

論文内容要旨

Contribution of Plantar Fascia and Intrinsic Foot
Muscles in a Single-Leg Drop Landing and Repetitive
Rebound Jumps: An Ultrasound-Based Study

(片脚ドロップ着地および反復リバウンドジャンプ中の足
底腱膜と足部内在筋の関与: 超音波画像での検討)

International Journal of Environmental Research and
Public Health. 18(9), 4511, 2021.

主指導教員：浦邊 幸夫 教授

(医系科学研究科 スポーツリハビリテーション学)

副指導教員：浦川 将 教授

(医系科学研究科 運動器機能医科学)

副指導教員：加藤 茂幸 准教授

(広島国際大学 総合リハビリテーション学部)

森川 将徳

(医系科学研究科 総合健康科学専攻)

【緒言】

足部の骨はアーチ状に配列され、足底面には足底腱膜や足部内在筋が走行する。足部に荷重が加わると、足底腱膜の伸張と足部内在筋の収縮により、足部のアーチ構造が保たれる。足底腱膜の伸張が過度に繰り返されたり、足部内在筋の筋力が低下したりすると、足底腱膜炎などのオーバーユース障害が引き起こされることが知られている。したがって、過度な足底腱膜の伸張を防ぐためには、足部内在筋の筋力を高める筋力トレーニングが重要になる。しかし、対象とする足部内在筋を選択することはまだ行われていない。

本研究は、足部に強い荷重が加わる片脚ドロップ着地と反復リバウンドジャンプにおいて足底腱膜とともに、これに関与する足部内在筋を探ることを目的とした。

【方法】

対象は下肢に整形外科的疾患の既往がない 21 名（男性 17 名、女性 4 名）とした。足の形態を評価するために、右足の足底腱膜の踵骨付着部および母趾外転筋、短趾屈筋、短母趾屈筋を超音波診断装置で撮影した。前額面像から断面積 [mm²] を、矢状面像から厚さ [mm] および硬度 [単位なし] を算出した。

着地の測定に、高さ 20 cm の台上から対象に右足で床反力計に着地する片脚ドロップ着地を用いた。体重で正規化した鉛直成分ピーク値 [%BW: %body weight]、ピークに至るまでの時間 [s]、鉛直成分ピーク値をピークに至るまでの時間で除した衝撃緩衝係数 [%BW/s]、安定性を示す足圧中心軌跡長 [%足長]を算出し、3 回の平均値を代表値とした。

跳躍の測定に、片脚で 7 回連続で跳躍する反復リバウンドジャンプを行った。可能な限り地面の接地時間を短くかつ高く跳躍するように指示した。最初と最後を除いた 5 回分の接地時間 [ms]、跳躍高 [cm]、跳躍高を接地時間で除した RJ 指数 (RJ: rebound jump) [cm/s] の平均値を代表値とした。跳躍高が高く接地時間が短くなると RJ 指数は増大する。

足部形態と着地もしくは跳躍での計測項目との関連を調べるため、測定項目の正規性を確認したのち、正規性があればピアソンの積率相関係数、なければスピアマンの順位相関係数を求めた。相関係数の有意確率が 0.10 未満の項目は、形態を目的変数、着地もしくは跳躍での計測項目を従属変数とした強制投入法による回帰分析を行った。有意水準は 5%とした。

【結果】

断面積について、足底腱膜は 245.0 ± 66.2 [mm²]、母趾外転筋は 245.0 ± 66.2 [mm²]、短母趾屈筋は 244.8 ± 39.0 [mm²]、短趾屈筋は 214.3 ± 50.4 [mm²]であった。腱厚ならびに筋厚について、足底腱膜は 3.0 ± 0.4 [mm]、母趾外転筋は 11.1 ± 1.9 [mm]、短母趾屈筋は 11.4 ± 2.4 [mm]、短趾屈筋は 8.8 ± 2.7 [mm]であった。硬度について、足底腱膜は 0.40 ± 0.29 、母趾外転筋は 1.28 ± 0.76 、短母趾屈筋は 1.95 ± 1.03 、短趾屈筋は 2.70 ± 1.2 であった。

片脚ドロップ着地時の鉛直成分ピーク値は 458.4 ± 90.6 [%BW]、ピークに至るまでの時間は 57.2 ± 10.4 [ms]、衝撃緩衝係数は 8.3 ± 2.5 [%BW/s]、足圧中心軌跡長は 25.4 ± 4.8 [%足長]で

あった。RJ 時の接地時間は 0.30 ± 0.05 [s]、跳躍高は 13.5 ± 3.5 [cm]、RJ 指数 46.0 ± 15.1 [cm/s] であった。

有意な相関関係を示したのは、足底腱膜の腱厚と足圧中心軌跡長 ($r = -0.513$, $p = 0.018$)、跳躍高 ($r = 0.615$, $p = 0.003$)、RJ 指数 ($r = 0.645$, $p = 0.002$)、母趾外転筋の断面積と接地時間 ($r = -0.478$, $p = 0.028$)、そして短母趾屈筋の断面積と鉛直成分ピーク値 ($r = -0.472$, $p = 0.031$) であった。RJ 指数を従属変数、足底腱膜の腱厚と母趾外転筋の断面積を説明変数とした回帰分析では、足底腱膜の腱厚が有意に RJ 指数に関連していた (95%信頼区間 7.219–38.743、標準化係数 $\beta = 0.587$, $p = 0.007$)。

【考察】

足底腱膜は測定した足部内在筋と比較して、最も薄く、硬度が高い組織であった。足底腱膜は、足部に加わる荷重 (片脚ドロップ着地時に体重の約 4.5 倍) に対して伸張される。今回の結果からも、足底腱膜が片脚ドロップ着地と反復リバウンドジャンプの両方に関係し、着地と跳躍動作で足部アーチ構造の保持に関与していることが確認された。

3 筋のうち短母趾屈筋が最も筋厚が厚かった。筋厚と断面積は筋力と関係するため、片脚ドロップ着地や反復リバウンドジャンプでは短母趾屈筋の機能が重要になる可能性が示された。実際に片脚ドロップ着地で、短母趾屈筋の断面積が大きいほど鉛直成分ピーク値が小さくなっており、足部に加わる衝撃力緩衝していると考えられた。

次に、母趾外転筋は踵部から第一基節骨部まで足部の内側縦アーチにそって走行し、断面積が最も大きな筋である。その筋力は反復リバウンドジャンプ時の接地時間の減少とより高い跳躍高に寄与していた。今回、反復リバウンドジャンプ時に足底腱膜に加え、母趾外転筋が関与していることが示された。

これらに対し、短趾屈筋は片脚ドロップ着地にも反復リバウンドジャンプにも明確な関与は示されないことが確認できた。

以上より、本研究では足底腱膜は着地とジャンプの両方、短母趾屈筋は着地、母趾外転筋はジャンプに関与することを新たに見出した。