

氏 名	ひょうどう ゆうたろう 兵頭 勇太郎
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 甲 第 1 0 3 1 号
学位授与の日付	令和 4 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工芸科学研究科 バイオテクノロジー専攻
学 位 論 文 題 目	小趾外転筋の筋機能解明
審 査 委 員	(主査)教授 来田宣幸 教授 野村照夫 准教授 吉田英樹 助教 山下直之

論文内容の要旨

本論文では、二足歩行において重要な機能的役割を有する足部アーチに着目し、特に内側縦アーチと比較して障害の診断や機能評価も困難であるとされてきた外側縦アーチを研究の対象として論じたものであり、4 章から構成される。

第 1 章では、序論として研究の背景や動向、および問題の所在を整理した上で、問題を解決するために本論文で採用する手法および研究の目的について述べられた。外側縦アーチが機能を果たす上で重要と考えられる小趾外転筋について、筋活動を計測して筋機能特性を明らかにすることが重要である。筋活動評価として表面筋電図法を用いるためには十分な皮下存在領域が必要となるが、小趾外転筋については不明な点が多い。そこで、超音波診断装置を用いることで皮下に十分な領域が存在するかを検証した上で、外側縦アーチ機能と関連性が指摘されている慢性足関節不安定症と足部の各筋活動との関係を定量的に評価することを目的とした。

第 2 章では、表面筋電図を貼り付けるための十分な皮下存在領域の有無を明らかにすることを目的とした。健常成人男性 20 名を対象とし、超音波診断装置を用いて小趾外転筋の筋厚、筋幅を計測し、筋幅の値を用いて表面積を算出した。足趾が伸展、屈曲と変化した場合でも表面筋電図が可能か検証するために足趾最大伸展位、中間位、屈曲位の条件で計測した。この結果、筋厚、筋幅、表面積において表面電極を貼り付けるのに十分な領域が存在することが明らかとなった。

第 3 章では、第 2 章で明らかにした小趾外転筋の表面電極貼り付け位置を用いて筋活動計測をおこなった。足関節外傷の中で最も頻度の高い足関節捻挫から生じる慢性足関節不安定症を有する者を対象にした。測定は非荷重下で足趾を最大伸展外転保持、最大屈曲保持をおこない、荷重下では片脚つま先立ち、つま先立ち片側部分荷重をおこなった。その結果、足趾最大伸展外転保持の試技では慢性足関節不安定症側において小趾外転筋の筋活動低下が生じていることが明らかとなった。この試技中には長腓骨筋、前脛骨筋が筋活動高値を認め、足部内在筋と外在筋の間に筋活動低下による筋機能不全が生じていることが示唆された。

第 4 章では総合考察をおこない、本研究の総括をおこなった。本研究を通して超音波診断装置を用いることにより、診断が困難とされている狭い領域でも表面筋電図が応用できる可能性が示された。正確な筋活動計測には、超音波診断装置を併用し筋の位置や皮下存在領域を確かめること

も有用であると示された。また、小趾外転筋は外側縦アーチの安定性を高める役割があることが示された。今後はリハビリテーション分野やトレーニング領域での臨床応用に向けた考察の必要性などの展望がまとめられた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、これまで着目されることが少なかった外側縦アーチ機能を安定させる小趾外転筋の筋活動に着目し、再発率の高い足関節捻挫や慢性足関節不安定症における障害の特性を理解し、治療方針の提案に活かそうとするものである。研究では、超音波診断装置を用いて表面筋電図を計測するための領域が存在することを確認し、手法妥当性を検証した上で、今まで明らかにされていなかった慢性足関節不安定症における小趾外転筋活動について筋電図計測をおこない、筋活動と障害の関係に関する基礎的知見を蓄積させ、運動生理学的視点およびリハビリテーション医学的視点から科学的根拠にもとづいて論じられていた。

まず、研究の手法に関しては、ヒトの二足歩行における足の機能や障害について先行研究のレビューに基づき外側縦アーチ機能の研究上の困難さと重要性が整理されていた。データ収集については健康成人 20 名を対象として超音波画像と筋電図の関係を検討し、慢性足関節不安定症を有する 12 名を対象として筋活動を評価し、統計的手法に基づいた分析がなされているなど、研究手法上、大きな問題はみられず、適切な科学的手法に基づいた研究が遂行されていたと評価できる。また、データの収集や分析および公表においては OECD ガイドラインやヘルシンキ宣言等に則った適切な運用がなされ、人権上の配慮についても適切になされていた。

研究の新規性に関しては、小趾外転筋の表面筋電図計測に関する知見はこれまでなく、また、慢性足関節不安定症において小趾外転筋活動の低下が確認された点は重要な成果である。慢性足関節不安定症では、足部外在筋である長腓骨筋、前脛骨筋活動が高値を示しており、内在筋である小趾外転筋との関係性からも貴重な知見といえる。

研究の有用性に関しては、超音波診断装置を用いて筋厚、筋幅を評価することで狭い領域の表面筋電図計測に応用できるという点で実用性が高い。また、小趾外転筋の表面筋電図計測が可能な領域を示していることから、筋電図研究にとっても高い意義を持つといえる。今後、縦断的なデータの蓄積や介入研究などを加えることで、外側縦アーチ機能と関連する疾患のリハビリテーション法の開発などの領域への貢献が期待される社会的意義の高い研究である。

なお、これらの研究はいずれも申請者が筆頭著者である査読制度のある学術誌に掲載または受理された以下の 2 報の論文で構成されている。

1. 兵頭勇太郎, 和智道生, 野口真一, 岡恭正, 森健児, 小西孝司, 野村瞬, 中田康平, 金沢伸彦, 藤川孝満, 山本亨, 治郎丸卓三. 表面筋電図によって小趾外転筋活動は計測可能か. 理学療法湖都. 39, 30-33, 2020.
2. Yutaro Hyodo, Takumi Jiroumaru, Noriyuki Kida, Michio Wachi, Shun Nomura, Minoru Kuroda, Hikaru Kitagawa, Shinichi Noguchi, Yasumasa Oka, and Teruo Nomura. Elucidation of abductor digiti minimi activity in chronic ankle instability. Journal of Physical Therapy Science. 34, 3, 242-246, in print