

MRIの安全性について

看護師さんの疑問にお答えしたい

(´・ω・`)ゞ ビシッ

内容

- MRI装置
 - ✓どんな装置なの??
- 静磁場
 - ✓吸着事故 ミサイル発射事件
- クエンチ
 - ✓吸着事故の最終手段 損失も
- 高周波磁場
 - ✓やけどの原因
- 体内インプラント・その他
 - ✓その他になんでだめなの?

内容

- MRI装置
- 静磁場
- クエンチ
- 高周波磁場
- 体内インプラント・その他

MR装置

超電導コイルの特徴

- 巨大な真空魔法瓶の中の液体Heで冷却
- ✓ 常に大電流が流れていて、強い磁力が発生
- ✓ 発生している磁場を静磁場という
- ✓ 磁場が **24時間365日発生中**
- ✓ **停電でも持続**

画像を作るしくみ

- ✓ 静磁場の中の人体に電波を当てると水分子が動いてなんやかんやあって画像が作られる



MRI 内部

CT VS MR



相違点

「検査方法」 「発見できる疾患の種類」 「得られる情報量」

CT VS MR

	CT	MRI
体への負担	造影剤は大変	拘束・発熱・騒音
検査時間	短い	長い
細かい描写	得意	時間をかければ
色の濃淡	淡い白黒	臓器内・病変が明瞭
得られる情報量	広範囲の確認	多い（がんの密度）
放射線被ばく	ある	ない

MRIのリスク

静磁場による
吸着事故

熱傷

体内
インプラント

騒音

末梢神経刺激

造影剤
アレルギー

内容

- MRI装置
- 静磁場
- クエンチ
- 高周波磁場
- 体内インプラント・その他

吸着事故・・・（（（；°Д°）））！

- 静磁場には金属を引き付ける性質がある
- 磁性体（**磁石にくっつくもの**）がMRIの磁場に強く吸引され、加速しながら**飛んでいく**
- 大きいもの、重たいものほど強く引き付けられる。
- MRI特有の言い方で、**ミサイル**効果という
- 安全管理をして、絶対に起こさない！

MRI装置の吸着事故



MRIの吸着事故



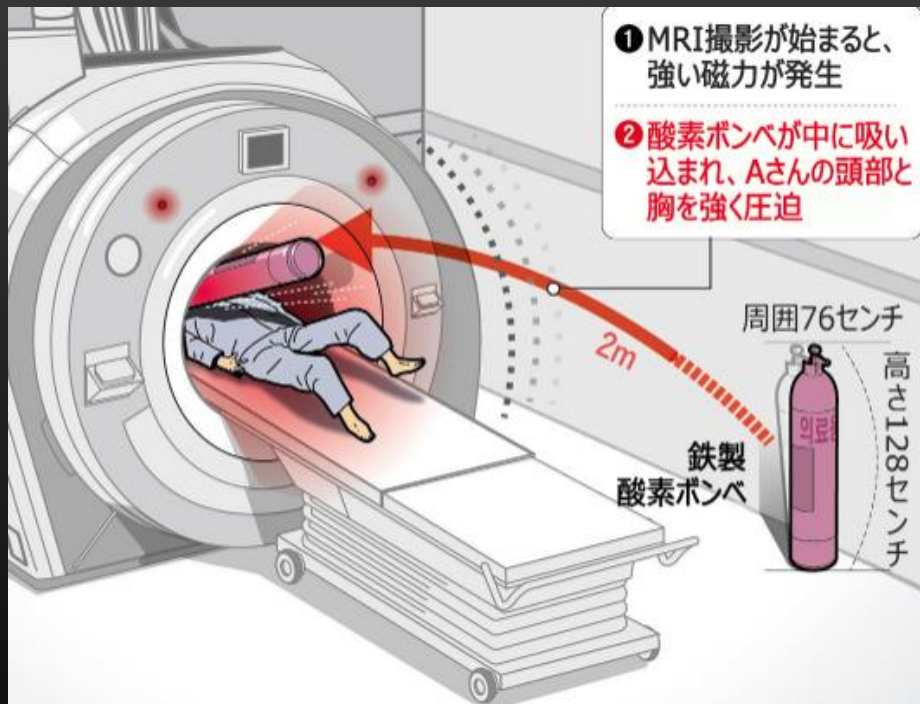
この動画の装置は1.0Tで

当センターの装置は3.0T

磁場が強いということは・・・

• 解説

死亡事故例 2021年 韓国



- MRI検査を受けていた患者がMRIに吸い込まれた金属製の酸素ポンベに挟まれて死亡する事故が起きた。
- 集中治療室から、けいれんの原因を特定するため、MRI室に移送し、MRI室でも酸素供給が必要な状態だったが、MRI室の酸素吸入装置に問題が発生し、担当者が酸素ポンベを搬入させた。
- 撮影のために強い磁場が発生し、2メートルほど離れたところに置かれていた金属製酸素ポンベがMRI機器の中に吸い込まれ、頭部や胸を強く圧迫されたという。

万が一起きてしまったときは・・・

- 命に係わるような事態の時には、
緊急停止スイッチで磁場を消磁させる ・・・しかできない
- 無理に力技で外そうとすると、再び吸着させて指を挟むなど
二次災害になりかねない
- 意図的に磁場を消失させる方法として **クエンチ**（約20秒で消磁）
- 超電導状態に戻すためには、**数日の時間と数百万円の費用**
- 復帰期間は検査が不可能・マグネットの故障もあると
さらに費用が・・・病院にとって大きな損失となる

吸着事故を起こさないためにも

- セルフチェック、相互チェックが必要
- 検査室に入る前に胸ポケット、ズボンのポケットをチェックする
- そもそも、何か持ち込もうとしない
- 使用する物品、ストレッチャー、車いすなどは明確にする
- 日々の協力あってこそ、安全に検査が遂行されている

内容

- MRI装置のしくみ
- 静磁場
- クエンチ
- 高周波磁場
- 体内インプラント・その他

クエンチ

- 解体や吸着事故の際に意図的に起こすケース
- タンクや電線の不具合で起きる事故
- 電熱線を無理やり冷やして電流を流しているため、温度バランスが崩れると突発的に沸騰

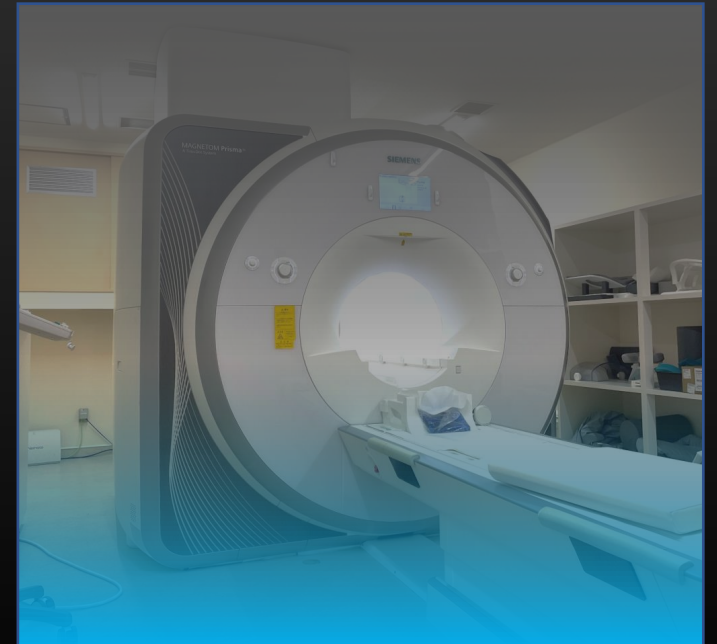
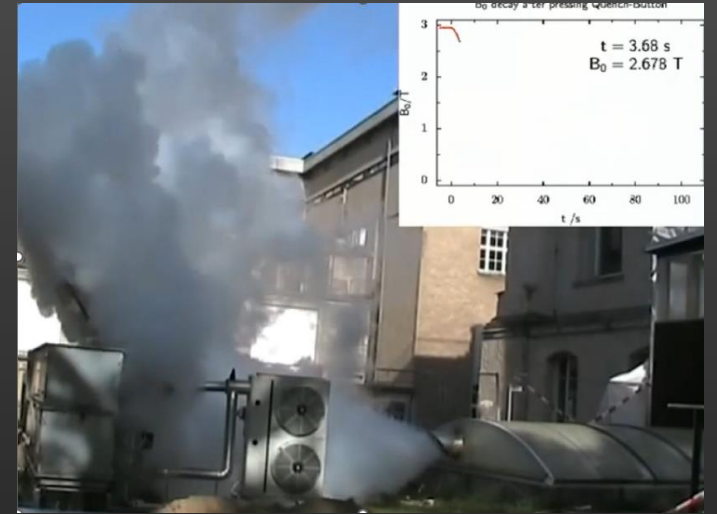




[3T Bruker Quench PTB Berlin reupload] https://www.youtube.com/watch?v=K57trttmV_s

クエンチの危険性

- Heは空気より軽く、**毒性・可燃性**はない
- 酸素 (O_2) ではないので呼吸ができない
- 意図的に起こしたときは強制排気システムが作動する
- 膨大な気体が発生するため、排気が間に合わないと部屋にHeが**充満し、酸素と置き換わるため窒息**の危険
- 発生した場合は、技師の指示に従って患者を救出する
→ 酸素濃度計の確認・扉を開ける・最悪、窓を割る



内容

- MRI装置のしくみ
- 静磁場
- クエンチ
- **高周波磁場**
- 体内インプラント・その他

高周波磁場

- そもそも、高周波磁場って・・・??
- 電子レンジで使う電波みたいなもので、
使いすぎると熱くなるものです！
- 電子レンジでスプーンとかアルミホイルを入れると
火花が出るやつ
- MRIで画像を作る上で重要な電磁波

なんで熱くなるの？(´・ω・)？

- 水分子に電波を当てると電流が発生する
電流が流れると組織の**抵抗値に従ってジュール熱**が発生
オームの法則！
- ほかに、導電体と導電体の間に隙間が生じるコンデンサー効果
- 体内金属については、やや違った機序を考慮する
アンテナ効果などなど・・・

熱傷の1例 ICタグ

- ICリーダーで読み込める回路あり
- 体重110kg 70分間、狭い範囲を撮影し続けた
(電波を当て続けた)
- ICタグの金属の発熱と、バンド内に溜まった汗に
電流が流れたと推測



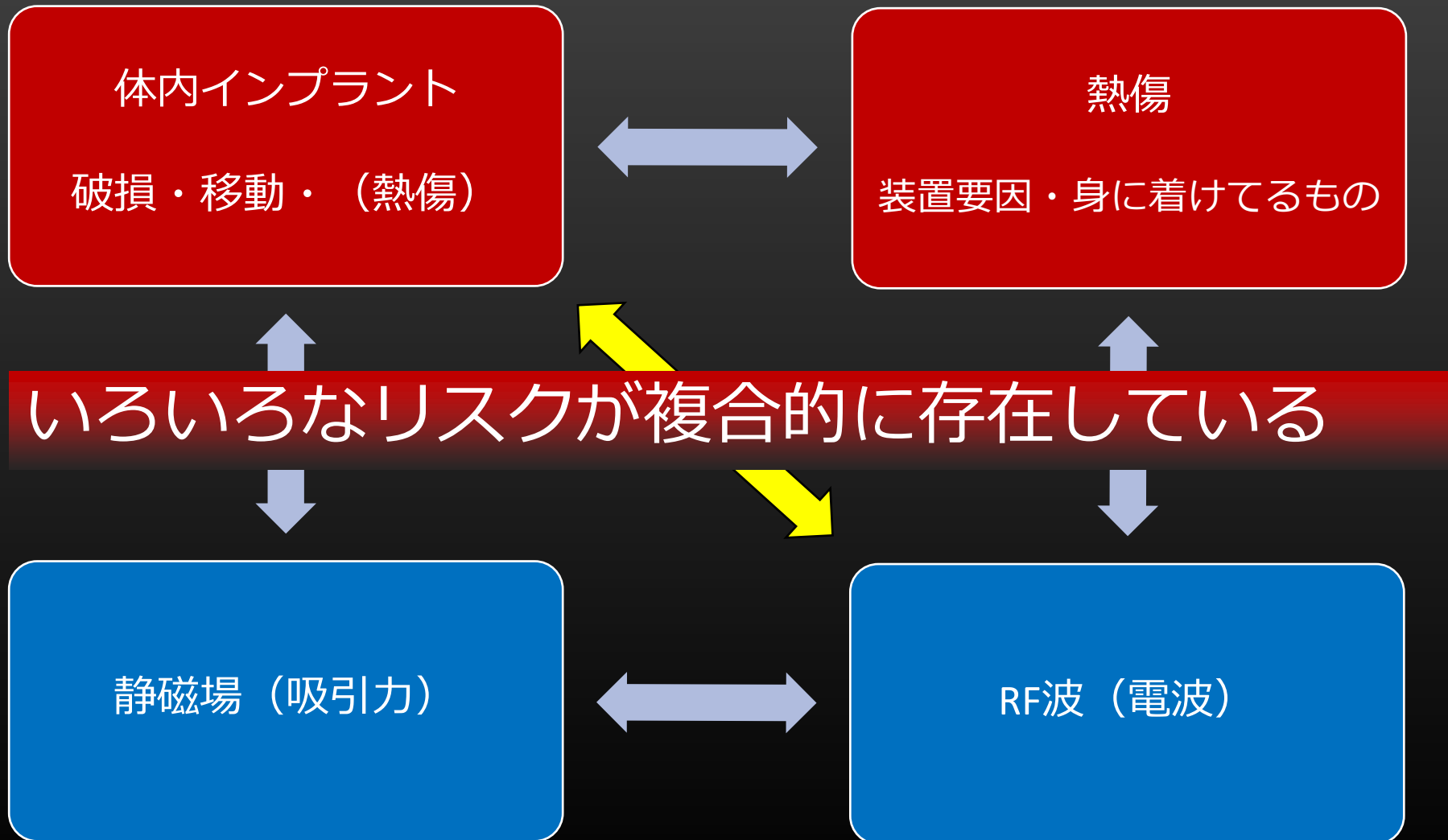
高周波磁場で加熱されてしまう危険要因

- ✓ポジショニング時のコイルのケーブル（体の上に乗っける機械）
- ✓トンネルの内側の壁に触れている
- ✓検査中の発汗で着衣が濡れる・着衣に含まれる水分
- ✓金属糸または金属部品をついたすべての衣服、時計、硬貨などの金属体
- ✓貼付薬で、パッチの支持材に金属が使われているもの
- ✓MRI 非対応のECGケーブル
- ✓意識のない患者、麻痺などの身体の一部の感覚がない患者、
熱傷やそれに伴う組織損傷のある患者

内容

- MRI装置
- 静磁場
- クエンチ
- 高周波磁場
- 体内インプラント・その他

体内インプラントのリスク



体内植え込み金属への対応

- 2021年4月以降に発売された製品は体内植込み型デバイスのMRI適合性に関して、添付文書に記載することが義務付けられた（それ以前の製品について添付文書を改訂することは努力義務）

適合性とは

- MRI検査をやるときに
 - ①磁石にくっついて体内で動くかどうか
 - ②MRIで電波を当てて発熱するかどうか
 - ③強磁場の中で壊れないかどうか
 - ④強磁場の中で誤作動しないかどうか

MR適合性を示すシンボルマーク



MR Safe (MRI安全)

すべてのMR環境において危険を伴わない品目



MR Conditional (条件付でMRI可能)

特定の条件およびMR環境において危険を伴わない品目



MR Unsafe (MRI危険)

すべてのMR環境において危険を伴う品目

どう対応したらいいの？ (。´・ω・)?

調べ方

- 『 **Medie** 』 というMR適合性検索システムにログインして目的のインプラントを検索
- 何か入っていれば、技師が調べるので教えてください

medie Medical Disposable Equipment 医療材料データベース

ウェブメディエ ログインはこちら
医療材料データベースの検索・ダウンロードサービスは会員制です

医療の進歩と共に

現在、新型コロナウイルス感染症の拡大防止のため、引き続き出勤社員の制限等を実施しております。このため、お問合せにつきましては「WEBからのお問合せ（お問い合わせフォーム）」または「FAX」をご利用いただけますようお願い申し上げます。ただし、ご回答につきましては、通常よりお時間を頂戴する場合がございますことをご了承ください。ご不便をおかけして誠に申し訳ありませんが、何卒ご理解ならびにご協力を賜りますようお願い申し上げます。

インターネット製品情報検索サービス
ウェブメディエ
保険改定に即時対応! 毎日データを更新!
●収録件数 100万件以上!!
●医科診療行為/調剤・在宅関連情報を追加
●キーワード検索、絞り込み機能を装備

CD-ROM
プラチナメディエ 2022年度版
令和4年4月保険改定対応!!
●収録件数約41万件!!
●直観的なユーザーインターフェース
●複数の製品情報を同時閲覧可能

コラム
2023.01.04

検査可能かどうかの判断

- 最近の添付文書を見てみると、多くのものがMR Conditionalとなっている
(装置の磁場の強さや、電波のつよさ、撮影時間で規定されている)
- とはいえ、物体の素材・角度・長さ・体表面からの深さなど
様々な要因で変化するため、明確な回答はできない
- 例えば
 - 検査部位から50cm以上離れた場所は、電波が当たらないため、**リスク低**
 - 金属が大きいと発熱量も高く、組織に与える影響が強く、**リスク高**
 - これらに加えて、撮影条件に発熱は左右される
 - 全身検査よりも、単部位のほうがリスクが高い傾向

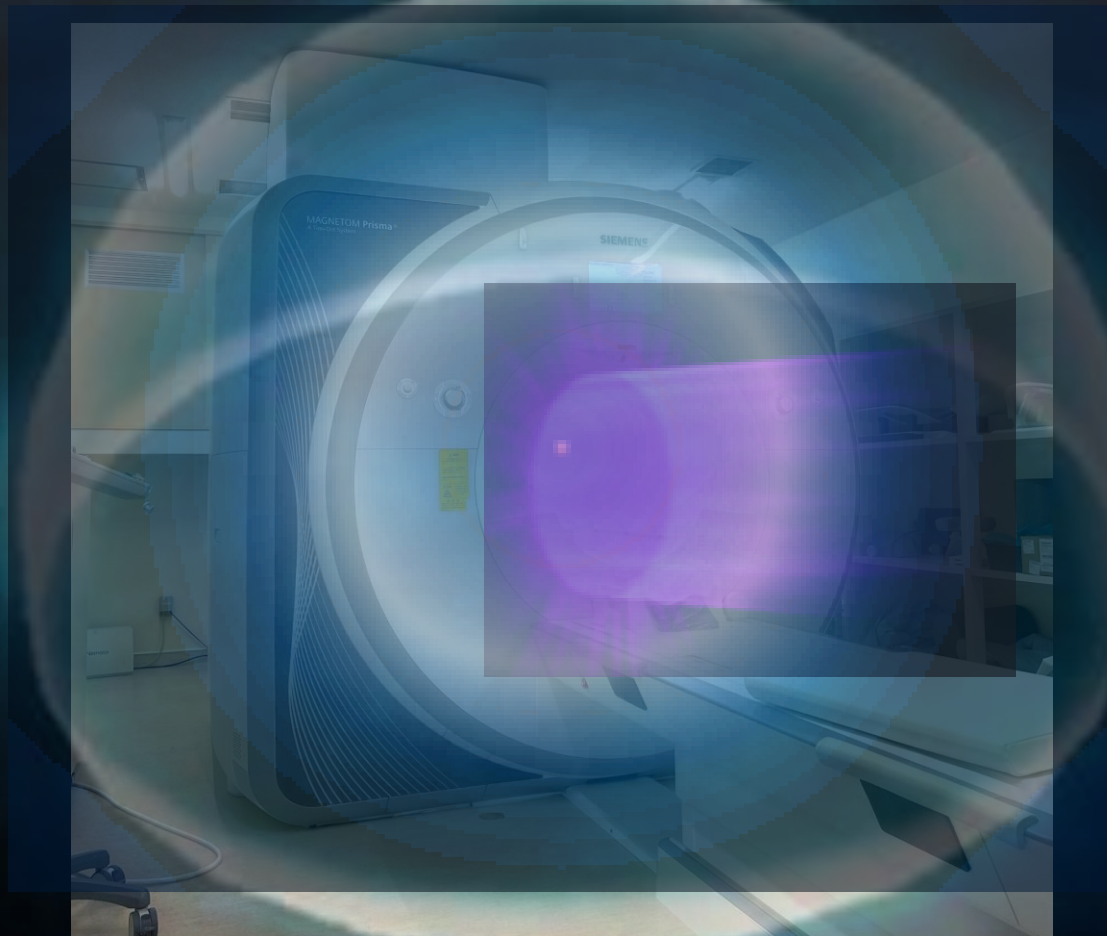
いただいたご質問

&

こんなことに注意してくださいコーナー

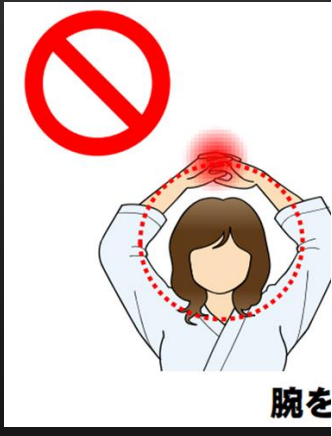
Q.患者の入れ替え時にも磁気が出ているか

A.出ています



Q.ポジション

A.皮膚と皮膚を接



適切なポジション

ガントリ内壁に接触させない！

腕や脚の間に隙間をあけて
皮膚を接触させない！！

りますか？

道)をつくらない



による
の形成

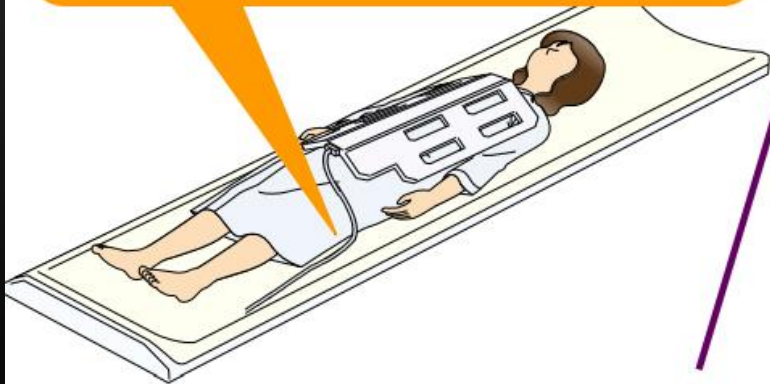
ポシ

- RF受信
- 本体は

イヤ



皮膚にケーブルを接触させない！
ループを形成させない！



適切なポジション

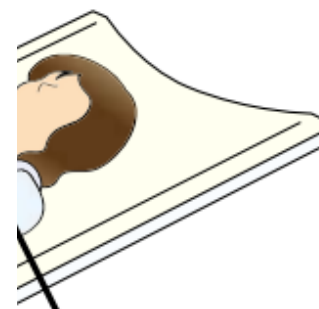
接触のおそれがある部位に
非導電性パッドや乾燥した
タオル等を挟む

非導電性パッド

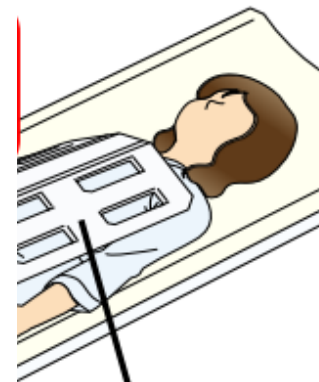


固定バンド

ケーブルは、非導電性パッド等の
外側を通るように配置する



RFコイル



RFコイル



Q.脳動脈瘤クリップは何に気を付けますか？

A. クリッピングが行われた時期に注意して下さい。



脳動脈クリップ

YASARGIL
Aneurysms Clip System

B. Braun AESCULAP

杉田クリップ
杉田チタンクリップ

MIZUHO株式会社



拡大エックス線写真

禁忌



1968年(昭和43年)～
ステンレススチール(CrNiMo 1812)

禁忌



1970年(昭和45年)～
ステンレススチール(CrNiMo 18143)



1983年(昭和58年)～
コバルト合金(PHYNOX)



1977年(昭和52年)～
コバルト・クロム合金(エルジロイ)



1995年(平成7年)～
チタン合金(Ti6Al4V)

3Tまで対応



1990年(平成2年)～
チタン合金(Ti6Al4V ELI)

すべて3Tまで対応

初期のものは鉄で作られていた
38年前からMRI対応クリップが
発売されたため、移行期を含め
35年以上前は注意と確認が必要
怪しい場合はX線写真で確認する
場合もあります。

Q.貼付薬の取り扱いについて

- 素材に金属を使っているものは必ず剥がす
- 素材に金属を使っていないものも、可能であればはがす
- フェントステープは麻薬管理への影響もあって、剥がさないで
検査を実施（短時間かつ、要注意）

Q.整形外科用インプラントについて

- 非磁性体であってもサイズが長いものは医師に相談し、慎重に！
(大腿骨のガンマネイル・髄内釘など)
- 小さいものよりも、大きくて長いものが発熱しやすい
- 挿入部位が撮像中心（RF照射範囲）から50cm程度外れていると発熱のリスクは相当低減される。
- 操作モードで調整（電波の当て方をやさしく、短くする）

Q.入れ墨・タトゥーでやけどするの？

A.温度上昇によるやけどを起こす可能性、また入れ墨の色があせる可能性があるため医師との相談の上、撮影を行うか決定する。



Q.カイロを貼ったまま入ってしまいました

A. 1回、MRI室から出ましょう

- 鉄粉が入っているため、画像著しい乱れで発覚
- 発熱・発汗するため火傷のリスクは非常に高い
- ※カイロは検査室外に出してから剥がす！
- 手間を惜しんで、内部ではがそうとすると袋が破るリスクがある。
- 鉄粉がまき散らされて、磁石にくっつく
- 掃除するためには磁場を落とさなくてはならないために損害が大きすぎる



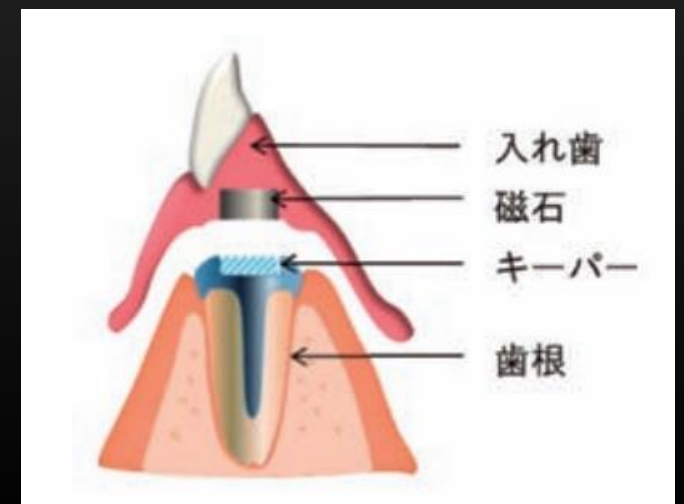
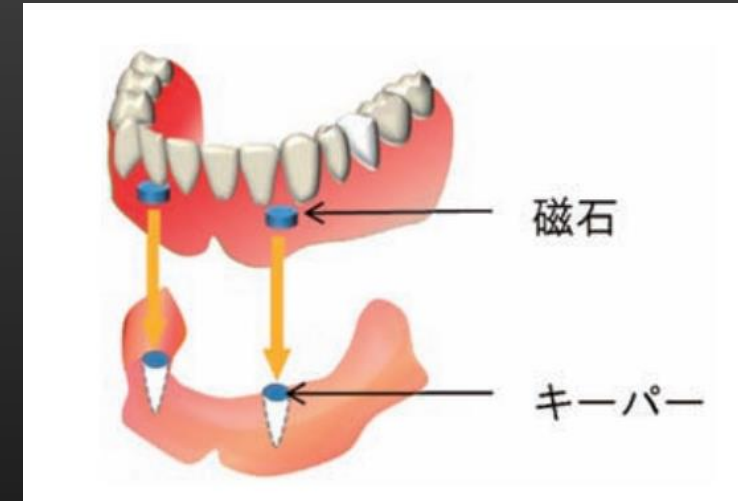
Q.ペースメーカー手帳を見せられました

A.当センターでは撮影できません・・・(´・ω・)

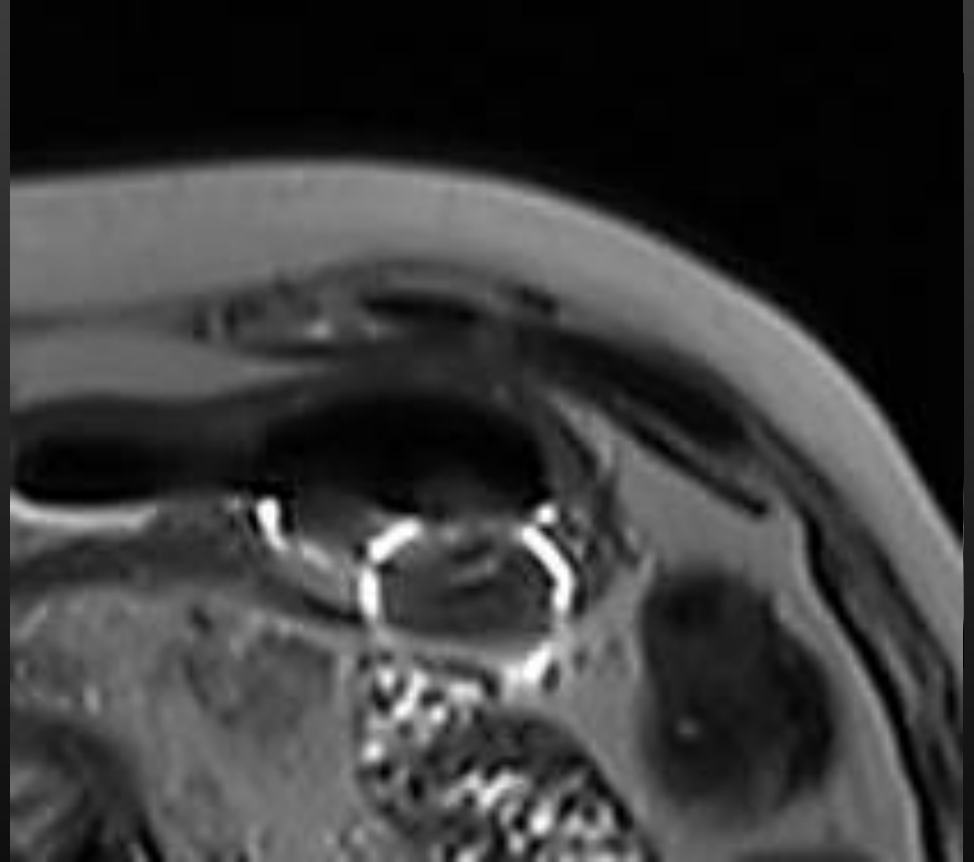
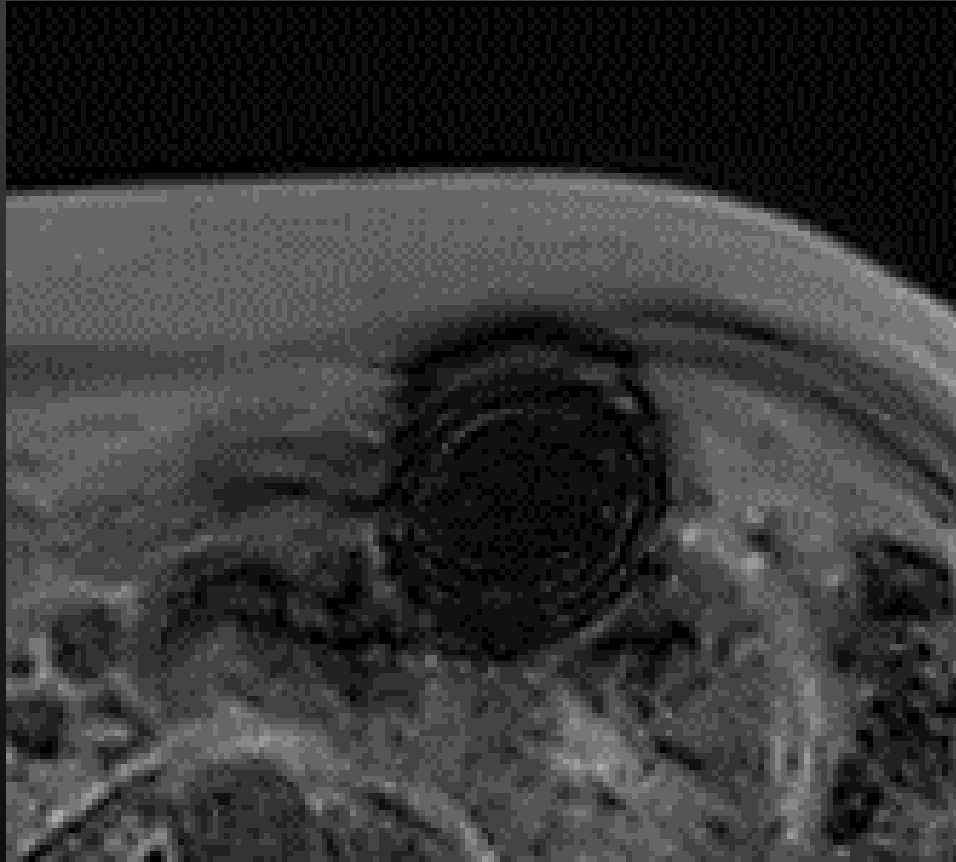
- 以前は絶対禁忌 故障したり、誤作動するから
- 数年前から条件付きMRI対応ペースメーカーが販売されている
- が・・・
- MRI検査を実施するためには
- 常勤の循環器内科医師の診察
MRI検査前後のペースメーカーの設定変更
ほかにも施設要件がある

Q.マグネット式インプラントはOK？

- 強力なマグネットで、骨に埋め込んだキーパーというステンレスに吸着させるタイプのもの
- 入れ歯をしたまま検査を実施すると
 - ① 入れ歯が口から飛び出す危険性
 - ② 磁力がより強い、静磁場の上書きされ、吸着力が弱くなる可能性
- 基本的に外して検査を実施する
キーパーはただの金属なので検査は可能



Q.内視鏡のクリップは影響あるの？



Q.義眼はどう対応しますか？

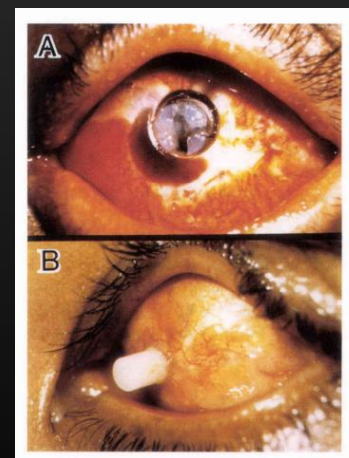
- 義眼の着色に使われる色素に、ごく微量の金属成分が含まれているため、画像への影響の観点から外しての検査が望ましい
- 可動性義眼
眼窩内の筋肉に義眼装着台を縫合することで筋肉の動きに連動する可動性義眼がある
- 義眼を取り付けるアタッチメント部分に磁石が使われているため、禁忌としている。



薄い義眼



厚みのある義眼



まとめ

- 最大のリスクは吸着事故で、不用意に持ち込まないことが最善
- クエンチという通常では起こりえない事態もあるため、知っておくことが重要
- 熱傷のリスクがあるものは極力持ち込まない。
- 外せるものは外しておく。
- そのためにも毎日の検査で問診をしっかりと行うことが重要