

氏名(本籍)	ひ 日	おき 置	しげる 繁(茨城県)
学位の種類	博士(医学)		
学位記番号	博乙第1996号		
学位授与年月日	平成16年2月29日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	人間総合科学研究科		
学位論文題目	MRI Tagging Snapshot法による筋運動解析に関する基礎的・臨床的研究		

主査	筑波大学教授	博士(医学)	秋根康之
副査	筑波大学教授	医学博士	原 晃
副査	筑波大学助教授	博士(医学)	石井朝夫
副査	筑波大学助教授	医学博士	齋田幸久

論文の内容の要旨

(目的)

運動医学や老年医学の進歩に伴い骨格筋の働きが重要視されるようになり様々な研究がなされている。このうち筋の収縮の研究には、電気生理学的手法や筋力測定、形態計測などが用いられてきた。しかし筋の内部での移動の量や様式、部位による差は従来の方法では観察できなかった。本研究は組織に帯状の標識をすMRI Tagging Snapshot法(以下TS法)により、正常例における筋の収縮形態の観察や収縮時の筋移動量の定量評価を大腿四頭筋・膝の屈筋群・下腿三頭筋において行い、さらに臨床に応用し膝前十字靭帯再建手術患者において腱採取の影響の評価を行うことを目的とした。

TS法とはMRIの高速撮像法を応用したもので、スライス面に垂直なtagging pulseを加えることによって組織に帯状の標識を行い、画像の中で標識部を高信号のtagging bands(帯状の線)として描出させるものである。標識から撮像の間に筋の収縮を行わせると、筋の移動はこのtagging bandsの偏位・変形として表わされる。

(対象と方法)

正常例を対象に①膝伸展位における大腿四頭筋(大腿直筋, 中間広筋, 内側広筋, 外側広筋)の等尺性収縮運動, ②膝屈曲45度から30度および15度から0度への膝伸展時の大腿四頭筋の等張性収縮運動, ③膝屈曲0度から15度への膝屈曲時の膝屈筋群(半腱様筋, 半膜様筋, 薄筋, 大腿二頭筋長頭・短頭)の等張性収縮運動, ④足関節底屈0度から15度の範囲での足関節底背屈時の下腿三頭筋(腓腹内側頭・外側頭, ヒラメ筋)の等尺性・等張性収縮および受動運動, また膝前十字靭帯再建手術のため半腱様筋腱・薄筋腱を採取された患者を対象に⑤膝屈曲時の膝屈筋群の等張性収縮運動を行わせ、このときの各筋の撮像を上記のTS法により行った。画像はMRI装置(SIGNA 1.5T: General Electric社製)を使用して得、画像解析装置(SPICCA-II及びImage Command 5098)を用いて主に長軸方向への筋内部での筋移動を計測、統計処理を行った。

(結果)

TS法にて生体内の筋の収縮様式の解析が低侵襲に可能であった。①大腿四頭筋の等尺性収縮運動では大腿四頭筋は近位方向に移動し、四頭筋腱に続く腱膜部での移動量が大きく、遠位部での移動量がより大きかった。②大腿四頭筋の等張性収縮運動においては収縮形態は等尺性収縮運動と同様であり、膝の屈曲角度が大きくなるにつれ四頭筋の移動量は大きくなり、膝の屈曲角度が小さくなるにつれ大腿四頭筋内側頭の相対的な移動量が大きくなった。③膝屈筋群は等張性収縮運動において半腱様筋の移動量が最も大きく、遠位部での移動量が大きかった。半膜様筋と大腿二頭筋長頭では他の筋では見られない二方向性の収縮形態を認めた。④足関節底屈運動において下腿三頭筋は全て近位方向に移動し、遠位部の移動量が比較的大きかった。足関節背屈運動における下腿三頭筋は全て遠位方向に移動した。足関節底背屈運動ともに受動運動より能動運動で筋移動量が大きくなっていった。⑤膝前十字靭帯再建術において腱を採取された残存半腱様筋を退縮なし・中間・退縮群の3形態に分類する事が可能であり、退縮群にて膝の屈曲能力低下の傾向を認めた。他の屈筋群には大きな変化を認めなかった。

(考察)

TS法では標識部が高輝度の帯として描出されるため、中～低輝度である筋組織においては非常に観察・計測がしやすい。大腿四頭筋では移動の小さい部分は筋の起始に近い部分であり、移動の大きい部は大腿四頭筋の作用点である四頭筋腱に連なる筋腱移行部や筋膜である。また、大腿四頭筋内側頭の相対的な移動量の変化は膝の屈曲角度が小さいときに膝伸展や膝蓋骨の安定化に大きく貢献するといわれる内側広筋の作用を支持する所見であると考えられた。大腿二頭筋長頭・半膜様筋のみに二方向性の収縮が認められた。この二筋では起始・停止から筋腹に長く伸びる腱性部分があり、腱性部分の走行方向と筋の機能的な収縮軸(長軸)はずれている。起始からの長い腱性部は移動性が高く、筋線維の収縮により腱性部は筋の長軸に近づくと同時に末梢の方向へ移動し、二方向性の筋の移動のうち遠位方向への移動を引き起こしていると考えた。下腿三頭筋では作用点であるアキレス腱部での移動量が大きく大腿四頭筋と同様の収縮形態と思われた。運動様式での移動量の差は、筋膜部の伸張などが要因となっていると考えた。腱採取後の半腱様筋が退縮したものでは膝の屈曲能力がおとる傾向があり、これまで行われてきたように術後の患者すべてを一群としてとらえずに個別に検討する必要があると思われた。今後、膝外傷患者における大腿四頭筋萎縮や筋挫傷患者での回復過程やリハビリテーションによる効果、大腿四頭筋内側頭の機能不全の存在が病因のひとつとされる膝蓋骨亜脱臼患者の病態解析、筋・腱移行術におけるdonorのexcursionの術前評価などに応用可能と考えている。

MRI Tagging Snapshot法にて生体内の筋の収縮様式の解析が低侵襲に可能であり、大腿四頭筋、膝屈筋群、下腿三頭筋の筋内収縮様式を観察し、移動量を計測し得た。また腱採取された患者の残存筋の観察を行い、これまでに報告されていない3種の形態に分類し得た。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、核磁気共鳴画像撮像法の新しい手法を利用して、運動時における下肢の筋肉の移動量を生体内で観測できる事を初めて示したものである。本研究を更に発展させ、この方法が臨床的にはどの様に利用できるのかを明らかにすることが期待される。

よって、著者は博士(医学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。