

人間の筋腱特性の性差および加齢変化

川上 泰雄、加藤 えみか、福永 哲夫 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

Gender- and age-related differences in muscle-tendon properties in humans

Yasuo Kawamura, Emika Kato, and Tetsuo Fukunaga

(Faculty of Sports Sciences, Waseda University)

【目的】

身体運動の原動力は骨格筋の収縮である。骨格筋は腱組織と連なって筋腱複合体 (MTC) を構成するが、これらの形態的・機能的特性 (筋腱特性) の理解は身体運動のメカニズムを考えるうえで極めて重要である。

大きな関節可動域でしなやかに動く能力は日常生活の遂行能力と深い関係をもっていると考えられ、とくに、高齢者においてはこの能力が重要視されている。体力測定においては「柔軟性」として関節可動域が計測されることが多い。しかし、その個人差のメカニズムは明らかにされていない。本研究ではこの「柔軟性」に着目し、関節可動域の性差や加齢変化が何によってもたらされるかについて、筋腱特性の観点からアプローチを試みた。

【関節可動域の性差と筋腱特性】

関節可動域には有意な性差が認められる (Grimston, 1993, Riemann, 2001)。本研究では、男女それぞれの MTC の伸長特性を検討し、関節可動域の性差を明らかにすることを目的として実験を行った。

健康な男性 6 名、(21.8±2.0 歳; 平均値±標準偏差; 以下同じ) 女性 6 名 (21.0±1.9 歳) を対象とした。被験者は膝関節完全伸展の座位で、特別に作製した筋力計を用いて足関節を一定の相対負荷で他動的に背屈させ、足関節角度変化を計測した。

腓腹筋内側頭の遠位筋腱移行部 (MTJ) の皮膚上に超音波装置の探触子を固定し、足関節背屈にともなう遠位への MTJ の移動を B モード法により撮像し、この移動を筋伸長とした。また、関節角度変化にともなうアキレス腱のモーメントアーム長の変化を先行研究 (Rugg et al. 1990) より推定し、モーメントアーム長の変化より下腿三頭筋の MTC 伸長を推定し、腱伸長は MTC の全伸長の推定値と筋伸長の実測値の差とした。

MTC 伸長、筋伸長、腱伸長は受動トルクの増加に対して増加した。女性は男性と比較して、最大足関節背屈角度および MTC 伸長が大きかった。一方、筋伸長 (男女とも 16%) には性差が認められず、性差が存在していたのは腱伸長であった (女性: 15% > 男性: 10%, $P < 0.05$; 以下同じ)。また、男女別に相対的な MTC 伸長と各指標の相対値との相関をみたところ、男性、女性ともに MTC 伸長と腱伸長との間に有意な正の相関関係がみられた。しかし、MTC 伸長と筋伸長には有意な関係は男女ともにみられなかった。この結果から、MTC 伸長の個人差に

は、筋伸長の個人差よりも腱伸長の個人差が影響を及ぼす可能性が考えられる。

本研究の結果から、女性は男性と比較してよりコンプライアントな (伸長性の高い) なアキレス腱を持ち、関節可動域の大きさは腱伸長の大きさが貢献している可能性が示された。

【関節可動域の加齢変化と筋腱特性】

足関節の関節可動域年代差が存在することがこれまでに報告されている (Nigg et al., 1992)。本研究では足関節背屈角度と下腿三頭筋・腱の関係に着目し、それらの年代差が足関節背屈角度に及ぼす影響について検討した。

対象としたのは、若年男性 16 名 (13.4±0.6 歳)、若年女性 14 名 (13.4±0.5 歳)、成人男性 18 名 (22.4±1.7 歳)、成人女性 12 名 (21.8±2.0 歳)、高齢男性 (73.2±2.7 歳)、高齢女性 (75.1±1.8 歳) の計 90 名であった。1. と同一の方法で、足関節の他動背屈中の MTC 伸長 (dMTC)、筋伸長 (dMus)、腱伸長 (dTEn) を求めた。

足関節背屈角度は成人の男女に有意な差がみられ、高齢女性は高齢男性よりも背屈角度が大きい傾向であったが、若年男性および若年女性はほぼ同程度の背屈角度であった。また、男性は足関節背屈角度が成長および加齢によって有意に小さくなったが、女性では年代による有意な差はみられなかった。dMTC は足関節背屈角度と同様の結果であった。足関節背屈角度に対する dMus と dTEn が及ぼす影響を検討するために受動背屈で得られた足関節背屈角度の最大値と dMus および dTEn の最大値との相関係数を求めた。dMus は若年男性、成人男性、高齢男性で足関節背屈角度との有意な負の相関関係がみられた一方で、dTEn は若年女性、成人男性、成人女性、高齢女性で足関節背屈角度との有意な負の相関関係がみられた。また、dTEn は成人男性と成人女性との間で有意な性差がみられ、若年と高齢では有意な性差はみられなかったが、いずれも女性は男性と比較して dTEn が大きい傾向であった。年代差については、若年女性と高齢女性との間、成人女性と高齢女性との間でそれぞれ有意な年代差がみられた。これらの結果から、足関節背屈角度には dMus と dTEn がいずれも影響因子となるものの男性では dTEn よりも dMus の及ぼす影響が大きく、反対に女性では dMus よりも dTEn の及ぼす影響が大きいことが示唆された。しかし、成人男性では dMus と dTEn で、いずれも足関節背屈角度と有意な相関関係がみられたことから、これらの影響因子の貢献は性別および年代によって異なることが示された。