

プライオメトリックトレーニングが試合期の 大学女子バレーボール選手におけるジャンプ能力に及ぼす影響

勝俣 康之*¹ 小山 桂史*² 田中 博史*³
濱野 光之*⁴ 渡辺 圭佑*⁵ 柳谷登志雄*⁶

Effects of Plyometric Training on Jumping Ability of Female Volleyball Players During the Playing Season.

Yasuyuki Katsumata*¹ Keiji Koyama*² Hiroshi Tanaka*³
Kouji Hamano*⁴ Keisuke Watanabe*⁵ Toshio Yanagiya*⁶

Abstract

To investigate the effects of plyometric training on the jumping ability of volleyball players during the playing season, 20 female intercollegiate volleyballers participated in this study. Thirteen players (training group: TG) performed a program consisting of plyometric training with stretch-shortening cycle exercise during the playing season, together with volleyball practice, while the remaining 7 players (control group: CG) conducted the volleyball practice only. Fitness tests (jumping height, shuttle running, muscle thickness, and subcutaneous fat thickness) of both groups were done before (Pre-test) and after (Post-test) during the playing season. In the TG, jumping height (during jumping with reaction, spike jumping and block jumping), time of 18-m shuttle running (as index of agility), muscle thickness of tibialis anterior and posterior leg improved significantly from Pre-test to Post-test. However, no significant changes were observed in subcutaneous fat thickness. There were significant decreases in jumping height (during both jumping with and without reaction, and spike jumping) and increases of subcutaneous fat thickness (on quadriceps femoris and rectus abdominus) in the CG from Pre-test to Post-test. Moreover, there were no significant changes in time of 6-m, 12-m and 18-m shuttle run and muscle thickness in the CG. These results suggest that plyometric training in

-
- * 1 かつまた やすゆき：大阪国際大学人間科学部講師（2013.9.27受理）
 - * 2 こやま けいじ：桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部講師
 - * 3 たなか ひろし：大東文化大学スポーツ・健康科学部教授
 - * 4 はまの こうじ：順天堂大学スポーツ健康科学部教授
 - * 5 わたなべ けいすけ：順天堂大学スポーツ健康科学部助教
 - * 6 やなぎや としお：順天堂大学スポーツ健康科学部准教授

female volleyballers prevents the decrease of jumping ability during the playing season and increases of muscle thickness with no change of fatness.

Key words

female volleyball players, plyometric training, jumping ability, agility, muscle thickness

I 緒言

バレーボール競技の運動特性は低強度の移動運動と、跳躍や打撃といった短時間で高強度の運動とを繰り返す間欠的な運動であり、有酸素的な能力と無酸素的な能力の双方が必要とされる^{15), 20), 24)}。そしてバレーボール選手には技術的な要因に加味して「高さ」、「速さ」、「パワー」がより一層強く要求され、近年では選手の基礎的体力の高度化がますます重要視されている¹⁹⁾。そのためバレーボール競技は、専門的技術の向上を目指すトレーニングの他に、体力トレーニングも重要であることが考えられる。

体力トレーニングの一種であるプライオメトリックトレーニングは、筋のパワー発揮を増大させるトレーニング方法として知られ¹⁾、跳躍能力や疾走能力といった身体運動のパフォーマンスを著しく改善することが明らかにされている¹³⁾。バレーボール競技のトレーニングに関する研究においても、プライオメトリックトレーニングは垂直跳びの跳躍高やパワー発揮を向上させることが報告されている¹⁸⁾。したがって、プライオメトリックトレーニングはバレーボール競技において、個々の選手の筋力、パワーを維持および向上させるためのトレーニング方法として有効であることが考えられる。

ところで、バレーボール競技はリーグ戦やトーナメント戦が年間に複数回にわたって開催されるため、試合期が非常に長いことが特徴的である。特に大学のバレーボール競技では、春季と秋季にそれぞれリーグ戦と、夏季と冬季に1週間連日にわたって行われるトーナメント戦が開催される。試合期では戦術や戦略の練習が中心となり、選手のコンディションがメインとなる。そのため、バレーボール競技の試合期では体力トレーニングは軽視されやすい。体力トレーニングの実施頻度の低下は選手の跳躍能力、筋力および持久力の低下を誘発することが、ディトレーニングに関する先行研究の結果から推測される^{3), 6), 7), 10)}。したがってバレーボール競技の試合期における体力トレーニングの実施頻度の低下は、選手の体力要素の低下を引き起こすことが考えられる。バレーボール競技の体力トレーニングに関する数多くの研究が、オフシーズンに実施したものであり^{4), 9), 16)}、試合期に実施したものは見当たらない。その理由として、試合期では戦術と戦略の練習を重要視することや、限られた時間内に多数の練習項目を効果的に実施することが必要となるためである。

そこで本研究では、バレーボール競技の試合期に実施するプライオメトリックトレーニングの有効性を検討することを目的とした。すなわち、本研究では試合期にバレーボールの専門的技術練習とともにプライオメトリックトレーニングを実施するトレーニング群

プライオメトリックトレーニングが試合期の大学女子バレーボール選手におけるジャンプ能力に及ぼす影響

(TG) と専門的技術練習のみ (プライオメトリックトレーニングを実施せず) のコントロール群 (CG) を設定し、試合期前 (Pre) ・後 (Post) におけるジャンプ能力、敏捷性、筋厚、皮下脂肪厚の変化を検討した。

Ⅱ 実験方法

1. 被験者

本研究の被験者は、関東大学女子3部バレーボールリーグに所属する女子学生13名 (TG: 年齢 20.3 ± 1.1 歳、身長 1.65 ± 0.05 m、体重 60.0 ± 7.0 kg) と関東大学女子2部バレーボールリーグに所属する女子学生7名 (CG: 20.9 ± 0.9 歳、 1.67 ± 0.07 m、 58.5 ± 2.4 kg) であった。本研究では、前述したように試合期にプライオメトリックトレーニングを実施するTG、実施しないCGの2群を設定した。すなわち、TGとCGはともに専門的な技術練習を中心とした練習メニューを実施し、TGのみさらにトレーニングを実施した。両群の鍛錬期や試合期での通常の練習メニューやトレーニングは、それぞれのチームの監督間で連絡を取り合って管理した。なお、両群のリベロのポジションに当たる選手は守備的役割が大きいいため、本研究から除外した。

実験に先立ち、被験者に対して本研究の目的と方法、実験の参加に伴い課せられる運動負荷条件と危険性について説明を行い、書面にて同意書を得た上で実験を行った。被験者が未成年である場合には、本人とその両親の同意も得た上で実験を行った。本研究は順天堂大学スポーツ健康科学研究科の倫理委員会より承認された後、実施した。

2. トレーニング期間

先行研究においてトレーニング効果は3週間¹⁸⁾ で得られるという報告もあれば、それよりも長い8週間^{4)、7)} で得られるという報告もある。本研究では先行研究のトレーニングの実施期間を参考にして、春季関東大学女子3部バレーボールリーグ戦が行われる4月1週目から5月4週目までの9週間 (試合期) をトレーニング期間とした。

3. トレーニング内容

本研究では、トレーニングを週2回とし、1回のトレーニングは約1時間とした。トレーニング内容は、主に下肢の伸長短縮サイクル運動を伴うプライオメトリックを中心としたトレーニングであった。その内容は、(1) 高さ0.58mのハードルを0.75mの間隔で10台設置し、それらを跳び越えるダブルレッグホップ前進、(2) 平行に立位した状態から高さ0.58mのハードルを左右方向に跳び越えるサイドホップ、とした。(1)(2)のトレーニングともに腕の反動を利用する方法と、利用しない方法の両方を行った。さらに、(3) 直線18mの距離にスタートラインから約2m間隔に設置された10本のコーンを目印に、選手はスタートラインから各コーン地点まで疾走し、その後、スタートラインまで戻り、スタートラインから次のコーンまで疾走する反復走を行った。反復走での反復回数は計18回であった。

4. 測定項目

4.1 跳躍高

本研究の下肢のパワーを評価する指標は、先行研究^{1)、2)、5)、17)、21)、22)}と同様に垂直跳びの跳躍高とした。本研究で実施した跳躍試技は腕を腰に固定して下肢の反動を用いた垂直跳び (CMJ) と下肢の反動を用いない垂直跳び (SQJ) であった。そして垂直跳びに加え、専門的な技術を要するスパイクジャンプ (SPJ) とブロックジャンプを行った。ブロックジャンプは左方向から助走で行うジャンプ (BLL) と、右方向からの助走で行うジャンプ (BLR) の2種類を実施した。さらにドロップジャンプは腕を腰に固定した姿勢で台高30cm、40cm、50cmから、マルチジャンプテスト上に跳び降り、その後、即座に跳び上がる試技 (DJ₃₀、DJ₄₀、DJ₅₀) とした。そしてこれらの跳躍試技の滞空時間を計測するために、USBマルチジャンプテスト本体 (PH-1260D型、株式会社 ディケイエイチ) を用いて、マルチジャンプテスト (PTS-102型、株式会社 ディケイエイチ) 上で実施した。計測した滞空時間から跳躍高を推定するために跳躍高 h 、重力加速度 g (9.8m/s²)、滞空時間 t として、以下の方程式を用いて算出した。

$$h = \left(\frac{1}{8}\right)gt^2$$

また垂直跳びの反動効果率 (%) は以下の方程式より算出した¹⁴⁾。

$$\text{反動効果率 (\%)} = (\text{CMJの跳躍高} - \text{SQJの跳躍高}) / \text{SQJの跳躍高} \times 100$$

4.2 疾走タイム

疾走タイムの測定は室内で実施した。スタートラインから直線距離3m、6m、9mの位置の両端にポールを設置し、その両端の床にテープでラインを示し、そのラインをそれぞれの距離のゴールラインとした。そして被験者はスタート合図に伴って、スタートラインからそれぞれの距離のゴールラインまで全力での片道走を行った。片道走の実施後、疲労の影響を考慮するために十分な休息を設け、6m、12m、18mの往復走を実施した。往復走はスタートラインから直線距離3m、6m、9mに示されたテープのラインまで進行方向を向いて全力疾走し、身体の一部がテープラインを通過した後、切り替えてスタートラインまで進行方向とは逆向きに戻る試技とした。

それぞれの距離の片道走と往復走の試技は最低2回実施し、試技間には疲労の影響を考慮するために十分な休息を設けた。その際、スタート合図の前に身体がスタートラインの前方に出た試技や転倒が見られた試技、往復走においてラインに達せず切り替えた試技は無効とし、2回の成功試技が得られるまで実施した。

被験者が片道走および往復走を実施している時の動作を、側方からビデオカメラ (EX-F1, CASIO CO., Ltd., Japan) を用いて撮影した。その際に用いたビデオカメラの設定はフレームレート300fps、シャッタースピードは1/1000秒であった。そしてスタート合図後、スタートラインを超える足が離地した瞬間から身体の一部がポールを通過する時間までを分析し、その時間を疾走タイムとした。本研究のダッシュ能力は2回の試技の疾走タイムのうち、速い試技のタイムとした。

4.3 筋厚・皮下脂肪厚

被験者には立位した状態で安静にし、上肢と下肢に力を入れないように指示をし、測定部位の目印として皮膚面にペンでマーキングを施した。測定部位は上腕前後部、前腕前後部、大腿前後部、下腿前後部、腹部の計9箇所とした。そして先行研究と同様¹⁾に、上腕前後部は上腕長の近位から60%部位の中央部、前腕前後部は前腕長の近位から30%部位の中央部、大腿前後部は大腿長の近位から50%部位の中央部、下腿前後部は下腿長の近位から30%部位の中央部とした。筋厚および皮下脂肪厚の測定は超音波診断装置（SSD-900, Aloka Co.Ltd.,Japan）を用いて、超音波探触子（5.0MHz）によりB（Brightness）モードで測定した。皮膚面に接触する超音波探触子面には超音波用ゼリーを塗布し、超音波の伝導性を高めるとともに、皮膚を圧迫することによる筋の変形が生じないように配慮した。また得られた組織横断面画像において、皮膚から皮下脂肪組織と筋組織の境界までの距離を皮下脂肪厚とし、皮下脂肪組織と筋組織の境界面から、筋組織と骨組織（大腿：大腿骨, 下腿：脛骨）の境界までの距離を筋厚とした。

5. 統計処理

各種測定項目は試合期前後で群毎に平均値±標準偏差で表示した。各種測定項目における試合期前後（Pre vs. Post）の群別変化と試合前および後の群差（TG vs. CG）は、それぞれpaired-t testと通常のt testで統計処理した。全ての検定における有意水準は5%未満に設定した。

Ⅲ 結果

1. 跳躍高の比較

表1は、試合期前後におけるTGとCGの跳躍高の変化を示す。TGにおいてSQJ、DJ₃₀、DJ₄₀、DJ₅₀には試合期前後で有意な変化は認められなかったが、CMJ、SPJ、BLR、BLLはPreからPostに有意に増加した。また、TGの反動効果率もPreからPostで有意に増加した。CGにおいてDJ₃₀、DJ₄₀、DJ₅₀、BLR、BLL、反動効果率には試合期前後で有意な変化は認められなかったものの、CMJ、SQJ、SPJはPreからPostで有意に低下した。

Preデータでは、反動効果率でTGがCGより有意に低かったが、他の測定項目には有意な群差は認められなかった。Postデータでは、CMJ、BLR、BLLでTGがCGより有意に高かった。

2. 疾走タイムの比較

表2は、試合期前後におけるTGとCGの疾走タイムの変化を示す。TGにおいて3m走、6m走、9m走、6m往復走、12m往復走の疾走タイムには試合期前後で有意な変化は認められなかったが、18m往復走の疾走タイムはPreからPostで有意に短縮した。一方、CGでは全ての疾走タイムで試合期前後に有意な変化は認められなかった。

Preデータでは、全て測定項目の疾走タイムに有意な群差は認められなかったが、Postデータでは18m往復走でTGがCGより有意に速かった。

表1 試合期前後におけるトレーニング群 (TG) とコントロール群 (CG) の跳躍高の変化

	TG		CG	
	Pre	Post	Pre	Post
CMJ (cm)	34.2 ± 4.1	36.0 ± 3.8*.#	33.8 ± 2.9	30.9 ± 2.9*
SQJ (cm)	32.6 ± 4.5	31.5 ± 3.6 [#]	29.9 ± 3.1	26.0 ± 3.8*
DJ ₃₀ (cm)	29.5 ± 4.2	30.6 ± 3.9	29.2 ± 3.5	30.2 ± 1.6
DJ ₄₀ (cm)	29.6 ± 3.8	30.5 ± 4.0	31.8 ± 3.1	31.5 ± 1.9
DJ ₅₀ (cm)	29.7 ± 4.1	30.9 ± 3.6	32.2 ± 3.3	31.4 ± 1.9
SPJ (cm)	43.4 ± 5.9	45.9 ± 4.0*	44.7 ± 5.1	42.4 ± 4.7*
BLR (cm)	34.8 ± 4.7	39.2 ± 4.1*.#	35.5 ± 2.3	34.8 ± 3.1
BLL (cm)	35.6 ± 3.8	39.0 ± 4.4*.#	34.9 ± 2.1	34.9 ± 3.1
反動効果率 (%)	5.6 ± 7.0 [#]	14.4 ± 6.9*	13.5 ± 4.1	19.7 ± 10.6

全てのデータは平均値±標準偏差で表示した。

*：各群内におけるPre vs. Post間に有意差あり #：PreおよびPostにおけるTG vs. CG間に有意差あり

Pre：トレーニング前、Post：トレーニング後

CMJ；反動を用いた垂直跳び、SQJ；反動を用いない垂直跳び、DJ₃₀；台高30cmからのドロップジャンプ (DJ₄₀およびDJ₅₀も同様)、

SPJ；スパイクジャンプ、BLR；右方向から助走を行うブロックジャンプ、BLL；左方向から助走を行うブロックジャンプ。

表2 試合期前後におけるトレーニング群 (TG) とコントロール群 (CG) の疾走タイムの変化

	TG		CG	
	Pre	Post	Pre	Post
3m走 (秒)	0.76 ± 0.07	0.80 ± 0.07	0.78 ± 0.05	0.80 ± 0.03
6m走 (秒)	1.41 ± 0.06	1.40 ± 0.06	1.42 ± 0.08	1.42 ± 0.08
9m走 (秒)	1.94 ± 0.08	1.93 ± 0.09	1.92 ± 0.09	1.93 ± 0.07
6m往復走 (秒)	2.07 ± 0.14	1.98 ± 0.10	2.05 ± 0.13	2.06 ± 0.11
12m往復走 (秒)	3.51 ± 0.10	3.43 ± 0.17	3.51 ± 0.13	3.54 ± 0.10
18m往復走 (秒)	4.79 ± 0.15	4.67 ± 0.19*.#	4.74 ± 0.11	4.86 ± 0.16

全てのデータは平均値±標準偏差で表示した。

*：各群内におけるPre vs. Post間に有意差あり #：PreおよびPostにおけるTG vs. CG間に有意差あり

TG；トレーニング群、CG；コントロール群、Pre；トレーニング前、Post；トレーニング後

3m走；3mの直線走タイム (6m走、9m走同様)、6m往復走；直線片道3mの往復走 (12mは片道6m、18mは片道9m)

3. 筋厚・皮下脂肪厚の比較

表3と表4は、試合期前後におけるTGとCGの筋厚と皮下脂肪厚の変化をそれぞれ示す。筋厚において、TGの大腿四頭筋、大腿直筋、中間広筋、腹直筋には試合期前後で有意な変化はみられなかったが、前脛骨筋と下腿三頭筋ではPreからPostで有意に増加し

プライオメトリックトレーニングが試合期の大学女子バレーボール選手におけるジャンプ能力に及ぼす影響

表3 試合期前後におけるトレーニング群 (TG) とコントロール群 (CG) の筋厚の変化

	TG		CG	
	Pre	Post	Pre	Post
大腿四頭筋 (mm)	50.6 ± 4.2	51.3 ± 4.7	50.9 ± 6.2	53.0 ± 6.2
大腿直筋 (mm)	23.8 ± 1.9	24.1 ± 1.8	22.5 ± 2.9	23.8 ± 3.3
中間広筋 (mm)	26.8 ± 4.4	27.1 ± 4.6	28.4 ± 3.5	29.1 ± 3.5
前脛骨筋 (mm)	26.3 ± 1.3	27.5 ± 1.2*	26.6 ± 1.8	27.0 ± 1.7
下腿三頭筋 (mm)	60.3 ± 4.0	62.6 ± 4.5*	62.0 ± 5.2	63.2 ± 4.5
腹直筋 (mm)	11.8 ± 2.2	12.1 ± 1.7	10.3 ± 0.7	10.7 ± 0.8

全てのデータは平均値±標準偏差で表示した。

*：各群内におけるPre vs. Post間に有意差あり #：PreおよびPostにおけるTG vs. CG間に有意差あり
TG：トレーニング群、CG：コントロール群、Pre：トレーニング前、Post：トレーニング後

表4 試合期前後におけるトレーニング群 (TG) とコントロール群 (CG) の皮下脂肪厚の変化

	TG		CG	
	Pre	Post	Pre	Post
大腿四頭筋 (mm)	9.3 ± 3.6	9.3 ± 3.7	10.4 ± 2.0	12.2 ± 2.6*
前脛骨筋 (mm)	5.7 ± 1.6#	5.7 ± 1.8	4.6 ± 0.5	5.4 ± 1.2
下腿三頭筋 (mm)	7.1 ± 2.5	6.9 ± 2.0	7.2 ± 1.6	8.4 ± 1.3
腹直筋 (mm)	14.2 ± 7.7	13.3 ± 6.2#	16.1 ± 8.3	20.2 ± 7.1*

全てのデータは平均値±標準偏差で表示した。

*：各群内におけるPre vs. Post間に有意差あり #：PreおよびPostにおけるTG vs. CG間に有意差あり
TG：トレーニング群、CG：コントロール群、Pre：トレーニング前、Post：トレーニング後

た。CGでは全ての筋厚で試合期前後に有意な変化は認められなかった。なお、PreおよびPostデータでは、全て測定部位の筋厚に有意な群差は認められなかった。

皮下脂肪厚において、CGが大腿四頭筋と腹直筋でPreからPostで有意な増加を示したのに対し、TGでは全ての測定部位で試合期前後に有意な変化は認められなかった。なお、Preの前脛骨筋における皮下脂肪厚はTGがCGより有意に高かったが、Postの腹直筋では皮下脂肪厚はTGがCGより有意に低かった。

Ⅳ 考察

トレーニングを実施するにあたり、その強度、量、時期が非常に重要である。これまでの競技スポーツのトレーニングに関する研究では、トレーニング前後での選手の体力や技術要素の変化が報告され、トレーニングの特異性や強度、量の観点から、その有効性が明らかにされてきた^{8)、11)、12)}。しかしながら、チーム競技においてトレーニングの実施時期の有効性を検証した研究は非常に少ない。その理由として、チーム競技の場合、特に試合

期ではチームの戦術や戦略練習の頻度が多くなることから、同じチーム内にトレーニングを実施する選手と実施しない選手に分類することは極めて難しい。またスポーツ競技において、通常の練習を中断して、練習効果を考慮し、トレーニング効果を検証することは困難である。そこで本研究では、試合期にプライオメトリックトレーニングを実施する群と実施しない群の体力要素を比較することで、試合期におけるトレーニングの有効性を検証した。

本研究の結果から、CGはCMJ、SQJの跳躍高のみならずSPJの跳躍高も試合期前後で低下した。バレーボール競技の試合期は長期にわたって続くため、体力トレーニングがこの期間で疎かになれば選手の筋力や跳躍能力、敏捷性といった体力要素は低下することが考えられる。スポーツ選手は病気や怪我、シーズンの休止期、およびその他の要因でトレーニング期間を設けることで、体力要素が低下することが報告されている^{3)、6)、7)、10)}。本研究および先行研究の結果からも、バレーボール競技の試合期においてプライオメトリックトレーニングのような体力トレーニングを実施しないことは、選手の体力要素のみならず専門的な技術を要する競技パフォーマンスの低下も誘発する事が示唆された。

試合期前後でTGはCMJ、SPJ、BLL、BLRの跳躍高が改善したのに対し、前述したようにCGはCMJ、SQJ、SPJの跳躍高が低下した。TGの跳躍高が改善した跳躍試技は全て反動を伴うものであり、反動効果率も向上した。これはプライオメトリックトレーニングの特異性が反映されたと思われる。プライオメトリックトレーニングは水平方向や鉛直方向に反動動作を伴う身体運動であり、筋腱複合体の伸張短縮サイクルを伴う。また伸張短縮サイクルに関与する随意的および不随意的運動の過程は、筋紡錘と神経系の神経筋システムの伸張反射によって生じる¹³⁾。筋の急激な伸張を伴う負荷は伸張反射を活性化し、その結果、脊髄を介して強い刺激が筋に伝達される。したがって数多くの先行研究によって、プライオメトリックトレーニングは神経筋システムの作用を改善し、筋のパワー発揮を高めることが提唱されてきた^{2)、13)}。この効果が試合前後でのTGとCGの体力要素の変化に影響したことが推察される。またTGとCGの試合期におけるトレーニング効果は体力要素のみならず、スパイクジャンプやブロックジャンプの跳躍高にも影響を及ぼした。これらのジャンプは個人の競技能力を評価する重要な指標であり、試合の勝敗にも非常に重要であると思われる。これらのことから、試合期に実施するプライオメトリックトレーニングは体力要素の維持、向上のみならず、競技パフォーマンスの向上にも有効であることが示唆された。

プライオメトリックトレーニングは神経筋システムの伸張反射を改善し、筋パワーの発揮に有効であることが知られているが¹⁴⁾、筋力への影響は不明瞭である。本研究ではバレーボール選手を対象としたことから、下肢の筋群の伸張短縮サイクルを伴うプライオメトリックトレーニングを中心として実施した。その結果、試合期を通じてTGは下腿三頭筋の筋厚は増加した。先行研究において、垂直跳びにおける下肢三関節における足関節の伸筋筋力および筋パワーとの有意な相関関係があると報告されている^{23)、14)、25)}。また、下肢三関節の総仕事量が跳躍パフォーマンスに最も強く影響し、跳躍動作の違いはほとんど影響しないと報告している¹⁹⁾。すなわち足関節の底屈筋群の筋厚が増すことで、跳躍す

際の仕事が向上し、垂直跳びやスパイクジャンプ、ブロックジャンプといった跳躍高の向上につながった可能性が示唆された。しかしながら、本研究の試合期前後において、足関節トルクや筋横断面積を定量できなかった。今後の研究において、プライオメトリックトレーニングが下腿三頭筋の力発揮の増大に影響を及ぼすか否か詳細に検討する必要がある。

本研究の結果から、試合期のプライオメトリックトレーニングの実施は選手の体力要素の向上のみならずバレーボール競技特有のスパイクジャンプやブロックジャンプの向上にも有効であることが明らかとなった。しかしながら、本研究の結果のみでは、試合期に実施するトレーニングの有効的な内容や方法について議論することは難しい。そこで今後の課題として、ウェイトトレーニングやレジスタンストレーニングなどの他の体力トレーニングを試合期に実施し、トレーニング効果を比較する必要がある。そして、バレーボール競技の試合期に体力要素の維持、向上に有効的なトレーニングプログラムの開発を検討する必要があると思われる。

V 結論

本研究ではバレーボール競技の試合期に実施するプライオメトリックトレーニングの有効性について検討した。その結果、筋パワー・敏捷性の指標である跳躍能力やダッシュ能力において、試合期でトレーニングを実施したTGは向上し、実施しなかったCGは低下した。つまり、バレーボール競技において試合期にジャンプ能力を低下させないためには技術練習以外に、プライオメトリックトレーニングが有効であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 有賀 誠司, 成田 明彦, 積山 和明, 湯浅 康弘, 生方 謙, 恩田 哲也, 中村 豊, 寺尾 保: 大学女子バレーボール選手におけるウェイトトレーニングの長期的実施に伴う形態及び体力の変化, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 12: 42-53, 2000
- 2) Fleck SJ, Case S, Puhl J, Van Handle P: Physical and physiological characteristics of elite women volleyball players. *Can J Appl Sport Sci* 10 (3): 122-126, 1985
- 3) 福林 徹: スポーツ外傷・傷害とリハビリテーション, 文光堂, pp152-159, 1994
- 4) Gabbett TJ, Georgieff B: The development of a standardized skill assessment for junior volleyball players. *Int J Sports Physiol Perform* 1 (2): 95-107, 2006
- 5) Gabbett TJ, Georgieff B: Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *J Strength Cond Res* 21 (3): 902-908, 2007
- 6) Häkkinen K, Komi PV: Changes in electrical and mechanical behavior of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. *Scand J Sports Sci* 7 (2): 55-64, 1985
- 7) Häkkinen K, Komi PV, Alén M: Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiol Scand* 125 (4): 587-600, 1985
- 8) Häkkinen K, Alen M, Kallinen M, Newton RU, Kraemer WJ: Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *Eur J Appl Physiol* 83 (1): 51-62, 2000
- 9) Hascelik Z, Basgöze O, Türker K, Narman S, Ozker R: The effects of physical training on physical fitness tests and auditory and visual reaction times of volleyball players. *J Sports Med*

- Phys Fitness 29 (3): 234-239, 1989
- 10) Hortobágyi T, Houmard JA, Stevenson JR, Fraser DD, Johns RA, Israel RG: The effects of detraining on power athletes. *Med Sci Sports Exerc* 25 (8): 929-935, 1993
 - 11) Ishida K, Moritani T, Itoh K: Changes in voluntary and electrically induced contractions during strength training and detraining. *Eur J Appl Physiol* 60 (4): 244-248, 1990
 - 12) Ivey FM, Tracy BL, Lemmer JT, Ness-Aiver M, Metter EJ, Fozard JL, Hurley BF: Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 55 (3): B152-157, discussion B158-159, 2000
 - 13) James CR, Robert CF: High-powered Plyometrics. Human Kinetics Publishers, pp2-179, 1999
 - 14) Komi PV, Bosco C: Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med Sci Sports* 10 (4): 261-265, 1978
 - 15) Künstlinger U, Ludwig HG, Stegemann J: Metabolic changes during volleyball matches. *Int J Sports Med* 8 (5): 315-322, 1987
 - 16) Marques MC, González-Badillo JJ, Kluka DA: In-season resistance training for professional male volleyball Players. *Strength & Conditioning Journal* 28 (6): 16-27, 2006
 - 17) Marques MC, Tillaar R, Vescovi JD, González-Badillo JJ: Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: a case study. *J Strength Cond Res* 22 (4): 1147-1155, 2008
 - 18) Mihalik JP, Libby JJ, Battaglini CL, McMurray RG: Comparing short-term complex and compound training programs on vertical jump height and power output. *Strength Cond Res* 22 (1): 47-53, 2008
 - 19) Nagano A, Fukashiro S: Relationships between mechanical output from individual joints and jump height in sub-maximal to maximal effort vertical jumps. *Japanese Journal of Biomechanics in Sports and Exercise* 4 (1): 16-20, 2000
 - 20) Polglaze T, Dawson B: The physiological requirements of the positions in state league volleyball. *Sports Coach* 15: 32-37, 1992
 - 21) Sheppard JM, Cronin JB, Gabbett TJ, McGuigan MR, Etxebarria N, Newton RU: Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *J Strength Cond Res* 22 (3): 758-765, 2008
 - 22) Smith DJ, Roberts D, Watson B: Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *J Sports Sci* 10 (2): 131-138, 1992
 - 23) Tsiokanos A, Kellis E, Jamurtas A, Kellis S: The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors. *Isokinetics and Exercise Science*, 10 (2) : 107-115, 2002
 - 24) Viitasalo J, Rusko H, Pajala O, Rahkila P, Ahila M, Montonen H: Endurance requirements in volleyball. *Can J Appl Sports Sci* 12: 194-201, 1987
 - 25) 山本正嘉：垂直跳び成績と等速性脚伸展パワーの関係，ジャンプ研究 日本バイオメカニクス学会抄録集， pp178-181, 1990