

MRI 検査の生産性を飛躍的に高める、Siemens Healthineers MRI装置の次世代モデル

— MAGNETOM Lumina 導入レポート —

メディカルスキャンニングは、MRI・CTによる画像検査・診断専門クリニックです。大学病院、基幹病院、地域のクリニックからの依頼検査数は年間40万件。質の高い画像と診断で最適な医療の普及に貢献されています。迅速な検査、クオリティの高い画像、そして正確な画像診断をモットーとし、電話1本で当日予約・当日診断も可能。全29クリニック（2019年9月現在）は駅から近く、患者様の利便性に配慮した検査環境を提供しています。

2台のMRI装置を運用し、1日で最大70件ものMRI検査を行うメディカルスキャンニング日暮里に、Siemens Healthineers 3T MRI装置の最新モデルである「MAGNETOM Lumina」が導入されました。本装置のポテンシャルと可能性について、今回は寺田茂彦 院長と曾根 佳史 マネージャーにお話をうかがいました。

質の高い医療サービスの提供のために、今のようなMRI装置が求められているとお考えですか。

寺田 先生 メディカルスキャンニングでは、患者さんの負担が少なく、安全な検査を気軽に受けていただくことを目指していますので、被ばくのないMRI検査が担う役割は非常に大きいです。我々がMRI装置に求めることは、端的に、診断に必要な情報を満たしたうえで、できる限り短時間で撮像・検査が完了できることです。撮像時間が短ければ、当然患者さんへの負担が軽減されますし、検査中の予期せぬ体動などのイベント発生リスクも軽減できます。海外からの報告だだと思いますが、MRI検査中の患者さんの体動によってモーションアーチファクトが発生し、MRI検査全体の約20%で何らかの再撮像が日常的に行われているということを知りました。改めて考えるまでもないかもしれませんが、長時間の撮像は患者さんへの負担の増加に加え、病院経営にとってもマイナス要因になってしまいます。“The faster the better.”ということなのです。

曾根 技師 撮像を行い、画像を提供する立場としては、患者さんの状態によらず安定した画像が得られることも重要な要素だと考えています。患者さんの状態によって、撮像条件を工夫したり、

使用するシーケンスを変更したり、最適な画像の取得のために放射線技師として日々努力を続けています。一方でMRI装置にも、画像の安定化・標準化のための新たな機構や撮像技術が加わることで、患者さん一人一人にとって最適な画像を、より安定して提供していけるようになって考えています。

まさに先生方がおっしゃる「高速化」と「再現性」を大きなコンセプトとして掲げ、MAGNETOM Luminaは設計・開発されました。初期使用経験としての印象をお聞かせください。

寺田 先生 まず申し上げたいのは、画質が非常に向上しているということです。我々の施設では、以前から3T MRIを2台運用していましたので、MAGNETOM Luminaを導入したからといって、例えばスライス厚や分解能を大きく変えるなどの変更は行っていません。しかしながら、個々の画像を評価してみると、これまで読影してきた画像に比べ、撮像領域全体にわたって高品質な画像であるという印象を持っています。また、これまで画質劣化が起こりやすかった頸部領域は、脂肪抑制を含め非常に安定して質の高い画像が得られています。



曾根 佳史 技師

曾根 技師 昨年11月のシカゴ（RSNA 2018）でSiemens Healthineersから発表された新製品が半年も待つことなく当施設に導入されるということで、非常に大きな期待をしていました。寺田先生のお話にある画質の向上については、まずマグネットの大幅な性能向上が寄与していると思います。MAGNETOM Luminaで採用されているマグネットは、静磁場の均一性が高く、かつX-Y-Z方向の保証領域が広いことが特長で、従来の3T MRI装置に比べて大きなアドバンテージがあります。例えば、オフセンターになる肩の撮像ではX-Y面内方向の均一性が高いことがメリットになりますし、大腿の検査などZ軸方向に広い範囲の撮像が必要になる場合にも撮像領域辺縁部まで歪みなく高画質が保たれています。これまで3T MRIは複数の機種を扱ってきた経験

がありますが、撮像領域全体にわたって最も安定した画像が得られる装置だと感じています。良い意味で、1.5T MRIと同じ感覚でプランニングができ、得られた画像からは3T MRIらしいSNRの高さを実感できるという、我々にとって理想的な使い方ができています。

当施設では、自由診療でMRIによる全身がん検査も実施していますが、その検査のなかで行う全身のDWI撮像は、これまで画像の歪みによる制限から6〜7ステップにわけて撮像を行っていました。MAGNETOM Luminaでは高性能なマグネットに加えて、Slice Adjustというスライスごとのシミング技術を併用することで、3ステップでの撮像が可能となり、30%程度の撮像時間短縮が実現できています。新規に3T MRI装置の導入を検討されていて、全身DWI撮像のニーズがあるご施設であれば、MAGNETOM Luminaは自信を持っておすすめできる装置です。

寺田 先生 全身DWIに関しては、複数ステップで撮像した画像をあらかじめ技師さんが1つに結合したものを読影しているの、装置の違いによって、ステップ数がそれ程違っているということには気付いていませんでした。ステップ数を減らして時間が短縮できているということですが、もちろん画質劣化は感じていませんし、むしろ脊髄の連続性などは観察しやすくなっているように思います。

曾根 技師 「高速化」という観点では、本装置から新たに採用されたTurbo Suiteについて、使用経験を紹介したいと思います。Turbo Suite



図1. 大腿部広範囲画像 (STIR像 zFOV=450mm)

は、パラレルイメージング・SMS・Compressed Sensingという異なる高速化手法をまとめた、いわゆる撮像パッケージ名称で、Siemens Healthineers独自の概念ですね。Compressed Sensingは、既に他の機種で使用経験があり、その特性についてはある程度認識を持っていましたが、SMS TSEとCAIPIRINHA SPACEは本装置で初めて触れることになり、撮像時間の短縮に非常に有効な技術であるということがわかりました。

多断面同時励起であるSMSは、これまでEPIをベースにしたシーケンスとの併用に限定されていましたので、研究分野は別として、通常の臨床検査ではその用途が限定的だったかと思います。Turbo Suiteの搭載により、SMSが高速スピンエコーにも適用できるようになりましたので、汎用性が高まりました。特に多方向・多コントラストの撮像が必要とされる四肢・関節の撮像や、大腿・下腿など広範囲でたくさんのスライス枚数の撮像が必要になる場合には、SMS TSEは時間短縮に非常に有効です。例えば、膝関節の撮像ではスライス厚を2mmで40枚の条件であっても、SMS TSEを用いて2断面ないしは3断面同時励起での撮像を行うと1分強で1つのコントラストの撮像が完了できます。SMSの良いところは、パラレルイメージングやCompressed Sensingとは違い、データの間引きはしていませんので、SMSのFactorを上げたとしても、原理上SNRの低下についてはほとんど考える必要がないところですね。

CAIPIRINHAは、上腹部検査で3D VIBEと組み合わせることで、高い空間分解能でありながら、短い息止め時間での撮像ができるため、これまで積極的に活用してきました。3D撮像を高速化

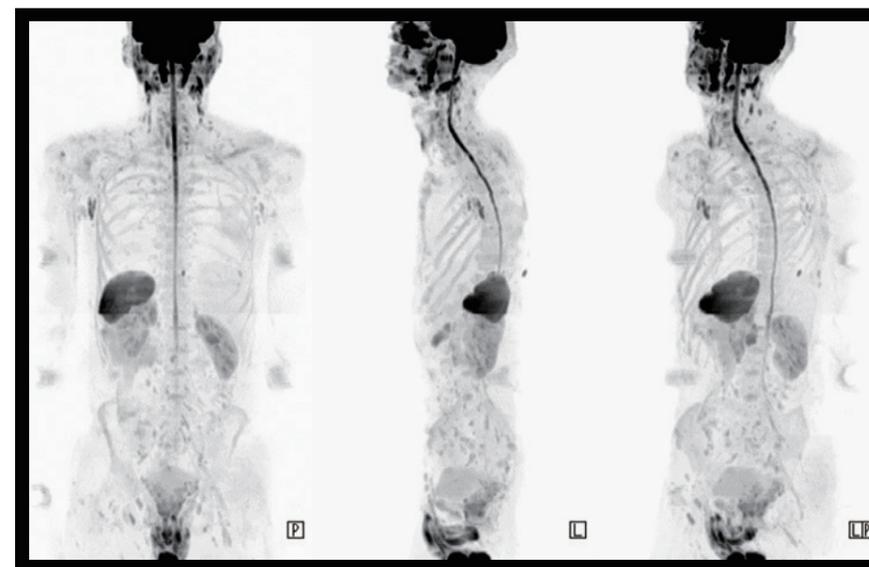


図2. 全身DWI画像 歪みの少ない画像を30%時間短縮して取得可能となった

メディカルスキャンニング日暮里

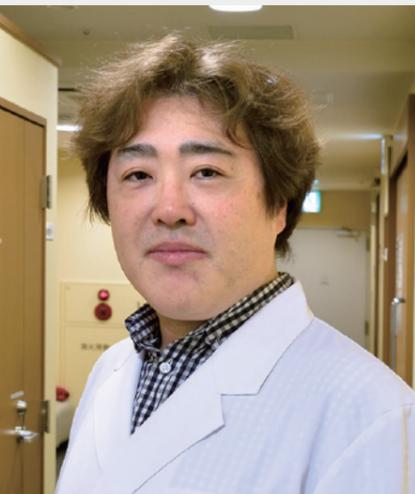
所在地：東京都荒川区西日暮里2-20-1
ステーションポートタワー 5F

主な導入装置：
MAGNETOM Lumina
SOMATOM Perspective



お話をうかがった先生

寺田 茂彦 院長
曾根 佳史 技師



寺田 茂彦 院長

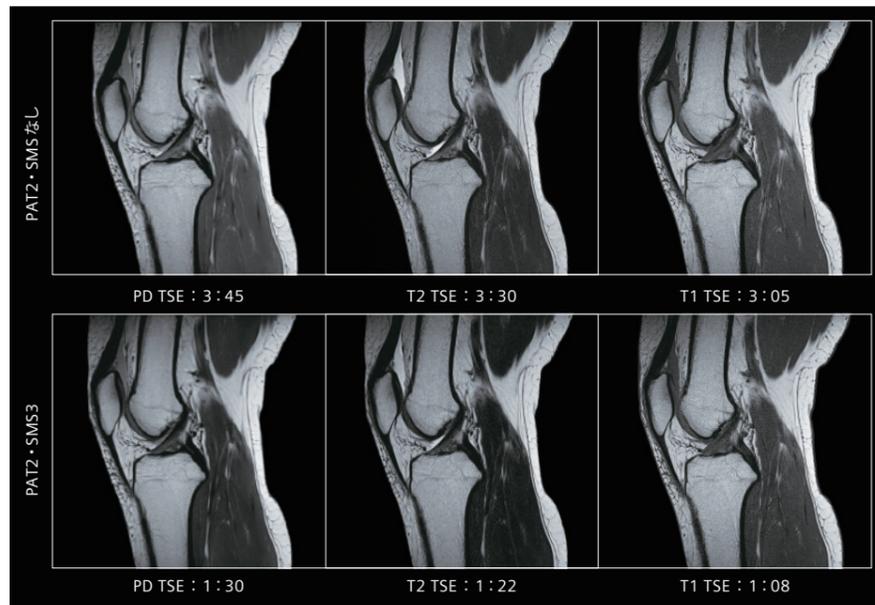


図3. 膝関節検査におけるSMS TSEの有用性 (スライス厚=2mm、スライス枚数=42枚)

するパラレルイメージングのアルゴリズムとして、CAIPIRINHAがベストではないかと思っています。Turbo Suiteの搭載により、3D VIBEだけではなく3D SPACEにもCAIPIRINHAが使えるようになりましたので、前立腺や婦人科骨盤、四肢・関節の撮像に早速使ってみています。造影検査を除くと、ルーチンのプロトコルの中に3D撮像シーケンスを組み込むことはまだまだ少ないですが、検査中に何か疾患が疑われ、その連続性を観察できるような画像が必要だと判断した場合に、やはり3D撮像を追加したいと考えることがあります。そういった際に、追加の撮像に例えば5分かかるといことであれば、どうしてもためらってしまいますが、2D撮像とそれ程差がない3分程度の追加であれば、我々としては積極的に取り組みます。その差は2分ですが、実際の検査の現場では、この2分がとても大きいんです。

検査前のセットアップや、ソフトウェアの操作性など、ワークフロー全体を考えた場合のMAGNETOM Luminaの特長があれば教えてください。

曾根 技師 Siemens HealthineersのMRI装置といえば、コイルの設計やsyngo ユーザーインターフェイスなど、使い勝手・操作性が良いというのは多くの方が認知されているのではないかと思います。MAGNETOM Luminaも当然そういった遺伝子は継承していますが、加えて、寝台内蔵の呼吸センサーと頭頸部用コイルのチルト機構は患者さんにとってもオペレーターにとつ

ても非常に優れた機構だと感じています。

患者さんが寝台に横になるという当たり前の行為だけで、寝台内蔵の呼吸センサーは自動的に患者さんの呼吸状態を検知し、同期撮像のトリガとしても機能してくれます。息止め撮像で一連の検査を実施しようと考えてプランニングしていた患者さんが、だんだん息止めに難しくなってきたり、急速呼吸同期の撮像に切り替える必要があると考えた場合にも、検査室に入って呼吸同期デバイスの準備などをする必要がありません。検査中にちょっと呼吸の状態を確認したいというような場合も同様で、呼吸センサーによって得られた波形をモニタ上に表示させれば良いだけです。本当に簡便で助かっています。

頭頸部用コイルのチルト機構は、ここ数年でいくつかの機種に実装されてきたように思いますが、MAGNETOM Luminaのチルト機構は頭頸部用コイルと完全に一体型になっていて、傾ける際にコイルを寝台から外してセッティングしなおすといった必要がないため、使い勝手が非常に良く、患者さんのこともよく考えられた設計だと思います。

寺田 先生 頭頸部用コイルのチルト機構は確かに良いですね。例えば脊柱後弯症の患者さんであっても、負担の少ない姿勢で検査を受けていただけですので、MRI検査に対する印象が変わってくると思います。これからは、MRI装置に患者さんが合わせるのではなく、装置が患者さんに合わせるという考え方がスタンダードになっていくん

でしょうね。

今後積極的に活用していきたい新機能・アプリケーションがあれば教えてください。

曾根 技師 3D ASLやQISSなど、非造影で機能や血管の評価ができる撮像法は、今後積極的に活用していきたいと思っています。当施設では既に、下肢動脈の撮像にはQISSを採用しています。なんとといっても、Heart rate以外に気にするパラメータがほとんどなく、従来の非造影MRAの撮像法と比較すると圧倒的に設定が簡便で、かつ撮像時間が早いというのが素晴らしいです。

寺田 先生 今後のMRIの発展は、できる限り造影剤を使わず、疾患の質的診断が行っていけるかという部分が大いだろうと考えています。拡散強調画像ならびにその画像から算出されるADC値は、近年の画質の向上もあり、診断領域ごとにその有用性が認知されてきたように感じますが、逆にまだまだその程度ということも言えるかと思えます。非造影脳血流評価としてのASLは、臨床で使われるようになってそれなりに年月が経っていますが、MAGNETOM Luminaで何か大きなブレイクスルーがあったのですか？

曾根 技師 基本的な原理は変わっていません。ただし、RFパルスを用いた動脈血のラベリング手法としてpCASL法が採用されたので、従来のPASL法に比べて、同じ撮像時間であればSNRが高くなります。逆にいうと、これまでよりも短い時間で撮像できるとも考えられます。実際にボランティアで撮像した画像を評価してみました。2分以内でも非常に良好な画像が得られていました。脳腫瘍や脳梗塞、脳血管奇形などが疑われる患者さんに対して、有用な情報として提供できないか、今後検討してみようと思っています。

(2019年6月7日取材)



syngo XAプラットフォーム搭載装置の拡充



高齢化の進展に伴い、MRI検査のニーズは質・量ともにさらに増加する傾向にあり、MRI検査には今まで以上に高い生産性が求められています。

Siemens Healthineersの統合的な高速撮像技術Turbo Suiteは、特性の異なる様々な高速撮像法を検査部位や検査目的に合わせて組み合わせ使用できるように設計された高速撮像パッケージです。

日常臨床において最も多く使用されている2Dの静止画(2D static images)には、パラレルイメージング法(PAT)のGRAPPAをベースとして使用しています。加えて、EPIやTurboSE(TSE)にはSMSを併用することが可能です。これにより、GRAPPAを使用したシーケンスの撮像時間をさらに2~4倍短縮できます。例えば、TSEシーケンスを多用する膝関節撮像にTurbo Suiteを適応した場合、PAT2倍速で13分16秒かけて行っていた検査に、SMS2倍速を追加することで、画質の劣化を最小限に抑え、45%~50%の時間短縮が可能となり、7分12秒で終わることができます(図1)。

2Dより薄いスライス厚で撮像が可能であり、MPRなどの後処理によって多方向からの観察も行える3D撮像には、CAIPIRINHAの適応が拡大しています。CAIPIRINHAは3D撮像の高速化を目的に最適化されたパラレルイメージングのアルゴリズムであり、従来のGRAPPAに比べて、より高速化

が可能です。さらに、3D撮像のなかでも特にスパース性の高いTOF MRAやMRCPにはCompressed Sensingを併用することで大幅な時間短縮が実現できます。

MRI検査の生産性を高めるTurbo Suiteは、次世代ソフトウェアプラットフォームであるsyngo XAバージョンとともにリリースいたしました。Siemens Healthineersは、syngo XAバージョン搭載装置の拡充を目指しており、すでに国内で稼働を始めたMAGNETOM Luminaだけでなく、1.5T 60cmポアのプロダクトポートフォリオであるMAGNETOM Sempra, MAGNETOM Amiraにも搭載可能となりました。これらの装置にもTim (Total imaging matrix) 4Gの高密度コイル群が搭載されており、PATやSMSで高倍速の設定を可能にしています。また、繰り返し計算が必要なCSに対応するために、高性能なコンピュータを搭載しており、ソフト・ハード両面から検査時間の短縮を目指しています。

高速撮像による恩恵をより多くのお客様にお届けし、よりよい医療サービスの提供に貢献します。

