

【MR 研究会】

平成 26 年度 MR 研究会報告

本研究会の今年度の活動内容は、夏季学術大会での研究会の開催と、11月にMR医療安全セミナーを島根県で12月にMR基礎セミナーを高知県で開催予定である。詳細は後日HPにて報告します。

本報告書では、学術大会について、そのプログラムを記載した。また、学術大会での講演の抄録も記載した。

代表世話人 岡山大学病院 大野 誠一郎

「夏季学術大会」

日時 平成 26 年 7 月 6 日 (日) 10:00~15:30

会場 岡山大学病院 臨床第 2 講義室 (10:00~15:30)

午前の部 10:00~12:00

司会 愛媛大学医学部附属病院 山内 聡
最新情報セミナー

「MRI の最新撮像技術

—SILENT SCAN、FOCUS—

GE ヘルスケア・ジャパン株式会社

内海一行

教育講演

「MRI を通じた学術活動

～その有効性と有用性～

つくば画像検査センター 田渕 隆

午後の部 13:20~15:30

司会 光生病院 小野 敦

特別講演 I

「国立循環器病研究センターにおける

心臓 MRI 技術と臨床応用」

国立循環器病研究センター 放射線部

森田 佳明先生

特別講演 II

「膵胆道領域の機能動態イメージング

—基礎と臨床応用—

川崎医科大学 放射線医学 (画像診断 1)

教授 伊東 克能 先生

最新情報セミナー

「MRI の最新撮像技術

—SILENT SCAN、FOCUS—

GE ヘルスケア・ジャパン株式会社

内海一行

MRI では、パルスシーケンスに合わせて傾斜磁場コイルが振動し、その振動をコイルが巻かれている筐体が空気の振動に変えて音を出しています。**SILENT SCAN** においても信号を収集する際に傾斜磁場は使用します。しかしながら、**SILENT SCAN** では傾斜磁場コイルに電流の on-off (逆方向への on-off) の頻回なスイッチングをまったく行わず、k スペースの 1 ラインの収集においては極性の変わらない、直流の電流を傾斜磁場コイルに流して信号収集を行っている状態に近い状態です。傾斜磁場コイルは振動しないため、結果として撮像中に音を発生させないことが可能となります(検査環境音 +3dB 以下)。

SILENT SCAN は、MRI の新しい信号収集方法と呼ぶこともでき、弊社ではこの技術を“Silenz”と呼んでいます。**SILENT SCAN** を行うために必要な要素技術は、ソフトウェア技術としての Silenz、傾斜磁場コイルへ安定した電流を供給する電源システム、そして RF コイルにおける Ultra-Fast RF Switching です。

SILENT SCAN では、通常よりもきわめて短い RF 印加による励起が行われ、RF 励起後次の瞬間から信号の受信が始まります。この時 RF コイル側は送信時のモードから受信時のモードへマイクロ秒オーダーの高速切り換えが必要となり、これを行うことを Ultra-Fast RF Switching と呼んでいます。実際、**SILENT SCAN** では TE は、ほぼ「0」 msec となります。**SILENTSCAN** を用いた 3D MRA では、TE=0msec のため、Flow によるボクセル内の位相分散に強い特性を有し、屈曲部での信号の抜けが少ない画像が得られます。

FOCUS は局所励起技術を用いて従来よりも歪の少ない、空間分解能の高い DWI を可能

とする技術です。2D RF Excitation と呼ぶ特殊な RF 励起法を用いています。「2D」の意味はスライス方向と位相エンコード方向の 2 方向において所望する選択領域を励起することを意味しています。2D RF Excitation では、小さな複数の RF パルスから成る、特殊な RF 波形を用いており、それぞれの小さな RF パルスに呼応する傾斜磁場パルスが撮像領域の位相方向にかかっています。位相方向に傾斜磁場がかかった状態で RF が印加されるため、位相方向の特定領域だけが励起されることとなります。

実際の FOCUS の設定では、FOV と Phase FOV の値を入力することで励起される領域(形)が決まります。例えば、FOV が 10cm で Phase FOV が 1 ならば、10cm FOV の正方形領域を選択的に励起しますし、FOV が 20cm で Phase FOV が 0.5 ならば位相方向に対して 1/2 の範囲のみを短冊状(20×10cm)に選択した領域が励起されます。どちらの場合も FOV の外側に被写体があったとしても折り返しアーチファクトはまったく生じません。

FOCUS のよい適応として臨床応用に期待されるのが DWI や DTI です。DWI の課題として、データ収集に起因する画像の歪の低減や空間分解能の改善が挙げられます。EPI では、位相方向の FOV が小さいほど、 B_0 不均一やケミカルシフトによる位相分散の影響が相対的に小さくなり、歪みが小さくなります。また、 K_x 方向のデータ収集スピードが速いほど歪が小さくなります。関心領域が短冊状の FOV に収まる撮像は FOCUS のよい適応の 1 つです。ただし、FOV を絞れば S/N が低下することは、念頭に入れておく必要があります。

以上、それぞれの原理を基礎的なところから講演頂きました。両者とも使用可能な装置に制限があり、これからの普及に一層期待したい。

教育講演

「MRI を通じた学術活動

～その有効性と有用性～

つくば画像検査センター

田渕 隆

田渕先生ご自身のこれまでの経験を交えてご講演していただきました。

探究心をもつ最初の契機となったのは、1986 年日本医科大学付属病院に勤務していた際、画像構成に利用されているフーリエ変換を学んだことである。その後、1999 年 single-shot TSE 法を通じて MRI シーケンスの特徴を知り、k 空間充填法や half scan を応用することにより、撮像条件の工夫ができることを知った。

2003 年の realtime navigator、plaque imaging についての研究実例を概説する。研究成果は、有効性と有用性を区別して考える必要がある。有効性は、それに効果があるかということであり、有用性は、有効な検査方法から導きだした使用価値を意味している。有効性はあるが、有用性がないものは使えない。有効なものを有用なものにすることが大切である。

学術活動をするには、強い探究心をもつことが大切である。探究とは、知識を論証すること、疑念を解消すること、ないしは問題解決することという目的のある思考過程のことである。“おかしい”と感じ、それを楽しく解決することが大切である。そのためには、環境、ひらめき、運、執念などが必要となる。強い探究心を持って放射線科医、脳神経外科医、整形外科医、循環器内科医、医療機器メーカー、他の技師、同僚らとネットワークを取りながら有用性の高い研究成果を目指すこと、そして、何よりも学術活動を楽しむことが肝心と考える。

学術活動への高いモチベーションを保たれている姿勢は素晴らしく、多くの参加者が、身の引き締まる思いで聴講されていました。

特別講演 I

「国立循環器病研究センターにおける心臓 MRI 技術と臨床応用」

国立循環器病研究センター 放射線部
森田 佳明

国立循環器病センターにて臨床利用されている心臓 MRI のプロトコールとその有用性について概説していただいた。

心臓 MRI の利点は、非侵襲的に冠動脈と心筋壁運動評価が行える点および造影剤の使用により、心筋の灌流遅延や心内膜下梗塞の評価を高コントラスト・高空間分解能で実施できる点である。しかしながら、心臓 MRI は、検査時間が 60 分程度と長く、検査の前処置を必要とする場合もあるため、撮像シーケンスとパラメータの最適化が重要となる。

シネ MRI は非造影で、心筋壁運動や壁厚や弁の動き、左室容積、駆出率などの血流を観察することができる。また、tag pulse を用いることで心筋の局所運動機能の定量的な評価も可能であり、心筋症の診断に利用されている。

パーフュージョン MRI は、造影剤の心筋への灌流状態を観察することによって、正常心筋と虚血領域は鑑別可能となり、遅延造影 MRI では心筋梗塞領域を高信号に描出することができる。遅延造影 MRI は、核医学検査よりも高解像度、造影 CT よりも高コントラストな画像が得られるため、心筋梗塞に対する感度は高い。梗塞領域が、左心室の壁の厚さ全体を占める「貫壁性梗塞」であるか、または壁の左心室に面する部分に限られる「内膜化（非貫壁性）梗塞」であるかの心筋進達度を把握し、心筋バイアビリティー評価に利用されている。

また、遅延造影効果は心筋梗塞の広がりをよく表すため、その大きさや心室壁内の分布から重症度を判定できることは当然であるが、急性期の心筋梗塞では、MRI の造影効果は典型的な遅延造影だけでなく、重症度を判定することも可能になってきている。急性期の心筋梗塞で

重症度が高い心筋傷害のパターンは、梗塞部が十分な遅延造影を示さず、中心に非造影領域が大きく残る。このような造影パターンを示す領域は、慢性期には心筋が薄く、収縮の働きがなくなるのが一般的である。つまり、梗塞心筋の慢性期での回復状況が、急性期の造影 MRI である程度、予想可能と考えられる。

最後に、「Journal of American College of Cardiology」に平成 26 年 3 月 11 日付で掲載された**心筋梗塞に発展する可能性の高い不安定プラークを検出する心臓 MRI の臨床応用**について、解説する。

心臓 MRI 検査を受けた患者 568 人を平均 4 年間以上経過観察し、MRI で描出された冠動脈プラークの特徴を分析した。脂肪抑制併用非造影 T1 強調画像は、不安定プラークに特徴的な出血を含む脂質成分を高信号として検出可能である。プラークの信号強度と周囲の心筋の信号強度の比を PMR (plaque-to-myocardium signal intensity ratio) として算出し、ROC 曲線より心事故（心筋梗塞、不安定心筋症、心臓突然死、ステント治療を要した狭心症）発症頻度のカットオフ値を求めた。

その結果、PMR1.4 以上かつ冠動脈疾患の既往があるケースが最も心事故を起こしやすく、36 か月（3 年）で 30% が心事故を発症していた。一方、PMR1.4 未満かつ冠動脈疾患の既往がないケースでは、72 か月（6 年）経過しても殆ど心事故は起こっていなかった。さらに、PMR1.4 以上の病変があることは、冠動脈疾患の既往があることと同等の心事故発生率であることが明らかになった。

被曝や副作用の心配が無い MRI で不安定プラークが特定でき、また複数回の検査が容易であることから、今後循環器ドックの項目採用や、プラークを安定させ得る薬剤の評価等にも応用できるものと期待されている。

特別講演Ⅱ

「膵胆道領域の機能動態イメージング

—基礎と臨床応用—

川崎医科大学 放射線医学（画像診断1）

教授 伊東 克能 先生

世界に先駆けて開発・臨床応用した膵胆道領域の機能イメージングとしての選択的 IR パルス併用 cine dynamic MRCP の臨床応用についてご講演していただいた。

膵液の flow imaging

選択的 IR パルス併用 cine dynamic MRCP を行い、正常例と急性膵炎における膵液の流れを比較すると、正常例は 40 回中約 30 回流れているが、急性膵炎では約 4 回と、非常に流れが悪くなっている。急性膵炎によって一時的に膵外分泌機能が障害され、膵液の排出量や流速の低下が起こっていることが原因と考えられる。急性膵炎回復後、膵外分泌機能の低下が約半数で改善していないことが報告されており、臨床的により重要なのは、急性膵炎回復後の膵外分泌機能改善の評価と言える。

慢性膵炎も膵液の流れが悪くなる。通常の MRCP 像において、主膵管と分枝膵管の不整拡張があれば、慢性膵炎と考えられるが、画像だけでは「準確診」にしかならない。本法を行い膵液の排出がほとんど認められなければ、膵外分泌機能が低下していることがわかる。慢性膵炎の診断において、従来の形態的变化に加えて膵外分泌機能の評価することで、画像のみでの確診も可能になると考える。

慢性膵炎臨床診断基準 2009 では、「慢性膵炎偽診」と「早期慢性膵炎」という概念が加えられたが、慢性膵炎偽診は画像上 (CT, MRI, ERCP) の所見がないものとされている。一方、早期慢性膵炎の画像所見 (EUS 所見) があり、かつ一定の診断項目に該当すれば、早期慢性膵炎と診断される。本法は、通常の MRCP ではほとんど所見がなくても、慢性膵炎偽診または早期慢性膵炎を積極的に疑い、EUS 検査を推

奨するスクリーニング的な役割を果たすことができるのではないかと考えている。

胆汁の流れの描出

胆汁は、流れが遅いことや胆管の内圧が膵管に比べて低いことが原因で、膵液よりも流れがみえにくく、また、逆流があることが特徴である。正常群と良性胆管拡張群を比較すると、正常群では順行性の流れも逆行性の流れも同等にみられるため、胆汁の逆流は生理的変化と言える。胆汁の順行性の流れは、胆嚢収縮により胆道内圧が上昇し、胆汁を押し出すためであり、頻度は膵液の排出ほど多くはない。逆行性の流れは、乳頭括約筋の収縮時に反動で逆流すると思われる。胆管拡張群では、順行性の流れは少し悪く、逆流は比較的流れている。よって、過形成などによる乳頭狭窄はあるが、乳頭括約筋機能は保たれていると考えられる。

胆嚢からの収縮圧がなくなる胆摘群でも順行性の流れは同程度にみられている。胆汁が肝外胆管内に溜まることで胆道内圧が上昇し、胆汁を押し出しているものであり、胆摘群では肝外胆管が胆嚢の役割の一部を果たしていると考えられる。また、逆流も正常群と同程度にみられた。乳頭括約筋の収縮圧は胆道内圧より格段に高く、括約筋の収縮時に反動で逆流すると思われる。

下部総胆管結石症では、胆汁の流れに伴い結石が絶えず上下動していることがわかり、胆管が完全閉塞していないことがみて取れる。下部総胆管結石が存在するにもかかわらず、肝内胆管の拡張が軽度である理由と考えられる。

最後に、本法は、膵液・胆汁の排出動態の評価に有用であり、膵外分泌機能診断や十二指腸乳頭括約筋機能診断への臨床応用が期待される。形態診断ではわからなかった新たな診断情報をもたらすと考えられるため、利用可能な施設は、ぜひ一度試していただきたい。