

《原著》

## 虚血性脳血管障害における SPECT による 局所脳血液量および血流量／血液量測定の 臨床的意義

仙田 宏平\* 丸山 邦弘\* 中條 正雄\* 横山 恵太\*

**要旨** 発症後 90 日以内の虚血性脳血管障害 109 症例について、局所脳血液量 (rCBV) および血流量／血液量 (rCBF/rCBV) を SPECT 像の健常部に対する病巣部の計数比として測定し、その臨床的意義を評価した。

rCBV 比は、rCBF/rCBV 比と有意 ( $p < 0.01$ ) な負の相関を認め、RI アンギオグラフィの flip-flop 灌流像の程度の異なる 2 群間ならびに神経学的所見の経過から判別した 3 病態群間で有意差を示した。rCBF/rCBV 比は、rCBF 比と有意な正の相関を認め、X 線 CT の低吸収域像、RI アンギオグラフィの早期灌流像および血管造影の狭窄像の程度の異なる 2 群間ならびに病態良好群の発症後 2 週群と 3 週群間で有意差を示した。

これらの成績から、rCBV 比は側副灌流を反映し、本疾患の予後を判定する上で有効であった。また、rCBF/rCBV 比は局所酸素摂取率を反映すると考えられ、脳灌流予備能を推定する上で有用であった。

### I. はじめに

Gibbs ら<sup>1)</sup>は、positron emission CT (PET) を用いて局所脳血流量 (rCBF) および血液量 (rCBV) を測定し、rCBF/rCBV が局所脳酸素摂取率 (rOEF) と逆相関すると報告した。Knapp ら<sup>2)</sup>は、この報告を参考にし、single photon emission CT (SPECT) による CBF/CBV 像を作成し、この画像上の健常部に対する病巣部の閑心領域計数比 (rCBF/rCBV 比) が虚血性脳血管障害患者における脳血管系の自動調節能をよく反映すると報告した。

今回われわれは、Knapp ら<sup>2)</sup>と同様の方法で rCBF, rCBV および rCBF/rCBV 比を測定し、これらの値を X 線 CT (XCT), RI アンギオグラフィ (RNA) および血管造影 (CAG) の画像所見ス

コア値と半定量的に相互に比較し、虚血性脳血管障害における rCBV および rCBF/rCBV 比の臨床的意義を検討した。

### II. 対象および方法

対象は、発症後 90 日以内に本検査が施行でき、診断が確定している虚血性脳血管障害計 109 症例であった。その内訳は、脳梗塞 83 例、一過性脳虚血発作 (TIA) 14 例、完全回復性脳卒中 (RIND) 4 例、その他脊椎脳底動脈循環不全など 8 例である。その性別は男性 70 例、女性 39 例、年齢分布は 20~86 歳 (平均 63.9±標準偏差 12.4)，また発症から本検査までの期間は 2~76 日 (27.5±20.3) であった。

検査装置は、回転型ガンマカメラ (GE 社製 Maxi-Camera 400A/T) システムを使用し、低エネルギー汎用パラレルコリメータ (MG2503-BC, 公称 FWHM=9.0 mm/depth 10 cm) を装着した。CBF- および CBV-SPECT は、1 ステップの収集時間をそれぞれ 30 秒、10 秒とし、いずれも 6 度

\* 国立名古屋病院放射線科

受付：2 年 9 月 12 日

最終稿受付：3 年 12 月 11 日

別刷請求先：名古屋市中区三の丸 4-1-1 (〒460)

国立名古屋病院放射線科

仙田 宏平

ごと、360度方向で画像収集した。画像再構成は、いずれも再構成フィルターとして前処理に Butter Worth、後処理に Ramp を使用し、吸収補正を行い、スライス厚を 12.8 mm とした。この画像再構成条件下の空間分解能は回転半径 20 cm にて FWHM 15.7 mm であった。

放射性医薬品は、CBFについて N-isopropyl-p-[<sup>123</sup>I]iodo-amphetamine (IMP) 111 MBq (3 mCi) を使用し、2 ml の生食で溶解した pyrophosphate (4 mg) 溶液とともに左肘静脈に静注して、約 15 分後から SPECT を開始した。CBVについては <sup>99m</sup>Tc-pertechnetate 740 MBq (20 mCi) を使用し、CBF-SPECT 終了直後に右肘静脈からボーラスとして急速静注して、生体内標識法での <sup>99m</sup>Tc-赤血球 (RBC) による RNA を施行した後約 5 分から SPECT を開始した。なお、IMP 注射約 15 分前から患者を閉眼にて安静とし、両 SPECT の開始から終了まで約 50 分間は患者頭部を検査テーブルに継続して固定した。

CBV 像は、先に静注した IMP の <sup>123</sup>I の影響を除くため、下記のごとくエネルギー減算を行って作成した。まずファントム実験によって、CBV-SPECT の画像収集条件で <sup>99m</sup>Tc のエネルギーインドウに入る <sup>123</sup>I のエネルギースペクトル成分の割合 ( $\lambda$ ) を求め、これを 0.39 と算定した。この値を CBF 像の対象スライスの全 voxel に掛け、また両 SPECT の画像収集時間の差を補正するため対応する CBV 像の全 voxel 計数を 3 倍し、 $CBV \times 3 - CBF \times \lambda$  の画像処理条件で減算処理した。CBF/CBV 像は、対象スライスの CBF 像と CBV 像から、 $CBF \times k / CBV$  の画像処理条件で作成した。ここで、k 値は、CBF/CBV 像を全脳で標準化するための係数で、CBF 像に対する CBV 像の全 voxel 計数比として症例ごとに算出し、50 前後の値を得た。この係数は、rCBF/rCBV 比には影響ないが、CBF/CBV 像の画質を均一に向上的上に有効であった。

本検査と同時または同時期に、対象全例で RNA と XCT を、また 60 例で CAG を施行した。これら検査の画像所見は、それぞれ、視覚的に陰性

例を 0 とし、異常所見の程度および拡がりにより 0~3 の計 4 段階にスコア化した。ただし、判定が困難な例では中間値とした。スコア化の対象所見は、XCT および CBF 像では低吸収または低攝取領域とした。RNA 像では、頸動脈の血流 (ICA), 前・中大脳動脈領域の早期灌流 (E-P) ならびにこれら領域の flip-flop 灌流 (F-F) の 3 所見について判定した。また、CAG 像では、総・内頸動脈または大脳動脈 2 次分枝までの 50% 以上の血管狭窄 (CAG) とその末梢側の大脳動脈支配領域での側副血行 (CLC) について判定した。CAG スコアは、頸動脈の 50% 狹窄を 1, 完全閉塞を 3 として、狭窄・閉塞の部位と程度により判別した。

rCBF, rCBV および rCBF/rCBV 比の算定は、まず神経症状と他画像所見を参考にして病巣を含む CBF, CBV および CBF/CBV 像に共通なレベルのスライス面を選び、病巣部位と対側健常部位を判定した。次に、上記 2 部位にこれら 3 画像に共通な一対同大の関心領域を設定して、健常部に対する病巣部の計数比をそれぞれ測定した (Fig. 1)。他方、rCBF 比 / rCBV 比の計算条件で、CBF 像と CBV 像の関心領域計数から別個に rCBF/rCBV 比の計算値を算出した。

得られた rCBF, rCBV および rCBF/rCBV 比は、これら相互の相関性、他検査所見スコアとの関連、また発症から検査日までの期間ならびに検査日前後の病態における差異について、有意水準 (p) を 0.01 とし、Student's t 検定を行った。

### III. 結 果

対象全例における rCBF, rCBV および rCBF/rCBV 比は、それぞれ、 $0.865 \pm 0.136$ ,  $1.034 \pm 0.150$ ,  $0.861 \pm 0.163$  と測定された。rCBF 比と rCBV 比との間に有意な相関はなかった (Table 1)。rCBF/rCBV 比は、rCBF および rCBV 領域計数から別個に算定した計数値 ( $0.843 \pm 0.176$ ) との間に、平均値で 1.4% の差が見られたが、 $r = +0.931$ ,  $t = 26.342$  の有意 ( $p < 0.001$ ) な正の相関を示した。

rCBF, rCBV および rCBF/rCBV 比と他検査所見スコアとの関係は、各スコアの小さな症例群と

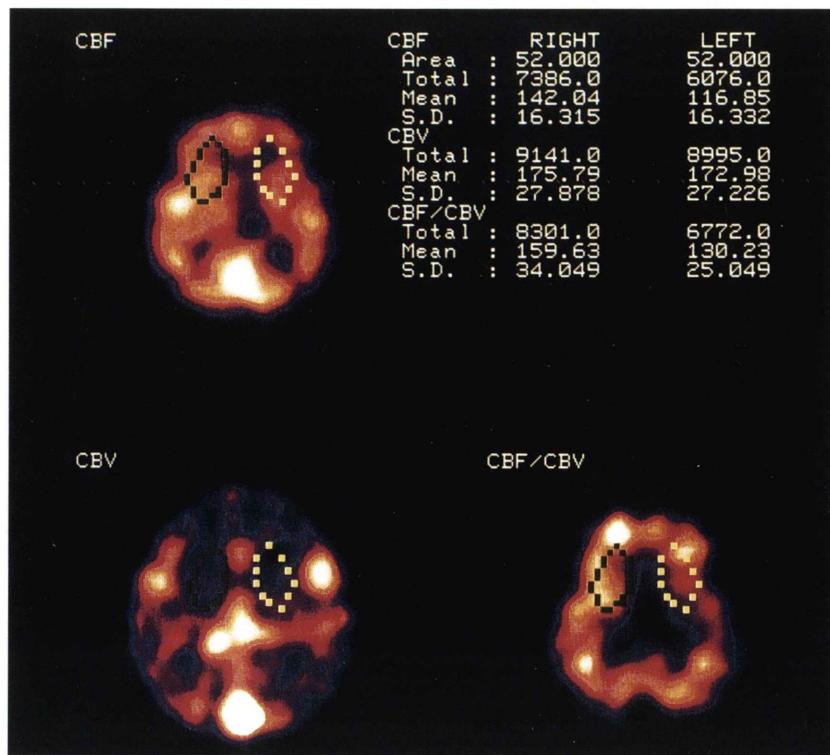


Fig. 1 SPECT images of CBF, CBV and CBF/CBV in a case with mild stenosis of the left middle cerebral artery and with mild attacks of right hemiparesis.

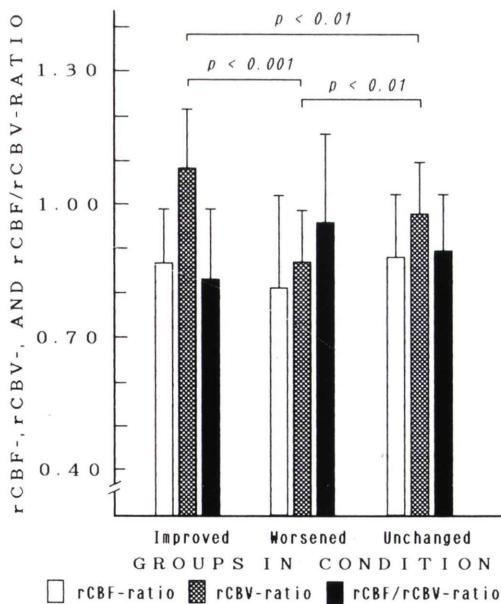


Fig. 2 Comparison of rCBF-, rCBV- and rCBF/rCBV-ratio among three groups of different postictal course in neurological condition.

**Table 1** Correlation among rCBF-, rCBV- and rCBF/rCBV-ratio in total cases

Ratio	Regression equation	$\gamma$	Student's t	p
rCBV and rCBF/rCBV	$y=1.546-0.663x$	-0.609	7.948	<0.001
rCBF and rCBF/rCBV	$y=0.259+0.669x$	0.574	7.251	<0.001
rCBF and rCBV	$y=0.851+0.212x$	0.192	2.019	<0.05

 $\gamma$ : coefficient of correlation

p: level of significance

**Table 2** Significant ( $p<0.01$ ) difference in ratio between two groups of high and low score on image

Ratio	Score (number of cases)	Student's t	p
rCBF	XCT $\leq 0.5$ (38) and $\geq 2.0$ (30)	7.159	<0.001
rCBF/rCBV	XCT $\leq 0.5$ (38) and $\geq 2.0$ (30)	6.583	<0.001
rCBF/rCBV	E-P $\leq 1.0$ (39) and $\geq 2.5$ (31)	4.297	<0.001
rCBF/rCBV	CAG $\leq 1.5$ (25) and $\geq 2.0$ (35)	3.830	<0.001
rCBF	E-P $\leq 1.0$ (39) and $\geq 2.5$ (31)	3.651	<0.001
rCBF	CAG $\leq 1.5$ (25) and $\geq 2.0$ (35)	3.000	<0.01
rCBV	F-F $\leq 1.5$ (96) and $\geq 2.0$ (13)	2.887	<0.01

p: level of significance

大きな症例群の間での rCBF, rCBV および rCBF/rCBV 比の差異をそれぞれ検定し、Table 2 に示すところ結果を得た。rCBF は、XCT スコア 0.5 以下の 38 例と 2.0 以上の 30 例との間で最も高い有意 ( $p<0.001$ ) 差を、また E-P スコア 1.0 以下の 39 例と 2.5 以上の 31 例との間ならびに CAG スコア 1.5 以下の 25 例と 2.0 以上の 35 例との間においても有意 (それぞれ、 $p<0.001$ ,  $p<0.01$ ) 差を示した。rCBF/rCBV 比も同様に XCT, E-P および CAG スコアにおいて比較的高い有意 ( $p<0.001$ ) 差を示したが、CAG スコアの 1.5 以下群と 2.0 以上群との間での有意差は rCBF におけるそれより強かった。rCBV 比は、rCBF および rCBF/rCBV 比と異なり、F-F スコアについてのみ有意 ( $p<0.01$ ) 差を示し、F-F スコア 2.0 以上の群 13 例において  $1.140 \pm 0.126$  と最も高値であった。

対象全例について、検査当日およびその前後数週間以上の神経学的所見等の経過から病態を判定し、良好 66 例、不良 11 例、不变 29 例、および判定困難 3 例の 4 群に分類した。判定困難群を除く 3 病態群の rCBF, rCBV および rCBF/rCBV 比

は、3 病態群相互間において rCBV 比のみが有意差を示した (Fig. 2)。すなわち、良好群の rCBV 比  $1.079 \pm 0.138$  は不良群の  $0.869 \pm 0.105$  と不变群の  $0.983 \pm 0.118$  に対して有意 (それぞれ、 $p<0.001$ ,  $p<0.01$ ) に高値を示した。また、不变群の rCBV 比は不良群に対して有意 ( $p<0.01$ ) に高値を示した。

対象全例について、脳神経症状の発症から本検査施行日までの病期日数により、7 日以内 14 例、8~14 日 22 例、15~21 日 19 例、22~28 日 15 例、29~56 日 25 例および 57~84 日 14 例の 6 群に分類し、各病期群の間における rCBF, rCBV および rCBF/rCBV 比を検定したが、いずれも各病期群間で有意差を示さなかった。ところが、前述の病態良好群 66 例において、病期 8~14 日群 13 例の rCBF/rCBV 比  $0.900 \pm 0.079$  は、15~21 日群 11 例のそれ  $0.769 \pm 0.132$  と比べ、有意 ( $p<0.01$ ) に高値を示した。

#### IV. 考 察

IMP を用いた rCBF-SPECT の臨床的意義はすでに多数報告<sup>2~8)</sup>されている。特に虚血性脳血管

障害においては、XCTに異常が出現しない発症早期にその存在が診断できる<sup>3,4)</sup>など、機能的検査としての意義は大きい。

虚血性脳血管障害における病態を把握して、適切な治療方針を決定するには、rCBFの測定に留まらず、障害された脳血管系の自動調節能あるいは脳組織のviabilityを評価する必要がある<sup>1,2,9)</sup>。すなわち、正常な脳小静脈および細動脈は、ある程度の範囲内の灌流圧変化に対して協調的に拡張し、rCBFを一定に保持する自動調節能を有しており、脳組織のviabilityを示す最も重要な指標は酸素消費量であるといわれる<sup>10~12)</sup>。本邦での最近の研究<sup>13)</sup>でも、脳組織における酸素供給量に対する酸素消費量の比である酸素摂取率(OEF)は局所脳組織への酸素供給予備能を示す指標であることが確認された。

OEFの測定は、従来、SPECTで不可能とされてきた。ところが、Gibbsら<sup>1)</sup>によれば、脳血管系の平均循環時間の延長は血流速度の低下を意味し、脳血管内での血栓形成と栓塞物質の停滞の危険性を増大するが、平均循環時間の逆数であるrCBF/rCBVは、OEFと逆相関し、脳血管系の血流動態異常を評価する上で有用性が高いという。

Knappら<sup>2)</sup>は、単光子放出核種の標識製剤であるIMPとRBCを用いてCBF/CBVのSPECT像を作成し、片側性内頸動脈の50%以上狭窄症例群において、健常領域に対する患側領域のrCBF/rCBV比がrCBF比と比べてより有意に低値を示し、脳血管障害における灌流予備能を評価する上でrCBF比より有用であったと報告している。

今回の成績で、CAGスコア2.0以上の症例群と1.5以下の症例群のrCBF/rCBV比が両群間におけるrCBF比より高い有意差を示したことは、Knappら<sup>2)</sup>の成績を証明したと考える。

また、rCBF比またはrCBF/rCBV比と異なり、rCBV比のみが検査日前後の3病態群の相互間ににおいて有意差を示したことは、rCBV比が虚血性脳血管障害の予後あるいは灌流予備能と関連することを示唆した。すなわち、rCBV比が最も高い値を示した良好群においては、病巣領域の末梢小

血管がその自動調節能によって最も拡張し、病巣領域の脳組織の可逆性が最も保たれていたと考えられる。

加えて、今回の成績で病態の良好群においてrCBF/rCBV比が発症後第2週群と比べて第3週群で有意に低値であったことは、虚血性脳血管障害発症後のOEFの経過と矛盾しないと考えた。宍戸ら<sup>14)</sup>のPETによる血流代謝の経時的変化の検討によれば、発症直後の脳梗塞巣周辺は“misery perfusion”を呈し、1~3週後では“luxury perfusion”，すなわち、OEFの上昇を示す。われわれは別の症例群でCBV像上の病巣集積程度が病期で異なる傾向を認めている<sup>15)</sup>が、病期によるrCBV比の変化は今回明らかでなかった。

他方、rCBF/rCBV比がF-Fスコアを除く3所見スコアについて有意差を示したのに対し、rCBV比がF-Fスコアについてのみ有意差を示したことは、rCBV比が側副灌流の程度と相關することを示唆した。今回rCBV比はCLCスコアについて有意差がなかったが、CLCスコアとF-Fスコアとの間には有意( $p<0.01$ )な関連があった。

以上の結果から、rCBV比とrCBF/rCBV比は、脳血管障害の灌流予備能を評価する上で有用であり、rCBV比は、rCBF/rCBV比とは異なり本症の予後と強く関連し、側副灌流を反映すると判断した。

また、CBV像は脳動静脈奇形(AVM)や脳動脈瘤の存在診断に対し有用であったが、同時に簡便に施行できたRNAによる血行動態評価の意義はさらに大きかった。星ら<sup>16)</sup>は、AVMを含む脳腫瘍性病変にリング型ガンマカメラを用いてIMPによるダイナミックSPECTを施行し、腫瘍部の血行動態を評価している。このようなダイナミック検査は、虚血性脳血管障害の血行動態を評価する上でも有用である<sup>17)</sup>。従来の回転型ガンマカメラではこのようなダイナミック検査は困難であり、RNAによる補助が必要であろう。

rCBV比とrCBF/rCBV比の算定に際しての基礎的問題点としては、まず、使用する放射性医薬品の標識率が挙げられる。生体外標識によるRBC

または<sup>99m</sup>Tc-人血清アルブミンでは、遊離<sup>99m</sup>Tcが多いことが問題<sup>18)</sup>となり、この集積により病巣のCBVを過大評価する危険がある<sup>2)</sup>。そこで、われわれは体内標識によるRBCを用いたが、頭頸部プラナー像で判断した限りでは遊離<sup>99m</sup>Tcによる甲状腺描画は明らかでなかった。

次に、CBV像に対するエネルギー減算方法が問題となる。減算処理に使用したλ値は、今回Knappら<sup>2)</sup>が得た値と近似したが、両SPECTの画像収集条件で変化する可能性がある。さらに、rCBV比は、関心領域の形状および設定部位によって、静脈洞あるいは側頭筋の血液プールの影響を受け易く、rCBV比の誤差を大きくする危険があるため、関心領域の設定方法が問題となる。他方、rCBF/rCBV比が今回実測値と比べて計算値で低値になったのは、CBFおよびCBV像の各関心領域における計数分布の不均一性によると考えられた。

rCBVおよびrCBF/rCBV比測定の技術的問題点として、CBF像とCBV像の位置関係のズレがある。この防止には、被検者頭部の固定方法の改良と検査所要時間の短縮が必要で、後者に対してはリング型ガンマカメラによる検査<sup>19)</sup>が理想的であろう。

## V. 結語

rCBVおよびrCBF/rCBV比をrCBF比ならびにRNA、XCTおよびCAGの画像所見スコアと相互に比較し、虚血性脳血管障害におけるrCBVおよびrCBF/rCBV比の臨床的意義を検討した。

rCBV比は、rCBF/rCBV比と有意な負の相関があり、他検査所見とはF-Fスコアのみと有意差を認めた。また、経過を考慮した3病態群相互間で有意差を示した。

rCBF/rCBV比は、rCBF比と有意な正の相関があり、他検査所見とはXCT、E-PおよびCAGスコアについて有意差を認めた。CAGスコアについては、rCBF比より高い有意差を示した。また、経過の良好な病態群において、発症後第2週群と第3週群との間で有意差を示した。

本論文の要旨は第7回日本画像医学会と第49回日本医学放射線学会に報告した。

## 文献

- Gibbs JM, Wise RJS, Leenders KL, et al: Evaluation of cerebral perfusion reserve in patients with carotid-artery occlusion. *Lancet* **8372**: 310-314, 1984
- Knapp WH, von Kummer R, Kübler W: Imaging of cerebral blood flow-to-volume distribution using SPECT. *J Nucl Med* **27**: 465-470, 1986
- Kuhl DE, Wu JL, Lin TH, et al: Mapping local cerebral blood flow by means of emission computed tomography of N-Isopropyl-p-[I-123]-Iodoamphetamine (IMP). *J Cerebr Blood Flow Metab* **1** (Suppl 1): S25-S26, 1981
- Kuhl DE, Barrio JR, Huang SC, et al: Quantifying local cerebral blood flow by N-Isopropyl-p-[I-123] Iodoamphetamine (IMP) tomography. *J Nucl Med* **23**: 196-203, 1982
- Hill TC, Holman BL, Lovett R, et al: Initial experience with SPECT (single-photon computerized tomography) of brain using N-Isopropyl I-123 p-Iodoamphetamine: Concise communication. *J Nucl Med* **23**: 191-195, 1982
- Holman BL, Hill TC, Magistretti PL: Brain imaging with emission computed tomography and radio-labeled amine. *Invest Radiol* **17**: 206-215, 1982
- 黒崎敦子、村田 啓、関要次郎、他：局所脳血流異常の検出におけるN-isopropyl-I-123-p-iodoamphetamineの有用性について。核医学 **22**: 1505-1513, 1980
- 外山 宏、竹下 元、竹内 昭、他：<sup>131</sup>I-IMP SPECTによる脳動静脈奇形の手術前後の脳血液循環動態の評価。核医学 **26**: 1479-1486, 1989
- Grubb RL, Phelps ME, Raichle ME, et al: The effect of arterial blood pressure on the regional cerebral blood volume by X-ray fluorescence. *Stroke* **4**: 390-399, 1973
- Lenti GL, Gibbs JM, Frackowiak RSJ, Jones T: Measurement of cerebral blood flow and oxygen metabolism by positron emission tomography and the O-15 steady-state technique. In *Functional Radionuclide Imaging of the Brain*, edited by Philippe L Magistretti, Raven Press, New York, 1983, pp. 291-304
- Powers WJ, Grubb RL, Raichle ME: Physiological responses to focal cerebral ischemia in humans. *Ann Neurol* **16**: 546-548, 1984
- Powers WJ, Grubb RL, Darriet D, et al: Cerebral blood flow and cerebral metabolic rate of oxygen requirement for cerebral function and viability in

- humans. *J Cerebr Blood Flow Metabol* **5**: 600-608, 1985
- 13) 日向野修一, 上村和夫, 宍戸文男, 他: 内頸動脈系の慢性閉塞性疾患の脳循環代謝—外頸動脈—内頸動脈吻合術の適応についての検討—. *核医学* **24**: 809-815, 1987
- 14) 宍戸文男, 上村和夫, 犬上篤, 他: 脳血管障害における局所脳循環代謝の変化—ポジトロンCTによる検討—. *核医学* **23**: 123-133, 1986
- 15) 仙田宏平, 伊藤茂樹: 虚血性脳血管障害における脳血流および血液量ECTの同時検査の意義. *画像医学誌* **7**: 369-375, 1988
- 16) 星博昭, 陣之内正史, 渡辺克司, 他:  $^{123}\text{I}$ -IMPによる脳腫瘍患者のダイナミックシンチグラフィ
- $^{133}\text{Xe}$ によるイメージとの比較—. *核医学* **23**: 819-824, 1986
- 17) 可知謙治, 内山暁, 小泉潔, 他: リング型ECTを用いたN-isopropyl-p-[ $^{123}\text{I}$ ]iodoamphetamineによる初期dynamic image—脳血管障害における有用性—. *核医学* **26**: 369-374, 1989
- 18) 浜田星紀, 西村恒彦, 林田孝平, 他:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA-HSAによる心RIアンギオグラフィ—in vitro赤血球標識法との比較—. *核医学* **25**: 381-391, 1988
- 19) Toyama H, Takeshita G, Takeuchi A, et al: Cerebral hemodynamics in patients with chronic obstructive carotid disease by rCBF, rCBV, and rCBV/rCBF ratio using SPECT. *J Nucl Med* **31**: 55-60, 1990

## Summary

### Clinical Significance of Regional Cerebral Blood Volume and Flow-to-Volume Ratio in Ischemic Cerebrovascular Disease Measured by SPECT

Kohei SENDA, Kunihiro MARUYAMA, Masao CHUJO and Keita YOKOYAMA

*Department of Radiology, National Nagoya Hospital, Nagoya*

Regional cerebral blood volume (rCBV) and flow-to-volume ratio (rCBF/rCBV) were evaluated for clinical significance in comparison to rCBF and findings in X-ray CT (XCT) and radionuclide (RNA) and contrast angiography (CAG). A total of 109 cases were studied within 90 days after cerebrovascular ischemic attack. CBV SPECT was performed following CBF SPECT with I-123-IMP and RNA with Tc-99m-RBC, and processed for subtraction of I-123 contamination fraction. CBF/CBV image was obtained as the count ratio of CBF to CBV image at the same slice-level. Parametric rCBV and rCBF/rCBV were estimated as the count ratio of the focus to the contralateral normal region of interest. Image findings were scored by visual judgement. Student's t-test was applied for statistical analysis with a significance level of  $p=0.01$ .

The rCBV-ratio was inversely proportional to rCBF/rCBV-ratio, and was different between the

two groups with high and low score on flip-flop perfusion in RNA and among three groups with different postictal neurological course. The ratio was the highest for the group of improved course. The rCBF/rCBV-ratio was possibly correlated to rCBF-ratio, and was different between the two groups with high and low score on low density area in XCT, early perfusion in RNA and arterial stenosis in CAG. In the group of improved course, the ratio was different between the second and the third postictal week's duration.

These results, therefore, suggest that rCBV-ratio reflects collateral perfusion, and is valuable for assessing postictal prognosis in cerebrovascular disease, and that rCBF/rCBV-ratio may reflect regional oxygen extraction fraction, and is valuable for speculating cerebral perfusion reserve.

**Key words:** Cerebrovascular disease, Regional cerebral blood volume, Regional cerebral blood flow-to-volume, I-123-IMP, Tc-99m-RBC.