

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 26 日現在

機関番号：37101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350797

研究課題名(和文) 持久的プライオメトリックトレーニングは長距離走のパフォーマンスを向上させるか

研究課題名(英文) Does continuous plyometric training improve long distance running performance ?

研究代表者

得居 雅人 (TOKUI, MASATO)

九州共立大学・スポーツ科学部・教授

研究者番号：00227571

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、持久的なプライオメトリックトレーニングが長距離走のパフォーマンスを改善するという仮説を検証し、新たな長距離走トレーニングを開発しようとするものである。長距離ランナー3名を対象に、～1分の連続ホッピングを5日/週程度、18週間行わせ、その期間の前後の走の経済性、及びパフォーマンスを検討した。2名は経済性が改善し1名は低下、2名は5000m走の記録が向上し1名は低下した。本研究の結果は、仮説を検証するには十分とは言えなかった。本研究で行ったトレーニングは強度が低すぎた可能性があると思われる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to verify the hypothesis that continuous plyometric training improve long distance running performance and to develop new long distance training method. 3 long distance runners performed continuous bilateral hopping below 1 minute, for around 5 days a week during 18 weeks. Running economy and distance performance before and after the period were examined. Running economy and running performance (running time in 5,000m) improved in 2 runners, and decreased in 1 runner. The result could not be sufficient to verify the hypothesis. The possible explanation was that training intensity employed in this study might be too low.

研究分野：運動生理学

キーワード：ランニングエコノミー 走の経済性 弾性エネルギー

## 1. 研究開始当初の背景

身体運動は、エネルギー基質の酸化により得られる生理的エネルギーを内的・外的な機械的エネルギーの発揮へと変換することにより遂行される。故に、あらゆるスポーツにおいて、生理的エネルギーの節約や機械的エネルギーの増大が、パフォーマンス向上の鍵を握っている。

走運動においては、下肢（主にアキレス腱）のバネ能力により、着地の衝撃を弾性エネルギーとして貯蔵・放出し、運動を遂行するエネルギーとして利用できることが知られている。これにより、短距離走や跳躍などの最大パワー発揮能力が問われる競技においては、発揮する機械的エネルギーを増大させ、高いパフォーマンスを追求できる。一方、長距離走のような最大下で行なわれる持続的運動において、弾性エネルギーの利用は生理的エネルギーを節約し経済性を改善させる（一定の運動に対する酸素摂取水準を低下させる）ことが期待される。

しかしながら、長距離走トレーニングにおいては、伝統的に持続走やインターバル形式のトレーニングにより、生理的エネルギー発揮能力の増加や発揮効率の改善に主眼がおかれて来た。これは、弾性エネルギー発揮能力の向上を目指すプライオメトリックトレーニングなどは、有酸素的な持久能力とは別な範疇で考えられて来たことによるものであろう。しかし、バネ能力は、有酸素系を含めたエネルギー供給系からは完全に独立した筋腱の粘弾性特性によるものであるため、無氣的・有酸素的パワー発揮に関わらずバネ能力を発揮できる運動様式であれば、その能力は発揮される。実際に近年の研究では、バネ能力と長距離走のパフォーマンスとの間には関係が見られること（佐伯 2008 他）そして腱の弾性を効果的に利用するために筋をどのように使うか（Lichtwark et al. 2007）といった長距離走パフォーマンスにおけるバネ能力の重要性が指摘され、プライオメトリックトレーニングは、レジスタンストレーニングや高強度トレーニング同様に、走の経済性を改善し、パフォーマンスを向上させることが報告されている（Paavolainen et al., 1999; Spurrs 2003; Turner et al. 2003; Saunders et al. 2006）。

小木曾は、陸上競技の水平移動種目（短距離、走幅跳）、垂直移動種目（走高跳）および長距離種目の選手の連続ホッピングの接地時間と跳躍距離の関係を検討し、水平移動種目では接地時間の短い選手が高く跳ぶことが出来るが、長距離種目では逆に接地時間の長い選手が高く跳ぶことが出来ることを確認した（小木曾 2009YMFS スポーツチャレンジ助成金による成果）。このことは、バネの使い方に種目特性が存在すると言え、短距離・跳躍種目などの瞬発系

競技とは異なる長距離走独自のトレーニングメソッド開発の必要性を示すものである。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、持続的なプライオメトリックトレーニングが身体のバネ能力を改善し、長距離走のパフォーマンスを向上させるという仮説を検証し、新しい長距離走トレーニングメソッドを開発することである。

## 3. 研究の方法

1) 持続的なバネ特性の種目特性を明らかにするため、陸上競技短・中距離選手に 100 回連続リバウンドジャンプ（100RJ）を行わせ、パフォーマンスとジャンプ指標（RJ 指数（跳躍高/接地時間）、跳躍高、接地時間）の関係を検討した。対象者のベスト記録を IAAF（国際陸上競技連盟）スコアに換算したところ、各種目の平均スコアに有意差は無く同等なレベルの競技者であったと言える。

2) 走および自転車運動の経済性（一定の運動に対する酸素摂取水準）及びリバウンドジャンプによるバネ能力を測定し、測定項目と長距離パフォーマンスの関係を検討した。次に、トレーニング実験として、持続的プライオメトリックトレーニング（1 分以内の両脚連続ジャンプを 5 日/週程度、18 週間）を行なわせ、それらの測定項目及びパフォーマンスの変化を検討しトレーニング効果と妥当性を検証した。

## 4. 研究成果

1) すべての種目で、100RJ の RJ 指数、及び跳躍高は徐々に低下し、接地時間は僅かながら徐々に増加した。いずれの項目も 800m でより緩やかであった。しかし、100RJ の平均値を比較すると、どの項目にも種目間の有意差は認められず、同等のパフォーマンスを有する 100m~800m の選手間では、100 回の連続ジャンプの実施において、トータルで考えれば差はないことが示された。100RJ を 10 回毎の 10 区間に区切り、各区間のジャンプ指数の平均値とパフォーマンスの間の関係を検討した（図 1）。800m の RJ 指数の維持率（%；10 区間/1 区間）は、100m・400m よりも有意に高い値を示し（ $p < 0.01$ ）、800m 選手がリバウンドジャンプの持続能力が高いことが示された。これは、接地時間よりも（N.S.）跳躍高を維持できたことによるものであった（100m < 800m,  $p < 0.05$ ）。さらに、各区間のジャンプ指標とパフォーマンスの関係を検討した。100m では、2、4、6 区間の 6 区間の RJ 指数、および 1、2 区間の跳躍高とパフォーマンスの間に有意な相関が認められ（ $p < 0.05$ ）、疲労の少ない状態で高い跳躍を遂行する能力の重要性が示された。400m では、1、10 区間

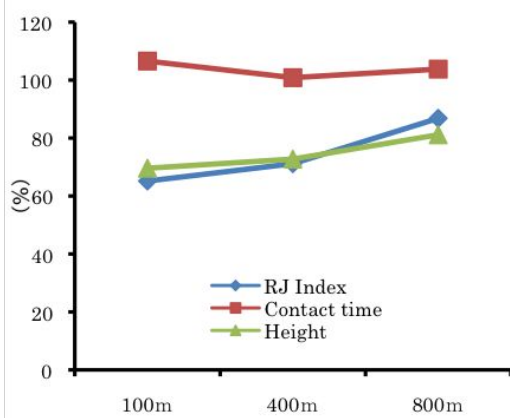


図 1. 各種目のジャンプ指数維持率

の RJ 指数維持率、及び 1、7 区間の跳躍高維持率とパフォーマンスの間に有意な相関が認められ ( $p < 0.05$ )、跳躍高を維持する能力の重要性が示された。800m 選手では、いずれの項目においてもパフォーマンスとの間に有意な相関が認められなかったが、前半 (~6) 区間において接地時間との間に  $p < 0.1$  程度の関係が示されており、接地時間を短くすることが重要である可能性が示唆された。

以上の結果から、バネ能力を発揮するジャンプの種目特性が示され、専門種目に応じたトレーニングの必要性が示唆された。

2 持久的プライオメトリックトレーニングとして、1 回のトレーニング時間が 30~60 秒の両脚連続ジャンプを、5 日/週程度、18 週間実施した。ランニングエコノミーは、2 名のランナーで向上し、1 名は低下した。また、期間前後のランニングパフォーマンス (競技会における 5,000m の記録) も 2 名のランナーで向上し、1 名は低下した。以上の結果は、本研究の仮説を検証するには十分とは言えなかった。本研究では、トレーニング用ラダーを用いて、トレーニング時間が 60 秒以内のジャンプを実施した。当初の計画では、途中からミニハードルを使ったジャンプに切り替え (より高く跳ばなければならない) 5 分程度まで時間を延長する計画であったが、ランナーの脚が張ると言う訴えにより、この水準のトレーニングを実施した。より高強度のトレーニングが必要ではないかと思われ、更なる研究が必要である。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 10 件)

K. Ogiso, M. Tokui. Muscle-tendon complex elasticity in Kentan elite runners. (2013) The 6th Asia-Pacific Conference on Exercise and Sports Science, Taipei,

Taiwan.

K. Ogiso, K. Hirose, M. Takenaka, D. Nagaoka and M. Tokui. Muscle Fiber Function during Rapid Movement Based Solely on Kinesthesia. (2014) 2nd International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support, Rome, Italy.

M. Takenaka, D. Nagaoka, K. Ogiso, M. Tokui. Effects of different ground conditions on walking performance. (2014) 2nd International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support, Rome, Italy.

D. Nagaoka, K. Ogiso, M. Takenaka, M. Tokui. Effects of electrical stimulation of the calf muscles on jumping performance. (2014) 2nd International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support, Rome, Italy.

M. Takenaka, K. Yamaguchi, D. Nagaoka, W. Takishita, M. Tokui, K. Ogiso. (2015) Adaptation of leg extensor muscle activity to repeated maximal contractions. 20th annual Congress of the European College of Sport Science, Malmö, Sweden.

得居雅人, 小木曾一之. 陸上競技短・中距離選手の持続的ジャンプ能力特性. (2015) 第 70 回日本体力医学会大会 (和歌山県民文化会館)

長岡大地, 中村宇宙, 竹中睦, 瀧下渡, 小木曾一之, 得居雅人. 収縮中の筋腱複合体の伸張に伴う筋線維動態 (2015) 第 70 回日本体力医学会大会 (和歌山県民文化会館)

竹中睦, 山口和也, 長岡大地, 瀧下渡, 小木曾一之, 得居雅人. 最大膝伸展動作の反復に伴う筋活動の変化 - 予測の有無と関連して - (2015) 第 70 回日本体力医学会大会 (和歌山県民文化会館)

得居雅人. フラットフィーリングな着地イメージが走動作と地面反力へ及ぼす即時的効果 (2016) 第 28 回ランニング学会大会 (環太平洋大学)

得居雅人. シンポジウム 長距離トレーニングの質的転換に向けて 第 2 部新たなトレーニング法の模索 「持久的プライオメトリックトレーニングは長距離走のパフォーマンスを向上させるか」 (2016) 第 28 回ランニング学会大会 (環太平洋大学)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

得居 雅人 (TOKUI, Masato)  
九州共立大学・スポーツ学部スポーツ学  
科・教授  
研究者番号：00227571

### (2) 研究分担者

小木曾 一之 (OGISO, Kazuyuki)  
皇學館大学・教育学部教育学科・教授  
研究者番号：20249808