

第30回埼玉県診療放射線技師学術大会

学術大会優秀賞論文 学術大会抄録集 シンポジウム①② テクニカルディスカッション①②

開催日 平成27年3月1日
 会場 大宮ソニックシティ
 テーマ 温故知新 ～ 1 step 2 the future ～
 主催 公益社団法人埼玉県診療放射線技師会

時間	第1会場 国際会議室	時間	第2会場 市民ホール 401 第1集会室	時間	第3会場 市民ホール 404 第4集会室	時間	機器展示 市民ホール 第2、3集会室	読影コーナー 国際会議場 ロビー		
8:30 ～	受付開始 (国際会議場ロビー)									
8:50 ～ 9:00	開会式									
9:00 ～	演題群 I 一般① 5演題 座長 岡田 智子	9:10 ～ 9:40	演題群 V 核医学 3演題 座長 大川 健一	9:10 ～	テクニカルディスカッション① 臓器別に考える 【前立腺】	9:00	機器展示 (賛助会員各社)	読影コンテスト		
9:50	演題群 II 一般② 4演題 座長 滝口 泰徳	9:40 ～	シンポジウム① 「画像診断をマネジメントしよう」 座長 大森 正司 演者 志田 智樹 新島 正美 松本 智尋	10:10 ～ 10:10	座長 吉原 信幸 演題群 VII MRI 4演題 座長 佐藤 広崇					
10:30	シンポジウム② 「放射線技術～現在・過去・未来～」 座長 中島 正弘 座長 尾形 智幸 演者 一般-DR 土田 拓治 消化管 今出 克利 CT 富田 博信 MRI 栗田 幸喜	10:40 ～	演題群 VI MMG・骨塩定量 6演題 座長 中村 哲子	10:50 ～ 10:50	演題群 VIII 一般・透視 5演題 座長 浅見 純一					
12:10	ランチョンセミナー エーザイ(株) 「プレゼンテーションの基礎」 司会 富田 博信 講師 池田 龍二			11:40 ～						
13:20	特別講演 「大切なものほど…目の前にある」 ～難病の子どもとその家族に 教えてもらったこと～ 司会 佐々木 健 講師 大住 力									
15:00 ～	演題群 III 治療 4演題 座長 渡部 伸樹	15:00 ～	読影コンテスト 症例解説	15:00 ～	テクニカルディスカッション② MRI 安全にMRI検査を行うために Q&A アンケート報告 座長 渡邊 城大	15:00				胸部X線 胸部CT 上部消化管 乳腺 MRI
15:40 ～	演題群 IV CT 5演題 座長 染野 智弘			16:00 ～						
16:30	閉会式	16:20								

「16ch・32ch・QD Head coil の SNR、均一性の比較」

～ファントムによる検討～

埼玉県済生会栗橋病院

○長 真由美 渡邊 城大 岩井 悠治 西井 律夫 栗田 幸喜

1. 背景

1946年にブロッホ氏とパーセル氏によりNMR現象に関する論文が発表された^{1,2)}。その後、1970年代には画像診断におけるMRIの研究が進み、1980年代以降はMRアンギオグラフィ、拡散強調MRI (diffusion weighted imaging : DWI) などさまざまな撮像方法が瞬く間に発表された^{3,4)}。

現在では、高磁場化が進み3テスラの磁場強度を持つMRI装置が普及しつつある。全国で使用されているMRI装置は約6800台であり、そのうち3テスラMRI装置は600台以上で全体の約1割を占めており、今後も増加すると思われる⁵⁾。

当院でも例外ではなく、2台所有しているMRI装置のうちの1台を、2014年10月に1.5テスラから3テスラ装置へと更新した。それにともない、付属しているコイルも一新され、頭部用としては、16channelのphased array coilである16ch Atlas SPEEDERヘッドコイル、32channelのphasedarray coilである32chヘッドSPEEDERコイル、およびquadrature coilであるQDコイルの3種類が新規導入された。

2. 目的

それぞれのコイルには特徴があり、日常的に臨床の現場で使用するには、メリットやデメリット、また撮像部位や症例に応じて使用コイルを使い分けることで有用な画像が得られ、読影や診断にさらに有益な情報を提供できることを考慮すべきである。そのための検討として、各頭部用コイルにおける基本特性を把握することが今回の目的である。具体的には、それぞれの頭部用コイルについての信号値・SNR (signal-to-noiseratio) ・均一性を測定すると共に比較および検討を行った。

3. 方法

3-1 使用機器

・MRI装置

Vantage Titan 3T Saturn Gradient Option (東芝メディカルシステムズ株式会社)を使用した。

・使用コイル

16ch Atlas SPEEDERヘッドコイル (以下16chコイル)、32chヘッドSPEEDERコイル (以下32chコイル)、頭部QDコイル (以下QDコイル) の3種類を用いた (図1～3)。



図1：16ch Atlas SPEEDER ヘッドコイル



図2：32ch ヘッド SPEEDER コイル



図3：頭部QDコイル

・使用ファントム

直径 17.0cm の円柱型で、内溶液が硫酸銅 (T₁ 値 = 168msec, T₂ 値 = 110msec) を使用した。

3-2 検討項目

3 種類の各コイルについて以下の項目を検討した。

- ・ファントム全体に ROI をとり信号値を測定
- ・ファントム内を中心、上部、下部、左側、右側の五つに分け、ROI をとり信号値を測定
- ・ファントム全体に ROI をとり四隅の 4 カ所の air の部分から SNR を測定
- ・ファントム内を中心、上部、下部、左側、右側の五つに分け ROI をとり、四隅の 4 カ所の air の部分から SNR を測定
- ・ファントム全体に ROI をとり均一性を測定
- ・ファントム内を中心、上部、下部、左側、右側の五つに分け、ROI をとり均一性を測定

3-3 ROI の大きさ

全体の ROI の大きさは直径 17.0cm のファントムに対して 13.8cm の約 81.2% とし、各位置の ROI の大きさは 4cm の約 23.5%、air 部分の ROI の大きさは 3cm に設定した。air の場所についてはアーチファクトの影響が少なくなるように考慮した。

3-4 信号値の測定

全体および各部位の信号値を測定した ROI の位置の模式図を示す (図 4)。

- W = 全体の信号値
- O = ファントム上部の信号値
- C = ファントム中心部の信号値
- U = ファントム下部の信号値
- R = ファントム右の信号値
- L = ファントム左の信号値

ファントムが使用コイルの中心にくるよう配置した。

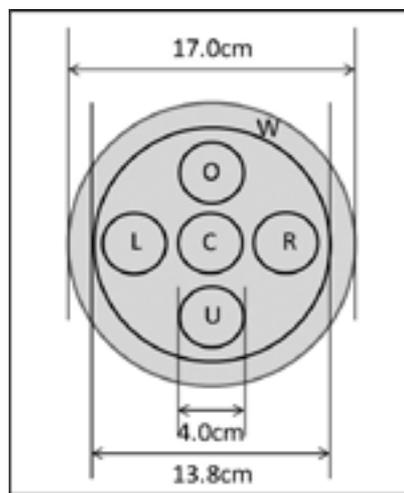


図 4：信号値測定場所の模式図

3-5 SNR の測定

全体および各部位の SNR を測定した ROI の位置と air 部分の模式図を示す (図 5)。

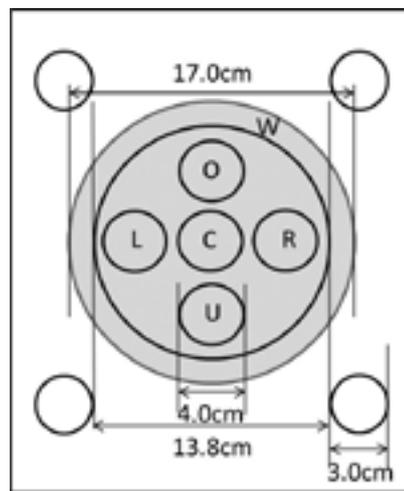


図 5：SNR 測定場所の模式図

ファントムは信号値同様に使用コイルの中心にくるよう配置した。

SNR の測定は空中雑音法⁶⁾を用い、計算式を示す。

$$SNR = (2 \cdot \pi / 2)^{1/2} \times S / N_{air}$$

S：各 ROI の信号値

N_{air}：空気部分の標準偏差

3-6 均一性の測定

全体および各部位の均一性を測定した ROI の位置の模式図を示す (図 6)。

全体の均一性は NEMA が定める基準法⁷⁾を用いた。

$$\text{均一性}(U) = \pm 100 \times \Delta / Sw$$

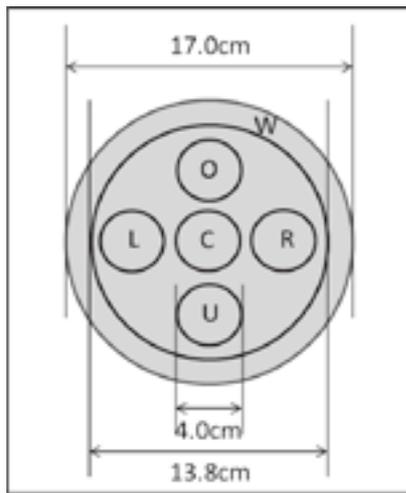


図 6：均一性測定場所の模式図

各部位の均一性の測定は区分法⁷⁾を用い、計算式を示す。

$$U_o = (S_o - S_w) / S_w$$

$$U_c = (S_c - S_w) / S_w$$

$$U_U = (S_U - S_w) / S_w$$

$$U_R = (S_R - S_w) / S_w$$

$$U_L = (S_L - S_w) / S_w$$

3-7 撮像シーケンス

使用した撮像シーケンスはすべて同条件であり、以下に示す。

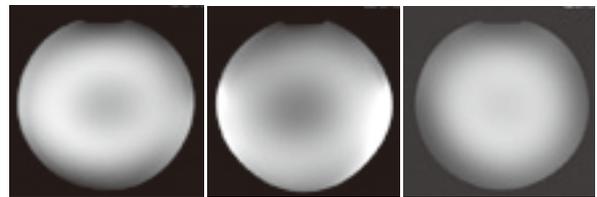
スピンエコー法、TR=800ms、TE=15ms、flip/flop angle=90/180°、slice thickness=8mm、image matrix=256×256、bandwidth=122Hz/pixel、field of view=250×250mm、time=3m26s、SPEEDER factor=2、NAQ=1、再構成フィルタ=None、輝度補正=Off、室温=23℃、ファントム設置 30 分後から撮像を開始。

4. 結果

4-1 信号値の測定

実際に撮像したファントム画像 (図 7) と各コイルにおけるファントムの全体の信号値 (図 8)、位置別における信号値 (図 9) を示す。

画像は左から 16ch コイル、32ch コイル、QD コイルである。ファントム全体の信号値は 32ch コイルが 16ch コイルの 2 倍以上、QD コイルの 3 倍以上と最も高く、次に 16ch コイル、QD コイルの順となった。各位置における信号値は、32ch コイルでは中心部が最も低く、ファントム辺縁部 (特に左右) で高くなった。16ch コイルは各位置でのバラツキが一番少なく安定した信号値が得られた。QD コイルにおいては 32ch コイル、16ch コイルと異なり、中心部が最も高い数値であったが、32ch コイルのように各位置で大きくバラツクことはなかった。



16ch コイル 32ch コイル QD コイル

図 7：ファントム画像

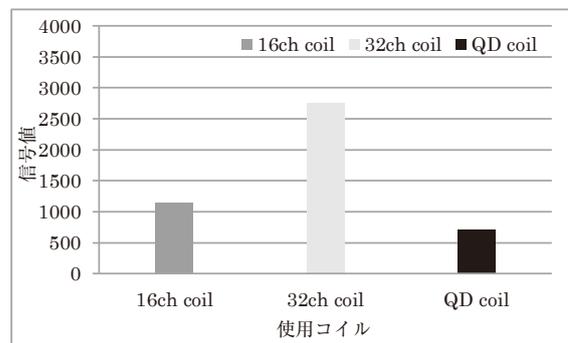


図 8：各コイルにおけるファントム全体の信号値

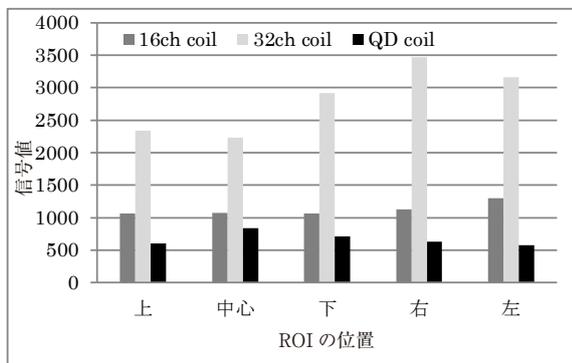


図9: 各コイルにおけるファントム位置別信号値

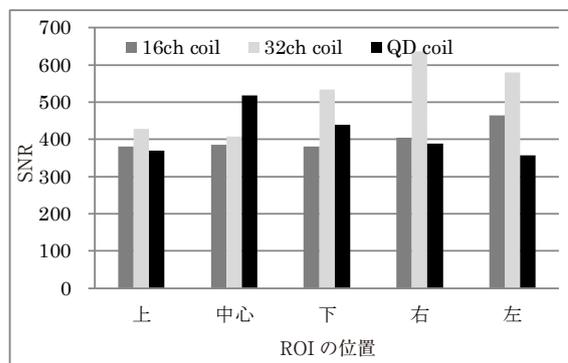


図11: 各コイルにおけるファントムの位置別 SNR

4-2 SNRの測定

各コイルにおけるファントム全体のSNR (図10) と位置別におけるSNR (図11) を示す。

ファントム全体のSNRは信号値と同様に32chコイルが最も高く、次に16chコイル、QDコイルの順になった。

各位置の違いによるSNRは、32chコイルでファントムの辺縁部付近が高く、中心部で低い結果となった。信号値はすべての位置で他のコイルより高信号であったが中心部が低いことによりQDコイルと比較し低い結果となった。16chコイルは信号値同様、3種類のコイルの中で、各位置でのバラツキが一番少なく安定した信号値が得られた。QDコイルは他のコイルと比較して、ファントム中心部が高く、周囲で低い結果となった。

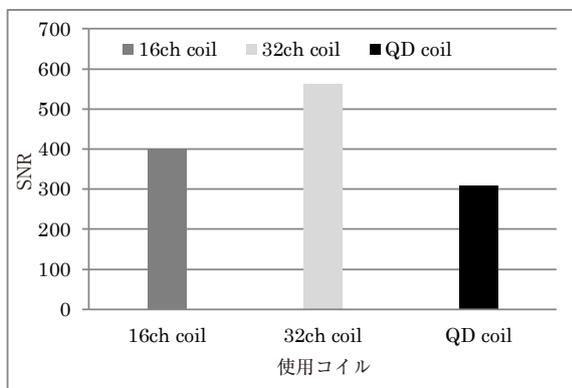


図10: 各コイルにおけるファントム全体のSNR

4-3 均一性

各コイルにおけるファントム全体の均一性 (図12)、位置別における均一性 (図13) を示す。

全体の均一性はQDコイルが51%と最もよく、32chコイルは43%、16chコイルは32%という結果になった。

位置の違いによる均一性の違いは、全体の信号値を0%とし中央の線で示している。全体の信号値より、ある部位の信号値が高信号になった場合はプラス方向 (上部) にグラフが伸び、差があるほど、つまり均一性が乱れるほど、上に伸びることになる。逆に全体の信号値よりも暗く、低信号のときはマイナス表示であり下に伸びることになる。32chコイルは上部と中心部で低信号となり、左・右で高信号と3種類のコイルの中で一番バラツキがあった。16chコイルは他の2つのコイルに比べ、信号値、SNRと同様に各部位によるバラツキが一番少なかった。QDコイルは中心部と下部において高信号で、上部と左右は低信号であり、32chコイル同様に各部位でのバラツキが大きく特に周囲の低下が認められた。

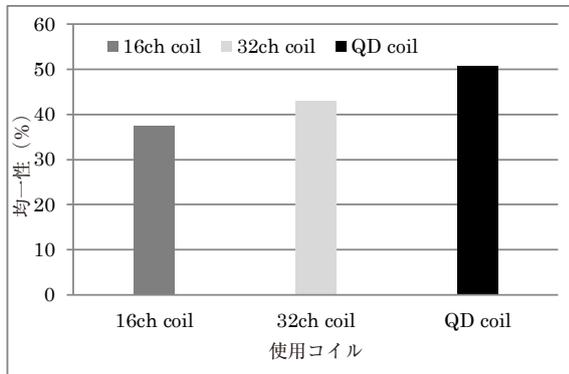


図 12：各コイルにおけるファントム全体の均一性

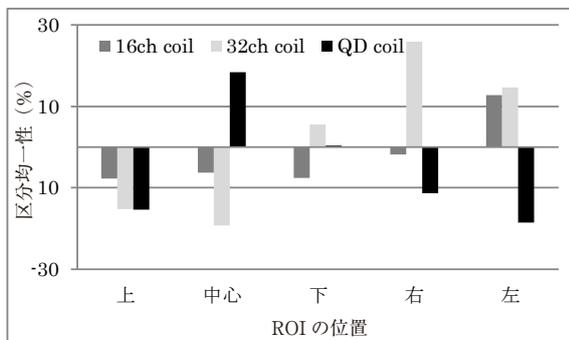


図 13：各コイルにおけるファントム位置別均一性

5. 考察

5-1 16ch コイル

全体の信号値は 32ch コイルより低く、全体の均一性は QD コイルより低かったが、ROI の各位置の比較をみると、今回使用した 3 種類のコイルの中では、信号値、SNR、均一性のバラツキが一番少なかった。全体の SNR は 32ch コイルより低下しているが、信号値ほど 32ch コイルとの差はない。これはファントムとコイルが近すぎず適度なコイルサイズであったことで、信号値も低下したがノイズもさらに低下したと思われる。つまり 16ch コイルはアレイコイルであり、エレメントの配置や数のバランスが良いコイルであったためと思われる。

5-2 32ch コイル

32ch コイルは、他のコイルと比較して全体の信号値は特に大きく、SNR は高かった。各位置

の違いによる信号値・SNR はともに中心部が一番低く、辺縁部は高かった。これはチャンネル数が多いことやコイルの感度が高く、ファントムとの距離が近いために辺縁部（特に左右）の信号値が上昇したと考えられる。上部が左右に比べ低い理由としては、前面部を開口しており、閉所感を少なくさせるような形状にしているためと思われる。下部はクッションや支えがあることや、左右と比べても距離があることが若干低下した要因と思われる。またエレメント数が増加することによりエレメント一つ一つの大きさが小さくなったことで、辺縁部と中心部の信号値が大きく異なったと思われる。各部位の均一性は SNR と同様に辺縁部の左右で高く、上部と中心で低いなど 32ch のようにエレメント数を大きくしたことによりバラツキが生じたと思われる。

5-3 QD コイル

今回検討した 3 種類のコイルの中では、信号値、SNR がともに低かった。コイルの仕組みがアレイコイルと異なることが大きな要因の一つと思われる。しかし、各部位のバラツキは 32ch コイルよりも安定しており使用しやすい。さらに均一性に関しては辺縁部と左右で若干の低下が認められるが、全体としては 3 種類のコイルの中で一番高い結果となるなどアレイコイルとは異なる特徴がみられた。

6. 結語

16ch コイルは SNR・均一性が良く、各位置によるバラツキが少ないなど日常の臨床で使用するには一番使いやすい。32ch コイルは辺縁部付近の信号が特に高いため各位置での SNR や均一性が崩れやすい。しかし、全体的には信号値が一番高いため、f-MRI や MRS などわずかな信号を検出する検査にはこのような感度の高い 32ch のようなコイルが有用と思われる。QD コイルは信号値、SNR は低いですが、全体としては一番均一性がよく、さらに送受信コイルであることから、SAR に制限される小児などに有用と思われる。

各コイルの特徴を十分に把握し、利点を引き出すことで、今後の日常業務に役立てることができると思われる。

7. 謝辞

最後に執筆にあたり、ご協力いただきました済生会栗橋病院放射線技術科諸兄に深く感謝致します。

8. 参考文献

- 1) F. Bloch, W. W. Hansen, M. Packard. The Nuclear Induction Experiment. Phys. Rev. 1946, 70, 474-485
- 2) Purcell EM, Torrey HC, Pound RV. Resonance absorption by nuclear magnetic moments in a solid. Phys Rev. 1946, 69, 274-277.
- 3) Mansfield P. Multi-planar image formation using NMR spin echoes. JPhys C. Solid State Phys. 1977, 10 : L55-L58.
- 4) 村瀬 研也. 核磁気共鳴撮像法開発の歴史. 日獨医報. 2007, 52, 3, 6-13.
- 5) 新医療. MRI 機種別台数表. 2014, 7, 159-160.
- 6) 土井 司, 井上 博志ほか. 装置の性能評価法. 放射線医療技術学叢書 (18) MR 撮像技術 2000, 213.
- 7) 土井 司, 井上 博志ほか. 装置の性能評価法. 放射線医療技術学叢書 (18) MR 撮像技術 2000, 221-222.

執筆者紹介

長 真由美 (ちょう まゆみ)

技師歴 7年

担当歴 2年

シンポジウム①

画像診断をマネジメントしよう！
～上部消化管～

レインボークリニック
志田 智樹

1. はじめに

胃がん検診における胃 X 線の評価は、死亡率減少効果があり科学的証拠が実証されている検査法である。しかし、胃がん X 線検診は、全国均一とは言えず施設、技師間の格差が少なからず問題となっている。受診者がどの検診施設で受診しても質の高い検査を提供できるよう診療放射線技師の役割について述べる。

2. 精度管理

2-1 受け入れ試験

受け入れ試験は、メーカーがユーザーに保証するものである。受け入れ試験の実施により承認または不適合を明確にすることで責任ある納入が行われる。具体的には、X 線 TV システムの性能を維持するため納入時の際、カタログに記載されている性能が担保されているか検証しデータを取得することである。受け入れ試験で得た各項目のデータを基に精度の維持に努める。納入時と経年時のデータを比較することで劣化した原因などが判明する。放射線機器の安全性と常に良好な性能を維持するため受け入れ試験は重要である。

2-2 日常点検

日常点検は始業点検と終業点検に分類される。主にユーザーが主体で実施し診療中の事故やトラブルを極力抑えることを目的に行う。

始業点検については、装置が正常に機能していることを確認するための業務であり、日常業務に影響が出ないよう 5～10 分程度の短時間で行う。終業点検については、検査後の清掃が中心となる。次回の検査時に支障ないように全体を点検する。

日本放射線技師会 放射線機器管理士 日常点検記録表を【図 1】に示す。

図 1： 日本放射線技師会 日常点検記録表引用

X 線 TV システムは透視条件、撮影条件が自動化されている。ファントムなどで管電圧、管電流、撮影タイマーを測定し、異常がないことを確認した上で検査することが望まれる。日常管理用ツールとして JSJG ファントムを紹介する。JSJG ファントムは、撮影画像の鮮鋭度、コントラスト分解能の把握、透視画像の評価ができる便利なファントムである。マンモグラフィの精度管理に用いる RMI156 ファントムと同様な役割を担う。JSJG ファントム活用について【図 2】に示す。

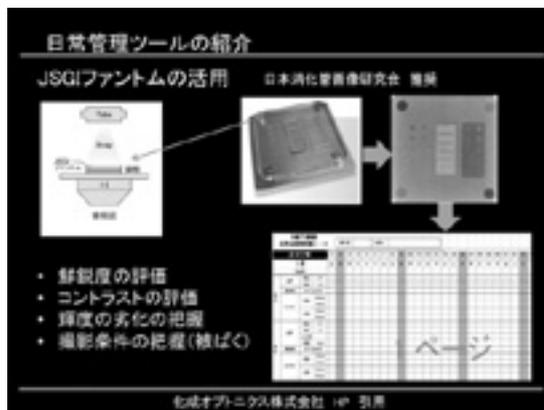


図 2： JSJG ファントム活用例

2-3 定期点検

定期点検は、日常十分な点検ができない箇所について実施する。安全確保のための点検や X 線映像装置系の点検は、専門家による診断を必要とするためメーカーに依頼し確認する。特に X 線出力の管電圧・管電流の測定、撮影および透視の解像力の確認、透視の制御機能の確認、フォトタイマーの精度、I.I.輝度測定、X 線曝射回数の把握、PC デフラグなどが挙げられる。主な定期点検の項目について【図 3】に示す。

精度管理	
定期点検の主な項目	
主な点検箇所	内容
造影剤	ガラスアップ、バルブ調整
造影の物性	造影剤の性状、造影剤の色が白い
X線出力	撮影電圧、撮影電流、透視電圧、透視電流の測定
ABC	フィルムを用いたタイマーの確認
ABC	透視の制御の確認
システム	ソフトウェアの確認、バックアップ作業
IC	ICの確認、ファン清掃、デフラグ作業
透視装置	アイリス調整
撮影ウエラ	X線曝射回数の把握
その他調整	時刻修正、その他

図 3：定期点検 主な点検箇所

2-4 被ばく管理

放射線を使用するにあたり少なからずともリスクが生じる。医療に放射線が利用される条件としてリスクに比べ、はるかに利益が大きいことである。胃 X 線検査が正当化されるため診療放射線技師は、最小限の放射線量で情報量の多い画像を提供することが求められる。

日本放射線技師会 医療被ばくガイドライン (低減目標値) 2006 を【図 4】に示す。

精度管理			
被ばく			
日本放射線技師会 医療被ばくガイドライン 引用			
上部消化管 X 線検査のガイドライン 2006 (低減目標値)			
撮影装置方式別	透視線量	撮影線量	1 検査あたりの線量
直接撮影	70mGy	30mGy	300mGy
間接撮影	40mGy	10mGy	50mGy

図 4：日本放射線技師会 医療被ばくガイドライン

3. 基準撮影法

NPO 法人 日本消化器がん検診精度管理機構では、画質の安定とさらなる向上を目的に基準撮影法を確立した。基準撮影法は、最小限の体位(数)で組み立てた簡明な撮影法であり、造影剤、発泡剤の種類や量とともに体位と手順を基準化した。基準撮影法は、主に二重造影法で構成され早期癌を標的にしている撮影法である。基準撮影法の内訳について【図 5】に示す。

基準撮影法				
	直接撮影		間接撮影	
	二重造影法	造影剤法	造影剤法	造影剤法
基準撮影法 1	なし	なし	なし	なし
基準撮影法 2	なし	なし	なし	なし

図 5：基準撮影法の内訳

検査薬剤には、200 ~ 230W/V% 150ml 前後の高濃度・低粘稠性粉末造影剤 (バリウム) および 5.0g の発泡剤を用いる。鎮痙剤は使用しない。(検査前の問診や医療設備が整備されている場合はこの限りではない。) 使用する薬剤の濃度、量、撮影する順番まで決められている。

基準撮影法は、基準撮影法 1 と基準撮影法 2 の 2 法で構成されている。基準撮影法 1 は、対策型検診を目的に地域や職域検診で行われる従来の間接 X 線撮影法である。

基準撮影法 1 の撮影体位を【図 6】に示す。

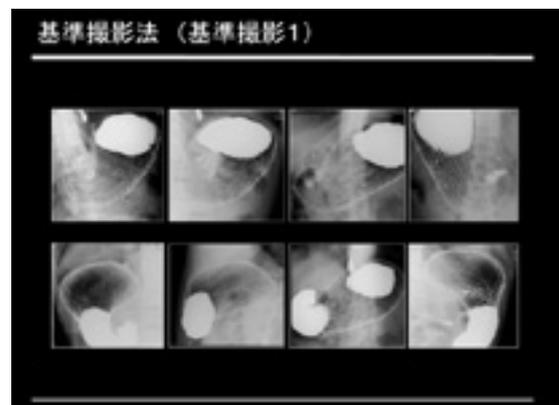


図 6：基準撮影法 1

基準撮影法2は、任意型検診を目的に人間ドックや個別検診で行われる従来の直接X線撮影法である。

基準撮影法2の撮影体位を【図7】に示す。

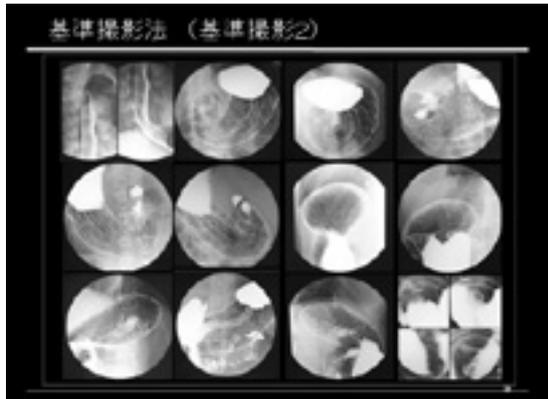


図7：基準撮影法2

4. 読影

診療放射線技師は、読影をする以前に撮影した画像の評価をすることが大切である。早期癌を標的とする読影では、診断の正否を左右するため造影剤の付着、画像の鮮鋭度、コントラスト、ボケなど視覚的な評価を行った上で読影に進むことが大切である。検査が不十分な場合、読影は成立しない。

胃X線検査を担う診療放射線技師は、バリウムによって表現される粘膜面の凹凸、たまり像、はじき像など各所見に遭遇する。特に透視画像は、バリウムの動きで病変の存在を確認できる。これらの情報を読影医に伝えるべきである。読影医が不足している今日、診療放射線技師の1次読影（補助）は重要である。また前回の画像と今回の画像を比較することで読影の精度が上がる。比較読影の例について【図8】に示す。

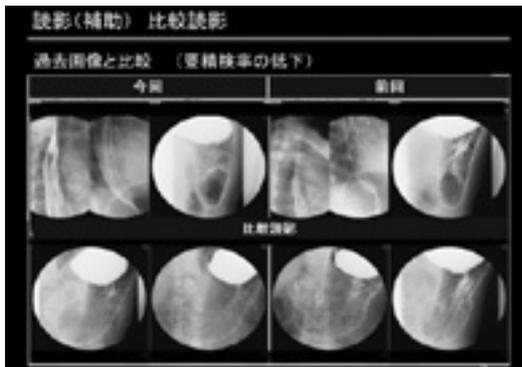


図8：比較読影

胃X線検査の良悪性の判定（質的診断）には、形状診断学の習得が必要である。各研究会や症例検討会に参加し胃X線診断について学ぶことが必要である。

胃がん検診専門技師には、胃がんX線検診技術部門B資格、胃がんX線検診読影部門B資格がある。NPO 日本消化器がん検診精度管理評価機構では、胃がん認定技師の試験を実施している。より質の高い検査を提供するため認定資格を取得し専門技師としての役割を果たしていただきたい。

胃がん検診専門技師の資格を【図9】に示す。



図9：胃がん検診専門技師

5. まとめ

読影できる画像は、日常的な画像評価（物理的評価画と視覚的評価）が重要であり管理することで、X線画像の質をマネジメントすることになる。

胃がんX線検診の精度とは、X線画像の質と読影能に影響される。不利益が少なく良質な画像を提供することが求められる。基準撮影法に準拠し、施設・技師間の格差をなくすことがX線検査の未来へ繋がる。

参考文献

- 1) NPO 日本消化器がん検診精度管理評価機構『胃がんX線検診新しい基準撮影法マニュアル』2009
- 2) 社団法人 日本消化器がん検診学会 新・X線撮影法ガイドライン 医学書院 2011
- 3) 公益社団法人 日本放射線技師会『放射線安全管理の手引き』医療科学社

シンポジウム①

画像診断をマネジメントしよう！
～乳腺領域～

埼玉協同病院
新島 正美

1. はじめに

乳腺領域における精度管理はMMGに関してはMMG検診精度管理中央委員会により、精度管理のガイドライン化、認定制度などが確立されてきた。超音波に関しては日本超音波医学会・日本乳腺甲状腺超音波医学会（JABTS）・超音波検査学会の3学会で各々機器の精度管理や走査方法、記録方法、推定診断法、認定制度等を行っていたが、将来的に統一し、MMGと同様に全国的に展開する目的で2013年に上記の超音波検査関連の3学会が参加し、9学会で日本乳癌検診精度管理中央機構となった。

今後の超音波検査の精度管理も含めこの団体が柱となって乳腺領域の精度管理や認定制度などを行っていく予定である。今回は事前に行ったアンケートの項目に沿ってガイドラインを基に、当院での実践を交えて報告する。

2. MMGの精度管理と実践

機器管理・検査手技（標準化）・読影・結果管理などがガイドライン化されており、見直しも定期的に行われ数回改訂されている。ほとんどこれに沿って実践している状況である。

2-1 機器管理

ガイドラインにて受け入れ試験・日常的・定期的品質管理項目が示されており、その項目と期間（メーカー推奨の項目もあり）で行っている。

実際には始業時点検として機器の動作確認を行い、日常的品質管理（ファントム画像評価）にて視覚評価を、mAs値の変動やCNRの変動で定量評価を行っている。

定期点検に関しては、メーカーの推奨する項目を一定期間ごとに行っている。そして定期的に行う品質管理項目がガイドラインでは多くあるが、専用のファントムやチャート、線量計など高額な機器が必要であり、当院では高額なため保有していない。そこで、メーカーの保守契約に半年ごと、1年毎の品質管理項目の代行を含めて契約している。受け入れ試験時は立ち会い、それ以降の定期的な品質管理は代行、後日郵送された結果データを書面で保管している。

2-2 検査手技

画像の合格基準が明記されており、それを満たすポジショニングを行っている。また認定制度を活用し、講習会でもポジショニングの実技研修が行える。本で勉強も大事だが、認定制度を利用して講習会に参加する事でポジショニングのコツや画像評価の方法などを正確に学べる。

また定期的に認定技師・医師による画像評価を行っている。追加撮影は各施設で医師の指示を受けて行うか技師の判断で追加するか異なると思うが、当院ではフローチャート化を導入し誰でも追加撮影の判断ができるようにしている。

2-3 読影の補助

ガイドラインでカテゴリー分類が明記されており、正しい所見用語を用いてこれにあてはめる事で良悪性の鑑別が行える。こちらも認定講習で実践研修でき典型症例を通じてカテゴリー分類を理解しやすくなる。レポート記載に関して、技師は申し送り事項に気になった事（血性乳汁分泌の有無・追加撮影の理由など）を記載するのみであり、一次・二次読影は医師のみが記載している。

将来的には技師も読影業務に関わりたいが、現状ではできていない。

2-4 結果の管理

ガイドラインでMMG併用乳がん検診の要精査率（約5%）、がん発見率（0.1～0.2%）の基準値が明記されているので各施設のデータと比較する事ができる。当院の直近5年間のMMG併用乳癌検診のデータを表1に提示する。要精査率が当初15.9%と高かったのが年々減少し、2011年にはガイドラインで推奨される5%に近づいた。その後2012年にはまた高くなり、原因追及したところ、この年にCRからFPDへ機器更新を行っており、ハードコピーからソフトコピー（モニター診断）に移行した事が影響されていると考えられた。要精査の所見の分類でもFADの所見が増えていたのでモニター診断の難しさを改めて感じた。また発見乳癌のステージ分類や所見分類も行っており、発見乳癌のほとんどが早期乳癌であり、乳癌検診の目的を達成できていると思われる。

表1：直近5年間のMMG併用乳がん検診結果

	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
要精査率	15.9%	9.99%	6.89%	9.2%	8.0%
精検受診率	45%	47.5%	33.9%	48.9%	52.8%
乳がん発見率	0.32%	0.27%	0.32%	0.24%	0.38%
発見乳がん数	6	6	5	7	11
非浸潤がん/浸潤がん(数)	1/5	1/5	3/2	4/3	5/6

非浸潤癌	浸潤癌	石灰化	腫瘍	stroma (FAD)	石灰化+腫瘍
14	21 (stage I :20)	12	12	9	2
40%	60%	34%	34%	26%	6%

これらのデータは毎年、年度末（3月）に前年度のデータをまとめ科内および院内（乳腺チーム会議）で共有している。これを行う事で自分達の1年の仕事の結果を確認し、次年度の課題を検討している。

3. USの精度管理と実践

超音波検査に関しては日超医やJABTSで各々機器の管理や走査方法、記録方法、推定診断法などを提示していたが、双方で検討され昨年ガイドラインの改定が行われ、所見用語やカテゴリー分類などに関して統一された。

3-1 機器管理

ファントムを用いた定期点検に関しての記載はあるが、日常点検に関しては詳細が記載されていない。当院では始業時点検にて機器の動作確認やプローブの破損の有無を確認している。装置を3台保有しているので各装置ごとに行っている。ガイドラインでは、導入時に専用ファントムでスライス方向分解能や方位方向分解能、距離方向分解能を確認し、グレースケールターゲット・シストターゲットの描出能確認、その後定期的にファントム画像を撮像し、劣化がないかを判定していくとされているが、当院の機器更新時にはまだ販売されていなかったため、次回の機器更新時に購入を考えている。

3-2 検査手技

ルーチン走査法・走査条件・記録方法・計測法・表示法などが記載され統一されている。所見がなければ各領域1枚撮影。所見があれば適宜追加撮影（ドップラー・エラストなど）を行う。

3-3 読影の補助

ガイドラインでカテゴリー分類が明記されており、正しい所見用語を用いてこれにあてはめる事で良悪性の鑑別が行えるようになっている。

レポート記載に関しては、外来USは技師のみが所見記入し、医師はMMG・US・視触診など総合的にカルテ記載している。検診USは技師が

一次読影、医師が二次読影を行っており、MMGのレポート記載とは異なる。その差は検査の性質にある。MMGは静止画像であり、適正に管理された環境下で得られた画像であれば読影で所見の拾上げは可能であり、複数での読影も可能である。これに対し、USは動画像の観察時が全てであり、検査時に術者が拾上げできなかった所見は結果として残せない（術者のスキルの依存度が高い）のが現状。そのため、検査施行技師の読影が重要となる。

3-4 結果の管理

超音波に関しては2007年から40歳代の超音波併用検診の導入に向けJ-STARTが開始されており、有効性の評価を検証中である。いずれ適正要精査率や乳癌発見率が明記されると思われる。表2に当院の直近3年間のUS併用乳癌検診のデータを提示する。MMGと同様に数値化したのが、これが適正なのかは基準値が確立されていないので比較できない。

表2：直近5年間のUS併用乳がん検診結果

	2011年	2012年	2013年
要精査率	12.1%	16.4%	10.82%
精検受診率	34.62%	21.58%	26.58%
乳がん発見率	0.23%	0.37%	0.41%
発見乳がん数	1	2	3
非浸潤がん/浸潤がん(数)	3/2	0/2	3/0

4. まとめ

画像診断をマネジメントする上で大切なのは、まずは精度管理だが、ガイドラインの内容を全て自施設で行うのは大変難しく、各施設に見合った方法で精度管理を行うことが重要となる。

予算とのバランス、機器更新のタイミングなどを考えて最低限必要な物品を購入、契約するなど工夫が必要である。なお将来的には技師会でファントム・線量計の共有化を行えば理想的である。また部門内・他部門との連携が大切で、件数や装置の台数が増え一人の力では負担が大きく、多くの方の協力が無いと毎日の精度管理やデータ分析までは行えない。そして、データ分析による仕事の完結が最も重要であり、私達が1年間で何件撮影し、何人の乳癌を発見しその後どのような治療を行ったのかを確認する事でモチベーションを上げ、次年度への課題を検討する事が必要である。忙しいと忘れがちになってしまうが、「早期発見・治療による患者さんのQOLの向上」が一番の目的なのでこれをいつも胸にとどめて仕事をしていきたいと思う。

シンポジウム①

画像診断をマネジメントしよう！
～ CT 検査～

埼玉県立がんセンター

松本 智尋

1. はじめに

マルチスライスの登場からおおよそ 20 年の間で装置の基本性能は飛躍的に向上した。

DAS 数は 64 があたり前となって、広範囲のボリュームデータを短時間に取得できる装置が主流となる。私たち診療放射線技師は、そのような装置を使用して臨床に有用な画像を診療科へ提供する役割を担っているが、その画像の品質を担保するために装置の性能評価や精度管理を行うことは非常に重要である。また CT 検査では診断能や情報量向上のために造影剤を使用するが、これについても的確で再現性があり、かつ安全に使用するための方法を考える必要がある。

このように、性能評価から装置の特性を知り、適切な検査法を確立して診療の補助につなげることが画像診断をマネジメントすることと考える。

2. 装置の性能評価

CT 装置の性能評価は行われる時期によって 3 段階に分類される。

第一段階はメーカーによる出荷時テストで、装置が安全に機能するかを確認する。

第二段階は、医療施設へ設置した時に出荷時テストで調整した機能や性能が再現されるかを検証する目的に行われる。そして撮影条件を設定するための基準とすることとなる。

またこれは製造側と使用者側との引き渡し試験となり、輸送中に破損等がないかや指定どおりの設置が行われて各部の動作に問題がないかなどの基本的なチェックを行い、安全使用に関する重要事項の取扱説明を受ける。

第三段階は、品質保証や精度管理の観点から行う日常点検や定期点検を指す。定期的を取得する各評価データから装置の再現性について検討し、不変性の評価。

いずれの評価も重要であるが、私たちが現場で関係するのは第二段階と第三段階である。

3. 画質の評価

画質に関しては、画像ノイズ、CT 値、均一性、空間分解能、低コントラスト分解能、画像スライス厚、アーチファクトの有無などについて、「第二次勧告」や「らせん CT の物理的な画像特性の評価と測定法に関する報告」などの評価方法を参考に評価する。

各々の評価方法についての詳細は割愛するが、そのような画像に関する評価を行うことは装置の性能が維持されていることの確認だけでなく、提供している画像にどれだけの分解能力があるのか、目的とするものが見えているか、検査線量は適正か、目的物を表現する厚みは適切かということの根拠を明確にすることが含まれるので、まず使用装置の基本性能を理解することはとても大切である。

4. 日常・定期点検

CT 装置に限ったことではないが、装置が最良の状態で使用可能かどうかを確認することは重要である。

病院機能評価を受けられている施設においては、日常点検や定期点検、各種マニュアルの管理は重要な評価項目となる。

日常点検は、基本的に毎日検査前に行われることで、本来の検査業務に支障なく行えて日々の再現性が確認できることが大切である。

したがって、点検方法は目視や聴音による動作確認および CT 値のバラツキやアーチファクトの有無などがチェック項目に含まれる。

また週末や月末といった定期には第二段階でおこなった画像評価を例に、使用環境において変化がないことの確認を行う、いわゆる不変性試験を行うことも大切である。

5. 検査と情報提供

CT 検査においては情報量・診断能の向上のために造影剤を使用するが、この造影剤の使用法

についても評価、検証をして精度管理や画質の維持を行うことも重要である。

どのくらいの造影効果を目指して、どのくらいの造影剤量をどのように投与するかや安全に使用するための基準などを施設の方針に則って明確することは大切である。これによって、造影能の個体差を少なくすることになり、再現性の良い安定した画像の提供が可能となる。

装置の性能評価や造影剤に関する検討結果から検査目的に応じた撮影方法を決定して実施することは、提供する画像情報に根拠を持たせることとなる。そしてこれを基に診療科医師との協議を行ってさらに細かく調整することによって、画像情報を利用する診療科とそれを提供する診療放射線技師との間に信頼関係が構築されます。また診療科カンファレンスなどを通して情報交換を行うことで、診療科が望む画像や診断のための画像所見を理解することができる。そのような努力によって単なる Axial 画像の作成だけでなく、的確な任意断面画像や3次元画像を作成して客観性を向上させた画像情報を提供することができ、自分自身も所見を拾い上げる能力が向上し、よりの確で質の高い検査になると考える。

最近の外科治療においては、手術侵襲低減の観点から腹腔鏡下による手術が増加。しかし、開腹手術と比べて視野が狭く、臓器を持ち上げて視野を確保するような手技ができなため、重要血管の走行や血管分岐のバリエーションを事前に把握して臨むことは、手術の安全性向上や手術時間の短縮につながるといわれている。外科医が手技の中で注意するポイントやアプローチ角度などを考慮した画像の提供は非常に役立つといわれ、術前検討を行う上でキー画像となる。

肝腫瘍においては、その質的診断を目的に Dynamic study による撮影が行われる。また治療方針が切除術を選択される場合には、残肝容積による予備能を評価することがある。そのような際には、門脈や肝静脈の描出はとても重要で、可能な限り正確な区域認識と容積評価が可能な画像が求められます。適切な撮影タイミングと造影剤容量から得られた画像を基に画像処理を行って血管走行や区域容積を提示し、最後に外科医によって切離面が決定されて手術シミュレーションが完了する。

6. まとめ

このシンポジウムのテーマである画像診断をマ

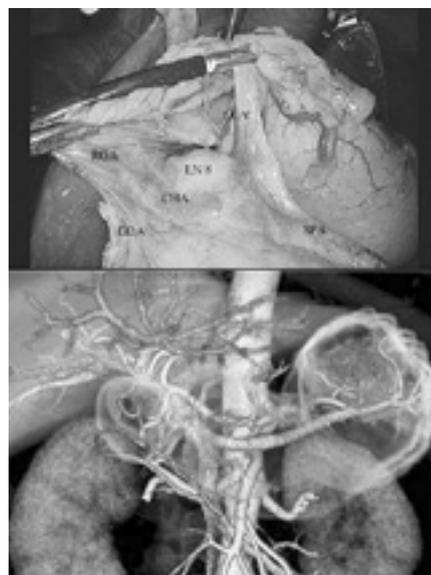


図1：腹腔鏡下胃切除に対する手術支援画像



図2：肝切除に対する手術支援画像 (Volumetry)

ネジメントするという中には、診療科が患者の治療を計画していく中で何を必要としているのかやどんな画像が役に立つのかを臨床医と画像診断医そして診療放射線技師の3者で構築していくことも含まれていると考える。

そこにはまず、提供している画像の根拠を明確にすることが重要であり、そのために装置の性能評価や精度管理を行うことは大切と考える。そして適切な検査方法や撮影条件を調整し、診療科が望む情報を的確に提供することが画像診断をマネジメントすることになると考える。

座長集約
シンポジウム②

放射線技術～現在・過去・未来～

さいたま赤十字病院

尾形 智幸

現在の放射線技術は急速にデジタル化が進み、アナログからデジタルへ、フィルムからモニター診断へ移行している。シンポジウム②では撮影装置の変遷から撮影技術に至るまで一般・DR、消化管、CT、MRI、について各シンポジストに発表していただいた。

一般撮影・DRは、X線装置の技術的進歩、特にインバータ装置の原理から特徴・精度管理までを含めた話であり、受像系ではフィルム／スクリーンからCR、FPDへの変遷や検査のワークフローの変化、アナログとデジタルでの線質の影響や撮影線量の変化について話があり、デジタル化による施設間の撮影線量の差が大きくなったなどの話があり、新しい技術としての今後の取り組みとしてEI値による管理やグリッドレス画像処理、体動検出など、被ばく線量に大きく関わり、我々が注意していかなければならない興味深い話であった。

消化管については、透視像観察のためのツールとして、蛍光版に始まりX線蛍光輝度増倍管から、CCDカメラ、FPDへと変化していく。これに伴い透視装置もアンダーチューブ・オーバーチューブからCアーム装置となり、アンダー・オーバーのどちらからでもアプローチが可能となり検査の幅が広がった。また被ばくの影響ひとつをとっても一度習得した技術にあぐらをかいていては、今後は対応していけなくなることを痛感する思いである。

CTでは、X線CTの基礎・原理・歴史・変遷に始まり、CT進化の過程と問題点として、コンベンショナル→ヘリカル→マルチスライスへと大きく変化してきた。これにより検査方法撮影時間の短縮により多くの造影相で撮影することが可能となった。また高精度な3D画像の構築やこれを

利用した高精度治療分野への応用などが行える。

今後は新たな技術として、マルチエネルギーCTやフォトンカウンティングによる被ばく線量の減少、位相CTなど、多くの技術が待ち構えている。

MRIでは開発の歴史に始まり、実用化への取り組みや、撮像の高速化の原理、高磁場化によるメリット・デメリットが話された。

医療画像装置の中では比較的新しい装置であり、古い人には原理を聞くだけで頭が痛くなるような機器である。それだけにハードウェアのみでなくソフトウェアの発展がめざましい分野であり、今後の開発・発展が楽しみな機器である。

今回の大会テーマ「温故知新」に沿って本シンポジウムテーマ「放射線技術～現在・過去・未来～」が行われた。

今も昔も未来も我々が取り扱う診断機器は使い方間違えば、被検者に悪影響を及ぼす諸刃の刃である。これらを有効に使いこなしていくためにも、めまぐるしく進歩していく医療機器に対して先輩達が若い後輩に教えるだけでなく、若い人達や他部門からも多くを学び、柔軟な考えを持ちお互いに切磋琢磨し、患者のことを第一に考え、新技術に向けてがんばって努力していかななくてはならないと感じたシンポジウムであった。

シンポジウム②

放射線技術～現在・過去・未来～
～ DR ～

埼玉県済生会川口総合病院
土田 拓治

1. はじめに

一般撮影を中心とした画像診断環境は、ほぼ、アナログからデジタルに置き変わってきた。この背景には、医療産業におけるステークスホルダーによるところが大きく。またデジタルにおける医療保険点数の改正も要因と考えられる。デジタルに伴う恩恵は非常に大きいですが、同時に医療被ばく低減という点について、世界的に問題になっている事は、事実である。

今回は、装置の変遷を知る事で、先人の知識・技術より、現在・未来への問題点について考えていきたい。

2. 一般撮影装置の変遷

1895年にレントゲンがX線を発見してから、僅か3年後には国内にX線装置が搬入され、その3年後には島津製作所が、蓄電池と感応コイルを用いた国産X線装置を開発。その後、交流を直流に変換する整流器を利用したX線装置が開発され、電源も単相から3相と高出力が得られるようになってきた。現在主流となっているインバータ装置を作成するまでに約80年で作り上げている。我が国の技術力の高さが伺える(表1)。

年代	X線発生装置
1895	W.C.Röntgen: X線の発見
1898	芳賀栄次郎 陸軍軍医学校に最初のX線装置を設置
1909	国産X線装置設置(蓄電池・感応コイル式)(島津)
1918	交流変圧器式全波整流X線装置(島津)
1929	三相φビーク装置を発表(島津)
1935	国産コンデンサ式装置開発(東京電気)
1964	三相2パルスX線高電圧装置
1982	インバータ方式X線装置の実用化

参考文献: 土田 拓治, 放射線技術の進歩 上巻の訂正 第11版(東京) 2004年11月, 東京
日本放射線技術学会 第二巻 1981~2000

表1: X線発生装置の変遷

インバータは安定した管電圧を得られるわけで、電源事情の影響を受けないとされているが、性能の悪いインバータではリプルが大きい為、低エネルギー成分を含む不安定なX線出力となり、被ばく面にも影響が出てくるので、装置の精度管理は重要である。

3. アナログとデジタルの比較

アナログシステムは、スクリーンで増感された露光量に伴い、フィルムを感光し、現像処理によって画像が出来るわけで、この流れにおいて全て一枚のフィルムで行われるので、フィルムに対する最適化を行う事によって、全ての最適化が図れる事が分かる。

一方、デジタルにおいては、X線検出、画像形成、表示、保存の機能が独立しており、各々最適化を図ることが必要であり、システム全体としての最適化が困難である理由はそこにある。

アナログにおいて濃度の定義は、透過度の逆数に対数値として示されるが、この関係を示したのが特性曲線といわれる。横軸は相対露光量、縦軸に濃度、この関係を示すことで、フィルムの持っているパフォーマンスが分かる。

デジタルにおいては、ヒストグラムの形状に合わせて、濃度やコントラスト補正が可能で、アナログのような事はないが、いくらデジタルといえども限度がある事は知っておくことが重要。

4. DR化に伴う問題

前項に示したように、デジタル化は撮影線量による画質への影響が視覚的に得にくい為、各施設の撮影線量にバラツキが大きいことが、懸念されている。そこで、IECでは2008年にIEC 62494-1として「単純X線撮影のデジタル画像の新たな線量指標(exposure index ;EI)が提案された。これは、既定された線質において、検出器面の入射空気カーマと出力値との関係を定義したもので、各メーカー独自の指標を統一する事が、

線量管理を容易にするというもので、現状では強制力はない。

また観察デバイスの多様化により、撮影装置自体で最適化した画像も観察媒体の状態によって、最終的な画質が異なってしまう。

DICOMでは、解決策としてGSDF; Grayscale Standard Display Function (図1)、GSPS; Grayscale Softcopy Presentation State (図2) による運用を提唱している。この定義は、撮影装置の出力値と観察媒体の表示階調の関係を統一したキャリブレーションにより、施設間格差を無くすもので、非常に有用であると考えられる。

小型化による視認性低下を補うアプリも登場し、今後販売される X 線撮影装置は、面積線量計の付加が必要となる。

DR 化に伴い医療現場に多くの恩恵をもたらしたといっても過言ではない。その反面、我々の被ばくへの意識に差がある事も学会調査からも伺える。それらを解決するためのヒントは、先人が築き上げた知識・技術を振り返ることであると考えられる。

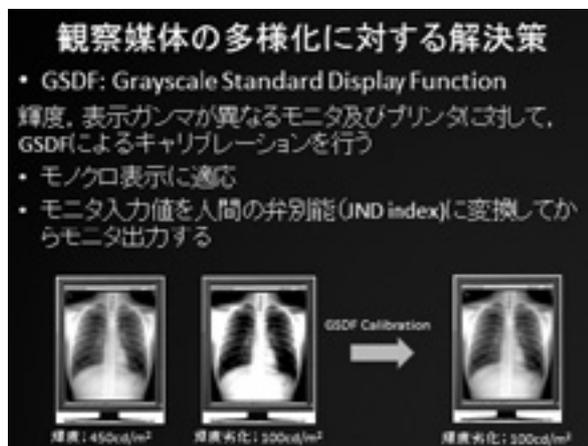


図1: GSDF (グレースケール標準表示関数)

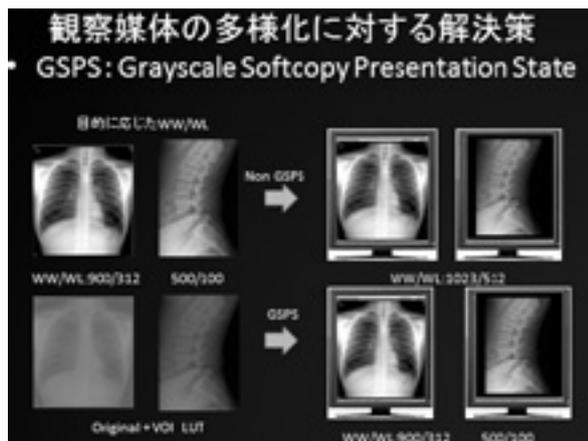


図2: GSPS

(グレースケールソフトコピー表示状態)

5. 最後に

今後の取り組みとしては、IEC や DICOM など国際標準規格の動向を見ても「被ばく低減と管理」がメインであり、グリッドレス撮影が可能なものや、体動ブレの検知により、参照モニターの

シンポジウム②

放射線技術～現在・過去・未来～
～消化管検査～

さいたま市民医療センター
今出 克利

1. はじめに

1895年にレントゲン博士がX線を発見したのち、1960年代には胃部の集団検診が開始され現在に至っている。その間、撮影装置、造影剤、撮影法は大きく変化し、画質、胃がん発見率および胃がん死亡率減少の向上に努めてきた。今回のシンポジウムのテーマは消化管検査についてで、胃X線検査における撮影装置の変遷、撮影法の歩み、胃がん検診のこれからについて述べさせていただきます。

2. X線透視装置の変遷

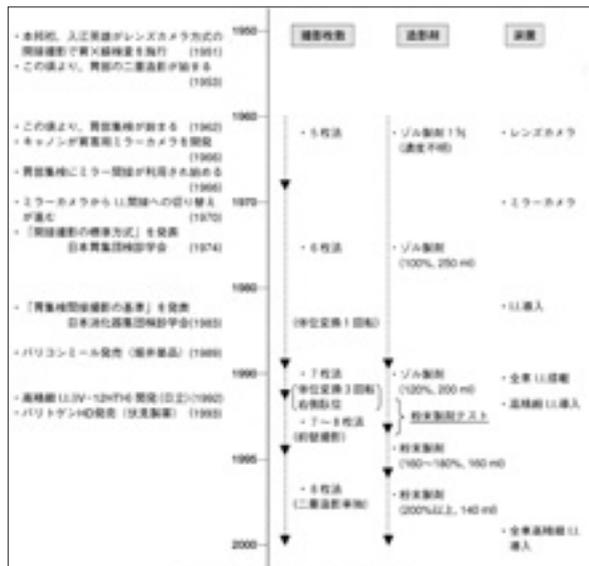


図1：装置・撮影法・造影剤の変遷

図1のように1960年に間接方式ミラーカメラが開発され集団検診が開始された。1970年代にイメージインテンシファイアー(以下、II)が開発され、X線検出器はII間接へと切り替わっていった。それまでは、透視像は暗室状態にして蛍光板像であったが、IIの開発によりモニターによる明室での検査が可能となり作業効率が格段に向上した。IIによる透視画像はIIと撮像管の性能により画質を決定していたが、撮像管は後にCCDカメラと変化した。1980年後半のCCDカ

メラの画素数は400K程度であったが、90年台に入り1Mが出現し、90年後半には4Mが開発された。X線検出器の発展は、2000年以降に間接変換方式の平面検出器(以下、FPD)が開発され、その後、直接変換方式のFPDも開発された。間接変換方式とはX線を文字通り蛍光体で一度光に変換し、フォトダイオードで電気信号として取り出して画像化するシステムであり、直接変換方式は、X線を直接電気信号に変換して画像化するシステムである。間接および直接変換方式のそれぞれに利点・欠点があり、これからのX線透視装置における検出器はFPDが主流になりつつある。近年の放射線画像はデジタル化が急速に進んでおり、X線透視装置においても例外ではない。デジタル化によって、パルス透視やデジタル処理を行うことで、透視線量を減少させることが可能となり、被ばく低減に寄与する。しかしながら、施設間格差がみられるようになり、今後は、ガイドラインの作成と標準化が急務となってきている。

3. 胃X線検査撮影法の歩み

撮影法の歩みは、造影剤や発泡剤の歩みでもある。1960年代に行われていた撮影は、バリウムはゾル製剤で濃度は70w/v%、使用量は200ml程度であったと思われる。(図2)

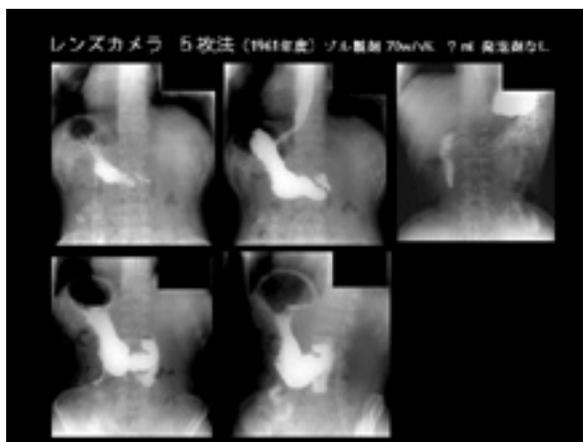


図2：レンズカメラ 5枚法 1961年

1970年よりゾル製剤で100w/v%、250ml、発泡剤2.5gを使用して6枚法で撮影していた。その内、二重造影は2枚であった。(図3)

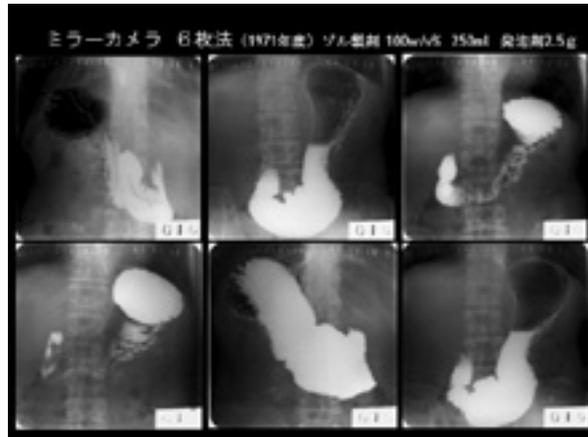


図3：ミラーカメラ 6枚法 1971年

1980年代にはII間接装置が開発され、ゾル製剤100w・v%、250ml、発泡剤3.5gを使用して6枚法で撮影しており、その内、二重造影は4枚に増えた。(図4)

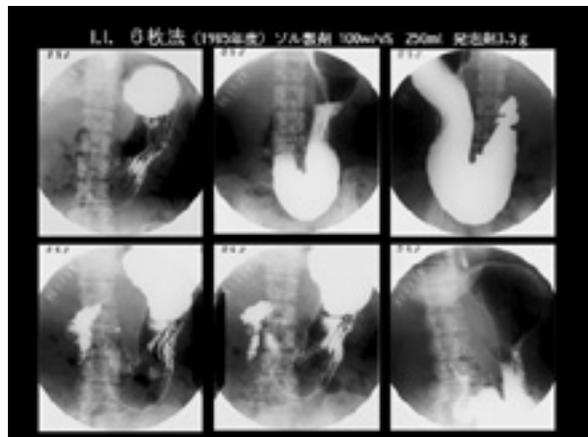


図4：II間接 6枚法 1985年

1990年代にそれまでのゾル製剤から粉末製剤に変わり、90年後半には高濃度低粘性造影剤が開発され、一気にバリウム濃度の高濃度化が進んだ。それに伴い、撮影法も変化し、胃粘膜の粘液除去およびバリウム付着向上のため右回り3回転を行う回転法を取り入れ、撮影法も二重造影単独の8枚法と変化した。現在は、基準撮影法1と基準撮影法2が主流となっており、それぞれ対策型検診と人間ドックなどの施設健診の基準となる撮影法である。(図5、図6)

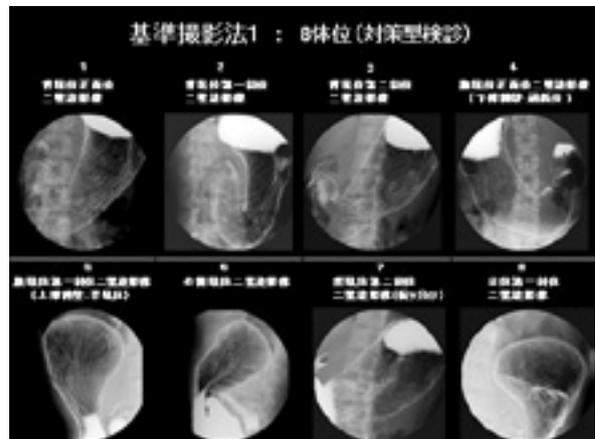


図5：基準撮影法1

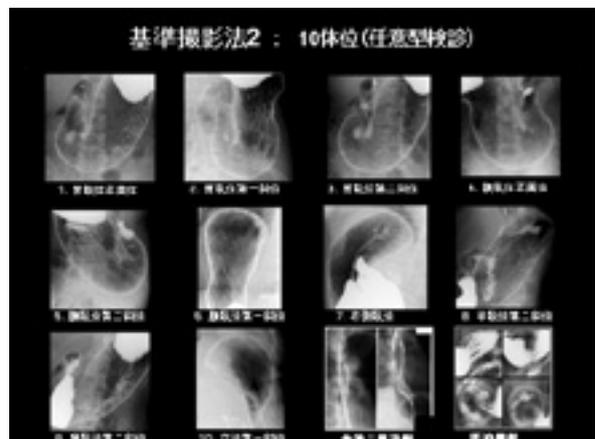


図6：基準撮影法2

4. 胃がん検診のこれから

2007年に厚生労働省が発表した有効性評価に基づく胃がん検診ガイドラインでは、胃X線検査のみが推奨グレードBとされ、エビデンスのある検診方法であったが、2014年12月にドラフト版ではありますが、ガイドラインの最新版が発表された。その中身は、エビデンスのある検診方法の中に、推奨グレードBとして内視鏡検診が盛り込まれている。

すなわち、胃X線検査と内視鏡検査の推奨グレードが同レベルとなった。胃がん検診の受診率低下が叫ばれている中、胃がん検診も胃X線検査、内視鏡検査、ABC健診、遺伝子検査など多様化してきており、これからは受診者が選択していく時代になっていくものと思われる。そのため、我々、診療放射線技師は、今まで以上に、撮影技術の向上、読影能力の強化、読影結果の管理すなわち精度管理をしっかりとこなしていかなければ、国民に選ばれる検査にはなり得ないと考える。

5. 最後に

シンポジウムで発表するにあたって、資料などご提供いただきました、

東京都予防医学協会 佐藤清二さま

(株) 島津製作所 田中修二さま

(株) 東芝メディカルシステムズ 三浦洋敬さま

以上の方々に感謝を申し上げますとともに、この場をお借りしてお礼申し上げます。

また今回いろいろな資料を探していると、(故)丸山雅和先生の文章に目が留まりました。ある書籍に対する推薦書であったのですが、非常に胸を熱くさせる内容でしたので、最後に文章を抜粋して紹介させていただきます。

上部消化管のX線検査は減びの道を歩み始めた感がある。流れを止める主体は医師ではなく、診療放射線技師である。国のシステムとして、技師が医師に代わってX線診断の担い手になるためには幾多の困難がある。

～中略～

医師はX線診断をほぼ放棄してしまった。しかし、ならば我々が、と技師達が立ち上がる兆しもない。双方ともに成り行きまかせなのである。バリウム診断は我々が引き受ける、とまず覚悟を決めよ。

～中略～

そのためには、古いしがらみをすてて団結せよ。互いの確執を捨て。若き指導者の下に結集せよ。さもなくば、技師の力などあてにならぬ。職能集団としてひとつの力となったとき、真価が判る。

～中略～

これは推薦の言葉ではなく、遺言であり、檄文である。

2002年9月、10歳若ければと嘆きつつ

(財) 早期胃癌検診協会理事長
丸山 雅一

いかがでしょうか？何か感じるものはありますか？この文章は今から十数年前に書かれたものです。

残念ながら現状は当時と対して変わりありませんし、いよいよ内視鏡検診が始まろうとしています。胃X線検査の肩身はどんどん狭くなっているように感じます。

今回シンポジウムにご参加いただいた方、また、この抄録を読んでいただいた方、胃X線検査および消化管造影検査に携わっている方にお願

いします。今回のシンポジウムをきっかけにして、消化管造影検査の将来について真剣に考えて頂き、診療放射線技師が次世代に撮影技術や読影法を継承していくことが必要だと考えておりますので、お力をお貸しいただければ幸いです。今後とも、本会および埼玉消化管撮影研究会をよろしくお願い致します。

シンポジウム②

放射線技術～現在・過去・未来～
～ CT 装置～

済生会川口総合病院
富田 博信

はじめに

本セッションでは、X線CTにおける、現在・過去・未来について、平易に解説する。

1. X線CTにおける、歴史と変遷

CT装置を開発したのはハンスフィールド氏であり、当時のハンスフィールドは英国のEMI会社の技術者であり、その中央研究所でパターン認識などの研究に携わっていた。1967年、ハンスフィールドは外部から測定したデータから物体の内部構造を知るといった研究を行っていた。CT値の単位でHU（ハンスフィールド）は、彼の名前より命名されたことはあまりにも有名なことである。

X線CTの主な開発過程は、1975年頭部用EMISキャナ Mark Iが東京女子医大に設置された。同年、第3世代CT発表、1979年G.HounsfieldとCormackがノーベル賞を受賞。1985年スリッピングCTを発表、1988年固体検出器CT開発、1989年ヘリカルスキャンが市販され、本格的なヘリカル撮影の幕開けとなった。その後、1991年サブミリメートルCTの登場し、1993年リアルタイムCT、1995年サブセコンドCT、1998年ハーフセコンドCTが相次いで発表され、ついに2000年初頭にはマルチスライスCT多列化が進み、現在に至る。

2. コンベンショナルからヘリカル、マルチスライスへ

CT装置は開発当初、1回転分のデータを収集し、バックプロジェクションにより、画像再構成をしていたがヘリカル撮影では寝台を動かしながら螺旋軌道上の投影データを連続的に収集し、撮影範囲におけるボリュームデータを持ち、ヘリカル補完再構成^{図1}により任意の断面を再構成可能とした。主なヘリカル補完再構成は当初360°補完再構成法であったが、時間分解能の向上と実効スライ

ス厚向上が期待される、180°対向ビーム補完法へと進化し、現在のマルチスライスCTにおいても、基本的に、後者のヘリカル補完法が用いられている。最近のマルチスライスCTにおいては、フェルドkamp再構成をベースとした再構成が採用されており、多列になった検出器へのコーンビームアーチファクト抑制に寄与している。

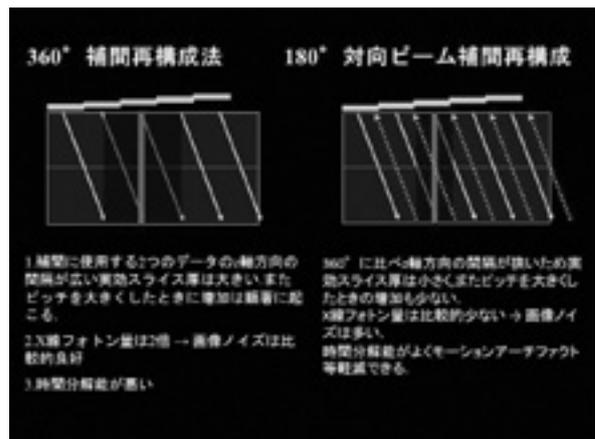


図1：ヘリカル補完再構成

3. 現在の最新装置概要

現在では、東芝社製の320列CT（面検出器）は、熟成の域に達し、検出器も更に進化し、2014年RSNAにて、GOSシンチレータの活性添加剤であるPr（プラセオジウム）の最適な化合物組成による光出力の最大化と、東芝独自の精巧な極小切断（マイクロブレード）技術による素材損傷の低減で光出力を従来の検出器から40%向上。P発光減衰時間が短くなり、高速撮影と高解像度化を可能となった。またDASは、回路の設計を見直し従来の約半分の大きさにするすることで、同社64列CTと比較して最大28%の電気ノイズ低減を実現できる。シーメンス社では、2管球装置が更なる進化を遂げ、時間分解能向上と、高速撮影可能なヘリカルピッチが選択可能となり、心血管描出能に更なるアドバンテージを得ている。特筆す

べきは、Vectron tube^{図2}が開発され、これは、最大で 1300mA の高出力が可能となり、従来の X 線管球では成しえることのできない 70kVp、80kVp においての低管電圧撮影が可能となった。また、70 ~ 150kVp までの範囲で、10kVp 刻みの管電圧の設定ができ、CNR を担保し、被ばくを低減する Low kVp で撮影することで、低電圧撮影を積極的に臨床においての使用を想定しているものとする。

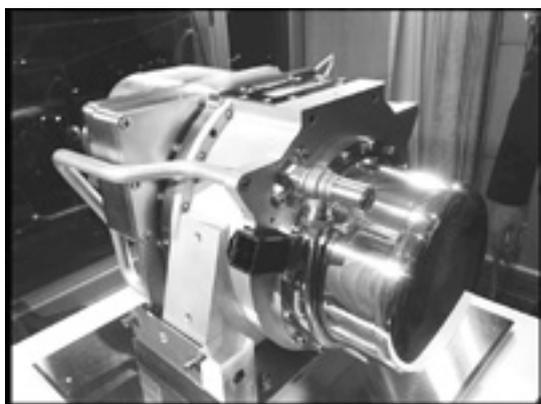


図 2：Vectron tube

フィリップス社では、2層検出器^{図3}の開発が進み近い将来の臨床導入が期待される。これは、2013年のRSNAにてセンセーショナルに発表さ、検出器を2層構造にし、前面側で低エネルギーを、後面側で高エネルギー X 線を検出することで、Dual Energy データ収集が可能となる。すなわち、1組の管球、検出器により連続 X 線を2つのエネルギーに分離してカウントが可能であり、ルーチン撮影においても専用プロトコルを使用せずに撮影し、撮影後に Dual Energy 解析が可能である。

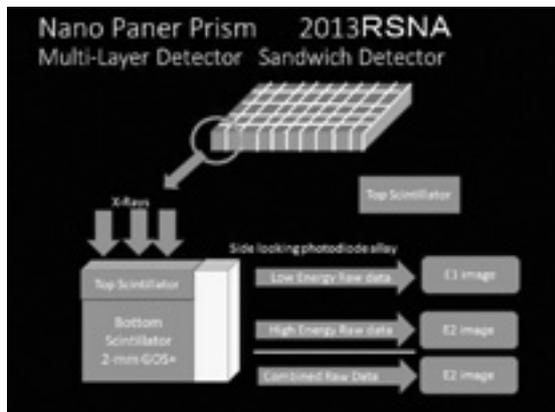


図 3：2層検出器 模式図

この2層検出器の登場により X 線 CT よる Dual Energy 撮影方式は各メーカーよりさまざまな方式が出そろい、大きく4つに大別できる。① Multi-Layer Detector Sandwich Detector 法は、2層検出器によりデータ収集する ② kV-Switching 法は、1つの管球の管電圧を 80kvp、140kvp に交互スイッチングして、2つのエネルギーデータを得る ③ Dual Source CT 法は、2つの X 線管球と検出器を持ちそれぞれの管球から異なったエネルギーを発生させ、それぞれの検出器にてデータを得る ④ Dual Spin 法は、1組の管球、検出器により、異なるエネルギーにて同一部位を2回撮影し、Dual Energy Imaging を取得するといった方式に大別できる。更に、2014年RSNAにおいてシーメンス社より発表された Twin Beam Dual Energy 法は、1組の X 線管球と X 線焦点で、フィルタリングを行うことで低エネルギーと高エネルギーの2つのスペクトラム（ビーム）を生成することが可能である。

4. 今後の展望とまとめ

現在は、Dual Energy 全盛であるが、今後は Multi Energy CT へ展開されることが予想される。現在造影剤はヨード剤を使用しているが、新たな造影剤が開発され臨床で使われる日も遠くは無いと考える。更には、フォトンカウンティング CT の開発も各装置メーカーでは進められ、臨床への登場もそう遠くは無い状況である。

X 線 CT が発明されてから現在まで 40 年あまりが経った。装置の進歩は目まぐるしく進み、更なる進化を遂げようとしている。我々診療放射線技師はこの技術革新に対応できるよう日々の研鑽を怠ってはならない。今後の、更なる CT の進歩を期待し、本稿のまとめとさせていただきます。

シンポジウム②

放射線技術～現在・過去・未来～
～ MRI ～

埼玉県済生会栗橋病院

栗田 幸喜

近年のMRI技術の進歩は目を見張るものがあり、装置の高速化、高性能化により多くの撮像技術が施行可能となり、それに伴い画像診断におけるMRIの役割が増加してきており、今ではX線CTと並んで画像診断のモダリティとして、なくてはならないものとなっている。

MRIは、核磁気共鳴(NMR)現象を利用して画像化する装置で装置自身もMRIと呼ばれる。放射線被ばくがなく安全に人体内部の構造を描出でき、軟部組織の画像コントラストに優れるなど多くの利点を有するが、反面、高周波磁場と変動磁場に規制され吸引事故が多いのも事実である。現在、国内で6,895台、埼玉県では282台が稼働している(2014年現在)。

今回のシンポジウムではMRIの歴史を概観しながら話題を絞って高速化の流れと、ここ10年の最大の話題である高磁場化について話した。

1. MRIの歴史

「技術の本質を理解するための近道は、その技術が発展してきた経緯を振り返ることである。」とも言われているように、最初にMRIの技術が発展してきた経緯を振り返ることで発展を続けるMRIの今後の動向の参考にしていきたい。まず、レントゲンの発見で外から体を傷つけずに見えるようになった。またCTの登場は、レントゲン写真のように平面ではなく3次元でいろいろな角度から見たい!という要望を実現。これはMRIも同様である。さてMRIの主要論文数を背景に歴史を見ていくと、NMRという言葉が使われるようになったのは1940年代前後のようである。そして1946年、BlochとPurcellによってMRの信号の検出に成功している。Hahnのスピンエコーのコンセプトは1950年の彼の論文で解説されており、180°リフォーカシングパルスの利点を指摘したCarrとPurcellによってさらに発展した。その後、NMR信号から画像を作ることは困難を極め、1973年になってようやく核磁気共鳴

の原理を利用して画像を作る方法がLauterbur博士によって発表された。またMansfield博士によって1977年に既にEPIが発表されており、その功績により、2人は2003年にノーベル賞を受賞した。1980年代になると1970年代に開発された選択励起法とフーリエ変換法を組み合わせたGRE法が開発され、またSE法に代わって一般的となる高速SE法の基礎となるRARE法が開発された。それ以降いろいろな撮像法、手法が発表されてきた。このようにMRIの歴史は高速化とともに多様化してきたといえる。これは他のモダリティと比較して多彩な組織パラメータと、これを引き出す撮像パラメータの豊富さによるもので、今後もさらに進歩発展していくことは確実にあり期待される場所でもある。

NMRの誕生から原理の確立を経て1980年代より、いよいよ実用化の時代へと突入していくわけで、日本においても1982年に第1号機が導入されMRIでの画像診断が始まった。業界も呼応し、色々なメーカーが開発・生産をし競争に勝ち残ったのは大手の医用画像機器メーカーのみであった。この時期、国産各社は常伝導装置を販売し、外国各社は主に超伝導装置を販売していた。このため盛んに比較が論じられ、また少し後には磁場強度の高い低いによる比較もあったが、結局のところ高磁場の超伝導装置の優秀性が認められ、1990年代以降オープン型MRIとの2極化に落ち着いてきた。また同時期に日本磁気共鳴医学会の前進であるNMR研究会などが結成された。

2. 高速化

MRI検査における技術革新の主役は今も昔も「より短い撮像時間を実現する」ということであり、またそのモチベーションが今日の高速撮像技術を築き上げたといっても過言ではない。そしてMRIの撮像法の原理の説明には、しばしばk空間という言葉が登場する。いったんこの考え方を理解するとMRIのさまざまな撮像法を直感的

に把握することができるようになる。

通常の空間は位置を軸としているが、k空間は空間周波数を軸とする空間になる。なぜこのような空間を使うかという、MR信号はそれ自体位置情報をもっていないし、装置も直接位置を計測する機能はない。そこで傾斜磁場を使って位置によってMR信号の周波数が変わるようにし、画像が作られる。どう画像を作るかというのは複雑なプロセスがあるが、これを分かりやすくするのがk空間という概念になる。つまりMRの画像は直接撮像することはできないので、MRI信号がフーリエ変換され波数領域の信号となりk空間に入ります。デジタル化されたk空間は空間周波数領域にあり、さまざまな波数の正余弦波を数学的に重ね合わせMR画像を作成する。言い方をかえれば、収集されたraw data生データは、いかなる撮像法の場合でも、このk空間と呼ばれるローデータマトリクスに取り込まれます。ローデータはk空間に配置され、その後フーリエ変換されて画像となる。

k空間への配置は、絶対このようにしなければならないという取り決めはなく半分でもいいし、斜めでもスパイラルでもいいので、k空間の特徴を生かしたさまざまなサンプリング方法がある。その工夫が高速化への道であり、いろいろな撮像法が開発されてきた。ただし、何事にも限界があるように撮像の高速化は、高周波による発熱作用や神経刺激など安全性の面からも問題視されるようになり限界に達してしまっただけ。

その時に登場したのがParallel Imaging: PIでした。PIが臨床に導入されると、それまでの高速化技術とくみあわせることで更なる高速化が実現され、新たな臨床応用が開かれた。

3. 高磁場化

この10年におけるMRIのトピックスは、やはり装置の高磁場化といわれている。3T装置が臨床へ導入され、1.5Tと比較し約2倍のSNRが得られることから注目が集まり頭部領域などは高い評価を得たが、体幹部領域では必ずしもそうではなかった。それはSARの上昇に伴う撮像時間の延長、パラメータ設定の自由度の低さであり、依然として関心の高いのがRF不均一による信号ムラが目立つということである。B1分布の不均一

を引き起こす要因はさまざま言われているが、最も関与しているのがRFパルスの波長で、3TのRFパルスの波長は人体に入射すると、比誘電率イプシロンの平方根に反比例しますから計算すると約27cmになる。この波長で頭部を撮像する場合は特に問題とならないが、体幹部のように大きな撮像部位では入射波と反射波が干渉しRFの強い部分と弱い部分が生まれB1分布の不均一が生じる。B1分布が不均一になると励起パルスが不揃いとなり結果的に画像の濃度ムラを発生し、部分的に過剰にRFパルスが倒れることでホットスポットが生じSARの制限による撮像時間の延長を誘因する。それを解決したのがmulti transmit技術であった。現在一般のMRI装置ではバードケージコイルを用いたquadratureタイプの送信コイルからRFが送信されている。その発信機はひとつで、スプリッターによって振幅が同じで位相が90°異なる波に分配され人体に照射される。この理想的な照射が3Tでは人体が入ると崩れ不均一を生じる。Multi Transmitでは複数のRFアンプで位相と振幅を制御し送信RFコイルへの給電を増やすことで、人体の電気的特性によるB1不均一にも対応する。つまりMulti TransmitはマルチRFアンプを用いているので、3Tの根本原因であるSARの低減と感度ムラを解決する。

またMulti Transmitの改善点は均一性だけではなく、RFパルスが均一に当たるということは設定したFAで励起されていることになり、コントラストも改善しているということになる。3T装置で体幹部撮像を可能にしたということは、これからどのように高磁場化が普及するのかわかりませんが、今後の可能性が大きく広がったといえる。

MRIの歴史を概観しつつ話を進めてきたが、今後どのような有用な成果が出せるか出てくるのか否かは私にはわからない。いろいろな工夫された撮像法なり手法がでてくることは間違いない。もしかしたら、それは皆さんのアイデアかもしれません。

最後に日本放射線技術学会誌における全論文数、MRI論文数およびその割合の推移のデータを示しましたが、皆さんも是非そのアイデアを発表し、論文にしてください。数年後、ノーベル賞候補に挙がっているかもしれません。

座長集約

テクニカルディスカッション①

第3回 臓器別に考える：前立腺

防衛医科大学校病院 放射線部

吉原 信幸

平成 27 年 3 月 1 日 (日) に大宮ソニックシティを会場として、第 30 回埼玉県診療放射線技師学術大会が開催された。テクニカルディスカッションはここ数年、従来のモダリティー別の講演形態から臓器別に考えると題した疾患中心の講演形態へと変更されている。「医療スタッフの協働・連携によるチーム医療の推進について」(医政発 0430 第 1 号) の通知にあるように、診療放射線技師の新たな役割として、画像診断における読影の補助が追加され、我々診療放射線技師の医療貢献への期待の高さが伺われる。その反面、診療放射線技師のチーム医療への貢献は、現状において十分に果たされているのだろうか。診療放射線技師に新たに課せられたその責任は重い。医療安全の視点および読影補助の観点から各モダリティーの垣根を越えて疾患を中心とした対応が必要となっている。今回、テーマを前立腺として 3 人の演者にご講演いただいた。講演時間の制約上、前立腺癌の化学療法と放射性同位元素を用いない骨転移の薬剤治療、TRUS (Transrectal Ultrasonography) による広がり診断およびガイド下生検に関する内容は除外し、その他の重要事項はほぼ網羅した構成とした。講演内容としては、PSA (Prostatic Specific Antigen) の基礎から始まり、CT・MRI・核医学・放射線治療・ロボット手術に至るまで、前立腺癌に関する診断から最新治療までを幅広く学べるセッションとなった。

日本のがん罹患の将来推計によれば、男性の癌において、2020 年には肺癌に次いで前立腺癌が第 2 位になると予測されている。近年、長寿高齢化や食生活の欧米化により前立腺癌が増加している。また PSA 検診の普及により多数の前立腺癌が発見されるようになった。このような状況を背景に、前立腺癌の診断・治療などに注目が注がれている。

はじめに、前立腺癌の背景、PSA 検査の基礎、前立腺癌における CT 検査に関して、上尾中央総合病院の金野元樹氏に解説していただいた。前立腺癌は癌の中では進行性が遅く、生存率・治癒率とも比較的高い疾患である。

PSA 検査は前立腺癌の腫瘍マーカーとして広く用いられているが、PSA は前立腺から精液中に分泌されるタンパク質の一種であり、微量が血中に取り込まれる。癌以外の要因 (前立腺肥大・前立腺炎など) によっても PSA 値が上昇する場合もあり、PSA 検査は前立腺癌を検出するための精度高い方法ではあるが、あくまで癌の可能性をチェックするマーカーであることに十分に注意を払わなければならないと述べた。PSA 値は、4ng/ml を基準値としているが、前立腺癌は直ちに治療が必要とされない場合も多く、基準値近傍では PSA 値を定期的に監視することが極めて重要であるとした。PSA 検査により、生命予後に関与しない癌が多数発見されており、今後生検などを含めた過剰診療に注意する必要がある。

前立腺癌の CT 検査では、前立腺自体の病態評価においてその有用性は低いが、全身転移検索には有用であると述べた。

次いで、前立腺 MRI に関して獨協医科大学越谷病院の宿谷俊郎氏から、前立腺肥大・前立腺癌の局所診断・転移診断に関してガイドラインも含めて解説があった。MRI は組織間コントラストが高く、前立腺自体の評価には他のモダリティーよりも有用である。

一般的に前立腺肥大は内腺領域から発生し、外腺領域は非薄化するのが特徴である。前立腺肥大と排尿障害は必ずしも一致しないことを認識しておかなければならない。

局所診断としては、T2 強調画像・DWI (Diffusion Weighted Imaging) ・造影剤を用いたダイナミック検査をあわせることで、感度・特異度とも向上する。前立腺周囲の脂肪織の消失や T2 強調画像での被膜断裂などの画像所見は、前立腺癌の被膜外浸潤評価の有用な指標となる。

転移診断として、リンパ節評価では、CT・MRI とも診断能に大差はなく、どちらも満足のいく評価結果は得られていない。前立腺癌は進行すると高頻度に骨転移を伴うため、T1 強調画像・脂肪抑制併用 T2 強調画像・DWI シーケンスによる矢状断 Whole Spine MRI 検査は、骨シンチグラ

フィーと共に検査の一助となる。前立腺癌の骨転移は、骨硬化性病変が多く、骨シンチグラフィで描出が難しい溶骨性病変の検出には、DWIBS (Diffusion Weighted Whole Body Imaging with Background Suppression) などの全身拡散強調画像も今後診断の一助となる可能性がある」と述べた。

DWIはb値1500以上を推奨するが、撮像視野をリンパ節まで含めるかは、施設の考え方によって、現状ではさまざまであると述べた。

引き続き、前立腺癌の核医学検査と放射線治療について、骨転移と局所治療を中心に埼玉県立がんセンターの若林康治さんから解説していただいた。前立腺癌の骨転移頻度は約70%と高く、骨転移は患者さんのQOL (Quality of Life) を大幅に低下させる。前立腺癌では硬化性の骨転移が主体であり、硬化性病変の検出感度が高い骨シンチグラフィは有用である。骨シンチグラフィ診断における読影支援ソフトウェアを活用することで、定量解析も可能である。

骨転移治療として、 ^{89}Sr は骨親和性であり、造骨反応を示す転移性病変に特異的に集積する。 ^{89}Sr の骨以外への組織集積率は1%以下で、他臓器への影響が最小限で扱いやすく鎮痛効果も高いが、放射線による骨髄抑制などの副作用に注意が必要である。

放射線治療の外照射法としてIMRT (Intensity Modulated Radiation Therapy) は、前立腺癌の形状にあった線量分布を得ることができ、正常臓器への影響を最小限に抑えた治療が可能である。ただし、治療計画過程が複雑な面を有しており、より高い専門的スキルが要求されている。前立腺癌の外照射において、直腸ガスはHot Spotの原因となるため、排便・排ガスなどの前処置は必須である。また内照射法として、TRUSガイド下で ^{125}I シードを永久挿入する小線源治療法のBrachytherapyは、病期初期においては有用な放射線治療法の一つであると述べた。

講演の最後に、外科手術支援ロボットda Vinciシステムを用いた手術の現状に関して上尾中央総合病院の金野元樹氏から解説していただいた。da Vinciシステムは、日本国内の病院に約200台が導入され、今後も設置導入数や手術件数の大幅な増加が見込まれている。ロボット手術は、手術器具を取り付けたロボットアームと内視鏡を挿入し、腹腔鏡手術を高度に支援するシステムであ

る。操作ボックス内に映し出される高精細な立体画像のもと、人間の手の手振れを抑え、人の手では難しい微細な手術操作を容易に可能とした。現在、ロボット手術は前立腺癌手術に保険診療が適応され、腎臓癌などの一部に先進医療が指定されている。ロボット手術の問題点として、視野が狭く触覚がない。またロボットアームの可動範囲制限やコストなどの問題もあるが、前立腺癌の腹腔鏡手術で難しいとされる尿道と膀胱の縫合をより安全に行うことができ、有用な手術支援システムである。

診療放射線技師業務も専門化が進み、各種認定技師制度も充実しているが、病気に関する理解が不十分な技師はまだ多いと思われる。各モダリティの技術面やその臨床応用には精通していても、病気を中心に捉え、その背景や診断・治療に至るまでの過程を理解していなければ、真の読影補助は行えないものとする。現在の診療放射線技師教育では、この領域の教育が十分とは言えず、今後、診療放射線技師養成校での学生教育や、生涯教育として埼玉県診療放射線技師会に、病気に関する特集や教育の実践をぜひお願いしたい。

今回のテクニカルディスカッションが、日頃前立腺癌の診断や治療にかかわっている診療放射線技師の皆さまや今後携わる予定の方々にとって、少しでもお役に立てれば幸いである。皆さまの今後のご活躍に大いに期待したい。

開会式直後の朝一番のセッションであったため、皆さまにお集まりいただけるか心配したが、無事に大勢の方にご参加いただきました。当日ご参加いただいた皆さまにお礼申し上げます。講演途中にマイクの混信トラブルや、座長の不手際などにより講演時間を超過しましたが、ご参加いただいた皆さまのご協力のもと、前立腺癌にかかわる診断・治療に関して、大変有意義なセッションを開催することができました。時間の関係で、一部質疑応答が行えなかったことは非常に残念でしたが、今後も埼玉県診療放射線技師会で、このような勉強機会の場を提供していただき、皆さまと共に前立腺癌にかかわる最新情報を共有し、知識や技術を随時アップデートしていければと思います。最後に、快くご講演をお引き受け下さった演者の皆さまと、座長の機会の場を与えて下さいました埼玉県診療放射線技師会理事の皆さまに深謝致します。

テクニカルディスカッション①

第3回 臓器別に考える：前立腺
～MRI～獨協医科大学越谷病院 放射線部
宿谷 俊郎

前立腺の病気は数多く良性悪性ともに多種多様である。その中でもMRIの検査に多い前立腺肥大と前立腺癌について話を進める。

前立腺肥大は良性疾患である。背部側の被膜は固くあまり伸びることが無く移行域から発生した前立腺肥大は被膜との間にある辺縁域を非薄化する。肥大した前立腺は腺成分と筋・間質成分が入り混じってT2強調画像で高信号と低信号がびまん性に広がる信号パターンを呈する。

前立腺肥大は直接の死亡原因となることは無いが、QOLに大きく影響があり極度に悪化することで腎不全を起こし死亡原因となりうる。

死亡原因となることが無い前立腺肥大がMRIの検査を受けに来るのはPSA値が高値となり、悪性所見の疑いがある場合となる。実際に細胞診にて肥大の中に悪性所見を見つけることがある。T2強調画像では低信号、拡散強調画像では淡い高信号と特徴的な信号となるが肥大の中に存在する悪性の信号パターンは見つけることが困難となる場合がある。

悪性疾患の前立腺癌はTNM分類を用いて病期診断を行い、局所診断にはT分類を用いる。被膜外浸潤の無いT1、T2を早期癌とし被膜外浸潤のあるT3、T4を進行癌となり予後は大きく変わる。そのため病巣が被膜内にとどまっているT1、T2と被膜を超えているT3、T4を見極めることが治療方針に重要であると言っても過言では無い。被膜外浸潤を疑わせるMRI画像所見として被膜外腫瘍、直腸前立腺角の鈍化、神経血管束の非対称、がん組織が被膜と接している幅が12mm以上などがありその他被膜の形状変化として被膜の肥厚、断裂、柵状構造が広がるなどが挙げられる。また前立腺自体の形状変化も被膜外浸潤を疑う場合があり辺縁の膨張、陥凹などがある。

通常T2強調画像と拡散強調画像を中心としT1強調画像は補足的に撮像をする。T2強調画像は前立腺内の淡い病巣のコントラストが描出可能なパラメータの設定する必要がある。また薄い被膜構造が診断できる高分解能の撮像を行う。拡散

強調画像では正常の前立腺が高信号となるために高いb値を用いて撮像をする。またADCmapを併用することによって診断精度を上げることが可能である。T1強調画像では神経血管束の観察に有用であり左右の非対称性もしくは形状異常を見つける。造影検査においては通常の経皮的造影では早期濃染像がとらえることができないのでdynamic撮像が有用である。早期層で濃染し後期層で洗出像となれば悪性を強く疑う所見となる。dynamic撮像の有用性は感度、特異度、陽性反応適中度、陰性反応適中度、正診率が優位に上昇し診断能は向上する。

リンパ節転移に関しては左右の外腸骨リンパ節、内腸骨リンパ節、閉鎖リンパ節等の所属リンパ節を中心とし左右の鼠径リンパ節、総腸骨リンパ節ならびに大動脈傍リンパ節などの遠隔リンパ節の観察には可能な範囲で行う。

前立腺癌は骨に転移することが多発する。その理由として、前立腺静脈叢は下大静脈を介さずに脊椎静脈叢と直接交通しているために早期に広範囲な脊椎への転移が生じる。また赤色髄が多く毛細血管網が発達している四肢への骨転移も多くみられる。正常な骨梁の破壊が無く骨梁間の骨髄を癌細胞が置換する骨梁間型骨転移の検出は困難であるが、脂肪抑制撮像を行うことで比較的容易に検出することが可能となる。

ハードウェアの進歩によりMRIにおいても全身検索が可能となった、1回の撮像時間は30分から40分と時間はかかるものの非造影であること、拡散強調画像や脂肪抑制像など多様なコントラスト画像の取得が可能であることといった利点があり、今後期待のできる撮像テクニックである。

前立腺がんは2020年には肺癌に続いて男性癌の2番目になり、死亡率は2000年に比べ2.8倍になると予測されていることから罹患率もかなりの高い数値となると考える。

装置の進歩により診断能は向上、しより正確な治療の選択が可能になる。MRIも同様であり今後の動向に注目したい。

テクニカルディスカッション①

第3回 臓器別に考える：前立腺
～ PSA 検査・CT ～

医療法人社団愛友会 上尾中央総合病院
金野 元樹

1. 前立腺癌について

1-a. 概要

前立腺癌はさまざまな組織型の悪性腫瘍が生じる可能性があり、そのほとんどは名前の通り腺癌となっている。また近年増加傾向にあり、癌の中では進行性が遅く、生存率・治癒率は高い癌となっている。

症状として初期症状はほぼ無症状だが、進行すると排尿障害が起こる。

2012年4月日本で初めてロボット手術であるDa Vinciの保険適応となった疾患である。

1-b. 前立腺癌における罹患者数の推移

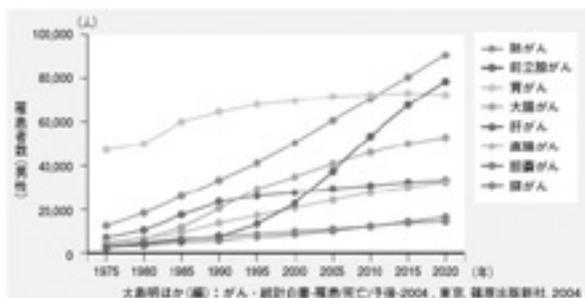


図1 前立腺がん罹患者数の推移予測

図1：前立腺癌における罹患者数の推移

2020年には男性の中で癌罹患者数が第2位になると予想されている。

1-c. 前立腺癌が増えている理由

- ①食生活の欧米化
- ②平均寿命の上昇
- ③検査技術の向上

特に、PSA 検査の普及が近代の前立腺癌増加に関与していると考えられる。

2. PSA 検査

2-a. 概要

PSA とは、前立腺特異抗原のことである。前立腺癌の腫瘍マーカーとして利用され、元々は前立腺から精液中に分泌されるたんぱく質の一種である。

前立腺に何らかの異常がある場合に、血液中に大量に放出され濃度が高くなる。

2-b. 測定値

表1：PSA 検査の測定値と前立腺癌の発見率

測定値(ng/ml)	前立腺癌を発見する確率(%)
0～4	基準値
4～10	25～30
10↑	50～80
100↑	ほぼ100

2-c. 前立腺癌検診のアルゴリズム



図2：前立腺癌検診のアルゴリズム例

PSA 基準値を超えた場合は精密検査ができる病院を受診することで、問題ない値である0-1.0の場合は3年後、1.1-基準値上限の場合は1年後にまたPSA 検診を受けてもらうことを推奨している。

2-d. 前立腺癌以外でPSA が上昇する要因

- ①前立腺肥大症
- ②前立腺の炎症
- ③外部からの刺激
- ④射精

2-e. 問題点

PSA 検査が無ければ早期の前立腺癌の診断は不可能である。しかし、前立腺癌の中にはラテント癌と呼ばれる生命予後に関係しない癌が発見されることや、治療をしなくても良いような癌が発見される可能性がある。

前立腺癌と確定的診断をするために生検が必要となり、それによる合併症の可能性や治療する必要のない前立腺癌に対して治療することによる合併症の可能性を否定出来ないことが問題点である。

2-f. 有用性

PSA 検査による有用性のエビデンスは未だ確立されていない。そのため、担当医のインフォームド・コンセントが必要不可欠となっており、しっかりと患者に合併症がある問題点を話した上で同意を得る必要がある。また過剰診療にも注意が必要となる。

2-g. PSA 監視療法

過剰診療を未然に防ぐために考案されガイドラインに記載されている。表2の条件を満たすような患者の場合において、前立腺癌と診断されても直ちに治療を開始せず無治療で経過観察をするという治療選択である。

表2：PSA 監視療法の適応と考えられる症例

Gleason score	6 以下
陽性コア本数	2 本以下
PSA	10ng/ml 以下
臨床病期	T2 以下

2-h. まとめ (PSA 検査)

- ・前立腺癌における早期発見の確率が格段に上がっている。
- ・早期発見と検査・治療における合併症を天秤にかけ、十分に考慮する必要がある。
- ・今後エビデンスが確立されていくと共に、検査の普及率も伸びていくと考えられ、更なる期待が持てる検査になっていくと考えられる。

3. 前立腺癌における CT 検査

3-a. CT 検査の有用性

- ・前立腺の形態や体積、石灰化病変の評価
- ・前立腺以外の病変検索目的のスクリーニング
- ・転移検索ができる点
- ・病期分類に有効である点 (T3,T4 症例)

3-b. 前立腺癌の多臓器転移の流れ

前立腺癌が発症し進行すると、その付近のリンパ管や血液に癌細胞が移行する。そこから骨盤リンパ節や傍大動脈リンパ節転移、また骨盤や椎体の骨転移を起こす。さらに進行すると転移は上部の方に移行していき肝転移や肺転移を起こす。

3-c. リンパ節転移における CT 画像

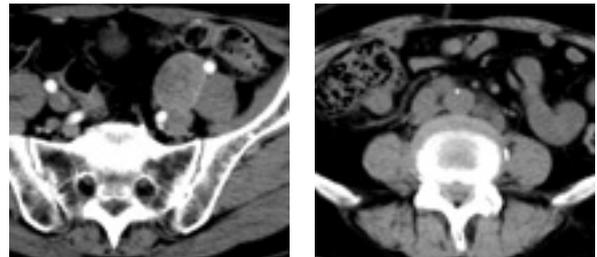


図3：リンパ節転移における CT 画像

リンパ節転移の検出をするために大動脈近傍を観察する必要がある。

3-d. 臓器転移における CT 画像



図4：各臓器転移における CT 画像

前立腺癌の転移検索の場合は、縦隔条件だけでなく骨条件や肺野条件も確認する必要がある。

3-e. まとめ (CT 検査)

- ・前立腺癌に対しての有用性は低いが、病期分類や転移検索に有用である。
- ・骨転移や肺転移が多いことを加味し、適正な条件で見つかる必要がある。
- ・前立腺癌患者でない場合でも前立腺に注目してみれば前立腺疾患が見つかる可能性がある。

テクニカルディスカッション①

第3回 臓器別に考える：前立腺
～核医学 / 放射線治療～

埼玉県立がんセンター 放射線技術部
若林 康治

核医学で前立腺にかかわる検査で一番多いものでは「骨シンチ」が代表的となる。骨シンチの歴史は1970年代の^{99m}Tc-トリポリリン酸の開発から飛躍的に普及し、全国で年間50万件以上、全核医学検査の40%弱を占めるなど、核医学の中心的検査として今日に至っている¹⁾。今日における骨転移を有する患者の増加の背景には①高齢化社会における悪性腫瘍罹患患者の増加②がん治療における治療法の進歩による生存期間の延長、などが背景にある。骨転移の併発頻度としては前立腺癌と乳癌が約70%で高い。骨転移は脊髄圧迫や病的骨折などを含む疼痛によって日常活動の制限や睡眠障害など、QOLの低下が大きい。骨シンチは1970年代の^{99m}Tc-MDPの開発から今日まで、全核医学検査の40%弱を占める代表的な骨転移診断法である。骨成分は有機質・無機質・水分などからなるが、骨疾患部分では無機質の代謝が亢進する。MDPは骨の無機質部分に取り込まれ、病変では集積が亢進し画像として捉えられることになる。骨シンチによる骨転移の評価指標としては図1のように主に3種類の指標が用いられている。前立腺診療ガイドラインによれば、骨シンチは「骨転移を検出するもっとも感度が高い方法」とされている²⁾。

骨シンチによる骨転移の評価指標

- EOD (Extent of Disease)
- PCWG2 (Prostate cancer Clinical Trials Working Group)
- BSI (Bone Scan Index)

前立腺癌診療ガイドライン(2006年)

- 前立腺癌死亡例の65%には骨転移が認められる
- 骨転移の存在とその進展(進行度)は予後を的確に反映する
- 骨シンチグラフィは骨転移を検出するもっとも感度が高い方法である
- 骨シンチグラフィ上の骨転移の半定量評価は予後と相関するとされる

(図1)

骨転移に対する治療、すなわち痛みを除去を目的として、鎮痛薬投与や放射線治療が行われる。緩和的放射線療法は最も有効な治療法のひとつとして挙げられる。その分類として外照射と内照射に分かれる。外照射は局所療法として放射線をあてた部分のみの疼痛が除去され、RIによる内用療法では骨転移に対する全身の痛みを効く方法となる。この内用療法で用いられる核種に⁸⁹Srがある。⁸⁹Srは2価のアルカリ土類金属でCaの同族体となる。Caに似た性質から骨との親和性が高い。その性質を利用して骨転移部位の造骨活性部位に集積されるため、造骨性の転移巣に有効となる。骨に集積しなかった⁸⁹Srはそのほとんど(90%以上)が尿として排泄されるため、他の臓器における線量が最小限で済む治療法である。89Srの有効性に関する調査³⁾では奏効率76%でそのうちの完全寛解は32%であった。鎮痛薬の減量が70~80%で効果発現時期が投与4日後~28日まで、効果持続期間が最大15ヶ月であった。

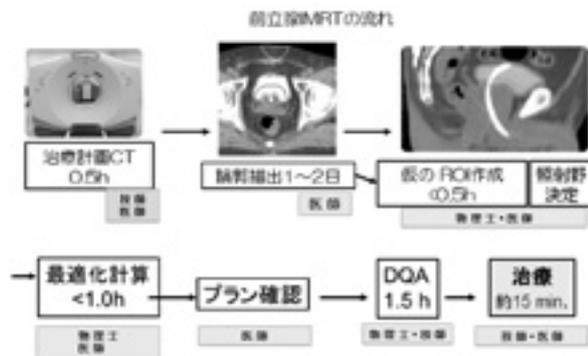
このように前立腺癌に関わる放射性核種は診断用、治療用に分類され、それぞれの特性を利用し用いられている。(図2)

	診断用	治療用	
代表核種	Tc-99m (8hr) T-123 (13hr) T-131 (8dy)	Sr-89 (13hr) T-125 (60dy) T-131 (8dy)	⇒ メタストロン ⇒ オンコシード ⇒ カプセル
放射線	γ線	β線(α線)	
性質	体外検出のため透過力高い	周辺臓器への影響を抑えるため飛程	
半減期	検査時のみ検出できればよいので比較的短い	効果を長時間維持するため比較的長い	

(図2)

前立腺に対する放射線治療で最近主流となってきている治療法に強度変調放射線治療 (IMRT)

がある。前立腺は骨盤腔内で他臓器と密接して存在しているため、従来の多門照射では腸管や膀胱に及ぼす影響も少なくなかった。IGRT に対応するデバイスの普及も手伝い、がんの形状に合った線量分布で位置を確認しながら照射できるメリットは、非侵襲的治療として大きな治療効果を生み出すことが可能となっている。



(図3)

治療で重要なのは治療時の体位保持である。再現性良く長時間、同様の体位を保持できる工夫を治療計画時から実行していくことは、精度ある治療に欠かせない。膀胱、尿道の位置を確認できるよう、カテーテルを留置して膀胱内に低濃度の造影剤を注入し、CT撮影を行い治療計画に用いる。また、直腸に存在するガスは線量分布に影響を及ぼすので計画時、治療時とも脱気した状態で実施する。

経直腸超音波ガイド下にシード線源を経会陰的に永久挿入する療法を Brachytherapy (密封小線源治療) という。欧米、特に米国においては標準法である前立腺摘出術と外部放射線治療に並ぶ第3の選択肢として急速に普及しつつある⁴⁾。シードの形状は長さ4.5mm、幅0.8mmで周囲をチタンで覆われたカプセル形状となっている。通常挿入する数は数十～100個前後である。

挿入術(手術)までの一般的なスケジュールは①プレプラン ②線源発注(3～4週間前) ③入院(手術前日) ④手術(2～3時間) ⑤退院(2～3日後) ⑥ポストプラン(3～4週間後)となる。

プレプランでは事前に経直腸超音波にて前立腺の大きさ、形をとらえ、線量計算を行う。その結果に応じてシードを必要本数発注する。手術数日

前に入院し、手術当日からは管理区域化された病棟に入院となる。退出基準線量を満たしたところで管理区域を退出し、退院3～4週間後に外来でCTを撮影し、脱落線源の確認やポストプラン再計算を行う。



以上のように、核医学における前立腺とのかかわりは多岐にわたっている。骨シンチのような古い検査もまだ一般的かつ多数行われている現状もあれば、放射線治療も線量集中のためのさまざまな最新技術が開発されている。それぞれ、検査法や治療法を知識として体系的に身につけておくことで、前立腺疾患のステージ診断から治療方針までをより深く理解することが可能となり、日頃の業務に生かされていくのであろうと考える。

参考文献

- 1) 久保敦司, 木下文雄. : 核医学ノート 2012, 205-311;
- 2) 日本泌尿器科学会(編): 前立腺癌診療ガイドライン 2012年版. 金原出版, 2012
- 3) G Finlay, et al : Radioisotopes for the palliation of metastatic bone cancer : a systematic review. Lancet Oncol 6 : 392-400, 2005
- 4) 萬篤憲(編): 前立腺癌¹²⁵Iシード治療 診療指針「Expert Recommendation2011」

テクニカルディスカッション①

第3回 臓器別に考える：前立腺
～ da Vinci ～

上尾中央総合病院
佐々木 健

ダヴィンチ・システム (Intuitive Surgical 社製 da Vinci S Surgical System) は、腹腔鏡手術を支援する、内視鏡下手術支援ロボットで、手術器具を取り付けたロボットアームと内視鏡を挿入し、医師がサージョンコンソールと呼ばれる操作ボックスの中で内視鏡画像を見ながら操作して手術を行なうものである。ロボット手術といっても、機械が自動的に手術を行うわけではない。

下図は da Vinci の歴史である。



日本では2009年11月に da Vinci S が薬事承認、翌年3月に販売開始となり、主に泌尿器、消化器、婦人科、胸部外科手術において使用が期待されていた。

2012年に前立腺全摘除の保険収載を機に広く認知されるようになり導入に至る施設も増加した。

* 前立腺悪性腫瘍手術に対する保険点数

- ・ K843 前立腺悪性腫瘍手術 41080 点
- ・ K939-4 内視鏡手術用支援機器加算 54200 点

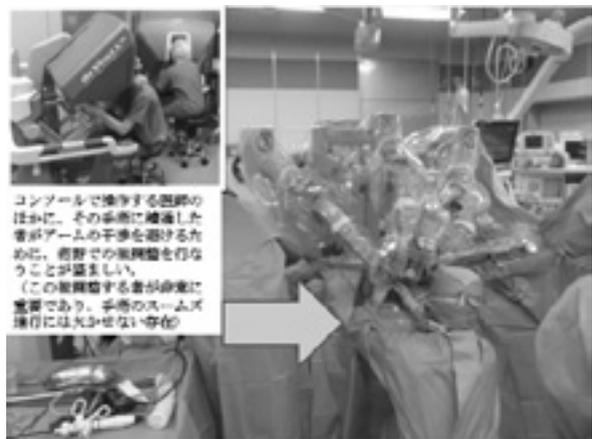
注) K843 に掲げる手術にあたって、別に厚生労働省が定める施設基準に適合しているものとして地方厚生局長等に届け出た保険医療機関において、内視鏡手術支援機器を使用した場合に算定する。

➤ da Vinci サージカルシステムの適正使用
①日本内視鏡外科学会が制定する「内視鏡外科手術を行うにあたってのガイドライン」遵守

- ②日本内視鏡外科学会発表「新医療機器に関する見解」遵守
- ③施設・実施医・医療チームに関すること
 - ・日本内視鏡外科学会総括技術認定医の在籍
 - ・内視鏡手術の恒常的な実績
 - ・機器の性能、使用方法に精通したチームを有すること
 - ・チームは企業が提供するトレーニングプログラムを受講し、認定を取得したものから構成されること
 - ・緊急時には適切な処置が実施可能な状態にあること

da Vinci Si の特徴としては

- ・鮮明なハイビジョン3次元画像
 - ・精密な拡大画像
 - ・鉗子の人間の手より広い可動域
 - ・手振れ防止により安定した手術操作
 - ・Motion scaling 微細かつ正確な操作
 - ・Dual Console による安全性向上
- などがあり、安全かつ正確な手術の実施が可能である。しかし、触覚が無い、視野が狭い、可動範囲に限界がある(下図)、コスト管理などの問題もある。



今後は胃がんや肺がん、心内手術(弁形成、中隔欠損修復など)冠動脈バイパス術、婦人科、小児科、耳鼻科関連の疾患への適応の拡大が望まれる。

座長集約

テクニカルディスカッション②

安全に MRI 検査を行うために

埼玉県済生会栗橋病院

渡邊 城大

【はじめに】

今回は昨年の学術大会で好評であった Q&A の第二弾として MRI の安全性をテーマに、ディスカッション形式で行いました。安全に関するアンケート調査の報告および、あらかじめ会員の皆さまよりいただいた質問の解答を中心に企画しました。

アンケート調査には県内 19 施設の協力を得ることができ、問診票、同意書の現状など済生会川口総合病院の榎山孔太郎氏に報告していただきました。

質問に対する Q&A は埼玉医科大学病院の近藤敦之氏が担当。25 の質問があり、同じような質問に関しては整理を行い、最終的に 18 問にまとめ、禁忌事項を中心に話をしていただきました。

質問の一部を記載します。アンケート内容や質問に対する回答などについての詳細は演者の方の抄録を参考にいただき、ここでは割愛いたします。

【質問例】

- 金属探知機を使用している施設はどのくらいありますか？
- 1 日の検査担当技師は何名で行っていますか？
- 入室前の確認はどのような職種の人が対応していますか？
- 人工心臓弁で MRI 対応しているものは何年以降の製品ですか？
- 避妊リングが挿入されている場合はどうしたらよいですか？
- 歯科矯正を行っている場合、同意書などはとっていますか？
- CF などにより施術された止血クリップの MRI 検査は行っていますか？
- 乳児の検査は 3T よりも 1.5T が推奨されるのでしょうか？
- カラーコンタクトは、はずしたほうがよいですか？

- (添付文書に記載ないことが多い) 整形外科インプラントは 3.0T で検査できますか？
- チタンは、無条件で検査できますか？またチタン合金はどうですか？
- 妊娠中の MRI は、何週目から可能ですか？また同意書は必要ですか？
- ヒートテックなど、保温機能下着の取り扱いはどうしていますか？
- 検査後に熱かった(汗が出るほど)と訴える方が 3T になってから増えましたが、なぜですか？
- 刺青で火傷するとか変色するとか言われていますが本当ですか？
- 同意書がないと MRI 検査を行わない施設はどの程度ありますか？
- 患者の体内金属などが MRI 対応かわからない場合、依頼医師から検査可能かどうかよく質問をされますか？またその際にどのように返答していますか？
- 条件付き MRI 対応ペースメーカーの検査までのフローチャートはどのようにしていますか？

【最後に】

多くの質問を頂きありがとうございました。夕刻の遅い時間帯のセッションにも関わらず多くの方に参加していただきました。MRI 検査は一つ間違えると大きな事故にもなり得る検査であり、日頃から気をつけて行うと共に、禁忌物品など最新の情報を知っておく必要があります。このセッションで行った内容に関しても参考にさせていただけたら幸いです。座長の不手際により、会場より多くの質問を受ける時間が無くなりましたが、今回のテクニカルディスカッションを行うにあたり快く引き受けていただいた演者の皆さま、質問を提示していただいた皆さま、当日お手伝いをして頂いた埼玉県診療放射線技師会関係者の皆さまに感謝致します。

以上

テクニカルディスカッション②

安全に MRI 検査を行うために ～ Q and A ～

埼玉医科大学病院

近藤 敦之

【はじめに】

埼玉県内の MRI 保有施設に対して安全管理に関するアンケートを実施した。その中で安全管理に関する質問を募集した。当院での運用を含めた例として回答を作成した。

【質問と回答】

質問の内容を大まかに以下のように分類し、回答した一部を以下にまとめる。

- ①検査体制
- ②同意書
- ③妊娠・小児
- ④体内外金属
- ⑤刺青
- ⑥心臓ペースメーカー

①検査体制

<質問>

・技師の配置人数や検査前確認をどの職種がするか？

<回答>

当院では4台のMRI装置があり、3台がMR棟と1台が本館と離れた場所に設置されている。3台あるMR棟には診療放射線技師4人、放射線科の看護師が数人、放射線科医師も数人は常駐している。本館にあるMRIでは放射線科看護師が常駐できない場合もあり、診療放射線技師2人の配置となっている。検査前確認は放射線科看護師と診療放射線技師で協力して行っている。受付事務の方も前日に造影剤の同意書と腎機能のファーストチェックをしている。技師の配置人数は関係職種が検査前準備にどの程度関わるかによっても変わると考えられる。

②同意書

<質問>

- ・妊婦や歯科矯正は同意書を取得しているか？
- ・検査自体に同意書が存在するか？

<回答>

アンケート報告では同意書を運用している施設は多くない集計結果だった。同意書が病院の正式文書として承認されるのに時間を要することも一因として考えられる。当院では妊婦に対しては、承諾を得た上でオーダーしてもらう運用としている。歯科矯正や体内金属、造影剤に関しては同意書を取得している。同意書の実例として記載している内容や必要事項を示した。

③妊娠・小児

<質問>

- ・妊婦を何週から検査するか？
- ・小児の場合のSAR管理は？
- ・小児検査に関するコツ（固定方法）は？
- ・小児検査は3.0Tよりも1.5T？

<回答>

一般的には、細胞分裂が盛んな器官形成期（妊娠4週～12週）はMRI検査を極力さげほうが望ましいため、当院では妊婦は14週以降で検査を行っている。また器官形成期において奇形を示す報告があることや胎児・乳児に対するMRI検査の安全性は確立されていないとするFDAや厚生労働省の見解を広く周知できるようにしている。

SARに関する基本事項を確認のため示した。使用するコイルが同じ場合、RFパルスを短時間に多く（強く）かけるとSARの制限を受けやすくなるため、TR・スライス枚数・ETL・Flip Angleなどを調整すれば制限がかからなくなる。これら以外にも使用装置（メーカー）によって特徴的な対策ができるものを紹介した。小児検査は鎮静方法、検査目的、撮像部位、撮像範囲により使用するコイルや検査時間が大きく変わる。撮像部位に適応したコイルを含めて固定するのがポイントとなる。その他、静磁場の中心にすること、不意の体動に対応できることや固定具の材質などについて紹介した。

小児検査が低磁場の装置が推奨されるという規制はない。

④体内金属

<質問>

- ・内視鏡クリップは検査していますか？
- ・カラーコンタクトレンズははずすべき？
- ・不明金属（MRI 対応か不明）の場合は？
- ・金属探知機を使用していますか？
- ・について質問がありました。

<回答>

内視鏡クリップに関しては製品によって禁忌なものもあるので添付文書を確認しなければならない。当院の内視鏡クリップは禁忌のため MRI 検査は施行していない。

カラーコンタクトレンズには金属酸化物系着色剤が含まれているものがあるため当院では外す運用としている。コンタクトレンズに限らず検査のために患者さんが装着品を外す場合はその保管と十分な配慮が必要となる。またカラーコンタクトレンズは日本放射線技師学会で偏向角測定試験結果が発表されているので併せて参考にしていただきたい。

不明金属に関しては、過去の MRI 検査の有無、いつ、どこでどのような疾患で金属を挿入したかなどを可能な限り調べる。X 線写真などがある場合は、体内金属と骨の関係をチェックする。その上で依頼医師や放射線科医師との相談となる。どうしても検査を施行する必要がある場合は施設の中の低磁場装置での検査が推奨される。

金属探知機はゲート方式のものとハンディータイプのものがあるが、ハンディーのものを運用している。意識のない患者さんなどに使用しているが全ての患者さんに使用しているわけではない。

⑤刺青

<質問>

- ・刺青で火傷するとか変色するとか言われているが、本当になるのか？
- ・1.5T で対応しているが、経験がないので、どんな条件だと起こりうるのでしょうか？

<回答>

国内での事例が少ないため 2000 年に米国で報告された事例（1.5T 使用）を紹介した。撮像部位（頸椎）、シーケンス、刺青の状態、熱傷の程度について紹介した。特に、火傷がおきた刺青部分は稲妻のような形をしているが、漢字の刺青部分には火傷は起きていない。この報告書でも非常に珍しいケースとして紹介してある。詳しくは参

考資料がインターネットで閲覧できますので参考にさせていただきたい。

⑥ペースメーカー

<質問>

- ・条件付きペースメーカーの検査までのフローチャートをどのようにしているか？

<回答>

当院では条件付きペースメーカーの検査を行っていない。フローチャート例と実際の運用例として埼玉医科大学国際医療センターのものを示した。

【まとめ】

MRI の安全管理は明確な回答を示すことが難しいのが現状である。同じ医療機器であっても検査できないものと条件付きで可能なものが混在している。添付文書にしてもその内容が突然変更されることもある。本来であれば磁気共鳴医学会から指針等が示される事が望ましいが、多くの条件付きデバイスの登場や MRI の高磁場化等で難しいのが現実である。『安全に MRI 検査を行うために』は最新の情報を取得し共有する必要がある。今回のアンケート報告や QA を活用し、自施設の安全管理と対比し安全な MRI 検査を行う一助となればと考える。

最後に、安全管理に関するアンケートにご協力頂いた皆さま、SMC の皆さま、埼玉医科大学国際医療センター、埼玉医科大学病院の関係した全ての皆さまに感謝申し上げます。

【参考資料／サイト】

- ・動画で学ぶ MRI の医療安全
<http://di-lab.jp/JMRTS/>
- ・MRI SAFETY FORUM
<http://www.growlab.co.jp/qa/index.php>
- ・刺青の火傷症例報告
Wagle WA, Smith M : Tattoo-induced skin burn during MR imaging, AJR Am J Roentgenol, 174 : 1795, 2000.
- ・3T-MRI 装置の安全性 川光 秀昭
日本放射線技術学会雑誌 Vol. 64 (2008) No. 12
- ・MRI の安全性 宮地 利明
日本放射線技術学会雑誌 Vol. 59 (2003) No. 12

テクニカルディスカッション②

安全に MRI 検査を行うために ～アンケート報告～

済生会川口総合病院
棹山 孔太郎

【はじめに】

MRI 検査を受けられる患者さんは検査前に必ず問診や入室前チェックを行う。しかしながら体内金属を始めとする医療デバイスは多数存在しており、各施設においてどのようにチェックしているのか？チェック項目としてどのようなものを確認しているのかといった事は MRI 検査に従事する者にとって非常に気になる場所である。そこで埼玉県内の各施設にアンケート調査を実施し集計報告をさせていただいた。

【アンケート項目 & 回答施設について】

1. MRI 保有台数
2. チェックリスト《問診票》として記載しているのはどのようなものか？
3. 同意書を必要としているものは？
4. 検査不可（または条件つき）の物品はどのようなものか？

以上の4項目について調査を行い、18施設の回答をいただいた。

【装置保有台数】

図1に示すように1.5T装置のみが9施設、3T装置のみが1施設であり両方を保有する施設が8施設あった。

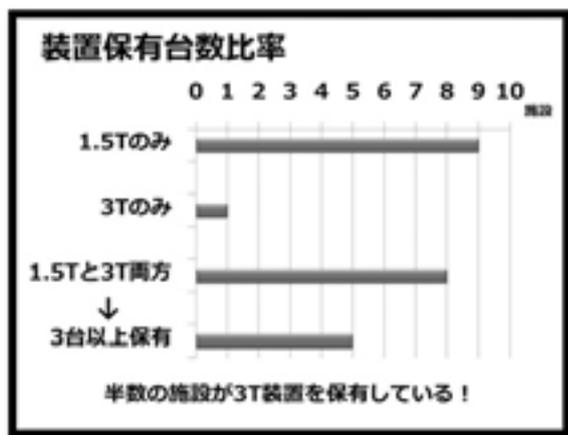


図1：装置保有台数比率

【問診票】

体内金属からテレホンカードまでの83項目のうち半数以上の施設でチェックされていた項目を図2に示す。

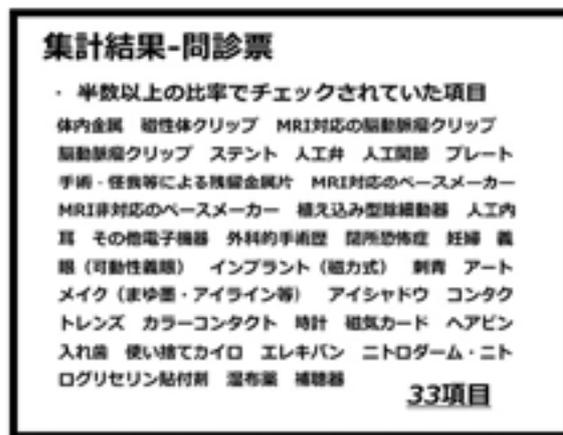


図2：問診票における半数以上のチェック項目

7割以上の施設でチェックされていた項目は①体内金属②MRI対応脳動脈瘤クリップ③ステント④人工関節⑤MRI対応のペースメーカー⑥人工内耳⑦外科的手術歴⑧閉所恐怖症⑨妊婦⑩義眼(可動性義眼)⑪刺青・アートメイク⑫ニトロゲーム・ニトログリセリン貼付剤⑬湿布薬⑭補聴器の14項目となり唯一すべての施設でチェックされていたのは刺青のみとなった。いずれもMRI検査における注意喚起の項目の代表格が勢ぞろいした結果となった。

【同意書】

各施設において個別に同意書を必要としている項目は少なかったが、①MRI対応ペースメーカー②妊婦③刺青・アートメイクといった項目が目立つ結果となった。妊婦をはじめとする安全性の確立されていないものや、検査後の変化が予想される項目に対して同意書を利用しているように思われる。また同意書までには至らないがカルテへの記載や、主治医の判断としている施設が多数

見受けられた。

【検査不可及び条件付き物品】

図3に目立った項目を示す。

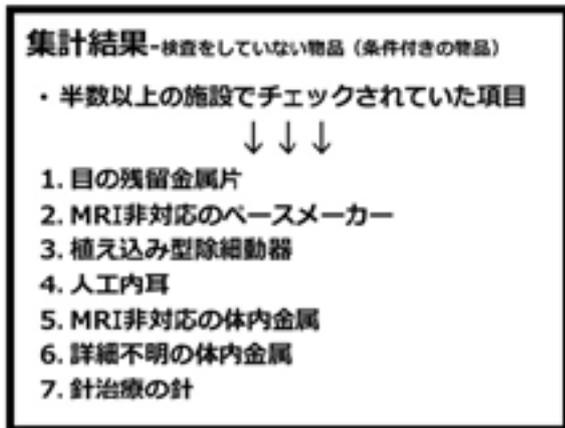


図3：検査不可および条件付き物品における半数以上のチェック項目

材質・詳細不明なものは当然ながら禁忌としている施設が多く、1.5Tと3T装置両方とも保有している施設ではそれぞれの物品に対し使い分けをしている施設があった。また人工弁・人工関節、止血クリップなどについて指定の製品は検査を行わないと事前に取り決めをしている施設も見受けられた。

【まとめ】

刺青をはじめ歯科インプラント（磁石式など）の検査後の変化やデバイスの故障が予想されるものは個別に同意書を用意するのが良い対応策ではないかと思われる。注意喚起と情報提供は我々検査施行担当者が行うべきであるが、依頼される担当医師にも確認をしながら安全なMRI検査を施行する事が望ましいと考えられる。

報告の中では『MRI-SAFETY FORUM』(<http://www.growlab.co.jp/qa/>)というサイトを紹介させていただいた。こちらではMR専門技術者認定機構がバックアップしMRIに関する安全情報を発信するとともに、臨床現場において困惑する事例に対し上級MR専門技術者が回答するQ&A方式のシステムになっている。すでに多くの事例が紹介されているので一度閲覧して頂くと参考になると思う。閲覧は自由ですが、質問を投稿する場合はユーザー登録が必要となる。

【結語】

3T装置をはじめとする高磁場MRI装置が開発される中、それに対応するデバイスも次々と商品化されている。MRI対応のペースメーカー・人工内耳・除細動器・神経刺激装置など各社から提供されるようになった。受診者にとっては選択肢が広がり嬉しい事であるが、我々従事者にとっては施設基準・適正パラメータ・検査時の物品準備ならびにスタッフ周知といったハードルが山ほどある。今まで禁忌であったものが検査可能となり、それとは逆に装置の高磁場化により可能であったものが禁忌となる可能性もある。

今後も正しい知識と新しい情報の収集が求められる。今回の集計を参考に各施設の臨床現場におけるMRI検査の安全施行の一助になれば幸いである。

最後になりますが今回アンケートにお答えいただいた18施設の方々には業務のお忙しい中、ご協力頂き感謝すると共に深くお礼申し上げます。

以上