

## 《原 著》

## 脳シンチグラフィーによる脳循環動態の解析

長谷川建治\* 額田 忠篤\* 青山 喬\* 栗山 良紘\*  
 阿部 裕\* 木村 和文\*\*

## I. 緒 言

1948年 Moore ら<sup>1),2)</sup> が  $I^{131}$ -diiodofluorescein を初めて脳腫瘍の診断に応用したことに端を発する脳シンチグラフィーは、標識核種の発達、スキャナー、さらにはガンマシンチレーションカメラの普及により、脳腫瘍のみならず、脳血管障害例においても臨床検査法として重要な地位を占めるに至っている<sup>3)</sup>。

一方、1945年の Kety & Schmidt<sup>4)</sup> の  $N_2O$  法による全脳血流量測定法さらには Lassen & Ingvar<sup>5)</sup> による局所脳血流量測定法の開発などの脳循環測定の臨床検査の進歩に伴い、各種頭蓋内疾患時の循環動態が明らかにされつつあり、それらによる成績は脳血管障害の診療上、有用な知見を提供し、脳循環動態把握の必要性が認識されるに至っている。しかしながら、これらの脳血流量測定の諸法は、内頸静脈あるいは内頸動脈への catheterization が必要のため routine examination として汎用しがたく、また、患者を生理的条件下で検査することが困難であるなどの欠点がある。

今回我々は、脳血管障害の routine examination

としての脳シンチグラフィーを施行する際、画像診断と共に脳循環動態をあわせ把握し、病態診断をより容易にする目的で左右脳半球別の Mode of Transit Time (以下 MOTT と略す) の測定をおこなった。

MOTT 測定の臨床応用上の有用性の検討をその測定値の脳血管障害発症からの経時的な変化および、画像所見との対比において行なったので報告する。

## II. 対象ならびに方法

**対象：**1972年から1974年までに大阪大学第一内科を受診した症例のうち、臨床症状、脳血管撮影、髄液所見等から診断の確定した症例、総計96例を対象とした。そのうちわけは非頭蓋内疾患例35例、脳梗塞51例、一過性脳虚血発作5例、脳出血3例、脳動静脈奇形2例である(Table)。なお、臨床症状からの診断は厚生省脳卒中研究班基準に従った。

**計測機器：**Anger 型ガンマシンチレーションカメラ及び附属のオンライン RI データ処理装置を用いた。装置に関しての詳細は既報している<sup>6)</sup>ので省略する。

**方法：**過塩素酸カリウム約 200 mg の経口投与で前処置した約1時間後、 $^{99m}Tc$ -pertechnetate 7～10 mCi を前腕正中静脈より bolus として注入し、その後より 40 秒間、1 秒毎の連続脳シンチグラムを記録しそのデータを磁気テープに集録した。その後、頭蓋外計測による RI 活性が 250,000

\* 大阪大学医学部阿部内科

\*\* 大阪大学医学部中央放射線科

受付：51年4月26日

最終稿受付：51年7月28日

別刷請求先：大阪市福島区福島一丁目一 (〒553)

大阪大学医学部阿部内科

長谷川 建治

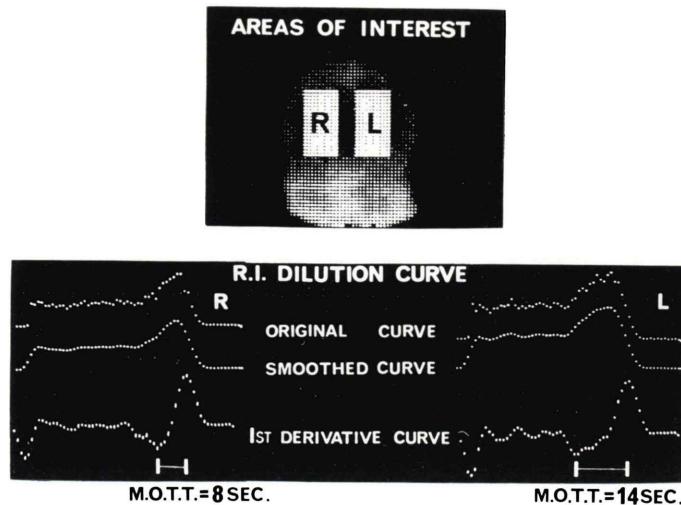


Fig. 1 The setting of the area of interest and the measurement of mode of transit time (MOTT).

カウントに達するまで static brain scintigram を正面、及び、左右両側面について撮影した。

**MOTT の測定:** static brain scintigram について陽性所見の有無などの画像診断をした後、その正面像を cathode ray tube (C.R.T.) 上に表示し、静脈洞などの major vessels をさけて左右脳半球別に主として脳実質からの RI 活性を反映するとと思われる領域に関心領域を設定した(Fig. 1)。関心領域の広さは  $10 \times 20 = 200$  アドレスで一定とし、頭蓋正中線に対し左右対称に設定した。補助記憶

装置の磁気テープより連続脳シンチグラムのデータをプレイバックすることにより関心領域での毎秒の総カウントの時間的推移を時系列データとして抽出し、C.R.T. 上に表示し Fig. 1 下図上段の如くに RI 希釈曲線を得た。この original curve のデータに付き、三点移動平均法により平滑化の操作を行なった smoothed curve に微分の演算を行ない、Fig. 1 下図下段の如く、一次微分曲線を描出した。微分曲線の positive peak と negative peak 間の時間を MOTT として測定した。

Table Number of cases, mean ages and mode of transit time (MOTT) in the control subjects and the cases with cerebrovascular diseases.

Diseases	Number of Cases	Mean AGE (years)	Mode of Transit Time (Mean $\pm$ S.D.) (SEC.)	
			Right or Diseased Hemisphere	Left or Control Hemisphere
<b>Cases Without Intracranial Lesions</b>				
Total	35	38.2	$7.1 \pm 1.5$	$7.0 \pm 1.4$
Older than 45 Years (Control)	10	54.7	$7.4 \pm 1.3$	$7.9 \pm 1.3$
Cerebral Thrombosis	51	51.7	$10.5 \pm 2.5^{**\#}$	$8.7 \pm 1.9$
T.I.A.	5	53.6	$9.8 \pm 2.4^*$	$8.4 \pm 2.1$
Cerebral Hemorrhage	3	45.0	$11.0 \pm 1.6$	$8.0 \pm 1.4$
A-V Malformation	2	53.0	$5.0 \pm 1.0$	$8.0 \pm 1.0$

Significantly Different from Control Group; \*\*P<0.01, \*P<0.02

Significantly Different from Control Hemisphere; #P<0.01

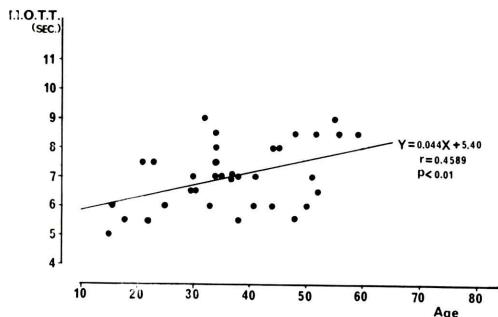


Fig. 2 A relationship between mode of transit time (MOTT) and age in the cases without intracranial lesions. A positive linear correlation between MOTT and age was obtained ( $Y = 0.044X + 5.40$ ,  $r = 0.4589$ ,  $P < 0.01$ ).

### III. 結 果

#### 1. 非頭蓋内疾患例における MOTT

非頭蓋内疾患例 35 例の平均年令は 38 才であり、

MOTT は右  $7.1 \pm 1.5$  (S.D.) 秒、左  $7.0 \pm 1.4$  (S.D.) 秒であった (Table).

非頭蓋内疾患例の年令と MOTT の関係をみると、Fig. 2 に示す如く MOTT は高齢者程、延長する傾向にあり、症例おののおのの MOTT 左右平均値と年令の両者間には、有意の正の相関が成立した ( $r = 0.4589$ ,  $P < 0.01$ ).

高齢者の多い脳血管障害例の対照のため、非頭蓋内疾患例のうち 45 才以上のもの 10 例を control 群とした。その平均年令は 55 才で、MOTT は右  $7.4 \pm 1.3$  (S.D.) 秒、左  $7.9 \pm 1.3$  (S.D.) 秒で、左右の MOTT 間には有意差なく、左右の MOTT の平均値は  $7.6 \pm 1.3$  (S.D.) 秒であった (Table).

#### 2. 脳梗塞症例における MOTT

脳梗塞症例 51 例の平均年令は 52 才であり、その病巣ならびに対照脳半球での MOTT を Table に示した。MOTT は病巣脳半球で  $10.5 \pm 2.5$  (S.D.) 秒、対照脳半球で  $8.7 \pm 1.9$  (S.D.) 秒と両半球とも

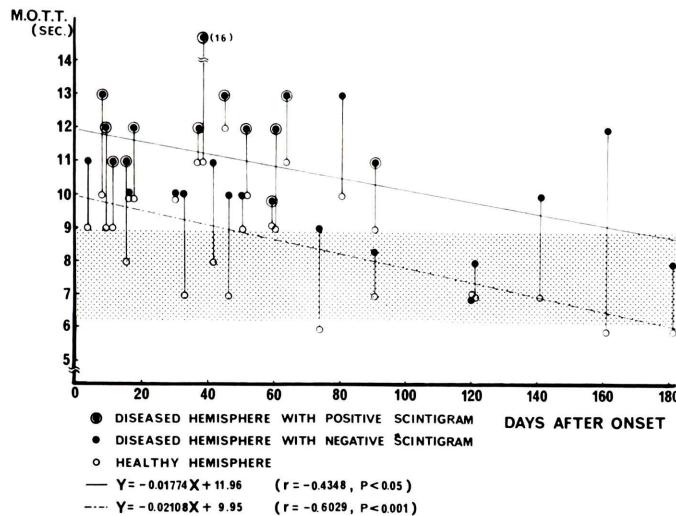


Fig. 3 A relationship between mode of transit time (MOTT) and days after the onset in the cases with cerebral thrombosis. The open circles and the closed circles represent MOTTs in the control and the diseased hemispheres respectively. The double closed circles represent MOTTs in the diseased hemispheres with positive scintigrams. A solid line shows a negative correlation between MOTTs in the diseased hemisphere and days after the onset ( $Y = -0.01774X + 11.96$ ,  $r = -0.4348$ ,  $P < 0.05$ ). A broken line shows a negative correlation between MOTT in the control hemisphere and days after the onset ( $Y = -0.02108X + 9.95$ ,  $r = -0.6029$ ,  $P < 0.001$ ). A stippled area represents the normal range ( $MOTT = 7.6 \pm 1.3$  (S.D.) sec.).

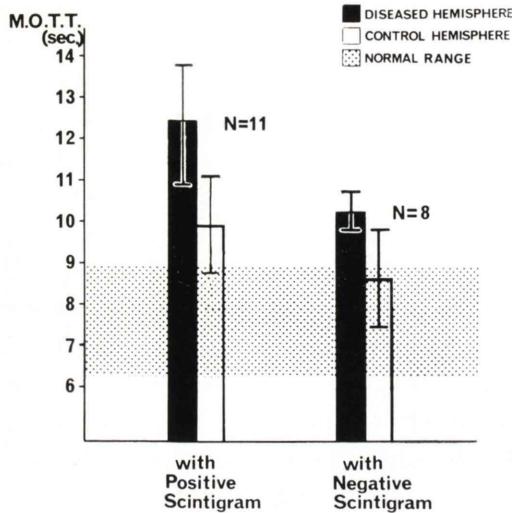


Fig. 4 A comparison of mode of transit time (MOTT) in the cases with cerebral thrombosis with positive and negative scintigrams. MOTTs of the cases with positive scintigrams were significantly prolonged in both hemispheres, compared with those of the cases with negative scintigrams (the diseased hemisphere:  $P < 0.01$ , the control hemisphere:  $P < 0.05$ ). Even in the cases with negative scintigrams, MOTT in the diseased hemisphere was significantly prolonged ( $P < 0.01$ ), compared with normal range (a stippled area,  $MOTT = 7.6 \pm 1.3$  (S.D.) sec.).

control 群に比し延長する傾向にあったが、特に病巣脳半球での延長が有意であった ( $P < 0.01$ )。また、病巣脳半球の MOTT は対照脳半球のそれに比し、有意の延長を示した ( $P < 0.02$ )。

### 3. その他の脳血管障害における MOTT

一過性脳虚血発作、脳内出血の症例においても MOTT は病巣脳半球において、それぞれ  $9.8 \pm 2.4$  (S.D.) 秒、 $11.0 \pm 1.6$  (S.D.) 秒と延長を示した。また、脳動静脈奇形では、MOTT は病巣脳半球で  $5.0 \pm 1.0$  (S.D.) 秒と短縮を示した。

### 4. 脳梗塞症例における MOTT と発症からの経過との関係

脳梗塞症例の MOTT を発症からの経過日数との関係につきみたのが Fig. 3 である。黒丸で示した病巣脳半球の MOTT 及び、白丸で示した対照脳半球の MOTT はいずれも、発症初期の症例ほ

ど高度の延長を示し、発症から経過をへた症例ほど、stippled area で示した control 群の正常域に近づく傾向にあり、病巣、対照両脳半球において、MOTT と発症からの経過日数の間には、有意の負の相関が成立した (病巣脳半球:  $r = -0.4348$ ,  $P < 0.05$ , 対照脳半球:  $r = -0.6029$ ,  $P < 0.001$ )。

発症初期、特に発症後 20 以内の症例では、MOTT は病巣脳半球においてのみならず、対照脳半球においても control 群の正常域に比し有意の延長を示した ( $P < 0.01$ )。また、黒の二重丸で示した static scintigram が陽性である症例の病巣脳半球の MOTT は、実線で示した病巣脳半球 MOTT 全体の回帰線より上方に位置し、かつ、発症後、日時を経た症例でも延長した値を示す傾向にあった。

### 5. 脳梗塞症例における MOTT とシンチグラム陽性、陰性との関係

脳梗塞発症後 2 ヶ月以内の症例 19 例を抽出し、シンチグラム陽性、陰性にわけると、陽性 11 例、陰性 8 例であった。

MOTT をシンチグラム陽性群と陰性群の間で比較すると、Fig. 4 に示した如く、病巣、対照いずれの脳半球の MOTT もシンチグラム陽性群が陰性群にくらべて有意の延長を示した (病巣脳半球:  $P < 0.01$ , 対照脳半球:  $P < 0.05$ )。また、病巣脳半球の MOTT は control 群の正常域に比し、シンチグラム陽性群のみならず陰性群においても有意に延長を示した ( $P < 0.01$ )。

### IV. 考 指

Oldendorf<sup>7,8,9)</sup>らは、簡易脳循環時間測定法として、<sup>131</sup>I-Hipurran や <sup>131</sup>I-RISA などの非拡散性 RI を静注し、頭部よりの RI 活性の時間経過曲線の一次微分曲線より Brain blood turnover time を測定して脳循環の一指標になりうるものと報告した。しかし、本法により測定される Brain blood turnover time は transit time distribution の mean ではなく mode の表示法であり<sup>8)</sup>、また、心肺循環よりの影響を受け、<sup>133</sup>Xe の頸動脈注入により測定した脳血流量とは、ある限られた範囲内でし

か対応しないなどといった批判<sup>10)</sup>や、静注法では RI 物質が希釈され頭部で計測する際には、統計誤差が多くなるため一次微分曲線の特に negative peak が不明瞭となり、主観的判断にまかされる部分が多く、異常者の識別が困難なことが多い<sup>11)</sup>、などの方法論的批判があった。しかしながら、この方法による mode of transit time は mean transit time に近く、かつ mean transit time と一定の関係にあり<sup>8)</sup>、また脳血流量が正常あるいは比較的低下している状態では脳血流量と直線的ではないが相関するとされている<sup>10)</sup>。従って一般に脳血流量の低下が予想される虚血性脳血管障害を対象とする場合には MOTT の延長は脳血流量低下の指標として考えてよいであろう。さらに本研究では RI 希釈曲線の変曲点付近での関心領域あたりでのカウント数は 100~200 counts/sec. であり、脳循環障害高度の例では一次微分曲線の特に negative peak が不明瞭となる傾向にあったが mini computor をもつ付属のデータ処理装置を使用して観測データに三点移動平均法の平滑化の操作を加えて客観的解析を可能とした。また、scinticamera を用いて関心領域を静脈洞などの large vessels からの RI 活性を除外しうる領域に設定し、可能の限り、測定誤差を少なくできる様に操作した。その他、脳循環の頭蓋外計測法、特に、静注法のもう一つ問題点として計測した曲線の中に含まれる外頸動脈よりの RI 活性の問題がある。権平<sup>12)</sup>は内頸動脈領域と外頸動脈へ等量の <sup>131</sup>I-RISA を注入した際の最高計数値の比はおよそ、16:1, 30:1 としており、Kristiansen<sup>13)</sup>は、電磁流量計による測定で内頸動脈血流量 350 ml/min., 外頸動脈血流量 150 ml/min. としている。従って、外頸動脈領域よりの RI 活性の計測系への影響をいかにして除外しうるかが今後の問題として残るが今回の研究で側頭部ならびに頭頂部の外頸動脈領域を除外して関心領域を設定することにより各種病態に即応した結果や脳梗塞症例においては発症からの経過に従った結果が得られたことから routine examination で脳循環を semiquantitative に把握する際には、我々の測定系は充分、使用に耐え得るもの

のと考える。

本法は静注法であるため測定操作が簡便であり、患者を生理的条件下で検査し得る利点に加え、画像診断と併用し得る利点を有し、特に虚血性脳血管障害の有力な臨床検査法としての地位を占めるものと考える。

我々の結果では、非頭蓋内疾患例全体の MOTT の左右脳半球平均値は  $7.1 \pm 1.5$  (S.D.) 秒であった。静注法による Oldendorf<sup>9)</sup> の測定では  $10.2 \pm 1.2$  (S.D.) 秒、Rowan<sup>11)</sup> の測定では  $9.5 \pm 1.8$  (S.D.) 秒であり、我々の結果は、これらに比べて短い傾向にあった。これは Oldendorf, Rowan いずれも scintidetector を用いて脳全体あるいは脳半球全体からの RI 活性を計測しているのに対し我々は scinticamera を用いて関心領域を静脈洞などの large vessels を除いた脳実質部に定めて測定したことによると思われる。ちなみに、<sup>99m</sup>Tc-pertechnetate を内頸動脈注入し、脳実質部、静脈洞、内頸静脈に関心領域を設定して局所脳平均通過時間を測定した場合、その値はそれぞれ 3.6 秒、5.4 秒、9.2 秒であった<sup>14)</sup>。脳実質部の平均通過時間は、RI 静注時は動注時に比して延長した値を示したが、これは静注法では心肺循環を経由するため、頸動脈を通過する際には unit impulse として通過していないことによると思われる。なお本研究の対象からは、心肺系の疾患有する者は除外している。

脳梗塞症例においては、全体として見た場合、MOTT は control 群の正常域に比し病巣脳半球での延長のみが有意であったが (Table)，これを発症からの時期別に見ると、発症初期(発症後 20 日以内)の症例では、病巣脳半球において高度に延長しているだけでなく、対照脳半球においても control 群の正常域よりも延長するのが見られた (Fig. 3)。Von Monakow<sup>15)</sup>は限局性側頭部外傷患者において障害部位の症状のみならず非障害部位の症状も見られることを報告し、この現象を diaschisis と名付けている。その後 Kempinski<sup>16)</sup>らは N<sub>2</sub>O 法の変法で両側内頸静脈からの同時採血により、また、Rasmussen<sup>17)</sup>と Skinhøj<sup>18)</sup>らは、

<sup>85</sup>Kr 頸動脈注入により半球別の脳血流量測定を行ない、病巣脳半球のみならず健常脳半球においても脳血流量が低下する事実を認めていた。我々の結果もこれらと同様の現象を把握したものと考えられる。

さらに、その後の変化による MOTT の変化を見ると、発症初期の症例において病巣、対照両脳半球で延長を示した MOTT は経過をへた症例において程、control 群の正常域へと回復していく傾向にあったが、病巣脳半球における MOTT の回復は、対照脳半球におけるそれにくらべ著明に遅れた (Fig. 3)。Meyer<sup>19)</sup> らは水素を含む生理食塩水を両側頸動脈に注入することにより脳半球別の脳血流量を測定して脳血管障害発症からの経過を観察しており、その結果は我々の経過とよく一致している。

以上の如く、脳梗塞症例において発症初期には diaschisis を示唆する結果が得られ、その後の発症からの経過に伴なう脳循環動態の変化も脳血流量測定を用いての諸家の報告とよく一致した結果が得られ、操作が簡便で患者への負担の少ない本検査においても脳血管障害発症からの経時的な脳循環動態把握が可能であることが確認された。脳シンチグラフィーの診断精度の向上と簡易に脳循環を把握することを目的とした試みに、RI 静注直後よりの脳シンチグラムを連続的に撮影する RI-Angiography がある。Cowan<sup>20)</sup> らは、この方法を 206 例の脳血管障害例に対し用いて static image で異常所見が得られたのは 19 % であったのに対し、dynamic image で異常所見が得られたのは 34 % にものぼると報告し、RI-Angiography の有用性を強調している。しかしながら、RI-Angiography における decreased perfusion などの異常所見の判定は、連続脳シンチグラムを観察しての定性的なものであり、循環動態の経時的变化の把握や治療効果の判定などの定量的把握が必要の場合には本法の MOTT 測定が有用であると考える。

一過性脳虚血発作、脳内出血の症例では、病巣脳半球での MOTT はそれぞれ 9.8 秒、11 秒と延長を示し、これら症例での病巣脳半球における循

環障害の存在が示唆された。脳動静脈奇形の症例では、病巣脳半球の MOTT は 5 秒と短縮を示し、病巣部における動静脈間の短絡が示唆された。脳動静脈奇形は、脳梗塞と同様に脳シンチグラムは陽性を示すが、その鑑別は、臨床症状及び、シンチグラム陽性像の形態ならびにその経時的变化の有無などから行なわれている。シンチグラム撮影と同時に MOTT の測定を行ない、MOTT の短縮を見出すことにより両者の鑑別は一層容易になるものと考えられる。

脳シンチグラムの臨床面での有用性は、脳腫瘍に対してのみならず脳血管障害に対しても広く認められているが、陽性脳シンチグラムのもつ機能診断上の意義については臨床上の機能予後との関連につき述べたものが比較的多く<sup>21)~25)</sup>、脳循環動態を示す parameter との関連につき述べたもの<sup>26)</sup>は少ない。我々の結果では脳シンチグラムが陽性の症例は、陰性の症例に比し、MOTT は病巣脳半球のみならず対照脳半球においても有意の延長を示した (Fig. 4)。陽性シンチグラム出現の原因として、blood-brain-barrier の破壊、浮腫、壊死、及びそれに伴う macrophage の侵入<sup>27)</sup>、新生未熟毛細血管の増生<sup>28),29)</sup>などが示唆されているが、いずれにしても共通の病態はシンチグラム陽性部位における放射性物質の血管透過性の亢進であり従って、シンチグラム陽性症例の病巣脳半球における MOTT の延長は、その部位での循環障害の他に、放射性物質の漏れを加味したものとしてとらえねばならない。しかしながら今回の結果では、MOTT は病巣脳半球だけでなく対照脳半球においてもシンチグラム陽性症例が陰性症例に比し延長しており、従ってシンチグラム陽性症例は陰性症例に比し、循環障害がより高度であると結論し得るであろう。

脳血管障害時の陽性脳シンチグラム出現率は、発症後 2~3 週にピークがあり、その前後では陰性であることが多いとされている<sup>30),31)</sup>が今回の結果では、発症後 2 ヶ月以内の症例の病巣脳半球の MOTT は、シンチグラム陽性症例のみならず陰性症例においても control 群の正常域に比べ、

有意の延長を示していた。このことから、脳シンチグラフィーを施行する際、脳半球別のMOTTの測定を併用すれば、たとえ脳シンチグラムが陰性を示してもMOTTの延長する例では脳循環障害の存在を推測することが可能で、本法により脳血管障害例に対する脳シンチグラフィーの診断精度が質的に向上し得るものと考えた。

## V. 結 論

- 1) ガンマシンチレーションカメラを用いて脳シンチグラフィー施行時、脳循環動態をも併せ把握する目的で脳血管障害例の左右脳半球別のMode of Transit Time (MOTT) の測定を行なった。
- 2) 脳梗塞症例のMOTTは、発症初期の症例では病巣脳半球のみならず対照脳半球においても有意の延長を示し、経過をへた症例ほどcontrol群の正常域へと近づく傾向にあった。
- 3) 一過性脳虚血発作、脳内出血の症例では病巣脳半球のMOTTは延長を示し、脳動静脈奇形の症例では短縮を示した。
- 4) 脳梗塞のシンチグラム陽性症例は陰性症例に比し、病巣・対照両脳半球ともMOTTは有意の延長を示し、循環障害がより高度であると考えられた。
- 5) 脳シンチグラフィーに併用して行ない得る左右脳半球別のMOTTの測定は、操作が簡便であり、かつ被検者を生理的条件下にて検査し得る利点を有し、シンチグラムの画像診断とあわせて、特に閉塞性脳血管障害の病態を経時的に把握し得る有力な手段であると考える。

## 文 献

- 1) Moore GE: Fluorescein as an Agent in the Differentiation of Normal and Malignant Tissues. *Science* **106**: 130-131, 1947
- 2) Moore GE: Use of Radioactive Diiodofluorescein in the Diagnosis and Localization of Brain Tumors. *Science* **107**: 569-571, 1948
- 3) 須田忠篤: 脳卒中のRI診断. *内科* **36**: 581-588, 1975
- 4) Kety SS, Schmidt CF: The Determination of Cerebral Blood Flow in Man by the Use of Nitrous Oxide in Low Concentration. *Amer J Physiol* **143**: 53-66, 1945
- 5) Lassen NA, Ingvar DH: The Blood Flow of the Cerebral Cortex Determined by Radioactive <sup>85</sup>Krypton. *Experientia* **17**: 42-43, 1961
- 6) 山内良紘、杉谷義憲、岡田文郎、他: Technetium-99m 静注法による局所脳循環時間測定に関する研究. *日循誌* **37**: 537-542, 1973
- 7) Oldendorf WH: Measurement of Mean Transit Time of Cerebral Circulation by External Detection of an Intravenously Injected Radioisotope. *J Nucl Med* **3**: 381-398, 1962
- 8) Oldendorf WH, Kitano M: Study of Brain Blood Turnover in Vascular Disease. *Arch Neurol* **12**: 30-48, 1965
- 9) Oldendorf WH, Kitano M: Radioisotope Measurement of Brain Blood Turnover Time as a Clinical Index of Brain Circulation. *J Nucl Med* **8**: 570-587, 1967
- 10) Rowan JO, Harper AM, Miller JD, et al: Relationship between Volume Flow and Velocity in the Cerebral Circulation. *J Neurol Neurosurg Psychiat* **33**: 733-738, 1970
- 11) Rowan JO, Harper AM, Miller JD, et al: Relationship between Volume Flow and Velocity in the Cerebral Circulation. *J Neurol Neurosurg Psychiat* **33**: 733-738, 1970
- 12) 権平達二郎: 放射性医薬品を利用した脳血流量およびその測定に関する研究. *核医学* **3**: 171-176, 1966
- 13) Kristiansen K, Krog J: Electromagnetic Studies on the Blood Flow through the Carotid System in Man. *Neurology* **12**: 20-22, 1962
- 14) Kuriyama Y, Aoyama T, Tada K, et al: Interrelationship among Regional Cerebral Blood Flow, Mean Transit Time, Vascular Volume, and Cerebral Vascular Resistance. *Stroke* **5**: 719-724, 1974
- 15) Von Monakow C: Die Lokalization im Grosshirn und der Abbau der Funktion durch Kortikale Herde, Bergman JF, Wiesbaden, 1914, p. 26
- 16) Kempinsky WH, Boniface WR, Keating JBA, et al: Serial Hemodynamic Study of Cerebral Infarction in Man. *Circulation Research* **9**: 1051-1058, 1961
- 17) Høedt-Rasmussen K, Skinhøj E: Transneuronal Depression of the Cerebral Hemispheric Metabolism in Man. *Acta Neurol Scand* **40**: 41-46, 1964
- 18) Skinhøj E: Depression of CBF in Unilateral Cerebral Diseases. *Acta Neurol Scand* **41**: 161-163, 1965
- 19) Meyer JS, Shinohara Y, Kanda T, et al: Diaschisis Resulting from Acute Unilateral Infarction. *Arch Neurol* **23**: 241-247, 1970
- 20) Cowan RJ, Maynard CD, Meschan I, et al: Value of the Routine Use of the Cerebral Dynamic

- Radioisotope Study. *J Nucl Med* **10**: 111-116, 1973
- 21) Ojemann RG, Aronow SA, Sweet WH: Scanning with Positron-emitting Radioisotopes. *Arch Neurol* **10**: 218-228, 1964
- 22) Rhoton AL, Carlsson AM, Ter-Pogossian MM: Brain Scanning with Chlormerodrin  $^{197}\text{Hg}$  and Chlormerodrin  $^{203}\text{Hg}$ . *Arch Neurol* **10**: 369-375, 1964
- 23) Guterman P, Shenkin HA: Cerebral Scans in Completed Strokes. *JAMA* **207**: 145-147, 1969
- 24) Welch DM, Coleman RE, Hardrin WB, et al: Brain Scanning in Cerebral Vascular Disease A Reappraisal. *Stroke* **6**: 136-141, 1975
- 25) Verhas M, Schoutens A, Demol O, et al: Study in Cerebrovascular Disease; Brain Scanning with Technetium 99m pertechnetate; Clinical Correlations. *Neurology* **25**: 553-558, 1975
- 26) Heiss WD, Prosenz P, Helm W, Herles HJ, Reisner T: Cerebral Circulation & Metabolism, Langfit TW, McHenry Jr. LC, Reivich M, Wollman H, Springer-Verlag, Berlin Heiderberg New York, 1975, p. 262
- 27) Dudley AW, Lunzer S, Heyman A: Localization of Radioisotope (Chlormerodrin Hg-203) in Experimental Cerebral Infarction. *Stroke* **1**: 143-148, 1970
- 28) Olsson Y, Crowell RM, Klatzo I: Blood-Brain Barrier to Protein Tracers in Focal Cerebral Ischemia and Infarction Caused by Occlusion of the Middle Cerebral Artery, *Acta Neuropath* **18**: 89-102, 1970
- 29) Sugitani Y, Nakama M, Yamauchi Y, et al: Neovascularization and Increased Uptake of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  in Experimentally Produced Cerebral Hematoma. *J Nucl Med* **6**: 902-916, 1973
- 30) Glasgow JL, Currier RD, Goordich JK, et al: Brain Scans at Varied Intervals Following C.V.A. *J Nucl Med* **6**: 902-916, 1965
- 31) Molinari GF, Picher F, Heyman A: Serial Brain Scanning Using Technetium-99m in patients with Cerebral Infarction. *Neurology* **17**: 627-636, 1967

## Summary

### Brain Scintigraphy and Measurement of Hemispheric Mode of Transit Time (MOTT) in Cerebrovascular Diseases

Kenji HASEGAWA\* Tadaatsu NUKADA\* Kazufumi KIMURA\*\*  
Takashi AOYAMA\* Yoshihiro KURIYAMA\* Hiroshi ABE\*

*The First Department of Internal Medicine\*, The Department of Radiology\*\*,  
Osaka University Medical School, Osaka*

Although brain scintigraphy has been utilized as a routine examination for detection of intracranial lesions, it has poorly contributed to the quantitative assessment of cerebral hemodynamics. In this study, brain scintigraphy was performed, coupled with the measurement of hemispheric mode of transit time (MOTT). The purpose of this study was to evaluate the clinical usefulness of this combined method in relation to cerebral hemodynamic changes in cerebrovascular diseases.

Following the intravenous administration of  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate, static and dynamic brain scintigraphy were performed using a gamma scintillation camera assisted by a computor system. After setting the areas of interest in both hemispheres symmetrically on the frontal view of the brain scintigram, each MOTT was measured on Oldendorf's principle.

In control subjects, MOTT was 7 seconds in average, with a tendency to prolong with aging. In cases with cerebral thrombosis within 20 days after the onset, MOTTs were significantly prolonged not only in the diseased hemisphere but also in the control hemisphere, suggesting a phenomenon of

diaschisis. Thereafter the MOTT prolongations trended toward normal range. The recovery of MOTT in the diseased hemisphere was remarkably delayed.

MOTTs of the cases with positive brain scintigrams were significantly prolonged in both hemispheres, compared with those of cases with negative scintigrams, suggesting that patients with positive scintigrams had more severe cerebral circulatory disturbances than with negative scintigrams. In cases with transient ischemic attack or cerebral hemorrhage, MOTT was prolonged in the diseased hemisphere, and in cases with arteriovenous malformation MOTT was shortened in the diseased hemisphere.

Because of dual informations of camera image and semi-quantitative index of cerebral hemispheric circulation, and of technical simplicity and little load to patients, this combined method of brain scintigraphy and MOTT measurement would be useful in clinical routine examinations especially in sequential elucidations of cerebral circulatory changes in cerebrovasuclar diseases.