



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 (スポーツ医科学研究所) 積山和明 (体育学部競技スポーツ学科)
藤井壮浩 (体育学部競技スポーツ学科) 緒方博紀 (N E C女子バレーボール部)
生方 謙 (芝浦工業大学)

A Study on the Training Method for Improving Change in Direction Movement
– Ability of Rebound Jump in Female Volleyball Players –

Seiji ARUGA, Masaaki TSUMIYAMA, Masahiro FUJII, Hiroki OGATA and Ken UBUKATA



Abstract

The purpose of this study is to develop an effective training method for improving volleyball players' change in direction movement. The subjects in this study were 23 female collegiate volleyball players. The RJ-index was measured to assess the function of the Stretch-Shortening Cycle during a change in lower limb muscles in direction movement, and its relation to the ability of change in direction, and the players' body shape and physical strength was examined. The findings are as follows:

- 1) The RJ-index of both legs was 1.78 ± 0.38 . The percentages of single-leg RJ-index for both legs measurement values are 34.8% for the left leg and 40.0% for the right leg, and there was no significant difference between the right leg and left leg.
- 2) As for the RJ-index of both legs and a single leg, the measurement values of the setters tended to be higher than that of the attackers and receivers.
- 3) The RJ-index of the left leg for the group of regular players was significantly higher than that of non-regular players.
- 4) There was a significant correlation between the RJ-index of both legs and the 9m3 shuttle run and pro-agility test by leg touch. There was no significant correlation between the RJ-index of both legs and a side step and pro-agility test by hand touch.
- 5) There was a significant correlation between the RJ-index of both legs and single leg and weight and body fat percentage.
- 6) There was a significant correlation between the RJ-index of both legs and the power clean 1RM weight ratio.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 7-18, 2012)

I. 緒 言

バレーボールにおけるブロックやレシーブ、バスケットボールにおけるカッティングやターン、サッカーにおける1対1の攻防の局面など、球技スポーツにおいては、方向転換動作を頻繁に観察することができる。これらの方向転換動作のパフォーマンスを改善することは、球技スポーツの競技力向上に対してきわめて有効であると考えられる¹⁾。また、球技スポーツの方向転換動作局面では、足関節捻挫や膝関節靱帯損傷のようなスポーツ外傷が発生しやすい傾向があり^{2, 3)}、傷害予防の観点からも方向転換動作のパフォーマンスを改善することは有意義であるといえる。

方向転換動作をすばやく行うためには、足が床（または地面）に着地してから離地するまでの接地時間をできるだけ短くすること、すなわち、切り返し地点の手前における身体重心の減速、切り返し地点での停止、切り返し方向への加速といった一連の過程を素早く遂行することが不可欠である。また、これらを効率よく実現するための要因として、下肢の主働筋群が伸張性収縮から短縮性収縮へとすばやく切り換わる「伸張-短縮サイクル（Stretch-Shortening Cycle: SSC）」の機能が重要であり、筋腱複合体⁴⁾による弾性エネルギーの利用や伸張反射の働きが影響を及ぼしていると考えられている⁵⁻⁸⁾。方向転換動作とSSC能力との関連について、図子⁹⁾は、バスケットボール選手にSSCが含まれるリバウンドドロップジャンプを7週間にわたって実施させたところ、方向変換走の平均速度や接地時間が有意に短縮したことを報告しており、SSC能力の向上が方向転換動作

のパフォーマンス改善に有効である可能性を示唆している。

本研究では、女子バレーボール選手を対象に、方向転換動作をすばやく行うために必要とされるSSC機能の評価法として用いられているリバウンドジャンプ指数¹⁰⁻¹⁶⁾を測定し、その特性について明らかにするとともに、方向転換動作を有する測定項目の数値や、形態及び筋力・パワーの指標となる測定項目の数値との関連について検討し、方向転換動作のパフォーマンス改善のための効果的なトレーニング法を探るための資料を得ることを目的とした。

II. 方 法

1. 対象

本研究の対象は、T大学のバレーボール部に所属する女子選手23名であった。対象となった選手が所属する部は、全日本学生選手権や関東大学リーグ戦における優勝経験を有していた。また、全対象は年間を通じて定期的に筋力トレーニングを実践しており、1年以上のトレーニング経験を有していた。

対象となった選手のポジションの内訳は、アタッカー17名、セッター3名、レシーバー3名であった。対象の身体的特徴は表1の通りである。対象には、測定の内容や危険性について説明し、測定参加への同意を得るとともに、データ発表についての了解を得た。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の承認（承認番号：11073）を得た上で実施されたものである。

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)	体脂肪率(%)	除脂肪体重(kg)
アタッカー（サイド、センター）	17	169.5±4.8	61.8±6.1	20.6±3.3	49.0±4.4
セッター	3	163.7±6.3	60.6±11.1	21.9±7.5	46.7±4.5
レシーバー	3	158.5±5.4	56.2±4.3	21.2±4.5	44.2±0.9
全体	23	167.1±6.3	60.6±6.9	20.4±4.2	48.1±4.4

2. リバウンドジャンプ指数の測定

1) 動作と手順

遠藤ら¹⁴⁾が報告した方法に基づき、両足立ち及び片足立ち（左右両方）の開始姿勢から、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たまま行わせた。対象には、できるだけ短い踏切（接地）時間で、できるだけ高く跳び上がるように口頭で指示し、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の指示は行わなかった。測定前には、十分なウォーミングアップを実施した後、測定直前に実際と同一のジャンプ動作の練習を、両足と片足（左右）について各3回ずつ行った。

2) 測定方法

リバウンドジャンプ指数の測定は、ディケイエイチ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。マット上にて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 Bonde-perterson¹⁷⁾の方法に基づき、次式にて跳躍高を算出した。

跳躍高 (h) = $1/8 \cdot g \cdot ta^2$ ※ g: 重力加速度 (9.8m/s²)

また、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¹⁰⁾の方法に基づき、上記にて求めた跳躍高を接地時間で除す方法（次式）によりリバウンドジャンプ指数（RJ-index）を算出し、5回のジャンプの中から最大値を測定値として採用した。

$$RJ-index = h/tc$$

3. 方向転換能力指標の測定

方向転換を伴う移動能力の指標として、反復横とび、プロアジリティテスト、9m 3 往復走の測定を、また、方向転換を伴わない移動能力の指標として20m 直線走の測定を実施した。

反復横とびは、文部科学省新体力テストの実施

要項に準拠し、センターラインから左右に100cmのところに2本の平行ラインを設置し、サイドステップ動作で20秒間に各ラインを通過した回数を記録した。測定は2回実施し、高い方を測定値として採用した。

プロアジリティテストは、2010年の全日本男子バレーボールチームの体力測定項目として採用された方法に準拠し¹⁸⁾、5m 間隔に3本のラインを設置し、中央のラインの手前からスタートして外側のラインまで移動して片足でライン踏んだ後、ターンして中央のラインを通過して外側のラインを反対側の片足で踏み、再びターンして中央のラインまで、できるだけすばやく移動させた（以下足タッチによるプロアジリティテスト）。また、方向転換の際に、手でラインをタッチする方法による測定も実施した（以下手タッチによるプロアジリティテスト）。この一連の動作の所要時間は、中央のラインに設置した光電管タイマーにて記録して測定値とした。測定は2回実施し、高い値を測定値として記録した。

9m 3 往復走は、バレーボールコートサイドライン間（9m）を利用し、測定者の「スタート」の合図で9m 間を3往復できるだけすばやく移動させ、所要時間をストップウォッチで記録した。ターンの際にはラインを足で踏むこととした。測定は2回実施し、高い値を測定値として記録した。

20m 直線走は、2組の光電管タイマーを20m 間隔に設置し、自分の意志によってスタートしてから20m の距離を全力疾走し、所要時間を計測した。測定は2回実施し、高い値を測定値として記録した。

4. 筋力及びパワーの測定

下肢の筋力及びパワーを評価することを目的として、スクワットとパワークリーンの最大挙上重量（以下1RM）の測定を日本トレーニング指導者協会のガイドライン¹⁹⁾に基づいて実施した。これらの種目については、全対象が1年以上のトレーニング経験を有していた。

スクワットの動作は、バーベルを肩にかつぎ、両足を左右に肩幅程度に開いて直立した開始姿勢から、大腿部上端が床面と平行になるところまでしゃがみ、直立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。直立姿勢まで立ち上がることができなかった場合、動作中に腰背部の姿勢が崩れた場合には失敗とした。

パワークリーンの動作は、最初にプラットフォームの中央に置いたバーベルの前に両足を腰幅に開いて立たせた。次に、しゃがんだ姿勢でバーベルを肩幅の広さで握り、床をキックして上半身を起こしながらバーベルを挙上し、手首を返して肩の高さでバーベルを保持した後、膝と股関節を完全に伸展させて直立し、静止できた場合に成功とした。バーベルが挙上中に落下した場合、直立姿勢で静止することができなかった場合には失敗とした。

各種目の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、過去のトレーニング経験から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、同一種目のセット間には3分以上の休息時間を設けた。また、種目間には十分な休息をとり、前の測定の疲労が後の測定に影響を与えないように配慮した。

5. 統計処理

本研究で得られた測定値は平均±標準偏差で示した。測定値相互の関係は、ピアソンの相関係数を用いた。また、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. リバウンドジャンプ指数の測定値

リバウンドジャンプ指数の測定結果を表2及び図1に示した。全対象のリバウンドジャンプ指数は、両足が 1.78 ± 0.38 、左足が 0.62 ± 0.14 、右足が 0.64 ± 0.17 であった。左足の測定値は両足の34.8%、右足の測定値は両足の40.0%であり、左右の測定値間には有意な差は認められなかった。

ポジション別のリバウンドジャンプ指数の測定結果を表2及び図2に示した。両足については、アタッカーが 1.72 ± 0.32 、セッターが 2.27 ± 0.51 、レシーバーが 1.59 ± 0.10 であった。また、片足については、アタッカーが左 0.60 ± 0.13 、右 0.59 ± 0.12 、セッターが左 0.80 ± 0.20 、右 0.91 ± 0.24 、レシーバーが左 0.57 ± 0.05 、右 0.62 ± 0.08 であり、両足、左足、右足ともにセッターの平均値が他のポジションよりも高い数値を示す傾向がみられた。

図3は、測定実施年に行われた公式戦（関東大学リーグ戦）にスターティングメンバーとして選抜された経験を持つ選手（レギュラー群：7名）と、それ以外の選手（非レギュラー群：16名）の左足によるリバウンドジャンプ指数の平均値を比較したものである。レギュラー群の平均値は 0.65 ± 0.07 、非レギュラー群の平均値は 0.59 ± 0.17 であり、レギュラー群は非レギュラー群よりも有意に大きな値を示した（ $p < 0.05$ ）。なお、両足及び右足によるリバウンドジャンプ指数については、両群間に有意差は認められなかった。

2. リバウンドジャンプ指数と方向転換能力指標との関係

リバウンドジャンプ指数と方向転換能力指標との相関を表3に示した。また、両足によるリバウンドジャンプ指数と反復横び及び9m3往復走との関係を図4に示した。両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と反復横びとの間の相関係数は、それぞれ $r = 0.40$ 、 $r = 0.41$ 、 $r = 0.42$ であり、右足によるリバウンドジャンプ指数と反

表2 リバウンドジャンプ指数の測定値

Table 2 Results of the average value of rebound jump index

ポジション	両足	左足	右足
アタッカー(サイド、センター)	1.72±0.32	0.60±0.13	0.59±0.12
セッター	2.27±0.51	0.80±0.20	0.91±0.24
レシーバー	1.59±0.10	0.57±0.05	0.62±0.08
全体	1.78±0.38	0.62±0.14	0.64±0.17

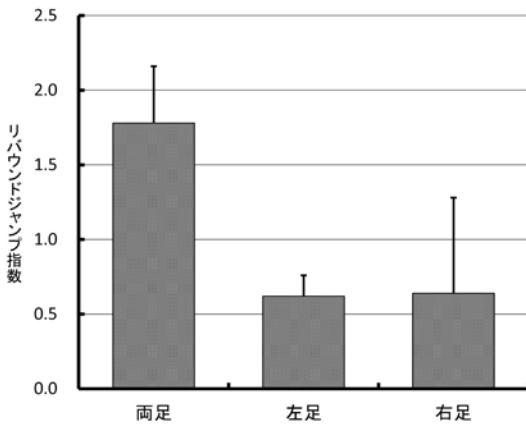


図1 リバウンドジャンプ指数の測定値(左: 両足、中央: 左足、右: 右足)
Fig. 1 Results of the average value of rebound jump index (left: two legs, center: left leg, right: right leg)

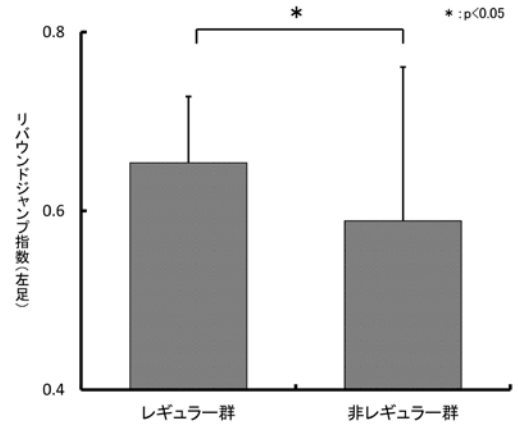


図3 リバウンドジャンプ指数(左足)と競技成績との関係
Fig. 3 Relationship between the results of rebound jump index (left) and the competition records

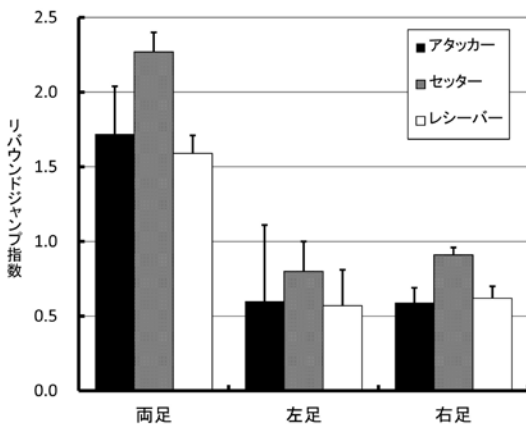


図2 リバウンドジャンプ指数のポジション別平均値(左: 両足、中央: 左足、右: 右足)
Fig. 2 Results of the average value of rebound jump index according to the positions (left: two legs, center: left leg, right: right leg)

復横とびとの間に有意な正の相関 ($p < 0.05$) が認められた。一方、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と9m 3往復走との間の相関係数は、それぞれ $r = -0.68$, $r = -0.74$, $r = -0.68$ で

あり、全てに有意な負の相関 ($p < 0.01$) が認められた。

両足によるリバウンドジャンプ指数と足タッチ及び手タッチによるプロアジリティテストとの関係を図5に示した。両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と足タッチによるプロアジリティテストとの間の相関係数は、それぞれ、 $r = -0.52$, $r = -0.58$, $r = -0.48$ であり、全てに有意な負の相関(左足: $p < 0.01$, 両足と右足: $p < 0.05$) が認められた。一方、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と手タッチによるプロアジリティテストとの間の相関係数は、それぞれ、 $r = -0.28$, $r = -0.21$, $r = -0.01$ であり、全てに有意な相関は認められなかった。

両足によるリバウンドジャンプ指数と方向転換を伴わない20m 直線走との関係を図6に示した。両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と20m ダッシュとの間の相関係数は、それぞれ、 $r = -0.54$, $r = -0.59$, $r = -0.53$ であり、全

表3 リバウンドジャンプ指数と方向転換能力指標との相関関係

Table 3 Correlation between the results of rebound jump index and ability of change in direction movement

		リバウンドジャンプ指数					
		RJ-index (両足)		RJ-index (左足)		RJ-index (右足)	
方向転換あり	反復横跳び	0.40	n.s.	0.41	n.s.	0.42	*
	9m 3往復走	-0.68	**	-0.74	**	-0.68	**
	プロアジリティテスト (足タッチ)	-0.52	*	-0.58	**	-0.48	*
	プロアジリティテスト (手タッチ)	-0.28	n.s.	-0.21	n.s.	0.01	n.s.
方向転換なし	20m 直線走	-0.54	**	-0.59	**	-0.53	*

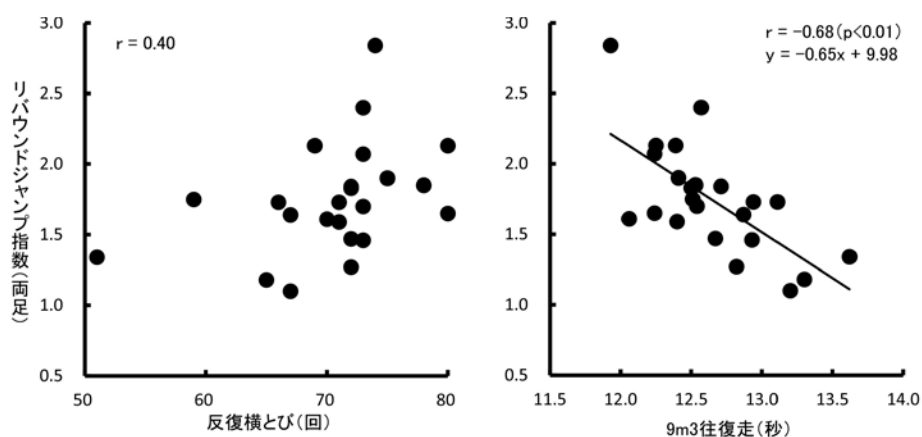
** : $p < 0.01$ * : $p < 0.05$ 

図4 リバウンドジャンプ指数と反復横跳び（左）及び9m 3往復走（右）の関係

Fig. 4 Relationship between the results of rebound jump index and side step test (Left)

Relationship between the results of rebound jump index and 9m 3 shuttle run test (Right)

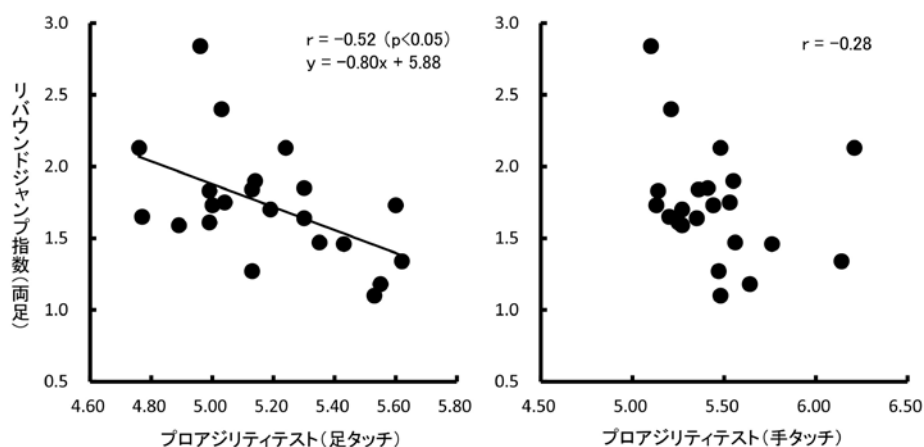


図5 リバウンドジャンプ指数とプロアジリティテストの足タッチ（左）及び手タッチ（右）による測定値の関係

Fig. 5 Relationship between the results of rebound jump index and pro-agility test (foot touch) (Left)

Relationship between the results of rebound jump index and pro-agility test (hand touch) (Right)

表4 リバウンドジャンプ指数、方向転換能力指標と形態及び筋力・パワー指標との相関関係

Table 4 Correlation between the results of rebound jump index, ability of change in direction movement and body composition, strength, power

		リバウンドジャンプ指数			方向転換あり				方向転換なし
		RJ-index (両足)	RJ-index (左足)	RJ-index (右足)	反復横跳び	9m3往復走	プロアジリティテスト (足タッチ)	プロアジリティテスト (手タッチ)	20m直線走
形態指標	身長	-0.35 n.s.	-0.37 n.s.	-0.45 *	-0.14 n.s.	0.24 n.s.	0.16 n.s.	0.06 n.s.	0.2862 n.s.
	体重	-0.59 **	-0.67 **	-0.55 **	-0.39 n.s.	0.49 *	0.46 *	0.28 n.s.	0.3651 n.s.
	体脂肪率	-0.59 **	-0.68 **	-0.56 **	-0.29 n.s.	0.60 **	0.54 *	0.40 n.s.	0.4477 *
筋力・パワー指標	スクワット1RM	-0.11 n.s.	-0.17 n.s.	0.04 n.s.	-0.19 n.s.	0.03 n.s.	0.08 n.s.	0.07 n.s.	-0.1774 n.s.
	スクワット1RM 体重比	0.41 n.s.	0.41 n.s.	0.52 *	0.16 n.s.	-0.37 n.s.	-0.28 n.s.	-0.15 n.s.	-0.4549 *
	パワークリーン 1RM	0.19 n.s.	0.07 n.s.	0.19 n.s.	0.00 n.s.	-0.26 n.s.	-0.27 n.s.	-0.25 n.s.	-0.2883 n.s.
	パワークリーン 1RM 体重比	0.66 **	0.61 **	0.64 **	0.29 n.s.	-0.62 **	-0.59 **	-0.45 *	-0.5424 **

** : $p < 0.01$ * : $p < 0.05$

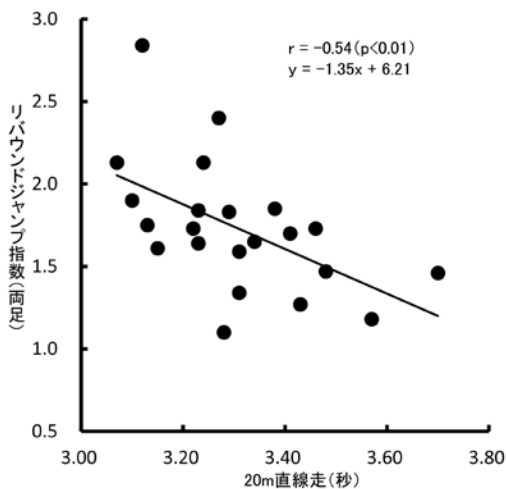


図6 リバウンドジャンプ指数と20m 直線走の関係
Fig. 6 Relationship between the results of rebound jump index and 20m run time

てに有意な負の相関（両足と左足： $p < 0.01$ 、右足： $p < 0.05$ ）が認められた。

3. 形態とリバウンドジャンプ指数及び方向転換能力指標との関係

リバウンドジャンプ指数及び方向転換能力指標

との相関を表4に示した。また、体脂肪率と両足によるリバウンドジャンプ指数及び9m3往復走との関係について図7に示した。

両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と体重との間の相関係数は、それぞれ $r = -0.59$ 、 $r = -0.67$ 、 $r = -0.55$ であり、いずれも有意な負の相関関係（ $p < 0.01$ ）が認められた。また、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と体脂肪率との間の相関係数は、それぞれ $r = -0.59$ 、 $r = -0.68$ 、 $r = -0.56$ であり、いずれも有意な負の相関関係（ $p < 0.01$ ）が認められた。

体重及び体脂肪率と9m3往復走、足タッチによるプロアジリティテストとの間には有意な相関が認められたが、反復横跳びと足タッチによるプロアジリティテストとの間には有意な相関は認められなかった。

4. 筋力・パワー指標とリバウンドジャンプ指数及び方向転換能力指標との関係

リバウンドジャンプ指数及び方向転換能力指標と筋力パワーの指標との相関を表4に示した。ま

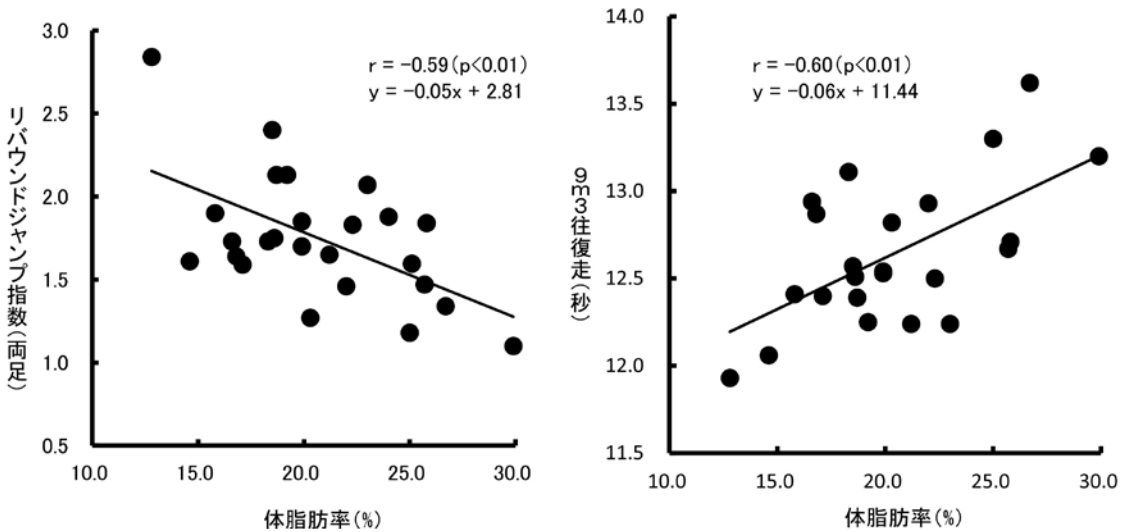


図7 体脂肪率とリバウンドジャンプ指数（左）及び9m 3往復走（右）の関係
Fig. 7 Relationship between the results of body fat percentage and rebound jump index (Left)
Relationship between the results of body fat percentage and 9m 3 shuttle run test (Right)

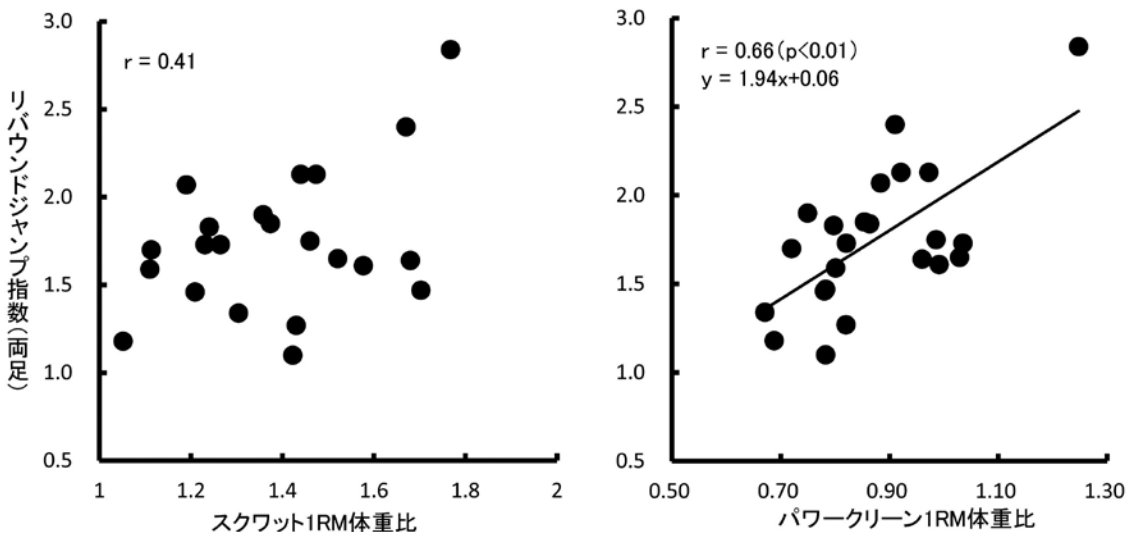


図8 リバウンドジャンプ指数とスクワット1RM 体重比（左）及びパワークリーン1RM 体重比（右）の関係
Fig. 8 Relationship between the results of rebound jump index and squat 1RM/body weight ratio (Left)
Relationship between the results of rebound jump index and power clean 1RM/body weight ratio (Right)

た、両足によるリバウンドジャンプ指数とスクワット及びパワークリーンの1RM 体重比との関係を図8に示した。

スクワット及びパワークリーンの1RM と、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数、方向転換能力指標の全ての測定項目との間には、有意な相関は認められなかった。一方、スクワットの1RM の体重比については、右足による

リバウンドジャンプ指数と20m 直線走の2項目との間に有意な相関が認められた。また、パワークリーンの1RM 体重比については、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数、反復横とびを除く方向転換能力指標との間に有意な相関が認められた。

Ⅳ. 考 察

1. リバウンドジャンプ能力の特性

本研究における両足によるリバウンドジャンプ指数の全対象の平均値は 1.78 ± 0.38 であり、最大値は2.84、最小値は1.18であった。先行研究では、岩竹ら¹⁵⁾が高等専門学校の男子生徒145名を対象にリバウンドジャンプ指数の測定を行ったところ、全体の平均値が 1.96 ± 0.45 であったことを報告している。また、遠藤ら¹⁴⁾は、17～18歳の男子82名のリバウンドジャンプ指数の測定値が 1.91 ± 0.46 であったと述べている。さらに、橋本ら¹⁶⁾は、男子大学生を対象に行った介入実験の際に実施したリバウンドジャンプ指数の測定結果として、2群における介入前後の値は、最小 1.63 ± 0.21 、最大 1.82 ± 0.23 であったことを報告している。これらの数値と比較すると、大学女子バレーボール選手を対象とした平均値は、スポーツを専門的に実施していない同年代の男子の数値と比較的近い水準であった。

左右の片足によるリバウンドジャンプ指数について、両足によるリバウンドジャンプ指数に対する割合を調べたところ、左は34.8%、右は40.0%であり、有意な左右差は認められず、下肢のリバウンドジャンプ能力については左右の顕著な差がみられないことが明らかとなった。

ポジション別のリバウンドジャンプ指数は、両足および左右の片足の全てにおいてセッターが最も高い値を示す傾向がみられた。この一要因としては、セッターがジャンプトス動作を頻繁に行っていることが関与しているのではないかと推測された。ジャンプトスは、ボールの下にすばやく移動し、床をキックして踏み切り、空中でトスを行うプレーであり、リバウンドジャンプと類似した接地時間が短い踏み切り動作や、踏切直前に方向転換動作を伴うケースがあることが特徴となっている。真鍋²⁰⁾は、国内の男子バレーボールVリーグの71試合を対象としてジャンプトスの頻度を分析したところ、AR（セッターがセットポジ

ョンから1、2歩以内の移動で、セッターが余裕をもってコンビネーション攻撃が可能なレシーブ)の状況では92.8～98.3%の割合でジャンプトスが行われたことを報告している。また、宮口ら²¹⁾は、セッターのジャンプトスの動作変容に関する研究において、1日平均310本、16日間で計5000本のトス練習を行わせたと述べている。これらのことから、セッターは、日常の練習や試合において、ジャンプトスを高頻度で実施している傾向にあり、このような状況は、リバウンドジャンプの動作習熟や機能改善の機会を多く得ることとなり、これがパフォーマンスを向上させることにつながる一要因となった可能性があると考えられた。

一方、本研究では、ブロックやスパイクにおいてジャンプ動作を頻繁に実施しているアタッカーのリバウンドジャンプ指数が、セッターの数値を下回る傾向がみられた。ブロックで助走をつけずにその場で高く跳ぶ際には、着地時にできるだけ膝や股関節を固定し、強くキックして跳び上がるリバウンドジャンプよりも、いったん膝や股関節を屈曲させてから跳び上がるカウンタームーブメントジャンプが採用されるケースがみられる。アタッカーの測定値がセッターを下回った要因としては、セッターのジャンプトスでは接地時間を短くすることが重視される傾向があるのに対し、アタッカーのその場でのジャンプでは、主として高く跳ぶことが求められる傾向があることが関与しているのではないかと推測された。

左足によるリバウンドジャンプ指数については、レギュラー群が非レギュラー群よりも有意に高い値を示し、バレーボール選手の競技力向上のためには、リバウンドジャンプ指数を向上させることが有効となる可能性が示唆された。

2. リバウンドジャンプ能力と方向転換能力・形態・筋力の各指標との関連

本研究では、下肢のSSC能力の指標としてリバウンドジャンプ指数の測定を行うとともに、方向転換能力を評価するための指標に関する測定

や、形態と筋力及びパワーの指標に関する測定を実施し、相互の関連について検討を加えた。

両足及び左足によるリバウンドジャンプ指数と反復横とびの間には有意な相関は認められなかったが、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と9 m 3 往復走の間には有意な相関が認められた。また、リバウンドジャンプ指数と両足及び左右の片足によるプロアジリティテストとの関連については、プロアジリティテスト（足タッチ）との間には有意な相関が認められたが、手タッチとの間には有意な相関は認められなかった。これらの結果の要因としては、9 m 3 往復走と足タッチによるプロアジリティテストにおいて、方向転換時にラインを踏んだ足（以下切り返し足）で床をキックして反対側の足を踏み出す動作がみられ、リバウンドジャンプ動作と類似した下肢の主働筋群のSSC運動が行われていたことが関与しているのではないかと推測された。一方、反復横とびの測定においては、胴体を中央線付近にとどめ、左右への移動を最小限に抑えながら、足のみを左右にステップする方法を採用する対象が多くみられた。このような動作では、足を床のラインに軽く接触させる程度であり、リバウンドジャンプのように床を強くキックするような動作はほとんどみられない状況であった。また、手タッチによるプロアジリティテストの方向転換時には、手で床のラインをタッチした際にいったん停止し、切り返し方向の足に体重を移動させながら、切り返し方向と反対側の足を離地して進行方向にステップする動作が多く観察された。このような動作では、前者の方法と比較して、切り返し足への荷重や衝撃は小さく、効率の良いSSC運動は実現しにくいと推測される。リバウンドジャンプ指数と反復横とび及び手タッチによるプロアジリティテストの測定値との間に有意な相関が認められなかった要因として、このような動作形態の相違が関与している可能性があると考えられた。

図子⁹⁾は、バスケットボール選手を対象に、下肢のSSC運動を伴うトレーニングとしてリバウ

ンドドロップジャンプを7週間実施させたところ、方向変換走の所要時間や接地時間の有意な短縮が認められたことを報告している。バスケットボールの方向転換動作では、上述した切り返し足で床を強く蹴る動きが多く観察される。本研究においても足タッチによるプロアジリティテストや9 m 3 往復走では切り返し足で強く蹴る動きが見られた。

体重及び体脂肪率については、9 m 3 往復走、足タッチによるプロアジリティテスト、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数との間に有意な相関が認められたが、反復横とびと手タッチによるプロアジリティテストとの間には有意な相関は認められなかった。この要因として、反復横とびと手タッチによるプロアジリティテストにおいては、9 m 3 往復走や足タッチによるプロアジリティテストと比較して、切り返し足に大きな負荷や衝撃が加わりにくく、体重や体脂肪量の大きさに影響を受けにくいことが要因となっていると考えられた。一方、パワークリーンの1 RM 体重比については、9 m 3 往復走、足タッチと手タッチによるプロアジリティテスト、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数との間に有意な相関が認められ、体重あたりの下肢パワーとSSC能力及び方向転換動作のパフォーマンスとの関連性が示唆された。

以上のことから、女子バレーボール選手の場合、9 m 3 往復走や足タッチによるプロアジリティテストのように、切り返し足を強く蹴るタイプの方向転換動作のパフォーマンスと、下肢のSSC能力の指標となるリバウンドジャンプ指数の間には相関が認められるとともに、これらの数値に対して体重と体脂肪率のような形態的要因や、パワークリーンの1 RM 体重比のような体重あたりの下肢パワーが関与していることが明らかとなった。

V. 要 約

本研究は、バレーボール選手の方向転換動作を改善するための有効なトレーニング方法を探るための資料を得ることを目的とした。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リバウンドジャンプ指数（RJ-index）を測定し、方向転換能力や形態及び体力との関連について検討を行い、次のような知見を得た。

1）両足によるリバウンドジャンプ指数は 1.78 ± 0.38 であった。片足によるリバウンドジャンプ指数の両足の測定値に対する割合は、左が34.8%、右が40.0%であり、有意な左右差は認められなかった。

2）両足と左右の片足によるリバウンドジャンプ指数は、いずれもセッターの平均値がアタッカー及びレシーバーよりも高い値を示す傾向がみられた。

3）左足によるリバウンドジャンプ指数は、レギュラー群の方が非レギュラー群よりも有意に高い値を示した。

4）両足によるリバウンドジャンプ指数と9 m 3往復走及び足タッチによるプロアジリティテストとの間に有意な相関が認められた。両足によるリバウンドジャンプ指数と反復横とび及び手タッチによるプロアジリティテストとの間には有意な相関は認められなかった。

5）両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と体重及び体脂肪率との間には有意な相関が認められた。

6）両足によるリバウンドジャンプ指数とパワークリーンの1 RM 体重比との間には有意な相関が認められた。

謝辞

本稿を終えるにあたり、測定に協力していただいた東海大学スポーツサポート研究会の蓮見香さん、石川友紀さんに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 有賀誠司：競技スポーツ別ウエイトトレーニングマニュアル，体育とスポーツ出版社，2007.
- 2) 加賀谷善教，西蘭秀嗣，藤井康成：高校女子バスケットボール選手の股関節外転筋・後足部機能と Knee in および Hip out の関係について，体力科学，58，55-62，2009.
- 3) 笹木正悟，金子聡，福林徹：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，スポーツ科学研究，5，45-57，2008.
- 4) 深代千之：反動動作のバイオメカニクス：伸張－短縮サイクルにおける筋－腱複合体の動態．体育学研究，45，457-471，2000.
- 5) Bosco, C. and Komi, P. V. and Ito, A.: Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement, Acta Physiol Scand. 111, 135-140, 1981.
- 6) Bosco, C. and Komi, P. V.: Influence of counter-movement amplitude in potentiation of muscular performance, Biomechanics VII-A, 129-135, 1981.
- 7) Bosco, C. and Viitasalo, J. T.: Potentiation of myoelectric activity in human muscles in vertical jumps, Electromyogr Clin Neurophysiol, 22, 549-562, 1982.
- 8) 金高宏文：股関節伸筋群の伸張型 SSC 運動トレーニングが垂直跳パフォーマンスに及ぼす影響，スポーツトレーニング科学，7，16-24，2006.
- 9) 図子浩二：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，55，237-246，2006.
- 10) 図子浩二，高松薫，古藤高良：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，38，265-278，1993.
- 11) 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.
- 12) 図子浩二，高松薫：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, 1995.
- 13) 図子浩二, 高松薫: リバウンドドロップジャンプにおける着地動作の違いが踏切中のパワーに及ぼす影響—膝関節角度に着目して—, 体力科学, 45, 209-218, 1996.
- 14) 遠藤俊典, 田内健二, 木越清信, 尾縣貢: 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, 2007.
- 15) 岩竹淳, 山本正, 西園秀嗣, 川原繁樹, 北田耕司, 図子浩二: 思春期後期の生徒における加速および全力疾走能力と各種ジャンプ力および脚筋力との関係, 体育学研究, 53, 1-10, 2008.
- 16) 橋本輝, 前大純朗, 山本正嘉: 一過性の体幹スタビライゼーションエクササイズが垂直跳び, ドロップジャンプ, リバウンドジャンプのパフォーマンスに及ぼす影響, スポーツパフォーマンス研究, 3, 71-80, 2011.
- 17) Asumssen, E. and Boude-Peterson, F.: Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. *Acta Physiol. Scand*, 91, 385-392, 1974.
- 18) 大石博暁: 全日本バレーボールチームの取り組み①, JATI EXPRESS, 日本トレーニング指導者協会協会誌, 第16号, 10-11, 2010.
- 19) 日本トレーニング指導者協会: トレーニング指導者テキスト実践編, 大修館書店, 2007.
- 20) 真鍋政義: バレーボールのセッターのトス回しについてのゲーム分析的研究, 大阪体育大学修士論文要旨, 大阪体育大学紀要, 第37巻, 131, 2006.
- 21) 宮口宏, 高橋宏文: セッターのジャンプトスの動作変容に関する実践的研究, バレーボール研究, 9-1, 11-18, 2007.