

大学女子バレーボール選手における体組成と跳躍能力の年間変化

Annual changes of body composition and jumping performance on female collegiate volleyball players

横 沢 翔 平*, 平 塚 和 也*, 飯 田 周 平**, 横 沢 民 男***, 角 田 直 也*

Shohei YOKOZAWA*, Kazuya HIRATSUKA*, Shuhei IIDA**
Tamio YOKOZAWA*** and Naoya TSUNODA*

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the annual changes of body composition and jumping performance on female collegiate volleyball players. Twenty females athlete (age : 19.1 ± 0.9 year, height : 166.8 ± 5.9 cm) without disabilities of body were participated in this study. The weight (kg) was measured using Body Composition Analyzer MC-160 (TANITA co.), then fat mass (kg), body fat (%) and fat-free mass (kg) were estimated by impedance method. Additionally, participants performed vertical jump (VJ). These measure completed at 2018 (Pre) and 2019 (Post) year, also ratio of each value was calculated in annual. As a result the ratio of weight (kg), fat mass (kg) and body fat (%) showed a negatively correlation with ratio of VJ. From these results, it was suggested that reducing body weight and fat improves VJ performance.

Key words; body composition, jumping performance, annual change, female collegiate volleyball players

I. 緒 言

バレーボール競技において、跳躍能力は技術および戦術的要素に深く関与し、勝敗を決定づける上で大きく影響する¹⁾ことが指摘されており、垂直跳びの跳躍高はバレーボール選手における個々の能力を示す指標として用いられる。跳躍の高さ

は、身体の大きさ（身体質量）に関わらず、「初速度」だけで決まり²⁾、特に垂直跳びにおいては短時間で大きく加速するために下肢関節の伸展トルクが重要となる。さらに跳躍はダイナミックな反動動作であることから、跳躍に関わる筋と腱が一度引き伸ばされてから短縮する伸張-短縮サイクル運動であるとされる。跳躍はスポーツだけ

* 国士館大学大学院スポーツ・システム研究科 (Graduate School of Sport System, Kokushikan University)

** 国士館大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

*** 国士館大学 21 世紀アジア学部 (Faculty of 21st century Asia, Kokushikan University)

に関わらず、ヒトの基本的な身体運動の一つであることから、これまで多くの研究がなされている^{1,3,6,7,8,9,11)}。例えば、バレーボール選手の跳躍特性について検討したものでは、運動遂行時間が比較的短いとされるリバウンドジャンプと運動遂行時間が比較的長いカウンタームーブメントジャンプを測定した結果、競技レベルやポジションによって伸張—短縮サイクル運動を遂行するために必要な要素には違いがあることを示唆している⁷⁾。さらに別の研究では、選手の跳躍特性によって、トレーニングの効果には違いがあることを報告している¹¹⁾。ところで、一般的に女性は男性よりも除脂肪体重の割合が少なく、体脂肪の割合が多いことは周知の事実であるが、Johnpaul et alの先行研究⁵⁾によると垂直跳びによる跳躍高は身体的特性（上肢下肢の長さや身体組成）などといった様々な変数の影響を受ける、との指摘もある。これらの報告を考え合わせると、トレーニングによって跳躍能力が向上したかどうかを判断するためには跳躍高だけで評価するのではなく、特に女性においては男性よりも脂肪量の割合が多いこと¹⁰⁾から、体組成などの身体的特性についても併せて検討する必要がある。さらに、大学生アスリートは、専門競技の他に学業はもちろんのこと、

他にアルバイトなどを抱えている選手も所属していることから、がむしゃらにトレーニングを繰り返すのではなく、客観的なデータに基づいて計画的にトレーニングを行っていくことが重要である。

そこで本研究では、大学女子バレーボール選手を対象に、体組成と垂直跳びについて、一年間の変化を分析し、それらの関係を明らかにすることを目的とした。

Ⅱ. 研究方法

1. 被検者

被検者は、関東大学バレーボール連盟女子1部リーグに所属するK大学バレーボール部員20名を対象とした。Fig.1には女子バレーボール部の年間の試合予定および1週間の主な活動内容を示した。公式戦の予定によって多少の変更はあるものの、全被検者は年間を通じて週1日以上以上のウェイト、持久力、プライオメトリックといったトレーニングを実施し、週5日におけるバレーボールの練習（試合を含む）を行っていた。

本研究を開始した当時において、被検者の年齢は 19.1 ± 0.9 歳、身長は 166.8 ± 5.9 cmであった。被検者には、研究の目的および内容等について口頭

Year	2018						2019											
Game Schedule	Measure at 2018						Inter College tournament in all japan						Measure at 2019					
	Inter College tournament in east japan			Autumn league									Spring league					
Month	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6					
Week Schedule	Training day		Training -Off		Volleyball practice day		Volleyball practice day		Volleyball practice day		Volleyball practice day		Volleyball practice day					
Day	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday											

Fig.1 Annual game schedule and week schedule.

による十分な説明を行い、本研究への任意による参加の同意を得た。また本研究は、国士舘大学体育学部研究倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 身体組成および垂直飛びの測定

身体組成および跳躍高の測定においては2018年6月および2019年6月に実施した。なお、測定日については、女子バレーボール部の一週間のスケジュールに合わせ月曜日とした。

1) 身体組成

身体組成の測定項目は体重、除脂肪量、脂肪量、体脂肪率とした。体重、除脂肪量、脂肪量、体脂肪率は身体組成測定装置 (Body Composition Analyzer MC-160, TANITA社製) を用いて、インピーダンス法により測定した。

2) 垂直飛び

垂直飛びはジャンプマット測定装置 (アプライドオフィス社製) を用いて測定を行った。測定試技は上肢の振り込む動作を用いる垂直飛び (VJ) とした。測定はウォーミングアップを十分行った後に2回ずつ実施し、動作に異常がみられた場合は3回目以降を実施した。なお、測定は疲労やその他の身体的影響がないよう、トレーニングおよび練習の直前に実施するよう配慮した。

3. データ分析

本研究は2018年および2019年に測定した体組成および跳躍高を分析対象とし、1年間の縦断的变化について検討した。なお、後述では2018年をPre、2019年をPostと表記する。跳躍高は、各測定日において計測した試技の内、最も高い値を分析データとして採用した。また、すべての測定項目における数値の平均値および標準偏差を算出し、さらに跳躍高、体重、脂肪量、除脂肪量の年間変化率を算出した。

4. 統計処理

PreおよびPostにおける跳躍高、体重、体脂肪率、脂肪量、除脂肪体重の平均値の比較には対応

のあるt検定を用いた。跳躍高の年間増減率と体重、除脂肪量、脂肪量における年間増減率との関係性についてはピアソンの相関分析を用いて有意性を検証した。いずれも有意水準は、5%未満をもって有意とした。

Ⅲ. 結 果

Table1はPre、Postにおける体重、体脂肪率、脂肪量、除脂肪体重を比較したものである。体重においてはPreで 62.2 ± 5.8 kg、Postで 63.1 ± 6.3 kgであり、両間に有意な差は認められなかった。体脂肪率においてはPreと比較してPostが有意に高い値を示し ($p < 0.05$)、Preの値が $23.7 \pm 4.5\%$ 、Postの値が $25.6 \pm 4.3\%$ であった。同様に脂肪量においても、Preと比較してPostが有意に高い値を示し ($p < 0.05$)、Preの値が 14.9 ± 3.7 kg、Postの値が 16.3 ± 4.0 kgであった。除脂肪体重ではPreで 47.3 ± 4.1 kg、Postで 46.8 ± 4.2 kgであり、両間に有意な差は認められなかった。

Table2はPre、Postにおける垂直飛びの跳躍高を比較したものである。跳躍高はPreと比較して

Table 1. Annual changes of body composition.

Body composition	Pre	Post	P-Value
Body Weight(kg)	62.2(5.8)	63.1(6.3)	0.13
Body Fat(%)	23.7(4.5)	25.6(4.3)	0.01*
Fat Mass(kg)	14.9(3.7)	16.3(4.0)	0.02*
Fat Free Mass(kg)	47.3(4.1)	46.8(4.2)	0.15
Data are means(\pm SD).	*Significant difference ($p < 0.05$).		

Table 2. Annual changes of jumping height.

Vertical Jump	Pre	Post	P-Value
Jumping height(cm)	38.2(5.3)	40.6(4.5)	0.005*
Data are means(\pm SD).	*Significant difference ($p < 0.001$).		

Postにおいて有意に高い値を示した ($p<0.01$)。

Fig.2は各体組成項目の年間変化率と跳躍高の年間変化率との関係性について、相関分析を行ったものである。その結果、体重、脂肪量の変化率は跳躍高変化率との間に有意な負の相関関係を示した(体重： $r = -0.653$, $p<0.05$ 、脂肪量： $r = -0.593$, $p<0.05$)。一方で、除脂肪体重の変化率においては跳躍高変化率との間に有意な関係性は認められなかった。

Ⅲ. 考 察

本研究は、大学女子バレーボール選手を対象に、体組成および跳躍高の一年間にわたる縦断的な変化について調査し、その関係を明らかにすることを目的とした。体組成においては、体重は増加し、除脂肪体重は減少する傾向を示したがPreとPostの間に有意な差は認められなかった。一方、体脂肪率および脂肪量はPreからPostにおいて有意に増加した (Table1)。先行研究において、女性は男性よりも筋量に対して脂肪の割合が大きく、20代から60代にかけて加齢にともなって脂肪が増加していくことが報告されている¹²⁾。本研究の被検者は1回目の測定 (Pre) を実施した時期よりも、Post時において1年間歳を重ねている。このことから、1年間ではあるものの、本被検者においても加齢により脂肪が増加したことが考えられる。すなわち、普段から比較的に運動量が多い大学生アスリートであっても、特に女子の場合は脂肪が増加しやすいことが示唆された。また、体組成項目の内、脂肪量および体脂肪率に有意差が認められ、体重と除脂肪量には有意性が認められなかった点については、被検者の中に体重と除脂肪量は減少し、脂肪量のみ増加した者が複数存在したことが原因であると推察された。

次に垂直跳びにおいては、Preと比較してPostの跳躍高が有意に高値を示した (Table2)。垂直跳びにおいて高く跳ぶためには、体重当たりの大きな地面反力が必要であり、それを生み出すには

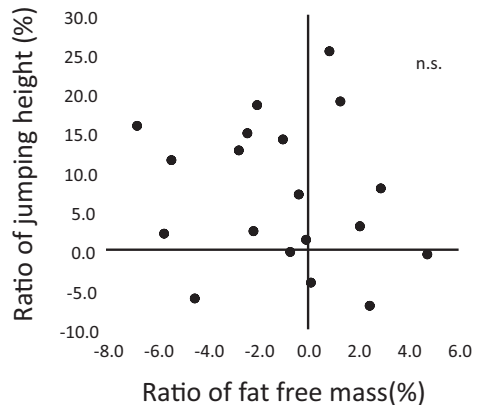
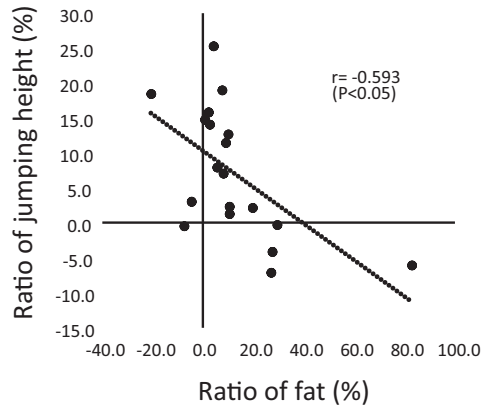
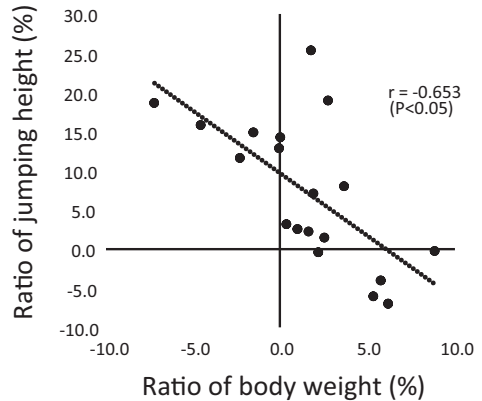


Fig.2 Relationship between rate changes on body composition and jumping height.

下肢三関節の伸展トルクが必要とされる¹¹⁾。先行研究⁴⁾によれば、上肢の振り込み動作および下肢の反動動作（沈み込み動作）は下肢関節が全体としてなす仕事量を増加させることを指摘している。また、一方では跳躍高は除脂肪体重と正の相関関係にあることが報告されている。これらの知見と Table1 に示した除脂肪体重の結果を考え合わせると、本研究において除脂肪体重の有意な増加はみられず、跳躍高は有意に向上していることから、1年間のトレーニングによって、腕の振り込み動作や踏切動作といった跳躍技術が向上した可能性が考えられる。

最後に身体組成の各測定項目における年間変化率と跳躍高の年間との関係性について分析した結果、体重、体脂肪率、脂肪量において有意な負の相関関係が認められた (Fig.2)。体組成と跳躍パフォーマンスとの関係について検討した報告⁵⁾によると、垂直跳び（上肢の反動を用いない）は、体脂肪率と負の相関関係にあることを示しており、またその関係性が強かったことを指摘している。この先行研究では横断的な分析を行っているものの、本研究においても体脂肪変化率と跳躍高変化率との関係性については先行研究を支持するものであった。したがって、跳躍高は、脂肪量の増加率によって影響をうけることが明らかとなった。すなわち、これらの結果は、脂肪量の減少は跳躍高の増加に影響することを示唆するものであった。

IV. ま と め

本研究は、大学女子バレーボール選手を対象に、体組成と垂直跳びについて一年間にわたる縦断的な変化を分析し、それらの関係について検討した。その結果以下のことが明らかとなった。

比較的に運動量の多い大学生女子アスリートであっても、一般女性と同様、加齢に伴って体脂肪率が増加する可能性がある。

跳躍高の年間における増加は腕の振り込み動作

や踏切動作、すなわち跳躍技術の向上によるものであることが推察された。

跳躍高の年間低下度合いは体脂肪率の増加割合に影響される可能性があり、体組成および垂直跳びといった数値は、大学バレーボール選手のコンディションを把握する指標となることを確認することができた。

本研究は2019年度国士舘大学体育学部附属体育研究所助成により実施した。

参考文献

- 1) Adrian Lees, Jos Vanrenterghem, Dirk De Clercq (2004) Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *Journal of Biomechanics*, 37 : 1929-1940.
- 2) 深代 千之 (2007) 特集 跳躍動作のバイオメカニクス 跳躍のしくみ. *体育の科学*, 57 (7) : 492-500.
- 3) Hara M, Shibayama A, Takeshita D, Fukushima S (2005) The effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping. *J Biomech*, 39 (13) : 2503-11.
- 4) 原 樹子, 深代 千之 (2006) 特集 「巧みな動き」の脚と腕 垂直跳びにおける下肢反動と腕降りの効果. *体育の科学*, 56 (3) : 168-173.
- 5) Johnpaul Caia, Lawrence W. Weiss, Loren Z. F. Chiu, Brian K. Schilling, Max R. Paquette, George E. Relyea (2016) Do Lower-Body Dimensions and Body Composition Explain Vertical Jump Ability?. *J Strength Cond Res*, 30 (11) : 3073-3083.
- 6) L.T.Rouglan., T. Raastad., A. Borgesen (2006) Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. *Scand J Med Sci Sports* 16 : 267-273.
- 7) 岡野 憲一, 山中 浩敬, 九鬼 靖太, 谷川 聡 (2017) 伸長-短縮サイクル運動の遂行能力からみたトップレベル男子バレーボール選手の跳躍パフォーマンスの特性. 62 : 105-114.
- 8) 岡野 憲一, 谷川 聡 (2016) 準備期におけるウエイトトレーニングと自転車トレーニングがエリートバレーボール選手の形態及び身体能力に及ぼす影響. *トレーニング科学*, 27 (3) 55-66.
- 9) 岡野 憲一, 九鬼 靖太, 秋山 央, 谷川 聡 (2018) バレーボール選手における跳躍特性とトレーニング効果に関する事例的研究. *体育学研究*, 63 (1) 355-366.

- 10) 須永美歌子 (2018) 指導者・保護者が知っておきたい40のこと 部活女子からトップ選手まで 女性アスリートの教科書. 株式会社主婦の友社: 16-21.
- 11) 鳥海 清司 (2000) 垂直跳び踏切動作時における初期の体幹部角度の違いが下肢関節トルクと身体重心速度との関係に与える影響. バイオメカニクス研究, 4 (1): 21-30.
- 12) 安部 孝, 福永 哲夫 (1995) 日本人の体脂肪と筋肉分布. 杏林書院: 5-10.