

足部内在筋・外在筋の構造と発揮張力の観点から 足関節底屈トルク発揮の至適角度に迫る

代表研究者 塩谷 彦人
早稲田大学 スポーツ科学学術院 講師（任期付）

共同研究者 川上 泰雄
早稲田大学 スポーツ科学学術院 教授

共同研究者 高橋 克毅
同志社大学 スポーツ健康科学部 助手

研究要旨

等尺性条件下で発揮可能な関節トルクは関節角度によって変化し、最大トルクを発揮できる至適角度が存在する。これは関節を構成する骨格筋の構造と発揮張力の関係（長さ－張力関係）を反映している。人間の歩・走・跳における動力源である足関節底屈トルクの場合、主動筋の下腿三頭筋の構造から膝関節と足関節角度の影響を受けることが知られている。一方、足趾角度の変化は足部内在筋・外在筋の構造や発揮張力に影響をもたらし、結果として発揮可能な等尺性最大足関節底屈トルクを変化させる可能性がある。本研究では、①足関節底屈トルクを最大化する足趾の至適角度を明らかにすること、②MRI 拡散テンソル画像法を用いて、足趾角度が足部内在筋・外在筋の3次元構造に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。健康若年男性 16 名を対象として、足趾伸展 0°、15°、30°、45° の 4 条件でそれぞれ最大随意等尺性足関節底屈トルクを測定した。また、MRI 拡散テンソル画像法を用いて足部内在筋（母趾外転筋、短趾屈筋、足底方形筋）・外在筋（長母趾屈筋、長趾屈筋、後脛骨筋）の筋長・筋束長を算出した（MRI データは $n=4$ のみ解析完了）。足趾伸展 15° の足関節底屈トルクは、0°、30°、45° よりも有意に高値を示した ($p<0.05$)。また、足趾伸展 0°、30° の足関節底屈トルクは 45° よりも有意に高値を示した ($p<0.05$)。足趾角度変化に伴い、各筋の筋腹および筋束は伸縮し、その変化のパターンや程度には大きな個人差・筋間差が見られた。主要な足趾屈筋群に着目すると、筋長レベルでは長母趾屈筋は足趾伸展に伴い短縮し、長趾屈筋、母趾外転筋、短趾屈筋は足趾伸展 15°－30° まで伸長したのち、30°－45° で短縮した。これらの結果から、最大随意等尺性足関節底屈トルクが足趾角度の影響を受け変化し、足関節底屈トルクを最大化する足趾の至適角度が伸展 15° 前後に存在することが示された。今後は MRI データについてさらに解析を進め、足趾角度変化に伴う足部内在筋・外在筋の伸縮動態や、発揮張力との関連性について詳細に検討する予定である。