

【MR 研究会】

平成 23 年度 MR 研究会報告

平成 23 年度夏季学術大会 MR 研究会を下記プログラムにて開催した。

今回のセミナーでは、頭部、心臓 MRI の基礎的な検査方法から画像診断や最新情報までと MR ガイド下収束超音波治療の話題を 4 名の講師の方々に講演して頂いた。

講演 1「アーチファクトを利用する ～予測して検査に挑もう！～」では、もみのき病院の水口紀代美先生より、頭部 MRI のロカライズ画像のシーケンス、撮影条件を変更することで、歯科材料などによるアーチファクト、Diffusion や MRA のアーチファクト、ならびに磁性体の有無や位置などを予測し、検査のクオリティやスループットをあげる方法を詳しく教えて頂いた。

講演 2「循環器領域の MRI」では、兵庫県がんセンターの石本剛先生より、近年需要が増え、我々の関心が高まっている心臓 MRI について、撮像断面の設定方法などの基礎からシネ、Perfusion, 遅延造影、MRCA など各プロトコルの進め方や注意点、さらには各疾患の画像診断までを臨床画像や心エコーの画像との比較など用いて詳しく教えて頂いた。

講演 3「MR ガイド下収束超音波治療 –現状と研究中的应用」では、インサイテックジャパン社のヤイール バウアー先生より、MR ガイド下で行う収束超音波治療の原理や MR ガイド下で行うメリット、現状の子宮筋腫の治療方法、そして研究中の整形領域、乳房、前立腺、頭部などへの応用など、今後の大きな可能性について詳しく教えて頂いた。

講演 4「脳卒中疾患に対する最新の MRI 診断」では、川崎医科大学の宇野昌明先生より、脳卒中に対する診断において、MRI による脳のバイアビリティの評価が患者の予後を予測するために大きな役割をもっていること、血栓や側副血行路などの評価に T2*の画像から多く

の情報が読み取れ、非常に有用であることなどを臨床画像と併せて詳しく教えて頂いた。

(当番世話人 安並 洋晃、大野誠一郎)

「平成 23 年度夏季学術大会」

日時：平成 23 年 7 月 10 日（日）

午前 10 時～午後 3 時

場所：岡山大学 鹿田キャンパス

臨床第 2 講義室

【午前の部】（10:00～11:40）

座長 高知大学医学部附属病院 安並 洋晃

1.「アーチファクトを利用する ～予測して検査に挑もう！～」

医療法人治久会もみのき病院

水口紀代美

座長 岡山大学医学病院 大野 誠一郎

2.「循環器領域の MRI」

兵庫県立がんセンター

石本 剛

【午後の部】（13:30～15:30）

座長 高知大学医学部附属病院 安並 洋晃

3.「MR ガイド下収束超音波治療 –現状と研究中的应用」

インサイテックジャパン社

ヤイール バウアー

座長 社会医療法人光生病院 小野 敦

4.「脳卒中疾患に対する最新の MRI 診断」

川崎医科大学 脳神経外科 教授

宇野昌明

アーチファクトを利用する

～予測して検査に挑もう！～

医療法人治久会もみのき病院

水口紀代美

■背景

当院は平成 10 年に開院した脳神経外科を中

心とした病院であるが、ホスピスやγナイフセンター、リハビリの充実（一般病床数 48 床に対しリハビリスタッフ 26 名を配置）、小児科の夜間診療と、地域密着型でもあるが、γナイフをパーフェクションに入れ替えるなど、最先端の装置も導入するという特徴的な小規模病院である。MR 件数の 90%以上は、頭部や脊椎系が占めており、毎月 1000 件～1200 件の検査数がある（内、造影検査は 110 件程度）。当院では平成 10 年より SIGNA EXCITE 1.5T（現在は SIGNA HD に version up）、平成 18 年 6 月に SIGNA HDe 1.5T を導入し、2 台の MR にて業務を行っている。MR 予約患者の他に、当日中に検査が必要な患者は、通常 1～2 時間の待ち時間となっているが、救急や病棟での急変、問診や診察にて一刻も早く MR を撮る必要ありと医師が決定した患者をその間に検査しなくてはならず、スループットを上げて検査を行い、すきまの時間を作るしか方法は無い。患者一人あたりの時間が長くなる原因に、シーケンスや断面の追加、アーチファクトが出ていて再撮を繰り返す等があげられる。この原因の予測が付きさえすれば、能率のよい検査ができるのでは無いかと考え、はじめに撮る位置決め写真を変更した。

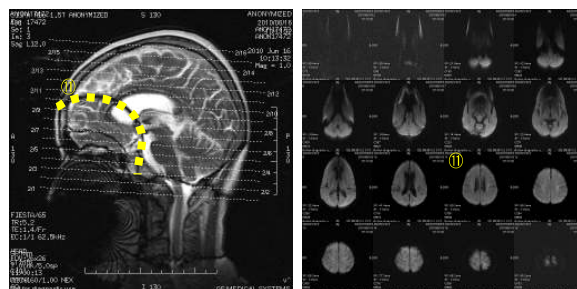
■パラメータの変更について

①撮像時間が 15 秒前後で終わるような条件を見つける（綺麗でも長いのは、スループットを下げるため）②脳外科では患者が検査中に急変することも少なくなく、また認知症の患者も多いため、医師が画像を見たときに脳内出血や慢性硬膜下血腫などで血腫量の推測や位置をある程度わかるもの③できれば、高分解能なものとなるように条件設定を行った。

Ballanced field echo である FIESTA が金属アーチファクトに対して特徴的なラインを示すことを利用し、位置決め写真を FIESTA に変更した。

条件：3-plane FIESTA matrix=320×192

BW=62.5 FA=65 Slice 厚=7mm



（破線を含むスライス は Diffusion で歪みを感じる）

■変更したことに対するメリットのまとめ

(1) Diffusion で利用するメリット

アーチファクトがどこまで影響してくるのかを予測できるようになった。

アーチファクトを少なくする断面の設定ができるようになった。

時間があるときは、Propeller を用いてアーチファクトのない Diffusion を撮る指標となった。

(2) MRA で利用するメリット

内頸動脈が走行している近くまで、アーチファクトが及んでいるときは、少し顎を上げて、内頸動脈から離すようなポジショニングをすることで、偽狭撃を防ぐことができるようになった。

(3) 金属検出で利用するメリット

どこに金属があるのかが明瞭となった。

(4) 番外編：髄膜腫

脳脊髄液とのコントラストに優れるため、比較的小さな腫瘍の検出率が up した。

(5) 番外編：AC-PC ライン

前交連・後交連が他シーケンスの位置決め写真より明瞭になった。

循環器領域の MRI

兵庫県立がんセンター 放射線部 石本 剛

近年の MRI の技術進歩は目覚ましく、数々の不可能を可能にしてきた。循環器領域での撮像もその一つである。現在、心臓 MRI では、心臓

の動きを観察する cine MRI, 心筋灌流評価を行う perfusion MRI, 心筋梗塞等の心筋性状を評価する late gadolinium enhancement (LGE) MRI, そして冠動脈の直接評価を行う coronary MRA 等と多岐にわたり行われている。本大会では循環器領域の MRI として心臓 MR の標準プロトコール (SCMR 等) を中心に紹介した。

Cine MRI は, balanced SSFP シークエンスを用いることで心筋と心内腔の明瞭なコントラストが得られる。撮像断面は, 左室短軸像, 左室長軸像, 四腔像が主に用いられ, 右心系の評価を必要とする場合には, 右室長軸像, 右室流出路像等追加する。最近では 3.0T 装置を用いた心筋の局所壁運動を評価する tagging 評価の有用性も報告されている。問題点として心機能解析 (心外膜と心内膜のトレース) の自動化ができず手間がかかること, 不整脈での撮像は, 画質低下を招く等の問題がある。

Gd 造影剤をボラス注入後, 造影剤が心筋を通過する状態をダイナミック撮像する perfusion MRI は, 造影剤の First pass 時に虚血心筋は正常心筋よりも低信号に描出される。左室短軸 2~3slice /心拍の撮像を行い, 心臓核医学よりも高分解能で虚血性心疾患の評価が可能である。一方, 問題点は使用装置や撮像法による画質や診断能にばらつきがあることや運動負荷検査が不可能であることがあげられる。

一般的に“遅延造影”として使用される LGE MRI は, IR パルスを印可し正常心筋組織を抑制する inversion time (TI) を設定して正常心筋と障害心筋のコントラストを得る。2D 撮像は 1 心拍中のデータ収集期間を短くすることで心拍動による影響を抑制し, また正常心筋部の null 値を正確に反映させることができる。3D 撮像は, 1 回の呼吸停止で左室全体をカバーできるため広く頻用されている。

coronary MRA は, 非侵襲的な評価法として 1990 年代から行われ, 最近では 1 回の撮像で

心臓全体をカバーする“Whole Heart MR Coronary Angiography”が行われるようになった。撮像シーケンスは, b-SSFP に脂肪抑制, T2prep を併用することで冠動脈を明瞭に描出できる。また頸動脈で盛んに行われている血管壁評価が冠動脈領域へも導入され, 今後非侵襲的な評価法としての期待は大きく臨床への導入が予想される。

今後も MR では, 超高磁場化, 新しい撮像シーケンス等の技術進歩が進み, 現在の不可能を可能にしていくだろう。循環器領域の MRI は, より安全でより優しい“非侵襲的な評価法”として確立されていくものと思われる。

【MR ガイド下集束超音波手術 — 現状と研究中の応用】

InSightec Japan 株式会社

日本担当ジェネラルマネージャー

ヤイール・パウアー

概要

MR ガイド下集束超音波手術は, 切開を伴わない非侵襲的的外科処置である。超音波エネルギーが皮膚を傷つけることなく腫瘍周囲の組織を貫通し, 主に病巣部に蓄積することで熱を発生させ, 標的組織を熱性凝固させる。磁気共鳴画像法 (MRI) により, 画像情報を利用して標的組織に的を絞ると同時に, 治療中の標的組織の温度測定を行うことで, 閉ループ・フィードバックによって治療を的確に制御することができる。患者は, 治療計画の間と治療が終了するまで MRI スキャナー内に横たわり, 担当医師が MR 制御室に隣接する MR ガイド下集束超音波手術ワークステーションから治療を行う。MR ガイド下集束超音波手術の ExAblate システムは, 子宮筋腫治療用として, ほとんどの国で市販されている。

本概要では, MR ガイド下集束超音波手術の概要と臨床応用の進捗状況について報告する

骨転移症例の疼痛緩和

MR ガイド下集束超音波手術の治療目標は、疼痛を比較的速やかに緩和し、緩和時間が持続するようにすることである。

放射線療法に不適合であると考えられる患者およそ 100 名に実施した臨床試験では、治療の数日後に、患者が顕著な疼痛緩和を示し、緩和状態が 6 カ月間まで持続し、鎮痛薬の回数が減少した。

乳癌

現在までに、第 I 相および II 相の臨床試験で、200 名以上の患者が MR ガイド下集束超音波手術を受けている。これらの臨床試験は、腫瘍を非侵襲的に治療する方法として乳腺腫瘤摘出に取って替わる可能性を示すようデザインされており、治療後に腫瘍組織を切除して病理学的所見を獲得し、癌細胞の壊死率を確認する。これまでの治療結果は、MR ガイド下集束超音波手術が安全および確実に乳癌を切除できることを示している。安全性の結果は、担当医師による有害作用の報告によって算出される。これまでに、有害事象については、わずかな重篤な症例と軽度の有害事象が数件、報告されている。治療の認容性は良好で、副作用は最小限の程度であり、特に局所麻酔下で実施するとさらに良好である。患者にとって最も重要な利点の一つは、瘢痕を形成せず、乳房の美容を喪失しないことである。

日本では、現在、100 名の患者が外科的切開を行わない MR ガイド下集束超音波手術による療法の臨床試験に参加している。MR ガイド下集束超音波手術を受けた患者は、放射線療法をその後に受けている。

前立腺癌

MRI は前立腺限局癌の範囲と病型の診断に非常に有効である。MRI を基本とした診断と MRI 制御による療法の組み合わせで、(a) 限局した前立腺腫瘍を検出 (b) 神経束を検出 (c) MR 温度測定装置の機能により、非標的組織の

過熱を最小限にし、目的の治療部位のみを標的とする質の高い治療を行うことができる。MR ガイド下集束超音波手術は、前立腺全体におよぶ腫瘍だけでなく、限局性の前立腺腫瘍を治療することが可能であり、失禁やインポテンスのリスクを防止、軽減させる利点がある。

MR ガイド下集束超音波手術を様々な病期の前立腺癌に、単独療法として、あるいは放射線療法や薬物療法との併用療法として応用することが必要である

脳疾患

脳腫瘍 集束超音波手術は、軟組織および特定の腫瘍を熱エネルギーで焼灼できることを示して来た。脳腫瘍に対しても、標的部位に熱エネルギーを集束させることで癌細胞の破壊し、完全に組織除去することが可能だと考えられる。

脳卒中 集束超音波術は、前臨床試験により、脳卒中の患者を救う可能性があることが示されている。現在、進行中の 2 種類のプロジェクトにより、出血性および虚血性脳卒中の治療の可能性が評価されている。凝固部位に技術的高超音波エネルギーを適用すると、追加薬（例、TPA）を必要とせず、凝固を濃縮させることが可能であることが示されている。

脳卒中を MR ガイド下集束超音波手術で治療するのは、まだ前臨床段階である。しかし、結果は期待できる内容で、非侵襲的に血液凝固を濃縮させる可能性は、数百万名もの患者に恩恵を与えるであろう。

神経機能障害／神経障害性疼痛 最近、スイスで慢性の消耗性疼痛があり、薬物療法が有効でない患者 9 名に、MR ガイド下集束超音波手術を施行した臨床研究が完了した。9 名の患者全員が、治療後すぐに起き上がることができ、迅速な疼痛緩和の効果が報告されている。また、神経学的問題や治療後の有害事象は報告されていない。

「脳卒中疾患に対する最新の MRI 診断」

川崎医科大学脳神経外科 宇野昌明

1. Stroke MRI の有用性

徳島大学病院および川崎医科大学附属病院での診断のコンセプトはくも膜下出血を疑った患者以外はずまず MRI を最初に施行することである (“MRI first”)。Stroke MRI の内容は diffusion-weighted image(DWI), MR angiography (MRA), T2*-weighted image (T2*-WI)を基本としている。特に 3T-MRI は短時間でかつ明瞭な画像が得られることである。

2. 3T-MRI での T2*-WI の新しい所見

3T-MRI では磁化率効果で Bold 効果に代表される T2*コントラストの上昇が認められる。

1) 動脈内血栓の描出

1.5T-MRI でも内頸動脈終末部や中大脳動脈水平部の塞栓子はその deoxyhemoglobin の含有率上昇のために hypointense なものとして通常の血管径より大きく描出されることが報告された。発症後 24 時間以内の急性期脳梗塞では、3T-MRI では内頸動脈—中大脳動脈水平部を中心に見られたが、その頻度は 83%と従来の 1.5T-MRI での報告より高くなった。

2) Vessel ischemic sign

急性期内頸動脈閉塞や中大脳動脈閉塞例でその灌流域の皮質静脈の拡大が見られた。これをわれわれは「vessel enlargement sign」と呼んでいる。また皮質静脈拡大部から脳室の subependymal vein に向かう髄質静脈と思われる血管が hypointense に拡大して見られる。この血管の拡張が刷毛で掃いたように見られるため「brush sign」と呼んでいる。自験例の内頸動脈あるいは中大脳動脈閉塞 24 例中 vessel enlargement sign は 100%、brush sign は 92%に見られた。この 2つの sign を「vessel ischemic sign」と呼んでいるが、これらの sign が見られる理由は急激な脳血流の低下により、その灌流

領域の静脈内に deoxyhemoglobin が増加し、T2*のコントラスト効果により静脈が hypointensityとして拡張して見られると考えられた。

3. まとめ

3T MRI を脳血管疾患に使用することで、従来の 1.5T で認められなかった所見が明らかになり、新しい知見がえられたことを報告した。今後はこれらの sign が治療の適応や効果判定にいかに関与するかを検討する必要がある。