

# 片脚立位姿勢時の動的バランス能力の運動種目間差

## Dynamic Balance Ability during One-legged Stance from Different Sports

松田 繁樹・竹本 康史<sup>\*1</sup>・田口 隆<sup>\*2</sup>・石原 孝尚<sup>\*3</sup>・福富 恵介<sup>\*4</sup>

**Shigeki MATSUDA, Yasufumi TAKEMOTO, Takashi TAGUCHI,  
Takayoshi ISHIHARA, Keisuke FUKUTOMI**

### Abstract

This study aimed to examine the differences among the athletes and between the dominant and non-dominant legs in dynamic balance ability during one-legged stance. Subjects were male 15 soccer players, 15 volleyball players, who have competitive experience over 5 years, and 15 non-athletes without competitive experience. We defined the leg used for kicking a ball as the dominant leg. Subjects were instructed to stand on the unstable board with bare feet for 20 seconds. Total angle variation index, which evaluates dynamic balance ability, was significantly lower value in soccer players than in volleyball players and non-athletes. There was no significant difference in the above index between the dominant and non-dominant legs in both athletes and non-athletes. The anterior-posterior stability index, which indicates the amount of anterior-posterior sway, was significantly lower value in soccer players than in non-athletes. In conclusion, soccer players have superior dynamic balance ability during one-legged stance, but there is no difference in the balance ability between the dominant and non-dominant legs.

**Key words** : dynamic balance ability, athlete, unstable board, dominant leg

### I. 序論

バランス能力は、静的バランス能力と動的バランス能力に大別される<sup>1)2)</sup>。前者は、安定した状態におけるバランス能力であり、後者は、動作を伴うなど不安定な姿勢の中で、姿勢を調整し、維持する能力である<sup>1)2)</sup>。バランス能力は、運動選手にとって、安定した競技パフォーマンスの成就および競技中の転倒予防に重要な役割を果たす。アーチェリー、弓道、射撃等を除けば、運動選手が競技中に静止状態の姿勢を保つ場面はほとんどないため、多くの運動選手にとって、動的バラン

---

\* 1 : 岐阜聖徳学園大学教育学部

\* 2 : 岐阜聖徳学園大学経済情報学部

\* 3 : INAC神戸

\* 4 : 岐阜大学

ス能力が重要となる。

各運動種目にはそれぞれの競技特性があるため、運動種目により優先的に必要とされ、利用される体力要素は異なり、向上する体力要素も異なる。例えば、長距離ランニングは高い最大酸素摂取量が要求されるため、最大酸素摂取量が向上する<sup>3)</sup>。同様に、水泳は心肺機能の向上に<sup>4) 5)</sup>、陸上競技（短距離および跳躍種目）およびスキーは瞬発力の向上に主に貢献する<sup>6)</sup>。動的バランス能力に関しても同様で、運動種目により下肢の使用状況、動的バランス能力の重要性および必要性が異なるため、継続する運動種目の違いにより動的バランス能力の向上の程度も異なると考えられる。例えば、サッカー選手の場合、練習や試合中に片脚立位姿勢にてボールを蹴る動作を頻繁に行うため、片脚立位姿勢時の動的バランス能力が必要とされる。従って、長期間トレーニングを積んだサッカー選手は、片脚立位姿勢における動的バランス能力が優れる可能性がある。一方、バレーボール選手は、競技特性上、バランス能力は要求されるが、サッカー選手のような片脚立位姿勢におけるバランス能力を要求される場面は少ない。従って、バレーボール選手の片脚立位姿勢時のバランス能力は非運動選手よりは優れるが、サッカー選手より劣るかもしれない。バランス能力の運動種目間差に関しては、Matsuda et al.<sup>7)</sup>が静止片脚立位姿勢時のバランス能力について、Davlin<sup>2)</sup>が両脚立位姿勢時の動的バランス能力について報告している。しかし、片脚立位姿勢時の動的バランス能力の運動種目間差については検討されていない。

また、サッカー選手は利き脚を持ち、試合および練習中において利き脚でボールを蹴ることが多い<sup>8)</sup>。そのため、非利き脚における片脚立位の機会が多くなり、非利き脚の動的バランス能力が向上している可能性がある。これまでに、サッカー選手の静止片脚立位姿勢時および拳上した脚が動作課題遂行中の片脚立位姿勢時のバランス能力に利き脚・非利き脚間差はないと報告されている<sup>7) 8)</sup>。しかし、キック動作中は不安定な身体を維持する必要があり、姿勢保持について難度の高い状況下でのバランス能力が要求される。つまり、先行研究よりも、支持脚に負荷がかかるような難度の高い片脚立位姿勢の条件においては、片脚立位姿勢時の動的バランスに利き脚・非利き脚間差が認められる可能性がある。一方、バレーボール選手や非運動選手は、サッカー選手のように、一方の脚を偏重的に利用することはないため、片脚立位姿勢時の動的バランス能力に利き脚・非利き脚差はないと考えられる。利き脚・非利き脚差という観点においても、動的バランス能力に運動種目間差があるかもしれない

本研究の目的は、運動選手（サッカーおよびバレーボール選手）と非運動選手を対象に、片脚立位姿勢時の動的バランス能力の運動種目間差およびその利き脚・非利き脚差を明らかにすることである。

## II. 方法

### 1. 被験者

被験者は、男子サッカー選手、バレーボール選手および非運動選手それぞれ15名の合計45名であった。被験者の年齢、体格特性、および競技経験年数は表1のとおりである。被験者の中に怪我を有する者はいなかった。運動選手は地域（東海および北信越）の大学リーグに属している部活動に所属する選手であり、それぞれの運動種目を5年以上継続していた。また、サッカー選手は全員、フィールドプレーヤーであった。非運動選手はこれまでに専門的な運動の経験はなかった。年齢に有意差は認められなかったが、身長はバレーボール選手が非運動選手より、体重はサッカーおよびバレーボール選手が非運動選手より有意に高かった。

測定前に研究の目的、内容および測定手順を各被験者に説明し、全被験者から測定への同意を得た。

表 1 被験者特性

		サッカー (n=15)	バレーボール (n=15)	非運動 (n=15)	一要因分散分析		多重比較
年齢	MEAN	19.7	19.8	19.3	F	0.54	
	SD	1.1	1.0	2.1	p	0.59	
身長 (cm)	MEAN	173.7	175.1	169.1	F	4.38	バレー>非運動
	SD	4.6	5.2	7.1	p	0.02*	
体重 (kg)	MEAN	69.1	69.3	62.4	F	3.39	サッカー、バレー>非運動
	SD	9.2	7.0	8.4	p	0.04*	
競技経験年数	MEAN	12.3	8.2				
	SD	2.5	1.8				

注)\*: p<0.05

## 2. 測定器具

動的バランス能力の測定にはディジョッグボード (SV-200、酒井医療株式会社) を利用した (写真1)。同測定器はボードの下にボス船底が取り付けられる不安定板であり、測定器上に被験者が立位すると測定器は動揺する。ボードに内蔵された一つの加速度センサーにより、動揺中の前後および左右の角度変化が計測され、その角度変化量により動的バランス能力が評価される。サンプリング周波数は40Hzであった。



写真1 ディジョッグボード  
(SV-200 酒井医療株式会社)

## 3. 測定方法

被験者は測定器上に裸足で片脚立位姿勢を20秒間保持した。立位姿勢が安定した後、測定は開始された。被験者は測定中、できるだけ測定器を床面と水平に維持するように指示された。練習試行を十分に行った後、一人2試行を行った。順序効果を除去するため、利き脚・非利き脚の順は被験者毎にランダムに行った。試行間には十分な休息を入れた。姿勢を保持できず、足が床についた場合や手を壁についた場合は測定を中止し、再度測定した。

## 4. 評価変数

動的バランス能力の評価変数には、総角度変動指数を利用した。総角度変動指数は測定中に測定器 (ボード) が変動した角度の総量である。数値が小さいほど、動的バランス能力に優れると評価される。

また、測定中における身体動揺の特徴を捉えるため、左右安定指数および前後安定指数も評価変数とした。前者は、測定中に測定器 (ボード) が左右方向に動いた角度を指数化した数値、後者は測定中に測定器 (ボード) が前後方向に動いた角度を指数化した数値である。両変数とも、数値が小さいほど、測定器の動揺が小さいと判断される。各評価変数の算出式は以下の通りである (n=データサンプル数)。

$$\text{総角度変動指数} = \sum_{i=1}^n \sqrt{(X_i - X_{i-1})^2 + (Y_i - Y_{i-1})^2}$$

$$\text{左右安定指数} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (0 - X_i)^2}{n}}$$

$$\text{前後安定指数} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (0 - Y_i)^2}{n}}$$

2 試行を行ったうち、総角度変動指数が小さい値の試行を代表試行とし、いずれの変数も代表試行の数値を解析に利用した。

## 5. 統計解析

年齢、身長、および体重の運動種目間差については、一要因分散分析を行った。身長および体重に運動種目間差が認められたため、各評価変数の運動種目間差および利き脚・非利き脚間差については、身長および体重を共変量とした共分散分析（種目×脚）を行った。分散分析において、主効果あるいは交互作用に有意差が認められた場合、TukeyのHSD法による多重比較検定を行った。統計的有意水準は5%とした。

## III. 結果

表2は、各評価変数の運動種目間差および利き脚・非利き脚間差の検討結果を示している。総角度変動指数および前後安定指数において、有意な交互作用は認められず、運動種目要因による有意な主効果が認められた。多重比較検定の結果、総角度変動指数はサッカー選手がバレーボールおよび非運動選手より、前後安定指数は、サッカー選手が非運動選手より、有意に低値を示した。左右安定指数において、有意な交互作用は認められず、利き脚・非利き脚要因による有意な主効果が認められ、利き脚が非利き脚より低値を示した。

表2 評価変数の運動種目間差および利き脚・非利き脚間差

	サッカー (n=15)		バレーボール (n=15)		非運動 (n=15)		二要因分散分析			多重比較		
	利き脚	非利き脚	利き脚	非利き脚	利き脚	非利き脚	種目	脚	交互作用			
総角度変動指数	MEAN	406.0	405.5	565.6	659.1	554.8	547.0	F	13.13	1.11	1.46	サッカー<バレー, 非運動
	SD	93.8	76.2	163.5	139.2	235.4	140.4	p	0.00*	0.30	0.24	
左右安定指数	MEAN	3.4	4.1	3.7	4.7	4.0	4.4	F	0.76	6.14	0.42	
	SD	0.9	1.7	1.5	1.4	1.2	2.1	p	0.47	0.02*	0.66	
前後安定指数	MEAN	4.0	5.2	5.1	5.6	6.2	6.3	F	3.97	2.42	0.55	サッカー<非運動
	SD	1.3	2.1	1.8	1.9	3.2	2.4	p	0.03*	0.13	0.58	

注)\*: p<0.05

#### IV. 考察

測定中の測定器（ボード）の角度変化の総量を示す総角度変動指数はサッカー選手が最も小さく、サッカー選手は片脚立位姿勢時の動的バランス能力に優れていた。サッカー選手は、練習や試合において、ボールを蹴る動作を頻繁に行う。キック動作中は支持脚の安定性が重要になるため、サッカー選手には高い片脚立位姿勢時の動的バランス能力が要求される。サッカーの競技特性が影響し、前述の結果になったと考えられる。サッカー選手はバスケットボール、水泳および非運動選手より、片脚立位姿勢時の静的バランス能力に優れること<sup>7)</sup>、サッカー選手は非運動選手より挙上脚が動作課題遂行中の片脚静止バランス能力に優れることが報告されている<sup>8)</sup>。以上の先行研究と本結果より、サッカー選手は静的および動的とも片脚立位姿勢時のバランス能力に優れると推察される。また、バレーボール選手と非運動選手間に片脚立位姿勢時の動的バランス能力の差は認められなかった。バレーボール選手はレシーブの際など、両脚立位姿勢時のバランス能力は要求されるが、片脚立位姿勢時のバランス能力はそれほど要求されない。本研究では姿勢保持が困難な片脚立位姿勢時のバランス能力を測定した。バレーボール選手にとっては不慣れな条件であったため、非運動選手との間に差がなかったのかもしれない。

サッカー選手は練習や試合中に利き脚を頻繁に利用するため<sup>9)10)</sup>、非利き脚の動的バランス能力に優れると仮説を立てたが、結果は異なった。サッカー選手であっても、非利き脚のキック練習を行うため、利き脚・非利き脚間に差が現れなかったと考えられる。サッカー選手のバランス能力の利き脚・非利き脚間差については、静止片脚立位姿勢および挙上脚に動作課題を与えた際の片脚立位姿勢において検討され、どちらの時も利き脚・非利き脚間差はないと報告されている<sup>7)8)</sup>。先行研究の結果も踏まえ、総合的に考えると、サッカー選手のバランス能力には利き脚・非利き脚間差はないのであろう。サッカー選手の中でも利き脚に大きく依存し、プレーしている者と両脚をほぼ均等に利用し、プレーする者がいる。両者間では利き脚・非利き脚間の動的バランス能力の差が異なる可能性がある。両者を選別し、動的バランス能力の利き脚・非利き脚間差を検討することも今後必要であろう。また、競技レベルの違いにより、片脚立位姿勢時の動的バランス能力の利き脚・非利き脚間差の特徴が異なる可能性がある。本研究では地域サッカーリーグに属している部活動に所属する大学生サッカー選手を対象としたが、今後はその他の競技レベルのサッカー選手を対象とする必要があろう。

測定中の身体動揺の特徴を左右安定指数及び前後安定指数を利用して、分析した。その結果、左右安定指数に運動種目間差はなかったが、前後安定指数に運動種目間差がみられ、サッカー選手が非運動選手より前後方向の動揺が少なかった。サッカー選手が頻繁に行うキック動作時は、左右よりも前後方向の体重移動が大きい。日頃のトレーニング効果からサッカー選手は前後方向の動揺を制御する能力が優れていると推察される。

左右安定指数は、利き脚が非利き脚より有意に低値を示し、左右方向の動揺は利き脚が非利き脚より少なかった。前後方向の身体動揺の調整には足関節あるいは股関節の伸展・屈曲が貢献するが<sup>11)</sup>、左右方向の動揺に対してはその貢献度は小さくなる。左右方向の動揺の調節には足趾の筋力、巧緻性、あるいは足部の筋発揮の調整能力の影響が大きいと考えられる。本研究では、ボールを蹴る脚を利き脚と定義しているため、利き脚が非利き脚より操作性、巧緻性、あるいは筋発揮の調整能力に優れていた可能性がある。この差が左右方向動揺の利き脚・非利き脚間差を発現させた要因かもしれない。今後、足趾や足部の筋力、筋発揮の調整能力等も測定し、身体動揺の利き脚・非利き脚間差に関する詳細な検討が必要であろう。

本研究では、サッカーおよびバレーボール選手を対象とした。どちらの競技においてもほとんどの選手はそれぞれ特定のポジションを有している。ポジションにより(アタッカーとリベロ、ワールドプレーヤーとゴールキーパーなど)、プレーの特徴が異なるため、片脚立位姿勢時の動的バランス能力はポジション間で異なる可能性がある。本研究では、被験者数が少なく、ポジション別の検討はできなかったが、今後検討する必要がある。

## V. まとめ

男子サッカー、バレーボールおよび非運動選手それぞれ15名の合計45名を対象に、片脚立位姿勢時の動的バランス能力の運動種目間差およびその利き脚・非利き脚差を明らかにした。サッカー選手はバレーボールおよび非運動選手より片脚立位姿勢時の動的バランス能力に優れていた。また、サッカー選手は前後方向の動揺を制御する能力に優れていた。一方、サッカー選手であっても片脚立位姿勢時の動的バランス能力に利き脚・非利き脚差はなかった。

## 文献

1. Brown, C.N. & Mynark, R.: Balance deficits in recreational athletes with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 42; 367-373, 2007.
2. Davlin, C. D.: Dynamic balance in high level athletes. *Percept Mot Skills*, 98; 1171-1176, 2004.
3. Stratton, J.R. et al.: Differences in cardiovascular responses to isoproterenol in relation to age and exercise training in healthy men. *Circulation*, 86(2); 504-512, 1992.
4. Courteix, D. et al.: Effect of intensive swimming training on lung volumes, airway resistance and on the maximal expiratory flow-volume relationship in prepubertal girls. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 76(3); 264-269, 1997.
5. Doherty, M., & Dimitriou, L.: Comparison of lung volume in Greek swimmers, land based athletes, and sedentary controls using allometric scaling. *Br J Sports Med*, 31(4); 337-341, 1997.
6. 深代千之他: 各種競技スポーツにおける日本一流選手の瞬発力を比較する. *トレーニング科学*, 5; 35-41, 1993.
7. Matsuda, S. et al.: Centre of pressure sway characteristics during static one-legged stance of athletes from different sports, *J Sports Sci*, 26(7); 775-779, 2008.
8. Matsuda, S. et al.: Static one-legged balance in soccer players during use of a lifted leg. *Percept Mot Skills*, 111(1); 167-177, 2010.
9. Carey, D. P. et al.: Footedness in world soccer: an analysis of France '98. *J Sports Sci*, 19; 855-864, 2001.
10. Rahanama, N. et al.: A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 48; 1568-1575, 2005.
11. 奈良勲, 内山靖: 姿勢調節障害の理学療法. 医歯薬出版, 東京, 2004.