

《ノート》

## Tc-99m-HMPAO 脳シンチグラフィ

—I-123-IMP との比較—

Tc-99m-HMPAO Brain Scintigraphy: A Comparative Study with I-123-IMP

西本 均\* 山本 洋一\* 吉田 祥二\* 赤木 直樹\*  
 小原 秀一\* 上池 修\* 前田 知穂\*

Hitoshi NISHIMOTO, Yoichi YAMAMOTO, Shoji YOSHIDA, Naoki AKAGI,  
 Shuichi OHARA, Osamu KAMIIKE and Tomoho MAEDA

*Department of Radiology, Kochi Medical School*

## I. はじめに

各種脳神経疾患において脳血流や代謝の変化を臨床画像として捉えることは、病態を把握し、治療法の選択、治療効果の判定ならびに予後を推定する上で非常に有用である。1980年に Winchell らは脳血流の変化を鮮明な断層画像として明示しうることができ、かつ一般に使用し得る核種として、N-isopropyl-[I-123]-p-iodoamphetamine (IMP) を開発した<sup>1)</sup>。また、1985年に Holmes らはさらに簡単に使用しうる核種でかつ脳血流の変化を鮮明な画像として描出しうる Tc-99m hexamethyl propylene amine oxime (HMPAO) を開発した<sup>2)</sup>。今回、各種脳神経疾患を対象として Tc-99m-HMPAO を用いた SPECT を施行し X 線 CT、I-123-IMP による SPECT 像と比較検討する機会を得たので報告する。

## II. 対象と方法

対象は Table 1 のごとく脳梗塞 10 例 11 回、

TIA (Transient Ischemic Attack) 2 例 2 回、脳腫瘍 3 例 3 回、合計 15 例 16 回で、Tc-99m-HMPAO を用いて SPECT 像を撮像した。そのうち 10 例には early image と delayed image とを撮像した。また、全例に X 線 CT を、8 例に I-123-IMP を用いた脳血流 SPECT を行った。発症から撮像までの期間は短いもので 1 日、長いものでは約 9 か月であった。使用機器は東芝社製 ガンマカメラ (GCA90-B) で、データ処理装置は東芝 GMS55-B を用い、使用したコリメータは低エネルギー用高分解能である。

Tc-99m-HMPAO による SPECT 像の撮像条件は、データ収集時間として 15 秒 × 60 steps、データ収集マトリックスは 128 × 128 で Tc-99m-HMPAO を 20mCi 静注し、10 分後に early image を、3~5 時間後に delayed image を撮像した。I-123-IMP による SPECT 像の撮像条件はデータ収集時間に 30 秒 × 60 steps をかけ、データマトリックス 128 × 128 で I-123-IMP を 3 mCi 静注し、20~30 分後に early image を、4~5 時間後に delayed image を撮像した。

検討項目は、Tc-99m-HMPAO 像について、

**Key words:** Brain scintigraphy, SPECT, Tc-99m-hexamethyl propylene amine oxime, N-isopropyl-[I-123]-p-iodoamphetamine.

\* 高知医科大学放射線医学教室

受付：63 年 7 月 14 日

最終稿受付：元年 1 月 9 日

別刷請求先：高知県南国市岡豊町小蓮 (〒 781-51)

高知医科大学放射線医学教室

西 本 均

その early image と delayed image の比較, crossed cerebellar diaschisis の有無, X 線 CT との比較, および I-123-IMP 像との比較である。

### III. 結 果

#### 1. Tc-99m-HMPAO 像の検討

Tc-99m-HMPAO の early image と delayed image との比較を行い, また, crossed cerebellar diaschisis (CCD) の描出の有無をみた。Table 2 のごとく early image と delayed image との比較では, 全例その差はみられなかった。また, crossed cerebellar diaschisis は15例中 5 例 33.3% にみられた。

#### 2. Tc-99m-HMPAO 像と X 線 CT 像との比較

X 線 CT との比較では, 8 例で Tc-99m-HMPAO (E) の方が病変をやや広く描出する傾向がみられ, 特に 4 例は有意に広く描出されていた。6 例はほぼ同等であった。また, 症例 13 では, 左大脳半球では Tc-99m-HMPAO (E) の方が広く描出されており, 右大脳半球では X 線 CT の方が広く病変を描出していた。一方, 症例 5 では X 線 CT の方が病変をよく描出していた。

#### 3. Tc-99m-HMPAO image と I-123-IMP image との比較

Tc-99m-HMPAO early image (PAO (E)) と I-123-IMP early image (IMP (E)) との比較を行った。結果は Table 3 のとおりである。(1) 病変の描出が広いか狭いか, (2) 基底核等の描出はどちらが良いか, (3) crossed cerebellar diaschisis は存在するかどうか等について検討した。病変の描出では IMP (E) の方がやや広範囲であったが, 基底核の描出は PAO (E) の方がより明瞭であった。しかし, crossed cerebellar diaschisis は両者に差はみられなかった。

以下, 代表的な症例を呈示する。

#### 症例 9 63 歳 女性 脳梗塞 (Fig. 1)

Suffer duration, 2D

X 線 CT では, 左側の側頭葉から後頭葉の移行部にかけて low density area がみられる。PAO (E) では, 左側頭葉から後頭葉にかけて, より

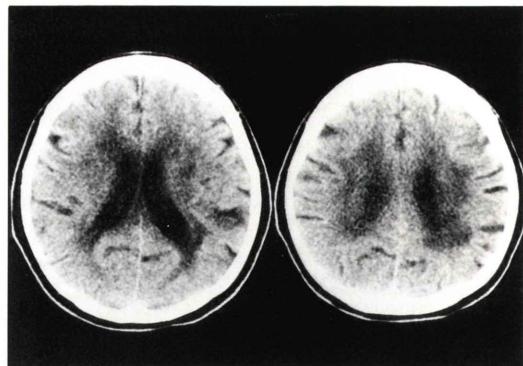


Fig. 1a Case 9 63 y.o., F L-Cerebral infarction  
Low density areas in the left temporal lobe are seen on plain CT.

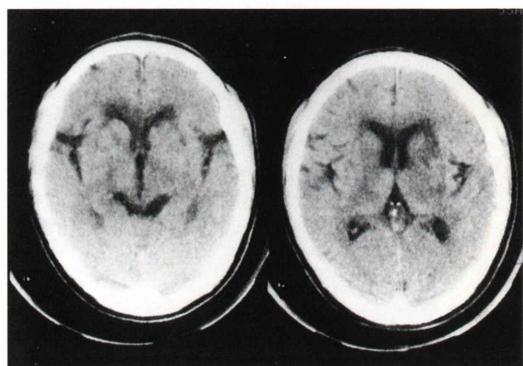


Fig. 2a Case 10 55 y.o., M L-Cerebral infarction  
Low density areas in the left capsula interna, nucl. lentiform and corona radiata are visualized on CT image.

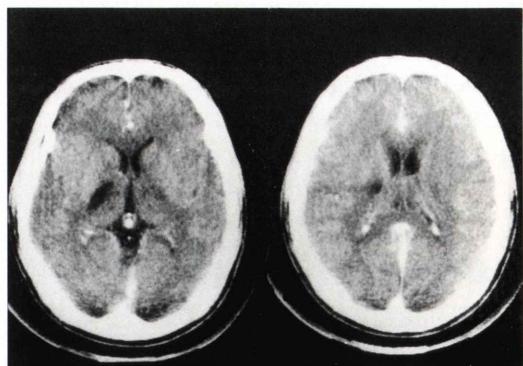
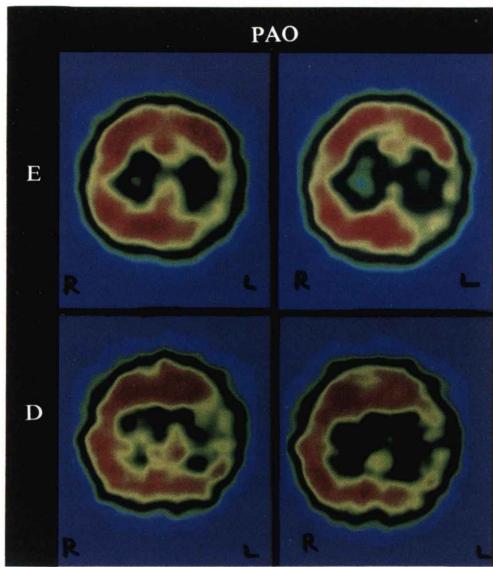
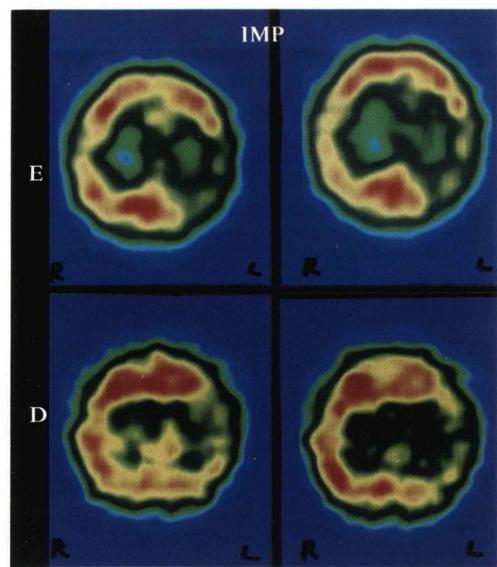


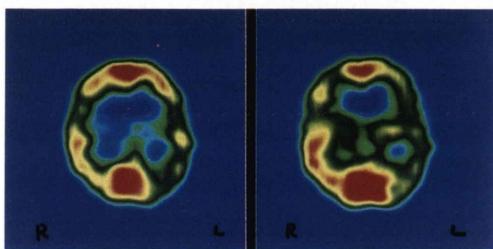
Fig. 3a Case 5 38 y.o., M R-Cerebral infarction  
Low density areas in the right capsula interna and corona radiata are seen on CT images.



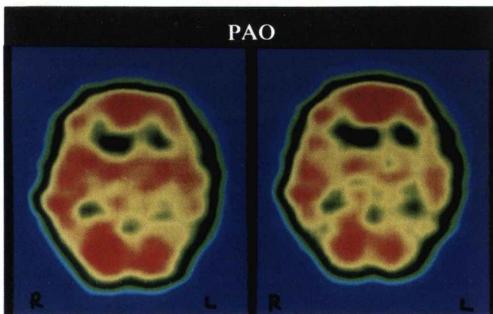
**Fig. 1b** Case 9 63 y.o., F L-Cerebral infarction  
Upper panel: Tc-99m-HMPAO Early images show a wide low activity area in the left temporal and occipital lobe.  
Lower panel: Similar findings as Tc-99m-HMPAO Early images are seen in the Delayed images.



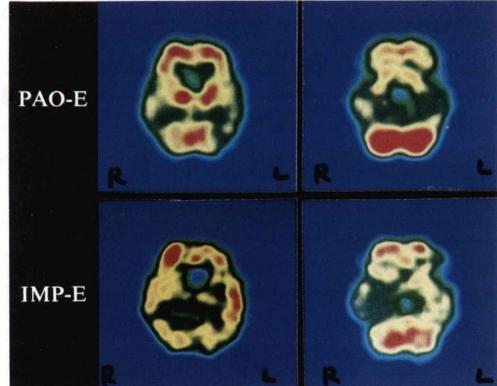
**Fig. 1c** Case 9 63 y.o., F L-Cerebral infarction  
Upper panel: I-123-IMP Early images show perfusion defect in the left temporal lobe and right basal ganglia.  
Lower panel: I-123-IMP Delayed images show RI redistribution in the left temporal lobe.



**Fig. 2b** Case 10 55 y.o., M L-Cerebral infarction  
Tc-99m-HMPAO Early image shows perfusion defect in the left frontotemporal lobe.



**Fig. 3b** Case 5 38 y.o., M R-Cerebral infarction  
Tc-99m-HMPAO Early images show unremarkable change.



**Fig. 4** Case 4 69 y.o., M TIA  
Delineation of basal ganglia on the images of Tc-99m-HMPAO and I-123-IMP.  
Tc-99m-HMPAO Early image (Upper panel) shows a better delineation of normal basal ganglia than I-123-IMP Early image (Lower panel).

Table 1 Subjects

Case	Name	Age, Sex	Diagnosis	Suffer. duration
1	T.Y.	66 F	Cerebral infarction	1M
2	I.M.	57 F	Cerebral infarction	4M
3	T.W.	59 M	Cerebral infarction	9M
4	Y.Y.	69 M	TIA	4M
5	T.K.	38 M	Cerebral infarction	5D
6	S.G.	60 M	Cerebral infarction	1D
7	S.M.	61 F	Cerebral infarction	1D
8	Y.O.	65 F	Cerebral infarction	1W
9	Y.O.	63 F	Cerebral infarction	2D
10	J.W.	55 M	Cerebral infarction	2D
11	J.W.	55 M	Cerebral infarction	1M
12	S.I.	63 M	TIA	1D
13	K.K.	53 M	Cerebral infarction	3M
14	A.W.	73 M	Brain tumor	1M
15	C.T.	70 F	Metastatic brain tumor	5M
16	K.Y.	5 F	Brain tumor (Leukemia)	16D

Table 2 Tc-99m-HMPAO Early images

Case	Compared with Delayed images	Crossed cerebellar diaschisis	Compared with CT images
1		—	=
2	E=D	+	>
3	E=D	+	>
4	E=D	—	=
5	E=D	+	«
6	E=D	—	=
7	E=D	—	=
8	E=D	—	»
9	E=D	+	»
10	E=D	—	»
11		—	»
12		—	>
13		+	lt> rt<
14	E=D	—	=
15		—	>
16		—	=

E: Early image D: Delayed image

広範囲に欠損像がみられ、Tc-99m-HMPAO delayed image (PAO (D)) でも同様の所見がみられる一方、IMP (E) では左の側頭葉から後頭葉にかけて広範囲に欠損像が、I-123-IMP delayed image (IMP (D)) ではいわゆる再分布像が左側頭葉から後頭葉にかけてみられる。以上より PAO (E) と PAO (D) ならびに IMP (E) はほぼ同様の

Table 3 Comparison of the images between Tc-99m HMPAO (Early) and I-123-IMP

Case	Delineation of pathol. findings		Delineation of Basal ganglia		Crossed cerebellar diaschisis	
	IMP	HMPAO	IMP	HMPAO	IMP	HMPAO
2	≥		≤		+	+
3	=		≤		—	+
4	=		≤		—	—
7	>		=		—	—
9	=		=		—	—
12	=		=		—	—
13	>		<		+	+
15	≥		=		+	+

所見を呈し、IMP (D) ではいわゆる再分布像が認められた。

**症例 10** 55歳 男性 脳梗塞 (Fig. 2)

Suffer duration, 2D

PAO (E) では左の前頭葉から側頭葉にかけて欠損像が認められる。X線 CT では、左の内包からレンズ核および corona radiata にかけて low density spot が認められた。このように脳梗塞、特に lacuna では PAO (E) の方が X線 CT より病変を広く描出している。

**症例 5** 38歳 男性 脳塞梗 (Fig. 3)

X線 CT では右の内包から corona radiata

にかけて low density area がみられる。PAO (E) では著変はみられず、この症例では X 線 CT の方が病変の存在をよく示していた。

#### 症例 4 69 歳 男性 TIA (Fig. 4)

一般に、IMP は基底核等の描出もすぐれているといわれているが、PAO (E) と比較すると、PAO (E) の方がよく描出されていた。

### IV. 考 察

Tc-99m-HMPAO は Sharp らによって投与量の 4.1% が脳に集まり<sup>3)</sup>、8 時間は維持されると報告されている。これは脳血液閥門を通過した脂溶性の Tc-99m-HMPAO が脳組織内で速やかに水溶性の化合物へ変換され、脳血液閥門を通過することができず、血中に戻ることなく組織内に留まるためと推察されている<sup>4)</sup>。また松田らは<sup>5)</sup>、Tc-99m-HMPAO は体内に投与されると、速やかに各臓器に分布し、また一部は血球や血清蛋白に結合し、再循環で脂溶性の PAO はほとんど存在しない。よって脳の放射能に関与する入力はほぼ初回循環のみであり、再循環した Tc-99m-HMPAO はほとんど脳への入力に寄与しないとの推察を報告している。以上より、静注時のごく短時間の血流情報が長時間保たれることになり、PAO (E) と PAO (D) がほぼ同等の所見を示すことは理解できる。また、I-123-IMP (D) でみられる脳代謝を表すいわゆる再分布像の所見は PAO (D) で得られないことも理解できる。

X 線 CT では、発症初期の脳梗塞は検出困難であり、また器質的障害に陥らないいわゆる ischemic penumbra と呼ばれる機能的障害を示す虚血領域は検出しない。このことから考えると、PAO (E) の方が X 線 CT より病変をやや広く描出することは理解できうる。

基底核の描出では PAO (E) の方がより明瞭であったのは、投与量の差によるものと考えられる。Tc-99m-HMPAO の投与量は 20 mCi で、I-123-IMP は費用や被曝線量の点から 3~5 mCi しか投与できず、Tc-99m-HMPAO の方が脳において I-123-IMP の 2~4 倍の計数が得られるためであ

る。I-123-IMP は I-123 生成のために、大型のサイクロトロンを必要とするため高価であり、標識された形でしか入手できず、緊急時などには使用困難である。一方、Tc-99m-HMPAO の方は、ジェネレータにより Tc-99m が簡単に得られ、標識も容易である。また、緊急時などに使用しやすい。被曝線量も少ないと大量投与が可能であり、投与 2~3 分後に最高値に達し、それ以後も安定なので、全検査時間が短縮しうる。特に虚血の検出が X 線 CT よりはるかにすぐれているということは、緊急時の脳梗塞の診断、治療法の選択とその効果判定に多大の効果をもたらしうる。

### V. 結 語

1) 脳梗塞や cerebral vascular disease (CVD) 脳腫瘍に対して Tc-99m-HMPAO を用いて SPECT を施行し、X 線 CT, I-123-IMP による SPECT と比較検討した。

2) PAO (E) と PAO (D) とを比較した結果、ほぼ同等の所見が得られた。CCD は PAO (E) の 31.2% に見られ、X 線 CT との比較では、明らかに PAO (E) の方がすぐれていた。

3) IMP (E) と PAO (E) との比較では、病変の描出は IMP (E) の方がいくぶんすぐれていて、CCD ではほぼ同等であった。基底核等の描出ではいくぶん PAO (E) の方がよかつた。

4) Tc-99m-HMPAO の利点としては、半減期も短く被曝線量も少なく、かつ容易に標識ができるのである。また緊急時（脳梗塞、脳血管障害など）にすぐに使用できる。

5) I-123-IMP ではいわゆる再分布像が得られるので、脳の代謝がみられるということ、画像的に Tc-99m-HMPAO とほぼ同等であるが、被曝線量の多いこと、緊急の時に用いえないということがある。

### 文 献

- 1) Winchell HS, Horst WD, Braun L, et al: N-isopropyl-[<sup>123</sup>I]p-iodoamphetamine: Single-pass brain uptake and washout; Binding to brain syn-

- aptosomes; and localization on dog and monkey brain. *J Nucl Med* **21**: 947-952, 1980
- 2) Holmes RA, Chaplin SB, Royston KG, et al: Cerebral uptake and retention of  $^{99m}\text{Tc}$ -hexamethyl-propyleneamine oxime ( $^{99m}\text{Tc}$  HM-PAO). *Nucl Med Commun* **6**: 443-447, 1985
- 3) Sharp PF, Smith EW, Gemmell HG, et al: Technetium-99m HMPAO stereoisomers as potential agents for imaging regional cerebral blood flow: Human volunteer studies. *J Nucl Med* **27**: 171-177, 1986
- 4) Nowotnik DP, Canning LR, Cumming SA, et al:  $\text{Tc-99m-HM-PAO}$ : A new radiopharmaceutical for imaging regional cerebral blood flow. *J Nucl Med Allied Sci* **29**: 208, 1985
- 5) 松田博史, 寺田一志, 東莊太郎, 他:  $^{99m}\text{Tc-d,L-hexamethyl-propyleneamine oxime}$  による脳血流シングラフィーの基礎的, 臨床的検討. *核医学* **24**: 1329-1340, 1987
- 6) 西澤貞彦, 米倉義晴, 藤田透, 他:  $\text{Tc-99m-d,L-HMPAO}$  を用いた脳血流 SPECT の検討. *核医学* **24**: 1521-1527, 1987