

MRI 検査の安全管理 —安全な MRI 検査に必要なことは—

日本医科大学付属病院・放射線科 土橋 俊男

1. はじめに

MRI 検査は、X 線を使用しないため放射線被ばくがなく低侵襲的な検査と考えられる場合が少なくない。しかし、強い磁場（静磁場）と急減に変化する磁場（傾斜磁場）および RF を使用して画像を作成するため、これらに対する注意が必要である。特に、静磁場による強磁性体への強い吸引力と RF による発熱は、他のモダリティにはない点であり、特別な注意と対策が必要である。

今回の講演では、Fig.1 に示した項目について主に取り上げる。

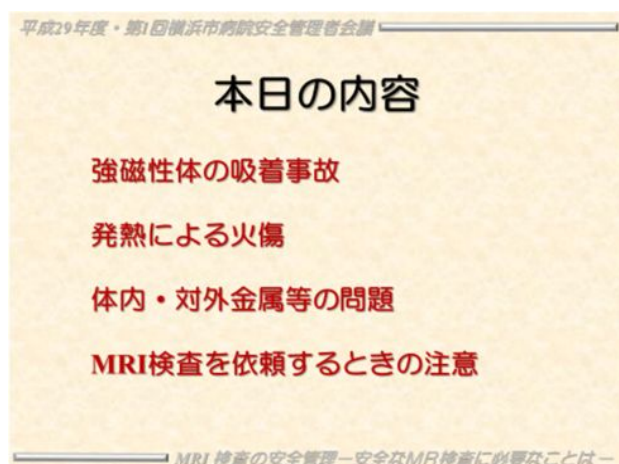


Fig.1 本日の内容

2. 強磁性体の吸着事故

酸素ボンベ、ストレッチャーおよび点滴スタンドなどの大型の強磁性体に対する強い吸引力が吸着事故につながるため、検査室内への持ち込みに十分注意する必要がある。日本画像医療工業会（JIRA）の最新データによると、診療放射線技師など MRI 検査担当者が関与する事故は 2011 年をピーク（200 件以上）に年々減少傾向ではあるが、

現在でも年間 150 件前後の吸着事故が国内で発生している。各施設で定期的な教育訓練の実施や、検査室内に持ち込める MRI 対応のストレッチャーや点滴スタンドを、強磁性体の物と区別できるような工夫が施されている。しかし、強磁性体の吸着事故は少なくない。

日本放射線技術学会が 2011 年に行った全国規模の調査によると、回答があった 1349 施設の約 40%にあたる 526 施設で酸素ボンベや点滴スタンドなどの大型強磁性体の吸着事故を経験していた（Fig.2）。

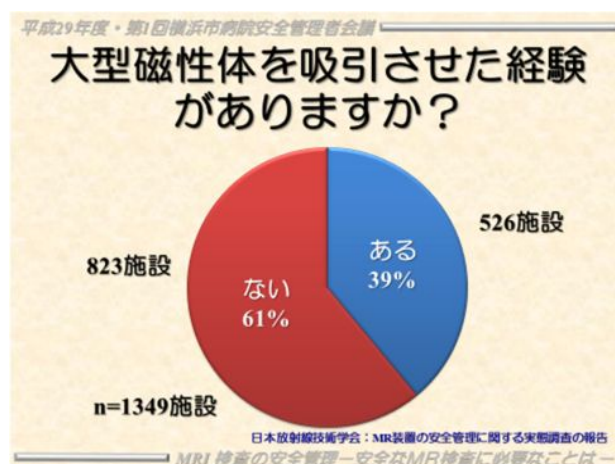


Fig.2 大型磁性体の吸着事故

MRI 装置に吸着させてしまった器具としては、点滴スタンド、酸素ボンベ、ストレッチャー、車椅子の順になっている（Fig.3）。特に最近では、点滴スタンドの吸着が増加している。

職員の所持品に関しては、ボールペン、ヘアピン、クリップ、ハサミなどの吸着事故が多くなっている（Fig.4）。この 4 品目を中心に確実に確認することが重要である。ハサミなどは、患者に当

たれば重大な事故につながる可能性がある。MRI検査室内に職員が入室する際には、所持品の確認を徹底しなければならない。

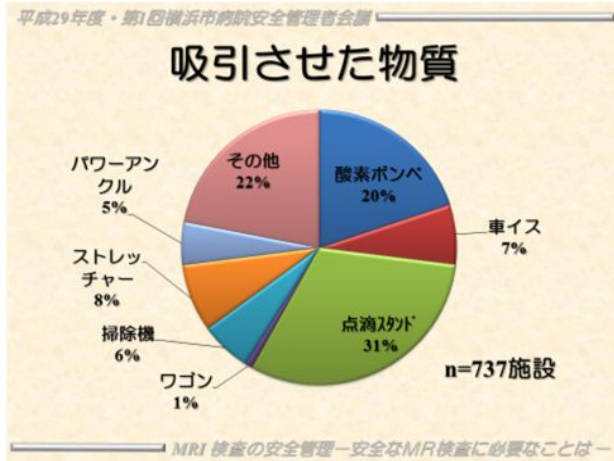


Fig.3 吸着させた物質

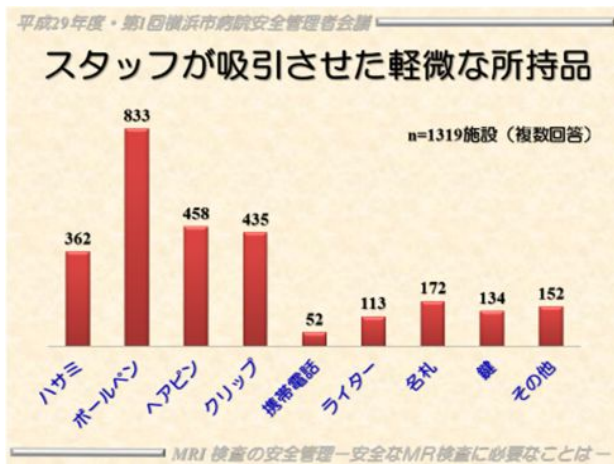


Fig.4 スタッフが吸着させた物質

別の調査結果(あるメーカー1社の装置で発生した50件の吸着事故)では、事故を起こした関係職種は、診療放射線技師と看護師で76%(技師40%、看護師36%)であった(Fig.5)。酸素ボンベでは診療放射線技師と看護師で93%、ストレッチャーでは診療放射線技師と看護師で75%となっている(Fig.6)。

2-1. 国内で発生した事故

① 夜間の緊急MRI検査時に発生した事例

看護師が車イスで検査室まで患者を搬送した。検査担当者は、看護師が患者をMRI専用の車いす

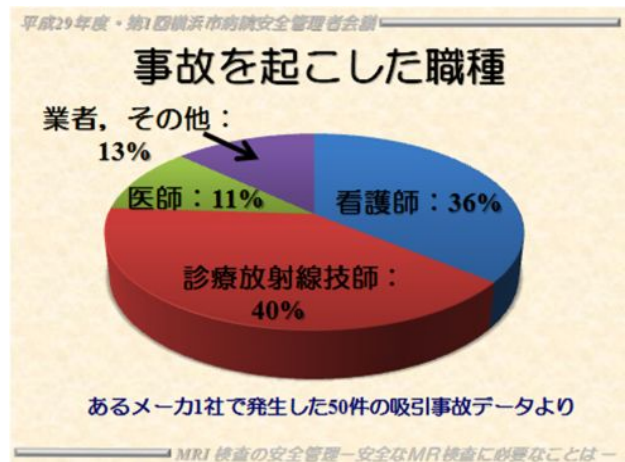


Fig.5 事故を起こした職種

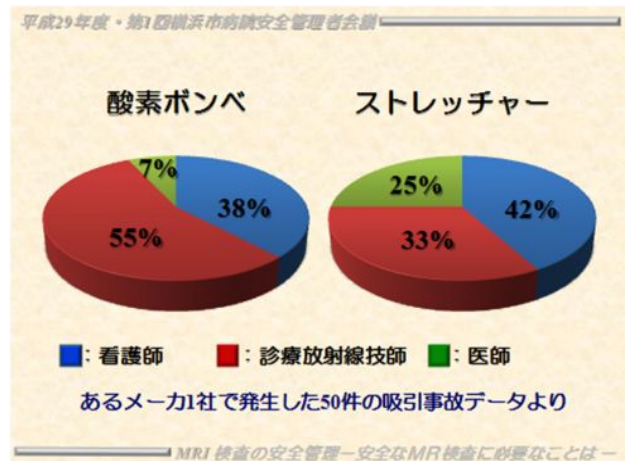


Fig.6 事故を起こした職種 (酸素ボンベ・ストレッチャー)

に移動したと思いこみ、MRI非対応の車イスで検査室内に入室してしまった。患者を寝台に移動した直後に車イスが吸引され、吸着事故が発生した(Fig.7)。



Fig.7 車いすの吸着事故

②夜間の緊急 MRI 検査時に発生した事例

医師，看護師の付き添いにて検査室に患者が到着した。担当技師が，安全チェックが終わるまで待つように伝え，酸素供給の準備を開始した。しかし，技師が振り向いたときには，ストレッチャーが MRI 装置の寝台に近づいており，酸素ボンベが浮き上がり飛び出そうとしていた。とっさに技師が酸素ボンベを抑えたが，ガントリーに引きずり込まれた (Fig.8)。救急には，常時 MRI 対応の非磁性体のストレッチャーが置かれていた。

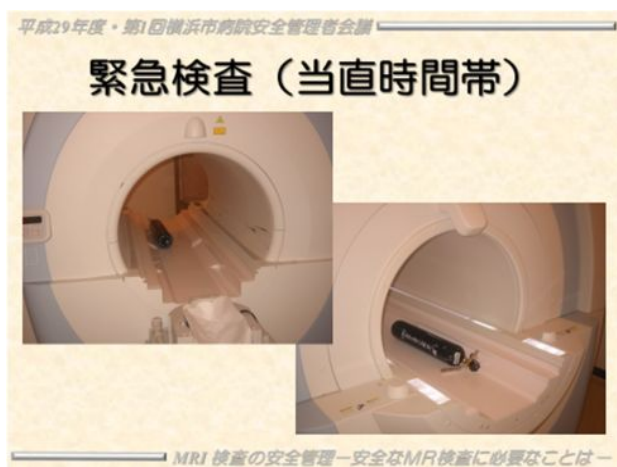


Fig.8 酸素ボンベの吸着事故

③3T-MRI 装置で通常時間帯に発生した事故

病棟の患者で車椅子と点滴スタンドをさげて MRI に到着した。担当した技師は，患者を前室に入れ MRI 用車椅子にませ替えた。そこで，点滴スタンドを MR 専用点滴スタンドに移すのを忘れた。車椅子と病棟用の強磁性体でできている点滴スタンドで MRI 室内入り，ガントリー近づいた時に点滴スタンドの脚部が強く吸引されガントリーに吸着した。本事例では，点滴スタンドにより，ガントリー内の傾斜磁場コイルが破損し，交換修理費用として 4,000 万円程度の費用がかかっている。また，作業日数もかかり，復旧までに相当の時間を要している。

以上の3例以外にも，酸素ボンベや点滴スタンドなどの吸引事故が国内で多数発生している。大

型の強磁性体の検査室内への持ち込みには厳重な注意が必要である。

2-2. 吸着事故防止

点滴スタンド，ストレッチャーなどの吸着事故防止に関しては，MRI 室用のものに色を付けたり「MRI 専用」とシールを貼って，MRI 検査室内に持ち込めるものと持ち込めないものを区別して対応しているところが多い (Fig.9)。しかし，このような対策をしているにも関わらず，医療従事者が誤って持ち込み吸着事故を起こしている。



Fig.9 事項防止対策

点滴スタンドに関しては，検査室内に MRI 対応の吊り下げ型点滴スタンドを設置し (Fig.10)，点滴スタンドを持ち込まない運用にすることにより間違えを防止している施設もある。さらに，



Fig.10 吊り下げ型点滴スタンド

寝台を外すことができる装置や寝台の天板を専用のトローリーで外に出せる装置などは、検査室外で患者の異動を行い、検査室内にはストレッチャーや車いすを持ち込まないように運用を徹底している施設もある。両者とも、検査室内の持ち込まないことを基本としているので、誤ってMRI対応ではないものを持ち込む危険性を大幅に低減できる。また、後者の方式では検査室内に放射線科以外の医療従事者（看護師、医師など）が入ることがないので、更に安全性が高まると考えられる。

院内の全職種に対する「MRIの安全管理」に関する定期的な教育も重要であると考えられる。しかし、全国的にその実施は多くない（Fig.11）。今回のアンケート調査では、不定期な実施を含め、半数程度の施設しか実施してない結果であった。この点も、吸着事項がなかなか減少しない原因の一つと考えられる。

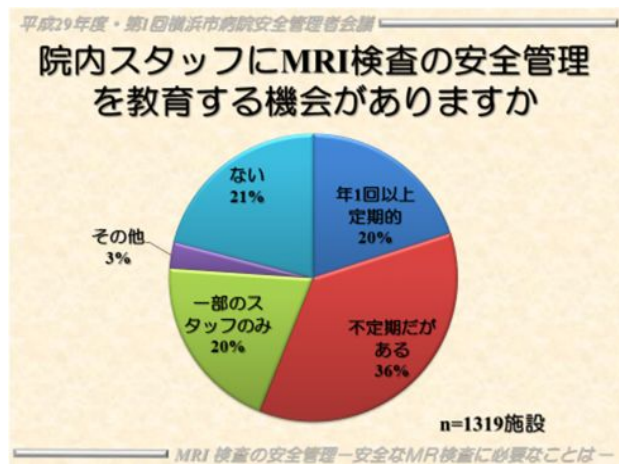


Fig.11 院内スタッフへの教育訓

Fig.5 と Fig.6 から分かるように、大型の強磁性体の吸着事故防止には、検査担当者である診療放射線技師はもちろんのこと、患者と共にMRI室に来ることが多い看護師へのMRI検査の安全管理に係る啓発活動を広く進めていく必要があるのではないかとと思われる。

3. 発熱による火傷

MRI検査で使用するRFによる火傷の事例が増えている。Fig.12に示した事例は、骨盤の検査で両ふくらはぎが点接触し、ループができて火傷が発生したと考えられる。体格がよく、ふくらはぎの筋肉が非常に発達している、この様な状況になったものと思われるが、臥位で足を近づけると、普通の体格の患者でも接触する可能性はある。検査前の担当者による確認が重要である。これ以外に、導電性の繊維を使用した保温肌着や肌着にマグネットが埋め込まれている製品にも注意が必要である。導電性の強い素材（糸）が使用されていた寝間着で火傷が発生した事例も報告されている。また、刺青やアートメイクも同様であり注意が必要である。アイシャドーなどのメイクアップ用品でも火傷の報告があるので、できる限り取り除いた状態で検査を行う必要がある。

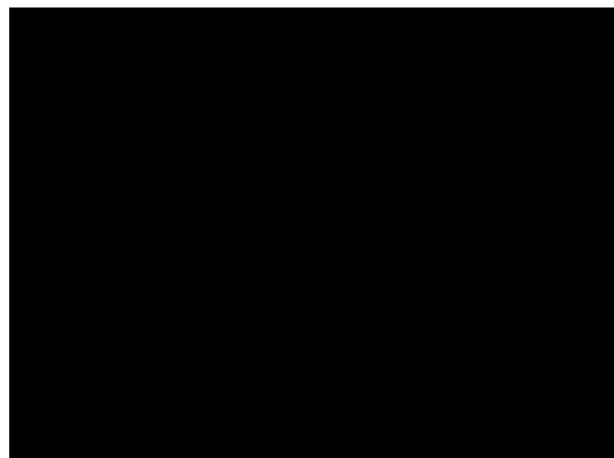


Fig.12 ふくらはぎの火傷の事例

ニトロダームやニコチネルなどの貼付剤は、導電性のアルミニウムが含まれているため、発熱による火傷が発生する可能性がある。2005年に厚生労働省より、金属を含む一部の経皮吸収貼付剤を使用したまま検査を行わないように勧告が出されている。

4. 体内・対外金属等の問題

検査予約時には、必ず体内に存在する金属や医

療機器を確認する必要がある。MRI 検査が禁忌な金属が存在する場合は、検査を施行することはできない。予約時の確認は安全な MRI 検査を実施する上で重要なチェックになる。しかし、見落としが少なくない。当院の平成 20 年度の検査予約時の確認状況を Fig.13 に示す。検査予約時の確認と、検査直前の検査現場での問診票による確認の不整合を平成 20 年度の検査全例を調べた結果である。動脈瘤クリップ、ステント、人工関節などの金属材料が体内に存在しているにも関わらず、検査依頼時には見逃されている。MRI 検査禁忌であるペースメーカを見逃して予約を入れた事例はなかったが、同様に MRI 検査が禁忌である人工内耳が使用されているにも関わらず検査が予約され、検査当日の検査前の問診票でその存在がわかり、検査を中止した事例が 2 件あった。1 年間の検査件数は約 12,000 件であり、割合としては非常に少ないが、検査直前の検査担当者によるチェックが非常に重要なことがわかるデータである。

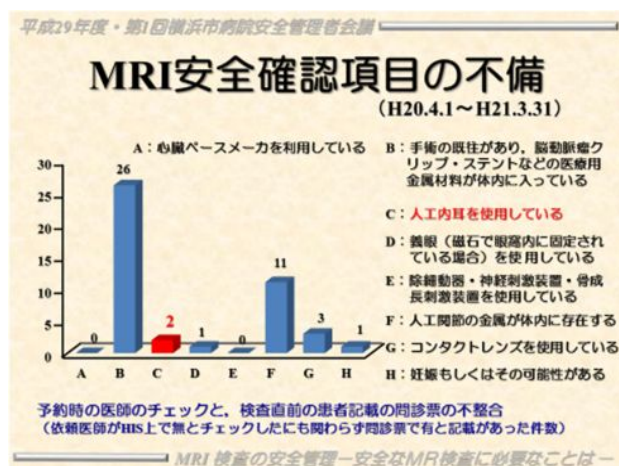


Fig.13 予約時の確認もれ

検査予約時の医師による安全確認は当然であるが、検査直前の問診表や事前調査表などによる検査担当者の確認が必要である。検査を依頼する医師の中には、頭部の検査であれば頭部に金属がなければ問題なく、頭部以外に金属が入っていても検査は可能と思っている場合も少なくない。担

当技師による検査直前の再度の確認は、安全な MRI 検査施行には欠くことができない重要なチェック体制である。また、病棟から検査室に看護師と一緒に向かう場合などに、患者に体内の金属類の有無や、4.4 に記載した内容などの確認をしてもらえると、安全性が一段と向上すると思われる。

体内には、数多くの金属材料が使用されている可能性があることを十分認識しておく必要がある (Fig.14)。



Fig.14 体内に留置される金属製の医療器具

4-1. カラーコンタクトレンズ

近年その使用が多くなっている視力補正用色付コンタクトレンズ (カラーコンタクトレンズ) の一部に、酸化鉄や磁性金属を含む着色剤が使用されている。その添付文書には、MRI 検査時にはレンズを取り外すことが明記されているので、検査時は必ず外す必要がある。酸化鉄などの磁性体が含まれない非着色のコンタクトレンズについては、装着したまま MRI 検査を施行したとしても明確なリスクは考えにくい、支障がない限り取り外して万全を期すべきとする考え方もある。

4-2. 歯科用磁性アタッチメント

歯科用磁性アタッチメントは、磁石の吸引力を利用して義歯を固定するものである。磁石部である磁石構造体と、それに吸着する磁性ステンレスのキーパー部により構成されている。磁性アタッ

チメントを使用している患者を検査する場合は、磁石構造体が装着されている義歯を外して検査を施行する必要がある。

4-3. 条件付き MRI 対応デバイス

MRI 検査が禁忌であったペースメーカ、人工内耳、神経刺激装置および脳深部刺激療法システムに、条件付きで MRI 検査が施行可能な製品が薬事承認され患者に使用されている。現状では、これらのデバイスには MRI 検査が禁忌である製品と一定の条件下で検査が可能な製品が混在していることになり、注意が必要である。

予約する医師の中には、ある特定の条件下でのみ MRI 検査が可能なデバイスであるにもかかわらず、「MRI 対応」と認識して検査予約する場合があります。適切ではない状況下で検査が施行された事例が報告されている。

心臓ペースメーカや ICD などの心臓植込み型電氣的デバイスに関しては、施設基準があり検査を施行できる施設でのみ検査が可能となっている。

4-4. 患者の金属類持ち込み防止

MRI 検査は、非常に強い磁場環境下で検査を施行するため、患者が身に着けている金属類や持ち物の確認を徹底する必要がある。腕時計、携帯電話（スマートフォン）、財布などを誤って持ち込むと、壊れたり使用できなくなったりする可能性が高い。患者とのトラブルの原因にもなる。

検査室内には持ち込めないので出してください。ロッカーにしまってくださいなどの説明ではなく、「壊れる」、「使用できなく」なるなど、なぜ持ち込めないかをわかりやすく説明するのが効果的と考える。

5. 検査依頼時の留意点

MRI 検査を依頼する場合は、禁忌となる体内金属や体内医療機器がないことを確認することが重要になる。製品名がわかれば、「医療機器の M

R 適合性検索システム：<https://www.webmedie.jp/mridb/auth/login?returnUrl=%2Fmridb%2F>）などで添付文書を確認することができる。判断に迷うような場合は、依頼先の施設に確認する必要がある。

体内金属などの確認ができ問題ない場合は、検査内容や検査時の注意事項を説明する。大きな音がする検査であること、狭い筒状の中に入って検査をすること、検査時間が長いことなどを説明しておく。また、MRI 検査の場合は、非常に強い磁場の中に入って検査するため、磁場に対する注意事項を詳しく説明する必要がある。検査室に持ち込んではいけない物や検査時に身に着けてはいけないものなどを十分説明する必要がある。さらに、可能であれば MRI 検査を受ける場合の注意事項を記載した説明用紙などを患者に渡しておく対応も効果があると思われる。これらの対応は、依頼先と事前に相談し、確認事項および説明事項などを決めておくことスムーズに依頼ができるのではないかと思われる。

他施設からの検査依頼の場合、検査直前に患者から事前情報にない MRI 検査施行の可否に係る申し出があると、その確認に手間取ることになる。

6. おわりに

強磁性体の吸着事故防止は、過去の事例に学び、事故を起こしていない施設の運用に学び、自分の施設に潜んでいる危険を知ることが重要である。そして、それに対して対策を考え、他の検査とは異なる特殊な環境下での検査であることを施設の全職員に繰り返し周知することが肝要である。

RF による発熱に関しては、検査前に患者に十分説明し、異常を感じた場合には我慢せず、コールボタン等で検査担当者に知らせることを周知しておく必要がある。

体内金属に対する対応では、検査直前の確認を厳重に行うことが重要である。患者から直接聞き取りができない場合には、検査を依頼する医師の

確認作業が最も重要になる。絶対禁忌である医療機器、器具などを装着している患者の検査を施行することは絶対にあってはならないが、検査が施行可能にもかかわらず、情報が無いことにより検査を施行しないことも避けなければならない。

検査を依頼（他施設に依頼）するときは、MRIの禁忌事項をよく確認し、MRI検査が禁忌である患者の依頼をしないことが重要である。

MRIは、放射線被曝がない低侵襲的な検査ではあるが、装置の管理や使用方法を誤ると非常に危険な装置になる。場合によっては、アメリカで発生したような、死亡事故が起こる可能性もある装置ということを認識して、施設全体で安全管理に努める必要がある。

一般社団法人：安全なMRI検査を考える会

<http://mri-anzen.or.jp/index.html>

市民向けFAQサイト：安心してMRI検査を受けていただくために

<http://growlab.co.jp/jmrts/wp/>

MRI SAFETY FORUM：MRI検査の安全にかかわる情報発信基地

<http://www.growlab.co.jp/qa/>