

1. MRI

撮像法と画像解析法がもたらす情報 ——骨格筋画像解析によるトレーニング装具と 再生医療の評価法

中井 隆介/東

高志

京都大学再生医科学研究所

筋肉は大きく、骨格筋、平滑筋、心筋の3つに分類される。その中で、骨格筋は全身に大小400種類以上存在し、全体重の約40%を占めており、姿勢の保持や運動に重要な役割を果たしている。この骨格筋の量や形態は、使用程度によって変化することが明らかとなっており、例えば、適当な外力を加えてトレーニングすることにより、筋線維は肥厚化する。現在、トレーニングや疾病等による骨格筋の変化を、非侵襲で定量的に計測できる有用な手法が、運動効果の計測や疾病の進行状態の診断のために必要とされている。

従来の骨格筋の変化に対する評価手法は、骨格筋の外形評価または筋電計測が中心であり、骨格筋の内部構造や組織の状態を評価することは困難であった。しかし近年、MRIの形態撮像や機能撮像を用いた筋肉の評価法の研究が活発に行われてきている。本稿では、当研究施設で行ったMRIの形態撮像・機能撮像の手法と画像解析手法を用いた、骨格筋トレーニング装具の評価および実験動物の神経再生に対応した骨格筋の評価に関して紹介する。

骨格筋の撮像法および 画像解析手法

われわれは、骨格筋トレーニング装具の評価において、複数の撮像シーケンス、撮像条件で撮像したMR画像を使用し、筋肉の内部状態を含めた形態変化の評価を行うことができる新しい画像解析手法を開発した。本手法は、①筋肉内脂肪抽出画像処理を利用した筋肉領域内の脂肪解析、②三次元形状解析を使用した筋肉の外部形状解析、③拡散テンソル解析を使用した筋肉の内部構造解析から構成される¹⁾。

1. 筋肉領域内脂肪の解析手法

turbo spin echo (TSE) 法で撮像した画像(図1 a)において、筋肉中に線状の高信号部が確認された。次に、これとまったく同じ撮像位置において、脂肪抑制TSE法を用いて撮像した画像(図1 b)と比較すると、図1 aの筋肉領域内の高信号部の信号値が相対的に減少していた。

脂肪抑制シーケンスで取得した画像において信号値が減少したことから、この部分には筋肉内脂肪が存在していることが示唆された。

そこで、筋肉内の線状の高信号部位(脂肪組織)を抽出するための画像解析法を開発した。手法は、撮像した離散画像をGaussian filterを用いて平滑化することによって連続画像を作成し、線状の高信号領域を山の尾根と見立てて抽出する、二次曲面の尾根線抽出アルゴリズムを利用している。線状の高信号領域は、この二次曲面の曲率をもとにして抽出を行っている。大臀筋をTSE法で撮像した画像に対して脂肪組織抽出画像処理を適用し、最終的に得られた脂肪抽出画像と抽出前の元画像の一例を図2に示す。本手法を用いることで、筋肉領域内脂肪の抽出、計測が可能となった。この筋肉領域内脂肪の割合は、筋肉の状態を評価するための指標となりうると考えられる。

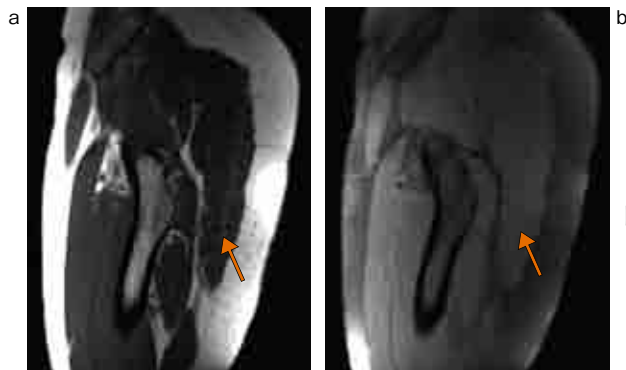


図1 骨盤周辺のサジタル面のMR画像

a: TSE法を用いて撮像した画像

b: 脂肪抑制TSE法を用いて撮像した画像

脂肪抑制シーケンスで撮像した画像(b)において、線状の高信号部の信号値が減少しているため、この領域は筋肉領域内の脂肪組織であることがわかる。

・使用装置: MAGNETOM Sonata 1.5T (シーメンス社製)