

原著

身体機能および片脚ドロップジャンプ着地期の下腿回旋角度からみたシンスプリント発症者の身体的特徴

石田 美弥¹⁾, 大久保 吏司²⁾, 伊藤 浩充³⁾,
古川 裕之¹⁾, 藤田 健司¹⁾

1) 藤田整形外科・スポーツクリニック

2) 神戸学院大学 総合リハビリテーション学部

3) 甲南女子大学 看護リハビリテーション学部

【要約】

【目的】身体機能の測定および下肢動作的アライメントを解析し、シンスプリントを有するラクロス選手の身体的特徴について検討することを目的とした。【方法】某大学女子ラクロス部員22名44肢を対象とした。疼痛群と対照群の2群に分け、股関節と足関節の関節可動域、下肢筋力、足部のアーチ高率、片脚ドロップジャンプ（DJ）着地期の下腿回旋角度を算出した。分析には、対応のないt検定と判別分析を用い比較した。

【結果】疼痛群は13肢であった。両群間で可動域には有意差は認められなかった。アーチ高率、股関節外転筋群、膝関節屈曲筋群は疼痛群が有意に低値を示した。DJ着地期において下腿回旋変化量は疼痛群が有意に大きかった。判別分析では股関節外転筋力、股関節内旋可動域、DJ着地時の下腿回旋変化量が疼痛の有無と有意に関連し、膝屈曲筋力がDJ時の下腿回旋量と有意に関連していた。【考察】股関節外転筋群、膝関節屈曲筋群の筋力低下、股関節内旋角度の増大、座位での足部内側縦アーチ高率の低下を有する選手は、着地期における下腿回旋量の増大を誘発し、脛骨への過剰な捻れストレスを与えられと考えられた。

キーワード：シンスプリント，下腿回旋量，ドロップジャンプ着地，股関節外転筋力

I はじめに

下肢のスポーツ障害の代表的なものにシンスプリントがある。シンスプリントとは、スポーツなどの運動によって下腿の疼痛を引き起こす代表的な疼痛症候群である [2]。症状発現部位として脛骨後内側部、脛骨前外側部、脛骨内側縁の3つがあげられており、一般に疼痛部位が異なっても、反復する運動を繰り返すことによって誘発される疼痛症候群とされている [2]。シンスプリントは慢性化すると疲労骨折にまで至り、スポーツ復帰

までに長期を要する可能性がある。慢性障害とされるシンスプリントは、発症予防および慢性化予防、治療後の再発予防が重要と考えられている [1]。下肢スポーツ外傷・障害の最も多い原因は、練習時間の過剰であるが、同じ環境下で同じ練習を行っていても、障害を起こす人と起こさない人がいることから、障害発生については個々人の身体的要因が大きく関与していると考えられる [2]。これまでの報告において、シンスプリント発症者の身体的特徴として、足関節背屈可動域の不足や下腿後面筋の伸張性低下、扁平回内足等があげら

れている[1-3]が、先行研究での見解は様々であり、未だ定説には至らない。また、動作に伴うマルアライメントもリスクファクターのひとつであるとされているが、動的アライメントとの関連性を示した報告は少ない。

そこで著者らは、大学女子ラクロス選手に対してメディカルチェックおよび片脚ドロップジャンプ(以下、DJ)時の動作解析を行い、シンスプリント発症者の身体的特徴と動的アライメントとの関連性について検討することを目的とした。

II 方法

対象は某大学女子ラクロス部員22名44肢とし、対象者には本研究の趣旨を説明し、文書にて同意を得た。シンスプリントの有無については、伊藤らの報告[1]でも使用されたYateらの分類に基づき、疼痛歴および疼痛部位、触診による所見によって対照群と疼痛群を判定した。

メディカルチェックでは、股関節および足関節の関節可動域、下肢筋力、足部内側縦アーチ高率を測定した。動的アライメントの測定としては、DJ時の大腿に対する下腿の回旋角度について解析した。

股関節の関節可動域は、股関節屈曲・伸展角度、膝関節伸展位による股関節屈曲角度(SLR)、股関節内旋・外旋角度を計測した。足関節の関節可動域は、伊藤らの研究[1]をもとに腓骨小頭と足関節外果を結んだ線の延長線と足底面とのなす角を足関節背屈角度とし、対象者に下肢最大荷重位をとらせ、膝関節屈曲位における背屈角度を矢状面から計測した。

下肢筋力の計測にはBIODEX SYSTEM 3を用い、アイソメトリックによる最大筋力を計測した。対象筋群は、股関節屈曲・伸展・外転・内転筋群および膝関節屈曲・伸展筋群とした。股関節屈曲・伸展筋群は背臥位で股関節45°屈曲位、股関節外

転・内転筋群は側臥位で股関節0°、膝関節屈曲・伸展筋群は端座位にて膝関節90°屈曲位にて計測した。計測は2回行い、最大値を代表値とし体重で除して正規化した。

足部内側縦アーチ高率は、舟状骨結節をマーキングし、床面からの高さを計測した。座位および両側立位の2つの肢位で計測し、足長に対する舟状骨結節の高さの比率をアーチ高率[(アーチ高/足長×100%)]として算出した。

動的アライメントの解析には、3次元動作解析装置MAC 3D system (Motion Analysis社製)を用いた。反射マーカーは、頭部前面、頭頂部、頭部後面、肩峰、上腕骨外側上顆、橈骨茎状突起、尺骨茎状突起、オフセット、上前腸骨棘、上後腸骨棘、仙骨結節、大転子、外側大腿骨軸中央、大腿骨外側上顆、大腿骨内側上顆、脛骨粗面、腓骨軸中央、内果、外果、踵骨結節、舟状骨結節、第1中足骨頭、第2中足骨頭、第5中足骨基部、第5中足骨頭の両下肢計45か所とした。測定動作は30cm台からの片脚DJとし、着地期に注目して解析を行った。着地期は足尖接地期から膝最大屈曲期までとし、その間における大腿に対する下腿の回旋角度を算出した。

統計処理として、各測定項目について対応のない検定により群間比較を行った。また多変量解析として判別分析を用い、目的変数を疼痛の有無、説明変数をメディカルチェックの各測定項目およびDJ時の下腿回旋量(最大外旋角度と最大内旋角度との差)として疼痛の有無との関連因子を抽出した。これに加え、目的変数を下腿回旋量の大小、説明変数をメディカルチェックの各測定項目として、判別分析により下腿回旋量と各測定項目との関連因子を抽出した。

III 結果

対象者のうち疼痛を自覚しシンスプリントと判

定された8名、13肢（両側5名、右側2名、左側1名）を疼痛群（ $n=13$ ）とし、残り14名、31肢を対照群（ $n=31$ ）とした。

下肢筋力の結果は、股関節外転筋力では疼痛群が $152.5 \pm 26.1 \text{ Nm/kg}$ 、対象群が $124.0 \pm 13.5 \text{ Nm/kg}$ と、疼痛群において有意に低い結果が得られた（ $P < 0.01$ ）。膝屈曲筋力においては、疼痛群 $88.6 \pm 9.5 \text{ Nm/kg}$ 、対照群 $98.6 \pm 21.8 \text{ Nm/kg}$ と疼痛群の方が有意に低かった（ $P < 0.05$ ）（図1）。関節可動域ではすべての項目で有意差はみられなかったが、疼痛群において股関節内旋角度が大きい傾向にあった（図2）。座位での足部内側縦アーチ高率は、疼痛群 $22.9 \pm 3.2\%$ 、対照群 $25.3 \pm 2.9\%$ と、疼痛群において有意に低い結果が得られた（ $P < 0.05$ ）。立位でのアーチ高率には有意差はみられなかったが、疼痛群において低い傾向にあった（図3）。

DJ時の下肢アライメントは、足尖接地期から膝最大屈曲期までを着地期とし、その間における大腿に対する下腿の回旋角度を算出した。着地期に

おける疼痛群の下腿回旋の動きは、足尖接地後、下腿外旋位から大きく内旋し、さらに最大内旋位から急激に外旋を示し、激しく下腿内外旋が変移していた。また着地期の下腿回旋量は、疼痛群が $17.2 \pm 4.1^\circ$ 、対象群が $11.5 \pm 4.0^\circ$ と、疼痛群の方が有意に大きい結果となった（ $P < 0.01$ ）（図4）。

また多変量解析として、判別分析を用い統計処理を行った。はじめに、目的変数を疼痛の有無、説明変数をメディカルチェックの各測定項目およびDJ時の下腿回旋量として、疼痛の有無に対する関連因子を抽出した結果、股関節の内旋角度（ $P < 0.01$ ）、股関節外転筋力（ $P < 0.01$ ）、DJ時の下腿回旋量（ $P < 0.01$ ）の3項目が有意に疼痛の有無と関連していた（図5）。次に、目的変数を下腿回旋量、説明変数をメディカルチェックの各測定項目として判別分析を行うと、膝の屈曲筋力（ $P < 0.05$ ）が下腿回旋量との関連因子として抽出された（図6）。

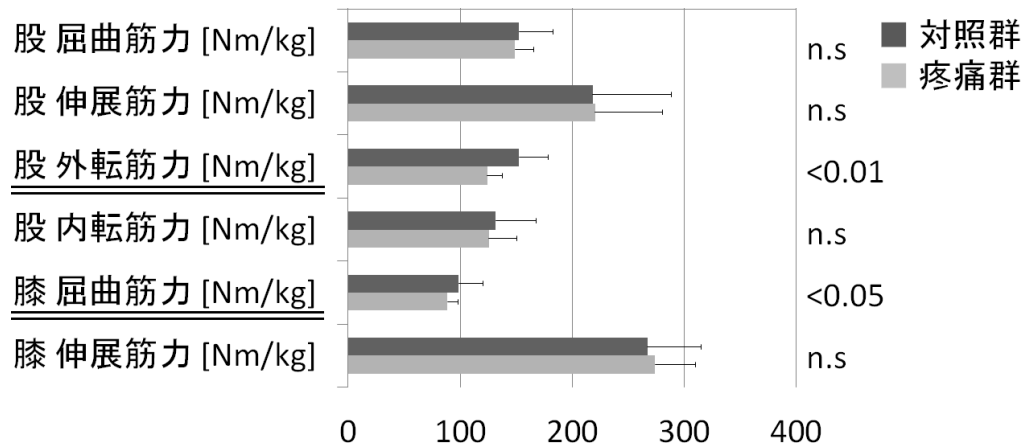


図1 筋力

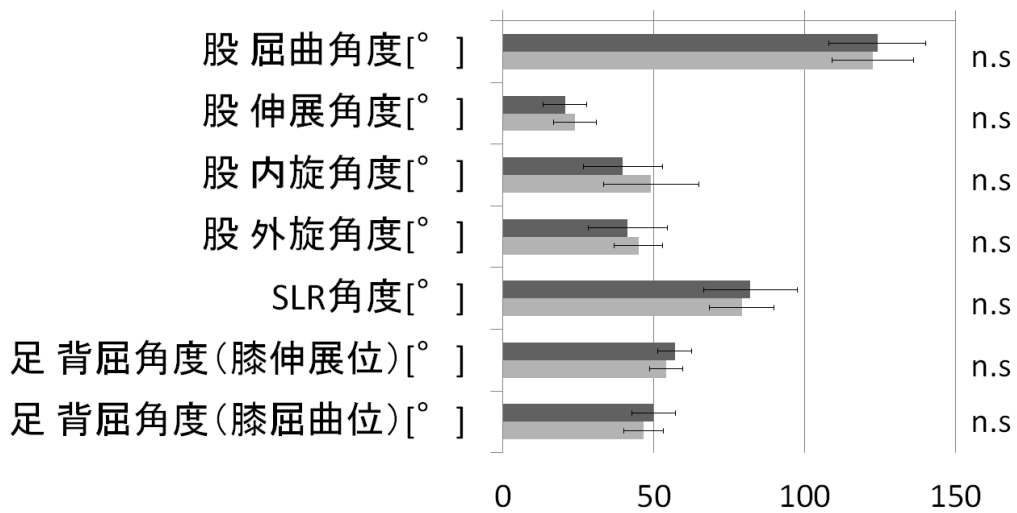


図2 関節可動域

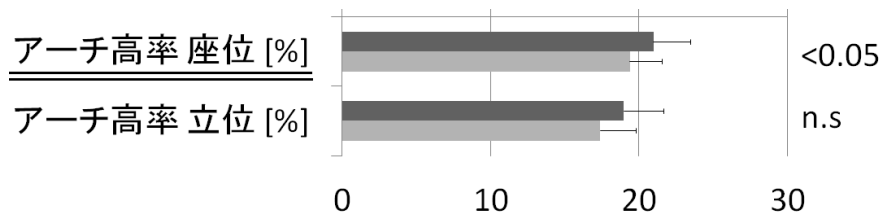


図3 アーチ効率

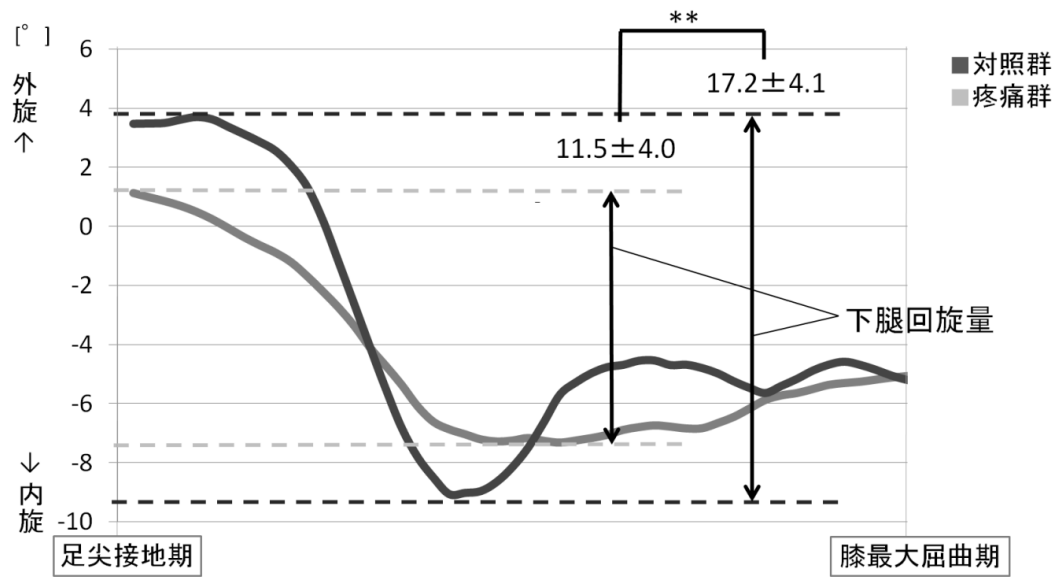


図4 DJ時の下腿回旋角度

説明変数	P値	説明変数	P値
股 内旋角度	<0.01	股 外転筋力	<0.01
股 外旋角度	n.s	股 内転筋力	n.s
背屈角度	n.s	膝 屈曲筋力	n.s
股 屈曲筋力	n.s	膝 伸展筋力	n.s
股 伸展筋力	n.s	アーチ高率	n.s
		DJ下腿回旋量	<0.01

図5 疼痛の有無に対する関連因子

説明変数	P値	説明変数	P値
股 内旋角度	n.s	股 外転筋力	n.s
股 外旋角度	n.s	股 内転筋力	n.s
背屈角度	n.s	膝 屈曲筋力	<0.05
股 屈曲筋力	n.s	膝 伸展筋力	n.s
股 伸展筋力	n.s	アーチ高率	n.s

図6 下腿回旋量に対する関連因子

IV 考察

著者らは、某大学女子ラクロス部員22名を対象とし、シンスプリント発症者の身体的特徴について検討することを目的にメディカルチェックおよび動的アライメントの解析を行った。メディカルチェックの測定項目は下肢筋力および関節可動域、足部内側縦アーチ高率とし、動的アライメントは片脚DJ着地期の下腿回旋角度に着目し、検討をした。

結果として、疼痛群において股関節の内旋可動域が大きい傾向にあり、また股関節外転筋力が有意に低下していた ($P<0.01$)。判別分析の結果においても疼痛の有無との関連因子として、股関節内旋可動域 ($P<0.01$) と股関節外転筋力 ($P<0.01$) が抽出された。八木らの報告 [4] や持田らの報告 [5] においてもシンスプリント群において股関節内旋可動域が有意に大きい結果が得られており、我々の研究でも先行研究と類似した結果が得られた。この結果より、股関節の内旋可動性の増大はシンスプリント発症者の身体的特徴と考えられる。

股関節外転筋の主動作筋は、中殿筋、小殿筋、大腿筋膜張筋であり、特に中殿筋は外転筋中で、外転筋総断面積の約60%を占めるとされている [6]。小笠原ら [7] は、片脚着地時に膝伸展筋群に次いで中殿筋に高い活動がみられたと報告している。片脚着地動作を遂行する際、特に女性においては高い中殿筋の活動が必要とされている [7]。片脚着地時の中殿筋の役割は、接地後に体幹を制御すると同時に、股関節内転に拮抗して前額面上の姿勢保持に寄与するとされている [7]。すなわち、股関節外転筋力が不十分であれば、片脚着地時に股関節が大きく内転することが推察できる。加賀谷らの報告 [8] においても股関節外転筋力の低下は、片脚着地時に股関節内転・内旋を増大させ、さらに膝関節においてknee-inが増大する

と報告している。着地をした瞬間に股関節が内転すると、足部が地面に拘束されている影響により、間接的に膝は外反、すなわちknee-inの肢位となり、特に女性においては、足部が接地した瞬間から股関節内転と膝関節外反が同調して生じると報告されている [9] ことから、股関節外転筋力の不足は、片脚着地時に膝関節および下腿にマルアライメントを生じさせると考えられる。今回、著者らの結果において、DJ着地時の足尖接地期に下腿は外旋位を示した。荒井ら [10] は、片脚着地においてknee-inと同時に、大腿骨に対して下腿が外旋すると述べている。すなわち股関節の外転筋力が不足していることが、DJ着地時の足尖接地期にknee-inと同調して下腿は外旋を示した要因のひとつであると考えられる。

次に、疼痛群において膝屈曲筋力は有意に低値を示し ($P<0.05$)、さらに判別分析において膝屈曲筋力はDJ着地期の下腿回旋量との関連因子に抽出された ($P<0.05$)。ハムストリングは膝関節屈曲および下腿の内外旋の作用をもつとされている [6]。すなわち疼痛群におけるDJ着地時の下腿の回旋は、股関節および膝関節からの下行性運動連鎖の影響に加え、膝屈曲筋力の不足により下腿回旋制御が低下したため、DJ着地期の下腿回旋量が増大したと考えられる。

また疼痛群において、座位での足部内側縦アーチ高率が有意に低い結果が得られた ($P<0.05$)。アーチの低下は第一に筋の機能不全によるものであり、アーチを支える主な筋である後脛骨筋の機能低下と考えられている [11]。今回、荷重位ではなく座位でアーチ高率が有意に低下していた。そのため筋のみの影響ではなく、靱帯による支持性の低下が考えられ、足部の剛性が低下していると考えられる。上述したように、疼痛群は着地時において股関節内転・内旋およびknee-in動作を繰り返していることが考えられる。小林ら [12] はknee-inは、膝関節の外反および下腿の外旋、そし

て内側縦アーチは下降した状態であると述べており、疼痛群はこの反復動作によって足部の剛性を低下させた可能性が考えられる。一般的に、足部の回内外により、下腿の回旋も影響を受けると考えられており [13]、アーチ高率の低下は、DJ着地期の下腿回旋量の増大に影響し得る可能性が示唆された。

疼痛群はDJの着地動作において、足尖接地後に下腿外旋位から大きく内旋し、その間の下腿回旋量が有意に大きかった ($P<0.01$)。疼痛群は、股関節外転筋力および膝関節屈曲筋力の低下、これ加えてアーチ高率の低下といった身体的特徴を持つことにより、着地期に過剰な下腿の回旋を引き起こすと考えられ、着地期における短時間での過剰な下腿回旋の変化が脛骨への捻れストレスを与えると考えられる。この過剰な捻れストレスが、シンスプリント発症に関与する素因のひとつと考える。

今回著者らの研究では、シンスプリントの有する選手の身体的特徴として、股関節外転筋力および膝関節屈曲筋力の低下、股関節内旋角度の増大、座位での足部内側縦アーチ高率の低下がみられた。これらの身体的特徴を有する選手は、着地期における下腿回旋量の増大を誘発し、この下腿回旋量の増大は脛骨への過剰な捻れストレスを与えると考えられる。脛骨への捻れストレスがシンスプリントと関与していると示唆された。

手のシンスプリント 発生率と重症度分類. スポーツ傷害 (J.sports Injury) 2010 ; Vol.15 : 41

- [5] 持田尚, 吉久武志, 小林匠ら. 床反力からみた中学陸上競技者のシンスプリント発症に関する前方視的研究. 学校教育学研究論集 2011 ; 第23号 : 97-106
- [6] Donald A.Neumann. 筋骨格系のキネシオロジー ; 医歯薬出版株式会社, 2010, 440-441
- [7] 小笠原一生, 宮川俊平. 脚着地タスクにおける前額面上の下肢運動パターンの運動学的, 筋電図学的性差. 日本臨床バイオメカニクス学会誌 2008 ; Vol.29 : 45-52
- [8] 加賀谷善教, 西菌秀嗣, 藤井康成. 高校女子バスケットボール選手の股関節外転筋・後足部機能と Knee inおよびHip outの関係について. 体力科学 2009 ; 58 : 55-62
- [9] 小笠原一生. 下肢の外傷予防と「体幹・股関節」の関係. Sportsmedeicine 2009 ; No.108 : 9-13
- [10] 荒井貴裕, 三秋泰一. 膝静的アライメントの違いによる片脚降下着地動作の運動学的分析. 理学療法科学 2012 ; 27 : 657-660
- [11] A.I.Kapandji. カパンジー機能解剖学Ⅱ. 下肢 原著 第6版 ; 医歯薬出版株式会社, 2010, 232-257
- [12] 小林寛和, 宮下浩二, 藤堂庫治. スポーツ動作と安定性—外傷発生に関係するスポーツ動作の特徴から—. 関西理学 2003 ; 3 : 49-57
- [13] 福井勉, 谷浩明, 斎藤宏. 下腿回旋機能の研究. 理学療法 1991 ; 第18巻第2号 : 95-101

【参考文献】

- [1] 伊藤浩充, 若狭真妃, 杉山幸一ら. 高校男子サッカー選手のシンスプリントに関わる下腿・足部の発生因子. 神大保健紀要2005 ; 第21巻 : 1-9
- [2] 伊藤浩充. シンスプリントの機能解剖学的特性. 理学療法2004 ; 21巻2号 : 388-394
- [3] 木田貴英. 過労性脛骨骨膜炎 (シンスプリント). 理学療法2006 ; 23巻1号 : 362-367
- [4] 八木茂典, 関矢一郎, 宗田大. 陸上競技長距離選

The physical features of people with shin splint by physical functions and rotation angle of the knee during landing in one leg drop jump

Miya Ishida¹⁾, Satoshi Okubo²⁾, Hiromitsu Itou³⁾,
Hiroyuki Furukawa¹⁾, Kenji Fujita¹⁾

1) Fujita Orthopaedic & Sports Clinic

2) Faculty of rehabilitation, Kobe Gakuin University

3) Faculty of Nursing and Nursing, Konan Women's University

【Purpose】 The aim of this investigation was to study the physical characteristics of lacrosse players with shin splints by analyzing the physical function and dynamic alignment of lower extremity. 【Method】 Forty-four lower extremities of twenty-two lacrosse club members was recruited in university. Objects were divided into the pain group and the control group. The range of motion of the hip and ankle joint, the muscle strengthening of lower extremity, arch height ratio of ankle and the knee rotation angle during landing phase in one leg drop jump (DJ) were measured. The statistical analyses between two groups were performed by non-paired t test and discriminant analysis. 【Result】 There were no significant differences between groups in range of motion of the hip and ankle joint. However the pain group significantly decreased in arch height ratio of ankle, hip abductor muscle strength and knee flexor muscle strength. The pain group significantly increased the amount of knee rotation during landing phase in DJ. The discriminant analysis showed that hip abductor, hip internal rotator and the amount of knee rotation during landing phase in DJ were related with pain, and knee flexor significantly related with the amount of knee rotation. 【Discussion】 This study indicated that the players with weak hip abductors, knee flexor, increasing of hip internal rotation and lower arch of ankle induced the increase of knee rotation more during landing phase in DJ and more excessive torsion stress to tibia.

Key Words: shin splint, amount of knee rotation, drop jump, hip abduction strength