

医用画像機器工学Ⅱ (CT) 6

21年国家試験

解答 3, 5

ヘリカルCTで体軸方向の空間分解能に関係する因子はどれか。2つ選べ。

1. 管電圧
2. 管電流
3. スライス厚
4. 投影データ数
5. 寝台移動速度

シングルスライスヘリカルCTの場合

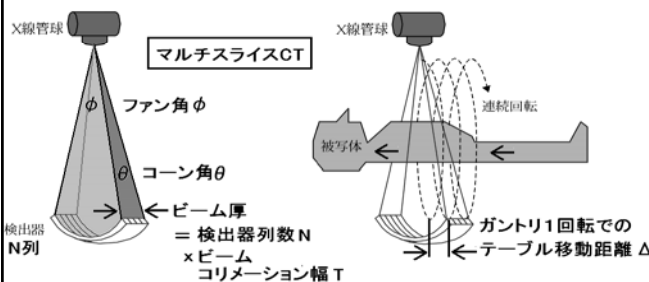
$$\text{ヘリカルピッチ} = \frac{\text{テーブル移動距離 } \Delta}{\text{コリメーション幅 } T}$$

ヘリカルピッチの意味は、体軸方向のデータ量。
ピッチが大きい = 体軸方向のデータ収集が粗い。
実際の撮影でのヘリカルピッチは 0.6 ~ 1.5 程度。

ピッチの値が小さいほど、
体軸方向の断層像の画質が良くなるが、
患者の被曝は多くなる。

マルチスライスヘリカルCTの場合

ヘリカルピッチは、管球(またはガントリ)が1回転する間に患者ベッド(テーブル)が移動する距離 Δ を
ビーム厚(検出器列数 $N \times$ コリメーション幅 T)
で割った値。



マルチスライスヘリカルCTの場合

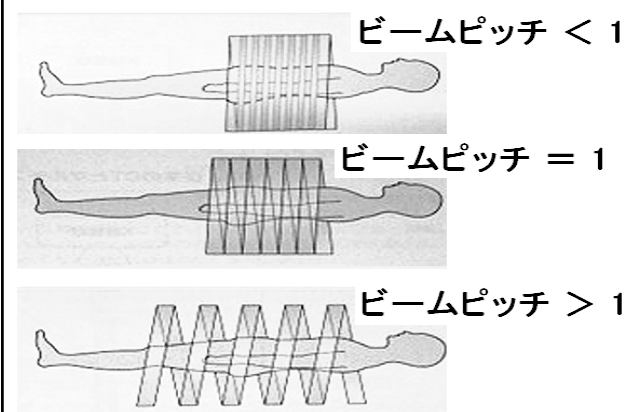
$$\text{ビームピッチ} = \frac{\text{テーブル移動距離 } \Delta}{\text{ビーム厚 } NT}$$

$$\text{ディテクタピッチ} = \frac{\text{テーブル移動距離 } \Delta}{\text{検出器1列分のコリメーション幅 } T}$$

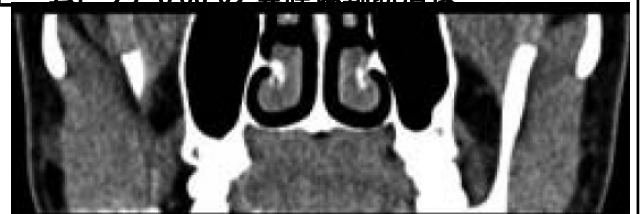
実際の撮影でのビームピッチは 0.6 ~ 1.5 程度。

ビームピッチが 1 未満
→ 体軸方向データに重複(オーバーラップ)が生じる
ビームピッチが 1 以上
→ 体軸方向データに欠損(ギャップ)が生じる

ビームピッチ = ベッド移動幅 / ビーム幅



ビームピッチ 0.66 の鼻腔体軸断層像



ビームピッチ 1.25 階段状のアーチファクトあり



ヘリカルCTにおける体軸(Z軸)方向の分解能は、Z軸方向のデータ量が多いほど良好。

スライス厚が薄いほど、ヘリカルピッチが小さいほど向上する。

ヘリカルピッチは、ベッド移動速度 Δ とビーム幅NTの比率で算出されるので、

スライス厚、ベッド移動速度、ビーム幅が体軸(Z軸)方向の空間分解能に影響する。

22年国家試験

解答 2

医療法施行規則でX線管焦点皮膚間の最小距離が20 cmと規定されているのはどれか。

1. X線CT装置
2. 移動型X線装置
3. 乳房撮影用X線装置
4. 透視用X線装置(手術中を除く)
5. 定格管電圧が70 kV以下の口内法撮影用X線装置

医療法施行規則

厚生労働省が定め、都道府県知事に命ずる規則。

頻繁に改訂されるので就職後も要チェック。
最近の改訂は平成25年1月18日。

医療の安全、
医療施設の開設運営、
医療従事者の義務や管理、
診療用放射線の防護等

に関する規則。

医療法施行規則 第30条3項

エックス線装置のX線管焦点皮膚間距離の規定

定格管電圧が70kV以下の口内法撮影用エックス線装置、歯科用パノラマ装置、CT装置は、
15cm以上 (歯科用は15cm) (CTは15cm)

定格管電圧が70kVを超える口内法撮影用エックス線装置、移動型・携帯型エックス線装置、乳房撮影用エックス線装置は、
20cm以上 (普通は20cm)

上記以外のエックス線装置は、45cm以上

22年国家試験

解答 5

X線CTの被検者の線量限度は。

- | | |
|------------|--------------|
| 1. 1 mSv | 4. 1,000 mSv |
| 2. 10 mSv | 5. 規定なし |
| 3. 100 mSv | |

医療法施行規則 第30条 では、

診療用X線発生装置のX線管焦点と患者皮膚間距離の規定はあるが、

診療用X線発生装置からの患者の被ばく量に関する規定はない。

患者には線量限度の考え方は適用されない。
(疾患の診断に要する被ばくは制限されない)

(医療従事者の被ばく量の線量限度の規定はある)

22年国家試験 解答 1

組合せで誤っているのはどれか。

1. MRI ——— 電子密度
2. X線CT ——— 線減弱係数
3. X線撮影 ——— 原子番号
4. 骨塩定量 ——— ミネラル量
5. 超音波検査 ——— 音響インピーダンス

超音波画像（US、エコー）

数100万ヘルツ程度の高周波音波を体表から体内に通し、その反射音の分布像を画像化する。

音は重さ（密度）の変化するところで大きく反射するので、臓器の形状などの断層像が画像化される。

音、超音波は、重さ（質量）のある物体を振動させて進む。

質量の低い部位（空気などの気体）は、超音波をほとんど通さないの、気体の存在する部位の先は、エコー画像は見えない（真っ黒を示す）

重さの変化しない部位（水、血液などの液体）では、音は反射しないので、エコー画像は真っ黒（無エコー）を示す。

気体、液体による無エコーは原因が違うことに注意。



周波数の高いプローブ（7.5MHz以上）は、分解能の高い鮮明な画像が得られるが、深部まで超音波が届きにくい。撮像範囲が狭い。

周波数の低いプローブ（5MHz以下）は、分解能の低い粗雑な画像だが、深部まで超音波が届きやすく、撮像範囲が広い。

問題 20 超音波で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 伝播速度は臓器によって異なる。
2. 周波数は2,000~5,000 Hzである。
3. 波長が短いほど指向性はよい。
4. 波長が長いほど距離分解能はよい。
5. 音響インピーダンスは空気が最も大きい。

18年国家試験

解答 1, 3

音響インピーダンス 音波に対する抵抗

音波、超音波の通りにくさを示す数値。

音は質量のある物を振動させながら進むので
重いものほど音響インピーダンスは大きい。

(骨 > 筋肉 > 血液 > 脂肪 > 空気)

音響インピーダンスの差が大きい部位

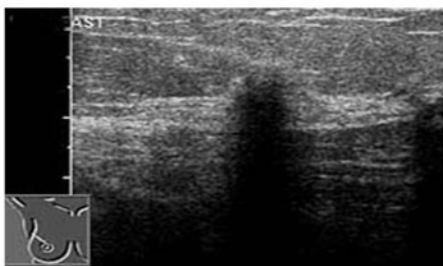
(骨と筋肉の境界、胸膜と肺内空気の境界など)

では、音波は透過しない。全部反射する(全反射)。

密度の高い硬癌は、筋肉との音響インピーダンス差
が大きいため、病変と筋肉の境界で
音波が全反射して、後方に音波が透過しない。

音響陰影 acoustic shadow

硬癌 Scirrhus carcinoma



問題 24 MRI 検査で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 放射線の被曝がない。
2. 核種は水素の原子核である。
3. 骨の内部構造は描出できない。
4. 10 テスラ程度の磁場が用いられる。
5. 心臓ペースメーカーは検査に支障ない。

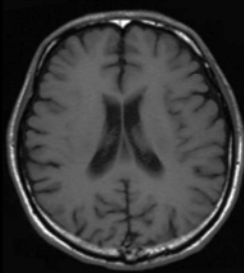
19年国家試験

解答 1, 2

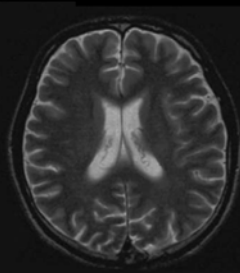
脳のMRI画像

T1強調像 脂肪分布 C-H 分布

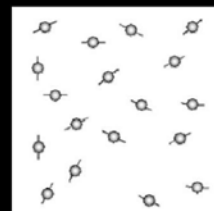
T2強調像 自由水分分布 O-H 分布



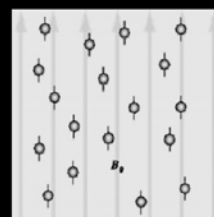
T1 脂肪



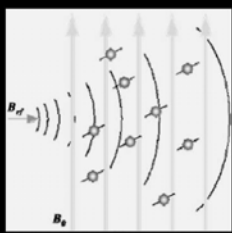
T2 水



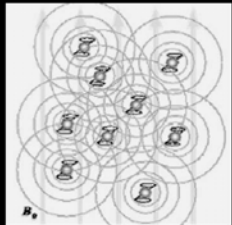
水素原子核は回転している。
通常は、回転軸は揃って
いないが、



水素原子核は磁石のような
性質があるので
強い磁場(静磁場)をかけ
ると、回転軸が揃う。



横から 40~60MHz 程度の電波を当てると、水素原子核の回転軸が傾く。
電波を止めると傾きが元に戻る。
倒れかけたコマのような回転（才差運動）をして軸が戻る。
水素原子核は磁石のような性質があるので、その運動で電波が生じる。それを測定して MRI 画像を作る。



MRI は強い静磁場（0.5 から 3 テスラ (T) 程度）と 40~60MHz 程度のラジオ波を利用する装置。
放射線は使用していない。

強い静磁場（普通の MRI では 1 テスラ (T) 程度）の中にペースメーカーや時計などを入れると電子回路が磁化して故障する危険がある。

強い静磁場の中に金属を持ち込むと、強力な磁石になって動くので危険（ハサミ、針など）。

問題 24 MRI で正しいのはどれか。

1. 核種は炭素の原子核である。
2. 1 テスラは 1,000 ガウスである。
3. 共鳴周波数は磁場強度に反比例する。
4. 使用する電磁波の周波数はラジオ波領域である。
5. 電磁石より永久磁石の方が強い磁場を得られる。

18 年 国家試験

解答 4

磁束密度 磁力線の密度 磁力の強さ
テスラ (記号: T) は磁束密度の単位 (SI 単位系)。
 $1 \text{ T} = 1 \text{ V} \cdot \text{s} / \text{m}^2 = 1 \text{ Wb} / \text{m}^2$
1 テスラは、 10^4 ガウス に等しい。

核磁気共鳴 Nuclear Magnetic Resonance

高磁場内の水素原子核の才差運動の周波数は（ラーモア周波数）、加えられる高周波（ラジオ波）の周波数に比例する。

1 テスラ (T) は、かなり強力な磁場。
普通の磁石（永久磁石）では実現不能。

強力な電磁石で強力な静磁場を作っている。
強力な電磁石にするために大電流をコイルに流す。
ジュール熱による発熱を避けるため液体ヘリウムで電磁石の電気抵抗を 0 にする（超伝導）。コイルを絶対 0 度に近い温度（-272.2 °C）に冷却している。

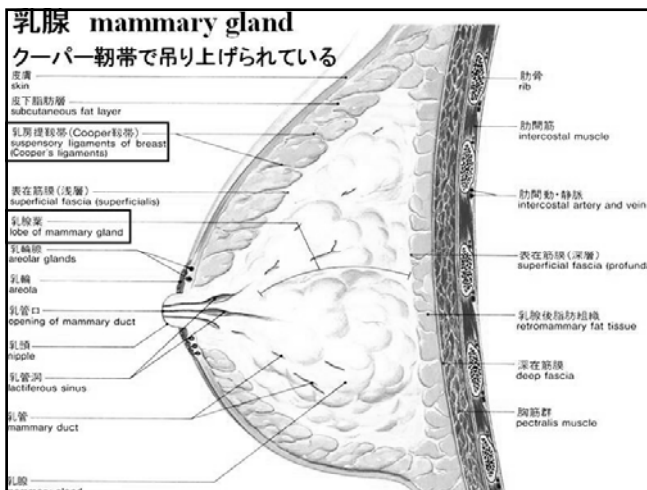
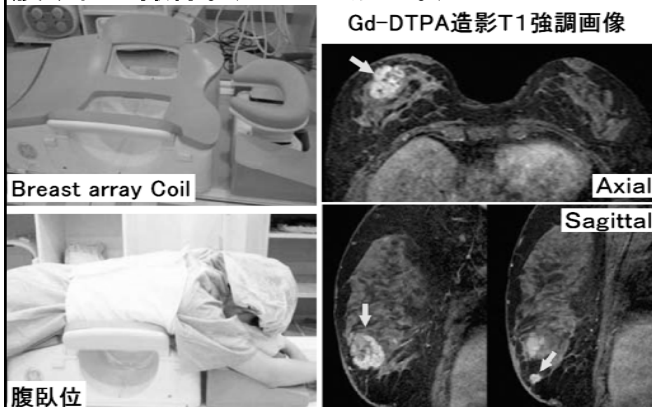
永久磁石を用いた安価な MRI もあるが、磁場は 0.5 T 程度で、あまり画質が良くない。

22 年 国家試験 解答 1

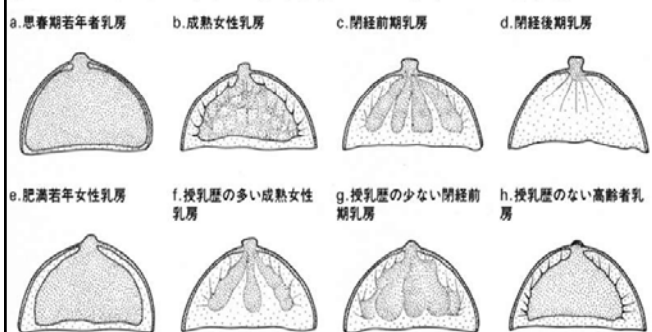
乳房の画像検査で正しいのはどれか。

1. MRI で検査ができる。
2. X 線 CT では腹臥位で撮影する。
3. 全体の検査件数は減少している。
4. 50 歳以上はマンモグラフィを撮影しない。
5. 超音波検査はマンモグラフィよりも微細石灰化像の描出に優れている。

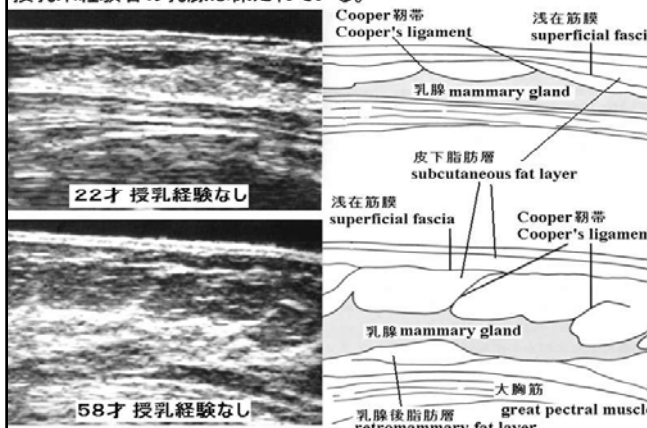
MRI は乳癌の診断に有用である。
腹臥位で撮像。(CTでは無理。)



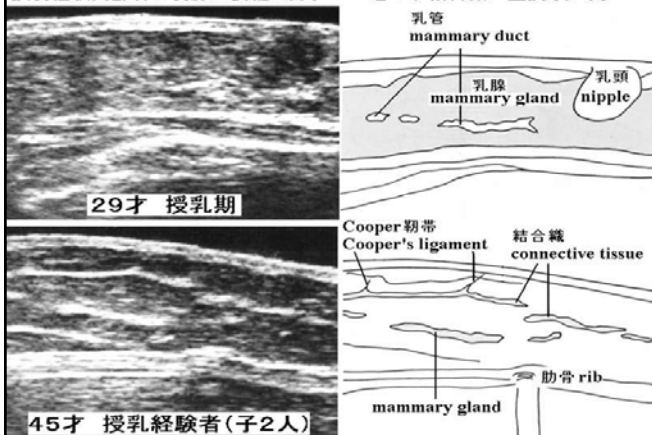
加齢とともに乳腺組織は脂肪化、結合組織化するが、
乳腺組織の分布、大きさは、年齢や授乳歴で大きく異なる。
乳腺組織の多い高齢者も存在する。
授乳歴の少ない場合は高齢者でも乳癌検査が必要。



乳腺は脂肪より高エコーを示す。
授乳未経験者の乳腺は保たれている。

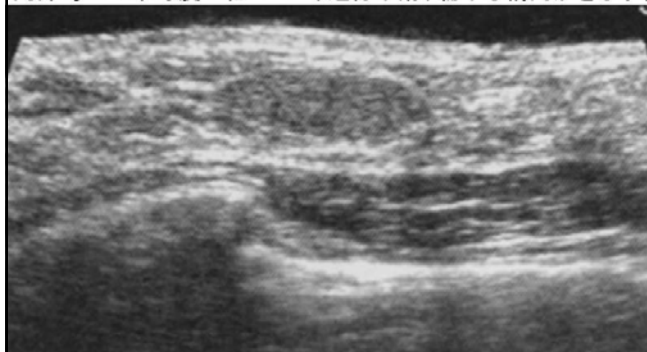


授乳期の乳腺は腫大し、低エコーを示す。Cooper韧带が不明瞭。
授乳経験高齢者の乳腺は萎縮し、高エコーを示す結合組織に置換される。

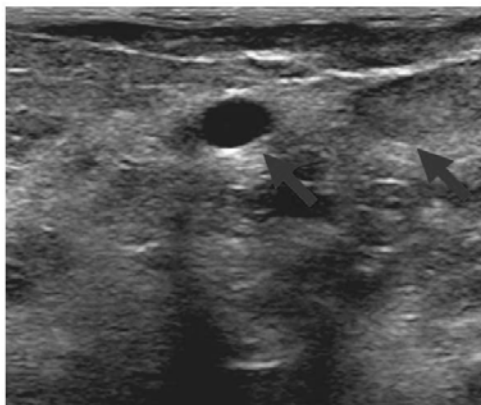


線維腺腫 fibroadenoma fibroadenomatosis
(線維腺腫性過形成 fibroadenomatous hyperplasia)。
乳腺症の病変群の一種。

内部均一の中等度～低エコー、辺縁平滑、扁平な楕円形を示す。

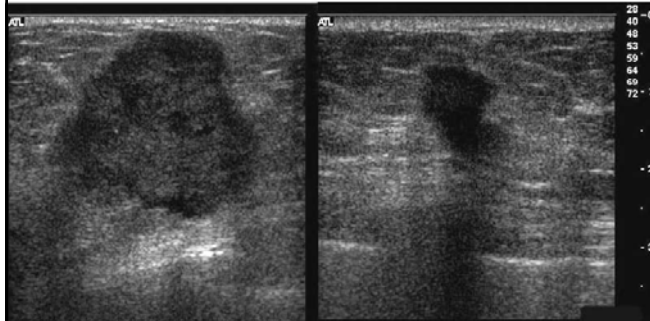


乳腺症 mastopathy
galactoceles と fibroadenoma



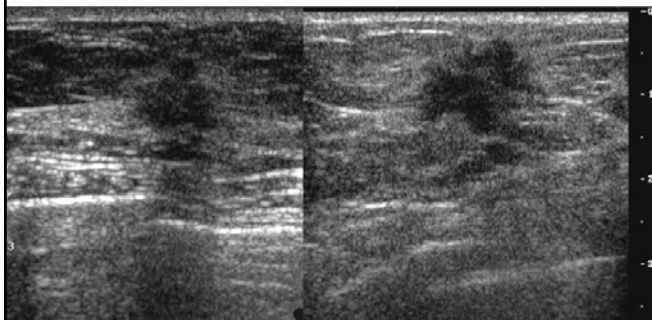
乳頭腺管癌 Papillotubular carcinoma

乳頭状増殖および管腔形成を特徴とする癌。
辺縁不整(鋸歯状)で、縦横比が1をこえる。
内部は低エコー～中等度、不均一。



硬癌 Scirrhou carcinoma スキルス

癌細胞が個々ばらばらに、小塊状や索状となって間質に浸潤する。
周囲間質への浸潤が高度なので、辺縁が非常に不整、不明瞭。
腫瘍内部のエコー減衰が強く、腫瘍内部は低エコーで、
後方エコー減衰(acoustic shadow)を認めることがある。

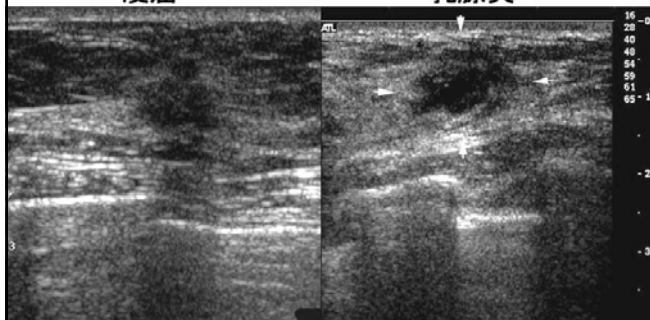


癌と良性病変との区別が重要。

良性病変は乳腺組織の中に限局する。
乳腺組織の範囲を越えていれば癌を疑う。

硬癌

乳腺炎

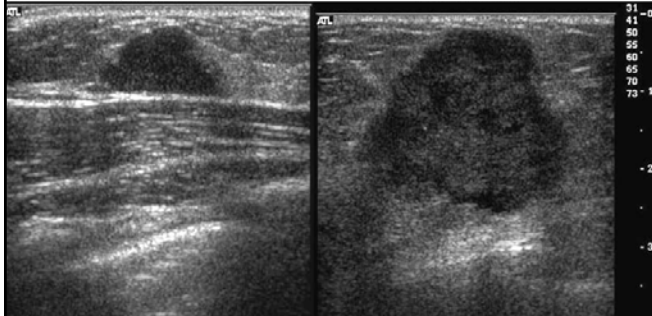


縦横比 (D/W) Depth - Width ratio

ある程度の大きさ(横径 1.5cm以上)で、D/W > 1 なら 80% 以上が癌。
良性病変は乳腺を包む結合組織を破らないので、大きくなっても縦方向
には増大しない。

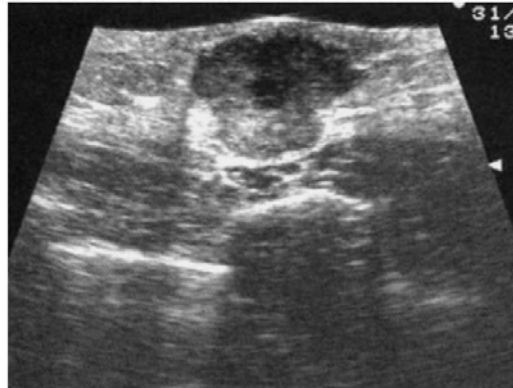
線維腺腫

乳頭腺管癌



男性硬癌 Male Scirrhou carcinoma

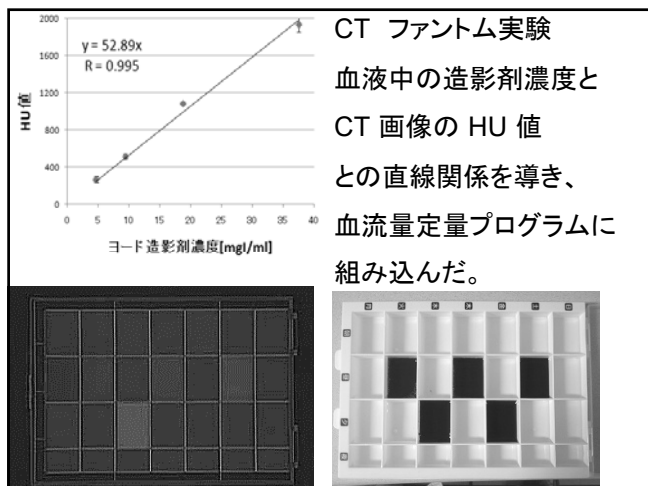
非常に悪性度が高い。男性でも乳腺組織を持つ場合がある。
乳腺組織があれば男性でも乳癌の発生が起こり得る。



22年国家試験 解答 3? (5と思う)

MRIの信号強度は体表コイル位置で大きく変動する。最も直線相関する組合せはどれか。

1. 肝実質内の鉄密度 —— EPIでの肝実質の信号強度
2. Gd-DTPAの血中濃度 —— T₁強調像での血液の信号強度
3. 酸化鉄造影剤の血中濃度 —— T₂強調像での血液の信号強度
4. 超音波造影剤の血中濃度 —— 超音波像での血液の輝度
5. ヨード造影剤の血中濃度 —— 血液のCT値



22年国家試験 解答 3

正しいのはどれか。

1. X線CTに経口造影剤は使用しない。
2. MRIは検査中の体位変換が容易である。
3. 超音波検査はリアルタイムに診断できる。
4. 上部消化管造影は術者の技量に左右されない。
5. DSAは撮影から画像観察までの待ち時間がある。

経口造影剤 バリウムはCTに使用しない。

1. 硫酸バリウム BaSO₄
造影効果は良好。非ヨード剤。金属。X線透視用。不溶性。腸に閉塞(イレウス)や運動低下があると腸管内で固まり停滞する。
2. ガストログラフィン 検査30～60分前に内服
造影効果は劣るが、CTには十分使えるヨード剤。腸に狭窄や穿孔を疑う場合に使用。水溶性。安全。腸管内に停滞しない。腸間膜から吸収されて尿へ排泄される。
3. 陰性造影剤 炭酸ガス発泡剤内服、注腸
現在のヘリカルCTでは消化管描画に多用される。

DSA Digital Subtraction Angiography

造影したい血管にカテーテルを挿入し、造影剤を入れない状態でX線画像を撮像。
次に造影剤を入れた状態で撮像。造影画像から造影剤の入っていない画像を差分(subtraction)すると、血管だけが画像化。画像は速やかに描出される。カテーテル操作者に血管拡張術や塞栓術などを遂行するための情報を速やかに知らせる必要がある。

