

第49回

日本医学放射線学会秋季臨床大会 ランチョンセミナー

最先端CT/MRIによる 臨床応用

座長

原田 雅史 先生(徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部放射線科学分野)

講演

**Vantage Titan 3Tによる
脳神経領域の最新情報**

村山 和宏 先生
(藤田保健衛生大学医学部放射線医学教室)

Rad Fan

Vol.12 No.1 (2014) 2014年1月号別刷

第49回 日本医学放射線学会秋季臨床大会 ランチョンセミナー

日時：2013年10月13日 場所：名古屋国際会議場 共催：東芝メディカルシステムズ株式会社

最先端CT/MRIによる 臨床応用

●座長
徳島大学大学院
ヘルスバイオサイエンス研究部
放射線科学分野
原田雅史 先生



Vantage Titan 3Tによる 脳神経領域の最新情報

藤田保健衛生大学
医学部放射線医学教室

村山和宏 先生

脳神経領域におけるVantage Titan™ 3T (以下Titan 3T)の臨床経験をもとに、ASTAR法、ASL-MRA法、Time-SLIP法、HOP-MRA法など脳神経領域における最新撮像法の臨床的有用性と可能性について、画像を供覧し解説する。

ASTRA法による 脳血流評価

ASL法は造影剤を使わずに脳の灌流を画像化する方法で、磁気的に標識した内因性トレーサーを撮像し、この差分画像によって灌流像を得る。Titan 3TのASL法は、Tag-IR像とともにコントロールのIR像を用いることで、高精細な原画のサブトラクションを可能にしたASTRA法*が採用されている。ASTAR法は静脈信号が抑制され、静止組織由来の差分残差が少いメリットがある。特発性正常圧水頭症の症例(図1)を紹介する。FLAIRで脳室の拡大と右大脳半球に優位な白質の高信号域が認められた。ASTARでは右大脳半球に血流の低下が認められる。正常圧水頭症では通常、このような白質の信号変化が虚血の合併を示唆すると言われているが、本症例にお

いてFLAIRで認められる右大脳半球の変化とASTARの変化がある程度合致していることがわかる。

* modified STAR using asymmetric inversion slabs

ASL-MRA法の臨床応用 —regional MRA—

近年、ASL法を用いたMRAで脳の血流支配領域別に病態を評価する regional ASL法を

使って、DSAを行わなくてもMRIである程度の血流状況を描出できることが報告されている¹⁾。ほかにも、regional ASL法の有用性を示す論文が発表されており、今後のエビデンス蓄積が期待されている。Titan 3Tを用いた正常例のregional ASL像を図2に示す。領域別に右側と左側、あるいは前方寄り、後方寄りにtagをラベリングしているが、tagを前方寄りにかけると前方の血流領域を表現した画像が得られている。このように、regional ASL法は非造影で領域別の生理的循環を視覚的に理解することができる。

ASL-MRA法の臨床応用 —time-resolved MRA—

TIを複数設定しマルチフェーズで撮像することで、高い時間分解能を持ったASL-MRAが

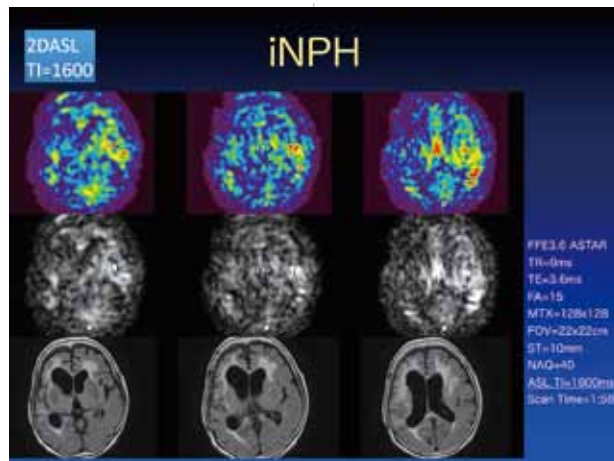


図1 正常圧水頭症(上中段：ASTAR、下段：FLAIR)

KEY SENTENCE

- ASTAR法は、静止組織由来の差分残差が少ない非造影灌流画像が得られる。
- ASL-MRA法は、脳血管障害や脳腫瘍における詳細な治療前評価が可能である。
- Time-SLIP法を用いたCSFフローイメージングは、特発性正常圧水頭症や脊髄疾患における新たな診断手法としての応用が期待される。
- Titan 3TのTime-SLIP法は、tagのサイズや角度、位置など設定の自由度が高く、臨床有用性が高い。
- HOP-MRA法は、末梢血管の描出能が向上し、TOF-MRAにプラスアルファする情報が得られる。

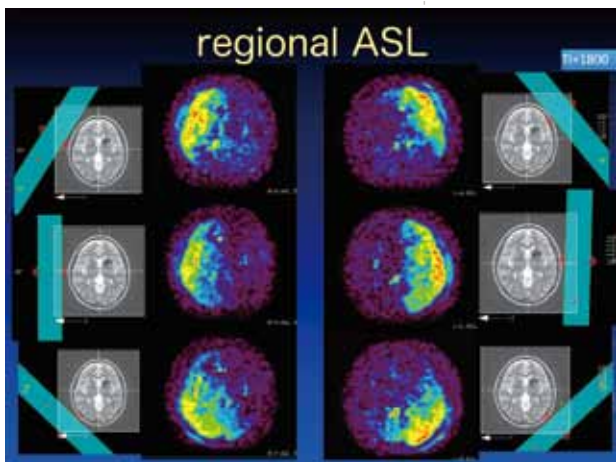


図2 regional ASL法

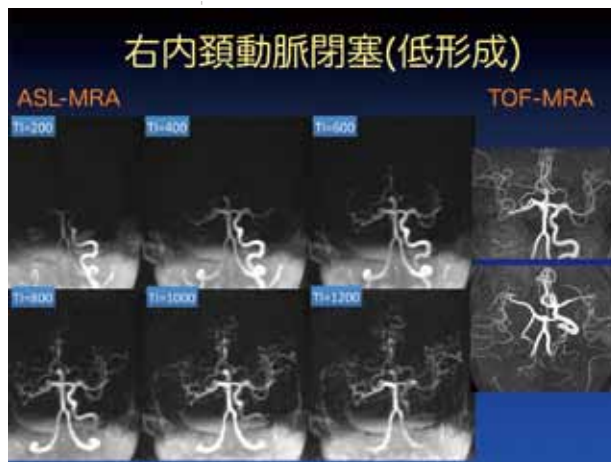


図3 time-resolved MRA

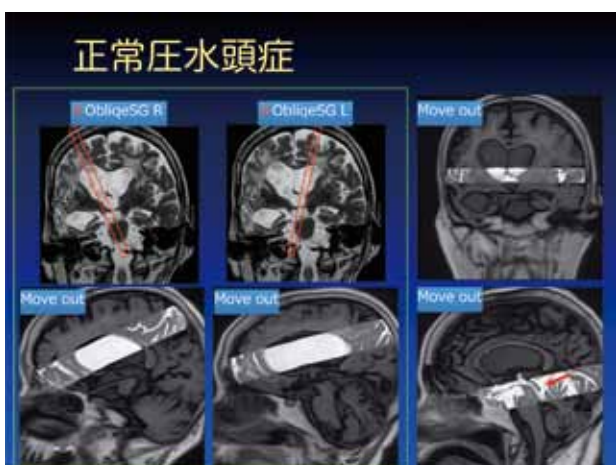


図4 正常圧水頭症のCSFフローイメージング



図5 術前のCSFフローイメージング
CSFの動きがほとんどないことが分かる。

得られる。末梢血管に関しては、TOF-MRA像に比較してより良好な描出が得られる。tagを調節しマルチフェーズ撮像することで、詳細なダイナミックフロー情報を造影剤なしで得ることができる。図3は右内頸動脈閉塞の症例である。TOF-MRA像を見ると、右内頸動脈が閉塞して後交通動脈が発達し、右中大脳動脈第一分岐部以降は後方循環から供給されていることが推察される。この後方循環の血流は本当に後方からの供給によるものなのかどうかを確認するために、tagを後方に当てTIをマルチフェーズ撮像した。このようにして得られたASL-MRAにて、椎骨脳底動脈系から後交通動脈を介して中大脳動脈第一分岐部以降が描出されることが確認された。なお左内頸動脈および左中大脳動脈、さらに前大脳動脈は描出されていない。このようにtagの印加位置を調節してマルチフェーズ撮像することでDSAの選択造影の情報をMRIである程度得ることができる。

このようにASL法やASL-MRA法は、脳血管障害における血行動態の評価や再開通後の

血流支配の変化を確認する目的で活用されるケースが増えている。また脳腫瘍においては、栄養血管の同定やクロスフローの有無、パイアルサプライの評価などへの活用が期待される。

Time-SLIP法を用いたCSFフローイメージング

Time-SLIP法ではMove outとMove inと呼ばれる2つの方法がある。tagを当てた部分から血液や脳脊髄液(以下CSF)が出ていく動きを見るのがMove out、tagを当てた部分に血液が入ってくる様を見るのがMove inである。目的に応じて両者を使い分けることが望ましい。さてCSFをラベリングするTime-SLIP法の場合は、ノンセレクトティブのIRパルスで背景信号を抑制し、任意の場所のCSFを反転させるラベリングを当て、その後複数回のTIを設定する。すると、ラベリングされたCSFが抑制された背景信号内に流れ出て

いくことで、CSFの循環動態の可視化が可能となる。ラベリングパルスの回復時間を考えると、5~6秒間の動態の観察が可能である。Titan 3TではTime-SLIP法のtagのサイズや角度、位置などの設定の自由度が高く、観察したい場所や対象の自由度が大きいことが臨床的有用性の高さに直結している。

CSFフローイメージングで明らかになった新発見

CSFの動態について従来教科書的には、脈絡叢で産生された脳脊髄液が第3脳室から第4脳室を介してクモ膜下腔に流れ、クモ膜顆粒から静脈に吸収される一定の方向を持つ流れで循環すると解釈されていた。しかし近年、Time-SLIP法を用いてCSFの動きの新しい知見が解明されており²⁾、教科書の書き換えが進んでいる。われわれも、Time-SLIP法を用いた検討において、正常例において第3脳室から側脳室内に噴水状にCSFが吹き上が

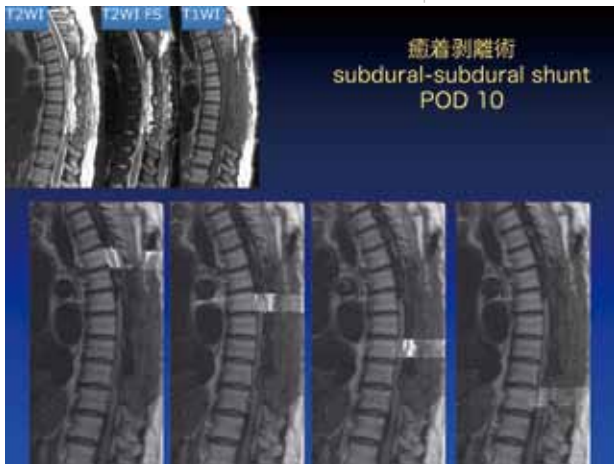


図6 術後のCSFフローイメージング
術前後のCSF flowの変化が観察できる。

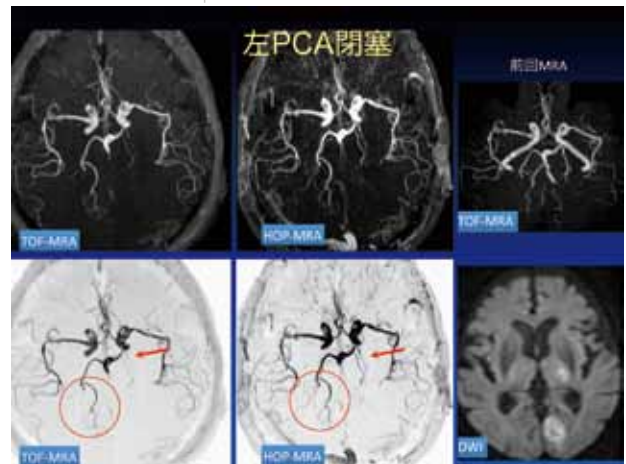


図7 HOP-MRA

り逆流する現象を確認している。図4に正常圧水頭症患者のMRI像を示す。オプリーク断面撮像でしたところ、正常例で見られる第3脳室から側脳室内への逆流フローは見られず、第3脳室や中脳水道でのフローが速くなっていることが確認された。これまで脳槽CTやRI検査などで見られた脳室内にトレーサーが逆流する所見とは正反対の結果が得られた。Time-SLIP法によるCSFフローイメージングで新たな脳脊髄液動態が解明されてゆくことが期待できる。

CSFフローイメージングの臨床的位置づけと応用例

特発性正常圧水頭症の2011年診療ガイドラインにはpossible iNPH with MRI supportの項目が設けられ、MRIの重要性が強調されている。今後CSFフローイメージングのエビデンスが蓄積されればその記載内容がさらに変更されてゆくかもしれない。また脳腫瘍に伴う閉塞性水頭症や嚢胞性腫瘍などの一般的な症例についても、CSFフローイメージングが簡単に得られることから、外科医に対する術前情報の提供がスムーズに行える。たとえばCSFと接する傍椎体腫瘍の例では、CSFとの交通がないこと、腫瘍の内部は液体の挙動を示さない性状であることが簡単に判断できた。図5は癒着性クモ膜炎の症例である。術前画像において、クモ膜下腔の不均一な拡大と脊髄の中に高信号の浮腫が見られる。複数箇所tagを当て観察すると、CSFの動きはほとんどない。椎弓形成術後歩行障害が残存したため、さらに癒着剥離術を施行後10日目の画像を見ると、CSFの動きが活発になっている(図6)。このケースは、T1調像やT2強調調像では把握しにくい術前後の変化を

Time-SLIP法で視覚的にわかりやすく判断できた一例だと言えよう。

以上のようにTime-SLIP法によるCSFフローイメージングでは、正常圧水頭症の新たな診断方法の確立と病態解明が期待される。そのほか閉塞性水頭症の術前後評価、嚢胞性腫瘍におけるCSF交通の評価、さらに癒着性クモ膜炎、脊髄空洞症などの診断や術前後の評価、フォローアップなど、多岐にわたる有用性が期待される。

末梢動静脈の描出に有用なHOP-MRA法

HOP-MRA法は、ファーストエコーでTOF法、セカンドエコーでFSBB法をデュアルエコーで撮像し、これらを重み付け差分して最大値投影法でMRA像を得る方法である。HOP-MRA法では末梢の動静脈の描出能が向上するため、TOF-MRA像と比べると末梢の血管の描出が良好である。またセカンドエコーで撮像されたFSBBを冠状断で表示すると穿通枝などの細部血管の描出が良好に行える。

図7に左後大脳動脈閉塞の症例を示す。前回のTOF-MRA像では後大脳動脈閉塞は良好に描出されていたがその後、左後大脳動脈閉塞領域の梗塞をきたし描出が不良になった。TOF-MRA像でもある程度見えるが、対側後大脳動脈の末梢の描出はHOP-MRA像のほうが細部まで明瞭に描出されている。白黒反転させた画像でも、HOP-MRA像では末梢まできれいに描出されていることがわかる。このように末梢血流の評価をする場合にHOP-MRA法は有用性を発揮する。HOP-MRA法の臨床応用は、脳動脈瘤や脳動脈瘤におけるfeeder, nidus, drainerの評価、急性期脳梗塞におけるleptomeningeal anastomosis

や穿通枝の評価活用が期待される。また動脈の情報を消してHOP-MRVとして用いることが可能なため、可逆性後頭葉白質脳症(PRES)や静脈梗塞など静脈性疾患にも応用できると考えられる。

まとめ

ASTAR法はtag pulseの設定方法によって、脳血管障害や脳腫瘍において詳細な情報を治療前に得ることが可能であり、治療法の決定にも有用と考えられる。Time-SLIP法を用いたCSFフローイメージングは、特発性正常圧水頭症の新たな診断手法になることが期待され、今後エビデンスの蓄積が待たれる。その他の腫瘍性の疾患や脊髄疾患においても術前後の視覚的評価に優れた手法と言える。HOP-MRA法は末梢の描出が良好であるため、従来のTOF-MRA法と比較するとプラスアルファの情報が得られる利点がある。これらの撮像手法はすべて製品版のTitan 3Tで使用可能であり、汎用性が高く臨床で使いやすいという点も加えておきたい。

<文献>

- 1) Sasao A et al : Assessment of vascular supply of hypervascular extra-axial brain tumors with 3T MR regional perfusion imaging. AJNR Am J Neuroradiol 31(3): 554-558, 2010
- 2) Yamada S et al : Visualization of cerebrospinal fluid movement with spin labeling at MR imaging: preliminary results in normal and pathophysiologic conditions. Radiology 249(2): 644-652, 2008