

Title	大学女子サッカー選手の足趾把持筋力の特徴：第5中足骨疲労骨折との関連を中心に
Sub Title	Characteristics of toe flexor muscle strength of university female soccer players : the relationship with stress fracture of the fifth metatarsal bone
Author	福士, 徳文(Fukushi, Norifumi) 吉村, 雅文(Yoshimura, Masafumi) 須田, 芳正(Suda, Yoshimasa) 青葉, 幸洋(Aoba, Yukihiro) 石原, 美彦(Ishihara, Yoshihiko) 井口, 祐貴(Iguchi, Yuki)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	2017
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.56, No.1 (2017. 1) ,p.55- 60
JaLC DOI	
Abstract	In the present study, I aimed to collect toe flexor muscle strength data of university female soccer players and identify its characteristics. Twenty-one players, who are members of the Kanto university football Division II female soccer team, participated in this study. Accordingly, I considered the necessity of training during the study period due to the likelihood of low toe flexor muscle strength at the start of the season in female soccer players. In addition, there were no sex differences in the characteristics of toe flexor muscle strength. Therefore, I considered the necessity of conducting training to strengthen the toe flexor muscle strength in all soccer players.
Notes	研究資料
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00560001-0055

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

大学女子サッカー選手の足趾把持筋力の特徴： 第5中足骨疲労骨折との関連を中心に

福士 徳文* 吉村 雅文** 須田 芳正***
青葉 幸洋**** 石原 美彦***** 井口 祐貴*****

Characteristics of Toe Flexor Muscle Strength of University Female Soccer Players : The Relationship with Stress Fracture of the Fifth Metatarsal Bone

Norifumi Fukushi¹⁾, Masafumi Yoshimura²⁾, Yoshimasa Suda³⁾,
Yukihiro Aoba⁴⁾, Yoshihiko Ishihara⁵⁾, Yuki Iguchi⁶⁾

In the present study, I aimed to collect toe flexor muscle strength data of university female soccer players and identify its characteristics. Twenty-one players, who are members of the Kanto university football Division II female soccer team, participated in this study. Accordingly, I considered the necessity of training during the study period due to the likelihood of low toe flexor muscle strength at the start of the season in female soccer players. In addition, there were no sex differences in the characteristics of toe flexor muscle strength. Therefore, I considered the necessity of conducting training to strengthen the toe flexor muscle strength in all soccer players.

キーワード：女子サッカー，足趾把持筋力，第5中足骨疲労骨折，下肢骨格筋量

Key words : female soccer, toe flexor muscle strength, stress fracture of the fifth metatarsal bone, lower limb skeletal muscle mass

はじめに

疲労骨折とは、小さな外力が繰り返し作用する結果、骨に微小骨折様変化をきたし、時には完全骨折に至ることもある病態をさす（櫻庭 2016）。疲労骨折は、陸上競技選手、特に女子中長距離ランナーに多くみられる。その要因として、「女性アスリートの三主徴 Female Athlete Triad（以下、FAT）：エネルギー不足・月経不順・低い骨密度」と関係することが問題視されている。FAT

とは、摂取する食事量の不足・エネルギー不足により、体調不良を生じ、視床下部性の月経異常・無月経により、女性ホルモンの分泌不足を生じる。それに伴い、骨形成作用のある女性ホルモン不足から骨密度の動態は負に傾き、骨粗鬆症傾向になる、という女性アスリートが陥りやすい障害である（櫻庭 2016）。

疲労骨折の生じる部位は、スポーツ種目やその原因となったスポーツ動作により様々である。サッカー競技においては、ターンやきりかえし動作などを繰り返し行

*慶應義塾大学体育研究所助教

**順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科教授

***慶應義塾大学体育研究所准教授

****順天堂大学スポーツ健康科学部助教

*****順天堂大学スポーツ健康医科学研究所博士研究員

*****順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科博士課程

1) Research Associate, Institute of Physical Education, Keio University

2) Professor, Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University

3) Associate Professor, Institute of Physical Education, Keio University

4) Assistant Professor, School of Health and Sports Science, Juntendo University

5) Post-Doctoral Fellow, Institute of Health and Sports Science & Medicine, Juntendo University

6) Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University

う競技特性から第5中足骨に発症することが多く（亀山 2016）、足底外側に過剰な圧力がかかることが第5中足骨疲労骨折発症の要因の一つとされている（平野ら 1992）。第5中足骨疲労骨折は、日本では1993年のJリーグ発足に伴うサッカー人口の増加とともに好発し、プロサッカー選手にも発症したことから、一般にも知られるようになった（田中 2016）。さらにサッカーを取り巻く環境も変化し、近年ではロングパイル人工芝の普及という環境面の変化に伴い、第5中足骨疲労骨折が増加傾向にあると問題視されている（斎田ら 2009）。第5中足骨疲労骨折の生じる部位は、血液の供給が乏しいため、難治性の骨折とされ、遷延治癒や再骨折のリスクも高い（鈴川 2008）ことから、サッカー選手にとっては大きな問題となる。したがって、指導者や選手にとって、第5中足骨疲労骨折の発生要因の解明や、予防へとつながる調査をすることは非常に重要であると言える。

このような問題から、我々も第5中足骨疲労骨折発生要因として考えられる三つの側面（個体因子、動作因子、環境因子）から、原因解明や予防へとつながる調査を行ってきた（福士ら 2011, shimasaki et al.2015）が、近年では個体因子である足趾把持筋力が足部における傷害発生と関係があることで注目されている。藤高ら（2012, 2008）は、第5中足骨疲労骨折既往者や、足部障害を有する者の足趾把持筋力が低い傾向にあると報告している。さらに、大学サッカー選手に足趾把持筋力の強化を行うことで、足関節捻挫の発生件数が減少したことを報告している（藤高ら 2009）。そして我々も、サッカー競技中に多くみられるターン動作時の足底圧と足趾把持筋力の関係を調査した結果、足趾把持筋力が高いほど、ターン動作時の足底外側の荷重値が低くなることから、足趾把持筋力の強化が第5中足骨疲労骨折の予防につながる可能性を報告し（藤田ら 2015）、その強化を行うべき時期や、スクリーニングに使用できる可能性を、定期的に測定を行ったデータを蓄積してきたことを見出してきた（福士ら 2016）。しかしながら、これらの研究の対象者はすべて男子サッカー選手を対象としており、女子サッカー選手を対象とした研究は散見されない。

女子サッカー選手の第5中足骨疲労骨折は、発症例はあるものの、その数は競技人口の違いから男性に多いとされる（亀山 2016）。しかしながら、冒頭にも述べたような女性アスリートが抱える FAT との関連、また近年の女子サッカー界の躍進に伴う、女子サッカー選手の人口増加（公益社団法人日本サッカー協会 2016）を考え

ると、今後女子サッカー選手の発症数が増加する可能性が考えられる。したがって、女子サッカー選手を対象としたデータを収集し、予防へとつなげる調査をすることは非常に重要な意味を持つことは明白である。

そこで、本研究では、第5中足骨疲労骨折の傷害発生予防を目的としたトレーニング立案に向けた調査の一貫として、女子大学サッカー選手を対象に足趾把持筋力の定期的な測定データを蓄積し、その特徴を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 対象

関東大学女子サッカー2部リーグに所属する女子サッカー部員21名（平均年齢：19.6±0.4歳）を対象とした。対象者はすべて、第5中足骨疲労骨折の既往歴のない選手であった。本研究を行うに際し、本研究の趣旨等を、対象者に口頭および文書にて説明し、書面にて同意を得た。

2. 足趾把持筋力測定

足趾把持筋力測定は、足指筋力測定器Ⅱ（竹井機器工業社製、T.K.K3364）を用いた。対象者は、坐位にて裸足で足底全体を足指筋力測定器に置き、母趾を中心に足趾を足趾把持バーにかけ、膝関節90°屈曲位、足関節底背屈0°、内外反0°となったことを験者が確認してから、左右3試行ずつ測定をした。分析は、先行研究と同様（福士ら 2016, 藤田ら 2015）、1回目の試行は練習とし、2回目と3回目の平均値を用い、体重で除した値（単位：kg/kg）を指標とした。なお、測定の第1回目は約1ヶ月弱のオフ期間明け後の、平成26年7月31日であり、以降の測定は公式戦の日程なども考慮しながら、おおよそ4週間に1回となるよう測定を行った。それぞれの測定日は、表1に示す通り、第1回目から第6回目（以下、①～⑥で表記）まで、計6回の測定を行った。また、公式戦の翌日は避けるように配慮し、測定した。

3. 身体組成測定

身体組成測定には、InBody730（バイオスペース社製）を用いた。対象者が、InBodyの電極を左右の手掌、足底に2つずつ、計8つの電極を接触させたことを験者が確認してから測定をした。なお、測定2時間前からの飲食は禁止とした。分析には、体重と下肢骨格筋量を用いた。

4. 統計学的分析

各測定項目における変数は、平均値±標準偏差 (Mean ± SD) で示した。統計処理は、シーズン内各期の体重比足趾把持筋力の比較、シーズン内各期の下肢骨格筋量の比較には、一元配置分散分析および Bonferonni の多重比較検定を用い、シーズン内各期の体重比足趾把持筋力の左右比較には対応のある t 検定を用いた。各種検定の有意水準は、危険率 5% 未満とした。

結 果

1) シーズン内各期の体重比足趾把持筋力の比較 (図 1)
対象者 (21名, 42足) の体重および足趾把持筋力の

結果を (表 2, 表 3) に示した。シーズン内各期の体重比足趾把持筋力を比較したところ、① (0.36 ± 0.07) と ② ③ ④ (②: 0.39 ± 0.1 , ③: 0.39 ± 0.1 , ④: 0.4 ± 0.1) の間で有意差がみられた ($p < 0.05$)。

2) シーズン内各期の下肢骨格筋量の比較 (図 2)

対象者 (21名) のシーズン内各期の下肢骨格筋量を比較したところ、すべてにおいて有意差はみられなかった。

3) シーズン内各期の体重比足趾把持筋力の左右比較 (図 3)

対象者 (21名, 右足 21足, 左足 21足) のシーズン内各期の体重比足趾把持筋力の左右比較をしたところ、すべてにおいて有意差はみられなかった。

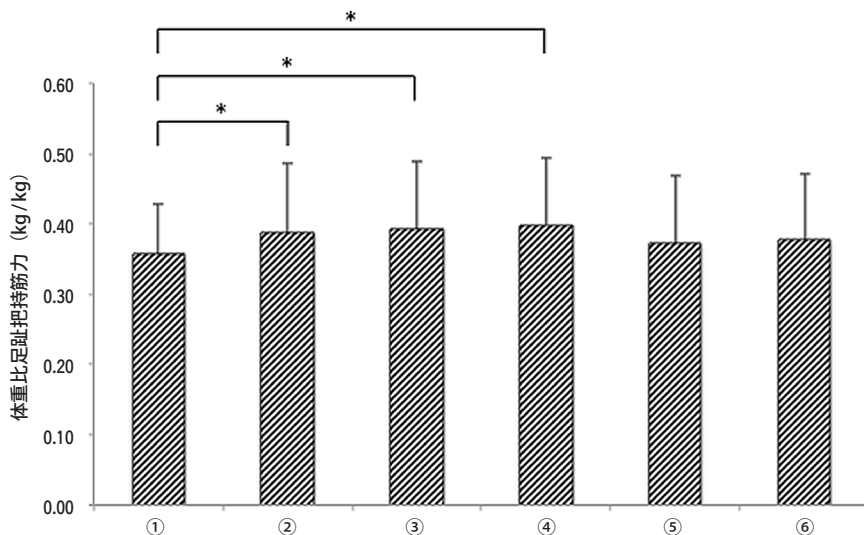


図 1. 体重比足趾把持筋力の期分け比較

*... $p < 0.05$

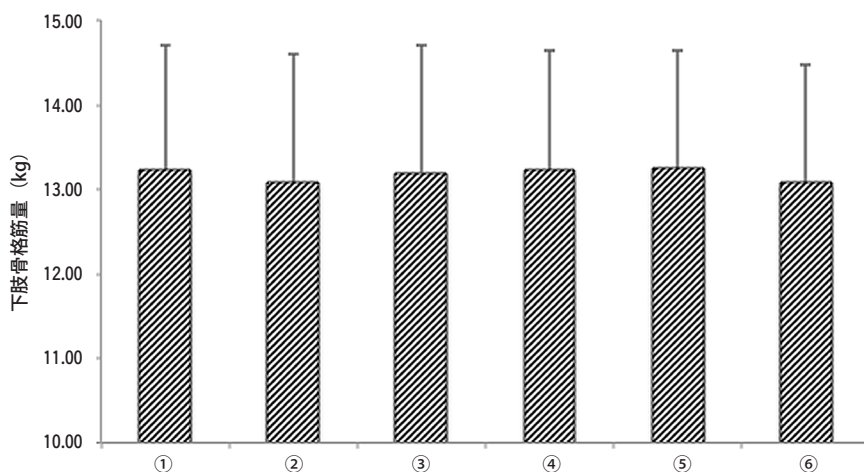


図 2. 下肢骨格筋量の期分け比較

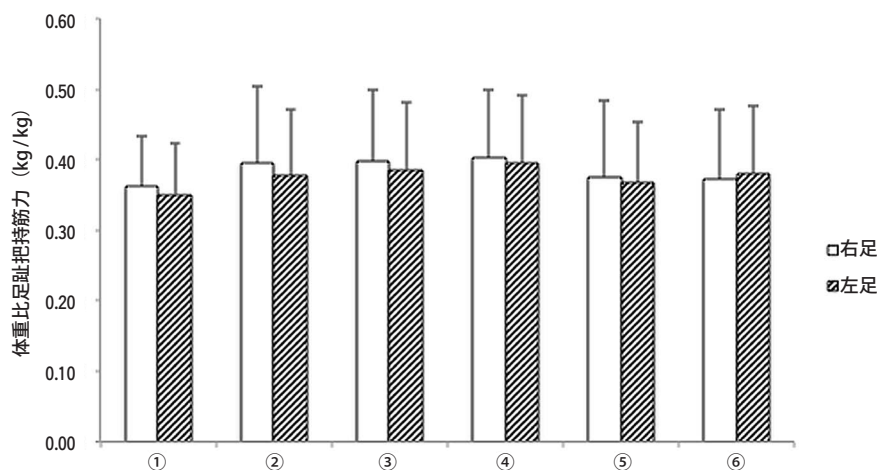


図3. シーズン内各期の体重比足趾把持筋力の左右比較

表1 測定日程一覧

第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	第6回目
平成26年7月31日(木)	平成26年9月3日(水)	平成26年10月7日(火)	平成26年11月4日(火)	平成26年12月2日(火)	平成27年1月6日(火)

表2 シーズン内各期の体重 (平均 (±標準偏差) kg)

第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	第6回目
55.2 (±4.53)	54.1 (±4.49)	54.7 (±4.36)	55.1 (±4.36)	55.2 (±4.56)	55.7 (±4.53)

表3 シーズン内各期の足趾把持筋力 (平均 (±標準偏差) kg)

第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	第6回目
19.7 (±4.52)	20.9 (±5.78)	21.5 (±5.55)	22.0 (±5.53)	20.5 (±5.55)	21.0 (±5.88)

考 察

第5中足骨疲労骨折は、足底外側に過剰な圧力がかかることが原因の一つとされている(平野ら1992)。また、足趾把持筋力は、衝撃緩衝器としての機能を有する足部アーチの保持に関与することが明らかとされており(藤高ら2008)、足部アーチ高率との相関が強い(村田ら2003)。さらに藤田ら(藤田ら2015)の調査において、足趾把持筋力が高いほど、ターン動作時の足底外側の荷重値が低くなることが報告され、福士ら(福士ら2016)は定期的に測定したデータからトレーニングを行うべき

時期やスクリーニングに利用できる可能性を見出してきた。しかしながら、女子サッカー選手を対象とした研究は散見されないため、女子サッカー選手を対象とした調査を今回行った。

シーズン内各期の体重比足趾把持筋力を比較したところ、①が②③④の測定と比較して有意に低値を示した。男子サッカー選手を対象とした福士らの調査(福士ら2016)でも、シーズンのはじめに筋力が低値を示したことが報告されているが、女子サッカー選手を対象に行った今回の調査においてもシーズンのはじめに筋力が低値を示した。また、身体組成における下肢骨格筋量を

シーズン内各期で比較したところ、有意差はみられなかった。今回の測定は、約1ヶ月弱のオフ期間明けから開始したが、こちらについても先行研究(福士ら 2016)と同様の測定条件であることから、シーズンのはじめに筋力が低値を示した理由として、筋力に影響する要因(市橋ら 1997)である筋断面積や筋量による影響よりも、神経系の調節機構による影響が考えられる。また、足趾把持筋力発揮時に下腿筋が同時収縮し、足趾把持筋力と前脛骨筋の筋活動量との間に正の相関が認められていること(相馬ら 2013)や、足部柔軟性が大きければ大きいほど、足趾の移動距離が増加し、足趾把持筋力が増加する可能性が考えられる(相馬 2016)という報告もあることから、これらとの関連性も考えられる。したがって、筋力が低値を示した理由についてはさらなる検討が必要であり、本研究内においても言及できない。しかしながら、女子サッカー選手においてもシーズンのはじめやオフ期間の最中であっても、足趾把持筋力強化を行う必要性があると考えられる結果となった。

シーズン内各期の体重比足趾把持筋力を左右の足で比較したところ、すべてにおいて有意差はみられなかった。こちらにも男子サッカー選手を対象に行った調査(福士ら 2016)と同様の結果となり、特徴としては男子サッカー選手の既往歴のない選手と同様であると言える。今回の対象者には、第5中足骨疲労骨折既往者がいなかったため、再骨折のリスクに対する個人内の筋力の左右差まではみることができなかった。したがって、対象者を増やし、より長期的に調査をするなど、今後の課題としていきたい。

今回の調査は、男子サッカー選手を対象に行った調査(福士ら 2016)とすべて同様の測定条件で行った。既往歴のない選手の傾向のみにはなるが、男子も女子も足趾把持筋力のシーズン内の傾向は同様であることから、第5中足骨疲労骨折の予防に対する足趾把持筋力の強化については、性差に関係なく、サッカー選手にとって重要であると言えるだろう。

本研究の限界としては、一大学サッカーチームを対象に行った調査であるため、第5中足骨疲労骨折既往歴のある者が対象者におらず、既往歴のない者との比較等を進めることができなかったことが挙げられる。今後は、複数のチーム等に協力を得ながら、さらに対象者を増やし、より長期的なデータを蓄積していくことが必要である。

結 語

- 1) シーズンのはじめに、足趾把持筋力が低値を示したため、女子サッカー選手においてもこの時期にトレーニングを行う必要性が考えられた。
- 2) シーズン内各期の足趾把持筋力の左右比較についても、男子サッカー選手の傾向と同様であった。
- 3) 足趾把持筋力のシーズン内各期の特徴に性差はなく、すべてのサッカー選手において足趾把持筋力強化のトレーニングを行う必要性が考えられた。

参考文献

- 藤高紘平, 岸本恵一, 大槻伸吾, 大久保衛, 橋本雅至, 山野仁志, 藤竹俊輔(2008) サッカー選手の足趾屈筋力, ボールキック動作時のアーチ高率変化とスポーツ傷害との関係. 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌. 18, 41-43.
- 藤高紘平, 仲田秀臣, 大槻伸吾, 藤竹俊輔, 来田晃幸, 岸本恵一, 橋本雅至, 大久保衛(2012) 大学サッカー選手の第5中足骨疲労骨折における発生因子の検討. 日本臨床スポーツ医学会誌. 20(3), 543-548.
- 藤高紘平, 大槻伸吾, 大久保衛, 橋本雅至, 岸本恵一, 藤竹俊輔(2009) 大学サッカー選手に対する足趾把持筋力トレーニングの効果. 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌. 19, 3-6.
- 藤田芳正, 櫻庭景植, 窪田敦之, 藤田真平, 青木和浩, 福士徳文(2015) 高校男子サッカー選手における足趾把持筋力とターン動作時の足底圧分布の関係. 日本整形外科学スポーツ医学会雑誌. 35(1), 47-51.
- 福士徳文, 吉村雅文(2011) ロングバイル人工芝の評価に関する研究. 順天堂スポーツ健康科学研究. 3(1), 37-41.
- 福士徳文, 吉村雅文, 須田芳正, 青葉幸洋, 石原美彦, 井口祐貴(2016) 足趾把持筋力と第5中足骨疲労骨折の関係の検討: シーズンの期分けに着目して. 慶應義塾大学体育研究所紀要. 55(1), 1-6.
- 平野篤, 福林徹, 和田野安良, 宮川俊平, 菅野淳, 二宮浩, 松本光弘(1992) サッカー選手に生じた第5中足骨疲労骨折の3例プレスケールを使用した足底圧の解析. サッカー医・科学研究会報告書. 12, 133-135.
- 市橋則明(1997) 筋力トレーニングの基礎知識—筋力に影響する要因と筋力増加のメカニズム—. 京都大学医療技術短期大学部紀要. 9, 33-39.
- 亀山泰(2016) スポーツによる疲労骨折の予防法. 臨床スポーツ医学. 33(4), 338-345.
- 公益社団法人日本サッカー協会(2016) サッカー選手登録数. http://www.jfa.jp/about_jfa/organization/databox/player.html (閲覧日: 2016年8月28日).
- 斎田良知, 高澤祐治, 池田浩(2009) ユース年代サッカー選手における第5中足骨疲労骨折の発生状況. 日本整形外科学スポーツ医学会誌. 29(4), 80.
- 櫻庭景植(2016) スポーツによる疲労骨折の診断. 臨床スポーツ医学. 33(4), 326-331.
- 相馬正之(2016) 歩行時のToe clearanceと足趾把持力について—転倒予防の観点から—. Japanese Journal of Health

Promotion and Physical Therapy. 6 (1), 1-7.

相馬正之, 村田伸, 甲斐義浩, 中江秀幸, 佐藤洋介 (2013) 足趾把持力発揮時における下腿筋の筋活動. 理学療法科学. 28 (4), 491-494.

鈴木仁人 (2008) 第5中足骨疲労骨折のためのトレーニング法. 臨床スポーツ医学. 25, 303-310.

田中寿一 (2014) 骨のoveruse障害Jones骨折. 臨床スポーツ医学. 31 (7), 644-652.

Yu Shimasaki, Masashi Nagao, Takayuki Miyamori, Yukihiro Aoba, Norifumi Fukushi, Yoshitomo Saita, Hiroshi Ikeda, Sung-Gon Kim, Masahiko Nozawa, Kazuo Kaneko, Masafumi Yoshimura (2015) Evaluating the Risk of a Fifth Metatarsal Stress Fracture by Measuring the Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels. Foot and Ankle International. 1-5.

(受付：2016年9月1日, 受理：2016年11月1日)