

論文内容要旨

Selective Strength Training Changes the Morphology and Ankle Strength of the Peroneus Longus and the Peroneus Brevis

(長腓骨筋と短腓骨筋に対する選択的トレーニング
は各筋の筋形態と足関節筋力を変化させる)

Journal of Human Kinetics, 2023, in press.

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：藤田 直人 教授

(医系科学研究科 生体環境適応科学)

副指導教員：中佐 智幸 准教授

(医系科学研究科 寄附講座 人工関節・生体材料学)

有馬 知志

(医系科学研究科 総合健康科学専攻)

【はじめに】

腓骨筋群の役割として足関節を外がえしさせ、不意な足関節の内がえしを防ぐことが知られている。さらに、腓骨筋群は主に長腓骨筋 (Peroneus Longus: PL) と短腓骨筋 (Peroneus Brevis: PB) に区別することができ、各筋の機能低下は異なる足部・足関節の問題を引き起こすことがわかっている。例えば、PL の機能低下は踵骨、距骨、舟状骨、内側楔状骨、第 1 中足骨から成る足部内側縦アーチの低下にともなう扁平足につながる。PB の機能低下では、踵骨、立方骨、第 5 中足骨から成る足部外側縦アーチの安定性低下にともなう第 5 中足骨骨折や足関節内がえし捻挫の原因となる。このような背景から、足部・足関節傷害の治療と予防を考えるうえで PL と PB を選択的にトレーニングすることが必要になると考える。Shunk ら (1982 年) は PL の筋活動が母趾球荷重による足関節外がえしで増加し、Otis ら (2004 年) は PB は PL よりも筋が活動することで足関節外転に貢献することを報告している。しかし、実際に母趾球荷重を意識した足関節外がえしの肢位や足関節外転を強調した肢位での長期的なトレーニングによって PL と PB の選択的な効果を得られるかは不明である。本研究の目的は、足関節外がえしの肢位と足関節外転を強調した肢位で 8 週間のトレーニングを実施し、PL と PB の筋形態と筋力にどのような効果が得られるか確認することで、実施肢位による PL と PB の選択的トレーニングの有用性を示すこととした。

【方法】

対象は、健常成人 20 名 (男女各 10 名) とし、PL 介入群 (n = 10、年齢 : 22.7 ± 1.6 歳、BMI : $21.0 \pm 0.9 \text{ kg/m}^2$) と PB 介入群 (n = 10、年齢 : 22.5 ± 1.4 歳、BMI : $21.9 \pm 2.7 \text{ kg/m}^2$) に分けた。包含基準は、下肢に整形外科的疾患の既往がない者とした。除外基準は、(1) 整形外科的下肢疾患や手術の既往がある、(2) 過去 3 ヶ月以内に下肢の急性外傷を経験した、(3) 足関節の主観的不安定性を評価する Cumberland Ankle Instability Tool が 27 点以下、(4) 日常的に下肢のレジスタンストレーニングを行っている者とした。本研究は、広島大学臨床研究倫理審査委員会の承認を得て実施した (承認番号 : C2022-0009)。介入方法について、PL 介入群では Thera-Band® (強度+3 [黒]、Hygienic Corporation) を母趾球から押し出す意識をした足関節外がえし運動を実施した。PB 介入群では、Thera-Band® を第 5 中足骨底で牽引し、足関節外転運動を実施した。各介入は、2 秒に 1 回のペースで 100 回を 2 セットとし、週 3 回の頻度で 8 週間実施した。介入効果は、超音波診断装置 (ArtUs EXT-1H、Telemed 社) を用いて、PL と PB の筋断面積と筋厚、筋輝度の測定で確認した。筋断面積と筋厚、筋輝度の測定箇所は、腓骨頭と外果を結ぶ直線の近位から 25% の位置を PL、75% の位置を PB とした。また、徒手筋力計 (mobie、酒井医療株式会社) を用いて PL 介入、PB 介入と同様に足関節外がえしと外転運動で得られる PL と PB の筋力を測定した。各測定は、1 週目の介入前と各週の介入を実施した翌週の介入実施前に行った。介入の持続効果を検討するため、10、12 週目に同じ測定を実施した。

統計学的解析では、介入前を基準とした各週の測定値の変化量を解析値として、PL と PB 介入の効果と介入終了後の持続効果を比較するため、二元配置分散分析を実施した。交互作用が確認された場合、事後検定として Bonferroni 法を行い、介入前と比較して差がある測定時点を判

断した。有意水準は 5%とした。

【結果】

二元配置分散分析の結果、PL と PB の筋断面積、筋力に関して測定した週と介入群の要因間で交互作用が認められたが ($p < 0.05$ 、PL 筋断面積 F 値 = 49.8、効果量 $\eta p^2 = 0.735$; PB 筋断面積 F 値 = 19.9、効果量 $\eta p^2 = 0.526$; PL 筋力 F 値 = 19.1、効果量 $\eta p^2 = 0.515$; PB 筋力 F 値 = 23.0、効果量 $\eta p^2 = 0.561$)、筋厚と筋輝度では認められなかった。事後検定の結果、PL の筋断面積は PL 介入群のみで介入前と比較して 2~8 週と 10、12 週時点で有意に高値を示し、PB の筋断面積は PB 介入群のみで介入前と比較して 4~8 週と 10、12 週時点で有意に高値を示した (それぞれ $p < 0.05$)。PL 筋力は PL 介入群のみで、PB 筋力は PB 介入群のみで、介入前と比較して 2~8 週と 10、12 週時点で有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

【考察】

本研究の結果、足関節を外がえしさせる運動介入では、PL の筋断面積が選択的に向上した。足関節を外転させる運動介入では、PB の筋断面積が選択的に向上した。加えて、PL と PB 筋力も同時に、それぞれ選択的に向上することが明らかとなった。一般的に、モーメントアームはある関節の平面運動にどの程度、筋が貢献するかを指標となる。PL と PB では、PL は第 1 中足骨底と内側楔状骨に付着し牽引することで足関節を外がえしする作用をもち、外がえしのモーメントアームは足関節周囲筋の中で PL が約 30mm と最大になる。一方、PB は第 5 中足骨基部に付着することから足部・足関節を外転する作用があり、外転のモーメントアームは足関節周囲筋の中で PB が約 20mm と最大になる。したがって、PL は足関節外がえし、PB は足関節外転に最も寄与する筋であるといえる。このように生体力学的観点から考察すると、本研究で行った運動介入方法は PL と PB の選択的かつ長期的なトレーニングとして、各筋の筋肥大と筋機能向上に効果的であると考えられた。PL と PB はそれぞれ足部内側縦アーチの剛性向上と足部外側縦アーチの安定性向上といった異なる役割を果たすなかで、筆者は先行研究で、足関節内がえし捻挫既往者と健常者で PL と PB の筋形態や機能を比較した。その結果、PL では筋断面積に違いはないものの筋活動が低値を示した一方で、PB では筋断面積と筋活動ともに高値を示し、各筋で特徴が異なったことを報告した。そしてこれらの違いが足関節内がえし捻挫の再発や併発する足部・足関節の問題につながると考えていた。

以上より、腓骨筋群として一括りにすることなく PL と PB の選択的トレーニングを採用することで、足部・足関節傷害に対する PL と PB の筋肥大の発生を確認し、これが今後の足部・足関節に対する傷害予防に役立つと考えている。