

脳梗塞急性期診断における CTperfusion/CT angiography 連続施行法 (CTP/A法) の使用経験

First experiences of dynamic CT Perfusion imaging prior to 3 dimensional CT angiography method (CTP/A method) for acute ischemic stroke

寺岡記念病院脳神経外科、放射線科*

中口 博、寺岡 暉、柳橋万隆、安達 忍、三原治道*
五百簾頭孝*、銚崎昌輝*、丸田勝士*、西 秀治*

はじめに

CT perfusion (以下CTPと称す)は造影剤をボラス注入しながら、同一断面をダイナミックスキャンして、局所脳血流量、局所脳血液量の計算を行うCT撮像法である¹⁾。従来のゼノンCT、PET、SPECTに代わる簡便なファンクショナル画像法として、近年俄然注目を集めている。

また、3D-CT angiography (以下CTAと称す)はその簡便性と、従来のMRI、DSA画像を凌駕する空間分解能により臨床応用がなされるようになって久しい²⁾。

CTスキャナの技術革新により、この両者を連続して、15分以内で撮影することができるようになった。寺岡記念病院では、CTP検査の後連続してCTAを施行する方法をCTP/A法と名付け、他に先駆けて種々の脳疾患患者の診断に利用してきた。同方法により脳血管撮像と脳血流動態像が短時間で得られ両者の比較が容易であるため、CTP/A法は急性期脳虚血性疾患の診断、病態の把握に有用であると考えられる。

本稿では当院で行っているCTP/A法の施行方法と使用経験につき報告したい。

使用装置・撮影方法

使用機種はGE横河メディカルHiSpeed ZX/Iであり、使用ワークステーションは同社製

Advantage Window system (Advantage Workstation 3.1)である。造影剤(非イオン性造影剤:オムニパーク350シリンジ100ml)は、肘静脈あるいは前腕静脈に18Gaugeサーフロー針を留置した後、自動注入機を使用してボラス注入した。

我々の施設における実際のCTP/A法撮影の手順は以下の通りである。患者をCT室に搬入後、まず単純CTを施行した後、脳虚血性疾患が疑われる場合に、まずCTPを施行し、その後にCTAを続けて施行している。CTPを先に施行する理由は後述する。

CTPはヨード350造影剤40mlを秒間4mlで注入しこれと同時にダイナミックスキャンを開始し、シネモード、1秒スキャンで同一断面を40回スキャンする。512×512の画素(pixel)の一つ一つに対し、time density curveを計算し、このデータをもとに局所脳血流量(regional cerebral blood flow: r-CBF)、局所脳血液量(regional cerebral blood volume: r-CBV)、平均通過時間(mean transit time: MTT)を計算する。対象とする撮像スライス(松果体、モンロー孔を通る1スライス)としている。

CTAは残りのヨード350造影剤60mlを秒間2.5mlで注入し、注入開始20秒後より1mm厚、0.7秒スキャンで40スライス撮影する。各Voxelごとにtime density curveを計算し、それをもとに血管像を再構成する。頭蓋骨やその他のアーチファクトは、訓練された技師により除去し、

かつ各撮影像は、約15度回転させた像をペアとし、立体視できるようにしている。CTAの撮像範囲は頸部bruitがみられるなど臨床所見や事前の血管撮影等により内頸動脈起始部病変が疑われるものは頸部CTAを施行したが、大部分はウィルス動脈輪を中心とした上下4cmの範囲とした。

CTP、CTAとも実際の計算、画像処理は画像データを2倍に再構成し、光ファイバーにてワークステーションに転送した上で、別室にて行っており、画像自体は数10秒後にはモニター上で見ることができる。

なお、CTPの直前にCTAを施行すると造影剤がwash outされていないため、CT値が相対的に高くなり、検査結果が不正確となる可能性がある。一方CTPの直後にCTAを施行すると静脈と動脈の分離が困難になると考えられるが、我々の施設での初期の経験よりCTP施行後3分以上たってからCTAを行えば、ワークステーションで動静脈の分離も可能であり、そのため現在我々はCTP撮影終了の3分後よりCTAを行うこととしている。

大部分の患者の撮像時間はCT室に入室してから、単純CT、CTP、CTAを撮像し、退室するまで、合計15分以内であり、実際のスキャン時間は合計1分強であった。

症例

寺岡記念病院では以上のような手技手順で主として脳虚血性疾患患者を対象としてCTP/A法を行い、各症例ごとにその有用性を検討している。我々が経験した実際の症例を以下に例示したい。

症例1は突然の左片麻痺、意識消失、右方への共同偏視にて発症した69歳女性である(図1)。急性期単純CT像では脳梗塞巣はわからないが、CTPでは右中大脳動脈領域全体が低灌流域となっており、DSAでは右内頸動脈が前床突起部で完全閉塞していた。発症1週間後の単純CT像ではCTPで描出された低灌流域全体が脳梗塞となっていた。この例では単純CT像、MRIT2WIで脳梗塞巣が明らかとなる前にCTP/A法により脳虚血部位の範囲が推測できた。

症例2は70歳男性で構語障害、右手指のしびれが出現し精査を行った症例である(図2)。発症3時間後の単純CT像では、左放線冠前部のラクナ梗塞を認めたが大きな脳梗塞は見られなかった。CTPでは左中大脳動脈領域全体の平均通過時間が遅延しており、同部が低灌流となっていると考えられた。引き続いて行われたCTAで左中大脳動脈は水平部で完全閉塞しており、CTPの所見とあわせると、左中大脳動脈閉塞によりその末梢の穿通枝領域の脳梗塞を生じたと考えられた。発症1週間後のMRIT2WIでは左被殻と視床に梗塞巣が出現した。この患者は幸いなことに集中治療にて神経症状の進行を阻止できたが、CTP/A画像がなければ脳血流低下部位はわからず、広範な脳梗塞となった可能性が高いと思われた。よってこの症例ではCTP/A法が治療の選択に影響し、患者の予後を左右したと考えられた。

考察

我々の施設における経験では、CTP/A法は超急性期における虚血性脳疾患の病態把握に非常に有用であった。特筆すべきはCTP/A法の短い検査時間とその画像の鮮鋭度である。GE横河メディカル社製Advantage Window systemでは正常血管内のtime density curveと対象とする局所脳のtime density curveの比較により局所脳血流量を計算するdeconvolution theory³⁾に基づいてCTPの各パラメーターを算出しており、Fick法に基づき計算していた以前の計測値とくらべると測定誤差が少なく、動脈硬化の程度などの個人差の影響も抑えることができる。更に、CTPの撮影スピードはspiral CTスキャナのもとで劇的に高速化され、また高画素数の実現により鮮鋭度が改善されたため以前と比べて格段に使いやすくなった⁴⁾。CTAは、空間分解能が高く、写実的な3次元画像が得られるため通常の血管病変の診断には充分であり、適当な条件下では従来のDSA画像をも上回る血管像が得られる⁵⁾。

撮像時間はCTPが約40秒間、CTAが約30秒間であり、患者の絶対静止時間は1分強であり、他のいかなる脳血流検査と脳血管撮影の組み合わせ

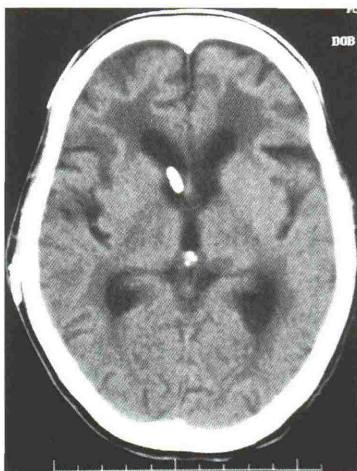


図1-1

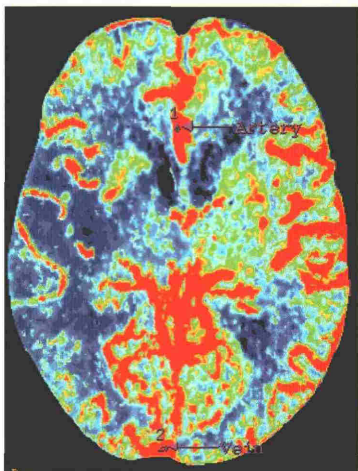


図1-2

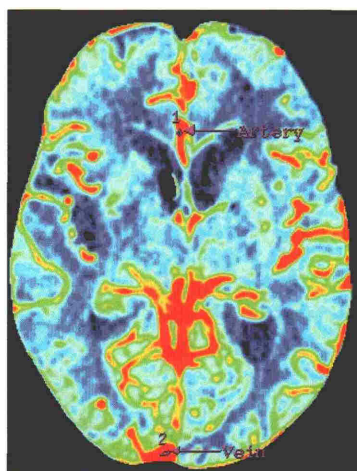


図1-3

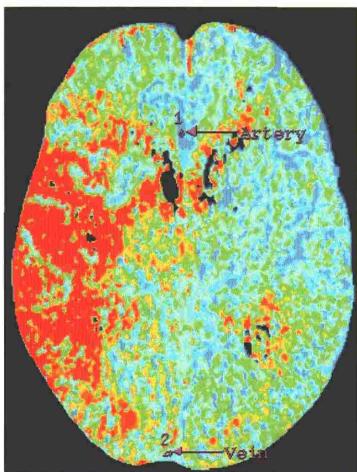


図1-4

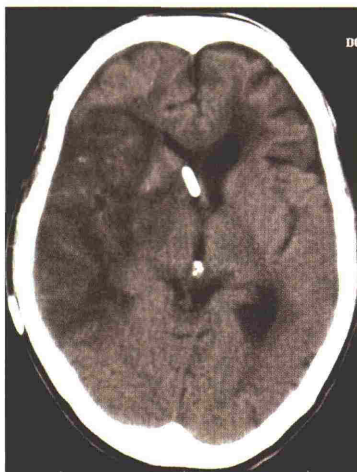


図1-6

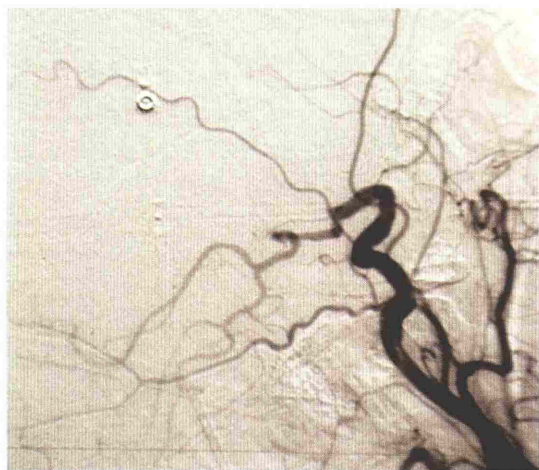


図1-5

図1：症例1の発症2時間後の単純CT像とその後のCTP画像(r-CBF, r-CBV, MTT)、DSA画像、発症1週間後の単純CT像。

この患者は以前に正常圧水頭症の治療のため脳室腹腔シャント術を受けており、CT像で脳室内にカテーテルが見られる。

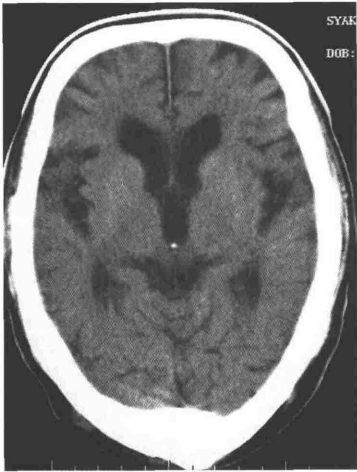


図2-1

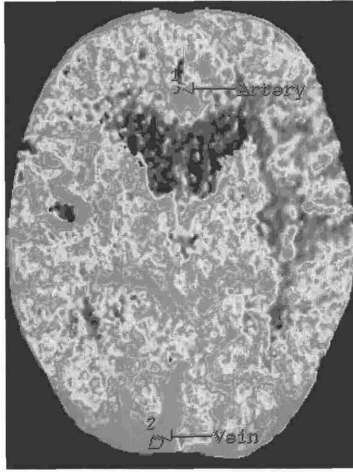


図2-2

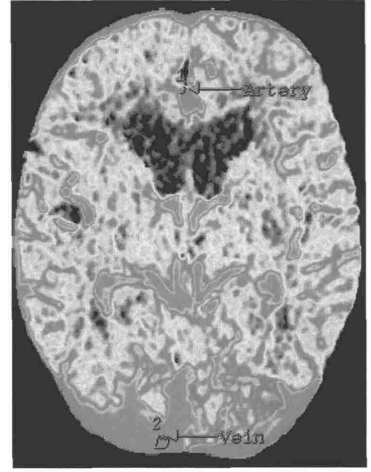


図2-3

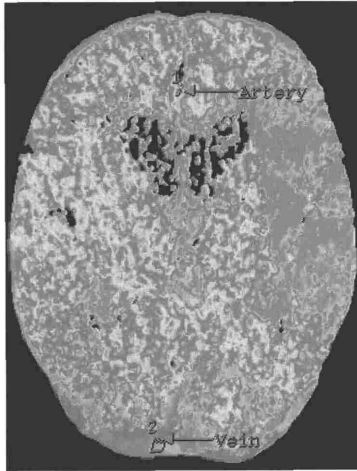


図2-4

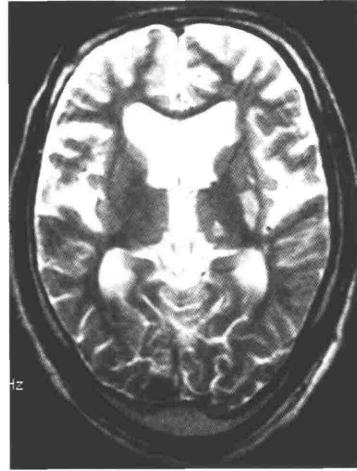


図2-6

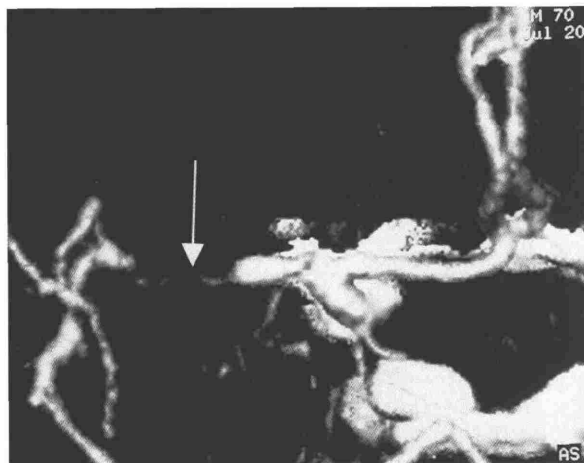


図2-5

図2：症例2の発症1日目の単純CT像、CTP画像 (r-CBF, r-CBV, MTT)、CTA画像 (↓は左中大脳動脈水平部の完全閉塞部を示す)、発症1ヶ月後のMRIT2WI。

せと比べてもCTP/A法は撮像時間が短い。従来の脳血流検査とそれに続く(別室に移動しての)脳血管撮影は手技が煩雑でかつ検査時間が長くなり、患者側、医療従事者側双方にとって苦痛を伴うことが多かった。CTP/A法はCT室内で連続して短時間で撮像することができるため、検査される患者、検査する医療従事者の両者に肉体的時間的に負担の少ない検査法である。

脳虚血性疾患の急性期診断においては脳血流動態検査が必須であるとされる。しかし、これまでは脳血流検査を行うにはSPECT、PET、Xenon吸入装置など高価で特殊な装置が必要であり、一般病院では事実上不可能であった。しかし、CTP/A法は現在普及型CTの90%以上を占めるとされるspiral CTスキャナがあれば、ワークステーションを構築するだけで、すぐにでも導入可能である。各種のパラメーターも自動的にカラー写真上で視覚化され、脳虚血部位を容易に同定することができる。いままで一部の施設に限られ、しかも特殊な訓練を受けた脳神経外科医、神経内科医、放射線科医の診断が必要であった脳血流検査を一般病院や一般開業医にも開放した点で、CTPはまさに画期的な検査法であるといえよう。我々はここにいたりdynamic CTの普及する条件が備わったとの感を強くしている。

CTP/A法の問題点

このように、CTP/A法は急性期脳虚血性疾患の診断と治療の双方に有用な検査法ではあるが、いくつかの短所も存在していた。造影検査に共通する問題であるが、造影剤のアレルギーに常に気を配る必要があること、各パラメーターの計算値は絶対値ではないため両側性病変や多発性病変の場合は診断が困難である点、1cm以下の小型病変や脳幹病変の評価は難しいことなどである。なお、これらの欠点の詳細について我々は現在分析を進めている。しかしこうした短所にもかかわらず、その有用性を考えれば、CTP/A法は今後ますます普及し得る検査法であると考えられた。

まとめ

寺岡記念病院で行っているCT perfusion, CT angiography連続施行法(CTP/A法)の急性期脳虚血性疾患に対する使用経験を通じてその有用性を検討した。

CTP/A法はMRIや単純CTでは明らかでない超急性期においても、脳虚血部位を描出するとともに脳動脈病変も診断できるため、治療に大きく貢献するとともに、予後予測にも有用であった。

CTP/A法の撮影時間は合わせて1分強であり、急性期脳虚血性疾患の脳血流検査、脳血管撮影検査として現存する検査法の中で最も短く、苦痛、不隠の強い患者にも施行しやすい。

CTP/A法は日本全国の病院のうち90%以上が保有しているとされるspiral CTスキャナがあれば、ワークステーションを構築するのみで、容易に導入できるため、SPECT, PET, Xenon吸入装置がない病院が多いことを考えると、今後ますます普及し得る脳血流検査法/脳血管撮影法であると考えられた。

抄録

寺岡記念病院で行っているCT perfusion, CT angiography連続施行法(CTP/A法)の急性期脳虚血性疾患に対する使用経験を通じてその有用性を検討した。CTP/A法は脳虚血性疾患の超急性期においても、低灌流域を描出するとともに脳動脈閉塞/狭窄病変も診断できるため、治療、予後予測に有用であった。

CTP/A法の撮影時間は延べ1分強であり、苦痛、不隠の強い患者にも施行しやすい。

CTP/A法はspiral CTスキャナがあれば、ワークステーションを構築するのみですぐに導入可能であり、今後ますます普及し得る脳血流検査法/脳血管撮影法であると考えられた。

文献

- 1) Mayer TE et al : Dynamic CT perfusion imaging of acute stroke. AJNR 21 : 1441-1449, 2000
- 2) Knauth M et al : Potential of CT angiography in acute ischemic stroke. AJNR 18 : 1001-1010, 1997
- 3) Nabavi DG et al : CT assessment of cerebral perfusion : experimental validation and initial experience. Radiology 213 : 141-149, 1999