

中学生男子サッカー選手の 足関節捻挫既往者における下肢筋力および、 足関節機能の特徴

Characteristics of lower limb muscle strength and ankle joint function in
junior high school male soccer players with a history of ankle sprain

楠原悠生*1, 大賀寛人*2, 坂口 顕*3, 藤岡宏幸*3

キー・ワード：Ankle sprain, growth period, lower limb muscle strength
足関節捻挫, 中学生男子, 下肢筋力

【要旨】 足関節捻挫は小・中学生年代から頻発するスポーツ外傷であるが、これら育成年代における足関節捻挫既往者の身体能力について明らかにされていない。本研究では、中学生男子サッカー選手における足関節捻挫既往者の下肢筋力とパフォーマンス能力を明らかにすることを目的とした。兵庫県サッカー協会に所属する男子中学生 42 名のうち足関節捻挫既往のある者 (S 群) 19 名、足関節捻挫既往のない者 (NS 群) 23 名を対象とした。方法は Web を用いたアンケート調査、下肢筋力 (膝関節伸展・足関節外返し・足関節内返しの等尺性収縮筋力)、Side Hop Test を測定し、下肢筋力・Side Hop Test の患健差及び、下肢筋力と Side Hop Test の関連を検証した。S 群の捻挫脚は非捻挫脚と比較し、膝関節伸展と足関節外返し筋力が有意に低下していた。足関節外返しと Side Hop Test では、S 群で中程度の相関 ($r = -.477$) を認め、NS 群で弱い相関 ($r = -.313$) があった。

中学生男子サッカー選手では足関節外返し筋力の低下に加えて、膝関節伸展筋力の低下が明らかとなり年代特異的なのか、より縦断的な検討が必要だと考えられた。また S 群は NS 群と比較してスポーツパフォーマンスの発揮に足関節外返し筋力が重要だと示唆された。

はじめに

足関節捻挫は全スポーツ傷害の 15~30% を占めていると報告されており¹⁾、スポーツ傷害の中で最も頻発する外傷である。中でも、足関節内反捻挫による外側靭帯損傷は足関節捻挫の約 77~79% を占めている²⁾。さらに、足関節内反捻挫の再発率は、56~74%³⁾と非常に高いことが知られている。この足関節捻挫の反復は、慢性足関節不安定症 (Chronic ankle instability: CAI) へと移行し、足関節の機能低下やスポーツパフォーマンスの低

下をきたす。

足関節捻挫既往者は、足関節外返し・内返し、股関節外転筋力の低下、動的安定性の低下、足関節背屈可動域の低下、Leg Heel Angle の増加、パフォーマンス能力の低下等、多くの報告がある⁴⁻⁸⁾。また足関節捻挫では、捻挫の既往歴自体が再発リスクの因子であると報告されており⁹⁾、足関節捻挫に対する受傷・再発予防の取り組みが重要であるといえる。しかし、上記の報告は大学生や成人を対象としており、捻挫の初発となりうる小中学生といった育成年代を対象とした足関節捻挫既往者の報告は少ない。特にサッカー選手で足関節捻挫は、小学生年代より最多の外傷であることが傷害調査で明らかにされている¹⁰⁾。

そこで本研究では、足関節捻挫の受傷、再発予

*1 くらかわ整形外科・耳鼻咽喉科リハビリテーション科

*2 市立吹田市民病院リハビリテーション科

*3 兵庫医療大学リハビリテーション学部理学療法学科

表 1 Web アンケート調査項目

1) 基本的情報 ・年齢・身長・体重・蹴り足・ポジション・サッカー開始年齢 2) 外傷・障害の有無 ・スポーツ外傷：捻挫、肉離れ、骨折、半月板損傷、その他 ・スポーツ障害：Osgood-Schlatter 病、ジャンパー膝、膝痛、Sever 病、腰椎分離症、その他 3) 足関節捻挫の詳細 ・捻挫による安静の有無・安静日数・再発頻度・受傷要因・受傷時の症状 ・現在の影響・不安定感 (giving way) の有無と頻度・医療機関受診の有無 ・受傷部位

防のため、中学生サッカー選手を対象として、育成年代の足関節捻挫既往者における下肢筋力とパフォーマンス能力を測定し、下肢筋力および足関節機能の関連性を明らかにすることを目的とした。

対象および方法

本研究は兵庫医療大学倫理審査委員会（受付番号 第 18030 号）によって承認を受けて実施した。

兵庫県サッカー協会に所属する男子中学生 135 名に対し、文書にて研究内容に関する説明を行った。その中から、選手本人及び選手保護者の両者から同意を得られた 85 名のうち、回答が有効であった 81 名をアンケート調査の対象とした。さらにアンケート調査の対象のうち、練習時に下肢筋力とパフォーマンス能力が測定可能であった 42 名を統計解析の対象とした。42 名の対象者は、足関節捻挫既往のある者（捻挫既往群：S 群）19 名、ない者（捻挫非既往群：NS 群）23 名に群分けを行った。

なお、測定についての除外基準は、

- 1) 測定時にスポーツ活動を休止している者
- 2) 手術既往のある者とした。

●アンケート調査

Web 上で選択方式のアンケート調査を実施した。アンケート調査の内容は 1) 基本的情報、2) 外傷・障害の有無、3) 足関節捻挫の詳細とした。各項目の詳細については表 1 に示す。また、本研究でスポーツ傷害は、FIFA 医学研究センターの提唱する傷害定義¹¹⁾を参考に、「1 日以上、スポーツ活動を休止したもの。」と定義した。

●下肢筋力測定

下肢筋力の測定は膝関節伸展（図 1-1）、足関節外返し（図 1-2）、足関節内返し（図 1-3）の等尺性収縮筋力とした。測定は、いずれも左右両側を測

定した。測定姿勢は、ベンチ上端座位とし、測定機器は徒手筋力計（ANIMA 社製 μ Tas F-1）を使用した。測定は、各脚 4 回実施し、2 回目、3 回目、4 回目の 3 回分の平均値を筋力 (N) と定義した。膝関節伸展は股関節・膝関節屈曲 90°、固定用ベルトを用いセンサーの遠位端を外果の上端と合わせ、測定した。足関節外返しは股関節・膝関節屈曲 90°、足関節中間位、固定用ベルトを用いセンサーの遠位端を第 5 中足骨頭と合わせ、測定した。足関節内返しは、徒手抵抗にて最終域での最大筋力を測定した。筋力測定の際には、Daniels らの徒手筋力検査法の際に生ずる代償運動を認めた場合、再測定とした。なお筋力測定の方法は、事前に健常大学生を対象として実施し、Shapiro-wilk の検定で $=0.900$ 以上の正規性を確認した後にいった。

●パフォーマンス能力

パフォーマンス能力の測定には、足関節捻挫と関連あるとされる、Side Hop Test¹⁰⁾を使用した（図 2）。測定方法は先行研究に則り、30cm の間隔をあけて描かれた白線を、側方片脚跳びで 10 往復するのに要する時間を測定した。各脚 2 回ずつ測定し、その平均値を対象者のパフォーマンス能力とした。白線を踏んだ場合や、両脚が地面と接触した場合は再測定とした。

●解析方法

下肢筋力、Side Hop Test は、S 群の患側と健側を対応のある t 検定で比較した。下肢筋力と Side Hop Test の相関は、S 群と NS 群それぞれで Spearman の相関係数を使用して筋力体重比との相関を算出した。なお、有意水準は 5% とした ($p < 0.05$)。

結果

アンケート調査の結果について、それぞれ有意

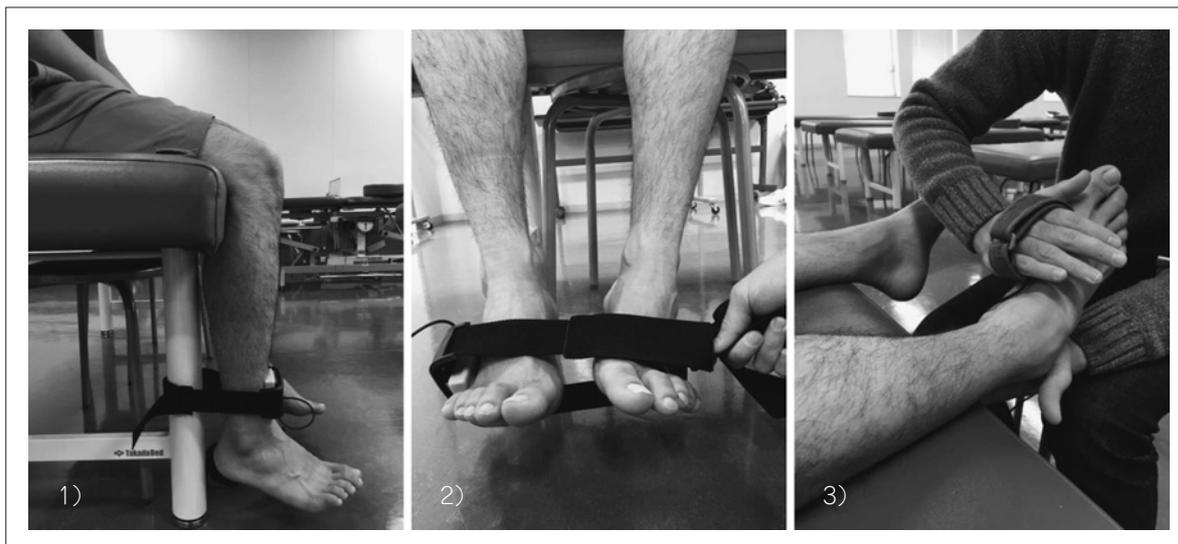


図1 等尺性収縮筋力測定

- 1) 膝関節伸展
- 2) 足関節外返し
- 3) 足関節内返し

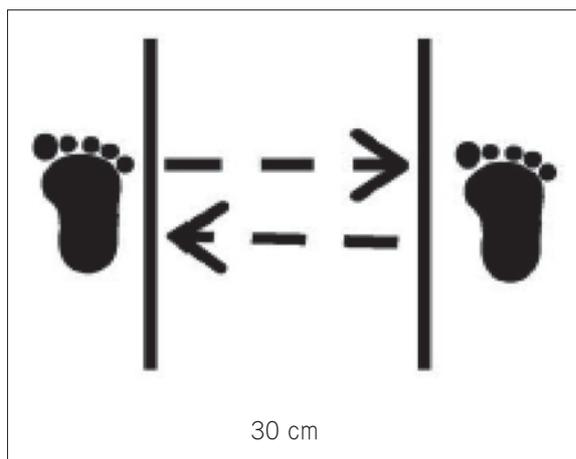


図2 Side Hop Test

差は認められなかった。傷害の内訳(図3)では足関節捻挫が最多の受傷率であった。次いで肉離れとオスグッド病, 膝痛, 腰痛, 半月板損傷とジャンパー膝, シーバー病, 腰椎分離症であった。足関節捻挫の受傷部位(図4)は受傷者の多くが外側であった。

●S群での捻挫脚・非捻挫脚での検証

捻挫既往の有無における等尺性収縮筋力・Side Hop Test(表2)の比較で, 捻挫脚は非捻挫脚と比較して膝関節伸展筋力(捻挫脚 296.88 ± 104.80 N, 非捻挫脚 312.44 ± 88.85 N), 足関節外返し筋力(捻挫脚 89.11 ± 25.72 N, 非捻挫脚 101.28 ± 26.65 N)が

有意に低下していた。しかし, 足関節内返し(捻挫脚 90.98 ± 17.29 N, 非捻挫脚 99.09 ± 15.02 N)に有意差は認められなかった。Side Hop Testについても, 捻挫脚と非捻挫脚に有意差は認められなかった(捻挫脚 8.56 ± 0.80 sec, 非捻挫脚 8.42 ± 0.81 sec)。

●S群とNS群における筋力とSide Hop Testの関係

筋力とSide Hop Testの関係性で(表3), 膝関節伸展筋力は, S群に相関を認めなかったが, NS群で弱い負の相関($r = -.324$)を認めた。足関節外返し筋力は, S群で中程度の負の相関($r = -.477$)を認めたが, NS群で弱い負の相関($r = -.313$)を認めた。

■考 察

●アンケート結果から

足関節捻挫は全傷害の中でも最多の受傷率であり, 足関節捻挫のうち, 内反捻挫が88%と先行研究と類似している²⁾。このことから, 足関節捻挫における受傷頻度, 及び外側靭帯損傷の比率の高さがうかがえる結果を本研究でも示した。

●下肢筋力について

今回の調査で, 足関節捻挫既往者は, 受傷側の足関節外返し筋力低下が明らかとなった。成人を対象とした先行研究では, 足関節捻挫既往者は外

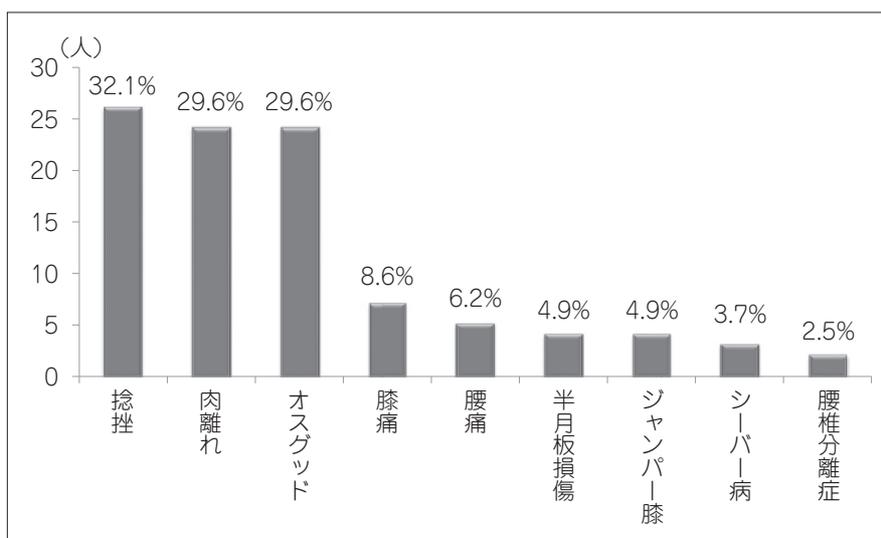


図3 傷害の内訳

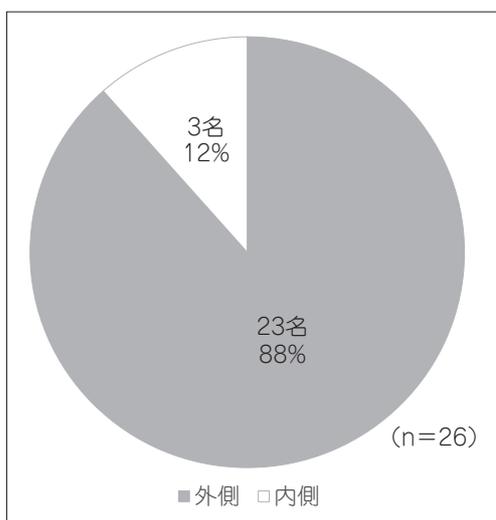


図4 足関節捻挫の受傷部位

返し筋力が低下し⁸⁾、さらに外返し筋力の低下は、足関節捻挫受傷のリスク因子である¹²⁾と報告されている。このことから、足関節捻挫の受傷と外返し筋力には関連性があるものと考えられる。つまり、本研究の足関節捻挫既往者は、中学生年代より足関節外返し筋力の低下を認め、足関節捻挫の再発リスクを抱えたまま競技をプレーしていることが分かる。このことから、足関節捻挫に対する傷害発生・再発予防を小・中学生といった育成年代から実施する必要性を示唆するものであると考える。

また等尺性収縮筋力は、膝関節伸展筋力の低下が明らかとなった。膝関節伸展筋力と足関節捻挫に関する報告はなく、中学生年代における足関節

捻挫既往者における新たな知見を示した。成人の足関節捻挫既往者は Leg Heel Angle (LHA) の増加⁷⁾が報告されている。LHA の増加で踵骨が外反位を呈することにより、後足部の回内、大腿骨に対する脛骨の内旋が起き、また前額面上では膝関節は外反位を呈する¹³⁾。この上行性運動連鎖は、いわゆる knee-in のアライメントを引き起こす。先行研究では大腿四頭筋の筋力低下は knee-in アライメントの傾向を認めやすく¹⁴⁾、下腿の内外旋位は中間位と比較して膝関節伸展トルクの低下に影響すると報告されている¹⁵⁾。すなわち、踵骨の外反位に伴う knee-in アライメントにより大腿四頭筋の収縮効率の低下を招いたのでないかと考える。また、今回の調査では育成年代に発症の多いオスグッド病やジャンパー膝などの膝関節自体に問題を抱えている選手も認められており、膝のダイナミックアライメントのみに限らず、膝関節構成体自体の影響も示唆された。

●足関節捻挫既往者における筋力とパフォーマンス能力について

筋力と Side Hop Test の関係性は、S群とNS群で異なる結果を示した。S群は膝関節伸展筋力との相関を認めない一方、足関節外返し筋力は中等度の相関を認めている。NS群は膝関節伸展筋力・足関節外返し筋力どちらも弱い相関を認めた。成人の足関節捻挫既往者は、クロスオーバーステップ時における足底の外側荷重圧の増加¹⁶⁾、バランス課題時における長腓骨筋の筋活動低下¹⁷⁾が報告されている。そのため、S群はSide

表2 S群の捻挫脚・非捻挫脚における等尺性収縮筋力・Side Hop Testの比較

	非捻挫脚	捻挫脚
膝関節伸展 (N)	312.44 ± 88.85 *	296.88 ± 104.80
足関節内返し (N)	99.09 ± 15.02	90.98 ± 17.29
足関節外返し (N)	101.28 ± 26.65 *	89.11 ± 25.72
Side Hop Test (秒)	8.42 ± 0.81	8.56 ± 0.80

S群の捻挫脚では膝関節伸展・足関節外返し筋力の低下を示した。

* p<0.05

表3 パフォーマンス能力と筋力の関係性

	NS群	S群
膝関節伸展筋力	-0.32 *	相関なし
足関節外返し筋力	-0.31 *	-0.48 *

NS群ではそれぞれの筋力にて負の相関を示したが、S群では足関節外返し筋力のみ負の相関を示した。

* p<0.05

Hop Test 測定時に、クロスオーバーステップ直後の着地で外側荷重圧が増加する。S群の足関節外返し筋力の低下は、着地から次のジャンプ動作に至るまでに、前額面上における足関節の機能的不安定性が増大するといえる。このことから、S群はNS群と比較して、外返し筋力とパフォーマンス能力に相関を認めたと考える。一方で、S群は膝関節伸展筋力とパフォーマンスに相関を認められなかった。先行研究によると、成人のCAI症例の側方着地動作の膝関節屈曲角度・大腿直筋の筋反応時間及び筋活動に有意差はなく、長腓骨筋及び中殿筋の筋活動遅延を認めたと報告されている¹⁸⁾。側方着地動作の際に膝関節屈曲角度の変化、膝関節伸展筋である大腿直筋の筋活動変化を認めていないことから、S群のパフォーマンス発揮には膝関節伸展筋力の影響は少ないことが言える。つまりS群はNS群と比較すると、スポーツパフォーマンスを発揮する際、足関節外返し筋力の低下により足部の機能的不安定性が増大しているため、スポーツパフォーマンス向上には足関節外返し筋力の強化が重要だと考えられる。

また、成人のCAI症例はサイドカッティング動作・片脚着地動作において、股関節屈曲・足関節内反角度の増加及び足関節外反角度の減少、前述の動作における下肢筋活動の変化が報告されている¹⁹⁾。同じく成人のCAI症例では、着地動作・カッティング動作時における姿勢制御の特徴とし

て、股関節制御優位の戦略を用いる傾向にあると報告されている²⁰⁾。成人のCAI症例においてはバランス戦略として股関節の代償的な戦略を呈していることが示唆されている。今回の研究では育成年代の足関節捻挫既往者は足関節外返し筋力低下を認めており、足関節内反方向への機能的不安定性の増大が示唆され、近位関節である股関節の代償的な動作戦略を学習することで、健常者と異なった関節運動及び筋活動を呈する可能性が考えられる。したがって、再発予防のための足関節外返し筋力強化に伴い、受傷者個人に応じたスポーツ動作の指導を行うことで再発予防につなげられるのではないかと考える。

●本研究の限界について

本研究の問題点として、Webアンケート調査はあくまで自由記載が含まれており、医師による診断を必ずしも受けていないこと、研究対象の母数が少ないこと、対象者が同一チーム内での測定であり、選手の育成環境に偏りがあることである。したがって、医師による診断を受けた対象者の中で、研究対象の母数の増加と、複数のチームや地域を織り交ぜ、調査を行うことが望ましい。また膝関節伸展筋力について、今回の調査結果のみでは対象者が育成年代に絞られており、年代に特異的なものか、あるいは全年代に共通して認められる特徴なのか明らかにする必要がある。そのため、今後は別年代での調査や、育成年代の足関節捻挫既往者且つ、オスグッド病やジャンパー膝を始めとした膝関節障害の合併例における膝関節伸展筋力の調査が必要であると考えられる。

■ 結 語

1. 中学生の足関節捻挫既往者の患側は、健側と比較して足関節外返し筋力・膝関節伸展筋力が低下している。

2. 足関節捻挫既往の有無でパフォーマンス能力に差は認めないが、捻挫既往者は足関節外返し筋力の低下がパフォーマンス能力の低下に比例する傾向を示す。

3. 足関節捻挫既往者の膝関節伸展筋力低下の原因を示すことは縦断的な調査やオスグッド病やジャンパー膝などの膝関節障害との影響について調査する必要がある。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) Garrick JG, Requa RK. The epidemiology of foot and ankle injuries in sports. *Clinics in Sports Medicine*. 1988; 7: 29-36.
- 2) Woods C, Hawkins R, Hulse M, et al. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains. *Br J Sports Med*. 2002; 36: 436-441.
- 3) Yeung MS, Chan KM, So CH, et al. An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med*. 1994; 28: 112-116.
- 4) Cho BK, Park JK, Choi SM, et al. The peroneal strength deficits in patients with chronic ankle instability compared to ankle sprain copers and normal individuals. *Foot and Ankle Surgery*. 2019; 25: 231-236.
- 5) McCann RS, Brenn AB, Terada M, et al. Isometric hip strength and dynamic stability of individuals with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2018; 53: 672-678.
- 6) Docherty CL, Arnold BL, Bruce MG, et al. Functional-Performance Deficits in Volunteers With Functional Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*. 2005; 40: 30-34.
- 7) 小林 匠, 吉田昌弘, 蒲田和芳. 足関節捻挫の既往歴, 足関節機能, スポーツパフォーマンスの関連性. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2013; 21: 112-118.
- 8) Powers CM, Navid G, Rachel KS, et al. Hip strength as a predictor of ankle sprain in male soccer players. *Journal of Athletic Training*. 2017; 52: 1048-1055.
- 9) Brinkman RE, Evans TA. History of ankle sprain as a risk factor of future lateral ankle sprain in athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2011; 20: 384-388.
- 10) 高橋佐江子, 鈴木仁人, 玉置龍也, 他. スポーツ医学センターリハビリテーション科におけるスポーツ外傷・障害の疫学的研究—第2報—サッカー. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2012; 20: 286-292.
- 11) Bahr R, Bizzini M, Fuller CW, 他. 傷害の予防. In: 大島 襄 (監訳). *FIFA 医学研究センター (F-MARC) サッカー医学マニュアル*. 第1版. 東京: 国際サッカー連盟 財団法人日本サッカー協会; 96-97, 2007.
- 12) Arnold BL, Linens SW, Sarah JM, et al. Concentric evertor strength differences and functional ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2009; 44: 653-662.
- 13) 木下恵美, 浦部幸夫, 前田慶明. 片脚着地動作時の足部運動と膝関節外反運動の関係. *理学療法科学*. 2016; 31: 227-231.
- 14) 小林寛和. 膝関節における外傷発生の運動学的分析—女子バスケットボールにおける膝前十字靭帯損傷の発生機転を中心に—. *理学療法学*. 1994; 21: 537-540.
- 15) 菅井拓哉, 相馬俊雄. 下腿の回旋肢位の違いが膝関節伸展トルクおよび仕事量に及ぼす影響. *理学療法科学*. 2017; 32: 17-20.
- 16) 松田匠生, 福林 徹, 広瀬統一. 大学サッカー選手における方向転換動作の動作方向が足底圧分布に与える影響. *日本アスレティックトレーニング学会誌*. 2018; 3: 159-164.
- 17) Mineta S, Inami T, Mariano R, et al. High lateral planter pressure is related to an increased tibialis anterior/fibularis longus activity ratio in patients with recurrent lateral ankle sprain. *Journal of Sports Medicine*. 2018; 8: 123-131.
- 18) 飯田 聡, 伊藤亮輔, 広瀬統一. 足関節機能的不安定性を有するサッカー選手の片脚着地時における下肢キネマティクスと筋活動. *日本アスレティックトレーニング学会誌*. 2017; 2: 109-115.
- 19) 越野祐太. 慢性足関節不安定症例における下肢関節運動および神経筋制御の検討. *北海道大学大学院*. 2014; 9-50.
- 20) Kim H, Son SJ, Seeley MK, et al. Altered movement strategies during jump landing/cutting in patients with chronic ankle instability. *Scand J Med Science Sports*. 2019; 29: 1130-1140.

Characteristics of lower limb muscle strength and ankle joint function in junior high school male soccer players with a history of ankle sprain

Kusuhara, Y.*¹, Ooga, H.*², Sakaguchi, A.*³, Fujioka, H.*³

*¹ Department of Rehabilitation, Kurakawa Clinic

*² Department of Rehabilitation, Suita Municipal Hospital

*³ Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation, Hyogo University of Health Sciences

Key words: Ankle sprain, growth period, lower limb muscle strength

[Abstract] Ankle sprains are sports injuries that occur frequently in elementary and junior high school students. The purpose of this study was to clarify the physical characteristics of patients with a history of ankle sprain during the growth period.

The subjects were 42 male junior high school students. Lower limb muscle strength (knee extension, ankle eversion, ankle inversion) and the Side Hop Test were measured in 19 subjects in the Sprain group (group S) and 23 subjects in the Not sprain group (group NS).

Sprained legs in group S showed significantly reduced knee extension and ankle eversion muscle strength compared to non-sprained legs. The correlation between lower limb muscle strength and the P-test showed a different relationship between group S and group NS.

During the growth period, in addition to a decrease in the ankle eversion muscle strength, which showed the same results as in adults, a decrease in the knee extension muscle strength became apparent. It was also suggested that the ankle eversion muscle strength is more important for performance ability in the S group than the NS group.