原著

各種脳疾患における SPECT の三次元画像および数量表示

御 任 明 利 柴 田 家 門 周 郷 延 雄 狩 野 利 之
福 井 康 二 寺 尾 榮 夫 高 野 政 明^{*1} 杉 田 純 一^{*2}
高 橋 宗 尊^{*3} 武 藤 安 弘^{*4}

Three-dimensional Images and Quantitative Display from SPECT in Patients with Brain Disease

by

Toshiaki Mito, M.D., Iekado Shibata, M.D., Nobuo Sugo, M.D., Toshiyuki Kano, M.D.,
Kouji Fukui, M.D., Hideo Terao, M.D., Masaaki Takano, Ph.D.^{*1}, Jyunichi Sugita^{*2},
Munetaka Takahashi^{*3}, and Yasuhiro Muto^{*4}

from

Department of Neurosurgery and ^{*1}RI Department of Radiology, Toho University School of Medicine,
^{*2}K.G.T. Co., Ltd., ^{*3}Shimadzu Co., Ltd., and ^{*4}Toshiba Medical Co., Ltd.

We analyzed data from a three-headed SPECT camera (PRISM 3000) by using a computer software which enables the analysis, visualization and three-dimensional (3D) reconstruction of multiple data. We have conducted studies on dynamic SPECT, voxel distribution curves and 3D-SPECT images over the last few years. These diagnostic techniques were found to be useful for the quantitative analysis and visualization of the cerebral hemodynamics in patients with various brain diseases. The cerebral hemodynamics was evaluated before and after treatment, by using ¹²³I-IMP, ^{99m}Tc-HMPAO and ²⁰¹TlCl. Data from the three-headed SPECT camera were analyzed and reconstructed by a general-purpose data-visualizing software (Application Visualization System Medical Viewer; AVS-MV) to obtain voxel distribution curves and 3D-SPECT images. Arteriovenous malformation (AVM) was well detectable as a high-accumulative image on dynamic SPECT, while the lesion exhibited an image defect on conventional static SPECT. The brain pathology was clearly visualized before and after treatment by the AVS-MV. Before appearance of vasospastic symptom, the change was revealed by early dynamic 3D-SPECT images. 3D-SPECT images of brain tumors were made from data obtained from the three-headed SPECT camera which can simultaneously measure and analyze the accumulation of 2 different nuclides. Brain tumors were detected as specific uptakes of ²⁰¹TlCl, while brain edema was visualized as a defect ¹²³I-IMP accumulation. Changes in ²⁰¹TlCl and ¹²³I-IMP accumulation before and after treatment were obtained in a short period of time and found to be useful for the detailed investigation of brain lesions. In cases of hydrocephalus, the cerebral hemodynamics, which varies corresponding to the shunt pressure, was quantitatively displayed as changes in voxel distribution curves and as changes in 3D-SPECT images. It was suggested that these imaging techniques can be used in the diagnosis of various brain diseases. Voxel distribution curves and 3D-SPECT images can be developed as functional images which express functional changes obtained from SPECT as morphological changes in the brain.

(Received September 11, 1996; accepted June 20, 1997)

Key words : dynamic SPECT, 3D-SPECT, voxel analysis

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 6 : 589-597, 1997

東邦大学医学部脳神経外科／〒143 大田区大森西 6-11-1 [連絡先：御任明利]

Address reprint requests to: Toshiaki Mito, M.D., Department of Neurosurgery, Toho University School of Medicine,
6-11-1 Omori-nishi, Ota-ku, Tokyo 143, Japan

^{*1}同 RI 部門 ^{*2}株式会社 K.G.T. ^{*3}株式会社島津製作所 ^{*4}東芝メディカル株式会社

はじめに

CT や MRI などの機器開発, 発展に伴い, 各種脳疾患における診断, 治療などの形態学的評価は著しい進歩を遂げた. 一方, SPECT, PET などの機能的評価においては空間分解能の点で満足のものではなかった. しかし, 最近, 高性能コンピュータを搭載した三検出器型 SPECT 装置の開発に伴い, 高画質でかつ高速スキャンが可能となり, 機能的な面からの研究が散見されるようになってきた^{1)2)6)~8)13)14)}. われわれは三検出器型 SPECT 装置および種々のデータを解析, 可視化, 画像処理, 三次元表示できるコンピュータソフトシステムを使用することで, SPECT データの解析, 評価を行ってきた. われわれがここ数年研究し発表してきた dynamic SPECT, voxel 分布曲線および三次元 SPECT 画像は, 各種脳疾患における脳循環動態を定量的にも視覚的にも表現し得る解析法である^{3)~5)9)10)~12)}. これらの手法を用い, 各種脳疾患の治療前後における脳血流動態を¹²³I-IMP, ^{99m}Tc-HMPAO, ²⁰¹TlCl を使い解析した.

方 法

使用機種は三検出器型 PRISM 3000 で, 最高 5 秒の高速スキャンができ, また 2 核種同時収集も可能である. これらのデータを汎用可視化ソフトウェア Application Visualization System Medical Viewer (AVS-MV) を使い, voxel 数の分布曲線の描出および三次元画像作製を行った.

① 各種脳疾患におけるプロトコール

1. 脳動静脈奇形

¹²³I-IMP, ^{99m}Tc-HMPAO を使用した.

¹²³I-IMP SPECT: ¹²³I-IMP を 222 MBq, bolus injection 後 1 スキャン 24 秒で, 10 スキャン, 4 分まで行ったデータを super early dynamic SPECT とし, static SPECT は 14~30 分までのデータを加算作製した.

^{99m}Tc-HMPAO SPECT: ^{99m}Tc-HMPAO を 740 MBq, bolus injection 後 1 スキャン 15 秒で, 12 スキャン, 3 分まで行ったデータを early dynamic SPECT とし, static SPECT は 3~15 分までのデータを加算作製した.

2. くも膜下出血

¹²³I-IMP を使用した. プロトコールは¹²³I-IMP を 222 MBq, bolus injection 後 1 スキャン 2 分で, 5 スキャン, 10 分まで行ったデータを early dynamic SPECT とし,

static SPECT は 14~30 分までのデータを加算作製した.

3. 脳腫瘍

¹²³I-IMP, ²⁰¹TlCl を 2 核種同時に使用した. ²⁰¹TlCl を 111 MBq, bolus injection 後 3~15 分までのデータで, ²⁰¹TlCl static イメージを作り, その後 ¹²³I-IMP を 222 MBq, bolus injection 後 14~30 分までのデータで, ¹²³I-IMP static イメージを作製した.

4. 水頭症

¹²³I-IMP を使用した. ¹²³I-IMP を 222 MBq, bolus injection 後 14~30 分までのデータで, ¹²³I-IMP static イメージを作製した.

② SPECT 三次元画像作製について

PRISM 3000 で得られた static SPECT データを AVS-MV を用いて三次元画像表示する. 三次元画像作製においては, 閾値を変えることで大きさ, 形状が変化するが, ¹²³I-IMP, ^{99m}Tc-HMPAO においては, 同一患者の CT で測定した脳容積と SPECT データ閾値 50% での三次元画像が最も一致することを確認した (Fig. 1). ²⁰¹TlCl においては, 造影 CT で計測した脳腫瘍容積から閾値を決定した. また AVS-MV は voxel 数を計測するとともに voxel 内に含まれる RI カウントをも計測することが可能であり, 全脳三次元画像から随意に断面画像を作製・表示し, この断面像における脳血流分布の相違を視覚的に色別表示した. 水頭症などで脳室周囲の低灌流域が増加すると, 閾値 50% 以下の部分 (頭蓋内の欠損として示されている部分) が拡大しているのが鮮明に捉えられる.

③ voxel 分布曲線について

デジタル画像を構成する最小単位として二次元では pixel という単位が使用され, 三次元では voxel という単位で表される. PRISM 3000 で得られる 1 matrix あたり約 $3.5 \times 3.5 \text{ mm}^2$ の面積にスライス幅約 5.35 mm を乗算することにより得られた最小の直方体を 1 voxel という. SPECT 二次元画像は 64×64 matrix で構成され, 三次元 SPECT データはこれに 27 スライスを乗算した直方体として得られる. これらのデータを AVS-MV を用い, 最高の RI カウントをもつ voxel の閾値を 100% とし, 横軸に 5% ごとの閾値をとり, 縦軸に各閾値での voxel 数をプロットした分布曲線を作成すると, 脳周囲のバックグランドの閾値 0% の部分が多くを占めるため, 正常人では閾値 40% 前後を谷とし, 70% 前後を山とする二峰性の曲線を呈することとなる (Fig. 2). 脳血管壁

Fig. 1 Size and shape of 3D images of ^{123}I -IMP SPECT resulting in variation in setting different threshold values

The image obtained at the 50% threshold matches best the volume measured by CT.

Fig. 2 Voxel distribution curve

The curve (number of voxels per 5% threshold change) of a normal subject shows a bimodal curve with a trough around the 40% threshold and a peak around the 70% threshold.

Fig. 3 Case 1

A : Pre-embolization B : Post-embolization

Right internal carotid angiograms revealing the right temporal AVM supplied the middle cerebral artery. A reduction of AVM is demonstrated after embolization (arrows).

AVM : arteriovenous malformation

縮, 脳梗塞, 脳浮腫, 脳室拡大などで脳血流低下部分が多くなると, 閾値 40% の部分が増加し, 70% の部分が減少あるいは分布曲線の左方偏位がみられる。

症 例

【症例 1】

患 者 : 34 歳, 女性

痙攣発作で発症した右中大脳動脈領域の脳動静脈奇形

(AVM) である。hydroxyethylmetacrylate - methyl-methacrylate (HEMA-MMA) による塞栓術を行った。塞栓術後の脳血管撮影において nidus の前下方の造影が淡くなった (Fig. 3)。 ^{123}I -IMP, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO static SPECT では AVM は欠損像として表され, 塞栓術前後においてもその変化を捉えることができない。しかし, super early dynamic, early dynamic SPECT では ^{123}I -IMP, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO とも AVM を高集積像として捉えることができ, 塞栓術前後における変化を捉えること

Fig. 4 AVM coloring red by 3D images of ^{123}I -IMP SPECT
A reduction of the AVM is demonstrated in the post-embolization image (lower).
AVM: arteriovenous malformation

Fig. 5 3D images of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT demonstrating the nidus of arteriovenous malformation (red)
The 3D images agree with the angiogram findings both pre- and post-embolization.

Fig. 6 Case 2

A, B: Left internal carotid angiograms revealing the aneurysm at the middle cerebral artery before operation.
C, D: Angiograms on 7 days after neck clipping reveal the segmental vasospasm at M2 region (arrows).

Fig. 7 Voxel distribution curve

The voxel increases in the 40% threshold and the curve shifting to the left on 7 days after operation.

Fig. 8 3D images of ^{123}I -IMP early dynamic SPECT detecting as a defect of the orange area where the vasospasm occurred on 3 days after operation (blue arrows)

Fig. 9 Case 3

Tumor lesion coloring red by $^{201}\text{TlCl}$ and peritumoral edema lesion showing defect area by ^{123}I -IMP. A reduction of tumor is demonstrated after radiosurgery.

Fig. 10 Case 4

CT scans after the V-P shunt operation demonstrating ventricular dilation (upper). The 3D axial images of ^{123}I -IMP SPECT agree well with the CT findings. The left frontal region where the intracerebral hemorrhage occurred is detected as a defect (lower).

Fig. 11 Semi-transparent image revealing reduction of the hypoperfusion region below 50% threshold (yellow area) accompanying symptom improvement (upper)

The number of voxels decrease in the 40% threshold trough region. The voxel distribution curve approaches normal subjects (lower).

ができた。次に、これらの static, super early dynamic, early dynamic データを AVS-MV を使い合成三次元画像化すると AVM をさらに明瞭に捉えることができた。合成三次元画像においては AVS-MV を用い、static デ

ータよりサーフェイスレンダリング法で脳全体の三次元構築を行い、次に super early dynamic, early dynamic データより AVM 部分の三次元構築を行い、これら三次元画像を合成した。 ^{123}I -IMP, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO イメージ

で形の違いがみられ、nidus の形は ^{99m}Tc -HMPAO の方でよく捉えられている。HEMA-MMA 塞栓術前後における SPECT 変化は AVM の前下方が縮小しているが、この変化は脳血管撮影の変化とよく一致している (Fig. 4, 5)。

【症例 2】

患者：57 歳，女性

くも膜下出血 (SAH) で発症した左中大脳動脈の動脈瘤である。ネッククリッピング術後 7 日目で見当識障害が出現したため、脳血管撮影を施行したところ、左 M2 部に segmental な脳血管攣縮を認めた (Fig. 6)。保存的加療にて、術後 14 日目には見当識障害が消失し、意識清明となった。SPECT voxel 解析においては、脳血管攣縮が認められた術後 7 日目に閾値 40% の低灌流域が増加し、閾値 70% の脳組織部分 (主として大脳皮質の脳血流の高い部分) が減少し、グラフの左方偏位がみられる。そして、脳血管攣縮の改善した術後 14 日目には増加していた閾値 40% の部分が減少し、減少していた閾値 70% の部分が増加し、グラフが右方偏位し、正常のパターンに復した。すなわち、全脳血流の増加、回復を示した (Fig. 7)。SPECT static 三次元画像では術後 7 日目に左前頭側頭葉の部分が欠損像として表現され、脳血管攣縮の改善に伴い欠損部位が縮小していった。この症例では early dynamic SPECT 三次元画像 2～4 分において、脳血管攣縮の症状の出現していない術後 3 日目の時点で、後日脳血管攣縮の発現する左前頭側頭葉の部位が低灌流域を示していた (Fig. 8)。このことは脳血管攣縮発現の予測を示唆するものと思われた。

【症例 3】

患者：58 歳，男性

glioblastoma である。三次元 SPECT 画像は ^{123}I -IMP 閾値 50% での画像と $^{201}\text{TlCl}$ 閾値 70% での画像を合成作製した。 ^{123}I -IMP は肌色で、 $^{201}\text{TlCl}$ は赤色で表されている。脳浮腫の部分は $^{201}\text{TlCl}$ 周囲の ^{123}I -IMP 欠損像として表されている。radiosurgery 30 Gy 照射 1 カ月後、3 カ月後と $^{201}\text{TlCl}$ 集積が減少し、また ^{123}I -IMP 欠損像として表されている脳浮腫の部分が縮小しているのがわかる (Fig. 9)。

【症例 4】

患者：45 歳，女性

左前頭葉に脳内出血を伴う SAH で発症した前交通動脈瘤で、ネッククリッピング術を施行した。術後 1.5 カ

月目に見当識障害、脳室拡大が出現し、正常圧水頭症の診断で VP シャント術を施行した。術後、初めの圧設定については Medos 可変式バルブを 110 mmH₂O とした。1 カ月後に見当識障害が軽度改善したが、脳室拡大は縮小していないため、圧を 90 mmH₂O に変更した。圧変更後 1 カ月ではほぼ意識清明となった。しかし、CT 上では明らかな脳室の縮小変化はなかった。三次元 SPECT 水平断画像は CT の変化とよく一致し、また左前頭葉の脳内出血部は RI 欠損部分として表されている (Fig. 10)。一方、半透明画像では、増加していた閾値 50% 以下の低灌流域が症状改善に伴って減少していく状態を捉えることができる。ただし、ここで注意しなければならない点は、閾値 50% 以下の意味するものは脳室だけでなく、脳室周囲低吸収域 (PVL) および血流の低い白質の部分も含むということである。次に、水頭症症例の voxel 分布曲線では、閾値 40% の部分 (脳室および脳室周囲白質) の voxel 数が増加し、正常人でみられる分布曲線上の二峰性変化が平坦化する曲線を呈する。圧変更の処置による臨床症状の改善に伴い、増加していた閾値 40% の谷の部分が減少し、減少していた閾値 70% の山の部分が増加し、正常人の voxel 分布曲線のパターンに近づく傾向を示した (Fig. 11)。この症例はシャント手術施行に伴って、臨床症状が改善するにもかかわらず、CT 上では脳室が縮小する変化は認められなかったが、三次元 SPECT 画像、voxel 分布曲線ではシャント術に伴って、脳血流が変化したことを捉えることができた。

考 察

SPECT における最大の欠点は SPECT 装置の空間分解能の精度から頭蓋内の範囲が確定できない点である。最近広く普及し使用され始めた時間分解能、空間分解能およびデータ収集能の高い三検出器型 SPECT 装置を使用することで、このような欠点が解決されていくものと思われる。

われわれは最新式三検出器型 SPECT 装置を利用することで、従来の static SPECT では欠損像としてしか捉えることのできなかった AVM を super early dynamic, early dynamic SPECT 上で高集積像として明瞭に捉えることができた。さらに、汎用可視化ソフトウェア AVS-MV を使用して、治療前後の病態をより明瞭に視覚的に捉えることができた。

^{123}I -IMP, ^{99m}Tc -HMPAO の核種の差でイメージ上、形の違いがみられるが、これは ^{123}I -IMP が AVM の脳血流を捉え、 ^{99m}Tc -HMPAO が AVM の血管床つまり

脳血液量を捉えているためではないかと考えている。今後検討すべき問題としては、描出できる AVM の大きさや AVM の flow との関係である。AVM 自験例 8 例についての検討では super early dynamic SPECT においては ^{123}I -IMP では最小 10 mm の AVM を描出できたが、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO early dynamic SPECT ではさらに最小 5 mm の AVM の描出も可能であった。また、AVM の flow については、極端に low flow なものでは正常脳組織との血流量の差が少ないため、 ^{123}I -IMP super early dynamic SPECT でも描出できない症例があった。しかし、この症例は $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO early dynamic SPECT では描出できた。この差は $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO が AVM の血管床つまり脳血液量を捉え、 ^{123}I -IMP より高エネルギーであり、かつ 1 スキャン 15 秒とより高速のスキャンが可能となったためと考えられる。ただ、現在われわれが行っている super early dynamic, early dynamic SPECT 以上高速でのスキャンでは、RI カウントが少なすぎるため、データとしての再現性に問題が生じ、このため AVM の flow と SPECT スキャン時間との関係についての詳細な検討は現時点では不可能と思われる。

以上のように今後検討すべき問題点は残されているものの、これら super early dynamic, early dynamic SPECT および SPECT 三次元表示は CT スキャンや脳血管撮影などの形態学的検査と総合評価することにより、塞栓術や radiosurgery などの治療効果判定の有用な情報を与えてくれる。また、SPECT 三次元表示は臨床面において治療の評価としてだけでなく、患者および家族など医療関係者以外の人にもわかりやすく説明できる表示法と思われる。

SAH においては early dynamic SPECT 三次元画像で脳血管攣縮発現予測の可能性も示唆されるような画像評価もできた。脳血管攣縮発現の予測ができれば、血管内外科などの治療が症状出現前に行うことが可能となり、治療成績の向上につながるものと期待している。また、voxel 分布曲線においては脳血管攣縮の病態変化を経時的に捉えることができた。このことは脳血管攣縮の治療効果を定量的に評価することが可能となり、以前の CT スキャンや脳血管撮影などの定性的評価と総合することで、よりよい評価ができるものと思われる。

脳腫瘍においては、本三検出器型 SPECT 装置が 2 核種データを同時に収集、解析できることを利用して三次元画像を作製した。脳腫瘍部分は $^{201}\text{TlCl}$ で特異的な取り込み像として描出され、脳浮腫の部分は ^{123}I -IMP 欠損像として表され、さらに治療前後における $^{201}\text{TlCl}$ 、 ^{123}I -IMP、それぞれの変化を同時期のデータでみることがで

き、検査時間の短縮および高精度の病態解析が可能となった。

次に、水頭症ではシャント圧変化に伴う脳血流動態の変化を voxel 分布曲線の変化として数量的に、また SPECT 三次元画像の変化として視覚的に捉えることができた。水頭症においては、PVL などの局所脳循環動態の変化はいうまでもなく、脳全体における脳血流変化の解析が重要と思われる。

われわれは SPECT データを AVS-MV を用い、voxel による分布曲線ならびに三次元画像から、脳全体の循環動態変化を解析した。voxel 分布曲線は直方体として得られる SPECT 三次元データから、最高の RI カウントをもつ voxel の閾値を 100% とした時の各閾値における voxel 数の分布を表示したグラフ、すなわち volume under the curve である。本解析法は脳血流の相対値による評価であるが、現時点での問題点は、①散乱線の影響によるバックグラウンドなどの空間分解能、②脳室は閾値何%に相当するか、③ PVL は閾値何%に相当するかなどを確定することである。voxel 分布曲線が二峰性を示すのは、バックグラウンドの閾値 0% の部分が多くを占めるため、最近われわれが行った静止画像である CT と SPECT との合成画像の作製により、バックグラウンド閾値 0% の部分を除いた頭蓋内のみの voxel 分布曲線（おそらくは正規分布に近い上に凸の曲線ができると思われる）および脳室部分の閾値確定などにつき検討試作中である。これらの合成画像および分布曲線を解析することで、SPECT における脳容積の定量化および脳血流動態の精細な解析へ大きく近づくことになるものと思われる。

代表的脳疾患における三次元 SPECT について述べてきたが、今まで課題となっていた閾値についても CT、SPECT の合成画像の検討により解明されていくものと考えている。これらの手法は各種脳疾患に応用でき、SPECT で得られる機能的変化を形態学的変化として表現する、すなわち真の functional image として発展し得る可能性を示している。

文 献

- 1) 石川正恒, 米川康弘, 山下純宏, 滝 和郎, 小林 映, 鳥塚莞爾, 棚田修二, 米倉義晴, 千田道雄, 西沢貞彦, 福山秀直: ^{123}I -Iodoamphetamine の臨床的有用性。CI 研究 9: 17-25, 1987.
- 2) 可知謙治, 内山 暁, 小泉 潔, 刈込正人, 日原敏彦, 荒木 力, 柿沢敏之, 貫井英明, 藤本 肇: リング型 ECT を用いた N-isopropyl-p[^{123}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.
- 3) 狩野利之, 柴田家門, 周郷延雄, 坂田義人, 根本暁央, 清木義勝, 寺尾榮夫, 高野政明, 高橋秀樹: 脳動静脈奇形(AVM)に対する ^{123}I -IMPを用いたDynamic SPECT, および三次元表示. *CI研究* 17: 263-271, 1995.
 - 4) Mito T: Changes in cerebral hemodynamics accompanying pressure change set by a Medos programmable valve in hydrocephalus: Three-dimensional voxel analysis of ^{123}I -IMP SPECT. *Current Tr Hyd* 5: 12-21, 1995.
 - 5) 御任明利, 柴田家門, 狩野利之, 小名木敦雄, 寺尾榮夫, 高野政明, 高橋秀樹, 杉田純一: 水頭症における脳循環動態変化のSPECT三次元画像及び半定量化— ^{123}I -IMP, 可圧式バルブ(Medos)を用いて. *日本コンピュータ支援外科学会誌* 3: 87-94, 1995.
 - 6) 西村卓士, 高原衍彦, 河村悌夫, 村松 浩: 脳動静脈奇形の脳循環動態—リング型SPECTを用いた検討. *脳卒中の外科* 18: 309-316, 1990.
 - 7) 西澤貞彦, 土田龍朗, 田中富子, 藤田 透, 玉木長良, 小西淳二, 米倉義晴: PRISM3000の定量性評価および ^{123}I -IMPを用いた各種脳血流定量法の比較. 第9回パーヒューザミン研究会記録集, 1993, pp. 57-60.
 - 8) 大西 隆, 星 博昭, 陣之内正史, 宇和田 収, 中野真一, 木下和夫: $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -hexamethylpropyleneamine oximeを用いた脳腫瘍, 血管腫の脳血流dynamic SPECT— ^{133}Xe , ^{123}I -IMPによるイメージとの比較. *核医学* 25: 431-439, 1988.
 - 9) 柴田家門, 小名木敦雄, 黒木貴夫, 周郷延雄, 狩野利之, 御任明利, 福井康二, 根本暁央, 根本匡章, 中野次郎, 寺尾榮夫, 金子稜威雄, 高野政明, 高橋宗尊, 杉田純一: 3次元SPECT画像による脳病変解析. *CI研究* 17: 185-190, 1995.
 - 10) 柴田家門, 静 正則, 周郷延雄, 狩野利之, 福井康二, 根本暁央, 根本匡章, 串田 剛, 御任明利, 小名木敦雄, 黒木貴夫, 清木義勝, 寺尾榮夫, 金子稜威雄, 高野政明, 高橋宗尊, 杉田純一: 脳SPECTによる慢性期脳血管障害の脳血流変動の解析—3次元SPECT表示とvoxel解析. *Geriat Med* 33: 1051-1058, 1995.
 - 11) 周郷延雄, 柴田家門, 根本暁央, 根本匡章, 串田 剛, 御任明利, 大石仁志, 黒木貴夫, 寺尾榮夫, 高野政明, 高橋秀樹: radiosurgery後における転移性脳腫瘍およびその周囲脳での循環動態変化— ^{123}I -IMP dynamic SPECTを用いて. *核医学* 33: 123-130, 1996.
 - 12) 高野政明, 高橋秀樹, 小堺加智夫, 木暮 喬, 柴田家門, 周郷延雄, 狩野利之, 杉田純一, 山田信夫, 高橋宗尊, 伴 隆一, 宇喜田雄作: 核医学における脳の三次元表示—AVS-Medical Viewer(AVS-MV)を用いて. *Mebio* 12: 96-105, 1995.
 - 13) 外山 宏, 竹下 元, 竹内 昭, 江尻和隆, 前田寿登, 片田和廣, 古賀佑彦, 加藤庸子, 阿部 守, 佐野公俊, 神野哲夫: ^{123}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: 1479-1485, 1989.
 - 14) 上田 孝, 木下和夫, 渡辺克司, 星 博昭, 陣之内正史: IMPを用いたdynamic SPECT—脳血管障害例での検討. *Neurol Med Chir(Tokyo)* 28: 241-247, 1988.

要 旨

各種脳疾患におけるSPECTの三次元画像および数量表示

御任 明利 柴田 家門 周郷 延雄 狩野 利之
 福井 康二 寺尾 榮夫 高野 政明 杉田 純一
 高橋 宗尊 武藤 安弘

三検出器型SPECT装置および種々のデータを解析, 可視化, 三次元表示できるcomputer soft system (AVS-MV)を使用することで, 各種脳疾患の治療前後における脳血流動態を解析した. 従来のstatic SPECTでは欠損像としてしか捉えることのできなかったAVMをdynamic SPECT上で高集積像として明瞭に捉えることができた. さらに, AVS-MVを使用して, 治療前後の病態をより明瞭に三次元的に捉えることができた. 血管攣縮の症状出現前にearly dynamic 3D-SPECT imageでその変化を捉えることができた. 脳腫瘍においては, 2核種データを同時に収集, 解析して三次元画像を作製した. 脳腫瘍部分は $^{201}\text{TlCl}$ で特異的な取り込み像として描出され, 脳浮腫の部分は ^{123}I -IMP欠損像として表された. 水頭症ではシャント圧変化に伴う脳血流動態の変化をvoxel分布曲線の変化として数量的に, またSPECT三次元画像の変化として視覚的に捉えることができた.

脳外誌 6: 589-597, 1997