

MR 検査の安全管理と MR 専門技術者の関連性

上山 毅¹, 山谷 裕哉², 土井 司³, 錦 成郎⁴,
小倉 明夫⁵, 川光 秀昭⁶, 土橋 俊男⁷, 奥 秋知 幸⁸,
松田 豪⁹

¹彩都友誼会病院画像診断部 ²奈良県立医科大学中央放射線部 ³大阪大学医学部附属病院医療技術部
⁴天理よろづ相談所病院放射線部 ⁵京都市立病院放射線科 ⁶神戸大学医学部附属病院医療技術部
⁷日本医科大学付属病院放射線科 ⁸㈱フィリップスエレクトロニクスジャパン ⁹GEヘルスケアジャパン(株)

緒 言

Magnetic resonance (MR) 検査は磁気共鳴という現象を利用して、生体内の水素原子の情報を可視化する検査である。MR 装置自体が強力な磁石となっているため、ボールペンやクリップなど小さな強磁性体物質の吸着から酸素ボンベや車椅子などの大きな強磁性体物質の吸着事故の報告が絶えない。現在、MR 検査装置の普及や高磁場化に伴い検査に対する安全を担保するために注意喚起が行われている^{1)~3)}。また土井らの調査によると 500 床以上の大病院において検査室内に持ち込んだ強磁性体による吸着事故や火傷の報告が多くあり、この原因として MR 装置に関わるスタッフへの教育不足が大きく関与しているのではないかと推測した⁴⁾。

医療安全の確保と高度専門医療に対応する知識・技術の普及のため 2007 年 4 月に日本磁気共鳴専門技術者認定機構が発足した⁵⁾。ここで定められる磁気共鳴 (MR) 専門技術者の役割として、装置の精度管理や立ち入り者の安全管理ができることと定められている。受験資格として施設の安全管理マニュアルの作成が必須で

あり、試験内容にも安全に関する項目が多く出題されている。また認定の更新には安全管理講習会を受けることも義務である。現在までに 300 名以上の MR 専門技術者が認定されており、MR 専門技術者が在籍する施設では安全に対する意識レベルに変化を生じていることが予測される。そこで今回、MR 専門技術者が制定されたことによる安全性に対する効果を確認するために MR 専門技術者の認定取得前後で安全に関する意識の変化、認定者が在籍していない施設との吸着事故の件数の違いを調べるためにアンケートをとり実態調査を行った。

方 法

日本放射線技術学会会員の所属する医療施設の中から、日本磁気共鳴専門技術者認定機構が定める認定者が在籍している施設 (以下、認定者在籍施設) と、認定者が在籍していない施設 (以下、一般施設) の MR 検査担当責任者宛にアンケート調査表を発送した。アンケートの概要は、超伝導磁石の MR 装置を対象に 2007 年から 2011 年の 5 年間における (1)施設環境について、(2)大型強磁性体の吸引経験について、(3)

キーワード MR safety, medical accident, risk management, questionnaire survey, MR technological specialists

MR 検査の安全に関する教育について、(4)MR 専門技術者認定について（※認定者在籍施設のみ）、に関する 4 項目を元に、内容はさらに詳細に分かれている。回答は調査施設を特定できないように匿名にて返送を求めた。

結 果

回収できたアンケートは、認定者在籍施設が 152 施設、一般施設が 236 施設であった。認定者在籍施設の内訳は、入院施設なし：10 施設、1～100 床の施設：4 施設、101～300 床の施設：25 施設、301～500 床の施設：41 施設、501 床以上の施設：72 施設であった。また、一般施設の内訳は、入院施設なし：1 施設、1～100 床の施設：9 施設、101～300 床の施設：93 施設、301～500 床の施設：83 施設、501 床以上の施設：50 施設であった (Fig. 1)。

1. 施設環境

1) MR 装置の台数

施設が保有している MR 装置の台数は、認定者在籍施設において 1 台の施設が 29.6% (45 施設)、2 台の施設が 34.9% (53 施設)、3

台の施設が 20.4% (31 施設)、4 台の施設が 7.9% (12 施設)、5 台以上の施設が 7.2% (11 施設) であった。一般施設において 1 台の施設が 65.3% (154 施設)、2 台の施設が 27.5% (65 施設)、3 台の施設が 6.8% (16 施設)、4 台の施設が 0.4% (1 施設)、5 台以上の施設が 0% (0 施設) であった (Fig. 2)。

調査対象となった超伝導磁石の MR 装置台数は、認定者在籍施設において 343 台 (152 施設) であった。また、一般施設における調査対象の装置台数は 328 台 (236 施設) であった。

2) MR 装置 1 台あたり 1 日平均 MR 検査人数

超伝導型 MR 装置 1 台あたりの 1 日平均 MR 検査人数は、認定者在籍施設において平均 17 件、一般施設において平均 14 件であった。一施設あたりの 1 日平均の総 MR 検査人数は認定者在籍施設で平均 38 件 (平均設置台数 2.3 台)、一般施設で平均 20 件 (平均設置台数 1.4 台) であった (Table 1)。

3) MR 検査室内で患者に関わるスタッフの人数

患者が MR 検査室に入室してからポジショニング・検査開始までに関わるスタッフの人数は、独歩患者に関して、技師 1 人で対応して

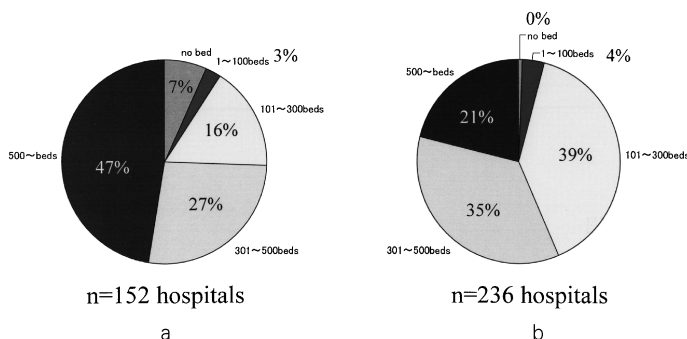


Fig. 1. Scale of surveyed hospitals (a) the hospital where MR special technologist belongs (b) the hospital where MR special technologist does not belong

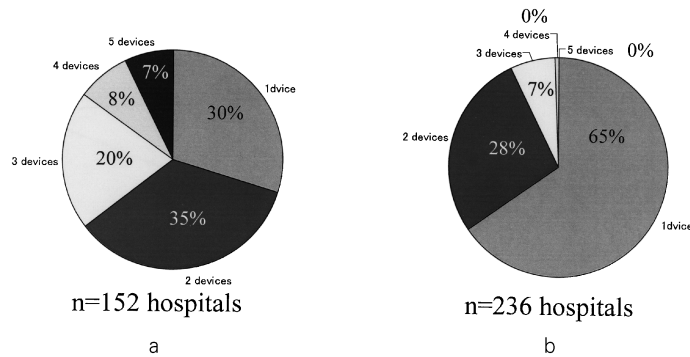


Fig. 2. The number of MRI devices in surveyed hospitals (a) the hospital where MR special technologist belongs (b) the hospital where MR special technologist does not belong

Table 1. The average number of MR devices in surveyed hospitals and the average number of MR examinations

	approval	non-approval
Average number of MR device	2.3 units	1.4 units
Average number of MR examinations (per MR device)	17 examinations	14 examinations
Average number of MR examinations (per day)	38 examinations	20 examinations

いる施設は認定者在籍施設で74%，一般施設で76%であり，技師と看護師など2~3人で対応している施設は認定者在籍施設で17%，一般施設で15%であった (Fig. 3). 車椅子患者に関して，技師1人で対応している施設は認定者在籍施設で44%，一般施設で51%であり，技師と看護師など2~3人で対応している施設は認定者在籍施設で30%，一般施設で29%であった (Fig. 4). ストレッチャ患者に関して，技師1人で対応している施設が認定者在籍施設・一般施設ともに18%であり，技師と看護師など2~3人で対応している施設は認定者在籍施設で21%，一般施設で31%，また4人以上で対応している施設は，認定者在籍施設で61%，一般施設で51%であった (Fig. 5).

4) 体外金属の問診

体外金属のチェックはどのタイミングに行っているかという問い(複数回答可)に対し，オーダ発生時にチェックしているのは，認定施設において53%，一般施設において54%であった。また検査受付時，検査待合時にチェックしているのは，認定者在籍施設において60%，一般施設において45%であった。検査直前の体外金属のチェックは認定者在籍施設，一般施設ともにほぼ100%の施設で行われていた (Fig. 6).

2. 大型の強磁性体の吸引経験

過去5年間において大型強磁性体(点滴スタンド・酸素ボンベ・ストレッチャ・車椅子など)の吸引事故は97件(内訳:認定者在籍施設37件，一般施設60件)発生していた。施設規模別に吸着事故件数を比べると，501床以上の施設において最も事故件数が多かった

independent gait

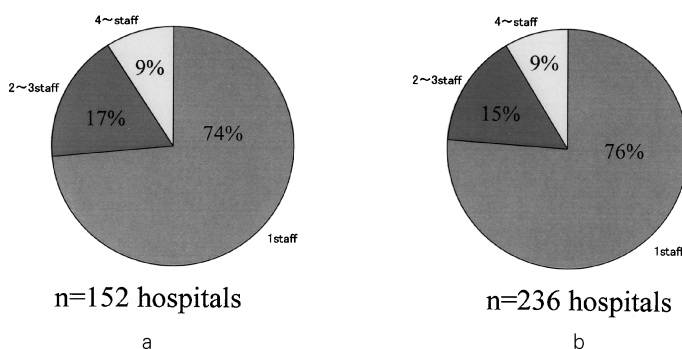


Fig. 3. The number of staff who care self-reliant patient in examination room (a) the hospital where MR special technologist belongs (b) the hospital where MR special technologist does not belong

wheelchair

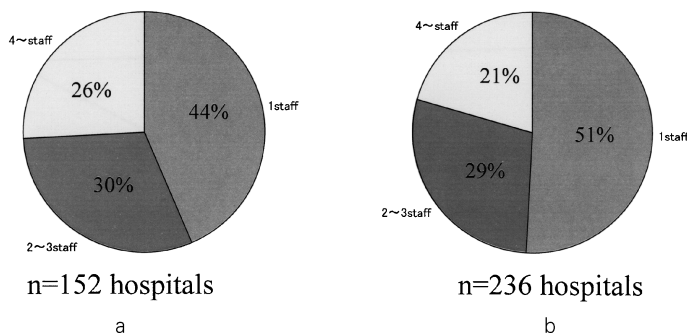


Fig. 4. The number of staff who care patient in wheelchair in examination room (a) the hospital where MR special technologist belongs (b) the hospital where MR special technologist does not belong

(Fig. 7). また認定者在籍施設の大型強磁性体の吸引事故数は 37 件であったが、MR 専門技術者の認定を取得する以前の吸着事故も多く、取得後の吸着事故は 15 件であった。また吸着事故の当事者に認定者が含まれているケースは 3 件であった (Fig. 8)。検査数を考慮した場合、事故頻度は認定者在籍施設において 10 万検査あたり 0.5 件の発生頻度であり、一般施設では 10 万検査あたり 1.0 件の発生頻度であ

た。調査対象全体では 10 万検査あたり 0.7 件の発生頻度であった (Table 2)。また吸引事故を経験した施設に事故原因について答えてもらったところ、「思い込み」と答えた施設が一番多かった (Table 3)。

3. MR 検査の安全に関する教育

MR 検査の安全に関する教育は認定者在籍施設、一般施設ともにほぼ全施設において実施されていた。教育を行うタイミングは Fig. 9 に

stretcher

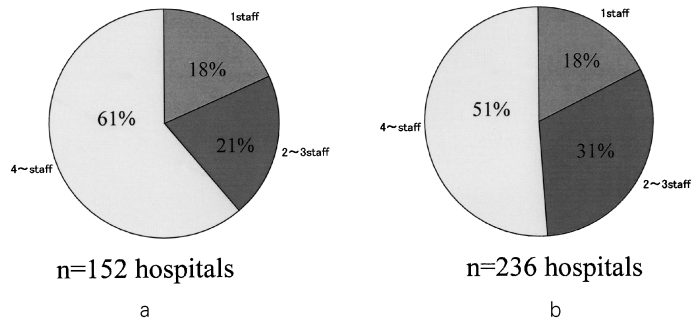


Fig. 5. The number of staff who care patient in stretcher in examination room (a) the hospital where MR special technologist belongs (b) the hospital where MR special technologist does not belong

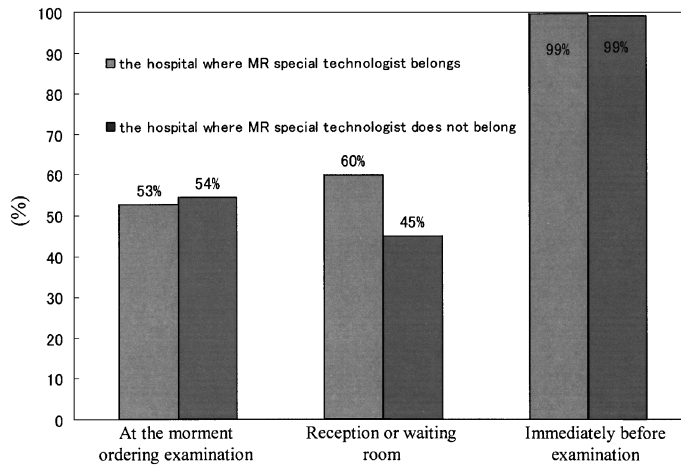


Fig. 6. Ratio of hospitals in which patients were checked whether metals were attached to them

示す. さらに教育方法について, どのような教育をおこなっているのか調査した. 教育方法の選択肢は(1)資料のみ配布, (2)資料による講義, (3)VTR (映像) を含めた講義, (4)体験実習を含めた講義の四つである. さらに, これらの教育方法の違いと吸引事故発生確率を合わせて比較した (Table 4).

4. MR 専門技術者認定について

MR 専門技術者が在籍してからの吸着事故数

の変化について, 「吸着事故は増加した」と答えた施設はなく, 認定者在籍施設の 37% が「在籍後, 吸着事故はない」と答えており, 5% が「吸着事故は減少した」と答えている. また「変化なし」と答えている施設は 58% であった.

MR 専門技術者が在籍してからの安全管理に対する認識の変化について, 「認識するようになった」と答えた認定者在籍施設の 60% であ

MR 検査の安全管理と MR 専門技術者の関連性

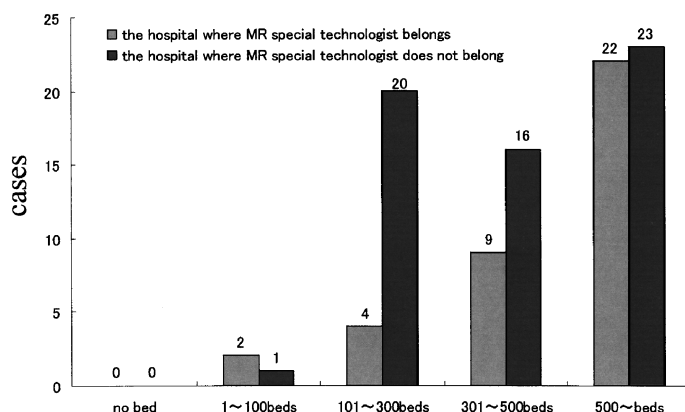


Fig. 7. The number of attracting accidents according to the number of beds

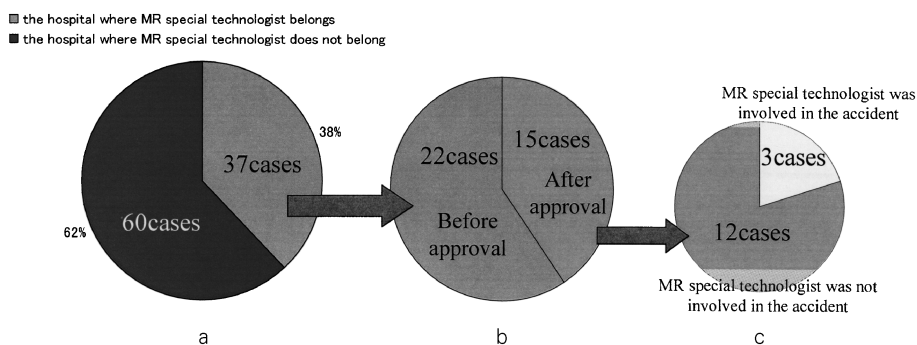


Fig. 8. (a) The number of attracting accidents (b) whether the attracting accident was occurred before approval or after approval (c) the accident in which MR special technologist was involved

Table 2. The total number of attracting accidents and the number of attracting accidents per 100,000 examinations

	approval	non-approval	total
number of attracting accidents (for five years)	37 cases	60 cases	97 cases
number of attracting accidents (per 100,000 examinations)	0.5 cases	1.0 cases	0.7 cases

り、「変化なし」と答えたのは認定施設の40%であった。

MR 専門技術者が在籍するようになってから

の施設内教育環境の変化について、認定者在籍施設の45%が「教育環境が向上した」と答えていた (Fig. 10)。

考 察

認定者在籍施設は 300 床～500 床の中規模病院，ならびに 500 床以上の大規模病院に多いことがわかった．MR 専門技術者認定を受験資格として MR に関する学会で 3 回以上の学術

発表，または MR に関する 1 編以上の学術論文のどちらかが必要となり，認定を取得するには学術成果が大きな障壁と考えられる．したがって，中規模～大規模病院に認定者在籍施設が多いことは臨床業務以外に研究や教育を柱とする大学病院や学術活動に理解のある市立病院，市民病院が多く含まれているためではないかと考えられる．逆に臨床業務以外に MR 装置を研究に使うことに制限のある民間病院や，臨床業務のマンパワーが不足しているため学会に参加できない小規模の施設は MR 専門技術者の認定を取得しにくくなっていると考えられる．

1. 施設環境（設置台数・検査数・検査に携わるスタッフ数・体外金属の間診）

一般施設で複数台の MR 装置を設置してい

Table 3. Cause of the attracting accidents

	approval	non-approval
Perceived notion	17 replies	34 replies
Blundering/ Impaired attention	12 replies	19 replies
An ignorant mistake	7 replies	14 replies
Miscommunication	7 replies	6 replies
Other	16 replies	23 replies

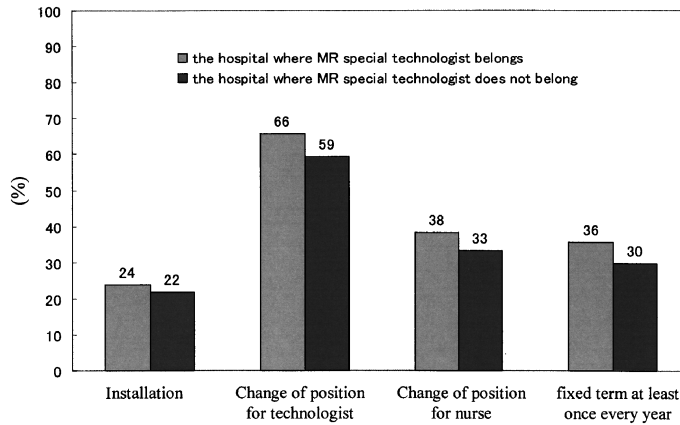


Fig. 9. Opportunities for education about MR safety

Table 4. Education methods for MR safety and the number of attracting accidents per 100,000 examinations

	Education method	approval	non-approval
number of attracting accidents (per 100,000 examinations)	Only handout	0.5 cases	1.4 cases
	Lecture using handout	0.6 cases	0.9 cases
	Lecture using the video	0.5 cases	0.5 cases
	Experience activity	0.5 cases	0.9 cases

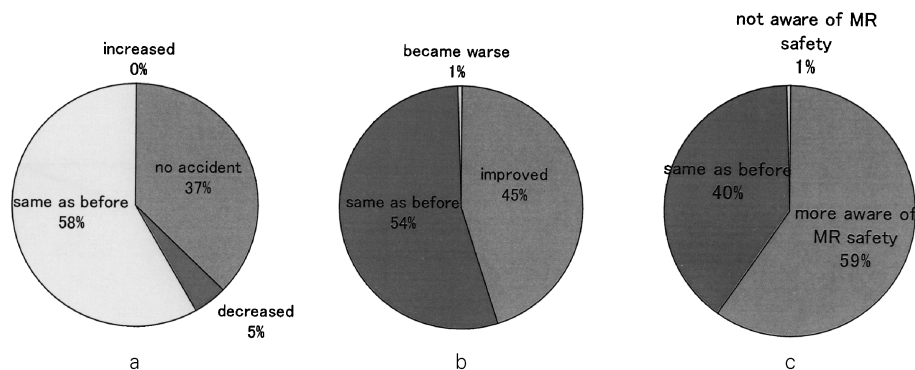


Fig. 10.

(a) variance of the number of attracting accidents after approval (b) difference for the quality of education about MR safety after approval (c) difference for the conscious of MR safety after approval

る施設は3~4割程度であるが、認定者在籍施設では7割を超えていた。これは施設規模や1日当たりの検査数に関連していると考えられる。認定者在籍施設の平均設置台数は2.3台であり、全MR装置を含めた1日あたりの平均検査数に換算すると、認定者在籍施設の1日あたりのMR検査数は平均38.0件となり、一般施設に比べ約2倍の検査を施行している。設置台数や検査件数から考えると、認定者在籍施設の方が吸着事故に関するリスクは高いと考えるが、実際には2)の結果から、認定者在籍施設の方が吸着事故数は少なかった。MR検査に携わるスタッフの人数を比較すると大きな差はなく、ストレッチャで運ばれる患者には認定者在籍施設、一般施設ともに必要なスタッフ人数が携わっている。さらに体外金属の問診に関しては、認定者在籍施設、一般施設ともにほぼ100%の施設で検査室入室直前にチェックを行っている。つまりマンパワーには差がなく、MR検査に携わるスタッフの吸着事故に関する意識が高いことが、吸着事故の発生を減少させているのではないかと推測できる。

2. 大型の強磁性体の吸引経験

認定者在籍施設において、過去5年間に起きた大型強磁性体の吸引経験の件数から、1日

あたりの平均検査人数が一般施設の倍以上であることを考慮すると、吸引事故の起こる確率は一般施設に比べ低い。また認定者在籍後の吸引事故は15件、実際に吸着事故の当事者が認定者であったのは3件であり、吸着事故を減らすことに対して認定者が在籍する意義は認められると考えられるが、なくすまでにはいたっていない。そして大型強磁性体のMR室内への持ち込みは担当者が目を離した隙や、普段MR検査を担当していないスタッフが多く起因している報告からも⁶⁾、認定者はMR検査室の管理、監督者として責務を果たすことで、さらに大型強磁性体の吸引を減らすことができるようになるかと推測される。これは、MR検査担当者以外が一人で検査を施行する可能性がある夜勤帯でのMR検査に、十分注意する必要があると考えられる。

また吸着事故の発生原因として、「思い込み」「うっかり・注意不足低下」と回答した施設が多く、医療の世界で行われているインシデントレポートを参考にした医療安全対策に認定者が関わることは必要であると考え⁷⁾。

3. MR検査の安全に関する教育とMR専門技術者のかかわり

MR検査の安全に関する教育の機会は認定者

在籍施設、一般施設ともにほぼ全施設で行われている。教育の対象は施設全体である場合やMR担当スタッフのみである場合などさまざまであった。教育の内容は、資料を渡すだけから体験実習まで施設によって多様であるが、認定者在籍施設においては、吸引事故の発生確率との大きな差はなかった。しかし一般施設において資料を渡すだけの教育で済ませている施設では、吸引事故の発生確率が高かった。今回のアンケートでは教育の質まで読み取ることができなかったが、認定者在籍施設の46%は教育環境が改善されたと答えている。これは認定者在籍施設では認定試験の受験の際に安全管理マニュアルを作成し提出することが義務付けられているため、安全管理に関する情報やマニュアルが刷新され、より安全管理に関する意識が高まった結果ではないかと考える。また認定者が学術活動へ参加することで得る情報が、教育環境を改善する理由の一つになっていると考える。事故原因の多くは確認不足であるが、次に多いのは認識・知識不足であった。認定者の在籍後、59%の施設で安全管理に対する認識が変わったと答えており、これは大きな意味をもつのではないかと考える。

考察したようにMR専門技術者が在籍すると大型強磁性体の吸引事故の低下に対しては効果があることが推測できたが確定はできなかった。これはTable 2で示されるように大型強磁性体の吸引事故の起こる確率が10万件に1件程度なので、MR専門技術者認定制度後の吸引事故の発生を解析するための母集団がまだ少ないことによる。しかし重大事故につながる大型強磁性体の吸引事故発生低下に対しては効果があることが推測できるので、本制度を社会的に十分に普及させること、MR検査室の安全性を向上させることはMR検査に携わる技術者として当然の考えである。そのような意味からも、今後は民間病院や小規模の施設にもMR専門技術者の在籍を普及させることが必要と思われる。

結 論

MR専門技術者が在籍している施設は、在籍していない施設に比べ1日あたり約2倍の検査をこなしているが、吸引事故の発生率は在籍していない施設に比べ低かったといえる。つまりMR専門技術者の活動により、安全管理に関する情報収集と啓発活動が効果的に働いている結果である。

スタッフの充実度や体外金属の確認の実施に関しては認定者の在籍と因果関係はなく、各施設において適切な手順が設けられている。しかしながら、事故の多くは思い込みや確認不足であり、その背景には業務多忙やスタッフ間の連携ミスなど、普段よく耳にする医療ミスの発生原因と大きく変わらないことも知るべきである。知識不足・認識不足は教育によって改善されると考えられるが、確認不足は施設毎に労働条件や施設環境が異なりさまざまな要因を抱えており解決する方法は一つではない。今回のデータは、少しでもMR検査にかかわることが予測される全職員に対して少なくとも口頭での教育が必要であることも示唆している。

謝 辞

アンケート調査票の回答に協力いただいた多くのMR検査担当の技師の皆様に感謝する。なお、このアンケート調査は公益社団法人日本放射線技術学会平成23年度学術調査研究班で行った。

文 献

- 1) 川光秀昭, 土橋俊男, 宮地利明, 他: 3T-MR装置の安全性. 日放技学誌 2008; 64: 1575-1599
- 2) 引地健生: MRI検査における安全管理—事故事例の検討—. 日職災医誌 2004; 52: 257-264
- 3) Och JD, Clarke GD, Sobol WT, et al.: Acceptance testing of magnetic resonance imaging systems:

- report of AAPM nuclear magnetic resonance. Task Group No. 6. Med Physics 1992 ; 19 : 217-229
- 4) 土井 司, 山谷裕哉, 上山 毅, 他 : MR 装置も安全管理に関する実態調査の報告—思った以上に事故は起こっている—. 日放技学誌 2011 ; 67 : 895-904
- 5) 大西秀雄, 土井 司, 大野和子, 他 : 委員会報告 : 今後のスーパーテクノロジスト認定制度について. 日放技学誌 2009 ; 65 : 394-399
- 6) Chaljub G, Kramer LA, Johnson RF 3rd, et al. : Projectile cylinder accidents resulting from the presence of ferromagnetic nitrous oxide or oxygen tanks in MR suite. AmJ Roentgenol 2001 ; 177 : 27-30
- 7) 團 寛子, 上間あおい, 新開裕幸. 1-1 インシデントレポート参考. 医療安全ことはじめ. 東京 ; 医学書院, 2010 ; 21-34

Relationship between MR Safety Management and MR Technological Specialists

Tsuyoshi UHEYAMA¹, Yuya YAMATANI², Tsukasa DOI³,
Shigeo NISHIKI⁴, Akio OGURA⁵, Hideaki KAWAMITSU⁶,
Toshio TSUCHIHASHI⁷, Tomoyuki OKUAKI⁸, Tsuyoshi MATSUDA⁹

¹Department of Radiology, Saito-Yukokai Hospital
Saito-asagi, Ibaraki, Osaka 567-0085

²Central Division of Radiology, Nara Medical University Hospital

³Department of Medical Technology, Osaka University Hospital

⁴Department of Radiology, Tenri Hospital

⁵Department of Radiology, Kyoto City Hospital

⁶Radiology division, Kobe University Hospital

⁷Department of Radiology, Nippon Medical School Main Hospital

⁸Healthcare, MR Clinical Science, Philips Electronics Japan

⁹Applied Science Laboratory Asia Pacific, GE Healthcare Japan Corporation

Over 300 magnetic resonance (MR) technological specialists are teaching MR technique and MR safety to medical staff in medical institution. However, the accidents caused by large ferromagnetic materials brought in MR systems still often occur. We used a questionnaire to evaluate whether such accidents decrease at the hospital where MR technological specialist belongs. The survey revealed 97 accidents in 5 years. 60 accidents occurred at the hospital where no MR technological specialist belong (1.0 accidents/100,000 MR examinations) and 37 accidents at the hospital where the MR technological specialist belongs (0.5 accidents/100,000 examinations). Although more examinations were performed at the hospital where the MR technological specialist belongs, the probability of such accidents was lower than the probability at the hospital where no technological specialist belong. Survey also shows that “prejudice” is the most common answer as the cause of accidents. The hospitals did not differ in number of staff per patient, opportunity for checking whether metals were attached, or opportunities for MR safety education. Therefore, our investigation suggested that MR technological specialists had generated awareness of the need to ensure MR safety.