

垂直跳動作からみたトップレベル大学男子バレーボール選手の跳躍能力特性

岡野憲一, 酒匂宙夢

帝京平成大学

キーワード: スクワットジャンプ, カウンタームーブメントジャンプ, 反動動作,
腕の振込動作, バレーボール

【要旨】

本研究は、バレーボール選手の垂直跳の特性を明らかにすることであった。対象は、男子バレーボール選手 19 名、一般男子学生 10 名であった。測定項目は、反動動作や腕の振込動作を用いず跳躍を行う垂直跳 (SJ)、反動動作のみを用いた垂直跳 (CMJ)、反動動作や腕の振込動作を用いた垂直跳 (ACMJ) の跳躍高であった。SJ、CMJ および ACMJ は、バレーボール選手が一般男子学生よりも有意に高値を示した。また、バレーボール選手は、SJ が CMJ、ACMJ と比べ、また CMJ が ACMJ と比べて有意に低値を示した。

以上の結果から、垂直跳において、バレーボール選手は反動動作や腕の振込動作による効果が大きく SSC 運動での筋発揮で跳躍高を獲得していることが明らかになった。

スポーツパフォーマンス研究, 12, 587-595, 2020 年, 受付日: 2020 年 8 月 4 日, 受理日: 2020 年 10 月 2 日

責任著者: 岡野憲一 164-8530 東京都中野区中野 4-21-2 k.okano@thu.ac.jp

* * * *

Comparison of 3 types of vertical jumps by male top-level college volleyball players

Kenichi Okano, Hiromu Sakou

Teikyo Heisei University

Key words: squat jump (SJ), countermovement jump (CMJ), recoil action,
arm swing, volleyball

【Abstract】

The present study investigated characteristics of the vertical jumps of volleyball players. Nineteen male top-level volleyball players and ten male students who had not particularly played any sport did vertical squat jumps (vertical jumps without counter movements or arm swings; SJ), vertical countermovement jumps (CMJ), and vertical countermovement

jumps while swinging their arms (ACMJ).

The player group's jumps were higher for all three kinds of jumps than were those of the group without much sports experience. Also, the height of the player group's jumps was significantly different among the three types of jumps. The highest jumps were the countermovement jumps done while swinging their arms; those jumps were higher than the countermovement jumps. The lowest jumps, among the three types of jumps, were the squat jumps.

These results suggest that if volleyball players practice countermovement jumps while swinging their arms, they may achieve higher jumps as a result of improvement in the elastic recoil of the muscle-tendon complex in their legs.

I. 緒言

今日のスポーツにおける跳躍運動は、自力による走高跳や走幅跳といったものだけでなく、様々な道具を用いたもの、例えばトランポリン、棒高跳など種々あり、その多様な発展を認めることが出来る(深代・宮下, 1990). また、バレーボールやバスケットボールなどの競技スポーツにおいても多くの跳躍運動が行われている. その跳躍運動の中の垂直跳は、スポーツ競技、トレーニングおよびパフォーマンス評価において、一般的で基本的な運動技能といわれている(Reiser et al., 2006). また、脚のパワー発揮の測定においても、全力による反動動作を伴う垂直跳が用いられてきており(和田ほか, 1999), 筋力に加えスピード、協応性等も伴った、神経および筋の能力が示される(金子, 1988). 健康成人男性を対象に垂直跳などの跳躍運動と両脚および片脚の等速性脚伸展筋力との関係を検討した研究では、垂直跳の跳躍高と脚伸展パワー(等速性脚伸展筋力を体重で除した値)との間に有意な正の相関が認められている(今ほか, 2009). このように、主に脚の伸展パワー発揮の結果としての跳躍高を測定しているが、その跳躍パフォーマンスには反動動作や腕の振込動作が影響を及ぼすという特徴があり(阿江・藤井, 2002), 反動動作や腕の振込動作を用いず跳躍を行う垂直跳、反動動作のみを用いた垂直跳、反動動作や腕の振込動作を用いた垂直跳と、それぞれ動作を規定しながら測定が行われている. これらの垂直跳を比較・検証した先行研究において、スキージャンプ選手と陸上跳躍選手および体育専攻学生の各種垂直跳の跳躍高を比較したところ、スキージャンプ選手は反動動作や腕の振込動作を用いた垂直跳に対する反動動作や腕の振込動作を用いず跳躍を行う垂直跳の跳躍高の割合は、他の対象者と比べ高値を示し、反動動作や腕の振込動作の有無による跳躍高の差は小さいと報告されている(松垣ほか, 1993).

跳躍動作が頻繁に行われる代表的な球技種目として、バレーボール競技があげられる。バレーボールにおける跳躍動作は、その場で両側の脚で鉛直方向に跳び上がるブロックジャンプ、スパイクアプローチの方法から手が届く最も高い高さであるスパイクジャンプ最高到達点(跳躍高)などが挙げられ、これらの運動様式による跳躍高の測定は多くのバレーボールの現場において行われている(岡野・谷川, 2015). Sheppard et al.(2008)は、スパイクジャンプ跳躍高と垂直跳、台から跳び降りて素早く跳躍を行うデプスジャンプの跳躍高、スクワット最大挙上重量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、スパイクジャンプ跳躍高と有意な相関関係が認められたのは、垂直跳とデプスジャンプであったと報告している. このことから、スパイクジャンプには垂直跳のようなより大きな筋パワー発揮能力と、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が必要と考えられる(岡野ほか, 2017). このバレーボール競技における跳躍では、多くの局面で反動動作や腕の振込動作を用いながら跳躍が行われている. このように競技特性が異なるために、反動動作や腕の振込動作の貢献度に競技特性が現れる可能性がある.

そこで本研究は、大学男子トップレベルバレーボール選手と一般男子学生における垂直跳の跳躍能力および反動動作や腕の振込動作の利用効率を比較・検討し、バレーボール選手の垂直跳の跳躍特性を明らかにすることを目的とした.

II. 方法

1. 被験者

被験者は、大学男子バレーボール選手 19 名および運動部に所属していない一般男子学生 10 名の

合計 29 名であった。被験者の年齢, 形態を表 1 に示した。大学男子バレーボール選手は関東大学バレーボールリーグ 1 部に所属する大学トップレベルのチーム選手であった。また, 一般男子学生は, 運動部に所属しない男子大学生であった。

表 1. 被験者の年齢, 形態, 競技経験年数

	バレーボール選手 (n=19)	一般男子学生 (n=10)
年齢(歳)	20.2±1.1	19.9±0.6
身長(cm)	180.7±6.0	171.9±3.5
体重(kg)	72.4±6.2	66.5±3.0

本研究を行うに際し, 帝京平成大学倫理委員会の承認を得て, 被験者には文書と口頭により測定の趣旨, 内容ならびに危険性について説明を行い, 参加の同意を得た。

2. 測定項目及び測定方法

(1) 形態

形態の項目は身長, 体重とした。体重についてはデジタル体重計(HD662, TANITA 社製)を使用し, T シャツとハーフパンツ等, 軽装で計測した。

(2) 垂直跳における跳躍能力

垂直跳について, 反動動作や腕の振込動作を用いず跳躍を行う垂直跳(Squat Jump: SJ), 反動動作のみを用いた垂直跳(Counter Movement Jump: CMJ), 反動動作や腕の振込動作を用いた垂直跳(Arm Counter Movement Jump: ACMJ)の跳躍高を, それぞれマットスイッチ(マルチジャンプテスタ, DKH 社製)を用いて測定した。さらに, 垂直跳における反動動作や腕の振込動作の利用効率を確認するため, SJ と CMJ(SJ / CMJ), CMJ と ACMJ(CMJ / ACMJ), SJ と ACMJ(SJ / ACMJ)との割合の平均値を算出した。

SJ は手を腰にあて, 膝関節を 90 度程度に屈曲した姿勢から反動動作や腕の振込動作を用いない全力跳躍, CMJ は手を腰にあて, 直立姿勢から腕の振込動作を用いず, 反動動作のみを用いた全力跳躍, ACMJ は直立姿勢から反動動作や腕の振込動作を用いた全力跳躍を行うように指示した。跳躍は SJ, CMJ, ACMJ の順で, いずれの試技も 2 回ずつ行わせ, 試技で高値を示したものを分析に用いた。試技間には疲労の影響を無くすために十分な休息をとらせた。

3. 統計処理

本研究で用いた数値は, 全て平均±標準偏差で示した。対象(バレーボール選手, 一般学生)および各種垂直跳(SJ, CMJ, ACMJ)の平均値の差を比較するために 2 要因分散分析を行い, 有意な差が認められた際には Bonferroni の多重比較検定を行った。さらにバレーボール選手と一般学生間における垂直跳の平均値の差および SJ と CMJ(SJ / CMJ), CMJ と ACMJ(CMJ / ACMJ), SJ と ACMJ(SJ / ACMJ)との割合の平均値の差を比較するための検定には t 検定を用いた。統計的な有意性は危険率 5%未満とし

た.

III. 結果

表 2 に各種垂直跳の跳躍高におけるバレーボール選手と一般男子学生の関係を示した. 2 要因分散分析の結果, 交互作用は認められなかったが, 対象間および各種垂直跳に有意な主効果が認められた (対象:F(4,0)=65.094, $p < 0.01$, 各垂直跳:F(4,0)=24.886, $p < 0.01$). 多重比較の結果, バレーボール選手と一般男子学生の間では, いずれの垂直跳もバレーボール選手が有意 (いずれも $p < 0.01$) に一般学生より高値を示した. また対象ごとにみると, バレーボール選手は SJ が CMJ, ACMJ と比べて, また CMJ が ACMJ と比べて有意 (いずれも $p < 0.01$) に低値を示し, 一般男子学生は SJ が CMJ, ACMJ と比べて有意 (SJ-CMJ: $p < 0.05$, SJ-ACMJ: $p < 0.01$) に低値を示した (図 1).

表 2. 各種垂直跳の跳躍高におけるバレーボール選手と一般男子学生の関係

	バレーボール選手 (n=19)	一般男子学生 (n=10)	
SJ (cm)	47.5 ± 4.3	41.8 ± 3.2	**
CMJ (cm)	51.8 ± 4.5	45.5 ± 2.9	**
ACMJ (cm)	58.6 ± 5.2	48.5 ± 4.0	**
平均値 ± 標準偏差			** $p < 0.01$

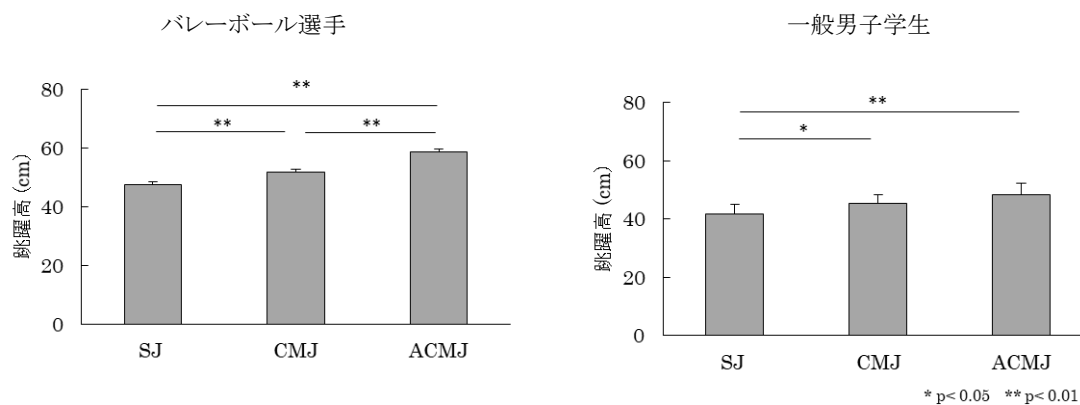


図 1. バレーボール選手と一般男子学生の各種跳躍能力の関係

さらに跳躍能力について, SJ と CMJ の割合 (SJ / CMJ), CMJ と ACMJ の割合 (CMJ / ACMJ), SJ と ACMJ の割合 (SJ / ACMJ) の平均値をバレーボール選手と一般男子学生間で比較した. SJ / CMJ については, バレーボール選手と一般男子学生間で有意な差は認められなかった (図 2, バレーボール選手: $91.7 \pm 6.3\%$, 一般男子学生: $92.1 \pm 6.3\%$). CMJ / ACMJ については, 一般学生が有意 ($p < 0.05$) にバレーボール選手より高値を示した (図 3, バレーボール選手: $88.7 \pm 7.1\%$, 一般男子学生: $93.9 \pm 3.5\%$). SJ / ACMJ については, バレーボール選手と一般男子学生間で有意な差は認められなかった (図 4, バレー

ボール選手:81.3.±7.6%, 一般男子学生:86.4±6.9%).

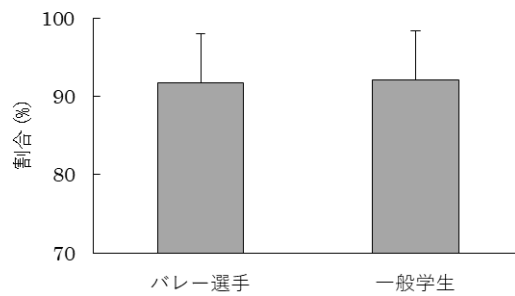


図 2. SJ/CMJ におけるバレーボール選手と一般学生の関係

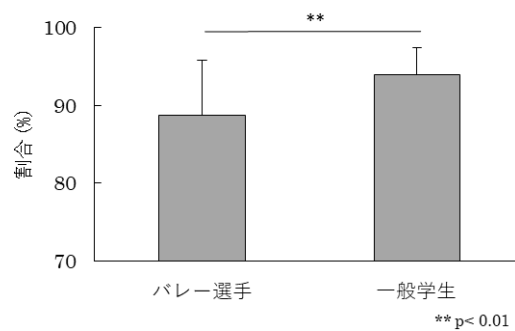


図 3. CMJ/ACMJ におけるバレーボール選手と一般学生の関係

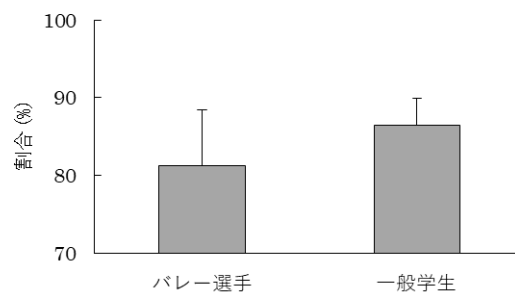


図 4. SJ/ACMJ におけるバレーボール選手と一般学生の関係

IV. 考察

本研究の目的は, トップレベル男子バレーボール選手と一般男子学生における垂直跳の跳躍能力および反動動作や腕の振込動作の貢献度を比較・検討し, トップレベル男子バレーボール選手の跳躍特性を明らかにすることであった. なお, 本研究の被験者である男子バレーボール選手は, インターカレッジ優勝経験のある大学トップレベルのチームに所属する選手で, 高い競技レベルを有している選手であった.

各種垂直跳における跳躍能力について, 本研究では SJ, CMJ, ACMJ のいずれの跳躍高もバレーボール選手が一般男子学生よりも有意に高値を示した. これらの結果から, 本研究の被験者において跳躍能力が競技能力に関連しているバレーボール選手は, 一般男子学生と比べ高い跳躍能力を有していた.

また本研究では、競技の各種垂直跳における跳躍能力を比較した。垂直跳において反動動作や腕の振込動作は跳躍高へ大きく影響を及ぼし、いずれも鉛直方向への跳躍にとって重要な力積を大きくすることに役立つと報告されている(阿江・藤井, 2002)。本研究においても、バレーボール選手、一般男子学生において、ACMJの跳躍高はSJの跳躍高と比べ、有意に高値を示しており、先行研究を支持する結果となった。さらに、反動動作や腕の振込動作を伴わないSJと反動動作を用いたCMJの跳躍高を比較したところ、本研究ではいずれの被験者もCMJがSJより有意に高値を示した。SJは下肢関節を屈曲し、静止した状態から反動動作や腕の振込動作を用いないで跳ぶ跳躍であり、純粋なコンセントリック筋活動における下肢の発揮パワーの評価指標とされている(Young, 1995; Young et al., 1995)。一方、直立姿勢から反動動作を用いて跳ぶCMJは、主動筋が一度引き伸ばされエキセントリックな筋力発揮で負荷を受け止め、その後コンセントリックな筋力発揮により大きな力が発揮されるといった活動動態を示し、その動態のことを伸張-短縮サイクル(SSC)と呼ばれている(Komi, 1984; Komi et al., 1992)。反動動作を用いないSJと反動動作を用いたCMJの高さを比較すると、SSC運動を利用しながら跳躍を行なうことから、CMJの方が2~4 cm増加することが報告されている(Cavagna, 1997)。バレーボール選手とハンドボール選手の跳躍能力を比較した研究において、SJとCMJ間における反動動作によってもたらされた増加分の比率を算出したところ、バレーボール選手がハンドボール選手と比べて反動動作の利用能力に優れていることを示唆している(浅野ほか, 1993)。しかしながら、本研究においては、バレーボール選手は一般男子学生とは有意な差が認められなかったことから、トップレベル男子バレーボール選手における脚の反動動作の特異性については、今後の検討課題と考えられる。

本研究における腕振りの効果については、バレーボール選手の反動動作や腕の振込動作を用いたACMJは、脚の反動動作のみを用いたCMJと比べて有意に高値を示した。一方、一般男子学生はACMJとCMJの間に有意な差は認められなかった。また、ACMJの跳躍高をバレーボール選手と一般男子学生で比較しても、バレーボール選手が一般男子学生よりも有意に高値を示した。さらに、CMJ / ACMJをみると、バレーボール選手が一般男子学生と比べ、有意に低値を示している。阿江(1983)は、ACMJの跳躍高に及ぼす身体各部の貢献度として、下肢が約70%、上肢が約20%、体幹が約10%と報告している。また、先行研究において、腕の振込動作により、跳躍の際に離地時の重心高が高くなること(Lees et al., 2004)、あるいは鉛直方向の最大床反力および力積が増加することにより(阿江・藤井, 2002)、跳躍高が増加することが報告されている。さらにPowers(1996)は、ACMJの離陸速度の平均10%は腕振りの影響によることを明らかにしており、トレーニングを下半身に限定すべきではないと述べている。本研究において、一般男子学生において、CMJとACMJに有意な差が認められなかった理由として、一般男子学生は腕振り動作がうまく行えておらず跳躍高向上に結びつかなかったことが推察される。一方、競技中の跳躍パフォーマンスにおいて、腕振りを用いながら行うバレーボール選手は、腕振りによる反動動作を有効に用いて跳躍を行っている可能性が示唆された。これらの結果から、バレーボール選手の跳躍能力を高めるためには下半身のトレーニングだけでなく、腕振りを用いることにより効率よく鉛直方向の大きな力を地面に加えられるような上半身のトレーニングも並行して行う必要があることが考えられる。

V. まとめ

本研究は、バレーボール選手の跳躍特性を明らかにすることであった。得られた結果は以下のとおり

である.

1. 垂直跳における跳躍能力について, SJ, CMJ, ACMJ のいずれの垂直跳もバレーボール選手が一般男子学生よりも有意に高値を示した.
2. 跳躍能力の関係について, バレーボール選手は, SJ が CMJ, ACMJ と比べ, また CMJ が ACMJ と比べて有意に低値を示した. 一般男子学生は, SJ が ACMJ と比べて有意に低値を示した.
3. 跳躍能力の割合について, CMJ / ACMJ は一般学生がバレーボール選手よりも有意に高値を示した.

以上の結果から, 垂直跳において, バレーボール選手は反動動作や腕の振込動作による効果が大きく SSC 運動での筋発揮で跳躍高を獲得していることが支持された.

VI. 参考文献

- ・阿江通良, 藤井範久(2002)スポーツバイオメカニクス 20 講. 朝倉書店. pp.53-118.
- ・阿江通良(1983)身体運動の科学 . 杏林書院. pp.182-188.
- ・浅野幹也, 山本高司, 藤松 博, 小山哲央, 犬塚秀幸(1993)球技選手における脚の筋出力特性とジャンプパフォーマンス向上のためのトレーニング方法について—ハンドボール選手とバレーボール選手の比較から—. 中京大学体育学論叢. 34:41-48.
- ・Cavagna, G. A. (1997) Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exerc. Sport. Sci. Rev.* 5: 89-129.
- ・深代千之, 宮下充正(1990)跳ぶ科学. 大修館書店. pp.2-20.
- ・金子公宥(1988)パワーアップの科学. 朝倉書店. pp.1-63.
- ・Komi, P. V. (1984) Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 12: 81-122.
- ・Komi, P. V., Fukashiro, S., Järvinen, M. (1992) Biomechanical loading of achilles tendon during normal locomotion. *Clinics in sports medicine* 11: 521-531.
- ・今 直樹, 高見彰淑, 皆方 伸, 佐々木誠(2009)健常成人男性における両脚および片脚等速性脚伸展筋力と運動能力との関係. *理学療法科学.* 24:143-146.
- ・Lees, A., Vanrenterghem, J., Clercq, D.D. (2004) Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *J. Biomech.* 37: 1929-1940.
- ・松垣紀子, 久野譜也, 秋間 広, 高橋英幸, 板井悠二, 村木征人, 竹村夫美子, 中嶋寛之, 勝田茂(1993)MRI による国内一流スキージャンプ選手における筋の形態的特性と筋出力特性. *Jpn. J. Sports Sci.* 12:797-804.
- ・岡野憲一, 谷川 聡:男子バレーボール選手の身長に関する研究(2015)バレーボール研究. 17: 37-41.
- ・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.* 62:105-114.
- ・Powers, M. E. (1996) Vertical jump training for volleyball. *Strength Cond. J.* 18: 18-23.

- Reiser, R. F., Rocheford, E. C., Armstrong, C. J. (2006) Building a better understanding of basic mechanical principles through analysis of the vertical jump. *Strength Cond. J.* 28: 70-80.
- Sheppard, J.M., Cronin, J.B., Gabbett, T.J., McGuigan, M.R., Etxebarria, N., Newton, R.U. (2008) Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *J. Strength Cond. Res.* 22: 758-765.
- 和田匡史, 土岡大介, 伊藤直樹, 石井喜八 (1999) 立位姿勢における短時間急速反動動作時の下肢関節の動特性. *日本体育大学紀要.* 29:39-46.
- Young, W. (1995) Laboratory strength assessment of athletes. *New Stud. Athletics.* 10: 89-96.
- Young, W., McLean, B., Ardagna, J. (1995) Relationship between strength qualities and sprinting performance. *J. Sport. Med. Phys. Fit.* 35: 13-19.