

3T MRI を用いた susceptibility weighted imaging の 脳 AVM における臨床的意義の検討 [大会長賞記録]

増本 智彦¹, 青木 茂樹¹, 梶沢 宏之¹, 丸山 啓介²,
森 壘¹, 伊藤 大輔¹, 阿部 修¹, 大友 邦¹

¹東京大学医学部附属病院放射線科 ²同脳神経外科

目 的

Susceptibility weighted imaging (SWI) は位相情報を利用した撮像法で、局所の磁化率の違いを強調した画像を得ることが可能であり、高分解能の静脈描出や出血の検出などに期待されている¹⁾。本報告の目的は、3T MRI 下で SWI による脳 AVM 症例の評価を行い、その臨床的意義について検討することである。

方 法

MRI の撮像には、3T MRI 装置 (Signa HDx 3.0T, GE) および 8ch head coil を使用した。SWI のシーケンスには、flow compensation 併用の 3D gradient echo 法を用いた (TR/TE = 40/25 ms, FA = 30, FOV = 240 mm, matrix = 320 × 256, thickness = 2 mm, 28–32 slices)。チャンネルごとに得られた位相画像を合成し、magnitude 画像に対して phase mask 処理を行い、SWI 画像を作成した。検討にあたっては、2 mm 厚の原画像と 10 mm 厚の minIP (最小値投影法) 処理画像を用いた。

2006 年 11 月～2007 年 7 月の期間に、3T MRI で検査を施行した脳 AVM 症例を対象とした。総数は 57 検査 (51 名) であり、男性 32 名・女性 19 名、年齢は 11～67 歳 (平均 39.2 歳) であった。このうち、14 検査 (14 名)

は未治療であり、43 検査 (37 名) はガンマナイフ治療後であった。

これらの症例に対して SWI の撮像を行い、AVM の血管解剖の評価ならびに合併する出血/血栓の評価を行った。

結 果

今回の撮像条件では、正常の静脈が明瞭な低信号を示すのに対し、閉塞例を除く全例において AVM を構成する血管の大部分は等信号～高信号を示し、血管解剖の評価は困難であった。Inflow 効果の影響を除外するために、saturation pulse を撮像範囲の尾側に印加し、流入する血流の信号を抑制した撮像も行ったところ、saturation pulse 印加前に高信号を示す血管は pulse 印加後に信号が抑制されたが、正常静脈のように低信号の構造としては描出されなかった。

一方、今回検討した症例における SWI では、病変内部～周辺部に、出血ないし血栓と考えられる低信号が高頻度に観察された。SWI のみで出血と血栓を区別することが難しいため、両者をあわせた出現頻度を求め T₂WI と比較すると、SWI では 82%、T₂WI では 56% であり、SWI の方が有意に高い感度が得られた。

ガンマナイフ治療の有無で分けた比較では、

キーワード MRI, 3T, brain, arteriovenous malformation, susceptibility weighted imaging

未治療群で64%, ガンマナイフ治療群で88%であり, ガンマナイフ治療群で有意に高い頻度で出血/血栓が認められた. 低信号の分布や他の撮像法・画像的な推移を参考にして出血と血栓を分けた評価を行ったところ, SWIにおける出血の頻度は未治療群が64%, ガンマナイフ治療群が77%であり, 有意差は認められなかった. ちなみに, 臨床的な症候性出血については, 未治療群が21%, ガンマナイフ治療群が53%であり, ガンマナイフ治療群の方が有意に高い頻度であった. SWIにおける血栓の頻度は, 未治療群が21%, ガンマナイフ治療群が60%であり, ガンマナイフ治療群に有意に高い頻度で認められた. また, ガンマナイフ後に複数回撮像された症例では, SWIにおける血栓が経時的に増加する所見が確認できたものがあつた.

考 察

AVMの血管がSWIで低信号として描出されず, 血管解剖の評価が困難であつた理由としては, AVMの血流によるinflow効果, 動静脈短絡によってAVMのdrainerのdeoxyhemoglobin濃度が低いために磁化率の変化が生じにくいこと, AVMの血管径が太いこと, の三つが考えられる. Saturation pulseの印加によってinflowを抑制してもdrainerの低信号化が得られなかったことから, 後二者が理由として残る.

出血/血栓の評価についてはSWIの方がT₂WIよりも優れており, susceptibilityに対する鋭敏性を反映しているものと考えられる. 出血については, SWIでは臨床的な症候性出血よりも高い頻度で出血が観察され, 無症候性出

血まで含めて検出しているものと考えられる. SWIにおける出血の頻度はガンマナイフ治療の有無による差がなかったにもかかわらず, 臨床的な症候性出血がガンマナイフ治療群で高頻度であつた理由としては, 出血が多く症候性であるものほど治療対象となりやすいというバイアスがかかっているためと推測される.

血栓については, ガンマナイフ治療群の方が未治療群よりも有意に高い頻度であり, 血栓が経時的に増加する症例もあつた. ガンマナイフ後のAVMでは, 内皮細胞が傷害されて内膜の肥厚・硝子変性などが進行して, 血管内腔の閉塞に至ると考えられており²⁾, その過程で進行する血栓化をSWIで検出しているものと考えられる.

結 語

今回用いた条件ではSWIによるAVMの血管解剖評価は困難であつたが, 他の撮像法では検出しがたい微小な出血・血栓の検出に優れていた. また, ガンマナイフ治療後のAVM閉塞過程において, SWIを用いることで血栓化の推移を画像的に観察できる可能性が示された.

文 献

- 1) Sehgal V, Delproposto Z, Haacke EM, Tong KA, Wycliffe N, Kido DK, Xu Y, Neelavalli J, Haddad D, Reichenbach JR: Clinical applications of neuroimaging with susceptibility-weighted imaging. *J Magn Reson Imaging* 2005; 22: 439-450
- 2) Tu J, Stoodley MA, Morgan MK, Storer KP: Responses of arteriovenous malformations to radiosurgery: ultrastructural changes. *Neurosurgery* 2006; 58: 749-758

Susceptibility Weighted Imaging of Cerebral Arteriovenous Malformations at 3T
[Presidential Award Proceedings]

Tomohiko MASUMOTO¹, Shigeki AOKI¹, Hiroyuki KABASAWA¹,
Keisuke MARUYAMA², Harushi MORI¹, Daisuke ITOH¹,
Osamu ABE¹, Kuni OHTOMO¹

*Departments of ¹Radiology and ²Neurosurgery, University of Tokyo Hospital
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8655*

We evaluated the clinical usefulness of susceptibility weighted imaging (SWI) of cerebral arteriovenous malformations (AVM) using a 3T magnetic resonance scanner. We examined 51 patients with cerebral AVMs in 57 studies (untreated, 14 ; post radiosurgery, 43). In contrast to the significant hypointensity of normal veins, vessels of AVMs were visualized as isointense or hyperintense, and evaluation of AVM vascular anatomy was difficult. Hemorrhage and/or thrombus was frequently observed as a region of hypointensity within or surrounding the AVM. SWI (82%) was superior to T₂WI (56%) in detecting hemorrhage and/or thrombus. Hemorrhage was detected in 64% of the untreated group and 77% of the group who underwent radiosurgery, and no significant difference was found. In both groups, SWI detected hemorrhage more frequently than clinical episodes did, suggesting that SWI was capable of detecting minor asymptomatic hemorrhage. SWI detected thrombus more frequently in the radiosurgery group (60%) than the untreated group (21%). It was supposed that SWI detected thrombus formation within AVMs in the occlusion process after radiosurgery. In conclusion, SWI was highly sensitive in detecting minor hemorrhage and thrombus associated with cerebral AVMs and would be useful for understanding the occlusion process of AVMs after radiosurgery.