

MR 検査中に熱傷を生じた 2 症例

奥田 智子¹, 浅尾 千秋¹, 吉松 俊治¹, 西東 龍一²,
菅原 丈志², 山下 康行³

¹熊本地域医療センター放射線科 ²熊本赤十字病院放射線科

³熊本大学大学院医学薬学研究部放射線診断学部門

はじめに

MR 検査中の熱傷の報告はあるが、日常遭遇することは稀で、また報告された症例も刺青やモニタリングのためのケーブルの存在など特殊な状況下のものがほとんどである^{1),2)}。今回、特別な条件がないにもかかわらず MR 検査中に熱傷を生じた症例を経験したので報告する。

症 例

1. 症例 1

50 歳女性。身長 159 cm, 体重 80 kg。糖尿病で加療中。左下肢痛と腫脹があり、左下肢深部静脈血栓症の疑いで入院となった。下肢静脈血栓の有無を確認するために MR 検査が施行された。

A 社製 1.5T 超伝導 MR 装置で心電図同期 2D-TOF MR venography を撮像した。使用コイルは送信が body coil, 受信は phased array coil で、撮像条件は TR/TE=20/2.3, フリップ角 60°, マトリックス 256×128, 加算回数 1 回, FOV 36 cm, スライス厚 3 mm, スライス枚数 100 枚である。

検査時、患者はネグリジェ着用・素足であった。人体にてループを形成しないよう大腿下部

にスポンジをはさんで、検査を開始した。撮像開始 7~8 分後にコンソールを含む装置全体の電源が落ち、検査中断した。その際患者より少し大腿上部が熱かったとの訴えがあった。10 分後に装置が復旧しテストスキャン後に患者の撮影を開始したが、再び撮像開始 7~8 分後に装置全体の電源が落ちた。前回同様大腿上部が熱かったという訴えがあったため確認したところ、大腿上部内側に左右対称性の紅斑（一度の熱傷）を認めた (Fig. 1)。なおその後の調査で、検査中断は装置全体のプレーカーの部品故障によるもので、熱傷との因果関係はないとのメーカー側の回答を得ている。コンソールや RF アンプなど各装置のプレーカーに問題はなかった。

2. 症例 2

24 歳男性。身長 171 cm, 体重 78 kg。仕事中に 4 m の高さから転落し、両下肢不全麻痺を生じた。第 2 腰椎破裂骨折による不全麻痺と診断され、緊急 MR 検査が施行された。

B 社製 1.5T 超伝導 MR 装置で SE 法 T₁ 強調矢状断像 (TR/TE=500/22, マトリックス 512×256, 加算回数 1 回, FOV 35 cm, スライス厚 5 mm, スライス枚数 8 枚)・TSE 法 T₂ 強調矢状断像 (4000/103, 512×256, 2 回, 35 cm, 5 mm, 8 枚)・SE 法 T₁ 強調水平断像

キーワード magnetic resonance imaging (MRI), safety, burns, thermal injuries



Fig. 1. Contralateral first-degree burns on both medial aspects of the thigh, 1 hour after MR imaging in Case 1.

(400/9, 256×192, 2回, 16 cm, 5 mm, 19枚)・TSE 法 T₂ 強調水平断像 (4000/103, 320×192, 2回, 16 cm, 5 mm, 19枚) が撮像された。使用コイルは送信が body coil, 受信は phased array coil であった。

検査時、患者は救急外来で衣服をきりとられ、全裸にちかい状態であった。身体には泥・砂が付着し、また発汗がみられた。検査中特に訴えはなかったが、検査終了後、左拇指と左大腿部に大豆大の二度の熱傷が認められた。検査中左拇指と左大腿部は接触していた可能性がある。

考 察

MR 検査中の熱傷の報告は多数あるが、検査総数からすると少なく、日常遭遇することは稀である。報告された症例でも心電図や酸素飽和度などのモニターのためのケーブル類の存在や刺青など特殊な状況下のものがほとんどであ

る^{1),2)}。

特殊な外部条件がないにもかかわらず MRI 検査中に熱傷を生じた症例としては Knopp らの報告がある³⁾。この症例では大腿部の萎縮と下腿の肥大という特殊な体型を有し、検査中に両側下肢は下腿内側のみが接していた。このため骨盤部と両側下肢による大きなループが形成され、コイルとして作用し誘導起電力を生じたのではないかと推測されている。

今回報告した 2 症例でも、他に要因がないことや熱傷の部位などから、人体によるループ形成が原因ではないかと推測される。すなわち症例 1 ではスポンジを入れた部位よりも上部での両側大腿と骨盤部により、症例 2 では体幹と左上肢により、ループが形成され誘導起電力が発生したと推測される (Fig. 2)。

Dempsey らは MR 検査中に熱傷を生じるメカニズムについて、1) electromagnetic induction heating, 2) heating in resonant circuit, 3) heating due to antenna effect の 3 種を挙げてい

2004 年 1 月 19 日受理 2004 年 3 月 1 日改訂

別刷請求先 〒860-0811 熊本市本荘 5-16-10 熊本地域医療センター放射線科 奥田智子

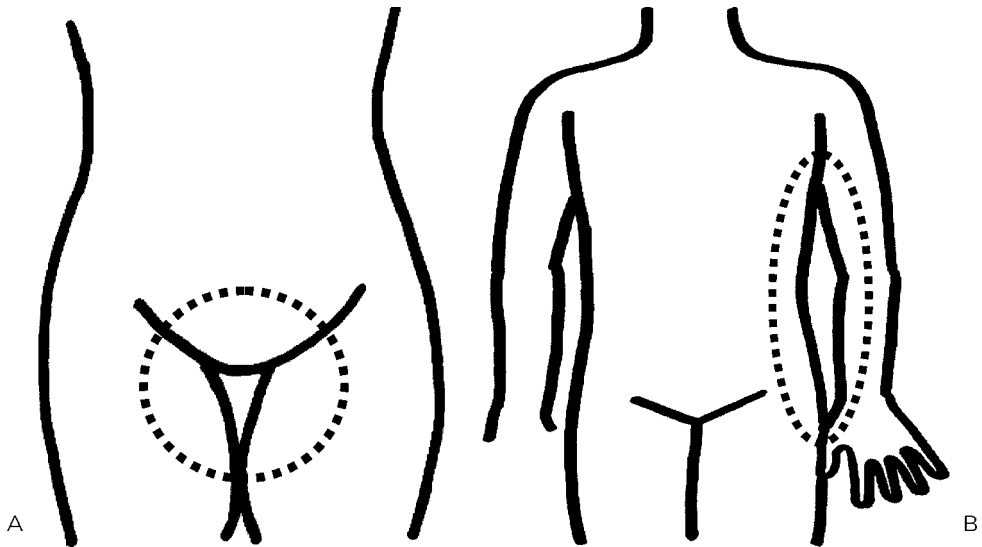


Fig. 2.

A : Schema of the closed conducting loop created by the patient's thighs and pelvis in case 1.

B : Schema of the closed conducting loop created by the patient's trunk and left upper extremity in case 2.

る⁴⁾。また 171 例の熱傷の報告例をレビューして、発症要因別に a. 心電図モニタリング, b. パルスオキシメーター, c. コイルに関連したものと, d. その他に分類し、心電図モニタリング中の事故に関しては 1) の電磁誘導に加えて 2), 3) の関与を, パルスオキシメーター装着中の熱傷に関しては主に 3) の antenna effect の関与を推測している。171 例の熱傷報告例のうち心電図モニタリングに関するものが 84 例, パルスオキシメーターが 36 例, コイルに関連するもの 23 例, その他 28 例となっており, その他の原因のうち人体によるループが熱傷の原因と推測されるものはわずか 4 例である。

また Dempsey らは大きな体型や発汗によるモニターの接触面積の減少が熱傷の発生に寄与する可能性があるとして述べている。今回報告した 2 症例とも体型が大きく, またモニターではないが発汗により人体の接触面積が少なくなると, 熱傷の発生に寄与した可能性がある。

今回の事例では検査従事者は常々人体にてループをつくらぬよう注意はしていたが, 症例 1 では肥満のため予想外の位置で人体の接触があったこと, また症例 2 では緊急検査であったことや重篤な症状のため体位にまで十分な配慮がなされなかった可能性がある。このような危険性を軽減するためには, 検査従事者が MRI の安全性の理解に努めることはもちろんであるが, 体幹部の検査の際にはズボン型検査着を着用することも一つの方法であろう。

なお RF パルスの人体への影響 (主に発熱) の指標として SAR (specific absorption rate : 比吸収率) があるが, SAR は磁場強度やフリップ角の 2 乗に比例し, 多くの RF が短時間に与えられる高速撮像法などで大きくなることや, 温度・湿度条件によって制限値が変化することを知っておくべきである^{5),6)}。

ま と め

MR 検査中に熱傷を生じた 2 症例を報告した。MR 検査の際にはモニタリング装置のケーブルなどによるループ形成のみでなく、人体にてもループをつくらぬよう留意し、検査担当者は患者の状態に十分注意を払うべきである。また患者に対しては検査の合併症と検査中に異常を感じた場合すぐ申し出るよう十分説明しておくべきであると思われた。

文 献

- 1) 畑 雄一：MRI の安全性—体内埋め込み装置あるいは金属について—。日磁医誌 1999；19：303-310
 - 2) Kanal E (妹尾淳史訳)：MR 検査の安全性に関する Q & A。日磁医誌 1999；19：482-489
 - 3) Knopp MV, Essig M, Debus J, Zabel HJ, van Kaick G：Unusual burns of lower extremities caused by a closed conducting loop in a patient at MR imaging. Radiology 1996；200：572-575
 - 4) Dempsey MF, Condon B：Thermal injuries associated with MRI. Clinical Radiology 2001；56：457-465
 - 5) 上野照剛：磁場・高周波と生体。日磁医誌 1999；19：289-294
 - 6) 塚元鉄二, 安達 泉：IEC 規格について。日磁医誌 1999；19：295-302
- 1) 畑 雄一：MRI の安全性—体内埋め込み装置あ

Thermal Injuries in Two Patients at MR Imaging

Tomoko OKUDA¹, Chiaki ASAO¹, Shunji YOSHIMATSU¹,
Ryuichi SAITO², Takeshi SUGAHARA², Yasuyuki YAMASHITA³

¹Department of Radiology, Kumamoto Regional Medical Center
5-16-10 Honjo, Kumamoto-shi, Kumamoto 860-0811

²Department of Radiology, Japanese Red Cross Kumamoto Hospital

³Department of Radiology, Kumamoto University School of Medicine

We are reporting on two cases of thermal injuries caused by skin-to-skin contact during MR imaging. Both patients were examined with a clinical 1.5T MR imaging system without any external conductor present. In case 1, first degree burns were induced in both medial aspects of the patient's upper thigh. In case 2, second degree burns were induced in the lateral aspect of the left thigh and left thumb. A possible explanation for these injuries is that a closed conducting loop was created by the skin-to-skin contact of the patient's bodies, which may have caused a focal increase in temperature. Therefore patients should be positioned to avoid skin-to-skin contact.