

**【目的】** 現在、骨格筋内の細胞構成比は、筋生検という筋肉の一部を切り取って行う検査により、測定するのが主流である。しかし、筋生検は身体への侵襲性に加え、手技の煩雑さが伴う。また現在の画像医学では、CTやMRIを用いた筋線維の可視化手法があるが、筋細胞の種類を識別できる解像度のもはなく、筋生検を用いた組織学と同等の情報を得ることは困難とされている。このため、高解像度かつ侵襲性の低い筋細胞検査技術の開発が望まれてきた。そこで我々は磁気共鳴画像法 (Magnetic Resonance Imaging : MRI) による水分子の分子移動を計測し、生体マクロ構造自体のサイズを可視化する技術を開発することで、骨格筋の線維タイプを非侵襲的に識別することを目的とした。

**【方法】** 水分子拡散現象を磁気共鳴信号へエンコードすることで筋細胞の種類鑑別を定量的に行う新規 MRI 技術の開発を目指す。このために本研究では大きく三つの実験を行った。一つは数値シミュレーション実験として、磁気共鳴数値シミュレーションとして、Bloch 方程式と物理方程式を考慮し、水分子のランダムシミュレーションを Matlab R2015a (The Math Works 社) を用いて開発し、シミュレーションした。二つ目は動物 MRI 計測実験ではシミュレーションにて得られた最適化数値を MRI 装置実機においてパルスシーケンスプログラミングを行い、装置自体へ実装し生体下において実験動物の下腿部骨格筋の MRI 計測を行った。三つ目はヒト被験者 MRI 計測実験として、倫理委員会承認、そしてインフォームドコンセントによる同意後に MRI 計測を実施し、運動タイプの大きく異なる被験者を対象として、運動機能と開発手法による相関性を検討した。

**【結果】** 骨格筋における数値シミュレーションによる水分子信号の挙動の結果、算出される骨格筋の構造径サイズは過小評価された。拡散計測法による構造評価には  $\Delta$ 、 $\delta$  の特徴を十分に理解し、過大、過小評価をしないよう注意深く考察していく必要がある。また、骨格筋において正確に構造を評価する場合には 200 ms 以上の十分な拡散時間が必要であった。動物実験では従来法では判明できなかった筋細胞の種類を明確にコントラストつけて識別できるという結果が得られ、また免疫染色像と合わせることで開発手法を裏付けることができた。健常ボランティア実験では、筋肉の使い方が大きく異なる 2 タイプの健常ボランティアで開発手法による可視化を行うことで、筋肉の質が大きく異なるという結果が得られた。

下腿部骨格筋の免疫染色像と非侵襲細胞識別 MRI 法

