

[共同研究：大学サッカー選手の静的・動的バランス能力に関する研究]

大学サッカー選手の静的・動的バランス能力に関する研究（第1報）

——連続選択反応テストにおける反応時間と体格の関係——

松 本 直 也
井 口 祐 貴
川 端 悠 悠
平 井 博 志
竹 内 靖 子
松 浦 義 昌

要約

重心位置は低い方が姿勢の安定感が増し、連続した運動は行いやすい。本研究では、サッカー選手の反応時間は体格の影響を受けると仮定し、体格が重心移動を伴う連続選択反応テストの反応時間に及ぼす影響について検討した。被験者は、M大学男子サッカー部のゴールキーパーを除く選手103名であった。測定に用いた機器は、竹井機器工業株式会社製の連続選択反応時間測定器（ステップ測定システム）であった。被験者は、練習試行のあと、連続選択反応テストを2試行実施した。被験者の代表値は2試行の平均値とした。被験者のデータは、反応時間の平均値と標準偏差（SD）をもとに、速い群（ $< \text{平均値} - 1 \text{ SD}$ ）、遅い群（ $\text{平均値} + 1 \text{ SD} <$ ）、そして平均群（ $\text{平均値} - 1 \text{ SD} \leq, \leq \text{平均値} + 1 \text{ SD}$ ）の3群に分けられ、身長、体重、およびBMIで比較した。その結果、いずれにも有意差は認められなかった。このことは、各自が適宜に重心位置を下げ、安定的な姿勢を保持しながら実施したため体格の影響を受けず、連続選択的な重心移動が行えたからと推察される。よって、大学サッカー選手は連続選択反応テストによる反応時間は、体格に影響されないと判断される。

1. はじめに

人々が円滑な日常生活を送るためには体力が不可欠である。しかし、特にスポーツ活動のような特殊な行動や動作を必要としない場合、数ある行動体力要因全ての能力は、ある程度備わっていれば、日常生活は十分に送ることが出来る。すなわち日常生活空間では、スピー

ド感のある行動や動作よりも安全性を重視した生活を営むことの方が重要であろう。一方、競技として行うスポーツは、競うこと（相手に勝つ）を目的としているため、個人、対人、および集団スポーツであっても、その競技に必要な体力・運動能力を高める必要がある。特に集団スポーツでは、筋力、持久力、柔軟性等の基礎的運動能力の向上はもちろん、調整力のような敏捷性能力が勝敗を決めるといっても過言ではなからう。

敏捷性は、ある刺激に対して身体の一部をすばやく動かし、身体の位置変化や運動方向の転換を行うための運動開始の素早さ、運動切り替えの素早さ、筋の短縮速度の因子が内包された身体機能である^{1,2)}とされている。酒巻ら³⁾は、敏捷性の優劣を決定する要因として、刺激から行動開始までの反応時間、動作そのものの速さ、動作と動作の切り返しの速さを上げている。Sheppard and Young⁴⁾やSemenick⁵⁾も、敏捷性は単純な方向転換のスピードだけでなく刺激に対する反応の速さを含めて考えられることが多いと報告している。

敏捷性を評価するテストとしては、全身反応時間、サイドステップ、時間往復走（日本スポーツ協会）等が実施されてきた。対人あるいは集団スポーツ競技では、相手や味方、あるいは、ボールの位置や状態などが時々刻々と変化するため、それらの動きも適宜予測し、且つ次の適切な行動を取ることが必要である。特にサッカー競技は、相手チームのプレーヤーおよびボールへの素早い反応が求められ、それらがパフォーマンスに関与する。よって、敏捷性を高めるトレーニング方法やテストの開発が広く行われている。

出村ら⁶⁾、Uchida et al.⁷⁾は、パソコンを利用して集団スポーツ競技選手に要求される敏捷性を適切に評価でき、信頼性も高い連続選択反応テストを考案した。Tsubouchi et al.⁸⁾は、このテストを利用し、オープンスキル系選手とクローズドスキル系競技選手の敏捷性を比較し、オープンスキル系競技選手の敏捷性は、クローズドスキル競技選手よりも優れていたと報告している。しかし、敏捷性能力には平衡性等が関与するため、体格による重心位置の違いが敏捷性能力に影響を与えられとされる。

本研究は、出村ら⁶⁾、Uchida et al.⁷⁾、Tsubouchi et al.⁸⁾のテストを利用し、大学サッカー選手の体格の違いが敏捷性能力に与える影響を検討することを目的とした。

2. 方 法

1) 対象者

対象者は、M大学の男子サッカー選手103名であった（表1）。実験にあたり、対象者は実験の趣旨および方法について十分な説明を受け、いずれの対象者も視覚および下肢に障害やケガはなく、全てのテストに参加した。

2) 測定機器

本研究は、出村ら⁶⁾によって考案されたステップ測定システム（竹井機器工業株式会社製）を用いて行った。この測定器はノート型パソコン、AD変換器、そしてステップシートで構

成され、ステップシートへの着床よび離床時の情報がデジタル信号としてパソコンに転送された後、時間として記録される。

ステップシートは、水平面上に等間隔で9枚（30 cm²/枚）設置され、隣接する各ステップシートの中心間の距離は60 cmであった（図1）。ノート型パソコンの画面には、床面の9枚のステップシートと対応した映像が表示される（図2）。なお、移動方向を示す際は、画面上の色を白から赤へ変化するように設定された。

3) 連続選択反応テスト

テストは対象者が図1のように配置された9枚のステップシートの中央で両膝をやや曲げ、体重は均等に両足へかけた状態で立ちノート型パソコンの画面を注視したのを確認した後に実施された。対象者は刺激提示と共に、できるだけ早く素早く該当シートにステップした。また、刺激提示パターンは対象者が事前に移動方向を予測できないように、1試行につき8刺激で構成され、シートからシートへの移動は必ず隣接したシートにステップするように設定された。8刺激における平均反応時間が、テスト結果として被験者へフィードバックされた。

刺激提示の速さは、Uchida et al. と Tsubouchi et al. の先行研究^{7,8)}に基づき40 bpmのテンポとした。1.5 sec以内に指示されたシートに移動できない場合は再度実施した。

本研究では予めランダムに作成された5パターンから、無作為に選択された1パターンを全被験者へ各2試行実施させた。試行間の休憩は1分間であった。

4) 評価変数

評価変数は連続選択反応テスト2試行の平均値とし、速い群（＜平均値-1 SD）、遅い群（平均値+1 SD＜）、そして平均群（平均値-1 SD ≤、≤平均値+1 SD）の3群に分けられた。

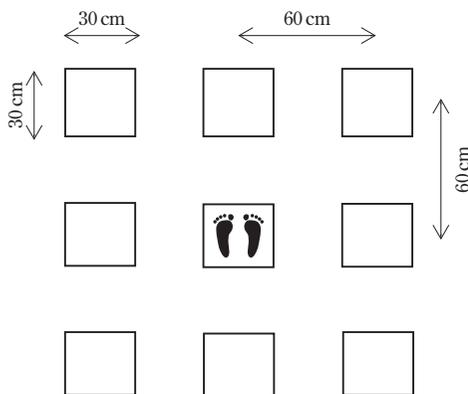


図1 連続選択反応時間測定シートの配置図

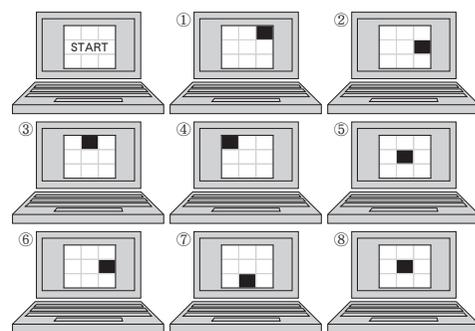


図2 パソコンの画面表示例（パターンA）

5) 統計解析

サッカー選手の身長, 体重, BMI 平均値と同年齢の全国平均値⁹⁾間の差は, z 検定より検討した。3群(速い群, 平均群, 遅い群)の身長, 体重, および BMI の差は, 対応のない一要因分散分析より検討した。身長, 体重, および BMI と各反応時間における関係は, ピアソンの積率相関係数より検討した。本研究の有意水準は5%とした。

3. 結 果

表1に被験者の年齢, サッカー歴, 身長, 体重, および BMI の平均値と20~29歳男子の全国平均値⁹⁾間を比較したz検定結果を示した。身長と体重は, 同年齢の全国平均値よりサッカー選手が有意に大きかったが, BMI 値に有意差は認められなかった。

表2に, 3群(速い群, 平均群, 遅い群)の身長, 体重, および BMI の分散分析結果を示した。身長は, 速い群が 174.2 ± 4.6 cm, 平均群が 173.7 ± 5.8 cm, 遅い群が 171.5 ± 5.4 cmであった。体重は, 速い群が 66.3 ± 3.8 kg, 平均群が 66.6 ± 8.0 kg, 遅い群が 64.0 ± 6.3 kgであった。BMI は, 速い群が 21.8 ± 0.8 , 平均群が 22.1 ± 2.2 , 遅い群が 21.7 ± 1.4 であった。3群間の人数は異なるが, いずれの平均値間に有意差は認められなかった。

図3, 4, 5に, 全員の反応時間と身長, 体重, および BMI 間の散布図を示した。各相関係数は反応時間と身長が -0.09 , 体重と反応時間が -0.1 , BMI と反応時間が -0.06 であった。いずれの相関係数も有意ではなかった(図3, 4, 5)。

表1 被験者の年齢, サッカー歴, 身長, 体重, および BMI と全国平均値(20~29歳男性)の比較

	被験者 (n=103)		全国平均値 (n=174)		z	p
	平均	標準偏差	平均	標準偏差		
年齢 (歳)	19.6	1.7				
サッカー歴 (年)	13.1	1.9				
身長 (cm)	173.4	5.6	169.1	6.8	6.42*	0.00
体重 (kg)	66.6	5.7	61.4	8.5	6.21*	0.00
BMI	22	1.9	22.1	3.5	-0.29	0.77

* : $p < 0.05$

全国標準値は平成30年度国民健康・栄養調査報告, 第2部身体状況調査の結果より引用

表2 3群(速い群, 平均群, 遅い群)間の身長, 体重, および BMI の分散分析結果

	速い群 (n=14) ≤0.687 sec		平均群 (n=72) (0.688~0.835 sec)		遅い群 (n=17) ≥0.836 sec		F	p
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差		
身長 (cm)	174.2	4.6	173.7	5.8	171.5	5.4	1.148	0.322
体重 (kg)	66.3	3.8	66.6	8.0	64.0	6.3	0.846	0.432
BMI	21.8	0.8	22.1	2.2	21.7	1.4	0.247	0.782

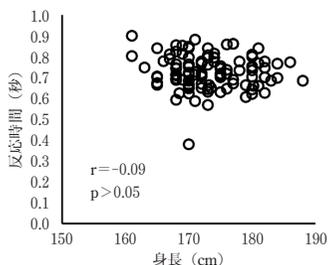


図3 身長と反応時間の関係

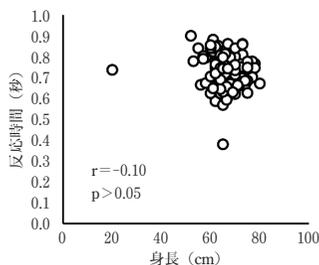


図4 体重と反応時間の関係

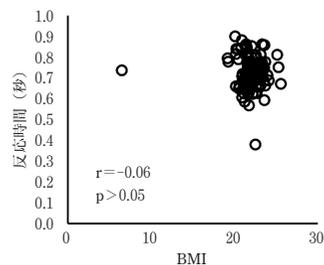


図5 BMIと反応時間の関係

4. 考 察

各種のスポーツ活動において体格は、実施するスポーツ種目により異なるが、バレーボールやバスケットボールなどの種目では他のスポーツ競技選手に比べ身長や体格は、大きい選手が多い。しかし、ポジションや役割によっては、必ずしも身長や体格が大きい選手ばかりではない。陸上競技選手の体格に関する研究¹⁰⁾では、100mと400m走でタイムが速い選手は、体重が重く、身長も高い選手が多く、フルマラソンから800mまでの選手は、体重が軽く、身長が低い傾向にあると報告している。サッカー選手の体格においては、サッカー日本代表と強豪国の代表の比較研究¹¹⁾では、日本代表は海外の選手に比べて体格は劣っていることが報告されている。以上のことから、体格は競技毎に異なることがわかる。そして、体格を表す指標としてBMIが用いられており、高い持久力が求められるフルマラソンのトップアスリートのBMIの最適値は、「19から20」¹⁰⁾、プロ野球選手で「24」¹²⁾と報告されている。

連続選択反応テストの反応時間を利用した先行研究において、Uchida et al.⁷⁾はバスケットボール選手が水泳や陸上選手より反応時間は優れており、Tsubouchi et al.⁸⁾はバスケットボールとサッカー選手は水泳選手より優れていたことを報告している。集団スポーツであるバスケットボールやサッカーでは、常に味方、相手、ボールの動きを予測し、素早く反応行動をとる必要があるため、水泳や陸上選手のような個人スポーツよりも連続反応時間が速かったものと考えられる。しかし、いずれの研究も体格の影響については検討しておらず報告されていない。

本研究で対象とした大学サッカー選手の身長、体重は同年齢の全国平均値に比べ、身長や体重は有意に大きいですが、BMIに差はなかった。このことから骨格筋の発達はみられるが、身長に比べ体重は重くなく、持久系種目の特徴に合致していると考えられる。よって、一般学生が同様のテストを行った際は今回の結果と異なるかも知れないが、本研究結果では連続選択反応テストにおける反応時間は体格の影響を受けないことが示唆され、3群をプールした全被験者の反応時間と身長、体重、およびBMI間にも関係がないことが示唆された。(図3, 4, 5)。これらの結果について、以下の理由が考えられる。

身長については、人は足裏の接地面を支点とする逆振り子運動によって、重心を支持基底

面内に留め姿勢を保持している。重心位置が支持基底面から逸脱するとバランスを崩し、連続的な動きが困難になる。一般的に人の重心位置は身長を100%とした場合、地面から約57%の位置にあるため¹³⁾、身長が高ければ重心位置も高く、慣性モーメントが高まり、力学的安定性が低下する。よって、本研究で実施した連続選択反応テストは連続的に多方向への方向転換が求められるため、重心位置が低い方が姿勢の安定感が増し、テスト結果は優れると考えた。

体重については、体重が重くなると切り返し時に大きなエネルギーが身体にかかり、姿勢を不安定にさせる。その結果、体重が重いと反応速度は遅延すると考えた。しかし、被験者は関西学生リーグの1部で戦う、筋力が強く、身体能力の高いサッカー選手であったことから、切り返し時の慣性モーメントに耐えるために重心位置を下げ、安定的な姿勢を保持しながらテストを実施したため、身長や体重の影響がみられなかったと推察される。また、左右両足への体重配分が均等でなくても、あまり影響を受けないことが報告¹⁴⁾されており、脚筋力が備わっていれば体重の影響は受けないことが推察される。

さらに、体重と身長から算出されるBMI¹⁵⁾に関しては、パワー系の種目のスポーツ選手は一般人に比べ高い傾向にあるが、サッカー選手は持久系の種目のため、パワー系の種目に比べ高くはない。連続選択反応テストがBMIの影響を受けなかったことは、身長や体重の影響を受けなかったことと同様に体格よりも素早い身のこなしの影響を受けたためと推察される。

5. ま と め

本研究では、大学サッカー選手を対象に行動体力要因の中の敏捷性能力に着目し、敏捷性は体格に影響されると仮定し検討した。しかし、連続選択反応テストを利用した敏捷性能力は、いずれも体格の大小に影響されないことが明らかとなった。

*本稿は、2018-20年度桃山学院大学共同研究プロジェクト「大学サッカー選手の静的・動的バランス能力に関する研究」(18共264)の成果報告のひとつである。

引用文献

- 1) 山口宗明, 山田義久, 林田昌子; 敏捷性の測定方法. 理学療法: 22 (1): 66-72, 2005
- 2) 藤田信義, 渡辺謙他; 身体活動の原理と応用. 学術図書出版社, 68-69, 1981
- 3) 酒巻敏夫, 加藤延雄, 福光能里子, 長谷部昭久, 安達知恵子, 竹森謙一, 柚木斉; 反復横とび測定方法の検討. 体力科学23 (2): 77-84, 1974
- 4) Sheppard JM, and Young WB; Agility literature review: classifications, training and testing. J Sport Sci, 24 (9): 915-928, 2006
- 5) Semenick, D. Tests and measurements: The t-test. Strength Cond J12: 36-37, 1990.
- 6) 出村慎一, 山次俊介, 北林保, 内山応信, 山田孝禎; テンポに合わせたステップによる高齢者の転倒予防エクササイズの開発. 2008年度財団法人ミズノスポーツ振興会助成金報告書: 1-14, 2008

- 7) Uchida Y, Demura S, Nagayama R, Kitabayashi T; Stimulus tempos and the reliability of the successive choice reaction test, *Journal of Strength and Conditioning Association*, 27 (3): 848-853, 2012.
- 8) Shinji TSUBOUCHI, Shinichi DEMURA, Yu UCHIDA, Yoshimasa MATSUURA, Hayato UCHIDA; Agility Characteristics of Various Athletes Based on a Successive Choice-reaction Test, *American Journal of Sports Science and Medicine*, Vol. 4, No. 4, 98-102, 2016.
- 9) 厚生労働省; 平成30年度国民健康・栄養調査報告, 第2部身体状況調査の結果, 108-112, 2018.
- 10) Adrien Sedeaud, Andy Marc, Adrien Marck, Frédéric Dor, Julien Schipman, Maya Dorsey, Amal Haida, Geoffroy Berthelot, Jean-Francois Toussaint; BMI, a Performance Parameter for Speed Improvement, *Morphology Requirement for Track and Field*, Vol. 9, 1-7, 2014.
- 11) *Training Science*; <http://sasabekouki.com/2018/07/05/> 【第81回】サッカー特集①サッカー選手にとって最適な身体つきは?, 2018.
- 12) 葛原憲治, 黒田次郎; プロ野球選手の身体特性および体力特性について, *東邦学誌*, 42: 29-35, 2013.
- 13) 中村隆一他; 基礎運動学第6版, 医歯薬出版, 290-308, 2005
- 14) 伊藤道郎; 重心位置の違いが全身選択反応時間に及ぼす影響, *天理大学学報*, 40 (3), 111-122, 1989.
- 15) 日本肥満学会肥満症診療ガイドライン作成委員会; 肥満症診療ガイドライン2016, 1-3, 2016.

(2020年11月10日受理)

Study on Ability of Static and Dynamic Balance in University Football Players. (First Report)

—The Relationship between Physique and Reaction Time
in a Successive Choice Reaction Test—

MATSUMOTO Naoya
IGUCHI Yuki
KAWABATA Haruka
HIRAI Hiroshi
TAKEUCHI Yasuko
MATSUURA Yoshimasa

As the center of gravity is in the lower position, the posture becomes stable and makes consecutive activity easier.

In this study, assuming that the reaction time of football players classified as top athletes would be influenced by physique, a successive choice reaction test was performed, and the relationship between physique and reaction time in the successive choice reaction test was examined.

The subjects were 103 male football players of M University except the goalkeeper.

The equipment used for the successive choice reaction test was the Step Evaluation System (Takei Scientific Instruments Co.).

Subjects tried the successive choice reaction test twice after a practice trial.

The average of the reaction time in the two tests was adopted as a representative value.

The average reaction time values were divided into three groups (less than -1 standard deviation: fast group, ± 1 standard deviation: mean group, and over $+1$ standard deviation: slow group), and the correlation between the reaction time and height, weight and BMI were examined.

The distribution of all physical average values did not show a significant difference among the three groups, meaning no significant correlation between the reaction time and the subjects' height, weight and BMI.

It was inferred that the subjects tried to move their center of gravity to the proper lower position during the successive choice, thus maintaining their posture stability, thus they were unaffected by differences in physique.

In conclusion, the reaction times of university football players as measured by a successive choice reaction time test was not influenced by their respective physiques.