

《ノート》

¹¹¹In-DTPA による myeloscintigraphy の臨床応用に関する検討Clinical Studies of Radioisotope Myelography with ¹¹¹In-DTPA

若菜 一郎* 中野 謙吾* 円尾 宗司* 福地 稔**
 兵頭 加代** 立花 敬三** 西川 彰治**

Ichiro WAKANA*, Kengo NAKANO*, Soji MARUO*, Minoru FUKUCHI**,
 Kayo HYODO**, Keizo TACHIBANA**, and Shoji NISHIKAWA**

*Department of Orthop. Surg., **Division of Nuclear Medicine, Hyogo College of Medicine

1953年 BAUER ら¹⁾が ¹³¹I-HSA を用いた myeloscintigraphy を報告して以来, ¹⁶⁹Yb-DTPA, ^{99m}Tc-DTPA 等を用いた数々の報告^{2~9)}がなされている。しかし、これらの核種は物理的半減期や副作用の点でいずれも一長一短があるため、被曝線量の減少を目的として、物理的半減期の比較的短い核種が開発されるなかで、最近 MARTIN¹⁰⁾, HOSAIN¹¹⁾らにより、¹¹¹In を用いた報告がなされた。¹¹¹In は物理的半減期 2.8 日と比較的短く、EC 崩壊、173, 247 KeV の γ 線エネルギーを有し、低分子量で化学的にも安定性がある等、多くの利点を有している。わが国でも ¹¹¹In-DTPA を用いた cisternography, myelography を行なった成績^{12,13)}がすでに報告されているが、その副作用についての報告はみられない。われわれも1975年以来、¹¹¹In-DTPA を用いた myeloscintigraphy の臨床応用についての検討を行なっており、今回、その成績について、若干の考察を加えつつ、ここに報告する。

対象と方法

対象には1975年から1977年まで当院にて加療し

*兵庫医科大学整形外科

**兵庫医科大学 RI センター診療部

受付：53年12月27日

最終稿受付：54年3月13日

別刷請求先：西宮市武庫川町1番1号 (6663)

兵庫医科大学整形外科

若菜 一郎

Table 1 Summary of Subject Material and No. of Cases with Abnormal Myeloscintigram

disease	no. of cases	no. of cases with abnormal myeloscintigram	
		defect	block
Cervical myelopathy	3	2	0
Round back	1	0	0
Herniated lumbar disc	6	4	0
Lumbar spinal canal stenosis	2	1	0
Whip-lash injury	2	0	0
Luxation fracture	3	2	0
Spinal cord compression due to metastasis of cancer	4	0	4
Multiple cerebrospinal sclerosis	1	0	0
Others	5	0	0
Total	27	9	4

た脊椎および脊髄疾患の27例をあてた (Table 1)。

実施方法は患者の体位を側臥位とし、抜針後のCSF の漏出を出来るだけ防ぐために 22 gauge の穿刺針を用いて、腰椎穿刺を行ない、くも膜下腔内に ¹¹¹In-DTPA 300 μ Ci を注入した。装置は Picker 社製 Dyna Camera 3C で 1,900 hole parallel collimator と VTR recorder play-back system を用いた。検査時の体位は主として腹臥位としたが、一部の患者では側臥位または背臥位とした。くも膜下腔内での ¹¹¹In-DTPA の動態について、経時的に Imaging を行なった。すなわち、注入直

Key words: myeloscintigraphy, diagnosis, ¹¹¹In-DTPA, sinal disease, myelography

後と1, 2, 3時間後に行ない、さらに上行性の悪い症例に対しては6時間後、12時間後に行なった。Imagingのみでは主観的観察にすぎず、くも膜下腔内のRIの拡散状態を出来るだけ正確に表現させるべく、またくも膜下腔内の閉塞状態によるRIの拡散度への影響の有無を知るために客観的にL₄, T₁₂, T₆, T₁の各levelに関心領域を設定し、定量的検討をも合せ試みた。なお脊椎各levelの位置の確認には検査施行時と同一条件下の脊椎レ線像を参考とした。

成 績

1) myeloscintigraphyを施行の27例のうち、異常像を呈した症例は13例であった(Table 1)。block像を呈した症例は4例で、そのいずれもは癌転移による脊髄圧迫例であった。またblock例ではくも膜下腔内のRIの上行への拡散にかなりの時間を要した。defect像を呈した症例は腰椎椎間板ヘルニア6例のうち4例、脊椎脱臼骨折3例のうち2例、腰部脊椎管狭窄症2例のうち1例、頸椎症性脊髄症3例のうち2例、計18例であった。

2) ¹¹¹In-DTPA 300 μCiを腰椎穿刺にてくも膜下腔内に注入し、L₄, T₁₂, T₆, T₁の各levelに

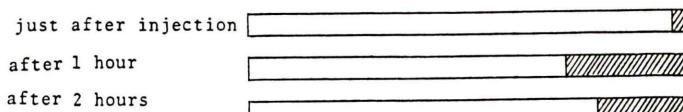
関心領域を設定して、注入直後、1時間、2時間に定量し、その数値について検討を試みた。すなわち、各level毎の定量値を各levelにおける定量値の総和で除した比を百分率で表わした(Table 2)。

block例の4例ではいずれもRI注入1時間後にもかかわらず、RIはL₄～T₁₂levelに停滞し、T₆levelでのRIの反応は全くみられなかった。さらに2時間も経過しても注入したRIの99.5%は依然としてL₄～T₁₂levelに停滞し、うち2例ではT₆levelへの拡散が僅かに認められたにすぎず、T₁levelではRIactivityが全く認められなかった。

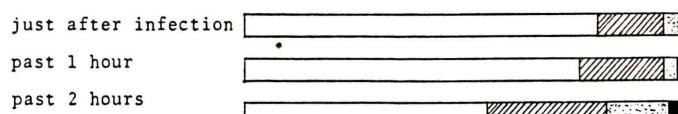
定量し得たdefect例と非異常例19例では各例とも経時的に下位levelにおける定量値の減少と上位levelにおける定量値の増加が認められた。すなわち、defect例ではL₄levelにおいて注入直後に較べ、1時間後には5.4%，2時間後には31.6%の減少が認められ、T₁levelにおいては注入直後に較べ、1時間後には2.13倍、2時間後には5倍の増加が認められた。また非異常例ではL₄levelにおいて注入直後に較べ、1時間後には22.5%，2時間後には31.6%の減少が認められ、T₁level

Table 2 Time % Radioactivity of each Level following Injection of ¹¹¹In-DTPA 300 μCi into the Lumbar Subarachnoid Space

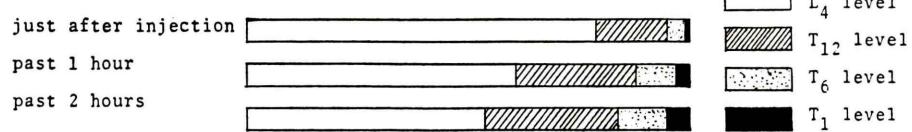
(block cases)



(defect cases)



(non-abnormal cases)



L₄ level
 T₁₂ level
 T₆ level
 T₁ level

においては注入直後に較べ、1時間後には2.9倍、2時間後には5.6倍の増加が認められた。しかし、defect 例と非異常例との間には各 level における定量値に関して、その有意差 ($P > 0.5$) は認められなかった。

3) ここに代表的な症例を共覧する

〔症例 1〕 50歳、男子

荷物を肩にかついだ際、腰痛を来し、その後、下肢への放散痛を併発した。Fig. 1 のごとき臨床所見より L₄₋₅ 椎間板ヘルニアを疑わせた。myeloscintigraphy を施行し、L₄₋₅ 部での左右よりの圧迫像を認めた (Fig. 2A)。後日 oil-myelography を施行、myeloscintigram と同様 L₄₋₅ に圧迫像を認めた (Fig. 2B)。手術の結果、L₄₋₅ 椎間板において後方に脱出した髓核が確認された。

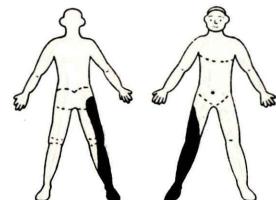


Fig. 1 Clinical Findings of Case 1.
decreased lumbar lordosis
lumbar mobility
difficulty of forward bending
difficulty of backward bending

	Lt.	Rt.
Lasegue sign	(-)	60°(+)
PTR	→	→
ATR	→	↓
muscle force		
E.T.A.	→	↓
E.H.L.	→	↓
sensory disturbance	(-)	(+)

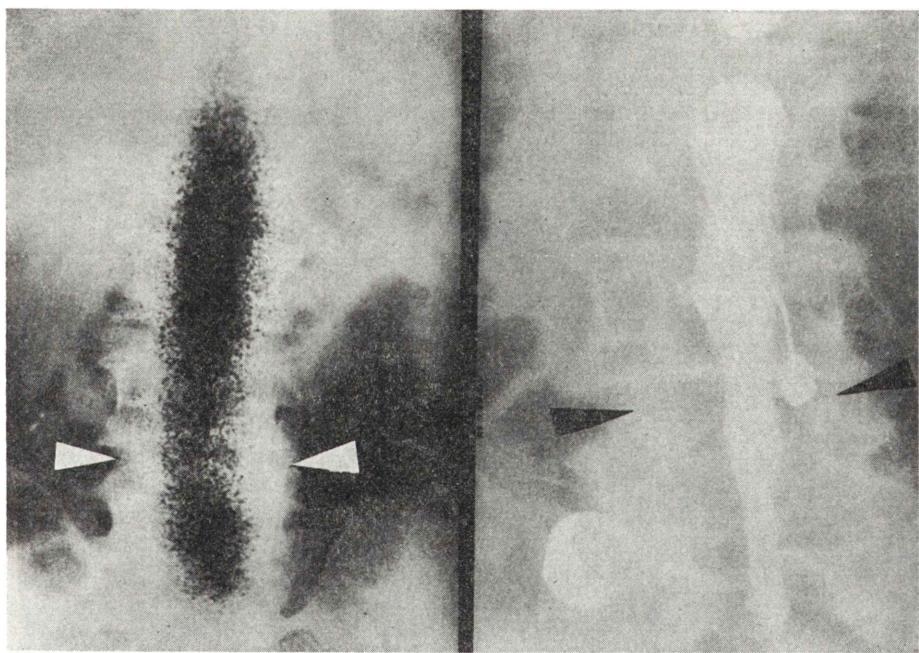
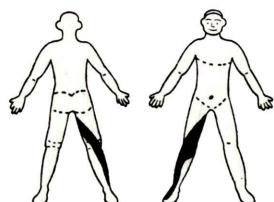


Fig. 2 Myelograms of Case 1.

- (A) Myeloscintigram after injection into the L₃₋₄ subarachnoid space.
A coarse contrast and a shallow defect (arrow) are seen on the both side of the L₄₋₅ level.
- (B) Oil-myelogram.
A slight indentation (arrow) and failure of filling of the axillary pouch are present on the both side of the L₄₋₅ level, especially on the right side.



Blackened area is hypoesthesia

Fig. 3 Clinical Findings of Case 2.

slight scoliosis (+)

free lumbar mobility movable

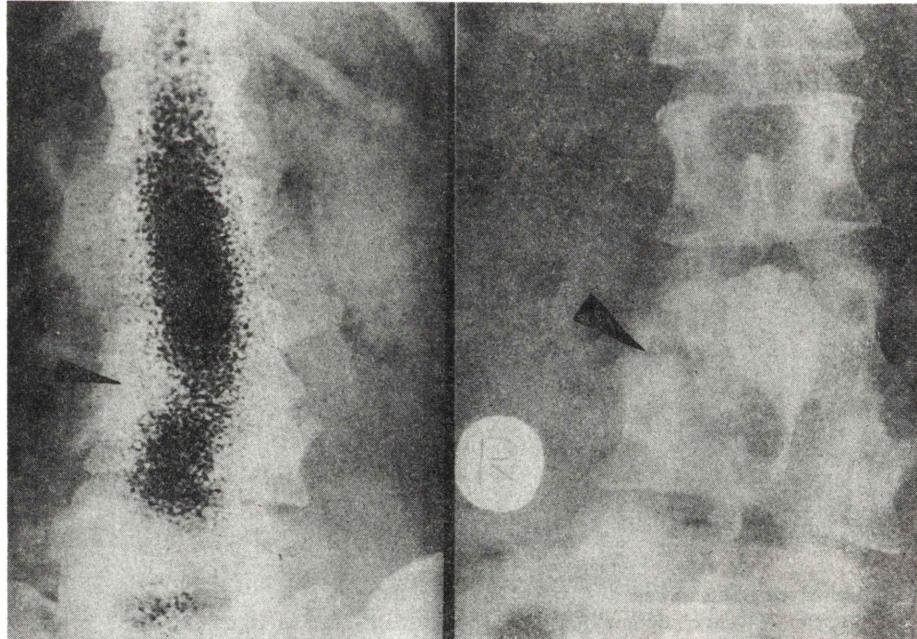
	Lt.	Rt.
Circumference of the thigh	41.5 cm	39 cm
Circumference of the calf	31 cm	31 cm
P.T.R.	↖	(-)
A.T.R.	→	↑
Babinski R.	(-)	(-)
Muscle force		
(M. quadriceps)	→	↓
(M. iliopsoas)		
Sensory disturbance	(-)	(+)

〔症例 2〕 42歳，女子

プラットホームより転落し，L₄ 脱臼骨折を來した。その後，腰痛と右下肢不全麻痺を呈した。臨床神經学的所見は Fig. 3 のごとくであった。myeloscintigraphy を施行し，L₃₋₄ にて右に defect を呈し，oil-myelogram においても同様の所見を呈した (Fig. 4 A, B)。後日，手術にて除圧し神經学的な改善を得た。

〔症例 3〕 38歳，女子

2年前，乳癌根治手術をうけ，今回，両下肢麻痺にて来院した。T₁₂ の骨破壊を呈し，臨床的にもこの部の脊髄圧迫症状を呈していたため，T₁₁～L₁ 椎弓切除術による除圧術を施行，その後，神經症状の改善を示したが，術後2カ月目ごろより知覚障害の上行を認めた (Fig. 5) ため，myeloscintigraphy を施行したところ前述の椎弓切除 level での RI の拡散は良好であったが，T₆ level にて block を呈した (Fig. 6)。

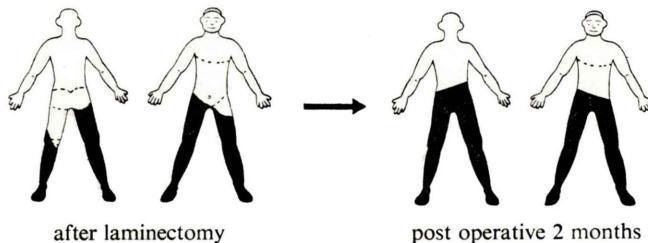


(A) myeloscintigram

(B) oil myelogram

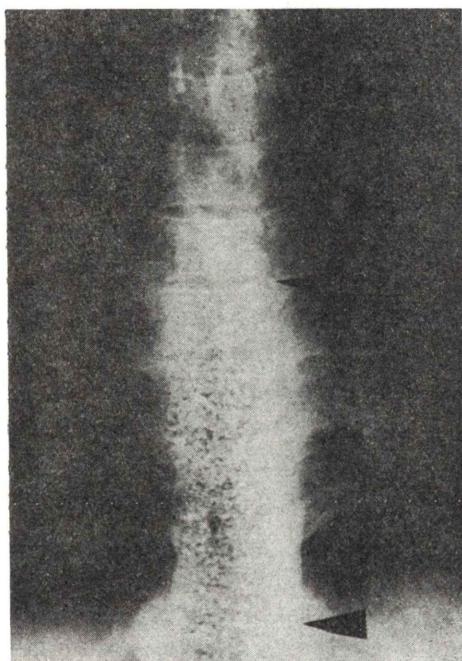
Fig. 4 Myelograms of Case 2.

Destruction of the L₄ body is seen.A prominent defect (arrow) is seen on the right side of the L₄ level (A and B).

**Fig. 5** Sensory Disturbance of Case 3.

Sensory disturbance is progressed to cephalad at the post operative 2 months.

Blackened area is anesthesia

**Fig. 6** Myeloscintigram of Case 3.RI passes by the T₁₂ level (arrow), but a block is seen on the T₆ level (arrow).

RI don't diffuse above the block, level.

考 察

くも膜下腔内に造影剤を注入して観察するくも膜下腔造影法 (myelography) は脊椎、脊髄疾患に関する診断、あるいは手術部位の決定に関して非常に有用な補助診断法であることはすでに広く認められている。造影剤には陰性造影剤として空気、酸素が、一方、陽性造影剤として油性、水溶性造影剤が知られている。このうち、最も広く利用さ

れている油性造影剤は今世紀初めごろより臨床的に応用されており、造影剤による刺激性等の改良が徐々に行なわれ、今日では Myodil (別名 Pantopaque) が一般に多用されている¹⁴⁾。しかし、改良された Myodil についてみても比重 1.26 (20°C における) を有し、これをくも膜下腔内に注入することは程度の差こそあれ、異物反応をもたらすことは必至であり、かかる点から BAUER^{1,2)} らは異物による刺激反応を避ける方法として γ 線 radioisotope を用いた myeloscintigraphy の臨床応用を試みたが前述したように最近まで被曝線量や標識化合物による副作用が問題とされてきた。しかし、最近かかる問題をほぼ解決した方法として ¹¹¹In-DTPA, ^{99m}Tc-DTPA が開発され各施設において cisternography, myelography への応用が活発となりつつある。myeloscintigraphy の実施方法に関しては HÜBNER⁴⁾ が強いて腹臥位を保持する必要がなく、また検査中に体位の *tilting* の必要がないと報告しているがこのことは全身状態が poor risk の患者にとっては負担がかかるないことであり、大きな利点といえる。特にわれわれの脊椎癌転移例の 4 例ではいずれにおいても myeloscintigraphy で認められた閉塞部位と手術時の観察や臨床神経学的所見からみた病巣部の level が一致しており、このような症例に対して myeloscintigraphy は病巣部の確認に最も適した方法と考える。

実施後、くも膜下腔内の RI は CSF の吸収機構に従い自然吸収され、体外に排泄されることから造影剤の排除の必要がないことが myeloscinti-

graphy の利点の一つ²⁾といえよう。最近は水溶性造影剤による myelography が行なわれつつあり、これも実施後、自然吸収排泄されるため排泄操作の必要がないが現在わが国で市販されている Conray, Dimer X は神経毒性作用による痙攣等の重篤な副作用を時に伴うなどの難点があり¹⁵⁾、臨床応用上の問題点とされている。しかし、最近では Dimer X より副作用の少ない Metrizamide (Amipaque) が開発され、すでに欧米¹⁶⁻¹⁸⁾ではその臨床応用がなされているが LOURENCIC¹⁹⁾は頭痛、眩暈、恶心等の副作用が施行した患者の 1/3 にみられたと報告している。現在わが国では一般に市販されておらず、まだ副作用の点で正確な評価をくだしえない現状にある。

われわれの経験した ¹¹¹In-DTPA による myeloscintigraphy 27例のうち1例に注入後12時間ごろ中等度の頭痛を認めたが髄膜刺激症状等の他覚的所見はなく2日後には消失した。ALDERSON²⁰⁾は実施後2例に aseptic meningitis の併発をみたがいずれも一過性の症状であったと報告している以外には ¹¹¹In-DTPA による副作用の報告例は見当らない。また最近、^{99m}Tc-DTPA を使用した myeloscintigraphy の成績も報告⁹⁾されている。^{99m}Tc-DTPA と ¹¹¹In-DTPA を比較した成績はみられないが、原理的には同一であり、同様の成績が得られるものと推測される。しかし、短半減期核種の利用が望ましいことは論を待たないので、その普及は期待される。

腰椎椎間板ヘルニア 6例に myeloscintigraphy を行ない、4例に明らかな defect 像を認め、後日の手術にて defect 像に一致した部位に髄核の後方脱出の確認を得た。このように病巣部位の確認には優れてはいるが精細な変化についてを把握出来る点では同時に行なった oil myelography に較べて劣っていた。LJASS²¹⁾は椎間板ヘルニア 162例に 10~100 μ Ci の air Xenon mixture 2 ml を用いた結果、ヘルニア部位の描写がかなり精細に観察し得たと報告している。また PERRYMAN³⁾は arachnoiditis の myeloscintigram ではくも膜下腔内での集積性が不規則であり、かなり仔細な変化を知り

得たと報告している。しかし、一般的^{2,4,15,22)}にはわれわれの成績と同様に myeloscintigraphy では oil-myelography に較べ、詳細な変化についての描写が劣るといわれている。現在、核医学方向の機器の開発改良が飛躍的に進歩発展していることを考えるとき、近き将来 myeloscintigraphy においても oil-myelography にまさるとも劣らぬ程の仔細な描写が得られるものと期待される。

CSF の動態に関して、CSF は脳室内の脈絡叢にて産生され、その大部分はくも膜絨毛より吸収される。その産生率と吸収率は均衡を保っており、CSF 量はほぼ一定している。そして大体 10~12 時間で CSF は全部更新される。すなわち、1 分間に全 CSF の 0.2% が更新されることになる。そのため、この間に脊髄くも膜下腔内において CSF は緩徐に流動しているといわれている。この動態に関する研究は古くは髄液に色素を注入して行なったが RI を利用した方法が発展して以来、この方面の多くの研究がなされている。CSF の動態に影響する因子として種々といわれており、諸家の報告によると腰椎部くも膜下腔内に注入した tracer は約 1 時間にて体位に関係なく basal cisterna に達すると²³⁻²⁸⁾ いわれている。実施方法のところで述べたようにわれわれは L₄, T₁₂, T₆, T₁ level に関心領域を設定して定量したところ、block 例を除く症例では下位 level における定量値の経時的な減少と上位 level における定量値の経時的な増加がみられたがこれは前述のごとき CSF の動態を物語るものと考えられる。

block 例では RI 注入後 2 時間でも閉塞部位より頭側での RI の反応は全く認められず、1 例では RI 注入後 5 時間でも T₁ level に達しておらず、defect 例、および非異常例に較べ、明らかに異常を示した。これに反して、defect 例では defect の大きさに関係なく、また非異常例に較べ、各 level における経時的な定量値には有意差が認められなかった。このことから余程の閉塞がくも膜下腔内にない限り、CSF の流動には影響が生じないものと考えられる。

結 語

- 1) ¹¹¹In-DTPA を用いた myeloscintigraphy を脊椎、および脊髄疾患の27例に施行した。
- 2) 1例に施行後、一過性の頭痛を来たした以外には副作用と考えられる症状を呈した症例はなかった。
- 3) myeloscintigraphy 検査中、強いて腹臥位を保持する必要もなく、また体位の tilting の必要もないことから本検査法は全身状態の poor risk の患者にとって、負担が少ない。
- 4) myeloscintigram はくも膜下腔内の閉塞部位の確認には優れているが根叢部等の仔細な描出は困難であった。
- 5) くも膜下腔内に注入した RI は自然吸収排泄されるため検査後、排液の必要がない。
- 6) くも膜下腔内の閉塞状態による RI の拡散度への影響の有無を客観的に知るために L₄, T₁₂, T₆, T₁ level に関心領域を設定し、RI 注入後、定量したところ、block 例を除く症例では下位 level における定量値の経時的な減少と上位 level における定量値の経時的な増加がみられた。
- 7) block 例では明らかに異常値を示したがこれに反して defect 例では defect の大きさに関係なく、また非異常例に較べ、各 level における経時的な定量値には有意差が認められなかった。

本稿の要旨は第16回日本核医学会総会、および第47回中部日本整形外科災害外科学会にて発表した。

文 献

- 1) Bauer FK, et al: Myelography by Means of I¹³¹. *Neurology* 3: 341-346, 1953
- 2) Bauer FK, et al: Radioisotope myelography. *Int J Appl Radiat* 2: 52-58, 1957
- 3) Perryman CR, et al: Myeloscintigraphy. *Amer J Roentgenol* 80: 104-111, 1958
- 4) Hübner KF, et al: Scanning of the spinal subarachnoid Space after Intrathecal Injection of I¹³¹ Labeled Human Serum Albumin. *J Nucl Med* 6: 465-472, 1965
- 5) Hodak J, et al: Scintiphotography of the Subarachnoid Space. *J Nucl Med* 7: 344, 1966
- 6) Greitz T, et al: Isotope Scanning at Spinal Canal Cysts. *Acta Radiol* 8: 310-320, 1969
- 7) Wagner HN, et al: A New Radiopharmaceutical for Cisternography Chelated ¹⁶⁷Yb. *Radiology* 95: 121-126, 1970
- 8) 古田敦彦他: 脳脊髄腔シンチグラム. *核医学* 11: 23-31, 1974
- 9) Kvicala V, et al: Myeloscintigraphy in Expansive Spinal Lesion. *Cesk Radiol* 31: 29-34, 1977
- 10) Martin P, et al: Cerebrospinal Fluid Scanning with ¹¹¹In. *J Nucl Med* 12: 670, 1971
- 11) Hosain F, et al: Chelated ¹¹¹In: an Ideal Radio-pharmaceutical for Cisternography. *Brit J Radiol* 45: 677-679, 1972
- 12) 宮前達也他: ¹¹¹In-DTPA によるシスティルノグラフィおよびミエログラフィの経験. *Radioisotopes* 24: 639-641, 1975
- 13) 飯尾 篤他: ¹¹¹In-DTPA による脳槽シンチグラフィー. *核医学* 14: 539-550, 1977
- 14) 片岡 治: 脊髄腔造影法の実際, 1-4, 金原出版, 東京, 1974
- 15) 井上駿一: Myelography, あすへの整形外科展望 463-489, 金原出版, 東京, 1973
- 16) Dahlstroh K: Some Physio-Chemical and Pharmacological Properties of Metrizamide. *Aktuel Neurol* 4: 171-177, 1977
- 17) Skalpe IO, et al: Lumbar Radiculography with Metrizamide. *Radiol* 115: 91-95, 1975
- 18) Ahlgren, P: Amipaque Myelography. The Side Effects Compared with Dimer-X. *Neuroradiol* 9: 197-202, 1975
- 19) Lovrencic M: Technique and Results of Thoracic Myelography Using Water-Soluble Contrast Medium (Metrizamide). *Aktuel Neurol* 4: 185-188, 1977
- 20) Alderson PO, et al: Adverse Reactions Following ¹¹¹In-DTPA Cisternography. *J Nucl Med* 14: 609-611, 1973
- 21) Ljass FM: Radioisotope Myelography with ¹³³Xe, *Neuroradiol*, 7: 29-35, 1974
- 22) 半田謙二: 髄液腔の RI 診断, *核医学大系* 6巻, 臨床核医学中枢神経系 98-99, 実業公報社, 東京, 1976
- 23) 半田 肇: 髄液の生理および生化学. *脳神経外科学*, 20-32, 南山堂, 東京.
- 24) 森 厚文: ミエロシンチグラフィー, *最新核医学*, 117-119, 金原出版, 東京, 1967
- 25) Di Chiro G: Movement of the Cerebrospinal Fluid in Human Beings. *Nature* 204: 290-291, 1964
- 26) Di Chiro G: Observations of the Circulation of the Cerebrospinal Fluid. *Acta Radiol* 5: 988-1002, 1966
- 27) James AE, et al: Cerebrospinal Fluid Scanning. *Amer J Roentgenol* 110: 74-87, 1970
- 28) Oldendorf WH: Cerebrospinal Fluid Formation and Circulation. *Progr Nuch Med* 1: 336-358, 1972