

File No. 77

福岡整形外科病院
香月伸介

はじめに

整形外科領域におけるMRIの歴史は、半月板や前十字靱帯、腰椎椎間板ヘルニアなどの比較的大きな部位や炎症所見の描出を主な目的としていた昔とは違い、最近では解像度もあがり3Dで撮像できるシーケンスも増えてきた。そのため検査内容も多岐に及ぶようになり、整形外科におけるMRIの重要度も増えてきている。例えばBone Imagingシーケンスと呼ばれる撮像法ではそのデータをワークステーションで展開することでCTでもなしえなかった指の伸筋腱や豆状骨骨折にともなう靱帯損傷などを3Dで描出できるまでになっている(図1)。

それらの需要に応えるため、当院でも2019年に3T MRIのCanon Medical Systems社製 Vantage Galan 3T (以下、Galan 3T)を増設し、2022年に既存の1.5T MRIをPhilips社製 Ingenia Ambition 1.5T (以下、Ambition 1.5T)に更新して日々の診療に活かしている。臨床において、磁場強度の違う機種はそれぞれの得意分野にあわせて使い分けているが、具体的には解像度をあげることが容易で、SNRも良いGalan 3TはFOVが小さな部位である肩関節・肘関節・手関節、手指、膝関節、足関節などの四肢を主に検査し、FOVを広げても安定した画像を出せるAmbition 1.5Tでは脊椎・股関節・大腿・下腿などの比較的大きな部位を目的とする場合や、3Tよりも金属アーチファクトが少ない特性から金属インプラントの入っている腰椎後方固定術や人工関節術後症例などの症例を検査する際に選択していた。しかし昨年10月にAmbition 1.5Tがバージョンアップされディープラーニングを利用したSmart Speedが搭載されたからの画質の向上はめざましく、脊椎や股関節だけでなく、状況に応じて膝関節や足関節などの四肢も積極的に検査するようになってきた。どちらの機種の画像でも臨床的には差が無いため、医師から磁場強度の違いによる画質のクレームがくることはない。そのほかにも、撮像中に腫瘍などの鑑別が必要になる場合もあり、

整形外科専門病院における MRI活用の実際 ～CANONとPhilipsの 使用感と運用紹介

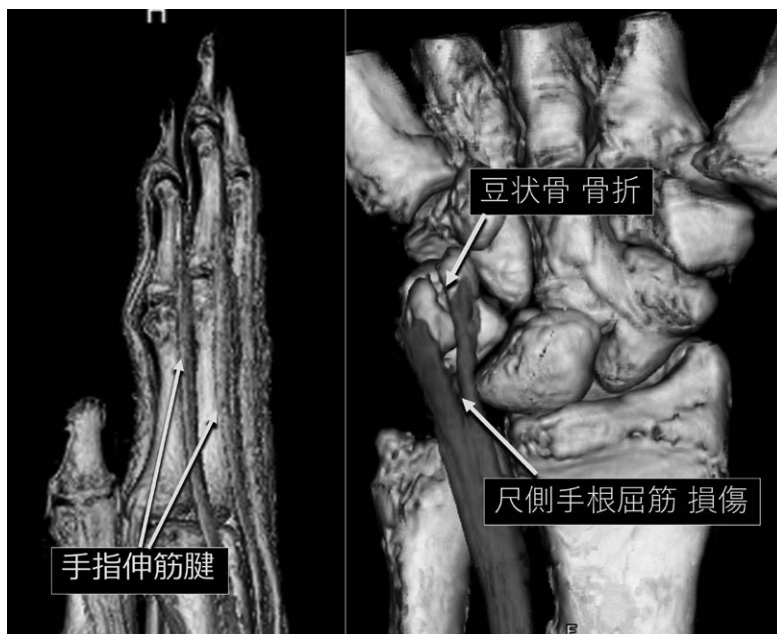


図1 Bone Imagingシーケンスから作成した3D画像

インジェクターのない整形単科病院としてはDWIBSを簡便に撮ることのできるAmbition 1.5Tは他院に紹介する際などに重宝している。また、製品名にもなっているAmbitionシステムは外に設置された大画面のモニター画像に静かな風景などのイメージ画像を映し、それを鏡で見ることができるシステムであり、音楽とともにリラックスして検査を受けることができる。ガントリーの狭さを感じることが少ないこのシステムでは閉所恐怖症の患者さんだけでなく、多くの患者さんから好評であり、柔らかい寝台マットと併せて安楽に患者さんを検査できるため導入メリットは大きかった。ただし、寝台マットについては厚いと寝台コイルから体幹が離れてしまうためSNR悪化が懸念される。そのため患者さんの状態を見ながら薄い寝台マットと使い分けを行っている(図2)。

当院MRIの基本的な運用は今述べたとおりであるが、現状、整形外科単科病院で3Tを使って四肢の検査をしている病院は少ないと思う。そこで使い勝手と言う視点から、当院の3T MRI (Galan 3T)における四肢検査の実際を以下に紹介しようと思う。

ガントリー本体まわり について

まず、美点として寝台の最低高が低いことが挙げられる。これ

は小さなことのように、日々の診療において身長の高い患者さん（特に老人）を検査することも多い整形外科病院においてメリットが大きく、導入する際に大きな理由の一つとなった。また、フットスイッチが寝台のガントリー側に設置されているため、患者さんから目を離さずに声かけをしながらコイルのセッティング等を行うことができることも美点の一つである。ガントリーに設置されているホームボタンも地味にありがたい機能であり、これらの機能はスルーボットを挙げるだけでなくセッティングする際の安全性にもつながっている（図2）。

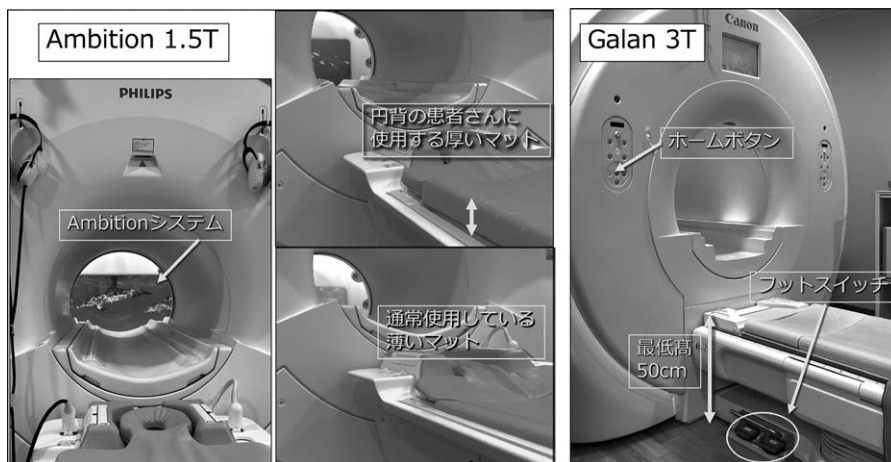


図2 それぞれの機器の使いやすさ

導入コイルについて

当院ではフレキシブルコイル（16chフレキシブルSPEEDER）のMとLの2サイズを導入しているが、感度がとても高く感度ムラを感じさせない使いやすいコイルである。シンプルな形状をしている為、柔軟な運用ができ肩関節・肘関節・手関節や体格の大きな膝、足関節・足部などほとんどの四肢に使用できる。また、寝台の4隅の接続端子のどこにでもコイルを接続することができるため、MとLそれぞれのコイル接続コードの長さや検査部位の位置を考えながら最適な位置でセッティングでき

ている。MとLの使い分けについては、手関節や肘関節、足関節など16cm以下のFOVに設定する場合にはM sizeを選択し、体格の大きな人の膝関節や足部全体、アキレス腱などFOVを広げたい検査の場合はLを選択している（図3）。以前の装置では専用コイルを使っており、その便利さは確かに魅力的であったが、少しの工夫で16chコイルを多くの部位に適用し簡便に高画質な画像を撮像できるのは運用上とても楽である。またコイルの購入数は導入コストや保守価格にも響いてくるところなので、コイルが少なくても済むのは経営的にありがたいところでもある。

上記した16chフレキシブルコイルはとても優秀であるが、当院は膝の前十字靱帯（Anterior Cruciate Ligament：以下、ACL）再建術や高位脛骨骨切り術（High Tibial Osteotomy）、人工膝関節置換術（Total Knee Arthroplasty）など膝の症例を多く扱う病院であり、術前に精査が求められることが多々あるため、膝の専用コイルとして16ch送受信Knee SPEEDERも導入している。画質的には16chフレキシブルコイルとほぼ変わらない印象であるが、送受信コイルであるという特徴があるためSARを低く抑えること

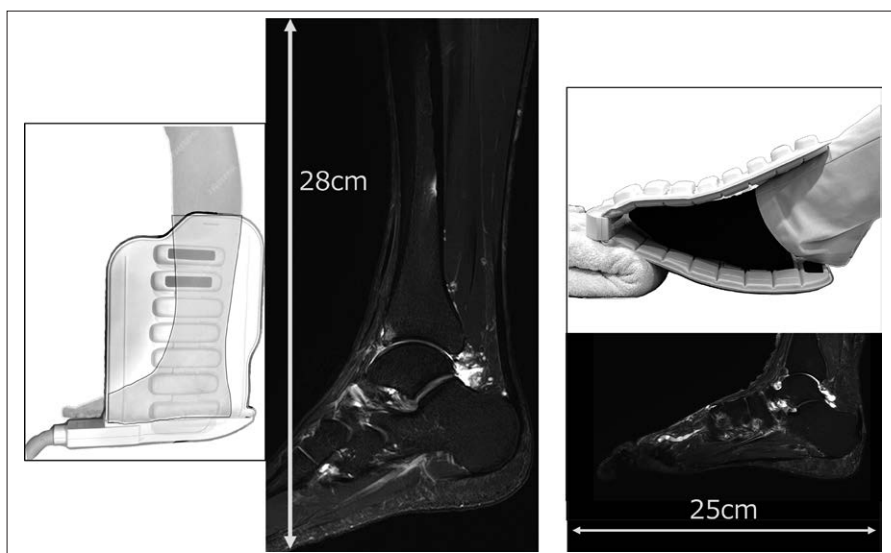


図3 16chフレキシブルコイル L の使用例

ができ反対側の膝の折り返しもないというメリットがある。また、軽度屈曲位で簡便に固定できるため患者さんのセッティングにかかる時間も少なくすることができている。高価なこともあり導入している施設は少ないと思われるが、ポジショニングもしやすく、SNRも良いため膝関節の症例の多い施設には推奨したいコイルである。

Advanced intelligent Clear-IQ Engine（以下、AiCE）について

Ambition 1.5Tのところでも少し触れたが、Galan 3Tにもディープラーニングでノイズ除去を行うAiCEが装備されており、前述した16chサーフェイスコイルと併用することで短時間に高画質な画像の撮像を行うことができる。当院のGalan 3TにはAIの技術を高画素化に振った「Precise IQ Engine:以下、PIQE）は搭載されていないが、現状ではPIQEが必要ないのではないかなと思えるほど高精細に撮像をおこなっている。また、AiCEはノイズを減らし

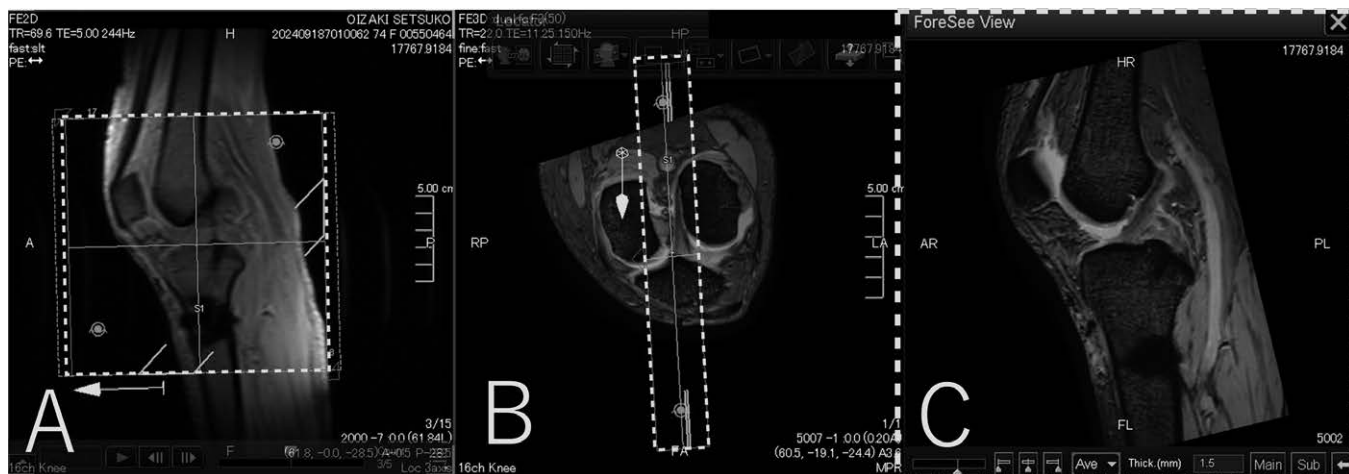


図4 Foresee Viewの設定画面

- A 最初の位置決め画像
- B 半月板シーケンスである3DのT2*を利用してForesee Viewで作成したオブリック画像
- C Bで設定した本撮影の仮想画像をCでリアルタイムで確認できる

A | B | C

SNRを改善する機能であるため、信号強度の高い3Tでの必要性について最初は疑問に思っていたが、短時間撮像を可能にするだけでなく、SARの関係から加算回数を増やすことが難しい3T装置でも有効であり必要な機能であると今では考えている。

操作画面のインターフェイスについて

細かい話になるが、Galan 3Tでは検査を始める際に最初に行う位置決め画像を三段面それぞれ分割して離れた場所に設定出来るため、大腿や下腿の肉離れなどを検査する際に有効である。例えば大腿を目的とする場合、メルクマールにしたい大腿骨頭や膝の関節面が撮像中心から離れているため、位置決め画像を分割して設定できない機種であれば位置決め画像を何度も撮像する必要があり、そのたびに患者さんを乗せた寝台は前後に大きく移動してしまう。しかし、Galan 3Tではアキシシャルの位置決め断面だけを大腿骨頭や膝の関節面のレベルで設定することができるため、位置決め画像を1回撮るだけで本撮影に入ることができ、患者さんに優しいだけではなくスループットも向上した。また、画像作成時に脊椎のアキシシャル断面などコントラストに差がある部位のWW/WLを合わせる作業もマウスのホイールで画像をスクロールしながら、変更したい画像でコントロールボタンを押しながらコントラストを調整すると表示された画像のみのWW/WLを変更できるのもストレスがなくていい。

Galan 3Tのインターフェイスで特に気に入っているところは、位相エンコード方向がプランニング画面にはっきりと表示されることである。アーチファクトの方向などを考える際に必要となる位相エンコード方向の情報を撮像者が意識するのはMRIに携わる物として大切であるため、とてもいいことだと思っている。

Foresee Viewについて

最後に、この機能を知ってしまうと離れられなくなるのではないかと考えているForesee Viewについて説明する。これは前に撮像した画像を3Dデータのように扱うことで、プランニング時に仮の断面をリアルタイムで確認することができる機能である。例えば、痛みなどによって体を傾けてのセッティングになってしまった肘関節の場合など、正しい断面設定をするためには何度も位置決め画像を撮像する必要があり、最終的にどのようにプランニングすればいいか分からなくなってしまうことがある。Foresee Viewではそのようなときに前に撮像した画像を読み込むことで本撮影の画像上にどのように肘関節がレイアウトされるのか？撮像目的範囲が適切にカバーリングできているかどうか？というようなことを本撮像プランニングの際に確認できる。読み込む画像が高精細な3Dデータなどであれば、細かい靱帯の走行なども確認しながら角度を合わせることができるため、当院では肘関節の側副靱帯や膝関節のACLなどのシーケンスで便利に用いている(図4)。

以上、当院MRIの運用を紹介するとともに、今回は主に整形専門病院の視点から四肢の検査におけるGalan 3Tの使用感についてまとめてみた。シーケンスや画質について語られることの多いMRIであるが、日々の診療において使いやすさというのは大事な要素であり、患者さんの安全性や検査する側の疲労軽減、スループットの向上などメリットが大きいことを考えると、もう少し注目して欲しい分野だと日々考えている。実際に使用してみないと見えてこないことから、メーカー各社においてもユーザーの声をしっかり拾いあげて、引き続きユーザビリティをあげる努力を続けていただくことを期待している。