

原著

長腓骨筋と短腓骨筋の選択的な筋力トレーニングは可能か

有馬 知志¹⁾, 前田 慶明¹⁾, 堤 省吾¹⁾, 江崎 ひなた¹⁾,
小田 さくら¹⁾, 田村 佑樹¹⁾, 小宮 諒¹⁾, 浦辺 幸夫¹⁾

本研究の目的は、異なる2種類の筋力トレーニングが長腓骨筋 (PL) と短腓骨筋 (PB) の筋形態に及ぼす即時的影響を検証することである。セラバンドを母趾球から押し出す母趾球運動、第5中足骨底から押し出す第5中足骨運動の2つの足関節外反運動を実施した。運動実施直前と直後、10と20と30分後に腓骨頭と外果を結んだ線の近位25%と遠位75%での腓骨筋群の筋横断面積と筋輝度に加え、足関節外反筋力を測定し、項目ごとに各測定時点間で比較した。母趾球運動でPLを示す近位25%、第5中足骨運動でPBを示す遠位75%の筋横断面積が実施直後に有意に増加し、その後経時的に減少したため、本運動でPLとPBを選択的に筋力トレーニングできることが示唆された。

キーワード：腓骨筋群、足関節内反捻挫、リハビリテーション

(受付日：2022年5月26日、受理日：2022年8月17日)

I 緒言

足関節内反捻挫は、スポーツ活動中に頻発する筋骨格系傷害の1つである¹⁾。アメリカの大学生スポーツ選手を対象に16年間行われた調査では、1000人が1回の練習または試合に参加したとき、0.83件の確率で足関節内反捻挫が発生することが報告されており、全傷害の15%を占め最も発生頻度が高かったとしている²⁾。また足関節内反捻挫は発生率が高いだけでなく再発率が73.5%にのぼり³⁾、一度受傷すると高確率で再発しスポーツ活動を制限するなど大きな問題となる。

足関節内反捻挫の再発予防を考える際に、長腓骨筋、短腓骨筋といった足関節の外反作用を持つ筋群（以下：腓骨筋群）は特に重要な筋である⁴⁾。しかし、足関節内反捻挫後には、腓骨筋群の機能低下や形態的变化が生じ、再発の要因となっていることがいわれている⁵⁾。腓骨筋群の機能低下に関しては、足関節内反捻挫を複数回受傷した脚では明らかな足関節外反筋力の低下が起こるとされている⁶⁾。さらに腓骨筋群の機能が十分にあることは、足関節内反捻挫の再発予防のみならず受傷時に生じやすい前距腓靭帯や踵腓靭帯の保護にとっても重要である。足関節内反捻挫後の腓骨筋群の形態的变化について、近年では超音波画像診断装置を用いた報告がなされている。足関節内反捻挫の既往がある者は既往がない者に比べ、腓骨筋群の筋横断面積が減少していた⁷⁾。筋内脂肪などの筋内の非収縮性組織の割合を示す筋輝度に関して、足関節内反捻挫の既往の有無との関係を検討した先行研究では、既往がある者は既往がない者に比べ、腓

骨筋群の筋輝度が有意に高値を示したと報告されている⁸⁾。また有馬らは、超音波画像診断装置を用いて足関節内反捻挫の既往がある者の腓骨筋群の形態および機能変化を長腓骨筋と短腓骨筋に分けて確認するために、腓骨頭と外果を結んだ直線上のうち、近位25%、中央部50%、遠位75%の3箇所測定した⁹⁾。その結果、長腓骨筋の筋横断面積は足関節内反捻挫の既往の有無で差はなかったものの、値が高値を示すほど筋内の非収縮性組織の割合が多いことを示す筋輝度は既往がある脚で高値を示した⁹⁾。このことから筋横断面積内の構成組織のうち収縮性組織の割合が減少しており、本先行研究でみられた長腓骨筋の筋活動低下をはじめとした機能低下につながっている可能性が示唆された。一方で、足関節内反捻挫の既往がある脚の短腓骨筋の筋横断面積は既往がない脚と比べ有意に高値を示し、筋輝度に関しては低値であったことから、長腓骨筋の形態および機能低下にともなう代償的な筋肥大が生じている可能性が示唆された⁹⁾。長腓骨筋は単に足関節外反に作用するのではなく、足底をまわり内側楔状骨および第1中足骨底に停止する解剖学的特徴から収縮することで、中足部の剛性を高めつつ足部を外返しさせ足部内側への荷重を増加させる働きがあるため、足関節内反捻挫の予防に欠かせない筋であるとされている¹⁰⁾。したがって、長腓骨筋自体の機能改善のため、また短腓骨筋の過剰な筋肥大を抑えるためにも選択的に長腓骨筋の形態および機能の改善を図る必要性が考えられる。また、先行研究において第5中足骨不安定性は足関節内反捻挫の再発の要因であり¹¹⁾、その第5中足骨不安定性は短腓骨筋の筋緊張低下が影響する

¹⁾ 広島大学大学院医系科学研究科、〒734-8553 広島県広島市南区霞 1-2-3

とされていることから¹²⁾, この場合は選択的に短腓骨筋に介入する必要性がうかがえる. 長腓骨筋と短腓骨筋はそれぞれ足関節内反捻挫を予防するうえで重要な作用を有するが, 足関節内反捻挫後には長腓骨筋, 短腓骨筋で異なる形態および機能変化が生じる可能性がある. そのため, 足関節内反捻挫後には腓骨筋群の状況に合わせて長腓骨筋および短腓骨筋の選択的な介入を行う重要性が示唆される. しかし, これまで腓骨筋群を長腓骨筋と短腓骨筋に分けて筋力トレーニングの介入を実施し, 実施後それぞれの形態変化を検討している報告は乏しいかぎりみあたらない.

そのような中で, 先行研究にて長腓骨筋と短腓骨筋で作用が異なることが示されている. 石田らは, 長腓骨筋の筋活動は母趾球荷重で増加すること¹³⁾, また Otis らは, 短腓骨筋は長腓骨筋よりも足関節外反に作用することを報告している¹⁴⁾. これらの報告から, 長腓骨筋では母趾球荷重を意識した運動を行い, 短腓骨筋では足関節外反運動を強調した運動を実施することでそれぞれの筋を選択的に筋力トレーニングできることが推察される. また, 筋力トレーニング直後には筋損傷が原因の浮腫による一過性の筋肥大が生じ, これが筋力トレーニングの即時的効果を示すと報告されている¹⁵⁾. この一過性の筋肥大は, 超音波画像診断装置で簡便に測定できるため, 臨床現場でも有効な評価手段となりえる.

本研究の目的は, 母趾球荷重を意識した運動と足関節外反を意識した運動の2種類の異なる筋力トレーニング方法が長腓骨筋 (PL) と短腓骨筋 (PB) の筋形態に及ぼす即時的な影響を検証し, 腓骨筋群に対する選択的な筋力トレーニング方法の妥当性を検討することとした. 仮説は, 筋横断面積に関して母趾球荷重を意識した運動実施後は腓骨筋群の近位 25% が増加し, 足関節外反を意識した運動では遠位 75% が増加するとした. また, 筋輝度に関しては, 母趾球荷重を意識した運動, 足関節外反を意識した運動ともに即時的介入であるため筋内組織を変化させるまで至らず, 値に変化はないと仮定した.

II 方法

2.1 対象

対象は, 下肢に整形外科的疾患のない健常成人 14 名 (男性 7 名: 年齢 22.5 ± 1.4 歳, 身長 172.2 ± 7.0 cm, 体重 63.2 ± 3.1 kg; 女性 7 名: 年齢 22.0 ± 0.9 歳, 身長 156.7 ± 2.9 cm, 体重 49.0 ± 4.0 kg) とした.

2.2 課題動作

課題動作は, セラバンド (強度: 中 (緑), 酒井医療株式会社) を用いた 2 種類の足関節外反動作であった. 長座位にてセラバンドを母趾球にあて足関節最大底屈位から接触部より押し出す母趾球運動, 側臥位にて足関節最大底屈位から第 5 中足骨底より押し出す第 5 中足骨運動の 2 課題を別日で行った (図 1). 側臥位では, 上側の下肢は股関節, 膝関節屈曲 90° , 下側の下肢は股関節, 膝関節屈曲伸展 0° となるように指示した課題動作はすべて右足で実施した. 課題動作の実施回数は, 1 回/秒の速さで 100 回を 3 セット実施した. 対象ごとの 2 課題動作の実施順はランダムに割り当てた. セラバンドの長さは, 課題動作時にかかる負荷量を統一するために, 母趾球運動では足関節中間位にて張力をかけない状態でセラバンドを足底にまわし両端が腓骨頭から足底までの半分の長さとなるようにした. 母趾球運動動作時は膝関節裂隙までセラバンドの両端を引っ張った状態で課題を実施した. 第 5 中足骨運動では両端をつなぎ合わせたセラバンドに張力をかけない状態にして, 測定で使用したベッドの高さと同じ 50 cm になるようにセラバンドの長さを設定した. また, セラバンドの伸長による抵抗が対象ごとに変化しないように対象ごとで新しいセラバンドを使用した.

2.3 超音波画像診断装置を用いた腓骨筋群の形態測定

B モード超音波画像診断装置 (Telemed 社, ArtUs EXT-1H) とプローブ (Telemed 社, LF11-5H60-A3,

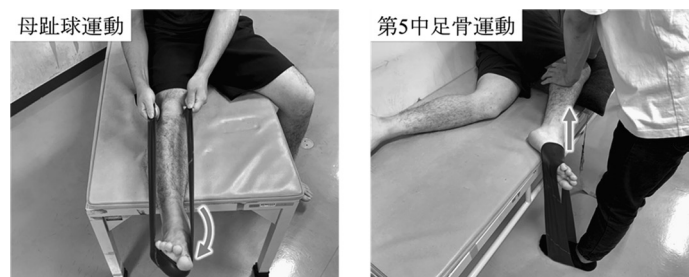


図 1 母趾球運動と第 5 中足骨運動の実施風景

母趾球運動: 長座位にてセラバンドを母趾球にあて足関節最大底屈位から接触部より押し出す. 第 5 中足骨運動: 上側の下肢は股関節, 膝関節屈曲 90° , 下側の下肢は股関節, 膝関節屈曲伸展 0° とした側臥位にて足関節最大底屈位から第 5 中足骨底より押し出す.

Frequency : 5-11 MHz, Length : 60 mm) を使用し、腓骨筋群の筋横断面積と筋輝度を測定した。操作に慣れた1名を検者とした。測定肢位は、ベッド上での側臥位とした。超音波画像診断装置による測定箇所は腓骨頭と外果を結んだ直線上のうち、近位25%と遠位75%とした(図2)。解剖学的位置を考慮すると、近位25%の測定箇所は筋横断面積のほとんどを長腓骨筋、遠位75%の測定箇所は筋横断面積のほとんどを短腓骨筋が占める¹⁶⁾。プローブは腓骨頭と外果を結んだ直線に対して垂直にあてて測定を行った。測定箇所にはマーキングを行い、プローブをあてがう箇所を再現できるようにした。プローブに十分なゲルを塗布した後、最小限の強さで測定箇所にあてて筋横断面積の画像撮影をそれぞれの測定箇所ですべて3回行った。筋横断面積は画像解析ソフト Image J ver1.52 (米国国立衛生研究所) を用いて、得られた画像上の筋膜に沿って算出した。筋輝度は0から

255の256段階で画像の明るさが表示される8bit-gray-scaleによって算出し、それぞれ3回の平均を代表値として使用した。筋輝度は、先行研究にて値が低値を示すほど筋内の非収縮性組織の割合が少ないことを示し、超音波画像上では黒く抽出されることが報告されている¹⁷⁾(図3)。筋横断面積と筋輝度の測定は運動実施直前と実施直後、10と20と30分後までの時点でそれぞれ実施した。

2.4 足関節筋力測定

足関節筋力の測定には、徒手筋力計 (mobie, 酒井医療株式会社) を使用した。測定肢位は、上側の下肢は股関節、膝関節屈曲90°、下側の下肢は股関節、膝関節屈曲伸張0°の側臥位とした。この測定肢位にて対象は、母趾球運動時に足関節最大底屈位から母趾球にあてがった徒手筋力計を最大努力で5秒間押し出す等尺性足関節

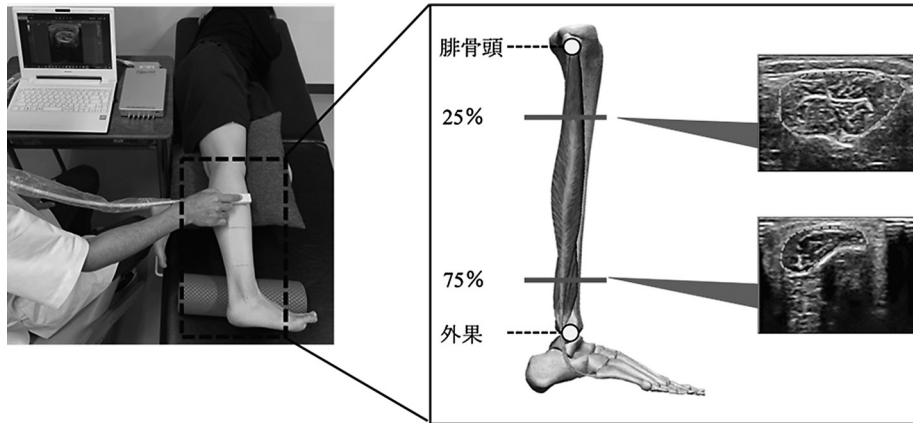


図2 超音波画像診断装置を用いた腓骨筋群の形態測定

腓骨筋群の形態測定は超音波画像診断装置を用いて行った。測定箇所は腓骨頭と外果を結んだ直線上のうち、近位25%と遠位75%の2箇所とした。

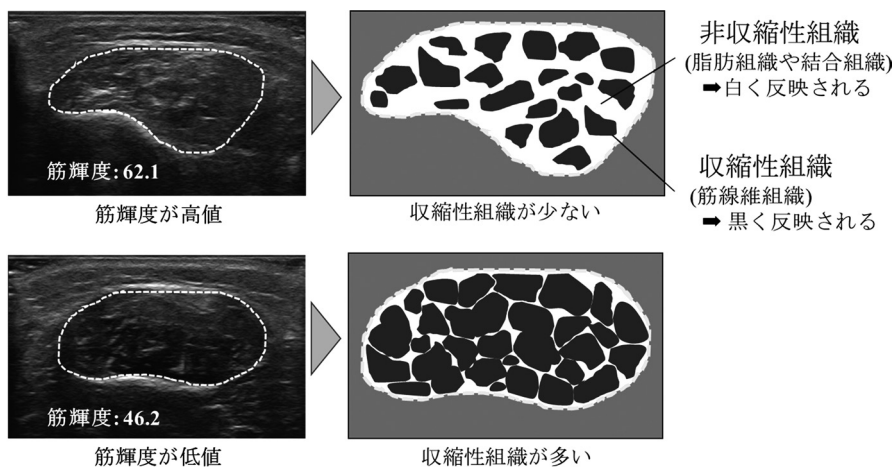


図3 超音波画像内での筋輝度

上図：筋輝度の値が高い場合の画像：画像上では明るく映り、筋内の非収縮性組織が多いことを示す。下図：筋輝度の値が低い場合の画像：画像上では暗く映り、筋内の非収縮性組織が少ないことを示す。

外反筋力（以下，母趾球筋力），第5中足骨運動時に足関節最大底屈位から第5中足骨底にあてがった徒手筋力計のベルトを最大努力で5秒間押し出す等尺性足関節外反筋力（以下，第5中足骨筋力）を測定した¹⁸⁾（図4）。運動ごとに，運動実施直前と実施直後，10と20と30分後までの時点で3試行ずつ測定を行った。徒手筋力計で得られた値を，体重で除した体重当たりの筋力（N/kg）を測定値とした。

2.5 倫理的配慮

本研究はヘルシンキ宣言に基づき，対象に研究の目的と内容を十分に説明し，書面にて同意を得た。なお，本研究は広島大学疫学研究倫理審査委員会の承認を得て行った（承認番号：E-2659）。

2.6 統計学的解析

統計学的解析には，SPSS ver. 28.0 for windows（日本アイ・ビー・エム社）を使用した。母趾球運動と第5中足骨運動それぞれの運動実施直前と実施直後，10と20と30分後時点での近位25%と遠位75%の筋横断面積と筋輝度，母趾球筋力，第5中足骨筋力について，各

測定値の正規性を Shapiro-Wilk 検定を用いて確認した。運動ごとに，繰り返しのある一元配置分散分析を用いて運動実施直前と実施直後，10と20と30分後の測定時点それぞれの間で各測定値を比較した。事後検定として，Bonferroni法を用いた。いずれも有意水準は5%とした。

Ⅲ 結果

表1, 2に，母趾球運動と第5中足骨運動それぞれの課題実施直前と実施直後，10と20と30分後時点での近位25%と遠位75%の筋横断面積と筋輝度，母趾球筋力，第5中足骨筋力の結果と，反復測定分散分析による測定時点それぞれの間での測定項目ごとの比較結果を示す。母趾球運動での筋横断面積は近位25%にて，実施直前と比較して実施直後と10分後の値が有意に高値，実施直後および10分後と比較し20分後と30分後の値が有意に低値，20分後と比較し30分後の値は有意に低値を示した。一方，母趾球運動では遠位75%の筋横断面積に有意な変化はみられなかった。母趾球筋力に関して，運動実施直前と比較して実施直後の値は有意に低値，実施直後および10分後と比較して20分後と30分

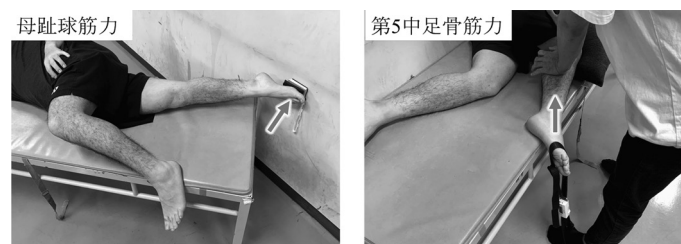


図4 母趾球筋力と第5中足骨筋力の測定風景

母趾球筋力：上側の下肢は股関節，膝関節屈曲90°，下側の下肢は股関節，膝関節屈曲伸展0°の側臥位にて，足関節最大底屈位から母趾球にあてがった徒手筋力計を最大努力で5秒間押し出す等尺性足関節外反筋力。第5中足骨筋力：足関節最大底屈位から第5中足骨底にあてがった徒手筋力計のベルトを最大努力で5秒間押し出す等尺性足関節外反筋力。

表1 母趾球運動での課題実施前と実施直後，10と20と30分後時点での近位25%と遠位75%の筋横断面積と筋輝度，母趾球筋力

	実施直前	実施直後	10分後	20分後	30分後
筋横断面積 (cm²)					
近位25%	5.67±2.04*†	6.18±2.24‡§	6.01±2.17‡§	5.87±2.20§	5.69±2.11
遠位75%	2.20±0.56	2.21±0.54	2.19±0.55	2.19±0.54	2.18±0.54
筋輝度 (a.u.)					
近位25%	71.6±14.5	71.9±13.3	73.1±15.6	71.2±15.1	72.8±15.2
遠位75%	53.4±15.5	53.2±17.3	55.6±17.8	54.6±16.1	52.9±16.0
母趾球筋力 (N/kg)	1.44±0.32*	1.20±0.22‡§	1.28±0.25‡§	1.44±0.27	1.52±0.27

* : vs 実施後、† : vs 10分後、‡ : vs 20分後、§ : vs 30分後

筋横断面積は近位25%にて，実施直前と比較して実施直後と10分後の値が有意に高値，実施直後および10分後と比較し20分後と30分後の値が有意に低値，20分後と比較し30分後の値は低値を示した。母趾球筋力は，実施直前と比較して実施直後の値は有意に低値，実施直後および10分後と比較して20分後と30分後の値は有意に高値を示した。筋輝度の値は，すべての測定時点間で有意な差はみられなかった。

表2 第5中足骨運動での課題実施前と実施直後、10と20と30分後時点での近位25%と遠位75%の筋横断面積と筋輝度、第5中足骨筋力

	実施直前	実施直後	10分後	20分後	30分後
筋横断面積 (cm²)					
近位25%	5.81±2.25	5.89±2.32	5.86±2.35	5.86±2.37	5.86±2.34
遠位75%	2.18±0.53*†‡§	2.55±0.54†‡§	2.47±0.54†§	2.35±0.49§	2.25±0.50
筋輝度 (a.u.)					
近位25%	72.6±15.2	71.2±14.1	72.2±15.4	71.4±14.6	72.4±15.4
遠位75%	55.0±14.3	53.2±13.6	57.2±16.8	56.8±15.1	56.9±16.3
第5中足骨筋力 (N/kg)	1.67±0.32*†	1.34±0.32†§	1.48±0.34†§	1.58±0.33	1.65±0.28

* : vs 実施後、† : vs 10分後、‡ : vs 20分後、§ : vs 30分後

筋横断面積は遠位75%にて、すべての測定時点間で有意差がみられ、実施後に筋横断面積が有意に増加し、その後有意差をもって徐々に減少する結果であった。第5中足骨筋力に関して、実施直前と比較して実施直後と10分後の値は有意に低値、実施直後および10分後と比較して20分後と30分後の値は有意に高値を示した。

後の値は有意に高値を示した。第5中足骨運動での筋横断面積は遠位75%にて、すべての測定時点間で有意差がみられ、運動実施直後に筋横断面積が有意に増加し、その後有意差をもって徐々に減少する結果であった。一方、第5中足骨運動では遠位25%の筋横断面積に有意な変化はみられなかった。第5中足骨筋力に関して、運動実施直前と比較して実施直後と10分後の値は有意に低値、実施直後および10分後と比較して20分後と30分後の値は有意に高値を示した。母趾球運動および第5中足骨運動での筋輝度の値は、すべての測定時点間で有意な差はみられなかった。

IV 考察

本研究は、母趾球運動と第5中足骨運動の2種類の異なる筋力トレーニング方法が長腓骨筋(PL)と短腓骨筋(PB)の筋形態に及ぼす即時的な影響を検証し、腓骨筋群に対する選択的な筋力トレーニング方法の妥当性を検討することを目的に実施した。

本研究で最も特筆すべき結果は、母趾球運動にて近位25%の筋横断面積が、運動実施直前と比較して実施直後と10分後の値が有意に高値、実施直後および10分後と比較し20分後と30分後の値が有意に低値、20分後と比較し30分後の値が低値を示し、遠位75%の筋横断面積では変化がなかったこと、また第5中足骨運動にて遠位75%の筋横断面積は、運動実施直後に有意に増加し徐々に減少する結果であり、近位25%の筋横断面積では変化がなかったことである。筋力トレーニング直後の一過性の筋肥大は筋損傷が原因の浮腫によるもので、筋力トレーニングの即時的効果を示すと報告されている¹⁵⁾。本研究でみられた母趾球運動および第5中足骨運動直後の筋横断面積の増加に関しても、先行研究と同様に筋力トレーニング直後の一過性の筋肥大によるものであると考えられる。また、本研究で実施した母趾球運動

では長腓骨筋が筋横断面積のほとんどを占める近位25%、第5中足骨運動では短腓骨筋が筋横断面積のほとんどを占める遠位75%でそれぞれ筋横断面積の増加がみられたことから、本研究の運動にて腓骨筋群の中でも長腓骨筋と短腓骨筋を選択的に筋力トレーニングできる可能性がある。有馬らは、足関節内反捻挫後には長腓骨筋では筋横断面積内の収縮組織が減少し機能低下に影響していること、そして短腓骨筋ではそれにとまなう代償的な筋肥大が生じている可能性を報告した⁹⁾。他の報告では、短腓骨筋の筋発揮低下は足関節内反捻挫の再発要因である第5中足骨不安定性と長腓骨筋の筋発揮低下に影響していると述べている^{11,12)}。これらの報告から、足関節内反捻挫後には長腓骨筋もしくは短腓骨筋、あるいは両筋に変化が生じる可能性がうかがえる。したがって臨床現場では、足関節捻挫後に腓骨筋群として一括りにするのではなく、長腓骨筋と短腓骨筋の形態および機能変化を対象ごとに評価したうえで、長腓骨筋、短腓骨筋の選択的もしくは両筋に対する筋力トレーニングを実施する必要があるだろう。

筋輝度に関して、本研究結果では母趾球運動、第5中足骨運動ともに実施後も筋輝度の値は、すべての測定時点間で差はみられなかった。先行研究では、筋力トレーニング直後は筋の炎症状態を反映し筋輝度の値が増加することが報告されており¹⁹⁾、本研究とは異なる結果である。本研究の結果が先行研究と異なった理由としていくつかの要因が推察される。一つ目は、筋輝度は筋横断面積内の結合組織、脂肪組織といった様ざまな非収縮性組織がエコー輝度として明るく反映されたものであり²⁰⁾、筋力トレーニング後の筋の炎症以外にも筋輝度に影響する組織が多く存在することが要因として考えられる。そのため本研究でも、筋力トレーニング後の筋の炎症以外に他の組織の状態が影響し筋輝度に変化を与えなかった可能性がある。二つ目は、本研究で実施した筋力トレー

ニングの負荷量の影響が要因としてあげられる。本研究では、筋輝度が運動実施前後で変化しなかったことから先行研究で報告されている筋の炎症が生じるほどの負荷量ではなかったことが予想される。一方、本研究は、母趾球運動実施直後には近位 25%、第 5 中足骨運動実施直後には遠位 75% での腓骨筋群の筋横断面積が増加しており、またそれぞれの運動実施直後に母趾球筋力、第 5 中足骨筋力が低下していた。この筋横断面積の増加は筋力トレーニングの即時的効果としての筋肥大を反映しており¹⁵⁾、筋力は本運動実施による腓骨筋群への負荷が影響して低下したと考えられる。そのため母趾球運動と第 5 中足骨運動がそれぞれ長腓骨筋と短腓骨筋に対して選択的な効果があるかを検証するうえでは、運動として適当な負荷量であったことが示唆される。筋力トレーニングとしての最適な負荷量に関しては、一回の介入効果だけでなく長期的な介入を行い、腓骨筋群の形態や筋力の変化を調査する必要があるため、今後検討を行ってきたい。

本研究の限界点は、対象が健常者のみであったことである。足関節内反捻挫後には腓骨筋群の筋横断面積の減少や筋輝度の増加といった筋形態の変化が起こるとされており、介入前の腓骨筋群の筋形態の状態が健常者とは異なることが考えられる。そのため、筋力トレーニング介入実施後の腓骨筋群の筋形態の変化が健常者と異なることが考えられる。今後は足関節内反捻挫の既往がある者も対象として、筋力トレーニング介入後の腓骨筋群の筋形態の変化が健常者と同様かどうかを確認し、筋力トレーニング負荷量が健常者と同様でよいか検討していきたい。

V 結論

1. 本研究は、母趾球荷重を意識した運動と足関節外反を意識した運動の 2 種類の異なる筋力トレーニング方法が長腓骨筋 (PL) と短腓骨筋 (PB) の筋形態に及ぼす即時的な影響を検証し、腓骨筋群に対する選択的な筋力トレーニング方法の妥当性を検討することを目的とした。
2. 筋横断面積に関して、母趾球運動では長腓骨筋が筋横断面積のほとんどを占める近位 25% で運動実施直後に増加がみられ、遠位 75% では変化がみられなかった。また第 5 中足骨運動では短腓骨筋が筋横断面積のほとんどを占める遠位 75% で運動実施直後に増加がみられ、近位 25% では変化がなかった。したがって、本研究の運動にて腓骨筋群の中でも長腓骨筋と短腓骨筋を選択的に筋力トレーニングできる可能性が示唆された。
3. 足関節捻挫後に腓骨筋群として一括りにするのではなく長腓骨筋と短腓骨筋の形態変化を別々に評価したうえで、それぞれに対して筋力トレーニングを実施するこ

とが必要であることが示唆された。

文献

- 1) Roos KG, Kerr ZY, Mauntel TC, Djoko A, Dompier TP, Wikstrom EA : The epidemiology of lateral ligament complex ankle sprains in national collegiate athletic association sports. *Am J Sports Med*, 45 (1): 201-209, 2017.
- 2) Hootman JM, Dick R, Agel J : Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train*, 42 (2): 311-319, 2007.
- 3) Yeung M, Chan K, So C, Yuan W : An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med*, 28 (2): 112-116, 1994.
- 4) 宮下寛子 : 足関節不安定性が着地動作時の筋活動に及ぼす影響, *体育科学*, 2003; 52 (6) : 978, 2002.
- 5) Kobayashi T, Tanaka M, Shida M. : Intrinsic risk factors of lateral ankle sprain: a systematic review and meta-analysis. *Sports Health*, 8 (2): 190-193, 2016.
- 6) Thompson C, Schabrun S, Romero R, Bialocerkowski A, van Dieen J, Marshall P. : Factors contributing to chronic ankle instability: a systematic review and meta-analysis of systematic reviews. *Sports Med*, 48 (1): 189-205, 2018.
- 7) Lobo CC, Morales CR, Sanz DR, Corbalán IS, Marín AG, López DL : Ultrasonography comparison of peroneus muscle cross-sectional area in subjects with or without lateral ankle sprains. *J Manipulative Physiol Ther*, 39 (9): 635-644, 2016.
- 8) Sakai S, Urabe Y, Morikawa M, Fujishita H, Komiya M, Sasada J, Maeda N : Quantity and quality of the peroneus longus assessed using ultrasonography in leg with chronic ankle instability. *J Phys Ther Sci*, 30 (12): 1396-1400, 2018.
- 9) Arima S, Maeda N, Komiya M, Tashiro T, Fukui K, Kaneda K, Yoshimi M, Urabe Y : Morphological and functional characteristics of the peroneus muscles in patients with lateral ankle sprain: An ultrasound-based study. *Medicina*, 58 (1): 70, 2022.
- 10) 徳丸香織, 高橋 真, 関川清一, 川口浩太郎, 稲水 惇 : 長腓骨筋と後脛骨筋のエクササイズが踵上げ動作に及ぼす影響について, *体力科学*, 58 (1) : 387-394, 2009.
- 11) 吉田一也 : キネシオテーピングの理論と基本貼付法, *理学療法科学*, 27 (2) : 239-245, 2012.
- 12) 中道哲朗, 渡邊裕文, 鈴木俊明 : 片脚立位 一足部機能の検討, *関西理学*, 15 (1) : 17-21, 2015.
- 13) 石田 弘, 安村拓人, 矢部慎太郎, 渡邊 進 : 立位にて足関節底屈位を保持した際の荷重位置が下腿筋活動に及ぼす影響, *スポーツ科学研究*, 8 (1) : 176-183, 2011.
- 14) Otis JC, Deland JT, Lee S, Gordon J : Peroneus brevis is a more effective evertor than peroneus longus. *Foot Ankle Int*, 25 (4): 242-246, 2004.
- 15) Damas F, Phillips SM, Libardi CA, Vechin FC, Lixandrão ME, Jannig PR, Costa LA, Bacurau AV, Snijders T, Parise G, Tricoli V, Roschel H, Ugrinowitsch C : Resis-

- tance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. *J Physiol*, 594 (18): 5209–5222, 2016.
- 16) Lee JH, Lee BN, An X, Chung RH, Kwon SO, Han SH : Anatomic localization of motor entry point of superficial peroneal nerve to peroneus longus and brevis muscles. *Clin Anat*, 24 (2): 232–236, 2011.
- 17) Pillen S, Tak RO, Zwarts MJ, Lammens MM, Verrijp KN, Arts IM, van der Laak JA, Hoogerbrugge PM, van Engelen BG, Verrips A : Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity. *Ultrasound Med Biol*, 35 (3): 443–436, 2009.
- 18) Ahn SH, Hwang UJ, Gwak GT, Yoo HI, Kwon OY : Comparison of the strength and electromyography of the evertor muscles with and without toe flexion in patients with chronic ankle instability. *Foot Ankle Int*, 41 (4): 479–485, 2020.
- 19) Csapo R, Alegre LM, Baron R : Time kinetics of acute changes in muscle architecture in response to resistance exercise. *J Sci Med Sport*, 14 (3): 270–274, 2011.
- 20) 川上裕貴, 瀧原 純, 石橋 修, 村野 勇, 倉持龍彦, 橋本貴幸 : 超音波画像診断装置を用いた大腿直筋と中間広筋の筋厚 および筋輝度評価の信頼性, *日本基礎理学療法学雑誌*, 22 (1) : 48–53, 2019.

Is it possible to selective muscle strength train the peroneus longus and peroneus brevis?

Satoshi ARIMA¹⁾, Noriaki MAEDA¹⁾, Shogo TSUTSUMI¹⁾, Hinata ESAKI¹⁾,
Sakura ODA¹⁾, Yuki TAMURA¹⁾, Makoto KOMIYA¹⁾, Yukio URABE¹⁾

¹⁾ Department of Sports Rehabilitation, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University, 1–2–3 Kasumi, Minami-ku, Hiroshima 734–8553, Japan

Abstract The peroneal muscles undergo morphological changes and functional decline after an ankle sprain, contributing to recurrence. We reported that different morphological changes occur in the peroneus longus (PL) and peroneus brevis (PB) after an ankle sprain (Arima et al., 2022), and we believe that selective muscle strength train for the PL and PB is necessary. This study aimed to examine whether the morphology of PL and PB is selectively altered by different training methods. Two tasks were performed on separate days: the ball of the foot task in which a Thera-Band was placed on the ball of the foot and pushed out from the contact point, and the fifth metatarsal task in which the Thera-Band was pushed out from the base of the fifth metatarsal. Muscle cross-sectional area (CSA) and muscle echogenicity of the peroneus muscles at 25% and 75% proximal to the line connecting the fibular head and the lateral malleolus, and ankle joint strength were measured before and immediately after the task and at 10, 20, and 30 minutes later. A repeated measures analysis of variance was used to compare each item measured at each time point. In the ball of the foot task, the CSA at the proximal 25% was significantly higher immediately and 10 minutes after the task than before ($p < 0.05$). In the fifth metatarsal task, the CSA increased significantly in the proximal 75% after the task ($p < 0.05$). Transient muscle hypertrophy immediately after training is due to edema caused by muscle injury, indicating an immediate effect of training (Damas et al., 2016). The CSA of the proximal 25% showing PL in the ball of the foot task and the distal 75% showing PB in the fifth metatarsal task increased immediately after the task, suggesting the possibility of selectively training PL and PB in this task.

Key words : peroneal muscles, lateral ankle sprain, rehabilitation