

## 6. 骨軟部領域における研究の最前線

坂井 上之 東千葉メディカルセンター放射線部

ISMRM 2021におけるMusculoskeletal (以下, MSK) 領域は, 教育講演として3つ(MRI in Sports Imaging: Lower Extremity/MRI in Sports Imaging: Upper Extremity/Hot Topics in MSK MRI-Sunrise Series), 口述・ポスターセッションとして4つ(Bone, Cartilage & Joint MRI/Muscle MRI/Artificial Intelligence Applied to MSK MRI/Quantitative MSK MRI)の合計7つに分類されていた。合計で219演題あり, MRIの高い組織コントラストを存分に活用できる領域だけに, 研究開発も活発である。本稿では, MSK領域で研究発表が行われた各セッションにおける傾向と, 注目する演題について解説したい。

### Quantitative MSK MRI (定量評価セッション)

MSKの領域でも最も興味深いセッションである。MRIで日常行われている形態評価に加え, さまざまな定量化手法により研究開発が進められている。このセッションでは, 大きく3つの項目に注目した。

まず, diffusion tensor imaging (以下, DTI) である。DTIは, 水の拡散異方性を示すさまざまなパラメータ [fractional anisotropy (以下, FA), mean diffusivity (以下, MD)] やトラクトグラフィに代表される制限拡散された組織 (神経走行など) を可視化するツールが用いられる。ここでは, 2つの演題を紹介する。1つ目は, プタの半月板を7Tの3D-DTIで撮像し, 非破壊的に, 局所的なコラーゲン線維の方向性や三次元コラーゲン線維構造を調べるといふものだ。基本的に, 半月板はFAが低く, T2が短い組織であるため, トラクトグラフィが困難とされる。本手法では, 非現実的ではあるが, 20時間, 81軸で撮像すると, 複雑な三次元コラーゲン線維構造をトラクトグラフィで可視化できる。また, 定量値での拡散特性も得られるため, 局所的な半月板断裂の評価に期待される。次に, 変形性膝関節症の滑膜炎の評価にDTIを用いた研究である。滑膜炎は, 骨棘の発生や変形性関節症の進行と関連し, その強度は,

一般的にガドリニウム造影剤を用いたdynamic contrast-enhanced (DCE)-MRIから得られる $K^{trans}$ によって定量化できる。本研究では, 滑膜全体および骨棘に隣接する部分のDTIパラメータ (FA, MD) と $K^{trans}$ を比較した結果, 両領域において, FAは $K^{trans}$ と負の相関を示したが, MDは滑膜全体においてのみ正の相関を示した。今後, MDによる滑膜炎の定量化の可能性に期待が持てる。

2つ目の項目としては, このセッションで最も多かった演題であるultrashort echo time (以下, UTE) を用いた研究である。これは, きわめて短いTEを用いることで, 靭帯や腱などのT2値が短い組織を評価することができる。また, UTEをマルチエコーで取得することにより, T2\*値の測定が可能となる。この3D-UTE T2\* mapにより, 椎間板の軟骨終板, 強直性脊椎炎に関連する仙腸関節, 活動後の膝関節における深層と浅層の違い, アキレス腱の組織コンパートメント分析 (急速に減衰するコラーゲン水と緩やかに減衰する間質水を定量) など, さまざまな部位に応用されていた。また, inversion recovery (以下, IR) を組み合わせた3D-IR-UTEでは, 骨の描出を可能とし, かつ生体内の海綿骨における水の短いT2成分のプロトン密度 (mol/L) を評価できる。ある研究では, 腰椎において, IR-UTEのプロトン密度, quantitative computed tomography (以下, QCT), 骨密度 (以