

四股トレーニングが足部内在筋に与える影響

原 著

Effects of Shiko Training on Intrinsic Foot Muscles

西本浩章*¹, 山口鉄生*²

キー・ワード : Shiko, Ultrasound imaging, Intrinsic foot muscles
四股, 超音波画像検査, 足部内在筋

〔要旨〕 四股は日本の伝統的な鍛錬法であり, 下肢の筋機能やバランス能力の向上が期待される。しかし, 四股の効果について検討した研究はほとんど見受けられない。そこで本研究では, 四股がスポーツ傷害の予防に関与するとされる足部内在筋に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。本研究では, 健康な大学生を対象に四股トレーニング群 (28名) と足趾トレーニング群 (29名) に分類し, 週3回の介入を4週間実施した。介入前後で超音波画像診断による足部内在筋(母趾外転筋, 短趾屈筋, 小趾外転筋, 短母趾屈筋, 短趾伸筋)の筋横断面積・筋厚の測定を実施した。その結果, 四股トレーニング群の3ヶ所(左短趾屈筋及び, 左小趾外転筋の筋横断面積, 左短趾伸筋の筋厚), 足趾トレーニング群の2ヶ所(左小趾外転筋の筋横断面積, 左短趾伸筋の筋厚)において有意な増加が確認された。本結果から, 四股は片脚立位時の荷重変化やバランス制御を伴うことによって第2~5趾の動きに作用する足部内在筋の筋肥大に必要な強度を満たし, 足趾トレーニングと同等以上の効果があることが示唆された。

緒言

スポーツ傷害は, 競技中の外力によって生じるスポーツ外傷と身体活動の繰り返しにより蓄積した負荷が慢性的な疼痛を引き起こすスポーツ障害の総称である。また, スポーツ傷害の既往歴がある大学生406名を対象にした調査では, 64.6%の者が足関節や膝関節などの下肢を損傷しており¹⁾, スポーツ傷害の多くは下肢に発生するといえる。

Lauersenら²⁾のシステマティックレビューおよびメタアナリシスでは, 下肢の筋力トレーニングの実施により, 急性外傷(足関節捻挫, 前十字靭帯損傷, ハムストリングス損傷)が1/3以下に, オーバーユース障害(膝前方部痛)がほぼ1/2に減少することが報告されている。また, 高田ら³⁾は高校男子バスケットボール選手を対象に24週間

の動的バランストレーニングを実施した結果, トレーニング群の足関節捻挫の受傷率は2.3%であり, 未実施群の15.4%と比較して有意に低値であったことを報告している。これらの報告から, 下肢のスポーツ傷害の予防には筋力トレーニングやバランストレーニングが重要であることが考えられる。特に, 足部内在筋の機能低下により衝撃吸収やバランス能力が損なわれ, Medial Tibial Stress Syndromeや足関節捻挫などの下肢のスポーツ傷害の発症リスクが高まることから足部内在筋を鍛えることは重要であると考えられる^{4,5)}。Jaffriら⁶⁾は, 足部内在筋トレーニングの中でも踵と中足骨間の距離を短縮することで内側縦アーチを挙上させるshort foot exerciseについて, 足部筋力やバランス能力の向上に対して非常に高い効果を示すと報告している。しかし, short foot exerciseは動作の習得が困難とされ, 実用上の課題が存在する。

他方で, 日本の伝統的な競技である相撲の鍛錬法として知られる四股は, 片脚を交互に高く挙げ,

*1 神戸医療未来大学健康スポーツ学部

*2 Japan Green Clinic, Singapore

Corresponding author : 山口鉄生 (tetsuoyam2112@gmail.com)

軸足に負荷をかけることで下肢の筋力やバランス能力、股関節の柔軟性を向上させる効果があると考えられている⁷⁾。そのため、フェンシングの日本代表チームで四股歩きをトレーニングとして採用している例をはじめ、他競技でも四股を模したトレーニングが取り入れられている⁸⁾。しかし、四股の足部内在筋への効果について検討した研究は見受けられない。そこで本研究では、四股トレーニングと足部内在筋の代表的なトレーニングである足趾トレーニングを比較して足部内在筋への影響を明らかにすることを目的とした。

対象（材料）および方法

1. 対象

本研究は、2021年9月から2024年9月までの約3年間にわたり、研究への同意を得た大学3年生および4年生の計60名を対象に実施した。また、研究実施開始時に①足部及び下肢に傷害の既往がある、②既に足部に関するトレーニングを実施している者は除外した。対象者は四股トレーニング群と足趾トレーニング群にそれぞれ30名ずつ振り分けた。なお、四股トレーニング群の2名および足趾トレーニング群の1名は、介入途中でトレーニングを中止したため、本研究の分析からは除外した。

本対象者のうち、四股トレーニング群では運動習慣のある者が22名(野球、バスケットボール、バレーボール、剣道)、ない者が6名であった。一方、足趾トレーニング群では運動習慣のある者が23名(野球、サッカー、バスケットボール、ラクロス、アメリカンフットボール)、ない者が6名であった。

2. 倫理

対象者にはヘルシンキ宣言に基づき、研究の目的と内容、利益とリスク、個人情報保護、ならびに参加の拒否および撤回について説明を行った。説明後、参加の同意を自筆の署名により得た。なお、本研究は神戸医療未来大学倫理委員会の承認を経て実施した(承認番号:2024-001)。

3. 調査および測定

本研究では、すべての対象者に対して介入前後で足部内在筋の筋横断面積・筋厚を測定した。

足部内在筋の測定には、超音波診断装置(ARIETTA Prologue, 富士フイルムヘルスケア株式会社)を使用した。リニア型プローブを用い、

撮影モードはBモード、深度を-3に設定し、すべて短軸方向で撮影を行った。

測定肢位は、椅子座位姿勢で測定対象の足部を前方に設置した台に乗せて膝関節は軽度屈曲位、足関節は底背屈0度の状態とした。測定対象の足部内在筋は、足趾の屈曲、外転、伸展に関与し、比較的表層に位置する筋である母趾外転筋、短趾屈筋、小趾外転筋の筋横断面積および短母趾屈筋、短趾伸筋の筋厚の計5ヶ所とした。プローブの位置は、先行研究に基づいて設定した(図1)^{9,10)}。なお、各筋は1回ずつ測定した。また、短趾伸筋では中央部の厚さに加え、中央から左右1cmの位置の厚さを測定し、3点の平均値を算出した。

超音波検査で足部内在筋を測定した先行研究では、級内相関係数(ICC)において0.97~0.99と非常に高い値を示し、検者内信頼性が高いと報告されている⁹⁾。そこで本研究では、すべての測定を整形外科医の監視のもと、同一の評価者が実施した。

4. 介入トレーニング

ベースラインの測定後、対象者を四股トレーニング群と足趾トレーニング群に分類し、互いのトレーニング内容が分からないように配慮した。各トレーニングは対面で口頭による説明を行い、対象者にトレーニング動作を実施させ、正しいフォームが再現できているかを確認しながら指導した。トレーニングは週3回、4週間にわたって実施した。また、トレーニング実施の状況確認のため、対象者には1週間に1度、トレーニング実施日をメールで報告させた。

四股トレーニング群は、四股を左右交互に1日10回ずつ実施した(図2)。本研究では四股のトレーニング強度を確保するために、片脚立位時に「母趾球に体重を乗せること」と「軸足の膝をしっかりと伸ばすこと」を意識させた。また、四股では、挙げた足を下げる際に足底部で地面に対して圧力をかけるとされているが¹¹⁾、本研究では安全面の配慮として、「足部を地面に接地させる時はゆっくりと行い、接地時の足部への衝撃を最小限に抑えること」を指導した。なお、四股動作中の挙げる脚の高さや上体の傾きの角度は対象者に一任し、転倒しない範囲で実施するように指導した。

一方、足趾トレーニング群には、先行研究に基づき¹²⁾、足趾じゃんけん、Short foot exercise、Tapping、1-5 toe alternateの4種類の足趾トレーニングを椅子座位姿勢で各30秒間3セット実施させ

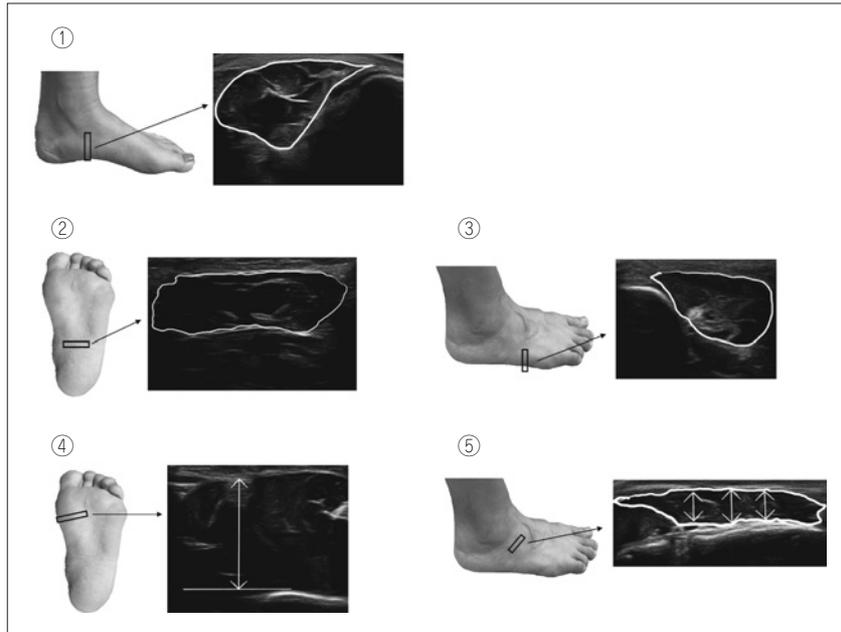


図1 各足部内在筋のプローブの位置とエコー画像

- ①母趾外転筋は、画面右側に映る舟状骨をランドマークとして母趾外転筋が明確に見える位置で撮影し、面積を測定した。
- ②短趾屈筋は、舟状骨から足底へプローブを移動させ、足底方形筋の下に見える骨と短趾屈筋が明確に見える位置で撮影し、面積を測定した。
- ③小趾外転筋は、第五中足骨上にプローブを当て、小趾外転筋と短小趾屈筋の境界、第五中足骨が明確に見える位置で撮影し、面積を測定した。
- ④短母趾屈筋は、母趾球の下あたりにプローブを当て、長母趾屈筋腱と第一中足骨が明確に見える位置で撮影し、長母趾屈筋腱の最上部から第一中足骨の延長線上に下ろした垂線の長さを測定した。
- ⑤短趾伸筋は、第五中足骨と外果を結んだ線に対して垂直の角度で第四趾・第五趾間の延長線上にプローブを当て、母趾伸筋との境界が明確に見え、短趾伸筋を中央に映し出した位置で撮影した。中央の厚さと中央からの左右1cm間隔の位置の厚さを測定し、3点の厚さの平均値を算出した。



図2 四股トレーニング

- i. 胸を開いた状態で腰を下ろし、正五角形を作る。この時つま先の向きは外側に45度とする。
- ii. 身体をスライドさせ、片脚に重心をかける。
- iii. 軸足の膝を伸ばすことで、反対側の足が自然に持ち上がる。首と脊柱のラインをまっすぐに保つ。
- iv. 上げた足を下ろすときは、つま先から静かにゆっくり下ろす。
- v. iの体勢に戻る。

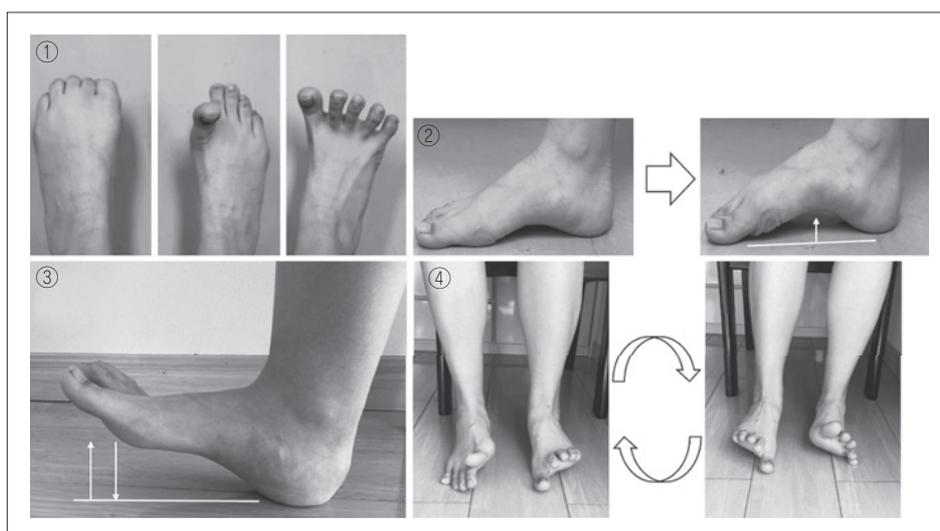


図3 足趾トレーニング

①足趾じゃんけん

じゃんけんのグー・チョキ・パーの動きを足趾で行う。グーは5本の指を丸めるように力を入れる。チョキは母趾を反らし、その他の4趾を曲げる。パーは5本すべての足趾を広げるように力を入れる。3つの動きを繰り返す。

② Short foot exercise

足全体をしっかりと地面につけた状態で踵と中足骨頭を近づけて土踏まずを持ち上げる。慣れてきたら土踏まずを上げた状態で3秒間キープする。

③ Tapping

踵を地面から離さないようにして、つま先で地面を叩く。できる限り一定のリズムでリズムカルに叩き、慣れてきたらスピードを上げる。

④ 1-5 toe alternate

椅子に座位をとらせて親指と小指を交互に地面につける動きを繰り返す。しっかりと足趾が地面につくように傾けることを意識する。この時、膝はできるだけ動かないようにして足趾だけを動かすようにする。

た(図3)。足趾トレーニングはすべて「最大屈曲および最大伸展」を意識するように指導した。

5. 解析

足部内在筋の測定には、画像解析ソフトウェア Image J (NIH Image) を使用し、撮影した超音波画像から各内在筋の面積および筋厚を算出した。すべての変数について正規性の検定として Shapiro-Wilk 検定を実施し、正規性が認められた場合に対応のある t 検定(両側)、正規性が認められなかった場合には Wilcoxon の符号付き順位検定を使用した。統計解析は IBM SPSS Statistics 25 を用いて行い、有意水準はいずれも 5% 未満とした。

■ 結果

2 群の介入前後の値を表 1 に示す。四股トレーニング群では左短趾屈筋の筋横断面積($p=0.021$)、左小趾外転筋の筋横断面積($p=0.026$)、左短趾伸筋の筋厚($p=0.022$) の 3 ヶ所において有意な増加が

認められた。一方、足趾トレーニング群では、左小趾外転筋の筋横断面積($p=0.040$)、左短趾伸筋の筋厚($p=0.005$) の 2 ヶ所において有意な増加が認められた。

■ 考察

本研究の結果、四股トレーニング群では足部内在筋の 3 ヶ所(左短趾屈筋及び、左小趾外転筋の筋横断面積、左短趾伸筋の筋厚)に有意な増加が認められた。一方、足趾トレーニング群では足部内在筋の 2 ヶ所(左小趾外転筋の筋横断面積、左短趾伸筋の筋厚)に有意な増加が認められた。

足部内在筋は起始と停止がともに足部に位置し、短趾伸筋は背側部に、その他の筋は足底部に位置する¹³⁾。本研究で測定対象とした足部内在筋の各筋の作用は、母趾外転筋が母趾の屈曲および外転、短母趾屈筋が母趾の屈曲、短趾屈筋が第 2~5 趾の屈曲、小趾外転筋が小趾の外転、短趾伸筋が第 2~5 趾の伸展に関与する¹³⁾。四股を日常的に実

表1 四股トレーニング群と足趾トレーニング群における介入前後の比較

		四股トレーニング群 (n=28)			足趾トレーニング群 (n=29)		
		ベースライン	介入後		ベースライン	介入後	
母趾外転筋 (cm ²)	(左)	2.58 ± 0.76	2.73 ± 0.79	n.s.	2.55 ± 0.65	2.63 ± 0.57	n.s.
	(右)	2.49 ± 0.73	2.64 ± 0.76	n.s.	2.34 ± 0.65	2.35 ± 0.60	n.s.
短趾屈筋 (cm ²)	(左)	2.05 ± 0.57	2.16 ± 0.56	*	2.18 ± 0.61	2.23 ± 0.61	n.s.
	(右)	2.19 ± 0.53	2.21 ± 0.43	n.s.	2.15 ± 0.60	2.18 ± 0.53	n.s.
短母趾屈筋 (cm)	(左)	1.39 ± 0.13	1.42 ± 0.16	n.s.	1.43 ± 0.17	1.44 ± 0.23	n.s.
	(右)	1.39 ± 0.18	1.39 ± 0.20	n.s.	1.39 ± 0.20	1.44 ± 0.19	n.s.
小趾外転筋 (cm ²)	(左)	0.76 ± 0.27	0.82 ± 0.26	*	0.70 ± 0.26	0.79 ± 0.27	*
	(右)	0.78 ± 0.22	0.79 ± 0.24	n.s.	0.71 ± 0.35	0.71 ± 0.24	n.s.
短趾伸筋 (cm)	(左)	0.45 ± 0.12	0.47 ± 0.14	*	0.43 ± 0.10	0.48 ± 0.10	**
	(右)	0.47 ± 0.12	0.47 ± 0.12	n.s.	0.44 ± 0.12	0.45 ± 0.13	n.s.

筋横断面積（母趾外転筋，短趾屈筋，小趾外転筋）および筋厚（短母趾屈筋，短趾伸筋）をトレーニング介入前後で比較した。数値は平均 ± 標準偏差で示す。

n.s. : not significant

* : p<0.05

** : p<0.01

施している力士の足底は，外側が肥厚していることが報告されている¹⁴⁾。さらに，四股動作における脚の振り下ろし時の足底と地面との衝突による衝撃負荷は，力士の Jones 骨折（第五中足骨の疲労骨折）の危険因子とされているなど，四股動作は足部外側に負荷がかかることが考えられる¹⁴⁾。そこで，本研究では，安全に四股を実施させるため「足部が地面に接地する時の衝撃を最小限に抑えること」を意識させて足部への衝撃負荷を軽減させた。足部と地面との接地時の衝撃負荷を軽減させることで，四股による足部内在筋への作用が低下することが懸念されたが，足趾トレーニング群と同様に足部外側に位置する小趾外転筋および短趾伸筋の有意な増加が認められた。おそらく四股による足底外側の肥厚は，四股の振り上げ動作時に軸足側の小趾外転筋と短趾伸筋が収縮して筋肥大を起こしたものと考えられる。

母趾外転筋および短趾屈筋は，片脚立位時の内外方向におけるバランス維持に寄与する¹⁵⁾。Wei ら¹⁶⁾ のシステマティックレビューおよびメタアナリシスでは，足趾トレーニングの実施で動的バランス能力は向上したが，母趾外転筋および短趾屈筋の筋横断面積に有意な増加はみられなかったことを報告している。今回四股トレーニング群でのみ短趾屈筋に有意な増加が認められた。四股を行う際は，振り上げ足の股関節の外転に体重移動を伴いながら軸足でバランスを保つため，軸足の短趾屈筋に一定の負荷がかかったものと推察され

る。

本研究で有意な増加が認められた短趾屈筋，小趾外転筋，短趾伸筋などの足部内在筋の機能が向上することで慢性足関節不安定症やシンスプリントなどの下肢傷害リスクの軽減が期待されている^{4,5)}。スポーツ傷害が予防されることで競技からの長期離脱を防ぎ，間接的に競技パフォーマンスの維持・向上に寄与する可能性がある。しかし，本研究では傷害発生や競技力に関する指標は評価しておらず，四股トレーニングの効果との関係については今後さらなる検討が必要である。

健常成人では，足趾把持力や大腿四頭筋筋力などにおいて左右に有意な差は認められないことが報告されている¹⁷⁾。本研究では両群ともに足部内在筋の有意な増加は，すべて左足部で認められた。左足部のみで筋肥大が認められた要因として，利き足と非利き足における固有受容覚などの足部感覚機能の違いが影響した可能性がある¹⁸⁾。利き足に関する研究では，ボールを蹴る足を利き足と定義しており，健常成人の約 90% が利き足を右と認識している^{17,19)}。本研究では利き足と非利き足について考慮しなかったが，本対象者も利き足が右，非利き足が左とする者が多かった可能性が高い。短期間のバランストレーニングでは，非利き足の方がバランス能力において効果が出やすいとされており²⁰⁾，筋肥大においても同様の傾向があるのかもしれない。

本研究では，四股が足部内在筋において一定の

トレーニング効果を持つ可能性が示唆された。今後、さらに対象者を増やすとともに長期間の四股トレーニングによる介入研究を実施し、足部内在筋の適応過程を詳細に検討する必要がある。

結 語

本研究では、四股トレーニングが足部内在筋に与える影響を検討した。その結果、四股トレーニング群では足趾トレーニング群ではみられなかった左短趾屈筋の有意な増加が認められた。本結果より、四股トレーニングは片脚立位時の荷重変化やバランス制御を伴うことによって第2～5趾の動きに作用する足部内在筋の筋肥大に必要な強度があり、足趾トレーニングと同等以上の効果があることが示唆される。

謝 辞

本研究は、公益財団法人日本スポーツ医学財団の2020年度研究助成金および、日本学術振興会科学研究費補助金(23K16750)の助成を受けて実施された。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

著者貢献

本研究の著者貢献はCRediTに準拠して以下のとおり記載する。

西本浩章：Conceptualization(構想), Methodology(方法論), Investigation(調査), Formal Analysis(定量分析), Writing - Original Draft(オリジナル原稿作成), Data Curation(データ管理), Funding Acquisition(資金調達)

山口鉄生：Conceptualization(構想), Methodology(方法論), Supervision(監督), Project Administration(プロジェクト管理)

文 献

- 1) 小松 猛, 佃 文子, 武内孝祐, 他. スポーツ系大学におけるスポーツ傷害健康相談の役割. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2018; 19: 453-459.
- 2) Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*. 2014; 48(11): 871-877.
- 3) 高田彰人, 西川 悟. バスケットボール選手における足関節捻挫予防のための動的バランストレーニングの効果. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2018; 26(1): 40-46.
- 4) Saeki J, Nakamura M, Nakao S, et al. Ankle and toe muscle strength characteristics in runners with a history of medial tibial stress syndrome. *J Foot Ankle Res*. 2017; 10: 16.
- 5) 藤高紘平, 藤竹俊輔, 来田晃幸, 他. 大学サッカー選手の足部・足関節傷害に対する足部アーチ保持筋力トレーニングの効果. 理学療法科学. 2012; 27(3): 263-267.
- 6) Jaffri AH, Koldenhoven R, Saliba S, et al. Evidence for intrinsic foot muscle training in improving foot function: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Athletic Training*. 2023; 58(11/12): 941-951.
- 7) 田中光輝. 相撲からみた怪我・故障の発生の新視点. *スポーツ科学研究*. 2022; 6: 35-40.
- 8) 岡野憲一. ロンドンオリンピックへ向けたフェンシング男子フルーレナショナルチームに対する体力トレーニングサポート. *JAPANESE JOURNAL OF ELITE SPORTS SUPPORT*. 2013; 6: 11-21.
- 9) Mickle KJ, Nester CJ, Crofts G, et al. Reliability of ultrasound to measure morphology of the toe flexor muscles. *J Foot Ankle Res*. 2013; 6(1): 1-6.
- 10) Severinsen K, Obel A, Jakobsen J, et al. Atrophy of foot muscles in diabetic patients can be detected with ultrasonography. *Diabetes Care*. 2007; 30(12): 3053-3057.
- 11) Shimakawa T, Tateishi T. Injuries in sumo wrestling. *Aspetar Sports Medicine Journal*. 2015; 4(3): 394-396.
- 12) Matias B, Taddei T, Duarte M, et al. Protocol for evaluating the effects of a therapeutic foot exercise program on injury incidence, foot functionality and biomechanics in long-distance runners: a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*. 2016; 17: 1-11.
- 13) Thompson CW, Floyd RT. 足関節と足. In: 中村千秋, 竹内真希(訳). 身体運動の機能解剖改訂版. 第6刷. 神奈川: 医道の日本社; 197-226, 2003.
- 14) Hoshino T, Tateishi T, Nagase T, et al. Jones fractures in Sumo wrestlers: three case reports. *Case Reports in Orthopedics*. 2019; 1: 9051327.
- 15) Kelly LA, Kuitunen S, Racinais S, et al. Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand. *Clin Biomech (Bristol)*.

- 2012; 27(1): 46-51.
- 16) Wei Z, Zeng Z, Liu M, et al. Effect of intrinsic foot muscles training on foot function and dynamic postural balance: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2022; 17(4): e0266525.
- 17) 甲斐義浩, 村田 伸, 田中真一. 利き足と非利き足における足把持力および大腿四頭筋筋力の比較. *理学療法科学*. 2007; 22(3): 365-368.
- 18) Han J, Anson J, Waddington G, et al. Proprioceptive performance of bilateral upper and lower limb joints: side-general and site-specific effects. *Experimental Brain Research*. 2013; 226(3): 313-323.
- 19) 須藤大輔, 齋藤 洸, 津田幸汰, 他. 利き足と非利き足の違いが歩行開始時の運動戦略に与える影響. *国際エクササイズサイエンス学会誌*. 2021; 4(1): 10-15.
- 20) Frolov NS, Khorev VS, Grubov VV, et al. Stabilization of an unstable equilibrium of a balance platform due to short-term training. *Chaos, Solitons & Fractals*. 2022; 158: 112099.
-
- (受付: 2025年4月11日, 受理: 2025年8月8日)

Effects of Shiko Training on Intrinsic Foot Muscles

Nishimoto, H.^{*1}, Yamaguchi, T.^{*2}

^{*1} Faculty of Health and Sports Science, Kobe University of Future Health Sciences

^{*2} Japan Green Clinic, Singapore

Key words: Shiko, Ultrasound imaging, Intrinsic foot muscles

[Abstract] Shiko is a traditional Japanese training method for improving lower limb muscle function and balance ability. However, there is limited research on its effects. This study aimed to examine the effects of Shiko training on intrinsic foot muscles. Healthy university students were divided into two groups: Shiko training group (n = 28) and toe training group (n = 29), with interventions performed thrice per week for 4 weeks. Pre- and post-intervention assessments included ultrasound imaging to measure the cross-sectional area and thickness of intrinsic foot muscles (abductor hallucis, flexor digitorum brevis, abductor digiti minimi, flexor hallucis brevis, extensor digitorum brevis). Muscle hypertrophy was observed in three muscles in the Shiko training group (cross-sectional area in the left flexor digitorum brevis and left abductor digiti minimi, and thickness in the left extensor digitorum brevis) and in two muscles in the toe training group (cross-sectional area in the left abductor digiti minimi and thickness in the left extensor digitorum brevis). These results suggest that Shiko may provide sufficient intensity for the hypertrophy of intrinsic foot muscles that act on the movement of the second to fifth toes; this is likely due to weight shifts and balance control during single-leg stance.