

(東女医大誌 第40巻 第8号)
(頁 515~ 522 昭和45年8月)

脳スキャンニングの臨床的評価

東京女子医科大学放射線医学教室 (主任 田崎英生教授)

講師 山崎 統四郎・伊藤 よし子
ヤマサキ トシオ イトウ ヨシコ
佐藤 佑子・長崎 光子
サトウ ヌウコ ナガサキ ミツコ
石川 みどり・曾根田 きよ子
イシカワ ミドリ ソネダ キヨコ

(受付 昭和45年6月1日)

Comparative Evaluation of Brain Scanning and Other Diagnostic Procedures

Toshio YAMASAKI, M.D., Yoshiko ITŌ, M.D., Yūko SATŌ, M.D.,
Mitsuko NAGASAKI, M.D., Midori ISHIKAWA, M.D.,
Kiyoko SONEDA, M.D.

Department of Radiology (Director: Prof. E. TAZAKI)
Tokyo Women's Medical College

283 brain scans were performed from July, 1966 to August, 1969 at Toranomon Hospital. 141 cases out of these patients were confirmed their diagnoses by surgery, autopsy and so on. The accuracy of the brain scans on these 141 cases was compared with that of angiography, pneumoencephalography and electroencephalography.

The following results were obtained.

- 1) The lesions were localized in 93 cases of 120 cases with proven intracranial mass lesions (78%) by the scan.
- By using short lived radioisotopes, the site of the lesions were detected in 65 cases of 79 cases with intracranial mass lesions (82%).
- 2) The accuracy of the scan with short-lived radioisotopes was almost equal to that of angiography, and higher than that of air study or EEG.
- 3) Lesions of cerebral hemisphere were detected more easily than those of brain stem and cerebellum by the scan.
- 4) All cases of 20 meningioma, 21 cases of 22 metastatic tumors and 19 cases of 24 astrocytoma were correctly localized by the scan. The scan was superior to angiography in detection of metastatic tumors.

The results of the present study suggest that the brain scan is of great diagnostic value.

I. 緒言

現在、頭蓋内局在性病変の診断には適当なスクリーニングテストとしての補助診断法が少なく、症候を主体とする神経学的診断が主流をなしている。

補助診断法の一つとして、脳スキャンニングは、1953年 Brownell および Sweet¹⁾ により始められ、その後各種の放射性医薬品により試みられてきたが、それ程普及するには至らなかった。しかし、1964年 Harper ら²⁾ により発表された

^{99m}Tc は、半減期が6時間と短かく、患者の被曝が少ないので、大量の投与が可能となり、これを Pertechnetate の形で投与することにより、良好な脳シンチグラムが得られるようになった。 ^{99m}Tc は milking により得られるが、その親核種である ^{99}Mo の半減期が比較的短かいという欠点を有している。その後、親核種である ^{118}Sn の半減期が 118日と長い、 ^{118m}In も用いられるようになった³⁾⁴⁾。

これら短半減期核種の利用と相俟つて、高感度のシンチスキャナーやシンチカメラの普及により、脳スキャンは、スクリーニングテストの一つとして急速に普及しつつある。

そこで他検査法との比較を中心にして、脳スキャンの臨床的評価を試みた。

II. 対象ならびに研究方法

対象は、昭和41年7月より昭和44年8月までの約3年間に虎の門病院にて施行した脳スキャン 283件(表1)のうち、剖検、手術等により確定診断を得た 141例(表2)である。

Table 1. No. of Brain Scans

	1966 July- Dec.	1967	1968	1969 Jan.- Aug.	Total
^{131}I -HSA	12	35	19		66
^{203}Hg -Neohydrin	5				1
^{197}Hg -Neohydrin			1		5
^{99m}Tc - Pertechnetate		22	51	13	86
^{113m}In -DTPA			43	71	114
^{131}I -Fibrinogen			1		1
Total	17	57	115	84	283

対象としたシンチグラムは3"φ×2"のクリスタルを有するAloka JSS 104形スキャナーにより得たもので、コリメータは10cm焦点37孔 honey cone を使用した。記録は写真および打点方式を併用した。使用した放射性医薬品は ^{113m}In -DTPA, ^{99m}Tc -pertechnetate, ^{131}I -HSA (^{131}I -人血清アルブミン), ^{203}Hg -ネオヒドリン等であり、それぞれの件数は表1に示す。

スキャン方法は、 ^{113m}In -DTPA, ^{99m}Tc -pertechnetate は5~20mCi を静注し、約10分後からスキャンを行なった。 ^{131}I -HSA は $5.5\mu\text{Ci}/\text{kg}$ (300~400 μCi) を静注し、24時間後にスキャンを行ない、 ^{203}Hg -ネ

Table 2. Cases with Established Diagnoses

Intracranial Mass Lesion	118
Brain Tumor	110
Meningioma	20
Astrocytoma (Grade 1-4)	24
Ependymoma	1
Pinealoma	4
Medulloblastoma	1
Glioma (Type unspecified)	3
Neurofibroma	1
Haemangioma	4
Haemangioblastoma	4
Metastatic Tumor	22
Another	3
Tumor without Histological Diagnosis	23
A-V Malformation	5
Haematoma	2
Abscess	1
Epilepsy	10
Hystery	2
Normal	4
Another	7
Total	141

オヒドリンは $11\mu\text{Ci}/\text{kg}$ (500 μCi ~1mCi) を静注し、その後3~6時間にスキャンした。その他 ^{197}Hg -ネオヒドリンは 2.5mCi を静注し、3時間後から、また ^{131}I -フィブリノーゲンは 500 μCi を静注して 24~48時間後にスキャンを行なった。いずれの場合も原則として前面スキャンを行ない、これにより病側を決定して、病側々面像を得た。スキャンスピードは短半減期核種の場合 100cm/分とし、その他は50cm/分とした。

以上のような装置および方法で得た脳シンチグラムを、病変の局在を示す程度(陽性度)により、5段階(表3)に分けて、他検査法(脳血管造影、気脳撮影および脳波検査)との比較を行なった。スキャン陽性率は放射性医薬品、病変の局

Table 3. Grade of Each Diagnostic Findings by the Degree to localize the Site of Lesion

卅	: Localize the site of lesion directly and clearly
卅	: Localize the site of lesion
+	: Localize the site of lesion with difficulty
±	: Impossible to localize the site of lesion, but some abnormal findings
—	: No abnormal findings

Table 4. Per Cent of Positive Cases in Each Diagnostic Procedure in the Cases with Intracranial Mass Lesions

	Scan				Arteriogram				Air Study				EEG			
	±	+	±	#	±	+	±	#	±	+	±	#	±	+	±	#
Group scanned with Pertechnetate	36/42 =86	29/42 =69	26/42 =62	23/37 =62	34/37 =92	29/37 =78	23/37 =62	13/15 =87	9/15 =60	8/15 =53	3/15 =20	25/33 =76	19/33 =58	0/33 =0	0/33 =0	0/33 =0
Group scanned with ^{113m} In-DTPA	30/37 =81	26/37 =70	23/37 =62	11/31 =36	26/32 =81	18/32 =56	13/32 =41	12/13 =92	10/13 =77	7/13 =54	3/13 =23	16/23 =70	12/23 =52	0/23 =0	0/23 =0	0/23 =0
Group scanned with ¹³¹ I-HSA	24/31 =77	18/31 =58	11/31 =36	16/30 =53	25/30 =83	21/30 =70	16/30 =53	11/12 =92	7/12 =58	4/12 =33	1/12 =8	17/21 =81	16/21 =76	3/21 =14	0/21 =0	0/21 =0
Group scanned with Radioneohydrin	5/9 =56	3/9 =33	1/9 =11	4/9 =44	6/9 =67	4/9 =44	0/9 =0	4/4 =100	2/4 =50	1/4 =25	0/4 =0	4/5 =80	2/5 =40	0/5 =0	0/5 =0	0/5 =0
Case scanned with ¹³¹ I-Fibrinogen	1/1 =100	1/1 =100	0/1 =0	0/1 =0	0/1 =0	0/1 =0	0/1 =0	/	/	/	/	1/1 =100	1/1 =100	0/1 =0	0/1 =0	0/1 =0
Total	96/120 =80	77/120 =64	61/120 =51	103/109 =95	91/109 =84	72/109 =66	52/109 =48	40/44 =91	28/44 =64	20/44 =45	7/44 =16	63/83 =76	51/83 =61	3/83 =4	0/83 =0	0/83 =0

在部位および組織像により影響を受けることが予想されたので、これらを考慮に入れて検討した。

III. 結 果

1. 放射性医薬品によるスキャン陽性率の違いならびに他検査法との比較

頭蓋内局在性病変でスキャンがその局在を示し得たもの、すなわち陽性度十以上のものは表4に示す如く、スキャン 120件中93件(78%)であったが、このうち特に現在一般に用いられている短半減期放射性医薬品である、^{99m}Tc-pertechnetate および ^{113m}In-DTPA による症例にかぎれば、それぞれ86%, 78%であり、これらは血管造影の陽性率と大差を認めず、気脳撮影ならびに脳波検査に比較すれば、その陽性率は著しく優れている。

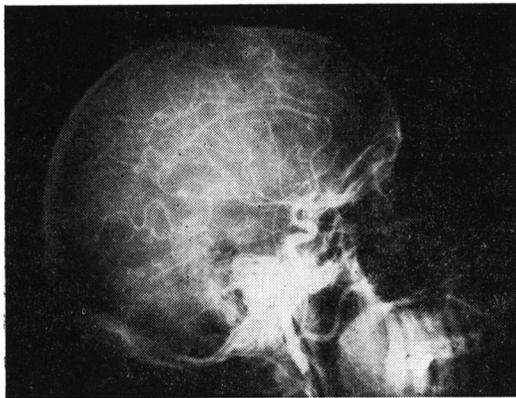
個々の症例で、血管造影よりスキャンでより明瞭に局在を示した症例は、表5に示す如く 108例中25例であった。写真1はその代表例である。逆

Table 5. Comparison of Diagnostic Procedures

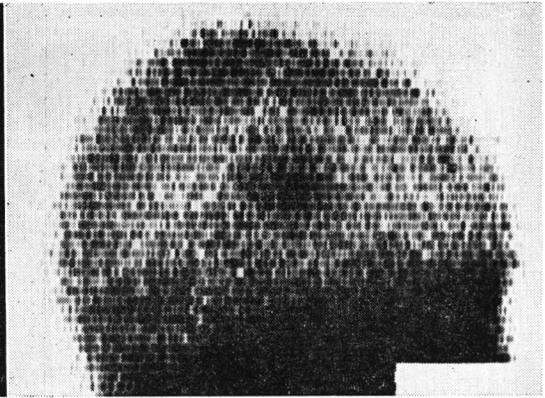
					No. of Cases
Scan Findings >	Arteriogram Findings				25/108
//	//	=	//	//	45/108
//	//	<	//	//	38/108
Scan Findings >	Air Study Findings				20/45
//	//	=	//	//	6/45
//	//	<	//	//	19/45
Scan Findings >	EEG Findings				56/67
//	//	=	//	//	15/67
//	//	<	//	//	11/67

に血管造影の方が優れていた症例は 108例中38例であり、他の45例は同程度の陽性度を示した。

同一症例で、同一時期に二種類の放射性医薬品によりスキャンを行なった症例は、表6に示す如く、短半減期核種の方が ¹³¹I-HSA および ²⁰³Hg-ネオヒドリンより優れており、これは表4に示す核種の違いによる陽性率の違いにも一致する。^{99m}Tc, ^{113m}In は、物理的半減期が短く、β線を放出しないため大量の投与が可能であることを考えると、これは当然のことであろう。写真2, 3にその代表的症例を示す。^{113m}In と ^{99m}Tc との比較では、写真4に示す如く ^{113m}In が優れている症例を



Angiogram



R. lateral scan with ^{99m}Tc-pertechnetate
Astrocytoma

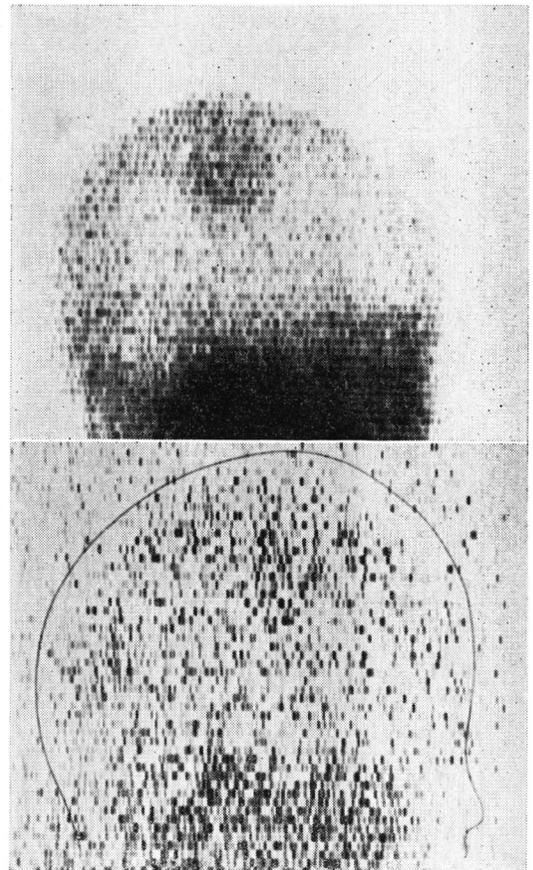
写真1 J.N. 22 y. ♀

Table 6. Comparison of Radiopharmaceuticals in Each Case

	Pertechnetate		¹³¹ I-HSA
	Astrocytoma	—	=
//	≡	=	≡
//	≡	>	≡
Glioblastoma multiforme	+	=	+
Meningioma	≡	=	≡
//	≡	>	≡
A-V malformation	+	>	—
Thalamic Tumor	—	=	—
Pertechnetate ¹³¹ I-Fibrinogen			
Metastatic Tumor	≡	>	≡
Pertechnetate ^{113m} In-DTPA			
Astrocytoma	≡	=	≡
Metastatic Tumor	≡	=	≡
//	≡	<	≡
//	≡	=	≡
²⁰³ Hg-Neohydrin ^{113m} In-DTPA			
Meningioma	≡	<	≡

1例経験した。これは頭蓋底に近い病変のため、血中からのクリアランスの遅い^{99m}Tcによるスキャンでは、頭蓋底の血中放射能の影響を受け、前面スキャンで病変部位を指摘し得なかつたものと思われる。

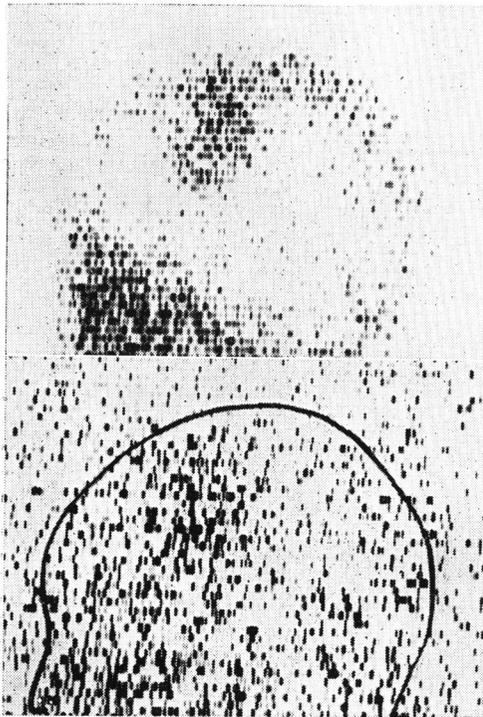
一方、正常例や非限局性疾患とされた23例では、いずれの放射性医薬品による脳スキャンでも



Top shows r. lateral scan with ^{99m}Tc-pertechnetate, bottom shows scan with ¹³¹I-HSA.

写真2 U.K. 51y. ♀ Meningioma

false positive 例は認めなかつた。



Top shows l. lateral scan with $^{113m}\text{In-DTPA}$,
bottom shows scan with $^{203}\text{Hg-Neohydrin}$.

写真3 S.Y. 43 y. ♀ Meningioma

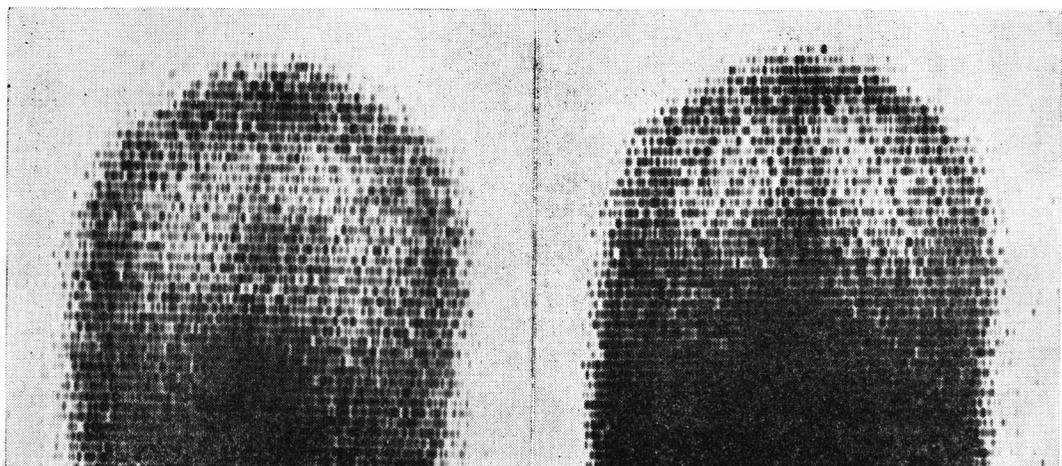
2. 病変の部位によるスキャン陽性率の違い、
ならびに他検査法との比較

表7は、局在性病変を大脳半球に存在するもの

Table 7 Per Cent of +~卅 Positive Cases

	Scan	Arterio-gram	Air Study	EEG
Cases with Mass Lesion of the Cerebral Hemisphere	60/66 =90.1	54/61 =88.5	7/11 =63.6	40/50 =80.0
Cases with Mass Lesion of the Brain Stem or the Cerebellum	31/51 =60.8	35/44 =79.5	20/33 =60.6	10/33 =30.3

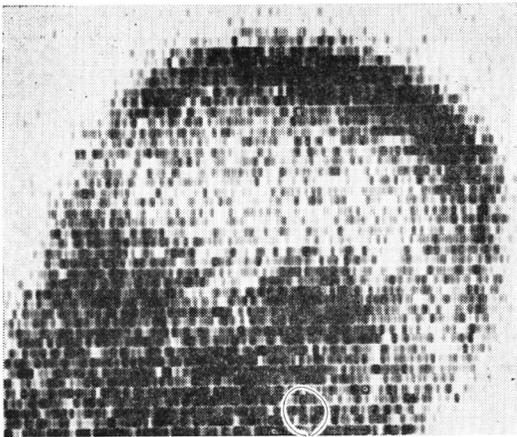
と脳幹または、小脳に存在するものに大別して、各検査の陽性率を示したもので、スキャン、血管造影、脳波検査では大脳半球の局在性病変が、脳幹、小脳の病変に比し、陽性率が高い。一方、気脳撮影では、これら2群の陽性率に大差なく、他検査法に比し脳幹部等の病変に優れていることが判る。これは、気脳撮影が脳室の変化から間接的に局在病変を診断することを考えれば、その位置的關係から容易に理解される。これに反し、スキャンでは血液の多い頭蓋底に、正常でも著明な陰影が認められ、これに接する病変ではこの陰影と重なり、検出されにくい。無論、脳幹や小脳の病変でも放射性医薬品の Tumor-to-brain concentration ratio が高ければ充分検出される(写真5, 6)し、 $^{113m}\text{In-DTPA}$ のような血中からのクリアランスの早い放射性医薬品を用いれば、より診断は容易となる(写真4)。



Anterior scan with $^{113m}\text{In-DTPA}$

Anterior scan with $^{99m}\text{Tc-perpertechnetate}$

写真4 T.A. 63y. ♂ Metastatic tumor



1. lateral scan with ^{113m}In-DTPA

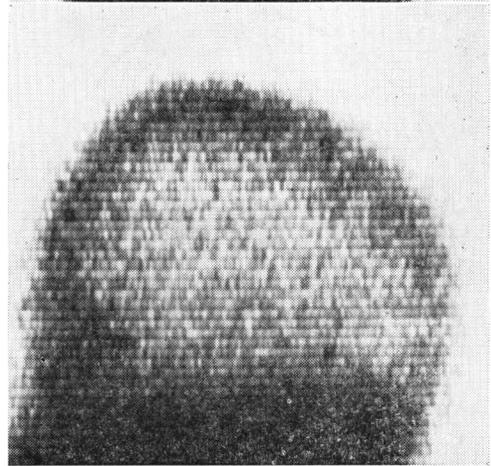
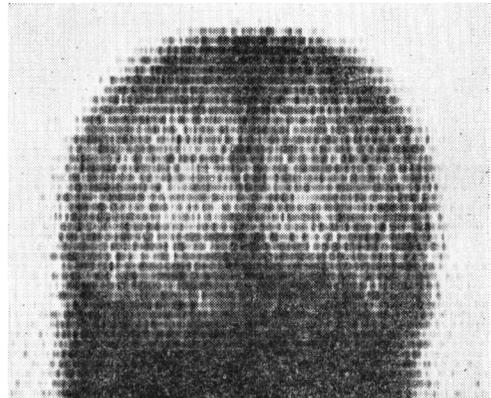
写真5 K.T. 28y. ♀ Brain stem tumor

3. 組織像によるスキャン陽性率の違い、ならびに他検査法との比較

スキャン陽性率が、組織像に影響を受けることは当然予想される。表8は局在性病変を組織像により分類し、その主なものについて示したものである。

スキャンおよび血管造影の陽性率は、ほぼ同様の傾向を示し、髄膜腫はこのいずれでも全例に検出され、また、松果体腫の陽性率は共に悪い。

転移性脳腫瘍は、スキャンにより22例中21例(96%)が検出され、血管造影等の他検査法に比し優れている。これは、血管造影が主として血管の圧排等により、間接的に病変の局在を示し、転移性脳腫瘍で良く見られる多発性病変では、必ずしも明瞭な圧排像が得られないこと、スキャンでは転移性脳腫瘍が脳原発の腫瘍と異なり、脳組織とかなり異質であること、また、腫瘍そのもの



Top view is posterior, bottom is γ -lateral, (^{99m}Tc-perchnetate)

写真6 T.H. 26y. ♀ γ -Infratentorial haemangioblastoma

をスキャンでは、直接陽性に描くためと考えられる。写真7は転移性脳腫瘍例を示す。

脳動静脈瘻は、当然血管造影が優れているが、スキャンでもかなりの陽性率を示した。

星細胞腫は、その Grade による違いがかなり

Table 8. Per Cent of +~卍 Positive Cases

	Scan	Arteriogram	Air Study	E E G
Meningioma	20/20= 100	19/19= 100	0/2 = 0	10/14=71.4
Metastatic Tumor	21/22=95.5	9/12=75.0	0/1 = 0	12/17=70.6
Astrocytoma (Grade 1-4)	19/24=79.2	20/24=83.3	6/10=60.0	10/13=76.9
Pinealoma	0/4 = 0	1/4 =25.0	3/4 =75	0/3 = 0
Haemangioma & Haemangioblastoma	6/8 =75.0	8/8 = 100	3/4 =75	2/6 =33.3
A-V Malformation	4/5 =80.0	5/5 = 100	/	2/4 =50.0
Haematoma	2/2 = 100	2/2 = 100	0/1 = 0	2/2 = 100

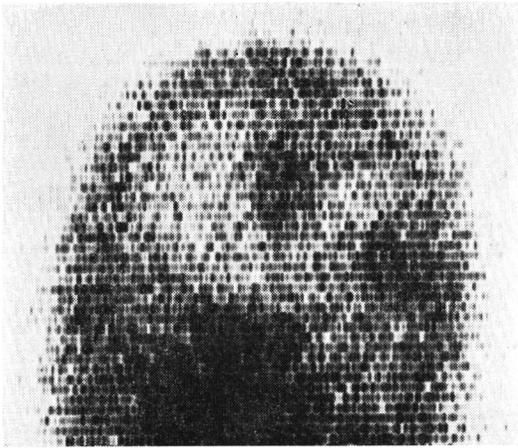
Anterior scan with $^{113m}\text{In-DTPA}$

写真7 H.I. 60v. ♂ Metastatic brain tumor

影響するので、一概に言えないが、Grade 1~4を含めると、スキャン、血管造影共に80%前後の十~卅陽性率を示した。

松果体腫は、気脳検査でかなりの陽性率を示しているが、スキャンおよび血管造影での陽性率は悪い。これには局在部位による影響もあろう。

IV. 考 按

種々の放射性医薬品が、脳腫瘍等の頭蓋内病変部位に集積することが知られているが、その機構については不明な点が多い。一般には、病変部の脳-血液関門の破壊、腫瘍血管の増生、病変部への放射性医薬品の親和性等がその原因として考えられている。いずれにしろ病変部に沈着した放射性医薬品から放出される γ 線を体外よりシンチグラム装置により記録して、病変部を陽性像として描いたものが脳シンチグラムである。

脳スキャンの検出率に関しては多くの報告があり、報告の多くは80%前後としている⁵⁾⁻¹⁴⁾。著者の場合も局在を示し得た症例は全体で78%、短半減期核種のみについて言えば82%であつた。血管造影にて病変の局在を示した症例は84%とスキャンより多少良い結果を示したが、患者に対する侵襲が少くないこと、また、表5に示す如く、脳シンチグラムでより明瞭に病変を示した症例もかなり存在することを考えると、手技が容易

であり、患者への侵襲も少ない脳スキャンが先行すべきであると考える。

スキャンは一般に頭蓋底近くの病変には不利であり、血管造影でも脳深部の病変では、局所的血管走行の異常を見出し難いことが多い。このため脳室系の変位、変形、陰影欠損等から局在病変の決定を行なう気脳撮影等を要する場合もあろう。しかし、脳スキャンでもTumor-to-brain concentration ratioが高いものなら、これらの部位でも充分検出可能であり、また、放射性ネオヒドリンや $^{113m}\text{In-DTPA}$ 等の血中からのクリアランスの早い放射性医薬品を用いたり、スキャンを行なう場合の方向、その他を工夫することにより、かなりの診断が可能とならう¹⁵⁾⁻¹⁷⁾。

組織像によつてスキャン陽性度に差を示すことは、逆にスキャン所見から、病変の質的診断も行ない得る可能性を示している。Takahashiら¹⁸⁾は、組織像とシンチグラム上のパターンとの関連を述べているが、シンチグラムパターンのみから、質的診断まで下すことはかなり困難を伴うもので、これに関しては、シンチカメラ等による動態を加味した診断が必要であらう¹⁸⁾⁻²¹⁾。

V. 総括ならびに結語

確定診断を得た頭蓋内器質性疾患 118例について、スキャン陽性率と脳血管造影、気脳撮影および脳波検査の陽性率とを比較して脳スキャンの臨床的評価を試み、以下の結果を得た。

1. 脳スキャンにて病変の局在を示し得たものは、スキャン 120件中93件 (78%)であつたが、短半減期核種による場合は、79件中65件 (82%)であつた。これは、脳血管造影での陽性率 (84%)と大差なく、また、気脳撮影 (64%)、脳波検査 (61%)より優れている。また脳スキャンではfalse positive例は認めなかつた。

2. 短半減期核種による脳スキャンにて病変の局在を示し得た症例は、79件中65件 (82%)で、 $^{131}\text{I-HSA}$ によるもの31件中23件 (74%)、ネオヒドリンによるもの9件中4件 (44%)に比して、その陽性率は高い。

3. 局在部位との関連では、大脳半球の病変の陽性率が高く (66件中60件, 90%)、脳幹および小

脳の病変では低い (51件中31件, 61%)。

4. 組織像との関連では, スキャンにより, 髄膜腫, 転移性脳腫瘍はほぼ全例その局在を知り得たが, 松果体腫ではいずれもその局在を示し得なかつた。星細胞腫 (Grade 1-4) では, 24例中19例 (79%) でその局在を示し得た。転移性脳腫瘍の (+) - (卅) 陽性率は96%であつたが, これは血管造影の75%に比し著しく高く, 本検査法が特に転移性脳腫瘍の診断に優れていることを示している。

5. 以上の結果ならびに, 脳スキャンは, 手技が容易であり, 患者に対する侵襲も著しく少ないことから, 頭蓋内局在性疾患の補助診断法として最もすぐれたものの一つであると考える。

(本論文の要旨はXII International Congress of Radiology に, 一部は第156回東京女子医科大学学会例会, 第8回日本核医学会総会, 第7回日本核医学会総会にて発表した。)

稿を終るにあたり, 御校閲戴きました田崎瑛生教授, 症例に関して多大の御便宜を賜つた虎の門病院放射線科福田隆部長, 脳神経外科竹内一夫部長に厚く感謝致します。

参考文献

- 1) **Brownell, G.L. and W.H. Sweet:** Nucleonics **11**(11) 40 (1953)
- 2) **Harper, P.V., R. Beck, Charleston and K.A. La:hrop:** Nucleonics **22**(1) 50 (1964)
- 3) **Stern, H.S., D.A. Goodwin, U. Scheffel, H.N. Wagner and H.H. Kramer:** Nucleonics **25**(2) 62 (1967)
- 4) **Clements, J.P., H.N. Wagner, H.S. Stern and D.A. Goodwin:** Amer J Roent **104** 139 (1968)
- 5) **Quinn, J.L., III, I. Ciric and W.N. Hauser:** JAMA **194** 157 (1965)
- 6) **Goodrich, J.R. and F.I. Tutor:** J Nucl Med **6** 541 (1965)
- 7) **Overton, M.C., S.R. Snodgrass and T.P. Haynie:** JAMA **192** 747 (1965)
- 8) **Wilcke, O.:** Der Nervenarzt **36** 508 (1965)
- 9) **Bucy, P.C. and I.S. Ciric:** JAMA **191** 437 (1965)
- 10) **Davis, T.P. and R.J. Martone:** J Nucl Med **7** 114 (1966)
- 11) **Witcofski, R.L., C.D. Maynard and T.J. Roter:** J Nucl Med **8** 187 (1967)
- 12) 野口鹿蔵: 日医放誌 **26** 1418 (1967)
- 13) 半田 肇・半田譲二: 最新医学 **22** 465 (1967)
- 14) **Filson, E.J., Rodriguez-Antunez, A.:** Acta Rad Diag **7** 380 (1968)
- 15) **Elipse, R.C. and A.J. Gilson:** J Nucl Med **6** 771 (1965)
- 16) **Wilson, E.B. and R.C. Briggs:** Radiology **92** 576 (1969)
- 17) **Kuhl, D.E. and T.P. Sanders:** J Nucl Med **11** 2 (1970)
- 18) **Takahashi, M., M.M. Nofal and W.H. Beierwaltes:** J Nucl Med **7** 32 (1966)
- 19) **Fish, M.B., M. Pollycove, S. O'Reilly, A. Khentigan and R.L. Koch:** J Nucl Med **9** 249 (1968)
- 20) **Maynard, C.D., R.L. Witcofski, R. Janeway and R.J. Cowan:** Radiology **92** 908 (1969)
- 21) **Handa, J., S. Nabeshima, H. Handa, K. Hamamoto, T. Kousaka and K. Torizuka:** Amer J. Roent **106** 708 (1969)