■ 論文

立ち五段跳びの反復練習が陸上競技未経験者の短距離走タイムに与える影響

外林大輔*1
齋藤壮馬*1
勢力竜里*2

【要約】
陸上競技における短距離種目の疾走速度は、ピッチとストライドの積によって決定する。しかし、ピッチの速さは幼児期から青年期にかけてそれほど速くならないとされており、ピッチを維持しながらストライドを広げることが短距離走のタイムを縮めることに繋がる。したがって、いかにストライドを広くするかのトレーニング方法が重要であると考えらえる。本研究では陸上競技未経験者である一般大学生を対象とし、10回の立ち五段跳びを１週間に２日、継続的に４週間実施し、介入前後の50m走および100m走のタイム、ジャンプマットを用いた垂直跳び、リバウンドジャンプによるRJ指数を測定した。その結果、50 m走、100走のタイムが有意に短縮され、RJ指数も向上した。これらのことから、陸上競技未経験者に対する短距離走のタイム短縮の方法として、立ち五段跳びが有用であることが示唆された。

キーワード　立ち五段跳び、短距離走、リバウンドジャンプ、RJ指数

Ⅰ．はじめに

走動作は、日常生活、遊び、スポーツなどの様々な場面で発生し、さらに、スポーツ場面における走運動は、競争としての走、準備運動やコンディショニングとしての走など、様々な動作様式に分類される[1)]。陸上競技として、男子100m走の世界記録は、1912年では10秒6であったが、2016年８ 月現在では、９ 秒58まで短縮された。この世界記録の変遷は、人類の走る速さの進歩を示しており、競技時間はわずか10秒程度でありながら、オリンピックの花形種目とされている。この100m走は、疾走速度が変化するパターンに応じて加速区間、最高速度区間、減速区間に大別することができる[2, 3)]。つまり、100m走の疾走タイムを速くするためには各区間の疾走速度を向上させることが重要である。

疾走速度の構成要素は、脚の回転数であるピッチと１回に進む距離であるストライドとの積であるため[4)]、疾走速度を高めるためには、ピッチもしくはストライドの一方を増加させる必要がある。しかし、両者にはトレードオフの関係が成り立つため[4)]、他方の減少を抑制することも求められる。ピッチおよびストライドに影響する要因のひとつとして身長があげられ、身長が高い選手ほどストライドが大きく、ピッチは低くなりやすいと報告されており、身体的特性もピッチやストライドに影響する[5, 6, 7)]。このことから、競技レベルに対応したピッチおよびストライドの目標値に対して、身長を加味して提示している[8)]。しかし、これには誤差範囲も示されており、身長および競技レベル以外の技術的要因や体力的要因によっても、ピッチおよびストライドは変化すると述べられている。つまり、疾走速度を高めることを目指すうえで、身体的特性を考慮しながらも、技術的要因を観点としたトレーニングを実践することで、疾走速度の増加が可能になると考えられる。

Ⅱ．目的

疾走速度はピッチとストライドの積によって決定されるが、ピッチの値は幼児期から青年期にかけてそれほど大きく変化しないとされている[9)]。そのため、ピッチを維持しながらストライドを広げることが、短距離走のタイムを短縮することに繋がると予

*1 大阪成蹊大学　教育学部
*2 堺市立南八下中学校

想される。ストライドが大きい選手の特徴として、地面反力が大きいことがあげられ[10)]、強く地面を押すことが大きな地面反力を獲得できる。トレーニングのひとつとして、立ち五段跳びがあり、これを反復して行うことでストライドが大きくなると考えられる。また、疾走は筋腱複合体の伸張 - 短縮サイクル（Stretch-Shortening Cycle:SSC）によって遂行されるため、立ち五段跳びのようなプライオメトリクストレーニングは、短距離走の練習方法やアセスメントとしてよく用いられる。

そこで、本研究では陸上競技未経験者を対象に、立ち五段跳びをトレーニングとして導入した際の効果を検証し、今後の指導方法のひとつとして活用するための知見を得ることを目的とする。

Ⅲ．方法

１．対象

一般大学生９名（男子３名、女子６名）、陸上競技部や陸上競技サークルに所属していない者を対象とした。平均年齢は 20.2 ± 0.8 歳、BMI は 22.6 ± 3.9、体脂肪率 22.7 ± 7.5％であった。本研究は、大阪成蹊大学教育学部の倫理委員会の承認（番号大 2022-10）に基づき、全ての対象者に、本研究の目的と方法を説明し文書による同意を得て行われた。

２．実験の手順

実験初日にグラウンドにて 50m 走および 100m 走のタイム測定を、光電管（BROWER 社 , タイミングシステム）を使用して実施した。試行回数はそれぞれ１回とした。また､ジャンプマット（S-CADE 社 ,VoltOnoJump）を用いて、垂直跳び、リバウンドジャンプを測定した。同日に、トレーニング介入内容である、立ち五段跳びの方法を説明して練習を実施した。

その後の４週間において、10 回の立ち５段跳びを１週間に２日、継続的に４週間の介入を行い、４週間経過後に、50m 走および 100m 走のタイム測定、垂直跳び、リバウンドジャンプの測定、立ち５段跳びの距離を測定し、トレーニング介入前後の測定値の比較を行った。また、50m 走および 100m 走について動画撮影し、動作解析ソフト Kinovea を用いて走運動のストライドとピッチの分析を行った。ストライドは 50m および 100m を走行歩数で除し、ピッチは走行歩数を走タイムで除して求めた。

３．立ち五段跳びの練習方法

実験初日の立ち五段跳びの記録計測時に、陸上競技を専門とする研究者が被験者に見本を見せた。遠くに跳ぶ方法などの詳細は伝えず、記録向上に向けて被験者たちが各自で考えるようにした。陸上競技部や陸上競技サークルに所属していないため、全天候走路に移動しての練習は難しく、体育館や公園、交通量の少ない道路で十分な準備運動をしてから行うこととした。

立ち五段跳びの方法は（図１）、

・足を軽く開き、踏切線（スタートライン）につま先を合わす。（両足スタート）
・両足で同時に踏み切り前方に跳躍する。
・１歩目の着地は片足（左右どちらでも可）で行い、連続してそのまま踏み切る。
・２歩目の着地は１歩目の足と逆の足で行い、連続してそのまま踏み切る。
・３歩目の着地は２歩目の足と逆の足で行い、連続してそのまま踏み切る。
・４歩目の着地は３歩目の足と逆の足で行い、連続してそのまま踏み切る。
・５歩目の着地は両足で行う。

図１．立ち五段跳びの方法

４．垂直跳び、リバウンドジャンプの測定方法

垂直跳び、リバウンドジャンプはジャンプマット VoltOnoJump を使用して測定した。垂直跳びは腕振りの影響を除外するため、腰に手を当て、直立した状態で鉛直方向に最大跳躍を２回試行し、成績の良い数値を扱った。また、リバウンドジャンプは、垂直跳びと同様の姿勢で、ジャンプマットの上で鉛直方向に、６回連続ジャンプを接地時間ができるだけ短くなるよう、かつ跳躍高を高くすることを意識し、接地の曲げ膝角度を大きくして跳躍高を高くする飛び方を避けるよう指示し、１回の試行とした。これにより、RJ 指数 (リバウンドジャンプ・インデックス) で数値化した。RJ 指数は､「跳躍高」と「接地時間」の比から算出でき、下肢の「短時間で発揮するパワー発揮能力」を知ることができる。なお、被験者のうち２名は、垂直跳び、リバウンドジャンプの測定を実施することができなかったため７名の測定とした。

５．データ処理及び解析

統計ソフトはEZRを用い、トレーニング前後の測定値について、対応のあるＴ検定を用いて分析し、有意水準は５％以下とした。また、数値は平均値±標準偏差とした。走タイムとRJ指数の変数間の相関関係は、ピアソンの積率相関係数を用いて分析した。

Ⅳ．結果

１．立ち五段跳び介入前後の50m、100m走の測定結果

50ｍ走の立ち五段跳び介入前のタイムは7.73±0.83秒で、介入後は7.53±0.82秒であり、介入前より介入後においてタイムが有意に短縮していた（p＜0.05）（図２）。また、100ｍ走の立ち五段跳び介入前のタイムは15.24±2.01秒で、介入後は14.82±1.80秒であり、介入前より介入後においてタイムが有意に短縮していた（p＜0.05）（図３）。

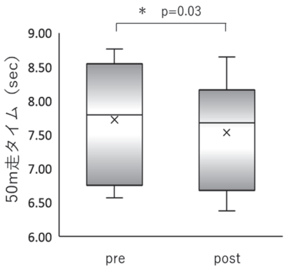

図２．立ち五段跳び介入前後の50m走のタイム

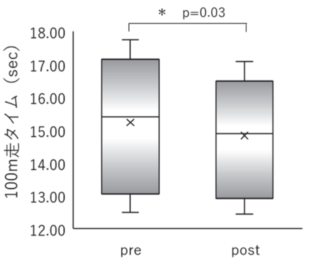

図３．立ち五段跳び介入前後の100m走のタイム

２．立ち五段跳び介入前後の垂直跳びとRJ指数の測定結果

垂直跳びの立ち五段跳び介入前の記録は0.34±0.07mで、介入後も0.34±0.07mであり、介入前と介入後において記録に有意な差はなかった(図４)。

RJ指数の立ち五段跳び介入前の記録は1.74±0.74m/sで、介入後は1.81±0.70m/sであり、介入前より介入後において記録が有意に向上していた(p＜0.05)(図５)。

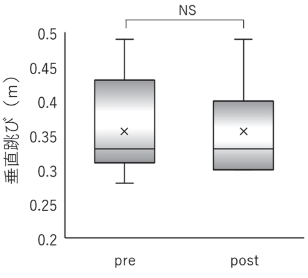

図４．立ち五段跳び介入前後の垂直跳びの記録

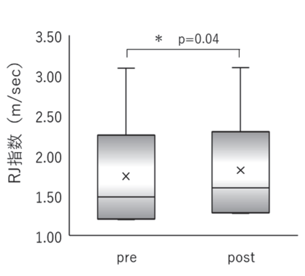

図５．立ち五段跳び介入前後のRJ指数

３．立ち五段跳び介入前後のストライドとピッチの変化

ストライドの立ち五段跳び介入前の記録は1.58±0.27mで、介入後は1.59±0.81mであり、介入前より介入後において有意な差はなかった(図６)。

ピッチの立ち五段跳び介入前の記録は4.17±0.27step/sで、介入後は4.22±0.26step/sであり、介入前より介入後において有意な差はなかった(図７)。

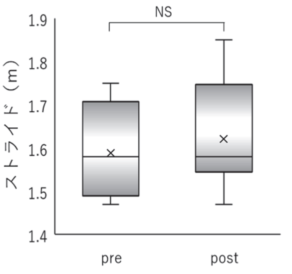

図６．立ち五段跳び介入前後のストライドの変化

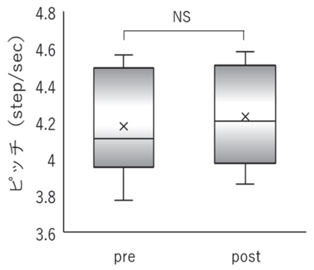

図７．立ち五段跳び介入前後のピッチの変化

４．立ち五段跳び介入前後の立ち五段跳びの測定結果

立ち五段跳び介入前の記録は10.02±1.50mで、介入後は9.81±1.35mであり、有意な差はなかった(図８)。

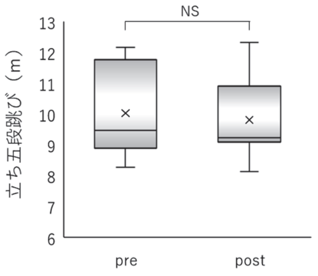

図８．立ち五段跳び介入前後の立ち五段跳びの変化

５．立ち五段跳び介入前後の50m、100ｍ走タイムとRJ指数との関係

立ち五段跳び介入前の50m走のタイムとRJ指数との間に強い負の相関がみられ（r=-0.67、p＜0.04）、立ち五段跳び介入後の50m走のタイムとRJ指数との間に強い負の相関がみられた（r=-0.72、p＜0.04）（図９）。さらに同じく、立ち五段跳び介入前の100m走のタイムとRJ指数との間にも強い負の相関がみられ（r=-0.67、p＜0.04）、立ち五段跳

び介入前の 100m 走のタイムと RJ 指数との間に強い負の相関がみられた（r=-0.73、p ＜ 0.04）（図10）。

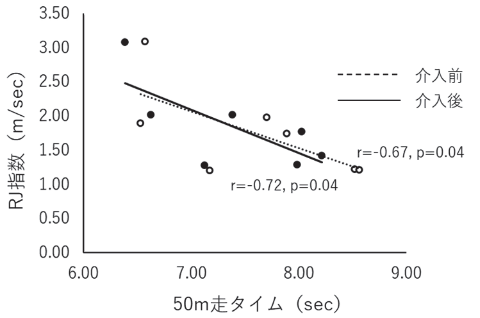

図９．立ち五段跳び介入前後の 50m 走のタイムと RJ 指数の相関

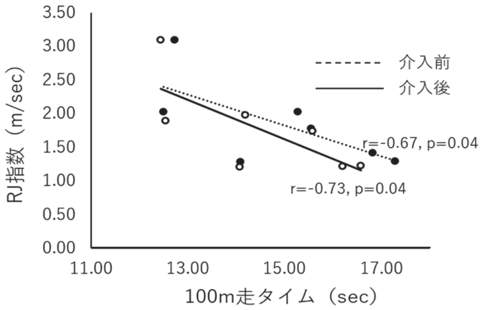

図 10．立ち五段跳び介入前後の 100m 走のタイムと RJ 指数の相関

６．50m 走および 100m 走と立ち五段跳び介入前後におけるタイム短縮率と RJ 指数上昇率との間の相関

50m 走と立ち五段跳び介入前後におけるタイム短縮率と RJ 指数上昇率との間の相関については、有意な正の相関がみられ（r=0.79,p=0.03）（図 11）、また、100m 走と立ち五段跳び介入前後におけるタイム短縮率と RJ 指数上昇率との間の相関については、有意な相関はみられなかった（r=0.48,p=0.27）（図 12）。

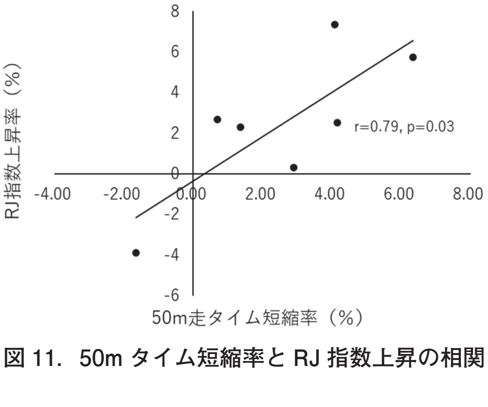

図 11．50m タイム短縮率と RJ 指数上昇の相関

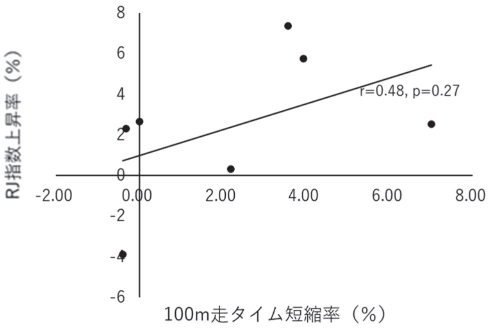

図 12．100m タイム短縮率と RJ 指数上昇の相関

Ⅴ．考察

本研究の目的は、陸上競技未経験者を対象に週２回の立ち五段跳びトレーニングを４週間継続させた際の、疾走能力の変化を検証することであった。その結果、50m 走および 100m 走共にタイムの有意な短縮が認められ、また、RJ 指数が有意に増加したことが認められた。

短距離走は、最大疾走速度と記録との間に有意な正の相関が認められている [11,12]。そのため、疾走速度の向上はタイムを短縮するための最重要課題となる。疾走速度はピッチとストライドの積で決定されることから、両者の増加、もしくは一方を増加させ、他方の減少を抑制することが必要となる。本研究の結果、ストライド・ピッチ共に有意差は認められなかったものの、介入前後でストライドは 2.05% の増加、ピッチは 1.25% の増加を示した。よって、ストライドとピッチが両方とも微増することで、両者の積である疾走速度が増加し、タイムの短縮に貢献した可能性が考えられる。立ち五段跳びは、水平方向の片脚跳躍運動であり [13]、より疾走動作に近い動作様式となる。また、大きな力を発揮する (地面に力を加える) ことから、第一次加速局面のトレーニングとして効果が期待されている [14]。最大疾走速度局面は、加速局面を経て到達することから。最大疾走速度局面と同様に重要視されている。よって、立ち五段跳びを行うことで、第一次加速局面に必要な体力的要因が改善され、スムーズな加速により最大疾走速度が増加した可能性が考えられる。

立ち五段跳びは動作様式が類似していることから、バウンディングと同じ水平方向のジャンプエクササイズに位置付けられる。リバウンドジャンプとバウンディングは、質量 - バネモデルの Stiffness と足関節の底屈トルクおよび負のトルクパワーとの間に有意な相関が認められたとの報告から [15]、両者とも足関節の影響を受けることを示した。本研究の

結果、介入前後の垂直跳びに有意差は認められなかったが、RJ 指数は介入後有意に増加した。これは、立ち五段跳びとリバウンドジャンプが足関節の力・パワー発揮の影響を受けることが起因していると考えられる。立ち五段跳びのトレーニングを実践することで、足関節の力・パワー発揮能力が向上したことで、RJ 指数が増加した可能性が考えられる。上述した加速局面においても、RJ 指数との間に関係性が示されていることから[16]、継続的な立ち五段跳びトレーニングによって、タイムが短縮した可能性が考えられる。

また、50m 走と 100m 走の立ち五段跳び介入前後におけるタイム短縮率と RJ 指数上昇率との間の相関について、50m 走のタイム短縮率と RJ 指数上昇率において有意な正の相関がみられたのは、30m 加速走のタイム短縮が 50m 走、100m 走のタイム短縮につながるとの報告から[17]、立ち五段跳びが特に第一次加速に必要なコンセントリック能力を高め、また、50m 走のタイム短縮が 100m 走のタイム短縮につながったのではないかと考える。しかしながら、トレーニング課題であった立ち五段跳びの記録に有意差は認められなかった。これは、鉛直方向へのプライオメトリック要素は向上したものの、水平方向へのプライオメトリック要素の向上には至らなかったことを示しており、事前の説明時の際にも遠くに跳ぶ方法などの詳細は伝えていなかったこと、また、水平方向へのプライオメトリック要素、さらには立ち五段跳びの成績の向上には相応の期間を要することその要因であることが考えられた。

Ⅵ. まとめ

本研究では、立ち五段跳びの反復練習が陸上競技未経験者の短距離走タイムに与える影響について調べた結果、

・立ち五段跳びの反復練習は陸上競技未経験者の短距離走の、特に第一次加速時のタイム短縮に有用である。

・プライオメトリックトレーニングの効果を実証するうえで、ジャンプマットを用いた RJ 指数が有用である。

・SSC 機能に必要なパワー、跳躍力が高い方が速く走ることができる。

これらのことから、50m 走および 100m 走のタイムを短縮するために、立ち五段跳びを介入することが有効な方法であることが明らかになった。

引用文献

1）小林寛道（1990）走る科学 , 大修館書店 .
2）Simonsen, E. B., Thomsen, L. & Klausen, K. Activity of mono- and biarticular leg muscles during sprint running. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1985, vol.54, p.524-32.
3）C Bret, A Rahmani, A-B Dufour, L Messonnier, J-R Lacour. Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. J Sports Med Phys Fitness. 2002, vol.42, p.274-81.
4）Hunter, J. P., N. Marshall., P. J. McNairInteraction of step length and step rate during sprint running. Med. Sci. Sports Exerc. 2004, vol.36, p.261-271.
5）宮丸凱史短距離疾走フォームに関する実験的研究一脚長と疾足フォームについての考察一 . 東京女子体育大学紀要 . 1971, vol.6, p.22-33.
6）Paruzel-Dyja, M., Walaszezyk, A. and Iskra, J. Elite male and female sprinters' body build, stride length and stride frequency. Stud. Physic. Culture Tourism. 2006, vol.13, p.33-37.
7）内藤景 , 茹山靖 , 宮代賢治 , 山元康平 , 尾縣貢 , 谷川聡 . 短距離走競技者のステップタイプに応じた 100m レース中の加速局面の疾走動態 . 体育学研究 . 2013, vol.58, p.523-538.
8）宮代賢治 , 山元康平 , 内藤景 , 谷川聡 , 西嶋尚彦 . 男子 100m 走における身長別モデルステップ変数. スプリント研究 . 2013, vol.22, p.57-76.
9）宮丸凱史 . 疾走能力の発達 . 2001, 杏林書院, 東京.
10）豊嶋陵司, 桜井伸二 . 短距離走の最大疾走局面における遊脚キネティクスとピッチおよびストライドとの関係. 体育学研究 . 2018, vol.63, p.479-493.
11）松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 土江寛裕 . 男女 100m レースのスピード変化. バイオメカニクス研究 . 2008, vol.12, p.74-83.
12）大沼勇人, 小林海, 松林武生, 高橋恭平, 山中亮, 渡辺圭佑, 綿谷貴志 . 2019 年度主要競技会における男子 100m のレース展開. 陸上競技研究紀要 . 2019, vol.15, p.131-137.
13）苅山靖 . 各種跳能力におけるリバウンドジャンプ能力の位置付け. 体育の科学 . 2017, vol.67(4), p.226-231.
14）谷川聡 . トレーニング科学はスプリンターのパフォーマンス向上に貢献しているのか. トレーニング科学 . 2019, vol.31(3), p.117-128.
15）苅山靖, 図子浩二 . バウンディングにおける Stiffness 特性へ影響する踏切脚の力およびパワー発揮：リバウンドジャンプとの比較から. 体育学研究 . 2015, vol.60, p.137-150.
16）Ryu Nagahara, Takeo Matsubayashi, Akifumi Matsuo, Koji Zushi. Kinematics of transition during human accelerated sprinting. Biol Open . 2014, vol.4;3(8), p.689-99.
17）川上正人 , 横田幸訓 . 加速走と立ち五段跳びの関係に関する研究 . 基礎科学論集 : 教養課程紀要 . 1994, vol.12, p.92-95.

Effect of repeated practice of standing five-step jump on sprinting time of inexperienced track and field athletes.

SOTOBAYASHI Daisuke*1
SAITO Soma*1
SEIRIKI Ryuri*2

Abstract：

The sprinting speed of short-distance events in track and field is determined by the product of pitch and stride. However, it is believed that the pitch speed does not increase so much from infancy to adolescence, and that increasing the stride while maintaining the pitch leads to shorter short-distance running times, so it can be assumed that increasing jumping ability will increase the stride. In this study, general university students with no experience in athletics were subjected to 10 standing five-step jumps two days a week for four weeks continuously, and their 50m and 100m sprint times before and after the intervention, vertical jump using a jump mat, and RJ index by rebound jump were measured. The results showed that the 50m and 100m sprint times were significantly reduced and the RJ index improved. These results suggest that the standing five-step jump is useful as a method of sprinting time reduction for inexperienced track and field athletes.

Key words：

standing five-step jump, sprinting, rebound jump, RJ index

*1 Osaka Seikei University, Faculty of Education
*2 Minami yashimo Junior High school, Sakai City