

大学女子バレーボール選手における短期間のディトレーニング及び リトレーニングが身体組成及び跳躍能力に及ぼす影響

The effect of short detraining and retraining on body composition and jumping performance in collegiate female volleyball players

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

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

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of short detraining (DT) and retraining (RT) on body composition and jumping performance on female collegiate volleyball players. The sample data of twenty-seven female collegiate volleyball players (age : 19.6 ± 1.1 yer, height : 168.3 ± 6.4 cm, weight : 64.5 ± 5.6 kg, free-fat mass : 48.1 ± 3.9 , fat mass : 16.4 ± 2.9) were extracted from measurements for 2018-2019 and 2019-2020 seasons. The weight (kg) was measured using Body Composition Analyzer MC-160 (TANITA co.), then fat mass (kg) and fat-free mass (kg) were estimated by impedance method. Additionally, all subjects performed counter-movement jump (CMJ) and vertical jump (VJ) on jump mat system (Applied Office co.). These measurements were taken before and after 3wk DT (Pre, Post1) and after 3wk RT (Post2), also the average of each value was calculated. The Fat and FFM in Post1 showed significant changes than that of Pre and Post2. Whereas, the jumping height was not significant changes in a throughout the target periods. From these results suggest the short detraining may affect body composition and not affect jumping performance on female collegiate volleyball players.

Key words; body composition, jump, female, volleyball

I. 緒 言

跳躍動作はスポーツ活動において基礎的な動作の一つであり、スポーツ指導現場において、垂直跳びを継続的に測定することは選手がその時に発

揮できる運動パフォーマンスを評価する上で重要である。とりわけ、バレーボールにおいては競技中に多くの跳躍運動を伴う¹⁾ことからシーズンを通して高い跳躍能力を発揮する必要がある。先行研究において、垂直跳び能力が変動する要因とし

* 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) Kokushikan University)

では、ウェイトトレーニングやプライオメトリックトレーニングに伴うカウンタームーブメントジャンプ (counter-movement jump: 以下CMJ) 能力の向上²⁾、試合やトレーニングにおける過度な運動の影響によるCMJ能力の低下³⁾、ディトレーニング (detraining: 以下DT) による跳躍能力の喪失⁴⁾、など多方面から検討されている。特に近年では、COVID-19の流行により、現役のアスリートはスポーツ活動の休止を強いられるケースが多い。我々が最近行った調査⁵⁾ではコロナ禍に伴う2か月以上のDTが大学女子バレーボール選手の身体組成に負の変化を及ぼし、垂直跳び能力を有意に低下させることを観察した。同様の結果は別の先行研究においても報告されており⁶⁾、長期のDTでは跳躍能力を有意に低下させることが示されている。また、最近では、コロナ禍における生活環境がウィルス流行初期よりも著しく変化しており、COVID-19感染者との濃厚接触者に対しては自宅での自粛制限期間がおよそ2週間を目安とされている⁷⁾。このことから定常的にスポーツ活動を行っているアスリートに関しても、トレーニング活動を短期的に休止せざるを得ない状況が発生することが想定される。Hortobágyi⁸⁾は年間を通してウェイトトレーニングを行っていたアスリートを対象に2週間の短期的なDTを行ったところ、CMJやスクワットジャンプの跳躍高に有意な低下はみられなかったことを報告しており、短期間のDTであれば筋力は維持できるとの指摘もある⁹⁾。一方で、男子サッカー選手を対象とした研究では、2週間のDT後に3週間の高強度インターバルトレーニングを行ったのにも関わらず、除脂肪量の有意な低下および体脂肪率の有意な増加を報告している¹⁰⁾。さらに、跳躍能力と

身体組成の関わりについては、女子バレーボール選手において、除脂肪量の増加および脂肪量の低下といった身体組成の正の変化がみられた際に跳躍能力も向上したとする報告¹¹⁾や女子スプリンターでは脂肪量や筋量の縦断的な変化がスプリント時間の縦断的な変化と関連するといった報告¹²⁾もある。したがって、女子バレーボール選手を対象とした場合では短期のDTであっても身体組成に変化が生じた際には跳躍能力にも影響するのではないかと予想される。さらにこれらが変化した場合にはその後のリトレーニング (Retraining: 以下RT) における回復変化を観察することも重要であると考えられる。

そこで本研究は、大学女子バレーボール選手を対象にシーズン終了後の練習休止期間およびその後の練習再開期間を用いて、短期DTおよびRTが身体組成および跳躍能力に及ぼす影響について検討した。

II. 研究方法

1. 対象者およびデータ収集

対象者は関東大学女子バレーボールI部リーグに所属するK大学の女子バレーボール選手とし、シーズンを通して週4~6日におけるバレーボールの練習 (試合を含む) および週1日以上ウェイト、持久力、プライオメトリック等の内容を含むトレーニングを行っていた。我々はこれまでK大学女子バレーボールチームを対象に継続して定期的な測定を実施してきた。K大学女子バレーボール部では12月末から1月上旬にかけてチーム練習を約3週間休止することから、本研究ではこの練習休止期間をDTと捉え、2018年12月~2019

表1 対象者の身体的特徴

n	年齢	身長(cm)	体重(kg)	除脂肪量(kg)	脂肪量(kg)
27	19.6±1.1	168.3±6.4	64.5±5.6	48.1±3.9	16.4±2.9

Mean ± SD

年1月および2019年12月～2020年1月に収集した測定値から、DT前後（Pre、Post1）および練習再開（RT）から3週間後（Post2）における27名分のデータを抽出した。対象者の身体的特徴は表1に示す。測定に先立ち、すべての被験者に本研究の目的、方法および実験に伴う危険性などを十分に説明し、口頭による実験に参加する同意を得た。なお、本研究は国士舘大学体育学部の研究倫理委員会の承認を受けて実施した。

2. 身体組成および垂直跳びの測定

身体組成項目は体重、除脂肪量、脂肪量とし、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。なお、本研究では被験者の普段の生活習慣で身体組成を評価することが重要であると考え、食事摂取や水分補給に関する条件設定は行わず、着衣量の設定は0.5kgとし、運動前に測定を行った。

垂直跳びは上肢の反動を用いるCMJ-ASおよび上肢の動きを制限したCMJを測定試技とした。被験者には測定前に十分なウォーミングアップを行わせ、CMJ-AS、CMJの順で両試技とも全力で跳ぶように指示した。また、CMJにおいては上肢の反動を用いないよう腰部に手をつけて跳ぶように指示をした。各跳躍はジャンプマット（アプライドオフィス社製）を用いて跳躍中の滞空時間（ t_a ）を計測し、以下の式を用いて跳躍高を算出した。測定は各試技を2回ずつ行い、跳躍高が

高い試技を最大跳躍高として採用した。なお、動作や数値に異常がみられた場合は3回目以降を実施した。

跳躍高(h) = $1/8 \cdot 9.81 \cdot t_a^2$ 、9.81は重力加速度(m/s²)

3. 統計処理

本研究における体重、除脂肪量、脂肪量、CMJ-ASおよびCMJの跳躍高の各測定値は、平均値と標準偏差で示した。全ての実測値について、Shapiro-Wilkの検定を用いて正規分布の確認を行ったところ、全ての測定値に正規分布が確認された(p>.05)。各測定値の期間差を比較するために、対応のある1要因の分散分析を行い、主効果が認められた場合はBonferroniの方法を用いて多重比較検定を行った。有意水準は5%とし、PSS Statistics Version 24.0（IBM社製）を使用して全ての統計処理を行った。

Ⅲ. 結 果

表2に各期間における身体組成の測定値を示した。期間差を比較するために1要因の分散分析を行ったところ、体重においては期間の有意な主効果は認められなかった(p=.370)。一方で除脂肪量においては有意な主効果(p=.000)が認められ、PreからPost1にかけて有意に減少し(平均-0.7kg、-1.4%)、Post1からPost2にかけて有意に増加した(平均+1.0kg、+2.1%)。さらに脂

表2 各測定期間における身体組成の比較

測定項目	測定期間			p	多重比較
	Pre	Post1	post2		
体重(kg)	64.5±5.7	64.9±5.8	64.6±6.0	.370	—
除脂肪量(kg)	48.1±4.0	47.4±3.7	48.4±4.0	.000*	Post1 < Pre, Post2
脂肪量(kg)	16.4±2.9	17.5±3.2	16.2±3.1	.000*	Post1 > Pre, Post2

Mean ± SD *Significant difference : p < 0.05

筋量においても期間に有意な主効果 ($p = .000$) が認められ、PreからPost1にかけて有意に増加し (平均+1.1kg, +6.7%)、Post1からPost2にかけて有意に減少した (平均-1.3kg, -7.4%)。

表3に各期間における跳躍高の測定値を示した。1要因の分散分析を行ったところ、CMJおよびCMJ-ASにおいて期間の有意な主効果は認められなかった (CMJ : $p = .429$, CMJ-AS : $p = .621$)。

IV. 考 察

本研究は大学女子バレーボール選手を対象に、3週間の短期DT前後および3週間のRT後における身体組成および跳躍能力の期間変化について調査した。本研究の対象者におけるDT前 (Pre) の身体組成および跳躍能力の平均値は体重64.5kg、除脂肪量48.1kg、脂肪量16.4kg、CMJ跳躍高32.9cm、CMJ-AS跳躍高37.6cmであった。対して、大学女子バレーボール選手を対象とした村本ほか¹³⁾の研究では対象者の身体組成および跳躍能力の平均値は体重59.1kg、除脂肪量42.4kg、脂肪量16.6kg、CMJ跳躍高29.8cm、CMJ-AS跳躍高35.6cmであったと報告している。このことから、本研究の対象者においては先行研究の結果よりも体重および除脂肪量が多く、脂肪量は同程度もしくは低い値であったこと、跳躍高は高い値であったことが確認でき、大学女子バレーボール選手の中では比較的体格および跳躍能力に優れていたことが示唆された。

次に本研究では短期DT後およびRT後におけ

る身体組成の変化について検討した。本研究ではDT後において、体重に有意な変化はみられなかった一方で、除脂肪量の有意な減少および脂肪量の有意な増加が確認された。Staron et al.¹⁴⁾は女性を対象にレジスタンストレーニングを実施したところ、皮下脂肪厚の減少と除脂肪量の増加を確認したが、体重は変化しなかったことを報告している。また、Arrones et al.¹⁰⁾男子サッカー選手を対象に5週間のオフシーズン後およびRT後における身体組成を測定したところ、脂肪量と除脂肪量にはそれぞれ有意な変化が見られた一方で体重は変化がみられず一程度の値を示したことが確認されている。このことから本研究結果は先行研究を支持するものであり、体重が変化していなくても脂肪量や除脂肪量は変化することが示され、スポーツ選手においては体重だけでなくそれを構成する除脂肪量や脂肪量を評価することの重要性が確認された。

次に本研究結果から3週間のDT後は除脂肪量の減少や脂肪量の増加といった身体組成の負の変化を誘発すること、また、それに対して3週間のRT後において除脂肪量および脂肪量が改善することが示された。除脂肪量はその多くを筋量が占め、DT後において除脂肪量が減少する要因としては主に筋量や筋横断面積の減少に起因するものと考えられる。また、Ogasawara et al.¹⁵⁾によれば筋力トレーニングを実施して増加した筋量は短期のDT後に低下するものの、その後にDT期間以上のRTを実施することで、増加した筋量を取り戻せることを報告している。つまり、本研究

表3 各測定期間における跳躍高の比較

測定項目	測定期間			p	多重比較
	Pre	Post1	post2		
CMJ(cm)	32.9±5.5	32.4±4.7	32.5±4.6	.429	—
CMJ-AS (cm)	37.6±5.0	37.5±5.0	37.2±4.4	.621	—

Mean ± SD *Significant difference : $p < 0.05$

の対象者が定常的にバレーボールの競技練習を主としたトレーニング活動を行っており、大学女子バレーボール選手の中でも比較的高い除脂肪量を有していたため、DTと同期間のRTで除脂肪量を改善できたのではないかと考えられる。他方、脂肪量に関しては、Ormsbee and Arciero¹⁶⁾は競泳選手を対象に4週間のDTを行ったところ、本研究同様に脂肪量の有意な増加を確認している。これに加えて、Ormsbee and Arciero¹⁶⁾では安静時代謝量の有意な低下もみられたことから、DT後に脂肪量が増加した要因の一つとして、短期的なエネルギー過剰を引き起こした可能性を指摘しており、本研究においても同様の影響が起因した可能性が考えられた。一方で、RT後において脂肪量が改善できた理由は本研究結果だけではわからないが、一般人の男女を対象に持久力トレーニング前後およびDT後における脂肪の代謝作用について比較した研究¹⁷⁾では、女性は男性と比較してトレーニング後においても脂肪代謝作用の変化が少なく、性差が存在することを報告している。このことを踏まえると短期のRTによる脂肪量の改善はRTに伴う代謝量の増加によるものというよりはむしろ、対象者が栄養摂取量を配慮していた可能性が考えられる。しかしながら、本研究ではDT中および対象者の栄養摂取量まで調査していないため、エネルギー摂取量や代謝量といった測定項目を今後追加してさらに検討していく必要がある。

次に本研究では短期DT後における跳躍能力について検討したところ、CMJおよびCMJ-ASに有意な変化はみられず、DT後およびRT後も一定の数値を維持した。以前我々はコロナ禍に伴う2か月以上のDT後において、跳躍能力が有意に低下したことを確認しており⁵⁾、本研究結果はこれと異なるものであった。本研究と類似した先行研究として、Hortobagyi et al.⁸⁾は筋力トレーニングを受けた男性アスリートを対象に2週間のDTを行ったところCMJの跳躍高に有意な変化はみられなかったことを報告している。したがって、

垂直跳び能力に変化を生じさせる原因の一つとして、DTの期間が関与するようである。このメカニズムについては本研究結果から明示することはできないが、Bob-bert and Van¹⁸⁾が行った垂直跳びをシミュレートした研究によれば、垂直跳びの際に筋力と動作を制御する調整力が適切に組み合わさることでより高い跳躍高を発揮できる可能性が報告されている。また、別の先行研究¹⁹⁾では筋力トレーニングを行い筋力および筋活動量の向上と筋肥大を発生させてからDT後の変化を検証したところ、DT開始から1か月後には肥大した筋横断面積は有意に減少したのに対し、筋力および筋活動量には有意な減少は見られなかったことが報告されている。これらの知見と併せて、本研究における除脂肪量が減少したのにもかかわらず跳躍高の低下を抑制できた結果を考慮すると、短期DTの場合において跳躍運動を司る主動筋群の筋活動量がDT前後で維持され、これにより動作を制御する調整力が発揮された可能性が推察される。これを明らかにするためには今後、筋活動量や動作分析を含めて検討することで明確にできるであろう。

V. ま と め

本研究は大学女子バレーボール選手を対象に、3週間の短期DT前後および3週間のRT後における身体組成および跳躍能力の期間変化について調査した。主な結果として、3週間のDT後において除脂肪量の有意な減少および脂肪量の有意な増加が確認され、これらは3週間のRT後においてDT前の値と同程度まで改善した。一方で、跳躍能力においてはDT後に著しい変化はみられず、測定期間を通して一程度の値を維持した。以上のことから、大学女子バレーボール選手を対象とした場合、短期間のDTは除脂肪量および脂肪量の変化に影響を及ぼすことが示されたが、跳躍高にはさほど影響しないことが示唆された。

本研究は、令和3年度国士舘大学体育学部附属
体育研究所の研究助成によって実施した。

参考文献

- 1) Garcia-de-Alcaraz A., Ramirez-Campillo R., Rivera-Rodriguez M., Romero-Moraleda B. : Analysis of jump load during a volleyball season in terms of player role, *J Sci Med Sport*, 23 : 973-978, 2020. doi : 10.1016/j.jsams.2020.03.002.
- 2) 岡野 憲一, 九鬼 靖太, 秋山 央, 谷川 聡 : 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 : 355-366, 2018. doi : 10.5432/jjpehss.17061.
- 3) Ronglan L. T., Raastad T., Borgesen A. : Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players, *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16 : 267-273, 2006. doi : 10.1111/j.1600-0838.2005.00474.x.
- 4) Izquierdo M., Ibañez J., González-Badillo J. J., Ratamess N. A., Kraemer W. J., Häkkinen K., Bonnabau H., Granados C., French D. N., Gorostiaga E. M. : Detraining and tapering effects on hormonal responses and strength performance, *J Strength Cond Res*, 21 : 768-775, 2007. doi : 10.1519/r-21136.1.
- 5) 横沢 翔平, 平塚 和也, 飯田 周平, 横沢 民男, 角田 直也 : COVID-19流行下におけるディトレーニングが大学女子バレーボール選手の跳躍高及び上肢振り込み能力に及ぼす影響, *国士舘大学体育研究所報* = The annual reports of health, physical education and sport science, 39 : 53-58, 2020.
- 6) Valenzuela P. L., Rivas F., Sanchez-Martinez G. : Effects of COVID-19 Lockdown and a Subsequent Retraining Period on Elite Athletes' Workload, Performance, and Autonomic Responses : A Case Series, *Int J Sports Physiol Perform* : 1-5, 2021. doi : 10.1123/ijsp.2020-0735.
- 7) 厚生労働省新型コロナウイルス感染症対策推進本部 : 職場における積極的な検査の促進について. <https://www.mhlw.go.jp/content/000819118.pdf>. (Accessed 2021 11/22).
- 8) Hortobágyi T., Houmard J. A., Stevenson J. R., Fraser D. D., Johns R. A., Israel R. G. : The effects of detraining on power athletes, *Med Sci Sports Exerc*, 25 : 929-935, 1993.
- 9) Mujika I. Igo, Padilla Sabino : Detraining : Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part I, *Sports Medicine*, 30 : 79-87, 2000. doi : 10.2165/00007256-200030020-00002.
- 10) Suarez-Arrones L., Lara-Lopez P., Maldonado R., Torreno N., De Hoyo M., Nakamura F. Y., Di Salvo V., Mendez-Villanueva A. : The effects of detraining and retraining periods on fat-mass and fat-free mass in elite male soccer players, *PeerJ*, 7 : e7466, 2019. doi : 10.7717/peerj.7466.
- 11) González-Ravé J. M., Arijá A., Clemente-Suarez V. : Seasonal changes in jump performance and body composition in women volleyball players, *J Strength Cond Res*, 25 : 1492-1501, 2011. doi : 10.1519/JSC.0b013e3181da77f6.
- 12) Abe Takashi, Kawamoto Kazuhisa, Dankel Scott J., Bell Zachary W., Spitz Robert W., Wong Vickie, Loenneke Jeremy P. : Longitudinal associations between changes in body composition and changes in sprint performance in elite female sprinters, *European Journal of Sport Science*, 20 : 100-105, 2020. doi : 10.1080/17461391.2019.1612950.
- 13) 村本 名史, 栗田 泰成, 高根 信吾, 瀧澤 寛路, 平野 幸伸, 稲村 欣作, 古瀬 由佳, 塚本 博之, 河合 学 : 大学女子バレーボール選手における跳躍高および等速性膝関節筋力の関係, *バレーボール研究*, 16 : 1-6, 2014. doi : 10.24685/jsvr.16.1_1.
- 14) Staron R. S., Leonardi M. J., Karapondo D. L., Malicky E. S., Falkel J. E., Hagerman F. C., Hikida R. S. : Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining, *J Appl Physiol* (1985), 70 : 631-640, 1991. doi : 10.1152/jappl.1991.70.2.631.
- 15) Ogasawara R., Yasuda T., Ishii N., Abe T. : Comparison of muscle hypertrophy following 6-month of continuous and periodic strength training, *Eur J Appl Physiol*, 113 : 975-985, 2013. doi : 10.1007/s00421-012-2511-9.
- 16) Ormsbee M. J., Arciero P. J. : Detraining increases body fat and weight and decreases VO₂peak and metabolic rate, *J Strength Cond Res*, 26 : 2087-2095, 2012. doi : 10.1519/JSC.0b013e31823b874c.
- 17) Després J. P., Bouchard C., Savard R., Tremblay A., Marcotte M., Thériault G. : Effects of exercise-training and detraining on fat cell lipolysis in men and women, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 53 : 25-30, 1984. doi : 10.1007/bf00964685.
- 18) Bobbert M. F., Van Soest A. J. : Effects of muscle strengthening on vertical jump height : a simulation study, *Med Sci Sports Exerc*, 26 : 1012-1020, 1994.
- 19) Kubo K., Ikebukuro T., Yata H., Tsunoda N., Kanehisa H. : Time course of changes in muscle and tendon properties during strength training and detraining, *J Strength Cond Res*, 24 : 322-331, 2010. doi : 10.1519/JSC.0b013e3181c865e2.