

放射線科の検査について

—CT・MRI 中心に—

尾道市立市民病院

放射線科

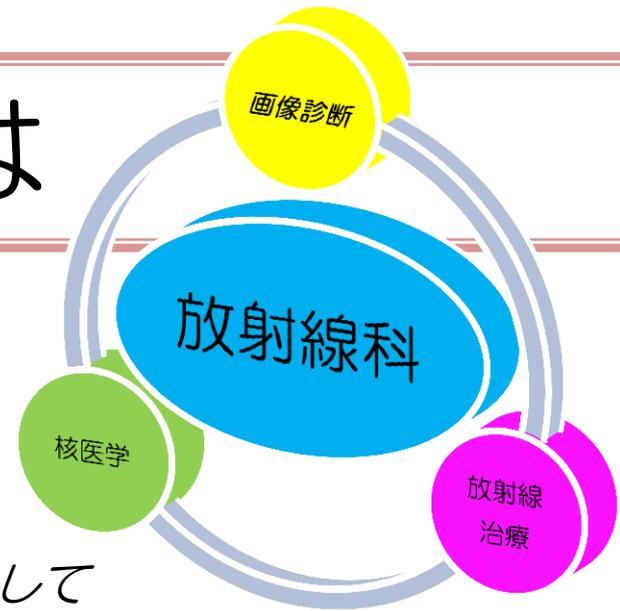
佐藤 博之
豊田 隆繁

本日の内容

- 放射線科とは
- 放射線検査
- CT検査
- MRI検査



放射線科とは



画像診断部門

一般撮影検査、CT検査、MRI検査、血管造影検査、消化管造影検査などの様々な検査や色々な手段を駆使して得られた画像から病気を見つけ出し診断しています。

核医学部門

放射線を放出する少量の薬剤（放射性医薬品）を体内に投与すると、その放射性医薬品が特定の臓器に集積しその後排泄されていきます。この様子をガンマカメラを用いて画像化することにより、臓器の働きを診断しています。

放射線治療部門

病変に対し高エネルギーの放射線を照射することによって治療を行っています。

本日の内容

- 放射線科とは
- 放射線検査
- CT検査
- MRI検査



放射線検査

- ◆単純X線撮影検査
- ◆透視検査
- ◆血管造影検査
- ◆マンモグラフィー



単純X線撮影検査



一般撮影の分野でも装置はめざましく進歩し続けています。当院でも従来のFilm撮影から、CR（コンピューティッドラジオグラフィ）に代わり、現在はFPD（フラットパネルディテクタ）を搭載した装置を2台導入しています。また、昔ながらのFilm出力からX線を透過したデータをコンピュータで画像処理し、1枚の画像として提供するデジタルシステムに移行しています。

東芝社製

- DST-1000A

GE社製

- Discovery XR650 FIXED
- Discovery XR650 3D



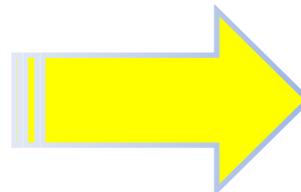
単純X線撮影検査



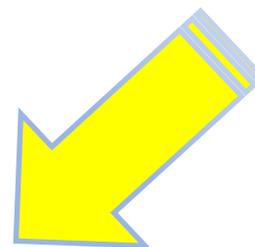
FPD：低線量で高画質な画像を取得することが可能。



インスタントカメラ
(Film撮影)



デジタルカメラ
(CR)



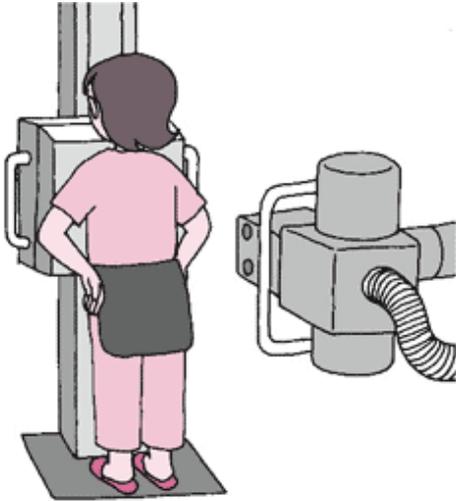
一眼レフカメラ
(FPD)

単純X線撮影検査

単純X線撮影装置の特徴

- ◆ DE (Dual Energy Subtraction)
- ◆ 長尺撮影 (オートイメージペースト)
- ◆ トモシンセシス (Volume RAD)

DE (Dual Energy Subtraction)



一回の撮影において連続で2種類の異なる線質のX線をだし通常画像と骨組織画像を取得します。この画像情報を差し引きすることで、軟部組織画像を作成します。この撮影法により、骨とかさなり合った異常陰影を判別でき診断に有効な画像を提供できるようになりました。



通常画像



骨組織画像



軟部組織画像

単純X線撮影検査

単純X線撮影装置の特徴

- ◆ DE (Dual Energy Subtraction)
- ◆ 長尺撮影 (オートイメージペースト)
- ◆ トモシンセシス (Volume RAD)

長尺撮影 (オートイメージペースト)



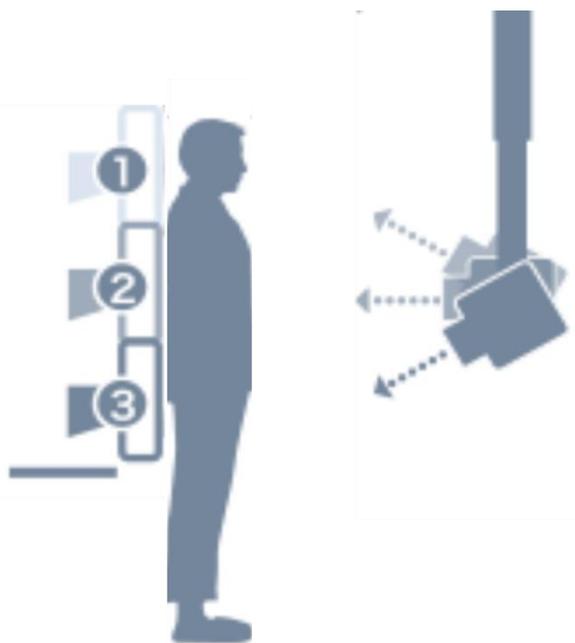
長尺撮影は

脊椎全域や下肢全域などの広範囲の撮影において、一つの連続した画像として提供する撮影です。

- 脊椎側弯症の診断
- 股関節・膝関節・足関節などの加重関節の診断
- 下肢立位長尺撮影による距離計測など

1ショットでは撮影できないため分割して撮影を行い、それらの画像を貼り合わせて一つの画像にします。

全脊椎攝影



単純X線撮影検査

単純X線撮影装置の特徴

- ◆ DE (Dual Energy Subtraction)
- ◆ 長尺撮影 (オートイメージペースト)
- ◆ トモシンセシス (Volume RAD)

トモシンセシス (Volume RAD)

1回の撮影で、角度を変えながらX線を連続照射し、任意の複数断層画像を得ることができる撮影方法。

特徴

- 通常の単純X線撮影と同様にあらゆる部位の撮影が可能。
- 単純X線撮影では見逃す可能性のある複雑な手首や足首の微小骨折の診断。
- CT検査やMRI検査には弱点となる金属による画像への影響(アーチファクト)が少ないため、人工関節が埋め込まれた部位周辺の診断が可能。
- 耳鼻科領域の急性副鼻腔炎では、少量の液面形成の測定でも十分に評価が可能。



症例 1 副鼻腔炎



単純X線撮影



トモシンセシス (Volume RAD)

症例2 胸椎クレスト形成



単純X線撮影



トモシンセシス (Volume RAD)

症例3 大腿骨骨癒合



CT画像



トモシンセシス (Volume RAD)

放射線検査

- ◆単純X線撮影検査
- ◆透視検査
- ◆血管造影検査
- ◆マンモグラフィー



透視検査



当院の透視装置はFPD(フラットパネルディテクタ)が搭載された装置を2台導入しており高画質で、より被爆の少ない検査治療が行えるようになっています。

東芝社製



ZEXIRA DREX-ZX80



Ultimax-i DREX-U180

透視検査



◆ 消化器系

胃透視・注腸
イレウス管など

◆ 泌尿器系

RP・CG・ステント挿入など

◆ 整形外科系

ミエロ・整復
神経根ブロックなど

◆ 透視下内視鏡

ERCP・BFなど

◆ 婦人科系

ヒステロ

◆ NST

嚥下造影

透視検査

◆ 消化器系



胃透視

◆ 泌尿器系



膀胱造影

◆ 婦人科系



ヒステロ
(子宮卵管造影)



注腸



RP手技によるステント留置

透視検査

◆ 整形外科系



上腕骨頭骨折
(整復前)



上腕骨頭骨折
(整復後)



ミエログラフィー
(脊髄造影)

◆ 透視下内視鏡



ERCP



BF

透視検査

◆NST（嚥下造影）

嚥下造影検査は、摂食嚥下障害の患者さんに対して透視をだしながらバリウムを混ぜた飲み物や食べ物を食べていただきます。その一連の流れの透視画像を録画しながら確認、診断します。



放射線検査

- ◆単純X線撮影検査
- ◆透視検査
- ◆血管造影検査
- ◆マンモグラフィー



血管造影検査

当院の装置はバイプレーンとシングルプレーンとあり、どちらの装置にもFPD(フラットパネルディテクタ)が搭載され高精細で歪みのない透視画像や撮影画像が取得できます。

3Dワークステーションを装備しているので、撮影データを転送し3D画像に再構成することで血管をどんな角度からでも観察することができます。

島津製作所社製

BRANSIST s a f i r e UD150-40



バイプレーン



シングルプレーン

血管造影検査

○バイプレーンとは

一台の装置にX線管球とFPD（フラットパネルディテクタ）の対が2セットあるシステムのことです。

○バイプレーンの特徴

一回の造影剤の注入で2方向の撮影ができるので、従来のシングルプレーンと比較すると

- 造影剤の使用量を半分程度に抑えることができる。
- 被検者の被ばくを低減できる。
- 検査効率が良くなり時間を短縮できる。

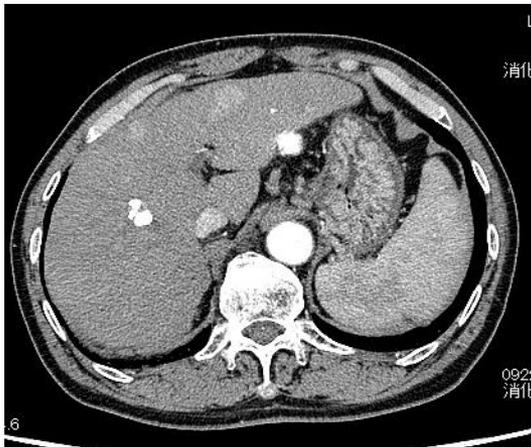
などが挙げられます。



血管造影検査

○シングルプレーンとは

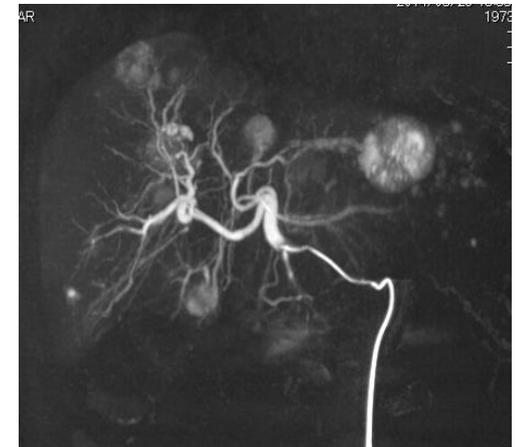
17×17インチの広範囲なFPDが付いており
術中に回転しCT画像のような断面画像を再
構成することができます。その画像を元に
3D画像を作ることにも出来る。



CT画像



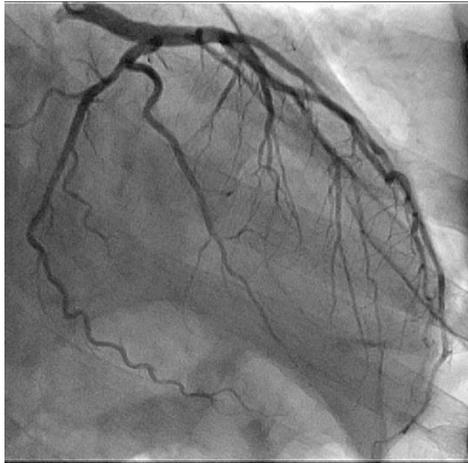
CT like画像



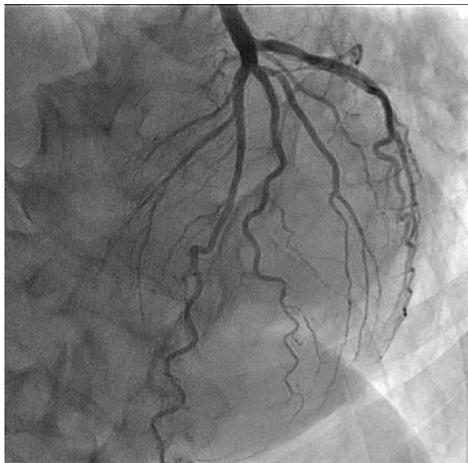
3D画像

血管造影検査

◆冠動脈造影

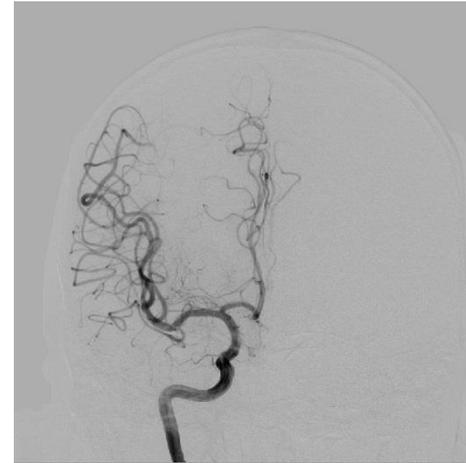


RAO 30°
CAU 30°

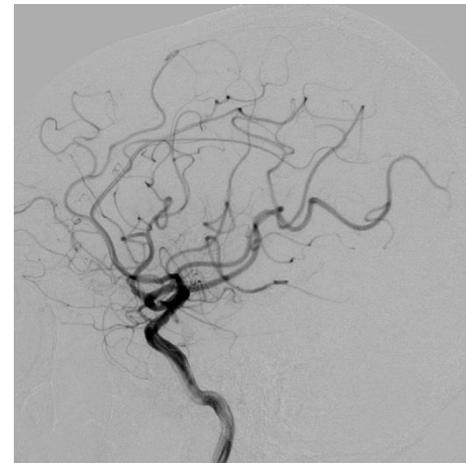


LAO 45°
CRA 30°

◆頭部血管造影



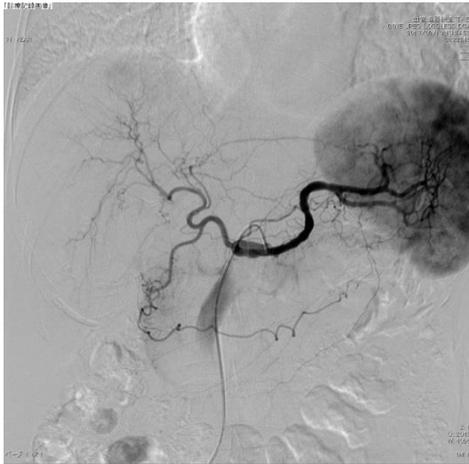
Frontal



Lateral

血管造影検査

◆T A E

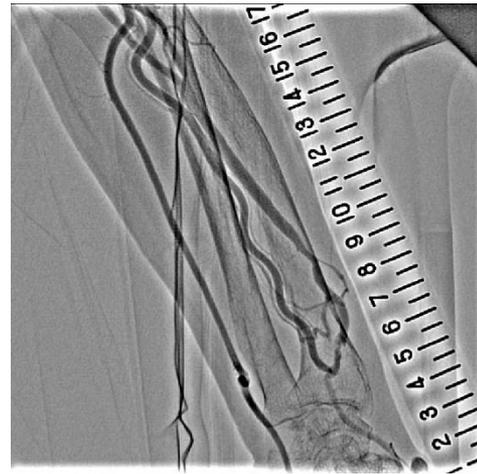


CA



SMA

◆四肢造影



下肢PTA



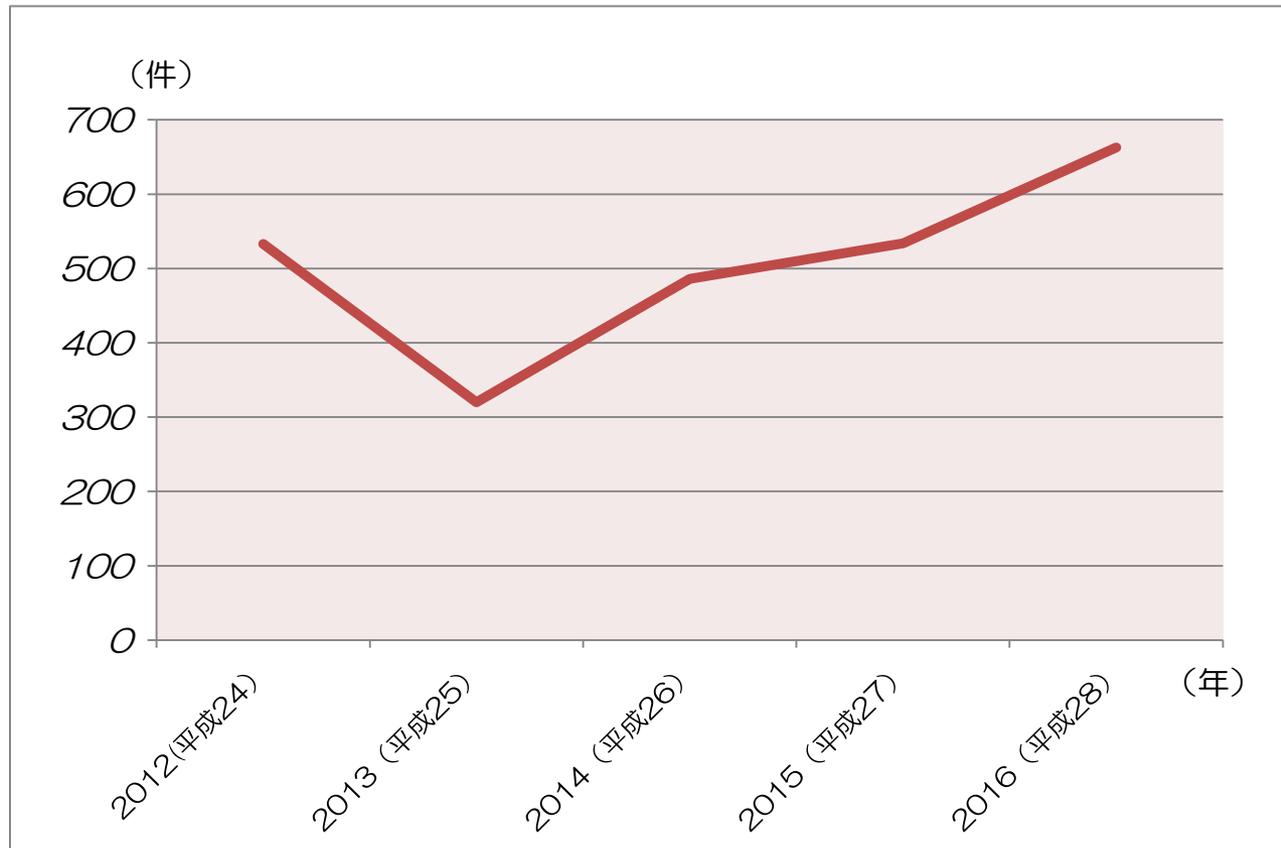
シャントPTA

放射線検査

- ◆単純X線撮影検査
- ◆透視検査
- ◆血管造影検査
- ◆マンモグラフィー



マンモグラフィー



 マンモグラフィー年間件数 

装置更新

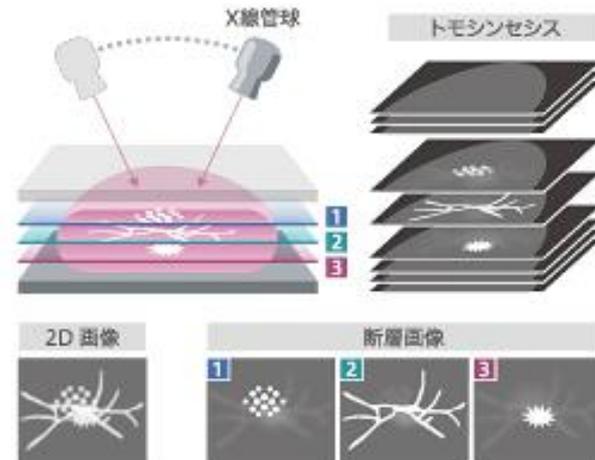
装置の特徴

- 微小石灰化の描出能の向上
- 約30%の線量低減しても同等の画質が得られる。
- トモシンセシス機能追加



トモシンセシス機能とは

X線管球を移動しながら連続的に低線量でX線を照射し、複数の位置から撮影した画像を再構成します。見たい構造に焦点を合わせた画像を提供することが可能で、乳腺構造の重なりにより発見が難しかった病変の観察を容易にします。



本日の内容

- 放射線科とは
- 放射線検査
- CT検査
- MRI検査



CT装置

東芝社製

Aquilion 64

Aquilion ONE

2005年（平成17年）4月

2013年（平成25年）3月



Aquilion 64



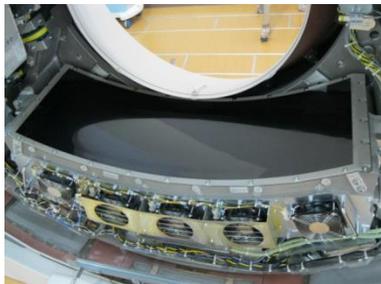
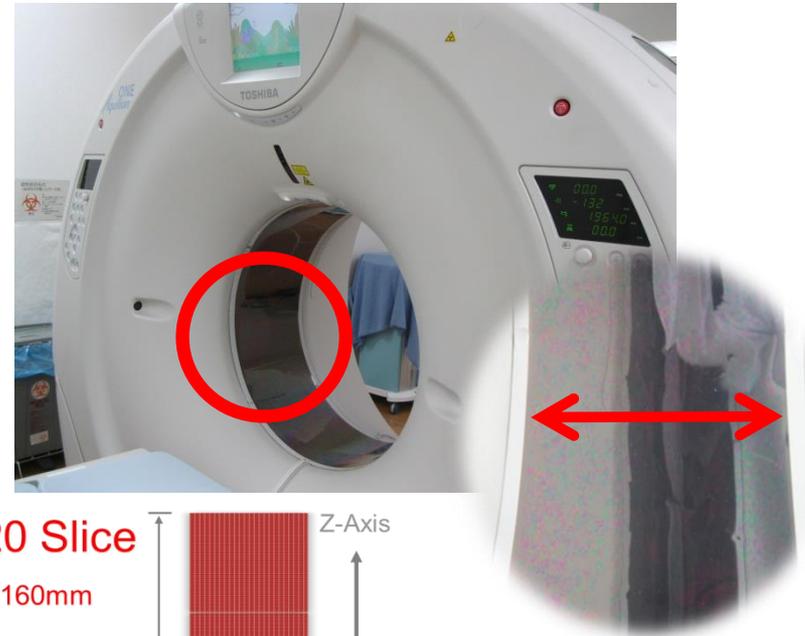
Aquilion ONE

装置の比較

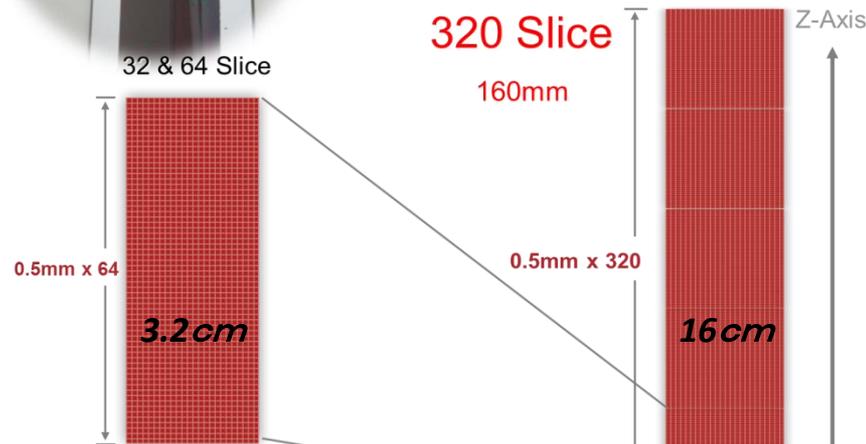
Aquilion 64



Aquilion ONE



検出器



ONEの検出器の幅は64列の検出器を5つ分合わせた大きさです。

検出器の比較

64列

320列



00.0



00.0

ONEの基本的特徴

- ① ONE Rotation Scan (1回転スキャン)
- ② ONE Phase Scan (等時相性スキャン)
- ③ Dynamic Volume Scan

ONEの基本的特徴

① ONE Rotation Scan (1回転スキャン)

- 160mmの範囲を撮影できるため、頭部や心臓は1回転で撮影できる。
- 1回転で1臓器の撮影ができるため撮影時間が短く体動や息止め困難な患者さんに有効である。
- 体動も問題になる小児検査にも有効で大幅な被ばく低減にもなる。

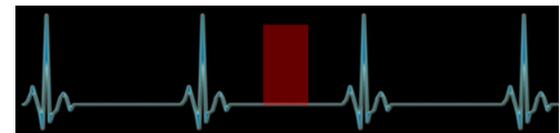
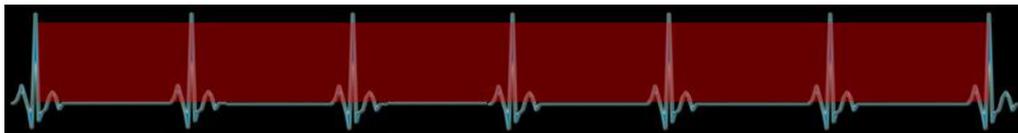
② ONE Phase Scan (等時相性スキャン)

- 同じ時刻に一度に撮影するため、造影検査で造影ムラのない等時相データの取得が可能です。

③ Dynamic Volume Scan

- 連続で撮影することで血流動態や呼吸性移動量が評価可能。新たに形態・機能画像診断の融合ができるようになります。

ONE ROTATION SCAN (心臟領域)



ONEの基本的特徴

① ONE Rotation Scan (1回転スキャン)

- 160mmの範囲を撮影できるため、頭部や心臓は1回転で撮影できる。
- 1回転で1臓器の撮影ができるため撮影時間が短く体動や息止め困難な患者さんに有効である。
- 体動も問題になる小児検査にも有効で大幅な被ばく低減にもなる。

② ONE Phase Scan (等時相性スキャン)

- 同じ時刻に一度に撮影するため、造影検査で造影ムラのない等時相データの取得が可能です。

③ Dynamic Volume Scan

- 連続で撮影することで血流動態や呼吸性移動量が評価可能。新たに形態・機能画像診断の融合ができるようになります。

ONE Phase Scan (等時相性スキャン)

問題

金魚が入った金魚鉢をヘリカルスキャンとボリュームスキャンでそれぞれ撮影します。
どのような違いがおこるでしょう？



金魚鉢



ONE Phase Scan (等時相性スキャン)

ヘリカルスキャンでは臓器を体軸方向に撮影していくため一定の時間が必要となる。そのため造影撮影において撮影開始位置と終了位置では時相が異なり、生体の動きが早い場合には画質の劣化の原因となるだけでなく、灌流検査などの機能情報を得る上でも弊害となる。

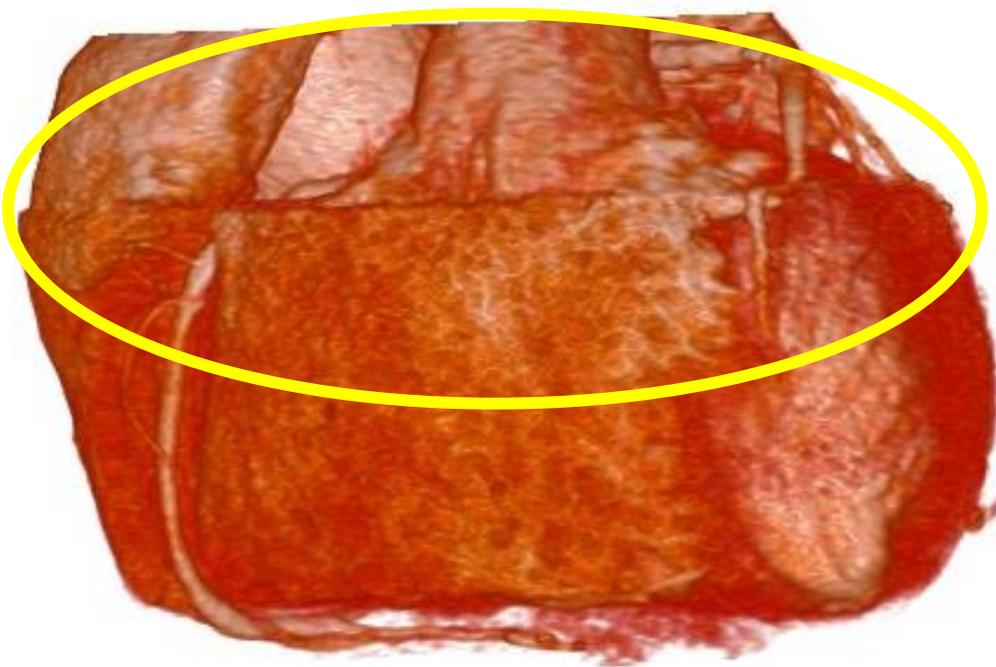


ヘリカルスキャン

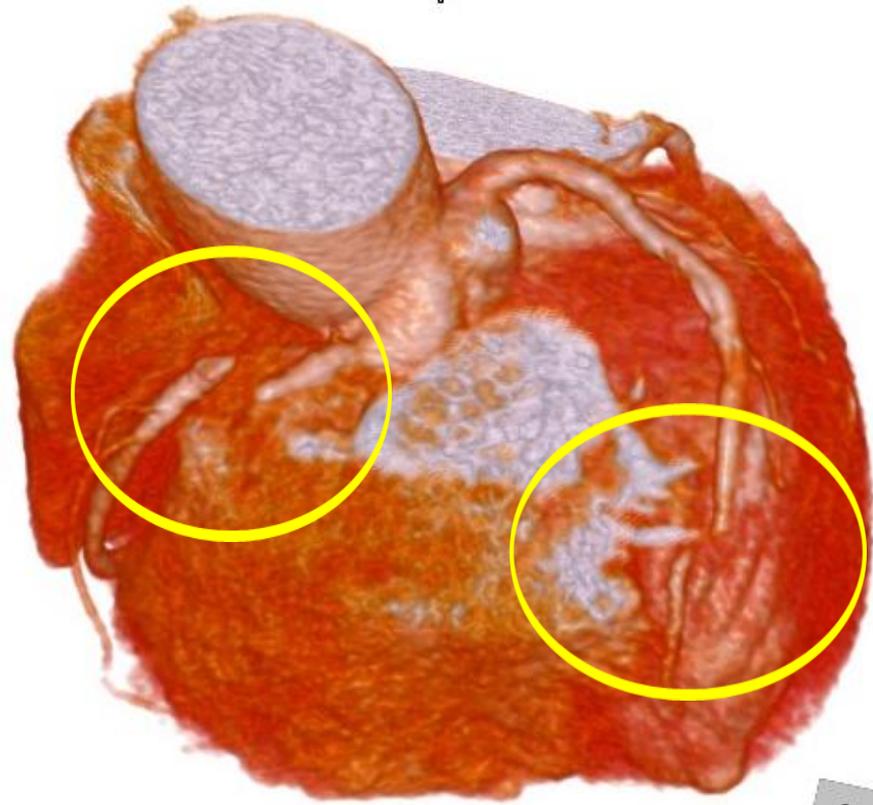
ボリウムスキャン

ONE ROTATION SCAN (心臓領域)

バウンディングアーチファクト
(64列CT)



横からの画像

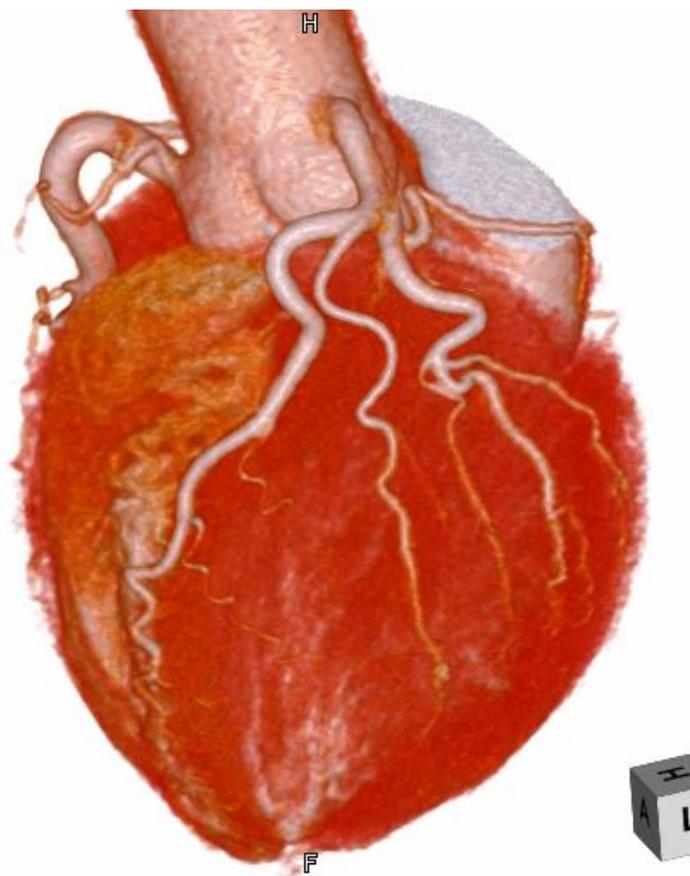


縦からの画像

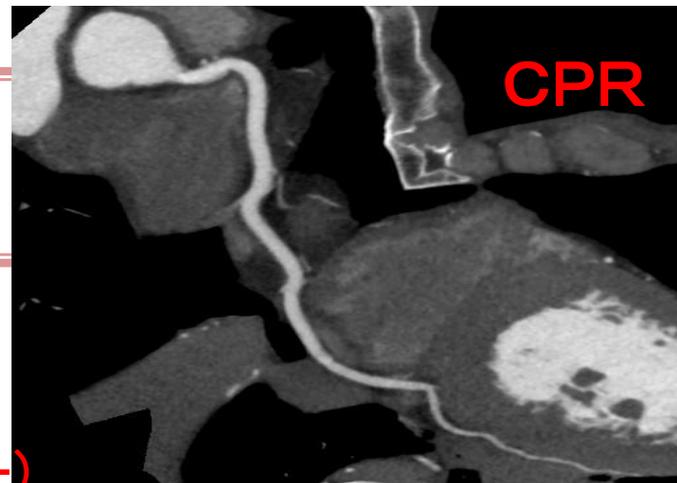
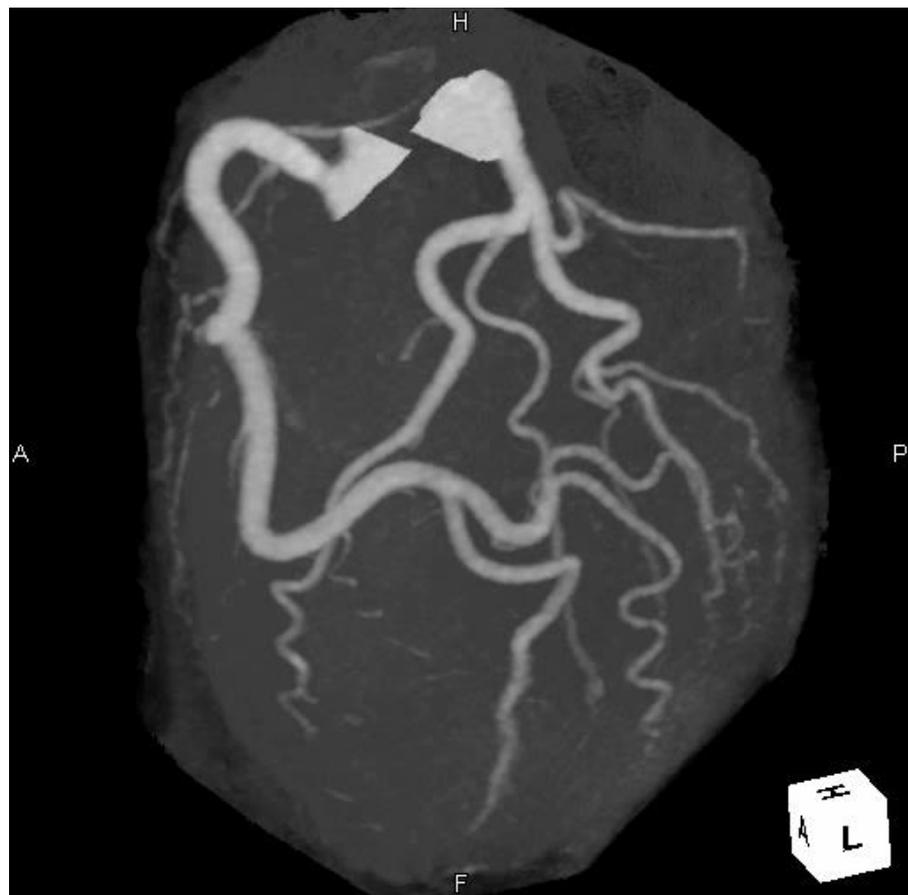
ONE ROTATION SCAN (心臓領域)

ONE 冠動脈画像

VR画像



AGV
(アンギオグラフィックビュー)



ONEの基本的特徴

① ONE Rotation Scan (1回転スキャン)

- 160mmの範囲を撮影できるため、頭部や心臓は1回転で撮影できる。
- 1回転で1臓器の撮影ができるため撮影時間が短く体動や息止め困難な患者さんに有効である。
- 体動も問題になる小児検査にも有効で大幅な被ばく低減にもなる。

② ONE Phase Scan (等時相性スキャン)

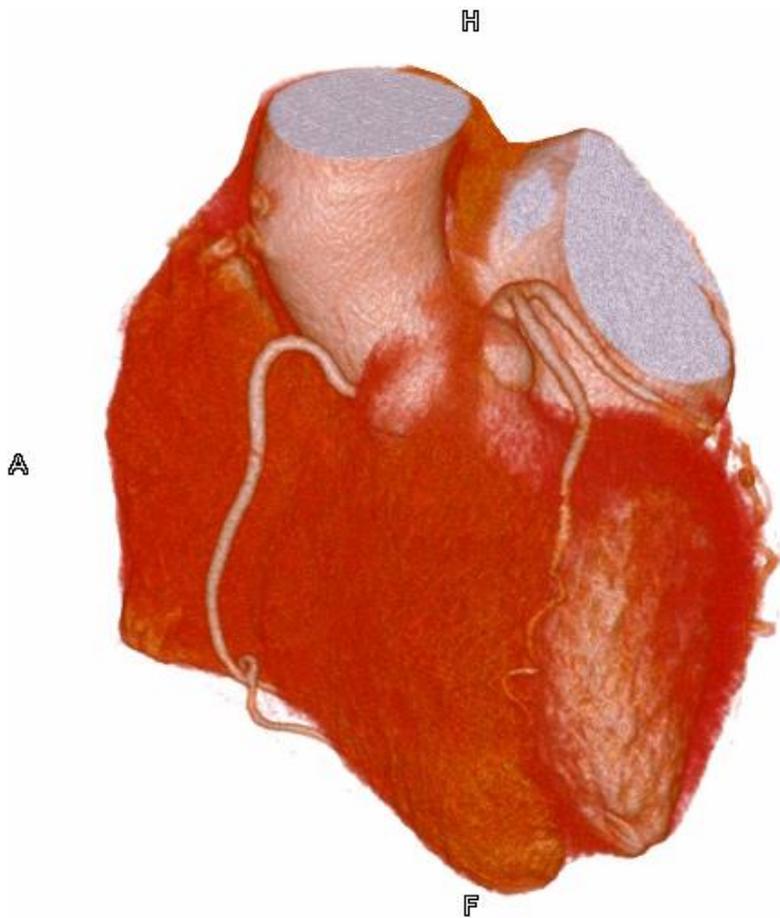
- 同じ時刻に一度に撮影するため、造影検査で造影ムラのない等時相データの取得が可能です。

③ Dynamic Volume Scan

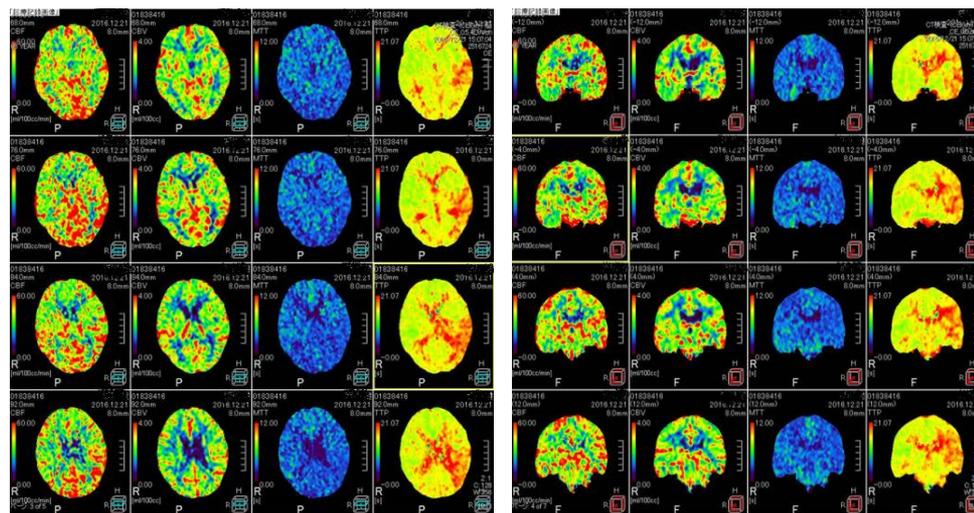
- 連続で撮影することで血流動態や呼吸性移動量が評価可能。新たに形態・機能画像診断の融合ができるようになります。

Dynamic Volume Scan

4D画像 (心臓)



CT Perfusion



観察対象部位における造影剤の濃度変化から毛細管レベルの組織血流の情報を得て組織本来の機能を評価するものである。

組織内の毛細血管レベルの血流状態を反映しており、組織中の水の拡散状態を観察しているMRIの拡散強調画像とは異なる現象を観察している。

本日の内容

- 放射線科とは
- 放射線検査
- CT検査
- MRI検査



MRI

新館



Ingenia **1.5T**
Release 5.3
(PHILIPS社製)

2016年12月 MRI装置更新

本館



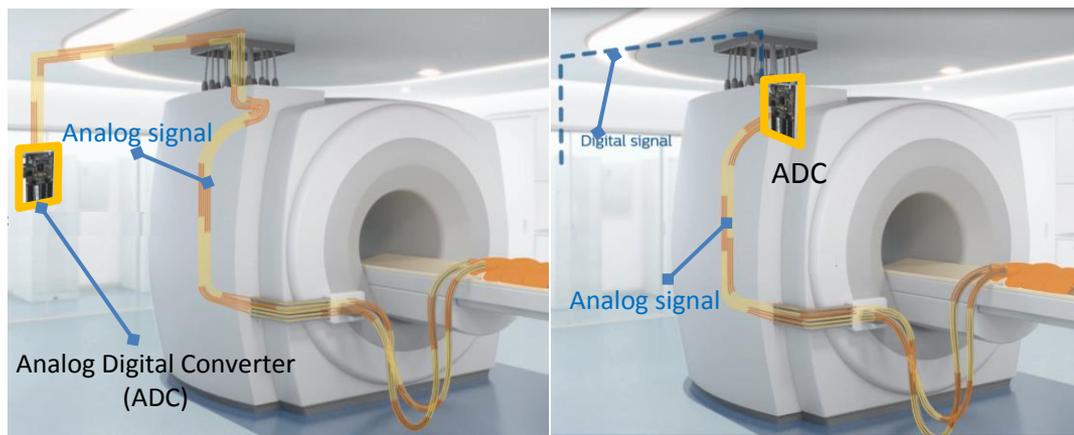
Ingenia **3.0T CX**
Release 5.3
(PHILIPS社製)

2017年3月 MRI装置更新

更新してどう変わったか？

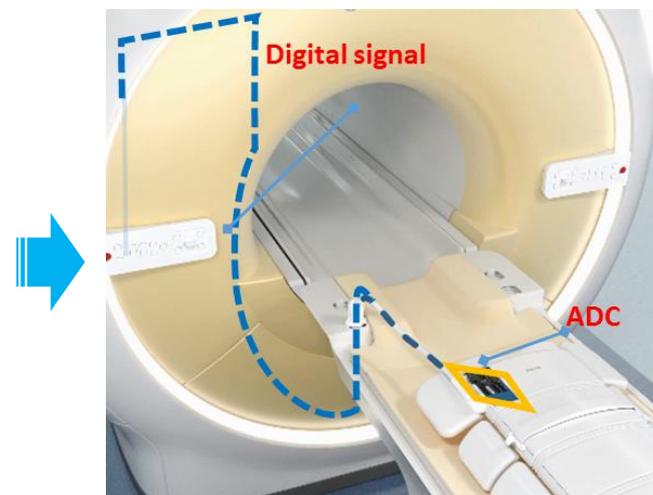
従来アナログとデジタルの違い

デジタル変換機を患者様の傍に設置してより高画質の実現



従来型アナログ

デジタル



フルデジタル

より被検者のそばでデジタル変換することによって、ノイズの影響を軽減



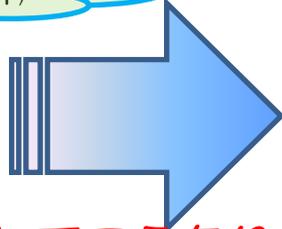
高画質と短時間化

前の機械 (1.5T)

今の1.5Tの機械



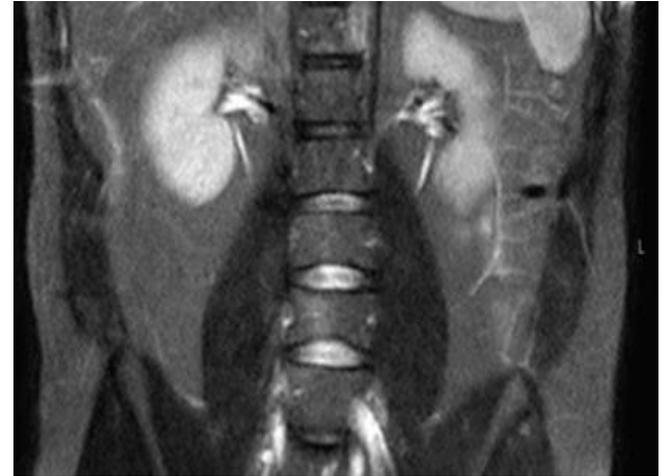
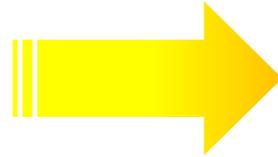
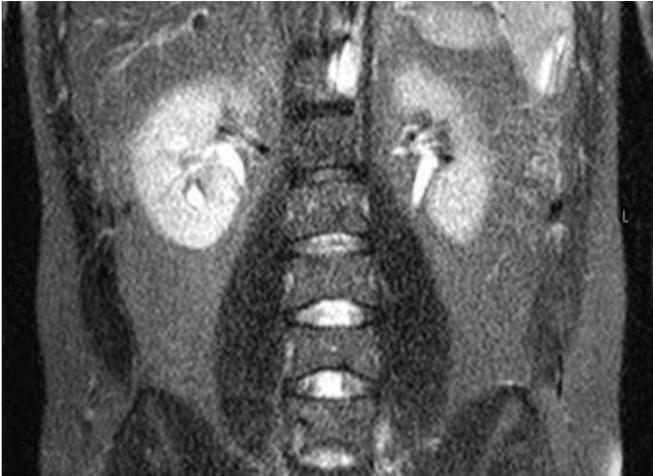
アナログ方式



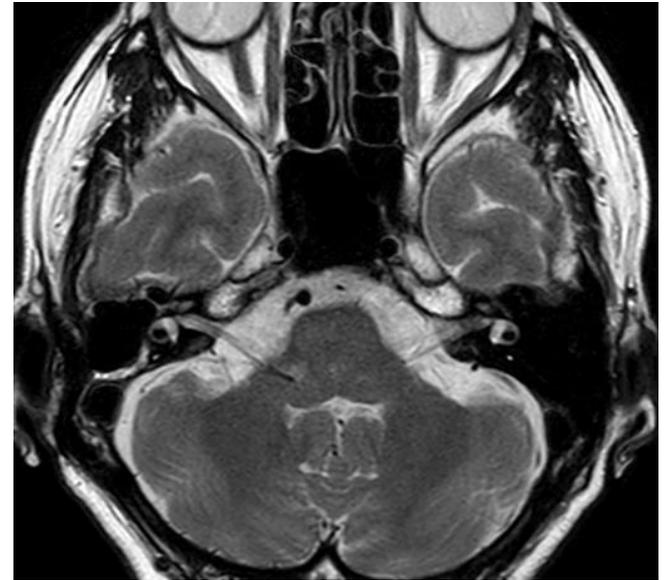
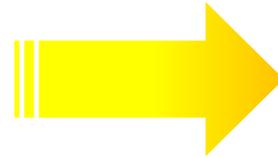
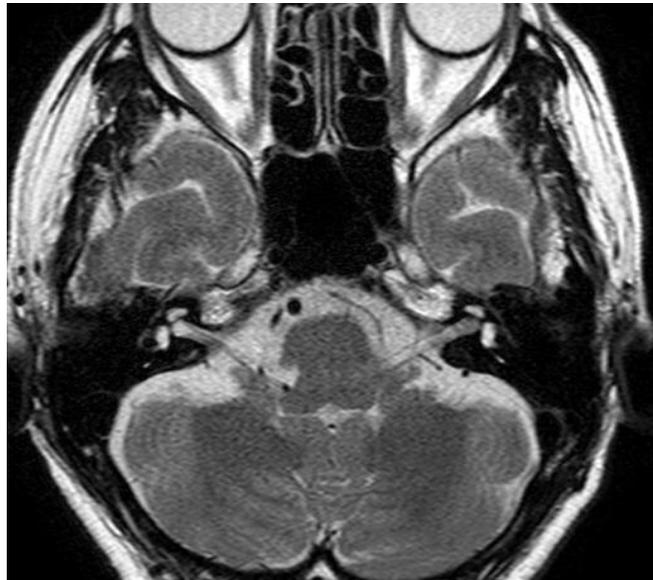
フルデジタル方式

(光信号にて送信)

更新してこうなりました



SNRは最大 1.4倍



1.5T装置と3.0T装置の違い

最大のメリット

～比較したときの3.0Tのメリット～

✓ 高いSNR (1.5Tの最大1.4倍)

高いSNRにより、高分解能画像あるいは撮像時間短縮の実現を可能にする
しかしSNRの増加はアーチファクト（体動、蠕動、呼吸、血流など）の増加につながり画質の低下をもたらす

✓ TOF効果の増大

✓ Gd造影効果の増大

T1値が延長するため、造影剤による効果が高くなる

Ingenia 1.5T



Ingenia 3.0T CX



高いSNRとTOF効果増大により末梢の血管まで描出できている

1.5T装置と3.0T装置の違い

～比較したときの3.0Tのデメリット～

✓ SARの増加

人体は、高周波を受けると渦電流が発生してジュール熱が生じる。

この加温作用は、

高磁場の装置ほど大きく（SAR:二乗に比例）、

大きな被検体で電気伝導率が高い組織ほど、SAR が大きい

（例：脳脊髄液、胃・腸管、血液、眼は高く、脂肪、緻密骨は低い）

✓ RF磁場 B_1 不均一

信号ムラが生じ画質低下につながる（躯幹部での影響大）

✓ T1コントラストの低下

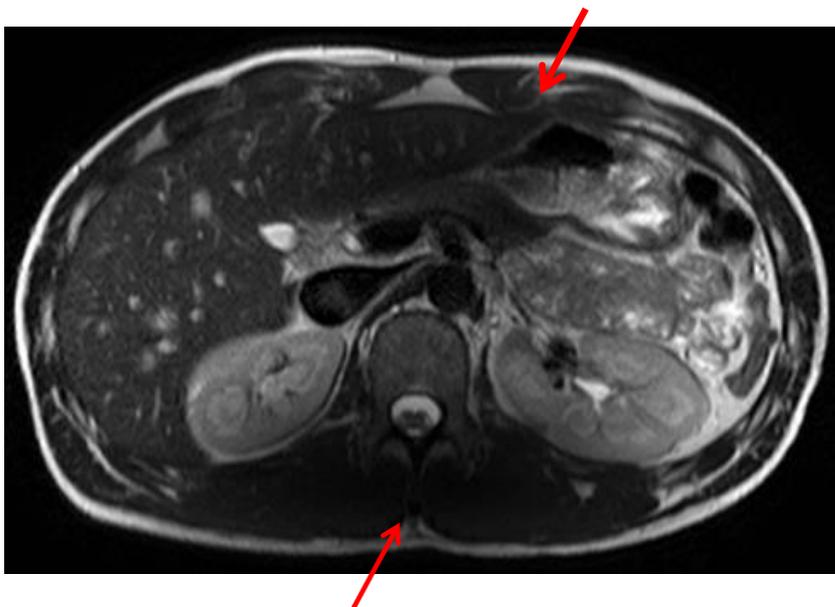
✓ 騒音

本当にうるさいです。防音工事をしてても本館MRI室横は音が漏れています

✓ 前庭刺激

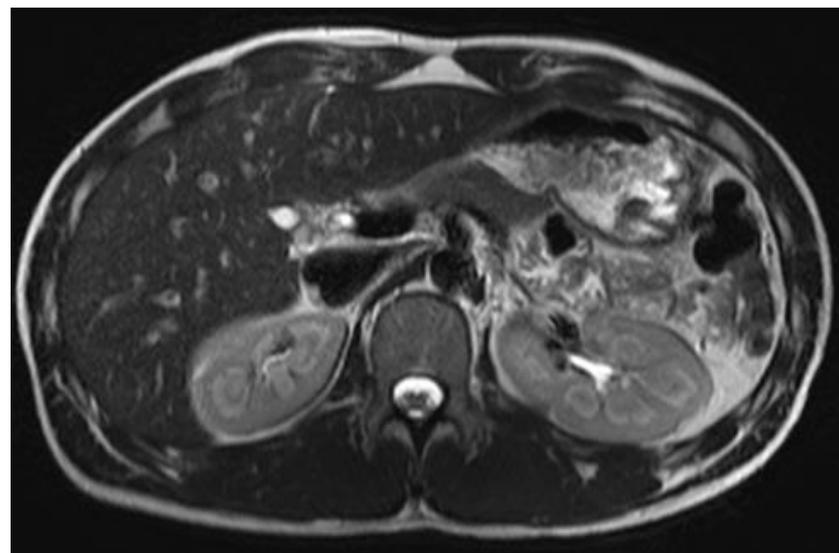
酔った感じで気分不良になる方もいます

RF磁場 B_1 不均一による影響



従来の3T装置
矢印部で感度ムラによる信号低下がみられる。

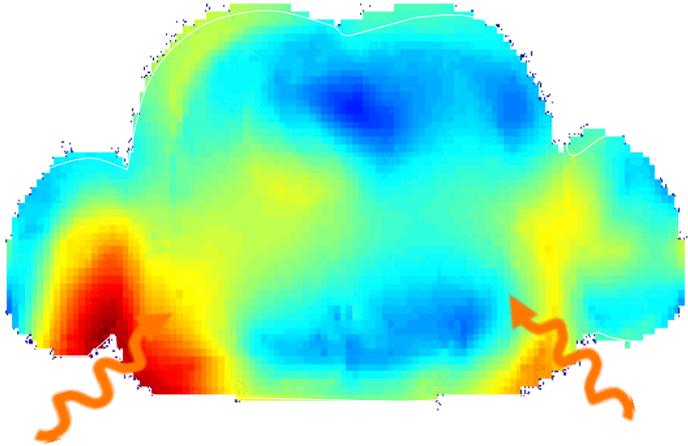
しかし今は改善されて・・・



MultiTransmitにて撮影

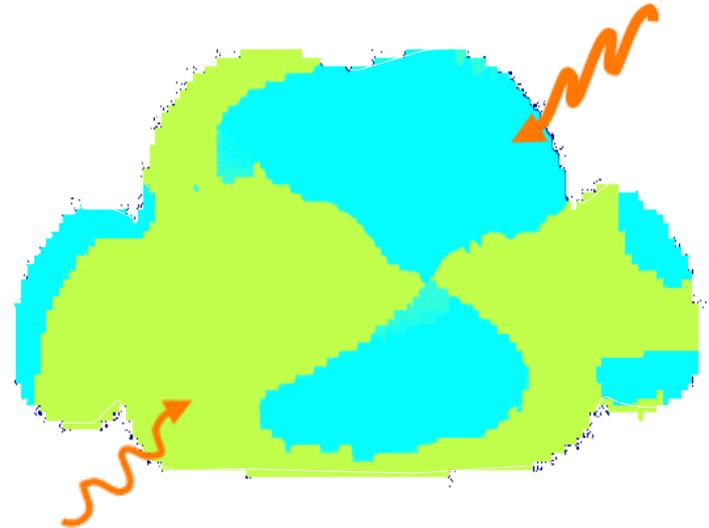
MultiTransmitとは？

SingleTransmit



体内のRF分布が不均一
局所SARが問題となる
3.0Tでは撮像条件が制限され時間が延長

MultiTransmit



体内のRF分布が均一になり、誘電効果だけでなく局所SARも大幅に低減可能
SARの制限が低減されるためパラメータ設定の自由度が向上

RF磁場 B_1 不均一による影響



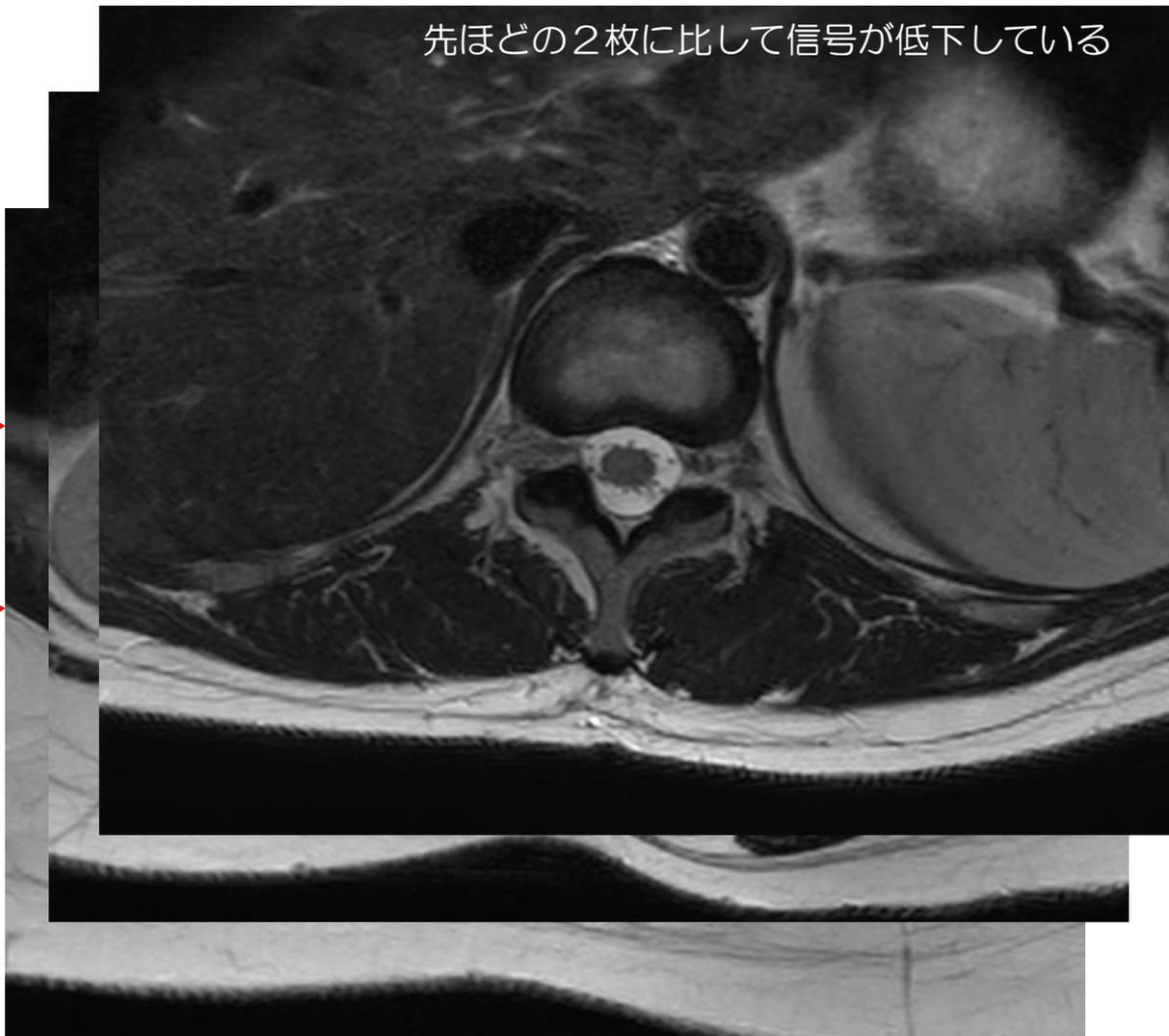
有効FOVが制限される

体軸方向に対して距離の長い検査においては、設定FOVが制限される B_0 と B_1 不均一のために画像の濃淡ムラや磁化率アーチファクトが顕著となる



中心に比べ端では信号が低下している

3.0T FOV=400mm



先ほどの2枚に比して信号が低下している

このように **すべての検査が3.0Tがよい訳ではない**

検査部位、被検者の状態、検査時間などでどちらが適しているか判断しています



MRIにおけるリスクマネージメント

MRI装置の特殊性に起因したマネージメントが必要

★磁場

強い磁場により磁性体を吸引する現象

★ラジオ波（RF）

MR I 検査で照射されるラジオ波（RF）は発熱効果が有る
高周波磁場による誘導電流も発生

多くの医療器具は非磁性体の材料に変更されているが、
高速な傾斜磁場変化やRF照射に対しての安全性は保証されていない

★ 磁場

- MRI検査室に入室する前には、磁性体金属がないか、必ず確認すること。



MRI検査室内は、常に強力な磁場があり、**磁性体金属の持ち込みは厳禁です！**



吸着事故事例 (1)

酸素ポンプ



歩行補助具



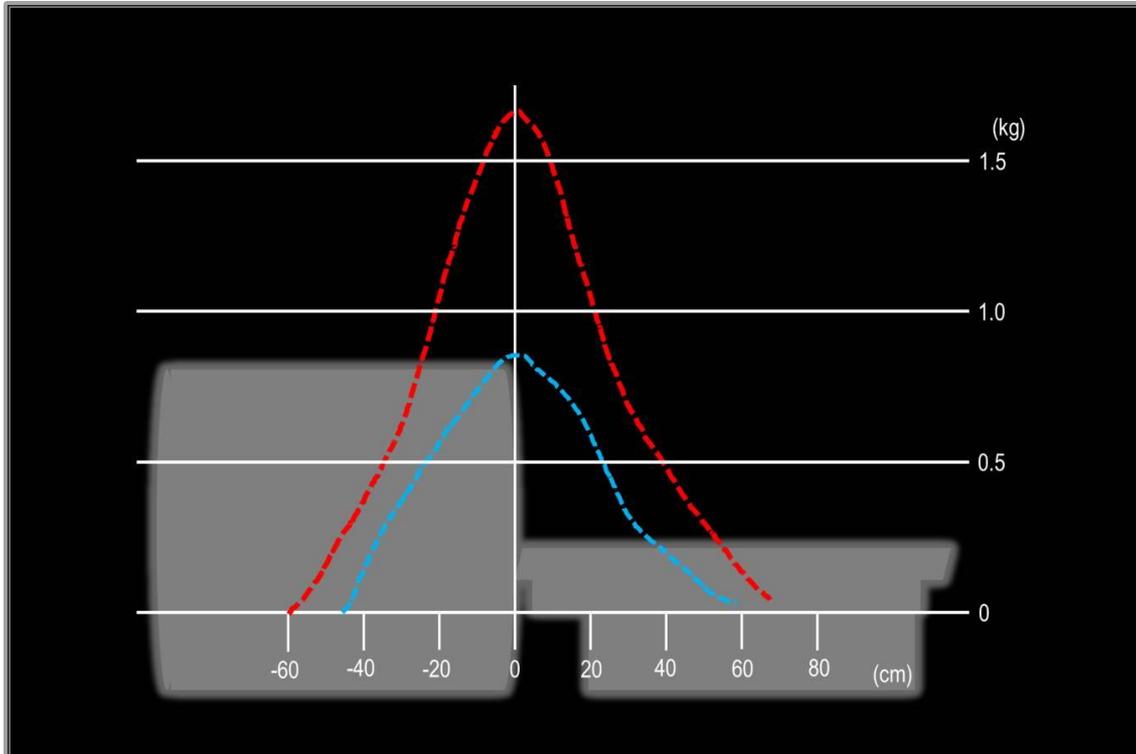
写真提供 (社)日本画像医療システム工業会

ドレープの下などの死角に置いてある金属製のトレイなどにも注意！



飛んできた酸素ポンプやストレッチャーが患者さんや医療従事者などに衝突し、負傷する事故などが報告されています！！

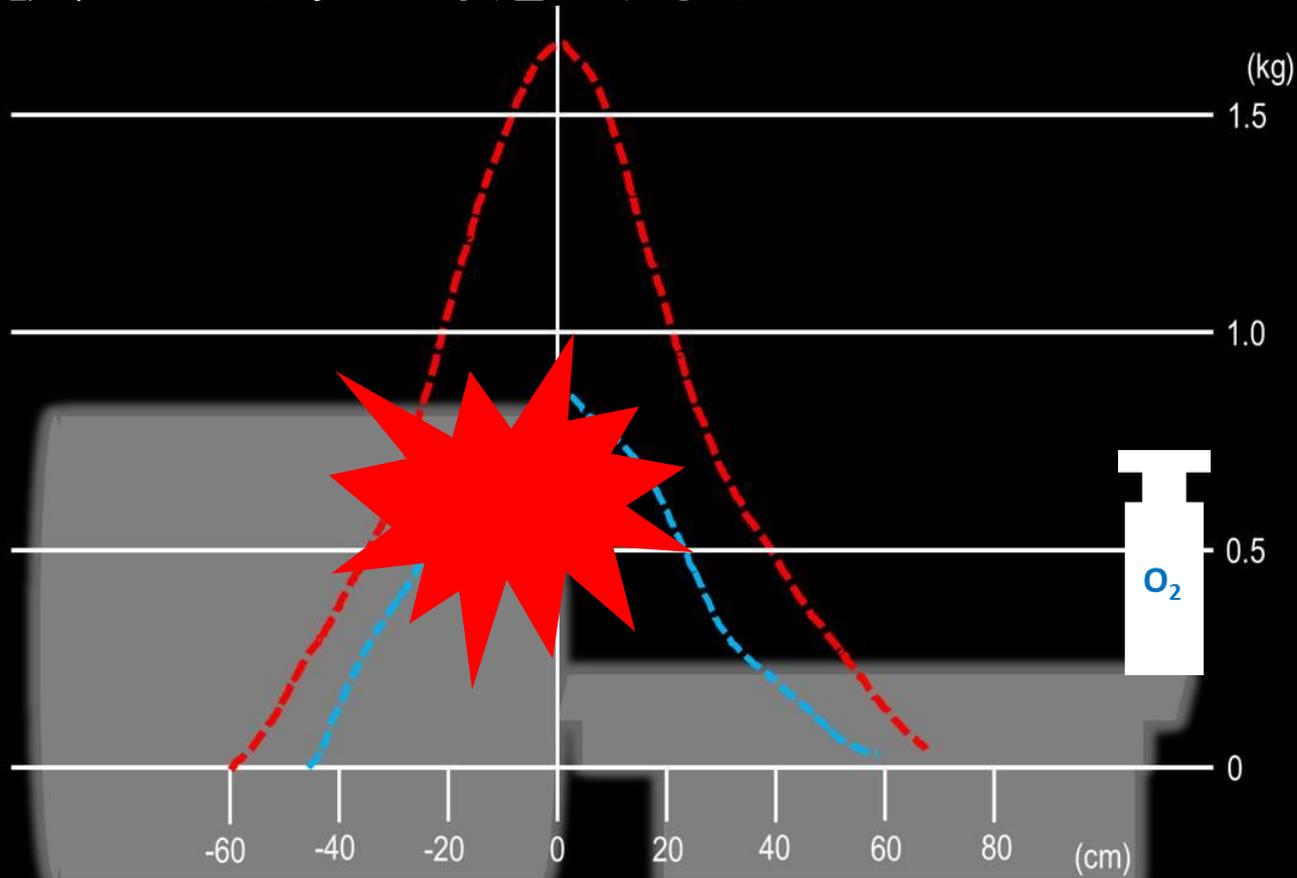
装置周辺の磁場強度



1.5T (青線) よりも
3.0T (赤線) の方が吸引力が強い

MRI装置は、磁場の広がりを抑制しているため
マグネットの近傍で磁場強度が最大となる。
マグネット近傍で突然強く引き寄せられるため、注意が必要である。

もし、酸素ポンペをゆっくり近づけると・・・



ある地点で急に吸着します

実際にはガントリーの中で暴れてどこかで吸着するのでもし患者さんがいると酸素ポンペでボコボコに殴られるのと同じくらいのダメージが予測されます

★ラジオ波 (RF)

代表的な体内留置金属

婦人科系

リング

整形外科系

プレート
人工関節・人工骨頭
髄内釘
スクリュー

脳外科系

動脈瘤クリップ
コイル
圧可変式バルブシャント

眼科系

義眼

耳鼻科系

人工内耳

血管系

ステント
人工血管
大動脈ステント
フィルター

腹部系

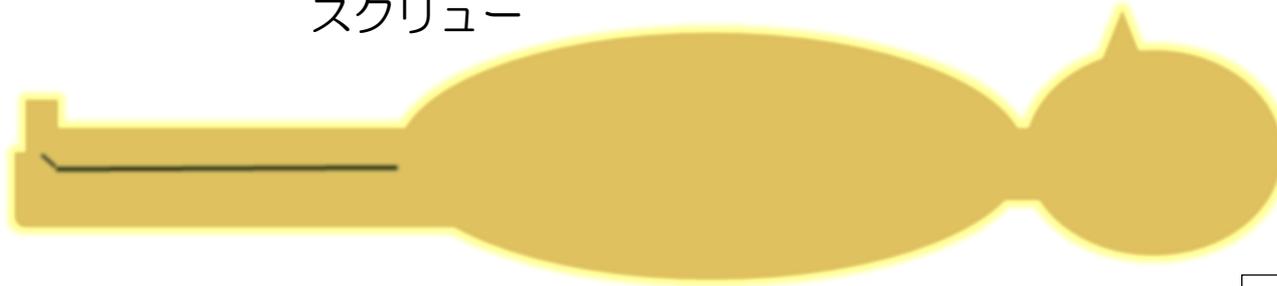
コイル
クリップ
胆管ステント
クランプ

心臓系

ペースメーカー
人工弁
ステント
胸骨ワイヤー

歯科系

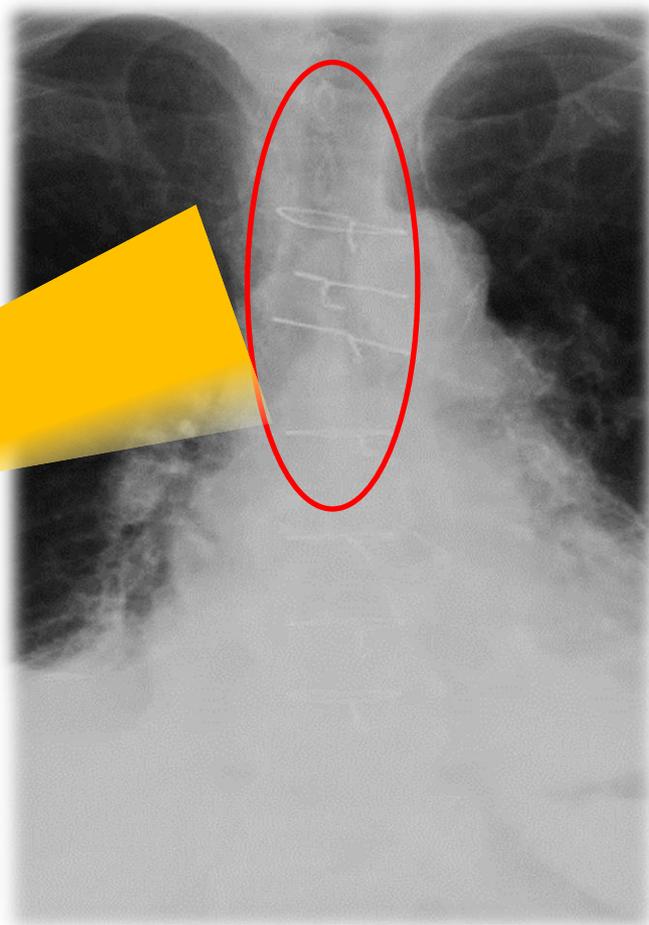
インプラント
矯正器具
磁性アタッチメント



MRIが禁忌である医療器具装置

- 心臓ペースメーカー
- 人工内耳（移植蝸牛刺激装置）
- 除細動器（ICD）
- 神経刺激装置
- 骨成長刺激装置
- スワンガンツカテーテル
- 強磁性体の破片

実際に数ヶ月前
腰椎の検査中・・・



ラジオ波の作用で胸骨ワイヤー部位の違和感を訴えた事例がありました

MRI安全マーク



MR Safe (MRI安全)
いかなるMRI環境下でも既知の危険性がない品目



MR Conditional (条件付でMRI可能)
指定されたMRI環境下における、指定された条件下の使用
で、既知の危険性がないことが実証された品目



MR Unsafe (MRI危険)
すべてのMRI環境下で危険性がある品目

医療機器の添付文章（一例）

ストッパ（赤）がついた状態で内視鏡の鉗子栓に挿入し、挿入部先端が内視鏡の視野内に入るまで挿入する。

3.クリッピング

(1)内視鏡に挿入後、ストッパ（赤）を取りはずし、チューブ継手（黄色）をスライダー側にいっばいまで引き、クリップをチューブシースから突き出す。

(2)スライダーをゆっくり引き、クリップを最大に開く。

(3)チューブ継手（黄色）を把持しながら操作部を回し、目的部位に押し付けやすいクリップの向きにする。

(4)クリップを目的部位へ押し付け、スライダーを強く引き、クリップを閉じる。

(5)スライダーを突き当たるまで引いて、クリップをコイルシースからはずす。

4.内視鏡からの引き抜き

(1)チューブ継手（黄色）を押し出し、コイルシースをチューブシース内に収納する。

(2)本製品を内視鏡から引き抜く。

5.廃棄

本製品の使用が終了したら、適切な方法で廃棄する。

詳細は『取扱説明書』の「10 使用法」を参照すること。

組み合わせ可能な内視鏡の条件は【品目仕様等】を参照すること。

【使用上の注意】

本製品を使用する場合は、下記注意事項を厳守すること。
感染、皮膚の炎症、組織の炎症、穿孔、大出血、粘膜損傷、術者の外傷につながるおそれや、機器の破損あるいは機能の低下につながるおそれがある。

禁忌・禁止

1.使用前

滅菌パックの破れ、ミール製の破れ、またはヒートシール、ホ

重要な基本的注意

- ・併用する医療機器の『添付文書』、『取扱説明書』を必ず参照すること。
- ・不測の故障に備えて、予備のクリップ装置を準備しておくこと。
- ・クリップによる止血には限界があり、出血状況によっては止血できないことがある。異なる出血状況に適切に対応できるように複数の止血器材を準備し、適切な止血器材を選択あるいは併用すること。必要な場合は、外科的止血を選択すること。
- ・MRIの施行を予定している患者に本製品を使用しないこと。また、クリップを留置した患者にMRIを施行すると、患者の体腔内の組織に損傷を与えるおそれがある。クリップを留置した後にMRIを施行する場合は、患者に留置したクリップが自然脱落し、排出されたことを確認してから施行すること。
- ・滅菌パックに記載されている使用期限の過ぎた本製品は使用しないこと。
- ・本製品を保管する際には、【貯蔵・保管方法及び使用期間等】に従って保管すること。
- ・本製品の使用時および点検時には、適切な保護具を常に着用すること。
- ・抵抗が大きくて突き出しが困難な場合は、無理なく突き出せるところまで内視鏡の角度を戻すこと。
- ・本製品を内視鏡から勢よく引き抜かないこと。
- ・使用が終了した本製品は適切な方法で廃棄すること。
- ・論文によれば以下の点が述べられているので参考にすること。
 - ・食道や胃の小腸に直視スコープを用いてクリッピングすることは難しい。⁽²⁾
 - ・硬い組織や引き締まった纖維状の組織をクリッピングすることは難しい。⁽²⁾
 - ・止血に必要なクリップの数は解剖学的視点、組織学的視点、組織の形態や患者の状況と病歴によるので、使用前にこれらの要因を考慮したうえで、必要数量のクリップを用意す。^{(1),(6)}

重要な基本的注意

- ・併用する医療機器の『添付文書』、『取扱説明書』を必ず参照すること。
- ・不測の故障に備えて、予備のクリップ装置を準備しておくこと。
- ・クリップによる止血には限界があり、出血状況によっては止血できないことがある。異なる出血状況に適切に対応できるように複数の止血器材を準備し、適切な止血器材を選択あるいは併用すること。必要な場合は、外科的止血を選択すること。
- ・MRIの施行を予定している患者に本製品を使用しないこと。また、クリップを留置した患者にMRIを施行しないこと。クリップを留置した患者にMRIを施行すると、患者の体腔内の組織に損傷を与えるおそれがある。クリップを留置した後にMRIを施行する場合は、患者に留置したクリップが自然脱落し、排出されたことを確認してから施行すること。
- ・滅菌パックに記載されている使用期限の過ぎた本製品は使用しないこと。
- ・本製品を保管する際には、【貯蔵・保管方法及び使用期間等】に従って保管すること。

最後になりましたが

放射線科は患者さんに安心して検査を受けていただけるよう
それぞれのモダリティで資格を取得しています

認定資格	人数
放射線管理士	1
放射線機器管理士	1
医療画像情報精度管理士	1
日本診療放射線技師会シニア技師格	1
第一種放射線取扱主任者	1
放射線治療専門放射線技師	1
放射線治療品質管理士	1
マンモグラフィ認定技師	4
MRI専門技術者	1
X線CT認定技師	3
肺がんCT検診認定技師	1

A nighttime aerial photograph of a coastal city. The foreground shows a hillside with residential buildings and trees. The middle ground features a harbor with several large cranes and ships. The background consists of dark mountains under a night sky. The city lights are reflected in the water.

ご清聴ありがとうございました