

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：17702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K11601

研究課題名(和文)活動後増強を援用した新たな運動パフォーマンス改善法の開発

研究課題名(英文)Development of a new method for improving sports performance with the aid of post-activation performance enhancement

研究代表者

金高 宏文(KINTAKA, HIROFUMI)

鹿屋体育大学・スポーツ・武道実践科学系・教授

研究者番号：40214928

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、新たな運動パフォーマンスの即時的な改善法として、活動後増強のメカニズムを援用し、スプリント走を例として事前に行う負荷運動(事前負荷運動とする)を考案し、特定筋群の筋活動を活性化もしくは不活性化させて既習のフォームを変更させる改善法(事前負荷運動法とする)を明らかにすることを目的とした。その結果、新たな運動パフォーマンスの即時的な改善法として事前負荷運動を用いる場合、単に関係する筋群に着目して大きな負荷を加える「強度な事前負荷運動」だけでなく、波及させたい運動の基本的な全体運動構造を担保するような「軽度な事前負荷運動(補助運動)」と組み合わせで取り入れる必要性を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果における学術的意義は、運動学習における「運動の転移」に関する研究や知見に貢献するものと考えられる。具体的には、強度の事前負荷運動を行うことと基本的な運動構造を担保した軽度な事前負荷運動(補助運動)を適切に組み合わせないと、目指す運動技能を成就するための新たな運動意識やフォームを学習者へ無意識的に誘導できないということを示した点である。このことは、体育科教育やコーチングの研究で、目指す運動技能改善に求められる運動教材や練習運動をどのように選択し、配置すべきかを考える研究において重要な手がかりを提示したものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, as a new method for immediate improvement of sport performance, a pre-loaded exercise (pre-loaded exercise) was developed using sprinting as an example to activate or inactivate muscle activity in a specific muscle group to change a previously learned form (pre-loaded exercise method), using the mechanism of post-activation potentiation as an aid. The purpose of this study was to clarify the method of improving the form by activating or inactivating the muscle activity of a specific muscle group to change an existing form (preload exercise method). As a result, we found that when preload exercise is used as an immediate improvement method for new sport performance, it is necessary to incorporate not only "intense preload exercise," which focuses on the muscle groups involved and applies a large load, but also "light preload exercise (auxiliary exercise)," which ensures the basic overall movement structure of the sport to be performed.

研究分野：体育学

キーワード：活動後増強 スプリント走 事前負荷運動 関節トルク 転移 運動構造 実施条件 スティック走

1. 研究開始当初の背景

近年、スポーツや運動に関する生理学研究において、事前に強い筋収縮を行うことで、その後発揮される筋力が一時的に増加する活動後増強(Post-Activation Potentiation:PAP)の効果が注目されている(Hamada et al.,2000 ; Sale,2002)。また、事前に強い筋収縮を行う運動を行うことで、次に行う運動の運動パフォーマンスが改善されるなどの報告もされている。例えば、強い筋収縮を伴ったスクワット運動を行った直後に垂直跳を行うと、事前に何も行わないで行った垂直跳の場合より跳躍高が伸長するという(島ほか, 2006 ; 図1)。

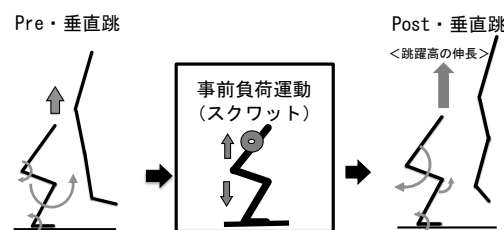


図1. 活動後増強 (PAP) の効果の概要

一方、申請者は、これまでスプリント走をはじめ、「運動のパフォーマンスを改善するために、一度身に付けた既習の運動フォームをどのように改善させるか?」に関心をもって研究を進めてきた。例えば、スプリント走の運動パフォーマンスと運動者自身の運動意識(コツ:「どのように動かすか」「どの筋群にどのタイミングで力を入れるか」等)との関係を探求すること(金高ほか, 2002)で、運動意識の教示やその発生を促す練習の考案などを行ってきた。しかし、運動意識の教示等で、運動パフォーマンスを落とさずに、既習の運動フォームの変更を誰にでも即時に生じさせることはなかなか難しかった。

しかし、活動後増強の先行知見は、スポーツや運動で既習した運動フォームを改善する技術練習において、運動パフォーマンスの改善をしたい運動(以後、目標運動)をどのような方法で改善すべきかの新しい視点を提供していると考えられる。特に、改善したい目標運動の前に行う事前負荷運動をどのように選んで、どのように行わせるべきかのヒントを示していると考えられる。図2は、本研究で検討する活動後増強を援用した事前負荷運動による即時的な運動パフォーマンス改善のイメージを示したものである。

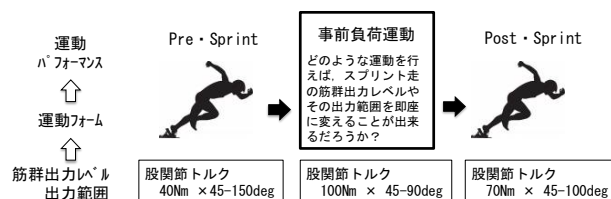


図2. 活動後増強 (PAP) を導く事前負荷運動の考え方

本研究では筋群出力レベルを動作分析で導出できる各関節周りで発揮される関節トルクとして捉えることとした。改善前のスプリント走(Pre・Sprint)において、運動中の股関節トルクが40Nmで、45~150degの出力範囲で行われ、運動パフォーマンスとして最大走速度が10m/sであったとする。その後、股関節トルクが100Nmで、45~90degの出力範囲で行われる事前負荷運動を行う。直後に、再びスプリント走(Post・Sprint)を実施すると、運動中の股関節トルクが70Nmに増強され、さらに45~100degの範囲へと出力範囲が縮小されて、運動フォーム(脚の回転数であるピッチや歩幅であるストライドも含む)の変化も生じ、運動パフォーマンスとして最大走速度が10.3m/sと増加する、といったものである。そのようなことから、本研究では即時的に運動パフォーマンスの改善を行える事前負荷運動の探求やその条件を探ることを研究テーマとした。

2. 研究の目的

本研究では、新たな運動パフォーマンスの即時的な改善法として、活動後増強のメカニズムを援用し、スプリント走を例として、事前に行う負荷運動(事前負荷運動)を考案し、特定筋群の筋活動を活性化もしくは不活性化させて既習の運動フォームや運動技能を変更させる改善法(仮称:事前負荷運動法とする)を明らかにする。

3. 研究の方法

- (1) 対象者(注): 大学陸上競技者5名およびマスターズ陸上競技者(60-70歳)5名。
- (2) 実験試技(注): 以下の手順で実験試技を実施した。なお、事前負荷運動は動員する筋群やその出力範囲(関節角度等)を変えた数種類(※)を用意し、それぞれの効果を検証した。また、対象者に理解・習得されるように適宜指導・練習を行った。
 - ①Pre・Sprint: クラウチングスタートからのスプリントダッシュ 50m×2本
 - ②事前負荷運動: 以下の事前負荷運動を2本実施する。
 - (※) 膝型垂直跳、股関節型垂直跳、座位でのシザース運動、座位でのPNF型シザース運動、牽引歩行、ハードル押しドリル、スキップ運動、スティック走
 - ③Post・Sprint: クラウチングスタートからのスプリントダッシュ 50m×2本
- (3) 測定及び分析方法: 報告者の大学に設置しているスポーツパフォーマンス研究センターの50mフォースプレート上にて、事前負荷運動とスプリントダッシュの時空間変数(疾走速度、ピ

タッチ、ストライド、接地時間、滞空時間等)、地面反力、下肢関節・部分角度、下肢関節トルク及び運動意識を測定・調査した。なお、本研究では筋群出力レベル等を逆動力学で導出できる各関節周りで発揮される関節トルクとして捉えることとした。

(注)実験器材のトラブルやコロナ禍により、研究計画時の対象者人数と実験方法が変更された。

4. 研究成果

事前負荷運動法の即時的な効果を検討した実験より、以下のことが明らかになった。

- 1) 大学生及びマスターズの陸上競技者を対象として、動員する筋群やその出力範囲(関節角度等)を変えた数種類の事前負荷運動は、負荷した動作部分の関節トルクが増強し、スプリント走における運動フォーム(動作)や時空間変数も変化し、関節トルクも増強する傾向が認められた。さらに、個人差はあるものの、運動意識、特に動きの意図の変更をしなくとも、動きの感じが変化することを確認した。しかし、必ずしも運動パフォーマンスを即時的に改善するものではなかった。
- 2) 一方、スプリント走の運動構造の基本的な全体構造を反映したスキップ運動やドリル運動の場合では、スプリント走の関節トルクを顕著に増強させることはなかったが、運動フォームや運動意識においてスプリント走のパフォーマンスが高まるような変化を導く可能性を確認した。

以上のことは、新たな運動パフォーマンスの即時的な改善法として事前負荷運動を用いる場合、単に関係する筋群に着目して大きな負荷を加える「強度な事前負荷運動」だけでなく、波及させたい運動の基本的な全体運動構造を担保するような「軽度な事前負荷運動(補助運動)」と組み合わせる必要性を示唆するものである。これは、従来の活動後増強(PAP)に関する研究(Xenofondos A. et al., 2010; José Jonas de Oliveira et al., 2017)にはない、動員する筋群やその出力範囲(関節角度等)をも考慮に入れて事前負荷運動を行うことや筋群への負荷よりも運動の全体構造にも着目することを示した点で、運動学習における「運動の転移」を検討する際の大きな手がかりとなったと考えられる。

また、これにより活動後増強という筋活動のレベルの生理学的効果から運動フォームや運動技術レベルの効果を視野に入れた実践的なトレーニング負荷方法へと展開できるようになったとも考える。具体的には、体育科教育やコーチングの研究で、目指す運動技能改善に求められる運動教材や練習運動をどのように選択し、配置すべきかを考える研究において重要な手がかりを提示したものと考える。

なお、強度と軽度な事前負荷運動法の最適な組み合わせの方法までは明らかにすることはできず、今後の検討課題となった。

<引用文献>

- ・Hamada T, Sale DG, MacDougall JD, Tarnopolsky MA(2000) Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles, *J Appl Physiol* 88(6): 2131-2137.
- ・José Jonas de Oliveira, Alex Harley Crisp, Carolina Gabriela Reis Barbosa, Alexandre de Souza Silva, Ronaldo Júlio Baganha, and Rozangela Verlengial(2017) Effect of Postactivation Potentiation on Short Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Asian J Sports Med.* 8(4):e14566.
- ・金高宏文, 渡木正光, 松田三笠(2002) 100mを速く走るコツと練習手段の分析ーあるシニア男子100m選手の競技発達中のコツに関する面接調査からー, *スプリント研究*, 12: 66-77.
- ・Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise Sport Science Review*, 30:138-143.
- ・島典広, 島田明, 西菌秀嗣(2007) 活動後増強における筋力および筋パワー向上効果. *デサントスポーツ科学*, 7:217-223.
- ・砂川力也, 下嶽進一郎(2017) 異なるスクワット条件を用いた等張性筋収縮が活動後増強に与える影響. *トレーニング指導*, 2: 18-24.
- William P. E., Randall L. J. and Douglas O
- ・Xenofondos A., Laparidis K., Kyranoudis A., Galazoulas Ch., Bassa E., Kotzamanidis C. (2010) POST-ACTIVATION POTENTIATION: FACTORS AFFECTING IT AND THE EFFECT ON PERFORMANCE. *Journal of Physical Education and Sport*, 28(3):32-38.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 草野 陸, 松下豊顕, 田川浩子, 田中勇悟, 山口大貴, 金高宏文
2. 発表標題 スプリント走における運動・動感構造を手がかりにした補助運動がパフォーマンスに及ぼす影響：ある大学短距離競技者における1週間の取組事例の分析より
3. 学会等名 日本コーチング学会第31回学会大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------