



Title	133Xe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-
Author(s)	松田, 博史; 前田, 敏男; 関, 宏恭 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1984, 44(4), p. 593-603
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15130">https://hdl.handle.net/11094/15130</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# $^{133}\text{Xe}$ 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ついて—

金沢大学医学部核医学教室

松田 博史 前田 敏男 関 宏恭 久田 欣一

(昭和58年6月8日受付)

(昭和58年9月29日最終原稿受付)

## Regional Cerebral Blood Flow Measurement in Cerebral Cortical Infarction by $^{133}\text{Xe}$ Inhalation Method —Detectability of Abnormal Flow Areas—

Hiroshi Matsuda, Toshio Maeda, Hiroyasu Seki and Kinichi Hisada

Department of Nuclear Medicine, School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa

---

Research Code No. : 721.9

---

Key Words : Regional cerebral blood flow, Inhalation method,  
Cerebral cortical infarction

---

Twenty regional cerebral blood flow measurements by  $^{133}\text{Xe}$  inhalation method were performed in 14 patients with completed stroke whose infarcts involved the unilateral cortical surface in the territory supplied by the middle cerebral artery, and detectability of abnormal flow areas was investigated by comparison with previously reported age-matched normal values and laterality indices (LI). Those patients were divided into the following two groups, one group of 5 cases (9 measurements) with affected area of almost whole cortical branches and the other group of 9 cases (11 measurements) with affected area of one or two cortical branches.

In the former group, subnormal hemispheric mean values (HMV) for the affected side and abnormal LI of HMV were obtained in all the measurements, and 94.0% and 75.3% of the entire brain showed subnormal regional absolute values (rAV) and abnormal regional LI (rLI), respectively. In the latter group, subnormal HMV for the affected side were obtained in 4 measurements (36%) and abnormal LI of HMV in 7 measurements (64%), and 31.5% and 28.1% of the entire brain showed subnormal rAV and abnormal rLI, respectively. As a whole, some sorts of abnormalities were detected in 18 of 20 measurements (90%). Subnormal rAV and abnormal rLI were observed not only in the regions corresponding to low density areas seen on CT-scan but also in other regions.

Of 29 detector regions corresponding to low density areas seen on CT-scan in the latter group, 12 detector regions (41.4%) showed subnormal rAV, while 20 detector regions (69.0%) abnormal rLI. Moreover, abnormal rLI which suggested focal hyperemia were observed in two detector regions.

It is concluded that noninvasive regional cerebral blood flow measurements by  $^{133}\text{Xe}$  inhalation method can afford us clinically useful information in cerebral cortical infarction by comparison with age-matched normal values and LI.

### I. 緒 言

わが国の成人の主要死因のひとつである脳血管障害の病態を理解するためには脳循環動態の解明

が不可欠と考えられている。現在、局所脳血流の測定には一般に  $^{133}\text{Xe}$  脳クリアランス法が用いられている。その中でも  $^{133}\text{Xe}$  内頸動脈注入法は、吸

入法や静注法に比べると信頼性に優れ計算式も簡単なことから脳血管障害例に広く施行されており、数多くの報告がみられる<sup>1)~10)</sup>。しかし、この内頸動脈注入法は侵襲性が強く検査対象が限定される。また、1回の検査では一側半球の内頸動脈領域の血流しか測定できない。これに対し、<sup>133</sup>Xe 吸入法は非侵襲的に全脳領域の血流を繰り返し測定することができる。だが吸入法では、脳血管障害例において半球平均血流値を求めた報告<sup>11)~14)</sup>や2, 3の症例を呈示した報告<sup>15)</sup>はかなりみられるものの、局所血流値を求める詳細に検討した報告は未だ少ない<sup>16)17)</sup>。

今回、我々は大脳皮質梗塞例に<sup>133</sup>Xe 吸入法による局所脳血流測定を行ない、異常血流部位の検出能を検討した。その結果、前回報告した、健常人での測定より算出した年齢対応正常値および左右差指数<sup>18)</sup>と比較することにより良好な成績を得ることができたので報告する。

## II. 対象と方法

対象は、臨床症状、神経学的所見、X線CT所見ならびに脳血管撮影を参考にして診断された、一側のみに病変を有する中大脳動脈領域の大脳皮質梗塞14例である。これらを中大脳動脈領域のほぼ全体に及ぶ大梗塞群5例とその皮質枝の1~2本の領域に限局する小梗塞群9例に分類した。前者は34~62歳（平均52歳）の男性5例であり、発症後10~547日（平均185日）に計9回の局所脳血流測定を施行した。後者は47~69歳（平均62歳）の男性6例、女性3例であり、発症後4~140日（平均56日）に計11回の測定を施行した。なおこれらの患者はEdinburgh利き手質問表<sup>19)</sup>によりすべて右利きと判定された。

<sup>133</sup>Xe 吸入法による局所脳血流測定にはNovo社製 Cerebrograph を用いた。本装置の詳細および測定法に関しては前回報告した<sup>18)</sup>ので省略する。脳血流指標としてフーリエ法の ISI<sup>20)~22)</sup>を用い、これらの脳梗塞例での測定値を、前回の105人の右利きの健常人での測定値<sup>18)</sup>と以下のごとく比較した。

(1) 患側の半球平均血流値と全脳平均の年齢対応正常値との比較

(2) 半球平均血流値の左右差指数とその正常値との比較

(3) 局所絶対血流値と局所ごとの年齢対応正常値との比較

(4) 左右対応する局所間の左右差指数とその正常値との比較

(1), (3)に関しては年齢対応正常値の95%信頼限界を正常値の上下限とした。(2), (4)に関しては左右差指数の正常値の±2S.D. 以上の値を異常とした。なお、左右差指数とは次式で示されるものである<sup>18)</sup>。

$$100 \left( 1 + \frac{(\text{Right flow}) - (\text{Left flow})}{(\text{Right flow}) + (\text{Left flow})} \right)$$

ここで100以上は右半球、100以下は左半球の血流が多いことを意味する。(3), (4)に関してはX線CT上の低吸収域に相当する領域としない領域で分類し検討した。また、(3), (4)およびX線CT上の低吸収域に相当する領域における局所絶対血流値の患側半球平均血液値に対する割合が±15%以上を示した場合に異常とする方法により、大および小梗塞群での低吸収域に相当する領域における脳血流の異常の検出能を検討した。患者の頭部上で実測することによりX線CT上の低吸収域に相当する部位を決定し、その部位に含まれるすべての検出器を低吸収域に相当する領域とした。

## III. 結 果

(1) 患側の半球平均血流値と全脳平均の年齢対応正常値との比較 (Fig. 1)。

正常以上の値を示す症例はみられなかった。小梗塞群では11測定中4測定(36%)、大梗塞群では9測定全部(100%)で正常以下の値が得られた。大梗塞群は小梗塞群に比べて有意の低値を示した( $p < 0.001$ )。

(2) 半球平均血流値の左右差指数とその正常値との比較 (Fig. 2)

小梗塞群では11測定中7測定(64%)、大梗塞群では9測定全部(100%)で異常値が得られた。

(3) 局所絶対血流値と局所ごとの年齢対応正常値との比較 (Table 1)

正常以上の値を示す領域はみられなかった。小梗塞群では正常以下の値を示す領域が全検査領域

Tale 1 Comparison of regional absolute values (rAV) with age-matched normal regional values. Percent ratio of the regions showing subnormal rAV to the entire brain, classified by cortical low density areas (l.d.a.) seen on CT-scan.

CT-scan findings	S	L	Total
cortical l.d.a.	3.6% (12/334)	33.2% (89/268)	16.8% (101/602)
ipsilateral non l.d.a.	14.4% (48/334)	16.8% (45/268)	15.4% (93/602)
contralateral	13.5% (45/334)	44.0% (118/268)	27.1% (163/602)
Total	31.5% (105/334)	94.0% (252/268)	59.3% (357/602)

(No. of detectors showing subnormal rAV / No. of detectors totally measured)

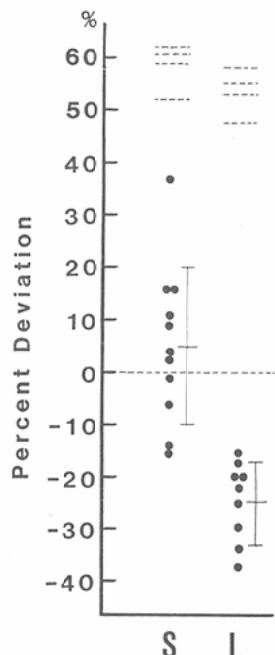


Fig. 1 Comparison of hemispheric mean values (HMV) for the affected side with age-matched normal values for the entire brain. Longitudinal axis shows percent deviation of HMV for the affected side from the lower normal limits, indicated by zero line (----). The upper normal limits are also shown by dashed lines. S and L mean small and large infarction group respectively, and were used in the following figures and tables. — (mean±S.D.)

(334検出器)の31.4% (105検出器)にみられた。その内訳は、CT上の低吸収域に相当する領域が3.6% (12検出器), 患側の低吸収域以外の領域が14.4% (48検出器), 健側が13.4% (45検出器)であった。大梗塞群では全検査領域 (268検出器) の

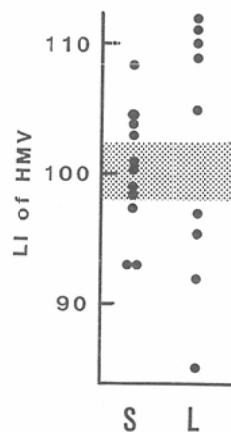


Fig. 2 Comparison of laterality indices (LI) of HMV with its normal values (mean±2S.D. shown by dotted area).

94.0% (252検出器)が正常以下の値を示し、その内訳は小梗塞群と同様にそれぞれ、33.2% (89検出器), 16.8% (45検出器), 44.0% (118検出器)であった。

#### (4) 左右対応する局所間の左右差指数とその正常値の比較 (Table 2)

小梗塞群では異常値が全検査領域 (167検出器対) の28.1% (47検出器対) でみられ、その内訳は低吸収域に相当する領域が12.0% (20検出器対), それ以外の領域が16.1% (27検出器対) であった。大梗塞群では異常値が全検査領域 (134検出器対) の75.3% (101検出器対) でみられ、その内訳は小梗塞群と同様にそれぞれ、61.9% (83検出器対), 13.4% (18検出器対) であった。

小梗塞群における11測定中 (Table 3), 患側の半球平均血流値が正常以下を示すものが4測定

Table 2 Comparison of regional LI (rLI) with its normal values. Percent ratio of the regions showing abnormal rLI to the entire brain, classified by cortical l.d.a. seen on CT-scan.

CT-scan findings	S	L	Total
cortical l.d.a.	12.0% (20/167)	61.9% (83/134)	34.2% (103/301)
non l.d.a.	16.1% (27/167)	13.4% (18/134)	15.0% (45/301)
Total	28.1% (47/167)	75.3% (101/134)	49.2% (148/301)

(No. of pairs showing abnormal rLI / No. of pairs totally measured)

Tale 3 Overall detectabilities of abnormal findings in all the measurements from four points of view, subnormal HMV, abnormal LI of HMV, Subnormal rAV and abnormal rLI.

Points of view	S	L	Total
subnormal HMV	4/11(36%)	9/9(100%)	13/20(65%)
abnormal LI of HMV	7/11(64%)	9/9(100%)	16/20(80%)
subnormal rAV	9/11(82%)	9/9(100%)	18/20(90%)
abnormal rLI	9/11(82%)	9/9(100%)	18/20(90%)
Overall detectability	9/11(82%)	9/9(100%)	18/20(90%)

(36%), 半球平均血流値の左右差指数が異常を示すものが7測定(64%), 正常以下の血流を示す領域を有するものが9測定(82%), 異常の左右差指数を示す領域を有するものが9測定(82%)であった。一方、大梗塞群では、これらの4点の比較において異常値が全測定でみられた。全体では20測定中18測定(90%)に異常を検出した。

小梗塞群でのCT上の低吸収域に相当する領域における異常の検出能は(Table 4), 局所絶対血流値と比較する場合41.4%(12/29=異常値を示す検出器または検出器対の総数/CT上の低吸収域に相当する検出器または検出器対の総数), 左右対応する局所間の左右差指数の正常値と比較する場合69.0% (20/29), 患側半球平均血流値の±15%以上を異常とする場合6.9% (2/29)であった。大梗塞群では(Table 5), 小梗塞群でと同様にそれぞれ, 100% (89/89), 93.3% (83/89), 7.9% (7/89) であった。

小梗塞群での症例2と症例7では低吸収域に相当する領域が対応する健側領域よりも血流が多いことを示す左右差指数が得られた。さらに、このような左右差指数は低吸収域に相当する領域よりもむしろその周辺部で多くみられた。症例2を呈

示する。

66歳の男性。17日前 Gerstmann 症候群で発症。X線CT (Fig. 3a) では左頭頂葉に低吸収域がみられ同部は造影剤により不規則な増強効果を示す。血管撮影上 (Fig. 3b), 左中大脳動脈に明らかな閉塞はみられない。<sup>99m</sup>Tc-DTPAによる脳スキャン (Fig. 3c) では、左頭頂葉に著明な異常集積がみられた。吸入法による脳血流測定 (Fig. 3d) では、左半球の平均脳血流は42、左頭頂葉の低吸収域に相当する2つの検出器領域はそれぞれ47と37の値を示した。これを66歳の正常下限値で割り算すると (Fig. 3e), 右小脳部を除き、他の部位は左頭頂葉を含め正常範囲内の血流値を示した。左右差イメージ (Fig. 3f) では、左頭頂葉前部およびその前方領域が対側半球の左右対応する部位よりも著明に血流が多く、また右小脳領域は後頭葉領域とともに、左半球の対応領域よりも血流が少ないことを示す左右差指数が得られた。

#### IV. 考 察

脳血管障害例において、<sup>133</sup>Xe脳クリアランス法で局所脳血流の異常を検出する方法としては、主に以下の3法が報告されている。

第1は、半球平均血流値と対比し、それよりも

Table 4 Detectabilities of abnormal findings in the regions corresponding to focal cortical l.d.a. seen on CT-scan in small infarction group by the following three methods.

A : Comparison of rAV for the affected area with the age-matched normal regional values. Percent ratio of rAV to the lower normal limits were shown. Values less than 100% put marks \* mean subnormal rAV.

B : Comparison of rLI for the affected area with its normal values (mean  $\pm$  2S.D.). Abnormal rLI were denoted by marks\*. In case 2 and 7, rLI put marks #, which mean rAV for the affected area were greater than those for the corresponding contralateral area, were observed.

C : Comparison of rAV for the affected area with HMV for the affected side. Percent ratio of rAV to HMV were shown. Abnormal ratio denoted by mark\* was regarded as more than 115% or less than 85%.

Cases (affected side)	Intervals from onset	Perc. dev. of HMV	No. of detectors corresp. to l.d.a.	A	B	C
1. 64M (Rt)	27 days	-14%*	2	80%* 84%*	100 100	94% 94%
2. 66M (Lt)	17	16%	2	132% 117%	91*# 100	112% 88%
3. 68M (Rt)	30	-15%*	3	75%* 79%* 76%*	86* 92* 92*	97% 97% 90%
4. 60F (Lt)	90	- 1%*	3	87%* 86%* 104%	106* 112* 99	97% 84%* 110%
5. 64M (Lt)	42	37%	3	136% 135% 144%	104 103 102	95% 95% 94%
"	102	11%	3	105% 120% 111%	105 113* 117*	89% 96% 88%
"	140	16%	3	108% 120% 109%	111* 105* 112*	89% 93% 84%*
6. 47M (Rt)	120	9%	2	111% 102%	94* 95*	98% 89%
7. 68F (Lt)	4	4%	2	103% 103%	94*# 98	108% 108%
8. 69F (Lt)	12	3%	3	103% 98%* 92%*	105* 105* 108*	100% 97% 86%
9. 49M (Lt)	30	- 6%*	3	87%* 98%* 91%*	110* 107* 108*	90% 93% 89%
Detectability of abnormal findings				41.4% (12/29)	69.0% (20/29)	6.9% (2/29)

ある一定の割合を越える部位を異常とする方法である<sup>7)9)</sup>。この割合としては $\pm 15\%$ や $\pm 20\%$ という値が報告されている<sup>7)9)</sup>。即ち、例えは $-15\%$ 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、今回この方法ではCT上の低吸収域に相当する領域において殆んど異常を検出することができなかつた。この理由としては次のようなことが考えられ

Table 5 Detectabilities of abnormal findings in the regions corresponding to cortical l.d.a. seen on CT-scan in large infarction group by the same three methods as those in Table 4.

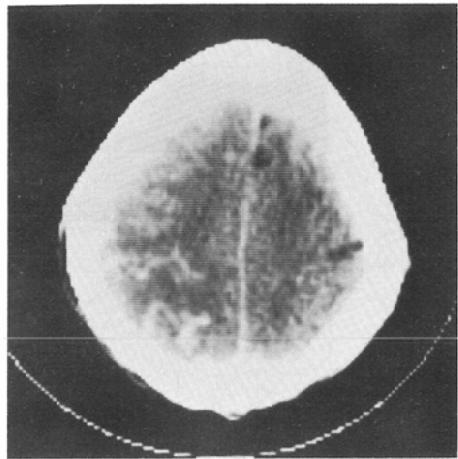
Cases (affected side)	Intervals from onset	Perc. dev. of HMV	No. of detectors corresp. to l.d.a.	No. of detectors showing abnormal values		
				A	B	C
1. 34M (Rt)	23 days	-15%	10	10	8	0
2. 54M (Lt)	10	-34%	9	9	8	0
3. 62M (Lt)	90	-37%	10	10	10	1
"	105	-30%	10	10	10	0
"	135	-17%	10	10	9	0
4. 50M (Lt)	91	-25%	10	10	9	3
5. 62M (Rt)	180	-22%	10	10	10	0
"	485	-20%	10	10	9	2
"	547	-20%	10	10	10	1
Detectability of abnormal findings			100% (89/89)	93.3% (83/89)	7.9% (7/89)	

る。<sup>133</sup>Xe脳クリアランス法は虚血部位において真のクリアランス曲線を得ることが困難であり、信頼しうる測定値を求め難い欠点を有する<sup>8(16)23)~25)</sup>。つまり虚血部位にはアイソトープがわずかしか到達せず、しかも周囲の健常組織からのコンプトン散乱が大きく影響するためである。従って虚血部位が小さい程、周囲からの影響が大きくなる。例えば今回の小梗塞群でのCT上の低吸収域に相当する領域における血流値と半球平均血流値は $r=0.86$  ( $p<0.001$ ) と高い相関を示した(Fig. 4)。即ち局所の血流値は半球平均血流値に強く影響される。吸入法では、動注法に比べ分解能に劣るのでその傾向はさらに強い。以上のことより、この第1の方法は吸入法では殆んど役に立たないと考えられた。

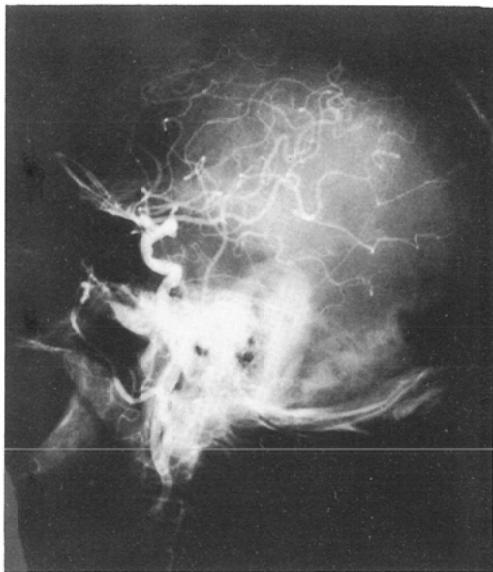
第2は、正常値と比較し、それ以上を局所充血、それ以下を局所虚血とする方法<sup>10)17)26)</sup>である。この際、正常値は加齢とともに不均等に減少していくため、患者の測定値は局所ごとの年齢対応正常値と比較しなければならない<sup>18)27)~29)</sup>。今回この方法により検討したところ、局所充血はみられなかつたが、局所虚血はCT上の低吸収域に相当する領域のみならずそれ以外の領域にも広範にみられた。この方法では局所の値は局所ごとの正常値と比較するために検出能は第1の方法に比べ、はるかに向上する。しかし、局所の血流値そのものは半球平均血流値に強く影響されるため、半球

平均血流値が正常範囲外か正常範囲でもその限界に近い場合にしか局所の異常は捕え難い。また、正常範囲はかなり大きい<sup>18)</sup>ため、半球平均血流値が正常上限を越えることはまず考え難い。大脳皮質梗塞例においては、この方法で局所充血を捕えることは非常に困難と考えられた。

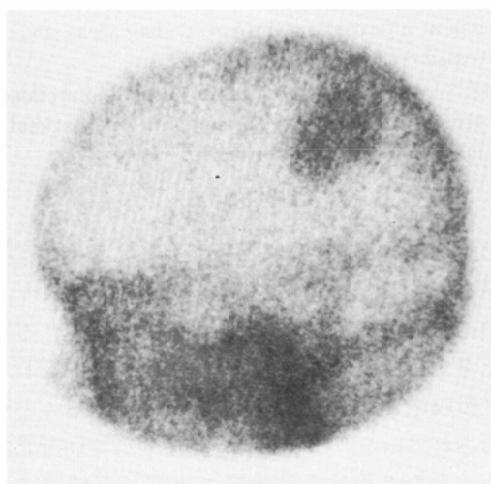
第3は、左右差を比較する方法<sup>16)</sup>である。即ち、病変部が対応する対側領域よりも血流が有意に少なければ局所虚血、多ければ局所充血とする方法である。今回のこの方法による検討では、小梗塞群でのCT上の低吸収域に相当する領域において3法のうちで最も高率に異常を検出することができた。また2例においては局所充血も捕えることができた。左右差指数の正常範囲は $\pm 2SD$ としたため偽陽性の可能性は低い。またHalseyらも指摘するように<sup>16)</sup>、特に軽度の左右差の場合には偽陽性を防ぐために異常の指数を示す領域はなるべく多くの検出器にわたっていなければならない。今回の小梗塞群での検討でもCT上の低吸収域に相当する領域において局所虚血を示す領域は2検出器以上であった。また局所充血を示した2例でも症例2で示したごとく、周辺部に同様に局所充血を示した部位がみられたため偽陽性の可能性は殆どないものと考えられる。ところで、吸入法の欠点の一つに対側の放射能を検出してしまいうい、いわゆるcross-talk<sup>30)31)</sup>があり、左右差は過小評価される傾向がある。しかし、今回のように



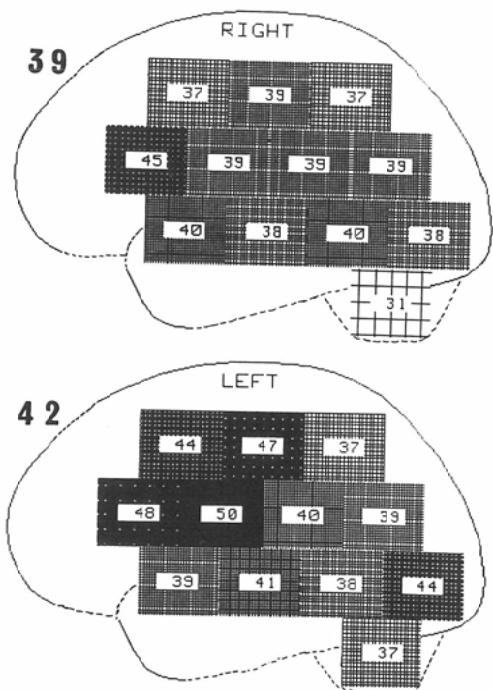
a. X-ray CT of the patient with contrast enhancement. Irregular enhancement was observed at left parietal region.



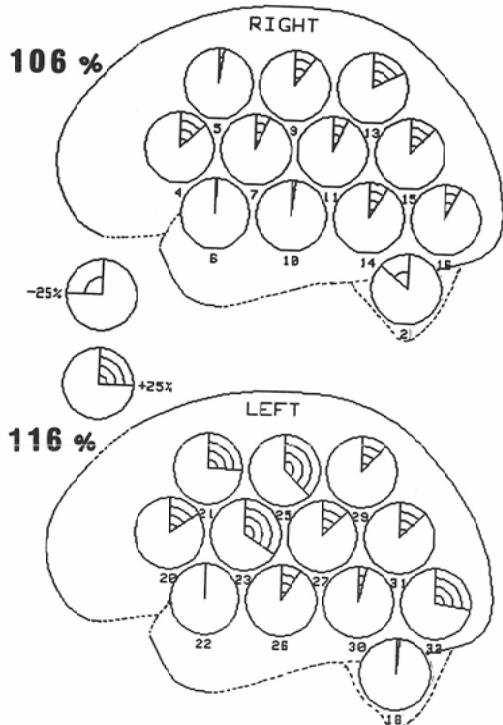
b. Left carotid angiography. No occlusion was observed.



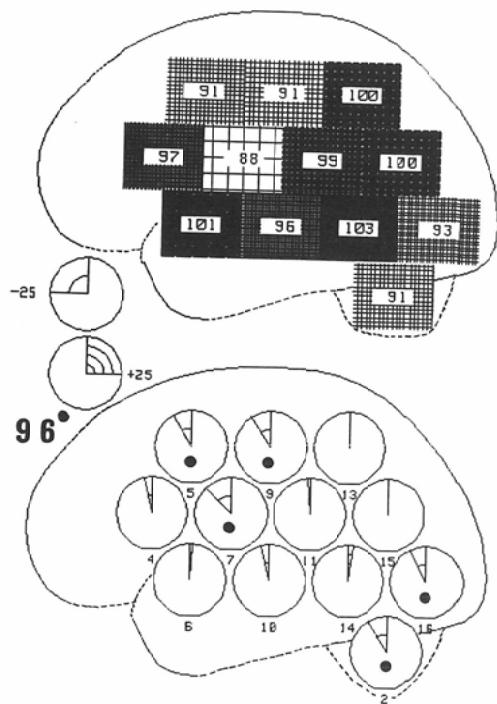
c. Radionuclide brain scan. Marked accumulation was observed at left parietal region.



d. rCBF of the patient. Hemispheric mean values and regional absolute values were shown.



e. Regional brain map showing flow reductions compared to age-matched normal values, shown as regional percentages above or below the lower normal limits using the clock symbols in the circles ( $90^\circ = 25\%$ ).



f. Regional brain map showing hemispheric differences, displayed as either shaded squares including the regional laterality indices (above) or clock symbols in the circles ( $90^\circ = 25$ , below). Dots in hemispheric mean and the circles denote the significance of the indices compared to normal values ( $p < 0.05$ ). The value of laterality index more than and less than 100 denote the dominances of the right and left hemisphere, respectively. The map showed both focal hyperemia at infarcted and its surrounding areas, and crossed cerebellar diaschisis.

Fig. 3 A presentation of case 2 in small infarction group. A 66-year-old patient with left parietal infarction 17 days after onset.

に多数の健常人での測定値より左右差指数の正常値を決定しておけば軽度の左右差も検出することが可能と考えられた。この方法の欠点としては、病変部のみならず、それに対する対側領域も同様に血流が減少する循環動態を呈する場合には異常を検出しえないことである。だがこのような場合には小梗塞群の症例1のように第2の方法で異常値が得られれば、そのような循環動態を推測しうる。

一側半球に脳梗塞や脳腫瘍などの病変が存在すると健側半球の血流も減少することは“transneuronal depression”<sup>11)32)~35)</sup>や“diaschisis”<sup>36)~38)</sup>という現象として、また小梗塞群の症例2の如く一側半球のテント上病変が存在すると健側半球の小脳の血流が減少することは“crossed cerebellar diaschisis”<sup>39)</sup>という現象として注目されている。

この現象は、一側半球に病変が存在すると神経投射系を介して健側半球の脳代謝の低下が起こり、その結果、健側半球でも脳血流の低下が生じるものと考えられている。脳梗塞においてX線CT上の低吸収域よりも広範に脳血流が減少することが報告されている<sup>40)~42)</sup>。また、小梗塞群で局所充血のみられた2例は血管撮影で再開通が確認された。このような再開通群においては発症初期において病変部およびその周囲の局所充血が頻発する

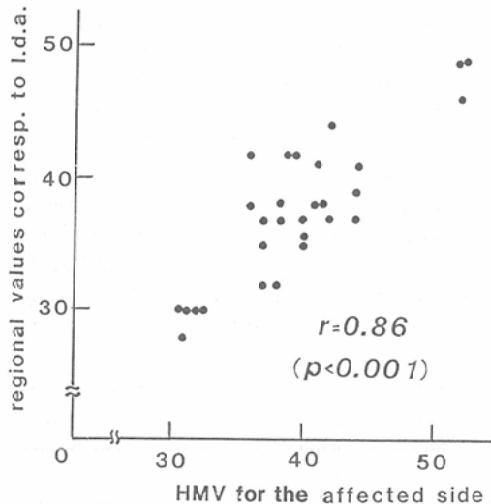


Fig. 4 Correlation coefficient between hemispheric mean values (HMV) for the affected side and regional values corresponding to low density areas (l.d.a.) seen on CT-scan.

ことが報告されている<sup>5)(3)(4)</sup>。今回、吸入法で得られた脳血流値は、これらの現象を反映するものと考えられる。

このように大脳皮質梗塞において、年齢対応正常値および左右差指数を用いることにより、<sup>133</sup>Xe 吸入法で脳血流の異常を20測定中18測定(90%)と高率に検出することができた。X線CT上、変化のみられない領域においても虚血を捕えることができ、さらに左右差指数により局所充血も検出することが可能であった。また、左右差指数の正常値との比較および年齢対応正常値との比較において、いずれか一方または両方が異常であれば局所脳血流の異常としてよいと考えられた。以上、<sup>133</sup>Xe 吸入法による局所脳血流測定は大脳皮質梗塞において臨床的に有用な情報を与えてくれることが確認された。今後、発症時期と検出能の関連などさらに症例を重ねて検討していきたい。

## V. 結論

大脳皮質梗塞14例に<sup>133</sup>Xe 吸入法による局所脳血流測定を20回行ない、105人の正常人の測定値より算出した年齢対応正常値と左右差指数を用いて異常血流部位の検出能を検討したところ、18回(90%)に異常を検出することができた。局所虚血

はX線CTの低吸収域に相当する領域以外にもみられ、さらに左右差指数により局所充血も2例において捕えられた。

貴重なる症例の御教示を頂きました金沢大学脳神経外科の諸先生に深く感謝いたします。

## 文献

- Ingvar, D.H.: Regional cerebral blood flow in cerebrovascular disorders. *Progress in Brain Research*, 30: 57-61, 1968
- Paulson, O.B.: Regional cerebral blood flow in apoplexy due to occlusion of the middle cerebral artery. *Neurology (Minneapolis)*, 20: 63-77, 1970
- Paulson, O.B., Lassen, N.A. and Skinhøj, E.: Regional cerebral blood flow in apoplexy without arterial occlusion. *Neurology (Minneapolis)*, 20: 125-138, 1970
- Heiss, W.D., Zeiler, K., Turnheim, M. and Podreka, I.: Flow and compartmental weight in relation to the course of stroke. *Stroke*, 7: 399-403, 1976
- Uemura, K., Goto, K., Ishii, K., Ito, Z., Hen, R. and Kawakami, H.: Sequential changes of regional cerebral circulation in cerebral infarction. *Neuroradiology*, 16: 228-232, 1978
- Caillie, J.M., Constant, P., Renou, A.M. and Billerey, J.: Prognostic value of rCBF measurements and CT in focal cerebral ischemia. *Neuroradiology*, 16: 238-241, 1978
- Olsen, T.S., Larsen, B., Skriver, E.B., Herning, M., Enevoldsen, E. and Lassen, N.A.: Focal cerebral hyperemia in acute stroke: Incidence, pathophysiology and clinical significance. *Stroke*, 12: 598-607, 1981
- Olsen, T.S., Larsen, B., Skriver, E.B., Enevoldsen, E. and Lassen, N.A.: Focal cerebral ischemia measured by the intra-arterial <sup>133</sup>Xenon method: Limitations of 2-dimensional blood flow measurements. *Stroke*, 12: 736-744, 1981
- 中村雅一, 高野 隆, 木村和文, 福永隆三, 楠 正仁, 恵谷秀紀, 阿部 裕: 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
- 河瀬文武, 水上公宏, 由沢俊明, 荒木五郎, 長田乾: 脳梗塞の病態推移と血行再開. 一III. 局所脳循環の変化. *脳神経*, 35: 71-81, 1983
- Ewing, J.R., Keating, E.G., Sheehe, P.R., Hodge, C.J. and Chipman, M.: Concordance of inhalation rCBFs with clinical evidence of cerebral ischemia. *Stroke*, 12: 188-195, 1981
- Menon, D., Weir, B. and Overton, T.:

- Ventricular size and cerebral blood flow following subarachnoid hemorrhage. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 5: 328-333, 1981
- 13) 成富博章, 澤田徹, 金子尚二, 山口武典: 内頸動脈閉塞例における副血行の効率に関する研究。一順行型及逆行型副血行の差異一。脳卒中, 4: 113-118, 1982
- 14) Halsey, J.H. Jr., Morawetz, R.B. and Blauenstein, U.W.: The hemodynamic effect of STA-MCA bypass. *Stroke*, 13: 163-167, 1982
- 15) 土屋一洋, 西川潤一, 町田喜久雄, 飯尾正宏: In-hamatic33による脳血流測定。画像診断, 2: 978-983, 1982
- 16) Halsey, J.H. Jr., Nakai, K. and Wariyar, B.: Sensitivity of rCBF to focal lesions. *Stroke*, 12: 631-635, 1981
- 17) Deshmukh, V.D. and Meyer, J.S.: Clinical applications of noninvasive regional cerebral blood flow measurements. (In) Deshmukh, B.D. and Meyer, J.S., ed.: Noninvasive measurement of regional cerebral blood flow in man. pp. 157-202, 1978, Spectrum publications, New York/London
- 18) 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, 1973
- 19) Oldfield, R.C.: The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9: 97-113, 1971
- 20) Jablonski, T., Prohovnik, I., Risberg, J., Stähli, K.E., Maximillian, V.A. and von Sabsay, E.: Fourier analysis of  $^{133}\text{Xe}$  inhalation curves: Accuracy and sensitivity. *Acta Neurol. Scand.*, 60 (Suppl. 72): 216-217, 1979
- 21) Risberg, J. and Prohovnik, I.: rCBF measurements by  $^{133}\text{Xe}$  inhalation: Recent methodological advances. (In) Juge, O. and Donath, A., ed: *Prog. Nucl. Med.*, 7, pp. 70-81, 1981, Karger Basel and Univ. Park Press, Baltimore
- 22) 松田博史, 前田敏男, 署録壇, 山田正人, 久田欣一: 吸入法による局所脳循環測定の再現性の検討—連続測定におけるフーリエ法とオブリスコ法の比較一。核医学, 19: 951-957, 1982
- 23) Donley, R.F., Sundt, T.M. Jr., Anderson, R.E. and Sharbrough, F.W.: Blood flow measurements and the "look through" artifact in focal cerebral ischemia. *Stroke*, 6: 121-131, 1975
- 24) Eichling, J.O. and Ter-Pogossian, M.M.: Methodological shortcomings of the  $^{133}\text{Xe}$  inhalation technique of measuring rCBF. *Acta Neurol. Scand.*, 56 (Suppl. 64): 464-465, 1977
- 25) Blauenstein, U.W., Halsey, J.H. Jr., Wilson, E.M. and Wills, E.L.:  $^{133}\text{Xenon}$  inhalation method: Significance of indicator maldistribution for distinguishing brain areas with impaired perfusion. *Stroke*, 9: 57-66, 1978
- 26) Wilkinson, I.M.S.: 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
- 27) Naritomi, H., Meyer, J.S., Sakai, Yamaguchi, F. and Shaw, T.: Effects of advancing age on regional cerebral blood flow. *Arch. Neurol.*, 36: 410-416, 1979
- 28) Melamed, E., Lavy, S., Bentin, S., Cooper, G. and Rinot, Y.: Reduction in regional cerebral blood flow during normal aging in man. *Stroke*, 11: 31-35, 1980
- 29) 松田博史, 前田敏男, 山田正人, 署録壇, 久田欣一:  $^{133}\text{Xe}$ 吸入法による局所脳血流量測定の年齢対応正常値と判定イメージの作製—フーリエ解析法で算出した ISI について一。脳神経, 34: 1091-1097, 1982
- 30) Rozenfeld, D. and Wolfson, L.I.: The effect of activation procedures on regional cerebral blood flow in humans. *Semin. Nucl. Med.*, 11: 172-185, 1981
- 31) Wyper, D.J. and Cooke, M.B.D.: Compensating for hemisphere cross-talk when measuring CBF. *Acta Neurol. Scand.*, 56 (Suppl. 64): 470-471, 1977
- 32) Shenkin, H.A.: Bilateral cerebral blood flow: Studies in patients with brain tumor. *Arch. Neurol.*, 4: 356-368, 1961
- 33) Høfædt-Rasmussen, K. and Skinhøj, E.: Transneuronal depression of the cerebral hemispheric metabolism in man. *Acta Neurol. Scand.*, 40: 41-46, 1964
- 34) Skinhøj, E.: Bilateral depression of CBF in unilateral cerebellar diseases. *Acta Neurol. Scand.*, 41 (Suppl. 14): 161-163, 1965
- 35) Lavy, S., Melamed, E. and Portnoy, Z.: The effect of cerebral infarction on the regional cerebral blood flow of the contralateral hemisphere. *Stroke*, 6: 160-163, 1975
- 36) Kempinski, W.H.: Experimental study of distant effects of acute focal brain injury. *Arch. Neurol. Psychiat.*, 79: 376-389, 1958
- 37) Meyer, J.S., Shinohara, Y., Kanda, T., Fukuchi, Y., Ericsson, A.D. and Kok, N.K.: Diaschisis resulting from acute unilateral cerebral infarction. *Arch. Neurol.*, 23: 241-247, 1970
- 38) Meyer, J.S., Naritomi, H., Sakai, F., Ishihara, N. and Grant, P.: Regional cerebral blood

- flow, diaschisis, and steal after stroke. *Neurol. Res.*, 1 : 101—119, 1979
- 39) Baron, J.C., Bousser, M.G., Comar, D., Duquensory, N., Sastre, J. and Castaigne, P.: "Crossed Cerebellar Diaschisis": A remote functional depression secondary to supratentorial infarction of man. *J. Cereb. Blood Flow Metabol.*, (Suppl. 1) : S500—S501, 1981
- 40) Kohlmeyer, K. and Graser, C.: Comparative studies of computed tomography and measurement of regional cerebral blood flow in stroke patients. *Neuroradiology*, 16 : 233—237, 1978
- 41) Lassen, N.A., Henriksen, L. and Paulson, O.B.: Regional cerebral blood flow in stroke by <sup>133</sup>Xenon inhalation and emission tomography. *Stroke*, 12 : 284—288, 1981
- 
- 42) Hill, T.C., Holman, L., Lovett, R., O'Leary, D. H., Front, D., Magistretti, P., Zimmerman, R.E., Moore, S., Clouse, M.E., Wu, J.L., Lin, T.H. and Baldwin, R.M.: Initial experience with SPECT (Single-photon Computerized Tomography) of the brain using N-isopropyl I-123 piodoamphetamine: Concise communication. *J. Nucl. Med.*, 23 : 191—195, 1981
- 43) Lassen, N.A.: The "luxury perfusion syndrome" and its possible relation to acute metabolic acidosis localized within the brain. *Lancet*, 2 : 1113—1115, 1966
- 44) 上村和夫:脳梗塞患者における局所脳循環病態—特に発症後の経時的変化と閉塞脳動脈再開通との関連—。日本老年医誌, 14 : 398—405, 1977