思われる。¹⁶⁹Yb-DTPA と¹³¹I-HSA の髄液中の動態は、多少異なるが、この点については、別に報告する予定である。

9. RI-cisternography では R I の大まかな分布状況を追求し、微細な解像力を要求しないので、短時間で任意の方向から容易に検査が可能なシンチレーションカメラが検査に適している。

RI-cisternography の適応について、文献的な考察を加え、著者らの経験を報告し、症例を供覧し、その所見の特徴について述べた。本検査は被検者の負担および副作用が少なく、髄液の動態について多くの情報が得られ、治療方針の決定に有用である。今後普及すべき検査法であると思われた。

稿を終るに臨み、御校閲、御助言を頂いた九大脳外科福井仁士博士に深く感謝いたします。また、症例の御紹介を頂いた、九大脳外科、神経内科、九州中央病院脳外科の諸先生に感謝いたします。

文 献

- 1) Adams, R.D., Fischer, C.M., Hakin, S., Ojemann, M.D. and Sweet, W.H.: Asymptomatic occult hydrocephalus with "normal" cerebrospinal fluid pressure: A treatable syndrome. *New Engl. J. Med.* 273 (1965), 117-126.
- 2) Bakay, L.: Present knowledge of CSF dynamics. *Central nervous system investigation with radionuclides*. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, U.S.A., 1971.
- 3) Bell, R.L.: Isotope transference test in the diagnosis and treatment of hydrocephalus. *Int. J. Appl. Radiat.* 5 (1959), 89-93.
- 4) Cooper, J.F., Stern, H.S. and Deland, F.H.: A "Kit" for preparation of high specific activity ^{99m}Tc albumin for cisternography and blood pool imaging. *Radiology* 95 (1970), 533-537.
- 5) Detmer, D.E. and Blacker, M.: A case of aseptic meningitis secondary to intrathecal injection of ¹³¹I human serum albumin. *Neurology* 15 (1965), 642-643.
- 6) Di Chiro, G., Reams, P.M. and Mathews, W.B.: RISA-ventriculography and RISA-cisternography. *Neurology* 14 (1964), 185-

- 191.
- 7) Di Chiro, G.: New radiographic and isotopic procedure in neurological diagnosis. *J.A.M.A.* 11 (1964), 524—529.
 - 8) Di Chiro, G. and Grove, A.S. Jr.: Evaluation of surgical and spontaneous cerebrospinal fluid shunts by isotope scanning. *J. Neurosurg.* 24 (1966), 743—742.
 - 9) 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 (1968), 522—529.
 - 10) Di Chiro, G., Ashburn, W.L. and Briner, W.H.: Technetium Tc-99m serum albumin for cisternography. *A.M.A. Arch. Neurol.* 19 (1968), 218—227.
 - 11) Di Chiro, G.: Radioisotope cisternography. Central nervous system investigation with radionuclides. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, U.S.A., 1971.
 - 12) Foltz, E.R. and Ward, A.A. Jr.: Communicating hydrocephalus from subarachnoid bleeding. *J. Neurosurg.* 13 (1956), 546—556.
 - 13) Heinz, E.R., Davis, D.O. and Karp, H.E.: Abnormal isotope cisternography in symptomatic occult hydrocephalus. *Radiology* 95 (1970), 109—120.
 - 14) Hodak, J., Cho S. and Noken, M.K.: Scintiphotography of the subarachnoid space. *J. Nucl. Med.* 7 (1966), 344.
 - 15) Hosain, F., Reba, R.C. and Wagner, H.N. Jr.: Ytterbium-169 diethylenetriamine penta-acetic acid complex: A new radiopharmaceutical for brain scanning. *Radiology* 91 (1968), 1199—1204.
 - 16) Hosain, F., Reba, R.C. and Wagner, H.N.: Measurement of glomerular filtration rate using chelated Ytterbium-169. *Int. J. Appl. Radiat.* 20 (1969), 517—521.
 - 17) James, A.E., Deland, F.H., Hodges, F.J. and Wagner, H.N. Jr.: Cerebrospinal fluid (CSF) scanning: Cisternography. *Am. J. Roentgenol.* 110 (1970), 74—87.
 - 18) Lemay, M. and New, P.E.J.: Radiological diagnosis of occult normal-pressure hydrocephalus. *Radiology* 96 (1970), 347—358.
 - 19) Millen and Woolam: The anatomy of the cerebrospinal fluid. London, Oxford University Press, 1962.
 - 20) Nicol, C.F.: A second case of aseptic meningitis following isotope cisternography using ^{131}I human serum albumin. *Neurology* 17 (1967), 199—200.
 - 21) Oldham, R.K. and Staab, E.V.: Aseptic meningitis following the intrathecal injection of radioiodinated serum albumin. *Am. J. Roentgenol.* 97 (1970), 317—320.
 - 22) Pen-TZ Lin, J., Goodkin, R., Tong, E.C.K., Epstein, F.J. and Vinciguerra, E.: Radioiodinated serum albumin (RISA) cisternography in the diagnosis of incisural block and occult hydrocephalus. *Radiology* 90 (1968), 36—41.
 - 23) Shulzman, K., Martin, B.F., Popoff, N. and Ransohoff, J.: Recognition and treatment of hydrocephalus following subcutaneous subarachnoid hemorrhage. *J. Neurosurg.* 20 (1963), 1040—1049.
 - 24) Tator, C.H., Fleming, J.F.R., Sheppard, R.H. and Turner, V.M.: A radioisotopic test for communicating hydrocephalus. *J. Neurosurg.* 28 (1968), 327—340.
 - 25) Taveras, J.M. and Wood, E.H.: Diagnostic neuroradiology. 304—317, The Williams & Wilkins Company, Baltimore, U.S.A., 1964.
 - 26) 外山香澄, 中山耕作, 根本弘之, 志田寿夫, 青木広市: 脳室および髄腔スキャニング法による検討。脳と神経23 (1971), 53—63。
 - 27) Wagner, H.N., Hosain, F. and Rhodes, B.A.: Recently developed radiopharmaceuticals: Ytterbium-169 DTPA and Technetium-99m microspheres. *Radiol. Clin. North. Am.* 7 (1969), 233—241.
 - 28) Wagner, H.N. Jr., Hosain, F., Deland, F.H. and Som, P.: A new radiopharmaceutical for cisternography: Chelated Ytterbium 169. *Radiology* 95 (1970), 121—125.
 - 29) 渡辺克司, 稲倉正孝, 古賀健治, 福井仁士: ^{131}I -RISA cisternography の経験, 核医学 7 (1970), 226.