

圧迫用砂嚢による MR イメージングアーチファクト

今井 豊¹, 曾根 脩輔², 松原 誠³, 上田 仁¹

¹信州大学医学部附属病院中央放射線部
³諏訪赤十字病院放射線科

²信州大学医学部放射線医学教室

はじめに

血管造影に際して使用する圧迫用砂嚢の充填物が原因となり生じたと考えられる MR イメージングアーチファクトを経験した。若干の実験を行ない、これが現在通常に使用されている圧迫用砂嚢一般に生じること、その原因が砂嚢充填物に含まれる磁性体によることを確認したので報告する。

目 的

今回の検討の動機となった MR イメージングの GRASS 像を Fig.1 に示す。患者は 64 歳の女性であり、肝臓の嚢胞性病変の鑑別診断のために MR イメージングが行なわれた。検査室入室前の金属チェックは、患者がストレッチャーによる搬送のために金属探知器（ゲート）の通過が困難であり、問診や全身の観察、持参した最新の X 線画像により行なった。使用機種は超伝導 MR 装置 Signa (GE 社, 静磁場強度 1.5T) であり、位置決め用の冠状断面像は GRASS 法 (TR: 22ms, TE: 13ms, Flip 角: 20 度, マトリックス数: 256×256, 加算回数: 1 NEX, FOV: 48cm) で撮像された。肝右葉の高信号の



Fig.1. MR imaging artifacts caused by a sandbag.

GRASS image showed MRI artifacts due to the presence of sandbag which was placed in the right inguinal region for the purpose of local compression following angiography.

キーワード MR imaging, artifacts, ferromagnetic substance, sandbag

大きな嚢胞性病変とともに、右そけい部から下腹部にかけての広範囲の信号欠損性アーチファクトが認められた。スキャンを中断して患者を調べたが金属製物体は体表部にはなく、右そけい部に血管造影後の止血用の圧迫用砂嚢のみが認められた。砂嚢が置かれた部位の熱感や皮膚の発赤の有無を調べたが、特に異常はなかった。砂嚢には磁性体が含まれており、MR イメージングにおいてアーチファクトを生じるものと考えられた。この事実を確認し、他種の砂嚢においても同じ現象が生じるかどうかを調べることにした。

対象と方法

実験の対象とした砂嚢は、Fig.1 で使用された八重洲メディカル社製の同一規格 (15.0×19.5×3.0cm, 1000g) の砂嚢を 5 個、さらに酒井社製の同一規格 (14.5×18.0×3.3cm, 1000g) の砂嚢 2 個の計 7 個である。以下の項目を調べた。

1. 両社製の砂嚢各 1 個をそれぞれボランティアの右のそけい部に置き、GRASS 法 (TR: 22ms, TE: 13ms, Flip 角: 20 度, マトリックス数: 256×256, 加算回数: 1 NEX, FOV: 48cm) で撮像してアーチファクト出現の有無とその程度を比較した。
2. X 線 TV 透視と CT スキャンにより 7 個の砂嚢内に金属片を確認できるかどうかを調べた。
3. 金属検出器を用いて 7 個の砂嚢から金属を検出できるかどうかを調べた。対照として市販ホッチキス針 (マックス針 No.10-1M) 3, 4, 5 個の金属感度を測定した。用いた金属検出器は科学装備研究所製 KS-VII 型であり、感度調整つまみを右方向に回すことによりまず断続音、続いて持続音が発生する。断続音の聞こえ始める最小値と持続音の聞こえ始める最小値の間を感度幅とした。
4. Fig.1 で用いられた八重洲メディカル社製の砂嚢の充填物から市販の磁石を用いて、磁性体

成分を 1 時間採取して、その性状や量を測定した。

5. 磁性体成分を採取する前の砂嚢内容とここから採取された磁性体およびその残渣の 3 者について、項目 3 と同様に金属感度幅の測定を行った。対照としてホッチキス針 3, 4, 5 個を用いた。
6. 磁性体成分を採取する前の砂嚢内容と採取された磁性体成分、磁性体を除いた残渣の同量をビニールの小袋に包み、硫酸銅溶液ファントムにこれらを固定して、spin-echo 法 (TR: 600ms, TE: 20ms, マトリックス数: 256×192, 加算回数: 1 NEX, FOV: 28cm) で撮像しておのおののアーチファクトの程度を比較した。

結 果

1. 両社製のいずれの砂嚢においても Fig.1 と同様なアーチファクトが認められた。その程度は両者でほぼ同じであった (Fig.2)。
2. X 線 TV による透視像および CT 像において、砂嚢内に金属片の存在を疑わせる所見は認められなかった。しかし、砂嚢内容の均一性は八重洲メディカル社製砂嚢が酒井社製に比較して密であった。同一社の製品間には均一性に大差はなかった。
3. Fig.3 に 7 個の砂嚢および対照としてホッチキス針 3, 4, 5 個の金属感度幅の測定結果を示す。左端の矢印が断続音の始まりを、右端の矢印が持続音の始まりを示し、両者の間が感度幅である。感度幅が左に寄るほど金属反応が強く、右に寄るほど金属反応が弱いことになる。7 個の砂嚢の感度幅は、個々の砂嚢によりある程度のばらつきはあるが、対照としたホッチキス針のほぼ 4 個に相当した。
4. 八重洲メディカル社製砂嚢の砂嚢は強靱な布製の外袋とやや柔らかな布製の内袋に包まれ、

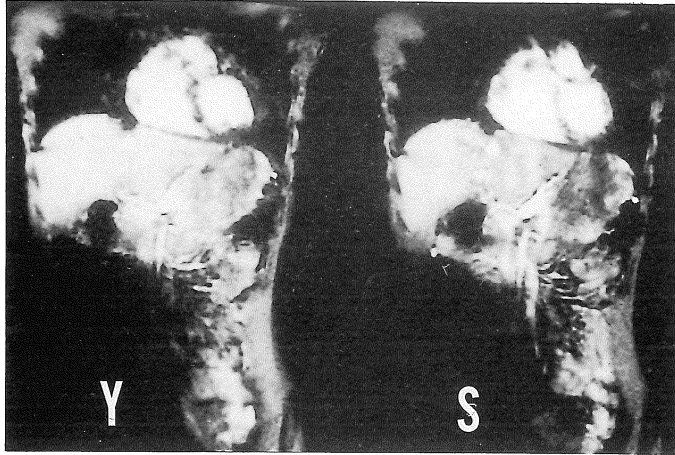


Fig.2. MR imaging artifacts due to two different kinds of sandbags.
(Y : YAESU Medical KK, S : SAKAI Company)

Each sandbag of two different types was placed respectively on the right inguinal region of a volunteer and GRASS images were obtained. GRASS images showed the same types of artifacts in the pelvic and inguinal regions.

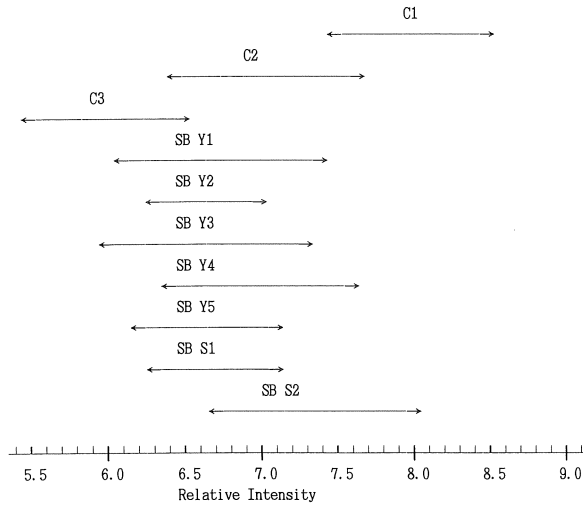


Fig.3. Responses of seven sandbags to the metal detector.

(C1 : control-1, three pieces of staple, C2 : control-2, four pieces of staple, C3 : control-3, five pieces of staple, SB : sandbag, Y : YAESU Medical KK, S : SAKAI Company)

All seven sandbags and three to five pieces of staple (MAX No. 10-1M) which were used as the controls, were scanned by a metal detector (KAGAKUSOUBI KENKYUJO KS-VII). All seven sandbags responded to the metal detector and its degree was approximately equal to four pieces of staple.

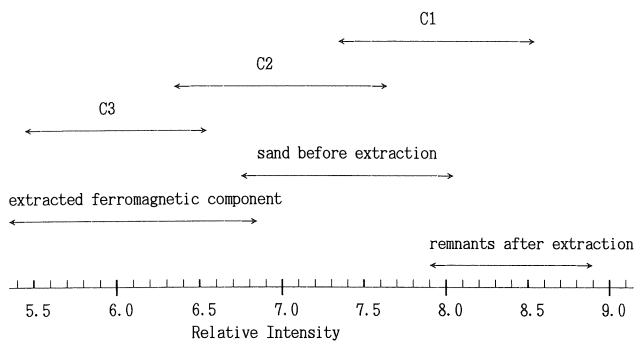


Fig.4. Ferromagnetic responses to the metal detector of the original sand in the sandbag, ferromagnetic components extracted from the sand, and remnants after extraction.

(C1 : control-1, three pieces of staple, C2 : control-2, four pieces of staple, C3 : control-3, five pieces of staple)

The ferromagnetic components responded most markedly to the metal detector and its intensity was approximately equal to that by the five pieces of staple. The remnants showed a slightest response among these groups.

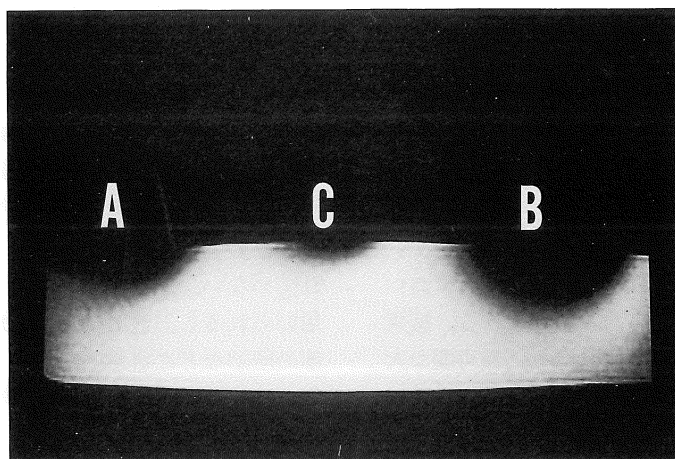


Fig.5. MR imaging artifacts due to the sand (A), extracted ferromagnetic components (B) and the remnants (C).

The original sand, ferromagnetic components extracted from the sand and the remnants after extraction were placed and fixed to the surface of copper sulfide phantom and MR imaging was performed. Each of these components showed MRI artifacts, but most marked artifacts was shown by the extracted ferromagnetic components.

その充填物は褐色調で通常の砂のようであった。砂嚢の重量は1000g (2つの袋の合計80g, 充填砂920g) であり, 充填された砂の容積は640cm³であった。充填砂100cm³より20cm³, 30gの黒色調の磁性体が採取された。磁性体を除いた後の残渣は黄色調であった。

5. Fig.4に最初の砂嚢内容とここから採取された磁性体成分および後者を除いた残渣における金属感度幅の測定結果を示す。最初の砂嚢内容の感度幅に比較して, 採取された磁性体成分の感度幅は明らかに強い反応を示し, その感度幅は対照としたホッチキス針のほぼ5個に相当した。一方, 磁性体成分を除いた後の残渣は他の2者より弱い反応を示した。

6. Fig.5に最初の砂嚢内容(A)とここから採取された磁性体成分(B)および磁性体を除いた残渣(C)の3者を硫酸銅溶液ファントム上に置いて撮像したMRイメージング像を示す。3者のいずれにおいてもアーチファクトは認められたが, その程度は採取された磁性体成分(B)で最も強く, ついで最初の砂嚢内容(A), 残渣(C)の順序で弱かった。

考 察

結果1よりFig.1に示したようなアーチファクトは, 現在広く使用されている砂嚢一般において生じるアーチファクトと考えられる。結果2よりX線TV透視像やCT像で認識可能な大きさの金属片は存在していない。しかし, 結果3から砂嚢内に微小な金属が存在することがわかる。その存在は結果4や結果5からほぼ確実と考えられる。そして結果6より, これによりMRイメージングでアーチファクトを生じることが証明された。しかし, 結果5において残渣が金属検出器で微弱な反応を示したことや結果6において残渣が小さなアーチファクトを示したことは, 磁性体採取時間が1時間では不十分であり残渣内に微量な磁性体が残存するか, あるいは非磁性体金属が残渣内に混入している可能性

を示唆する。

われわれが実験に用いた金属検出器は, 定性的であり定量性に乏しいが, 対照としてホッチキス針を用いることによりある程度の定量性を示すことができた。いうまでもなく, MRイメージングにおける金属片によるアーチファクトの程度は静磁場強度やパルスシーケンスに影響され, 高い静磁場強度下のGRASS法では強く出現する¹⁾。

MRイメージングにおけるアーチファクトの原因は多くあり^{1)~4)}, その一つに金属の存在があげられる。その範疇で, 今回われわれは血管造影後に使用する圧迫用砂嚢よりアーチファクトが生じることに気づいた。実験結果より, 砂嚢の充填物には磁性体成分, すなわち大部分が砂鉄が含まれていると考えられた。MRイメージング金属アーチファクトの原因になるものとして, 体内金属として, クリップやペッツ^{1),3),5),6)}, 整形外科領域の固定用金属^{2),5),6)}, 歯科用金属^{1),5),6)}, 血管内ステントやコイル・フィルタ^{3),6)}, 縫合用ワイヤ, シャント⁶⁾など医療行為に関係したものと砲弾破片⁶⁾などこれと無関係なもの, 体外金属として, ヘヤピン^{1),3)}や金属ファスナ⁴⁾, コルセット内の金属^{2),4)}, 化粧品に含有される金属³⁾, エレキバン²⁾などがよく知られている。しかし, 砂嚢に起因するアーチファクトは報告されていない。砂嚢は整形外科での患肢の固定に用いられるし, 放射線科では血管造影後の穿刺部の圧迫などに日常的に使用されている。砂嚢内の砂鉄の存在が, これを装着した患者のMRイメージングにおいて危険性を示すとはいえないが, アーチファクトを示すことに留意すべきである。因みに, 八重洲メディカル社製の砂嚢には工事現場や業者の持込む通常の砂が用いられており, 鉱山からでる山砂は使用されていないとのことであった。

ま と め

1. 血管造影後に使用する圧迫用砂嚢がMRイ

メージングにおいてアーチファクトを生じることを示した。

2. 砂嚢内容は通常の砂であり、ここに含まれる磁性体がアーチファクトの原因と考えられた。これは X 線 TV 透視像や CT 像で確認できないものであった。
3. 砂嚢内の磁性体成分の存在をその抽出や抽出物の MR イメージング像で確認した。

文 献

- 1) Porter BA, Hastrup W, Richardson ML, et al.: Classification and investigation of artifacts in magnetic resonance imaging. *Radiographics*, 7 : 271-287, 1987.
- 2) 中沢利隆, 上田 仁, 林 孝志 : MRI 検査で経験する artifacts について. *影像情報*, 23 : 601-613, 1991.
- 3) Pusey EP, Stark DD, Lufkin RB, et al.: Magnetic resonance imaging artifacts : Mechanism and clinical significance. *Radiographics*, 7 : 891-911, 1986.
- 4) Bellon EM, Haacke EM, Coleman PE, et al.: MR artifacts : A review. *AJR*, 147 : 1271-1281, 1986.
- 5) Shellock FG, Grues JV : High-field-strength MR imaging and metallic biomedical implants : An ex vivo evaluation of deflection forces. *AJR*, 151 : 389-392, 1988.
- 6) Shellock FG, Morisoli S, Kanal E : MR procedures and biomedical implants, materials and devices : 1993 update. *Radiology*, 189 : 587-599, 1993.

MR Imaging Artifact Due to Compression Sandbag

Yutaka IMAI¹, Shusuke SONE¹, Makoto MATSUBARA²,
Hitosi UEDA¹

¹*Department of Radiology, Shinshu University School of Medicine
Asahi 3-1-1, Matsumoto, 390*

²*Department of Radiology, Suwa Red Cross Hospital*

We noted incidentally MR imaging artifacts in a female patient who was performed MR imaging following percutaneous angiography caused by a sandbag which was routinely used to compress the puncture site of the right inguinal region. She complained and showed neither pain nor surface abnormality during and following the MR imaging. Therefore we investigated whether there is a very fair possibility of the routinely used sandbags causing MR artifacts due to the possible presence of artificial metal within sand and wanted to explore the cause of the artifacts we noted.

We studied two kinds of sandbags (five sandbags from YAESU Medical KK and two from SAKAI company). One each of those sandbags was placed on the right inguinal region of volunteer and GRASS images were obtained, which demonstrated the same kinds of artifacts as we noted before. Thereafter we examined seven sandbags by X-ray TV and CT scanning to check the presence of metal in the sand, although there was shown no evidence of metal on these images.

Subsequently we tried to more precisely examine the presence of ferromagnetic materials in the sand by a metal detector (KAGAKUSOUBI KENKYUSHO KS-VII). This detector indicated the presence of the ferromagnetic materials in all seven sandbags and its intensity was proximally equal to four pieces of staple which was used as a reference ferromagnetic material. Therefore we sorted out the ferromagnetic components from the sand using a handy horseshoe magnet. The extracted ferromagnetic component showed the most marked MR imaging artifacts.

Results of our experiments suggests that sandbags commonly used for compression will cause MR imaging artifacts due to the presence of ferromagnetic components in sand.