

CT-Perfusion で付加される情報は？

秋田県立脳血管研究センター 放射線科診療部
大村 知己

【はじめに】

CT-Perfusionは造影剤動態のデコンボリューション解析により、脳組織の灌流情報を定量化して画像表示が可能であり、急性期脳梗塞および慢性期虚血性疾患に有用な灌流情報を提供する。特に、心房細動などで心腔内に形成された血栓が動脈内に流出して脳血管を閉塞する心源性脳塞栓症は、転帰が重篤な場合が多い脳梗塞である。一方で発症時間が明確である場合が多く、早期の治療により転帰が良好である場合もみられる。このような場合において重要な情報は、虚血領域の同定が挙げられる。さらに治療時間が限られた中で、的確な病態把握は治療適応の判断と予後予測において重要である。本稿では、急性期脳梗塞におけるCT-Perfusionの意義について述べる。

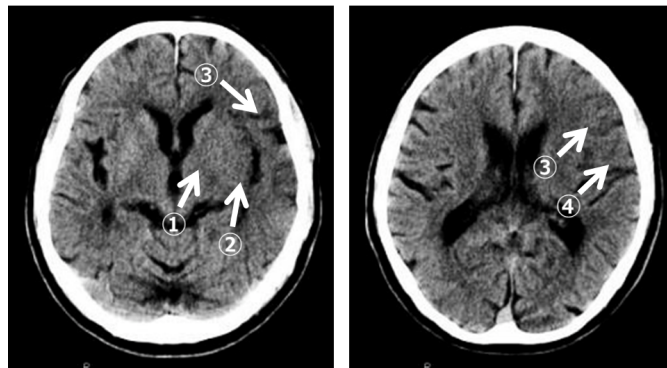
【急性期脳梗塞の治療と早期虚血変化】

心源性脳塞栓症を対象とした急性期脳梗塞の主な治療法は、rt-PAの静注投与による血栓溶解療法、および血管内デバイスを用いた血栓の除去や吸引による血管内治療が挙げられる。これらの治療法の適応は発症からの経過時間によって限定される。また、適応の禁忌のうち、画像所見では早期虚血変化が広範囲に存在しない事が挙げられる。

単純CTにおける早期虚血変化は浮腫性変化によるものであり、白質の吸収値に変化がなく灰白質の吸収値が2～3HU程度に低下し、灰白質と白質の境界が不鮮明となるために観察される。単純CTの早期虚血変化はearly CT signsと称し、①レンズ核不明瞭化 ②島皮質不明瞭化 ③皮髄境界不明瞭化 ④脳溝狭小化により観察される (Fig.1)。Early CT signが見られる領域は不可逆性の変化(脳梗塞に陥る)と考えられている。

一方、MRIの拡散強調画像(DWI)では、細胞内浮腫による拡散係数の低下領域が高信号として観察される。この領域は最終的に梗塞に陥る領域と考えられ、細胞内浮腫を反映すると考えられる点において、early CT signと同等の背景と考えられる。

85歳 女性 左内頸動脈閉塞 発症3時間後



- ① レンズ核不明瞭化 ② 島皮質不明瞭化
- ③ 皮髄境界不明瞭化 ④ 脳溝狭小化

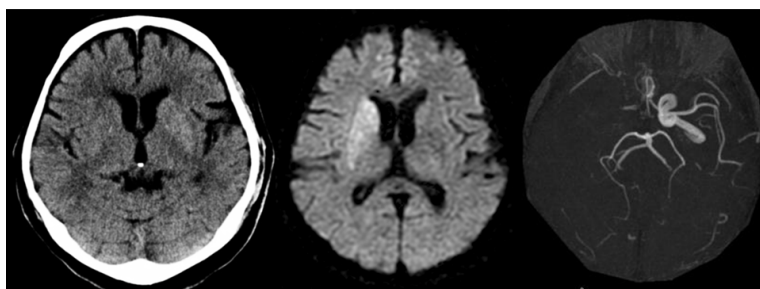
Fig.1 頭部単純CTによるearly CT sign

【早期虚血変化と血管支配領域】

脳組織は血管支配領域ごとに栄養血管が存在するため、早期虚血変化は栄養血管が閉塞した領域にのみ観察され、レンズ核、島皮質、皮髄境界、これらの不鮮明化の組み合わせで閉塞血管がある程度推測できるとの文献も見られる。このため血管支配領域の理解は閉塞した脳主幹動脈の推測に重要であると考ええる。

しかし、早期虚血変化とMRA等の血管形態評価で推測される領域に乖離が見られる場合がある。Fig.2は右内頸動脈塞栓症の発症1時間後の画像である。単純CTおよびDWIでは右のレンズ核にのみ所見が認められる。この場合、レンズ核を栄養するレンズ核線状体動脈の母血管である右中大脳動脈の閉塞が疑われるが、MRAでは右内頸動脈からの閉塞が認められた。右中大脳動脈領域に早期虚血変化が見られないのは、脳軟髄膜血管吻合といわれる脳主幹動脈の皮質枝同士の末梢吻合によるはたらきが側副血行路として機能して、逆行性の血行動態によって血流が維持されているためと推察される。このような領域は治療により改善が見込める(可逆性)領域であり、広義においてのペナンプラ

右内頸動脈塞栓症 発症1h後



右レンズ核に限定して、単純CTでは不明瞭化、DWIでは高信号が確認された。MRAでは右内頸動脈の閉塞が確認された。

Fig.2 早期虚血変化と血管形態

と表現される。

このように早期虚血変化と血管形態だけでは詳細な病態評価が難しい場合も考えられるが、CT-Perfusionは形態評価では得られない詳細な局所の灌流情報の取得が可能である。

【CT-Perfusionの実際】

CT-Perfusionはヨード造影剤を急速静注し、同一部位の造影剤の脳内初回循環動態を連続的に撮影する。撮影データをデコンボリューション解析し、脳血流量(cerebral blood flow: CBF)、脳血液量(cerebral blood volume: CBV)、平均通過時間(mean transit time: MTT)の灌流マップが得られる。

核医学検査でもCBFの算出は可能であるが、トレーサの挙動が異なる。核医学検査のトレーサは血液脳関門を通過するため脳組織のはたらきを血流として反映しているが、ヨード造影剤は血液脳関門を通過しないため脳組織の毛細血管床を反映した結果になる。そのため閉塞した血管が再開通した場合では、脳組織のはたらきに関わらず血流が存在する結果が得られるときがあるため、注意が必要である。

撮影条件は主に80kVが選択される。解析結果には画像ノイズが大きく影響するため大幅な線量低減は難しく被ばくの増大が懸念されるが、近年の逐次近似応用再構成によって低線量化が可能になり、連続撮影において1回転あたり概ね100mAs以下の撮影が可能と思われる。

【急性期脳梗塞におけるCT-Perfusion】

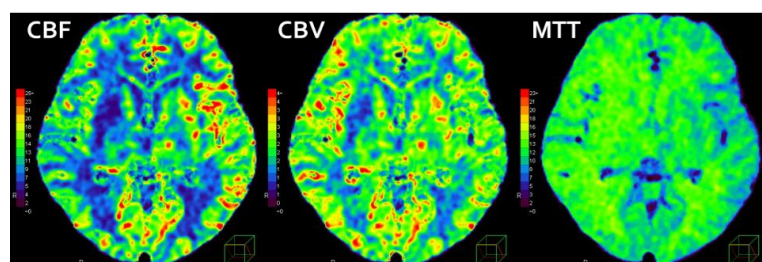
急性期脳梗塞では、一般的に灌流異常域がMTTの延長としてあらわれる。解析方法によって、脳内までの造影剤到達の左右差への補正の有無が存在し、MTT延長の程度は異なるため注意を要する。灌流異常域であっても、代償作用による血管拡張でCBVが上昇して血流を維持している場

合は、CBFに低下が見られない場合がある。さらに虚血が進むとCBFの低下が明瞭に観察される。CBVが著明に低下している領域は最終的に脳梗塞に至ると考えられており、不可逆的領域とされる。

Fig.3にCT-Perfusionの臨床例を示す。Fig.2と同一の症例である。現在、当施設では造影剤到達遅延による左右差を補正した解析方法を使用しているため、MTTでは頭蓋内の通過遅延のみ反映された状態をあらわしている。右内頸動脈の閉塞により、MTTでは右中大脳動脈域および前大脳動脈域に通過遅延がみられた。CBFではMTTよりも虚血域が明瞭であり、特に右中大脳動脈域および右レンズ核領域で血流低下が確認された。CBVでは右レンズ核領域のみが著明に低下していたため、脳梗塞に至ることが考えられた。CBFで低下が見られた右中大脳動脈域は軽度上昇していたことから、血管拡張により血流が維持されていることが推測された。連続撮影データによるCTA画像では、CBVの上昇を反映して右中大脳動脈皮質枝域は逆行性の血行動態が観察された。CBF低下領域とCBV低下領域のミスマッチ領域である右中大脳動脈域は、側副血行路による逆行性の血行動態で血流が維持されている事が示唆された。この後、血栓溶解療法では右内頸動脈が再開通しなかったが、血栓除去術により再開通が得られ、右中大脳動脈も順行性の血行動態が確認された。

急性期脳梗塞の治療において、CT-Perfusionは診断確定による予後予測に寄与するため有用と考える。また、血栓溶解療法、血管内治療などの治療方針の決定および、治療効果の評価にも有用と考える。マルチスライス化が進み、撮影後の画像再構成に時間を要する場合もあるが、比較的簡便な方法で灌流情報が得られることから、特に急性期脳梗塞において有用性が高い検査であると考ええる。

右内頸動脈塞栓症 発症1.5h後



CBF低下領域：虚血が生じている領域

CBV低下領域：非可逆的虚血域

CBFとCBVのミスマッチ部位：可逆的虚血域

右内頸動脈の閉塞に対して、MTTでは右半球の通過遅延がみられた。CBFでは右中大脳動脈領域の定量値が低下し、血流低下が示唆された。CBVでは右レンズ核領域が著明に低下し、不可逆的領域として最終的に梗塞巣にいたることが示唆された。

Fig.3 急性期脳梗塞のCT-Perfusion

【参考文献・図書】

- 1) 脳卒中の画像診断 小川 彰監修 永井書店
- 2) CTP-MRP研究会 <http://ctp.umin.jp/>
- 3) CT/MR灌流画像実践ガイドライン ASIST-japan.2006