

3T MRIの臨床経験

～非造影MRA Time-SLIP法について

田嶋 強

東京女子医科大学画像診断学・核医学講座准教授

非造影MRAは、MRI黎明期から開発されてきた撮像手法であるが、最近の技術的進歩による描出能の向上や、包括医療制度の導入、腎性全身性線維症(NSF)が報告されたガドリニウム造影剤の安全性の観点から、これまで以上に注目されている。本講演では、当院における腎疾患診療の現状と、非造影MRA手法である“Time-SLIP法”の原理について述べ、実際の症例を提示する。

当院における腎疾患診療の現状

当院における腎移植症例数は、年間約180例、のべ3000例以上と世界有数であるほか、わが国で初めて血液型不適合の腎移植に取り組み、2005年までに世界最多の247例を施行した。また、血液透析は年間1500件以上、血液シャントIVRも年間700件以上に上る。それ以外の腎・泌尿器血管系IVRについても、非常に幅広い症例に対して豊富に施行しており、その数は増加傾向にある。

Time-SLIP法併用非造影MRAの概要

当院では2010年11月、東芝メディカルシステムズ社製3T MRI「Vantage Titan 3T」と、1.5T MRI「EXCELART Vantage powered by Atlas」を導入し、MRI 5台体制となった。この2台に共通する大きな特徴は、非造影MRAアプリケーション“Time-SLIP法”を搭載していることである。

Time-SLIP法とは、arterial spin labeling (ASL)の技術をMRAに応用したもので、選択的IRパルスを用いて見たい分枝血管だけを分離したり、血流の方向や血行動態を可視化することができる。True-SSFPやFSE法などと併用できるが、

特にTrue-SSFPを併用した際の画質はきわめて高画質である。

Time-SLIP法併用非造影MRAの原理は次のとおりである。はじめに、描出したい血管領域を選択し、Selective IRパルスを任意の場所に設定する。図1 aはTime-SLIP法を併用していないSSFPの画像だが、ここから腎動脈を分離させたい場合、オレンジ色で囲った領域にtagを設定し(図1 a, b)、背景信号を抑制し、そこに流入する血流を描出して画像を作成する。次に、BBTI値(black blood traveling time: tagパルスを設定して血行動態を反映する時間)を調整することにより、血行動態あるいは背景の腎実質信号をコントロールする。その後、True-SSFPなどのシャッタースピードの速い撮像シーケンスを用いて撮像すると、腎動脈を明瞭に描出できる(図1 c)。

Time-SLIP法併用非造影MRAの長所と短所

Time-SLIP法併用非造影MRAの長所として、造影剤使用によるNSFやアレルギーのリスクがないこと、繰り返し撮像が可能なこと、動脈・静脈の分離が可能なこと、優れた背景信号抑制効果が得られること、細い側副血行路でも比較的描出能が高いこと、などが挙げられる。短所としては、検査時間が約5分とやや長いこと、血流速度・方向、体

動などの影響によりアーチファクトが出やすいこと、描出能がオペレータの技術と経験に依存すること、などがある。

また、1.5T装置との比較における、3T装置による腎の非造影MRAの利点として、高SNRによりきわめて高分解能かつ高速撮像が可能なこと、BBTI値が1.5Tよりも延長でき、腎動脈の末梢まで描出可能なこと、T1値の延長とT2値の短縮により背景腎の信号上昇が少ないこと、などが挙げられる。

図2は、1.5Tと3Tで同一症例を同じ条件で撮像したTime-SLIP SSFPのMIP像である。3Tの方が、腎動脈がより末梢まで描出されていることがわかる。

症例提示：非造影MRAによる腎動脈、血管解剖の描出

●非移植腎例

症例1は、70歳代、男性で、造影CTにて両側の腎動脈狭窄が疑われた。3D-CTAのMIP像では、右腎動脈起始部に強い狭窄が見られるほか、左腎動脈起始部にも石灰化が認められ、狭窄は否定できなかった。そこで、Time-SLIP SSFPのMIP像を見ると、左腎動脈には狭窄がないことがわかった(図3)。3T装置では、高齢者でも腎動脈末梢まで非常に明瞭に描出することができる。

●移植腎症例

症例2は、70歳代、女性で、腎移植

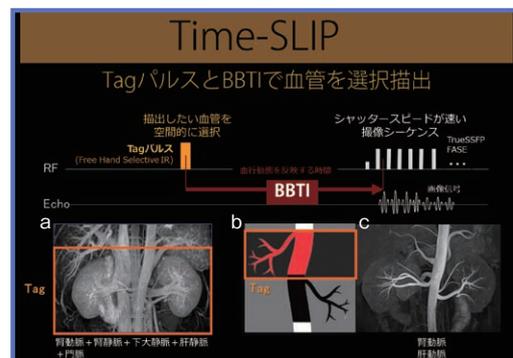


図1 Time-SLIP法併用非造影MRAの原理

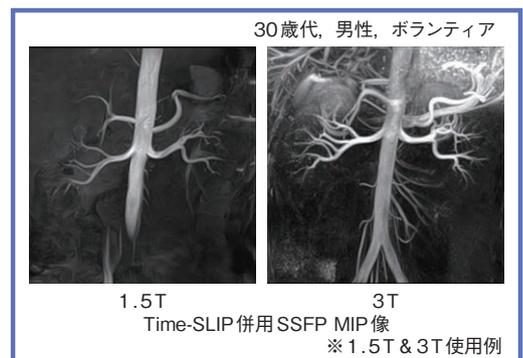


図2 非造影MRA：1.5Tと3Tの比較

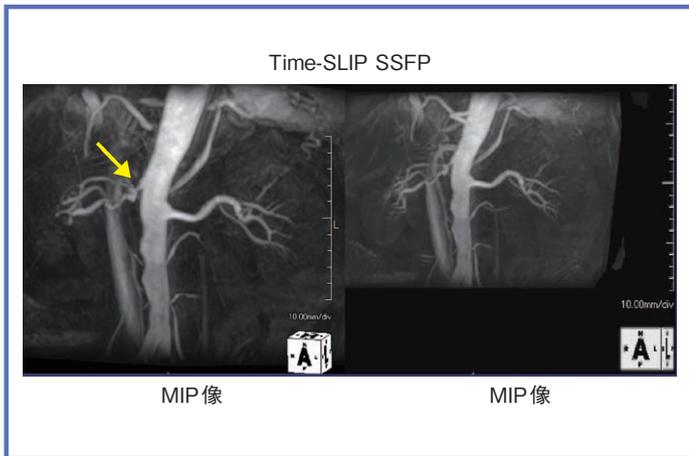


図3 症例1：腎動脈狭窄症例 (70歳代, 男性)

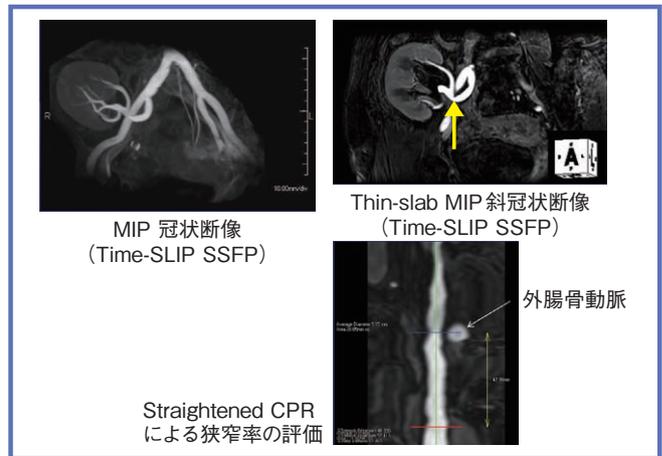


図4 症例2：移植後腎動脈狭窄症例 (70歳代, 女性, 生体腎移植後5年)

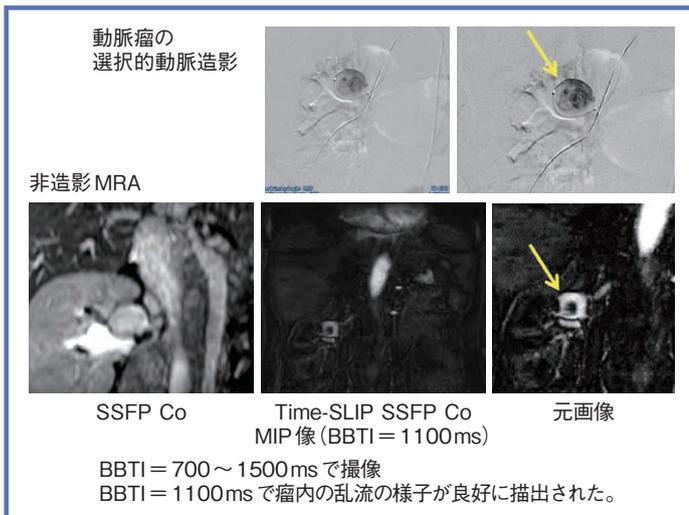


図5 症例3：腎動脈瘤のTAE術前評価 (40歳代, 女性)

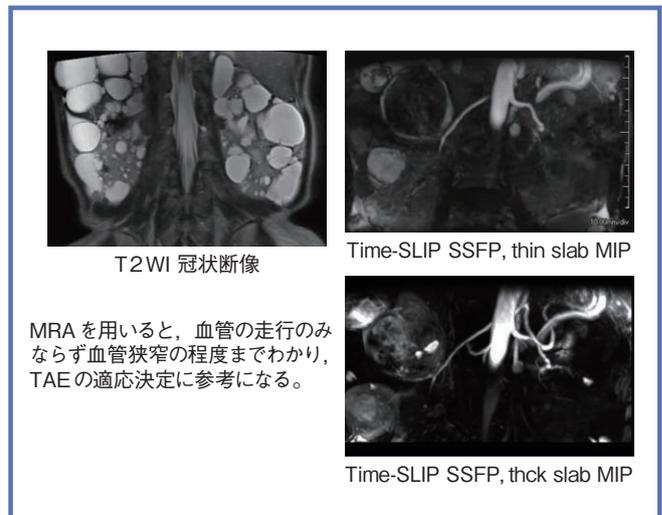


図6 症例4：ADPKDにおける腎動脈の描出 (60歳代, 女性)

後5年が経過している。臨床症状はないものの、Time-SLIP SSFPのMIP像にて内腸骨動脈との吻合部になだらかな狭窄が認められた(図4 ↑)。しかし、Straightened CPR像では、狭窄と思われた箇所近傍に外腸骨動脈が通過していたため、圧排のみと評価し、経過観察を行っている。Straightened CPR像は、狭窄率の評価にも使用できると考えている。

● IVR術前検査

腎移植後の合併症には、拒絶反応、感染症、泌尿器科的合併症などがあるが、血管系の合併症の頻度が高く、特に移植腎動脈狭窄については発生頻度が1～23%と報告されている。その原因として、海外の文献では動脈硬化が最も多いと報告されているが、私自身の経験では移植腎の位置ずれといった解剖学的要因や、移植腎摘出時の血管のねじ

れや縫合不全などの手技的要因が多いと実感している。

症例3は、40歳代、女性で、肝動脈塞栓療法(TAE)術前の3D-CTAにて腹側枝と背側枝の分岐部に約3cmの動脈瘤が認められた。瘤内の乱流の様子を見るために、Time-SLIP SSFPにてBBTI値を700～1500ms程度まで変更しながら撮像したところ、BBTI 1100msで乱流が明瞭に観察できた(図5)。IVRを行う上で、このような乱流の情報は有用との報告もあり、特に部位や形態が特殊な動脈瘤では役立つ可能性がある。

症例4は、常染色体優性遺伝性嚢胞腎(ADPKD)の60歳代、女性である。ADPKDでは、腹部膨満の緩和目的に両側腎動脈のTAEを行うことがあるが、従来、TAE術前の検査は単純CTしか行うことができず、腎動脈開存の有無に

ついては血管造影にて評価するしかなかった。そこで、Time-SLIP SSFPを行うと、血管の走行のみならず、血管狭窄の有無、嚢胞による圧排の程度もよくわかるため(図6)、IVRの適応を決める際の参考となる。

まとめ

非造影MRAは、近年の技術的な進歩により画質が飛躍的に向上しており、今後、腎疾患診療において有力なツールとなることが期待される。



田嶋 強
Tajima Tsuyoshi

1990年九州大学医学部医学科卒業。同医学部附属病院放射線科、国立病院機構九州がんセンター放射線科、九州大学病院放射線科講師を経て、2010年より現職。