

麻酔と蘇生

Anesthesia and Resuscitation

休刊最終号

Volume 55

Final edition for publication suspension

Number 1

March 2019

目次

臨床研究

頸椎症性脊髄症患者を対象とした挿管用デバイスの前向き比較研究 —エアウェイスコープ™ vs スタイレットスコープ™—	平野 洋子, 他	1
麻酔科開設以来 50 年間の麻酔管理と使用麻酔薬の変遷	福田 秀樹, 他	5
無線 LAN により医療機器からの自動記録が可能になった オープン MRI 手術室での 25 症例の麻酔経験	石井 友美, 他	13
救急救命士が病院到着前に測定した患者の血糖値とその病態の検討	檜崎 壮志, 他	17
小児先天性心疾患手術に伴う肺コンプライアンスの変動に関する調査	北川麻紀子, 他	21
体位変換に伴う循環動態の腹臥位と膝胸位間での比較	三好 寛二, 他	25

症例報告

重症筋無力症患者に対してロクロニウムとスガマデクスを使用した 2 症例	大野 麻紀, 他	31
脊髄幹麻酔に起因する脊髄髄節性ミオクロヌスが疑われた 2 症例	田嶋 実, 他	35
脳深部刺激療法を留置したパーキンソン病患者の脊髄くも膜下麻酔中に ウェアリングオフ様症状と自律神経反射亢進症状を合併した 1 症例	田嶋 実, 他	39
抗生剤によるビタミン K 欠乏性凝固異常のために硬膜外カテーテル 抜去に難渋した 3 症例	平田 友里, 他	45
胸部硬膜外麻酔により Horner 症候群を呈した 1 例	横田真優子, 他	49

紹介

第64回 広島麻酔医学会抄録集		53
-----------------	--	----

English Article

CLINICAL ARTICLE

Influence of Maternal Hypotension on Umbilical Artery pH in Parturients Undergoing Cesarean Section	Kana FUKUTOKU, et al	61
Relationship Between Age and Frequency of Side Effects Associated with Postoperative Analgesia	Hiroshi HAMADA, et al	67
Tactile Hypoesthesia Associated with Myofascial Trigger Points in Patients with Persistent Post-Mastectomy Pain —A Close Observation Study in A Case Series—	Katsuyuki MORIWAKI et al	71
Evaluation of Hemodynamics During Posture Change to Knee-Chest Position by FloTrac™	Hirotsugu MIYOSHI, et al	75
Precise Prediction of Right Atrium Position within Expiratory Phase Thorax	Hirotsugu MIYOSHI, et al	79



無線 LAN により医療機器からの自動記録が可能になった オープン MRI 手術室での25症例の麻酔経験

石井 友美*, 讃岐美智義*, 加藤 貴大*, 安田 季道*, 原本 俊明*, 河本 昌志*

要旨：オープン MRI 設置手術室で25例の麻酔を経験した。MRI 設置手術室では術中に MRI 画像を判断材料として手術をすすめるため、MRI 画像へのノイズ混入対策が必要である。また、MRI 磁場の影響で術中にモニター機器や麻酔器が誤動作を起こす可能性があるため、MRI 非対応機器からの画像ノイズの遮断対策として、電子機器から発生するノイズの軽減には特殊シールドボックスやイキソルメッシュを使用し、手術室外からのノイズには手術室全体にシールド工事を行った。MRI が発生させる磁場による電子機器の誤動作・故障対策は、オープン MRI の磁場が5 Gauss以下となる範囲に電子機器や手術器具を置くことで対応した。問題の克服に加えて、医療機器からのデータの無線通信により、ケーブル類をなくすことで MRI 撮影時の患者移動の簡素化をはかり、安全性を高めることができた。

Key words：オープン MRI, 麻酔, 無線 LAN, 医療機器連携, 自動麻酔記録

当院では2016年にオープン MRI 設置手術室を稼働し、2018年までに25例の手術麻酔を経験した。術中に撮影した MRI 画像を外科医が判断材料として手術をすすめるため、MRI 画像へのノイズ混入は大きな問題である。また、通常の MRI 検査と同様に、磁場の影響で術中にモニター機器や麻酔器が誤動作することが問題となる。これら問題点の克服に加えて、医療機器からのデータの無線通信により、ケーブル類をなくすことで MRI 撮影時の患者移動の簡素化をはかり、安全性を高めることができた。25症例の麻酔経験を通して得られた、オープン MRI 手術室での麻酔科医の対応および自動麻酔記録の構築に関する工夫について報告する。

MRI 画像のノイズ対策

MRI 設置手術室の施工時に、手術室全体を -80 dB のシールド室として設計し、手術室外からのノイズを遮断した。手術室内に設置する電子機器が MRI 画像にノイズが混入の事前確認として、Radio Frequency (RF) レシーバーを用いた調査を行った。0.1~1,299.995 MHz が送受信できる RF レシーバーを 16.155 MHz にチューニングして各機器にアンテナを近づけた際に共鳴するかどうかを調べた。共鳴した電子機器は、MRI 画像にノイズを混入させる可能性があるかと判断した。麻酔記録端末であるノート PC FMV NN6H3E2 (富士通社)、テルフュージョン® 輸液ポンプ LM 型 (テルモ社)、テルフュージョン® 輸液ポンプ SS 型 (テルモ社)、テルフュージョン® TCI ポンプ TE-371 (テルモ社)、iPad (Apple 社)、無線 LAN 送信機は共鳴した。

ノート PC は電源 OFF 状態ではノイズを発生しないが、液晶画面や USB ポートからのノイズが発生する。電源

OFF からの再起動では、システム起動までに15分以上を要するためスリープ状態とし、イキソルメッシュ (富山電気ビルディング社) に包むとノイズが遮断できた。

ポンプと無線 LAN 送信機については、特注のシールドボックス (図1) を作成し対応した。このシールドボックスは、無線 LAN 電波は通過させるが、ノイズは遮断するため、MRI 撮影中もシリンジポンプを使用することができた。

当院の手術室全室に標準で設置している無線ルーターのアクセスポイント AIR-CAP3502I-Q-K9 (Cisco 社) は共鳴しなかったため、MRI 画像のノイズ源とならないと判断した。iPad (Apple 社)、手術中に使用する無影灯や顕微鏡、術野供覧用の液晶画面もノイズ発生源となるが、MRI 撮影中には、これらの電源をすべて OFF とすることで対応した。

無線 LAN 通信

MRI 撮影時には、手術位置から MRI 装置までの数メートルを、手術台ごとスライドして移動させる (図2) 必要がある。一般的な手術と同様に、患者の生体モニター情報や麻酔器及びシリンジポンプの情報を記録する必要があるが、有線接続では患者移動が煩雑になると考え、無線 LAN で通信することとした。

MRI で利用される周波数帯は 3 MHz-0.3 GHz であるが、通常の無線 LAN で用いる周波数帯は 0.3-30 GHz であるため、無線 LAN の電波自体は MRI 画像へのノイズ減とならないと考え、2.4 GHz 帯の無線 LAN を使用した。

MRI 設置手術室で使用する麻酔器として、MRI 対応麻酔器である FabiusMRI® (Dräger 社) を選択した。この麻酔器は、3 テスラの磁場環境でも安定した作動が保証されているが、本麻酔器からのデータ出力は有線接続しかないので、麻酔器の有線接続ポートからシールドボックスまで光ファイバーで引き込み、前述の仕様の麻酔器側面に設置し

* 広島大学病院 麻酔科

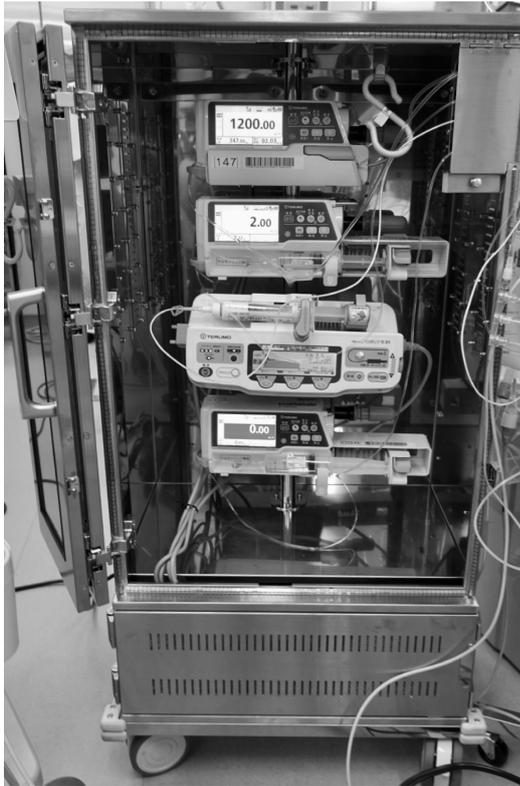


図1 特注シールドボックス
4台のシリンジポンプを格納
無線 LAN 送信機と無停電電源は、ボックス底面に格納する。



図3 FabiusMRI® (Drager 社)
麻酔器側面の特殊シールドボックス



図2 手術台と MRI 装置の位置関係 (麻酔科医の目線で撮影)

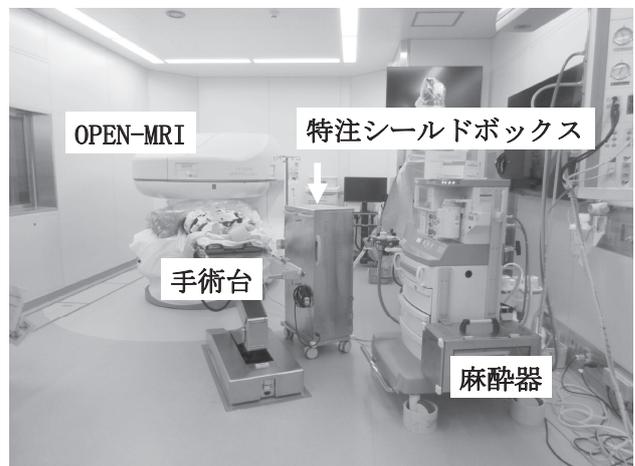


図4 MRI 撮影時の様子

た別のシールドボックス内で無線 LAN に変換した (図3)。麻酔器の情報や薬剤投与のためのシリンジポンプからのデータは無線 LAN 経由でサーバに保存される。

輸液ポンプ, シリンジポンプは, テルフュージョン®, 輸液ポンプ LM 型 (テルモ社) を1台, テルフュージョン®, 輸液ポンプ SS 型 (テルモ社) を2台, テルフュージョン®, TCI ポンプ TE-371 (テルモ社) を1台の計4台を用いた。これらのポンプ類と併せて無線 LAN 送信機, 無停電電源 Goal Zero Yeti 150 Solar Generator (GOAL ZERO 社) もポンプ用のシールドボックス (図1) に格納した。シリンジポンプからのデータは, 常時, 無線 LAN 経由でアクセスポイントを介して自動的にサーバに保存される。

MRI 撮影中は麻酔器本体とシールドボックスは、それぞれに内蔵されたバッテリー駆動とした。電源コード等のケーブルなくすことで、ノイズ源の排除に加え、障害物を排除によるベッド移動時の安全につながる（図4）。

MRI 手術室での自動麻酔記録

麻酔記録にデータを自動取得する機器として、生態情報モニター、麻酔器とシリンジポンプがある。麻酔器とシリンジポンプのデータは前述の通り、常時、無線 LAN を介してデータを自動取得し、自動麻酔器録である ORSYS (Philips 社) に、10秒おきにデータ欠損なく記録が可能であった。

生体情報モニターは2台体制とした。MRI 非撮影時は他手術室と同じ、MRI 非対応である B850 (GE 社) を使用し、有線接続でデータを取得した。B850は MRI に対応しておらず、ノイズ発生源と機器故障のリスクの可能性があるため MRI 撮影時には、B850は電源遮断し、MRI 対応の Invivo Expression (Philips 社) を使用した。B850のセンサーは麻酔導入前から装着し、Invivo のセンサーは導入後に装着し、MRI 撮影中のみ B850のモニターケーブルとモニター本体を遮断した。Invivo は、MRI 撮影中の動作が保証されていることに加え、心電図と SpO2 はセンサーとモニター本体間通信が無線モジュールであるため手術台移動時も煩雑さが少なかった。

一方、MRI 撮影中の自動記録端末からの手入力に関しては、端末をスリープ状態とするため、現状では制限がある。手入力項目をメモしておいて MRI 撮影終了後に記載するか、OPEN-MRI 設置手術室外から記載する必要がある。MRI 撮影中にも手入力記載ができるよう、MRI ノイズを混入させない無線 LAN 対応の別デバイスを導入する必要がある。

MRI 磁場による機器の故障対策と MRI 撮影時の麻酔科医の対応

MRI 装置には一般的な検査に用いる筒型の高磁場装置と、オープン MRI と呼ばれる低磁場装置がある。前者は撮影時間が短く高機能であるが、超電導磁石の維持コストが高い

ことや磁場の漏洩範囲が広いことが問題となる¹⁾。後者のオープン MRI は、磁場の漏洩範囲が狭い²⁾ため、磁場が5 Gauss以下となる範囲（以下、5 Gaussライン外）では電子機器や手術器具の使用が可能である。術中 MRI 撮影時には術野を清潔に保ち、手術台ごと MRI 装置まで移動する。シリンジポンプはシールドボックスの扉を閉めてノイズを遮断し5 Gaussライン外に置いて管理した。麻酔器にもシールドボックスを搭載したため5 Gaussライン外にバッテリー駆動の状態でおいた。この際、蛇管のトラブルを避けるため、通常より長い3 mの蛇管を使用した。

オープン MRI 適応手術では、術中に運動誘発電位によるモニタリングを行っているため、運動誘発電位への影響がより少ないとされる³⁾全静脈麻酔に加えて筋弛緩薬を使用しない麻酔が必要となることが多い。25例の経験では患者の体動や呼吸循環異常、機器トラブルなどは経験しなかったが、トラブル発生時には MRI 手術室内での麻酔科医の積極的な介入が必要である。

結 語

オープン MRI 手術室の稼働後、25例の全身麻酔症例を経験した。シールドボックスによってシリンジポンプからの MRI 画像へのノイズを遮断したことで、手術中と同様に MRI 撮影中も全静脈麻酔でより安全な麻酔環境を構築できた。また、MRI 非対応機器が MRI 画像にノイズを混入させることなく、MRI 設置手術室としての役割を十分に果たすことができ、同時に、MRI 磁場による電子機器の故障も経験しなかった。

参 考 文 献

- 1) 村垣善浩, 伊関 洋, 丸山隆志, 他: 術中 MRI 手術の有用性と将来性. 医療機器学, 81: 282-289, 2011
- 2) 八杉幸浩: 日立が考える術中 MRI システムの最適化. 映像情報メディカル, 48: 22-25, 2016
- 3) 田中 聡, 川真田樹人: 運動誘発電位の麻酔: 静脈麻酔の有効性と問題点. 臨床神経生理学, 44: 473-477, 2016

—2018年12月12日 受—

ABSTRACT

Open MRI Operating Room with Automatic Electronic Recording of Medical Equipment Provided by Wireless LAN - Anesthesia Care Experience of 25 Cases in Hiroshima University Hospital

Tomomi ISHII*, Michiyoshi SANUKI*, Takahiro KATO*, Toshimichi YASUDA*,
Toshiaki HARAOKI* and Masashi KAWAMOTO*

* Department of Anesthesiology and Critical Care, Hiroshima University Hospital

We provided anesthesia care for 25 patients in an open MRI operating room and summarized here our experience. When surgeons use MRI during surgery, the presence of noise in the images caused by other electronic equipment in the area often hinders accurate diagnosis. In addition, malfunction of monitoring and anesthesia equipment during surgery due to the MRI magnetic field created during an MR examination can occur.

In order to prevent imaging interference affecting equipment not compatible with MRI, we utilized 2 specially prepared shield boxes and wrapped the personal computer used for coordinating the data with a mesh-like cloth made

by Ixol-mesh. In addition, we prepared a shielded operating room in order to block noise from the outside. To prevent malfunction of the surgical and electronic instruments, we kept them outside the magnetic field of 5 Gauss or lower to minimize the magnetic effect generated with MRI. Furthermore, patient safety during MRI imaging was improved by establishing a wireless communication system to feed data from medical devices, which allowed elimination of cabling.

Key words: Open MRI, anesthesia, wireless LAN, medical network system, anesthesia information management system