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

岡野 憲一^{1), 2)} 九鬼 靖太¹⁾ 秋山 央³⁾ 谷川 聡³⁾

Kenichi Okano^{1, 2}, Seita Kuki¹, Nakaba Akiyama³ and Satoru Tanigawa³: A case study of the characteristics of jumping responsible for different training effects in volleyball players. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci.

Abstract: This study focused on volleyball spike jump performance. We classified players based on different types of jumping ability and tested the effects of strength training and plyometrics for each type of ability. Players who excelled in their ability to acquire greater impulse (countermovement jump or CMJ type) showed no significant changes in spike jump height with strength training (improvement in maximum muscle strength), but demonstrated a significant improvement in jump height after plyometrics. In contrast, players with outstanding execution of ballistic movement (rebound jump or RJ type) showed a significant improvement in their spike jump height with strength training (an improvement in maximum muscle strength), but a significant loss of jump height after plyometrics. This reveals that the same training program results in players jumping lower or higher, depending on the jump type. When formulating training to improve the jump height of volleyball players, these results suggest that the type of training must be selected based on the individual player's jumping ability.

Key words : stretch-shortening cycle, spike jump, counter movement jump, rebound jump, plyometric exercises

キーワード : 伸張-短縮サイクル, スパイクジャンプ, カウンタームーブメントジャンプ, リバウンドジャンプ, プライオメトリクス

I 緒言

バレーボール競技において、筋力トレーニングは競技力向上のために欠かすことのできないトレーニング手段として考えられ、トレーニング現場において実践されている（有賀ほか，2000）．その際、選手それぞれの体力課題や体力特性といった個別性の原則に応じたトレーニング処方を行うことが理想である．しかし、バレーボール競技に限らず、多くのチームスポーツのトレーニングは、全員が同一トレーニング手段を行う全体練習が大部分を占め、個別性の原則を適用することが難し

いという側面があり（坂井ほか，2006），星川ほか（2006）は、サッカー競技において、選手全員で同一トレーニングを実施することにより、急速に体力的な成長を遂げる選手と、全く反応をしない選手の双方が存在してしまうといったトレーニング効果の相違が課題として挙げている．このような課題に直面しながら、多くの選手や指導者は科学的な知見を参考にし、これまでの経験や主観的な感覚をもとに試行錯誤しながらトレーニングに取り組んでいるのが現状である．競技選手におけるパフォーマンスの向上を目的としたトレーニングにおいて、トレーニング効果を高めるためには、選手個々の体力要素を構造的に捉えていく必

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科
305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1
2) 帝京平成大学現代ライフ学部
164-8530 東京都中野区中野 4-21-2
3) 筑波大学体育系
305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1
連絡先 岡野 憲一

1. Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8574
2. Faculty of Modern Life, Teikyo Heisei University
4-21-2 Nakano, Nakano-ku, Tokyo 164-8530
3. Faculty of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8574
Corresponding author k.okano@thu.ac.jp

要があると考えられる。

バレーボール競技におけるパフォーマンスのなかで最も代表的なものにスパイクジャンプが挙げられる。スパイクによる得点は総得点の占める割合の60%と最も大きいと報告されており(浅井, 2001; 都沢ほか, 1995), そのスパイクの優劣はゲームの勝敗を左右するといわれている(都沢・塚本, 1999)。Sheppard et al. (2008) は, ナショナルレベルの男子バレーボール選手を対象に, スパイクジャンプと垂直跳び, デプスジャンプの跳躍高, スクワット 1RM およびスクワットジャンプ時の発揮パワーとの関係について検討し, スパイクジャンプの跳躍高と相関関係が強かったのは, 垂直跳びとデプスジャンプの跳躍高であったと報告しており, スパイクジャンプには垂直跳びのようなより大きな力積を獲得する能力と合わせて, デプスジャンプのようなバリスティックな運動を遂行する能力も必要であると考えられる。その垂直跳びとバリスティックな跳躍運動との相関関係があまり強くないことから, 垂直跳びの遂行能力とバリスティックな跳躍運動は別の能力を評価していることが明らかにされている(遠藤ほか, 2007; 図子・高松 1995)。このことは, スパイクジャンプの跳躍高向上のためには, 大きな力積を発揮する能力とバリスティックな運動を遂行する能力という, 2つの要素を構造的に捉えてそれぞれの課題を解決していく必要がある。しかし, 個々のバレーボール選手によって, 垂直跳びのようなより大きな力積を獲得する能力とデプスジャンプのようなバリスティックな運動を遂行する能力の両要素において相対的な優劣が存在している(岡野ほか, 2017) ことから, それに基づき2つのトレーニング課題に対し, どのように継続的にトレーニングを進めていくかを検討していく必要がある。また, トレーニングプログラムを実施する際, この跳躍能力からみたタイプの相違によって, スパイクジャンプのトレーニング効果にも大きく影響を及ぼす可能性も考えられる。このように, チーム全体のスパイクジャンプ向上を目的に, 選手個々の跳躍タイプに応じた適切なトレーニング方法を明確にするためには, 跳躍タイプごとにトレ

ーニング効果を検証していく必要がある。このことは, 個人の特徴を考慮した合理的なトレーニングを実践する上で, 留意しておくべき課題の1つであると考えられる。また, このようなチームスポーツのトレーニング課題に基づく報告はこれまで見当たらず, 個人の体力特性を考慮しながらトレーニングの実践的介入の有効性を検証することは, 現場に役立つ知見となると考えられる。

そこで本研究は, バレーボールにおけるスパイクジャンプというパフォーマンスに着目して, 男子バレーボールチームにおいて, 跳躍力向上を目的としたトレーニングで代表的なウエイトトレーニングとプライオメトリックエクササイズ(以下「プライオメトリクス」と略す)の2種類のトレーニング事例を検証した。跳躍時におけるより大きな力積を獲得する能力とバリスティックな運動を遂行する能力の優劣から選手の跳躍タイプを分類し, それぞれのタイプの選手が同一のトレーニングを実施した際の効果をタイプ別に検証することで, 選手個々の体力特性に応じた跳躍力向上を目的としたトレーニング方法を明らかにするための基礎的知見を得ることを目的とした。

II 方法

A. 最大筋力向上を目的としたウエイトトレーニングの効果に関する跳躍タイプ別検討(課題1)

1. 対象

対象者には, 実業団バレーボールチームに所属する成人男子選手13名(年齢: 24.7 ± 2.7 歳, 身長: 184.3 ± 6.2 cm, 体重: 84.4 ± 12.4 kg)を用いた。なお, 対象者は, これまで3年以上, ウエイトトレーニングを経験している選手であった。これらの対象者には, 事前に測定の趣旨, 内容について説明を行い, 参加者の同意を得た。

2. トレーニング期間および内容

本研究のトレーニング期間は6月中旬から7月下旬までの8週間とし, この期間は主に基礎体力を養成するための一般的準備期であった。1回のトレーニング時間は60—90分であり, 週2回の頻度で実施した。なお, トレーニングによる適応

Table1 Weight training program in study 1.

Exercise	reps/load	set
Squat	3reps/5RM	3set
Leg curl	10reps/10RM	3set
Bench press	3reps/5RM	3set
Bent over row	3reps/5RM	3set
Dumbbell shoulder press	8reps/8RM	3set
Wrist curl	10reps/10RM	2set
Calf raises	20reps/20kg	2set

rest: 60-120sec

Table2 Weight training program in study 2.

Exercise	reps/load	set
Depth jump - 45cm box -	3reps	3set
Squat	5reps/8RM	3set
Bench press	5reps/8RM	3set
Lat pull down	10reps/10RM	3set
Dumbbell pullover	10reps/10RM	2set
Side lunge	10reps/10RM	2set
Calf raises	20reps/20kg	2set

rest: 60-90sec

も考慮し、ウエイトトレーニングが2日連続にならないような日程にした。この期間におけるウエイトトレーニングは、主に最大筋力向上を目的としたプログラムを実施した（表1）。ウエイトトレーニングの条件設定にあたっては、日本トレーニング指導者協会のガイドライン（有賀，2008）を参考にし、それぞれトレーニング量と強度を設定した。負荷設定はRM法を用い、トレーニング効果に応じて、可能な限り負荷を漸増するように指示した。その他に、バレーボールの技術・戦術練習を週4回（1回2時間程度）実施した。

B. バリスティック運動の遂行能力向上を目的としたプライオメトリクスの効果に関する跳躍タイプ別検討（課題2）

1. 対象

対象者には、大学バレーボール部に所属する大学男子選手14名（年齢：19.3 ± 0.8 歳，身長：179.4 ± 6.6 cm，体重：74.8 ± 10.4 kg）を用いた。なお、対象者は、これまでウエイトトレーニングとプライオメトリクスの経験があり、かつスクワット（以下「SQ」と略す）の最大挙上重量が体重の1.5倍以上の選手であった。これらの対象者には、事前に測定趣旨、内容について説明を行い、参加者の同意を得た。

2. トレーニング期間および内容

本研究のトレーニング期間は春と秋に行われる大会（リーグ戦）の中間時期にあたる試合準備期の8週間とした。本研究の主となるトレーニング種目はデプスジャンプ（以下「DJ」と略す）であった。ウエイトトレーニングの時間に通常行

っている種目に加えて、DJを行わせた。DJは45cm高の台を使用し、手を腰にあて、台から飛び降り、着地後、両脚で素早く切り返して真上に出来るだけ高く跳び上がらせた。その際、着地してから跳び上がるまでの接地時間は出来るだけ短くするように指示した。なお、この期間におけるウエイトトレーニングは、主に筋力維持を目的としたプログラムを実施した（表2）。ウエイトトレーニングの条件設定にあたっては、日本トレーニング指導者協会のガイドライン（有賀，2008）を参考にし、それぞれトレーニング量と強度を設定した。負荷設定はRM法を用い、トレーニング効果に応じて、可能な限り負荷を漸増するように指示した。1回のトレーニングの時間は60—90分であり、週2回の頻度で実施した。DJは、神経系の機能改善や高度なテクニックが要求されるため、プログラムの前半に疲労の少ないタイミングで実施した。なお、トレーニングによる適応も考慮し、ウエイトトレーニングが2日連続にならないような日程にした。その他に、バレーボールの技術・戦術練習を週5回（1回1—2時間程度）実施した。

C. 測定および評価方法

トレーニング効果の確認および評価するため、下肢筋力と各種跳躍能力をトレーニング前（以下「Pre」と略す）、トレーニング後（以下「Post」と略す）で比較し評価した。

下肢筋力の評価として、両脚でのSQの最大挙上重量（以下、1RM）から体重を除いた値であるSQ1RM体重比を測定した。Baker et al. (1999)

は、最大筋力、パワーの関係を調べるためには、体重当たりの相対値の方が、絶対値よりも意味があると報告していることから、本研究におけるSQの評価についても、絶対値ではなく体重に対する1RMの相対値を用いた。SQの1RM測定は、膝関節の角度が90°になるところまでしゃがみ込み、腰背部の姿勢を維持したまま再び立位姿勢を維持することができた場合を成功試技とした。日常のトレーニングで用いる重量および反復回数を目安にして、重量を漸増させながら3-4セットのウォームアップを行い、その後、1RMと思われる重量を用いて試技を行った。この試技の挙上に成功した場合には、2.5kgずつ増量しながら試技を継続し、挙上に失敗した試技の直前の試技における挙上重量を1RMの記録とした。

跳躍能力の評価として、バレーボールの代表的な動作であるスパイクジャンプ（以下「SPJ」と略す）と垂直跳び（以下「CMJ」と略す）の跳躍高、短い接地時間で高く跳ぶ跳躍であるリバウンドジャンプ（Rebound Jump：以下「RJ」と略す）の跳躍高と接地時間を測定し、跳躍高を接地時間で除することによって得られるリバウンドジャンプ指数（以下「RJ-index」と略す）を算出した。SPJの最高到達点および指高（直立した姿勢から腕を頭上にできるだけ高く挙げ、床から指先までの高さ）は、バーティカルジャンプ測定スケール（ヤードスティック、swift社製）を用いて測定した。3歩の助走でのSPJを全力で行った際の指先の高さを最高到達点とし、最高到達点から指高を減じた値をSPJ跳躍高とした。CMJおよびRJ-indexは、マットスイッチ計測システム（マルチジャンプテスタ、DKH社製）を用いて測定した。CMJは、直立姿勢から手を腰にあて、脚の反動を用いて全力で跳躍するように指示した。RJ-indexは、直立姿勢から手を腰にあてたまま、RJを5回連続で行い、最も高いRJ-indexの値を採用した。RJは、膝関節を曲げすぎないようにし、できるだけ接地時間を短く、かつできるだけ高い跳躍を行うように指示した。いずれの跳躍測定についても、十分なウォームアップを行った後、測定は2回ずつ行い、値が高い方を代表値とした。

D. 統計処理

測定値はすべて平均値±標準偏差で示した。対象者をCMJの跳躍能力とRJの跳躍能力の優劣によって跳躍タイプを2群に分け、トレーニング前後の測定値を対応のあるt検定によって比較した。跳躍パフォーマンス（SPJおよびCMJ）については、介入前後およびタイプの効果について、繰り返しのある2要因の分散分析を用いて解析した。いずれの統計処理も有意性は危険率5%未満とした。

III 結果

A. 最大筋力向上を目的としたウエイトトレーニングの効果に関する跳躍タイプ別検討（課題1）

国内トップレベル男子バレーボール選手202名を対象とした先行研究（岡野ほか、2017）における、CMJ（x）とRJ-index（y）の関係の回帰式（ $y = 1.99x + 0.9952$ ）をもとに算出された計算式（ $2x - y + 1$ ）により、正の値を示す場合はRJ-indexに対してCMJが優れた値を示すタイプ（CMJ型、 $n = 8$ ）、負の値を示す場合はCMJに対してRJ-indexが優れた値を示すタイプ（RJ型、 $n = 5$ ）と2群に対象チームの選手を分類した（図1）。

表3にCMJ型およびRJ型のトレーニング前後における各測定項目の変化を示した。体重は、RJ型、CMJ型ともに経時的変化は認められなかった。SQ1RM/BWは、RJ型、CMJ型ともに有意

Figure 1 Dividing subjects into two types depended on their jump characteristics in study 1.

Table 3 Changes in Body weight, SQ1RM/BW, Jumping abilities and SPJ in study 1.

	CMJ type		RJ type	
	Pre	Post	Pre	Post
Body weight (kg)	88.1 ± 14.5	88.2 ± 14.8	78.5 ± 4.5	79.1 ± 5.0
SQ1RM/BW	2.05 ± 0.23	2.22 ± 0.27**	2.21 ± 0.22	2.31 ± 0.24*
SPJ (m)	0.82 ± 0.08	0.84 ± 0.09	0.84 ± 0.07	0.93 ± 0.03*
CMJ (m)	0.73 ± 0.06	0.78 ± 0.06*	0.72 ± 0.06	0.80 ± 0.05*
RJ-index	2.09 ± 0.43	2.12 ± 0.31	2.75 ± 0.30	2.45 ± 0.32

Means ± SDs are shown. *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; significant differences vs. Pre

Figure 2 Changes in jumping performance in study 1.

*: $p < 0.05$; significant different between period

な記録の向上 (RJ 型: $p < 0.05$, CMJ 型: $p < 0.01$,) が認められた. 図 2 に跳躍パフォーマンスの経時の変化 (平均値および個人) を示した. SPJ は, CMJ 型は経時の変化は認められなかったが, RJ 型において有意な記録の向上 ($p < 0.05$) が認められ, CMJ は, CMJ 型, RJ 型ともに有意な記録の向上 ($p < 0.05$) が認められた. RJ-index は, RJ 型, CMJ 型ともに経時の変化は認められなかった. 分散分析の結果, 跳躍パフォーマ

ンスは SPJ においてトレーニング前後とタイプの交互作用が有意であった (図 3).

B. バリステック運動の遂行能力向上を目的としたプライオメトリクスの効果に関する跳躍タイプ別検討 (課題 2)

課題 1 と同様に, 国内トップレベル男子バレーボール選手の CMJ (x) と RJ-index (y) の関係の回帰式 ($y = 1.99x + 0.9952$) をもとに算出さ

Figure 3 Two-way repeated measures ANOVA (type × period) was applied to compare the effects between the RJ type and CMJ type: study 1.

Figure 4 Dividing subjects into 2 types depended on their jump characteristics in study 2.

れた計算式 ($2x - y + 1$) により、正の値を示す場合は CMJ 型 ($n = 6$)、負の値を示す場合は RJ 型 ($n = 8$) と 2 群に対象チームの選手を分類した (図 4)。

表 4 に CMJ 型および RJ 型のトレーニング前後における各測定項目の変化を示した。体重および SQ1RM/BW は、RJ 型、CMJ 型ともに経時的変化

は認められなかった。図 5 に跳躍パフォーマンスの経時変化 (平均値および個人) を示した。SPJ は、CMJ 型は有意な記録の向上 ($p < 0.05$)、RJ 型において有意な記録の低下 ($p < 0.05$) が認められ、CMJ は、RJ 型、CMJ 型ともに経時変化は認められなかった。RJ-index は、RJ 型において有意な記録の低下 ($p < 0.05$)、CMJ 型は有意な記録の向上 ($p < 0.05$) が認められた。その際の RJ における跳躍高は RJ 型、CMJ 型ともに経時変化は認められなかったが、接地時間は RJ 型において有意な増加 ($p < 0.05$) が認められた。分散分析の結果、跳躍パフォーマンスは SPJ、CMJ ともにトレーニング前後とタイプの交互作用が有意であった (図 6)。

IV 考 察

本研究では、バレーボール選手に要求される SPJ の跳躍能力向上を目的としたトレーニングに

Table4 Changes in Body weight, SQ1RM/BW, Jumping abilities and SPJ in study 2.

	CMJ type		RJ type	
	Pre	Post	Pre	Post
Body weight (kg)	75.6 ± 8.9	76.3 ± 9.9	72.7 ± 7.1	73.4 ± 7.0
SQ1RM/BW	1.79 ± 0.20	1.82 ± 0.20	1.81 ± 0.11	1.83 ± 0.10
SPJ (m)	0.80 ± 0.08	0.85 ± 0.07*	0.77 ± 0.08	0.74 ± 0.09*
CMJ (m)	0.46 ± 0.04	0.49 ± 0.02	0.52 ± 0.05	0.50 ± 0.06
RJ-index	1.74 ± 0.31	2.07 ± 0.36*	2.59 ± 0.40	2.21 ± 0.50*
RJ (height: m)	0.33 ± 0.06	0.36 ± 0.04	0.42 ± 0.05	0.39 ± 0.07
RJ (contact time: sec)	0.18 ± 0.02	0.18 ± 0.03	0.16 ± 0.02	0.18 ± 0.01*

Means ± SDs are shown. *: $p < 0.05$; significant differences vs. Pre

Figure 5 Changes in jumping performance in study 2.

*: $p < 0.05$; significant different between period

Figure 6 Two-way repeated measures ANOVA (type $\times$ period) was applied to compare the effects between the RJ type and CMJ type: study 2.

ついて、より大きな力積を獲得する能力とバリスティックな運動を遂行する能力の優劣から、選手個々の跳躍タイプに応じたトレーニング方法を明確にするための基礎的知見を得ることを目的とした。そこで、より大きな力積を獲得する能力とバリスティックな運動を遂行する能力の指標として、それぞれ代表的な跳躍項目である CMJ の

跳躍高と RJ-index を計測した。CMJ と RJ-index の関係について、先行研究 (Hennessy and Kilty, 2001; Young et al., 1995; 図子・高松, 1995) では CMJ と DJ-index との相関係数は小さいことから、両者はそれぞれ異なった能力であると報告されている。つまり、個人内では CMJ の跳躍能力に対して RJ の跳躍能力が相対的に優れている者

と劣っている者とが存在していることを示している(遠藤ほか, 2007). そこで, 岡野ほか(2017)による, 国内トップレベル男子バレーボール選手202名を対象とした先行研究で算出されたCMJとRJ-indexの関係における回帰式により, 選手を跳躍能力別にタイプ分けし(図1, 4), それぞれの選手が同一のトレーニングを実施した際の効果をタイプ別に検証した. これらの検証によって, 選手個々の体力特性に応じたバレーボール選手における跳躍力向上を目的としたトレーニング方法を明確にするための基礎的知見を得ることが出来るのではないかと考えられる.

A. 最大筋力向上を目的としたウエイトトレーニングの効果に関する跳躍タイプ別検討(課題1)

最大筋力は, 様々なスポーツの動作において, パワー発揮能力を高めるための基盤となる(Gadeken, 1999). また, より最大筋力の高いアスリートほど大きなパワーを発揮できることが報告(Baker, 2001; Stone et al., 2002)されており, パワー発揮能力を高めるためには, 最大筋力を高めていく必要がある. 適切に計画されたウエイトトレーニングプログラムを行うことで, より大きな力を発揮することが可能となり, 下肢の最大筋力の向上と並行して垂直跳びのパフォーマンスも向上することが明らかになっている(Hedrick, 1996). さらに, ウエイトトレーニングの代表的な種目であるSQは, 垂直跳びとSQ動作における立ち上がり時のパワーおよび最大筋力との間に相関関係があるといわれている(福永ほか, 1991; 金久, 1990). 本研究においても, 最大筋力向上を目的としたウエイトトレーニングにより, SQ1RM/BWはRJ型, CMJ型ともに有意な記録の向上(RJ型: $p < 0.05$, CMJ型: $p < 0.01$)が認められ, それに伴ってCMJもRJ型, CMJ型ともに有意な記録の向上($p < 0.05$)が認められた.

一方, SPJにおけるトレーニング前後の変化をみると, RJ型は有意な記録の向上($p < 0.05$)が認められたが, CMJ型は経時的变化は認められなかった. これまでSPJの跳躍高を高めるた

めには, CMJ, RJそれぞれの能力を高める必要があることが報告されている(岡野ほか, 2016; Sheppard et al., 2008)が, 岡野ほか(2017)は先行研究において, より高いレベルにあるバレーボール選手は, RJの要素がより重要である可能性を示唆している. 本研究において, RJ-indexに対してCMJが優れた値を示すタイプ(CMJ型)の選手が, 最大筋力向上を目的としたトレーニングにより最大筋力に有意な向上が認められても, SPJに変化は認められないことが明らかになった.

SPJは助走によって生み出された水平速度を効率的に垂直速度に変換することによって, CMJよりも12—19 cm高い跳躍高を獲得することを可能にする(セリンジャー・アッカーマン, 1993). さらに, Sheppard et al. (2008)は, スパイクジャンプの跳躍高はCMJと比較して, およそ17—20 cm高かったことを示している. また, SPJについてバイオメカニクス的に研究した報告では, 踏切時の膝関節最大屈曲角度は利き足が約90—116度, 非利き足が約125—140度であったこと(福原ほか, 1982; 増村・阿江, 2007; Tilp et al., 2008), 膝関節の伸展時間は, 利き足で0.133秒, 非利き足で0.106秒(Tilp et al., 2008)であったと述べている. また, SPJの踏切時における左右の脚を運動力学的に比較した研究(Lawson et al., 2006)では, 平均床反力および下肢3関節の平均関節モーメントは非利き脚に比べ利き脚の方が有意に高かったと報告されている. このように, SPJの踏切時における関節角速度, 関節角度, 接地時間あるいは伸展時間など左右の足で異なることが報告されており, SPJとCMJは同じ跳躍種目であっても運動様式が異なる運動であるといえる. さらに, 元々RJ-indexに対してCMJが優れた値を示すCMJ型の選手は, 最大筋力が向上しても, SPJにおけるより大きな力積を獲得する能力に関しては, 変化がみられなかったことも考えられる. そのため, CMJ型の選手は最大筋力向上を目的としたトレーニングによって, 最大筋力は向上したものの, SPJの跳躍高には変化が認められなかったことが推察される.

このように本研究では、先行研究と同様に最大筋力が向上することにより、すべての選手においてCMJが向上することが認められたが、バレーボール競技における特異的な跳躍種目であるSPJにおいて、RJ型には向上が認められたが、CMJ型は変化が認められなかったことから、跳躍タイプによってトレーニング効果が異なることが示唆された。しかし、本研究ではSPJ、CMJおよびRJの力積や関節モーメント等の測定は行っていないため、上記の課題を明らかにしていくためには、今後、さらに詳細な検証が必要であると考えられる。

B. バリスティック運動の遂行能力向上を目的としたプライオメトリクスの効果に関する跳躍タイプ別検討（課題2）

課題2における主となるトレーニング種目はプライオメトリクスであり、ウエイトトレーニングによる影響を出来る限り排除するため、この期間のウエイトトレーニングのプログラムは筋力維持を目的とした負荷設定とした。その結果、本研究における8週間のプライオメトリクスによって、RJ型、CMJ型のいずれのタイプもSQIRM/BWに有意な変化は認められなかった。最大筋力が向上することにより、垂直跳びのパフォーマンスも向上することが明らかになっている(Hedrick, 1996)。本研究においても、RJ型、CMJ型ともにSQIRM/BWに有意な変化は認められなかったことから、CMJも経時的変化が認められなかったことが推察される。

SPJ跳躍高およびRJ-indexにおけるトレーニング前後の変化をみると、RJ型は有意な記録の低下が認められ、CMJ型は有意な記録の向上が認められた。Sheppard et al. (2008) は、SPJと垂直跳び、DJの跳躍高、スクワット1RMおよびスクワットジャンプ時の発揮パワーとの関係について検討し、SPJの跳躍高と相関が高かったのは、垂直跳びとDJであったと報告している。このことから、SPJには垂直跳びのようなより大きな力積を獲得する能力と合わせて、DJのようなバリスティックな運動を遂行する能力も必要であると考

えられる。これらの両者をそれぞれ高める方法として、ウエイトトレーニングやプライオメトリクスといった個別のトレーニングも挙げられるが、バレーボール選手はそれまでの練習や試合によって、これらの特異的な能力がそれぞれ向上したことも考えられる。また、遠藤ほか(2007)は、CMJとRJ-indexの関係において、CMJとRJ-indexは経年的に発達するが、個人内における両者の跳躍能力は必ずしも対応しながら発達するわけではなく、特にスポーツ選手は高度に専門化された競技種目に特異的なトレーニングを積むことによって、跳躍能力の個人差がさらに拡大していくことを示唆している。さらに、バレーボール選手における各種跳躍能力をポジション別で比較を行った先行研究(岡野ほか, 2016)において、ミドルブロックのポジションの選手における攻撃(スパイク)はクイック攻撃が中心であり、短いホップで速いテイクオフにつながる1歩か2歩の助走が必要といわれており(セリンジャー・アッカーマンブルント, 1993)、比較的長時間のSSC運動による力発揮をより行いながら跳躍を行う必要があること、一方のウイングスパイクのポジションの選手は、セッターから配球されるトスの高さがミドルブロックの選手と比較して高く(橋原ほか, 2009; 金ほか, 1998)、十分な助走をとり、その助走スピードを利用しバリスティックなSSC運動をより行いながら跳躍を行っていることが考えられると報告している。これらのことからRJ型の選手は、これまで行ってきたバレーボールの専門的な技術練習や跳躍トレーニングによって、高いSSC能力が養われ、より大きな力積を獲得する能力とバリスティックな運動を遂行する能力をバランス良く使われていた可能性が考えられる。本研究においても、RJ型にはウイングスパイクのポジションの選手が多く分類されていた。そのRJ型の選手は、プライオメトリクスの導入8週間後にRJの接地時間が長くなり、それに伴ってRJ-indexが低下し、SPJの跳躍高も有意に低下している。バレーボール競技の動作にはスパイクやブロックなど多くの跳躍動作が含まれており、トップレベル男子バレーボール選手におけ

る練習や試合の中では、守備専門のポジションであるリベロを除き、1試合平均50—150回と高頻度で跳躍が行われている(岡野・谷川, 2016)。RJ型の選手はバレーボールの練習時において、バリスティックなSSC運動をより行いながら多くの跳躍を行っていることが考えられ、通常の練習と並行して行うDJトレーニングはオーバートレーニングとなり、その結果、接地時間が長くなりRJ-indexの低下に繋がったことが要因として考えられる。しかし、同様のトレーニングを行ったCMJ型の選手においては、RJの接地時間に変化が見られなかったことから、跳躍遂行能力タイプと疲労との関係については、今後、詳細に検討していく必要がある。

一方、CMJ型の選手は、これまで行ってきたバレーボールの専門的な技術練習や跳躍トレーニングによって、より大きな力積を獲得する能力がバリスティックな運動を遂行する能力と比べ養われていたが、本研究で行ったプライオメトリクスにより、さらにバリスティックな運動を遂行する能力も高まることによって、SPJが向上したことが推察される。課題1においてRJ型の選手がウエイトトレーニングによりCMJの能力を向上させることによってSPJ跳躍高が向上した結果と同様に、課題2においてもCMJ型の選手がプライオメトリクスによりRJの能力を向上させることによってSPJ跳躍高が向上することが明らかになった。これらの結果から、SPJ能力にはCMJとRJの能力の相補的な関係が存在していることを理解し、SPJ跳躍高を目的としたトレーニングを行う際には、選手の跳躍タイプに応じてトレーニング方法を考慮していく必要があると考えられる。

C. トレーニング学における事例研究の重要性

これまでのトレーニング効果を実証する研究の多くは、ある仮説を設定しそれを検証するためにトレーニング群とコントロール群に分けた上で、一定の期間に渡ってトレーニング負荷を与え、トレーニング効果の相違を統計的手段を使って検定するという方法が一般的である(田路・金子,

2002; 図子, 2013)。しかし、本研究では、全対象者に目的となるトレーニングを実施し効果を検証した結果、同一のグループ内においても様々なタイプが内在し、同じようにトレーニングを行っても、トレーニング効果が異なる可能性があることが明らかになった。このことは、トレーニング処方において個別性を考慮することも重要であることを示しており、このような事象を詳細に検証していくためには、事例研究が重要であると考えられる。西條(2008)は、たとえ研究対象が1事例であっても、現象の見え方が変わるような視点で提示できたり、よりよい実践につながるモデルを構成できれば、価値ある事例研究になりうると述べている。実際のトレーニング現場において、選手個々の特性は多岐にわたっており、従来の対象者を均一化して得られたトレーニング効果の結果からだけでは課題解決にむけた示唆を得ることが困難な場合も少なくない。科学的研究で導き出された知見に、これら事例研究を蓄積し整理統合された多数の知見を融合して多面的に捉えることにより、個々の特性に応じたトレーニングに関する一般理論の確立が可能となり、現場に即した有用な知見となると考えられる。

V まとめ

本研究では、バレーボールにおけるスパイクジャンプというパフォーマンスに着目し、男子バレーボールチームにおいて跳躍遂行能力タイプの異なる選手を分類し、それぞれトレーニング(ウエイトトレーニング、プライオメトリクス)を実施した際のトレーニング効果をタイプ別に検証した。より大きな力積を獲得する能力に優れたCMJ型の選手は、最大筋力向上を目的としたウエイトトレーニングによって、SPJの跳躍高には有意な変化は認められなかったが、プライオメトリクスによって、有意な向上が認められた。一方、バリスティックな運動を遂行する能力に優れたRJ型の選手は、最大筋力向上を目的としたウエイトトレーニングによって、SPJの跳躍高は有意な向上が認められたが、プライオメトリクスに

よって、有意な低下が認められた。このように、同一のトレーニングを実施した際、跳躍遂行能力タイプに応じてトレーニング効果が異なることが明らかになり、バレーボール選手に対して跳躍パフォーマンス向上を目的としたトレーニングを処方する際には、選手個々の跳躍遂行能力タイプを考慮してトレーニング種目を選択する必要があることが示唆された。さらに、本研究で用いた跳躍測定項目は比較的利用しやすいと考えられるため、個々の能力を測定評価し、個人の体力特性を考慮したトレーニング選択を行うための1つの指標になりうると考えられる。

文 献

- 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 (2000) 大学女子バレーボール選手におけるウエ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.
- 有賀誠司 (2008) 筋力トレーニングのプログラム作成. 日本トレーニング指導者協会編著, トレーニング指導者テキスト実践編. ベースボール・マガジン社, pp.38-51.
- 浅井正仁 (2001) バレーボールゲームの得点に関するゲーム分析的研究—ラリーポイント制における得点構成及び連続得点について—. 大阪体育大学紀要, 32 : 13-24.
- Baker, D. (2001) Comparison of upper-body strength and power between professional and college aged rugby league players. *J. Strength Cond. Res.*, 15: 30-35.
- 遠藤俊典・田内健二・木越清信・尾縣貢 (2007) リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究. *体育学研究*, 52 : 149-159.
- 福原祐三・朽堀伸二・都沢凡夫・石島繁・阿江通良・橋原孝博・横井孝志・矢島忠明・遠藤俊郎・池上寿伸・岡内優明・吉田雅行・小山勉 (1982) '82 年日米対抗女子バレーボールにおける一流選手のスパイク動作に関する事例的研究. 昭和 57 年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, 2 : 331-341.
- 福永哲夫・松尾彰文・安部孝・川上泰雄・沼沢秀雄・深代千之 (1991) 種目別スポーツ競技力評価方法の開発—バレーボール競技の場合—. *スポーツ医・科学*, 5(2) : 47-54.
- Gaddeken, S.B. (1999) Off-season strength, power, and plyometric training for Kansas State volleyball. *Strength Cond. J.*, 21(6): 49-55.
- 橋原孝博・吉田康成・吉田雅行 (2009) バレーボール男子世界トップレベルチームの戦術プレーに関する研究—2006 年男子世界選手権におけるブラジルおよびイタリアチームの分析—. *バレーボール研究*, 11(1) : 12-18.
- Hedrick, A. (1996) The vertical jump: a review of the literature and a team case study. *Strength Cond. J.*, 18(7): 7-12.
- Hennessy, L. and Kilty, J. (2001) Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 15(3) : 326-331.
- 星川佳広・菅野淳・澁川賢一 (2006) サッカーにおける体力の研究—これからの展望—. *フットボールの科学*, 1 : 10-17.
- 金久博昭 (1990) スポーツ選手トレーニングにおけるジャンプ・パフォーマンス向上のためのトレーニング. *Japanese journal of sports sciences*, 9(4) : 202-209.
- 金致偉・佐賀野健・橋原孝博・西村清巳 (1998) 世界トップ男子バレーボールチームのコンビネーション攻撃—1995 年ワールドカップイタリア対日本戦の映像分析—. *スポーツ方法学研究*, 11(1) : 25-35.
- Lawson, B.R., Stephens II, T.M., DeVoe, D.E., and Reiser II, R.F. (2006) Lower-extremity bilateral differences during step-close and no-step countermovement jumps with concern for gender. *J. Strength Cond. Res.*, 20(3) : 608-619.
- 増村雅尚・阿江通良 (2007) 特集 跳躍動作のバイオメカニクス バレーボール選手のスパイクジャンプ. *体力の科学*, 57(7) : 521-527.
- 都沢凡夫・朽堀伸二・福原祐三 (1995) バレーボールのサイドアウトに関する研究(5). *筑波大学運動学研究*, 11 : 63-78.
- 都沢凡夫・塚本正仁 (1999) スパイク理論に関する研究—フォアスイングについて—. *バレーボール研究*, 1(1) : 9-15.
- 岡野憲一・谷川聡 (2016). バレーボール国内男子トップリーグの試合中における跳躍頻度に関する研究. *バレーボール研究*, 18(1) : 27-31.
- 岡野憲一・山中浩敬・内藤景・谷川聡 (2016) エリート男子バレーボール選手における身長と跳躍能力に関する研究. *コーチング学研究*, 29(2) : 149-159.
- 岡野憲一・山中浩敬・九鬼靖太・谷川聡 (2017) 伸張—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. *体育学研究*, 62(1) : 105-114.
- 西條剛央 (2008) ライブ講義・質的研究とは何か SCQRM アドバンス編. 新曜社, pp.102-110.
- 坂井和明・伊藤竜兵・大高敏弘・高松薫 (2006) 球技スポーツ競技者における個別性の原則を考慮した体力トレーニングの効果. *体育学研究*, 51 : 21-32.

- セリンジャー・アッカーマンブルント：都沢凡夫訳(1993) チーム構成. 朽堀申二監, セリンジャーのパワーバレーボール. ベースボール・マガジン社, pp.29-32.
- Sheppard, J. M., Cronin, J. B., Gabbett, T. J., McGuigan, M. R., Etxebarria, N., and Newton, R. U. (2008) Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *J. Strength Cond. Res.*, 22(3): 758-765.
- Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M., and Sanders, R. (2002) How much strength is necessary? *Phys Ther Sport*, 3: 88-96.
- 田路秀樹・金子公宥 (2002) 筋パワーに及ぼす複合トレーニングの効果：特に力-速度関係に及ぼす静的及び動的筋力トレーニングの影響について. *トレーニング科学*, 13(3) : 127-136.
- Tilp, M., Wagner, H., and Muller, E. (2008) Differences in 3D kinematics between volleyball and beach volleyball spike movements. *Sports Biomechanics*, 7(3) : 386-397.
- Young, W. B., Pryor, J. F., and Wilson, G. J. (1995) Effect of instructions on characteristics of countermovement and drop jump performance. *J. Strength Cond. Res.*, 9(4): 232-236.
- 図子浩二・高松薫 (1995) パリスティックな伸張 - 短縮サイクル運動の遂行能力を決定する要因—筋力および瞬発力に着目して—. *体力科学*, 44 : 147-154.
- 図子浩二 (2006) バスケットボール選手におけるプライオメトリックスがジャンプとフットワーク能力およびパス能力に及ぼす効果. *体力科学*, 55 : 237-245.
- 図子浩二 (2013) 筋力・パワー集中負荷方式およびプライオメトリックス強調方式のトレーニングに関するトレーニング学的研究～跳躍競技者のプレシーズンにおけるトレーニング経過を手がかりにして～. *陸上競技学会誌*, 11(1) : 39-49.

(2017 年 6 月 16 日受付)
(2017 年 10 月 23 日受理)

Advance Publication by J-STAGE
Published online 2017/12/20