

《原 著》

加齢に伴う健常者脳血流量の変化

——^{99m}Tc-ECD Patlak-Plot 法による平均脳血流量 mCBF の検討——

川畠 信也* 大東 信幸** 白井 史恵** 原 滋**

要旨 健常者 61 名を対象に ^{99m}Tc-ECD Patlak-Plot 法により算出された平均脳血流量 mCBF について加齢に伴う変化を検討した。加齢に従って mCBF は緩やかな減少を示していた ($Y = -0.27X + 65.07$, $R = -0.41$, $p = 0.001$)。mCBF は、50 歳代 $48.4 \pm 4.7 \text{ ml}/100 \text{ g}/\text{min}$, 60 歳代 $49.9 \pm 5.9 \text{ ml}/100 \text{ g}/\text{min}$, 70 歳代 $46.4 \pm 6.5 \text{ ml}/100 \text{ g}/\text{min}$, 80 歳代 $38.0 \pm 3.7 \text{ ml}/100 \text{ g}/\text{min}$, 90 歳代 $38.9 \text{ ml}/100 \text{ g}/\text{min}$ を示し、70 歳代から緩徐な減少がみられた。女性の各年齢層における mCBF は男性のそれらに比べて有意に高値を示していた。加齢に伴う BPI の変化は、mCBF とほぼ同様の減少を示していた。対象を高血圧歴や喫煙、飲酒の有無から分類した結果では、各年齢層における mCBF に明らかな差異は認められなかった。健常者と老年期痴呆の mCBF を比較すると、60 歳代、70 歳代の健常者 mCBF は老年期痴呆と比べて有意に高値を示していたが、80 歳代、90 歳代では、両者の間で有意な差異を認めなかった。

(核医学 34: 909-916, 1997)

I. はじめに

急速な高齢化に伴って老年期痴呆を始めとする高齢者にみられる疾患に対する研究の重要性が高まってきている。特に脳神経系の領域では、核医学の手法を用いた研究に長足の発展がみられ、老年期痴呆や老年期脳血管障害に関する脳循環代謝動態を検討した報告が数多くみられてきている。これらのなかで、positron emission tomography (PET) を用いた加齢に伴う脳循環代謝動態に関する報告は数多くみられるが、single photon emission computed tomography (SPECT) を用いた検討は少なく^{1,2)}、さらに、technetium-99m ethylcysteinate dimer (^{99m}Tc-ECD) を用いた Patlak-Plot 法でこれ

を検討した報告はみられない。この観点からわれわれは、^{99m}Tc-ECD を用いて測定された健常者脳血流量について加齢に伴う変化を検討し、併せて老年期痴呆と無症候性脳梗塞患者との比較を行ったので報告する。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、1992 年 4 月から当院検診センターで施行している「脳ドック」の受診者ならびに 1996 年 1 月から当院神経内科で施行している「物忘れチェック外来」の受診者のなかで神経学的ならびに神経心理学的に異常がみられず、なおかつ頭部 X 線 CT と MRI (Magnetom 1.0 T) で脳内に異常の認められない健常者 61 名 (平均 68.6 ± 9.8 歳、男性 29 名、女性 32 名) である。「脳ドック」は、無症候性脳梗塞や未破裂脳動脈瘤などの診断を目的とし、一般企業や健康保険組合、共済組合を対象に主として 40 歳代から 60 歳代前半の受診者が占められている。一方、「物忘れチェック外来」

* 成田記念病院神経内科

** 同 放射線科

受付：9 年 6 月 10 日

最終稿受付：9 年 8 月 27 日

別刷請求先：豊橋市白河町 78 (〒441)

成田記念病院神経内科

川 畠 信 也

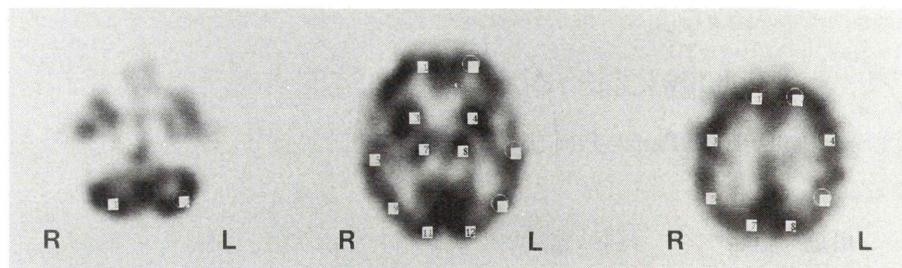


Fig. 1 Schema for the region of interest (ROI) in three SPECT slices.

は、老年期痴呆の早期診断とその後のケアを目的とし、主な受診者は60歳代後半から80歳代に及んでいる。今回の対象では、MRIで著明な脳萎縮を示す受診者は、たとえ脳内に異常信号域がみられなくても検討から除外されている。年齢分布は、50歳代16名、60歳代9名、70歳代29名、80歳代6名、90歳代1名である。肥満の指標となるBody Mass Index (BMI)は、男性健常者で $22.7 \pm 3.4 \text{ kg/m}^2$ 、女性健常者で $22.2 \pm 2.4 \text{ kg/m}^2$ を示し、両群間に有意な違いはみられない。本検討では、各年齢層別にみた平均脳血流量に加えて、性別と左右半球別ならびに対象を高血圧歴、常習性飲酒と喫煙習慣の有無に分類しその対比を行った。健常者の脳血流動態と対比する目的で、「脳ドック」ならびに「物忘れチェック外来」にてそれぞれ診断された無症候性脳梗塞24名(50歳代5名、60歳代10名、70歳代4名、80歳代5名)と老年期痴呆(アルツハイマー型痴呆疑い)18名(60歳代4名、70歳代8名、80歳代5名、90歳代1名)にも同様の検査を施行し脳血流動態の比較を行った。

2. 方 法

SPECTの収集は、日立メディコ社製2検出器型ガンマカメラ GAMMA VIEW-i RC-2600Iを用い、データ処理装置としてGAMMA VISION RW-3000、コリメータとしてLEHR (FWHM 7.6 mm) パラレルホールを利用した。 ^{99m}Tc -ECDは、仰臥位、閉眼、安静状態で右腕内側肘静脈(困難な場合は外側肘静脈)に21Gの翼状針を留置後、300 MBqを生理食塩水15 mlを用いて10秒間でボーラス投与し、120秒間にわたって頭部と大動脈弓を含むRIアンギオグラフィを行った。Dynamicデータは 128×128 マトリックスにて1フレーム/秒で収集した。その後、残り300 MBqの ^{99m}Tc -ECDを追加静注し9分かけてSPECT撮像を行った。1検出器につき 180° 、32方向(計64方向)、 64×64 マトリックスサイズにて1方向15秒でデータを収集した。SPECT画像の再構成には、前処理フィルターとしてButterworth(8, 0.26 cycle/pixel)、再構成フィルターとしてRamp filterを用い、吸収補正にはChangの方法(吸収係数0.11/cm)を用いた。得られたdynamicデータから、Matsudaらの方法³⁾に従ってPatlak-Plot解析を行い、脳血流指標であるBrain Perfusion Index (BPI)を算出した。 ^{133}Xe 吸入法にてキャリブレーション

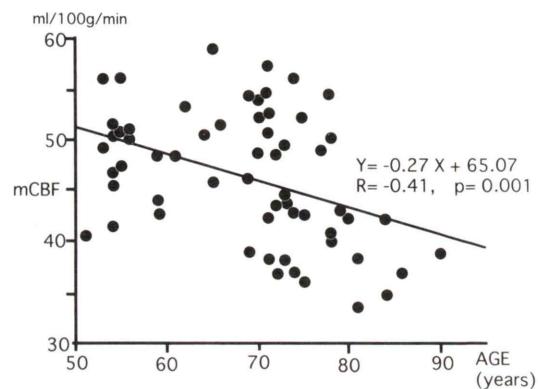


Fig. 2 Plot of mean cerebral blood flow (mCBF) values versus age in 61 healthy subjects. Significant linear relationship with aging is found ($p=0.001$). Each data point represents one subject.

ラス投与し、120秒間にわたって頭部と大動脈弓を含むRIアンギオグラフィを行った。Dynamicデータは 128×128 マトリックスにて1フレーム/秒で収集した。その後、残り300 MBqの ^{99m}Tc -ECDを追加静注し9分かけてSPECT撮像を行った。1検出器につき 180° 、32方向(計64方向)、 64×64 マトリックスサイズにて1方向15秒でデータを収集した。SPECT画像の再構成には、前処理フィルターとしてButterworth(8, 0.26 cycle/pixel)、再構成フィルターとしてRamp filterを用い、吸収補正にはChangの方法(吸収係数0.11/cm)を用いた。得られたdynamicデータから、Matsudaらの方法³⁾に従ってPatlak-Plot解析を行い、脳血流指標であるBrain Perfusion Index (BPI)を算出した。 ^{133}Xe 吸入法にてキャリブレーション

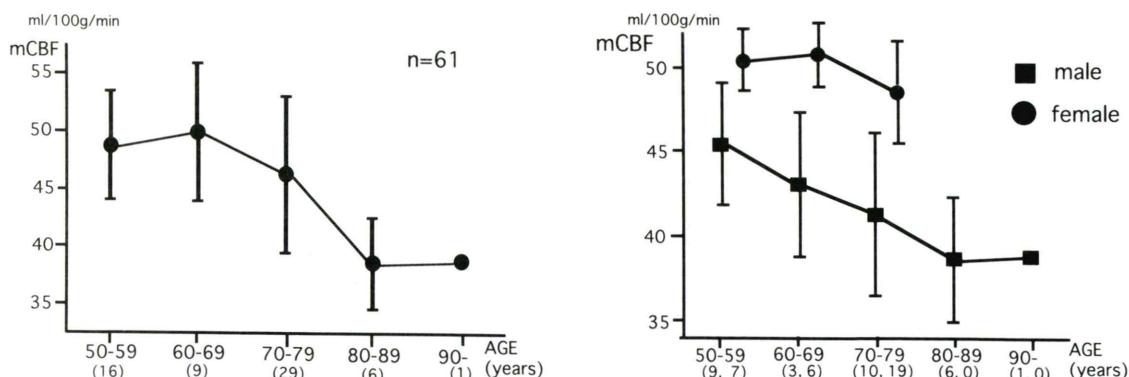


Fig. 3 (left) Cross-sectional analysis showing progressive declines in mCBF with advancing age, measured by 99m Tc-ECD Patlak-Plot method, among neurologically normal subjects. Each data point represents the average of mCBF in each aged group. Error bars represent one SD. Values in parentheses indicate the number of patients. (right) Cross-sectional analysis showing age-related, progressive reductions in mCBF for healthy women and men. Women have significantly higher mCBF than men up to aged 70-79 years group. Values in parentheses indicate the number of patients.

ンされた換算式を用いて BPI を脳血流値 (ml/100 g/min) へ変換した後, Lassen の補正⁴⁾ (α 値 = 2.6) を用いて SPECT 画像上でこれを局所脳血流値へ展開した。 99m Tc-ECD の投与は、すべて著者の一人 (N.K.) のみによって施行された。脳血流画像 (Fig. 1) は、眼窩外耳孔線 (OM line) に平行に 3.8 mm 幅で構成し、基底核が含まれる断層像とこれから上下 7 スライス目に該当する断層面の計 3 画像を用い、左右大脳半球の皮質灰白質 (上ならびに下前頭葉、運動感覺野、後部頭頂葉、上ならびに下側頭葉、上ならびに下後頭葉)、中心灰白質 (レンズ核)、左右尾状核、左右小脳半球の計 22 箇所に 4×4 pixel、すなわち直径 1.5 cm の円形閑心領域 (ROI) を設定し、各部位の局所脳血流量 rCBF を求めた後にそれらを合計し平均脳血流量 mCBF を算出した。算出された脳血流値は、平均値土標準偏差で表示した。

統計処理は、Macintosh 用 Stat View を用いた。2 群間の平均値の検定は unpaired t 検定に、mCBF と年齢との相関関係の検定は simple regression を用い、危険率 0.05 以下の場合に有意差ありと判断した。

III. 結 果

1. 加齢に伴う mCBF の変化

対象 61 名の年齢分布と mCBF との相関を Fig. 2 に示した。加齢に従って mCBF は緩やかな減少を示していた ($Y = -0.27X + 65.07$, $R = -0.41$, $p = 0.001$)。Fig. 3 は、対象群を 10 歳毎に区分し年齢層別ならびに性別にみた mCBF の変化を示したものである。mCBF は、50 歳代 48.4 ± 4.7 ml/100 g/min, 60 歳代 49.9 ± 5.9 ml/100 g/min, 70 歳代 46.4 ± 6.5 ml/100 g/min, 80 歳代 38.0 ± 3.7 ml/100 g/min, 90 歳代 38.9 ml/100 g/min を示し、70 歳代から緩徐な減少傾向がみられた。性別でみると、男性 29 名では、50 歳代 45.8 ± 3.6 ml/100 g/min, 60 歳代 43.7 ± 4.2 ml/100 g/min, 70 歳代 41.7 ± 4.8 ml/100 g/min, 80 歳代 38.0 ± 3.7 ml/100 g/min, 90 歳代 38.9 ml/100 g/min、女性 32 名では、50 歳代 51.7 ± 3.6 ml/100 g/min, 60 歳代 53.0 ± 3.7 ml/100 g/min, 70 歳代 48.8 ± 5.9 ml/100 g/min であった。女性の各年齢層における mCBF は、男性のそれらと比べ有意に高かった (50 歳代: $t = 3.25$, $p = 0.006$, 60 歳代: $t = 3.42$, $p = 0.01$, 70 歳代: $t = 3.29$, $p = 0.003$)。

Table 1 Relation of mCBF values to hemispheric side and risk factors

	Age (years)				
	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99
Right-Hemisphere	48.9±4.8	50.5±5.9	46.7±5.9	37.9±3.7	38.6
Left-Hemisphere	47.6±4.5	49.4±6.0	44.9±10.5	38.2±3.7	39.4
Hypertension					
(+) (n=15)	47.0±4.2	43.7±6.8	46.4±7.6		
(-) (n=46)	48.7±4.9	51.7±4.7	46.3±6.0	38.0±3.7	38.9
Alcohol drinking					
(+) (n=11)	46.8±3.4		41.5±2.7	42.3	
(-) (n=50)	49.6±5.3	49.9±5.9	46.9±6.5	37.1±3.4	38.9
Cigarette smoking					
(+) (n=10)	46.8±3.8	38.9	42.8±8.5	42.3	
(-) (n=51)	49.3±5.0	51.3±4.5	46.6±6.4	37.1±3.4	38.9

mean±SD, ml/100 g/min

Table 2 Relation of brain perfusion index (BPI) to gender and risk factors

	Age (years)				
	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99
Total (n=61)	9.3±1.6	10.1±1.9	8.4±1.9	6.3±1.2	6.0
Male (n=29)	8.5±1.5	8.5±2.1	7.1±1.3	6.3±1.2	6.0
Female (n=32)	10.3±1.1	11.0±1.3	9.1±1.8		
Hypertension					
(+) (n=15)	9.0±2.1	7.6±2.1	8.6±2.3		
(-) (n=46)	9.3±1.5	10.9±1.2	8.4±1.7	6.3±1.2	6.0
Alcohol drinking					
(+) (n=11)	8.8±1.5		7.2±0.8	6.6	
(-) (n=50)	9.6±1.6	10.2±1.9	8.6±1.9	6.3±1.4	6.0
Cigarette smoking					
(+) (n=10)	9.1±1.4	6.1	7.4±2.8	6.6	
(-) (n=51)	9.4±1.8	10.7±1.3	8.5±1.8	6.3±1.4	6.0

mean±SD, msec

2. 高血圧歴と飲酒、喫煙の mCBF に及ぼす影響

Table 1 は、左右半球別ならびに高血圧歴、飲酒、喫煙の有無による mCBF の変化を示したものである。年齢層別にみた左右半球間の mCBF に有意な違いはみられなかった。高血圧歴の有無による mCBF にも各年齢層で有意な差異は認められない。飲酒の有無では、50 歳代と 70 歳代で飲酒群の mCBF が非飲酒群と比べてやや低い傾向を示していたが、有意差を認めなかった。喫煙の有無による検討では、50 歳代と 60 歳代、70 歳代いずれも喫煙群の mCBF は非喫煙群と比べて低い傾向を

示していたが有意差はみられなかった。

3. Brain Perfusion Index (BPI) での検討

Table 2 は、年齢層別ならびに性別、危険因子の有無別に算出した BPI の結果を示したものである。男性では、加齢に従って BPI も緩徐に減少していたが、女性の BPI は、70 歳代までの検討では、その減少はわずかで各年齢層において比較的一定した値を示していた。

4. 老年期痴呆、無症候性脳梗塞との比較

Fig. 4 は、健常者と老年期痴呆、無症候性脳梗塞の mCBF を年齢層別に比較したものである。老年期痴呆では、60 歳代 40.4 ± 6.1 ml/100 g/min,

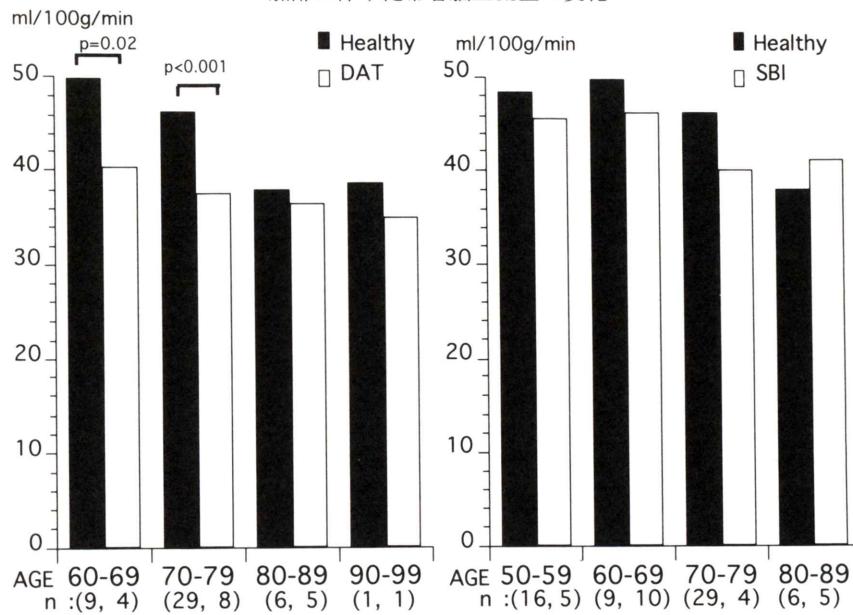


Fig. 4 Cross-sectional analysis of mCBF by decades among 61 healthy subjects, and 18 patients with Alzheimer' disease (DAT) and 24 patients with silent brain infarction (SBI).

70 歳代 37.6 ± 3.5 ml/100 g/min, 80 歳代 36.5 ± 4.0 ml/100 g/min, 90 歳代 34.6 ml/100 g/min であった。健常者と比べて 60 歳代と 70 歳代の老年期痴呆の mCBF は、約 10 ml/100 g/min の幅で有意に低値を示していたが、80 歳代、90 歳代の老年期痴呆では、健常者 mCBF との間に有意な差異を認めなかった。また、無症候性脳梗塞の mCBF は、50 歳代 45.6 ± 4.5 ml/100 g/min, 60 歳代 46.3 ± 6.4 ml/100 g/min, 70 歳代 40.0 ± 8.2 ml/100 g/min, 80 歳代 41.1 ± 6.3 ml/100 g/min を示し、50 歳代と 60 歳代では、健常者と比べて 3 ml/100 g/min, 70 歳代では、 7 ml/100 g/min 低値を示していたが、80 歳代では、むしろ無症候性脳梗塞の mCBF がやや高い値を示していた。しかしながら、両群間で各年齢層いずれも有意な違いはみられなかった。

IV. 考 察

MRI で異常信号域がみられず、神経学的ならびに神経心理学的にもなんら異常所見の認められない健常者を対象に、 99m Tc-ECD Patlak-Plot 法に

よって算出された平均脳血流量について加齢に伴う変化を検討した今回の結果から、以下の特徴が得られた。①mCBF は、加齢に従って、厳密には 70 歳代を境として緩やかな減少を示している。②男性では、年齢が進むに従って緩徐で直線的な mCBF の減少がみられる。女性では、50 歳代と 60 歳代で比較的一定した mCBF を示すが、70 歳代に入ると mCBF のわずかな減少がみられる。③各年齢層を通じ、男性と比べて女性の mCBF は有意に高値を呈する。④加齢に伴う BPI の変化は、mCBF と同様に緩徐な減少を示している。⑤高血圧歴や常習性飲酒、喫煙習慣の有無から分類し検討した mCBF をみると、加齢に伴う変化はみられない。⑥健常者と老年期痴呆間で mCBF を比較すると、60 歳代ならびに 70 歳代では、老年期痴呆と比べて健常者の mCBF は有意に高値を示すが、80 歳代、90 歳代の老年期痴呆と健常者の mCBF の間には有意な差異を認めない。

PET によって測定された加齢に伴う脳血流量あるいは脳代謝量の変化を検討した報告をみると、

加齢に従って前頭葉に代表される特定の部位での有意な減少が認められるとする報告が多い⁵⁻⁸⁾。Pantano ら⁷⁾は、灰白質の mCBF は加齢と共に直線的に減少していくが、CMRO₂ ではこの減少はみられず、さらに白質の mCBF ならびに CMRO₂ は、加齢に関わらず比較的一定した値を示すことを報告した。Loessner らの検討⁸⁾では、前頭葉での脳代謝は 60 歳を境として著明な低下を示している。加齢に伴い脳血流量が減少していく現象は SPECT を用いた検討でも確認されている^{1,2)}。一方、加齢に伴うこれらの変化を認めなかったとする報告も散見される⁹⁻¹²⁾。また、脳萎縮や脳容積を考慮に入れると、年齢や性差による脳代謝の有意な変化は消失するともいわれる¹³⁾。

^{99m}Tc-ECD Patlak-Plot 法を用いたわれわれの検討では、mCBF は加齢に従って緩徐ではあるが有意な減少を示していた。文献的にみると、加齢に伴う mCBF の減少は若年層から老年層にわたって連続的にみられる現象とされる^{5,14)}。今回の検討では、「脳ドック」ならびに「物忘れチェック外来」の受診者が対象となっており、受診年齢層が概ね 50 歳以上に限られたために、40 歳代以下の mCBF についてデータを得ることができなかつた。今回の結果を性別でみると、mCBF の減少は男性でより顕著に認められた。一方、女性では、残念ながら今回の対象群に 80 歳代ならびに 90 歳代の健常者が含まれず、より確かな結論は得にくいが、少なくとも 60 歳代までの健常者では、mCBF の減少傾向は認められないと結論しても良いようである。ところで、健常者においても加齢に従って脳萎縮が進行し、SPECT を用いて算出された脳血流量の値が部分容積効果によって過小評価される可能性も考えられる。本検討で得られた加齢に伴う脳血流量の減少傾向が、この脳萎縮に伴う部分容積効果に影響されている可能性も挙げられる。しかしながら、今回対象とした症例には、著明な脳萎縮を示す受診者を含まなかつたことから、この部分容積効果の影響は除外できるものと思われる。また、今回の検討では、加齢に伴う mCBF の変化に明らかな性差がみられた。すな

わち、各年齢層を通じて、男性と比べて女性の mCBF が有意に高値を示していた。この理由は充分明らかではないが、¹³³Xe-CT を用いた検討で、女性の F₁ 値は 60 歳前後まで男性と比べて有意に高値を示すが、閉経後、すなわち概ね 60 歳を超えると F₁ 値の急速な低下が観察され男性の F₁ 値に近似してくる¹⁵⁾。男性と比べて成人女性の mCBF が高値を示すとする報告は多い^{1,14)}が、性差を認めないとする報告もまたみられる²⁵⁾。また、今回の検討では、各年齢層を通じて左右半球間の脳血流量にも有意な違いは見いだされなかつた。健常者といわれる対象群のなかでも、脳卒中の危険因子を有する群は、これらを持たない群と比べて各年齢層いずれでも mCBF は低値を示す¹⁶⁾。しかしながら、今回の検討では、高血圧歴の有無や習慣性飲酒ならびに習慣性喫煙歴の有無による mCBF に明らかな違いを見いだせなかつた。

健常者と老年期痴呆との間で mCBF を年齢層別に比較した結果では、60 歳代ならびに 70 歳代では、老年期痴呆の mCBF は健常者と比べて有意に低値を示していたが、80 歳代、90 歳代の老年期痴呆では、健常者 mCBF との間に有意な差異を認めなかつた。高齢者では痴呆がみられなくても加齢に従って mCBF が減少し、痴呆患者の mCBF に近い値に低下する場合があることを示すものと考えられる。80 歳代や 90 歳代の痴呆患者の mCBF を検討する際には、加齢に伴う脳血流量の低下を考慮し、得られた結果の解釈には充分に慎重でなければならない。一方、健常者と無症候性脳梗塞との間で mCBF を比較してみると、後者では 70 歳代までの mCBF が有意差には至らないがやや低値を示す結果が得られた。

今回、われわれの検討で得られた年齢層別にみた平均脳血流量の正常参考値は、各種疾患有する症例から測定された脳血流量を考察する際に、その判断指標として有用と思われる。

V. まとめ

1. 健常者 61 名を対象に ^{99m}Tc-ECD Patlak-Plot 法によって算出された平均脳血流量 mCBF について

て加齢に伴う変化を検討した。

2. mCBF ならびに BPI いずれも加齢に伴って緩やかではあるが有意な減少を示していた。

3. 男性の mCBF は、年齢が進むに従って緩徐で直線的な減少を示していた。女性では、50 歳代、60 歳代で比較的一定した mCBF を示したが、70 歳代に入ると mCBF のわずかな減少がみられた。各年齢層を通じて、男性と比べて女性の mCBF は有意に高値を示していた。

4. 健常者と老年期痴呆間で mCBF を比較すると、60 歳代ならびに 70 歳代では、老年期痴呆と比べて健常者の mCBF は有意に高値を示したが、80 歳代、90 歳代の老年期痴呆と健常者の mCBF の間には有意な差異を認めなかった。

文 献

- 1) 駒谷昭夫, 山口昂一, 蟻 真弘: 健常者の脳血流と脳容積——年齢分布および男女差について——. 脳神経 **42**: 889-893, 1990
- 2) 田中 尚, 中村雄作, 八木祐吏, 三浦浩介, 高橋光雄: 99m Tc-HM-PAO を用いた定量的局所脳血流測定法の検討. 脳卒中 **16**: 334-340, 1994
- 3) Matsuda H, Yagishita A, Tsuji S, Hisada K: A quantitative approach to technetium-99m ethyl cysteinate dimer: a comparison with technetium-99m hexamethylprophylene amine oxime. Eur J Nucl Med **22**: 633-637, 1995
- 4) Friberg L, Andersen AR, Lassen NA, Holm S, Dam M: Retention of 99m Tc-bicisate in the human brain after intracarotid injection. J Cereb Blood Flow Metab **14** (Suppl 1): S19-27, 1994
- 5) Melamed E, Lavy S, Bentin S, Cooper G, Rinot Y: Reduction in regional cerebral blood flow during normal aging in man. Stroke **11**: 31-35, 1980
- 6) Kuhl DE, Metter EJ, Riegel WH, Phelps ME: Effects of human aging on patterns of local cerebral glucose utilization determined by the $[^{18}\text{F}]$ fluoro-deoxyglucose method. J Cereb Blood Flow Metabol **2**: 163-171, 1982
- 7) Pantano P, Baron J-C, Lebrun-Grandié P, Duquesnoy N, Bousser M-G, Comar D: Regional cerebral blood flow and oxygen consumption in human aging. Stroke **15**: 635-641, 1984
- 8) Loessner A, Alavi A, Lewandrowski K-U, Mozley D, Souder E, Gur RE: Regional cerebral function determined by FDG-PET in healthy volunteers: normal patterns and changes with age. J Nucl Med **36**: 1141-1149, 1995
- 9) Duara R, Margolin RA, Robertson-Tchabo EA, London ED, Schwartz M, Renfrew JW, et al: Cerebral glucose utilization, as measured with positron emission tomography in 21 resting healthy men between the ages of 21 and 83 years. Brain **106**: 761-775, 1983
- 10) Yamaguchi T, Kanno I, Uemura K, Shishido F, Inugami A, Ogawa T, et al: Reduction in regional cerebral metabolic rate of oxygen during human aging. Stroke **17**: 1220-1228, 1986
- 11) DeLeon MJ, George AE, Tomanelli J, Christman D, Kluger A, Miller J, et al: Positron emission tomography studies of normal aging: a replication of PET III and 18-FDG using PET IV and 11-CDG. Neurobiol Aging **8**: 319-323, 1987
- 12) Itoh M, Hatazawa J, Miyazawa H, Matsui H, Meguro K, Yanai K, et al: Stability of cerebral blood flow and oxygen metabolism during normal aging. Gerontology **36**: 43-48, 1990
- 13) Yoshii F, Barker WW, Chang JY, Loewenstein D, Apicella A, Smith D, et al: Sensitivity of cerebral glucose metabolism to age, gender, brain volume, brain atrophy, and cerebrovascular risk factors. J Cereb Blood Flow Metab **8**: 654-661, 1988
- 14) Kety SS: Human cerebral blood flow and oxygen consumption as related to aging. J Chronic Dis **3**: 478-486, 1956
- 15) Meyer JS, Terayama Y, Takashima S: Cerebral circulation in the elderly. Cerebrovasc Brain Metab Rev **5**: 122-146, 1993
- 16) Shaw TG, Mortel KF, Meyer JS, Rogers RL, Hardenberg J, Cutaia MM: Cerebral blood flow changes in benign aging and cerebrovascular disease. Neurology **34**: 855-862, 1984

Summary

Reduction in Mean Cerebral Blood Flow Measurements Using 99m Tc-ECD-SPECT during Normal Aging

Nobuya KAWAHATA*, Nobuyuki DAITOH**, Fumie SHIRAI** and Shigeru HARA**

*Department of Neurology, **Department of Radiology, Narita Memorial Hospital

Mean cerebral blood flow (mCBF) was measured by SPECT using the 99m Tc-ECD-Patlak-Plot method in a selected group of 61 normal non-hospitalized subjects aged 51 to 91 years. The mCBF values showed 48.4 ± 4.7 ml/100 g/min in aged 50–59 years group, 49.9 ± 5.9 ml/100 g/min in aged 60–69 years group, 46.4 ± 6.5 ml/100 g/min in aged 70–79 group, 38.0 ± 3.7 ml/100 g/min in aged 80–89 years group, 38.9 ml/100 g/min in aged 90–99 years group. There was a statistically significant reduction of mCBF with advancing age ($R = -0.41$; $p = 0.001$). Women have signifi-

cantly higher mCBF values than men up to aged 70 years group.

In this study, there was no significant laterality in the mCBF between right and left hemispheres in all decade groups. The history of hypertension, alcohol consumption, and cigarette smoking failed to show significant difference in the mCBF values. The present study shows that normal aging is associated with mCBF reduction.

Key words: 99m Tc-ECD, Aging, Mean cerebral blood flow, SPECT.