

《原 著》

Emission CT (HEADTOME) を用いた RI システルノ グラフィーについて

谷口 克己* 上村 和夫* 河田 泰* 鎌田 憲子*
菅野 巖* 三浦 修一* 三浦 佑子*

要旨 Hybrid emission CT-HEADTOME I および II を用いて、対象 20 例に対して RI システルノグラフィーを施行し、臨床的検討を行った。従来のガンマカメラによる RI システルノグラフィーでは、はっきりと解像できなかった脳底部各槽、迂回槽、シルビウス槽等の解剖学的構造が、よく同定できた。またクモ膜下腔閉塞の所見も同様に読影できた。脳室内逆流現象は、本法にてきわめて明瞭に判定でき、少量の逆流でも観察可能であった。持続性脳室内逆流のみられた 6 例中 4 例に、transependymal penetration が観察された。正中付近にあるクモ膜嚢胞についても、ガンマカメラによる従来の RI システルノグラフィーよりも、本法は有利であった。

I. はじめに

RI システルノグラフィーは、1964年 Di Chiro¹⁾以来、脳脊髄液（以下 CSF と略す）循環の動態検査法として用いられてきた。使用核種も ¹³¹I-HSA から ¹¹¹In-DTPA²⁾へとより RI システルノグラフィーに適した放射性薬剤が開発され、またガンマカメラの解像力向上により画質改善もなされてきた。しかし X 線 CT (XCT) を用いた Metrizamide CT システルノグラフィーに比べると、本法は情報量が少ないとされている³⁻⁵⁾。最近、Kuhl 等の研究^{6,7)}に始まる Emission CT の急速な進歩により、三次元的シンチグラフィーが可能となった。われわれの施設でも、すでに報告した HEADTOME⁸⁾を用いて、さまざまな症例に断層 RI システルノグラフィーを行い、興味ある結果を得たので報告する。

II. 対象と方法

対象は、Table 1 に示す 20 例で、全例成人例であり、脳動脈瘤破裂によるクモ膜下出血術後の症例が 9 例 (45%) と最も多く、老人性および初老期痴呆が 6 例、その他 5 例である。対象全例で XCT (EMI 1010 による) が施行されており、ほとんどの症例に XCT 上さまざまな程度の脳室拡大が認められた。

¹¹¹In-DTPA 1 mCi を腰椎穿刺にて注入し、6, 24, 48 時間後にガンマカメラ (東芝 GCA-401) にて従来の RI システルノグラフィーを施行し、引き続き HEADTOME I または II の single photon mode の高解像力スキャンにて断層 RI システルノグラフィーを行なった。断層 RI システルノグラフィーは、XCT と比較検討可能なように、orbito-meatal line と平行に断面を設定し、1 cm (HEADTOME I) または 1.2 cm (HEADTOME II) 間隔で 8~9 スライス撮像した。なお、1 スライス当りの所要時間は、HEADTOME I で 3~5 分、HEADTOME II は 9~15 分要するが、HEADTOME II は同時に 3 スライス撮像できる。

* 秋田県立脳血管研究センター放射線科

受付：57年1月19日

最終稿受付：57年4月28日

別刷請求先：秋田市千秋久保田町 6-10 (☎ 010)

秋田県立脳血管研究センター放射線科

上村 和夫

III. 結 果

対象全例の断層 RI システルノグラフィーと

XCT 所見の要約は、Table 1 に示すごとくである。本検査により、全例で明瞭な髄液腔断層像が得られた。以下、1) 脳脊髄液 (CSF) 循環所見 2) 脳

Table 1 Summary of the findings on X-CT and tomographic RN cisternography

Disease	Numbers of patient	CT Findings		ECT Findings			
		Ventricular dilatation	Convexity block	Circulation delay	Ventricular reflux		
					persistent	transient	transepndymal penetration
Subarachnoid hemorrhage	9	+	+	+	5	2	4
Presenile dementia	3	+	-	+	0	2	0
Senile dementia	3	+	-	-	0	2	0
Arachnoid cyst	1	-	-	-	0	0	0
Tumor	1	+	+	-	0	0	0
Chr. subdural hematoma	2	+	+	+	0	0	0
Intracerebral hematoma	1	+	+	+	1	0	0

(Note * Periventricular lucency)

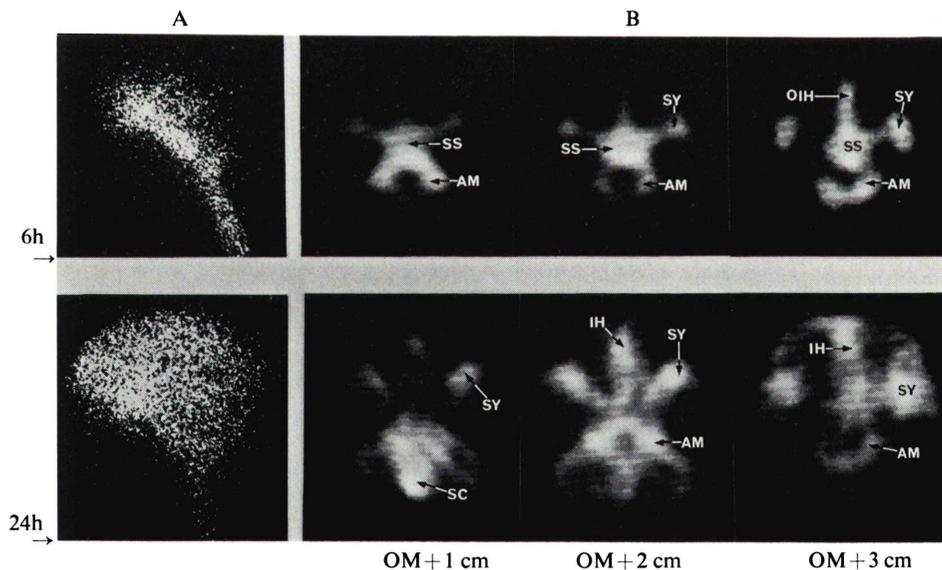


Fig. 1 Conventional RN cisternograms (A) and tomographic RN cisternograms (B) of a patient with presenile demintia. The conventional RN cisternograms are almost normal.

The tomography were carried out at the levels of 1, 2 and 3 cm above the orbito-meatal plane (OM).

Note. SY; sylvian cistern, SS; supra-sellar cistern, AM; ambient cistern, IH; inter-hemispheric fissure, SC; supra-cerebellar cistern.

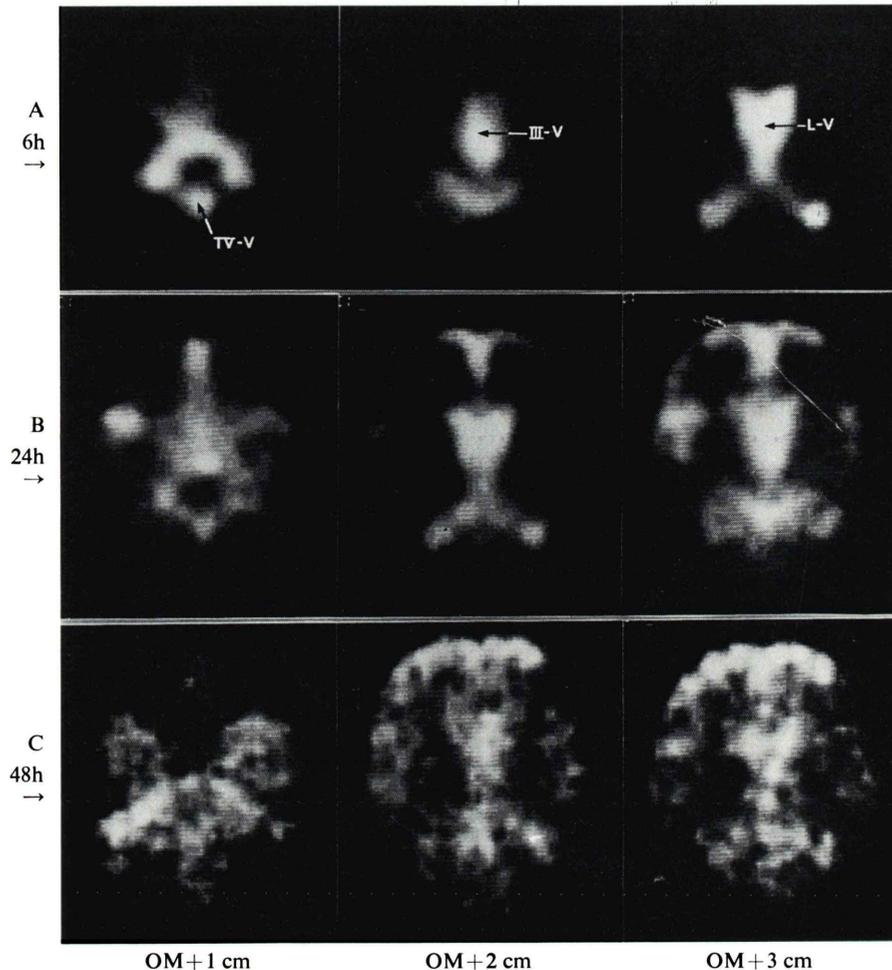


Fig. 2 Tomographic RN cisternograms of a patient with subarachnoid hemorrhage. A; 6 h, B; 24 h, C; 48 hours after the intrathecal injection of $^{111}\text{In-DTPA}$. Persistent ventricular reflux into the IVth, IIIrd and both lateral ventricle are clearly demonstrated.

室内逆流像 3) transependymal penetration に分けて断層 RI システルノグラムとその XCT 所見との関連について述べる。

1) CSF 循環とクモ膜下腔の描画について

CSF 循環は、James 等⁹⁾ が二次元的 RI システルノグラフィーにて詳細に研究しているが、Emission CT を利用した脳槽断層撮影によりさらに詳しく観察することができる。Fig. 1 は、RI システルノグラム上ほぼ正常な例での、6 および 24 時間後の断層脳槽像である。本例は XCT 上、脳萎

縮の認められた症例である。6 時間後で鞍上槽から迂回槽、シルビウス槽およびその周囲のクモ膜下腔、大脳縦裂などが明瞭に描画され、24 時間後には RI はさらに進み、前頭部、頭頂部などのクモ膜下腔も描画されてくる。本検査では Meritramid CT システルノグラフィーの場合¹⁰⁾ と異なり、後頭部クモ膜下腔は描画されにくい傾向があった。また、従来のガンマカメラによる RI システルノグラフィーでは、正常な髄液循環の場合は基底槽やシルビウス槽が 24 時間以後では描画され

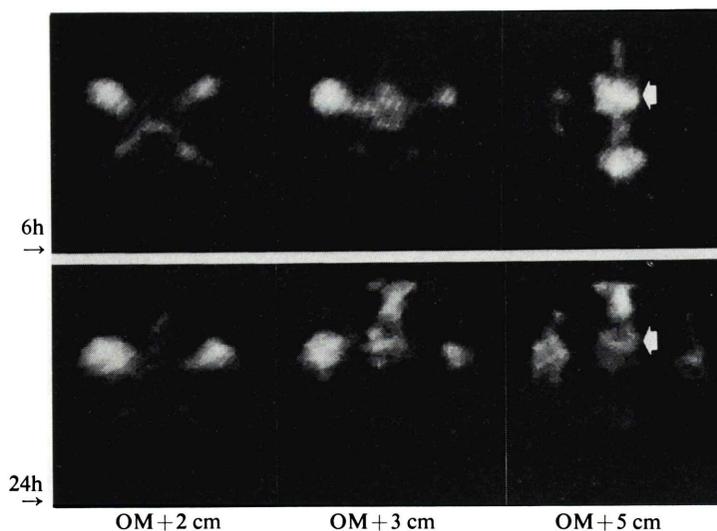


Fig. 3 Tomographic RN cisternograms of a patient with senile dementia. The tomographic RN cisternograms of 24 hours after injection clearly showed a ventricular reflux (arrow) which was not delineated by the conventional-24 h-cisternogram (not shown).

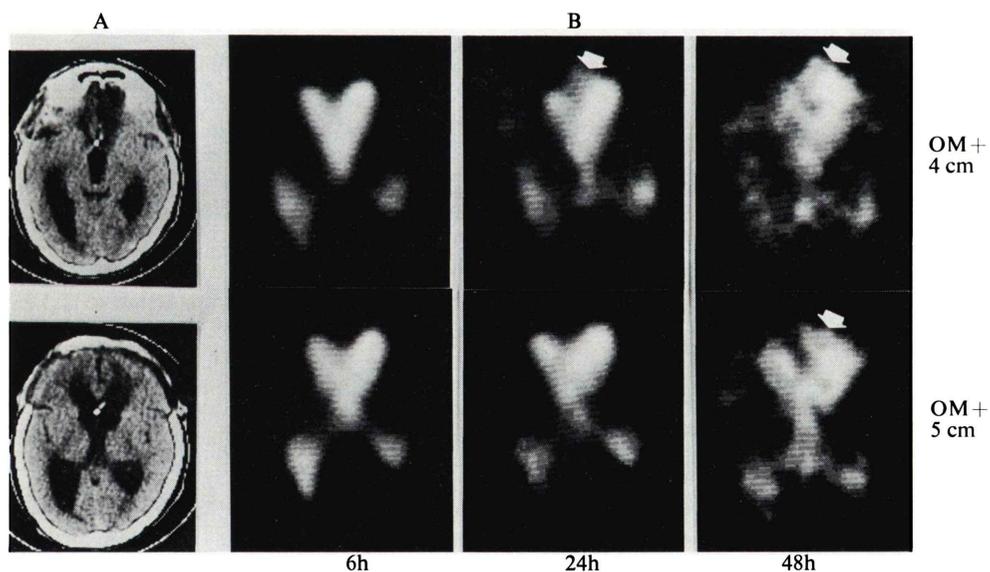


Fig. 4 A case of communicating hydrocephalus after subarachnoid hemorrhage due to malfunction of the ventriculo-peritoneal shunt. A) X ray CT shows marked dilation of the lateral ventricles and bifrontal low-density areas. B) Tomographic RN cisternogram shows typical persistent ventricular-reflux and a penetration of RN in the brain tissue of the right frontal lobe (Arrow). The finding of the tomographic RN cisternogram would indicate transependymal absorption of the cerebrospinal fluid.

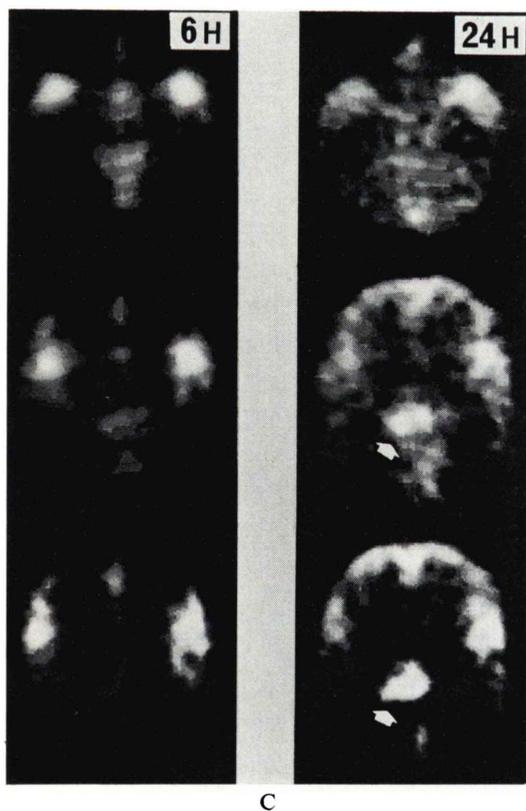
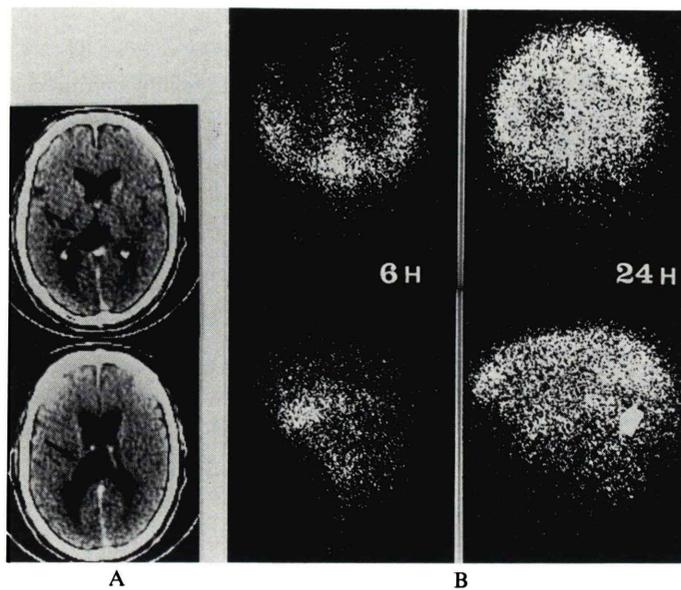


Fig. 5 Arachnoid cyst in the cistern of the vein of Galen.

- A: X ray CT. A black arrow indicates the arachnoid cyst.
- B: Conventional RN cisternogram. With the study, a RN accumulation into the cyst appears very faintly (Arrow).
- C: Tomographic RN cisternogram after 6 and 24 hours. A RN accumulation into the cyst is clearly demonstrated (Arrow).

なくなるとされており¹¹⁾, われわれの症例でも同様であったが, Emission CT では全例24時間後でも同領域が描画された。

従来の RI システルノグラムでは, 基底槽, 迂回槽, 上小脳槽などの解剖学的構造は読影し難かったが, 本検査ではこれらの構造がよく描画された。したがって, さまざまな原因によるクモ膜下腔の閉塞もよく読影できた。

2) 脳室内逆流像

脳室内逆流像は, 本検査で特によく描画され, 側脳室のみならず第3脳室, 第4脳室内への RI 逆流像も明確に読影可能であった。この所見は, 20例中13例(65%)に認められ, この内6例は持続性脳室内逆流 (Fig. 2) を示し, あとの7例は一過性脳室内逆流像であった。

持続性脳室内逆流像を示した6例中5例(83.3%)はクモ膜下出血術後の症例であり, 他の例は視床出血であった。これらの XCT では, 全例交通性水頭症の所見が認められた。

一過性脳室内逆流の一般的な判定基準は, 24時間後の撮像にて側脳室内 RI がほとんど消失することであり¹²⁾, われわれの研究でもこの基準にて判定した。しかし Emission CT による断層像では, 一過性脳室内逆流と判定された7例中6例(85.7%)に, 24時間像でも淡いが明瞭な側脳室内 RI 逆流像が認められた。Fig. 3 は, 一過性脳室内逆流像を示した老人性痴呆の症例である。6時間後像では, 第3脳室, 両側脳室, 左シルビウス槽, 大脳縦裂などが描画されている。ガンマカメラによる RI システルノグラムの24時間後像では, 脳室描画はほとんど認められなかったが, 断層像では脳室内逆流像が明確に認められる。

一過性脳室内逆流に示した例は, クモ膜下出血術後3例, 老人性痴呆および初老期痴呆各2例で, 全例 XCT 上脳萎縮所見を認めた。

3) Transependymal penetration

Emission CT による断層 RI システルノグラフィでは, Metrizamide CT システルノグラフィ^{5,13)}と同様に, transependymal penetration の評価が可能と期待される。われわれの症例では,

持続性脳室内逆流を認めた6例中4例(66.7%)にこれを認めた。断層 RI システルノグラム上での transependymal penetration の判定基準は次の如くである。

① 脳室内逆流像は, 早期(6時間)では XCT の脳室像と一致するが, 24時間以後の像では脳室周囲の RI 蓄積像ないし, 脳室が拡大した如くみえる (Fig. 4)。② 早期の脳室像に比べ後期では著しい左右差等がみられ, その拡がり XCT と一致しない。

Fig. 4 は, 前交通動脈瘤破裂によるクモ膜下出血術後の症例で, シャント機能不全による水頭症が出現した患者である。図左側の XCT で著明な脳室拡大, 両側前頭底部特に右側に強い梗塞巣と思われる低 X 線吸収陰影部が認められる。図右側の Emission CT による断層 RI システルノグラムは, 6, 24, 48 時間後のものである。両側脳室, 第3脳室が明瞭に描画され, 時間とともに脳室が拡大して来た様にみえる。側脳室前角に近接した右前頭部梗塞巣に一致した部位に, 24時間以後から次第に強く RI 蓄積像がみられた。この傾向は他の症例でも認められた。

4) 正中部にあるクモ膜嚢胞

Fig. 5 A の XCT で, 第3脳室上方にみられる嚢胞状病変は, 神経放射線診断上, ガレン静脈槽から室間腔に伸びたクモ膜嚢胞とされた。Fig. 5 B はガンマカメラによる RI システルノグラムで, その Emission CT 像が Fig. 5 C に示されてある。従来の RI システルノグラムでは, シルビウス槽, 大脳縦裂の RI と重なり嚢胞内 RI 蓄積像が不明瞭であるが, 断層システルノグラムでは, その解剖学的位置, 大きさなど明瞭に判定でき, XCT の所見とよく一致している。またクモ膜下腔と交通性のあることが判定できる。

IV. 考 案

Kuhl 等により最初に開発された Emission CT の最近の進歩により, 核医学イメージングの画像は飛躍的に向上した^{6,14)}。この方法は RI システルノグラフィにも適応されるはずである。しか

し、Emission CT による RI システルノグラフィーへの応用は、われわれの知る限りでは、Rothenberg 等の報告があるのみである⁷⁾。最近、Metrizamide の髄液注入による XCT システルノグラフィーの報告が多数みられる^{3-5,10,13,15)}。しかしこの場合、Metrizamide 注入量は ¹¹¹In-DTPA に比べ多量必要であり、かつ比量が大きいために重力の影響を受け¹⁰⁾、真の意味での生理的脳脊髄液循環を観察することが困難と考えられる。

Emission CT による断層 RI システルノグラフィーは、従来の RI システルノグラフィーが描画困難であった基底槽、迂回槽、脳表各部分のクモ膜下腔等の解剖学的位置関係や形態が正確に読影可能であるとともに、より生理的条件下での CSF 循環が観察できる。

また脳室内逆流も、Emission CT による RI システルノグラフィーにてきわめて明瞭に描画され、少量の逆流も判定できる。このために、一過性脳室内逆流例の24時間像でも少量の脳室内逆流が観察される場合がほとんどであることから、一過性と持続性脳室内逆流を定める基準がやや不明瞭となる傾向がみられた。クモ膜下腔閉塞は、本法にて詳細に観察可能であった。

Harbert 等¹⁶⁾が報告しているように、分子量の小さいものは、Albumin と比べ脳室壁を透過しやすい。また Drayer¹³⁾等や平塚等⁵⁾が指摘するように、Metrizamide CT システルノグラフィーで、Metrizamide の脳実質への吸収像 (Transependymal penetration など) がみられるとされている。¹¹¹In-DTPA は、Metrizamide とほぼ同じ分子量 (Metrizamide: 789, ¹¹¹In-DTPA: 542) であり¹⁵⁾、同様の行動を取ることが予想される。ガンマカメラによる従来の二次元的 RI システルノグラフィーでは、transependymal penetration の判定はほとんど不可能であった。一方 Emission CT による断層 RI システルノグラフィーは、三次元的画像が得られること、XCT の場合と異なり脳実質が描画されない点で、transependymal penetration の観察は有利と考えられる。

われわれの経験では、断層 RI システルノグラ

フィーにより transependymal penetration は、持続性脳室内逆流のみられた6例中4例に観察された。この場合、Fig. 4 の症例のように、脳実質への RI の浸入は、特に梗塞による低 X 線吸収陰影部に著明であることが注目された。これは恐らく髄液脳関門の破壊の結果によると推定される。

クモ膜嚢胞は、一般に気脳撮影では嚢胞内への空気流入の困難な症例が少なくない。しかし、RI システルノグラフィーでは、ほとんどの場合に嚢胞内へ RI が流入する¹⁷⁾。Fig. 5 に示した正中付近にある小さなクモ膜嚢胞は、二次元的 RI システルノグラフィーでは正確な描画を期待しがたい。ところが断層 RI システルノグラフィーではきわめて明瞭に描画され、その解剖学的位置関係が同定でき、交通性のクモ膜嚢胞であることが証明された。

以上、HEADTOME によりわれわれが経験した断層 RI システルノグラフィーの臨床経験を述べたが、本法は生理的条件下での CSF 循環の観察のみならず、クモ膜下腔や脳室系などの形態学的観察にもきわめて有用であったことを強調したい。ただしこの場合、分解能の良好な、高感度の Emission CT 装置を使用することが条件となる。

V. 結 語

HEADTOME と ¹¹¹In-DTPA による断層 RI システルノグラフィーを20例の対象で施行した結果、次に示す結論を得た。すなわち、

1. 断層 RI システルノグラフィーは、従来のガンマカメラによるそれと比べ、形態学的情報のみならず、生理学的情報も豊かである。
2. Metrizamide CT システルノグラフィーに比べ、より生理的条件下で髄液循環動態が観察可能であり、Transependymal penetration などの髄液吸収過程も把握することができる。
3. クモ膜下腔閉塞の観察や、大脳正中付近の病変等の診断には、従来の方法と比べ、はるかに有用である。

なお、本論文の要旨は第21回日本核医学会総会にて発表された。

文 献

- 1) Di Chiro G, Reames PM, Matthews WB: RISA-ventriculography and RISA-cisternography. *Neurology* **14**: 185-191, 1964
- 2) Hosain F, Phil D, Som P: Chelated ^{111}In : an ideal radiopharmaceutical for cisternography. *Brit J Radiol* **45**: 677-679, 1972
- 3) Greitz T, Hindmarsh T: Computer assisted tomography of intracranial CSF circulation using a water-soluble contrast medium. *Acta Radiol Diagn* **15**: 497-507, 1974
- 4) Hindmarsh T, Greitz T: Computer cisternography in the diagnosis of communicating hydrocephalus. *Acta Radiol Diagn (suppl. 346)*: 91-97, 1975
- 5) 平塚秀雄, 深井直実, 高里良男, 他: CTによる脳脊髄液循環動態検査. *臨床放射線* **26**: 1301-1306, 1981
- 6) Kuhl DE, Edwards RW, Ricci AR, et al: The Mark IV system for radionuclide computer scanning in cisternography of the brain. *Radiology* **121**: 405-413, 1976
- 7) Rothenberg HP, Devenney J, Kuhl DE: Transsection radionuclide scanning in cisternography. *J Nucl Med* **17**: 924-929, 1976
- 8) Kanno I, Uemura K, Miura S, et al: Headtome: A hybrid emission tomography of single photon and positron emission imaging of the brain. *J Comput Assist Tomogr* **5**: 216-226, 1981.
- 9) James AE, DeLand FH, Hodges FT, et al: Cerebrospinal fluid (CSF) scanning: cisternography. *Am J Roentgenol* **110**: 74-87, 1970
- 10) 上田裕一, 永井政勝: Metrizamideによる髄腔および髄液循環動態の検討. *脳と神経* **31**(11): 1117-1128, 1979
- 11) 森 厚文: 脳槽, 脳室, ミエロシンチグラフィ: 最新核医学, 改訂7版(久田欣一編), 金原出版, 東京, 1980, pp 124
- 12) James E Jr: Cerebrospinal fluid imaging (cisternography). In: *Diagnostic Nuclear Medicine*, eds. by Gottschalk A. and Potchen EJ, Williams and Wilkins Co., Baltimore, 1976, pp 303-331.
- 13) Drayer BP, Rosenbaum AE, Higman HB: Cerebrospinal fluid imaging using serial Metrizamide CT cisternography. *Neuroradiology* **13**: 7-17, 1977
- 14) 菅野 巖: エミッションCTの現状. *Isotope News* 1980年3月号 2-5.
- 15) 益澤透明, 佐野圭司: コンピュータ断層撮影によるMetrizamide 脳槽撮影と脊髄撮影. *神経研究の進歩* **22**(2): 321-331, 1978
- 16) Harbert JC, Reed V, McCullough DC: Comparison between ^{131}I -IHSA and ^{169}Yb -DTPA for cisternography. *J Nucl Med* **14**: 765-768, 1973
- 17) James AE, Harbert JC, DeLand DC, et al: Localized enlargement of the cerebrospinal fluid space demonstrated by cisternography. *Neuroradiology* **2**: 184-190, 1971

Summary

Radionuclide Cisternography Using an Emission Computed Tomography (Headtome)

K. YAGUCHI, K. UEMURA, Y. KAWATA, N. KAMATA, I. KANNO,
S. MIURA and Y. MIURA

*Division of Radiology, Research Institute of Brain and Blood Vessels—Akita, 6–10
Senshu-Kubota-machi, Akita City, Akita 010, Japan*

Tomographic radionuclide (RN) cisternography was carried out using the single-photon; high-resolution mode of the Headtome in 20 patients with various pathology. These were 9 patients with subarachnoid hemorrhage, 6 with dementia and other 5 patients. The study was performed at 6, 24 and 48 hours after an intra-theal injections of 1 mCi of ^{111}In -DTPA, conjuncted with the conventional RN cisternography using a γ camera. The X-ray CT was also performed on all the patients. The results of the study were summarized as follows:

1) The tomographic RN cisternography could more clearly visualized than the conventional RN cisternography fine-structural details of subarachnoid spaces, such as the basal cisterns, the ambient

cistern and so on.

2) Subarachnoid blocks and an arachnoid cyst at the midline of the brain were clearly revealed by the study.

3) Ventricular reflux of the injected radionuclide was definitely visualized in 11 patients. Among them, 4 of the 6 patients who showed a persistent ventricular-reflux demonstrated the image of transependymal absorption of the injected RN by the tomography, which would show transependymal absorption of the cerebrospinal fluid.

Key words: Emission computed tomography, Radionuclide cisternography, cerebrospinal circulation, ventricular reflux, transependymal penetration.