

頭部単純 CT：拡散強調画像との比較

前田正幸

三重大学放射線科

はじめに

1995年、米国で、発症3時間以内の虚血性脳血管障害に対する血栓溶解療法の有効性が報告され¹⁾、翌年には治療法として正式に認可された。これにより急性脳梗塞は「病気のなかのシンデレラ」という長年の呪縛から放たれ、発症早期における積極的な治療が可能な疾患としてとらえられる時代に突入した。実際の臨床の現場においては、急性脳梗塞を疑う症例に対し単純CTがすべての画像検査の第一選択となることが多い。また現実的には発症数時間以内の急性期に実施可能な唯一の画像診断法である場合も多い。したがって、単純CTにおける軽微な脳実質変化（早期虚血変化）の検出は、特に血栓溶解療法決定において重要であるが、見逃されていることも多いのが現状である。本稿ではこの早期虚血変化の読影のポイントを特に血栓溶解療法を前提として、拡散強調画像(DWI)との比較もまじえて解説する。また、この軽微な変化をできるだけ高いコントラストで描出するためのCT撮像条件についても言及する。

早期虚血変化

今となっては隔世の感があるが、筆者が研修医であった1980年代半ばでは梗塞を疑う患者に単純CTを施行する場合、発症後すぐにCTを撮影しても所見は検出できないので、次の日

にCTをもう一度施行し梗塞を確認するということが多かった。使用していたCTは当時としては最高機種であったが、現在と比較すると性能が劣っていたことは事実である。しかしながら、今、振り返ってみると、単純CTでは発症すぐの梗塞は見えないと最初から決めてかかっていたことが問題であり、当時のCTでも緻密に読影すれば梗塞の所見はきっと存在したであろうと反省させられる。実際、CTによる早期虚血変化の検出に関する論文は、その後ほどなく報告されている^{2),3)}。

単純CTで早期の梗塞領域として検出される所見が早期虚血変化である^{2),3)}。この変化は簡単に言えば、脳実質の淡い低吸収域ということになるが、具体的には皮質・白質の境界消失(皮髄境界消失)、脳溝の消失・狭小化、レンズ核の不明瞭化を伴う所見である(Fig. 1A)。このような変化を健常側と比較して、丹念に読影することが単純CTの読影上、重要なチェックポイントとなる。この早期虚血変化はいったん生じたら、不可逆性であること、すなわち既に壊死に陥っているといわれている。したがって、血栓溶解療法適応を決める際、この所見が広範囲にある場合には頭蓋内出血の危険が増すため、治療の適応外と判断される。なお、早期虚血変化には含まれないが、虚血と関連ある重要な所見として、hyperdense middle cerebral artery sign (HDMCA sign)がある(Fig. 1B)。このサインは中大脳動脈(MCA)にひっかかった血栓による所見であるが、そのCT所見上の

キーワード CT, DWI, stroke

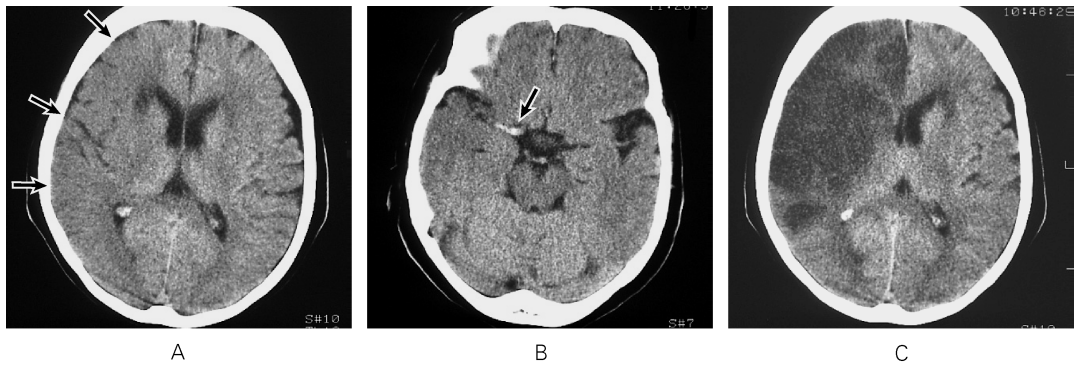


Fig. 1. A 65-year-old woman presented with sudden unconsciousness and left hemiplegia. She had a medical history of having atrial fibrillation. A, B: Nonenhanced CT was taken 1 hour after onset. Early ischemic changes such as parenchymal hypoattenuation, sulcal effacement, and loss of gray-white matter interface are seen (Fig. 1A, arrows). Note the hyperdense middle cerebral artery sign in the right M1 portion (Fig. 1B, arrow). C: Cerebral infarction is apparent 1 day after onset. Note the regions of final infarction are compatible with those of early ischemic changes seen 1 hour after onset. Early ischemic findings thus represent irreversible brain damage.

定義として、どの血管と比較しても高濃度であること、また、石灰化ではないことが挙げられる。一般に、この所見があると大きな梗塞になることが多いとされている。

早期虚血変化は病変コントラストにおいて軽微な所見であるので、それを判定する読影者間での一致率はやや不良である。また、読影においては熟練医と比較して、研修医は鋭敏度・特異度も低く、読影者間のばらつきは高いというように読影者の経験・習熟の差が結果に反映されやすい。CTの撮影条件が画質に及ぼす影響については、より高いコントラストを得るための検討がこれまでほとんどされていなかった。これについては別の章で詳細に述べる。

中大脳動脈支配領域において早期虚血変化の検出されやすい部位

一般に発症数時間以内の急性脳梗塞は、単純CT上軽微な所見である。このような軽微な所

見をとらえるには、変化の現れることの多い部位を知ることが重要である。頭蓋内主幹動脈のうち、最も梗塞の頻度が高いのはMCAであり、血栓溶解療法の対象となりやすい血管である。また、MCA領域は椎骨・脳底動脈系の領域に比べてCTでのアーチファクトの影響が少なく、したがって読影には都合がよい。MCA領域の梗塞において、障害されやすい部位、また、所見の検出されやすい部位として島の皮質とレンズ核がある。島皮質はMCA M1が閉塞した場合、前大脳動脈と後大脳動脈からの側副血行から最も遠く、したがって、実質的に分水嶺となる領域である。さらにここは他の皮質に比べ、頭蓋骨からのアーチファクトの影響が少ない領域である。このような理由から島皮質は中大脳動脈の血栓、塞栓性梗塞において障害を受けやすく、また検出されやすい部位とされている²⁾。この部位の皮髓境界消失を特に“loss of the insular ribbon”と呼び、MCA領域の梗塞では注目すべき早期虚血変化である (Fig.

2004年8月2日受理

別刷請求先 〒514-8507 三重県津市江戸橋2-174 三重大学医学部放射線科 前田正幸

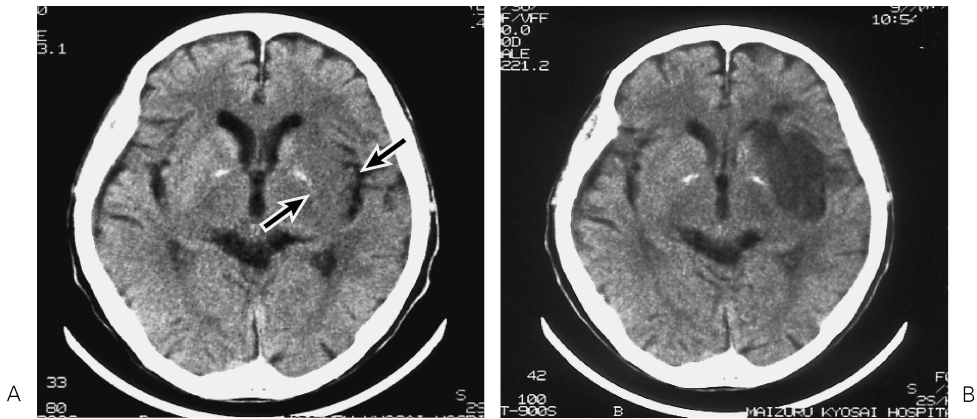


Fig. 2. A 65-year-old man presented with right hemiplegia
 A : Nonenhanced CT was performed 4 hours after onset. Loss of the insular ribbon as well as obscuration of the lentiform nucleus is seen on the left side (arrows).
 B : Infarction is apparent 6 days after onset.

2A). 一方、レンズ核の障害については外側線条体動脈より近位での閉塞で認められ、前述の“loss of the insular ribbon”と合併して認められることも多い³⁾ (Fig. 2A). レンズ核は比較的大きな構造であり、CT 軸位断では特徴ある形態で、周囲の白質により明瞭なコントラストがある。したがって、この虚血によるレンズ核としての形態消失、あるいは一部辺縁の不明瞭化は検出されやすい所見である。このような CT での早期虚血変化は発症数時間という時間でも現れるため、血管性浮腫というよりも、むしろその前の段階である細胞性浮腫を反映した所見ではないかと推察されている³⁾。急性期脳梗塞における CT 読影の実践上、このような変化の出やすい部位を知り、また特にこれらの部位に注目して早期虚血変化の有無を読影することが重要である。

椎骨脳底動脈系の急性梗塞

椎骨脳底動脈系（後方循環系）脳梗塞は内頸動脈系（前方循環系）脳梗塞と比較して発生頻度は低く、また発生機序には不明な点が多く残

されている。一般に MRI の技術（DWI を含む）を用いても、後方循環系梗塞の早期検出は前方循環系梗塞の診断に比べ、確実性は劣るという印象がある⁴⁾ (Fig. 3)。とりわけテント下病変ではアーチファクトの問題もあり、早期検出の泣き所である。後大脳動脈支配領域では患者の訴えが乏しいために発症早期に画像診断を受ける機会を失いがちであるが、テント上である場合にはアーチファクトの影響が比較的少なく、CT で早期虚血変化をとらえることは可能である (Fig. 4)。

単純 CT と拡散強調画像との比較

MCA 領域の急性脳梗塞において、発症からほぼ同じくらいの時間（両者の検査時間の差異が平均 30 分以内）に撮像された単純 CT と DWI を比較すると、単純 CT は有意に検出能が低いとされている^{5),6)}。例えば、発症 6 時間以内の急性脳梗塞に対して、熟練医では鋭敏度 CT 61%、DWI 91%、特異度 CT 65%、DWI 95%、研修医では鋭敏度 CT 46%、DWI 81%、特異度 CT 56%、DWI 100%であったという報告

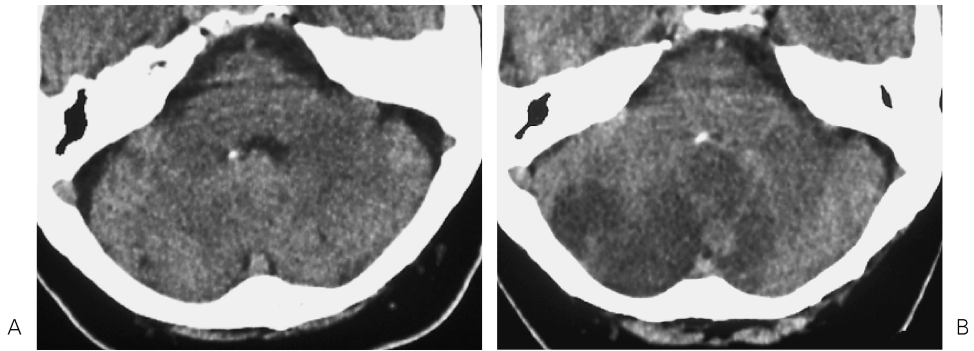


Fig. 3. A 70-year-old woman presented with vertigo, nausea, and dysstasia
A : Nonenhanced CT was performed 12 hours after onset. However, no hypodensity is positive in the cerebellum.
B : Hypodense regions were eventually apparent 30 hours after onset. Infarction in posterior circulation regions is in general delayed to appear, and subtentorial lesions are particularly difficult to detect due to the beam-hardening artifacts.

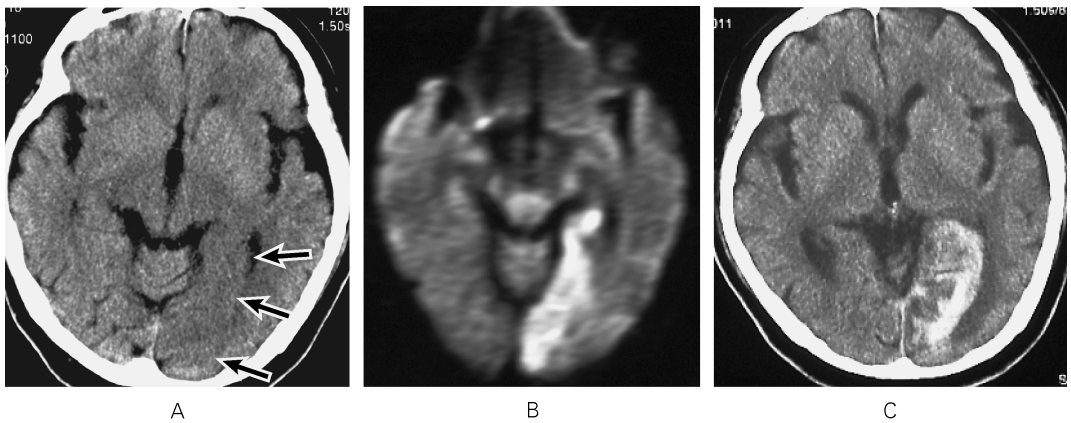


Fig. 4. A 75-year-old man with atrial fibrillation suddenly squatted down. He presented with right homonymous hemianopsia but no hemiplegia.
A : Nonenhanced CT was taken 1 hour after onset. Early ischemic changes are seen in the left occipital lobe (arrows).
B : Diffusion-weighted MR image at 4 hours shows hyperintensity, which is compatible with early ischemic findings on nonenhanced CT.
C : Follow-up nonenhanced CT shows hemorrhagic infarction.

がある⁵⁾。しかしながら、ラクナ梗塞のようなサイズの小さな病変、あるいはラクナよりも大きくても白質優位の梗塞病変の場合にはDWIと比較してCTが不利であることは明らかであり、血栓溶解療法を前提とした両者の比較とい

う意義においては、解釈に注意する必要がある。最近の報告の中で、比較的大きな血管の塞栓性梗塞を主に対象とした比較では、神経内科医による早期虚血変化のCTでの鋭敏度が73%、DWIでは鋭敏度93%、神経放射線科医に

よる読影では CT での鋭敏度 87%, DWI では鋭敏度 98%であった⁶⁾。したがって、血栓溶解療法の対象となるような虚血病変に対して、熟練した神経放射線科医が読影すれば、CT による早期虚血変化の検出能はかなり高いといえる。

さらに、血栓溶解療法を前提とした画像診断法の選定においては、梗塞病変の検出能以外の要因も考慮する必要がある。出血の有無の確認は血栓溶解療法の適応において、非常に重要なことであり、CT ではほとんどの医師が容易に判定可能である。一方、MRI では出血の否定が急性期においては必ずしも容易ではなく、また、すべての医師が判定可能であるわけではな

い。さらに、国内の救急体制においては、CT では可能であっても、MRI が 24 時間体制で操作可能という施設は限られる。通常、経静脈性血栓溶解療法は発症 3 時間以内の症例に対して適応であり、また経動脈性局所血栓溶解療法においては発症 6 時間以内の症例に対して適応となる。治療施行にはこのような厳しい時間の制限があるために、たとえ DWI が可能な施設でも、画像診断としては単純 CT だけで血栓溶解療法を決めざるを得ないときがある。現実には、単純 CT での早期虚血変化が DWI での高信号領域と視覚的にはほぼ一致することがしばしば経験される⁷⁾ (Figs. 4, 5, 6)。

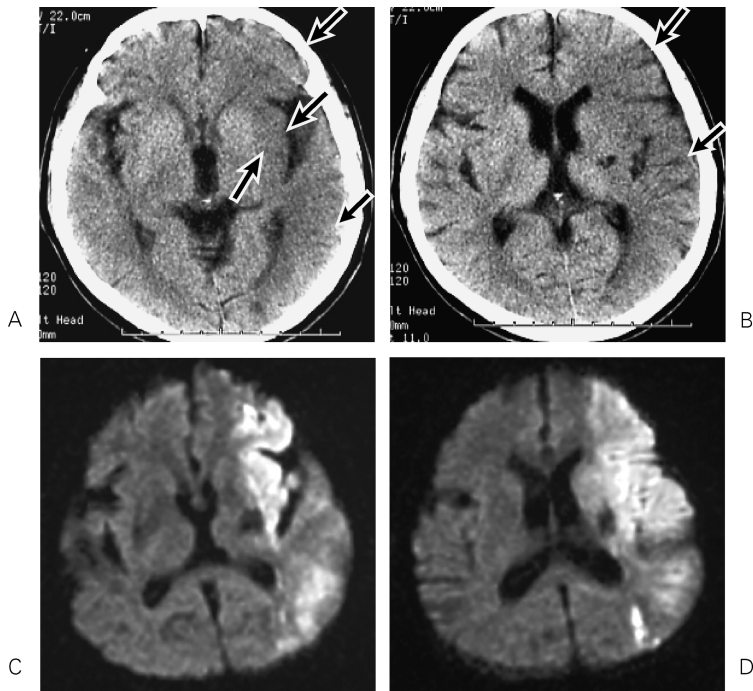


Fig. 5. A 63-year-old man noticed weakness of the right limbs
 A, B : Nonenhanced CT images 2.5 hours after onset show blurred outline and decreased density of the left lentiform nucleus, loss of the insular ribbon, and a decrease in tissue density in the left middle cerebral artery distribution (arrows).
 C, D : DWI images 3 hours after onset clearly show the ischemic areas as hyperintensity. Note the regions are compatible with those of early ischemic findings on nonenhanced CT.

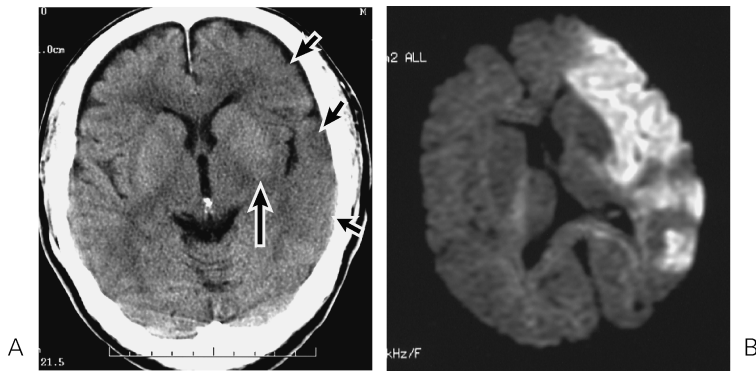


Fig. 6. A 55-year-old man presented with right hemiplegia
A : Nonenhanced CT at 2 hours shows loss of the left insular ribbon, blurred outline of the left lentiform nucleus (long arrow). Extensive cortical and subcortical areas in the left frontal and temporal lobes are also seen as hypoattenuation (short arrows).
B : DWI image at 3 hours shows extensive hyperintensity in the left MCA territories, compatible with those of early ischemic findings seen on nonenhanced CT.

血栓溶解療法での症例適応と単純 CT

急性脳梗塞に対する血栓溶解療法に関しては、1990年代に多くの臨床試験が行われた。その代表的なものとして米国で行われた National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) トライアルがある¹⁾。これは発症 3 時間以内の脳虚血症例に対して、tissue plasminogen activator (t-PA) を経静脈的に投与することで血栓溶解を試み、患者予後に有効であるかを検討した二重盲検比較試験である。結果としてはこの治療を行うことで、多少の症候性脳出血は増えるが 3 か月後の患者予後に明らかな有効性が認められた。これを受けて、1996 年に米国は発症 3 時間以内の症例での t-PA の経静脈的投与を認めた。NINDS トライアルでは単純 CT が患者選択に使われており、頭蓋内に出血がない症例であることという一点が基準とされた。欧州で実施された European Cooperative Acute Stroke Study (ECASS) トライアルでは発症 6 時間以内の症例に対して t-PA の経静脈的投与を行ったが、ここで使われ

た画像診断も単純 CT であった。ECASS I では除外基準としては出血と一側半球に広範な浮腫が及ぶような症例は除外するとされた。実際は広範な早期虚血変化をもった症例がトライアルに含まれてしまい (全体の 17%)、このような症例に対して t-PA 投与を行ったことが患者予後に少なからず影響を与えたのではとの推測から、ECASS II では CT の判定基準をより厳しく行った⁸⁾。ECASS II では脳浮腫が MCA 領域の 1/3 を超える症例については除外するとした。これ以降、この 1/3 MCA ルールは他のトライアルでも採用され、MCA 領域の 1/3 を超える、超えない、ということが CT での基準として一人歩きをしてしまったように思われる。MCA 領域の 1/3 というのはスキャン範囲の MCA 領域の体積での評価と考えられるが、具体的で明確な説明がないままこれが CT での判定基準となり、経験豊富な神経内科医や放射線科医をもってしてもよく理解できずに混乱が生じていた⁹⁾。

そのような過程で、CT での早期虚血変化を簡便に、再現性をもって定量化しようという試

みがなされるようになった。Alberta stroke program early CT score (ASPECTS) はレンズ核と視床を通る軸位断とそれより約 2 cm 上のレンズ核の見えなくなった断面の 2 スライスで、MCA 領域を 10 の領域に分け (Fig. 7)、それぞれの領域での早期虚血変化の有無をポイント化して評価する¹⁰⁾。例えば、10 の領域すべてで正常の CT 所見であるとすれば ASPECTS は 10 ポイントであり、10 の領域すべてに早期虚血変化が認められると、ASPECTS は 0 ポイントとなる。したがって ASPECTS では漠然とした目分量の体積ではなく、特定の 2 断面における MCA 領域での早期虚血変化の有無を定量的に評価することになり、障害の程度を理解しやすい。

日本においても平成 14 年から MCA-Embolism Local Fibrinolytic Intervention Trial-Japan (MELT-Japan) という局所動注血栓溶解療法が多施設共同試験が始まっている (URL: <http://melt.umin.ac.jp>)。MELT-Japan においても単純 CT を画像判定に使用しているが、こ

の画像判定基準は明確でわかりやすい。MELT-Japan で画像上治療適応になるのは、1) CT で全く変化を認めないもの、2) シルビウス裂に限局する軽微な早期虚血変化 (島皮質、前頭側頭弁蓋部) あるいは/かつレンズ核の不鮮明化を示した症例であり、治療非適応になるのはシルビウス裂以外の皮質領域で早期虚血変化のある症例である (Fig. 8)。これらについては、MELT-Japan の web (http://melt.umin.ac.jp/ct/ct_gl01.htm) で実際に適応、非適応となる画像のサンプルが示されている。また多くの症例が供覧できるようになっていて、早期虚血変化読影の習熟に都合が良い。

急性期脳梗塞に対する CT 撮像条件の適合

前述したように DWI での早期虚血病変検出能と比較して、単純 CT の早期虚血変化の描出能は劣る。これは CT での早期虚血変化がもともと軽微で、病変コントラストが DWI と比較して低いということから説明できる¹¹⁾。しか

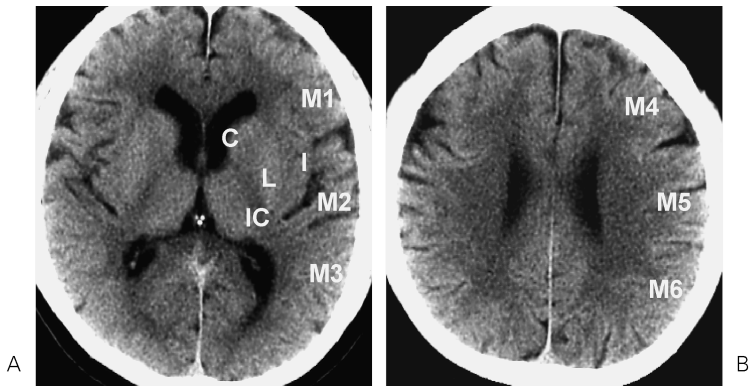


Fig. 7. ASPECTS study form in a normal volunteer
 A, B: The ASPECTS values are calculated from two standard axial CT cuts, one at the level of the thalamus and basal ganglia, and one just rostral to the ganglionic structures. The territories of the middle cerebral artery are allotted 10 points. Subcortical structures are allotted 3 points (C, L, and IC). MCA cortex is allotted 7 points (insular cortex, M1, M2, M3, M4, M5, and M6).
 C = caudate, L = lentiform, IC = internal capsule, I = insular ribbon

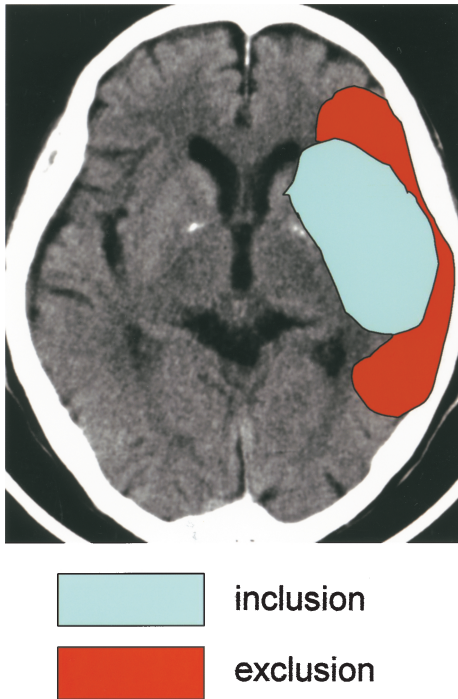


Fig. 8. MELT-Japan CT criteria
Inclusion criteria are as follows; no early ischemic findings, or early ischemic findings limited to insular cortex and fronto-temporal operculum, and/or lentiform nucleus. Patients with early ischemic findings beyond the sylvian cortices are excluded.

しながら、コントラストを少しでも高めるためのCTの撮像条件（スライス厚、スキャン時間、電圧など）に関して、標準化されたプロトコルや前向き臨床的研究は過去において見当たらない。MELT-Japanにおいてはこの点を踏まえ、CT画像の適合性について本研究エントリー時に判定し、また適切なCT撮像条件や画像表示条件についても具体的に推奨している。それによると、1) スキャン方式は装置の世代にかかわらず、コンベンショナルスキャンとする、2) スライス厚は原則としてテント上は8~10 mmとする、3) 再構成関数（フィルタ）は最適のものを選択する、4) フィルムの焼付け、CRTでの観察は十分狭いwindow幅

で行う、5) 管電圧、管電流については特に推奨条件の設定はしないが、回転速度（スキャン時間）については最新機種であっても2秒/回転以上が望ましい。患者被曝、X線管球の負荷に考慮し装置ごとに最適の条件で行うように推奨されている。このような推奨のもと、実験的に撮影されたいろいろな撮像条件、画像表示条件でのCT画像を比較すると、実際に条件によりコントラストの違いが大きいのがわかる（Figs. 9, 10）。すなわち、急性期脳梗塞のCT検査はコントラスト重視であり、通常の頭部CT検査とは異なる特殊検査であると理解すべきである¹²⁾。

血栓溶解療法とMRI

最近、血栓溶解療法での症例選択の画像基準としてMRIを使うというトライアルが進行中であり、今年あたりから一部そのデータが国際学会等で報告され始めている。DWIのほか灌流MR画像も使い、組織の生存性を評価することで発症から3時間以内という時間制約をより拡大しようというのが狙いである。その結果については今後の治療前画像診断の流れを占うものとして、大いに注目されている。しかしながら、これらの方法は単純CTと比較し、データ解析も多様で複雑となる。血栓溶解療法を前提としてMRIを行うには、撮像法と解析法の標準化、さらには治療閾値設定という点で、今後解決すべき課題は多い。

国内でもt-PAの経静脈的投与の使用許可が目前といわれ、今後、脳卒中診療がさらに大きく変わると予想される。このような過渡期のなか、治療前画像診断としてCT、MRIのどちらを使うか、あるいは両方を使うほうがよいのかという混乱は臨床現場では起こり得ることである。現状ではMRIでの評価による有効性エビデンスがまだまだ不十分であり、またMRIを使うことで治療開始時間が遅れるようではいけないという米国心臓協会のガイドライン¹³⁾に

頭部單純 CT

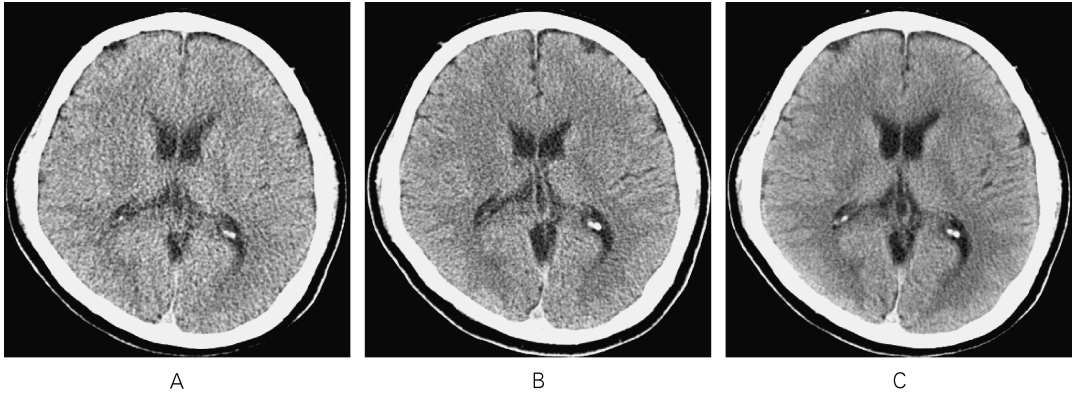


Fig. 9. CT image samples taken with different parameters. The CT images are obtained with multidetector-row CT (120 kVp, 250 mA).

A : The parameters include helical scan, 0.5 s/rotation, slice thickness of 2 mm \times 4, pitch 3.5, and 8 mm reconstruction.

B : The parameters include conventional scan, 1 sec/rotation, and slice thickness of 5 mm \times 4.

C : The parameters include conventional scan, 2 sec/rotation, and slice thickness of 8 mm \times 4.

Note that the image contrast conspicuity increases from the left image (A) to the right image (C).

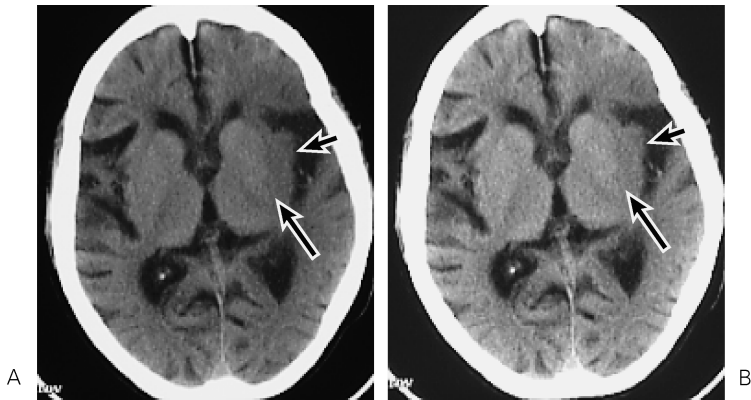


Fig. 10. Nonenhanced CT scans of the head in an 83-year-old woman approximately 1.7 hours after a left MCA embolic stroke

A : A window width of 90 HU is chosen.

B : A window width of 62 HU is chosen to accentuate the gray matter and white matter interface.

There is markedly increased conspicuity of the gray matter hypoattenuation at the left posterior putamen (long arrow) and insular ribbon (short arrow) by a narrower window width.

は耳を傾けるべきであろう。

ま と め

単純 CT による早期虚血変化は、その最初の報告から比較的長い時間を経て認知されてきた。また、その定量化、CT の適切な撮像条件の標準化という点で努力されているが、いまだ完全とはいえない。しかしながら、単純 CT を基準に血栓溶解療法のトライアルがいくつも行われてきたという実績では一日の長がある。また、組織の生存性評価では重要と考えられる灌流についての検討も CT を使って可能であり、“one-stop shopping” という時間の節約は血栓溶解療法において魅力的である。血栓溶解療法前の画像診断として CT か MRI かという議論は両者の進歩と熟成に伴い、これからもますます熱くなるであろう。いずれにせよ、単純 CT は急性期脳梗塞の画像診断の“workhorse：便利で耐用性のある方法”としての使命を今後も確実に果たし続けると期待している。

文 献

- 1) The National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Group : Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 1995 ; 333 : 1581-1587
- 2) Truwit CL, Barkovich AJ, Gean-Marton A, Hibri N, Norman D : Loss of the insular ribbon : another early CT sign of acute middle cerebral artery infarction. *Radiology* 1990 ; 176 : 801-806
- 3) Tomura N, Uemura K, Inugami A, Fijita H, Higano S, Shishido F : Early CT finding in cerebral infarction : obscuration of the lentiform nucleus. *Radiology* 1988 ; 168 : 463-467
- 4) 脳血管障害画像診断のガイドライン (暫定第一版)「急性期脳梗塞」<http://mrad.iwate-med.ac.jp/guideline/>
- 5) Fiebach JB, Schellinger PD, Jansen O, et al. : CT

and diffusion-weighted MR imaging in randomized order. Diffusion-weighted imaging results in higher accuracy and lower interrater variability in the diagnosis of hyperacute ischemic stroke. *Stroke* 2002 ; 33 : 2206-2210

- 6) Sur D, Kucinski T, Grzyska U, et al. : Sensitivity and interrater agreement of CT and diffusion-weighted MR imaging in hyperacute stroke. *AJNR* 2003 ; 24 : 878-885
- 7) Maeda M, Abe H, Yamada H, Ishii Y : Hyperacute infarction : a comparison of CT and MRI, including diffusion-weighted imaging. *Neuroradiology* 1999 ; 41 : 175-178
- 8) Hacke W, Kaste M, Fieschi C, et al. : Randomized double-blind placebo-controlled trial of thrombolytic therapy with intravenous alteplase in acute ischemic stroke (ECASS II). *Lancet* 1998 ; 352 : 1245-1251
- 9) Grotta JC, Chiu D, Lu M, et al. : Agreement and variability in the interpretation of early CT changes in stroke patients quantifying for intravenous rtPA therapy. *Stroke* 1999 ; 30 : 1528-1533
- 10) Barber PA, Demchuk AM, Zhang J, Buchan AM : Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy. *Lancet* 2000 ; 355 : 1670-1674
- 11) Gonzalez RG, Schaefer PW, Buonanno FS, Schwamm LH, Budzik RF, Rordorf G, Wang B, Sorensen AG, Koroshetz WJ : Diffusion-weighted MR imaging : diagnosis accuracy in patients imaged within 6 hours of stroke symptom onset. *Radiology* 1999 ; 210 : 155-162
- 12) 佐々木真理. MDCT 徹底攻略マニュアル. 片田和廣監修. メディカルビュー社, 2002 ; 72-77
- 13) Latchaw RE, Yonas H, Hunter GJ, et al. : Guideline and recommendations for perfusion imaging in cerebral ischemia. A scientific statement for healthcare professionals by the writing group on perfusion imaging, from the council on cerebrovascular radiology of the American heart association. *Stroke* 2003 ; 34 : 1084-1104

Plain CT : A Comparison with Diffusion-weighted Imaging

Masayuki MAEDA

*Department of Radiology, Mie University School of Medicine
174 Edobashi, Tsu, Mie 514-8507*

It has been reported that intravenous recombinant tissue plasminogen activator improves outcome after acute ischemic stroke. Since then, several thrombolytic treatment trials have been examined using non-enhanced CT as a standard imaging method. As a result, non-enhanced CT has played an important role in the decision about thrombolytic treatment. In this review, the value of non-enhanced CT in the evaluation of thrombolytic treatment is discussed and compared with diffusion-weighted imaging (DWI).

In the early stage of acute stroke (less than 6 hours), early ischemic changes can be seen on non-enhanced CT. These changes include subtle parenchymal hypoattenuation, loss of the gray-white matter interface, and sulcal effacement on the affected territories. In acute stroke of the middle cerebral artery (MCA) territories, insular cortex and lentiform nucleus are especially vulnerable, and should therefore be scrutinized. Notably, early ischemic changes are highly specific for irreversible ischemic brain damage. The precise detection of these findings is essential in a clinical setting because the criteria of thrombolytic treatment generally includes less than 1/3 MCA with early ischemic changes. Although the early ischemic changes are intrinsically subtle, optimization of acquisition CT parameters can facilitate better contrast between the normal and ischemic regions.

Overall, DWI identifies early ischemic changes with higher sensitivity than CT even if the raters have limited experience. Nevertheless, remarkably high sensitivity in acute stroke detection using CT can be achieved by experienced neuroradiologists. Thus, interpretation of early CT findings is a skill that improves with experience. Even though some investigators suggest the use of MR imaging for the treatment of patients with acute stroke, the American Heart Association states that no recommendation can be specified for MR techniques to be used for directing treatment modalities in acute stroke patients.

When compared to MR imaging, CT has the advantages of being rapid, inexpensive and more readily available in a variety of urgent care settings. Consequently there is strong interest in developing combined non-enhanced CT, CT angiography, and CT perfusion protocols for thrombolytic triage. Even with the development of MR imaging as a technique for acute stroke imaging, non-enhanced CT remains a reliable imaging method in the emergent clinical setting.