

SPECT画像の超急性期脳虚血診断における有用性

秋田県立脳血管研究センター 放射線科 畑澤 順

最近、虚血性脳血管障害に対して、様々な治療法（血栓溶解剤、脳保護剤、低体温療法など）が次々と導入され、積極的な治療の対象となっている¹⁾²⁾。脳血流SPECT（single photon emission computed tomography）は、市販の放射性トレーサを用いて、虚血性脳血管障害の一次的原因である脳循環の異常を画像化する核医学的手法である。脳核医学検査は、ともすれば利便性、迅速性に欠ける診断法と考えられがちであったが、脳循環障害の有無、範囲、重症度を明らかにし、brain attackの診断と治療に必須の情報をもたらす。

1. 脳血流SPECT検査の適応

臨床的に脳卒中が疑われる場合、出血性（脳出血、クモ膜下出血など）と虚血性（脳梗塞）を鑑別するために、X線CTが行われる。非出血性であることが確認され、X線CT上異常を認めず、大脳皮質症状（失語、失行、視野障害など）を示す場合は、直ちに脳血流SPECT検査の適応となる。

2. 脳血流SPECT検査の実際

脳血流測定のための放射性トレーサの中で、^{99m}Tc標識製剤は^{99m}Tcジェネレータを用意することにより、夜間や休日の検査にも対応できる。標識後すぐに投与可能で、閉塞血管の再開通に伴う血流変化をとらえることができるので、当センターでは、^{99m}Tc-HMPAOを用いている。

X線CT検査後、患者をSPECT検査室に移送する。^{99m}Tc-HMPAOの標識に5分、静注後撮像開始まで5分、撮像時間に16分（8分の撮像を2回繰り返し加算）、画像再構成に数分を要する。吸収補正は、一定の吸収係数（ $\mu = 0.065/\text{cm}$ ）を用いる。Lassenらによる直線化補正を行う。散乱線補正は、行っていない。

3. 虚血病巣の存在診断

動脈閉塞によって、その血管支配域に一致した血流の低下を認める。Willis動脈輪や髄軟膜吻合を介した側副血行の発達には個人差が大きく、閉塞末梢域の血流低下の程度は様々である。

発症6時間以内の超急性期脳梗塞で、局所的な高血流領域を認める場合がある。これは、脳血管造影を行うと毛細管相の濃染像に相当し、閉塞血管が自然再開通した所見と考えられる。自然再開通は、発症早期に起こりうる。脳血流SPECTの虚血病巣は、閉塞血管の再開通前は低血流域、再開通後は高血流域として描出される。図1に、塞栓性左中大脳動脈閉塞のCT、MR T₂強調画像、拡散強調画像、MR angiography、および脳血流SPECTを示す。脳血流SPECTでは、拡散強調画像の高信号域よりも広範な領域に循環障害が検出される。

4. 虚血の部位診断

脳循環障害の部位は、穿通動脈領域と大脳皮質領域に分けて判定する。中大脳動脈水平部遠位（外側レンズ核線条体動脈分岐後）の閉塞は、中大脳動脈皮質領域の血流障害（再開通前は低血流、再開通後は高血流）が主で、基底核の血流は正常、もしくは機能的抑制のため軽度の低下を示す。中大脳動脈水平部近位（レンズ核線条体動脈分岐前）の閉塞は、基底核領域の著しい血流低下と中大脳動脈皮質領域の血流障害（再開通前は低血流、再開通後は高血流）を示す。

基底核を観察する際に、尾状核頭部と被殻に分けて各々の血流障害を判定する。尾状核頭部は、前大脳動脈から分岐する内側レンズ核線条体動脈により灌流され、被殻は中大脳動脈から分岐する外側レンズ核線条体動脈により灌流される。従っ

て、尾状核頭部と被殻を観察することによって、前大脳動脈および中大脳動脈それぞれの閉塞が推定される。

5. 虚血の重症度

組織障害を引き起こす血流量の低下には、二つの閾値があると考えられている。不可逆性障害（イオンポンプ障害）の虚血閾値と、可逆性障害（電気的活動障害）の虚血閾値である。この二つの値の間の血流領域は、ペナンブラ（半影）と称される⁴⁾。超急性期治療の目的は、ペナンブラ領域の血流を改善し不可逆性の組織障害を防ぐことにある。これらの血流閾値の個人差、発症からの時間の影響はまだ十分解明されておらず、今後の課題である。当センターでは、病巣側の小脳、もしくは健側大脳半球の血流に対する比率によって、虚血の重症度を判定している。

発症6時間以内の超急性期虚血性脳血管障害患者に脳血流SPECTを行い、閉塞血管末梢領域の血流障害と組織障害(CT上の低吸収域の有無)の関係を検討すると⁵⁾、健側と比較して、血流量が40%以下に低下した領域は、追跡CTですべて脳梗塞となる。健側血流の40~70%では、CT上梗塞になる領域と正常のままである領域が混在している。健側血流の70~120%の領域は、すべて正常であった。健側血流の120%以上の領域はすべて梗塞巣になった。この結果は、発症3時間以内の症例と3~6時間の症例の間を比較しても、同様であった。健側脳血流量の40%という値は、脳梗塞発症の脳血流SPECT上の虚血閾値であること、40~70%は脳血流SPECT上のペナンブラ領域であることを示している。

6. 血栓溶解療法後の出血性梗塞

超急性期血栓溶解療法後、閉塞血管の再開通に伴い約6%の症例に症状の悪化を伴う出血が生じる²⁾。血栓溶解療法の適応を発症後6時間に拡大すると、重篤な出血性梗塞の頻度は約20%に増加する⁶⁾。発症6時間以内の脳梗塞例に脳血流SPECT検査を行い、その後経動脈性にurokinaseを投与し、再開通後の出血性脳梗塞と治療前の脳血流量を比較すると、出血性脳梗塞

(7例中5例は神経学的に悪化)を生じた領域の血流量は、虚血性梗塞の血流量よりもさらに低い⁷⁾。血栓溶解療法前に脳血流SPECTを行い、高度の血流低下域を示す症例を対象から除外することにより、重篤な副作用を未然に防ぐことができる。

7. 脳血流SPECTによる超急性期血栓溶解療法の適応症例の選択

rt-PA静注による超急性期脳梗塞の血栓溶解療法は、病型によらず発症3時間以内に治療を開始した症例での有効性が確認された²⁾。発症3時間以内の症例にはX線CTのみを行い、脳出血が否定された時点で経静脈性投与を開始するか、それとも、さらに脳血流SPECTを追加して、重篤な出血性梗塞の可能性の高い症例(高度の血流低下域を有する症例、すでに再開通している症例)を除外し、より安全な治療をめざすべきなのか、議論が続いている。当センターでは、脳血流SPECTを行うことにした。

発症3時間から6時間の間に血栓溶解療法を開始しようとする場合、対象症例の選択は、脳循環障害の重症度に基づいて、さらに厳密に行われなければならない。X線CT後、脳血流SPECTを行い、脳循環障害を充分評価すべきと考える。

当センターでは、超急性期血栓溶解療法の適応症例を以下のように取り決めている。神経症状から、脳卒中が疑われ、X線CT上出血性病変を認めず、early signsを含む虚血性病変を認めず、大脳皮質症状を有し、脳血流SPECT上、健側と比較して、40%以下の血流低下域、20%以上の血流上昇域を認めない症例を、超急性期選択的経動脈性血栓溶解療法の対象とする。現段階では、内頸動脈起始部閉塞、脳底動脈閉塞は対象にしていない。図1に、右片麻痺、全失語の症例の発症2時間に行われた脳血流SPECTおよびその直後に行ったMR画像を示す。拡散強調画像では、左島回に高信号を認める。脳血流量の低下は、左中大脳動脈領域全体にひろがっている。図2に、右不全片麻痺、運動性失語の症例の発症3時間の脳血流SPECTとMR画像を示す。左中大脳動脈閉塞もしくは高度狭窄を認める。血流は、健側の約50%であり、超急性期選択的血栓

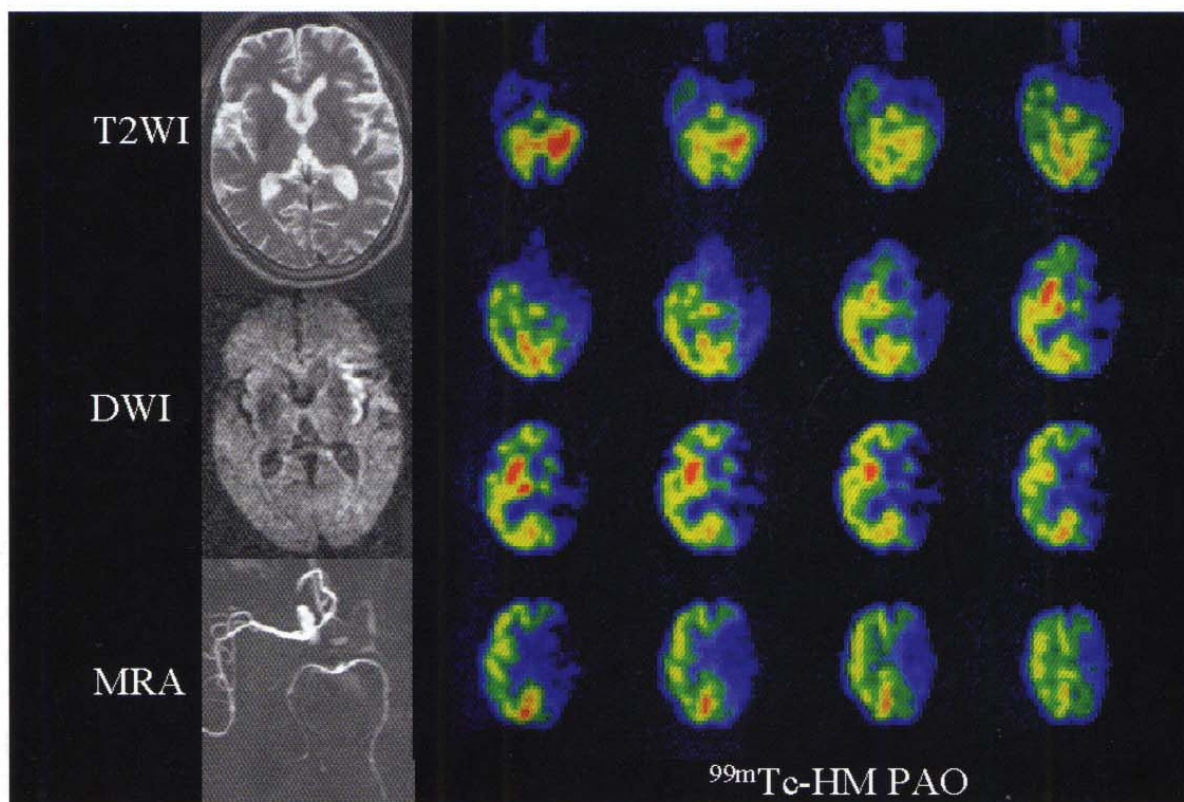


図1 70才男。左内頸動脈塞栓性閉塞。発症2時間目の脳血流SPECTおよびMR T₂強調画像 (T₂WI)、拡散強調画像 (DWI)、MR angiography (MRA)。

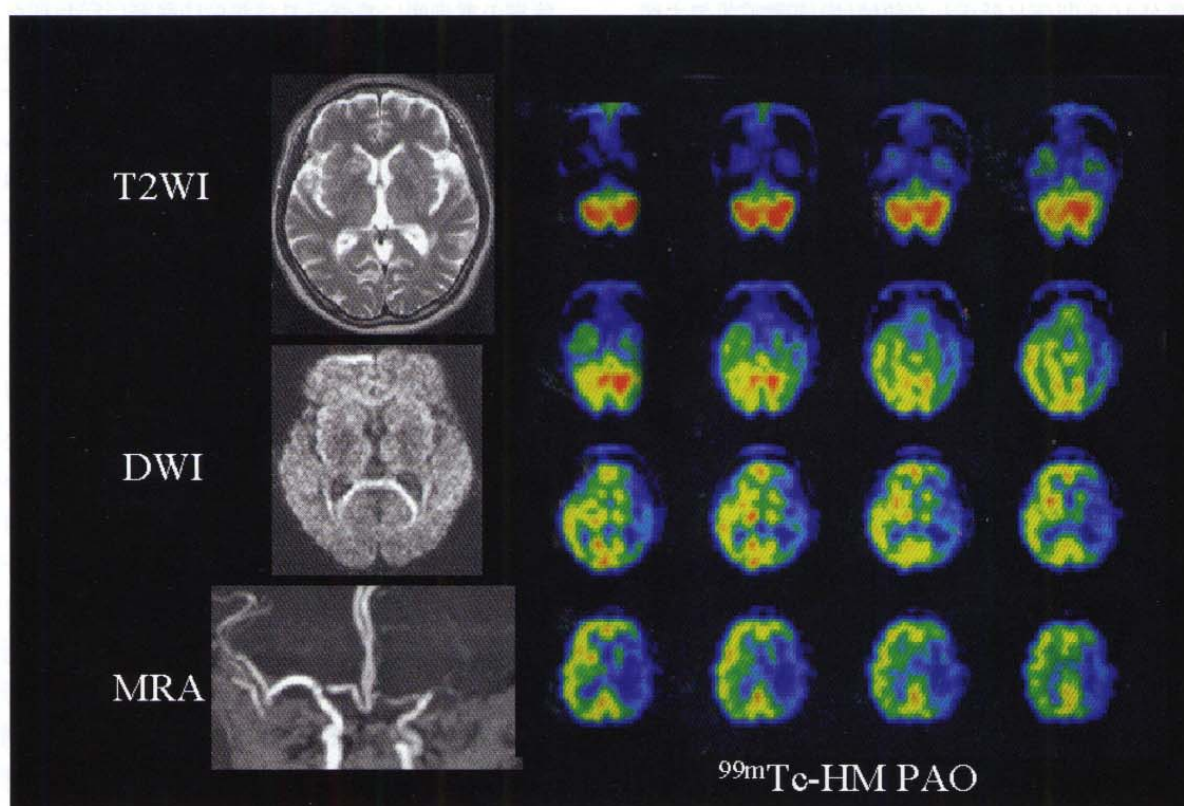


図2 68才男。左中大脳動脈塞栓性閉塞。発症3時間目の脳血流SPECT、MR T₂強調画像 (T₂WI)、および拡散強調画像 (DWI)、MR angiography (MRA)。

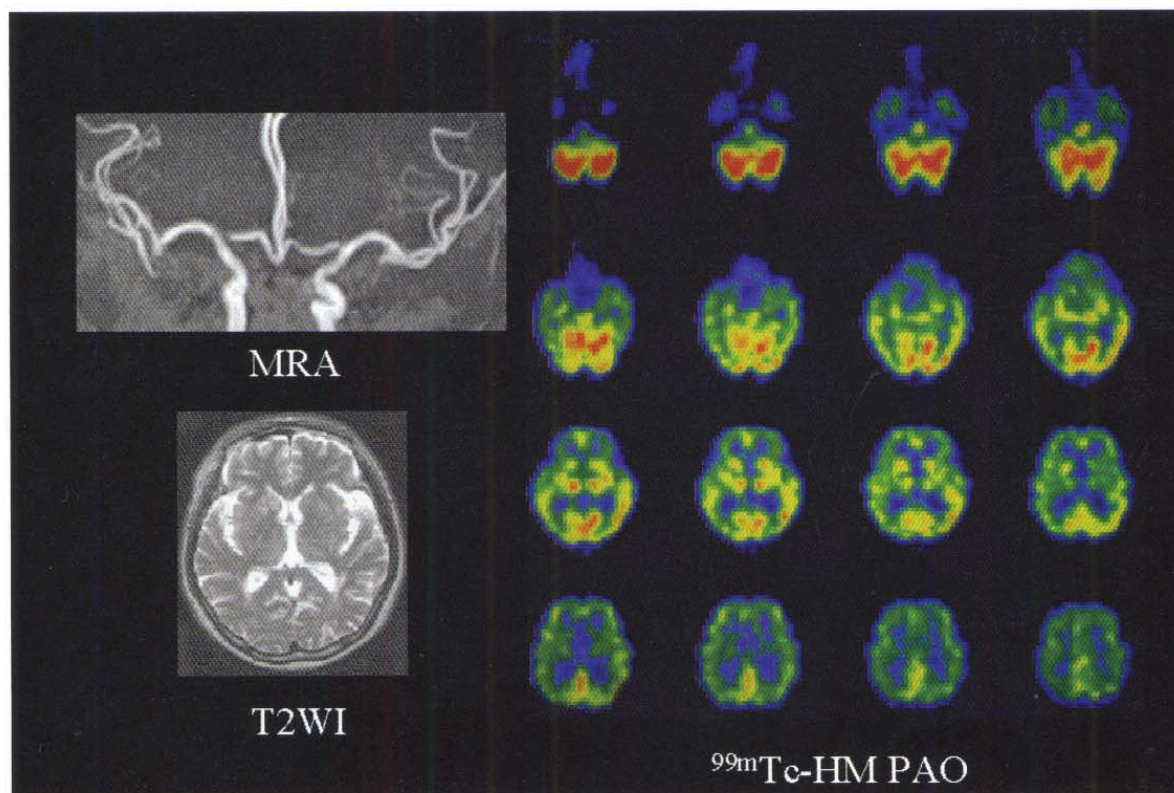


図3 同症例の発症1週間目の脳血流SPECTおよびMR T₂強調画像 (T₂WI)、MR angiography (MRA)。

溶解療法を行った。図3に、血栓溶解療法後の脳血流SPECTを示す。閉塞血管の再開通とともに脳血流は正常化していた。脳梗塞をまぬがれた。

以上をまとめると、脳血流SPECTにより、脳梗塞超急性期の局所脳循環障害の範囲、重症度、自然再開通の有無を知ることができる。血栓溶解療法を行おうとする場合（特に発症3時間以降）には、脳血流SPECTによる脳循環の評価が必須であり、それに基づいた適切な症例の選択により、治療成績はさらに向上すると考えられる。

文 献

- 1) Yamaguchi T, et al. Cerebrovasc Dis 3 : 269 ~ 272, 1993
- 2) The NINDS rt-PA Stroke Study Group : N Eng J Med 333 : 1581 ~ 1587
- 3) Committee Established by the Director of the NINDS. Stroke 21 : 637 ~ 676 1990
- 4) Astrup J, et al. Thresholds in cerebral ischemia : the ischemic penumbra. Stroke 12 : 723 ~ 725 1981
- 5) Shimosegawa E, et al. Cerebral infarction within six hours of onset : prediction of completed infarction with technetium-99m-HMPAO. J Nucl Med 35 : 1097 ~ 1103 1994
- 6) Hacke W, et al. Intravenous thrombolysis with recombinant tissue plasminogen activator for acute hemispheric stroke. JAMA 274 : 1017 ~ 1025 1995
- 7) Ueda T, et al. Outcome in acute stroke with successful intra-arterial thrombolysis and predictive value of initial single-photon emission tomography. J Cerebr Blood Flow Metab 19 : 99 ~ 108 1999