

男子高校サッカー選手における慢性足関節不安定症の身体的特性

Physical characteristics of male high school soccer players with chronic ankle instability

藤崎和希¹⁾、横山大輝¹⁾、横山雅人¹⁾、井波敬三¹⁾、新井清代¹⁾、佐藤友彦¹⁾、
小林雅津良²⁾、清野健人³⁾、大谷知浩¹⁾

Kazuki FUJISAKI¹⁾、Daiki YOKOYAMA¹⁾、Masato YOKOYAMA¹⁾、Keizo INAMI、Sumiyo
ARAI¹⁾、Tomohiko SATO¹⁾、Kazura KOBAYASHI²⁾、Kento SEINO³⁾、Tomohiro OTANI¹⁾

要旨：【目的】男子高校サッカー選手における慢性足関節不安定症の身体特性を把握すること。【方法】調査期間は2023年4月から6月であり、対象は群馬県と埼玉県内の男子高校サッカー選手4校208名を対象とし、慢性足関節不安定症（Chronic ankle instability、以下、CAI）に関する質問紙法、メディカルチェックとして、筋力測定、関節可動域、動的バランス検査であるModified Star Excursion Balance Test（mESBT）を実施し前方、後内側、後外側のリーチ距離を測定しCAIとの関連を調査した。【結果】CAIは208名中、54名（25.9%）であった。メディカルチェックとの関連では、利き脚mESBT前方へのリーチ距離低下と非利き脚mESBT後内側へのリーチ距離低下が関連要因であった。【結語】CAIにおける男子高校サッカー選手の身体特性を示すmESBTは重要であり、利き脚では荷重下での足関節背屈可動域、非利き脚では足関節内反モーメントの代償的な動作に着目する必要性が示唆された。

キーワード：慢性足関節不安定症、男子高校サッカー選手、身体的特性

- 1) 太田医療技術専門学校 理学療法学科
〒373-0812 群馬県太田市東長岡町1373
Department of Physical Therapy, Ota College of Medical Technology
1373 Higashinagaokacho, Ota City, Gunma, 373-0812, Japan
 - 2) 太田医療技術専門学校 作業療法学科
〒373-0812 群馬県太田市東長岡町1373
Department of Occupational Therapy, Ota College of Medical Technology
1373 Higashinagaokacho, Ota City, Gunma, 373-0812, Japan
 - 3) まつだ整形外科クリニック 理学療法学科
〒360-0203 埼玉県熊谷市弥藤吾180-1
Department of Physical Therapy, MATSUDA Orthopedics Clinic
180-1 Yatogo, Kumagaya City, Saitama, 360-0203, Japan
- (受付日 2023年10月23日／受理日 2024年1月4日)

I. 目的

サッカーの競技特性として、持久力、高強度運動能力、スプリント能力、筋発揮能力の要素が重要であり、キック動作や方向転換動作が速い速度で要求されるスポーツである¹⁾。高強度の運動を繰り返す

ことから傷害の発生率は高く、特に足関節捻挫の発生頻度、再発率が高いことが特徴的である^{2)、3)}。高校生年代のサッカー選手を対象としたに障害報告においても股関節と大腿部、足関節の傷害が最も多いと報告され^{4)、5)}、年代を問わず足関節捻挫が多

い競技として認識されている。また、足関節捻挫のリスク因子としては、足関節可動域の減少や筋力低下、固有受容器感覚の低下などの機能障害とされている^{6) - 8)}。さらに、足関節捻挫の受傷後に慢性足関節不安定症 (Chronic ankle instability、以下、CAI) へ移行する選手も多いとされるCAIの病態は、構造的不安定性と機能的不安定性に大別され、そこに主観的不安定性が組み合わさることで複雑な症状を呈し⁹⁾、繰り返し足関節捻挫を受傷する可能性が高くなる。

CAIの身体的特性として、関節可動域 (Range of motion、以下、ROM) では背屈 (Dorsi flexion、以下、Df) ROM制限が報告されている。また、動的バランスの特徴としてStar Excursion Balance Test (以下、SEBT) やModified Star Excursion Balance Test (以下、mSEBT) において、後内側リーチ距離の短縮、後外方リーチ距離の短縮と前方リーチ距離の短縮が報告されているが、一定した見解は認められていない^{10)、11)}。SEBTは、検者間 (級内相関係数=0.87-0.88) および検者内 (級内相関係数=0.88-0.90) いずれにおいても高い信頼性がある¹²⁾。特に前方、後内側、後外側の3方向での有用性が報告され¹³⁾、簡略化されたmSEBTが動的バランス評価に用いられることが多い。

SEBT、mSEBTは主に成人を対象として用いられていることが多く、育成年代に関する報告数は少ないのが現状であり、日本人や高校サッカー選手を対象としたCAIの身体特性に関する報告は少ない¹⁴⁾。

従って、本研究の目的は男子高校サッカー選手を対象としたCAIの身体特性を調査することであり、足関節捻挫の予防に寄与することが期待される。

II. 対象

調査期間は2023年4月から6月とした。群馬県内と埼玉県内の男子高校サッカー選手であり、県内の上位リーグに所属する高校生208名 (4校) を対象とした。協力校の学校長、サッカー部監督、対象者および保護者に対して口頭と書面で目的と方法について説明を行い、書面で同意を得た。なお、本研究はヘルシンキ宣言に基づき太田医療技術専門学校倫

理委員会 (第231012号) の承認を得て実施した。

III. 方法

1. 質問紙法

足関節捻挫の情報として、足関節捻挫の経験の有無、足関節捻挫を経験した回数、Giving wayの経験の有無を聴取した。Giving wayの定義は、定期的に発生する制御不能かつ予測不能な後足部の過度な内がえしであり、足関節捻挫をもたらさないものとされる⁹⁾。CAIの評価として、質問紙形式の日本語版のCumberland Ankle Instability Tool¹⁵⁾ (以下、CAIT) を使用し、左右それぞれのスコアを計算した。また、CAITのカットオフ値は24点である。従って、本研究では足関節捻挫の経験の有する者、Giving wayの経験の有する者、CAIT24点未満であることの基準全てを満たした者をCAIと判断した。

2. メディカルチェック測定方法

ROM測定は、Fraserら¹⁶⁾の測定方法を参考とし、背臥位にてゴニオメーターを用い、足関節のDf ROM、底屈 (Plantar flexion、以下、Pf) ROMを測定した。基本軸は下腿外側の正中線、移動軸は足部の外側とし、各3回の測定を繰り返し、平均値を記載した。

筋力測定は、Fraserら¹⁶⁾の測定方法を参考とし、Hand-Held Dynamometer (SAKAIMED社製 モービィ) を用いて足関節Df筋力、Pf筋力を測定した。足関節背屈筋力の測定は治療台上で背臥位にて行った。被検者の足背部にベルトを巻き、検者はベルトを腰に固定し、開始肢位とした。その後、被検者は足関節を3秒以上背屈させ、最大収縮時の筋力を測定した。足関節底屈筋力の測定は伏臥位にて実施することとし、ベルトは被検者の足底面と治療台に巻き着けることで固定した。その後、3秒以上の足関節を底屈させ、最大収縮時の筋力を測定した。筋力はkgfで記録し、正常に測定が実施できなかった場合、30秒以上の休憩後に再測定を行った。各3回の測定を繰り返し、平均値を記載した。また、測定値は体重で除した正規化した値 (kgf/kg) を記載した。

動的バランスの測定として、mSEBTをLieshoutら¹³⁾の測定方法を参考に実施した。片脚立位で両

手は骨盤に位置し、3つの線の交点に爪先で起立とした姿勢を開始姿勢として、遊脚のつま先を線上の最も遠くに接地した場所と中心からの距離をメジャーで計測した。各3回の測定を繰り返し、平均値を棘果長で除した値を記載した。

棘果長の測定はLieshoutら¹³⁾の測定方法を参考とし、テープメジャーを用いて上前腸骨棘から内果までの距離を測定し、0.5cm単位で記載した。

3. サンプルサイズ

ロジスティック回帰分析におけるサンプルサイズは、先行研究に従い、独立変数×10として決定した¹⁷⁾。独立変数は、基礎情報の年齢、身長、体重、Body Mass Index（以下、BMI）の4変数とメディカルチェック項目のROMではDfとPf、筋力測定ではDfとPf、mSEBTでは前方、後内側、後外側の利き足、非利き足の14変数とした。従って、本研究に必要なサンプルは180名であった。

4. 統計解析

統計解析はIBM SPSS statistics 27（IBM社）を使用した。有意水準は5%とした。CAIと判断された選手とCAIと判断されなかった選手の2群間において、各メディカルチェック項目の単変量解析として対応のないt検定を実施した。また、Cohen's dによりeffect sizeを求め評価スケールは小（Small）が<0.20、中（Medium）が<0.50、大（Large）が<0.80とした。その後、CAIに関連する因子を明らかにするため、CAIの有無を従属変数、単変量解析にて有意差を認めた項目を独立変数として投入し、ロジスティック回帰分析（変数増加法[尤度比]）を実施した。なお、多重共線性を考慮し、独立変数間で $r > 0.8$

となる項目は除外した。

IV. 結果

1. 基礎情報

CAITの結果よりCAIと認められた者は208名中、54名（25.9%）であり、非CAIであった者は154名（74.1%）であった。各群の基礎情報で有意差を認めた項目は体重とBMI、CAITであった（表1）。

2. CAI群と非CAI群におけるメディカルチェック項目の比較

メディカルチェック項目においてCAI群と非CAI群の2群間の対応のないt検定の結果を表2に示す。2群間の測定項目で有意差を認めた項目は、利き脚Df ROM、非利き足Df ROM、利き脚Df筋力、非利き脚Df筋力、利き脚Pf筋力、非利き脚Pf筋力、利き脚mSEBT前方、非利き脚mSEBT後内側であった。

3. CAIの身体特性

CAIと判断された高校サッカー選手の身体的特性を把握するため、従属変数をCAIの有無としてロジスティック回帰分析を実施した。独立変数はメディカルチェック項目で有意差を認めた、利き脚Df ROM、非利き足Df ROM、利き脚Df筋力、非利き脚Df筋力、利き脚Pf筋力、非利き脚Pf筋力、利き脚mSEBT前方、非利き脚mSEBT後内側に加え、基礎情報で有意差を認めたBMIとした。なお、体重とBMIは $r > 0.8$ を示し、多重共線性を認めたため体重を変数から除外した。その結果、CAI群は利き脚mESBT前方へのリーチ距離短縮と非利き脚mESBT後内側リーチ距離短縮が関連要因であった（表3）。なお、Hosmer-Lemeshow検定は $p = 0.61$ で、

表1 基礎情報

	CAI群 (54名)	非CAI群 (154名)	p値	効果量 (d)
年齢 (歳)	16.6 ± 0.6	16.6 ± 0.7	0.98	0.04
身長 (cm)	171.7 ± 5.5	172.7 ± 4.9	0.19	0.21
体重 (kg)	64.5 ± 5.5	62.0 ± 6.4	<0.01	0.42
BMI (kg/m ²)	21.6 ± 1.8	21.0 ± 1.7	0.02	0.39
CAIT	17.8 ± 7.2	27.4 ± 3.4	<0.01	1.57

対応のないt検定、平均 ± 標準偏差、CAIT: Cumberland Ankle Instability Tool、BMI: Body Mass Index、CAI: Chronic ankle instability、有意水準: < 0.05

表2 CAI群と非CAI群におけるメディカルチェック項目の比較

		CAI群	非CAI群	p値	効果量(d)
メディカルチェック項目					
ROM					
Df (°)	利き脚	17.1 ± 3.6	19.2 ± 4.1	<0.01	0.53
	非利き脚	17.5 ± 2.8	19.4 ± 4.4	<0.01	0.18
Pf (°)	利き脚	54.1 ± 5.2	53.4 ± 4.5	0.39	0.14
	非利き脚	55.0 ± 4.4	54.5 ± 5.0	0.49	0.42
筋力					
Df (kgf/kg)	利き脚	0.30 ± 0.04	0.32 ± 0.04	<0.01	0.45
	非利き脚	0.30 ± 0.03	0.31 ± 0.04	<0.01	0.40
Pf (kgf/kg)	利き脚	0.49 ± 0.06	0.52 ± 0.05	<0.01	0.48
	非利き脚	0.49 ± 0.07	0.53 ± 0.05	<0.01	0.63
mSEBT前方 (cm)	利き脚	68.4 ± 5.4	70.6 ± 5.7	<0.01	0.41
	非利き脚	69.6 ± 5.4	68.8 ± 6.5	0.45	0.12
mSEBT後外側 (cm)	利き脚	88.1 ± 6.6	88.0 ± 7.8	0.96	0.01
	非利き脚	88.7 ± 7.6	88.1 ± 6.3	0.62	0.08
mSEBT後内側 (cm)	利き脚	86.2 ± 7.0	85.5 ± 7.3	0.59	0.09
	非利き脚	82.3 ± 8.0	86.1 ± 7.8	<0.01	0.47

対応のないt検定、ROM：関節可動域、Df：足関節背屈、Pf：足関節底屈、mSEBT：Modified Star Excursion Balance Test、有意水準：< 0.05

本モデルは適合していると判断された (p>0.05)。

V. 考察

本研究の目的は、男子高校サッカー選手を対象としたCAIの身体特性を調査することである。

成人の足関節捻挫の経験があるスポーツ選手のうち、40%がCAIを発症することが報告されている¹⁸⁾。また、高校生アスリートを対象としたCAIの有病率の報告は23%であり、競技を問わずCAIは一般的な障害とされる¹⁹⁾。本研究の参加者においても25.9%がCAIと判断された。この結果から、日本人男子高校サッカー選手においても、CAIを発症する危険性が高いことが判明した。足関節捻挫の予防としては、神経筋トレーニングの効果的であることが報告されている²⁰⁾。しかし、足関節捻挫の発生率が高いにも関わらず神経筋トレーニングを実施している選手は少ない²¹⁾。従って、足関節捻挫の予防的介入は重要であり、予防トレーニングを普及することや足関節捻挫に関する病識や受傷後のリスクについての教育が重要である。

CAIの身体特性として、BMI、利き脚mSEBT前方リーチ距離短縮と非利き脚mSEBT後内側リーチ距離短縮がCAIの関連要因であった。BMIの増加は

非接触性の足関節捻挫の危険因子であることはFousekiらにより報告され²²⁾、本研究において同様の結果となった。サッカーはジャンプ、スプリント、ターンなど、さまざまな動きが必要とされるため、このような高強度の動作の際、体重に抗することができず、足関節捻挫を受傷する可能性が考えられる。利き脚mSEBT前方リーチ距離短縮に関しては、足関節捻挫後に距腿関節、距骨下関節の関節運動が変化し、足関節背屈制限を生じることが報告されている²³⁾。本研究において、CAIと判断された選手も足関節捻挫後に関節運動の変化によりDf ROMが低下し、mSEBT前方リーチ距離に影響を与えた可能性がある。しかし、本研究のDf ROMはロジスティック回帰分析により選択されなかった。この結果の解釈として、背臥位での測定は、体重を考慮されず関節面への影響が少ないことが考えられた。今後、荷重下での運動を考慮したメディカルチェックとCAIとの関連因子の検討が必要である。また、非利き脚においてmSEBT後内側リーチ距離の短縮がCAIの関連因子として選択された。CAIを有する選手はSEBTにおける後内側へのリーチ距離は低下すると報告されており²⁴⁾、本研究でも同様の結果となった。この原因として後内側へのリーチ時は軸脚の足関節

表3 CAIの身体特性(ロジスティック回帰分析：変数増加法[尤度比])

		回帰係数	標準誤差	p値	Odds比	95%信頼区間
BMI		0.65	0.13	<0.01	1.91	1.48-2.46
mSEBT 前方	利き脚	-0.20	0.05	<0.01	0.82	0.75-0.90
mSEBT 後内側	非利き脚	-0.05	0.02	0.04	0.95	0.91-0.99
定数		-7.31	3.44	0.03		

モデル χ^2 値：p < 0.01、Hosmer-Lemeshow 検定：p = 0.61、判定的中立：82.7%、

BMI：Body Mass Index、mSEBT：Modified Star Excursion Balance Test、

有意水準：< 0.05

内反モーメントが増加することが原因であると考えられた。サッカー選手において、非利き脚は軸足でありCAIを有する選手ではこの内反モーメントの増加を抑制した代償的な動作が生じるためであると考えられ、mSEBT後内側のリーチ距離が短縮する可能性が示唆された。以上のことから、CAIにおける男子高校サッカー選手の身体特性を示すmSEBTは重要であり、利き脚では荷重下でのDf ROM、非利き脚では足関節内反モーメントの代償的な動作に着目する必要性が示唆された。

本研究の限界として、利き脚mSEBT前方リーチ距離短縮と非利き脚mSEBT後内側のリーチ距離短縮がCAIの身体特性が判明したが、これらの詳細な要因は不明である。今後はより詳細なメディカルチェックが必要となる。mSEBT実施時に、各関節の動作は検証できておらず画像、動作解析を用いた評価が必要であると考えられた。また、独立変数に対してCAIの発生数が少ないため、検出力が低いことが考えられた。

VI. 利益相反

本研究において開示すべき利益相反はない。

VII. 引用文献

- 1) Wahl P, Güldner M, et al.: Effects and Sustainability of a 13-Day High-Intensity Shock Microcycle in Soccer. *J. Sports Sci. Med* 13 (2): 259-265, 2014.
- 2) Yde J, Nielsen A B: Sports injuries in adolescents' ball games: soccer, handball and basketball : *Br J Sports Med* 24(1): 51-54, 1990.
- 3) Nelson AJ, Collins CL, et al.: Ankle injuries among United States high school sports athletes, 2005-2006. *J. Athl. Ther. Train* 42(3): 381-387, 2007.
- 4) Kerr ZY, Putukian M, et al.: The First Decade of Web-Based Sports Injury Surveillance: Descriptive Epidemiology of Injuries in US High School Boys' Soccer (2005-2006 Through 2013-2014) and National Collegiate Athletic Association Men's Soccer (2004-2005 Through 2013-2014). *J. Athl. Ther. Train* 53(9): 893-905, 2018.
- 5) Dvorak J, Junge A, et al.: Injuries and illnesses of football players during the 2010 FIFA World Cup. *Br J Sports Med* 45(8): 626-630, 2011.
- 6) Hertel J: Functional Instability Following Lateral Ankle Sprain. *Sports Med* 29(5): 361-371, 2000.
- 7) Baumhauer JF, Alosa DM, et al.: A prospective study of ankle injury risk factors. *The Am J Sports Med* 23(5): 564-570, 1995.
- 8) Jaber H, Lohman E, et al.: Neuromuscular control of ankle and hip during performance of the star excursion balance test in subjects with and without chronic ankle instability. *PLOS One* 13(8), 1-16, 2018.
- 9) 小林匠: 足関節捻挫の病態と治療. *日本アスレティックトレーニング学会誌* 3(2): 117-126, 2018.
- 10) Olmsted LC, Carcia CR, et al.: Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in Detecting Reach Deficits in Subjects With Chronic

- Ankle Instability. *J. Athl. Ther. Train* 37(4): 501-506, 2002.
- 11) Basnett CR, Hanish MJ, et al.: Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. *Int J Sports Med* 8(2): 121-128, 2013.
 - 12) Cameron J. P, Teralyn K. D, et al.: The reliability of the star excursion balance test and lower quarter y-balance test in healthy adults: a systematic review. *Int J Sports Med* 14(5): 683-694 2019.
 - 13) Lieshout R, Reijneveld EAE, et al.: Reproducibility of the modified star excursion balance test composite and specific reach direction scores. *Int J Sports Med* 11(3):356-65, 2016.
 - 14) 村上果乃子, 大垣亮・他: 男子高校生サッカー選手の足関節機能が下肢の外傷・障害リスクに及ぼす影響. *日本臨床スポーツ医学会誌*30 (1): 62-69, 2022.
 - 15) Kunugi S, Masunari A, et al.: Cross-cultural adaptation, reliability, and validity of the Japanese version of the Cumberland ankle instability tool. *Disabil. Rehabil* 39(1): 50-58, 2017.
 - 16) Fraser J J ,Koldenhoven R M ,etal.:Reliability of ankle- foot morphology, mobility, strength, and motor performance measures. *Int J Sports Med* 12(7):1134-1149, 2017.
 - 17) Peduzzi P, Concato J, et al.: A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. *J Clin Epidemiol.* 49(12):1373-1379, 1996.
 - 18) Hertel J, Corbett RO: An Updated Model of Chronic Ankle Instability. *J Athl Train* 54(6):572-588, 2019.
 - 19) Tanen L, Docherty CL, et al.: Prevalence of chronic ankle instability in high school and division I athletes. *Foot Ankle Spec* 7(1):37-44, 2014.
 - 20) McGuine TA, Keene JS: The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med* 34(7):1103-1111, 2006.
 - 21) Rommers N, Rössler R, et al.: Most amateur football teams do not implement essential components of neuromuscular training to prevent anterior cruciate ligament injuries and lateral ankle sprains. *Knee Surg. Sports Traumatol* 30(4): 1169-1179, 2022.
 - 22) Fousekis K, Tsepis E, et al.: Intrinsic risk factors of noncontact ankle sprains in soccer: a prospective study on 100 professional players. *Am J Sports Med* 40(8):1842-1850, 2012.
 - 23) Hertel J: *Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability.* *J Athl Train* 37(4): 364-375, 2002.
 - 24) Shojiro Nozu, Masahiro Takemura, et al.: Assessments of Sensorimotor Deficits Used in Randomized Clinical Trials With Individuals With Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability: A Scoping Review. *PM&R* 13(8):901-914, 2021.