思春期女子サッカー選手のmodified Star Excursion Balance Testと下肢筋力の関係

Relationships between Lower-extremity Muscle Strength and the Modified Star Excursion Balance Test in Adolescent Female Soccer Players

井上 由里¹⁾ 大谷 啓尊¹⁾ 成瀬 進¹⁾ 後藤 誠¹⁾
南場 芳文¹⁾ 柏 裕介²⁾

YURI INOUE, RPT¹⁾, YOSHITAKA OTANIA, RPT¹⁾, SUSUMU NARUSE, RPT, PhD¹⁾
MAKOTO GOTO, RPT, PhD¹⁾, YOSHIHUMI NANBA, RPT¹⁾, YUSUKE KASHIWA, RPT²⁾

¹⁾ Faculty of Rehabilitation Science, Kobe International University: 9-1-6 Koyochō, Higashinada, Kobe-shi, Hyogo 658-0032, Japan. TEL+81 78-940-4118 E-mail: inoue@kobe-kiu.ac.jp

²⁾ Junshin Rehabilitation Hospital

Rigakuryoho Kagaku 30(6): 853–856, 2015. Submitted Jun. 12, 2015. Accepted Jul. 20, 2015.

ABSTRACT: [Purpose] In order to prevent injuries among adolescent female soccer players, this study investigated the lower-extremity muscle strength that affects their dynamic balance. [Subjects] Twenty-nine female soccer players who were junior or junior high school students. [Methods] The isometric strengths of the hip abductor and extensor muscles and the isokinetic strengths of the knee flexor and extensor muscles were measured. The modified Star Excursion Balance Test (mSEBT) was performed. Multiple linear regression analysis was performed using the scores of mSEBT as the dependent variable and the muscle strength as the independent variable. [Results] Significant correlations were observed between the scores of mSEBT of three directions and the strengths of the knee flexor and extensor and hip abductor muscles. The analysis indicated that the strength of the knee flexor muscle is a factor affecting the scores of mSEBT of the three directions. The level of fit, however, was low. [Conclusion] The study results indicate that, strengthening knee flexor muscles is important for improving dynamic balance in order to prevent lower-extremity injuries among adolescent female soccer players.

Key words: adolescent female soccer player, mSEBT, lower-extremity muscle strength

要旨:〔目的〕傷害予防を目的に思春期女子サッカー選手の動的バランスに影響する下肢筋力を明らかにする。〔対象〕中学・高校生女子サッカー選手29名。〔方法〕股関節外転・伸展等尺性、膝関節屈曲・伸展等速性最大筋力を測定、mSEBTを実施した。下肢筋力と各方向のリーチ率の相関を検定、リーチ率を従属変数、下肢筋力を独立変数として重回帰分析を行った。〔結果〕3方向のリーチ率と膝関節屈曲・伸展、股関節外転筋力に有意な相関が認められた。重回帰分析では、3方向のリーチ率に影響する因子に膝関節屈筋力が抽出されたが適合性は低かった。〔結語〕思春期女子サッカー選手の下肢の傷害予防を目的に動的バランス能力を高めるには膝関節屈筋力を強化することが重要であることが示された。

キーワード: 女子サッカー選手, modified Star Excursion Balance Test, 下肢筋力

¹⁾ 神戸国際大学 リハビリテーション学部: 神戸市東灘区向洋町中9-1-6 (〒658-0032) TEL 078-940-4118

²⁾ 順心リハビリテーション病院

I. はじめに

サッカーは世界で最も人気のあるスポーツの一つで、国際サッカー連盟に登録された女子選手は2000年の2,200万人から2007年には2,600万人へ増加している¹⁾。我が国でも公益財団法人日本サッカー協会の女子選手の登録数²⁾を見ると、FIFA 日韓合同ワールドカップが開催された2002年の19,717人から2013年には30,243人へ増加している。

サッカーはバスケットやバレーボールよりも傷害発生頻度が高いスポーツ³⁾とされ、男子選手と比較して女子選手の傷害発生率は高い⁴⁾との報告もある。特に女子選手は思春期の傷害発生率が高くなっていること⁵⁾は注目すべきで、我が国においても競技人口の増加に伴う思春期の女子サッカー選手の傷害発生の増加が危惧される。

女子選手に発生しやすい傷害の特徴として、ノンコンタクトによる前十字靱帯 (anterior cruciate ligament : ACL) 損傷の発生リスクが高いことは周知⁶⁻⁹⁾されつつある。我々は、中学・高校男女サッカー選手を対象に傷害既往調査を実施した結果、女子選手のノンコンタクトによる外傷の発生はACL損傷だけでなく、足関節捻挫などにおいても多いことを報告した¹⁰⁾。女子選手の下肢の傷害には神経筋コントロールの問題、精神的・遺伝的要因¹¹⁾、骨の形態のような解剖学要因¹²⁾など多くが関与すると考えられている。本研究では神経筋コントロールに着目して、思春期女子サッカー選手の傷害を予防するために動的バランスに影響する下肢筋力を明らかにすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は兵庫県のクラブチームに所属する女子サッカー選手29名 (中学生18名・高校生11名、年齢 14.5 ± 1.7 歳、身長 151.7 ± 29.8 cm、体重 49.4 ± 7.3 kg、Body Mass Index 20.0 ± 2.5 kg/m²) であった。測定時に、サッカー活動に支障となる下肢の傷害を有する対象者はあらかじめ除外した。また、検査中に疼痛や違和感がないことを確認してテストを実施した。キック動作時の支持側の下肢を軸足と定義し、問診の結果、全対象者が左下肢であった。

2. 方法

股関節外転・伸展等尺性最大筋力の測定には徒手筋力測定機器 (Hand Held Dynamometer : HHD, ミュータス F-1, アニマ社) を使用した。股関節外転筋力の測定は背臥位、股関節内・外転および内・外旋中間位で、大腿遠位外側にHHDのセンサーを当て、ベルトで固定し

た。対側下肢外側に検査者の足部を接し固定した。股関節伸展筋力の測定は腹臥位、股関節屈曲・伸展および内・外旋中間位で、膝関節直上の大腿遠位後面にHHDのセンサーパッドを当て、ベルトで固定した。いずれも測定中は検査者がパッドを固定し、そのずれを防止した。1回の練習後、約5秒間の最大努力による股関節外転運動あるいは伸展運動を各2回行わせ、最大値を記録した。膝関節屈曲・伸展等速性最大筋力は筋力測定評価訓練装置 (CYBEX NORM, メディカ社) を用い、関節角速度は60°/secとした。3回の軽い練習後、3回測定し、最大ピークトルク値を記録した。また測定された筋力、ピークトルク値は体重で除し、体重比とした。

modified Star Excursion Balance Test (mSEBT) は Hertel ら¹³⁾の方法を参考に、床上にメジャーを添付したスティックをそれぞれ120°の角度をなすよう3方向に設置し、軸足である左下肢を支持側、ボールを蹴る右下肢をリーチ側として測定した。3本のスティック延長上の交差部分に支持側の足底中心が位置するような片脚立位を開始肢位とした。そして支持側の踵が床から浮かないようにできるだけ遠くにリーチさせた。その際、リーチした足尖に体重がかからないよう対象者に指示した。各リーチの後、開始位置で両下肢立位に戻ることを条件として遂行可能な最大リーチ距離を測定した。リーチの方向はリーチ側を基準として、前方、後外方、後内方の順とし、それぞれ3回測定し、平均値を記録した。測定値は各対象者の棘果長で除し、リーチ率 (%) とした。対象者は事前に各方向に6回練習し、数分間の休息後、疲労のないことを確認して測定した。

下肢筋力と各方向のリーチ率を Pearson の積率相関係数を用いて相関関係を検定した。また、各方向のリーチ率を従属変数、下肢筋力を独立変数として重回帰分析を行った。その際、多重共線性の影響がないことを確認した。統計解析には PASW Statistics 21 を用い、有意水準は5%とした。対象者と保護者には、本調査の目的、個人情報保護等について口頭あるいは書面にて説明し、同意を得た。なお、本研究は神戸国際大学倫理委員会の承認 (承認番号 G2014-0026 号) を得て実施した。

III. 結 果

膝関節伸展・屈曲筋力および股関節外転筋力と mSEBT の3方向のリーチ率は、有意な相関関係が認められ、股関節伸展筋力と3方向の mSEBT のリーチ率とは有意な関係は認められなかった (表1)。

重回帰分析の結果、3方向のリーチ率に対して、膝関節屈曲筋力だけが影響する因子として抽出されたが、調整済み R² 値からみると、適合性は低かった (表2)。

IV. 考 察

股関節外転筋力、膝関節屈曲・伸展筋力が3方向の mSEBT のリーチ率と有意な相関関係を認めた。しかし、重回帰分析の結果、そのうち膝関節屈曲筋力のみが3方向すべてのリーチ率に影響するとして抽出された。

mSEBT は、信頼性が高い片脚立位における動的バランス能力を評価する指標のひとつ^{14,15)}で、下肢の傷害を予測するツールとしても報告¹⁶⁾されている。Ambegaonkar ら¹⁷⁾は大学的女子ラクロスおよびサッカー選手の mSEBT と一部の股関節筋力に相関係数 0.26～0.47 程度の弱い相関を認めたが、股関節伸展筋力とは関係を認めなかったと結論付けている。本研究でも股関節伸展筋力について一致した見解が認められたが、股関節外転筋力と mSEBT の相関係数は 0.46～0.57 で、Ambegaonkar ら¹⁷⁾の報告よりは若干高い結果となった。一部の見解の相違は、HHD を使用する際のベルト固定の有無や測定肢位の違いが影響したと考えられる。

Earl ら¹⁸⁾は健常者男女の8方向の Star Excursion Balance Test 中の膝・足関節周囲筋の筋活動を測定した結果、前方リーチ時には大腿四頭筋の活動が、後方リーチ時にはハムストリングスの活動が有意に高かったと報告し、これは前方リーチ時には体幹を後傾させる姿勢戦略を制御するために大腿四頭筋が強く作用するのに対して、後方リーチ時には体幹を前屈させる姿勢戦略を制御するためにハムストリングスの筋活動が高くなったと考

察している。Nagano ら¹⁹⁾は、女性は男性と比較して、シャトルランのカッティング動作の際に、体幹を大きく前屈し、膝関節を強く屈曲する傾向にあったと報告している。本研究の結果では後方リーチだけでなく、前方リーチにも膝関節屈曲筋力が影響する因子として抽出された。これらは筋力と筋活動という評価スケールの相違を考慮しなければならない。また同時に、Earl ら¹⁸⁾の20代男女の対象者と比較して、全員が10代の女子であった本研究の対象者は、Naganora ら¹⁹⁾の対象者と類似し、前方リーチ時にも体幹を大きく前屈させる姿勢戦略を選択し、それを制御するための強い膝屈曲筋力が必要となった可能性が高い。一般的に動作時において、大腿四頭筋よりのハムストリングスを優位に作用させることは脛骨近位端の前方移動を抑制し、ACL 損傷を予防しうると考えられる。しかし、体幹を前屈させる姿勢戦略がどのような機序で発生するか、隣接関節にどのような影響を及ぼすかは未だ明らかではなく、パフォーマンスにおける姿勢戦略の性差や年代による特徴が下肢の傷害発生に及ぼす影響について明らかにする必要性が示された。

Norris ら²⁰⁾は男女各11名を対象として、SEBT の前方、内側、後内側方向へのリーチ時の下肢の筋活動を測定した結果、中殿筋の活動が前方リーチ時に高かったこと、大殿筋は3方向すべてのリーチ率と関連が認められなかったことを報告しており、本研究の結果と類似している。しかし、Norris らはハムストリングスの筋活動には言及していない。Plisky ら¹⁶⁾は女子バスケットボール選手を対象に mSEBT と下肢の傷害について前向きに調査した結果、前方リーチ距離の左右差が4 cm 以上の場合は、約2.5倍足関節靭帯損傷の発生が高かったとしている。これらより本研究において、思春期の女子サッカー選手では膝関節屈曲筋力が強い方が mSEBT の前方リーチ率が高くなる傾向にあったことは、膝関節屈曲筋力を強化することが神経筋コントロールの評価指標である mSEBT の前方リーチ率を高め、足関節靭帯損傷などの発症の予防につながる可能性が示唆された。

中学・高校生女子サッカー選手の mSEBT と膝関節お

表1 mSEBT と下肢筋力の間の相関係数 (r) (n=29)

		前方		後外側		後内側	
		r	p	r	p	r	p
膝関節	伸展筋力	0.42	*	0.42	*	0.44	*
	屈曲筋力	0.60	**	0.56	**	0.59	**
股関節	伸展筋力	0.17		0.17		0.11	
	外転筋力	0.57	**	0.51	**	0.46	**

*, p<0.05, **, p<0.01, mSEBT: modified Star Excursion Balance Test.

表2 重回帰分析の結果 (n=29)

従属変数	抽出された 独立変数	偏回帰係数	標準回帰係数	p	95% 信頼区間		調整済み R ²
					下限	上限	
前方リーチ率	(定数)	83.63			73.79	93.48	0.33
	膝関節屈筋力	0.16	0.60	**	0.07	0.24	
後外方リーチ率	(定数)	87.92			79.56	96.27	0.29
	膝関節屈筋力	0.12	0.56	**	0.05	0.19	
後内方リーチ率	(定数)	87.33			78.29	96.37	0.33
	膝関節屈筋力	0.14	0.59	**	0.07	0.22	

**, p<0.01, 従属変数: modified Star Excursion Balance Test の各方向へのリーチ率。

よび股関節筋力の関係を検討した結果、3方向のmSEBTリーチ率と膝関節屈曲・伸展および股関節外転筋力に有意な相関関係を認めた。また重回帰分析の結果、3方向へのリーチ率に影響する因子として膝関節屈曲筋力が抽出されたが適合性は低かった。膝関節屈曲筋力を高めることが下肢の傷害予防に繋がる可能性が示唆されたが、その適合性が低かった理由として片脚立位の動的バランスには筋力だけでなく、関節包や靭帯などの他動的支持性、下肢アライメントや心理的問題など多くの要因が相互作用したことが推測される。Robertら²¹⁾は、プロフェッショナルからレクリエーションレベルの男女サッカー選手のノンコンタクトによるACL損傷の発生率を調査した結果、女性は男性よりもキック動作の軸足に多かったことを報告している。このことから本研究では軸足に着目したが、思春期女子サッカー選手の姿勢戦略の左右対称性や年代的特徴に関するさらなる研究とその傷害予防に対する介入へ展開させることが今後の課題となる。

引用文献

- 1) FIFA.com Official Documents http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/emaga_9384_10704.pdf (閲覧日：2015年6月7日)
- 2) 公益財団法人日本サッカー協会. 組織, データボックス, 選手登録数 (閲覧日：2015年6月7日) http://www.jfa.jp/about_jfa/organization/databox/player.html#year1
- 3) Powell JW, Barber-Foss KD: Injury patterns in selected high school sports: a review of the 1995-1997 seasons. *J Athl Train*, 1999, 34(3): 277-284.
- 4) 中尾陽光, 平沼憲治, 芦原正紀・他: 大学男子サッカー選手との比較による大学女子サッカー選手の外傷・障害の特徴. *体力科学*, 2004, 53: 493-502.
- 5) Clausen MB, Zebis MK, Møller M, et al.: High injury incidence in adolescent female soccer. *Am J Sports Med*, 2014, 42(10): 2487-2494.
- 6) Arendt E, Dick R: Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med*, 1995, 23(6): 694-701.
- 7) Ferretti A, Papandrea P, Conteduca F, et al.: Knee ligament injuries in volleyball players. *Am J Sports Med*, 1992, 20(2): 203-207.
- 8) Agel J, Arendt EA, Bershadsky B: Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *Am J Sports Med*, 2005, 33(4): 524-530.
- 9) Yard EE, Schroeder MJ, Fields SK, et al.: The epidemiology of United States high school soccer injuries, 2005-2007. *Am J Sports Med*, 2008, 36(10): 1930-1937.
- 10) 井上由里, 大谷啓尊, 上杉雅之・他: 女子中高生サッカー選手の傷害既往の特徴—男子選手—. *体力科学*, 2015, 64(3): 345-350.
- 11) Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, et al.: Risk factors for anterior cruciate ligament injury, and extrinsic risk factors. *Sports Health*, 2012, 4(2): 155-161.
- 12) Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, et al.: Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature—part 1: neuromuscular and anatomic risk. *Sports Health*. *Sports Health*, 2012, 4(1): 69-78.
- 13) Hertel J, Braham RA, Hale SA, et al.: Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2006, 36(3): 131-137.
- 14) Clark RC, Saxion CE, Cameron KL, et al.: Associations between three clinical assessment tools for postural stability. *N Am J Sports Phys Ther*, 2010, 5(3): 122-130.
- 15) Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, et al.: The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther*, 2009, 4(2): 92-99.
- 16) Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, et al.: Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2006, 36(12): 911-919.
- 17) Ambegaonkar JP, Mettinger LM, Caswell SV, et al.: Relationships between core endurance, hip strength, and balance in collegiate female athletes. *Int J Sports Phys Ther*, 2014, 9(5): 604-616.
- 18) Earl JE, Hetel J: Lower-extremity muscle activation during the star excursion balance tests. *J Sport Rehabil*, 2001, 10: 93-104.
- 19) Nagano Y, Ida H, Akai M, et al.: Relationship between three-dimensional kinematic of knee and trunk motion during shuttle run cutting. *J Sports Sci*, 2011, 29(14): 1525-1534.
- 20) Norris B, Trudelle-Jackson E: Hip- and thigh-muscle activation during the star excursion balance test. *J Sport Rehabil*, 2011, 20(4): 428-441.
- 21) Brophy R, Silvers HJ, Gonzales T, et al.: Gender influences the role of leg dominance in ACL injury among soccer players. *J Sports Med*, 2010, 44: 694-697.