



女子バレーボール選手における 片足によるリバウンドジャンプ能力

有賀 誠司 (健康学部健康マネジメント学科) 藤井 壮浩 (体育学部競技スポーツ学科)

小澤 翔 (体育学部競技スポーツ学科) 生方 謙 (流通経済大学)

Rebound Jump Index with a Single Leg and its Ratio of Single Leg to Both Legs in Female Volleyball Players

Seiji ARUGA, Masahiro FUJII, Sho OZAWA and Ken UBUKATA



Abstract

The purpose of this study was to identify the performance characteristics of single-leg rebound jumps (RJ-index) among volleyball players. We measured the RJ-index during single-leg rebound movements and examined its relation to form, jump height, muscle strength, and power in 36 female university volleyball players. The findings are as follows:

- 1) The ratio of the RJ-index for a single leg to that for both legs was 0.32 ± 0.06 for the left leg and 0.32 ± 0.06 for the right leg.
- 2) There was a significant negative correlation between the single leg RJ-index, height, and weight.
- 3) The setter/receiver group showed a significantly higher value than the attacker group for the ratio of single leg to both legs, suggesting that the height and weight are influential factors.
- 4) There was a significant positive correlation between the ratio of a single leg to both legs RJ-index and the 1RM weight ratio for squat.

The results of this study suggest that the form, positional characteristics, and lifting ability of squat with both legs may influence the RJ-index for a single leg and the ratio value between the RJ-index of a single leg and that of both legs. It will be necessary to investigate factors such as dominant hand, playing style, and level to further understand the relationship between these results and the mechanisms and sport-specific characteristics.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 36, 47-53, 2024)

I. 緒言

多くのスポーツ競技においては、下肢及び上肢を左右同時かつ同一パターンの運動を行う両側性の動作と、左右異なるパターンの運動を行う片側性（または一側性）の動作がみられる。両側性の動作の具体例としては、競泳の平泳ぎやスキージャンプの踏切り局面の動作、片側性の動作の具体例としては、野球の投球や陸上競技の走高跳の踏切り局面の動作などが挙げられる。バレーボール競技において、片側性の動作は、サーブ、スパイク、レシーブ、水平方向への移動からの急激な停止や方向転換などにみられ、垂直方向への両足ジャンプなどにみられる両側性の動作と比較すると、より多様な局面において高頻度で観察される。これらのことから、バレーボール選手の下肢機能の測定評価を行う際には、両側だけでなく、片側性の動作についても考慮することが必要であると考えられる。

両側性と片側性の動作による筋出力の特性について、石井は¹⁾、一般人を対象に両足と片足（左右）によるレッグプレスの最大筋力を測定したところ、左足と右足の合計値に対する両足の測定値は70%程度にとどまり、これが「Bilateral Deficit（両側性欠損）」と呼ばれていることや、スポーツ選手においては、両側性と片側性のエクササイズを競技動作との関連や時期に応じて使い分ける必要性について述べている。

スポーツ選手における片側性の動作による筋出力に関する研究として、有賀ら²⁾は、柔道選手における片脚スクワットの能力を把握することを目的として、大学柔道選手47名を対象に、片脚スクワットの最大挙上重量（1RM）を測定し、右側が左側よりも有意に高い値を示し、利き手との関連性について示唆されたことを報告している。また、有賀ら³⁾は、大学男子柔道選手93名を対象に、片脚で前後左右の4方向にジャンプして20秒間すばやく移動する「片脚4方向ジャンプ」の反復回数数の測定を行ったところ、スクワットの1RM体

重比との間に有意な正の相関が認められ、競技成績の優れた選手ほど高い値を示す傾向がみられたことを報告している。

一方、バレーボール選手を対象とした片側性の動作による運動能力に関する報告として、有賀ら⁴⁾は、大学女子バレーボール選手23名を対象として、方向転換動作における下肢筋群の伸張-短縮サイクル（Stretch-Shortening Cycle）の機能を把握するために両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数（以降 RJ-index）を測定し、左右比やポジション特性、体重などとの関連について報告している。さらに、有賀ら⁵⁾は、男子バレーボール選手を対象として同様の研究を実施し、女子選手とは異なる結果が得られたことを報告している。上述した2件の報告では、片足による RJ-index の測定値と形態及び体力との関係については調査されているが、両足と片足による RJ-index の測定値の関連性についての検討は行われていない。

これらの背景から、本報告では、女子バレーボール選手を対象に、片足によるリバウンドジャンプ動作における RJ-index とその片足両足比に着目し、これらの発揮特性に関する基礎資料を得ることを目的とした。

II. 方法

1. 対象

本報告の対象は、T大学バレーボール部に所属する女子選手36名であり、全対象をポジションにより、アタッカー群21名とセッター・レシーバー群15名の2群に分けた（表1）。全対象は半年以上の定期的な筋力トレーニングの経験を有していた。

対象には、測定の内容や危険性について説明し、参加への同意を得た。なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会において承認を得た。

表1 対象の身体的特徴
Table 1 Physical characteristics of the subjects

ポジション	人数(名)	身長(cm)	体重(kg)
アタッカー群	21	170.38±4.58	65.33±4.51
		**	**
セッター・レシーバー群	15	158.20±6.10	57.18±5.67
全体	36	165.31±7.88	61.93±6.32

** : $p < 0.01$

2. 跳躍能力に関する測定項目

1) 垂直跳

Swift 社製可動型跳躍高測定器「ヤードスティック」を用い、2回の測定を実施し、高い数値を測定値として採用した。両足をそろえて直立した姿勢をとり、片手を垂直に上げて床から指先までの距離（指高）を測定した後、その場でしゃがんでから高く跳び上がり、片手で測定器具をタッチした最大の高さを測定し、指高を引いた値を記録した。

2) 助走付垂直跳

「ヤードスティック」を用い、2回の測定を実施し高い数値を測定値として採用した。任意の距離及び歩数による助走からできるだけ高く跳び上がり、片手で測定器具をタッチした最大の高さを測定を記録した。踏切足は自由とした。

3) リバウンドジャンプ指数 (RJ-index)

国立スポーツ科学センターのフィットネス・チェック・マニュアル⁶⁾の方法に基づき、できるだけ短い接地時間で高く跳び上がるように指示し、測定用のマット上に両足、右足のみ、左足のみで直立した3種類の姿勢から、それぞれ連続5回のジャンプを行わせた。腕の振り込み動作の影響を除外するために、ジャンプ動作は両手を腰に当てて行わせた。着地時のしゃがみ込みの深さや、膝及び股関節の角度については指示をせず、任意の方法で行わせた。測定前には、十分なウォーミングアップを実施させた後、測定直前に実際と同一のジャンプ動作の練習を各動作について3回ずつ

行った。

連続ジャンプ動作中のリバウンドジャンプ指数（以降 RJ-index）の測定は、Q'sfix 社製マットスイッチ計測システム「マルチジャンプテスト」を用いた。ラバー製のマットスイッチ上にて連続的にジャンプ動作を行わせ、滞空時間（Air time : ta）と接地時間（contact time : tc）を計測した。これらの測定値から、Asumssen and Bondeperterson⁷⁾の方法に基づき、次式にて跳躍高を算出した。

$$\text{跳躍高 (h)} = 1/8 \cdot g \cdot ta^2$$

※g：重力加速度（9.8m/s²）

次に、リバウンドジャンプ動作における伸張－短縮サイクル運動の遂行能力（SSC 運動能力）の指標として、図子ら⁸⁾の方法に基づき、上記で求めた跳躍高を接地時間で除す方法により RJ-index を算出し、5回のうち最大値を測定値として採用した。

なお、マットスイッチの接地場所は、コンクリート製の基礎に合成樹脂系塗材が施工された床面とし、対象にはバレーボール用シューズを使用させた。

3. 脚筋力の測定

脚筋力の測定項目として、スクワットの最大挙上重量（以降1RM）の測定を実施した。スクワットの動作は、日本トレーニング指導者協会のガイドライン⁹⁾に従い、バーベルを肩にかつぎ、両足を肩幅程度に左右に開いて直立した開始姿勢から、大腿部の上端が床面と平行になるところまでしゃがみ、開始姿勢まで立ち上がって静止するこ

とができた場合に成功とした。開始姿勢まで立ち上がることができなかった場合や、動作中に腰背部の姿勢が一定に維持できなかった場合は失敗とした。

1RM の測定にあたっては、重量を漸増させながら2セットのウォームアップを行った後、1RM と推測される重量の挙上を試みた。これに成功した場合には、さらに重量を増加して試技を実施し、挙上できた最大の重量を1RM の測定値として記録した。なお、ウォームアップのセット間および試技間には3分以上の休息時間を設けた。

4. 統計処理

本研究で得られた測定値は平均値±標準偏差で示した。また、測定値相互の関係はピアソンの相関係数を用いた。2群間の平均値の差の検定には、F検定により二群の等分散性を確認した後、スチューデントのt検定を実施した。統計処理の有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果

1. 両足及び片足によるリバウンドジャンプ指数

表2に両足及び片足によるRJ-indexの測定値を示した。対象者全体のRJ-indexは、両足 1.85 ± 0.42 、片足（左） 0.59 ± 0.12 、片足（右） 0.58 ± 0.12 であり、左右比（左/右）は 1.05 ± 0.25 であった。また、片足両足比（片足/両足）は、左 0.32 ± 0.06 、右 0.32 ± 0.06 であった。

ポジション別のRJ-index（両足）は、アタッカー群 1.92 ± 0.48 、セッター・レシーバー群 $1.76 \pm$

0.35 であり、アタッカー群が高値を示す傾向がみられた。また、RJ-index（片足左）は、アタッカー群 0.57 ± 0.12 、セッター・レシーバー群 0.61 ± 0.13 であり、セッター・レシーバー群が高値を示す傾向がみられ、RJ-index（片足右）についても同様であった。さらに、RJ-indexの片足両足比（片足左/両足）については、アタッカー群 0.30 ± 0.05 、セッター・レシーバー群 0.35 ± 0.05 であり、セッター・レシーバー群がアタッカー群と比較して有意に高い値を示し（ $p < 0.05$ ）、右側についても同様の結果となった。

2. 片足RJ-indexと身長及び体重との関係

図1にRJ-index（右）と身長及び体重との関係を示した。RJ-index（右）と身長の測定値間には $r = -0.35$ （ $p < 0.05$ ）、RJ-index（右）と体重の測定値間には $r = -0.44$ （ $p < 0.01$ ）の有意な負の相関が認められた。なお、両足RJ-indexと身長及び体重との間には有意な相関は認められなかった。

3. RJ-index片足両足比と垂直跳びおよび助走付きジャンプ跳躍高との関係

図2にRJ-indexの片足両足比と助走付きジャンプ跳躍高との関係について示した。RJ-indexの片足（左）両足比については、助走付きジャンプ跳躍高との間に有意な相関は認められなかったが、片足（右）両足比については、 $r = -0.50$ の有意な負の相関が認められた（ $p < 0.01$ ）。なお、左右の片足RJ-indexと垂直跳びとの間には有意な相関は認められなかった。

表2 両足及び片足によるリバウンドジャンプ指数
Table 2 Rebound Jump Index with Both Legs and Single Leg

ポジション	RJ-index 両足	RJ-index 片足(左)	RJ-index 片足(右)	RJ-index 片足(左/右)	RJ-index 片足(左)/両足	RJ-index 片足(右)/両足
全体	1.85 ± 0.42	0.59 ± 0.12	0.58 ± 0.12	1.05 ± 0.25	0.32 ± 0.06	0.32 ± 0.06
アタッカー群	1.92 ± 0.48	0.57 ± 0.12	0.56 ± 0.13	1.05 ± 0.25	0.30 ± 0.05	0.30 ± 0.06
セッター・レシーバー群	1.76 ± 0.35	0.61 ± 0.13	0.60 ± 0.12	1.05 ± 0.26	0.35 ± 0.05	0.34 ± 0.05

*: $p < 0.05$

女子バレーボール選手における片足によるリバウンドジャンプ能力

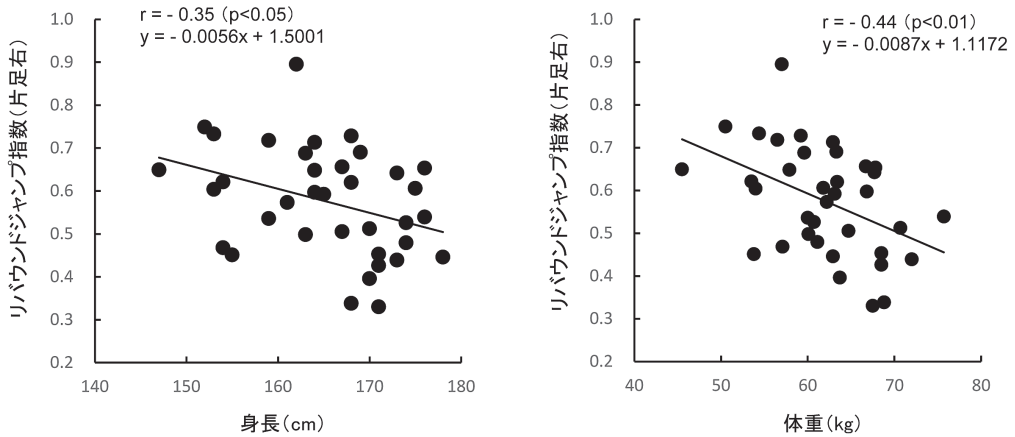


図1 リバウンドジャンプ指数(片足右)と身長及び体重との関係
Fig. 1 Relationship between Rebound Jump Index (Right Leg) and Height and Weight

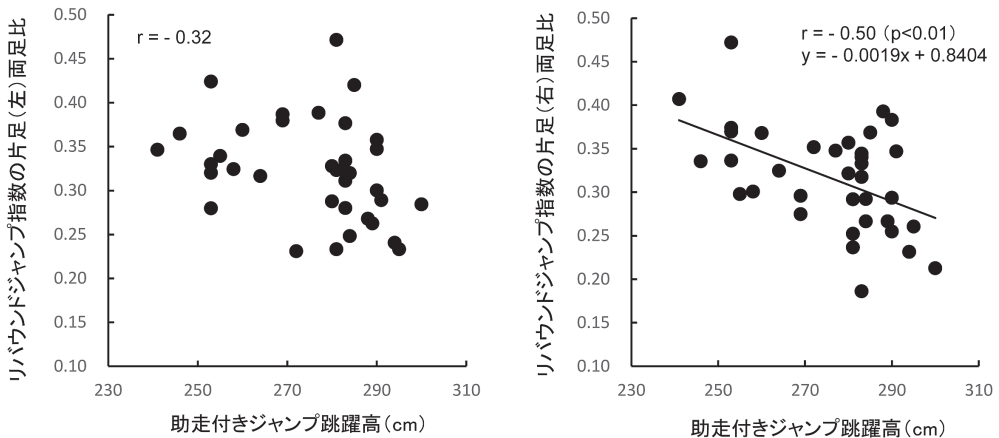


図2 リバウンドジャンプ指数の片足両足比と助走付きジャンプ跳躍高との関係
Fig. 2 Relationship between Rebound Jump Index for a Single Leg and its Ratio to Both Legs and Jumping Heights with Approach

4. 片足 RJ-index と脚筋力との関係

図3にRJ-indexの片足(右)両足比とスクワット1RM 体重比との関係を示した。両者間には $r=0.39$ の有意な正の相関が認められた ($p<0.05$)。左右の片足 RJ-index の絶対値とスクワット1RM 及び1RM 体重比との間には、有意な相関が認められなかった。

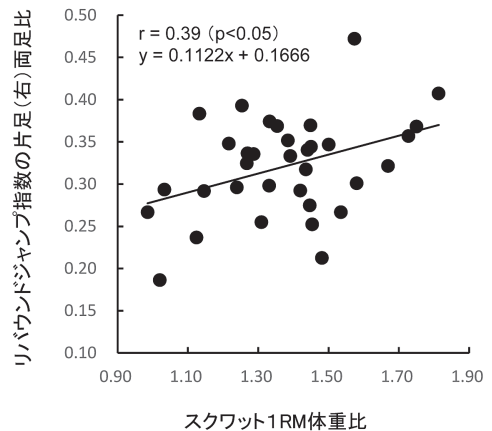


図3 リバウンドジャンプ指数の片足両足比とスクワット1RM 体重比との関係
Fig. 3 Relationship between Rebound Jump Index for a Single Leg and its Ratio to Both Legs and Squat 1RM Body Weight Ratio

Ⅳ. 考察

本報告では、女子バレーボール選手を対象に、片足リバウンドジャンプ動作における RJ-index

(以降片足 RJ-index)に着目し、その筋力・パワーの発揮特性について検討を行った。今回の測定においては、対象全体、アタッカー群、セッター・レシーバー群の片足 RJ-index は、全て左側の測定値が右側よりも 5 % 程度高い値を示す傾向がみられた。バレーボールのプレーにおいて、スパイクの踏切り足及び着地足は、利き手と反対側の足(右利きの場合は左足)であることが多く、対象のほとんどが右利きであり、日常の練習において左足で大きなパワーを発揮する機会が多いと推測されることなどから、この要因が左右差に関与している可能性が示唆された。

片足 RJ-index と形態との関連について検討した結果、片足 RJ-index と身長及び体重との間に有意な負の相関が認められたが、両足 RJ-index と身長及び体重との間には有意な相関は認められなかった。片足によるリバウンドジャンプ動作中には、接地時に重心が荷重足側に移動しやすい傾向がある。この局面で股関節が支持足側に動いた場合、股関節を内転させる方向に負荷が加わり、姿勢支持のために中臀筋を始めとする股関節外転筋が動員される可能性があると思われる。上記のような一連のプロセスが発生したケースでは、高身長・高体重の対象は、低身長・低体重の対象と比較してより大きな負荷が加わるとともに、より高いバランス能力も必要とされると推測され、今回の結果にはこれらの要因が影響した可能性が考えられる。

本報告では、片足 RJ-index の両足 RJ-index に対する割合(以降片足両足比)を算出し、その特性と他の項目の測定値との関係について検討を行った。その結果、対象全体の片足両足比は約 32% であったが、アタッカー群は約 30%、セッター・レシーバー群は 34~35% であり、セッター・レシーバー群はアタッカー群よりも有意に高い値を示した。アタッカー群の RJ-index の片足両足比が低値となった要因として、アタッカー群の身長及び体重がセッター・レシーバー群と比較して有意に高値であったことが関与した可能性が示唆された。

片足両足比と他の測定項目の測定値との関連について検討した結果、片足両足比と助走付きジャンプ跳躍高との間には、左については有意な相関は認められず、右については有意な負の相関が認められた。対象のほとんどが右利きであり、スパイクの踏切り足が左足であることや、片足 RJ-index の絶対値が 2 群ともに左が高値を示す傾向がみられたことから、仮説として左側の片足両足比と助走付きジャンプ跳躍高との間に関連性が見出せることが想定されたが、実際にはこれとは異なる結果となった。

Appleby ら¹⁰⁾ は、ラグビー選手を対象に 18 週間にわたって両側性動作のバックスクワットを行う群と片側性動作のステップアップを行う群に分け、筋力の変化について調査したところ、実施したエクササイズだけでなく、もう一方のエクササイズでも筋力の向上が認められたことを報告している。このことは、両側性または片側性のエクササイズのどちらか一方を実施することによって、両方の筋力向上を達成できる可能性を示すものである。本報告では、片足両足比とスクワット 1RM 体重比との間に有意な正の相関が認められ、両足による体重あたりの筋出力が高い対象ほど片足両足比が高いことが明らかとなった。本報告の結果の要因として、対象が日頃から年間を通じて実施している両足スクワットによる筋力強化が、片足によるリバウンドジャンプ能力にも好影響をもたらした可能性があることが示唆された。

本報告では、片足によるリバウンドジャンプにおける RJ-index と片足両足比について検討を行い、バレーボールのポジション、身長及び体重、ランニングジャンプの跳躍高、スクワット 1RM 体重比との間に関係性について見出すことができた。一方で、今回の結果のメカニズムや練習及びトレーニングとの関連については十分解明するには至らなかった。今後は、さらに対象を拡大するとともに、利き手やプレースタイル、競技レベルとの関係についても検討を重ねることが必要である。

V. 要約

本報告の目的は、バレーボール選手の片足によるリバウンドジャンプ動作（RJ-index）の発揮特性について明らかにすることであった。大学女子バレーボール選手36名を対象として、片足でのリバウンド動作中のリバウンドジャンプ指数を測定し、形態、ジャンプの跳躍高、筋力との関連について検討し、次の結果を得た。

- 1) RJ-index の片足両足比は、左 0.32 ± 0.06 、右 0.32 ± 0.06 であった。
- 2) 片足 RJ-index と身長及び体重との間には有意な負の相関が認められた。
- 3) ポジション別の RJ-index の片足両足比は、左右ともにセッター・レシーバー群がアタッカー群よりも有意に高い値を示し、要因として身長及び体重の因子が関与している可能性が示唆された。
- 4) RJ-index の片足両足比とスクワット1RM 体重比との間に有意な正の相関が認められた。

以上の結果から、片足による RJ-index や片足両足比の数値には、形態やポジション特性、両足によるスクワットの挙上能力が影響している可能性が示唆された。本報告の結果のメカニズムや競技特性との関係性の解明に向けては、利き手やプレースタイル、競技レベルとの関係についても検討を重ねることが必要である。

参考文献

- 1) 石井直方：筋を鍛える，講談社，45-48，2009.
- 2) 柔道選手における片脚スクワットについて，有賀誠司，芝本幸司，中西英敏，山下泰裕，白瀬英春，恩田哲也，麻生敬，生方謙，東海大学スポーツ医科学雑誌16: 34～44，2004年.
- 3) 柔道選手の下肢運動能力改善のためのトレーニングに関する研究～片脚4方向ジャンプについて～，有賀誠司，中西英敏，山下泰裕，恩田哲也，生方謙，東海大学スポーツ医科学雑誌17: 7～15，2005年.
- 4) 方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング方法に関する研究～女子バレーボール

選手におけるリバウンドジャンプ能力に着目して～，有賀誠司，積山和明，藤井壮浩，緒方博紀，生方謙，東海大学スポーツ医科学雑誌24: 7～18，2012年.

- 5) 方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング方法に関する研究～男子バレーボール選手におけるリバウンドジャンプ能力と方向転換能力との関連について～，有賀誠司，積山和明，藤井壮浩，小山孟志，緒方博紀，生方謙，東海大学スポーツ医科学雑誌25: 7～19，2013年.
- 6) 国立スポーツ科学センター：フィットネス・チェック・マニュアル，RJ（無酸素性パワー），https://www.jpnsport.go.jp/jiss/Portals/0/column/fcmanual/08_RJ.pdf（参照日 2023年12月1日）
- 7) Asmussen, E. and Bonde-Petersen, F: Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta Physiol.*, 91(3): 385-392. 1974.
- 8) 図子浩二，高松 薫：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，40，29-39，1995.
- 9) 有賀誠司：筋力トレーニングの実際，トレーニング指導者テキスト実践編（3訂版），日本トレーニング指導者協会編，198-199，大修館書店，2023.
- 10) Appleby, BB, Cormack, SJ, and Newton, RU: Specificity and transfer of lower-body strength: Influence of bilateral or unilateral lower-body resistance training. *J Strength Conditioning Research* 33(2): 318-326, 2019.