

跳躍動作を多用するスポーツ選手の下腿三頭筋の筋腱複合体の形態的特徴

Morphological Properties of Triceps Surae Muscle-Tendon Complex in Athletes Using many Jump Movement

スポーツ医科学研究領域
5006A054-7 中西拓慎

研究指導教員： 鳥居俊准教授

【序論】

跳躍動作は重力に抗して身体重心を垂直方向あるいは水平方向に1回の踏切(take off)により瞬時に移動させる動きであると定義することができる。また、跳躍動作は脚伸展パワーや地面反力、筋・腱の弾性エネルギーなどから成立する、身体運動の中で最もダイナミックな動作であると考えられている。

基本的な跳躍動作は、股関節・膝関節・足関節の下肢3関節のダイナミックな動きにより生じるが、それぞれの筋腱複合体の出力を分離して検討することは難しい。より単純化し、また筋腱複合体の機能的特性を検討するには、3関節のうちの一つの関節の出力に限定して検討することが必要となる。さらに出力には、筋腱複合体そのものが有する要素と、筋腱複合体をより効率的に作動させる技術要素が関連してくるはずである。そこで、身体が持つ跳躍能力の優劣を定量化・客観化するためには、技術要素を排除し、かつ特定の筋腱複合体に着目して検討する必要がある。そこで本研究では、足関節に着目し、跳躍時の足関節底屈運動の出力源である下腿三頭筋の筋腱複合体における、形態的特性と機能的特性の関係性について検討することとした。

【目的】

下腿三頭筋の筋腱複合体の形態的特性をできるだけ詳細に評価すると共に、技術要素の介在しにくい跳躍パフォーマンスを測定することによって、これらの関連性を検討し、さらに機能的特性の一つであり、跳躍動作において大きな役割を果たす足関節の底屈筋力を測定し、跳躍パフォーマンスを決定する因子が、下腿三頭筋の筋腱複合体の形態的特性であるのか、機能的特性であるのかを検討していくことを目的とした。

【方法】

跳躍動作を多用するスポーツ選手(JA)8名、跳躍動作を多用しないスポーツ選手(NA)7名、および日常的にトレーニングを行っていない学生(CON)7名、計22名を対象とした。

下腿三頭筋の筋腱複合体の形態測定として、MRI法を用いて右脚下腿部(腓腹筋近位付着部付近～踵骨)を撮影し、アキレス腱(腓腹筋腱・ヒラメ筋腱)長・腱体積、腓腹筋およびヒラメ筋長・筋横断面積・筋体積を算出した。なお、アキレス腱は踵骨との付着部から、腓腹筋およびヒラメ筋の筋線維出現部までと

定義した。また、アキレス腱長と腓腹筋長・ヒラメ筋長から、被験者ごとに筋腱比率を求めた。

下腿三頭筋の筋腱複合体が発揮する筋力の指標として、BIODEXを用いて等尺性足関節最大底屈筋力(MVC)と等尺性足関節底屈筋力の立ち上がり(RFD)を測定した。測定は、3種類の足関節角度(0°、底屈10°、背屈10°)で行った。

跳躍パフォーマンスの測定は、スレッジ装置を用いて、足関節角度0°に保った状態から、足関節のみを用いたジャンプ運動(PFJ)を行った。

【結果】

下腿三頭筋の筋腱複合体の形態的特性では、アキレス腱(腓腹筋腱)の腱長において、JAがCONよりも長い傾向が見られたが、有意差には至らず、形態的特性においては3群間で有意差は見られなかった。

足関節底屈筋力では、MVC、RFD共に全ての足関節角度において3群間での有意差は見られなかった。

跳躍パフォーマンスでは、JAがNAよりも有意に高い値を示した(Fig. 1)。また、JAがCONよりも、有意差はなかったものの、跳躍高が高くなる傾向を示した($p=0.07$)。

Table 1. 跳躍パフォーマンス

	JA	NA	CON
PFJ (cm)	19.10 ± 1.93	15.86 ± 2.71	16.19 ± 1.17

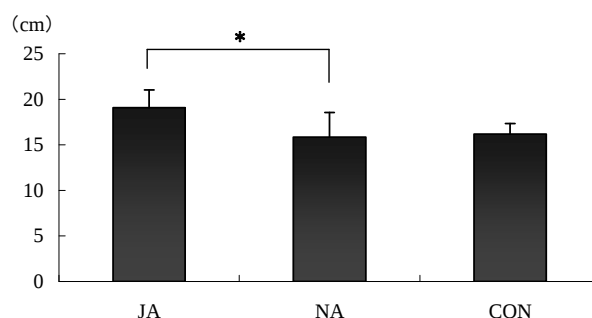


Fig. 1 PFJ 跳躍高 * : $p < 0.05$

全ての被験者を対象に PFJ 跳躍高と下腿三頭筋の筋腱複合体の形態的特性および機能的特性との相関関係を調べたところ、有意な相関を示したのは身長と体重のみであった。

また、重回帰分析を行った結果、跳躍パフォーマンス

ンスを決定する因子として抽出されたのは体重のみであった。

【考察】

本研究では、下腿三頭筋の筋腱複合体と形態的特性、機能的特性の指標として測定した足関節底屈筋力の MVC、RFD の全ての測定項目において、3 群間に有意差は見られなかった。先行研究では、数ヶ月単位のトレーニング実験では腱の形態に変化が見られなかったことが報告されている。これは、腱が他の組織に比べ、適応して形態が変化するまでに長い時間を要することが原因となっていると考えられている。しかし、本研究の JA は長期間バレーボールという跳躍動作を多用する競技を通して、下腿三頭筋の筋腱複合体に負荷のかかるトレーニングを行っているにも関わらず、他の群と比較しても形態に差が出なかった。これは、跳躍動作だけではなく、走動作や、筋力トレーニングなどでもアキレス腱に対して負荷がかかることがあるからだと考えられる。

足関節底屈筋力に関しては、腓腹筋が出力する足関節底屈運動が、跳躍動作だけでなく、走動作や投動作などでも重要な役割を担っていると考えられることから、跳躍動作の有無だけでは有意な差が見られなかったと推測する。

跳躍パフォーマンスに影響を及ぼすと考えられる因子として、本研究では体重が抽出された。また、下腿三頭筋の筋腱複合体に対してのトレーニング介入を行った先行研究では、トレーニングの前後で、筋体積、筋力、腱の機能的特性の指標である腱 stiffness、および跳躍パフォーマンスが有意に向上したが、跳躍中の筋活動量に差がなかったことから、跳躍パフォ

ーマンス向上の因子は、腱の stiffness であったと結論づけている。また、他のトレーニング介入を行った先行研究でも、腱の形態に変化がなく、腱 stiffness と跳躍パフォーマンスが向上したとの報告がある。

以上のことから、跳躍パフォーマンスに影響を及ぼす因子として考えられるのは、筋腱複合体の形態的特性ではなく、機能的特性、特に腱の弾性によるものであると推測することができる。

【結論】

本研究から、以下のような結論を得た。

- 1) 跳躍動作を多用するスポーツ選手と、跳躍動作を多用しないスポーツ選手および日常的なトレーニングを行っていない男子大学生・大学院生との間に、下腿三頭筋の筋腱複合体の形態的な差は見られなかった。
 - 2) 跳躍パフォーマンスにおいては、跳躍動作を多用するスポーツ選手が跳躍を多用しないスポーツ選手に対して有意に高値を示した。
 - 3) 跳躍パフォーマンスと有意な相関を示したのは身長と体重のみであった。
 - 4) 跳躍パフォーマンスを決定する因子として抽出されたのは体重のみであった。
- 1)～4)より、跳躍パフォーマンスの決定因子として筋腱複合体の形態的特性は否定された。