

陸上競技選手における片脚ジャンプパフォーマンスの事例検討： ランニング・スプリント種目を対象に

A Case Study of Jumping Performance of Track Athletes

キーワード：RDJindex、片脚

櫻田 淳也

SAKURADA Junya

1. 緒言

先だって行われたリオオリンピックの男子4×100mリレーにおいて、日本男子チームは絶対世界王者のジャマイカに続いて2位の入り銀メダルを獲得した。この快挙については、日本チームの「パドンパス技術」に注目が集まった。しかしながら、日本チームのバトンパス技術が高度であったことは間違いないところであるが、もっと根本的なところで「日本選手の短距離走における走力アップ」があったことを見逃してはならない。

この4選手は昨年の世界陸上には怪我で、リレーには出場していない。その4選手が今年飛躍した原因の一つとして「筋力強化」があげられる⁴⁾。スプリント種目の筋力強化にもいろいろな種類があげられるが、その中でも大きな要因となるものに、下肢のパワー発揮能力があり、それには「伸長-短縮サイクル (Stretch-shortening cycle: SSC)²⁾も大きく関わっており、スプリント能力向上には、SSCを向上していくようなトレーニングが必要になってくる^{6,7)}。SSCの向上による下肢の動きは、下肢の特性として動物行動において「spring-like leg behavior」と表現され、広くとらえられており¹⁾、SSCは「筋-腱複合体」や「四肢や関節」の視点から評価される。スプリント種目の指導現場ではこれらを「ばね」と表現されることが多い。スプリント選手が「ばね」を鍛えるトレーニングとしては、プライオメトリックトレーニングが用

いられることが多く⁵⁾、リバウンドドロップジャンプなどもそのトレーニング手段の一つである。リバウンドドロップジャンプは踏切時間(接地時間)や滞空時間等から算出されたリバウンドドロップジャンプ指数(RDJindex)^{14,15)}から評価することができる。つまり、短い接地時間で長い滞空時間を獲得できると高い評価となり、効率よく地面から力をもらっていることを示す。陸上競技のスプリント種目では速い選手の接地時間は短い傾向にあることも踏まえ、走る時、「効率よく地面から大きな力をもらうような接地をする」という主旨の指導は一般的に行われており、RDJindexが優れている方がスプリント能力にもプラスになると考えられている。また、スプリント種目の動きを考えた時、走る動作は「片脚」ずつ地面についていることは、容易に観察できることである。最近の筋力トレーニングでは、「片脚」で行うトレーニングがトップ選手のトレーニングとしても注目されている¹³⁾。しかしながら、リバウンドジャンプの研究をみても、両脚と片脚の能力に視点をあてた研究は少ない。また実際の運動場面における動きの視点から、純粋な脚能力と合わせて、腕の動き等を含む運動場面に近い動きでの能力を見ることが、指導現場に繋がるのものであるとも思われる。

そこで本研究では、各種リバウンドジャンプを行うことで、短距離選手におけるジャンプパフォーマンスにおける左右差が実際にはどうなっているのかということについての、基礎資料を得るための事例検討を行うことを目的とした。

II. 方法

1. 対象者

表1に対象者の特性を示した。対象者は、東京女子体育大学陸上競技部で活動している5名であった。いずれの競技者も関東インターカレッジの標準記録を突破しており、高い競技水準を有している。専門種目の内訳は、100m 1名、400m 1名、800m 2名、100mハードル1名であった。今回は事例検討を行うことが目的であることから、種目特性がでないように、ランニング・スプリント種目で幅広い種目選択をした。

Table 1 Characteristics of subjects.

Subject	n	age (yrs)	Body height (cm)	Body weight (kg)
Female	5	20.6 ± 0.89	157.4 ± 2.97	51.4 ± 6.66

Values show mean ± SD.

2. 測定項目および測定方法

ジャンプ能力の測定はリバウンドドロップジャンプ (RDJ) とした。図1に「手を腰にあて手の動きを制限する方法」、図2に「手に動きをつける方法」について示した。RDJは、連続5回跳びを①両脚(手を腰にあて手の動きを制限)、②両脚(手の動きをつける)、③片脚(手を腰にあてる、得意な脚)、④片脚(腰に手をあてる、不得意な脚)、⑤片脚(手の動きをつける、得意な脚)、⑥片脚(手の動きをつける、不得意な脚)を、①→⑥の順番で、各2回ずつ測定した。5回連続の試技では、「自分のタイミングで段々全力になるように」との指示を与えた。また、各試技は適度な間隔を空けながら行った。また、片脚の試技が難しいことが予測されるため、今回はあえて試技の順番をランダムにせず、固定して行った。またこのことから今回は片脚の試技の際、ジャンプをしない反対脚については動きを制限せず、自分で一番ジャンプができるように動かすよう指示した。片脚における「得意・不得意」については、自己申告とした。

RDJindexは以下の式で算出されるが²⁾、今回は

「Multi jump testa (DKH社製)」を用いて測定した。

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

$$\text{RDJindex} = (1/8 \cdot g \cdot ta^2) / tc - (2)$$

g=重力加速度、ta=滞空時間、tc=接地時間

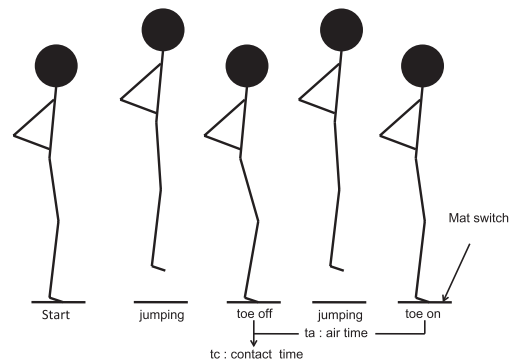


Fig.1 Measurement method of rebound drop jump (RDJ: restricted).

$$\text{Jumping height} = 1/8 \cdot g \cdot ta^2 \quad g = 9.81\text{m/sec}$$

$$\text{RDJindex} = \text{jumping height} / tc$$

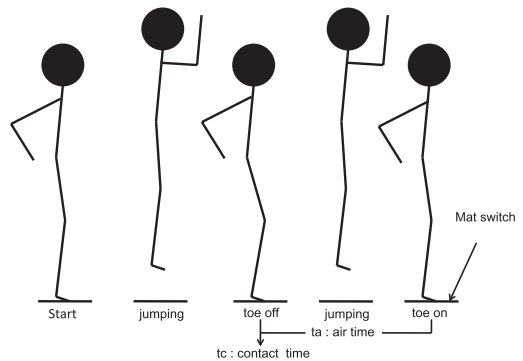


Fig.2 Measurement method of rebound drop jump (RDJ: arm action).

$$\text{Jumping height} = 1/8 \cdot g \cdot ta^2 \quad g = 9.81\text{m/sec}$$

$$\text{RDJindex} = \text{jumping height} / tc$$

III. 結果と考察

表2に対象者5名のRDJindexの結果を示した。両脚および片脚すべての動作において、腰に手をあてて動きを制限するより、手の動きをつけたものの方が高い値を示した。これは手を使った方が全身を

Table 2 RDJindex in rebound drop jump (m/s)

Subject	n	doubleleg (restricted)	double leg (arm action)	singlelag (restricted:clever)	singlelag (restricted:not clever)	singlelag (arm action:clever)	singlelag (arm action:not clever)
Total	5	1.91 ± 0.48	2.11 ± 0.51	0.79 ± 0.19	0.95 ± 0.37	0.90 ± 0.21	1.09 ± 0.41
Subject A		1.998	2.023	0.815	0.821	0.897	1.034
Subject B		2.090	2.239	0.919	1.541	1.062	1.681
Subject C		2.502	2.716	0.903	0.971	0.965	1128
Subject D		1.203	1.310	0.460	0.533	0.532	0.538
Subject E		1.761	2.279	0.858	0.861	1.027	1.060

$$RDJindex=1/8 \cdot 9.81 \cdot ta^2/tc$$

使ってタイミングをとりながらジャンプをすることが出来るからだと考えられ、経験的にも理解できる現象である。一方、片脚のデータを見ると、すべてにおいて「不得意な脚」の方が、「得意な脚」より高いデータを示している。今回の対象者には、種目特性が現れないように、短距離種目の中であえて種目の幅に広がりを持たせている^{6,7,8,9)}。そのためこのようなジャンプパフォーマンスには得意不得意があり、数値にもばらつきがあるが、片脚のRDJindexに関しては、すべてにおいて、不得意な脚の方が高い数値を示した。経験的に考えると、得意な脚の方が力を発揮することができ、RDJindexの値も高くないように感じる。例えばウェイトトレーニングの「片脚 clean」を想像してみても、得意な脚を軸にした方が明らかに地面に力を加えることができるし、安定する。このように考えると、RDJindexが得意な脚でない方の値が高いことの説明が難しい。ただ今回の「得意・不得意」に関しては、特に客観的な定義づけをいている訳ではなく、自己申告であった。つまり、自分の得意な脚とは「自分の名前が速くかける脚」というような器用な脚を選択している。また、今回評価の視点としたRDJindexは、接地時間や滞空時間との関係から導きだされるものであることから、RDJindexを構成する要素を1つ1つ検証していく必要も考えられる。パフォーマンスの視点からみると、「専門的トレーニングの結果、片脚でのバネ能力には左右差は少なく、それがパーフォー

マンスの向上に貢献している可能性」なども考えられる。つまりは、得意でない方の脚が強い、という可能性も否定出来ないということである。片脚ジャンプは当然ながら両脚に比べて、片脚で支える身体質量が大きく、片脚で骨盤やその上の胴体部を支える必要性から骨盤の保持および安定性に関わる筋活動が要求される。これはランニングやスプリントの能力には大きく関わるものである^{12,13)}。また、一方では両脚ジャンプに関わる筋群もスプリントにおける加速局面や最大疾走局面には関係していることも報告されている^{3,10)}。今後課題を整理し、両脚および片脚の筋力発揮について、ランニングやスプリントに係る筋力発揮方法に視点をあてて検討を進めていく必要性があると思われる。

IV. まとめ

本研究では、陸上競技選手における片脚ジャンプパフォーマンスにおける事例検討を行った。その結果、片脚のRDJindexにおいて、すべての項目について、得意ではない脚の方が高い値を示すという結果を得た。これらについては、①得意な脚の定義の問題、②RDJindexの接地時間や滞空時間等の詳細な検討、③ランニングやスプリントトレーニング効果の検証等、今後さらに進めて行くべきことをについて、明らかにすることができた。今回は事例検討とい

うことで、一定の競技レベルを持った少数の対象者で測定を行ったが、思わぬ結果を得ることができた。今後これらについて、上述の視点から検証を行っていくことで、ランニングやスプリントの競技力向上の貢献することのできる知見が得られることが期待される。

付記

本報告は平成27年度奨励個人研究によるものである。

文献 (Reference)

- 1) Alexander, R. Macneill (2003) Principles of Animal Locomotion. Princeton University Press in the United Kingdom.
- 2) Bosco, C., Luhtanen, P. and Komi, P. V. (1983) A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur. J. Appl. Physiol.* 50: 273-282.
- 3) Charalambous, L., Irwin, G., Bezodis, I. N., and Kerwin, D. (2012) Lower limb joint kinetics and ankle joint stiffness in the sprint start push-off. *J. Sports Sci.*, 30(1): 1-9.
- 4) 飯塚翔太, 山縣亮太, ケンブリッジ飛鳥, 桐生祥秀 (2016) 「リオデジャネイロオリンピック男子4×100mリレー、銀メダル獲得への軌跡」. 日本スプリント学会第27回大会大会. 10-12.
- 5) Komi, P. V. and Buskirk, E. R. (1972) Effect of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and electrical activity of human muscle. *Ergonomics.* 15: 427-434.
- 6) Komi, P. V. and Bosco, C. (1978) Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 10: 261-265.
- 7) Komi, P. V. (1986) Training of muscle strength and power. Interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *Int. J. Sports Med.* 7 (Suppl.): 10-15.
- 8) Komi, P. V. (1987) Neuromuscular factors related to physical performance. *Medicine Sports Sci.* 26: 48-66.
- 9) Komi, P. V. (1991) Stretch-shortening cycle. *Strength and power in sport.*, Volume III The encyclopaedia of sports medicine an IOC medical commission publication., Edited by Komi, P. V. Oxford Blackwell scientific publications. Pp. 169-179.
- 10) Kuitunen, S., Komi, P. V., and Kyröläinen, H. (2002) Knee and ankle joint stiffness in sprint running. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34(1): 166-173.
- 11) 大前祐介 (2016) 「スプリント能力向上のためのフィジカルトレーニング」. 日本スプリント学会第27回大会大会. 13-14.
- 12) Perry J, Burnfield J, eds. (2010) *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*, 2nd edition. New Jersey: SLACK Incorporated.
- 13) Schache, A. G., Blanch, P. D., Dorn, T. W., Brown, N. A., Rosemond, D., and Pandy, M. G. (2011) Effect of running speed on lower limb joint kinetics. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 43(7): 1260-1271.
- 14) 関子浩二, 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.
- 15) 関子浩二, 高松薫 (1993) バリスティックな伸長-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.