

2. MRI 装置の安全性及び運用方法に関して

株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン

関東リージョン西東京ブロック

伊藤 千尋

Magnet Resonance Imaging(MRI)が画像診断に登場して 20 年以上が経過し、国内においても多くの装置が稼働している。近年、3T 装置の導入が増加し、その安全性について改めて検証する必要性が出てきた。ここでは弊社装置の安全性及び検査時の注意点に関して改めて記述する。

2-1. MRI 装置の安全性

静磁場

本装置は、静磁場を発生するため、患者は、めまい、ふらつき、口内の金属味などを感じることもある。患者に磁場内では静止しているよう勧告すること。（MR装置内で患者が頭部を急速に動かした場合、特にその影響が増大する可能性があるため）

比吸収率（SAR）

本装置は、高周波磁場を使用しているため、患者の体温が上昇する可能性がある。特に2.0W/kgを超えるSAR撮影ではその可能性が高まるため、以下の事項を厳守すること。

－身熱の放散を妨げるもの（毛布や厚手の衣類等）を取り除くこと。特に、毛布等の保温性の高い覆いによって患者の体温が上昇するなどこれらの条件を超えた場合は、SARが2.0W/kgを越えないこととし、患者の状態を監視すること。

－SAR撮影では途中で休憩を組み入れること。（熱が体内に蓄積されるのを避けるため）

－患者空間の換気システムが十分に機能しているのを確認すること。

傾斜磁場

本装置は高レベルの傾斜磁場を発生するため、以下の事項を厳守すること。

－末梢神経刺激（PNS）が生じる可能性があること、PNSの発生位置や特性は患者により異なること、PNSはチクチクするような感覚や表皮が痙攣するような感覚であることを患者に説明しておくこと。

－患者が両手を握らないように注意すること。（導電ループが形成され、火傷を引き起こすおそれ）

－末梢神経刺激が生じる可能性を軽減するため、患者は腕を身体と平行にすること。

体温上昇および皮膚の火傷の危険

－電流ループを起こすような皮膚と皮膚の接触が生じないよう、絶縁材（気泡ゴムなど）を脚や腕の間に配置すること。（高電流ループが形成されて、火傷を起こすおそれ）

－RF信号の発生する領域では、コイルのケーブルがループを作ったり、2本のケーブルが交差しなないように注意すること。

－ケーブルは患者の体から2cm以上離すこと。（接触していると火傷のおそれあり）

騒音による危険

- －患者には必ず騒音減衰率25dBA以上の耳栓を着用させ、耳を保護すること。麻酔下の患者では許容度が通常よりも低い可能性があるため、耳栓を省略してはならない。
- －操作者は防音具を適切に装着するためのトレーニングを受けること。幼児および高齢者の場合は、不安の増加によって、承認されている音圧レベルでも問題になる可能性がある。
- －制限区域内の騒音レベルは、作業時の騒音に関する規制に従うこと。

クエンチによる危険

- 超伝導磁石はクエンチが偶発的に発生するが、クエンチ発生時には対応手順を施設として明確にしておく必要がある。
- －検査室からの速やかな退出と入室禁止の処置
- －火災等への誤認・誤報防止の為、院内関係者及び消防署への連絡
- －カスタマーサポートコールセンターへの連絡

2-2. 吸着事故への対策

2013年度、弊社装置使用御施設様での吸着事故の発生件数は年間約30件であった。吸着させてしまった物の多くは、酸素ボンベ・点滴台・ストレッチャー・清掃器具等による大型の物がほとんどであるが、近年患者のリハビリやトレーニング用で装着しているパワーアンクル等、小型の物の吸着事故も数件ある。MRI装置で使用している高い磁場では、マグネットに近づくほど、特にマグネット開口部近辺が最も高いと考えられる。MRI検査室へ患者を入室させる際は、金属探知機を用いた磁性体所持の有無確認、口頭による注意喚起等、細心の注意が必要である。

立入制限区域（5ガウスライン内）

- －立入制限区域内では、鉄や他の磁性体を含む物体が引きつけられる危険性、これらの金属体に回転力が及ぶ危険性、および立入制限区域内に偶然入った人がペースメーカのような医療用の体内埋込物の故障によって影響を受ける危険性があるため、立入制限区域内への立入りを制限する管理規則を定めること。
- －いかなる場合においても検査室内に磁性体を持ち込まないこと。
- －入室する際はMRI用のストレッチャー・点滴台・車椅子を使用すること。



2-3. 管理・運用方法

弊社 MRI システムでは、近年マグネットの性能向上に伴い、1.5T と 3.0T の両方で、液体ヘリウムの減らない、ゼロボイルオフを実現している。

この為、1.5T と 3.0T では、日常の管理・運用方法に関して特に大きな違いは無い。

以下に記すのは、1.5T と 3.0T の両システムにおける、一般的な日常管理での確認項目となる。

2-3-1. 操作卓（オペレーターコンソール）での確認項目

ーファントムを用いたテストスキャン

スキャンが止まらない事、アーチファクトが無い事を確認。

ー液体ヘリウムのレベル測定

日々の液体ヘリウムの変化を記録。

ゼロボイルオフシステムを持つ MRI では、液体ヘリウムレベルに変化が無い事を確認、記録。

ーチラー（室外機）の遠隔操作パネルにて、エラー表示の有無を確認。

2-3-2. 機械室での確認項目

ー冷凍機システム（コンプレッサー）の動作圧を確認

コンプレッサーの圧力計を確認。

ーエアコン

冷風が出ている事を確認し、フィルタが汚れている場合は清掃を実施。

ー除湿機

電源が入り、稼働している事を確認。

2-3-3. 検査室での確認項目

ー冷凍機システム（コールドヘッド）の動作音を確認

コールドヘッドの動作音が一定の周期を保っている事、音の大小が無い事を確認。

ーエアコン

冷風が出ている事を確認し、フィルタが汚れている場合は清掃を実施。

ー寝台の上下・水平方向への動作確認

ファントムを用いたテストスキャンを行う際、ファントムを乗せた寝台が、所定の位置にセット出来る事を確認。

ー照明の点灯確認

検査室内の照明を確認し、電球切れが無い事を確認。

ー周辺機器の動作確認

インジェクター等、周辺機器の動作確認。

ーRFコイルの状態確認

RFコイルを主磁場に対して垂直に配置しないこと。

ライトバイザーのレーザー光を見つめないこと

2-4. 導入後の注意点

2-4-1. 停電への備え

MRI は機械室、検査室、操作室すべてに 24 時間通電している。

落雷による突発的な停電や、電気工事等で予定されている、計画停電に備え、事前に MRI の電源遮断方法と復旧方法を熟知しておく必要がある。

2-4-2. 緊急事態への備え

吸着事故やクエンチ発生を想定し、発生した場合の対応と、院内の連絡体制を、事前に周知徹底する必要がある。

2-4-3. データ管理

データの消失を防ぐ為には、撮影した検査画像を、速やかに院内 PACS へ転送する、または、DVD 等の保存媒体に記録する必要がある。

2-4-4. ウィルス対策

MRI に限らず、院内すべてのコンピュータ端末には、最新のウィルス対策ソフトウェアのインストール及び更新を行うこと。

また、外付け USB 等の保存メディアも同様にウィルス対策を行うこと。

2-4-5. 検査時の注意点

ー検査室のドアが開いた状態で検査を実施しないこと。

ー音に対する耳への保護等の手段を講じること。

ーコンタクトレンズについて

カラーでは無いコンタクトレンズでも、安全性や画質への影響面から、基本的には外すこと。

ー妊婦（胎児を含む）の患者について

胎児に対する安全性が確認されていないため、医師の判断を仰いで検査すること。

特に、器官形成期である妊娠 4 ヶ月までの MRI 検査は控えた方が良い。

ー小児の患者について

必要に応じて医師の判断を仰いでから検査を施行すること。

ー体内金属のある患者について

MRI 対応の金属である事が確認出来ない場合は、原則禁止となる。

MRI 対応金属か否かの確認は、体内金属製造企業に問い合わせること。

ー歯科用インプラントの患者について

MRI 対応のインプラントであるかどうかを確認すること。

確認出来ないようであれば、医師の判断を仰いで施行すること。

また、磁石型のインプラントは、検査を施行する事で、磁石の機能が低下する場合がある。

ー化粧について

基本的には、全て落とすこと。特に、目の周囲には注意すること。

ー皮膚に貼り付ける貼付薬について

皮膚に貼り付ける物は、発熱、火傷の可能性があるので外すこと。

ー頭部検査時の検査着への着替えについて

金属物の吸着や磁気カードのデータ消失等の問題に繋がる可能性があるため、基本的には、着替えた方がより安全に検査を施行できる。

－入れ墨のある患者について

火傷の危険性がある為、基本的には検査できない。

－体内にシリコンが入っている患者について

問題ない。

注：上記の内容に関して、担当医師が患者への臨床的メリットが、危険性を上回ると判断した場合には、検査を行う事が可能である。