

アンギオ・インターベンショナルMRIシステムによる 軟部組織血管腫硬化療法の初期経験

Angiography-Interventional-MRI System: Initial Experience in Sclerotherapy of Soft Tissue Hemangiomas.

林 直人 ¹⁾	Naoto Hayashi	吉川 健啓 ¹⁾	Takeharu Yoshikawa
森 壱 ¹⁾	Harushi Mori	阿部 修 ¹⁾	Osamu Abe
加地 展之 ²⁾	Nobuyuki Kaji	青木 茂樹 ¹⁾	Shigeki Aoki
時岡 一幸 ²⁾	Kazuyuki Tokioka	大友 邦 ¹⁾	Kuni Otomo
大久保敏之 ³⁾	Toshiyuki Okubo	新井 一秀 ⁴⁾	Kazuhide Arai
増本 智彦 ¹⁾	Tomohiko Masumoto	阿部 貴之 ⁵⁾	Takayuki Abe
古賀 久雄 ¹⁾	Hisao Koga	高橋 哲彦 ⁵⁾	Tetsuhiko Takahashi

- ¹⁾ 東京大学医学部附属病院 放射線科
²⁾ 東京大学医学部附属病院 形成外科
³⁾ 山梨医科大学 放射線科
⁴⁾ 株式会社日立メディコ 国内営業本部
⁵⁾ 株式会社日立メディコ 技術研究所

MRI透視は、まだ装置の使いやすさや空間分解能・時間分解能の点ではX線透視に及ばない。一方、X線透視は患者や術者の被曝が常に問題となる。そこでわれわれは同一室内で両方を使用できるアンギオ・インターベンショナルMRIシステムを開発し、軟部組織血管腫の硬化療法をこのシステムで行った。全例で安全に硬化療法を行うことが可能であった。アンギオ・インターベンショナルMRIシステムはMRIとX線透視のそれぞれの不利な点を補い有利な特徴を生かすことにより、軟部組織血管腫硬化療法において患者や術者のX線被曝を減らし、有効な治療を行いうることを示した。

MRI fluoroscopy still cannot compete with the convenience or the high spatial resolution and time resolution of the X-ray fluoroscopy. On the otherhand, exposure to ionizing radiation is always a risk for the patient and the interventionalists. We developed an angiography-interventional-MRI system, which can do both X-ray angiography and MRI in the same unit. We used this angiography-interventional-MRI system in the guidance for sclerotherapy of soft tissue hemangiomas. All the procedures of sclerotherapy were able to perform safely under the guidance of this system. Our experience indicates that the angiography-interventional-MRI system can decrease exposure to ionizing radiation of the patient and the interventionalist, and that sclerotherapy of soft tissue hemangioma can be done safely under the guidance of this system.

Key Words: Angiography, Interventional MRI, Sclerotherapy

1. はじめに

MRI透視に使用できる高速撮像法が開発されてから、さまざまなインターベンショナルMRIのテクニックが報告されてきている¹⁾²⁾³⁾。MRIの特徴は異なるシーケンスを使用することによって、さまざまな組織コントラストが得られることにある。また患者や術者にX線被曝がないことも有利な点である。しかし、MRI透視はまだ使いやすさや空間分解能・時間

分解能の点ではX線透視に及ばない。そこでMRIとX線透視の不利な点を補い合い、有利な特徴を生かすことができるように同一室内で両方を使用できるアンギオ・インターベンショナルMRIシステムを開発した。このアンギオ・インターベンショナルMRIシステムを利用した軟部組織血管腫硬化療法の初期経験を報告する。

2. 方法

当施設のアンギオ・インターベンショナルMRIシステムでは、0.3TオープンタイプMRI装置(AIRIS[®]、日立メディコ)と外科用X線装置(STENOSCOPE9000、GE横河メディカルシステム)が同一の部屋にあり、患者テーブルの120度の回転によって両者を複合的に使用できる(図1)。

このシステムは平成12年5月から稼働しており、軟部組織血管腫の経皮的硬化療法などに活用されている。

血管腫の硬化療法で重要な点は、目的とする病変内に硬化剤が滞留することを確認することである。静脈内に入って体循環に流出してしまうと、治療効果がないばかりでなく、溶血やそれによる腎障害のリスクが高まる。また万一、動脈内に硬化剤を入れてしまうと流入部位の末梢の壊死が生ずる。X線透視による試験注入を行えば、これらの危険性は容易に予測できる。ただし、X線透視では投影画像しか得られないため、病変のどの部分にどの程度の濃度の硬化剤が分布しているのかわからない場合がある。これに対しMR透視ではほぼリアルタイムに軟部組織コントラストのよい断層画像が得られるので、造影剤または薬剤の分布する範囲を明瞭に確認ができる。また、任意の方向の任意の断面の透視が可能なので、治療に最適な撮像画像を表示できる。これにより、硬化剤の量の最適化や硬化剤が分布していない領域への治療の追加を判断しやすくなる。また、硬化剤が有効に作用するためには、ある程度の濃度以上の硬化剤が一定時間病変内に留まっている必要がある。そこで、シミュレーションの際に静脈へのwashoutが速く病変内の造影剤濃度が維持されない場合は、実際の硬化療法をする前に流出静脈を圧迫して再度シミュレーションを行い、造影剤濃度が維持されることを確認してから実際の硬化療法に踏み切ることで、無駄な硬化剤の使用を軽減できる。さらに静脈への直接の流出や治療を行いたくない部位(気道閉塞を生じる可能性のある咽頭腔の病変など)への硬化剤の分布をMR透視で確認することにより、危険な治療を未然に防止することもできる。

以上の観点から、われわれは硬化剤注入の一回ごとの手順を以下の通りとした。

(1) 目視下あるいはT2強調MR透視下に病変を経皮的に穿刺

(2) X線透視下およびT1強調MR透視下に造影剤注入によるシミュレーション

(3) T2強調MR透視下に硬化剤注入

(4) 術後のT2強調MRIによる確認

硬化療法直後の確認用T2強調画像では硬化療法が有効であった部位は低信号になり、病変が残存している部位は高信号のままであるので、この高信号の残存腫瘍を標的に、さらに同様の手順を繰り返して治療を行う。

3. 結果

当施設ではこのシステムが稼働してから軟部組織血管腫の経皮的硬化療法を6症例に施行した。男性2症例・女性4症例であり、年齢は26～69歳(平均28歳)であった。病変の存在部位は、上肢が2症例、下肢が4症例であった。いずれの症例もX線透視とMR透視を併用することによって安全に硬化療法を行うことが可能であった。



a : MRIを使用する場合



b : 透視を使用する場合

図1 : アンギオ・インターベンショナルMRIシステム

[代表症例]

34歳女性、右足関節内顆腫瘍。15年前に打撲した部位に腫瘍が出現し、増大傾向にある(図2)。血管撮影上 arteriovenous hemangioma であったため、N-butyl cyanoarylate と iodized oil (Lipiodol®)の1:8混合液による塞栓術を施行した(図3)。直接穿刺による造影剤注入のシミュレーションでは流出静脈がすぐに出現し、造影剤の貯留は穿刺部位の近傍のみであり、病変内への造影剤の広がり不良であった(図

4)。そこで今度は流出静脈があると思われる足くびの部分を手動的に圧迫してから、同様に造影剤注入によるシミュレーション(図5)を行ったところ、今度は病変内への良好な造影剤の広がりが確認された。この状態でT2強調画像透視下に硬化療法を施行した。硬化療法施行後のT2強調画像で病変内に硬化剤の貯留を示す低信号が確認できた(図6)。しかし、病変の辺縁部には硬化剤が入っていない部分が存在するのでさらにこの部分に対して硬化療法を追加した。



図2：右足関節内顆腫瘍治療前

内顆に径5cmの固い隆起が約1年の経過で増大し、圧痛出現。拍動性はないが、持続的な強い圧迫により縮小する。現在は腫瘍と圧迫による痛みのために靴をはけない状態。

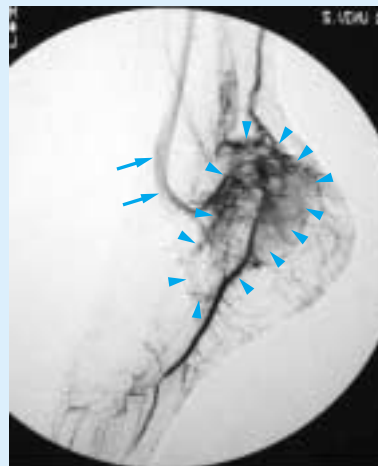


図3：塞栓術後のX線血管撮影(側面像)

動静脈成分の大半は消失しているが、まだ細かい fistula と stain (▶)は残存している。太い流出静脈(→)が前脛骨筋内側を上行している。



図4：直接穿刺によるシミュレーションMRDSA(側面像)

X線血管撮影で見られたのと同様の流出静脈(▶)がすぐに描出され、造影剤は穿刺部位(→)の周囲のみに貯留し、病変内への広がりは不良である。このままの状態では硬化療法を行うと硬化剤のほとんどがすぐに病変外に流出してしまう治療効果を期待できない。(時間分解能2s)



図5：用手圧迫下のシミュレーションT1強調画像MR透視(矢状断)

病変の近位側で足くびを手動的に圧迫してシミュレーションを行うと病変内への良好な造影剤の広がりが確認された。術者の手(⇨)によって流出静脈が押さえられて途絶しているのが確認できる(→)。この用手圧迫をX線透視下に行うと術者の手に直接被曝してしまうがMR透視ならばその心配はなく、何度でも繰り返し行うことが可能である。(時間分解能2s)

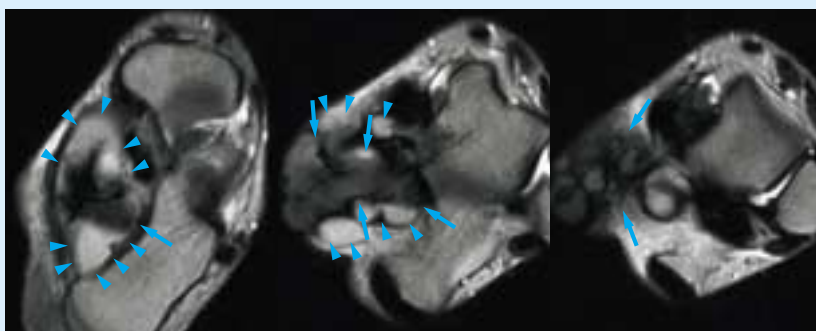


図6：硬化療法後T2強調画像(軸位断、左から遠位より近位へ)

硬化剤が入っている部分は低信号(→)となっている。遠位側では、硬化剤が入って低信号になっているのは病変の中心部のみで、病変の辺縁部(▶)はまだ高信号を示していることがわかる。このあと、高信号の部分に対して硬化療法を追加した。

4. 考察

われわれは軟部組織の血管腫の硬化療法に対して、アンギオ・インターベンショナルMRIシステムが、病変の描出、硬化療法のガイド、治療効果の確認に対して極めて有効であることを確認した。この結果、安全で効果的な治療を施行でき、さらに患者や術者の被曝を低減できている。

X線透視では血管腫病変は直接描出されず、また投影画像しか得られないため、病変のどの部分にどの程度の濃度の硬化剤が分布しているのかわからない。一方、血管腫はMRIのT2強調画像で良好に描出され、またMR透視ではほぼリアルタイムに軟部組織コントラストのよい断層画像が得られるので、造影剤または薬剤の分布する範囲を明瞭に確認ができた。またMRIは任意の方向の任意の断面の透視が可能なので、治療に必要な最適の撮像画像を表示できた。

これにより、硬化剤の量の最適化や硬化剤が分布していない領域への治療の追加を判断しやすくなった。硬化剤が有効に作用するためには、ある程度の濃度以上の硬化剤が血管腫病変内に留まっている必要がある。そこで、シミュレーションの際に静脈へのwashoutが速く病変内の造影剤濃度が維持されない場合は、実際の硬化療法をする前に流出静脈を圧迫して再度シミュレーションを行ない、造影剤濃度が維持されることを確認してから実際の硬化療法に踏み切ることによって無駄な硬化剤の使用を軽減することができた。MR透視はこの際に術者の手の被曝が無いことが大きな魅力である。静脈への直接の流出や治療を行いたくない部位(気道閉塞を生じる可能性のある咽頭腔の病変など)への硬化剤の分布をMR透視で確認することにより、危険な治療を未然に防止することもできる。われわれの使用したMR装置では、多スライス・多方向の透視を同時に行うことができるので、薬剤の分布を三次元的に把握することも可能である。ただし、スライス数を増やした場合はそれだけ時間分解能を犠牲にしなければならない。

MR透視の一般的な欠点は、X線透視と比較して空間分解能や時間分解能に劣ることである。われわれの使用した装置では、画像データ採取から実際に画像が表示されるまでに3~4秒のタイムラグが存在する。また空間分解能を上げようとすると、時間分解能もしくはS/N比が低下する。今回行った手技はそれほど高い時間分解能を必要とするものではなかったが、行おうとする手技によっては制約となるであろう。また、MR透視の特徴として、k空間にデータが充填される途中で動きが生じた場合は、充填されるデータの位置によって画像への影響が異なるので、実際の手技の際にはそれに慣れしておく必要がある。

MR透視に被曝がないということは術者にとっては大きな福音である。プロテクターを着用する必要がないので長時間の手技でも術者の負担は少ない。被曝がないので同一部位の長時間の透視や撮像視野内への術者の手の暴露も気にする必要がない。

最後に注意すべき問題点として、術中の患者マネジメントの問題がある。術中は患者の年齢・協力性あるいは治療による疼痛に応じて鎮静・麻酔を行う必要がある。MR室に持

ち込める機器には制限があるので、MRIに対応した患者モニターや救急セットをあらかじめ準備しておく必要がある。

5. おわりに

本報告は、同一室内で0.3TオープンタイプMRI装置と外科用X線装置を患者テーブルの120度の回転によって複合的に使用できるアンギオ・インターベンショナルMRIシステムの開発と、そのシステムによる軟部組織血管腫の硬化療法の初期経験例についての報告である。施行した全例で安全に硬化療法を行うことが可能であった。アンギオ・インターベンショナルMRIシステムはMRIとX線透視のそれぞれの不利な点を補い有利な特徴を生かすことにより、軟部組織血管腫硬化療法において患者や術者のX線被曝を減らし、有効な治療法であることを示した。

参考文献

- 1) Lewin, et al : Interactive MR imaging-guided biopsy and aspiration with a modified clinical C-arm system. AJR Am J Roentgenol. 170 : 1593-1601, 1998
- 2) Schoenenberger, et al : Real-time monitoring of laser diskectomies with a superconducting, open-configuration MR system. AJR Am J Roentgenol. 169 : 863-867, 1997
- 3) Lufkin, Interventional MR imaging. Radiology. 197 : 16-18, 1995