



Title	脳梗塞のBarthel indexによる予後評価と <sup>123</sup> I-IMPにおける再分布率との関係
Author(s)	福光, 延吉; 萩, 成行; 内山, 真幸 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1997, 57(11), p. 660-667
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15543">https://hdl.handle.net/11094/15543</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# 脳梗塞のBarthel indexによる予後評価と<sup>123</sup>I-IMPにおける再分布率との関係

福光 延吉<sup>1)</sup> 萩 成行<sup>1)</sup> 内山 真幸<sup>1)</sup> 森 豊<sup>1)</sup>  
川上 憲司<sup>1)</sup> 宮野 佐年<sup>2)</sup> 真塩 清<sup>2)</sup> 武原 格<sup>2)</sup>

1) 東京慈恵会医科大学放射線医学講座 2) 東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座

## Relationship between Redistribution rate (RD rate) of <sup>123</sup>I-IMP SPECT and Prognosis by Barthel Index in Cerebral Infarction

Nobuyoshi Fukumitsu<sup>1)</sup>, Shigeyuki Ogi<sup>1)</sup>,  
Masayuki Uchiyama<sup>1)</sup>, Yutaka Mori<sup>1)</sup>,  
Kenji Kawakami<sup>1)</sup>, Satoshi Miyano<sup>2)</sup>,  
Kiyoshi Mashio<sup>2)</sup> and Itaru Takehara<sup>2)</sup>

A comparative study of RD rate and the Barthel index was performed in 26 patients who had cerebral infarction. On <sup>123</sup>I-IMP SPECT, the RD rate was calculated as follows, RD rate = (I-II)/I × 100 (%). (I = (B-A)/B, where A is the mean count of the low density area (LDA) on brain CT on the early image and B the mean count of the opposite portion of LDA on the early image. II = (B'-A')/B', where A' is the mean count of the LDA on the delayed image and B' is the mean count of the opposite portion of the LDA on the delayed image. Δ Barthel index (Δ B. I.) was defined as follows: Δ B. I. = B. I. (post-rehabilitation)-B. I. (pre-rehabilitation). In the group with B. I. (pre rehabilitation) < 85, the RD rate and Δ B. I. were well correlated. In the group with B. I. (pre-rehabilitation) ≥ 85, the RD rate and Δ B. I. were not correlated. This result suggests that the RD rate might be useful in predicting prognosis and selecting the principle of therapy.

Research Code No. : 705.2

Key words : Cerebral infarction, <sup>123</sup>I-IMP SPECT,  
Redistribution, Barthel index

Received Sep. 17, 1996; revision accepted Jun. 19, 1997

1) Department of Radiology, The Jikei University School of Medicine  
2) Department of Rehabilitation, The Jikei University School of Medicine

## はじめに

Winchellら<sup>1)</sup>によって開発されたN-isopropyl-p-[<sup>123</sup>I]iodoamphetamine (IMP)は、局所脳血流分布画像を提供する優れた脳のSPECT用放射性医薬品として広く日常診療に使用されている。IMPの初期分布は局所脳血流量に比例する<sup>2)</sup>。また、投与後数時間経過するといわゆる再分布現象が認められることが知られている<sup>3)-6)</sup>。この再分布の意義については組織のviabilityとの関連が論じられているが、その詳細には不明な点がある<sup>3)-12)</sup>。われわれは、リハビリテーション前に<sup>123</sup>I-IMP SPECTを施行し、その再分布の程度とリハビリテーション前後の患者の日常生活動作を評価し、比較することにより、リハビリテーション前の<sup>123</sup>I-IMP SPECTの脳血流像と再分布の意義について検討した。

## 対象と方法、装置

### 1. 対象

リハビリテーション前の脳梗塞(出血性梗塞を含む)患者26例を対象とした。うちわけは、男性14例、女性12例で年齢は31-88歳(平均63.8 ± 14.2歳)であった。発症から検査までの期間は1週間以内の急性期の症例ではなく、1ヶ月以内の亜急性期5例、それ以降の慢性期21例であった。CTのlow density area(以後LDA)に一致した部位と対側の正常部位とのカウント比を算出するため、関心領域(以後ROI)の設定が困難なラクナ梗塞や多発性脳梗塞は対象から除外した。

### 2. 方法

<sup>123</sup>I-IMP(111MBq)を静注し、30分後にearly image、5時間後にdelayed imageのSPECT像を撮像し、再分布率(Redistribution rate: 以後RD rate)を算出した。RD rateは次のように定義した<sup>5),8),(12)-14)</sup>。すなわち、early imageで同時に施行された頭部CTのLDAの中心に一致した部位に5ピクセル×5ピクセルのROIを設定し、そのカウントをcount A、対側の健常側のカウントをcount BとしてI = (count B - count A)/count Bを求め、次にdelayed imageで同一の部位に、同様にROIを設定し、そのカウントすなわちcount A', count B'より、II = (count B' - count A')/count B'を求めた。その値よ

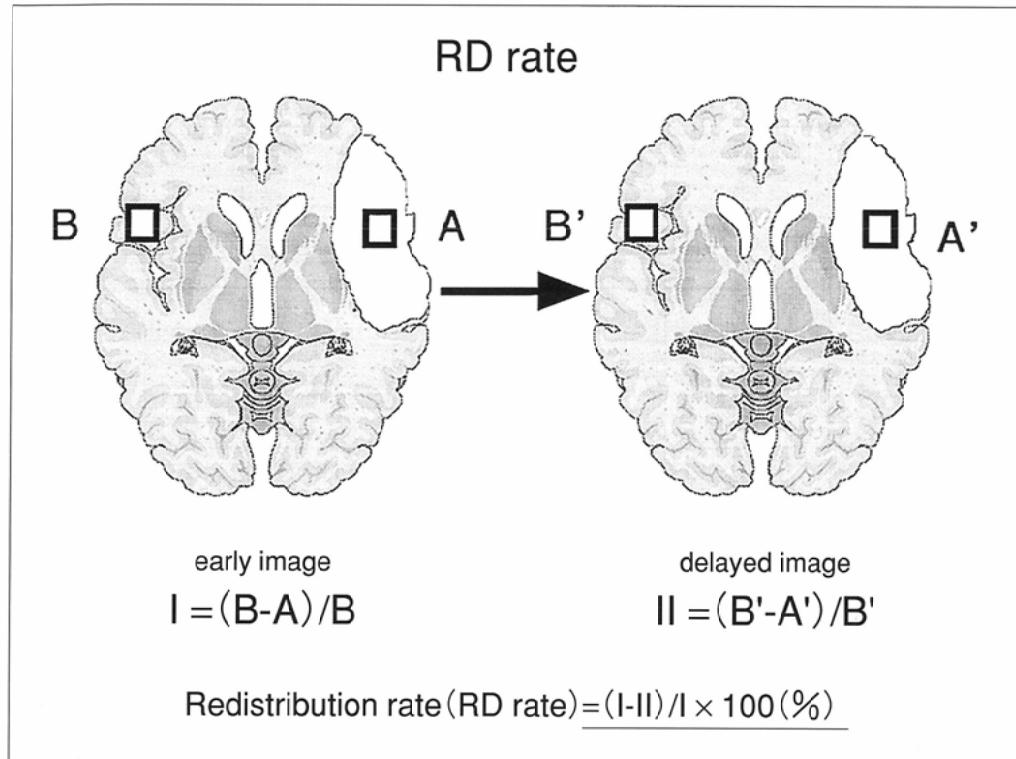


Fig.1 Definition of redistribution rate (RD rate) calculated from early and delayed images.

り、RD rate =  $(I-II)/I \times 100 (\%)$ と定義した(Fig.1)。また、対象患者全例においてリハビリテーションを施行した。リハビリテーションには理学療法、作業療法、言語訓練を行った。入院時と退院時でBarthel index(以後それぞれB.I.(pre), B.I.(post))を測定し、その差を $\Delta$ B.I.と定義した。Barthel indexは、脳卒中患者の日常生活動作(ADL)評価法の1つであり、10項目からなる評価尺度であり、0~100点の間で評価を行うものである<sup>15)</sup>。B.I.(pre)の値より、A群(B.I.(pre)<85)とB群(B.I.(pre)≥85)の2群に分類し、両群において、I, II, RD rateとB.I.(post)および $\Delta$ B.I.の相関関係について検討した。また、病変容積と予後との関係を明らかにするためにCTのLDAの縦、横、高さ三方の径をそれぞれ測定し、いずれか1つでも2cmを超えるものをlarge type、いずれも2cmを超えないものをsmall typeと分類し、A群、B群の両群において両typeにおけるB.I.(post),  $\Delta$ B.I.の有意差の有無について検討した。

### 3. 装置

使用した装置はGE横河メディカル社製スターカム400ACでこれにLEGPコリメータを装着した。FWHM = 10.0mmである。マトリックスサイズは64×64, 30秒/1フレーム、64ステップ、360度データ収集を行った。エネルギーレベルは159keV±20%に設定した。プレフィルタにButterworth filterを、再構成フィルタにRamp filterを使用した。吸収補正にSorenson( $\mu = 0.067\text{cm}^{-1}$ )を用い、散乱線補正是行わなかった。

### 4. 統計処理

各群の値はそれぞれ平均値±標準偏差で表し、typeごとの

有意差検定にはStudent-t検定を行い、 $p < 0.05$ をもって有意と判定した。また、両群においてB.I.(post)および $\Delta$ B.I.とRD rateの回帰解析を行った。

## 結 果

対象症例をTable 1に示す。全例においての結果は以下のようであった。すなわち、B.I.(pre) =  $57.3 \pm 32.6$ , B.I.(post) =  $74.4 \pm 26.5$ ,  $\Delta$ B.I. =  $17.1 \pm 18.6$ , I =  $0.43 \pm 0.28$ , II =  $0.26 \pm 0.29$ , RD rate =  $46.4 \pm 84.4$ , large type 18例, small type 8例であった。RD rateは負の値、いわゆる「逆再分布現象」を示した症例は5例認められた。対象症例全例においては、IIとB.I.(post)の間に負に相關する傾向を認め、RD rateとB.I.(post)の間に正に相關する傾向を認めたものの統計学的に有意な相関は認められなかった(Fig.2)。また、再分布現象を示した21例においては、I, IIとB.I.(post)の間に負に、RD rateとB.I.(post)の間に正に相關する傾向を認めたものの統計学的に有意な相関は認められなかった(Fig.3)。

A群に属する症例は26例中17例(65.4%)であった。その17例中4例においてRD rateは負の値、いわゆる「逆再分布現象」を示した。再分布を認めた13例ではB.I.(pre) =  $41.1 \pm 23.1$ , B.I.(post) =  $68.9 \pm 20.3$ ,  $\Delta$ B.I. =  $27.8 \pm 20.3$ , I =  $0.52 \pm 0.26$ , II =  $0.28 \pm 0.23$ , RD rate =  $52.5 \pm 27.9$ であった。large type 9例, small type 4例であった。RD rateとB.I.(post)の間には、負に相關する傾向を認めたものの統計学的に有意な相関は認められなかった(Fig.4-A)。また、RD rateと $\Delta$ B.I.の間には、 $\Delta$ B.I. =  $0.54 \times \text{RD rate} - 0.62$  ( $r = 0.75$ ,  $p <$

Table 1 Summary of 26 cases of cerebral infarction.

case	age	sex	B.I. (pre)	B.I. (post)	ΔB.I.	RD rate	LDA	group
1	45	F	42	42	0	5.0	large	A
2	67	F	48	98	50	70.7	large	A
3	74	F	10	58	48	77.1	large	A
4	37	M	66	71	5	10.8	large	A
5	73	M	69	85	16	27.0	large	A
6	63	F	25	69	44	59.9	large	A
7	79	M	25	28	3	-6.1	large	A
8	79	F	25	35	10	34.3	large	A
9	55	M	40	86	46	100.0	large	A
10	65	M	10	39	29	47.9	large	A
11	60	M	7	7	0	-0.1	large	A
12	71	F	37	57	20	-43.6	large	A
13	79	F	65	93	28	75.6	small	A
14	80	F	42	65	23	-255.8	small	A
15	77	M	69	74	5	42.5	small	A
16	48	M	10	71	61	58.8	small	A
17	57	M	55	75	20	72.7	small	A
18	68	M	100	100	0	100.0	large	B
19	61	F	98	98	0	19.8	large	B
20	71	M	100	100	0	247.5	large	B
21	31	F	86	98	12	76.4	large	B
22	88	F	86	91	5	35.3	large	B
23	45	M	98	100	2	-4.0	large	B
24	67	M	100	100	0	114.0	small	B
25	55	M	93	100	7	100.0	small	B
26	65	F	85	95	10	140.8	small	B

0.01)と統計学的に有意な相関を認めた。また、 $\Delta B.I. \geq 30$ を示した症例は5例において認められ、その症例のRD rateはいずれも55以上であった(Fig.4-B)。しかし、I, IIとB.I.(post),  $\Delta B.I.$ の間には、有意な相関を認めなかった(Fig.4-A, B)。

また、B.I.(post),  $\Delta B.I.$ いずれにおいてもlarge typeとsmall typeの間に有意差を認めなかった。

B群に属する症例は27例中9例(33.3%)であった。その9例中1例においてRD rateは負の値、いわゆる「逆再分布現象」を示した。再分布を認めた8例ではB.I.(pre)=93.5±6.9, B.I.(post)=97.8±3.2, I=0.28±0.24, II=0.05±0.24, RD rate=104.3±70.3であった。large type 5例, small type 3例であった。I, II, RD rateとB.I.(post),  $\Delta B.I.$ の間には、統計学的に有意な相関を認めなかった(Fig.5)。

## 症 例

### 症例 1

31歳女性。右被殻出血。CTのLDAに一致して、<sup>123</sup>I-IMP SPECTのearly imageで欠損を認め、delayed imageで完全再分布を認めた。リハビリテーション前から障害は軽度であり、リハビリテーション後は完全に回復した。B.I.(pre)=86, B.I.(post)=98,  $\Delta B.I.=12$ , I=0.42, II=0.10, RD rate=76.4であった(Fig.6)。

### 症例 2

74歳女性。左中大脳動脈領域の脳梗塞。CTのLDAに一致して、<sup>123</sup>I-IMP SPECTのearly imageで欠損を認め、delayed imageで不完全再分布を認めた。リハビリテーション前の障害は重度であり、リハビリテーション後には中等度に回復した。B.I.(pre)=10, B.I.(post)=58,  $\Delta B.I.=48$ , I=0.59,

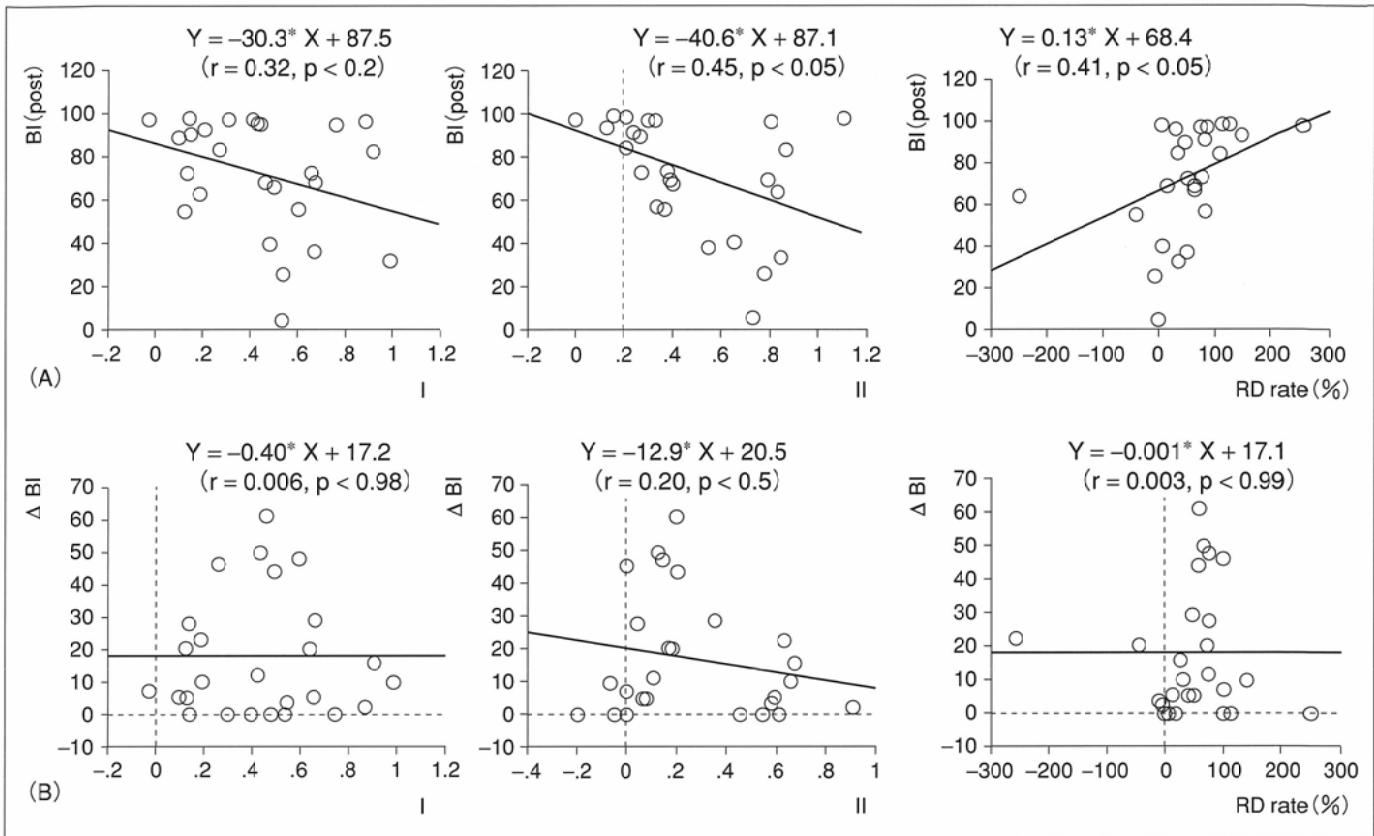


Fig.2 (A) Correlation between B.I.(post) and I, II, RD rate of all cases.  
(B) Correlation between  $\Delta B.I.$  and I, II, RD rate of all cases.

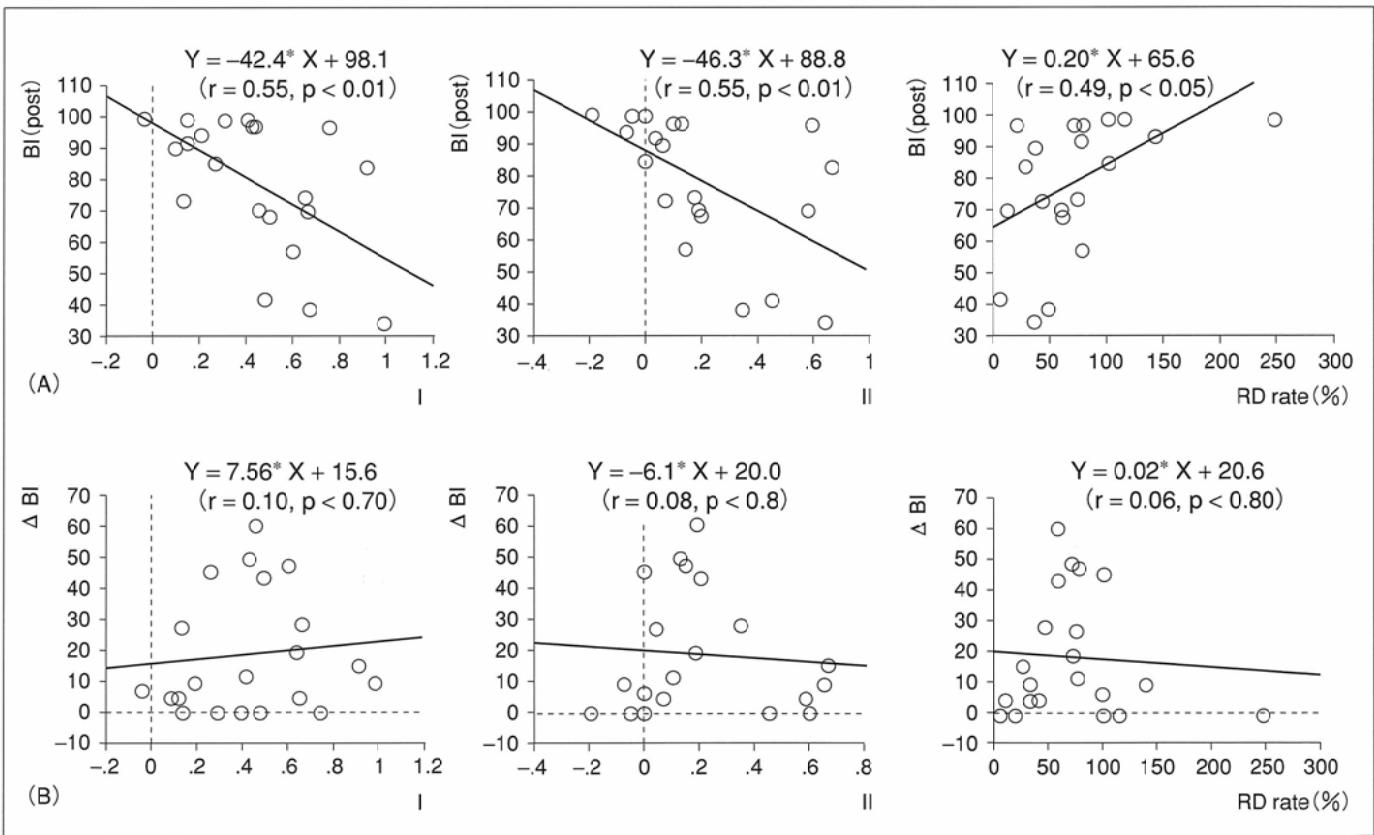


Fig.3 (A) Correlation between B.I.(post) and I, II, RD rate of cases on redistribution phenominon was occurred.  
(B) Correlation between  $\Delta B.I.$  and I, II, RD rate of cases on redistribution phenominon was occurred.

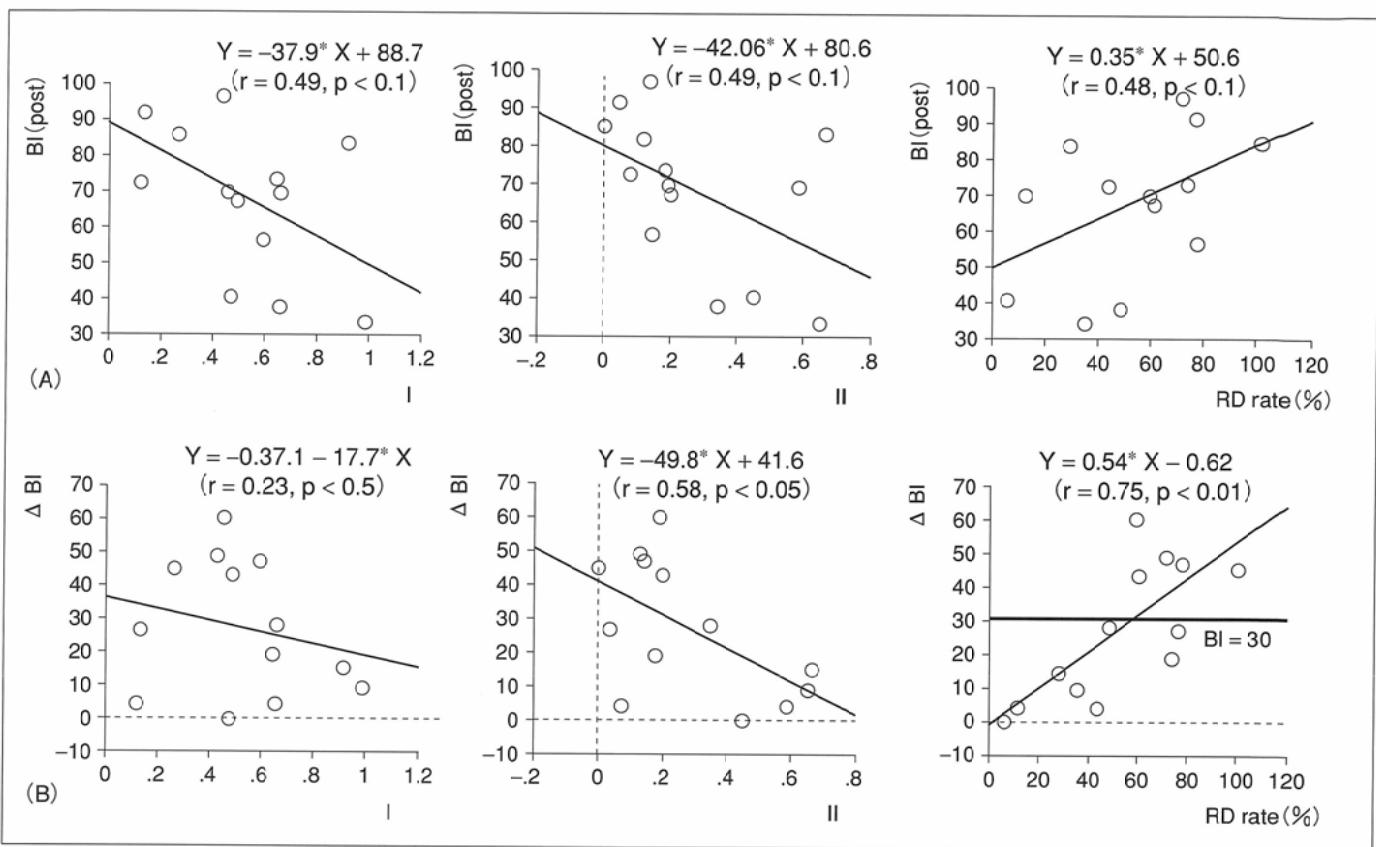


Fig.4 (A) Correlation between B.I.(post) and I, II, RD rate of cases in A group on redistribution phenominon was occurred.  
(B) Correlation between ΔB.I. and I, II, RD rate of cases in A group on redistribution phenominon was occurred.

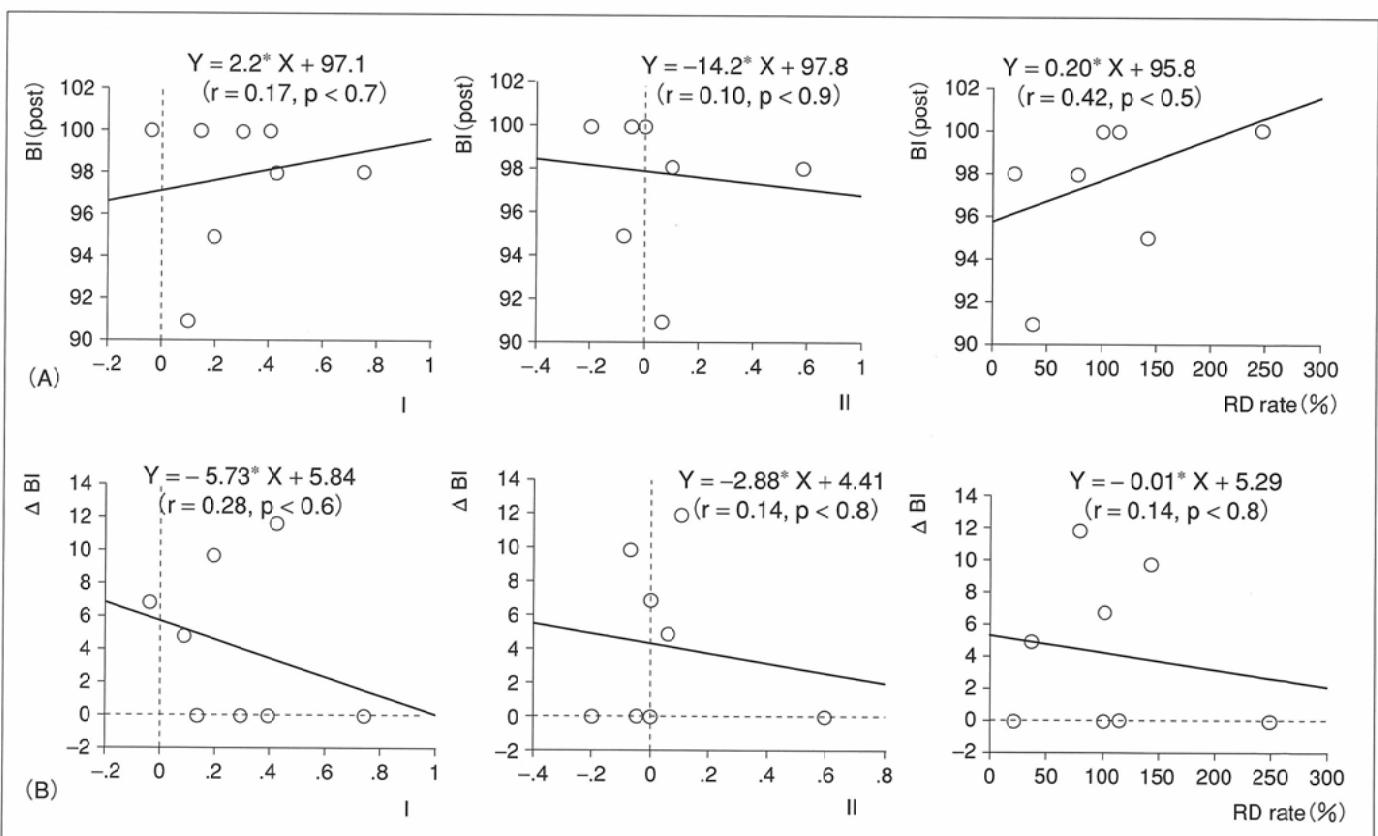


Fig.5 (A) Correlation between B.I.(post) and I, II, RD rate of cases in B group on redistribution phenominon was occurred.  
(B) Correlation between ΔB.I. and I, II, RD rate of cases in B group on redistribution phenominon was occurred.

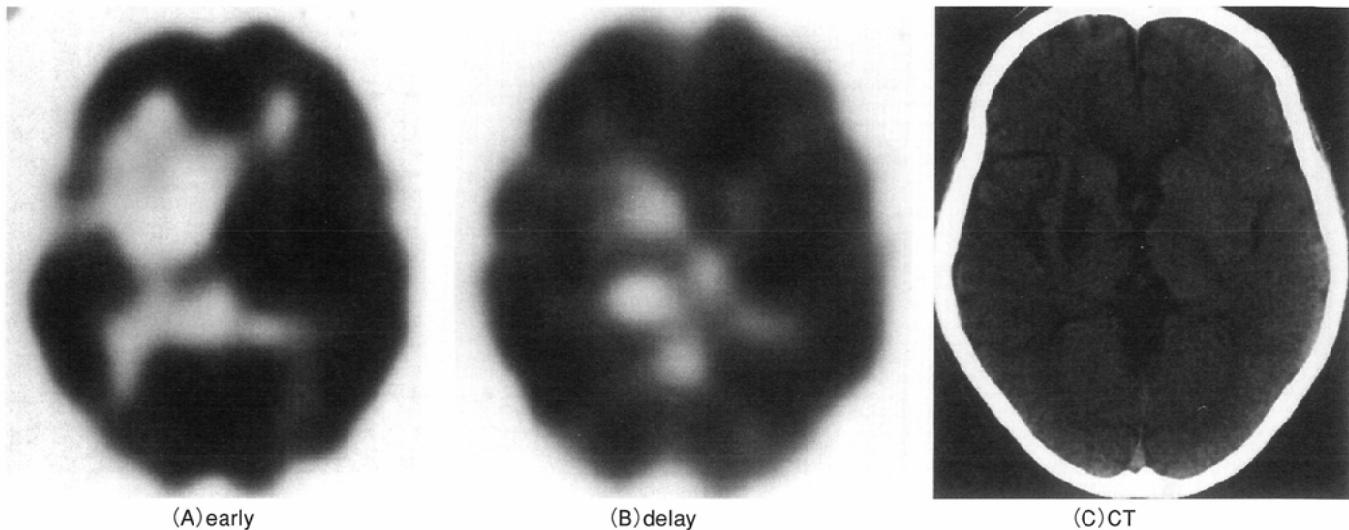


Fig.6 Case 1. 31 years old, female.

(A)<sup>123</sup>I-IMP early image. (B)<sup>123</sup>I-IMP delayed image. (C)CT. Low density area was detected at right putamen on the brain CT. On the early image of <sup>123</sup>I-IMP SPECT, a focal defect was detected at the same area. On the delayed image of <sup>123</sup>I-IMP SPECT, the complete redistribution of <sup>123</sup>I-IMP was detected.

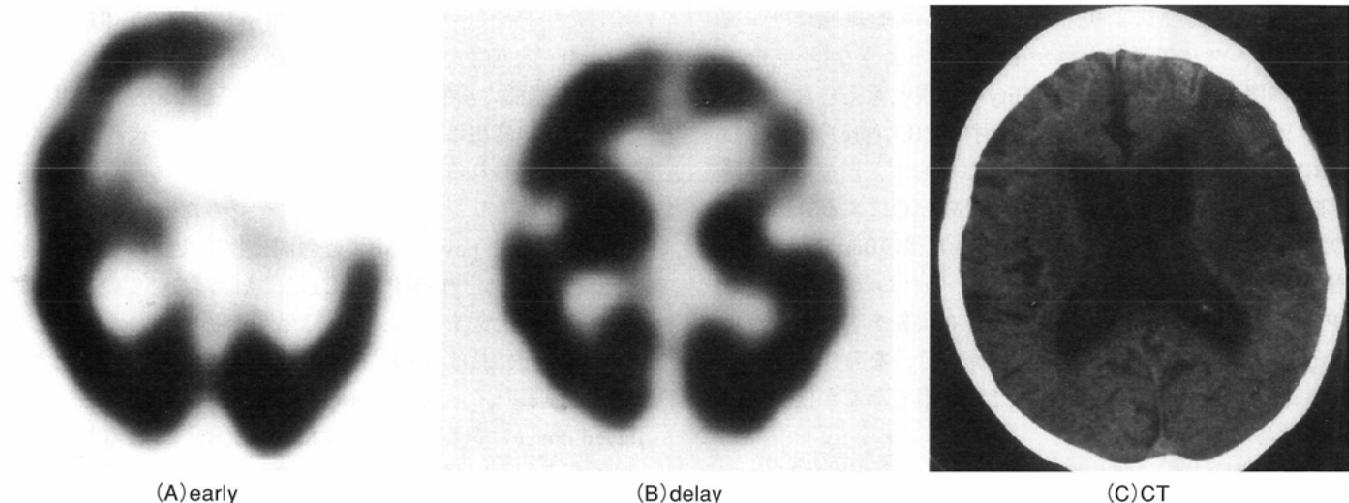


Fig.7 Case 2. 74 years old, female.

(A)<sup>123</sup>I-IMP early image. (B)<sup>123</sup>I-IMP delayed image. (C)CT. Low density area was detected at the left MCA area on the brain CT. On the early image of <sup>123</sup>I-IMP SPECT, a focal defect was detected at the same area. On the delayed image of <sup>123</sup>I-IMP SPECT, the incomplete redistribution of <sup>123</sup>I-IMP was detected.

II = 0.14, RD rate = 77.1 であった (Fig.7).

### 症例 3

45歳女性。右前大脳動脈領域の脳梗塞。MRI(T2強調画像)のhigh intensity areaに一致して、<sup>123</sup>I-IMP SPECTのearly imageで欠損を認め、delayed imageで再分布を認めなかつた。リハビリテーション前の障害は重度であり、リハビリテーション後に回復を認めなかつた。B.I.(pre)=42, B.I.(post)=42, ΔB.I.=0, I=0.47, II=0.45, RD rate=5.0 であった (Fig.8).

### 考 察

<sup>123</sup>I-IMPは血液脳関門を通過する中性脂溶性物質である<sup>1)</sup>。静注後、初回循環で高率に脳組織に取り込まれ、しかも血流による脳組織からの洗い出しが遅いため、その初期脳分布は局所脳血流に比例し、静注後1時間程度まで安定である<sup>2)</sup>。この放射性医薬品の特徴の1つとしてdelayed imageにおける再分布現象が挙げられる<sup>3)-6)</sup>。これは、early imageで低血流として描出された領域が、4~5時間後のdelayed imageで等集積像、ないし、高集積像として描出される現象である。その詳細には不明な点がある。しかし、この現象は、定量的評価では、25~35ml/100g、脳/minの領域で著明

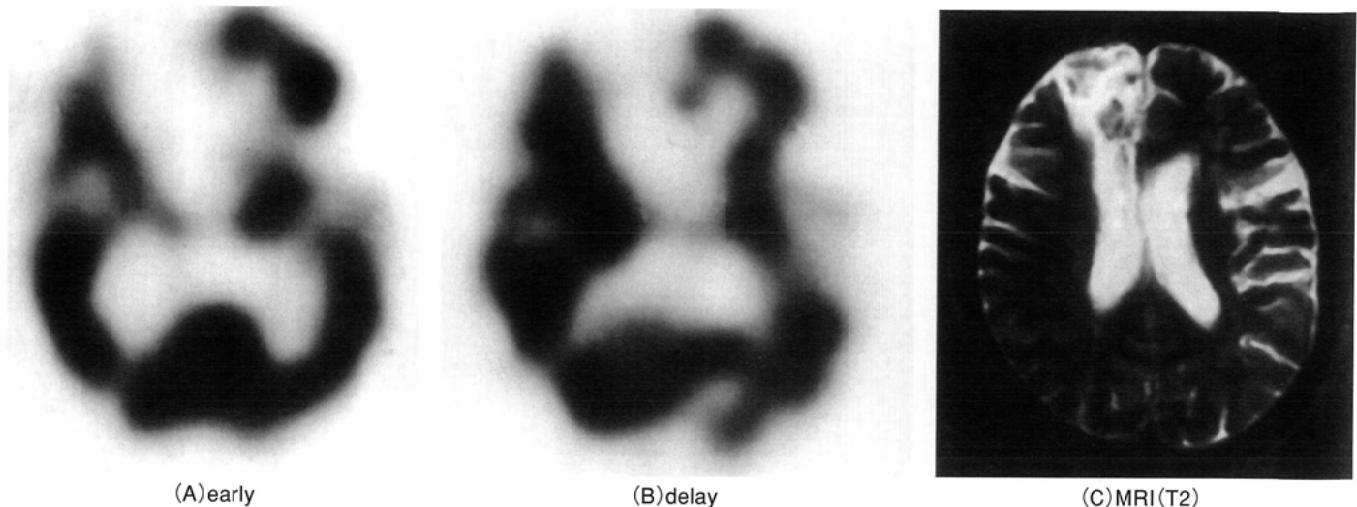


Fig.8 Case 3. 45 years old, female.  
(A)<sup>123</sup>I-IMP early image. (B)<sup>123</sup>I-IMP delayed image. (C)MRI(T2WI). High intensity area was detected at the right ACA area on the brain MRI. On the early image of <sup>123</sup>I-IMP SPECT, a focal defect was detected at the same area. On the delayed image of <sup>123</sup>I-IMP SPECT, the redistribution of <sup>123</sup>I-IMP was not detected.

に認められ、虚血により、感受性の高い神経細胞だけが壊死に陥り、グリア細胞だけが生きているような「不完全壊死」との関連が考えられ、viabilityの表現と考えられている<sup>3)-7),9)-12)</sup>。治療前の状態(今回の検討ではB.I.(pre))が必ずしもB.I.(post)やΔB.I.を推定できるとは限らず、治療前に予後を推定する1つの指標として<sup>99m</sup>Tc-HMPAOによるSPECTでの病変容積や脳内平均通過時間が3か月後のBarthel indexと相関を認めるといった報告がある<sup>16)</sup>。われわれは、<sup>123</sup>I-IMP SPECTの再分布現象に着目し、再分布現象を客観的に表現することによって脳梗塞患者の治療方針、ならびに治療適応の範囲の確立に<sup>123</sup>I-IMP SPECTが有用であるか検討が必要と考えた。

また、撮像方法に関しても、early image、delayed imageと2回撮像すべきか、1回のみ撮像するならばearly image、delayed imageのうち、どちらを選択すべきか、治療後の状態を推定するといった観点からの検討が必要と思われる。

A群、B群と2群に分類した理由は、対象症例全例で検討した場合、B.I.(pre)の高い症例では、ΔB.I.の取りうる範囲も狭くかつ小さく限定され、それが組織のviabilityを検討するうえで、公正さを欠くと考えられたからである。今回の検討では、B.I.(pre)の値を85で2群に分類したが、このカットオフ値の確立に関しては、今後、さらに症例を増やし、検討を要すると思われる。

A群のうち、再分布現象を認めた症例では、RD rateとB.I.(post)の間に弱い相関傾向を認め、RD rateとΔB.I.の間には有意な相関を認めた。したがって、RD rateは治療に対する予後推定に充分有用であると思われる。しかし、I、IIはいずれもB.I.(post)やΔB.I.とそれ単独では相関を認めず、予後推定には不十分と思われる。以上より、A群の症例に対しては、early imageとdelayed imageの2回撮像を行い、RD rateを算出することが必要と思われる。また、ΔB.I.が30以上上

昇した場合を「治療効果有り」と判定した場合、RD rateとΔB.I.の一次回帰式より、RD rateは55以上が必要となる。RD rateが55未満の治療効果のあまり期待できない症例に対し、治療方針の変更に伴う予後の変化の有無は今後、検討すべき課題と思われる。

次に、B群のうち、再分布現象を認めた症例ではI、II、RD rateとB.I.(post)、ΔB.I.との間に相関を認めず、予後推定の観点から、<sup>123</sup>I-IMP SPECTは、A群においてのみ行われるべき検査と思われる。B群で相関を認めない理由としては、母集団におけるB.I.(post)、ΔB.I.の幅が狭いことによるものと思われる。過去にearly imageは血流量を反映し、delayed imageは組織の可逆性や機能を反映しているといった報告もあり<sup>3),4),14)</sup>、B群で<sup>123</sup>I-IMP SPECTを施行する際には、検査に要する時間も考慮して、delayed imageのみで十分とも考えられる。しかし、この件については今後更に症例を増やし、<sup>123</sup>I-IMP SPECTの適応範囲について検討する必要があると思われる。

また、A群、B群いずれにおいても低血流を認めた部位や範囲の大きさと予後とは一定の相関を認めておらず、この件に関しても、今後症例をさらに増やし、検討を要すると思われる。

5例において「逆再分布現象」を認めたが、逆再分布現象の生ずる機序や意義については不明な点が多い。過去に動脈塞栓症の再開通後に出血性梗塞との関与<sup>17)</sup>や、組織障害の存在する部位に、正常かそれに近い血流が保たれている説<sup>17)</sup>、てんかんとの関与しているといった報告もある<sup>3)</sup>が、今回の検討では、はっきりとしなかった。逆再分布現象を認めた5例は、いずれも慢性期で、CTで脳委縮が著明であり、ΔB.I.はいずれも30以下であった。逆再分布現象の生じる機序の1つの仮説として、全体に脳委縮が著明で、全体に低血流状態にあった場合、CTのLDAを呈していない健常側において

も、脳からの<sup>123</sup>I-IMPの洗い出しが亢進し、結果としてdelayed imageでのカウントIIが高値を示し、逆再分布現象が生じる可能性も考えられる。

今回、再分布率の算出を行うに当たりSPECT画像でCTのLDAに一致した部位と対側の健常側にそれぞれ5ピクセル×5ピクセルのROIを設定したが、そのため、ラクナ梗塞や多発性梗塞の症例は対象から除外している。また、今回の検討では脳血流の定量化を行っていないが、今後、定量測定、ならびに受容体イメージングと併用することで、より正確な脳の状態把握や、治療方針を決定する上で重要な指針となりうると思われる。

## まとめ

脳梗塞患者26例に対し、リハビリテーション前に<sup>123</sup>I-IMP SPECTを施行し、虚血部のRD rateを算出した。また、リハビリテーション前後に日常生活動作の指標としてBarthel indexを測定し、その差ΔB.I.を算出した。リハビリテーション前に症状の重い症例ほど、RD rateとΔB.I.との間に有意な相関を認めた。RD rateは、脳梗塞患者のリハビリテーション後の予後推定、ならびに治療適応を含めた治療方針の決定に有用であると思われた。

## 文 献

- 1) Winchell HS, Baldwin RM, Lin TH: Development of I-123-labeled amines for brain studies: localization of I-123 iodophenylalkylamines in rat brain. J Nucl Med 21: 940-946, 1980
- 2) 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
- 3) 河村 正, 村瀬研也, 最上 博, 他: 部分発作てんかんにおけるN-isopropyl-p-(<sup>123</sup>I) iodoamphetamine投与によるSingle Photon Emission Computed Tomography (SPECT)-delayed imageの検討ー. 日本医学会誌 49: 630-642, 1989
- 4) 村田純一, 金子貞男, 今井知博: 虚血性脳血管障害に対する<sup>123</sup>I-IMPを用いたSPECT-delayed imageの検討ー. 核医学 25: 117-124, 1988
- 5) 小田野行男, 土屋俊明, 酒井邦夫, 他: 虚血性脳血管障害における<sup>123</sup>I-IMP脳血流シンチの再分布現象の臨床的意義ーrCBFとの関係ー. 核医学 25: 789-799, 1988
- 6) 小田野行男, 高橋直也, 西原真美子, 他: 123I-IMP脳血流シンチにおけるCrossed Cerebellar Diaschisis (CCD)の発現と再分布現象に関する研究. 核医学 30: 189-195, 1993
- 7) 曽根照喜, 福永仁夫, 大塚信昭, 他: 脳血管障害患者におけるN-isopropyl-p-[<sup>123</sup>I]-iodoamphetamineによる脳血流シンチグラフィ. 核医学 22: 1447-1459, 1985
- 8) 松本正弘, 柴崎 尚, 堀越 悟, 他: 脳血管障害における<sup>123</sup>I-IMP SPECTの再分布について. CI研究 16: 149-155, 1994
- 9) Tsukada M, Kuwabara Y, Ichiya Y, et al: Evaluation of the significance of "redistribution" in I-123 SPECT in cerebrovascular disorders-a comparative study with PET. Eur J Nucl Med 15: 746-749, 1989
- 10) Hoshi H, Yuki Y, Kawano S, et al: Early and delayed imaging with <sup>123</sup>I-IMP SPECT in patients with ischemic cerebrovascular disease. Annals of Nucl Med 4: 83-88, 1990
- 11) 深沢 仁, 上村和夫: 脳血管障害のCTと病理ー1. 脳出血と脳梗塞の組織病理ー. CT研究 2: 5-13, 1980
- 12) Odano I, Tsuchiya T, Nishihara M, et al: Regional cerebral blood flow measured with N-isopropyl-p-[<sup>123</sup>I] iodoamphetamine and its redistribution in ischemic cerebrovascular disease. Stroke 24: 1167-1172, 1993
- 13) 小田野行男: N-isopropyl-p-[<sup>123</sup>I]-iodoamphetamine (IMP) SPECTにおけるDelayed Fill-in Phenomenon (いわゆる再分布現象)の意義. 新潟医学界雑誌 106: 243-247, 1996
- 14) 小田野行男: 脳梗塞と脳出血の<sup>123</sup>I-IMP SPECTによる診断ーrCBF測定と再分布現象の意義ー. 臨床放射線 34: 667-673, 1989
- 15) 西村尚志: ADL評価の重要性. J Clin Rehabil 5: 11-18, 1996
- 16) Lees KR, Weir CJ, Gillen GJ, et al: Comparison of mean transit time and single-photon emission tomography for estimation of stroke outcome. Eur J Nucl Med 22: 1261-1267, 1995
- 17) 東壯太郎, 松田博史, 藤井博之, 他: N-isopropyl-p-(I-123)-iodoamphetamineによる虚血性脳血管障害の局所脳血流とTissue viabilityの非侵襲的評価. CT研究 9: 681-689, 1987