



大学女子柔道選手のリバウンドジャンプ 能力と競技力の関係

小山加楠 (一般体育研究室非常勤助手) 塚田真希 (体育学部武道学科)

大川康隆 (体育学部武道学科) 河内雪乃 (大学院体育学研究科) 小山孟志 (スポーツ医学研究所)

Relationship Between Rebound Jump Ability and Competitive Performance of College Female Judo Athletes

Kana KOYAMA, Maki TSUKADA, Yasutaka OKAWA, Yukino KAWAUCHI and Takeshi KOYAMA



Abstract

The purpose of this study was to clarify the relationship between jumping ability and competition performance in college female judo athletes. The subjects were 43 college female judo athletes. The trials were five consecutive rebound jumps, and the RJ-index calculated from the ground contact time and jump height was calculated. The results showed that the elite group had a significantly higher RJ-index than the sub-elite group. Based on the results of this study, a percentile table was created.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 34, 39-44, 2022)

I. 緒言

柔道は直接相手と組み合い、瞬間的な技の攻防を行う対人競技である。立ち技では、一瞬で相手の体制を崩し投げるといった局面や相手との間合いを一気に詰め技を仕掛ける局面など、勝負が決する場面において一瞬のうちに動作が完結することが多い。世界選手権やオリンピックのメダリストの背負投を調査した研究¹⁾では、国内の大学選手と比較して、崩し・作り局面中の非常に短い時間で大きな力を発揮できることを示唆している。このような局面でみられる動作の多くは、Stretch-Shortening Cycle movement (以下 SSC 運動) が極めて短時間に爆発的に遂行されると考えられる。この SSC 運動は、特に投げ技にとって非常に重

要であり、トレーニングプログラムに組み込むことを推奨する海外の文献²⁾もみられる。

SSC 運動の代表例であるジャンプ動作では、比較的長い運動遂行時間内に低強度で行われるものと短い運動遂行時間で行われるものがある³⁾。前者は垂直跳びや立ち幅跳びにみられるようなプレス型ジャンプといわれ、踏切時間が0.5~1.0秒程度である。後者は、ドロップジャンプや連続リバウンドジャンプなどに代表されるリバウンド型ジャンプで運動遂行時間は、0.2秒程度と短い^{4,5)}。図子らは、垂直跳びや筋力測定は、その運動遂行時間と筋の収縮様式から考えると、跳躍選手の跳躍能力や球技スポーツにおける各種の跳躍やフットワークを遂行する能力を必ずしも適切に評価できるものではないとし、リバウンドジャンプ指数 (RJ-index) を開発した⁶⁾。RJ-index は、リバウン

ドドロップジャンプ時の踏切時間と滞空時間を用いて算出するものであり、できるだけ短い踏切時間でおこない、高い跳躍高を得ることにより評価される測定方法である。

柔道選手のジャンプ動作を伴う体力測定項目として、これまで片脚4方向ジャンプが採用されてきた。これは、片脚で前後左右の4方向にジャンプし、20秒間の反復回数を測定するものであり、片脚の下肢運動能力を評価するとされている。この測定においては、体重あたりの下肢筋力が関連していることが明らかとなっている⁷⁾が、SSC運動がどのように関連しているか検証はなされていない。一方、海外の報告では、柔道選手のSSC運動に着目し、垂直跳びに代表されるようなカウンタームーブメントジャンプ(CMJ)について調査したものがいくつかみられる^{8,9,10)}が、RJ-indexについての報告はみられておらず、柔道選手におけるSSC運動を遂行する能力が十分検証されてきたとは言い難い。

そこで、本研究においては、女子柔道選手を対象にR-indexを測定し、女子柔道選手のSSC運動の遂行能力と競技成績との関連性を明らかにし、評価基準を作成することを目的とした。

II. 方法

1. 被験者

対象は大学女子柔道選手43名とした。柔道は個人戦、団体戦ともに階級制で行われる競技であるため、体重の意味するところが大きく、SSC運動遂行能力についても体重の影響があると考えられた。そこで、5人制団体戦で使用される区分を参考に、48kg級～57kg級を軽量級群(身長157.7±4.2cm、体重56.4±3.3kg、17名)、63kg級～70kg級を中量級群(身長161.5±4.3cm、体重67.9±4.3kg、18名)、78kg級～78kg超級を重量級群(身長165.5±5.3cm、体重85.9±10.8kg、8名)に分けた。次に、競技成績との関連について調べるため、大学在学中に全国大会以上の試合に出場し

た者をエリート群(身長161.9±6.2cm、体重67.7±13.1kg、17名:以下、EL群)、その他の者をサブエリート群(身長160.0±4.5cm、体重66.1±11.2kg、26名:以下、SE群)に分けた。被験者には、測定の内容や危険性について説明し、測定参加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了承を得た上で実施されたものである(承認番号:21014)。

2. RJ-indexの測定

1) 動作と手順

遠藤ら⁴⁾の方法に基づき、両足立ちの開始姿勢から、連続5回のリバウンドジャンプを行わせた。上半身の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、着地時のしゃがみこみの深さ、膝及び膝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じジャンプ動作の練習を3回行った。

2) 測定方法

リバウンドジャンプの測定は、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タ)を用いた。ラバー製のマットスイッチ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 Bondeperterson¹¹⁾の方法に基づき、次式にて跳躍高を算出した。

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

※ 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展-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⁶⁾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(次式)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。

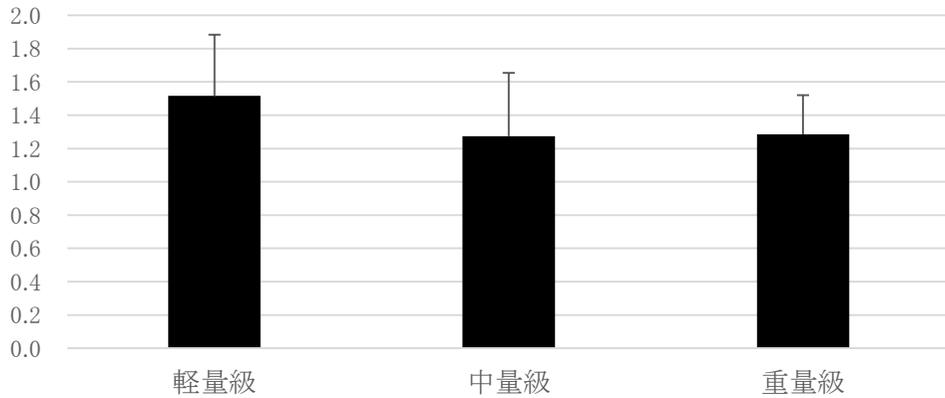


図1 重量別のRJ-index
Fig. 1 The mean value and standard deviation of three weight categories

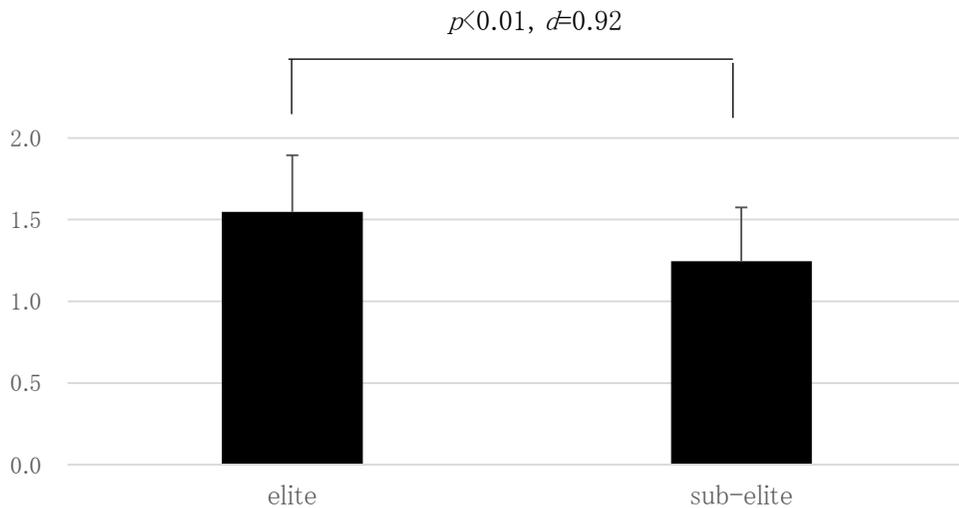


図2 競技レベル別のRJ-indexの比較
Fig. 2 Comparison of RJ-index by competition level

RJ-index = h/tc

なお、マットスイッチの設置場所は、コンクリート製の基礎に合成樹脂系塗材が施行された床面とし、対象にはスポーツ用シューズを使用させた。

3. 統計方法

各算出項目は平均値±標準偏差で示した。階級毎のRJ-indexの比較は、Levenの等分散性検定を行い、等分散が確認された後に一元配置分散分析、下位検定 (Tukey's post hoc test) を行った。競技力の違いによるRJ-indexの比較は、対応のないt検定を行った。統計学的有意水準は5%未満とした。主効果に関する効果量はイータ2乗 (η^2)、

多重比較においてはdを用いて検討した。効果量の大きさは小 ($\eta^2 < 0.06$, $d < 0.2$)、中 ($0.06 < \eta^2 < 0.14$, $0.2 < d < 0.8$)、大 ($\eta^2 > 0.14$, $d > 0.8$) とした。

Ⅲ. 結果

1) 重量別の比較

軽量級群、中量級群、重量級群のRJ-indexはそれぞれ 1.52 ± 0.37 、 1.27 ± 0.38 、 1.29 ± 0.23 であり、重量間に有意な差は認められなかった ($p = 0.108$, $\eta^2 = 0.11$) (図1)。

表1 パーセンタイル表
Table 1 Percentile table of RJ-index for college female judo athletes

| Paercentile | RJ-index |
|-------------|----------|
| % | m/sec |
| 100 | 2.29 |
| 95 | 2.07 |
| 90 | 1.95 |
| 85 | 1.82 |
| 80 | 1.69 |
| 75 | 1.57 |
| 70 | 1.48 |
| 65 | 1.46 |
| 60 | 1.43 |
| 55 | 1.39 |
| 50 | 1.35 |
| 45 | 1.26 |
| 40 | 1.24 |
| 35 | 1.20 |
| 30 | 1.14 |
| 25 | 1.13 |
| 20 | 1.08 |
| 15 | 0.98 |
| 10 | 0.96 |
| 5 | 0.82 |
| 0 | 0.66 |

2) 競技力別の比較

競技レベル別の RJ-index は、EL 群が 1.55 ± 0.35 、SE 群が 1.25 ± 0.33 であり、EL 群が有意に高かった ($p < 0.01$, $d = 0.92$) (図 2)。

3) パーセンタイル表の作成

大学女子柔道選手における RJ-index のパーセ

ンタイル表を表 1 に示した。

IV. 考察

柔道は階級制の競技であり、男女ともに 7 階級に区分されている。男子柔道選手を対象としたスクワットを測定した研究において、絶対値は階級が重くなるにつれて高くなったが、体重あたりのスクワット 1 RM は階級が重くなるにつれて低くなったと報告されている¹²⁾。今回行った RJ-index の測定は、跳躍高を接地時間で除して求められるが、高い跳躍能力の獲得には体重あたりの筋力が大きく関係していることから、体重の影響を考慮しなければならないと考え、まず重量区別における差があるかどうかの検証を軽量級、中量級、重量級の 3 群に分けておこなった。しかし、予想に反して階級間の有意差は認められなかった (図 1)。このことから、柔道選手における RJ-index の評価は、全階級一律の評価が可能であると考えられた。

他競技選手を対象とした RJ-index の研究では、レギュラー群と非レギュラー群で有意な差がみられ、RJ-index は競技力を反映する指標であることが報告され^{13,14)}、陸上競技の跳躍選手においては RJ-index が増大したとき競技成績が向上する可能性が報告されている¹⁵⁾。本研究においても、EL 群が SE 群に比べて有意に高値を示したことから、先行研究を支持する結果となった。

比較的長い運動遂行時間の SSC 動作の代表である CMJ において、柔道上級者と初級者を比較した研究⁹⁾では、上級者が優れた結果を示しており、経験豊富な柔道選手は SSC 運動をより効果的に使用し、ジャンプ中の出力生成を最適化していると推察される。しかし、CMJ は比較的短い時間で遂行される SSC 運動を必ずしも適切に評価することはできない³⁾。柔道の競技場面では、深くしゃがみこんで相手を担ぎ投げる背負投などの技でみられる動作と連絡技にみられるような複数の技を連続して仕掛けながら相手の体勢を崩し

て追い込んで行く、あるいは組み合った状態から素早く足を踏み込んで技を仕掛ける際にみられる動作では、運動遂行時間、筋の収縮様式が異なると推察される。これまでCMJのような長い運動遂行時間のSSC運動は評価されてきたが、本研究により、リバウンドジャンプのような比較的短い運動遂行時間のSSC運動においても競技力に影響を及ぼす可能性が示唆された。これらを考慮に入れて、女子柔道選手のトレーニングプログラムに両方のSSC運動を向上させることを目的としたトレーニングを組み込む必要があると考えられる。

トレーニングを行う際は、トレーニング目標の設定が非常に重要である。本研究から得られたデータを元に、両足RJ-indexのパーセンタイル表を作成した。パーセンタイル表は、選手が相対的な評価を把握しやすく、目標値を設定しやすいため、今後のトレーニング指標として用いることが可能である。

V. 結論

本研究の目的は、女子柔道選手を対象にR-indexを測定し、女子柔道選手のSSC運動の遂行能力と競技成績との関連性を明らかにすることであった。対象は大学女子柔道選手43名とし、連続5回のリバウンドジャンプを行わせ、跳躍高、接地時間からRJ-indexを算出した。その結果、RJ-indexは競技力を反映する指標であることがわかった。得られたデータをもとに両足RJ-indexのパーセンタイル表を作成した。

参考文献

1) 越田専太郎, 石井孝法: 三次元計測に基づくスポーツ研究・応用事例: 柔道の場合. 計測と制御 第59巻第10号2020年10月号: p. 721-726. 2020.
2) Dale M. Harris, Steven Foulds, Christopher Latella: Evidence-Based Training Recommendations for the Elite Judoka. *Strength and Conditioning*

Journal Volume 41, Number 2: p. 108-118. 2018.

- 3) 関子浩二, 高松薫: パリステイックな伸張-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号: p. 147-154. 1995.
4) 遠藤俊典, 田内健二, 木越清信, 尾懸貢: リバウンドジャンプと垂直跳び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.
5) 金高宏文, 佐伯直也, 関子浩二, 西菌秀嗣, 會田勝, 平田文夫: 小学生から中学生までのリバウンドジャンプ力の横断的な発達. *スポーツトレーニング科学*, 2: p. 37-42. 1998.
6) 関子浩二, 高松薫, 古藤高良: 各種スポーツ選手における下肢筋力パワー発揮に関する研究, *体育学研究*, 38: p. 265-278. 1993.
7) 有賀誠司, 山田佳奈, 白瀬英春, 生方謙: 女子柔道選手における片脚4方向ジャンプについて, *東海大学スポーツ医科学雑誌*, 第19号: p. 7-15. 2007.
8) Rafael Lima Kons, Jonathan Ache-Dias, Daniele Detanico: Can physical tests predict the technical-tactical performance during official judo competitions?. *Science of Martial Arts*, vol. 13: p. 143-151: 2017.
9) Daniele Detanico, Juliano Dal Pupo, Susane Graup, Saray Giovana dos Santos: Vertical jump performance and isokinetic torque discriminate advanced and novice judo athletes, *Kinesiology*, 48: p. 103-108. 2016.
10) Rafael Lima Kons, Lucas Bet da Rosa Orssatto, Raphael Luiz Sakugawa, Jorge Nelson da Silva Junior, Fernando Diefenthaler, Daniele Detanico: Effects of stretch-shortening cycle fatigue protocol on lower limb asymmetry and muscle soreness in judo athletes, *Sports biomechanics*, 9: p. 1-16. 2020.
11) Asumssen, E. and Bonde-Perterson, F.: Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. *Acta Physiol. Scand.*, 91: p. 385-392. 1974.
12) 有賀誠司, 恩田哲也, 麻生敬, 山下康裕, 中西英俊, 白瀬英春, 生方謙: 大学柔道選手におけるバーベル挙上能力の測定と評価表作成の試み, *東海大学スポーツ医科学雑誌*, 第15号: p. 7-17. 2003.
13) 有賀誠司, 加藤健志, 小山孟志, 積山和明, 藤井壮浩, 後藤太郎, 両角速, 西出仁明, 小澤翔, 生方謙, *リ*

バウンドジャンプ能力の競技特性. 東海大学スポーツ医科学雑誌 vol. 30: p. 7-16. 2018.

- 14) 有賀誠司, 積山和明, 藤井壮浩, 緒方博紀, 生方謙 (2012). 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～, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 24: p. 7-18, 2012.
- 15) 図子あまね, 菊山靖, 吉田拓矢, 木越清信, 尾縣貢: 陸上競技跳躍競技者のリバウンドジャンプにおける下肢筋力・パワー発揮特性の縦断変化. 体育学研究65 : p. 225-236. 2020.