

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：30109

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26750273

研究課題名(和文)持久走パフォーマンス向上のための適切なダイナミックストレッチングプロトコルの確立

研究課題名(英文)The establishment of an optimal protocol for dynamic stretching to improve endurance running performance

研究代表者

山口 太一(YAMAGUCHI, Taichi)

酪農学園大学・農食環境学群・准教授

研究者番号：40438362

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：(研究1)男子陸上競技選手6名が下肢の5回、10回及び15回の速いダイナミックストレッチング(DS)を実施後、最大酸素摂取量(VO_{2max})の90%相当強度のトレッドミル走を疲労困憊まで実施し運動継続時間(TTE)を測定したものの、回数の違いによる相違はなかった。(研究2)男子陸上競技選手8名がウォームアップ(W-up)として70% VO_{2max} 相当強度のトレッドミル走を15分間実施し下肢の速いDSを10回行った後に測定したTTEはW-upのみに比べ短縮した。(研究3)男子陸上競技選手6名が研究2と同様のW-up及びDSを実施し休息を10分おいた後に測定したTTEはW-upのみに比べ延長した。

研究成果の概要(英文)：(Study 1) Six well-trained male track and field athletes performed dynamic stretching (DS) of lower extremities for 5, 10 and 15 repetitions as quickly as possible. After those, they continued on the treadmill running at the speed equivalent to 90% of maximal oxygen uptake (VO_{2max}) until exhaustion. The time to exhaustion (TTE) was evaluated as an index of endurance running performance. The TTE were not significantly differed among any repetitions. (Study 2) Eight well-trained male track and field athletes performed DS of lower extremities for 10 repetitions as quickly as possible after treadmill running at the speed equivalent to 70% VO_{2max} as warm-up (W-up). The TTE after W-up and DS was significantly ($p<0.05$) shortened compared with that after W-up only. (Study 3) Six well-trained male track and field athletes performed the W-up and DS similar to the Study 2. The TTE at 10 minutes after W-up running and DS was significantly ($p<0.05$) extended compared with that after W-up only.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：ストレッチング パフォーマンス ウォームアップ 準備運動 ランニング 持久走 陸上競技 長距離種目

1. 研究開始当初の背景

昨今、持久走前にダイナミックストレッチ(DS)を実施することが推奨されている。しかしながら、実際には持久走前の DS の実施が持久走パフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究は僅少であり、DS の有効性は認められていなかった (Zourdos et al., 2012)。一方、先頃我々は大学陸上競技部に所属する男子選手 7 名を対象に、下肢 5 筋群 (股関節伸筋群、股関節屈筋群、膝関節伸筋群、膝関節屈筋群および足関節底屈筋群) における 10 回の動作速度の速い DS (図 1) の実施が安静保持 (CON) に比べ、最大酸素摂取量 (VO_{2max}) の 90% 相当の速度におけるトレッドミル走運動の継続時間を有意に ($p < 0.01$) 延長させた、すなわち、持久走パフォーマンスを改善させたことを明らかにした (図 1、CON: 785.3 ± 190.9 秒、DS: 928.6 ± 199.0 秒、Yamaguchi et al., 2015)。

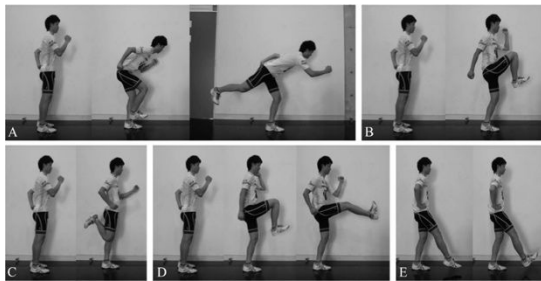


図 1 先行研究で実施された DS

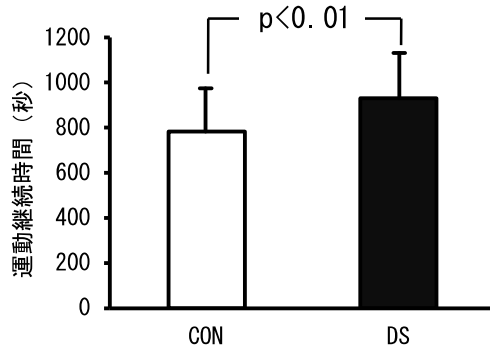


図 2 先行研究における運動継続時間の比較

しかしながら、当研究で用いた DS の方法、すなわち、回数および動作速度が持久走パフォーマンス改善のためにより適した方法であったか否かについては検討の余地が残る。また、当研究では一般に運動前に実施されている走運動ウォームアップを実施していなかった。したがって、走運動ウォームアップと DS を組み合わせたプロトコルが持久走パフォーマンスに及ぼす影響についても検討する必要がある。

2. 研究の目的

そこで本研究課題では、1) 回数の異なる DS の実施が持久走パフォーマンスに及ぼす影響について明らかにする。また、2) 走運動ウォームアップ後の動作速度の異なる DS

が持久走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。これらの検討により、持久走パフォーマンス改善のための運動前における走運動ウォームアップと DS を組み合わせたプロトコルの提言に繋がると考えた。

3. 研究の方法

(1) 研究 1 (DS の回数の相違が持久走パフォーマンスに及ぼす影響)

被験者は大学陸上競技部に所属する男子選手 6 名であった。各被験者は以下に示す 4 処置の 1 つを施行した後、5 分の休息を置いて $90\%VO_{2max}$ 相当の速度に設定したトレッドミル上で疲労困憊に至るまで走運動を継続した。処置は 1) $70\%VO_{2max}$ 相当速度に設定したトレッドミル上で走運動を 15 分間実施する (W) 処置、2) 5 回の DS を実施する (5DS) 処置、3) 10 回の DS を実施する (10DS) 処置、および 4) 15 回の DS を実施する (15DS) 処置とし、すべての被験者が全処置を別日にランダムな順序で施行した。DS を含む処置では 5 分の間に両脚の 5 筋群 (股関節伸筋群、股関節屈筋群、膝関節伸筋群、膝関節屈筋群および足関節底屈筋群) において DS を速い動作速度で実施した。また、5DS 処置、10DS 処置および 15DS 処置では DS をそれぞれ 4 秒に 1 回、2 秒に 1 回および 1.5 秒に 1 回のペースで実施した。持久走パフォーマンスは疲労困憊に至るまでの運動継続時間を以て評価した。

(2) 研究 2 (走運動ウォームアップ後の動作速度の異なる DS が持久走パフォーマンスに及ぼす影響)

被験者は大学陸上競技部に所属する男子選手 8 名であった。各被験者は以下に示す 3 処置の 1 つを施行した後、 $90\%VO_{2max}$ 相当の速度に設定したトレッドミル上で疲労困憊に至るまで走運動を継続した。処置は $70\%VO_{2max}$ 相当の速度に設定したトレッドミル上で走運動を 15 分間行った後、1) 5 分間安静を保持する (W) 処置、2) 動作速度の遅い DS を実施する (W+slowDS) 処置、および 3) 動作速度の速い DS を実施する (W+fastDS) 処置とし、すべての被験者が全処置を別日にランダムな順序で施行した。DS を含む処置では 5 分の間に両脚の 5 筋群 (股関節伸筋群、股関節屈筋群、膝関節伸筋群、膝関節屈筋群および足関節底屈筋群) において DS を 2 秒に 1 回のペースで 10 回実施した。W+slowDS 処置および W+fastDS 処置では DS をそれぞれ主観的にゆっくりないし素早く行った。持久走パフォーマンスは疲労困憊に至るまでの運動継続時間を以て評価した。

(3) 研究 3 (走運動ウォームアップおよび動作速度の速い DS 実施後の休息時間の違いが持久走パフォーマンスに及ぼす影響)

被験者は大学陸上競技部に所属する男子

選手 6 名であった。各被験者は以下に示す 3 処置の 1 つを施行した後、90%VO₂max 相当の速度に設定したトレッドミル上で疲労困憊に至るまで走運動を継続した。処置は 70%VO₂max 相当の速度に設定したトレッドミル上で走運動を 15 分間行った後、1) 5 分間安静を保持する (W) 処置、2) DS を実施し 5 分間安静を保持する (W+DS5) 処置、および 3) DS を実施し 10 分間安静を保持する (W+DS10) 処置とし、すべての被験者が全処置を別日にランダムな順序で施行した。DS を含む処置では 5 分の間に両脚の 5 筋群 (股関節伸展筋群、股関節屈曲筋群、膝関節伸展筋、膝関節屈曲筋群および足関節底屈筋群) において DS を 2 秒に 1 回のペースで 10 回、速い動作速度で実施した。持久走パフォーマンスは疲労困憊に至るまでの運動継続時間を以て評価した。

4. 研究成果

(1) 研究 1

運動継続時間は W 処置で 704.8 ± 201.3 秒、5DS 処置で 829.2 ± 274.8 秒、10DS 処置で 824.7 ± 260.8 秒、15DS 処置で 724.2 ± 148.5 秒であった。処置間に有意な差は認められなかったものの、5DS 処置および 10DS 処置で高値傾向を示した (図 3)。さらに、被験者内で処置間における運動継続時間を比較すると W 処置に比べ 5DS 処置で高値を示したものが 6 名中 3 名であったのに対し、10DS 処置で高値を示したものが 5 名であった。すなわち、本研究の結果から持久走パフォーマンス改善のための DS の適切な回数を明確にはできなかったものの、先行研究 (Yamaguchi et al., 2015) と同様の 10 回の DS が比較検討した回数の中では持久走パフォーマンス改善に比較的有效であったと言えるだろう。

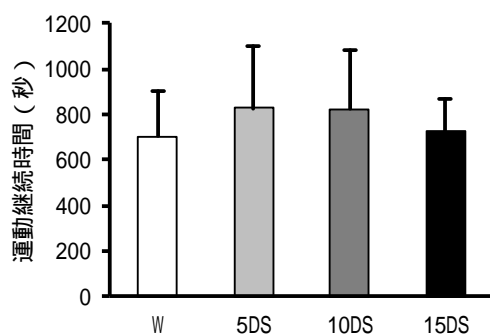


図 3 研究 1 における運動継続時間の比較

(2) 研究 2

運動継続時間は W 処置で 760.6 ± 266.3 秒、W+slowDS 処置で 660.4 ± 249.1 秒、W+fastDS 処置で 640.6 ± 220.4 秒となり、W+fastDS 処置が W 処置に比べ有意に ($p < 0.05$) 低値を示した (図 4)。すなわち、走運動ウォームアップ後に動作速度の速い 10 回の DS を実施することは持久走パフォーマンスを低下させることが明らかとなった。先述の通り、先行研究 (Yamaguchi et al., 2015) では、走運動ウォームアップをせずに本研究と同様の

動作速度の速い DS のみを実施したところ、安静保持に比べ本研究と同様の持久走パフォーマンスに改善が認められた。また、研究 1 においても有意ではなかったものの、本研究と同様の動作速度の速い DS の実施が走運動ウォームアップのみを実施した場合よりも持久走パフォーマンスを改善させる傾向にあった。すなわち、本研究で用いた動作速度の速い DS の実施のみでは、持久走パフォーマンスを改善させる効果が期待されたにもかかわらず、一般に実施されている走運動ウォームアップと組み合わせることによって、持久走パフォーマンスを悪化させることが示された。本研究では各処置の施行時間である 5 分の間に DS が実施され、その直後に持久走パフォーマンスが評価された。実際の DS の実施時間は 3 分 45 秒 ± 9 秒であったことから、DS 実施後 1 分 15 秒に持久走パフォーマンス測定が開始されたことになる。Bishop (2003) は、ウォームアップによるパフォーマンス改善のためにはウォームアッププロトコル直後の疲労を考慮し、プロトコル終了から本運動開始までに 5 分以上の休息をあけることを推奨している。よって、走運動ウォームアップおよび DS 後に休息時間をおくことが持久走パフォーマンスに及ぼす影響について検討しなければ、走運動ウォームアップと DS の実施が持久走パフォーマンスを悪化させるとは断言できない。そこで、走運動ウォームアップと DS の実施後に一定の休息時間を設けることが持久走パフォーマンスに及ぼす影響について検討することを目的に研究 3 を計画し、遂行した。

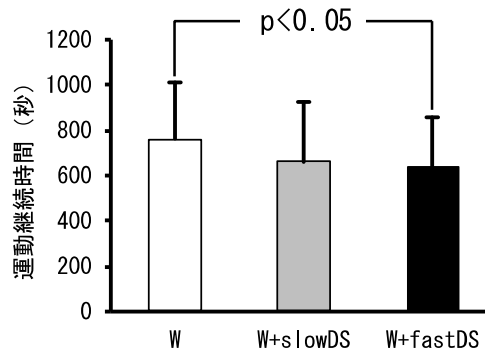


図 4 研究 2 における運動継続時間の比較

(3) 研究 3

運動継続時間は W 処置で 732.2 ± 152.1 秒、W+DS5 処置で 700.0 ± 174.2 秒、W+DS10 処置で 915.7 ± 80.4 秒となり、W+DS10 処置が W 処置に比べ有意に ($p < 0.05$) 高値を示した (図 5)。よって、走運動ウォームアップと DS の実施後に 10 分間の休息をおくことで持久走パフォーマンスを改善させることが明らかとなった。研究 2 では走運動ウォームアップおよび DS の実施 1 分 15 秒後に本研究と同様の持久走パフォーマンスを評価したところ、パフォーマンスの低下が確認された。さらに、本研究においても走運動ウォームアップお

よび DS の処置後に 5 分の休息をおいた場合では、有意ではないものの、持久走パフォーマンスの低下傾向が認められた。したがって、本知見より、一般に実施されている走運動ウォームアップと先行研究 (Yamaguchi et al., 2015) において持久走パフォーマンスの改善効果を認めた 10 回の動作速度の速い DS を組み合わせてパフォーマンスの改善を図るには、ウォームアッププロトコル終了後から持久走の走行開始までの休息時間は 5 分間では短く、10 分間はおかなければならないことが示唆される。

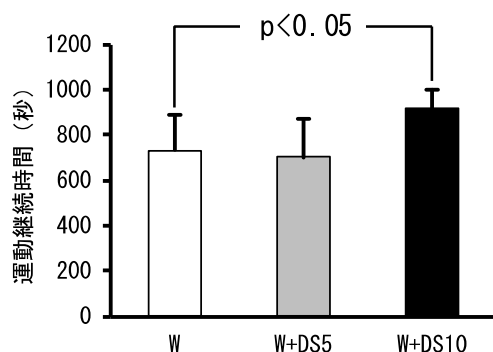


図 5 研究 3 における運動継続時間の比較

(4) 本研究課題で得られた知見による競技現場への提言

本研究課題に関わる一連の研究において、持久走パフォーマンスは 90%VO₂max 相当の速度に設定したトレッドミル上で疲労困憊に至るまで実施した走運動の継続時間によって評価した。当該運動継続時間と各被験者のトレッドミルの走速度から走行距離を算出するとおおよそ 3000-5000m に相当する。したがって、本研究課題の知見は陸上競技における当該長距離種目の競技成績を高めるための適切なウォームアッププロトコルの提言に繋がると考える。具体的には、70%VO₂max に相当する速度で 15 分間の走運動ウォームアップ後に下肢筋群において 10 回の動作速度の速い DS を実施し、その後 10 分間の休息をおくことが陸上競技の 3000-5000m 種目においてより良い競技成績をあげるために好ましいプロトコルであると言えるだろう。

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)

[雑誌論文](計 5 件)

TAKIZAWA, Kazuki, YAMAGUCHI, Taichi and SHIBATA, Keisuke, Warm-up exercises may not be so important for enhancing submaximal running performance, Journal of Strength and Conditioning Research, 査読有, in press
DOI:10.1519/JSC.000000000001970

TAKIZAWA, Kazuki, YAMAGUCHI, Taichi and SHIBATA, Keisuke, The effect of short-duration of static stretching of the lower extremities after warm-up exercise on endurance running performance, Movement, Health and Exercise, 査読有, 4(2), 2015, 27-35
DOI:http://dx.doi.org/10.15282/mohe.v4i2.40

YAMAGUCHI, Taichi, TAKIZAWA, Kazuki and SHIBATA, Keisuke, Acute effect of dynamic stretching on endurance running performance in well-trained runners, Journal of Strength and Conditioning Research, 査読有, 29(11), 2015, 3045-3052

DOI:10.1519/JSC.000000000000969

山口太二、瀧澤一騎、柴田啓介、下肢 5 筋群に対する 20 秒×1 セットのスタティックストレッチングが陸上競技中長距離選手の持久走パフォーマンスに及ぼす急性の効果、トレーニング科学、査読有、26 巻、2015、93-102

山口太二、競技パフォーマンスとストレッチング、体育の科学、査読無、65 巻 6 号、2015、387-392

[学会発表](計 8 件)

YAMAGUCHI, Taichi, Effects of conditioning contraction intensity on power outputs during concentric dynamic constant external resistance leg extension at various loads, 10th International Conference on Strength Training, 2016 年 12 月 2 日、龍谷大学響都ホール校友会館(京都府・京都市)
瀧澤一騎、山口太二、柴田啓介、苜米地伸泰、長距離走前のウォーミングアップにおけるウインドスプリントに意味はあるのか?、第 71 回日本体力医学会大会、2016 年 9 月 23 日、いわて県民情報交流センター(岩手県・盛岡市)

山口太二、瀧澤一騎、柴田啓介、苜米地伸泰、東郷将成、保科圭汰、東郷哲史、種々のウォームアッププロトコルが持久走パフォーマンスに及ぼす急性の効果、第 4 回日本トレーニング指導学会、2015 年 12 月 12 日、大阪学院大学(大阪府・吹田市)

山口太二、瀧澤一騎、苜米地伸泰、柴田啓介、保科圭汰、東郷将成、走運動後の速度の異なるダイナミックストレッチングが持久走パフォーマンスに及ぼす急性の効果、第 70 回日本体力医学会大会、2015 年 9 月 20 日、ホテルアパローム紀の国(和歌山県・和歌山市)

山口太二、石井好二郎、文献レビューにより瞬発的なパフォーマンス向上のための適切なダイナミックストレッチングの方法を明らかにする、第 3 回日本トレー

ニング指導学会、2014年12月20日、帝京平成大学中野キャンパス（東京都・中野区）

山口太二、瀧澤一騎、柴田啓介、苜米地伸泰、ウォームアップにおける20秒×1セットのスタティックストレッチングは持久走パフォーマンスを低下させない、第26回日本トレーニング科学大会、2014年11月22日、独立行政法人産業技術総合研究所臨海副都心センター別館（東京都・港区）

山口太二、瀧澤一騎、柴田啓介、苜米地伸泰、保科圭汰、10回×1セットの動作速度の速いダイナミックストレッチングは持久走パフォーマンスを向上させる、第69回日本体力医学会大会、2014年9月20日、長崎大学（長崎県・長崎市）
TAKIZAWA, Kazuki and YAMAGUCHI, Taichi, Any warm-up do not affect sub-maximal running performance, Movement of Health and Exercise 2014, 2014年9月2日, Swiss Garden Resort & Spa Hotel (Malaysia)

〔図書〕（計1件）

山口太二、講談社サイエンティフィック、もっとなっとく使えるスポーツサイエンス、2017、2-5、67-68

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

なし

取得状況（計0件）

なし

〔その他〕

雑誌への情報提供（計1件）

山口太二、ウォーミングアップにより効果的なストレッチングとは？、コーチング・クリニック、28（8）、2014、28-31

報道関連（計3件）

山口太二、目覚めよカラダ！ストレッチ新常識、NHK・フェイス（中国地方ローカル）2015年12月11日

山口太二、元気のひけつ「運動前は動的ストレッチが有効」、朝日新聞・赤be、e5面、2015年9月26日

山口太二、肩こりも転倒も防ぐ！新常識伸ばさないストレッチ、NHK・ためしてガッテン、2015年2月19日

アウトリーチ活動（計13件）

山口太二、競技力向上を目指したコンディショニング（実技編）北海道高等学校体育連盟研究部会、2016年11月24日、ホテルライフオート札幌（北海道・札幌市）

山口太二、ウォームアップ戦略の再確認、

第33回JATI北海道支部ワークショップ、2016年11月12日、北海道体育大学校（北海道・札幌市）

山口太二、ストレッチングについて知っておきたいこと～スポーツ前、日課としてのストレッチング～、スポーツ指導者講習会、2016年10月28日、11月4日、岩見沢市立東山公園陸上競技場（北海道・岩見沢市）

山口太二、楽しくスポーツ・健康講座、酪農学園大学エクステンションセンター市民公開講座、2016年9月4日、酪農学園大学（北海道・江別市）

山口太二、楽しくスポーツ・健康講座、酪農学園大学エクステンションセンター市民公開講座、2016年7月23日、酪農学園大学（北海道・江別市）

山口太二、美唄に根ざした健康体操の実践、平成28年度美唄サテライト・キャンパス市民教養講座、2016年7月16日、美唄市役所（北海道・美唄市）

山口太二、健康になるためのストレッチ、平成28年度酪農学園大学同窓会関東甲信越地区総会および交流会、2016年5月20日、サンライズ九十九里（千葉県・九十九里町）

山口太二、ウォーミングアップの方法と障害発生との関連、フィットネスデザイン交流会主催第1回フィットネスデザイン交流会公開シンポジウム、2015年12月27日、かでる2・7（北海道・札幌市）

山口太二、競技力向上を目指したコンディショニング、北海道高等学校体育連盟研究部会、2015年11月26日、ホテルライフオート札幌（北海道・札幌市）

山口太二、パフォーマンス向上のため運動・食事方法、平成27年スポーツ指導者理論・実技講習会、2015年10月24日、東野幌体育館（北海道・江別市）

山口太二、楽しくスポーツ・健康講座、酪農学園大学エクステンションセンター市民公開講座、2015年10月17日、酪農学園大学（北海道・江別市）

山口太二、ダイナミックストレッチングの理論と実践、第14回自立活動研修会、2015年6月18日、北海道立特別支援教育センター（北海道・札幌市）

山口太二、アスリートのパフォーマンス向上について、第32回サークルリーダー研修、2014年12月6日、小樽商科大学（北海道・小樽市）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口太一（YAMAGUCHI, Taichi）
酪農学園大学・農食環境学群・准教授
研究者番号：40438362

(2) 研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

山中正紀 (YAMANAKA, Masanori)

北海道大学・大学院保健科学研究院・准教授
研究者番号：40166757

寒川美奈 (SAMUKAWA, Mina)

北海道大学・大学院保健科学研究院・准教授
研究者番号：40360953

瀧澤一騎 (TAKIZAWA, Kazuki)

一般社団法人身体開発研究機構・代表理事

柴田啓介 (SHIBATA, Keisuke)

酪農学園大学・農食環境学群・助教
研究者番号：70805150