

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01696

研究課題名(和文) オリンピックリフティングは脚伸展動作の力-速度関係をどう変えるか？

研究課題名(英文) Influence of olympic lifts on the lower-limb force-velocity profile

研究代表者

平山 邦明(Hirayama, Kuniaki)

早稲田大学・スポーツ科学大学院・准教授

研究者番号：20610447

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、代表的なオリンピックリフティングの一種であるクリーンやハイプルが、脚伸展動作の力-速度プロフィールに対し与える影響を明らかにすることであった。我々の仮説通り、クリーンやハイプルは、バーベルの挙上高に制限があることが原因となって、力-速度プロフィールの全領域は刺激し得ないことが明らかとなった。一方、通常のゆっくりとしたスクワットなどよりは、力-速度プロフィールを“速度優位型”に変化させることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脚伸展動作の力-速度プロフィールの中速から高速領域を強化する方法のうち、主に筋パワーにアプローチできるのは、ジャンプスクワットとオリンピックリフティングであるとされてきた。さらに、安全性の観点から、スポーツ現場ではオリンピックリフティングが推奨されている。しかし、本研究によってオリンピックリフティングだけでは、アスリートのポテンシャルを最大限引き出すことができない可能性が示されたことで、今後のトレーニング戦略として、複数の方法を混合したアプローチが推奨される可能性がある。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to elucidate the possible effectiveness of Olympic lifts such as the clean and high pull for enhancing the low-limb force-velocity profile. As hypothesized, the clean and high pull had a limited potential for stimulating the entire region of the profile because of the limitation regarding the bar height lifted. Yet compared to the traditional (slow) exercise such as the barbell squat, Olympic lifts seem to induce a shift in the force-velocity profile towards more “velocity-oriented” type.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：パワー クリーン 脚伸展 力-速度プロフィール ウエイトリフティング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) オリンピックリフティングは、脚伸展パワーを高めるために実施されるエクササイズである。そのバリエーションとして、バーベルを挙上して支えるキャッチ種目と、挙上のみを行うプル種目がある。キャッチ種目の一種であるパワークリーンについて、過去には最大下の負荷[最大挙上重量(1RM)の65-80%]で最も大きなパワーが発揮されると報告されてきた。しかし力学的観点から見ると、最大パワーは100% 1RMで理論上は生じるはずであり、先行研究による報告は非合理的であると考えられた。

また、これまでキャッチ種目とプル種目のパワー特性(異なる負荷におけるパワー発揮)の比較は十分に行われておらず、トレーニングに効果的な負荷(最も高いパワーが発揮される負荷:至適負荷)および種目選択に関して、未だ明確な指針は存在していない。

(2) パワーは「力×速度」で算出される。スポーツでは様々なパワー発揮特性(力優位および速度優位)が求められるため、トレーニングでは脚の力-速度プロフィール全体を刺激することが重要となる。オリンピックリフティングには、挙上できるバーベルの高さに上限が存在するため、軽負荷では力および速度が最大限に発揮されないことが考えられる。したがって、オリンピックリフティングの力-速度プロフィールに対する影響は、ある一定の速度域に限定的であるかもしれない。

2. 研究の目的

(1) 先行研究ではハングパワークリーンに関する成功規定を、通常のクォータースクワットではなくパラレルスクワットとしており、これが最大下の負荷で最大パワーが生じた要因であるという仮説を立てた。そこで、先行研究で用いられていた成功規定で行った場合に、ハングパワークリーンの最大パワーが、最大下の負荷で生じる要因を明らかにすることを目的に実験を行った。さらに、ハングパワークリーン(キャッチ種目)とハングハイプル(プル種目)において発揮されるパワーを、複数の負荷条件で比較することで、至適負荷を明らかにすることを目的に実験を行った。

(2) クリーン(パワークリーンおよびスクワットクリーン)とハイプルの各負荷における挙上時の力と速度が、脚の力-速度プロフィールに対してどのようにオーバーラップするかを調査することで、オリンピックリフティングが力-速度プロフィールに与える潜在的なトレーニング効果を解明することを目的とした。

さらに、オリンピックリフティングを専門とするウエイトリフターと、スクワットやデッドリフト(オリンピックリフティングよりも動作速度が遅い)を専門とするパワーリフターの脚の力-速度プロフィールを比較することで、そのトレーニング効果を推測することを目的に実験を行った。

3. 研究の方法

(1) ウエイトリフターに40-100% 1RMでハングパワークリーンおよびハングハイプルを行ってもらった。その挙上局面で発揮されるパワーを、フォースプレートから得られた鉛直地面反力と、地面反力データから算出されるシステム(バーベル+身体)重心の速度を乗ずることで算出した。また、デジタルカメラを用いて矢状面上のバーベルのキネマティクスを計測した。

(2) ジャンプスクワット、クリーン(パワークリーンおよびスクワットクリーン)、ハイプルの各負荷における力および速度を、それぞれフォースプレートとバーベルに取り付けられたリニアポジショントランスデューサーで測定した。種目間の比較には、挙上時のピークパワーが発揮された時の力および速度が用いられた。また、ジャンプスクワットの各負荷における力および速度に対して、線形回帰が適用され、脚伸展動作の力-速度プロフィールが被験者毎に作成された。

ウエイトリフターとパワーリフターに、バックスクワットの0(自体重)-80% 1RMジャンプスクワットを行ってもらった。その際の、地面反力鉛直成分とバーベルの上昇速度を、フォースプレートとリニアポジショントランスデューサーで測定した。ウエイトリフターとパワーリフターそれぞれについて、力-速度プロフィールを描き、その傾き(力優位か速度優位か)を比較した。

4. 研究成果

(1) 成功規定をパラレルスクワットとした場合、ハングパワークリーンにおいて最も高いパワーが発揮される負荷は、先行研究の通り最大下の負荷(80% 1RM)であった。一方、バーベルの変位(挙上高)は、0-80% 1RMにおいては一定であったが、90% 1RM以上の負荷では顕著に低下していた(図1)。また、システム(バーベル+身体)の速度も90% 1RM以上の負荷においては顕著な低下が見られた。これらの結果から、挙上時の動作速度は、バーベルの挙上高と関連していることが分かる。パラレルスクワットのように比較的低い姿勢でのキャッチ動作を許容すると、高負荷において速度およびバーベルの挙上高が共に有意に低下し、それが90% 1RM以上の負荷におけるパワー低下につながっていることが明らかとなった。

一般的なクォータースクワットを成功規定として設けた場合、システム速度とバーベルの挙上高は負荷に関わらずほぼ一定となるため、最大負荷(100% 1RM)において最も高いパワーが発揮されることになり、我々の仮説は支持されたと結論付けられた。

ハングパワークリーンとハングハイプルのパワー比較をしたところ、軽負荷においてはハングハイプルが有意に高い値を示したが、高負荷においては種目間で有意な差は見られなかった(図2)。キャッチ種目であるハングパワークリーンでは、正確にキャッチ動作を行うために、軽負荷においては最大限の速度およびパワーを発揮できない。一方でキャッチ動作を伴わないプル種目は、バーベルを挙上できる上限が比較的高いため、軽負荷においても高いパワーを発揮することができたと考えられる。以上の結果から、軽負荷ではハングハイプルが、高負荷ではハングパワークリーンとハングハイプルの両方が、効果的なトレーニングとなり得ることが示唆された。

上記2つの研究から、いままで曖昧であった、オリンピックリフティングを実施する際の効果的な負荷および種目が示されたことで、より期待するトレーニング効果の獲得につながるかもしれない。

(2) ジャンプスクワットから得られた脚の力-速度プロフィールと、クリーンおよびハイプルの各負荷における力と速度を比較した。クリーンとハイプルは、一定の負荷においてのみ脚の力-速度プロフィールとオーバーラップしたことから、オリンピックリフティングで刺激できる力-速度プロフィールの領域は限定的であることが明らかとなった(図3)。この要因として、クリーンでは上述したバーベルの挙上高に関する制限により、軽負荷では最大限の力・速度発揮を行えなかったことが考えられる。また、ハイプルはクリーンと比較して挙上高の制限は緩和されるが、完全に解消されるわけではなく、ごく軽負荷では全力の脚伸展動作を行えなかったと考えられる。

ウェイトリフターとパワーリフターの脚伸展動作の力-速度プロフィールを比較したところ、比較的高速で動作を行うウェイトリフターの方が、高速度領域を得意とし、比較的定速で動作を行うパワーリフターの方が、低速領域を得意とする傾向が見られた(図4)。

本研究において、オリンピックリフティングの有効性だけでなく、適用の限界も示されたことで、今後よりニーズに即した効果的な手法の選択が可能になると考えられる。今後は、トレーニング介入研究により、至適負荷を用いたオリンピックリフティングが脚の力-速度プロフィールをどのように変えるのか明らかにする必要がある。

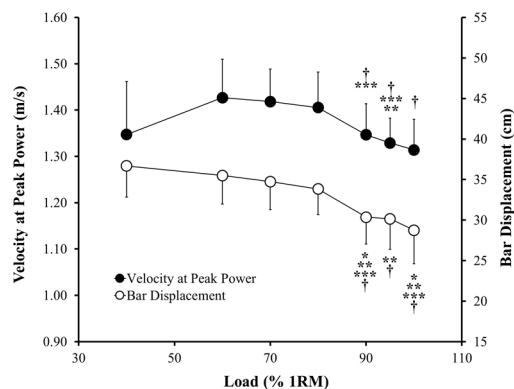


図1. ハングパワークリーンのシステム速度()とバーベルの挙上高()

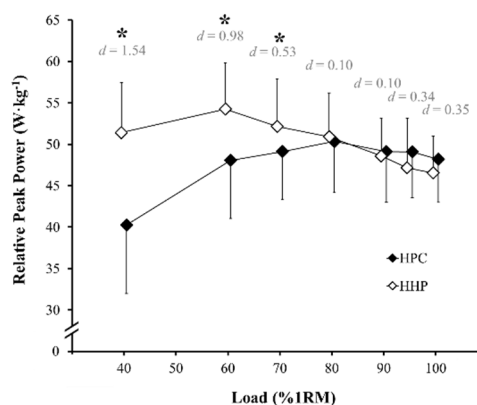


図2. ハングパワークリーンとハングハイプルのパワー比較

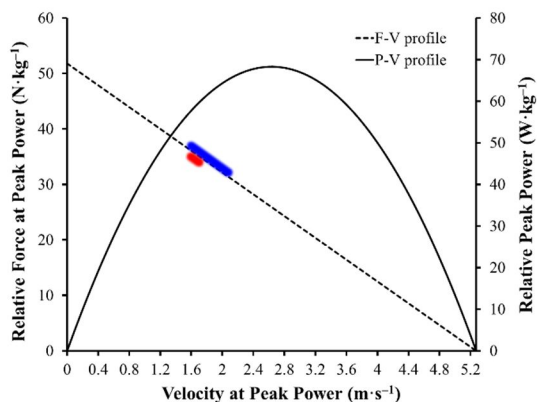


図3. クリーン(赤線)およびハイプル(青線)の各負荷における力・速度が脚の力-速度プロフィールにオーバーラップする領域

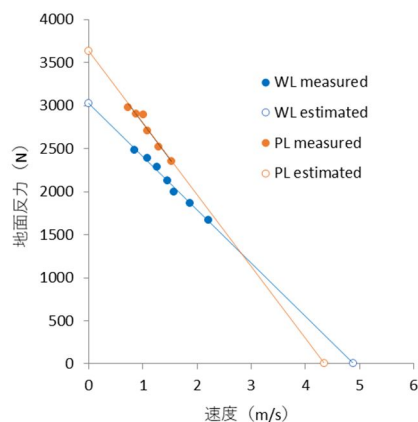


図4. ウェイトリフター(青)とパワーリフター(橙)の脚の力-速度プロフィールの比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Takafumi Kubo, Kuniaki Hirayama, Nobuhiro Nakamura, Mitsuru Higuchi	4. 巻 17
2. 論文標題 Influence of Different Loads on Force-Time Characteristics during Back Squats	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Sports Science and Medicine	6. 最初と最後の頁 617-622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takafumi Kubo, Kuniaki Hirayama, Nobuhiro Nakamura, Mitsuru Higuchi	4. 巻 6
2. 論文標題 Effect of Accommodating Elastic Bands on Mechanical Power Output during Back Squats	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sports	6. 最初と最後の頁 151 ~ 151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sports6040151	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takei Seiichiro, Hirayama Kuniaki, Okada Junichi	4. 巻 15
2. 論文標題 Is the Optimal Load for Maximal Power Output During Hang Power Cleans Sub-Maximal?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Sports Physiology and Performance	6. 最初と最後の頁 18-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1123/ijsp.2018-0894	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takei Seiichiro, Hirayama Kuniaki, Okada Junichi	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Comparison of the Power Output Between the Hang Power Clean and Hang High Pull Across a Wide Range of Loads in Weightlifters	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Strength and Conditioning Research	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1519/JSC.0000000000003569	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平山邦明	4. 巻 26
2. 論文標題 オリンピックリフティングを用いた 爆発的な脚伸展能力の強化の可能性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Strength & Conditioning Journal (Japan)	6. 最初と最後の頁 2-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Seiichiro Takei, Kuniaki Hirayama, Junichi Okada
2. 発表標題 Is optimal load for maximal power output during hang power clean indeed sub-maximal?
3. 学会等名 11th International Conference on Strength Training (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 武井誠一郎, 平山邦明, 岡田純一
2. 発表標題 ハングパワークリーンとハングハイプルの発揮パワーの比較
3. 学会等名 NSCAジャパンS&Cカンファレンス2019
4. 発表年 2019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
研究協力者	武井 誠一郎 (Takei Seiichiro)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	岡田 純一 (Okada Junichi)		
研究協力者	久保 孝史 (Kubo Takafumi)		