

原著

重症患者のMRI検査—その管理上の問題点と工夫について—

松村 明 (筑波メディカルセンター病院脳神経外科)	松丸 祐司 (同 上)
目黒 琴生 (同 上)	中田 義隆 (同 上)
水谷 太郎 (筑波メディカルセンター病院麻酔科)	和田 光功 (筑波メディカルセンター病院放射線科)
鶴嶋 英夫 (筑波メディカルセンター病院脳神経外科)	菊池 陽一 (同 上)
佐藤 直昭 (同 上)	江橋 敏男 (同 上)
角田 孝 (同 上)	能勢 忠男 (筑波大学脳神経外科)

キーワード

Magnetic resonance imaging, monitoring physiologic, anesthesia, respirator, ventilation

はじめに

MRIはCTに比べて検査時間がかかることや、検査中の管理の問題もあり、重症意識障害や循環呼吸状態の不安定な患者での検査は必ずしも容易ではない。筆者らは救急医学におけるMRIの診断学的意義を明らかにするために、第一歩として重症な患者で安全にMRI検査を行うための管理上の注意点、工夫点について検討を行ったので報告する。

対象および方法

対象は当院にてMRI検査を受けた重症意識障害患者21例である。全例に気管内挿管・補助呼吸を必要とし、一部の患者では昇圧・血管拡張剤などを使用していた。原疾患はくも膜下出血(SAH)7例、脳内出血7例、頭部外傷3例、脳梗塞2例、その他2例である。

使用したMRI機種は東芝MRT-50Aで磁場強度は0.5 Teslaであった。主としてSE法によるT1、T2強調画像を施行し、一部の症例ではIR法によるT1強調画像を得た。

MRI検査室の設計の時点より酸素、圧縮空気、吸引などの配管も予定し、モニターコードの操作室への誘導についても考慮した。

呼吸管理には1.8mのメラF-呼吸回路をTピースとして使用し、回路内の再呼吸を防止するために定常流を多くした。初期にはレールダグ・換気バッグにて用手的補助呼吸をおこなった。人工呼吸器(Newport E100A)についても安全性を検討した。機械は市販の物をそのまま使用し、ガントリー入口部から0.5m, 1m, 1.5m, 2.0mの各距離で、呼吸回数、1回換気量を種々の条件で設定しtest lungにて実験を行った。呼吸モニターは日本光電社製DMR-7101を使用した。心電図・呼吸モニターは日本光電社製、Lifescope 6を用い、心電図電極はカーボン製の日本光電社製Vitrode W-120を使用した。血圧は自

動血圧計, 日本コーリン社製 BP1001 を使用し, 送気管はコネクター類を非磁性体のもとと交換し, 延長した。呼吸はテレビカメラによる目視および Lifescope 6 によるインピーダンス法又は東芝製エアバッグ式呼吸同期ユニット MSU-01A 型により観察した。点滴台も非磁性体(ステンレス製)のものを使用した。昇圧薬, 血管拡張薬などを定量的に投与するためにシリンジポンプ(テルモ社製 STC-521S)の作動状態も検討した。

結 果

今回の患者のうち MRI 検査中に呼吸循環状態に異常を来した例はなく, 診断的に満足すべき画像が得られた。特に CT では明らかでなか

った脳幹部病変例では MRI は非常に有用であった (Fig. 1)。

F-呼吸回路による用手人工呼吸を行った症例において, 換気の異常を来したものはなく, MRI 検査中の動脈血ガス分析に異常値は認められなかった。人工呼吸器の作動実験結果としては呼吸回数, 吸気時間はほぼ設定通り作動し, 一回換気量は設定 500 ml に対し 383 ml~390 ml であった。この違いは test lung のコンプライアンスによるとの思われ, 許容範囲内の誤差と考えられた (Fig. 2)。実際に, 臨床例にも使用したが問題なかった (Fig. 3)。心電図モニターは MRI 検査中に磁場による QRS 波の乱れはみられたが, 診断的に使用可能であった。呼吸曲線はパルス波によって乱れてしまい, 診断的価値はなかった (Fig. 4)。エアバッグ式呼吸モニターを使

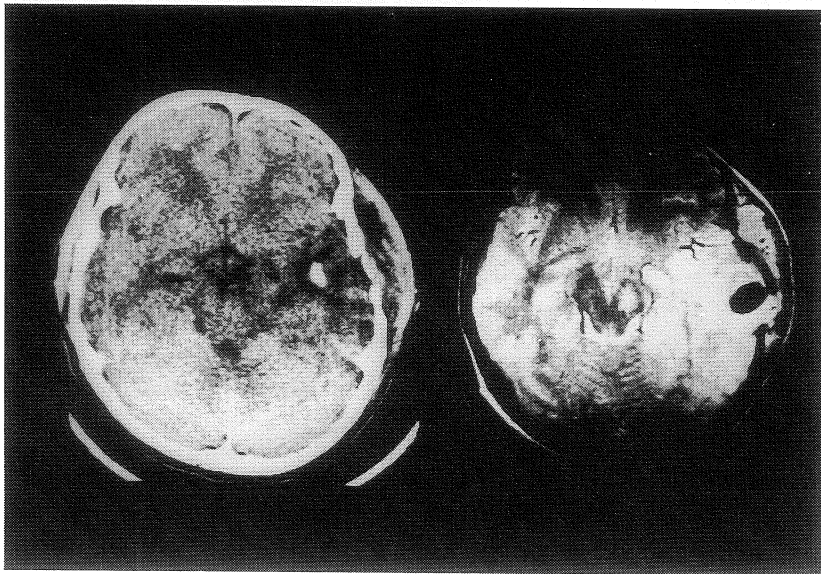


Fig. 1 左 CT, 右 MRI: 脳中心性ヘルニアを呈した AVM による脳内出血の 9 歳男児例。CT

でははっきりしない病変が MRI では中脳の輝度変化と脳幹変形としてみられる。

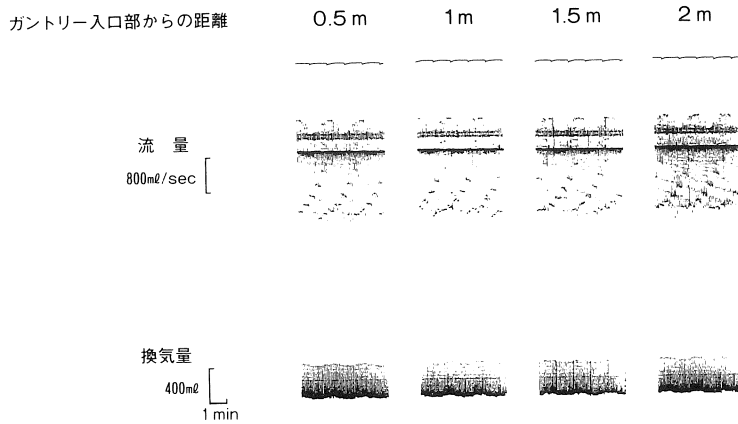


Fig. 2 ガントリーからの位置を変えて記録した人工呼吸器の作動状態, 上段: flow, 下段: volume, いずれもほぼ設定通りの値が得ら

れている(一回換気量 500 ml, 換気回数 15/min., 吸気時間 1秒).

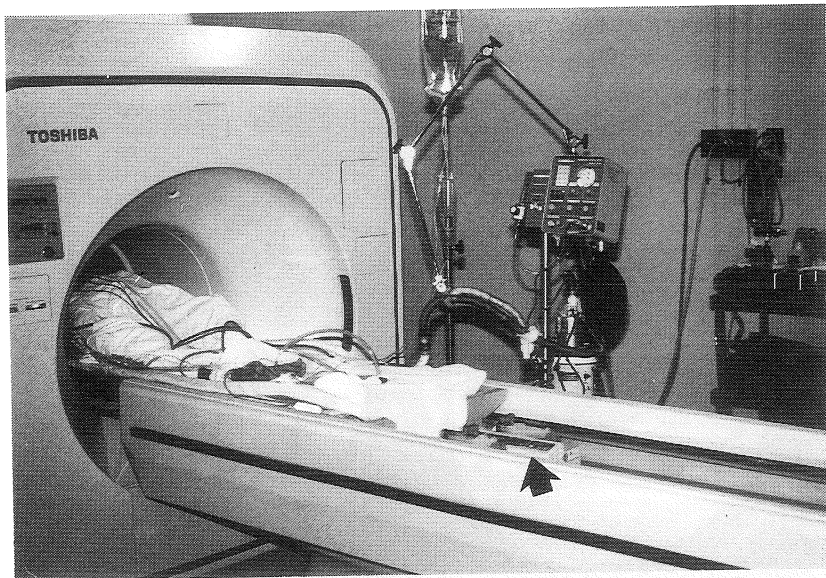


Fig. 3 重症患者の MRI 検査. 酸素, 圧縮空気の配管より人工呼吸器, Tチューブを経て呼吸

回路が患者に至る. 患者の足元にインフュージョンポンプ(矢印)が設置してある.

用した場合には磁場に影響されない呼吸曲線が得られた. 自動血圧計は送気管を 10 m 程度に延長したがチューブの長さによる測定誤差はなかった. シリンジポンプについてはモーターの部

分は磁性体であり, ガントリーの出口より 50 cm 以上離せば問題なく作動し, 流量精度についても問題なかった. ただし, 30 cm 以内に近づくとシリンジポンプがひきつけられ, 危険であった.

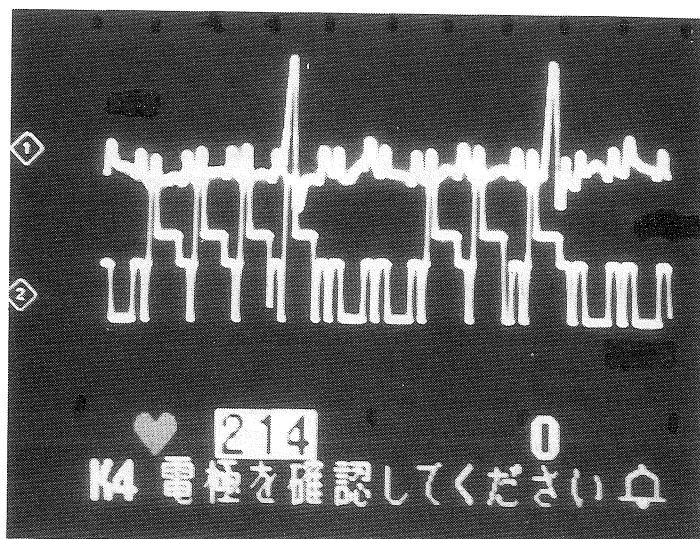


Fig.4 MRI 施行中の心電図・呼吸モニター. 上段：心電図；基線の乱れはあるがQRS波は確認

できる。下段：呼吸曲線，パルス波により呼吸曲線は確認できない。

10 cm 以内に近づくと内部バッテリーを使用の場合には電源が切れる場合があった。最高流量 150 ml/hr でも問題なく動き、過負荷警報も正常に作動した (Fig. 3)。

点滴台 (特注品)、注射針、バイトブロック、金属性気管カニューレは非磁性体であり問題とならなかった。その他通常の点滴台、ペアンなどの磁性体は事前に外して入室するように注意をしておいた。携帯用酸素ボンベは磁性体であり、MRI 室入室時にベッドに固定しておくなどの注意が必要であった。ベッドそのものは磁性体が含まれており、ガントリーに近づけない注意が必要であった。

考 察

MRI は頭部外傷などの救急疾患にも有用であり、特に CT では間接的にしか観察できない後頭蓋窩や脳幹部病変¹⁰⁾を直接描出することがで

きるが⁴⁾⁶⁾⁸⁾¹³⁾¹⁴⁾、これらの報告例は慢性期か或は亜急性期の循環・呼吸状態の安定した時期に検査を行っており³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾¹³⁾¹⁴⁾、状態の不安定な患者においての検討⁸⁾はまだ十分にされていない。

まず呼吸回路については Jackson-Rees 型の T ピースを使用した¹⁾²⁾⁹⁾¹¹⁾¹²⁾。人工呼吸器の部品を非磁性体の物に交換した報告もあるが¹¹⁾、今回の我々の実験では 0.5 Tesla の中磁場では呼吸器をガントリーから離せば、市販の製品でも改造なしで一般使用条件下では使用可能であることがわかった²⁾³⁾。心電図モニターはカーボン製の物を使用することにより診断価値のある波形が得られた。Fiber-optic system にてより干渉の少ないモニターの可能性も期待される⁹⁾。呼吸モニターとしてはインピーダンス式のものには波形が乱れてしまったが、エアバッグ式呼吸モニターを使用すれば全くノイズのない呼吸曲線が得られた。その他に呼気炭酸ガスモニターや非観血的動脈血酸素飽和度モニター (pulse

oxymeter) 等の使用により更に安全な呼吸・循環管理が可能となろう⁴⁾⁹⁾。血圧については非観血的自動血圧計により満足すべきモニターができた²⁾⁴⁾⁹⁾¹¹⁾¹²⁾。ガントリーからの距離をおけば血圧や頭蓋内圧を直接トランスデューサーで測定することも可能であり、症例によっては使用を考慮すべきであろう¹⁾。

シリンジポンプは昇圧剤使用中の患者や持続麻酔療法、その他の定量的な薬剤の投与の必要な症例には不可欠である。現在までに調べ得た範囲ではシリンジポンプの使用について検討した報告はみられず、ミニボトルの使用などが勧められているのみである¹⁾。0.5 T の中磁場で MRI は機械をガントリーより 50 cm 以上離せば使用可能であり、血圧のかなり不安定な患者でも安全に管理できた。

臨床の場で MRI 検査は CT では描出できないような脳幹部の病変などを見るには欠かせない検査となってきている³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾¹³⁾¹⁴⁾。今後このような症例を重ねて新しい知見を得ていきたい。

機械の安全性のテストについてご協力頂いた日本光電(株) 新井健男氏、テルモ株式会社 青木紳一氏、東機質検式会社 渡辺潤一郎氏、に深謝します。

文 献

- 1) Barnett GH, Ropper AH, Johnson KA: Physiological support and monitoring of critically ill patients during magnetic resonance imaging, *J Neurosurg* 68: 246-250, 1988
- 2) Dunn V, Coffman CE, McGowan JE et al.: Mechanical ventilation during magnetic resonance imaging, *Magn Reson Imag* 3: 169-172, 1985
- 3) Gentry LR, Godersky JC, Thompson B: MR imaging of head trauma: review of the distribution and radiopathologic features of traumatic lesions, *AJNR* 9: 101-110, 1988
- 4) Hadley DM, Teasdale GM, Jenkins A et al.: Magnetic Resonance Imaging in Acute Head Injury. *Clinical Radiology* 39: 131-139, 1988
- 5) Hesselink JR, Dowd CF, Healy ME et al.: MR Imaging of the Brain Contusions: A Comparative Study with CT. *AJNR* 9: 269-278, 1988
- 6) Jenkins A, Hadley DM, Teasdale GM: Magnetic resonance imaging of acute subarachnoid hemorrhage, *J Neurosurg* 68: 731-736, 1988
- 7) Kelly AB, Zimmerman RD, Snow RB et al.: Head trauma: Comparison of MR and CT - Experience in 100 patients, *AJNR* 9: 699-708, 1988
- 8) 松村 明, 目黒琴生, 鶴嶋英夫ら: 重症意識障害患者の MRI. 特に臨床的に脳ヘルニアを呈した例について, *日本磁気共鳴医学会雑誌* 8 Suppl.2: 87, 1988
- 9) Nixon C, Hirsch NP, Ormerod IEC et al.: Nuclear magnetic resonance. Its implications for the anesthetist, *Anæsthesia* 41: 131-137, 1986
- 10) Ropper AH: Lateral displacement of the brain and level of consciousness in patients with an acute hemispherical mass, *N Engl J Med* 314: 953-958, 1986
- 11) Roth JL, Nugent M, Gray JE et al.: Patient Monitoring during Magnetic Resonance Imaging. *Anesthesiology* 62: 80-83, 1985
- 12) Weston G, Strunin L, Amundson GM: Imaging for anæsthetist: a review of the methods and anæsthetic implications of diagnostic imaging techniques, *Can Anæsth Soc J* 32: 552-561, 1985
- 13) Wilberger Jr. JE, Deeb Z, Rothfus W: Magnetic Resonance Imaging in Cases of Severe Head Injury. *Neurosurgery* 20: 571-576, 1987
- 14) Zimmerman RA, Bilaniuk LT, Hackney DB et al.: Head injury: early results of comparing CT and high-field MR, *AJR* 147: 1215-1222, 1986

Cardiorespiratory monitoring and support during MRI examination in critically ill patients

Akira Matsumura

(Department of Neurosurgery, Tsukuba Medical Center Hospital)

Kotoo Meguro

(Department of Neurosurgery, Tsukuba Medical Center Hospital)

Taro Mizutani

(Department of Anæsthesiology, Tsukuba Medical Center Hospital)

Hideo Tsurushima

(Department of Neurosurgery, Tsukuba Medical Center Hospital)

Naoaki Satoh

(Department of Neurosurgery, Tsukuba Medical Center Hospital)

Takashi Tsunoda

(Department of Neurosurgery, Tsukuba Medical Center Hospital)

Yuuji Matsumaru

(Department of Neurosurgery, Tsukuba Medical Center Hospital)

Yoshitaka Nakata

(Department of Neurosurgery, Tsukuba Medical Center Hospital)

Mitsunori Wada

(Department of Radiology, Tsukuba Medical Center Hospital)

Youichi Kikuchi

(Department of Radiology, Tsukuba Medical Center Hospital)

Toshio Ebashi

(Department of Radiology, Tsukuba Medical Center Hospital)

Tadao Nose

(Department of Neurosurgery, University of Tsukuba)

To evaluate safety and feasibility of MRI examination in critically ill patients who require cardiorespiratory monitoring and support, a prospective study was carried out. Toshiba MRT-50A (0.5 Tesla) superconducting MRI system was used for these examination. 1.8 m T-tube system was used for assisted ventilation to reach patients in the center of the magnetic field. Mechanical ventilation using Newport ventilator E100A could be performed without mechanical problems. No part of the ventilator was replaced by non-ferromagnetic substances. A continuous infusion syringe pump STC-521S (Terumo Co.Ltd.) could also be safely used during MRI examination if the pump were placed 50 cm or more from the edge of the opening of the magnet. With the use of this syringe pump, even patients with unstable blood pressure could be safely managed during the MRI examination.

ECG and respiratory monitoring were obtained using electrodes with carbon fiber. Blood pressure was measured by automatic blood pressure cuff with long non-ferromagnetic tubes. The monitor was placed outside the MRI room and it worked properly.

With the use of such cardiorespiratory monitoring and support system, MRI can be safely performed and it may provide useful information in critically ill patients, especially in those with negative CT or other radiological findings.