

[講座]

RI-Cisternography

牧 豊\* 国保能彦\*

(昭和48年7月9日受付)

Keywords: RI-Cisternography, CSF, bulk flow, hydrocephalus,

はじめに

RI-cisternography (CSF-scanning) とは RI を脳脊髄液 (CSF) の中に注入し、諸条件を少しも変えることなく体外から CSF の流れを観察する検査法である。すなわち、《第三の循環》といわれる CSF の循環動態が Radioisotope (RI) を用いて可視化で来るようになった。現在では臨床神経学関連科ではルーチンの検査法の1つである。

この、少しも諸条件を変えないことなどという必要条件を満たさねばならないことが、過去数十年間、髄液生理学発展にとって大きな隘路となっていた。

CSF の産生、吸収さらにその循環に関する個別的な、秀れた研究が重ねられて来たにもかかわらず、生理的な hydrodynamic condition を全くかえずに、また、脳室上衣やくも膜の異物反応を惹起することなしに得られた成績はなく、常に推測を加えねばならぬ部分を含んでいた。<sup>1)2)</sup>しかし、それらの研究の成果より、われわれは、次のごとくに教えられてきた。すなわち、脳脊髄腔内に 140~180ml の CSF が存在し、CSF は 1日に 400~500 ml 程度産生される。脳室内脈絡叢で産生された CSF は Monro 孔、第3脳室、中脳水導を経て、第4脳室背側の Luschka および Magendie 孔より大槽および基底槽へ流出する。次いで、次の2つのルートに分れ、脳表のくも膜顆粒から静脈系へと吸収される。(図1)

① 中心ルート

脳底槽→脚間槽→視交叉槽→脳梁槽  
→迂回槽→大大脳静脈槽

② 側方ルート

脳底槽→シルビイ槽→脳表の傍矢状域のくも膜顆粒で吸収

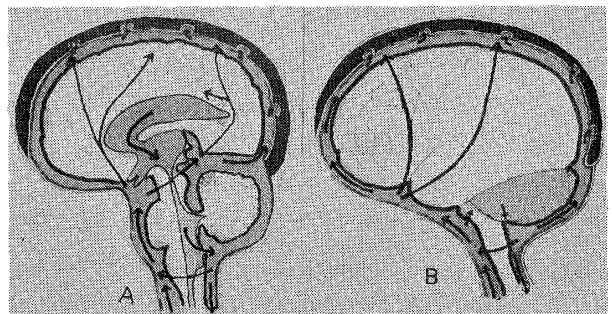


図1. 脳脊髄液の流れ

- A: 矢状断面図。大脳縦裂を通過して CSF が上昇している。本文中の中心 route である。
- B: 大脳表面の側頭溝を通過している。本文中の側方 route に相当する。

この大きな流れを CSF の bulk flow という。この Key-Retzius-Weed 説はその大筋においては正しいが、細部において近年かなり修正が加えられている。すなわち、脳室系の脈絡叢から排出され2つのルートで脳表の傍矢状域へ流れるという点では修正はないが、《CSF の産生は CSF の存在するすべての場所で行なわれ、脈絡叢はその重要な部分を占める。一方、CSF の吸収は CSF の存在するすべての場所で行なわれ、くも膜顆粒が主たる場所である》と産生と吸収に関する点での修正がなされているのである。

例えば、CSF 産生に関しては実験的に中脳水道を閉塞して水頭症を作ってみると、脳室系ではなく、くも膜下腔で産生される CSF が全体の半分以上を占めることが判明している。臨床的にも脳室壁全体から想像以上に CSF が滲みでてくる事実は、脳室壁を手術中に開いた際に、よく経験するところである。また、<sup>35</sup>S をラベルした蛋白を CSF 中に投与してその移動状態を調べてみると、<sup>1)3)</sup> 脈絡叢、脳室上衣および上衣下、軟膜および軟膜下、くも膜顆粒などに <sup>35</sup>S が証明されている。それらの

\* 千葉医会誌千葉大脳神経外科

YUTAKA MAKI, YOSHINIKO KOKUBO: On the RI-Cisternography.

Department of Neurological Surgery, School of Medicine, Chiba University, Chiba.

Received for publication, July 9, 1973.

部位に明らかに吸収機能があると理解される所見が見られる。

さらに実験的にも臨床的にも、Monro 孔が閉塞すれば側脳室が、中脳水道が閉塞すれば側脳室と第3脳室が、Luschka-Magendie が閉塞すれば全脳室系が拡大することは事実である。しかし中脳水道閉塞による水頭症が頭蓋骨縫合の離開と脳実質の非薄化により代償するとしても、脳容積と髄液産生量との大きな差から旬日経ずして第3脳室か側脳室は破裂するはずであり、生命は危ういはずである。しかし患児は頭囲を拡大し相当期間に亘り哺乳もするし発育もする。

以上は、CSF bulk flow が、以前われわれが教育され信じてきたような《一方通行的》なものではなく、もっと複雑かつ巧妙な機構のもとにあることを示している。そしてこの機構が障害されると、成人なら知能低下、集中力減退、歩行障害、失禁など (Hakim 症候群)<sup>4)</sup>を呈し、子供の場合は精神的身体的発育遅延や死に至るほどの全身的な抵抗力の減退を来す。それらを早期に適確に診断しさらに予後を判定する際の有力な手段が本文の主題である RI-cisternography なのである。

RI を髄液腔に投与して体外から RI の動きを最初に観察したのは Bauer and Yuhl (1953)<sup>5)</sup> であるが、その後、測定器具が GM counter<sup>6)</sup> から scanner さらに scintillation camera へと医学エレクトロニクスの面で発達し、体表から RI の動きを描出することが容易となった。これを、CSF flow dynamics の検査法として、RI-cisternography と命名し、現在の発展の基礎を築いたのは DiChiro (1966)<sup>7)8)9)</sup> である。その後、成人ボケ (痴呆) の中から正常圧水頭症と称する水頭症が診断され手術により容易に治療可能であることが判明してから、<sup>4)</sup> 本法の診断力が評価され、にわかに普及してきた。

本検査は水頭症ばかりでなく、CSF の循環障害によるいくつかの病態を解明しつつある。

#### RI-cisternography の方法とその診断

CSF には図1のような bulk flow があるから腰椎穿刺であるいは直接脳室系へ RI を注入し、適当な時間 (planning と称し、例えば1時間、3時間、6時間、24時間、48時間、72時間) が経過してから各方向 (通常は前面像、後面像、左右の側面像、さらに必要なら頭頂像や後頭蓋下像、脊髄ならば後面像) を scanning するか scintillation camera で記録する。撮影には各方向2分もあれば十分である。

正常者では、使用核種の違いおよび年齢差により、

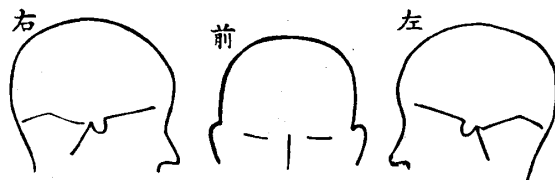
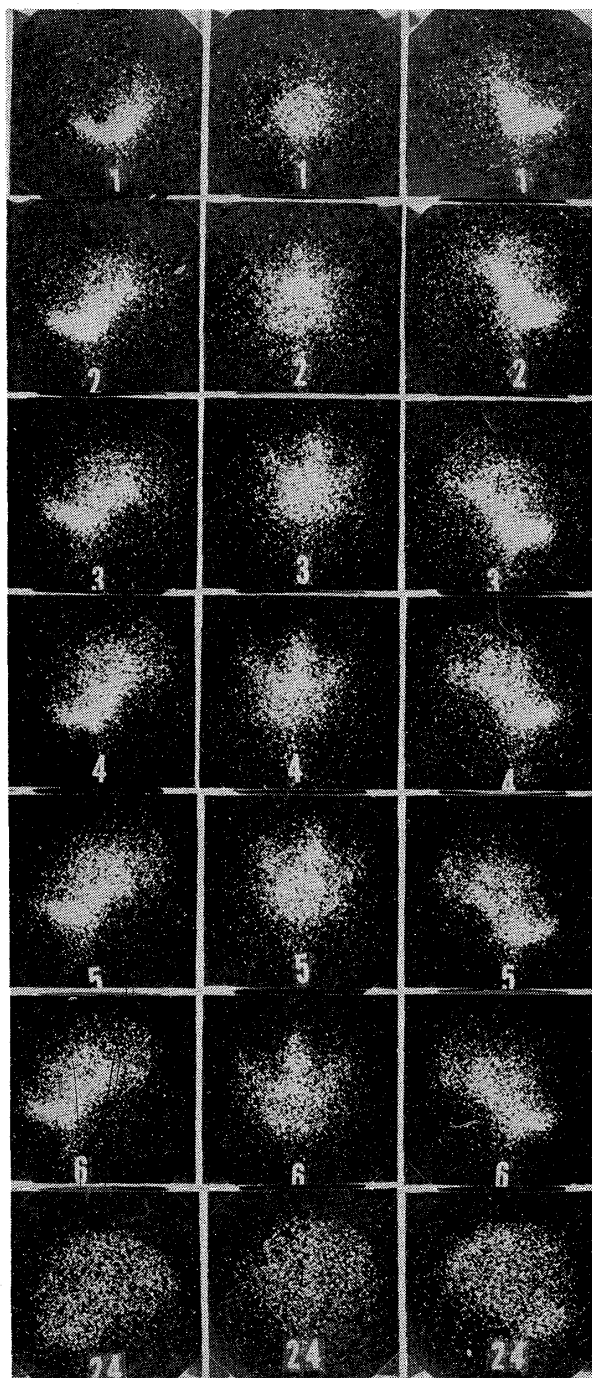


図2. Cisternography の正常 pattern

前面像の6時間で3本の main routes がはっきりしている。中心 route の高さが側方 route より位置が高いことに注意。左右の側面像が鏡像になっている。24時間で diffuse な activity であり、すでに最高時を過ぎて clear された状態である。

cisternography 上の時間的な経過の差はあるが、形態的な差はなく、みな図2のごとき pattern である。一般的に言って、若いほど時間的な推移が早く、<sup>131</sup>I-HSA より <sup>169</sup>Yb-DTPA の方が流れが早い。

腰椎穿刺で核種が注入されると、1時間以内に脳底槽に activity が出現する。直接脳室内へ注入すれば10分以内に脳底槽に出現する。2時間以内には脳底槽全体を満す濃い activity となる。これが流れて3~6時間で前述の中心ルートに相当する中央部の activity と、側方ルートに相当する左右の二筋の activity が出現しはじめ、17時間~24時間にそれらが最高の activity となり、傍矢状域に集積してくる。やがて静脈系に吸収排泄され48時間では activity は非常に弱くなるが、10%位の人にはその時点でも傍矢状域に activity が残っている。<sup>10)</sup>

1時間以内に脳底槽に activity が出現しなければ腰髄から頸髄の間に閉塞の可能性を有するが、大部分は硬膜下または硬膜外穿刺でくも膜下腔に核種が入らないためであり、その場合には穿刺部位の activity が christmas tree type とか rail road truck などと称する特殊な形態を示す。<sup>11)</sup>

診断に際していくつかの指標がある。まず、正常成人では腰椎穿刺で注入された場合脳室内に activity が出現することがない。ところが bulk flow dynamics が乱れてくると“一方通行”ではなくなり、脳室内に activity が逆流することがある。この状態を ventricular reflux と称する (entry と称したり penetration ともいう)。さらに、障害の部位と程度により脳室内に出現した activity がいつまでも残っている場合と、6時間程度で消失してしまう場合とがあり、前者を ventricular stasis、後者を early reflux と称する。stasis か early reflux かということ、脳室短絡術の適応となるかどうかの指標であり、また、この手術が水頭症にとっては唯一の恒久的な外科治療なのであるから、見逃すことのできない重要な所見である。

第2は、脳表くも膜下腔での RI-activity の移動、すなわち bulk flow に障害があるかということである。それをくも膜下腔の閉塞による block と称する。図3に示すように block の起りやすい場所は決っていて、正常の場合に見られる部位と時間に activity が出現しないか、あるいは不完全 block ならば非常に遅れて出現する。

第3は、全体の RI の activity の消失の早さかどうかということである。これを clearance と称する。傍矢状域のくも膜顆粒が主たる役割を果していると考えられ

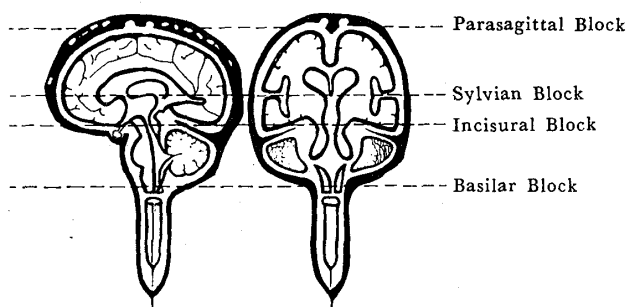


図3. Block の起り得る部位  
水頭症に限らず、この4カ所で bulk flow は障害されやすい。

るが、前述のように他の部分も関係しているし、核種の担体の分子量も大いに関係している。

ここで間違いやすい事実を指摘しておかなければならない。今まで筆者らは RI の activity を記録したものが CSF そのもののように述べてきたが、厳密に言えば、CSF 内に存在する高分子量の物質の流れを記録しているのであり、CSF のうち純粋な水や電解質の流れを見ているわけではない。生理的にも存在する CSF 中の種々の物質がどのように移動するのかということも大切なことではあるが、水がどう動くかということが何にもまして決定的な因子である。しかし <sup>169</sup>Yb-DTPA を使用している現在、CSF そのものの大きな流れは cisternography で記録されたものであると見なしても、臨床上は何等の不都合はないと筆者らは考えている。

使用核種: 表のように歴史的には種々の核種が使用されてきた。それぞれに長所と短所があるが、cisternography に至適な RI とは、つぎのいくつかの条件が満されるものでなければならない。<sup>12)13)</sup>

(i) 検査の間、bulk flow に入れられた RI が傍矢

表1. 使用核種

Radioisotope	Reporter	Year
<sup>131</sup> I human serum albumin	Bauer, Yuhl	1953
<sup>198</sup> Au colloid	Rieselbach	1962
<sup>99m</sup> Tc pertechnetate	DiChiro	1966
<sup>99m</sup> Tc human serum albumin	Hodak DiChiro	1966
<sup>203</sup> Hg chlormerodrin	Cabassa	1967
<sup>67</sup> Ga EDTA	McQueen	1967
<sup>113m</sup> In Colloid	Touya	1969
<sup>169</sup> Yb DTPA	Wagner	1970
<sup>111</sup> In Colloid	Matin	1970
<sup>111</sup> In-transferrin	Matin	1970

状域に達するまでは髄液—血管関門などから逃げてしまわず、同時にそれ以後、速かに排泄されてしまうこと。<sup>13)</sup> これは担体の分子量、物理学的半減期、生物学的半減期、有効半減期、腎被曝量などの問題である。

(ii) CSF flow の生理を変えないものであること。これは投与量が極く少量でなければならぬことと同時に、刺激症状として無菌性髄膜炎を起さないことが必要であることを意味する。

(iii) 適当なエネルギーの  $\gamma$ -ray emitter であること。これは人体の被曝量を抑え、かつ scintillation camera に鮮明に映すことができるほどの量を投与するために必要である。

その他に、貯蔵が簡単容易であること、入手が簡単容易であること、廉価であることなどであるが、以上を一応満すものとして以前は  $^{131}\text{I}$ -HSA が、最近では  $^{169}\text{Yb}$ -DTPA がもっとも多く使用されている。

$^{131}\text{I}$ -HSA は廉価ではあるが無菌性髄膜炎の報告で散見され極端に嫌う人々もいる。 $^{169}\text{Yb}$  はその点副作用もなく、 $^{131}\text{I}$ -HSA のように  $\beta$  線を含まないため、 $^{131}\text{I}$ -HSA の10倍量の1 m Ci まで投与可能で鮮明な画像を得ることができる。しかし生物学的半減期10時間に比し物理学的半減期32日と長いのが将来問題になると思われる。

$^{111}\text{In}$  は物理学的半減期が2.8日と短かくエネルギーも172—247 Kw の  $\gamma$  線であり cisternography には恰好の核種と考えられ使用されつつある。<sup>14)</sup>

しかし、以上のいずれの核種による画像でも解剖学的詳細に関しては不十分である。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  は半減期6時間で余りにも短かいのが難点であるがその解剖学的詳細を得るには極めてすぐれている。<sup>15)</sup> やはり cisternography の目的に応じ核種は決定すべきと考えられる。

検査による合併症：単に腰椎穿刺をするだけでも無菌性髄膜炎が起り得るのであるから、穿刺し、物質を注入すれば髄膜炎刺激症状が出現してもおかしくはない。

$^{131}\text{I}$ -HSA は人血清アルブミンを緩衝剤のもとで  $^{131}\text{I}$  の担体としている。そのために注入後に頭痛、嘔吐、発熱、CSF 中の蛋白量の増加、糖量の減少、細胞数の増多などを時に呈する。<sup>16)</sup> これに反し、 $^{169}\text{Yb}$ -DTPA  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  DTPA などは化学的に安定なキレート化合物であり、髄膜炎刺激症状はほとんどみとめられてない。したがって Inulin を担体とした  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  なども同じ危険性を有している。

#### 対象疾患

本検査は、各種の水頭症の診断、各種の subarachnoid

block の観察（外傷、炎症、出血などによる。）CSF 漏（鼻漏、耳漏）の発見、水頭症の shunt の開存の証明、脳腫瘍、各種の脳奇形、くも膜奇形の発見などの外に CSF 循環動態の異常の想定される場合などが対象となる。1970 年以後著者らが経験した 300 例の中から代表例を示す。

#### (i) CSF 漏<sup>17)~22)</sup>

外傷、炎症、腫瘍の浸潤などで篩骨板や前頭洞、錐体骨が破壊され、同時に硬膜に損傷が及べば CSF が頭蓋外へ漏れ出てくる。安静にしても流れてくるほどはっきりしていれば診断に苦しまないが、原因不明の反復性髄膜炎などと診断され見逃されることがしばしばある。<sup>20)</sup> したがって、X 線断層撮影で骨折が疑われる程度で確診できない場合は本法が有力な診断法であり、この疾患に続発する気脳症や髄膜炎の予後の重大さを考慮すれば、頭蓋内外が通じているか否かを決定することがぜひ必要である。cisternography 上は注入後 2~3 時間以上経過してから、正常には出現しない鼻腔内、耳孔内に相当する部分に、activity が出現する。またそれからの液体に activity を記録すれば確実である。しかし、本法で証明されない場合もあることに留意すべきである。

#### (ii) shunt 開存の確認<sup>23)~25)</sup>

shunting operation を施行された患者が再び意識状態が低下したり嘔吐を繰り返すなど臨床症状が悪化し、shunt が閉塞したのではないかと疑われることがある。しかしこの場合は、同時に shunt を必要とした基礎疾患の悪化も考えなければならない。よって開存の有無は確診されなければならない。

現在最も使用されている shunt system は Pudenz valve であるが、われわれはその chamber を指先で押して戻り具合をみることにより、開存の有無を知るが、chamber の動がスムーズでない場合には判定に迷い、

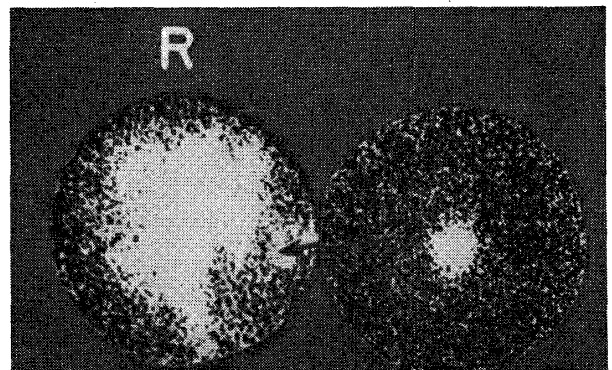


図4. 鼻漏

左図の矢印は異常な activity を、右図は濾紙上の activity を示す。

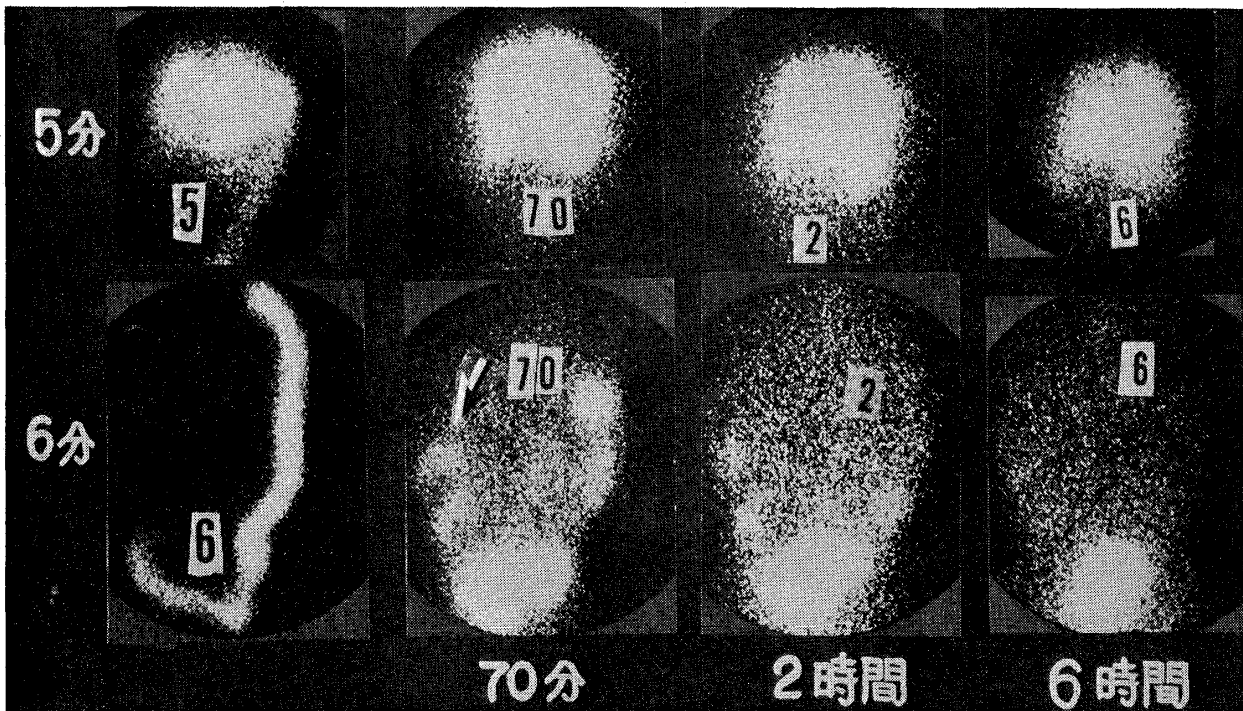


図5. Shunt patency

上段は脳室内 activity, 下段は胸腹部の tube の activity で, 1 時間以後には Douglas's cul-de-sac の activity が明らかである。

再手術をきめかねることがある。その場合, RI を shunt system に直接注入し shunt tube 沿いの activity と脳室内の activity をスキャンニングすれば確実に判定がくだせる (5 図)。

腰椎穿刺で注入された場合は, 6 時間後の脳室内が僅かにある程度で小脳テントより上部の activity が著明ならば shunt は働いていない。6 時間後の脳室内が著明でテントより上部の activity がなければ開存している。<sup>25)</sup> しかし shunt 後には flow dynamics が, shunt 前とは大いに異り, flow pattern が一見正常化してしまう場合があり, 脳室内に RI が入らず, shunt が働いていないと誤る可能性があることに注意しなければならない。<sup>26)27)</sup>

(iii) 慢性硬膜下血腫または硬膜下水腫<sup>28)29)</sup>

脊髄腔内での上昇が遅く, 血腫側の脳表面のくも膜下腔が消失しているから患側における activity が出現しない。健側は代償的に activity が強く出現し, 全体のクリアランスも遅れる。(図 6)

(iv) 頭部外傷 (脳挫傷)

臨床上是慢性期に入ってから CSF flow dynamics が重要な問題となるが,<sup>31)</sup> その典型例が外傷後の水頭症である。このような時は, 髄液圧は高いことも正常圧であることもある。脳室の拡大も非常に軽いものから, 高度に拡大しているものまで, さまざまである。cistern-

ography を実施してみると, テント切痕部における完全または不完全な閉塞と, その直前の activity の増強 (筆者らは prestenotic retention と称している) のあることが比較的多く, 全体のクリアランスも遅れている (図 7)。これは外傷例の病理報告の結果ともよく一致する所見である<sup>30)</sup>。われわれが経験した症例の中には, 典型的な水頭症症状と切痕部閉塞を有した患者が, 症状が改善すると同時に閉塞も著しく改善していた例があり flow dynamics が改善されれば病状も改善されるという意味で重要である。

(v) 水頭症<sup>13)</sup>

種々の原因で脳室が拡大し, CSF 量が増大して, さまざまの症状を呈する疾患が水頭症であるが, これは cisternography が診断と予後判定に有力な武器となる疾患のうち最も典型的なものであり, 過去に報告も非常に多い。特に前述のように正常圧水頭症が問題となつて以来, 欠くべからざる検査法となっている。

i 非交通性水頭症

腰椎穿刺で注入されれば当然 RI は脳室に入らない。脳圧亢進だけでは CSF flow pattern は変らないが, 拡大した脳室のために脳表のくも膜下腔が圧迫されるから, cisternography 上は正常か僅かに傍矢状域の集積が遅れる程度である。ときにはテント切痕部でのヘルニアが起るから, 脳底槽以上の activity が見られないこ

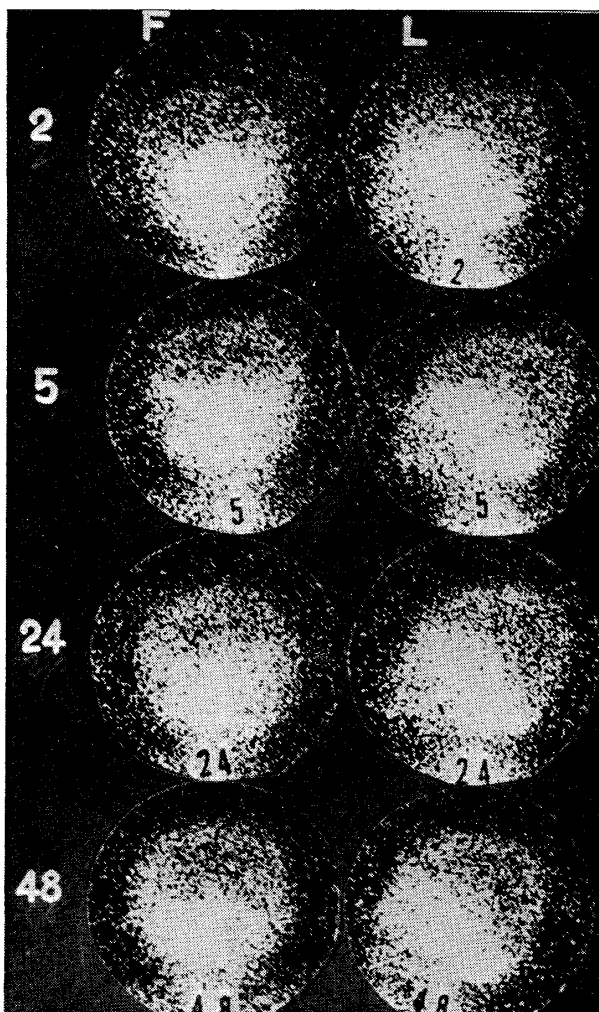


図 6. 両側性慢性硬膜下血腫

前面像で3本の main routes に activity が出現せず、左側面像で頭頂部から後頭部にかけて activity が低い。一方、48時間でも全体に activity が残っており、delayed clearance の状態である。

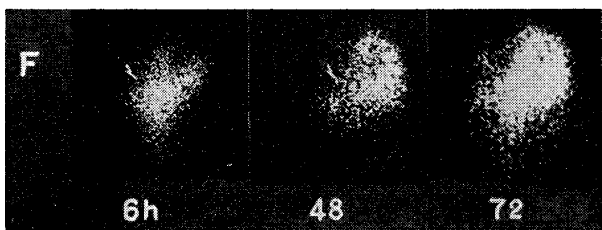


図 7. 外傷による incisural block

activity は矢印の部から先に上昇しない。反対側の enlarged filling も著明である。図は前面像のみである。

とがある。したがって、この型の水頭症では、直接脳室内へ RI を注入することと PEG, PVG など他の手段の併用が必要である。

ii 交通性水頭症

二つの型があり overt (閉塞部位の明らかな) type と

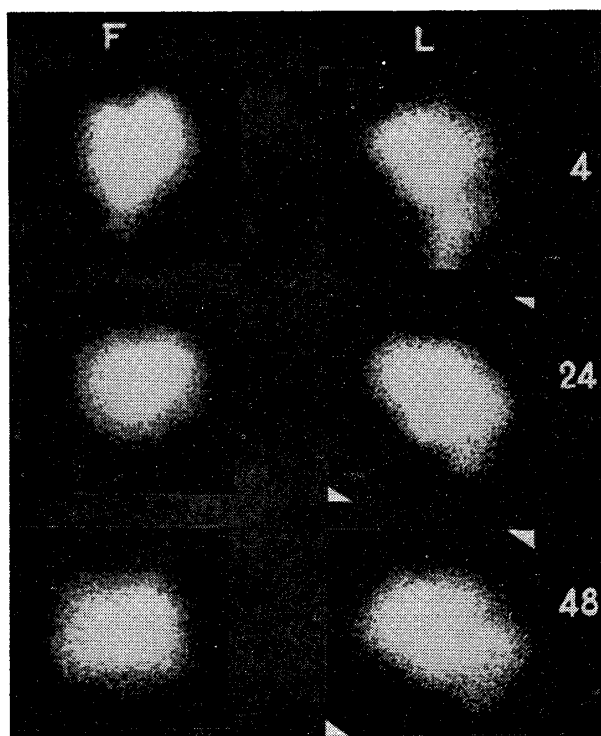


図 8. 交通性水頭症

reflux が4時間で脳室内に存在する。48時間で脳室内 activity が著明である。正面像でハート型をしている。

occult (閉塞部位の不明な) type と称する。

前者はその閉塞部位が通常はテント切痕部、脳表面部、脳幹部にある。cisternography 上は著明な ventricular reflux が特徴である。しかも stasis の状態で、2時間位で出現し48時間以上も脳室内に残っていることがあり、それは後述する萎縮性水頭症に比べて早く現われて長く残っているようである。lateral view でC字型、frontal view でハート型 back view で蝶々型に見える。

後者は正常圧水頭症のことであり、くも膜下出血後のくも膜肥厚と癒着に起因するくも膜顆粒の吸収機能不全がその原因であるとされている。cisternography 上は overt type と区別しにくいこともあるが、RIのゆっくりした移動と ventricular reflux が著明であること、さらに傍矢状域への集積が非常に少いか無いことが所見である (図 8)。

iii 。交通性萎縮性水頭症

広範囲萎縮型と局所萎縮型の二つに分けられる。前者は老人性変化をはじめ種々の変性などにより大脳が萎縮し脳室が拡大したものであるが、CSF が貯溜する場所は脳室だけではなく脳底槽や脳表面にも多量に貯溜する。したがって、cisternography 上はくも膜下腔の拡

大した部分に enlarged filling があり、全体のクリアランスも遅れる。大脳表面での閉塞はないが、傍矢状域への集積が24時間から48時間に見られるほど遅れる。ときに脳室内に activity が出現しても、前述の交通性水頭症ほど長くは存在しない。

後者は局所的に脳が傷けられて脳実質が欠損した場合で porencephaly が一つの具体例である。cyst には吸収機能があるから脳室内への逆流が起り、reflux として所見が得られる。

水頭症の cisternography に関する報告は数多く、それらを詳細に検討すると相反する結論がしばしば見られるが、以上に述べてきたところが、われわれおよび諸家の大体一致するところである。

水頭症を治療する場合、唯一の外科的手段である shunt operation の適応の決定にこの検査法が使われる。つまり前述の通り、reflux がないかあっても early reflux の状態ならば、shunt は無効である。また shunt 後の CSF flow pattern 変化には、つぎの三つがある。第1は reflux のスピードアップである。第2は全く正常化してしまい reflux も消失する。第3はこの検査でしか判らぬ重要な所見で、施行前には到達しなかった位置にまで activity が及ぶことである。この第3の結果は、半球上のくも膜下腔が再び通り始めているか、あるいは頭蓋内圧低下の後で CSF 吸収経路が別にできていることを暗示しており非常に重要である。

### おわりに

以上述べてきたように RI-cisternography は CSF の関連した分野では必須の検査法であり、ほとんど確立されたものであると言える。そしてこれまでは単に外傷や脳血管障害の後遺症と診断されて放置されていた多くの疾患が、その CSF の循環障害が原因であるという病態生理にもとずいて治療が行なわれるようになったのである。しかし、未だいくつかの問題点は残っている。

第1は、脳スキャンと同様にこの検査では目的部位の解剖学的詳細を描出できないということである。CSF が存在する場所の大きさを見るだけならば気脳写や脳室写で十分であり、一面ではそれらの方が勝っている。理論的には  $^{131}\text{I}$ -HSA では解析能を 1.2 cm 以下にはできないし、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  でも 1.1 cm 以下にはできない。collimeter の角度を変えて迂回槽を他の槽と区別する撮影方法や scintitomography や stereo<sup>33)</sup> を利用するなどすれば、相当の改良がなされると思われる。

第2は、CSF flow dynamics 固有の特徴として致し

方ないことではあるが、検査の完成に数日もの時間が必要なことである。1つの試みとして、10% dextrose 3 cc と前述の RI とを混合し、hyperbaric cisternography<sup>34)</sup> を試み時間の短縮をはかっている報告もある。

$^{169}\text{Yb}$ -DTPA と  $^{131}\text{I}$ -Albumin のスピードの差からしてもやはり何らか核種や担体の開発の必要と思われる。

第3は、もはや診断面でも pattern 認識ではなく、コンピューターと直結した定量的分析にもとづく診断が導入されるべきであり、すでに実施している施設も多い。しかし、わが千葉大学の現況では何時のことになるか見通しはない。

以上、CSF の生理と最近実用化された cisternography について簡単に述べた。

(RI 検査について放射線科の協力を深謝します)

### 文 献

- 1) Milhorat, H. T.: Hydrocephalus and the cerebrospinal fluid. Williams and Wilkinson Comp. Baltimore. ppl-237, 1972.
- 2) Davson, H.: physiology of the cerebrospinal fluid. J. and A. Churchill, London, ppl-199, 1970.
- 3) Milhorat, H. T., Hammock, M. K.: Isotope ventriculography. Interpretation of ventricular size and configuration in hydrocephalus. Arch. Neurol. 25, 1-8, 1971.
- 4) Hakim, S and Adam, R. D.: Special clinical problem of symptomatic hydrocephalus with normal cerebrospinal fluid pressure. J. Neurol. Sc. 2, 307-309, 1965.
- 5) Bauer, F. K. and Yuhl, E. T.: Myelography by means of  $\text{I}^{131}$ : Myeloscintigram. Neurology (Mineap.) 3, 341-346, 1953.
- 6) Bell, R. L.: Isotope transfer test for the diagnosis of ventriculosubarachnoid block. J. Neurosurg. 14, 674-679, 1957.
- 7) DiChiro G., Reams, P. M., Matthews, W. B.: RISA ventriculography and RISA cisternography. Neurology (Mineap.) 14, 185-191, 1964.
- 8) DiChiro G.: Movement of the cerebrospinal fluid in human beings. Nature, 204, 290-291, 1964.
- 9) DiChiro, G.: Observations on the circulation of the cerebrospinal fluid. Acta Radiol. (Diag.)



- 5, 988-1002, 1966.
- 10) James, A. E., New, P. F., Heinz, E. R., Hodges, F. J., Deland, F. H.: A cisternographic classification of hydrocephalus *Radiology*, 115, 39-49, 1972.
  - 14) Larson, S. M., Schall, G. L., DiChiro, G.: The influence of previous lumbar puncture and pneumoencephalography on the incidence of unsuccessful radioisotope cisternography. *J. Nucl. Med.* 12, 555-557, 1971.
  - 12) DiChiro, G., Ashburn, W. L., Briner, W. H.: Technetium Tc 99 m serum albumin. The use of high specific activity technetium Tc 99 m albumin as a tracer for subarachnoidal and ventricular scintiphotography. *Arch. Neurol.* 19, 218-227, 1968.
  - 13) Hosain, F. Reba, R. C., Wagner, H. E.: Ytterbium-169 Dimethylenetriamine-pentaacetic acid complex. *Radiology*. 91, 1199-1203, 1968.
  - 14) Matom, P., Goodwin, A.: Cerebrospinal fluid scanning with <sup>111</sup>In. *J. Nucl. Med.* 12, 668-672, 1971.
  - 15) Som, P, Hosain, F, Wagner, H. N. Scheffel, U.: Cisternography with chelated complex of 99 mTc. *J. Nucl. Med.* 13, 551-553. 1972.
  - 16) Messert, B., Rieder, M. J.: RISA cisternography. Study of spinal fluid changes associated with intrathecal RISA injection. *Neurology*. 22, 789-792, 1972.
  - 17) Ashburn, W. L., Harbert, J. C., Brinner, W. H. DiChiro, G.: Cerebrospinal fluid rhinorrhoea studied with the gamma scintillation camera. *J. Nucl. Med.* 9, 523-529, 1968.
  - 18) DiChiro, G., Ommaya, A. K., Ashburn, W. L. and Brinner, W. H.: Isotope cisternography in the diagnosis and follow up of cerebrospinal fluid rhinorrhoea. *J. Neurosurg.* 28, 522-529, 1968.
  - 19) Ommaya, A. K., DiChiro, G., Baldwin, M and Pennybacker, J. B.: Non traumatic cerebrospinal fluid rhinorrhoe. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* 31, 214-225, 1968.
  - 20) Front, D. and Penning, L.: Occult spontaneous cerebrospinal fluid rhinorrhoea diagnosed by isotope cisternography. *Neuroradiology*, 2, 167-169, 1971.
  - 21) Jacobson, J. Maron, A. G.: Localization of cerebrospinal fluid rhinorrhoea. *Arch. otolaryngeal.* 93, 78-80, 1971.
  - 22) Allen, M. B., Gammal, T. E. L., Ihnen, M., Cowan, M. A.: Fistula detection in cerebrospinal fluid leakage. *J. Neurol., Neurosurg., Psychiat.* 35, 664-668, 1972.
  - 23) Kagen, A., Tsuchiya, G., Patterson, V., Sugar, O.: Test for patency of ventriculovascular shunt for hydrocephalus with radioactive iodinated serum albumin. *J. Neurosurg.* 20, 1025-1028, 1963.
  - 24) DiChiro, G. and Grove, A. S.: Evaluation of surgical and spontaneous cerebrospinal fluid shunts by isotope scanning. *J. Neurosurg.* 24, 743-748, 1966.
  - 25) Matin, P.: Cerebrospinal fluid scanning and ventricular shunts. *Radiology*. 94, 435-438, 1970.
  - 26) 高梨邦彦: RI 診断, 小児神経学の進歩, 2, 117-135, 1972.
  - 27) 外山香澄: 脳室及び髄腔スキャンニング法における検診脳と神経, 23, 53-63, 1971.
  - 28) 牧 豊, 河野守正, 能勢忠男, 中川邦夫, 吉井与志彦: 脳血管写上 cortical clearing を呈した症例の RI-cisternography 第14回日本小児神経研究会集 pp. 26-27, 1972. (投稿中)
  - 29) Alazraki, M. P., Halpern, S. E., Rosenberg, R.N., Ashburn, W. L.: Accumulation of <sup>131</sup>I-labeled albumin in a subdural hematoma demonstrated by cisternography. *J. Nucl. Med.* 12, 758-760, 1971.
  - 30) 河野 林: 脳外傷後発生内水頭症, 脳神経外傷, 5, 37-48, 1973.
  - 31) Ashburn, W. N., DiChiro, G.: Cisternography and ventriculography with radionuclides. *Central nervous system investigation with radio nuclides.* Ed. by Glison, A. J. pp 310-316, 1971.
  - 32) McCullough, D. C.: Radioisotope cisternography in the evaluation of hydrocephalus in infancy and childhood. *Radiology*. 102, 645-652. 1972.
  - 33) Lull, R. J.: Stereocisternography. *J. Nucl. Med.* 13, 289, 1972.
  - 34) Alazraki, N. P., Halpern, S. E., Ashburn, W. L., Coel, M.: Hyperbaric cisternography. Experience in humans. *J. Nucl. Med.* 14, 226-229, 1973.