

新しい足部内在筋エクササイズと 従来の足部内在筋エクササイズに対する 運動難易度と筋活動の比較検討

原 著

A comparative study of exercise difficulty and muscle activity for new intrinsic foot muscle exercise on closed kinetic chain and conventional intrinsic foot muscle exercise

佐竹勇人*^{1,2}, 篠原靖司*³, 糸川夏菜*²
松井智裕*⁴, 熊井 司*⁵

キー・ワード : abductor hallucis muscle exercise, intrinsic foot muscle, toe spread out exercise, AbHEC
母趾外転筋エクササイズ, 足部内在筋, toe spread out exercise, AbHEC

【要旨】 (目的) 本研究は, 新たに考案した足部内在筋エクササイズ abductor hallucis muscle exercise on closed kinetic chain (AbHEC) に対し, 従来の足部内在筋エクササイズである toe spread out exercise (TSO) と比較し, 簡便に母趾外転筋を鍛えることができるかを調査することを目的とした。(方法) 対象は一般成人 33 名. 運動難易度とエクササイズ中の母趾外転筋の筋活動を比較した. 運動難易度は, 全対象者に AbHEC および TSO を正しく実施可能であった人数を計測して比較した. 筋活動量は, AbHEC と TSO の両方が実施できた 19 名を対象に, 表面筋電図を用いてエクササイズ中の母趾外転筋の筋活動量を計測した.(結果) 運動難易度は, 全対象者 33 名のうち, AbHEC が可能であった者は 28 名 (84.8%), TSO が可能であった者は 20 名 (60.6%), AbHEC は TSO より実施可能者が有意に多かった. 母趾外転筋の筋活動量において, AbHEC は 99.6%, TSO は 58.5% となった. AbHEC は TSO より有意に高い値を示した.(結語) AbHEC は TSO より母趾外転筋に強く負荷をかけることができる可能性が考えられた. AbHEC は母趾外転筋を簡便に強化することができる足部内在筋エクササイズの初期導入に適している可能性が示唆された.

緒言

母趾外転筋は, 踵骨隆起の内側突起から起始し, 内側種子骨を介し基節骨骨底に停止しており足部内在筋の中でも最大の筋である¹⁾. 母趾外転筋の作用は母趾の外転・屈曲であるが, 機能は, 足部アー

チ保持, 着地の衝撃吸収, 動的バランス維持など足部機能に重要な役割を果たす²⁾. 先行研究において, 母趾外転筋の筋活動を活性化させることで足部アーチ高率³⁾や動的バランス機能の向上⁴⁾が報告されていることから, 足部内在筋エクササイズにおいて母趾外転筋を鍛えることは足部機能の向上につながるといえる. しかしながら, 母趾外転筋を選択的に鍛えることができるエクササイズは認められない.

臨床では, 足部内在筋を収縮させるエクササイズとして足趾ジャンケンや足趾への抵抗運動が行われている. しかしながら, 足部内在筋の機能は足底が床に着いた状態で収縮して発揮することを

*1 阪奈中央病院スポーツ関節鏡センター

*2 立命館大学大学院スポーツ健康科学研究科

*3 立命館大学スポーツ健康科学部

*4 済生会奈良病院整形外科

*5 早稲田大学スポーツ科学学術院

Corresponding author : 篠原靖司 (ysr15159@fc.ritsumeit.ac.jp)

表 1 対象者属性

	全被験者	筋電図を計測した被験者
人数	33名	19名
性差	男22名 女11名	男12名 女7名
年齢 (歳) 平均±標準偏差	22.6±1.9	22.7±1.8
身長 (cm) 中央値 (四分位範囲)	168.6 (165.3-174.3)	169.0 (159.7-174.2)
体重 (kg) 中央値 (四分位範囲)	63.0 (56.1-68.2)	59.3 (53.7-64.4)
足長 (cm) 中央値 (四分位範囲)	24.2 (23.5-25.5)	23.6 (22.1-24.8)
足背高 (cm) 中央値 (四分位範囲)	7.0 (6.5-7.5)	7.0 (6.4-7.3)

考慮すると、足趾ジャンケンなどは足趾が床から浮いた状態となる。これらは、足趾を屈曲、伸展、外転させる筋力は強化されるといえるが、動作に反映した足部内在筋の機能的なトレーニングであるとはいえない。これまで、足趾の機能的なトレーニングとして short foot exercise (以下 SF) および toe spread out exercise (以下 TSO) が有効であるとする報告が多く散見される^{3,5)}。しかしながら、どちらのエクササイズが足部機能向上に効果的であるかは未だに議論されており、一定の見解は得られていない。SF と TSO の母趾外転筋の筋活動を比較した先行研究において、TSO は SF より筋活動が高かったと示されているものもあるが、どちらのエクササイズも運動難易度が高いことが課題である^{6,7)}といわれており、臨床現場において実施、継続することは難しい。これは、動作中に機能している足部内在筋の筋収縮は、意識下に足趾を動かすという能動的なものではなく、立位での立ち直り反応⁴⁾、起立や歩行などの動作、荷重で生じる足趾運動に併せた受動的なものである。しかしながら、SF は足趾を屈曲させずに第1中足骨骨頭を踵へ近づける運動であり⁶⁾、TSO は足を床に着けた状態で母趾と小趾のみを床に着け、第2-4足趾を伸展させた姿勢であり⁶⁾、これらは非日常かつ能動的な運動であるといえる。足趾は他の関節運動とは異なり、床に足趾が接地し自重を支えた状態で屈曲伸展が受動的に行われる特徴を持つ。それに対し、SF や TSO は能動的に足趾を動かすため運動難易度が高いと考えられる。つまり、動作中に行われている足部・足趾動作に合わせた

運動で受動的に足部内在筋が収縮する運動が最も簡便に鍛えることができるのではないかと考えた。そこで我々は、母趾外転筋を選択的にトレーニングすることができる abductor hallucis muscle exercise on closed kinetic chain (以下 AbHEC) を考案した⁸⁾。しかしながら、AbHEC が従来の足部内在筋エクササイズと比較してどの程度有効であるかは不明であるため、比較検討する必要がある。

以上より、本研究の目的は、受動的に母趾外転筋を収縮させるエクササイズである AbHEC が、従来の代表的足部内在筋エクササイズである TSO に対し、簡便で効果的に母趾外転筋をトレーニングする方法であるかどうかを調査することとした。

■ 対象および方法

本研究に対して、これまで足部内在筋エクササイズの指導を受けたことがない健康成人 33 名 (男性 22 名、女性 11 名、平均年齢は 22.6±1.9 歳、身長は 168.6(165.3-174.3) cm、体重は 63.0(56.1-68.2) kg を対象とした。また、足長 (足先から踵までの距離) は 24.2 (23.5-25.5) cm、足背高 (足長の 1/2 の位置で床から足背の高さ) は 6.96 (6.51-7.45) cm であった (表 1)。

下肢外傷により整形外科に現在通院している者、足趾の可動域制限および手術歴を有する者、糖尿病、神経障害、心血管障害、ポリオ、脳性麻痺、および炎症性関節炎に罹患している者を対象から除外した。

全対象者に対し、口頭および書面にて実施手順に関する説明を十分に行い、本研究に参加することに対して同意を得た。なお、本研究は立命館大学の『人を対象とする医学系研究倫理審査委員会』の承認を得た上で実施された（承認番号：BKC-LSMH-2021-062）。

エクササイズを実施する姿勢は、TSOとAbHECともに片脚立位とした。転倒を予防するために、直径15cm、全長100cmのウレタン製円柱状クッションを支持物として立て、遊脚側の上肢の



図1 エクササイズ姿勢

姿勢は、片脚立位とし、転倒を予防するために、直径15cm、全長100cmのウレタン製円柱状クッションを支持物として立て、遊脚側と同側上肢の第2-4指で支えるよう指示した。

第2-4指で支えるよう指示した（図1）。

各エクササイズは、同一検者により口頭と実演を行ったうえで練習してもらった。練習回数については統一せず、練習時間のみ全対象者5分間に統一した。

TSO[®]における実施方法は先行研究と同様のものとして全対象者に説明した。

1. 全足趾を伸展する（図2-a）。
2. 小趾、母趾の順で外転させながら屈曲し床に着ける（図2-b）。
3. 第2, 3, 4趾は伸展した状態を保持する（踵と中足骨は床に着けた状態を5秒間維持）（図2-c）。
4. 第2, 3, 4趾は屈曲させ、全足趾を床に着ける（図2-d）。

また、AbHEC[®]における実施方法は以下のように全対象者に説明した。

1. 全足趾を外転する（図3-a）。
2. 母趾・母趾球へ荷重を行い、第2趾から第5趾・小趾球を床から離す（踵は接地を5秒間維持）（図3-b）。
3. 全足趾を床に着ける（図3-c）。

評価項目は、各エクササイズが実施しやすいか否かを比較するために運動難易度を、母趾外転筋に対する運動効果を比較するためにエクササイズ中の母趾外転筋の筋活動の計測とした。なお、練習と運動難易度の計測は同日に行われ、筋活動の計測は別日に行われた。

運動難易度は、全対象者33名に対し、TSOとAbHECをそれぞれ実施させ、各エクササイズの実施可能人数を計測した。なお、TSOとAbHEC

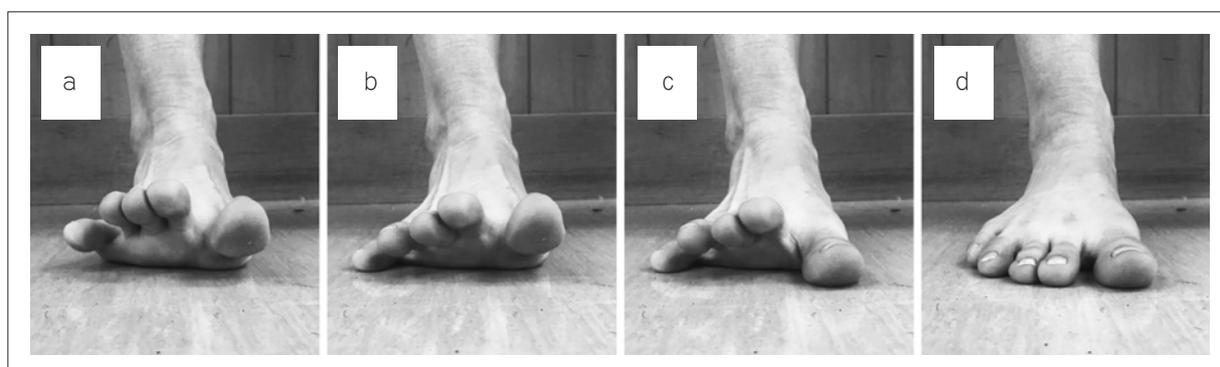


図2 TSO 運動方法

1. 全足趾を伸展する (a)。
2. 小趾、母趾の順で外転させながら屈曲し床に着ける (b, c)。
3. 第2, 3, 4趾は伸展した状態を保持する（踵と中足骨は床に着けた状態を維持する）(c)。
4. 第2, 3, 4趾は屈曲させ、全足趾を床に着ける (d)。

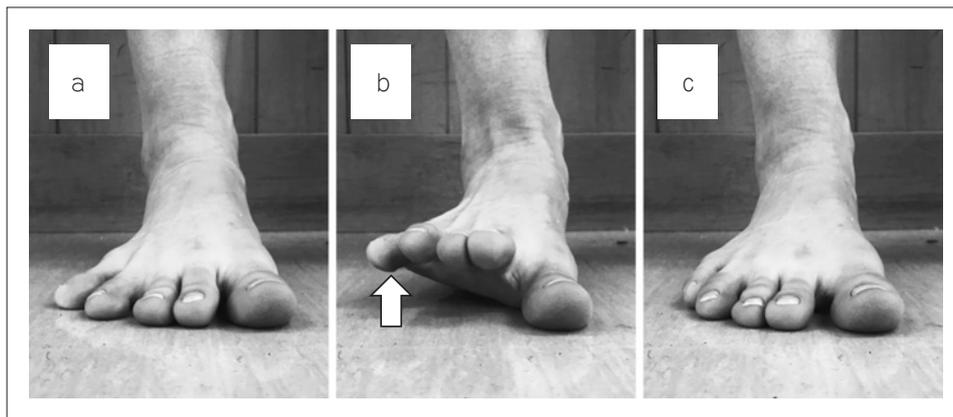


図3 AbHEC 運動方法

1. 全足趾を外転する (a).
2. 母趾・母趾球へ荷重を行い，第2趾から第5趾・小趾球を床から離す（踵は接地を維持する）(b).
3. 全足趾を床に着ける (c).

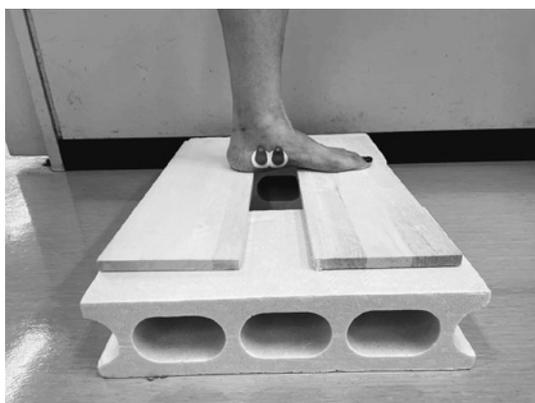


図4 表面筋電図計測台

計測時にセンサーと床が接触しないように専用の台を使用して実施した。

のどちらを先行し練習を行うかは，無作為に振り分けた。実施可能有無の評価判定は1名の同一検者によって行われた。TSOは，第2から4趾が床より浮いた状態で母趾と小趾，全ての中足骨頭と踵が接地した状態を5秒間保持でき，3回連続で実施できた場合を実施可能と判断した。AbHECは，母趾・母趾球と踵が床に接地し，母趾・母趾球へ荷重を行い，他趾と第2から5中足骨頭が床より浮いた状態（図3b）を5秒間保持でき，3回連続で実施できた場合を実施可能と判断した。

母趾外転筋筋活動の計測は全対象者33名のうち，TSOとAbHECの両方のエクササイズが実施可能であった19名（男性12名，女性7名）を対象とした。

計測は，表面筋電図（LP-WS1223：ロジカルプ

ロダクト社，日本）を使用した。筋電図データの収録には，生体信号収録プログラム（VitalRecorder2：KISSEI COMTEC社，日本）を用いてサンプリングレートは1000Hzで記録した。ディスプレイ電極は対象筋である母趾外転筋に舟状骨結節より約1.0cm後方の位置⁹⁾とした。また，足部内在筋はサイズが小さいため超音波画像診断装置を用いて母趾外転筋を確認したうえで貼付した。計測時にセンサーと床が接触しないように専用の台¹⁰⁾を作製して実施した（図4）。まず，最大筋活動(maximal voluntary isometric contraction：MVC)を計測した。MVCの計測方法は，対象者に母趾を外転させ，検者が母趾を外側から内転方向に負荷をかけて行った⁶⁾。次にエクササイズ中の筋活動を計測した。TSO群は母趾と小趾を床に着けて第2,3,4趾は浮かした状態とし，AbHEC群は母趾・母趾球へ荷重を行い，第2趾から第5趾・小趾球を浮かせた状態とした。計測時間はそれぞれ5秒間として3回計測を行った。

統計解析については，運動難易度の各エクササイズの実施可能人数と実施不可人数に対して，McNemar検定を行った。

表面筋電図による筋活動量の生データは，解析用ソフト（BIMUTAS-Video Light：KISSEI COMTEC社，日本）を用いて整流処理を行い，20-500Hzのバンドパスを用いてフィルタリングを行った¹¹⁾。MVCと両エクササイズ中のデータは，5秒間のうち開始と終了の1秒間を除いた中央3秒間の面積積分値を算出した。面積積分値のデー

タは、3回の平均値を最大収縮筋活動量の面積積分値で除して筋活動量を正規化(%MVC)した。

比較は、表面筋電図値に対してShapiro-Wilk検定を行った結果、有意確率は $P>0.05$ であった。よって対応のあるt検定(両側検定)を適用して行った。有意水準は $P<0.05$ とした。また、対応のあるt検定から求められるt値を用いて効果量(r)を算出した。効果量計算式は、

$$r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$$

を用いた。

統計解析はIBM SPSS statistical ソフトウェア (SPSS statistical Version26; International Business Machines 社, アメリカ)を用いて実施した。

結果

運動難易度については、全対象者33名のうち、TSOが可能であった者は20名(60.6%)、AbHECが可能であった者は28名(84.8%)であり、AbHECを実施できた対象者は有意に多いことが分かった($p<0.05$)。

また、TSOが可能な20名(男性13名、女性7名)およびAbHECが可能な28名(男性19名、女性9名)の属性(性差、年齢、身長、体重、足長、足背高)に明らかな有意差は認められなかった。

表面筋電図の計測値について検者内信頼性を評価した結果、 $ICC_{1,1}$ が0.88(95%信頼区間;0.80-0.93)、 $ICC_{1,3}$ が0.96(95%信頼区間;0.92-0.98)であった($p<0.05$)。

表面筋電図による母趾外転筋の筋活動量について、AbHECは99.6%(± 29.9)、TSOは58.5%(± 18.1)となった。両エクササイズの比較では、AbHECが有意に高い値を示した($p<0.05$)。さらにAbHECとTSOの効果量については $r=0.81$ であった。

考察

本研究は、従来の代表的足底内在筋エクササイズであるTSOと新たに考案したエクササイズであるAbHECのどちらが簡便に母趾外転筋を鍛えることができるかを比較検討した。

足部内在筋エクササイズの運動難易度は、先行研究で2週間の練習期間を設けても7割の成功率であったことが報告されており、実施が困難であ

るエクササイズの一つであるといえる¹²⁾。本研究においても、TSOは先行研究と同様の成功率(60.6%)であったが、先行研究の練習時間は2週間に対して、運動指導と練習を合わせて5分間の準備のみであった。これより、TSOは時間をかけてエクササイズを行っても適切な運動肢位を獲得することが困難である可能性が考えられた。Fraser JJらは、TSOについて難易度の高い分離運動であると述べている¹²⁾、要因としては、長母趾屈筋腱の分枝が長趾屈筋腱と連結していることが関係していると考察した^{13,14)}。つまり、長母趾屈筋が収縮した場合、分枝によって第2趾や第3趾も屈曲してしまう可能性がある。TSOは全足趾を完全伸展位から第1趾と第5趾を屈曲させる際に、母趾外転筋以外の筋が協働収縮することによって他趾も屈曲せざるを得ないため、TSOの完全な肢位を体現することが困難であったと推察された。

一方、AbHECは高い成功割合(84.8%)を示した。これは、AbHECが複雑な分離運動ではないことが影響していると考えられた。AbHECは、全足趾を外転させ、母趾と母趾球、踵以外を床から浮かす運動であり、第2-5足趾の随意的な屈曲伸展動作を必要としない。また、母趾の荷重を促すが、母趾の随意的な関節運動を行わない。このことからAbHECは足部・足趾の機能的な運動であり、足趾の複雑な分離運動を行うTSOより多くの対象者が実施することができたと考えられた。

運動難易度におけるAbHECとTSOの比較では、AbHECはTSOより実施できた対象者が有意に多かった。また、AbHECのみ実施できた対象者は8名であり、TSOのみ実施可能であった対象者は1名であった。5分間という短い練習時間でAbHECは多くの対象者が実施できたことから、臨床において足部内在筋エクササイズの初期導入に適した簡便な足部内在筋エクササイズである可能性が推察された。しかしながら、本結果を明らかにするためには、今後さらに対象者数を増加して引き続き比較検討していく必要があると思われる。

本研究にて評価を行った%MVCは、エクササイズ中の面積積分値を最大収縮時の面積積分値で除して算出しているため、%MVCが増大することは面積積分値が大きい値を示したといえる。面積積分値が大きいということは、運動単位の動員数と発火頻度が増加し、筋活動強度が高い



図5 AbHEC時の母趾外転筋の作用方向
母趾外転筋の作用である外転と底屈を
組み合わせた運動方向(破線矢印)に
荷重負荷が生じる。

ことを意味している^{15,16)}。つまり、%MVCの値がより高ければ筋活動強度が高いエクササイズである可能性が示唆される。

筋活動測定の結果において、AbHECでの母趾外転筋の%MVCは99.6%と、最大収縮時と同等の筋活動強度であった。しかしながら、TSOの%MVCは58.5%と最大収縮時より低い値を示した。また、効果量が $r=0.81$ (大きな効果)であったことは、AbHECとTSOにおける筋活動の差が大きかった可能性を示していた。これらのことから、AbHECはTSOより有意に高い値の%MVCを示した。

AbHECの%MVCが高値であった理由として、TSOは母趾への荷重負荷が少ないエクササイズであるが、AbHECは母趾への荷重を意図的に行うことにより、荷重負荷が大きいエクササイズである可能性が考えられた。また、AbHECは母趾の底内側面で床を押す動作であり、これは母趾外転筋の作用である外転と底屈を組み合わせた生理的な運動方向である(図5)。この方向は荷重負荷と同様であるため、母趾外転筋は高い筋活動強度を発揮することができた可能性が考えられた。

これらより、AbHECはTSOより母趾外転筋の筋活動強度が高いエクササイズである可能性が示唆された。また、AbHECは足部機能に関わる母趾外転筋の^{3,4)}筋活動強度を高めることから、足部機能を向上させるトレーニングの可能性が考えられた。

本研究の限界点として、運動難易度において、エクササイズの実施可否のみを同一検者によって評価して比較を行ったため、信頼性を検証する

ことが困難であった。今後は複数の検者で運動難易度の評価を行い信頼性の高い評価を行うことで運動難易度をより正確に比較する必要がある。

本研究の対象者は20歳代と若年層であり中年や高齢者の調査を行えていない。今後は、幅広い年齢層を対象として調査を行う必要がある。また、TSOとAbHEC以外の他の足部内在筋エクササイズ(SFなど)と比較を行っていないため、他のエクササイズと比較しても簡便に実施でき、筋活動が高いエクササイズであるのかを検証する必要がある。

結 語

本研究の結果より、AbHECはTSOと比べて実施が比較的容易であると考えられることから足部内在筋エクササイズの初期導入に適しており、母趾外転筋をより活性化させることができる足部内在筋エクササイズである可能性が示唆された。

謝 辞

本研究に協力頂いた立命館大学のスポーツ健康科学研究科、阪奈中央病院のリハビリテーション部の皆様に深謝申し上げます。

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

佐竹 勇人：Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Investigation, Methodology, Project administration, Validation,

Visualization, writing original draft.

篠原 靖司：Conceptualization, Methodology, project administration, Resources, Supervision, Visualization, Writing review & editing.

糸川 夏菜：Data curation, Formal analysis, Investigation.

松井 智裕：Methodology, Validation.

熊井 司：Methodology, Visualization, Writing original draft.

文 献

- 1) Kura H, Luo ZP, Kitaoka HB, et al. Quantitative analysis of the intrinsic muscles of the foot. *Anat Rec.* 1997; 249: 143-151.
- 2) Birch JV, Farris DJ, Riddick R, et al. Neuromechanical adaptations of foot function when hopping

- on damped surface. *J Appl Physiol* (1985). 2022; 133: 1302-1308.
- 3) Jung DY, Kim MH, Koh EK, et al. A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. *Phys Ther Sport*. 2011; 12: 30-35.
 - 4) Kelly LA, Kuitunen S, Racinais S, et al. Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2012; 27: 46-51.
 - 5) Lynn SK, Padilla RA, Tsang KK. Differences in static- and dynamic-balance task performance after 4 weeks of intrinsic-foot-muscle training: the short-foot exercise versus the towel-curl exercise. *J Sport Rehabil*. 2012; 21: 327-333.
 - 6) Kim MH, Kwon OY, Kim SH, et al. Comparison of muscle activities of abductor hallucis and adductor hallucis between the short foot and toe-spread-out exercises in subjects with mild hallux valgus. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2013; 26: 163-168.
 - 7) Okamura K, Kanai S, Hasegawa M, et al. Effect of electromyographic biofeedback on learning the short foot exercise. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2019; 32: 685-691.
 - 8) 佐竹勇人, 小林祐介, 熊井 司, 他. 新たに考案した母趾外転筋エクササイズの検討. *JOSKAS*. 2018; 43: 536-537.
 - 9) Jung D, Yi C, Choi WJ, et al. Effect of dynamic guidance-tubing short foot gait exercise on muscle activity and navicular movement in people with flexible flatfeet. *NeuroRehabilitation*. 2020; 47: 217-226.
 - 10) Battaglia PJ, Mattox R, Winchester B, et al. Non-weight-bearing and weight-bearing ultrasonography of select foot muscles in young, asymptomatic participants: a descriptive and reliability study. *J Manipulative Physiol Ther*. 2016; 39: 655-661.
 - 11) Zhang X, Aeles J, Vanwanseele B, et al. Comparison of foot muscle morphology and foot kinematics between recreational runners with normal feet and with asymptomatic over-pronated feet. *Gait Posture*. 2017; 54: 290-294.
 - 12) Fraser JJ, Hertel J. Effects of a 4-Week Intrinsic Foot Muscle Exercise Program on Motor Function: A Preliminary Randomized Control Trial. *J Sport Rehabil*. 2019; 28: 339-349.
 - 13) Hirota K, Watanabe K, Teramoto A, et al. Flexor hallucis longus tendinous slips and the relationship to toe flexor strength. *Foot Ankle Surg*. 2021; 27: 851-854.
 - 14) Wan-Ae-Loh P, Huanmanop T, Agthong S, et al. Type and location of flexor hallucis longus musculotendinous junctions and its tendinous interconnections with flexor digitorum longus tendon: pertinent data for tendon harvesting and transfer. *Folia Morphol (Warsz)*. 2022; 81: 766-776.
 - 15) 小野弓絵. 非侵襲生体信号の処理と解析—IV—筋電図・眼電図の計測. *システム/制御/情報*. 2018; 62: 337-342.
 - 16) Hägg GM. Interpretation of EMG spectral alterations and alteration indexes at sustained contraction. *J Appl Physiol* (1985). 1992; 73: 1211-1217.

(受付：2023年12月26日，受理：2024年12月27日)

A comparative study of exercise difficulty and muscle activity for new intrinsic foot muscle exercise on closed kinetic chain and conventional intrinsic foot muscle exercise

Satake, H.^{*1,2}, Shinohara, Y.^{*3}, Itokawa, K.^{*2}
Matsui, T.^{*4}, Kumai, T.^{*5}

^{*1} Sport Arthroscopy Center, Hanna Central Hospital

^{*2} Graduate School of Sport and Health Sciences, Ritsumeikan University

^{*3} College of Sport and Health Science, Ritsumeikan University

^{*4} Orthopedic Surgery, Saiseikai Nara Hospital

^{*5} Faculty of Sport Sciences, Waseda University

Key words: abductor hallucis muscle exercise, intrinsic foot muscle, toe spread out exercise, AbHEC

[Abstract] (Objective) This study aimed to determine whether the new abductor hallucis muscle exercise on closed kinetic chain (AbHEC) or the conventional intrinsic foot muscle training toe spread out exercise (TSO) would be easier and more efficient in training the abductor hallucis muscle. (Methods) Thirty-three adults with a dominant foot were tasked to perform both exercises. Exercise difficulty was compared by measuring the number of participants who to correctly perform AbHEC or TSO. The Participants were then asked to perform AbHEC and TSO, and the amount of activity the abductor hallucis muscle produced during exercise was measured using surface electromyography (EMG). (Results) In exercise difficulty, 20 (60.6%) of the 33 subjects were able to perform TSO, and 28 (84.8%) were able to perform AbHEC, there was significant difference. Four subjects were unable to perform both. In EMG, the AbHEC group had a muscle activity of 99.6% in abductor pollicis during exercise, while the TSO group had 58.5%. The AbHEC group demonstrated significantly higher values than the TSO group. (Conclusion) AbHEC is more suitable for initial induction than TSO. A stronger load was also applied to the abductor hallucis muscle when AbHEC was performed.