

PHILIPS

Healthcare



山口県済生会下関総合病院 × Ingenia Elition 3.0T 高い診断能を有した画質と使いやすさを追求した3.0T

山口県済生会下関総合病院(山口県下関市)は、地域医療に密着した急性期医療の推進を目指し、特に、現代社会に必要とされてるがん治療、周産期医療、救急医療、さらには心臓血管センターに、山口県西部初 公的病院でのハイブリット手術室の装備など専門医療を強化した総合病院である。放射線科の診断検査部門ではMRI装置2台、CT装置2台、血管撮影装置2台、その他RI、PETが稼働しており、癌診断など新しい分野の診療が定着し、さらなる検査精度の向上や時間短縮が得られ、早期診断の一助となっている。

Ingenia Elition 3.0Tへの期待

MRIは2017年、1.5T装置のアップグレード(Achieva dStream1.5T)、2020年にフィリップス3.0T装置であるIngenia Elition 3.0T(以下Elition 3.0T)が導入され、1.5T、3.0Tの2台体制で全診療科の検査を行っている。

Elition 3.0Tの導入のきっかけとなった機能として、dStream(フルデジタルコイル)、高速撮像技術であるCompressed SENSE(C-SENSE)、Vegaグラジエントがあげられる。dStreamはデジタルコイルによるSNRの向上、C-SENSEは撮像領域やシーケンスへの制限が殆どないことなど大きな利点があり、

アップグレード後の1.5Tでもその利点は経験してきた。そして、3.0Tの新規導入として、これらの機能が3.0Tでどのくらい大きな効果をもたらすかは未知数であり、大きな期待があった。また、Elition 3.0Tから新設計されたVegaグラジエントは、従来のグラジエントコイルの課題とされていた、グラジエントコイルの冷却効率の向上と渦電流の抑制を可能としたコイルとされ、3.0Tのパフォーマンスを活かした高画質化の検査運用という、われわれの目標を達成できる可能性も導入の決め手となった。



金子 隆文 先生
放射線科
科長



谷村 明 先生
中央放射線部
技師長



富芳 恭行 先生
中央放射線部
主任



松本 武志 先生
中央放射線部
MRI担当



山口県済生会下関総合病院

はじめの3.0T運用

-Ingenia Elition 3.0Tによる不安の払拭-

3.0Tという静磁場強度、デジタルコイルによる高いSNR、Vega グラジエントによる高い空間分解能、Compressed SENSEによる画質低下を抑えた時間短縮など、今までトレードオフと考えられていたことが画質の低下を気にすることなく実現できる期待があった。しかし、3.0Tは理論的に静磁場の不均一による広いFOVの取得が困難であったり、SARの問題から撮像枚数の制限や時間延長など、1.5Tと比べ使いづらい印象を持っていた。実際に稼働が始まり、最初の印象はとても使いやすい3.0T装置であるということであった。当初懸念していた、広いFOVでの撮像、RFの浸透ムラが起こりやすい腹水症例や巨大卵巣腫瘍症例の撮像においても、高い磁場均一性、MultiTransmitによるRFの浸透ムラの改善、Bodytuned CLEARやUniformity Correctionによる画像補正により、1.5Tと同等の使い勝手で検査を行うことができた。撮像パラメータの設定では、SNR、空間分解能、撮像時間の各パラメータは制限を感じることなく設定可能で、例えば、撮像枚数を増加させる場合、撮像枚数の制限や撮像時間の延長を伴い、理想の撮像ができないことが考えられるが、制限なく高画質な画像が得られている。画質を重視した撮像や時間短縮を重視した撮像など、それぞれ検査の状況に合わせた設定を行うことができる点は、3.0Tでありながら設定の自由度の高さを感じている。

モーションアーチファクトに関しては、3.0Tは信号強度が強いことから、1.5Tと比べ目立つとされているが、MultiVaneの併用により問題なく検査が行えている。

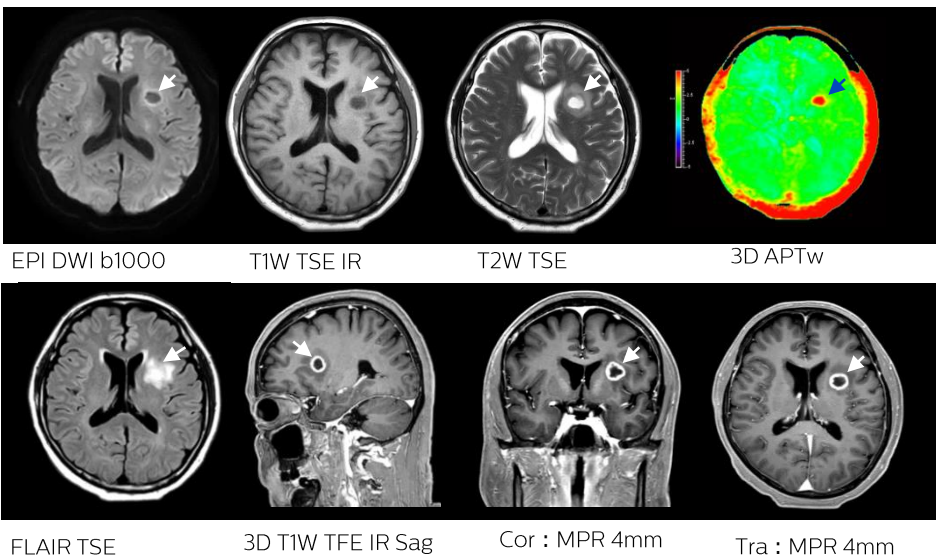
Elitionによる臨床応用

-特徴的プロトコールと臨床的メリット-

Elitionの稼働から、多くの臨床的メリットが得られている。われわれの施設での代表的なプロトコールと臨床的メリットを紹介する。

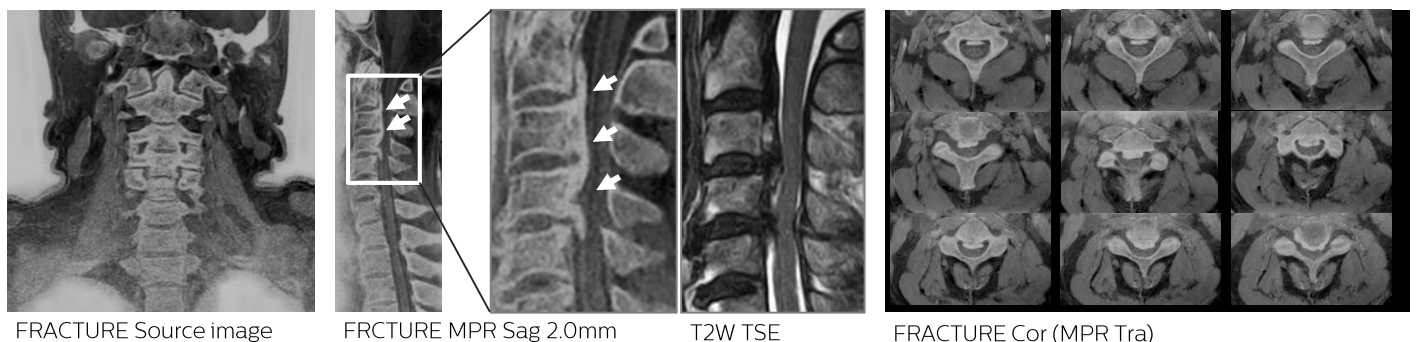
頭頸部領域：高空間分解能DWI・APT imaging

頭部では拡散強調画像の高画質化にごだわったプロトコールを用いている。頭部ルーチン検査に用いる拡散強調画像ではスライス厚3.5~4.0mmを用い、場合によっては、2mm isovoxelのvolume DWIもしくは高空間分解能DWIを撮像しており、小さい脳梗塞症例などの拾い上げに役立っている。歯科インプラントや頭蓋底付近など磁化率アーチファクトが発生する場合は、Diffusion XD TSEを用いる場合がある。Diffusion XD TSEは、従来のTSE DWIと比較しSNRが高く、また、MultiVane併用による、Multi-shot化により高空間分解能TSE DWIを取得している。拡散強調画像の高画質化が可能になった点に加え、Elitionの導入に伴い、分子イメージングの手法である Amide Proton Transfer (APT) imagingの撮像も可能となり、脳腫瘍が疑われる症例では積極的に撮像を行い、診断補助に役立っている(図1)。頸椎MRIでは、後縦靭帯硬化症(OPLL)を対象に FRACTURE という撮像シーケンスを用いる。FRACTUREは、皮質骨を強調するCTのような画像を取得でき、OPLLでは靭帯の骨化を明瞭に観察することができ診断に役立っている(図2)。



EPI DWI b1000
Recon Voxel 0.90*0.90*5.0mm
25slices, SENSE2.0, 1min15sec
T1W TSE IR
Recon Voxel 0.48*0.48*5.0mm
25slices, SENSE2.2
T2W TSE
Recon Voxel 0.33*0.33*5.0mm
25slices, SENSE2.0, 2min7sec
3D APTw
Recon Voxel 0.9*0.9*6.0mm
10slices, SENSE1.6, 3min44sec
FLAIR TSE
Recon Voxel 0.45*0.45*5.0mm
25slices, SENSE2.2, 3package,
2min45sec
3D T1W TFE IR Sag(Source image)
Recon Voxel 0.47*0.47*0.90mm
206slices, C-SENSE3.5
4min8sec

図1. 原発肺癌に由来する転移性脳腫瘍のルーチンプロトコール



FRACTURE Cor (MPR Tra)
Recon Voxel 0.45*0.45*0.45mm, 200slices,
C-SENSE2.8, 3min56sec

図2. 後縦靭帯骨化症例に対するFRACTURE

心臓領域:3D PSIR・高空間分解能3D LGE

心臓領域では、心筋梗塞や心サルコイドーシスを対象に心筋Cine、心筋Black-blood、Rest perfusion、Late Gadolinium Enhancement(LGE)の撮像を行っている。心筋評価において特徴的な撮像シーケンスはPSIRと高空間分解能3D LGEである。3D PSIRはLGEの補助として撮像しているが、C-SENSEを併用し12秒の息止撮像で行っている。高空間分解能3D LGEは約1mmのisovoxelにて心臓全体をvolume撮像しており、Short Ax、2ch、4chはMPRとして後処理を行っている(図3)。Whole Heart Coronary MRA (WHCA)は、3.0TでありながらもSSFP系(balanced TFE)にて撮像が可能となった。従来、3.0TによるWHCAはB1不均一の影響により、SSFP系シーケンスでは良好な画像を得ることが難しかった。しかし、今回から搭載された3D non-selective balanced TFEによりバンディングアーチファクトを軽減した高SNRのWHCAの撮像が可能となった。臨床応用はこれからであるが心臓MRIにおいて大きな武器なると期待している。

乳腺領域:高空間分解能eTHRIVE・SmartExam BreastとLIPOによる脂肪抑制

乳腺領域では、十分なSNRを活かし、高空間分解能化を図っている。特に造影後では高空間分解能mDIXONを用い詳細な形態情報が得られており、DCISなどにみられるClustered ring enhancementなどよく見えるようになった。また、脂肪抑制を併用するT2強調画像や拡散強調画像では、Surveyとして得られた画像から自動セグメンテーションし、乳房と腋窩部に合わせて自動的にシミングを行う、SmartExam Breastにより、不均一な形態となる乳房領域においても脂肪抑制効果の向上と、DWIでの歪軽減効果が得られている。加えて、DWIにおいてはLIPO(SSGR)による脂肪抑制を併用しており、SmartExam Breastと併せて高い効果が得られている(図4)。

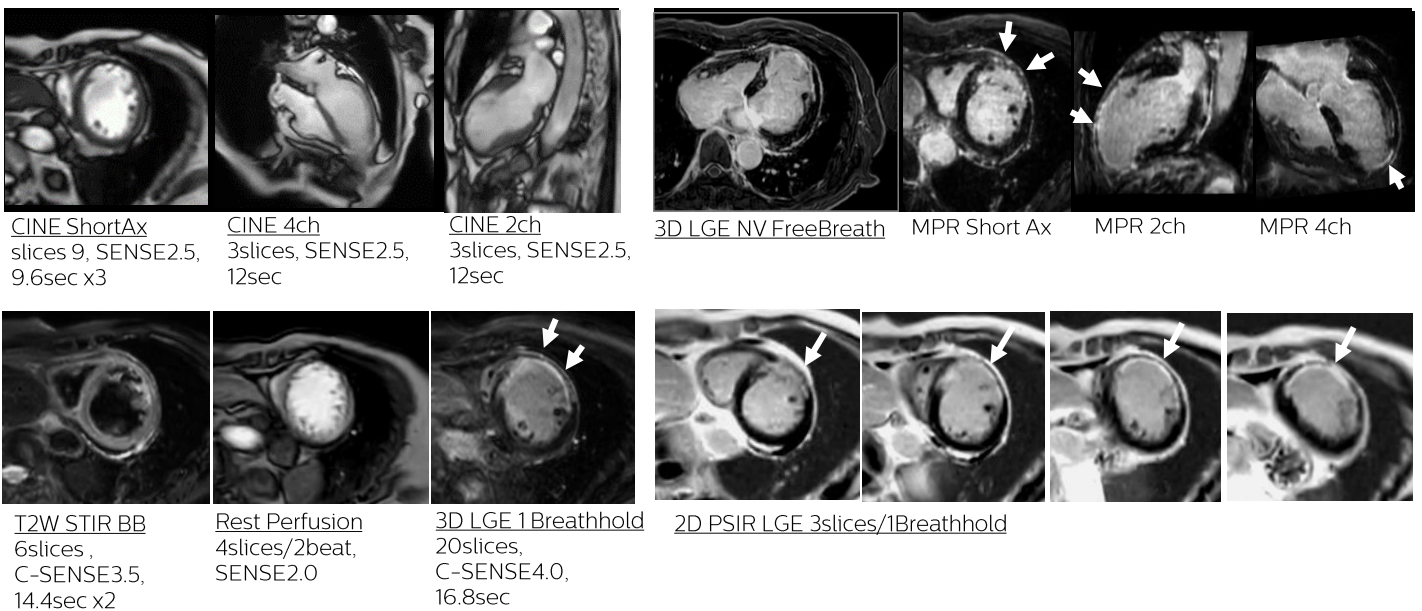


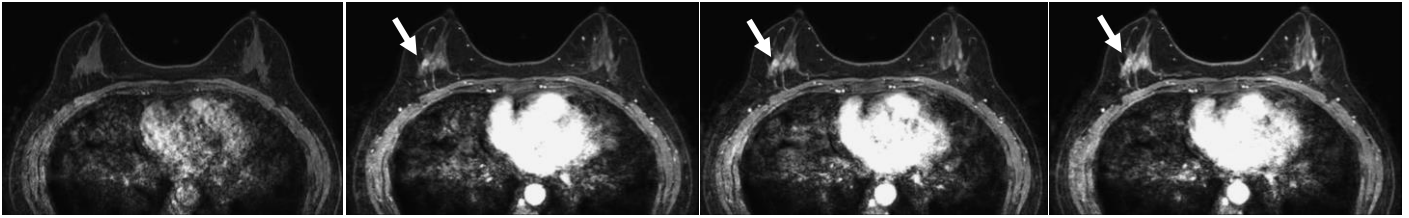
図3. 急性心筋梗塞・心破裂後、心不全治療中に対する心臓MRIルーチンプロトコール

・ 心臓MRIに対する放射線科医、金子 隆文 先生のコメント

CINEは、コントラスト、SNRは十分であるため、さらに空間分解能やPhase数を上げることも有用と考えている。STIR BBは、内腔の血液の信号もしっかり抑制され、コントラスト、SNRは十分であり、分解能を上げることが可能と思われる。LGEは、病変部分が明瞭に描出されており、画質は十分である。SNRも十分であるので、さらに薄いスライスで撮像できれば、より明瞭に描出できると考えている。3D PSIR LGEは、Thin slice撮像でありながら、SNR、分解能、コントラスト共に良く、また、MPRでの多断面観察も可能なことから、診断に役立っている。

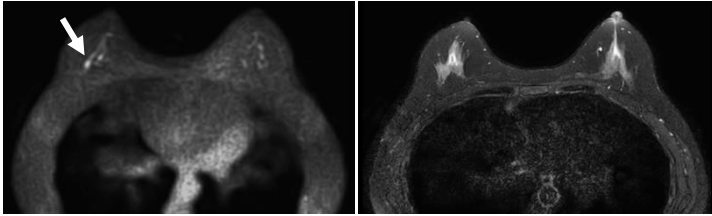
・ 心臓MRIに対する診療放射線技師のコメント

心臓MRIは検査時間が長いですが、ポジショニングを含めた検査時間が50分以内になっているため、撮像時間は妥当であると考えます。C-SENSEを組み合わせることで、CINEの分解能、Phase数を増やすなど、画質向上ができています。また、息止め時間短縮によるモーションアーチファクト低減に寄与しています。LGEでは息止め分割回数を減らせるため、Null pointのズレのリスクが回避されています。3D LGEはC-SENSEを使うことで3分程度で撮像可能でMPRにも対応可能である。



Dynamic T1W mDIXON XD FFE

Voxel 0.96*0.97*2.0mm, Recon Voxel 0.63*0.63*1.0mm, 180slices, C-SENSE3.8, 53sec x4phase

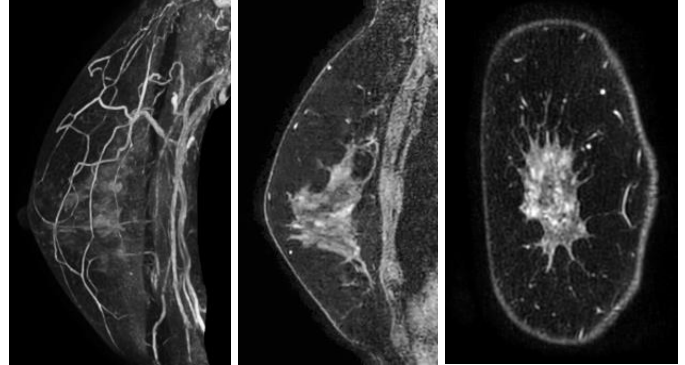


EPI DWI b1500

Recon Voxel 1.52*1.52*3.0mm
60slices, SENSE2.5, 3min45sec

T2W TSE FS

Recon Voxel 0.56*0.56*3.0mm
60slices, C-SENSE2.2, 3min25sec



Highreso T1W mDIXON XD FFE Sag

Recon Voxel 0.45*0.45*0.45mm
267slices, C-SENSE2.4, 2min58sec

図4. 非腫瘍型DCISに対する乳腺MRIのルーチンプロトコール

上腹部領域:

高空間分解能eTHRIVE・High b value DWI

腹部領域でも、十分なSNRを活かし高空間分解能化を図っている。特に、肝EOB検査での肝細胞相(eTHRIVE)では、1.5Tよりも薄いスライス厚に設定し空間分解能を高めている。また、EPI-DWIでは、b1500など比較的高いb valueの設定においてもSNRが担保されるため、膵病変を対象に積極的にHigh b value DWIを用いている。

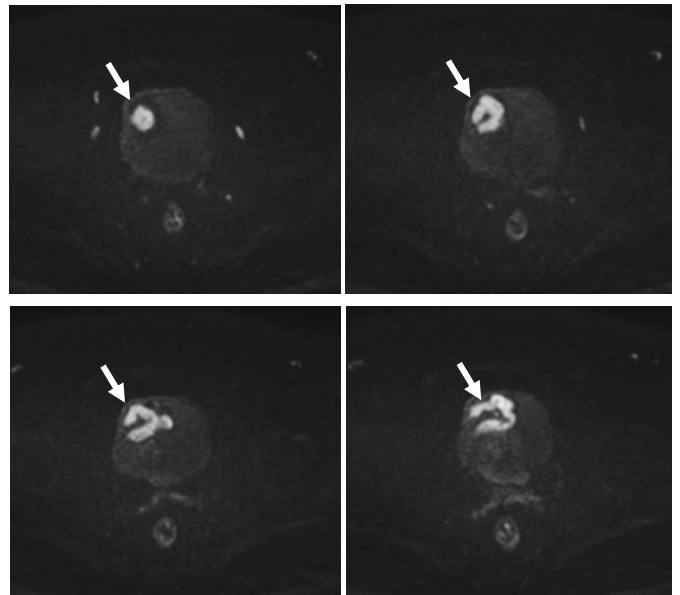
3.0Tは、脂肪抑制を併用した場合でも、皮下脂肪の信号が比較的高めに描出される傾向にあるが、SPAIRとLIPOを併用することで均一に脂肪抑制効果が得られた画像が取得できている。

骨盤部領域:高空間分解能DWI

前立腺MRIでは小さな病変の検出が重要であるため、T2強調画像とDWIの高空間分解能化を図っている。EPI-DWIではb2000、3mmスライス厚で撮像を行っているが、病変部の信号が高く、前立腺癌を反映した病変検出に役立っている。また、直腸ガスなど磁化率アーチファクトが顕著な場合は、EPI DWIの補助として、b800に設定したDiffusion XD TSEを撮像し、Computed DWIでb2000の画像を作成している。

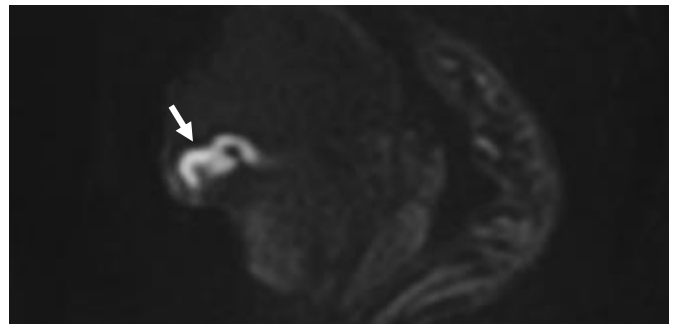
膀胱腫瘍でも前立腺同様、詳細な病変部情報を取得するためDWIの高空間分解能化を図っている。特に、腫瘍に引き込まれた粘膜(インチワームサイン)を詳細に観察できることから有用である(図5)。

婦人科領域においては、消化管や子宮による蠕動運動を考慮し、体動補正であるMultiVaneを積極的に組み込んだプロトコールとしている。



EPI DWI b1000

Recon Voxel 1.37*1.37*4.0mm
24slices, SENSE2.0, 2min40sec



EPI DWI b1000 Sag

2min40sec

図5. 膀胱腫瘍精査目的の高空間分解能DWI

整形領域：ルーチンシーケンスの高空間分解化・FRACTUERの可能性

四肢関節領域では、3.0T、デジタルコイル、VegaグラジエントといったElition 3.0Tの特徴が画質に与える恩恵があると実感している。

膝関節ルーチンシーケンスでは、面内マトリックス0.15×0.15mmの高空間分解能であってもSNRを犠牲にすることなく高画質が取得でき、膝軟骨の評価に有用である。

マイクロスコピーコイルを使用した手指の腫瘍の撮像では、内部構造まで描出でき診断に役立っている。また、頸椎MRIで紹介したFRACTUERは、CT likeな画像が取得でき、骨挫傷や骨折の評価に有用である。肩関節のケースでは腱板内の石灰化を高信号として検出でき石灰沈着腱板炎などの評価として有用と考えている(図6～9)。

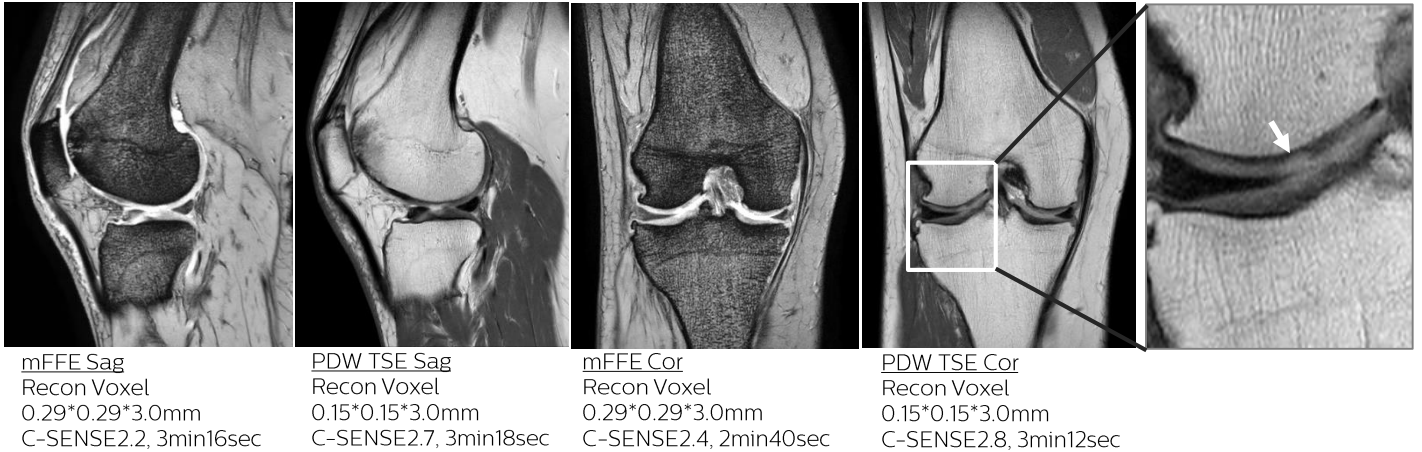


図6. 高空間分解能膝関節MRI：大腿骨骨侵食、膝関節軟骨損傷疑い(白矢印)

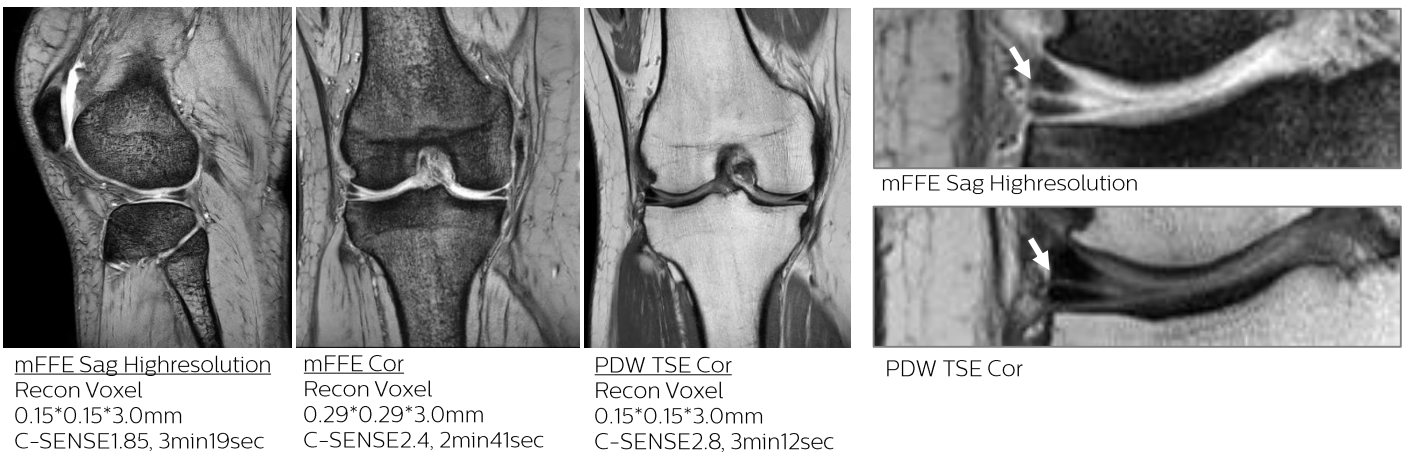


図7. 高空間分解能膝関節MRI：内側副靭帯術後、後十字靭帯損傷、半月板水平断裂(白矢印)

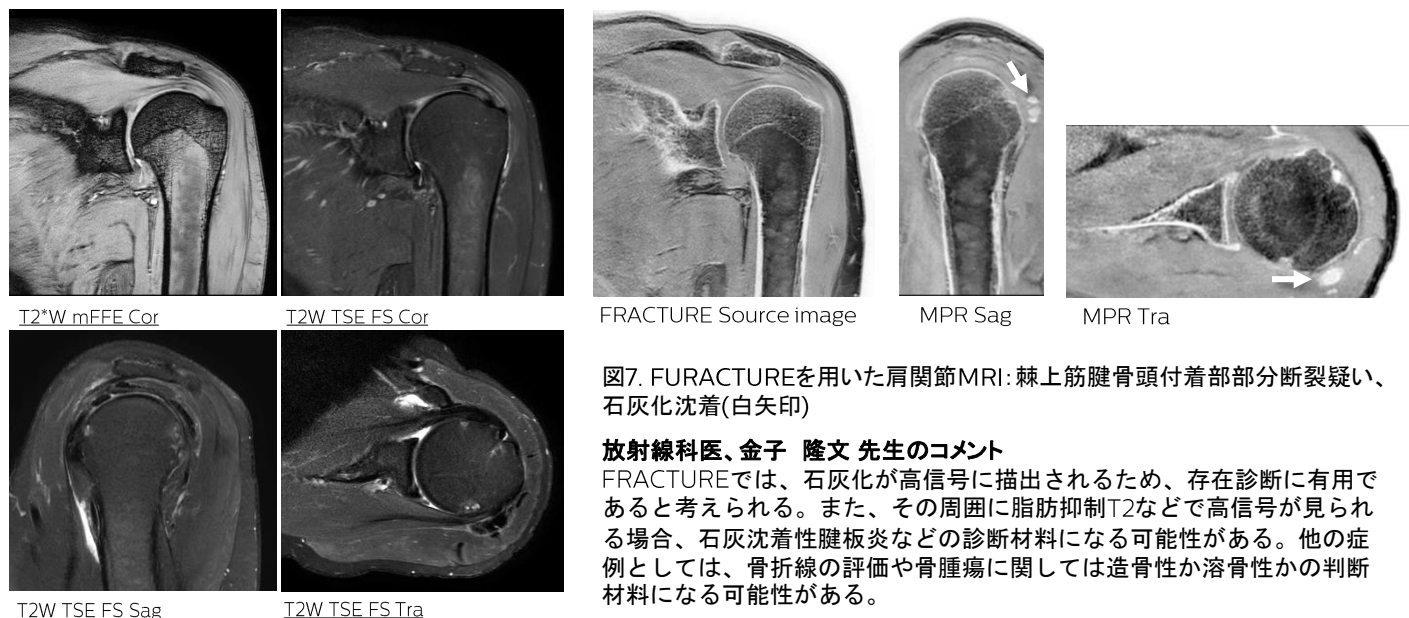


図8. FRACTUREを用いた肩関節MRI：棘上筋腱骨頭附着部部分断裂疑い、石灰化沈着(白矢印)

放射線科医、金子 隆文 先生のコメント

FRACTUREでは、石灰化が高信号に描出されるため、存在診断に有用であると考えられる。また、その周囲に脂肪抑制T2などで高信号が見られる場合、石灰沈着性腱板炎などの診断材料になる可能性がある。他の症例としては、骨折線の評価や骨腫瘍に関しては造骨性か溶骨性かの判断材料になる可能性がある。

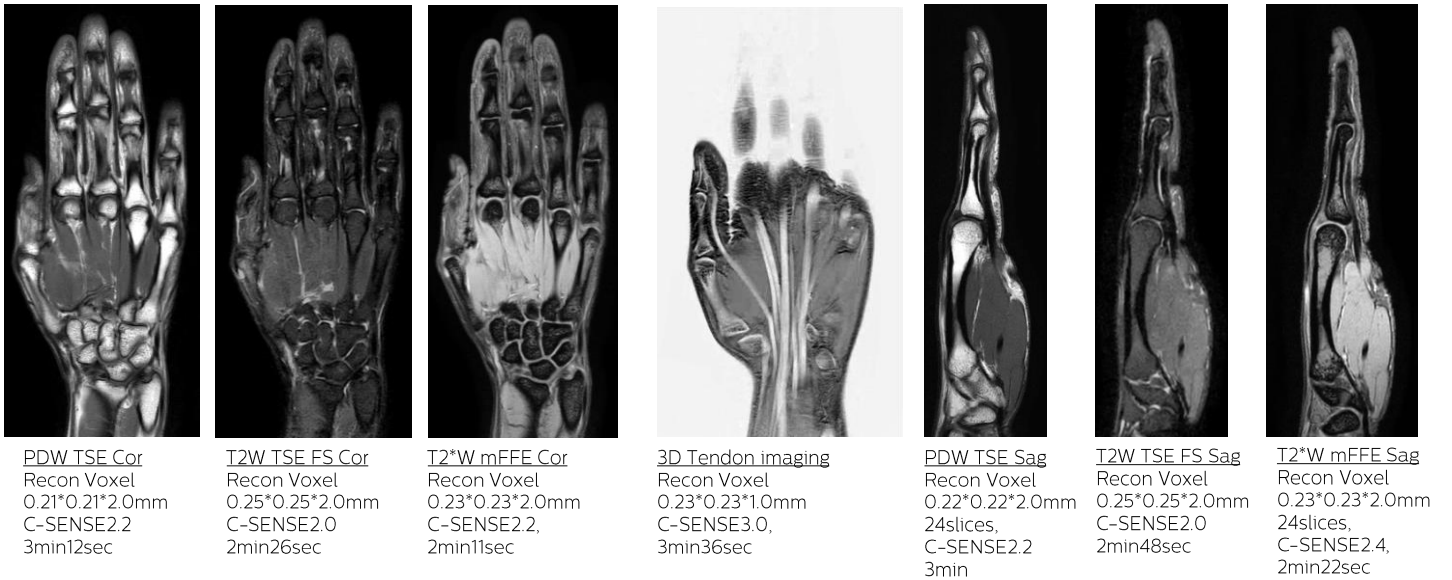


図8. 指示神経障害精査依頼での手指MRI
(使用コイル:dS Small Extremity coil)
※3D Tendon Imagingは、腱を強調するイメージング

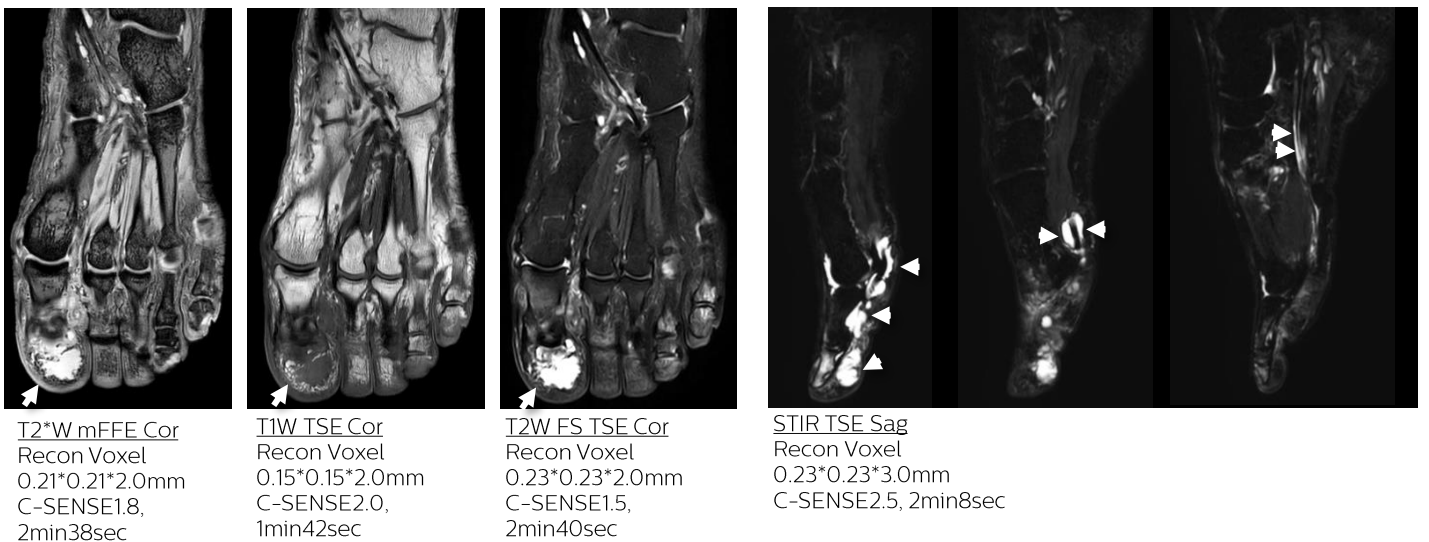


図9. 足趾末節骨髄炎、屈筋腱損傷疑いの足部MRI
(使用コイル:dS Small Extremity coil)
拇指末節骨に骨髄浮腫、炎症様所見が認められる。また、STIR TSE Sagにおいて、広く屈筋腱に沿った液体成分の貯留および屈筋腱の損傷が疑われる所見が明確に観察できる。



図10. 下肢巨大動脈瘤 術前評価の非造影下肢血管MRA
Simple T1 MRAは、inflow効果により造影CTで評価が困難であった動脈瘤より下位の血管の評価が可能。
REACTは、inflowにほぼ依存せず緩和時間によるコントラストを示し、血流が停滞した動脈瘤の形態評価が可能
4D PCAは、動脈瘤内のflowの評価が可能

—新された査ワークフロー —SmartWorkflow Solution—

Elition 3.0Tになりワークフローが飛躍的に改善した。前述した、「3.0Tは1.5Tと比較し使いにくい」という印象を払拭したMultiTransmitやデジタルコイルなど、ハードウェア的にもワークフロー改善が得られているが、ソフトウェアとしても大きな進歩が成し遂げられている。

Elition 3.0TのリリースからSmartWorkflow solutionsという機能が追加された。これは、ワークフローの自動化や簡略化を目的とした、いくつかのソフトウェアの総称である。例えば、「Smart Select」はコイル元素の自動選択機能であるが、複数ある元素の組み合わせからSNRが最も高くなる組み合わせを計算し選択する機能である。そのため、撮像領域とコイル感度領域を細かく設定しなくてもSNRを維持することができ、コイルの位置ずれによる感度不均一を気にすることなく設定ができ、再ポジショニングがなくなった。

な患者の位置、使用するコイルやアクセサリの配置、生理学的信号、造影剤使用の有無などの情報を視覚的に確認することができる。また、患者体位が変更になった場合も、タッチパネルで変更ができ迅速なセッティングが可能となった。

「SmartTouch」「SmartStart」では、患者をガントリーのセンターへ移動させるためのライトバイザーが不要となり、ワンプッシュで患者テーブルを移動できる。また、検査室のドアに連動してscanが自動でスタートすることにより、位置決め画像取得までの時間が短縮でき検査の効率化が図られている。

Comfort Plus mattressは、寝台用のマットレスであるが、患者の快適性を科学的に考慮したマットレスであり、円背や背中に痛みのある患者でも無理なく検査体位がとれ、痛みによる動きが軽減され再撮像が減少している。患者からは「あれ、マットってこんなに柔らかかったけ？これなら楽だ」と喜ばれたこともある。

VitalScreenは、現在の検査情報が記されており、最適



VitalScreenによる検査ガイド

VitalScreenに患者の検査情報(推奨される患者の位置、体位(うつ伏せ、仰向け、側臥位など)、コイルやアクセサリの配置に関する)を確認することができ、安心して患者のセッティングを行うことができる。

患者の自動センタリング

患者をガントリー内のセンターへ移動させるためのライトバイザーが不要となり、VitalScreen上のアイコンをタッチするだけで自動にアイソセンターまで配置してくれる。



SmartStartによる検査開始

VitalScreen上のスキャンスタートをタッチすると、検査室のドアを閉めたと同時にスキャンがスタートする。検査室のドアを閉めた直後から検査が開始されるため、手の消毒などで時間を無駄にすることがなくなった。

おわりに

われわれの施設では、初めての3.0T運用ということもあり、使い勝手や3.0T特有のアーチファクト対策など不安はあったが、Ingenia Elition 3.0Tはわれわれの不安を払拭してくれた。引き出せるポテンシャルは多くあると感じており、Elition 3.0Tの性能を最大限活かした臨床応用を行っていきたい。



Ingenia Elition 3.0T操作室
谷村 明 先生(左)、松本 武志 先生(右)



Ingenia Elition 3.0T検査室
松本 武志 先生(左)、富芳 恭行 先生(中央)、谷村 明 先生(右)

製造販売業者

株式会社フィリップス・ジャパン

〒108-8507 東京都港区港南 2-13-37 フィリップスビル

お客様窓口 0120-556-494

03-3740-3213

受付時間 9:00～18:00

(土・日・祝祭日・年末年始を除く)

www.philips.co.jp/healthcare



改良などの理由により予告なしに意匠、仕様の一部を変更することがあります。あらかじめご了承ください。詳しくは担当営業、もしくは「お客様窓口」までお問い合わせください。記載されている製品名などの固有名称は、Koninklijke Philips N.V. またはその他の会社の商標または登録商標です。

販売名：フィリップス Elition3.0T
医療機器認証番号：230ACBZX00009000
設置管理医療機器／特定保守管理医療機器
管理医療機器