

論文内容要旨

The Features of Foot Morphology and Intrinsic Foot Muscle Property in Adolescent Swimmers: An Ultrasound-Based Study

(ジュニア競泳選手における足部形態と足部内在筋の特徴
: 超音波画像装置を用いた研究)

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：関川 清一 准教授

(医系科学研究科 生体機能解析制御科学)

副指導教員：中島 祐子 准教授

(医系科学研究科 運動器超音波医学)

金田 和輝

(医系科学研究科 総合健康科学専攻)

【はじめに】

競泳選手は、約 2 時間の練習のなかで、フラッターキック（以下：バタ足）を約 9600 回から 19200 回ほど打つ。バタ足は足部の内返しが持続的に強制されることから、競泳選手の足部は柔軟性に富み、外反扁平足が多いことが指摘されている。2020 年に、大学生のスポーツ選手を対象とした足部形態の調査が行われ、競泳選手は他の競技選手よりも足部内側縦アーチ（以下：内側縦アーチ）が約 10%低いことが示された。

内側縦アーチを構成する要素の一部に足部内在筋（以下：内在筋）がある。内在筋は足部への荷重に応じて筋収縮が生じるため、競泳選手のように荷重する機会が少ない場合には、内在筋の発達が他の競技選手と比較して十分でない。内在筋が未発達であると、内側縦アーチの低下を招き、足部傷害の発生リスクを増加させる可能性がある。実際に、競泳選手の足部傷害の 7 割が陸上トレーニングで発生しており、特に思春期で多い。足部は思春期から青年期にかけて成熟することから、12 歳以上で 18 歳未満のジュニア競泳選手を対象に足部形態を調査することは、成長期における足部の発達状況を把握するうえで重要であり、臨床的視点からも高い意義をもつ。しかしながら、実際にジュニア競泳選手の足部に着目した報告は少なく、その実態は不明である。本研究の目的は、ジュニア競泳選手の足部形態と内在筋を他の競技選手と比較することで、ジュニア競泳選手の足部の特徴を確認し、傷害予防の一助とすることである。

【方法】

対象は、ジュニア競泳選手（年齢：15.9 ± 2.4 歳、BMI：20.4 ± 1.7 kg/m²）の男女 32 名 64 足とジュニア他競技選手（年齢：15.3 ± 2.4 歳、BMI：20.3 ± 2.5 kg/m²）の男女 32 名 64 足（以下：他競技選手）とした。他競技選手の種目はラグビー、剣道、アイスホッケー、バレエ、バスケットボール、バレーボールである。全対象は、広島市または県のスポーツ協会で強化育成に指定された選手であり、競技経験が 5 年以上のものとした。包含基準は、(1) 12 歳以上 18 歳未満のもの、(2) 広島県内のクラブチームに所属しているもの、除外基準は、現疾患で (1) 下肢に神経症状があるもの、(2) 下肢の整形外科的疾患があるものとした。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実施した（承認番号：E-2090）。足部形態の計測には、三次元足形計測装置（INFOOT 2、株式会社 I-ware Laboratory）を使用し、座位と立位で足長、足幅、舟状骨高（mm）を測定した。測定前に対象の両足部のランドマーク（第 1 中足骨頭の最内側部、第 5 中足骨頭の最外側部、踵骨の最突出部、舟状骨の最突出部）に専用マーカーシールを貼付した。足部内在筋の形態評価には、超音波画像診断装置（HI VISION Avius、日立アロカメディカル株式会社）を使用し、筋厚（mm）と筋断面積（mm²）を撮影した。測定肢位は腹臥位であり、測定筋は内側縦アーチを構成する母趾外転筋（abductor hallucis：AbH）、短母趾屈筋（flexor hallucis brevis：FHB）、短趾屈筋（flexor digitorum brevis：FDB）とした。

統計学的解析には、SPSS version 27.0 for Mac（日本アイ・ビー・エム株式会社、日本）を使用した。正規性の確認に Shapiro-Wilk 検定を行い、正規性がある場合は対応のない t 検定、ない場合は Wilcoxon rank-sum 検定を用いて、ジュニア競泳選手と他競技選手の基本情報、足部形態、内在筋形態を比較した。座位および立位での舟状骨高と内在筋形態の相関関係を検討するために、

Pearson の積率相関分析または Spearman の順位相関検定を用いた。さらに、ジュニア競泳選手の舟状骨高に関連する内在筋を検討するため、各群内で舟状骨高を目的変数、AbH、FHB、FDB の筋断面積を説明変数とした重回帰分析を行った。有意水準は 5% に設定した。

【結果】

立位での舟状骨高、AbH と FDB の筋厚および筋断面積は、ジュニア競泳選手（舟状骨高：35.6 ± 6.4 mm；AbH 筋厚：11.0 ± 1.9 mm；FDB 筋厚：7.8 ± 1.3 mm；AbH 筋断面積：237.1 ± 56.0 mm²；FDB 筋断面積：191.5 ± 53.0 mm²）が他競技選手（舟状骨高：39.4 ± 7.1 mm；AbH 筋厚：12.1 ± 2.3 mm；FDB 筋厚：8.3 ± 1.3 mm；AbH 筋断面積：256.5 ± 66.8 mm²；FDB 筋断面積：221.3 ± 51.4 mm²）よりも有意に低値であった（いずれも $p < 0.05$ ）。ジュニア競泳選手の座位と立位の舟状骨高は、FHB および FDB の筋厚および筋断面積で正の相関関係を認めた（いずれも $p < 0.05$ ）。重回帰分析の結果、ジュニア競泳選手では FDB の筋断面積が、座位 ($\beta = 0.395, p < 0.01$) と立位 ($\beta = 0.201, p < 0.05$) の舟状骨高に関連する因子として抽出された。

【考察】

本研究より、ジュニア競泳選手は他競技選手より内側縦アーチが低いことが示された。内側縦アーチの低さに関連する要因を検討した結果、ジュニア競泳選手の内在筋の筋厚および筋断面積は他競技選手よりも小さいことがわかった。この知見は、競泳の経験に由来した高い足部の柔軟性に加えて、荷重する機会が減少するジュニア競泳選手の特徴であり、内側縦アーチの形成と内在筋の発達那不十分であることは、足部傷害の発生に影響を与える可能性のひとつとして示唆された。本研究で着眼すべき点は、内側縦アーチを主に構成する AbH の発達が不十分であり、ジュニア競泳選手では FDB が代償的に内側縦アーチの構成に関与していることである。

以上より、ジュニア競泳選手の足部形態には他競技選手と異なる特徴があることを明らかにしたことで、ジュニア競泳選手の足部に対する配慮の必要性が高まった。傷害予防の観点から、ジュニア競泳選手の陸上トレーニングを実施する際には、裸足によるプールサイドでの運動を避けることや、内側縦アーチの補填に向けた足部エクササイズを実施するなどの対策と啓蒙が必要と考える。