

COVID-19流行下におけるディトレ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

Detraining effect on jumping height and arm-swing ability in female collegiate volleyball players under COVID-19 pandemic.

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 effect of detraining to body composition and jumping performance on female collegiate volleyball players under COVID-19 pandemic. Sixteen female collegiate volleyball players (age : 19.8 ± 0.9 yer, height : 168.2 ± 6.4 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), 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 measure completed at pre and post the detraining period in pandemic, also mean of each value was calculated. In addition, the contribution of arm-swing to jump height was evaluated by the difference of percent change in jumping performance between CMJA and CMJ by the equation $[(VJ-CMJ)/CMJ] \times 100$.

Our data showed the resulted in significant increases of fat mass (kg) and, significant decreases of fat-free mass (kg), CMJ height (cm) and VJ height (cm) in after detraining period under pandemic. Further, the contribution of arm-swing to jump height was showed significant decline at after detraining period.

These results suggest the detraining may be affected body composition and jumping height as well as influenced contribution of arm-swing to jumping performance.

Key words; body composition, jumping performance, detraining, COVID-19

* 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)

I. 緒 言

世界的に大流行した新型コロナウイルス (COVID-19) は我が国においても感染者が増加し、2020年4月7日に緊急事態宣言が発令された。これに伴って、対象地域の住民に対して不要不急の外出を控え、自宅自粛生活などの活動制限が要請された。これらの事態によって、2020東京オリンピック・パラリンピックを始めとしたいくつかのスポーツイベントの延期もしくは中止が決定し、多くのアスリートが突然のトレーニング活動の休止（以下：デイトレーニング）を余儀なくされた。長期間にわたるデイトレーニングは、身体組成に変化を加え、心肺機能、筋力の低下、骨格筋サイズの減少、運動パフォーマンスの低下といった影響を及ぼすことが指摘されており^{7) 8) 11)}、著しい体力低下は怪我の発生に起因する可能性^{7) 8)}がある。したがって、アスリートが体力低下を引き起こしている場合、デイトレーニング前の体力状態に戻すことが不可欠であり、そのためにはまず、デイトレーニングによってどの程度の体力低下を引き起こしているかを把握することが必須であろう。

アスリートのコンディショニングにおいては、体組成項目などの形態の他にフィールドで計測できる垂直跳びやスプリントタイムなどの測定値を継続してモニタリングすることの重要性が指摘されている¹⁵⁾。特に垂直跳びにおいてはほとんどのスポーツアスリートに必要な瞬発的な力発揮を要する運動であり、その利便性から、下肢筋パワーや伸張-短縮サイクル運動能力、神経筋疲労などの評価に多用される。いくつかの垂直跳び動作の内、上肢の振り込み動作を用いないカウンタームーブメントジャンプ (Counter Movement Jump: CMJ) は立位姿勢から下方に勢いよく沈み込むことでその際の反動を利用して跳び上がる、比較的時間が長いSSC運動とされている。縦断的なトレーニング研究から、スクワットなどのレジスタンストレーニングやプライオメトリックなトレ

ーニングはCMJのパフォーマンスを向上させることが報告されているように^{17) 3)}、トレーニング効果を評価する際にはCMJを用いる場合が多く見受けられる。この理由には、上肢の振り込み動作の影響をなくし、跳躍運動を単純化することによって、上肢の振り込み運動の良し悪しによって生じる跳躍高のばらつきを減らすためであることが考えられる。たいてい、上肢の振り込み動作は跳び上がる際の初速度を増加させることによって、跳躍にプラスの作用をもたらす⁵⁾ことが明らかにされているが、上肢の振り込み能力は競技種目特性や選手の調子などの影響を受ける可能性がある。

とりわけ、バレーボールやバスケットボールなどの球技種目においては、競技中に全身での跳躍運動を多く用いることから、これらの球技選手における跳躍能力を評価する際は跳躍高と併せて、上肢の振り込み能力についても検討することが必要である。しかしながら、これまでデイトレーニングが跳躍高と上肢の振り込み能力に及ぼす影響について検討した研究は見当たらない。

そこで本研究は、日本でCOVID-19が流行し始めたことによりクラブ活動が休止された大学女子バレーボール選手を対象に、長期デイトレーニングが垂直跳び能力および上肢振り込み能力に及ぼす影響について検証することを目的とした。

II. 研究 方 法

1. 被験者

被験者は、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16名 (年齢: 19.8 ± 0.9 、身長: 168.2 ± 6.4) を対象とした。被験者はデイトレーニング前において週1日以上 of 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実施し、週5日におけるバレーボールの競技トレーニング (試合を含む) を行っていた。K大学はCOVID-19の感染拡大を受けて2020年4月1日から6月7日までの一切の

運動クラブ活動を停止する対応を取ったため、本研究ではクラブ活動停止期間をデイトレーニングと定義し、測定においてはデイトレーニングの前 (Pre : 2020年3月) と後 (Post : 2020年6月) にそれぞれ実施した。デイトレーニング前においては、それぞれの被験者に2回から5回の測定日を設け、後述されるCMJの跳躍高が最も高かったデータを被験者が発揮できる最大跳躍能力として採用した。なお、その他の測定項目においてもCMJの最大跳躍能力と同日に計測されたデータを用いた。デイトレーニング後はクラブ活動に復帰するタイミングが被験者ごとに異なったため、6月に4回の測定日を設け、被験者がクラブ活動に復帰してから1回目に実施した測定を (測定1日目 : 13名、3日目 : 1名、4日目 : 2名) をデイトレーニング後の値として採用した。各被験者における復帰後の測定参加人数は測定日1回目に13名、3回目に1名、4日目に2名がそれぞれ参加した。

被験者には、研究の目的および内容等について口頭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. 身体組成の測定

身体組成の測定項目は体重 (kg)、除脂肪量 (kg)、脂肪量 (kg) として、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。

3. 跳躍能力の測定

跳躍高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。測定試技は上肢の動きを制限する垂直の反動ジャンプ (CMJ) および上肢の振り込む動作を用いる垂直跳び (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、測定は疲労等の影響がないよう、チームの全体練習を開始する前に実施した。さらに各跳躍高の値から Gerodimos ら¹⁶⁾、の手法を参考に、[(VJ-CMJ)/CMJ] × 100の算出式を用いて、跳躍時における上肢の振り込み動作 (AS) の貢献値を算出した。

4. 統計処理

本研究におけるすべての測定値を平均値 (M) ± 標準偏差 (SD) で示した。各測定値における活動停止期間前 (Pre) と後 (Post) の比較には対応のある t-test を用いて差の検定を行った。本研究における統計処理の有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結 果

Table1はPre、Postにおける体重、体脂肪率、脂肪量、徐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 ± 7.4、Postで61.9 ± 7.7であり、両間に有意な差は認められなかった。除脂肪量においてはPreと比較してPostで有意な低下を示し、Preの値が48.0 ± 4.8、Postの値が46.5 ± 4.8

Table 1 Comparison of body composition variables between pre and post detraining.

Variables	Pre		Post		t(15)	p
	M	SD	M	SD		
Body weight (kg)	62.2	7.4	61.9	7.7	0.53	.603
Fat-free mass (kg)	48.0	4.8	46.5	4.8	4.90*	.000
Fat mass (kg)	14.2	3.4	15.4	3.8	-3.36*	.004

*: p < .05

であった。一方、脂肪量においては、Preと比較してPostで有意な増加を示し、Preが 14.2 ± 3.4 、Postが $15.4 \pm$ であった。

Table2はPre、PostにおけるCMJおよびVJの跳躍高を比較したものである。それぞれの跳躍高はCMJ、VJの順でPreにおいては 33.7 ± 5.2 、 39.2 ± 6.0 、Postにおいては 31.9 ± 5.7 、 35.8 ± 5.7 であり、両跳躍高ともにPostで有意に低下した。

Table3はCMJとVJの値から算出した上肢振り込み動作の貢献度をPre、Postで比較したものである。上肢振り込み動作の貢献度はPreで 16.4 ± 4.7 、Postで 12.4 ± 5.0 であり、Postにおいて有意に低下した。

IV. 考 察

本研究では、COVID-19の感染拡大によるデイトレーニングが大学女子バレーボールアスリートの跳躍能力に及ぼす影響を検証した。

まず、形態においては、Preと比較して、Postにおいて除脂肪量の有意な低下と脂肪量の有意な減少が認められた。除脂肪量は長期間の安静状態にさらされることによって減少することや⁹⁾、ト

レーニングによって獲得した筋サイズがデイトレーニングによって減少することが指摘されており¹³⁾、不十分なトレーニング刺激が継続することで骨格筋サイズの低下を引き起こす。また脂肪量においては、チームスポーツアスリートを対象にオフシーズン後の体組成を調査した研究によれば、2週間および6週間のオフシーズン後においてプロサッカー選手の体脂肪量が有意に増加したことが報告されており^{12) 1)}、本研究結果においても先行研究を支持するものであった。したがって、COVID-19流行下におけるデイトレーニングは先行研究と同様に除脂肪量の減少と脂肪量の増加を誘発したものと推察される。

次にデイトレーニング後の垂直跳び能力について検証した。先行研究において、プロ競技アスリートのオフシーズン中におけるデイトレーニングが跳躍高を低下させたことを報告しており¹²⁾、本研究結果においてもCMJおよびVJの跳躍高がPreと比較してPostで有意に低下したことから、先行研究を支持するものであった。跳躍高は身体が地面から離れる時の初速度によって決定する⁴⁾。身体に大きな初速度を与えるには大きな地面への力積が必要であり⁴⁾、そのためには下肢の高い伸

Table 2 Comparison of jumping height between pre and post detraining.

Variables	Pre		Post		t(15)	p
	M	SD	M	SD		
CMJ height(cm)	33.7	5.2	31.9	5.7	3.80*	.002
VJ height(cm)	39.2	6.0	35.8	5.7	5.64*	.000

*: p < .05

Table 3 Comparison of effects arm-swing between pre and post detraining.

Variables	Pre		Post		t(15)	p
	M	SD	M	SD		
Contribution of arm-swing (%)	16.4	4.7	12.4	5.0	2.66*	.018

*: p < .05

展パワーの発揮が求められる。Bosquetら²⁾は垂直跳び跳躍高やスプリントパフォーマンス、等速性筋力などから最大パワーを測定した複数の先行研究を用いてメタ分析を実施したところ、ディトレーニング期間に伴って最大パワーも低下することを報告している。この最大パワーが低下する要因としては筋サイズが変化した可能性が考えられる。日常的にトレーニングを実施している鍛錬者の場合、速筋繊維の横断面積や割合が減少することが報告されており、¹⁴⁾。本研究においても除脂肪量の有意な減少が観察されていることから、ディトレーニングによる筋サイズの減少が跳躍高の低下に起因していることが示唆された。さらに、跳躍高は体脂肪率と負の相関にあること¹⁰⁾や、女子アスリートの場合、跳躍能力と密接に関連するスプリント能力は除脂肪量よりも脂肪量の影響を受ける¹⁴⁾といった報告がされている。本研究の被験者においてもディトレーニング後に脂肪量の増加が確認されていることから、除脂肪量だけでなく、脂肪量も跳躍高に影響している可能性が考えられた。最後に本研究ではCMJとVJの差からディトレーニング前後における上肢の振り込み動作の貢献度を算出し、検討を加えた。その結果、上肢振り込み動作の貢献度はPreと比較してPostにおいて有意な低下を示した。下肢反動を用いる垂直跳びにおいて、上肢の振り込み動作は股関節の伸展トルクを増加させる⁶⁾ことで股関節の仕事量を大幅に増加させ、その結果、離地する際に加速度が増加し、高い跳躍が発生する。この時、上肢と下肢の関節の動きを適切に組み合わせることが必要となる⁶⁾。したがって、Postにおいて上肢振り込み動作の貢献度の低下は、即ち、上肢と下肢関節との連動に差異が生じた可能性が考えられる。

以上のことから、COVID-19によるディトレーニングは大学女子バレーボール選手の体組成に変化を加え、垂直跳び能力を低下させることが明らかになり、上肢の振り込み貢献度、即ち上肢の跳躍技術もディトレーニングの影響を受ける可能性が示唆された。今後の課題としてはディトレーニ

ングによって低下した体力をトレーニング前のレベルに戻すまでの回復過程についても検討していく必要があるだろう。

V. ま と め

本研究では、大学女子バレーボール選手を対象にCOVID-19の流行によるディトレーニングが及ぼす影響について検証するために、ディトレーニング前後における体組成、垂直跳び跳躍高および上肢振り込み能力を比較した。

その結果は以下の通りであった。

- 1) ディトレーニングの前後において、大学女子バレーボール選手の除脂肪量は有意に低下し、脂肪量が有意に増加することが明らかとなった。
- 2) CMJおよびVJにおいてもディトレーニング後に有意に低下することが明らかとなり、身体組成項目の変化が影響している可能性が示唆された。
- 3) CMJとVJの差から算出した上肢の振り込み貢献度、即ち上肢の跳躍技術もディトレーニングの影響を受ける可能性が示唆された。

本研究は、国士舘大学体育学部附属体育学研究所の2020年度研究助成によって実施した。

参考文献

- 1) Bernardo Requena, Inmaculada García, Luis Suárez-Arrones, Eduardo Sáez de Villarreal, José Naranjo Orellana, Alfredo Santalla (2017) Off-Season Effects on Functional Performance, Body Composition, and Blood Parameters in Top-Level Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (2) : 322 - 331
- 2) L. Bosquet, N. Berryman, O. Dupuy, S. Mekary, D. Arvisais, L. Bherer, I. Mujika (2013) Effect of training cessation on muscular performance : A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports*, 23 (3) : e140-9

- 3) Campo Silvia Sedano, Vaeyens Roel, Philippaerts Renaat, Redondo Juan Carlos, de Benito Ana María and Cuadrado Gonzalo (2009) Effects of Lower-Limb Plyometric Training on Body Composition, Explosive Strength, and Kicking Speed in Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (6) : 1714-1722
- 4) 深代千之 (2007) 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
- 5) 原樹子, 深代千之 (2006) 「巧みな動き」の脚と腕 垂直跳びにおける下肢反動と腕振り効果. *体育の科学*, 56 (3) : 168-173
- 6) 飯田祥明, 中澤公考 (2012) スポーツにおける反動動作 反動動作と伸張反射—伸張反射出力は跳躍高増大に貢献するか—. *体育の科学*, 62 (1) : 24-30
- 7) Iñigo Mujika and Sabino Padilla (2000) Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part I. *Sports Medicine*, 30 (3) : 145-154
- 8) Iñigo Mujika and Sabino Padilla (2000) Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part II. *Sports Medicine*, 30 (3) : 145-154
- 9) Jörn Rittweger, Dieter Felsenberg, Constantinos Maganaris & José Luis Ferretti (2007) Vertical jump performance after 90 days bed rest with and without flywheel resistive exercise, including a 180 days follow-up. *European Journal of Applied Physiology*, 100 : 427-436
- 10) 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.
- 11) Michele Girardi, Andrea Casolo, Stefano Nuccio, Chiara Gattoni and Carlo Capelli () Detraining Effects Prevention : A New Rising Challenge for Athletes. *Front Physiol*, 11 : 588784
- 12) Nikolaos E. Koundourakis, Nikolaos E. Androulakis, Niki Malliaraki, Christos Tsatsanis, Maria Venihaki, Andrew N. Margioris (2014) Discrepancy between Exercise Performance, Body Composition, and Sex Steroid Response after a Six-Week Detraining Period in Professional Soccer Players. *PLoS One*, 9 (2) : e87803
- 13) 小笠原理紀, 安倍孝 (2010) 筋力トレーニングにおけるディトレーニングとリトレーニングの効果. *NSCA JAPAN*, 17 (5) : 2-9
- 14) Takashi Abea, Kazuhisa Kawamoto, Scott J. Dankela, Zachary W. Bella, Robert W. Spitz, Vickie Wonga, and Jeremy P. Loenneke (2020) Longitudinal associations between changes in body composition and changes in sprint performance in elite female sprinters. *EUROPEAN JOURNAL OF SPORT SCIENCE*, 20 (1) : 100-105
- 15) Timothy, J. Suchomel., Christopher, A. Bailey (2016) 野球選手の疲労のモニタリングと管理. *NSCA JAPAN*, 23 (4) : 30-35
- 16) Vassilis Gerodimos, Andreas Zafeiridis, Stefanos Perkos, Konstantina Dipla, Vassiliki Manou, Spiros Kellis (2008) The contribution of stretch-shortening cycle and arm-swing to vertical jumping performance in children, adolescents, and adult basketball players. *Pediatr Exerc Sci*, 20 (4) : 379-89.
- 17) Wirth Klaus, Hartmann Hagen, Sander Andre, Mickel Christoph, Szilvas Elena and Keiner Michael (2016) The Impact of Back Squat and Leg-Press Exercises on Maximal Strength and Speed-Strength Parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30 (5) : 1205-1212