

脳虚血性疾患急性期診断における CT perfusion/3D-CT angiography 連続施行法の有用性*

中口 博** 寺岡 暉 安達 忍 柳橋 万隆

Efficacy of Dynamic CT Perfusion Imaging in Conjunction with Three Dimensional CT Angiography for the Evaluation of Acute Ischemic Stroke

Hiroshi NAKAGUCHI, Akira TERAOKA, Shinobu ADACHI, Kazutaka YANAGIBASHI

Department of Neurosurgery, Teraoka Memorial Hospital

Background and Purpose: Through the use of a high-speed spiral CT scanner (GEMedical HiSpeedZX/i), CT/P/A technique, where conventional CT, CT perfusion imaging (CTP) and CT angiography (CTA) are consecutively performed, can now be performed with an imaging time of 90 seconds and a total contrast medium volume of 100ml. A prospective clinical study was performed to ascertain the effectiveness of CT/P/A in diagnosing acute ischemic strokes.

Methods: 29 consecutive patients of Teraoka Memorial Hospital suspected of suffering from the occlusion or constriction of cerebral arteries and who underwent CT/P/A within 3 hours from the onset served as subjects. The sensitivity, specificity, or Odds ratio of CTP and CTA in detecting lesions that caused cerebral infarction was calculated.

Results: CTP detected a hypoperfusion area with a sensitivity, specificity, and Odds ratio of 80%, 64%, and 7.2. The sensitivity in lobar infarcts, white matter infarcts, basal ganglia infarcts, and brainstem infarcts was 100%, 100%, 100%, 0% (p=0.0022). The sensitivity and Odds ratio of CT/P/A in cerebral infarcts differed according to the diameter of the infarcts. That with infarcts of 10 mm or more was 91%, 20. That with infarcts smaller than 10 mm was 50%, 2.

CTA detected arterial lesions that caused cerebral ischemic attack with a sensitivity of 94% and specificity of 90%. The examination time for CT/P/A was 18 minutes, total radiation time being 90 seconds.

Conclusions: Although CT/P/A was ineffective for the diagnosis of brainstem infarcts and lesions smaller than 10 mm, CT/P/A was useful in detecting moderate-sized hypoperfusion areas and arterial lesions three-dimensionally before an infarct is completed.

(Received: February 4, 2002)

Key words CT perfusion, CT angiography, acute ischemic stroke, MRI

No Shinkei Geka 31(1): 17-25, 2003

I. はじめに

3 dimensional CT angiography (3D-CTA) は、造影剤を末梢静脈にボース注入し spiral high

resolution CT scanner で頭部CTを撮影、画像断面を横切る造影剤によるCT値の局所的変化をコンピュータでとらえ脳血管撮影像を得るCT撮像法である^{*)}。その簡便性と、従来のMRA, DSA画像

*(2002. 2. 4 受稿)

**寺岡記念病院脳神経外科

(連絡先) 中口 博=寺岡記念病院脳神経外科 (☎729-3103 広島県芦品郡新市町大字新市 37)

Address reprint requests to: Hiroshi NAKAGUCHI, M.D., Department of Neurological Surgery, Teraoka Memorial Hospital, 37 Shinichi-cho, Asina-gun, Hiroshima 729-3103, JAPAN

を上回る空間分解能, 写実的な3次元画像によりルーチンな脳血管撮影法として普及しつつある。一方, CT perfusion (CTP) 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, CT値の局所的变化をとらえコンピュータで局所脳血流量, 局所脳血流量を計算し画像表示するCT撮像法である^{7,9)}。高速CTの導入により短時間で施行できるようになり, 従来のXenonCT, PET, SPECTに代わる簡便な脳灌流画像法として近年再び注目を集めている。CT scannerの技術革新によりCTAとCTPを連続して数分間以内で撮影できるようになった。脳血管撮影像と脳灌流画像を短時間内で同時に得られるため, 脳虚血性疾患の急性期診断法として非常に有用であると考えられる¹²⁾。

寺岡記念病院では, 単純CT撮影後にCTPとCTAを連続して施行する撮像法をCT/P/A法と称し脳疾患の診断に利用しており, 今回同法の脳虚血性疾患急性期診断における有用性を分析するため前向き臨床研究を行った。

II. 対象と方法

2000年7月25日より11月5日までに寺岡記念病院を受診し神経脱落症状があり脳動脈の閉塞もしくは狭窄が疑われた連続29例(発症後3時間以内)に対し, CT/P/A法を施行した。同法により脳低灌流域の範囲と脳動脈病変の部位・程度を診断し, 病態に応じた治療を行った。脳虚血性疾患は発症1カ月後のMRI T2WI像での最終診断により, 大葉性梗塞, 白質梗塞, 基底核部梗塞, 脳幹梗塞, 脳梗塞なしに分類し, 全例で最終脳梗塞巣の最大径を計測した。

患者をCT室に搬入し単純CTを撮影し脳虚血性疾患が疑われる場合, まずCTP, その後CTAを続けて施行した。CTPはヨード350非イオン性造影剤40mlを自動注入機を使用して秒間4mlで注入し, これと同時に同一断面を1秒間隔で40回ダイナミックスキャンし, 512×512の画素(pixel)の1つひとつに対し, time density curve (TDC)を計算し, 平均通過時間(mean transit time: MTT)を計算し画像表示した。局所脳血流量(regional cerebral blood flow: rCBF), 局所脳

血流量(regional cerebral blood volume: rCBV)は相対値を計算のうえ画像表示した。対象とする撮像スライスに松果体, モンロー孔を通る1スライスとした。

CTAはヨード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秒間隔で40スライス(multi-scanning systemの下では80スライス)撮影し, 各VoxelごとにTDCを計算し血管像を再構成した。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, かつ各撮像像は約15度回転させた像をベアとし, 立体視できるようにしている。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, 大部分はウィリス動脈輪を中心とした上下4cmをCTAの撮像範囲とした。

CT/P/A法施行後連続してMRI/MRA連続施行法(MRI/A法と称す)も行った。われわれはMRI/A法を, MRI T1WI, T2WI, ProtonWIの水平断を施行後, 頭蓋内と頸部のMRAを行う撮像法と定義した。

CTスキャナーはGE横河メディカルHiSpeed ZX/iを, ワークステーションは同社製Advantage Window system (Advantage Workstation 3-1), MRIはGE社製Signa Advantage RP 1.0Tを用いた。

CT/P/A法は来院日と必要に応じて発症2~3週後に, MRI/A法は来院日, 発症1カ月後に施行した。単純CTはそれ以外に, Day 1, Day 7, Day 14にも撮影し, 病態の変化を捉えるようにした。

急性期CTP画像より将来的な脳梗塞巣の部位と範囲を推測し, 発症1カ月後のMRI T2WI像と比較して脳梗塞巣検出に対するCTPの陽性適中度, 陰性適中度, 敏感度, 特異度, オッズ比を計算した。MTTが健常側より20%以上延長した範囲(もしくはCBFが健常側の80%以下に低下した範囲)を脳梗塞に進展する可能性が高い部位とした。さらに脳梗塞巣の部位や大きさで敏感度が異なるかどうかも検討した。なお, テント上病変は1カ月後のMRI T2WI像で直径5mm以上の病変が新たに見られるもののみを脳梗塞巣の出現と判断した。MRI, CTともにテント上部は7mm

Table 1 Sensitivity, specificity, and Odds ratio of CTP in detecting lesions associated with acute ischemic strokes (for each lesion type)

CTP	Sensitivity	Specificity	Odds ratio
Lobar infarct	100% (3/3)	0% (0)	∞
Basal ganglia infarct	100% (7/7)	83% (5/6)	∞
White matter infarct	100% (2/2)	43% (3/7)	∞
Brain stem infarct	0% (0/3)*	0% (0/0)	0
No infarct	0% (0/0)	100% (1/1)	0
All	80% (12/15)	64% (9/14)	7.2

*Fisher exact test, $p=0.0022$.**Table 2** Correlation between the maximum diameter of cerebral infarcts and sensitivity, specificity, and Odds ratio of CTP

	Sensitivity	Specificity	Odds ratio
Infarct smaller than 10 mm	50% (2/4)	63% (5/8)	2
Infarct 10 mm or larger	91% (10/11)	67% (4/6)	20
Except for brainstem infarct and Infarct smaller than 10 mm	100% (10/10)*	67% (4/6)	∞

*Fisher exact test, $p=0.0220$.

間隔で撮影しており、直径 5 mm 未満の病変はスライスの切り方によっては描出されない可能性があるためである。一方テント下は 4 mm 間隔で撮影しており小型の病変も捉えられた。画像上脳梗塞巣が同定できなかった 1 例以外は全例いずれかの部位に分類した。

急性期 CTA 画像より脳動脈病変（狭窄，閉塞）を診断し，DSA，MRA 画像による最終診断と対照し，急性期 CTA 画像の感度，特異度，オッズ比を算出した。

急性期 MRI T2WI 画像で予想される脳虚血病変の範囲と 1 カ月後 T2WI 画像上での脳梗塞像とを対照し，急性期 MRI の脳梗塞巣描出における感度，特異度，オッズ比を計算した。

CT/P/A 法，MRI/A 法の検査室搬入から退室までの時間，撮影時間（照射時間）をそれぞれ 10 例で計測し平均値，標準偏差を求めた。XenonCT（安西メディカル社製 XENON-CT/CBF SYSTEM Model AZ-7000W98）の撮影時間，入退室時間も 10 例で実測した。

Stat View R J Version 4.11（SAS Institute, Cary, NC）を用いて Fisher exact test と χ^2 独立性検定を行った。

III. 結果

対象患者は 29 例（男 17 例，女 12 例），年齢分

布は 50 歳から 82 歳であった（平均年齢 71 歳，標準偏差 7 歳）。急性期 CTP の陽性適中度は 71%（12/17），陰性適中度は 75%（9/12），感度は 80%（12/15），特異度は 64%（9/14）であった。CTP の感度を部位別に見ると，大葉性梗塞 100%，白質梗塞 100%，基底核部梗塞 100%，脳幹梗塞 0% であった。脳幹梗塞を除けば感度は 100% であり，脳幹梗塞群とその他の群の間には有意差を認めた（Fisher exact test, $p=0.0022$, **Table 1**）。最終脳梗塞巣が最大径 10 mm 以上のものは感度 91%，径 10 mm 未満のもの感度は 50% であったが，両者間には統計学的有意差は見られなかった（ χ^2 独立性検定, $p=0.0798$, **Table 2**）。最大径 10 mm 以上でかつ脳幹梗塞でないものと，最大径 10 mm 未満または脳幹梗塞があるもの間には統計学的に有意差を認めた（Fisher exact test, $p=0.0220$, **Table 2**）。急性期 CTP の特異度は最大径 10 mm の脳梗塞に限っても 67% であった。

急性期 MRI T2WI 画像による脳梗塞巣診断の感度は $17/26 = 65\%$ ，特異度は $1/3 = 33\%$ ，オッズ比は 0.94 と急性期 CTP に比べて何れも低値であった。急性期 CTA の脳動脈病変診断の感度 94%（16/17），特異度は 90%（9/10），オッズ比は 144 であった。

各検査法の所要時間は **Table 3** の通りであった。

Table 3 Average examination time for the various imaging techniques (n=10)

	Range (min)	Mean examination time (min)	Standard deviation
MRI and MRA	33-40	37	3
Xenon CT	21-35	28	3
CT/P/A method	15-21	18	2



Fig. 1 Case 1. A case demonstrating the CT/P/A method: A 73 year-old man suddenly developed right hemiparesis, left oculomotor palsy, and cerebellar ataxia. CT on admission showed no low-density area.

代表的な2症例のCT/P/A法画像をFig. 1~8に示す。

〈症例1 (Fig. 1~4)〉 73歳 男性

右片麻痺, 小脳失調, 構語障害, 左動眼神経麻痺で発症し, 急性期単純CTでは低吸収域はなく連続して施行したCTPで左後頭葉, 左視床の低灌流域, CTAで上小脳動脈分岐部近傍での脳底動脈完全閉塞を認めた。脳底動脈血栓症急性期と診断しただちにアルガトロバン, エダラボンの点滴療法, 高圧酸素療法, 昇圧療法を行った。CTAで右後大脳動脈は右後交通動脈により灌流されており, 同血管領域は脳梗塞化は免れると予測した。翌日CTで左後頭葉, 左視床に梗塞を認めたが, 右後頭葉には脳梗塞巣は出現しなかった。

〈症例2 (Fig. 5~8)〉 71歳 女性

一過性の左片麻痺と歩行障害を主訴に来院した。急性期CT/P/A法画像で右内包後脚にMTTの

延長像を認め, ただちに抗凝固療法を開始した。慢性期MRIで同部に一致した脳梗塞巣を認めたが症状は軽快した。両症例とも急性期CTで脳虚血巣は同定されなかったが連続して施行したCTP, CTA画像で病態の早期診断が可能であり, 急性期治療を行ううえで有益であった。

IV. 考察

1. 急性期脳虚血性疾患の診断に対するCT/P/A法の有用性

急性期CTPは急性期MRI T2WIと比べると非常に高い感度を有していたが, これは脳梗塞に陥る前段階での低灌流域がCTP画像で描出され, 算出されたrCBF, rCBV, MTT値により貧困灌流であるかどうかある程度予測できたからである^{7,9)}。一方, 陽性適中度は71%と低く, CTPで描出された低灌流域の全てが脳梗塞になるのではなく, 治療により回復可能な部分があること(ischemic penumbra), もしくは脳血流量が一定の閾値を下回らなければ, 脳梗塞症に陥らないことを反映していると考えられた。また, 陰性適中度は75%であったが, これは脳幹梗塞3例をCTPでは捉えられなかったからである。特異度も64%と低かったが, これは脳梗塞巣が小さいものにはCTPが不利であることを示している。

一方, CTAは感度, 特異度ともに高く, CTAがDSA, MRA画像と同等(もしくはそれ以上)の診断能力があることを示す。単純CTやMRIなどの脳の形態学的診断に併せてCTPとCTAを行えば, 脳虚血性疾患の急性期診断をより正確に行えると考えられた。

今回使用したワークステーション(Advantage Workstation 3.1)は脳血流測定法としてdeconvolution theory¹⁰⁾を採用している。Deconvolution theoryとは, 従来のFick法とは異なり, 正常血管内のTDCと対象とする局所脳のTDCの比較により

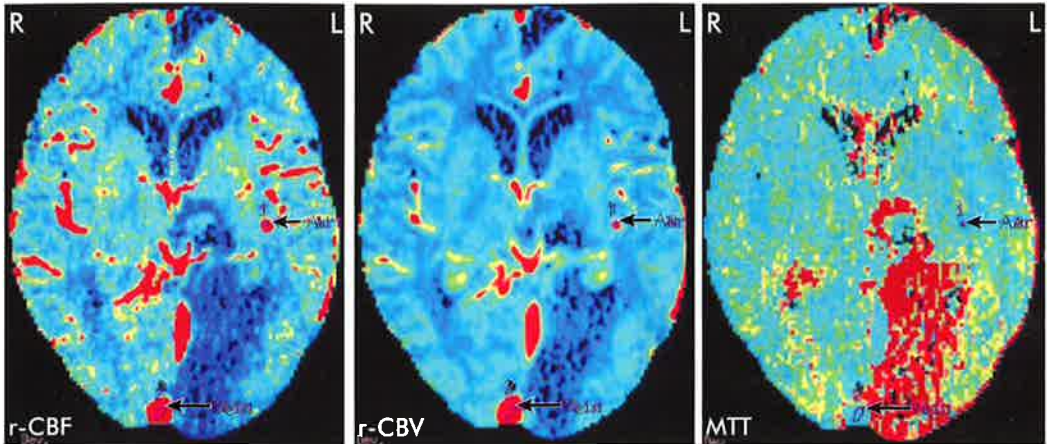


Fig. 2 Case 1. CTP on admission showed a marked decrease of CBF and prolongation of MTT in the left posterior cerebral artery territory and the left thalamus.

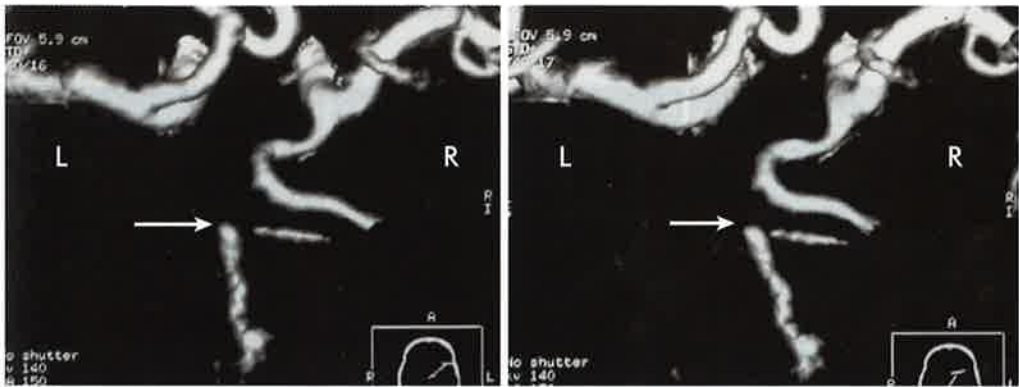


Fig. 3 Case 1. CTA on admission demonstrated complete occlusion of the basilar artery (arrows), with the left posterior cerebral artery being perfused via the left posterior communicating artery.

局所脳血流量を計算するもので、測定誤差が少なく動脈硬化の程度などの個人差の影響に左右されにくいとされる。

近年新しいMRIのsequenceとして、FLAIR法、Diffusion Weighted MRI、perfusion MRIが注目されている。FLAIR法はT2WI画像で水の信号を無信号として表示するものであり、T2WIで高信号域でない病変は理論的に描出不能である^{2,13)}。Diffusion Weighted MRI¹⁾は発症後数10分間で虚血部位を描出できるが、脳血流量は算出できず貧困灌流かどうかは検討できない。Perfusion MRIはecho-planar imaging (EPI)により1スライス1秒間で撮像可能であり、またCTPと同等の脳血流動態に関する診断能力があると考えられるが、



Fig. 4 Case 1. CT on the day after the stroke showed a large infarct in the left thalamus and the left posterior cerebral artery territory, corresponding to the hypoperfused area shown by CTP on admission.



Fig. 5 Case 2. Another case demonstrating the CT/P/A method: A 71 year-old woman suffered the sudden onset of mild left hemiparesis and gait disturbance. CT on admission showed no low-density area in the basal ganglia.

MRIは出血性病変の判断が困難であり小型の脳内出血，出血性脳梗塞，くも膜下出血などを見落とす可能性がある。脳卒中急性期にはCTを施行しなければならないことを考えるとCT/P/A法に比べ不利であると思われる。

2. CTP, CTAのどちらを先に検査すべきか？

われわれはCTP後CTAを施行するようにしている（CT/P/A法）。CTPの直前にCTAを施行すると（CT/A/P法），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，CTPで求められたパラメーター値が不正確になる可能性があるためである。しかしCT/P/A法では，動脈と静脈の分離が困難になりCTA画像のコントラストが落ちる可能性がある。初期の経験よりCTP後3分以上たってCTAを行えばワークステーション上

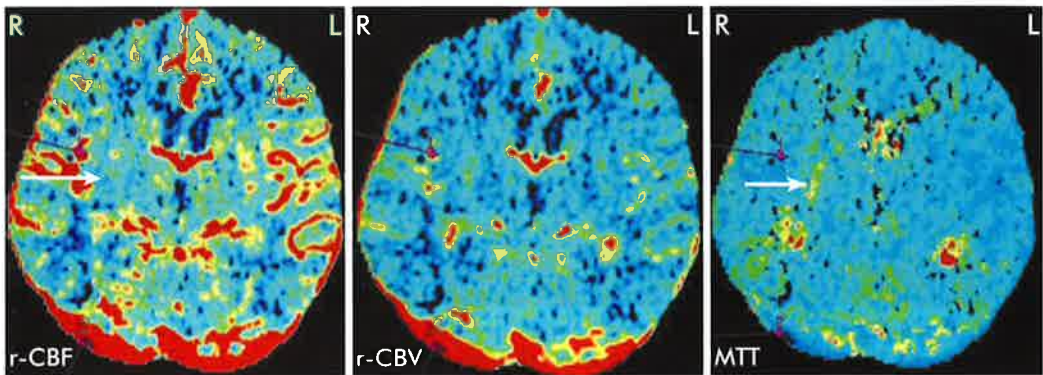


Fig. 6 Case 2. CTP on admission showed a decrease of CBF and elongation of MTT in the right putamen (arrows).

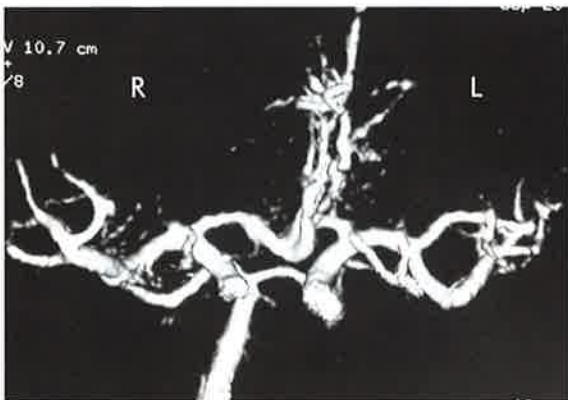


Fig. 7 Case 2. CTA on admission showed mild atherosclerotic changes, but no marked stenosis of the right middle cerebral artery.

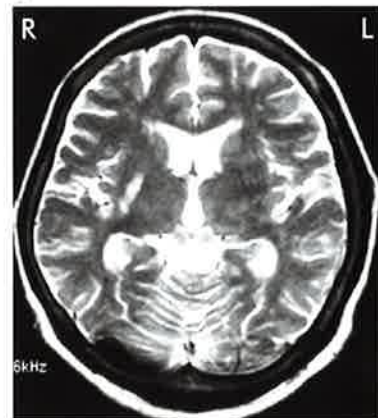


Fig. 8 Case 2. T2-weighted MR imaging at 1 month after admission showed a lacunar infarct in the right putamen.

で動静脈の分離が可能であることがわかり、現在われわれはCTP撮影後にCTAを行うようにしている。しかし、個々の症例でCTAとCTPのどちらを優先するかで検査の順番を変える必要があり、われわれはCTA画像を優先する場合はCT/A/P法を選択するようにしている。

3. 脳梗塞巣の最終最大径と急性期CT/P/A法の敏感度との相関

最終の脳梗塞巣の最大径が10mm未満ではCTPの敏感度、オッズ比はそれぞれ50%、2で、10mm以上では91%、20であり、現時点ではCTPは長径10mm未満のラクナ梗塞には有効でないと考えられた。一般的には脳梗塞巣が小さければ症状が改善する症例が多く、またそうした例では生命予後もよいと考えられるが、内包後脚部や運動野直下の放線冠部のラクナ梗塞では運動障害が後遺する可能性がある。Xenon CT, SPECTにも共通した問題であるが³⁾、小型病変に対して敏感度を上げることが今後の課題である。

一方、ラクナ梗塞でも脳動脈の主幹、主分枝の狭窄、閉塞に伴うものは周囲のペナンプラ領域が将来的に脳梗塞化する可能性がある。今回CTPで広範な低灌流域があると診断された症例に対して抗凝固療法、昇圧療法、高圧酸素療法等の集中治療を積極的に行い脳梗塞巣の拡大を予防した。こうした治療法の選択に際しCT/P/A法は非常に有用であった。

4. 脳幹梗塞

脳幹梗塞の診断にはCTPは無効であったが、これは今回の検討では脳幹を含むスライス調べていないためである。脳幹梗塞が疑われる例では脳幹を含むスライスでのCTPを考慮しなければならないが2回のCTPは造影剤の量が増えるため全例で行うのは難しい。しかし仮に脳幹を含むスライスでCTPを撮影しても、脳幹は直径20~30mmであり10mm未満の脳虚血性病変は前述のように有効率が低いため、CTPの脳幹虚血巣の診断率は低いと考えられる。臨床症状の詳細な検討により、テント上病変かテント下病変かを急性期に鑑別する必要がある。

5. 検査時間

CT/P/A法では照射時間は単純CTが20秒間、

CTPは40秒間、CTAは30秒間と合計約90秒間、入室から退室までの時間は平均18分であった。一方、XenonCTでは入室から退室までは平均28分であるが、Xenon吸入時間は3分でその間患者は静止している必要があり、血管病変の把握のために別に脳血管撮影も行う必要がある。DSAでは4 vessels studyで、入室から退室まで平均1時間13分であり、1回当たり4mlから10mlの造影剤(平均8ml)を使用し、1回の撮影で平均15秒間照射する。1回の検査で平均12回撮影しており、造影剤使用量はテスト注入もあわせて平均140ml、平均撮影照射時間は180秒であった。MRI/A法は、位置決め20秒、T1WI、T2WI、ProtonWI併せて8分30秒、MRA頭頸部併せて16分5秒と合計平均24分55秒静止している必要があり、入室から退室までの時間は平均37分であった。

このようにCT/P/A法は他の検査法に比べて撮影時間、照射時間が短く、重症患者の急性期診断が行いやすく、体動が激しい患者や不穏の強い患者において鎮静剤の使用量を抑えることができると考えられる。検査時間が著明に短縮され造影剤量も低減できた背景には、spiral CT scannerの技術革新によるところが大きい。

6. 造影剤の副作用

CT/P/A法で最も問題となるのは造影剤の副作用である。アレルギーが見られた場合迅速な救急処置を行うことは当然であるが、アレルギーが生じなくてもCT/P/A法に引き続きDSAを行う場合はDSAに使用できる造影剤量が制限される。造影剤の使用限界量は腎不全がない場合、ヨード300製剤で4ml/kgとされ、CT/P/A法後にDSAを行う場合はターゲットを絞った撮影のみとする必要がある。

7. 脳血流検査としてのCTPの意義

血流動態検査としてのCTPの欠点は、rCBFの絶対値が求められないことである。CTPは造影剤の平均通過時間(MTT)を計測するが、rCBVは計測できない。rCBFはMTTとrCBVより計算されるため、理論上rCBFの絶対値は求められない。対してPET、SPECT、XenonCTではrCBFの絶対値が得られるため、両側性病変の血流動態の

Table 4 Advantages and Disadvantages of the CT/P/A method

Advantage	① The scanning/irradiation time for the CTP/A technique was shorter than that for the other testing techniques. ② CTA has superior 3-dimensional spatial resolution compared to MRA or DSA. ③ CTP detects hypoperfusion areas in the acute stage if a infarct is 10 mm or larger.
Disadvantage	① CTP cannot measure absolute cerebral blood flow. ② It is hard to ascertain peripheral arterial lesions, arterial lesions near the cranial base, or venous lesions by CTA. ③ Anaphyxy shock caused by contrast medium (0.2%) ④ CT/P/A was ineffective for the diagnosis of brainstem infarctions and cerebral ischemic lesions smaller than 110 mm.

把握や、ペナンプラ領域の重症度の判定が可能である⁴⁻⁶⁾。

しかし、CTPでも健常部位との比較により虚血性病変のrCBF低下率を導くことができる。MayerらはrCBFが70%の低下で全例、40~70%の低下で半数が脳梗塞になったと報告し⁹⁾、Nagataらは脳虚血性疾患超急性期においてCTP所見と¹²³I-IMP SPECT所見の一致率が90.5%であったと発表している¹¹⁾。Klotzらは⁷⁾、XenonCTやSPECT、PETで計算されたrCBFは心拍出量に影響されるため真の絶対的脳血流量ではなく、またCTPにより計算されたrCBFが20%以下では全て脳梗塞となったと報告し、相対的脳血流量でも脳梗塞巣の予想には十分であるとした。CTPはSPECT、Xenon CTのない施設において脳血流動態検査として有用であると考えられた。

以上の考察をまとめ、CT/P/A法の長所と短所をTable 4に示した。

V. 結論

- 1) CT/P/A法は脳虚血性疾患急性期において、低灌流域の描出、脳動脈狭窄・閉塞病変の診断に有用であった。
- 2) CT/P/A法の平均照射時間は90秒間、平均検査時間は18分であった。
- 3) CT/P/A法は脳幹梗塞や10mm未満の脳虚血巣には無効であった。
- 4) その欠点を十分に理解したうえであれば、CT/P/A法は今後ますます普及する可能性のある脳の補助検査法であると考えられた。

文献

- 1) Albers G, Lansberg M, Norbash A, Tong D, O'Brien M, Woolfenden A, Marks M, Moseley M: Yield of diffusion-weighted MRI for detection of potentially relevant findings in stroke patients. *Neurology* **25**: 1562-1567, 2000
- 2) De Coene B, Hajnal JV, Gatehouse P, Longmore DB, White SJ, Oatridge A, Pennock JM, Young IR, Bydder GM: MR of the brain using fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) pulse sequences. *AJNR Am J Neuroradiol* **13**: 1555-1564, 1992
- 3) De Roo M, Mortelmans L, Devos P, Verbruggen A, Wilms G, Carton H, Wils V, Van den Bergh R: Clinical experience with Tc-99m HM-PAO high resolution SPECT of the brain in patients with cerebrovascular accidents. *Eur J Nucl Med* **15**: 9-15, 1989
- 4) Hughes R, Yonas H, Gur D, Latchaw R: Cerebral blood flow determination within the first 8 hours of cerebral infarction using stable xenon-enhanced computed tomography. *Stroke* **20**: 754-760, 1989
- 5) Itoh M, Hatazawa J, Pozzilli C, Matsuzawa T, Abe Y, Fukuda H, Fujiwara T, Watanuki S, Ido T: Positron CT imaging of an impending stroke. *Neuroradiology* **30**: 276-279, 1988
- 6) Jones T, Morawetz R, Crowell R, Marcoux FW, Fitz Gibbon SJ, DeGirolami U, Ojemann RG: Thresholds of focal cerebral ischemia in awake monkeys. *J Neurosurg* **54**: 773-782, 1981
- 7) Klotz E, König M: Perfusion measurements of the brain: using dynamic CT for the quantitative assessment of cerebral ischemia in acute stroke. *Eur J Radiol* **30**: 170-184, 1999
- 8) Knauth M, von Kummer R, Jansen O, Hahnel S, Dörfler A, Sartor K: Potential of CT angiography in acute ischemic stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* **18**: 1001-1010, 1997
- 9) Mayer T, Hamann G, Baranczyk J, Rosengarten B, Klotz E, Wiesmann M, Missler U, Schulte-Altedorneburg G, Brueckmann H: Dynamic CT perfusion imaging of acute stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* **21**: 1441-1449, 2000

- 10) Nabavi D, Cenic A, Dool J, Smith R, Espinosa F, Craen R, Gelb A, Lee T: Quantitative assessment of cerebral hemodynamics using CT: stability, accuracy, and precision studies in dogs. *J Comput Assist Tomogr* **23**: 506-515, 1999
- 11) Nagata K, Asano T: Functional image of dynamic computed tomography for the evaluation of cerebral hemodynamics. *Stroke* **21**: 882-889, 1990
- 12) 中口 博, 寺岡 暉, 柳橋万隆, 安達 忍, 三原治道, 五百旗頭孝行, 鉾崎昌輝, 丸田勝士, 西秀治: 脳梗塞急性期診断における CT perfusion/CT angiography 連続施行法 (CTP/A 法) の使用経験. *映像情報MEDICAL* **33**: 408-412, 2001
- 13) 中口 博, 佐々木富男, 桐野高明, 大久保敏之, 林 直人: 頭蓋内腫瘍摘出術の術前診断としての MRI 高速 FLAIR 法の意義. *脳外* **25**: 599-606, 1997

「読者からの手紙」募集

趣 旨 掲載論文に対する読者の方々の意見, ならびに日常臨床における経験で, 論文をまとめるには至らないものの報告をしておきたいと考えられる知見あるいは意見などを掲載いたします。

原稿枚数 400 字詰原稿用紙に換算して 2 枚以内。
(筆者名・所属を必ず明記して下さい。匿名原稿は受付けません。)

採 否 編集委員会で決定。採用しない場合はその旨ご連絡します。返却理由はお知らせいたしません。

そ の 他 原稿は多少の字句の訂正をすることがあります。
採用の場合は掲載誌 1 部および別刷 30 部を贈呈いたします。

「脳神経外科」編集室