

《短 報》

局所脳血流像の横断断層シンチグラフィ

— ^{81m}Kr 持続的頸動脈内注入法 —前田 敏男* 松田 博史* 利波 紀久* 久田 欣一*
藤井 博之** 林 実**

はじめに

Kety と Schmidt¹⁾が N_2O 法でヒトの脳血流量測定法を確立して以来、脳循環測定は脳の代謝や機能との関連で重要視されている²⁾。最近では電算機との組み合わせにより各種の負荷に対する脳血流の局所変化を functional map 上でとらえることも可能となっている³⁾。さらに CT の出現により横断断層面での局所脳循環評価も研究されている⁴⁻⁸⁾。われわれも single photon emission computed tomography (S-ECT と略す) の臨床応用として局所脳血流像を臨床例で撮像し検討したので報告する。

方法と対象

測定装置は S-ECT 用に開発されたトモスキャナー II を用いた。焦点距離 13 cm の低エネルギー用コリメータを使用し、検出器間距離は 36 cm とし、吸収補正プログラムを用いて撮像した。 ^{81m}Kr の検出のために、装置のエネルギーは $190 \text{ KeV} \pm 10\%$ に設定した。

infusion pump を用いて 5% ブドウ糖液を日本メジフィジックス社製の 10 mCi 用クリプトンジェネレーター (^{81}Rb - ^{81m}Kr) に持続注入しながら ^{81m}Kr を溶出し、溶出した ^{81m}Kr を連結したカテーテルを通じて患者の頸動脈内に持続注入した。

* 金沢大学医学部核医学教室

** 金沢大学医学部脳神経外科学教室

受付：55 年 1 月 22 日

最終稿受付：55 年 6 月 23 日

別刷請求先：金沢市宝町 13-1 (☎ 920)

金沢大学医学部核医学教室

前田 敏 男

注入速度は CT 検査中は約 7.5 ml/分 とした。

臨床検査は 27 例に施行した (Table 1)。検査部位やスライス数は X 線 CT スキャンや脳シンチグラフィを参照して決めた。

結 果

1 スライスの撮像時間は 4 分で良好な画質の像が得られた。

所見の判定は 27 例に撮像した 67 スライスの結果と、X 線 CT スキャンや脳シンチグラフィなどの所見を参照して総合的に評価した。

本検査で正常パターンと判定したものは、頭頂部のスライスでは脳表部は深部よりも強い activity を示した。前大脳動脈領域の描画は個人差がかなり認められた。シルビアン溝周辺部と大脳基底核部も強い activity を示した (Fig. 1)。

動静脈奇形を有する症例は、病巣部が強い放射能分布を示した (Fig. 2)。

一部の脳血管障害や脳挫傷患者は限局した放射能分布の減少を示した (Fig. 3)。

^{81m}Kr を選択的に内頸動脈に持続注入した場合に、クモ膜嚢胞や硬膜下血腫あるいは血流支配の異なる脳腫瘍の症例は脳組織の圧排と病巣部の灌流欠損を示した。

もやもや病の一例は内頸動脈内に ^{81m}Kr を注入したところ、正中部に存在するもやもや血管部しか描画されず特異な所見を示した。

なお、本検査による副作用は認めなかった。

考 案

^{81m}Kr の物理的半減期は 13 秒であり、190 KeV の単一ガンマ線を放出する。エネルギーが高いこ

とは ^{133}Xe に比較して組織吸収やコンプトン散乱の影響が少ない点で深部病巣の検査に有利である⁹⁾。半減期が短いことは環境汚染や患者への

被曝線量を軽減でき有利である¹⁰⁾。さらに $^{81\text{m}}\text{Kr}$ の大きな特徴は、持続投与しながら体外計測をすると、 $^{81\text{m}}\text{Kr}$ の放射能分布が脳の血流状態そのも

Table 1 Cases and Results

Case No.	Age	Clinical Diagnosis	Pattern of r-CBF image
1	64	SAH	normal pattern
2	68	SAH	normal pattern
3	68	SAH	normal pattern
4	71	SAH	normal pattern
5	54	SAH	hypoperfusion at frontal lobe
6	63	putaminal hemorrhage	normal pattern
7	43	putaminal hemorrhage	normal pattern
8	56	putaminal hemorrhage	normal pattern
9	56	putaminal hemorrhage	hypoperfusion at the lesion and occipital region
10	56	putaminal hemorrhage	hypoperfusion at the lesion
11	48	subcortical hemorrhage	normal pattern
12	46	MCA infarction	hypoperfusion at the lesion
13	36	Moyamoya disease	perfusion only at the moyamoya vasculature
14	20	AVM	hyperperfusion at the lesion
15	30	AVM	hyperperfusion at the lesion
16	48	head trauma	normal pattern
17	44	head trauma	normal pattern
18	44	head trauma	normal pattern
19	64	subdural hematoma	normal pattern
20	38	subdural hematoma	normal perfusion in the brain, but no perfusion at the hematoma
21	37	cerebral contusion	hypoperfusion at the lesion
22	35	epidural hematoma	hypoperfusion at the lesion
23	16	arachnoid cyst	no perfusion at the lesion
24	57	arachnoid cyst	hypoperfusion at the lesion
25	61	meningioma	no perfusion at the lesion
26	20	oligodendroglioma	no perfusion at the lesion
27	36	suspected encephalitis	normal pattern

SAH, AVM, MCA means subarachnoidal hemorrhage, arteriovenous malformation, middle cerebral artery, respectively. Case 2 and 3, 8 and 9, or 17 and 18 are the follow up studies of the same patients.

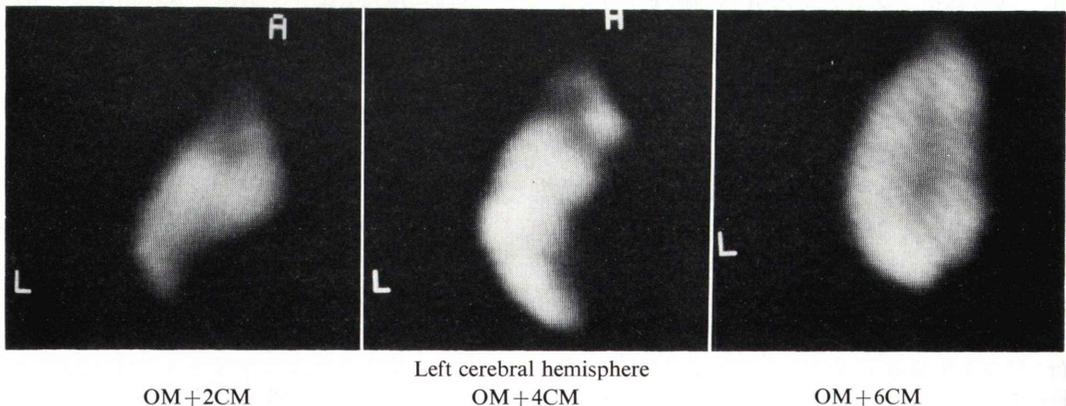


Fig. 1 Normal pattern of the regional cerebral blood flow images. These images are corresponding to the sections from the 2 to 6 cm above the orbitomeatal line. The region of gray matter and the basal ganglia show higher activity than that of white matter.

のを表示するということであろう⁹⁾。

Fazio ら⁹⁾ が報告しているように脳血流量が 100 ml/100 g/min 以下では、頸動脈内に ^{81m}Kr を持続注入しながら得られるガンマカメラ像は理論的にも局所脳血流量に比例した放射能分布を示す。

日本メジフィジックス社製のジェネレーターは、5% ブドウ糖液を持続注入することによりすみやかに一定の放射能の ^{81m}Kr を持続的に得ることができ、注入速度が一定であれば得られる ^{81m}Kr の量は親核種である ^{81}Rb の物理的半減期 (4.6時間) で減少すると報告されている¹¹⁾。1 スライスの撮像時間が 4 分であれば検査中の放射能の物理的減衰は無視できる。トモスキャナーII は深さ方向で均一なスライス厚さと分解能を有しており、再構成画像の放射能分布は flood phantom による実験では吸収補正プログラムの使用により均一に改善されることが確認されている¹²⁾。したがって、 ^{81m}Kr を頸動脈内に一定速度で持続注入し、トモスキャナーII で横断断層シンチグラフィを行えば局所脳血流量に比例した放射能分布を横断断層面でとらえることができる。本法の利点は、従来の表示よりも正確な局所脳循環の評価が可能なことと、脳の深部の脳循環も評価できることである。

Yamamoto ら⁷⁾ は感度の良いポジトロン ECT 装置を用いて、吸入法で投与した ^{77}Kr のクリア

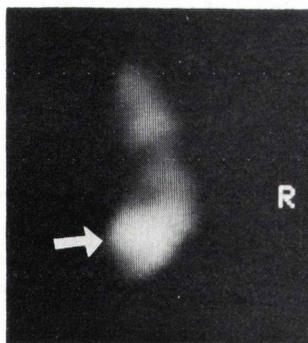
ランスを測定し、横断断層面での局所脳血流量を定量的に測定している。positron emission CT では ^{13}N , ^{11}C , ^{15}O などの生体を構成している元素の放射性同位元素を使用できるため脳循環だけでなく局所脳代謝も測定できる利点があり将来が期待されている。しかし、施設内にサイクロトロンが必要であるとか、多くの専門家が必要であるなど経済的な問題が残されている。

正常パターンと判定した例は、大脳基底核や灰白質部は白質部よりも血流量が多いことを示した。クモ膜下出血後の患者で正常パターンが認められたのは、全脳平均脳血流量は減少しても、局所脳血流の分配は正常パターンを保っていたと考えられる。putamen 部の出血例で正常パターンを示したのは位置決めが悪かったことや、病巣の大きさに比して装置の分解能やスライス厚さなどが十分でなかったことも一因と考えられるが詳細は不明であり今後さらに検討する必要がある。

^{81m}Kr ジェネレータをご提供下さいました日本メジフィジックス社とトモスキャナーII を使用する機会を与えて下さいました高千穂交彦ならびに三井物産株式会社に感謝いたします。

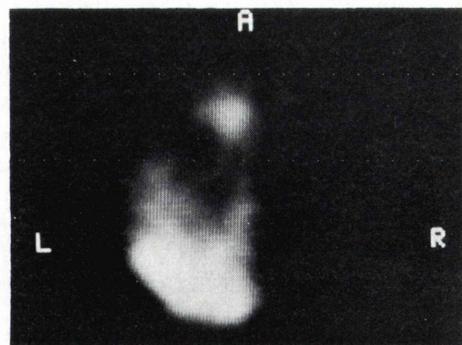
文 献

- 1) Kety SS, Schmidt CF: The determination of cerebral blood flow in man by the use of nitrous oxide in



OM+4CM
Right cerebral hemisphere

Fig. 2 The section image at the arteriovenous malformation of the right posterior region shows increased activity at the lesion.



OM+6CM
Left cerebral hemisphere

Fig. 3 The section image of the left middle cerebral artery infarction shows decreased activity at the lesion.

- low concentration. *Am J Physiol* **143**: 53-66, 1945
- 2) 海老原進一郎：脳循環，脳卒中第3巻，大根田玄寿，亀山正邦，佐野圭司，鈴木二郎，田崎義昭(編集者)にゅーろん社，川崎，1976，p. 17
 - 3) 菅野 巖，上村和夫，三浦佑子：オートフルオロスコープと電算機による局所脳血流測定システム，核医学 **13**: 183-191, 1976
 - 4) 上村和夫，三浦修一，菅野 巖，他： ^{81m}Kr 持続注入法と我々の RCT 装置による三次元的局所脳血流像の撮影. 核医学 **15**: 794, 1978
 - 5) 前田敏男，久田欣一，林 実，他： ^{81m}Kr 持続的内頸動脈内注入による脳循環の横断断層シンチグラフィ，核医学 **16**: 1198, 1979
 - 6) Fazio F, Fieschi C, Nardini M, et al: Assessment of regional cerebral blood flow by continuous carotid infusion of krypton-81m and emission computed tomography. *J Nucl Med* **20**: 611, 1979
 - 7) Meyer E, Yamamoto YL and Thompson CJ: Confidence limits for regional cerebral blood flow values obtained with circular positron system, using krypton-77. *Int J Nucl Med Biol* **5**: 159-166, 1978
 - 8) Drayer BF, Wolfson SK, Jr, Reinmuth OM, et al: Xenon enhanced CT for analysis of cerebral integrity, perfusion and blood flow. *Stroke* **9**: 123-130, 1978
 - 9) Fazio F, Nardini M, Fieschi F, et al: Assessment of regional cerebral blood flow by continuous carotid infusion of krypton-81m. *J Nucl Med* **18**: 962-966, 1977
 - 10) Kaplan E, Mayron LW: Internal conversion electrons and krypton-81m dosimetry, *Int J Nucl Med Biol* **5**: 199-200, 1978
 - 11) 加藤 真，葉杖正昭：医用 ^{81m}Kr ジェネレーターの溶出特性. *Radioisotopes* **26**: 179-181, 1977
 - 12) 前田敏男，松平正道，久田欣一，他：トモスキャナーIIによる横断断層シンチグラフィ，第2報：感度，直線性，均一性，分解能およびスライス厚さについての検討. 核医学 **17**: 19-25, 1980

Summary

Regional Cerebral Blood Flow Image by the Method of Single Photon Emission Computed Tomography: Continuous Intracarotid Injection of Krypton-81m

Toshio MAEDA*, Hiroshi MATSUDA*, Norihisa TONAMI*, Kinichi HISADA*, Hiroyuki FUJII** and Minoru HAYASHI**

*Department of Nuclear Medicine and

**Department of Neurosurgery, Kanazawa University, Kanazawa

The regional cerebral blood flow was evaluated on the transverse section image by the Tomogscaner II. The krypton-81m was continuously eluted from the 10 mCi of ^{81}Rb - ^{81m}Kr generator within the 5% glucose solution and injected into the carotid artery in 7.5 ml/min. The spatial resolution of the Tomogscaner II was about 2 cm within 20 cm diameter slice at the energy of $190 \text{ KeV} \pm 10\%$. The high quality images were obtained in 4 min/slice.

The transverse section images allowed to visualize blood flow between brain structures such as grey and white matter and basal ganglia. The cerebral arteriovenous malformation showed very increased perfusion. The lesion of cerebral contu-

sion, infarction and some of cerebrovascular disease showed localized decreased perfusion. The visualized perfusion of a moyamoya disease was only at the region of moyamoya vasculature by the infusion of krypton-81m into the internal carotid artery. The brain cyst and the subdural hematoma and the other tumors, fed from vertebral or external carotid artery, showed no perfusion, that is defect, on the images obtained by the infusion of krypton-81m into the internal carotid artery.

Key words: Cerebral blood flow, Krypton-81m, computed tomography, Single photon emission tomography