

## 《原 著》

N-Isopropyl-p-[<sup>123</sup>I]Iodoamphetamine による脳血流像

## —左右差の検出について—

松田 博史\* 関 宏恭\* 石田 博子\* 隅屋 寿\*  
 横山 邦彦\* 久田 欣一\* 藤井 博之\*\* 早瀬 秀男\*\*  
 山本信二郎\*\* 古林 秀則\*\*\* 林 実\*\*\*

**要旨** N-Isopropyl-p-[<sup>123</sup>I]Iodoamphetamine とガンマカメラ回転型 ECT 装置を用いて得られた脳血流像において、左右差指數 (Laterality Index: LI) を算出し、またその画像を作製することにより左右差の客観的評価を試みた。左右半球でそれぞれすべての矢状断像を加えることにより左側面像 (L) および右側面像 (R) を作製し、次式により LI を算出した。 $LI = 100 \left( 1 + \frac{R-L}{R+L} \right)$  正常人 5 例より求めた全脳平均およびピクセルごとの LI の正常範囲 (平均±2 標準偏差) は、それぞれ  $103 \pm 4$ ,  $103 \pm 10$  となった。脳血管障害 22 例に計 25 回、全脳平均およびピクセルごとの LI を求めたところ、それぞれ 5 回 (20%) ならびに 21 回 (84%) に異常値および異常値を示す領域が認められた。一方、X 線 CT で低吸収域がみられたのは 12 回 (48%) にすぎなかった。本法は脳血流像における左右差の評価法として臨床的に有用と考えられる。

## I. はじめに

1980 年、Winchell らによって開発された N-Isopropyl-p-[<sup>123</sup>I] Iodoamphetamine (<sup>123</sup>I-IMP)<sup>1,2)</sup> は新しい局所脳血流測定用剤として注目され、その臨床応用がなされつつある<sup>3~13)</sup>。本剤によれば静注により全脳の血流分布情報を得ることができる。さらに、Emission Computed Tomography (ECT) 装置を用いれば三次元情報も得られ、X 線 CT 像との対比也可能となる。ところで、得られた脳血流像の読影にあたっては左右差を評価する方法が有用である。その際、視覚評価のみでは左右差の範囲や程度を適確に評価し難いことから不十分と考えられる。前回、著者らは <sup>133</sup>Xe 吸入

法による局所脳血流測定において左右差指數を算出し、これを画像化することにより客観的に左右差を評価した<sup>14,15)</sup>。今回、この手法を <sup>123</sup>I-IMP によって得られた脳血流像に応用したところ臨床的に有用だったので報告する。

## II. 対象と方法

対象は右利き (Edinburgh 利き手質問表<sup>16)</sup> により判定) の正常人 5 例 (男 4, 女 1, 26~53 歳、平均 32 歳) と、同じく右利きの脳血管障害 22 例 (男 11, 女 11, 12~76 歳、平均 52 歳) の計 27 例であり、これらに計 30 回の脳血流像を得た。脳血管障害例の内訳は、臨床症状、神経学的所見、脳血管撮影、X 線 CT 等により診断されたクモ膜下出血 11 例、脳梗塞 7 例、橋出血 2 例、小脳動脈奇形、モヤモヤ病各 1 例である (Table 1)。発症より本検査までの時期は 5~284 日 (平均 50 日) であった。

<sup>123</sup>I-IMP (日本メジフィジックス社製、放射化学的純度は検定日時において <sup>123</sup>I, <sup>124</sup>I, <sup>126</sup>I がそれぞれ 94.7% 以上、5.0% 以下、0.3% 以下) 1.5~3 mCi 静注 20~40 分後より ECT を施行した。使

\* 金沢大学医学部核医学科

\*\* 同 脳神経外科

\*\*\* 福井医科大学脳神経外科

受付：59 年 5 月 21 日

最終稿受付：59 年 8 月 2 日

別刷請求先：金沢市宝町 13-1 (郵 920)

金沢大学医学部核医学科

松 田 博 史

用した装置は中エネルギー用コリメーターを装着した島津製ZLC 7500対向ガンマカメラ回転型である。データ処理は同じく島津製シンチパック2400にて行った。一方で45秒、64方向より投影像を採取し、その後、横断、矢状断、冠状断の各断層像を再構成した。さらに、横断像または冠状断像を参考して、矢状断像における左右の中心のスライスを求めた。この際、皮質が内側へ翻転する部位、または小脳半球間を参考に中心のスライスを決定した(Fig. 1)。このスライスを境に、左半球および右半球のすべての矢状断像を加えるこ

Table 1 Cases with cerebrovascular accidents

	No. of cases (measurements)
Subarachnoid hemorrhage	11 (12)
Cerebral infarction	7 (9)
Pontine hemorrhage	2 (2)
Arteriovenous malformation in cerebellum	1 (1)
Moyamoya disease	1 (1)
	22 (25)

とにより、左側面像(L)ならびに右側面像(R)を得た。この2個の画像を次式のごとく処理するこ

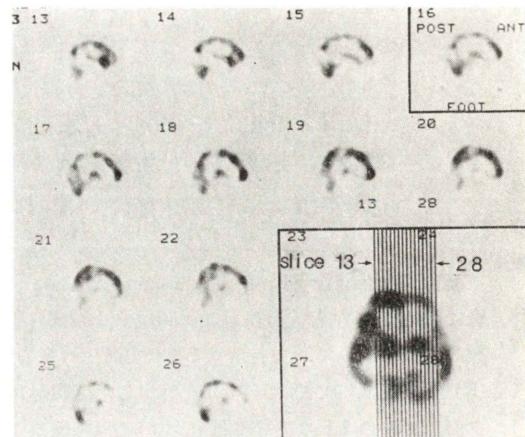


Fig. 1 Serial sagittal section  $^{123}\text{I}$ -IMP brain perfusion images and a reference transverse section image with slice lines corresponding to each sagittal section image (lower right corner). The slice which divides the invaginated cortical areas of the cerebral or cerebellar hemispheres are chosen as the reference slice for the midplane. In this case, slice 19 was selected.

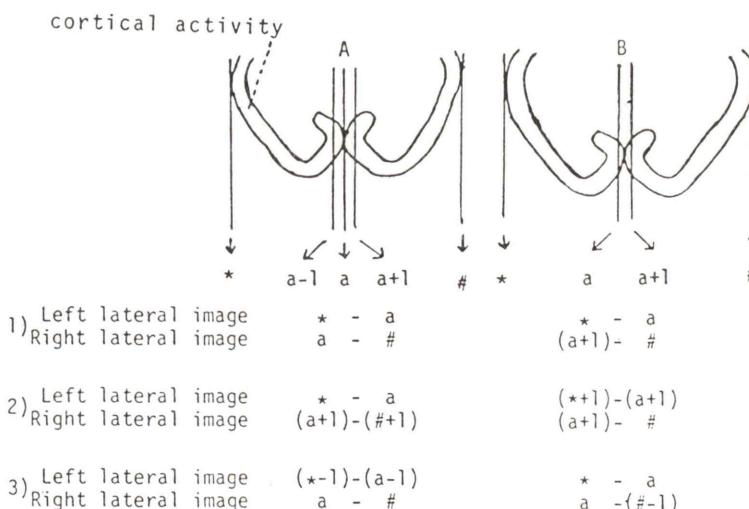


Fig. 2 Reconstruction of left and right lateral images is performed by adding sagittal section images in each hemisphere, respectively, with the dividing plane shifted three times. It is also varied accordingly either when the reference slice  $a$  falls on the midplane (A), or when the midplane falls in-between the reference slice  $a$  and the next slice  $a+1$  (B). For example, the first left lateral image is reconstructed by adding from slice  $*$  to slice  $a$ .

とにより左右差指数ならびにその画像を得た。

$$\text{左右差指数} = 100 \left( 1 + \frac{R-L}{R+L} \right)$$

ここで 100 以上は右半球優位、100 以下は左半球優位であることを意味する。

左右差指数の正常値を決定する際に、最も問題となることは矢状断像における中心のスライスの決定である。そのため、同一人で中心のスライスを 1 スライス以内でずらした場合で 3 回 (Fig. 2), また別の日に再構成し直して 1 回の計 4 回、5人の正常例で計 20 回、全脳平均およびピクセルごとの左右差指数を算出し、平均 (mean) と標準偏差 (s.d.) を求めた。それらの mean  $\pm$  2 s.d. を正常範囲とした。また、全脳平均の左右差指数の再現性を検討した。

ピクセルごとの正常範囲を決定した後、脳血管障害例で求めた左右差像と正常限界値との減算により、対側よりも有意に血流が多い部位を画像化した。さらに、この画像による脳血流の異常部位の検出能と X 線 CT での低吸収域の出現頻度を比較した。X 線 CT は本検査の 3 日以内に施行されたものが 11 回、4~7 日以内が 8 回、8~14 日以内が 5 回、50 日前が 1 回であった。

### III. 結 果

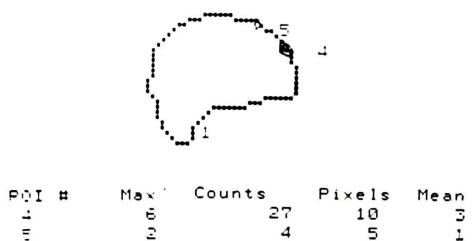
全脳平均の左右差指数の再現性は、変動係数で 1.1~2.3% と良好であった (Table 2)。全脳平均およびピクセルごとの左右差指数の mean  $\pm$  s.d. はそれぞれ  $103 \pm 2$  ( $N=20$ )、 $103 \pm 5$  ( $N=8944$ ) とな

**Table 2** Reproducibility of brain mean laterality indices in normal subjects

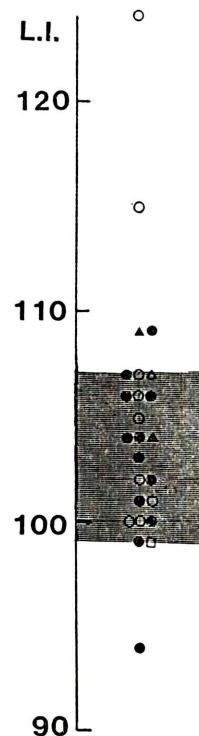
	Case No.				
	1	2	3	4	5
within the limits of one slice*	103	106	104	101	102
another day**	105	103	102	103	100
coefficient of variation (%)	1.4	2.3	1.1	1.6	1.2

\* lateral images obtained as shown in Fig. 2

\*\* lateral images obtained in another day



**Fig. 3** Brain map showing interhemispheric differences in normal subjects. Areas with laterality index beyond the normal limits of  $103 \pm 10$  are marked as the regions of interest #4 and #5. Since the number of pixels in these areas are less than 11, areas of 11 pixels or over with abnormal laterality index were interpreted as significant in patients with cerebrovascular diseases.



**Fig. 4** Brain mean laterality index in various diseases. Shaded area indicates mean  $\pm$  2 s.d.  
●: subarachnoid hemorrhage, ○: cerebral infarction, ▲: pontine hemorrhage, △: arteriovenous malformation in cerebellum, □: moyamoya disease

り、正常範囲をそれぞれ 99~107, 93~113 と決定した。正常例での左右差像と正常限界値との減算を行ったところ、異常値を示す領域の広さは 10 ピクセル以下であった (Fig. 3)。このため、脳血管障害例において、正常限界値との減算で得られた広さが 10 ピクセルを越える領域のみを対側よりも有意に血流の多い部位とした。

脳血管障害例において 25 回中 5 回 (20%) に異常全脳平均の左右差指数が得られた (Fig. 4)。また、X 線 CT では 25 回中、ほぼ皮質のみが 3 回、皮質-皮質下が 5 回、皮質下のみが 4 回の計 12 回

にしか低吸収域がみられなかったのに対し、<sup>123</sup>I-IMP では 21 回 (84%) に対側よりも有意に血流の多い部位がみられた。X 線 CT で低吸収域がみられたにもかかわらず、<sup>123</sup>I-IMP で異常がみられなかった例は皆無だった (Fig. 5)。代表的な 2 症例を呈示する。

#### 〔症例 1〕

1か月前、クモ膜下出血を発症した 50 歳男性。血管撮影にて前交通動脈瘤が確認され、4 日前、右前頭側頭開頭にてクリッピング術が施行された。意識レベル I-1。左下肢の単麻痺を軽度に認めた。

		<sup>123</sup> I-IMP (abnormal regional L.I.)		
		-	+	
X-ray CT (1.c.d.a.)	-	● ● ○ ▲	● ● ○ ○ ○ ○	▲ △
	+ predominantly cortical		○ ○ ○	
	+ cortical -subcortical		○ ○ ● ● □	
	+ subcortical		○ ○ ○ ●	

Fig. 5 Detectability of abnormal area by regional laterality index with <sup>123</sup>I-IMP brain perfusion image and by X-ray CT. Notations are the same as those in Fig. 4. Out of 25 measurements abnormality was detected in 21 by the regional laterality index method and in 12 by X-ray CT.

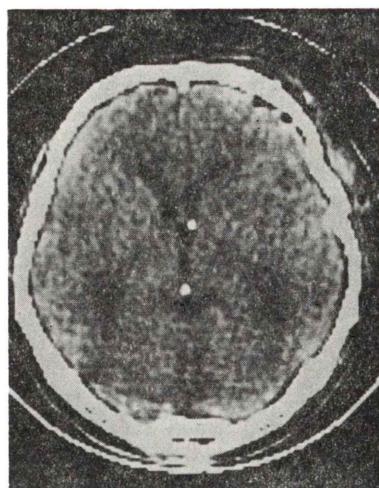


Fig. 6a: X-ray CT of a 40-year-old patient after subarachnoid hemorrhage showing no low density areas.

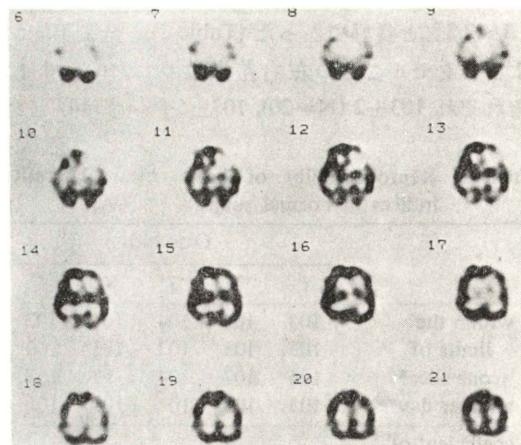
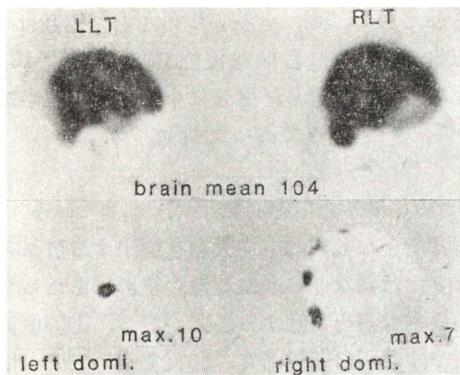
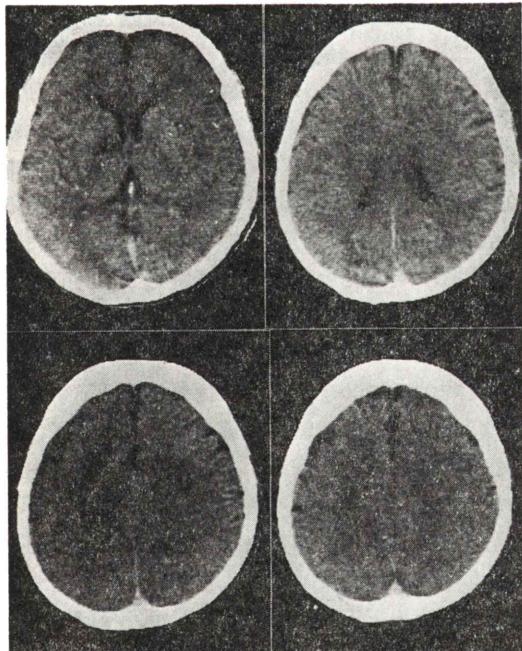


Fig. 6b: Transverse section images with <sup>123</sup>I-IMP. Decreased activities are observed in the right frontal lobe and left cerebellum.



**6c:** Reconstructed left lateral (LLT) and right lateral (RLT) perfusion images (upper) and brain maps showing dominancy of the laterality index (lower). The brain mean was calculated as 104. Dominant areas were detected in the left lower frontal lobe with maximum deviation of 10 from the normal limit and in the right cerebellum and occipital lobe with maximum deviation of 7.

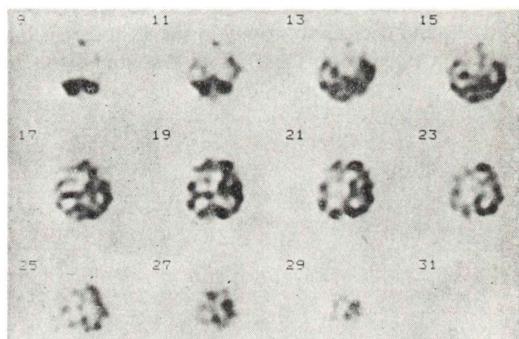


**Fig. 7a:** X-ray CT of a 50-year-old patient with complete obstruction of the left internal carotid artery showing left terminal zone infarction.

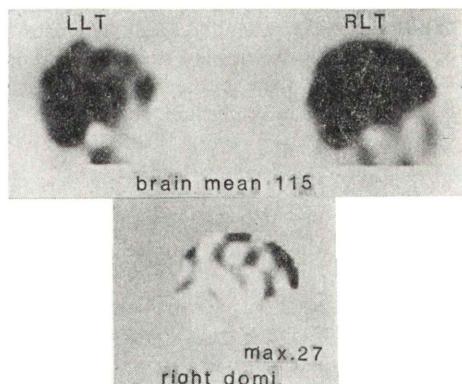
3日前のX線CT(Fig. 6a)では低吸収域はみられなかったが、<sup>123</sup>I-IMPによる横断像では右前頭葉皮質と左小脳に集積低下がみられた(Fig. 6b)。全脳平均の左右差指数は104と正常域にあり、前頭葉下部で左半球優位(正常限界よりの偏位は最大10)、小脳および後頭葉で右半球優位(偏位、最大7)の部位が認められた(Fig. 6c)。

### [症例 2]

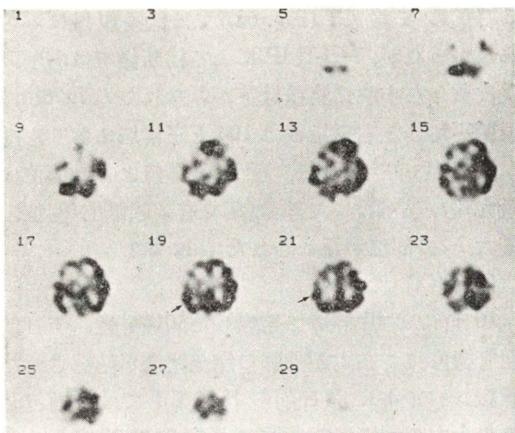
10日前、右片麻痺で発症した50歳男性。1日前、血管撮影にて左内頸動脈の完全閉塞が確認された。意識レベルI-1.2日前のX線CTでは左内包とその上方の大脳深部白質に低吸収域がみられた(Fig. 7a)。<sup>123</sup>I-IMPによる横断像では左大脳皮質



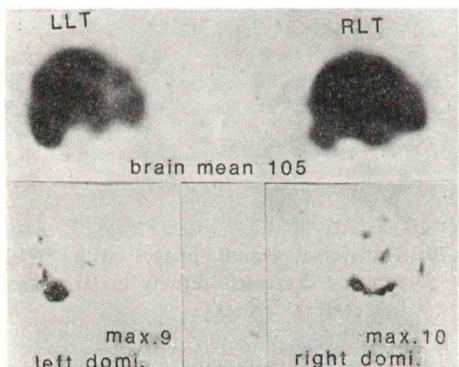
**7b:** Transverse section images with <sup>123</sup>I-IMP showing decreased activity in large area of left cerebral cortex.



**7c:** Brain mean laterality index was calculated as 115. Brain map showing extensive right dominant areas. Left dominant area was not observed.



7d: Transverse section images with  $^{123}\text{I}$ -IMP after left superficial temporal artery—middle cerebral artery anastomosis showing increased activity in the left parietal cortex (arrows) and decreased activity in the right cerebellum compared to those in the first study (b).



7e: Brain mean laterality index fell into 105. Brain maps showing less extensive right dominant areas than in the first study and left dominance in cerebellum.

に広範な集積低下がみられた(Fig. 7b)。全脳平均の左右差指数は115と右半球が多いことを示し、右半球優位(偏位、最大27)の部位が広範にみられた(Fig. 7c)。この27日後に左浅側頭動脈一中大脳動脈吻合術を受けたところ、右下肢の運動機能にかなりの改善がみられた。術後のX線CTでは術前と同様の低吸収域がみられるにすぎなかった。一方、 $^{123}\text{I}$ -IMPによる横断像では左大脳皮質の一部に改善がみられ、また右小脳に集積低下が

みられた(Fig. 7d)。全脳平均の左右差指数は105と正常域となり、右半球優位(偏位、最大10)の部位は著明に減少し、さらに小脳全体が左半球優位(偏位、最大9)であった(Fig. 7e)。

#### IV. 考 案

ほぼ均一な分布の中で欠損を検出する肝スキャンなどとは異なり、脳血流像の読影にあたっては次のような点を考慮する必要がある。①脳血流は皮質や中心灰白質で高く、白質で低い<sup>5,6,17,18)</sup>。また、正常例では前頭葉優位<sup>19~23)</sup>であり、これらの点で不均等な血流分布を示す。②加齢とともに脳血流値は減少し、血流分布様式も変化する<sup>20,22,24)</sup>。③脳血流値は生理的および病的状態において連続的に変化するため定量的評価が必要である。④“transneuronal depression<sup>25~29)</sup>”や“diaschisis<sup>30~32)</sup>”などの神経投射系を介した非病変部での血流変化が起こりうる。このため、読影には従来一定した方法がなく、今まで $^{133}\text{Xe}$ 脳クリアランス法を中心に主に以下の3法が報告されている。

第1は、全脳または半球平均血流値と対比し、それよりもある一定の割合を越える部位を異常とする方法<sup>33,34)</sup>である。この割合としては±15%や±20%という値が報告されている<sup>33,34)</sup>。すなわち、例えば-15%以下の値を示す部位を局所虚血、+15%以上の値を示す部位を局所充血とする方法である。しかし、この方法を $^{123}\text{I}$ -IMPによる断層像に応用した場合、各断層ごとに評価せねばならず煩雑である。また、例えば脳室拡大が著明な場合には、血流の存在しない脳室が断層面に多く含まれるため全脳平均値は著しく低下する。このため、皮質の血流を評価しようとする場合に、一定の割合をどの程度にするかという問題が生じる。これを防ぐために皮質のみを抽出しようとしても、その正確な範囲を決定することは困難である。以上の理由で、この方法を断層像に応用することはほとんど不可能である。だが、今回のように矢状断像を加えることにより作製した側面像には応用可能であり、特に病変が両側で対称性に存在する場合に左右差像では検出困難なため、この

方法の有用性が期待される。

第2は、正常血流値と比較し、それ以上を局所充血、それ以下を局所虚血とする方法<sup>35-37)</sup>がある。この目的で、<sup>123</sup>I-IMPによる脳血流の半定量的測定法として、投与量で補正した単位容積あたりの脳のカウント数で評価する方法が報告されている<sup>9,11)</sup>。しかし、<sup>123</sup>I-IMPは静注直後ほとんど肺に集積し、脳へは肺から洗い出されたそれが徐々に集積していく<sup>6,38)</sup>ため、脳への集積率は肺の摂取や肺からの洗い出しの状態に影響される。<sup>123</sup>I-IMPの肺での動態は、個体差がみられ、肺疾患においても影響を受けることが同種類の脳血流用剤である<sup>123</sup>I-HIPDMとともに示唆されている<sup>39,40)</sup>。このため、脳の集積カウント数と脳血流値は必ずしも相関しないと考えられる。このため、脳血流の絶対値を得るには“Reference sample method<sup>6,12,41)</sup>”により動脈採血を行い脳への入力を決定する必要があり、侵襲的になるので正常人には施行し難い。また、前述のごとく、脳血流値は加齢とともに不均等に減少するため、正常値を決定する際には年齢の異なる多数の正常例が必要となる。以上の理由で、この方法も実用的とはいひ難い。

第3は、左右差を検討する方法である<sup>15,42,43)</sup>。この方法は断層像で評価する場合にも容易である<sup>43)</sup>。だが、正常人でも安静時である程度の左右差が報告されており<sup>19,20,44)</sup>、範囲の狭い軽度の左右差の場合に、それが異常とされるかどうか視覚評価のみでは困難である。このため、今回客観的指標として<sup>133</sup>Xe吸入法で用いた左右差指数<sup>14,15,20)</sup>を算出し、その正常値を求めた。また、断層像から全体の様相はとらえ難いと考えられたので、左右半球でそれぞれすべての矢状断像を加えることにより左右側面像を作製し、これらを用いて左右差像を得た。これらの側面像には灰白質のみならず白質の血流情報も反映されており、両者を含めて評価しうる。左右差指数の算出に際しては、矢状断像における中心スライスの決定が重要である。今回、中心スライスを1スライス以内ですらした場合、および再構成し直した場合にお

いてそれぞれ指数を算出し、これらのすべての指標から正常範囲を求めた。このようにすると、正常範囲は広くなるものの、実際の臨床例において左右差指標を算出する場合に多少の中心スライスのずれは問題とならなくなる。異常な全脳平均の左右差指標が得られた回数が5回(20%)と少なかったが、これは正常範囲を広くとってしまったことよりは、検査対象に広範な脳梗塞例が少なかつたことが原因であろう。

左右側面像を得るためにだけならば通常のプラナー像を撮れば十分とも考えられる。しかし、断層像より作製することは、対側の放射能を検出してしまいうといふ、いわゆるcross-talk<sup>45)</sup>がない、プラナー像を撮った時に生じる、画像間の演算をする場合の左右側面像の正確な重ね合わせの必要がない、プラナー像を撮像する時間が省けるといった利点を有する。

今回得られた全脳平均の左右差指標の正常値の平均は103となり右半球優位であった。正常人での安静時における脳血流や脳代謝などの左右差に関しては、利き手との関連も含めて種々の報告がみられる<sup>19,20,23,44,46-48)</sup>。また、ピクセルごとの正常値にしても、今回は部位での差異を考慮せずに設定したが、脳の各部位で左右差が異なるとの報告がみられ<sup>19,20,44,46)</sup>、さらに正常例を重ねて検討する必要がある。またmidline shiftを示したり、脳が左右非対称な場合には本法は応用できない。このように、今回の左右差指標の算出法や正常値に関しては若干問題が残されている。しかし、X線CTで低吸収域の認められなかった症例にも高率に局所の有意の血流の左右差を検出したため、十分使用可能と考えられる。

以上より、<sup>123</sup>I-IMPによる脳血流像を読影する際には左右差を評価する方法が最も実用的である。この場合、今回の左右差指標による客観的評価法は、特に術後評価や経過観察に優れると考えられ、今後さらに症例を重ねていく予定である。

なお、正常例にて本剤の静注前後で血圧、脈拍、呼吸数、血液生化学所見、尿所見などを検索し副作用の全く認められないことを確認した上で脳血

管障害例への応用にあつたこと、および脳血管障害例においても副作用は全く認められなかつたことを付記する。

## V. 結語

$^{123}\text{I}$ -IMPによる脳血流像において、断層像より作製した左右側面像を用いて次式による左右差指數(LI)を算出した。 $LI = 100 \left( 1 + \frac{R-L}{R+L} \right)$ 。正常人5例より全脳平均およびピクセルごとのLIの正常範囲を求め、脳血管障害例での25回の脳血流像に応用したところ、それぞれ5回(20%)および21回(84%)に異常値および異常値を示す領域が認められた。一方、X線CTで低吸収域のみられたのは12回(48%)にすぎなかった。本法は左右差の客観的評価法として有用である。

$^{123}\text{I}$ -IMPをご提供下さいました日本メジフィジックス社に感謝します。

## 文献

- Winchell HS, Baldwin RM, Lin TH: Development of I-123-labeled amines for brain studies: Localization of I-123 iodophenylalkyl amines in rat brain. *J Nucl Med* **21**: 940-946, 1980
- Winchell HS, Horst WD, Braun L, et al: N-Isopropyl-p-[ $^{123}\text{I}$ ]Iodoamphetamine: Single-pass brain uptake and washout: Binding to brain synaptosomes: and localization in dog and monkey brain. *J Nucl Med* **21**: 947-952, 1980
- Kuhl DE, Wu JL, Lin TH, et al: Mapping local cerebral blood flow by means of emission computed tomography of N-Isopropyl-p-[ $^{123}\text{I}$ ]Iodoamphetamine (IMP). *J Cereb Blood Flow Metabol* **1** (Suppl 1): S25-S26, 1981
- LaFrance ND, Wagner HN, Whitehouse P, et al: Decreased accumulation of Isopropyl-Iodoamphetamine (I-123) in brain tumors. *J Nucl Med* **22**: 1081-1083, 1983
- Hill TC, Holman BL, Lovett R, et al: Initial experience with SPECT (Single-Photon Computerized Tomography) of the brain using N-isopropyl I-123 p-iodoamphetamine: Concise communication. *J Nucl Med* **23**: 191-195, 1982
- Kuhl DE, Barrio JR, Huang S-C, et al: Quantifying local cerebral blood flow by N-Isopropyl-p-[ $^{123}\text{I}$ ]
- Iodoamphetamine (IMP) tomography. *J Nucl Med* **23**: 196-203, 1982
- Uren RF, Magistretti PL, Royal HD: Single photon emission computed tomography with Tc-99m glucoheptonate and I-123 iodoamphetamine in cerebral infarction. *Clin Nucl Med* **7**: 385, 1982
- Lee RGL, Hill TC, Holman BL, et al: Comparison of N-Isopropyl (I-123) p-Iodoamphetamine brain scans using anger camera scintigraphy and single-photon emission tomography. *Radiology* **145**: 789-793, 1982
- Lee RGL, Hill TC, Holman BL, et al: N-Isopropyl (I-123)p-Iodoamphetamine brain scans with single-photon emission tomography: Discordance with transmission computed tomography. *Radiology* **145**: 795-799, 1982
- Lassen NA, Henriksen L, Holm S, et al: Cerebral blood-flow tomography: Xenon-133 compared with Isopropyl-Amphetamine-Iodine-123: Concise communication. *J Nucl Med* **24**: 17-21, 1983
- O'Leary DH, Hill TC, Lee RGL, et al: The use of  $^{123}\text{I}$ -Iodoamphetamine and single-photon emission computed tomography to assess local cerebral blood flow. *AJNR* **4**: 547-549, 1983
- 松田博史, 関 宏恭, 石田博子, 他: N-Isopropyl-p-[ $^{123}\text{I}$ ]Iodoamphetamineによる局所脳血流測定。核医学 **21**: 445-448, 1984
- 松田博史, 関 宏恭, 石田博子, 他: 指運動および音読時における局所脳血流変化の検討——N-Isopropyl-p-[ $^{123}\text{I}$ ]Iodoamphetamine 静注法と  $^{133}\text{Xe}$  吸入法の比較——。核医学 **21**: 859-865, 1984
- 松田博史:  $^{133}\text{Xe}$  吸入法による局所脳血流測定に関する研究。日医放会誌 **43**: 328-348, 1983
- 松田博史, 前田敏男, 関 宏恭, 他:  $^{133}\text{Xe}$  吸入法による大脳皮質梗塞における局所脳血流測定——特に異常血流部位の検出能に関して——。日医放会誌 **44**: 593-603, 1984
- Oldfield RC: The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* **9**: 97-113, 1971
- Frackowiak SJ, Lenzi GL, Jones T, et al: Quantitative measurement of regional cerebral blood flow and oxygen metabolism in man using  $^{15}\text{O}$  and positron emission tomography: Theory, procedure and normal values. *J Comput Tomogr* **4**: 727-736, 1980
- Baron JC, Steinling M, Tanaka T, et al: Quantitative measurement of CBF, oxygen extraction fraction (OEF) and CMRO<sub>2</sub> with  $^{15}\text{O}$  continuous inhalation technique and positron emission tomography (PET): Experimental evidence and normal values in man. *J Cereb Blood Flow Metabol* **1** (Suppl 1): S5-S6, 1981
- Prohovnik I, Håkansson K, Risberg J: Observa-

- tions on the functional significance of regional cerebral blood flow in "Resting" normal subjects. *Neuropsychologia* **18**: 203-217, 1980
- 20) Matsuda H, Maeda T, Yamada M, et al: Age-matched normal values and topographic maps for regional cerebral blood flow measurements by <sup>133</sup>Xe inhalation. *Stroke* **15**: 336-342, 1984
- 21) Wilkinson IMS, Bull JWD, DuBoulay GH, et al: Regional blood flow in the normal cerebral hemisphere. *J Neurol Neurosurg Psychiat* **32**: 367-378, 1969
- 22) Melamed E, Lavy S, Bentin S, et al: Reduction in regional cerebral blood flow during normal aging in man. *Stroke* **11**: 31-35, 1980
- 23) Ingvar DH: "Hyperfrontal" distribution of the cerebral gray matter flow in resting wakefulness: On the functional anatomy of the conscious state. *Acta Neurol Scand* **60**: 12-35, 1979
- 24) Naritomi H, Meyer JS, Sakai F, et al: Effects of advancing age on regional cerebral blood flow. *Arch Neurol* **36**: 410-416, 1979
- 25) Ewing JR, Keating EG, Sheehe PR, et al: Concordance of inhalation rCBFs with clinical evidence of cerebral ischemia. *Stroke* **12**: 188-195, 1981
- 26) Shenko HA: Bilateral cerebral blood flow: Studies in patients with brain tumor. *Arch Neurol* **4**: 356-368, 1961
- 27) Hoedt-Rasmussen K, Skinhøj E: Transneuronal depression of the cerebral hemispheric metabolism in man. *Acta Neurol Scand* **40**: 41-46, 1964
- 28) Skinhøj E: Bilateral depression of CBF in unilateral cerebral diseases. *Acta Neurol Scand* **41** (Suppl 14): 161-163, 1965
- 29) Lavy S, Melamed E, Portnoy Z: The effect of cerebral infarction on the regional cerebral blood flow of the contralateral hemisphere. *Stroke* **6**: 160-163, 1975
- 30) Kempinski WH: Experimental study of distant effects of acute focal brain injury. *Arch Neurol Psychiat* **79**: 376-389, 1958
- 31) Meyer JS, Shinohara Y, Kanda T, et al: Diaschisis resulting from acute unilateral cerebral infarction. *Arch Neurol* **23**: 241-247, 1970
- 32) Meyer JS, Naritomi H, Sakai F, et al: Regional cerebral blood flow, diaschisis, and steal after stroke. *Neurol Res* **1**: 101-119, 1979
- 33) Olsen TS, Larsen B, Skriver EB, et al: Focal cerebral hyperemia in acute stroke: Incidence, pathophysiology and clinical significance. *Stroke* **12**: 598-607, 1981
- 34) 中村雅一, 高野 隆, 木村和文, 他: 大脳基底核部小梗塞における脳皮質部血流. *脳神経* **34**: 1153-1159, 1982
- 35) 河瀬文武, 水上公宏, 由沢俊明, 他: 脳梗塞の病態推移と血行再開—III. 局所脳循環の変化—. *脳神経* **35**: 71-81, 1983
- 36) Deshmukh VD, Meyer JS: Noninvasive measurement of regional cerebral blood flow measurements, Deshmukh VD, Meyer JS, eds, Spectrum Publications, New York/London, 1978, pp. 157-202
- 37) Wilkinson IMS: Regional cerebral blood flow in man: Establishment of "normal" control values and identification of the abnormalities which occur in "Stroke" patients. *Progress in Brain Research* **35**: 87-103, 1972
- 38) Holman BL, Hill TC, Lee RGL, Zimmerman RE, Moore SC, Royal HD: Nuclear Medicine Annual 1983, Freeman LM, Weissmann HS, eds, Raven Press, New York, 1983, pp. 131-165
- 39) Rahimian J, Glass EC, Touya JJ, et al: Measurement of metabolic extraction of tracers in the lung using a multiple indicator dilution technique. *J Nucl Med* **25**: 31-37, 1984
- 40) Pistolesi M, Fazio F, Marini G, et al: Lung distribution and kinetics of I-123 HIPDM: A potential agent for early detection of lung cellular injury. *J Nucl Med* **24**: 71, 1984 (abst)
- 41) Malik AB, Kaplan JE, Saba TM: Reference sample method for cardiac output and regional blood flow determinations in the rat. *J Appl Physiol* **40**: 472-475, 1976
- 42) Halsey JH, Nakai K, Wariyar B: Sensitivity of rCBF to focal lesions. *Stroke* **12**: 631-635, 1981
- 43) Buell U, Moser EA, Schmiedek P, et al: Dynamic SPECT with Xe-133: Regional cerebral blood flow in patients with unilateral cerebrovascular disease: Concise communication. *J Nucl Med* **25**: 441-446, 1984
- 44) Blauenstein UW, Halsey JH, Wills EL, et al: <sup>133</sup>Xenon inhalation method: Analysis of reproducibility: Some of its physiological implications. *Stroke* **8**: 92-102, 1977
- 45) Wyper DJ, Cooke MBD: Compensating for hemisphere cross-talk when measuring CBF. *Acta Neurol Scand* **56** (Suppl 64): 470-471, 1977
- 46) Mazziotta JC, Phelps ME, Carson RE, et al: Tomographic mapping of human cerebral metabolism: Sensory deprivation. *Ann Neurol* **12**: 435-444, 1982
- 47) Carmon A, Harishanu Y, Lowinger E, et al: Asymmetries in hemispheric blood volume and cerebral dominance. *Behav Biol* **7**: 853-859, 1972
- 48) Obrist WD, Tompson HK, King CH, et al: Regional cerebral blood flow estimated by <sup>133</sup>Xenon inhalation. *Stroke* **6**: 245-256, 1975

## Summary

### Brain Perfusion Image Using N-Isopropyl-p-[<sup>123</sup>I] Iodoamphetamine —Detection of Interhemispheric Difference—

Hiroshi MATSUDA\*, Hiroyasu SEKI\*, Hiroko ISHIDA\*, Hisashi SUMIYA\*, Kunihiko YOKOYAMA\*, Kinichi HISADA\*, Hiroyuki FUJII\*\*, Hideo HAYASE\*\*, Shinjiro YAMAMOTO\*\*, Hidenori KOBAYASHI\*\*\* and Minoru HAYASHI\*\*\*

\*Department of Nuclear Medicine, \*\*Department of Neurosurgery, School of Medicine, Kanazawa University  
\*\*\*Department of Neurosurgery, Fukui Medical College

In brain perfusion images using N-Isopropyl-p-[<sup>123</sup>I] Iodoamphetamine and rotating gamma camera emission computed tomography, brain maps showing laterality indices (LI) were made for the purpose of detecting interhemispheric differences. Left (L) and right (R) lateral images were made by adding sagittal section images in each hemisphere, respectively. LI was calculated as follows.  $LI = 100(1 + \frac{R-L}{R+L})$ . The normal ranges ( $\text{mean} \pm 2 \text{ s.d.}$ ) of the indices determined by those obtained in five normal right-handed subjects were  $103 \pm 4$  and  $103 \pm 10$  for brain mean and each pixel, respectively. Out of 25 measurements in 22 right-

handed patients with cerebrovascular accidents, brain mean LI beyond the normal limits and areas showing abnormal regional LI were observed in 5 (20%) and 21 (84%) measurements, respectively. On the other hand, X-ray CT showed low density areas in only 12 (48%). These brain maps were clinically useful for detecting and quantifying interhemispheric differences in brain perfusion images with N-Isopropyl-p-[<sup>123</sup>I] Iodoamphetamine.

**Key words:** N-Isopropyl-p-[<sup>123</sup>I] Iodoamphetamine, Brain perfusion image, Single photon emission computed tomography.