

プライオメトリック運動がバレーボールにおける ブロードジャンプ能力に与える影響

Influence of plyometrics exercise for broad jump of the volleyball

片岡 悠妃
Haruhi KATAOKA

I 緒言

陸上競技における走り幅跳びや走り高跳びは、跳んだ距離や高さがそのまま結果へと結びつくものである。一方、球技スポーツにおける跳躍型のスキルは、跳んだ距離や高さがそのままパフォーマンスには直結しないが、間接的に有利に働くことはよく知られている^{1),26),42)}。バレーボールは、ネットを挟んで、相手側のコートにボールを落とすか、相手側のミスを誘発させるようなボール操作を空中で行いながら得点を重ねることにより、勝敗を決定する競技である^{31),37)}。この競技は、失点に結びつく守備と、加点に大きく関与する攻撃により構成されている^{31),37)}。その中でも特にスパイクは、攻撃の半分以上を占める最も強力な技術であり、試合において多くの得点を記録する^{10),30),31),39),40),44)}。スパイクとは、ジャンプしてボールをネット越しに相手コートに打ちこむことに主眼が置かれているプレーである³¹⁾。その中でもオープンスパイクは、ネットから1.5m以上離れた高いトスを、ネットに対して垂直に助走し、両足踏み切りで鉛直方向にジャンプしボールを打つパフォーマンスである^{8),31),35)}。アグレッシブなバレーを展開するためには、爆発的かつダイナミックに、より高打点から、力強く、そして急角度にスパイクすることが要求される。

近年のバレーボール競技において、勝つために様々な戦術が考案されている^{30),39),40),42),44)}。それに伴って、攻撃で有利な状況を作り出すために複数のプレーヤーが、様々なテンポのジャンプパフォーマンスを織り交ぜ組織的に攻撃するコンビネーション攻撃²⁸⁾が多く見られるようになり、その中でもブロード攻撃は特に注目に値する。ブロード攻撃とは、ネットに対して平行に助走し、片足で身体をひねりジャンプし、平行に流れながら打つジャンプパフォーマンスである^{28),31)}。すなわち、相手のブロックをかわし攻撃することや、相手のブロックが完全に準備される前に攻撃することが可能となった。このことから、スパイクの高さや力強さに加え^{42),43)}、ブロード攻撃の跳躍距離（ブロードの幅）やスピードの重要性が示唆されている²⁸⁾。

このようなパフォーマンスを向上させるためのトレーニング方法として、プライオメトリクストレーニングが推奨されている^{2),3),5),6)}。プライオメトリック運動（プライオメトリクス）とは、外力によっ

て引き伸ばされた筋や腱が元に戻ろうとするときに生じる弾性エネルギーを用いることにより運動効率を高める運動形態であり^{18),19),20),32)},すなわち,きわめて短時間の,高負荷型の反動動作を伴った運動(stretch-shortening cycle : SSC)である⁴⁸⁾. このトレーニングを行うことにより,神経系の改善によって力の立ちあがり速度を高めることから^{13),17),18)},上肢では遠投(飛距離,初速度,発揮パワー)およびチェストパス能力が^{24),33)},また下肢では疾走および跳躍能力が^{12),15),21)}向上することが明らかにされている. 図子は⁴⁷⁾,バスケットボール選手を対象に, リバウンドドロップジャンプ運動の実施が,踏切時間の短縮に伴うジャンプ能力や素早い方向転換能力を向上させることを明らかにしている. また,花城らは⁸⁾,バレーボール選手を対象にジャンプトレーニングを実施した結果, 反動跳躍系のトレーニングを行ったグループは, 筋力系のトレーニングを行ったグループに比べて助走から踏切の瞬間で下肢の移動速度が速くなり,合理的に鉛直方向へ切り替えることが可能になったことを明らかにしている.

しかしながら,これまでに行われてきたバレーボールにおけるプライオメトリクストレーニングの効果に関する研究は,すべてオープンスパイクジャンプのみに注目しており,ブロード攻撃を含む素早いテンポのジャンプパフォーマンスに着目した研究は認められていない.

そこで本研究では,素早いテンポの中でも出現頻度が比較的高いブロード攻撃に注目し,このジャンプ能力に,プライオメトリクストレーニングが効果的に作用すると仮説を立て,長期的なトレーニングの効果を検証する前段階として,1回のトレーニング直後の即時的効果を検証することを目的とした. これらを明らかにすることは,ブロード攻撃のジャンプパフォーマンス向上のためのプライオメトリクストレーニングの導入および技術指導に役立たせることができると考える.

II 方法

1 被検者

被検者は, M大学女子バレーボール部に所属し, これまでプライオメトリクストレーニング等の専門的なジャンプトレーニングを実施したことのない学生12名とした. 被検者の体組成(身長, 体

Table1 Characteristics of subjects

Subject parameters(Unite)	Mean±SD
Age(year)	21.3±1.2
Height(cm)	164.0±6.3
Weight(kg)	59.6±4.3
BMI	22.1±1.5
Fat(%)	28.9±2.3
Body muscle content(kg)	39.7±3.1
Body muscle content(Right-Leg)(kg)	6.5±0.4
Body muscle content(Left-Leg)(kg)	6.4±0.4
Volleyball experience	8.5±2.9

重, BMI, 体脂肪率, 筋肉量) は実験前に体組成計 (InnerScanV, TANITA社製) を用いて計測し, その身体的特徴はTable1に示した. また, すべての被験者の踏み切り足は, 左足であった. 被験者には, 実験を行うにあたり, 本研究の目的と方法および実験に伴う危険性を十分に説明し, 実験参加に対する同意を得た.

2 実験の概要

実験の概要は, Fig.1に示した. 手順は, 各自十分なウォーミングアップ終了後, 後述する3試技 (助走なしジャンプ (no-step jump), 1歩助走ジャンプ (one-step jump), 2歩助走ジャンプ (two-step jump)) のPre測定を行い, リバウンドドロップジャンプ運動後, Post測定を行った. 各測定での試技はそれぞれ2回ずつ行わせ, 跳躍高が最も高かった試技を測定値とした.

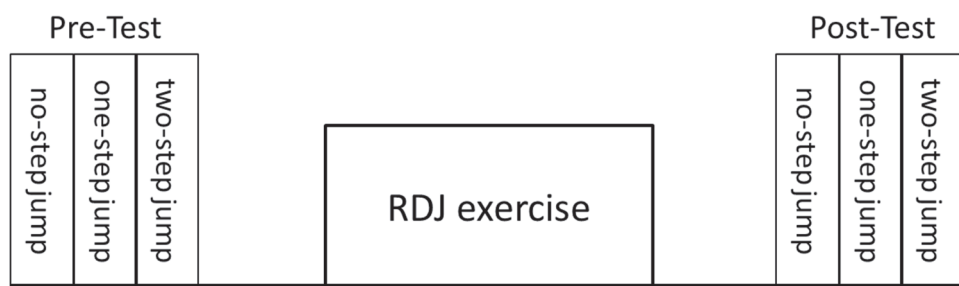


Fig.1 Experimental protocol

3 測定試技

測定試技は, 下記に示す3種類のジャンプを行わせた.

(1) no-step jump

左足でフォースプレート (TEAC社製) 上に乗り, その状態から身体を左にひねりながらジャンプし, フォースプレートの前へ着地する.

(2) one-step jump

フォースプレートの手前から1歩の助走を行い, フォースプレート上に片足で踏み切り, 身体を左にひねりながらフォースプレートの前へ着地する.

(3) two-step jump

フォースプレートの手前から2歩の助走を行い, フォースプレート上に片足で踏み切り, 身体を左にひねりながらフォースプレートの前へ着地する.

4 測定項目

(1) 跳躍高

跳躍高は、はじめに被検者の基準値を求めるために、被検者には用意した模造紙に対して正対させ、指高を測定した。次に、模造紙に向かって前述の3種類のジャンプ動作を行わせ、被検者には中指につけた朱肉をジャンプの最高点で模造紙につけるよう指示し、それぞれのジャンプにて測定した。そして各被検者の跳躍高の値は、最高到達点から基準値を引いた値とした。

(2) 最大床反力

フォースプレートから得られたデータはA/D変換器 (Power Lab, AD Instruments社製) を介して、パーソナルコンピュータに取り込み、分析ソフト (Chart 5.11, AD Instruments社製) により床反力波形を得た。これより、最大床反力 (kg) を算出した。no-step jumpの床反力波形の典型例をFig.2に、one-step jump, two-step jumpの典型例をFig.3に示す。

(3) 接地時間

接地時間は、床反力波形において安定状態から最も早期に力発揮が「0」になった地点を離地点とし、それぞれの地点の時間を読み取り、離地点の時間から筋活動開始点の時間を引いた値 (sec) として算出した。

(4) 最大力到達時間

最大力到達時間は、床反力波形から、最大床反力地点の時間を読み取り、この地点から床反力開始地点の時間を引いた値 (sec) として算出した。

(5) 最大力立ち上がり速度

最大力立ち上がり速度は、最大床反力 (kg) を最大力到達時間 (sec) で除した値 (kg/sec) とした。

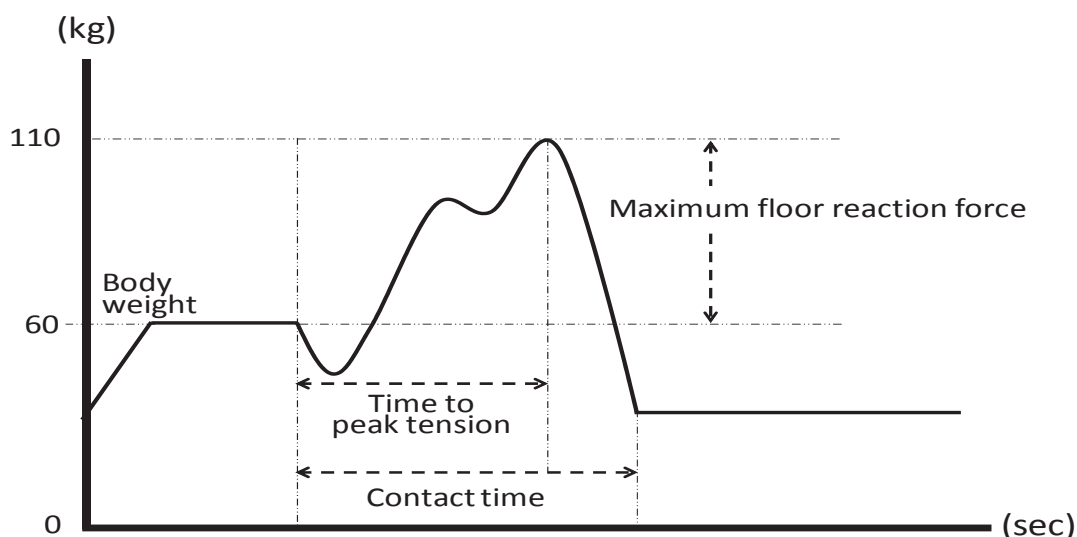


Fig.2 Force generation pattern during no-step jump.

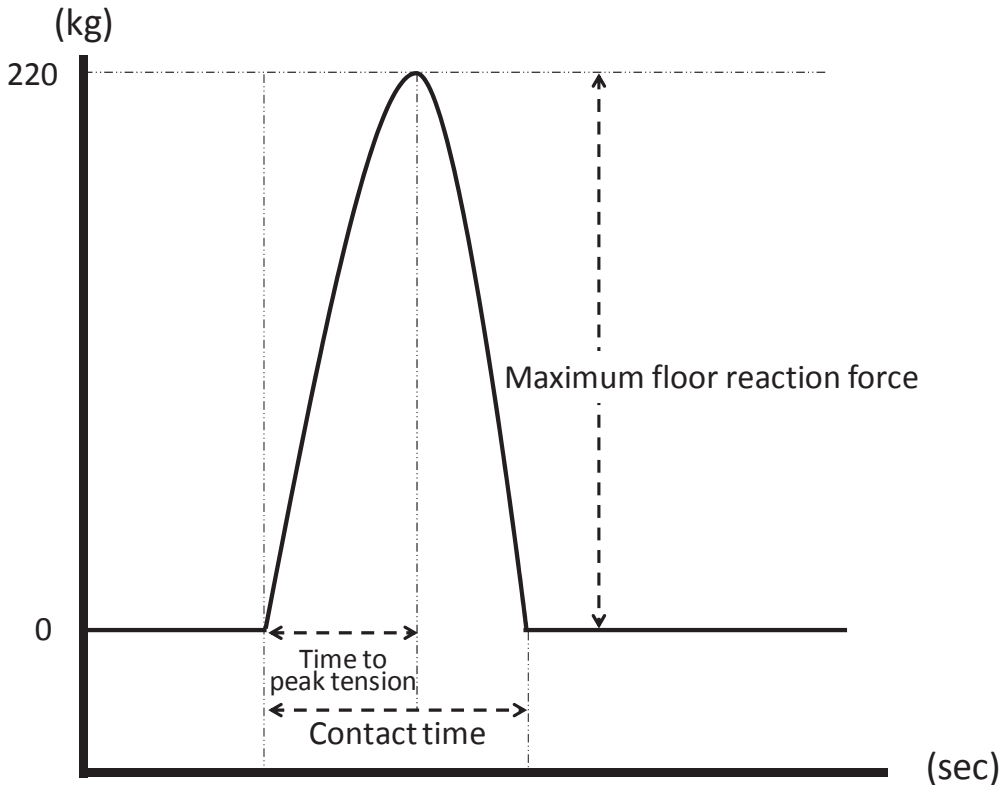


Fig.3 Force generation pattern during one-step and two-step jump.

（６）跳躍距離

跳躍距離は、踏み切りの際の左足つま先から着地の際の左足かかとまでの直線距離（cm）とし測定した。

５ トレーニング内容

プライオメトリクストレーニングには、台から跳び降り即座に跳び上がる、リバウンドドロップジャンプ運動（Rebound drop jump:RDJ）を実施した（Fig.4）。直ちにプライオメトリクストレーニングを行わせると、怪我の危険性があるため、ウォーミングアップとして、トレーニング前に70cmの台高より着地運動を10回行わせた。この運動では、着地時に衝撃を緩衝しながらもできるだけ接地音がしないよう指示した。RDJの台高および実施回数は、先行研究^{45),46),47),48)}を基に、一部被検者に応じて修正したものを用いた。具体的には、0.35mの高さに設定した台を60cm間隔に4台並べて置き、3回のRDJを1セットとし、総計15セット、計45回のRDJを実施させた。この試技では、接地音が立たない着地で、かつできるだけ接地時間を短くし、膝関節を曲げすぎないことを指示した。

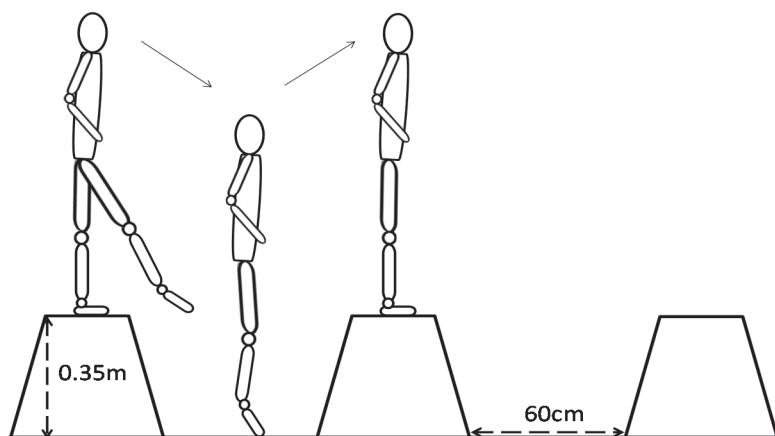


Fig.2 A method of rebound drop jump exercise.

3 統計処理

各測定結果は平均値±標準偏差で示した。跳躍高，跳躍距離，最大床反力，接地時間，最大筋力立ち上がり速度における運動前後における有意差検定には対応のあるT検定を行った。

統計処理には，統計解析ソフトウェアSPSS Statistics Version 22を用いて行い，有意水準は5%未満 ($P < 0.05$) とした。

Ⅲ 結果

1 跳躍高

Fig.6は，各ジャンプにおける跳躍高を，RDJ前後で比較したものである。Fig.6(a)は，no-step jump, (b)はone-step jump, (c)はtwo-step jumpにおける，RDJ前後の跳躍高を示している。RDJ前後においてno-step jump, one-step jumpにおいては1%水準で ($P < 0.01$)，また，two-step jumpにおいては5%水準で ($P < 0.05$) 有意な差が認められた。

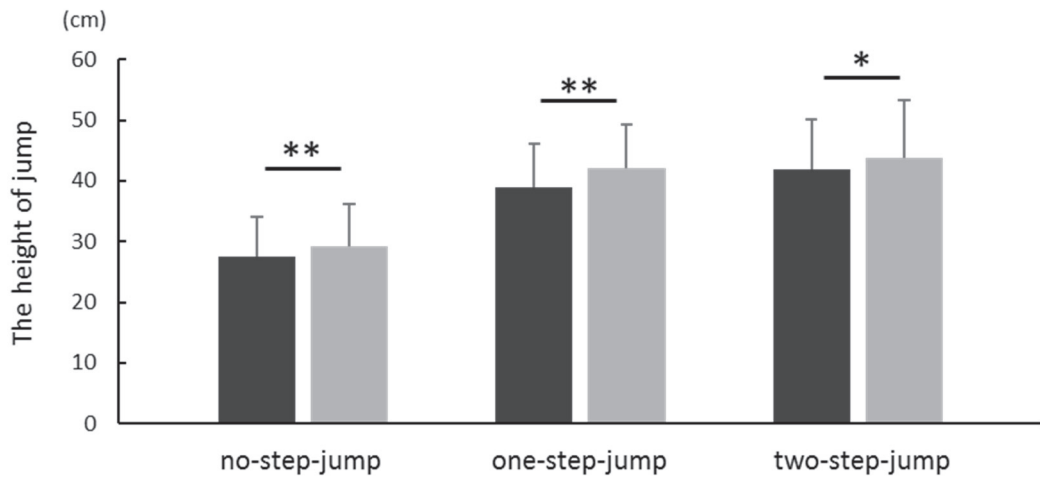


Fig.6 The height in a no-step jump, a one-step jump and a two-step jump between pre and post exercise. * and ** represent a significant difference between pre and post exercise, $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

2 接地時間

Fig.7は、各ジャンプにおける接地時間を、RDJ前後で比較したものである。Fig.7(a)は、no-step jump, (b)はone-step jump, (c)はtwo-step jumpにおける、RDJ前後の接地時間を示している。RDJ前後においてno-step jumpにおいては5%水準で ($P<0.05$), また、one-step jump, two-step jump においては1%水準で ($P<0.01$) 有意な差が認められた。

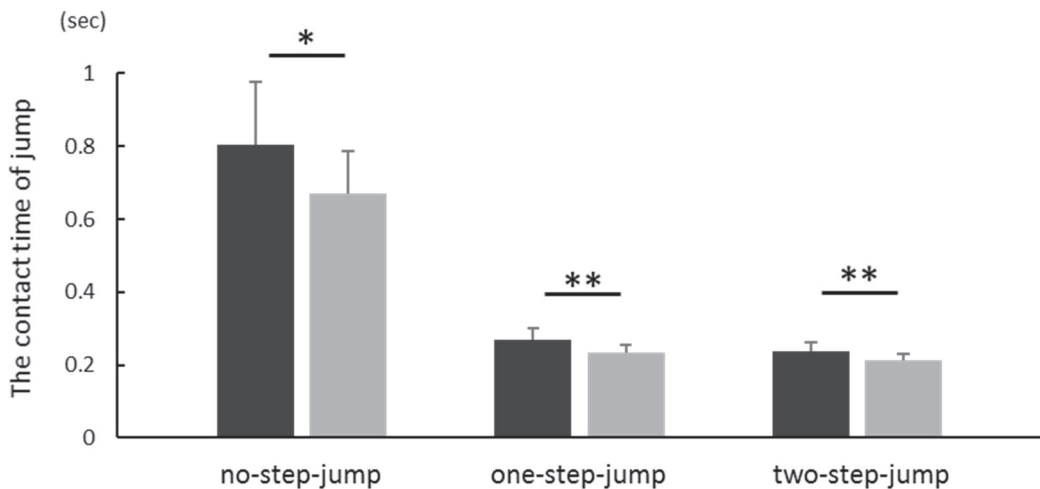


Fig.7 The contact time in a no-step jump, a one-step jump and a two-step jump between pre and post exercise. * and ** represent a significant difference between pre and post exercise, $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

3 最大床反力

Fig.8は、各ジャンプにおける最大床反力を、RDJ前後で比較したものである。Fig.8(a)は、no-step jump、(b)はone-step jump、(c)はtwo-step jumpにおける、RDJ前後の最大床反力を示している。RDJ前後において、no-step jump、one-step jump、two-step jumpのいずれにおいても、1%水準で有意な差が認められた ($P<0.01$)。

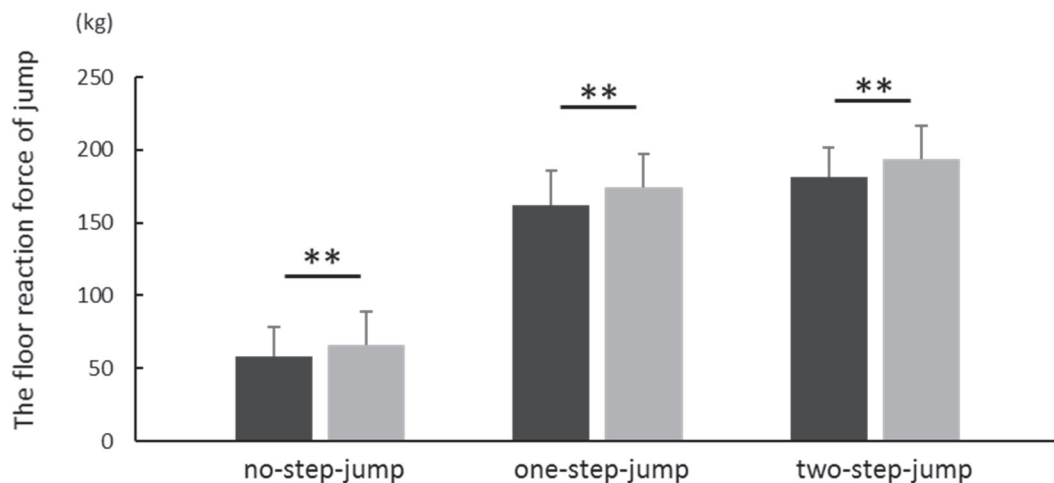


Fig.8 The floor reaction force in a no-step jump, a one-step jump and a two-step jump between pre and post exercise. * and ** represent a significant difference between pre and post exercise, $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

4 最大筋力立ち上がり速度

Fig.9は、各ジャンプにおける最大筋力立ち上がり速度を、RDJ前後で比較したものである。Fig.9(a)は、no-step jump、(b)はone-step jump、(c)はtwo-step jumpにおける、RDJ前後の最大筋力立ち上がり速度を示している。RDJ前後においてno-step jump、one-step jump、two-step jumpのいずれにおいても1%水準で有意な差が認められた ($P<0.01$)。

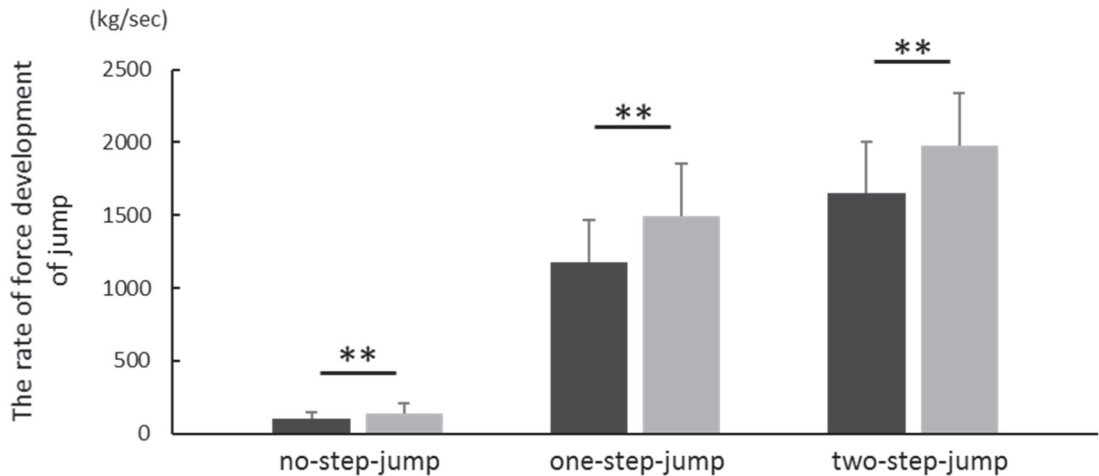


Fig.9 The rate of force development in a no-step jump (a), a one-step jump(b) and a two-step jump between pre and post exercise. * and ** represent a significant difference between pre and post exercise, $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

5 跳躍距離

Fig.10は、各ジャンプにおける跳躍距離を、RDJ前後で比較したものである。Fig.10(a)は、no-step jump, (b)はone-step jump, (c)はtwo-step jumpにおける、RDJ前後の跳躍距離を示している。RDJ前後においてno-step jump, one-step jump, two-step jumpのいずれにおいても有意な差が認められなかった。

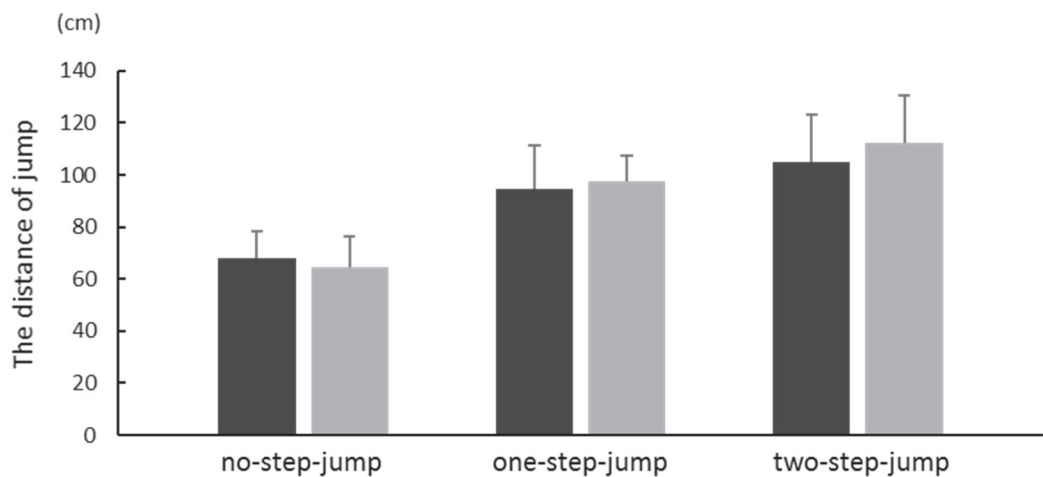


Fig.10 The distance in a no-step jump, a one-step jump and a two-step jump between pre and post exercise. * and ** represent a significant difference between pre and post exercise, $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

IV 考察

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として、プライオメトリクストレーニングが効果的であることは、これまでの多くの先行研究において認められている^{8),11),35),48)}。バレーボールでは、プライオメトリクストレーニングによりオープンスパイクのジャンプ能力が向上するということは明らかとなっている⁸⁾。しかしながら、このトレーニングがジャンプの方向とスパイクの方向が異なるブロード攻撃のジャンプ能力に及ぼす影響については不明なまま残されている。そのため、「プライオメトリクストレーニングがブロードジャンプ能力を向上させる」と仮説をたて、検証を試みる。本研究では1回のリバウンドドロップジャンプ運動が、ブロードジャンプ能力に及ぼす影響について検討した。被検者は、ほとんどがバレーボール歴8年以上の熟練者であるが、これまでにプライオメトリクストレーニングを行ったことのない選手であった。そのため、被検者の状況と照らし合わせ、至高台高などの実施方法を一部修正した上でプライオメトリクスエクササイズ^{45),46),47),48)}の導入手順に従った。

その結果、運動直後の跳躍高においてno-step jump, one-step jump, two-step jumpすべてに有意な増加が認められた (Fig. 6)。また、接地時間においてもリバウンドドロップジャンプ運動により、すべてのジャンプに有意な短縮が認められた (Fig. 7)。笹木らは²⁹⁾、優れた方向転換能力を保持している競技者は、方向転換時の接地時間が短く、接地時間の短さが素早い動きに結びついていると報告している。また、図子らは⁴⁷⁾、リバウンドドロップジャンプトレーニングは、接地時間を短縮し、方向転換の能力を向上させると報告している。一方、接地時間とジャンプの関係において、Komiは¹⁹⁾、伸張反射がパフォーマンスの増大に貢献する条件として、①接地前の予備活動があること、②筋伸張が素早く短い時間で起こること、③伸張から短縮への移行時間が短いことをあげており、飯田らは¹¹⁾、ホッピングやリバウンドドロップジャンプが、これらの条件に相当する跳躍動作であると報告している。また、Funase et al.は⁷⁾、EMGの周波数解析により、高強度運動は離地のための筋活動がおこる局面に伸張反射による筋活動が発生すると報告している。これらのことから飯田らは¹¹⁾、接地時間が短いホッピングやドロップジャンプによる跳躍高の増加は、接地時の伸張反射が短縮性収縮局面において身体を上昇させる筋活動として利用されるためとしている。これらを考え合わせると、本研究で得られたリバウンドドロップジャンプによる跳躍高の増加は、接地時間の短縮によりもたらされたと示唆される。

跳躍高や直線走の速度は、下肢の筋群が行う仕事量や筋出力の大きさによって決定するが、接地時間は力の立ち上がり速度や伸張 - 短縮運動によって発生する伸張反射などの神経系の要因に依存すると報告している^{17),32)}。さらに、プライオメトリクストレーニングは、筋肥大を伴わずに、神経系の改善によって、力の立ち上がり速度を高めることが認められている^{17),36)}。本研究では、リバウンドドロップジャンプ運動前後のno-step jump, one-step jump, two-step jumpすべてにおいて最大床反力および力の立ち上がり速度は有意に速くなることが明らかとなった (Fig. 8, 9)。花城らは⁸⁾、オープンスパイクジャンプでは、反動跳躍系のトレーニングを行った後、トレーニング前の動きに比べて水平速度を急減しないように助走 - 踏み切りを行い、離床時の重心が最高点に達

してから床を蹴るようなフォームになっていること、さらに最高点時におけるフォームでは、下半身が水平に流れていたものが、目標点に向かい真上に跳び上がるように変化したことを報告している。しかしながら本研究では、no-step jump, one-step jump, two-step jumpすべてにおいて、0～2歩助走の跳躍距離に有意な差は認められなかった (Fig. 10)。そのため、助走スピードを合理的に鉛直方向へ切り替えることができるようになったとはいえないが、有意な最大床反力および力の立ち上がり速度の増加と接地時間の減少から、踏み切り時に短時間で大きな力を生み出し、結果的に素早く高く跳べたものと考えている。

宮崎らは²⁵⁾、同じ跳び方の跳躍であってもその地面反力波形のパターンにはかなりの個人差があり、大きく6つのパターンに分けることができると報告している (Fig. 11)。これに従い、本研究の地面反力波形を検討した。

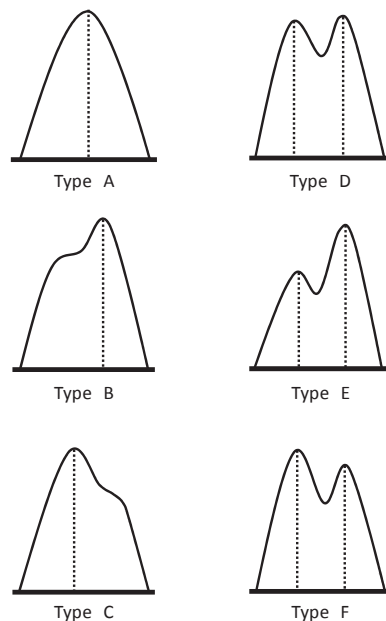


Fig.11 Six types of reaction force pattern during takeoff in jumping. For detail, see miyazaki et al ²⁵⁾.

その結果、no-step jumpにおいて12人中4人の地面反力波形が、リバウンドドロップジャンプ運動後に力のピークが2峰性から1峰性へとパターン移行していることが明らかとなった。また、始めから1峰性を持っていた12人中6人の被検者の地面反力波形は、リバウンドドロップジャンプ運動後にType BからType Aへとパターン移行していることも明らかとなった。したがって、リバウンドドロップジャンプ運動を行うことにより、力のピークを1つに集約させ、大きな力を瞬間的に利用する効果的な跳躍パターンへと移行したものと示唆される。

したがって本研究の結果から、一回のリバウンドドロップジャンプ運動は、ブロードジャンプ能力に上述したプライオメトリックトレーニングの特異的な効果をもたらすことが明らかとなり、効

果的なジャンプ形態を習得した可能性が示唆された。これらのことは、バレーボール競技において高いジャンプパフォーマンスを発揮するためのウォーミングアップとして、また、ブロード攻撃における段階的な技術トレーニングの一つとして役立つ知見となるだろう。今後は、長期的なトレーニングを行った場合及び助走歩数を3歩4歩と増やして行った場合どのような変化がみられるか非常に興味深い課題として残された。

参考文献

- ¹⁾ 明石正和, 川之上豊, 横矢勇一, 田中信雄 (2011) バレーボール選手の競技能力判定法に関する研究. 城西大学研究年報, 自然科学編 (34), 47-59.
- ²⁾ Blattner SE & Nobel L (1979) Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. Res Quart, 50, 583-588.
- ³⁾ Brown ME, Mayhew JL & Boleach LW (1986) Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. J sports Med phys Fit, 26, 1-4.
- ⁴⁾ Cavagna GA (1997) Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. Exerc Sport Sci Rev, 5, 89-129.
- ⁵⁾ Clutch D, Wilton M, McGrown C & Bryce GR (1983) The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. Res Quart, 54, 5-10.
- ⁶⁾ Frod HTJr, Puckett R, Drummond JP, Sawyer K & Fussell C (1983) Effect of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. Percept Mot Skills, 56, 919-922.
- ⁷⁾ Funase K, Higashi T, Sakakibara A, Imanaka K, Nishihira Y & Miles TS (2001) Patterns of muscle activation in human hopping. Eur J Appl Physiol, 84, 503-509.
- ⁸⁾ 花城 均, 木村 恵, 日高敬兄, 池上寿伸, 坂本康成 (2002) バレーボールジャンプに必要な要因の検討. 佐賀大学文化教育学部研究論文集, 6, 293-302.
- ⁹⁾ 濱田幸二, 塩川勝行, 三浦 健, 高橋仁大, 小島隆史, 坂中美郷, 生瀬良造, 中西康巳, 成田明彦 (2007) バレーボールにおける連続する技術の修正能力に関する研究(1)ーサープレシブ(レセプション)からトスまでに着目してー. 鹿屋体育大学学術研究紀要, 36, 47-58.
- ¹⁰⁾ 福原祐三, 枋堀申二, 都沢凡夫 (1983) バレーボールのゲーム分析 (1)ースパイクの貢献度ー. 筑波大学体育学系紀要, 6, 113-122.
- ¹¹⁾ 飯田祥明, 中澤公孝 (2012) 反動動作と伸張反射ー伸張反射出力は跳躍高増大に貢献するかー. 体育の科学, 62, 24-30.
- ¹²⁾ 岩竹 淳, 鈴木朋美, 中村夏実, 小田宏行, 永澤 健, 岩壁達男 (2002) 陸上競技選手のリバウンドドロップジャンプにおける発揮パワーとスプリントパフォーマンスとの関係. 体育学研究, 47, 253-261.
- ¹³⁾ Jakobsen MD, Sundstrup E, Randers MB, Kjaer M, Andersen LL, Krstrup P, Aagaard P (2012) The effect of strength training, recreational soccer and running exercise on stretch-shortening cycle muscle performance during countermovement jumping. Hum Mov Science, 31, 970-986.
- ¹⁴⁾ 勝田 茂, 高橋英幸, 中林真知子, 稲木光晴, 福原祐三, 村木征人, 尾縣 貢, 新津 守 (1998) アキレス腱の形態的特性がジャンプパフォーマンスに及ぼす影響. 筑波大学体育科学系紀要, 21, 23-34.

- 15) Kannas TM, Kellis E & Amiridis IG (2012) Incline plyometrics-induced improvement of jumping performance. *Eur J Appl Physiol*, 112, 2353-2361.
- 16) 小島隆史, 濱田幸二, 篠木賢一 (2007) 大学女子バレーボール競技におけるスパイクレシーブ及びカウンターアタックの重要性－鹿屋体育大学の西日本インカレでの躍進を例に－. *鹿屋体育大学学術研究紀要*, 35, 66-73.
- 17) Komi PV (1986) Training of muscle strength and power. Interaction of neuromotoric hypertrophic and mechanical factors. *Int J Sports Med*, 7 (Suppl.) 10-15.
- 18) Komi PV (1987) Neuromuscular factors related to physical performance. *Med Sports Sci*, 26, 48-66.
- 19) Komi PV (2000) Stretch-shortening cycle: powerful model to study normal and fatigued muscle. *J Biomech*, 33, 1197-1206.
- 20) Komi PV & Nicol C (2011) Stretch-shortening cycle of muscle function. Neuromuscular aspects of sport performance. In Komi PV Ed, Volume XVII of the encyclopaedia of sports medicine an IOC medical commission publication, Blackwell Publishing Ltd, London, pp 15-31.
- 21) Kotzamanidis C (2006) Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *J Strength Cond Res*, 20, 441-445.
- 22) 眞鍋政義 (2011) 精密力 ～日本再生のヒント～. 主婦の友社, 東京, pp 104-148.
- 23) 眞鍋政義 (2012) バレーボールは眞鍋に学べ. 日本文化出版, 東京, pp 50-63, 92-93.
- 24) 三浦 健, 関子浩二, 鈴木章介, 松田三笠 (2002) バスケットボールにおけるチェストパス能力を高める上肢のブライオメトリックス手段に関する研究. *体育学研究*, 47, 141-154.
- 25) 宮崎義憲, 朽木 勤 (1984) 垂直跳びの踏切動作における地面反力の検討. *東京学芸大学紀要*, 5, 191-199.
- 26) 宮下充正, 深代千之, 山際哲夫 (1990) 跳ぶ科学, スポーツ科学ライブラリー. 大修館書店, 東京, pp 87-97.
- 27) 日本バレーボール協会・編 (2004) バレーボール指導教本. 大修館書店, 東京, pp 44-86.
- 28) 日本バレーボール学会・編 (2012) Volley pediaバレーペディア. 日本文化出版株式会社, 東京, pp 9-80.
- 29) 笹木正悟, 金子聡, 福林徹 (2008) サッカー選手における後方への方向転換能力に関する研究. *早稲田大学スポーツ科学研究*, 5, 45-57.
- 30) 澤井 亨 (2010) バレーボール「セッター」における技術・戦術の変遷とスキルアップ方法についての解説. *大阪産業大学人間環境論文集*, 9, 223-242.
- 31) Selinger A & Ackermann-Blount J (朽堀申二 訳監) (1993) 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, 東京, pp 15-246.
- 32) Sale DG (1988) Neural adaption to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 20, 135-145.
- 33) 田内健二, 高松 薫, 土江寛裕, 磯 繁雄 (2006) 槍投げ競技者における上肢の伸張 - 短縮サイクル運動の遂行能力の評価. *スポーツ科学研究*, 3, 104-112.
- 34) 田中 愛, 西野 明 (2007) バレーボールの試合におけるサーブの重要性について. *千葉大学教育学部研究紀要*, 55, 121-124.
- 35) 田中弘之, 清水安希子, 山本洋司, 松下 亮 (2007) 足関節運動の筋力トレーニングが垂直跳びの跳躍高に及ぼす影響－バレーボール競技におけるジャンプパフォーマンス向上のための実践的方策について－. *鳴門教育大学実技教育研究*, 17, 27-32.

- ³⁶⁾ Wilson GJ, Murphy J & Giorgi A (1996) Weight and plyometric training: Effects on eccentric and concentric force production. *Can J Appl Physiol*, 21, 301-315.
- ³⁷⁾ 吉田敏明, 勝本 真, 中西康巳 (1996) バレーボールの技術と指導. 不味堂出版, 東京, pp 3, pp 12-49.
- ³⁸⁾ 吉田康成, 吉田雅行, 島崎 司 (1999) 競技力の輪郭(Ⅱ)－戦術におけるスパイクレシーブ技能の再考－. 大阪教育大学紀要, 47, 519-526.
- ³⁹⁾ 吉田康伸, 上田 実, 富田公博, 田村義男 (1996) バレーボールにおけるフロントとバックの攻撃パターンについての研究. 法政大学体育研究センター紀要, 14, 1-9.
- ⁴⁰⁾ 吉田康伸, 中西康巳, 重永貴博, 今丸好一郎 (1999) バレーボールにおけるフロントとバックの攻撃パターンについての研究②. 法政大学体育研究センター紀要, 17, 39-47.
- ⁴¹⁾ 吉田康伸, 米山一朋, 浜口純一 (2008) バレーボールにおけるジャンプサーブの効果についての研究. 法政大学体育・スポーツ研究センター紀要, 26, 21-23.
- ⁴²⁾ 吉田康伸, 濱口純一, 増山光洋, 山田 快 (2011) バレーボールにおけるルール改正に伴う戦術の変化についての研究②. 法政大学体育・スポーツ研究センター紀要, 29, 11-14.
- ⁴³⁾ 吉原宗介, 関子浩二, 濱田幸二, 縄田亮太, 坂中美郷 (2009) バレーボールにおけるスパイクのボール速度とメディシンボールによる遠投距離との関係. 鹿屋体育大学学術研究紀要, 39, 9-14.
- ⁴⁴⁾ 米沢利広 (2009) バレーボールのゲーム分析－ライトサイド攻撃の有効性について－. 福岡大学スポーツ科学研究, 40, 1-10.
- ⁴⁵⁾ 関子浩二, 高松 薫, 古藤高良 (1993) 各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. 体育学研究, 38, 265-278.
- ⁴⁶⁾ 関子浩二, 高松 薫 (1995) リバウンドドロップジャンプにおける踏切時間を短縮する要因：下肢の各関節の仕事と着地に対する予測に着目して. 体育学研究, 40, 29-39.
- ⁴⁷⁾ 関子浩二 (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影響. 体力科学, 55, 237-246.
- ⁴⁸⁾ 関子浩二 (2012) プライオメトリックス. 体育の科学, 62, 44-49.