

# 小学生児童における縄跳び運動が リバウンドジャンプパフォーマンスに及ぼす影響

## Effects of Rope-jumping Exercise on Rebound Jump Performance in Elementary School Children

藤澤慶己<sup>1</sup>, 棚橋大輔<sup>2</sup>, 日置佑輔<sup>3</sup>, 小椋優作<sup>4</sup>, 林 陵平<sup>5</sup>

FUJISAWA Yoshiki<sup>1</sup>, TANAHASHI Daisuke<sup>2</sup>, HIOKI Yusuke<sup>3</sup>, OGURAI Yusaku<sup>4</sup>, HAYASHI Ryohei<sup>5</sup>

[キーワード Keyword]	physical exercise, plyometric training, reactive strength index, stretch-shortening cycle 体育科教育, 体づくり運動, 縄跳び運動, リバウンドジャンプ, 伸張-短縮サイクル運動
[所属 Institution]	<sup>1</sup> 岐阜大学大学院教育学研究科 (Graduate School of Education, Gifu University), <sup>2</sup> 各務原市立川島小学校 (Kagamigahara City Kawashima Elementary School) <sup>3</sup> 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科 (Joint Graduate School in Science of School Education, Hyogo University of Teacher Education), <sup>4</sup> 中部学院大学短期大学部 (Chubu Gakuin College), <sup>5</sup> 岐阜大学教育学部 (Faculty of Education, Gifu University)

**Abstract:** The purpose of this study was to examine the effect of rope-jumping exercise on rebound jump (RJ) performance in elementary school children. Ten fourth-grade boys performed a rope-jumping exercise for 10 minutes. RJ was performed before (Pre) and after (Post) the rope-jumping exercise. The video of each RJ was recorded with a high-speed camera (300 Hz), and the contact time (CT), jump height (JH), and RJ-index were calculated from the number of frames in the video. As a result of comparing Pre and Post RJ, it was found that the RJ-index significantly increased with rope-jumping exercise, but no significant difference was observed in CT and JH. These results suggest that the RJ performance may be improved by 10 minutes rope-jumping exercise.

### I 緒言

重力環境下におけるヒトの走, 跳, 投運動中の下肢主導筋に注目すると, 主導筋は一度引き伸ばされた後, 即座に短縮する伸張-短縮サイクル (Stretch shortening cycle; 以下「SSC」と略す) 運動によって動作が遂行されている (Asmussen and Bond-Petersen, 1974; Bosco and Komi, 1979) .

下肢のSSC運動遂行能力の評価法として, できるだけ高く跳ぶことを目的とした垂直跳 (以下「CMJ」と略す) や, 短い接地時間でできるだけ高く跳ぶことを目的としたリバウンドジャンプ (以下「RJ」と略す) といった跳躍運動が用いられることが多い (遠藤ほか, 2007; 日置ほか, 2022) . RJは接地時間が0.2秒程度と運動遂行時間が極めて短いバリスティックな下肢のSSC運動である (図子ほか, 1993; 遠藤ほか, 2007) . RJには様々なスポーツの動作に内在しており, 優れたスポーツパフォーマンスを発揮するために重要な要素の一つとして位置付けられている (図子ほか, 1993) .

12歳-18歳の子どもの対象として, 下肢のSSC運動遂行能力と疾走能力との関係を調査した先行研究では, CMJの遂行能力に対して, RJの遂行能力が優れている方が疾走能力およびフットワーク能力が高いことが報告されている (Endo et al., 2008) . また, 小学6年生

では, RJ遂行能力と走幅跳の助走速度や跳躍距離との間に有意な正の相関関係が存在することが明らかとなっている (大宮ほか, 2009) . 加えて, 2歳-6歳までの幼児を対象とした研究においても, RJ-indexと疾走能力との間に有意な相関があることが報告されている (坂口ほか, 2014) . 以上のことから, RJの遂行能力の向上は子どもの運動能力の向上に貢献している要因の一つであると考えられる.

小学校体育科における「体づくり運動」は, 様々な基本的な体の動きを培う運動であり, 体力の向上が期待されている. そのうち, 低学年および中学年の「多様な動きをつくる運動 (遊び)」では, 体のバランスをとったり, 移動したり, 用具を操作したり, 力試しをしたりするとともに, それらを組み合わせる運動や運動遊びをすることと示されている (文科省, 2017) . 縄跳び運動は, その中の用具を操作する運動 (遊び) に分類されており, 短縄を揺らしたり回旋したりしながら, 前や後ろの連続両足跳びをする運動や, 前や後ろの連続片脚跳びや交差跳びなどの運動が行われる. 子どもの縄跳び運動における運動効果についてみると, 10週間の縄跳び運動トレーニングを実施することにより, 最大酸素摂取量が増大すること (Nebahat Eler et al., 2018) や, 7週間の縄跳びトレーニングを実施す

ることにより、心肺持久力が向上することが示唆されている (Sadi Partavi et al., 2013)。一方で、縄跳び運動は連続した跳躍運動であることから、典型的なSSC運動であると考えられる (武田・永松, 2013)。したがって、縄跳び運動は上述したような最大酸素摂取量や持久能力に加えて、SSC運動遂行能力に対しても影響を及ぼすことが推察できる。しかしながら、これまでに子どもの縄跳び運動の効果について、SSC運動遂行能力の観点から調査した研究は見当たらない。縄跳び運動が下肢のSSC運動遂行能力に及ぼす影響を明らかにすることができれば、下肢のSSC運動遂行能力を向上させる手段の一つとして縄跳び運動を用いることが可能になり、小学生児童の走能力や跳能力の向上に役立つ情報になると考えられる。以上のことから、本研究では小学生児童における縄跳び運動がRJパフォーマンスに及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

## II 方法

### 1. 対象者

対象者はG大学附属小学校に所属する第4学年の児童10名を対象とした。実験開始前に対象者とその保護者に対して研究目的、方法について説明を行い、実験参加の同意を得た上で実施した。なお、本研究は中部学院大学倫理委員会の審査を経て実施された (受付番号, C21-0014)。

### 2. 実験試技

縄跳び運動と下肢の動作様式が類似していると考えられるバリスティックなSSC運動として、5回連続RJを実験試技として用いた。RJは、立位姿勢からその場で連続して跳躍する運動で、腕の振込み動作の影響を排除するために、手を腰に当てた姿勢で行わせた。RJの試技および実施方法は、遠藤ほか (2007) を参考にした。はじめに、縄跳び運動を行う前にRJを行わせ、この試技をPre試技とした。本実験では縄跳びの運動時間を10分間と設定し、前方一回旋跳び50回を、休憩を取りながら2セット行わせた。縄跳び運動のリズムを統制するために、縄跳び運動に最適とされる120 bpmのリズム (長谷川, 1985) を流し、それを基準に縄跳び運動を行うよう指示した。運動終了後、再度RJを測定した。この試技をPost試技とした。なお、全てのRJの遂行時には、できるだけ接地時間を短く、かつできるだけ高く跳躍するように指示をした。全ての試技において2回行い、RJ-indexが高かったものを分析に用いた。

### 3. 測定方法および算出項目

RJを対象者の正面から高速度ビデオカメラ (GC-LJ20B, スポーツセンシング社製) を用いて300 Hzで撮影した。撮影した映像のコマ数から、滞空時間および接地時間を算出した。得られた結果をもとに、RJ-index, 跳躍高を算出し5回跳んだ中でRJ-indexが最も高い試技を分析対象とした。跳躍高は、滞空時間を以下の式に代入することにより算出した。

$$\text{跳躍高} = 1/8 \cdot 9.81 \cdot (\text{滞空時間})^2$$

9.81は、重力加速度 ( $\text{m/s}^2$ ) (Asmussen and Bondeperterson, 1974)。

RJ-indexについては、以下の式によって算出した (図子ほか, 1993; 遠藤ほか, 2007)。

$$\text{RJ-index} = \text{跳躍高/接地時間}$$

### 4. 統計処理

各測定項目の平均値および標準偏差を算出した。各測定値における信頼性を確認するために、2試技間の級内相関係数 (ICC) を算出した。縄跳び運動がSSC遂行能力に及ぼす影響を明らかにするために、対応のあるt検定を行った。さらに、平均値の差の程度について検討するために、効果量 (Hedge's  $g$ ) を算出した。効果量が0.2以上0.5未満を効果量小、0.5以上0.8未満を効果量中、0.8以上を効果量大とした (Cohen, 1992)。なお、本研究の有意水準は5%未満とした。

## IV 結果

表1には、Pre試技、Post試技の1回目と2回目におけるRJ-indexの級内相関係数 (ICC)、および95%信頼区間 (CI) を示した。Pre試技におけるICCは0.867、Post試技におけるICCは0.816であり、いずれも高い信頼関係が認められた ( $p < 0.05$ )。

表2には、Pre試技およびPost試技におけるRJ-index, RJの接地時間 (CT)、RJの跳躍高 (JH) の変化量を示した。RJ-indexは有意な差が認められたのに対して、CTとJHには有意な差が認められなかった。

表3には、Pre試技およびPost試技におけるRJ-index, CTおよびJHの効果量を示した。縄跳び運動時の全ての項目に対して小程度の効果があることが認められた。

表1 各測定項目におけるICC, CVおよび95%CI

動作	ICC	95%CI
Pre	0.867*	0.599 - 0.962
Post	0.816*	0.473 - 0.946

\* ;  $p < 0.05$

表2 縄跳び運動におけるPreおよびPost動作の各変数の変化

	Pre動作	Post動作
	Mean±SD	
RJ-index (m/s)	0.783±0.281	0.878±0.351*
CT(s)	0.232±0.044	0.223±0.048
JH(m)	0.172±0.038	0.185±0.048

\*; p &lt; 0.05

表3 縄跳び動作に対する効果量

動作	効果量	程度
RJ-index	0.32	小程度
CT	0.22	小程度
JH	0.46	小程度

#### IV 考察

本研究では、小学生児童における縄跳び運動がRJパフォーマンスに及ぼす影響について明らかにすることが目的であった。はじめに、Pre試技とPost試技におけるRJパフォーマンスについて検討した結果(表2)、縄跳び運動のPost試技におけるRJ-indexはPre動作よりも有意に増加することが認められた。縄跳び運動は、反動を用いた連続的な跳躍運動である(武田・永松, 2013)のために、典型的な下肢のSSC運動であると考えられる。また、山口ほか(2000)は、縄跳び運動の跳躍周期が72 bpm~132 bpmと変化していく中での床反力の変化について検討しており、跳躍周期が速くなるにつれて接地時間が短くなることを報告している。加えてこの研究では、縄跳び運動を跳ぶ際に110 bpm以上の跳躍周期で跳ぶことは、接地した際に下肢に蓄えられたエネルギーを抜重しないで次の縄跳び運動に繋げることができるために、他の跳躍周期の縄跳び運動と比較してエネルギー効率が良いことを報告している。本研究では、跳躍周期を120 bpmと設定していたために、短い接地時間の中で効率的にSSC運動を繰り返す縄跳び運動であり、大きな抜重を伴わない跳躍運動という点で、RJと動作特性が類似していたことが考えられる。したがって、縄跳びを行った条件のみRJ-indexが有意に向上したことが考えられる。

次に、RJ-indexの構成要素であるRJのCTおよびJHに着目してみると、縄跳び運動実施後に有意な変化は認められなかった(表2)。加えて、縄跳び運動におけるRJ-indexに対しての効果量については、全てにおいて小程度であることが認められた(表3)。凶子・高松(1995a)は、CTの短縮には、時間空間的な予測により

主働筋を適切に予備緊張させる神経系が重要であるとしている。縄跳び運動において跳躍周期を制限することは、1跳躍のCTを制限することにつながる可能性がある。加えて、縄跳びを実施する際のリズムだけでなく、JHについてもある一定の高さ以上の跳躍ができないといったように、JHの高さについても制限されていた可能性が高い。これらのことを考慮すると、最大条件下で実施するリバウンドジャンプと跳躍周期を制限した縄跳び運動では、予備緊張のタイミングが異なる可能性があり、CTの短縮が認められなかった可能性があると考えられる。ただし、本研究では縄跳び運動時のCTおよびJHについては測定を行っていないために、この点は今後詳細に検討する必要がある。また、新井ほか(2017)は、リズムを統制した際のRJ遂行能力の変化について検討しており、RJではJHを獲得する至適リズムが対象者によって異なることを報告している。加えて、凶子・高松(1995b)は、バリスティックなSSC運動の遂行能力を決定する要因について、リバウンドドロップジャンプ(RDJ)のCTとJHとの間に有意な相関関係が認められないことを報告しており、CTの短縮させる能力とJHを獲得する能力は、互いに独立した能力であると示唆している。さらに、同研究では、RDJ-indexが同じ値でも、RDJのCTとJHには大きな個人差があることも報告しており、CTは短いJHは低い者、あるいはJHは高いCTは長い者など、様々なタイプが存在する可能性が示唆されている。こうしたことを考慮すると、本研究においてRJのCTあるいはJHに有意な変化が認められなかった理由については、個人の跳躍能力(CTあるいはJH)に対して、縄跳び運動リズムが最適であったか否かが、個人によって異なっていたためである可能性があると考えられる。

上述したリズムを統制することによる影響を考慮すると、RJパフォーマンスを向上させる目的で縄跳び運動を行う場合には、個人の跳躍能力に応じたリズムを決定する必要があると考えられる。また、北川ほか(1987)は、縄跳び運動における1跳躍中の縄の回転数の違いによる縄跳び運動の運動様式の違いについて検討しており、1回旋跳び、2回旋跳び、3回旋跳びと縄の回転数が増加するごとに縄跳び運動中の滞空時間が増加し、CTが短縮することを報告している。加えて、Miyaguchi et al. (2014)は、RJ中のRJ-indexと2回旋跳びの縄跳び運動の際のRJ-indexとの間に有意な相関関係があると報告している。こうしたことを考慮すると、縄跳び運動を行う際には、1跳躍中の縄の回転数を増加させることで、CTを短縮することができ、かつ高い



JHを獲得するという下肢のSSC運動遂行能力に効果をもたらす可能性があると考えられる。

以上の結果より、縄跳び運動によるバリスティックなSSC運動であるRJの遂行能力を向上させる可能性のあることが示唆された。しかしながら、縄跳び運動の運動効果に関しては個人の運動能力の違いが関連すると考えられる。つまり、縄跳び運動が得意な児童に関しては縄の回転数を個人の能力に合わせて調整して行うことが重要であると考えられる。これらのことから、学校現場では学校体育で扱われる「多様な動きをつくる運動」にある縄跳び運動に加えて、休み時間や学校以外の場においても、個人の能力や目標に合わせた跳躍周期や回旋数の縄跳び運動に積極的に取り組むことで、SSC運動遂行能力を改善できるとともに、SSC運動が内在する様々な運動能力の向上が期待される。

本研究にはいくつかの限界が存在する。1つ目は、本研究ではコントロール群を設定していなかった。そのために、本研究で実施した縄跳び運動と同程度の他の運動がRJパフォーマンスに及ぼす効果との比較はできない。このために、今後はコントロール群を設定して調査を行うことにより、縄跳び運動がRJパフォーマンスに及ぼす効果について詳細に明らかにすることが可能となる。2つ目は、本研究で使用した実験プロトコールは縄跳び運動がRJパフォーマンスに及ぼす即時的な影響を調査する設定であった。そのために、本研究で得られた知見は、短期的もしくは長期的な縄跳び運動がRJパフォーマンスに及ぼす影響に適應することは困難である。しかしながら、本研究では効果量が小さかったものの、縄跳び運動がRJパフォーマンスに及ぼす影響を明らかにすることができた。得られた知見は、体育の授業を実施する教員や児童を指導する指導者にとって役立つ知見となる可能性があると考えられる。

## V 要約

本研究では、小学生児童における縄跳び運動がリバウンドジャンプパフォーマンスに及ぼす影響について検討した。得られた結果は以下の通りである。

- 1) 縄跳び運動により RJ-index が有意に増加することが認められた。
- 2) 縄跳び運動における RJ-index に対しての効果量について、小程度の効果であることが認められた。

これらの結果から、縄跳び運動によりRJパフォーマンスを高められる可能性が示唆された。

## 文 献

- Asmussen, E. and Bonde-Petersen, F. (1974) Apparent efficiency and storage of elastic energy in human muscles during exercise. *Acta. Physiol. Scand.*, 92(4): 537-545.
- 新井 彩・坂本明日香・坂本志穂・中井 聖 (2017) リズム統制した連続リバウンドジャンプを用いたSSC運動能力の評価. *健康運動科学*, 7: 1-7.
- Bosco, C. and Komi, P.V. (1979) Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through pre-stretching. *Acta. Physiol. Scand.*, 106: 467-472.
- Cohen, J. (1992) A power primer. *Psychol Bull.* 112: 155-159.
- 遠藤俊典・田内健二・木越清信・尾縣 貢 (2007) 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.
- Endo, T., Tauchi, K., and Ogata, M. (2008) Development of running and footwork abilities from a viewpoint of jumping ability characteristics. *International Journal of Sport and Health Science*. 6: 120-127.
- 長谷川聖修 (1985) リズমনわとびにおける弾性テンポについて: 第2報. *東海大学紀要*, 体育学部, 15: 55-63.
- 日置佑輔・古橋侑季・林 陵平 (2022) 小学生および中学生における両脚および片脚踏切跳躍能力の発達特性. *体育学研究*, 67: 125-141.
- 北川淳一 (1987) なわとび運動に関する基礎研究. 2: 61-66.
- Miyaguchi, K., Sugiura, H. and Demura, S. (2014) . Possibility of stretch-shortening cycle movement training using a jump rope. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28: 700-705.
- 文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領解説 体育編.
- Nebahat, E. and Hakan A. (2018) The effects of the rope jump training program in physical education lessons on strength, speed and VO2 max in children. *Universal Journal of Educational Research*, 6: 340-345.
- 大宮真一・木越清信・尾縣 貢 (2009) リバウンドジャンプ能力が走り幅跳び能力に及ぼす影響: 小学6年生を対象として. *体育学研究*, 54: 55-65.
- Partavi, S (2013) Effects of 7 weeks of rope-jump training on cardiovascular endurance, speed, and

agility in middle school student boys. Sport Sci, 6: 40-43.

坂口翔太・藤林献明・荻山 靖・図子浩二 (2014) 2歳から6歳までの幼児におけるリバウンドジャンプ遂行能力と疾走能力との関係. 発育発達研究, 62 : 24-33.

武田誠司・永松幸一 (2013) なわとび3回旋跳びの習得方法—跳躍高と跳躍頻度を規定したホッピングエクササイズを用いて—. スポーツパフォーマンス研究, 5 : 55-63.

山口英峰・山元健太・宮川 健・宮地元彦・小野寺昇 (2000) なわとびにおける跳躍周期の違いが床反力に及ぼす影響. 川崎医療福祉学会誌, 10 : 329-333.

図子浩二・高松 薫 (1995a) バ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 : 147-154.

図子浩二・高松 薫 (1995b) 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.

図子浩二・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.