

2019年4月26日

報道関係者各位

慶應義塾大学医学部

骨格筋細胞のマイクロ構造をMRIで可視化する技術を開発 —運動器の機能、疲労、トレーニング、疾患の定量評価へ期待—

慶應義塾大学医学部整形外科学教室の中村雅也教授、生理学教室の岡野栄之教授、畑純一訪問研究者らの合同研究グループは、MRIを用いて骨格筋細胞のマイクロ構造を可視化する技術の開発に成功しました。

骨格筋は骨格を動かす筋肉で、形や収縮特性、エネルギー系、疲労耐性の異なる複数の種類の細胞から構成され、トレーニングやリハビリなどの運動や疾患変性により細胞のサイズや細胞種の構成が変化することが知られています。そのため、骨格筋細胞の構成や細胞サイズは、運動量や疲労のしやすさ、疾患の状態を反映した有益な指標となり得ます。

しかし、既存のCTやMRIなどの痛みを伴わない画像医学の技術では、このようなマイクロな細胞構造レベルの情報を得ることは困難であり、また運動器の評価はスポーツテストのような半定量的なものが多く、より定量的な評価法が求められていました。

今回、本研究グループが基礎実験にて開発した新たなMRI撮影法は、水分子の微細構造における変位量をq空間イメージング法（注1）を用いて解析することにより、筋生検と同等のコントラストで筋組織を可視化することに成功しました。

将来、本手法が臨床導入された場合、MRIを用いて約10分程度の短時間で撮影することが可能であり、患者の負担は極めて低いものとして使用できます。今後、運動器疾患の診療や、スポーツ医学における定量評価の実現に大きく寄与することが期待されます。

本研究成果は2019年4月4日（米国東部時間）に『PLOS ONE』オンライン版に掲載されました。

1. 研究の背景

骨格筋の筋線維はその形や機能からいくつかの種類に分類されます。主に遅筋線維（slow twitch: SW, type1 線維）と呼ばれる持久性の高い筋肉と、速筋線維（fast twitch: FT, type2 線維）と呼ばれる瞬発力の高い筋肉に大別されます（注2）。二者は、収縮特性、エネルギー系、疲労耐性などの特性が大きく異なります。生体における骨格筋はこれらの遅筋と速筋が混在し組織されています。筋線維構成は各筋群において異なり、type1が多いもの、またその逆とさまざまです。さらに、筋疾患、トレーニングにより筋線維の構成や太さは変化します。このため、筋線維の構成や太さを理解することは臨床医学、スポーツ医科学など多岐にわたる分野で重要であると言われています。

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り行う検査により、測定するのが主流です。しかし、筋生検は身体への侵襲性に加え、手技の煩雑さが伴います。また現在の画像医学では、CTやMRIを用いた筋繊維の可視化手法がありますが、筋細胞の種類を識別できる解像度のものはなく、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ます。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ました。

2. 研究の成果と意義・今後の展開

今回、研究グループはq空間イメージング法を基盤として、骨格筋細胞の種類による微細な差を感知できる新しいMRI撮像法を開発しました。

q空間イメージング法を用いることで、水分子の微細構造における変位量を解析することが可能となり、生体組織のマイクロサイズの構造情報を取得することができました。マウス下腿部骨格筋断面の染色像と比較したところ、筋種類分布および筋細胞径で有意な相関が得られ、本手法は非侵襲でありながら組織学と同等の精度を持つ、新規性に富んだ筋線維タイプの識別法であることが確認されました（図1）。

今後、ヒト臨床試験を経て本手法が確立されることにより、運動器の機能、疲労、トレーニングの定量評価が可能となることが期待されます。また、骨格筋疾患の画像診断やそのメカニズム解明において新しい基準をもたらす可能性や、簡易な検査で筋種類分布や筋細胞径に基づくスポーツ適正判定が行える可能性、疲労度合い判定によるリハビリやトレーニングのスケジュール管理、高齢者サルコペニアなどのADL低下の原因解明など、本技術は医学、医療、スポーツ、健康へ大きく貢献することが期待されます。

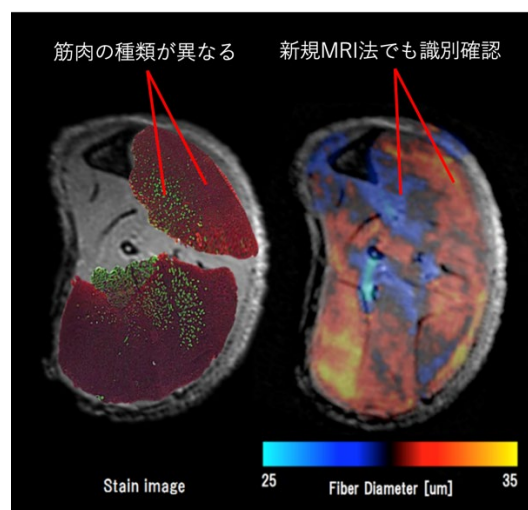


図1：マウスの下腿部断面図（左図 - 組織染色像、右図 - 新規開発したMRI法）

3. 特記事項

本研究はJSPS 科研費 JP17K10421 と、国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) の橋渡し研究戦略的推進プログラムによるシーズAとしての支援によって行われました。

4. 論文

英文タイトル : Noninvasive technique to evaluate the muscle fiber characteristics using q-space imaging

タイトル和訳 : q 空間イメージングを用いた筋線維細胞特性を評価する非侵襲技術の開発

著者名 : 畑純一、中島大輔、辻収彦、藤吉兼浩、安武かおり、世良泰、小牧裕司、疋島啓吾、名倉武雄、松本守雄、岡野栄之、中村雅也

掲載誌 : PLOS ONE (オンライン版)

【用語解説】

(注 1) q-空間イメージング法 : MRI によって水分子の挙動を把握する拡散強調撮像法 (diffusion-weighted imaging (DWI) 法) は、脳梗塞の早期診断に広く利用されています。さまざまな条件設定で DWI 法を撮影し、統合解析した方法です。ミクロン (μm) レベルでの水分子動態を把握することが可能になります。

(注 2) 遅筋線維と速筋線維 : 骨格筋には大きく分けると遅筋線維 (別名 : 赤筋、slow twitch, type1 線維) と速筋線維 (別名 : 白筋、fast twitch、type2 線維) とに分けられます。速筋は瞬発力に関わり、遅筋は持久力に関わります。この割合は ACTN3 という遺伝子で割合がヒトによって異なるとされています。これにより、スポーツの得意不向きも変わってきます。

※ご取材の際には、事前に下記までご一報くださいますようお願い申し上げます。

※本リリースは文部科学記者会、科学記者会、厚生労働記者会、厚生日比谷クラブ、各社科学部等に送信しております。

【本発表資料のお問い合わせ先】

慶應義塾大学医学部 整形外科学教室
教授 中村 雅也 (なかむら まさや)
TEL : 03-5363-3812 FAX 03-3353-6597
E-mail : masa@a8.keio.jp

慶應義塾大学医学部 生理学教室
教授 岡野 栄之 (おかの ひでゆき)
TEL : 03-5363-3746 FAX : 03-3357-5445
E-mail : hidokano@a2.keio.jp

【本リリースの発信元】

慶應義塾大学
信濃町キャンパス総務課 : 鈴木・山崎
〒160-8582 東京都新宿区信濃町 35
TEL : 03-5363-3611 FAX : 03-5363-3612
E-mail : med-koho@adst.keio.ac.jp

<http://www.med.keio.ac.jp/>

※本リリースのカラー版をご希望の方は
上記までご連絡ください。