

総説

脳血管障害の脳血流SPECT

星 博昭 水野晋二 浅野隆彦

岐阜大学医学部放射線科

Brain perfusion SPECT in the patients with cerebrovascular disease

Hiroaki Hoshi, Shinji Midzuno, Takahiko Asano

Department of Radiology, Gifu university school of medicine

Brain perfusion SPECT is an useful examination for evaluating various kinds of cerebrovascular diseases. There are three agents of radiopharmaceuticals commercially available in hospitals in Japan, which are I-123 IMP, Tc-99m HMPAO, Tc-99m ECD. The images are almost same as those of each others, however, the activities are slightly different in the basal ganglia and regional corticies, and also these differences are found in the damaged brain tissues which depends on the duration from the onset. CBF SPECT is useful in cerebral infarction, TIA, moyamoya disease rather than intracerebral hemorrhage and subarachnoidal hemorrhage. Rest and Daiamox challenge tests are important to evaluate the indication of STA-MCA bypass operation in chronic stage infarction, TIA, IC or MCA occlusion and moyamoya disease. The images and findings of CBF SPECT in various types of the cerebrovascular diseases are presented in this paper and discussed.

はじめに

脳血流SPECTは1980年代に登場し、機能画像診断法として用いられてきた。その間、発売されてきた放射性医薬品にはいくつかあり、現在は主に3種類使用されている。発売された順に挙げると、I-123 IMP、Tc-99m HMPAO、Tc-99m ECDである。ただし、それぞれの脳内分布は微妙に異なるため読影時に注意を要する。Fig.1に慢性期の小さなラクナ梗塞でほぼ同時期に施行されたTc-99m HMPAOおよびTc-99m

ECDによる脳血流SPECTを示す。イメージ上、両者の脳内分布はやや異なり特に基底核領域でTc-99m ECDの集積が低い。一般的にはI-123 IMPで最もコントラストがよく、Tc-99m ECDで最も低い。従って同一症例で経過を見る場合は同一薬剤を用いた方がよい。

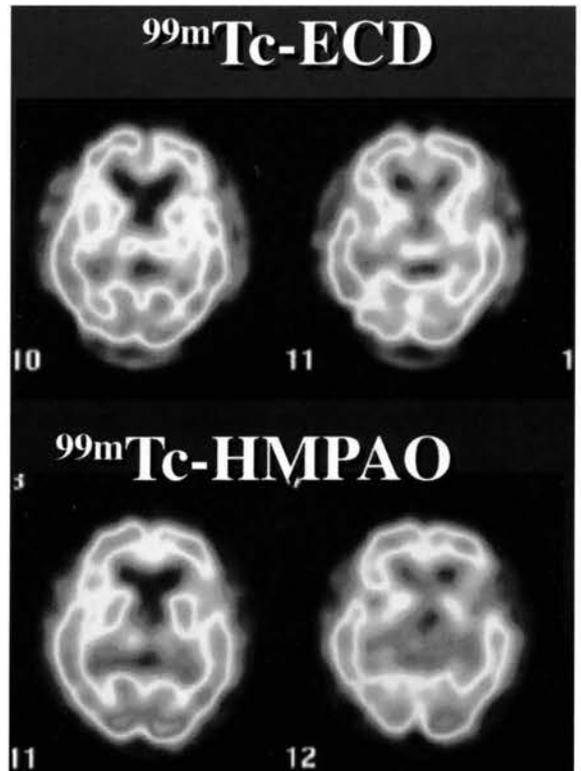


Fig.1 Tc-99m HMPAOおよびTc-99m ECDによる脳血流SPECTを示す。

イメージ上、両者の脳内分布はやや異なり、特に基底核領域でTc-99m ECDの集積が低い。

脳血管障害における脳血流SPECTの良い適応はTIA、内頸動脈狭窄症等である。また、慢性期脳梗塞、TIA、内頸動脈狭窄症バイパス手術後などではダイアモックス負荷テストが行われる。

以下、脳血管障害の脳血流SPECTについて臨床例を中心として述べる。

I. ダイアモックス負荷脳血流SPECTと定量法

ダイアモックスは血管拡張剤であり、ダイアモックス負荷により正常の領域では、脳血管が拡張し、脳血流は増加する。しかし、虚血状態ですでに血管が拡張している領域は、それ以上血流増加が不可能でありダイアモックスを負荷しても血流は増えない。従って動脈硬化などによる虚血部位で、生理的な血管拡張により、見かけ上正常域まで血流を保っている領域でも、すでに末梢血管は拡張しているのでダイアモックス負荷により血流は増加しない。したがって、ダイアモックス負荷前の脳血流SPECTでrCBFが軽度低下していると、rCBFが正常値でも、ダイアモックス負荷後の脳血流SPECTで反応の低い領域は、脳血流予備能が低下しているということになる。このように脳循環予備能を予め予測する検査法は現時点でこの方法のみである。また、定量値を得ることも重要であるが、現在種々の定量法がルチン検査として行われている。脳循環予備能をみるためには、通常は安静時とダイアモックス負荷時と2日に分けて2回の撮影が必要であるが、Split dose IMP SPECT法と呼ばれる方法では、ダイアモックス負荷前後のSPECTを一回の検査で撮影することができる。従って、絶対値を得ることができ、血管反応評価が同一日にできる簡便な検査法である。

II. 症例

1. 脳梗塞

1) 急性期

脳血流SPECTの目的は虚血の診断、病変の有無、程度、範囲の判定などの初期診断や治療効果の判定である。超急性期ではCTや通常のMRI像で異常が検出されない時期でも脳血流SPECTでは発症直後より病変部位の血流低下が描出できるため、緊急のInterventional Neuroradiologyや予後の判定を行なえる。しかし、近年Diffusion MRIやperfusion CTが出現しているため今後検査意義が低くなっていく可能性がある。Fig.2に発症直後の右中大脳動脈血栓症の症例を示す。Tc-99m HMPAOによる脳血流SPECT

において中大脳動脈領域に一致した血流欠損が見られる。本例では直ちに血管造影が施行され、右中大脳動脈の閉塞を確認したあと血栓溶解療法が行われた。

2) 亜急性期

脳梗塞は経過とともに虚血状態から細胞浮腫、細胞膜破壊へと進展してゆくが、血栓が溶解し、自然再開通する例も多く、この場合亜急性期においていわゆるluxury perfusion syndromeとなる。この時期はCT、MRIでfogging effectの時期に相当し、CT、MRIでは造影検査を行うと病変部は強く濃染する。脳血流SPECTにおいて病変部は血流を反映し、I-123 IMP、Tc-99m HMPAOでは高集積となる。しかし、Tc-99m ECDで脳血流SPECTを行うと逆に病変部は低集積となる。これは薬剤の脳組織への集積のメカニズムの違いによるものである。Fig.3に亜急性期脳梗塞で血管が再開通した例を示す。64歳、男性で、左方への回転性めまいを感じ、意識レベルが低下したため緊急入院となった。入院時、左片麻痺が見られた。CT、MRIで、右半球に梗塞が広範囲にみられたが、陈旧性のものと混在していた。発症14日目のMRIでは、Gd造影後T1WIで強く増強される領域がみられ今回の新たな梗塞部と考えられた。Fig.3のTc-99m HMPAO脳血流SPECTで高血流がみられ、MRI、T1WIでGdで増強される領域に一致していた。周辺部は前頭葉、側頭葉などで広範囲な血流低下がみられ陈旧性梗塞領域に一致した。前述のごとく、このような例でTc-99m ECDによる脳血流SPECTを行えば高血流域は逆に欠損となるので読影時注意が必要である。次に、Fig.4 a,bに、脳梗塞の症例で脳血流SPECTが診断に役立つ例を示す。ふらつき、記憶障害を主訴として来院、MRIではT2WI (Fig.4 a)で右側頭葉内側の白質を中

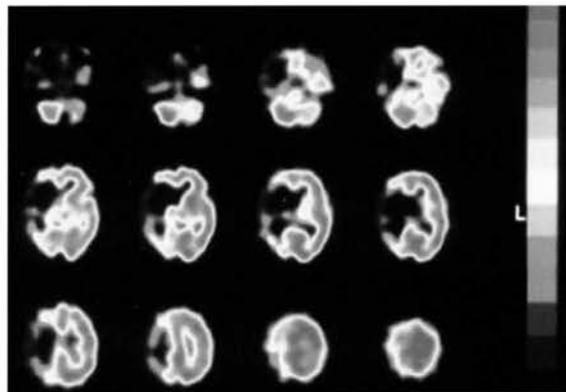


Fig.2 発症直後の右中大脳動脈血栓症の症例。

Tc-99m HMPAOによる脳血流SPECTにおいて右中大脳動脈領域に一致した血流欠損が見られる。

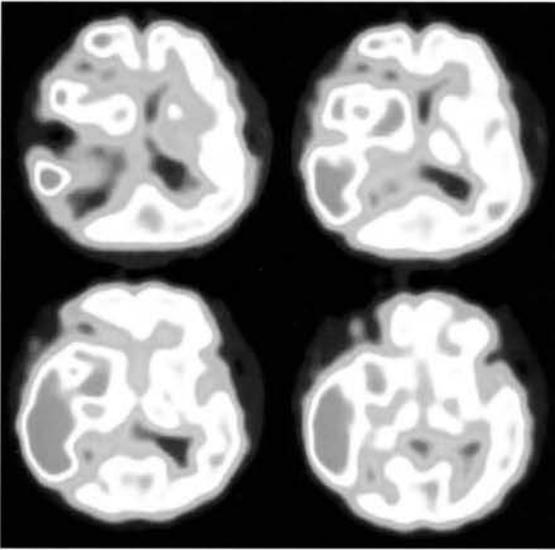


Fig.3 64歳、男性。亜急性期脳梗塞で再開通した例。発症14日目のTc-99m HMPAO脳血流SPECTを示す。なお、MRIでは高範囲な梗塞がみられ、一部T1WIでGdで増強される領域がみられた。脳血流SPECTで高血流がみられる部分は、今回の梗塞部位で再開通した領域に一致した。

心として比較的狭い範囲に異常がみられた。他の領域では、大脳半球に異常は見られなかった。梗塞、腫瘍より炎症の可能性が高いと思われ、その後も精査が行われていた。病変部に高血流が見られた場合脳炎である可能性が高く、鑑別目的で脳血流SPECTが施行されたが、Tc-99m HM-PAO 脳血流SPECTで側頭葉白質の病変部に血流増加は見られず、逆に左大脳半球に広範囲な血流低下がみられ、虚血性脳血管障害であると考えられた (Fig.4b)。精査のため行われたDiffusion weighted MRIでは広範囲に異常がみられ、その後の検査にて左内頸動脈の閉塞が確認された。この例では、MRIの所見はunusualであり、脳血管障害の診断は困難であった。この例では臨床的には把握できていたかどうかはともかくTIAから梗塞に進行した内頸動脈閉塞症と推測される。従って、retrospectiveには、次の項目で述べるダイアモックス負荷テストを早期に適応すべきであった例と考えられる。

3) 慢性期脳梗塞

慢性期においてはダイアモックス負荷テストが特に有用であり、脳循環予備能の評価が必要である。Fig.5は慢性期脳梗塞の例で、めまい発作を主訴とし、近医にて検査され、右内頸動脈閉塞を指摘されて経過観察されていた。その後、左上肢の痺れも出現したた

め、精査目的で入院となった。頭部MRIでは明かな異常は指摘できなかった。Fig.5aはSplit dose IMP SPECT法によるダイアモックス負荷前後のI-123 IMP 脳血流SPECTを示す。Split dose IMP SPECT法はIMPを2回分割投与し一回の検査で安静時とダイアモックス負荷後の脳血流SPECTを定量的に測定できる方法である。上段の安静時脳血流SPECTでは右中大脳動脈領域の血流が軽度低下し、下段のダイアモックス負荷後の脳血流SPECTでは循環予備能の低下が見られた。その後、IC-PCバイパス手術が行われた。術後に施行されたSplit dose IMP SPECTをFig.5b

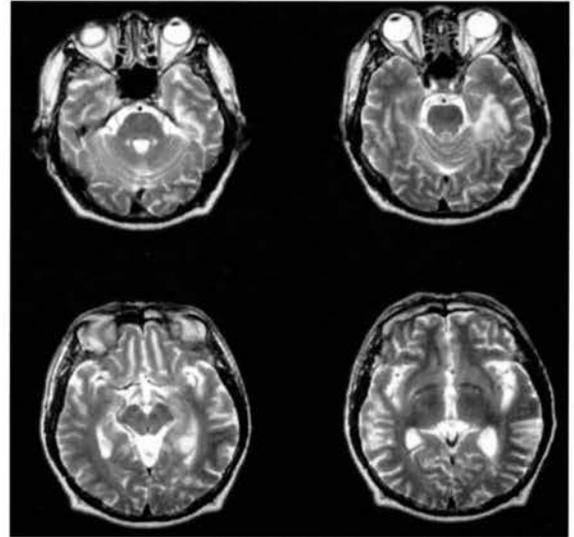


Fig.4a ふらつき、記憶障害を主訴として来院した左内頸動脈閉塞例。MRI、T2WIで右側頭葉内側の白質を中心として異常がみられた。

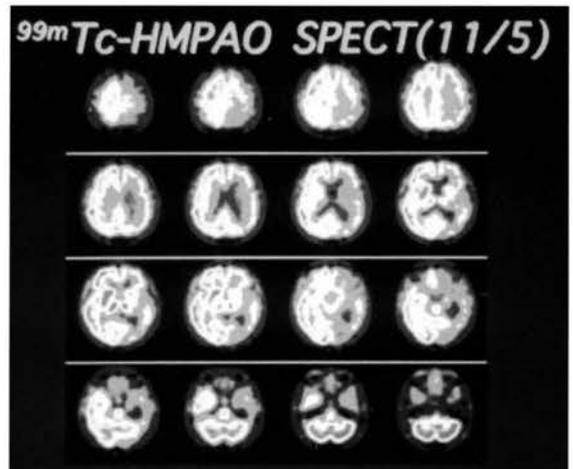


Fig.4b Tc-99m HM-PAO 脳血流SPECTを示す。左大脳半球に広範囲な血流低下がみられ、虚血性脳血管障害であると考えられた。

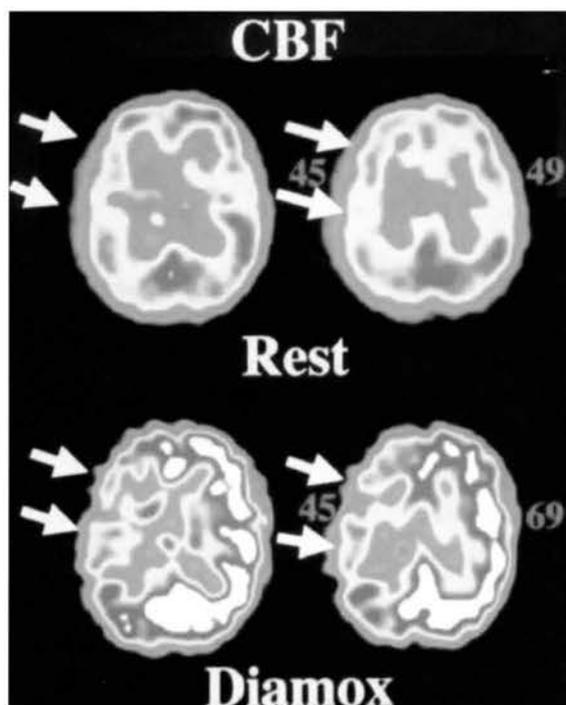


Fig.5a Split dose IMP SPECT法によるダイアモックス負荷前後のI-123 IMP脳血流SPECTを示す。上段の安静時脳血流SPECTでは右中大脳動脈領域の血流が軽度低下し、下段のダイアモックス負荷後の脳血流SPECTでもダイアモックスの反応が低く循環予備能の低下が示唆された。

に示す。上段の安静時脳血流SPECTでは血流の改善がみられ、さらに、下段のダイアモックス負荷後の脳血流SPECTでもダイアモックスによく反応し循環予備能の改善が見られた症例である。このように症状の有無に関わらず内頸動脈閉塞症や慢性期脳梗塞での内頸動脈狭窄例では脳血流SPECTやダイアモックス負荷脳血流SPECTの良い適応となる疾患であり、手術適応や術後の評価にも有効である。最近MRAにより無症状のICやMCA狭窄例が見つかるようになったため、ダイアモックス負荷脳血流SPECTによる脳循環予備能評価を行う価値がある。

2. TIA

TIAでは通常の脳血流SPECT上多くは異常を認め



Fig.5b IC-PCバイパス手術が行われ、術後に施行されたSplit dose IMP SPECTを示す。上段の安静時脳血流SPECTでは血流の改善がみられ、さらに、下段のダイアモックス負荷後の脳血流SPECTでもダイアモックスによく反応し循環予備能の改善が見られた。

ないが、半球全体あるいは一部の領域での血流低下として描出される例がある。いずれも脳循環予備能の評価が必要であり、ダイアモックスによる負荷テストにて脳循環予備能が低下している領域が出現した場合、MRAを行えば内頸動脈など主幹動脈の狭窄が高率に認められる。最近MRAで動脈の狭窄が見つかることが多くなったので、慢性期脳梗塞と同様に、脳血流SPECT特にダイアモックス負荷脳血流SPECTを追加すると良い。

3. 脳出血

血腫による脳組織障害、周囲の浮腫により、脳血流低下がみられる。血腫自体は欠損像となり、浮腫の領域も通常血流低下領域として描出される。血流低下は

通常CTでみられる範囲より広いことが多く、また、急性期では血腫や周辺浮腫に近接する皮質にまで血流低下領域がおよぶこともある。慢性期には多くの例で回復するが、CT、MRIで血腫の痕跡例でも脳血流SPECTで皮質に及ぶ広範囲な血流低下を示す症例もよくみられる。

4. クモ膜下出血

脳血流SPECT自体の適応は一般的に低いが、発症1週間前後でしばしば出現する脳血管攣縮は、脳循環障害を引き起こし、クモ膜下出血の重要な予後因子となっているのでこの時期に脳血流SPECTを行なう。血管攣縮の生じた領域は脳梗塞に陥る場合が多く、急性期脳梗塞と同様の病態となる。

おわりに

脳血流SPECTは、脳血管障害をはじめとする種々の疾患に利用されてきた。今後他のモダリティと融合し、今までの血流情報に加え、生理学的、生化学的な機能測定分野の新たな発展が期待される。

参考文献

1. 小田野行男、他：123I-IMP,99mTc-HMPAOおよび99mTc-ECDによる脳血流SPECT画像の比較検討. 核医学 34:189-194, 1997.
2. Matsuda H: An Atlas of Second-generation SPECT : Brain. ed.Kinichi Hisada. pp21-94. MARUZEN, Tokyo,1991.
3. 鈴木二郎、他：Moyamoya病、医学書院、東京、1983.
4. Devous MD et al.: Single Photon Emission Computed Tomography in Epilepsy. Semin Nucl Med 20 : 325-341, 1990.
5. Bonte FJ et al.: Single Photon Tomography in Alzheimer's Disease and Dementia Complex. Semin Nucl Med 20 : 342-352, 1990.
6. Hashikawa et al. Split dose iodine-123-IMP SPECT: sequential quantitative regional cerebral blood flow change with pharmacological intervention. J Nucl Med 35 : 1226-1233, 1994.

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあつては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619