

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：12102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26882006

研究課題名(和文) 骨盤の回転運動を引き出すための片脚スクワットを用いたトレーニング方法論の構築

研究課題名(英文) Development of the single-leg squat training methods for eliciting the pelvic elevation

研究代表者

苅山 靖 (KARIYAMA, Yasushi)

筑波大学・体育系・特任助教

研究者番号：30734660

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：片脚スクワットは前額面上における骨盤の挙上運動やそれを制御する筋群を特異的に強化可能なトレーニング手段となりうる可能性がある。本研究では、前額面上からみた、骨盤の回転運動を引き出すための片脚スクワットを用いたトレーニング方法論の構築を試みた。具体的には、(1) 片脚スクワットにおいて動作開始時の姿勢(矢状面上から下腿部の角度)に着目し、姿勢の相違により生じる影響、(2) 片脚スクワットの踏込脚における台の有無やその高さの相違による影響について検討した。本研究の結果は、片脚スクワットにおいて骨盤の挙上動作を導き、それに関与する筋群を特異的に強化するための方法論的な原則を提示するものである。

研究成果の概要(英文)：Single-leg squats can be a training tool to enhance the pelvic muscle movement from the frontal plane (pelvic elevation). This study aimed to develop a training method for eliciting pelvic elevation by using a single-leg squat. We investigated the (1) effects of box height differences at the supporting-leg and (2) posture differences (shank angle from the sagittal plane) in a single-leg squat. Our results show that the method for eliciting pelvic elevation and enhancing the muscle strength and power for pelvic elevation was effective.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：片脚 骨盤の挙上運動 股関節外転筋 トレーニング バイオメカニクス

1. 研究開始当初の背景

下肢における大きなパワー発揮能力の向上は、多くスポーツ競技において優れたパフォーマンスを達成するための重要課題である。そのようなパワー発揮は片脚において遂行されていることから、片脚という動作様式に着目した筋力・パワートレーニングの方法論を構築していくことが重要となる。片脚ジャンプと両脚ジャンプを比較した申請者らの研究(苅山ほか, 2013)を基にすると、片脚スクワットは前額面上における骨盤の運動やそれを制御する筋群を特異的に強化できるトレーニング手段となりうる可能性がある。このような骨盤の運動またはそれに関与する周辺筋群の重要性は、トレーニング現場(小森・図子, 2009; 東畑ほか, 2010)さらには競技スポーツにおける定量的な分析(松尾, 2006; Okuyama et al., 2003; Shimizu and Ae, 2013)において叫ばれている。したがって、本研究によって、片脚で行われる多くのスポーツ競技に対する専門的・特異的なウエイトトレーニングを実施するための有益な知見が得られると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、骨盤の回転運動を引き出すための片脚スクワットを用いたトレーニング方法論の構築を目指す。具体的には、大腿部や下腿部の角度(膝関節および股関節角度)変化からみた初期姿勢の相違、踏込足を置く台高の相違による影響について、骨盤の挙上運動やそれに作用する筋群の動員様相に着目して検討する(図1)。

【課題1】動作開始時における姿勢(矢状面上の踏込脚大腿部と下腿部角度)の相違による影響

【課題2】踏込脚における台の有無やその高さの相違による影響

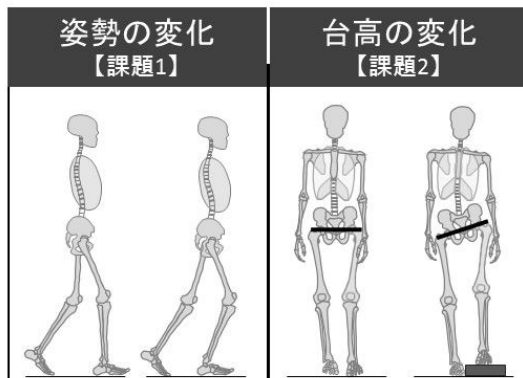


図1. 本研究の展開

3. 研究の方法

【課題1】

片脚スクワットを含むウエイトトレーニングに精通している男子体育大学生8名を対象に、通常の片脚スクワット(N)と、Nよりも動作開始時の下腿部の角度を前傾させた状態から開始する片脚スクワット(S1)、Normalよりも動作開始時の下腿部の角度を前傾させた状態から開始する片脚スクワット(S2)を実施させた。負荷重量は、両脚スクワットにおける最大挙上重量の半分の重量の30%、60%、90%とした。試技開始時における姿勢を統一するために、全ての試技において足部の接地位置を固定し、しゃがみ込みの深さは被験者前方に目視で確認できる目印を設置することで高さ固定すると共に、試技内においては膝関節の角度を2軸ゴニオメータ(DKH社製)によって計測し、膝関節角度を固定した。このような条件下で、反動動作を用いることなく最大努力でバーベルの挙上を行うように被験者へ指示した。

三次元自動動作分析システム(VICON MOTION SYSTEMS社製)およびフォースプラットフォーム(KISTLER社製)を用いて、各試技における地面反力、身体座標値を計測し、3次元的な下肢関節キネマティクスおよびキネティクス変数を算出した。

【課題2】

片脚スクワットを含むウエイトトレーニングに精通している男子体育大学生10名を対象に、通常の片脚スクワットと、踏込脚における台高を変化させた片脚スクワットを実施させた。台高は、0、5、10、20、40cmとし、負荷重量は、両脚スクワットにおける最大挙上重量の半分の重量の30%と60%とした。試技開始時における姿勢は、各台高条件内において最も素早く台上に移動(バーベルの挙上)できる姿勢を事前に調査し、実施させた。姿勢を試技内で統一するために、足部の接地位置を固定し、しゃがみ込みの深さは被験者前方に目視で確認できる目印を設置することで高さ固定すると共に、膝関節の角度を2軸ゴニオメータ(DKH社製)によって計測し、膝関節角度を固定した。このような条件下で、反動動作を用いることなく最大努力で素早く台上へ移動(バーベルの挙上)することを被験者へ指示した。

三次元自動動作分析システム(VICON MOTION SYSTEMS社製)およびフォースプラットフォーム(KISTLER社製)を用いて各試技における地面反力、身体座標値を計測し、3次元的な下肢関節キネマティクスおよびキネティクス変数を算出した。なお、本課題における台高の調整は、フォースプラットフォーム下に設置および固定が可能な台を作成し、各試技での高さを設定した(写真1)。



写真1. 課題2においてフォースプラットフォームの高さ調整に用いた台

統計処理について、課題1では各スクワット条件間、課題2では各台高条件間における変数の差の検定に1要因分散分析を用い、F値が有意であった場合には、事後検定としてTukeyの方法を用いた。有意性は危険率を5%未満で判定し、10%未満については有意傾向として示した。

4. 研究成果

【課題1】

全ての重量において、動作開始時における矢状面上の下腿部角度はS1、N、S2の順に小さく（前傾していない）、膝関節屈曲伸展角度はS1、Normal、S2の順に小さく、股関節屈曲伸展角度はS1、N、S2の順に大きいことが認められた。また、試技開始時からの身体重心上昇には相違がなかったことから、本研究の実験設定は、前提条件としての動作開始時における矢状面上の姿勢の相違が確保され、その姿勢の相違による影響を検討できると考えられる。

前額面上の骨盤におけるキネマティクス変数をみると（図2）、骨盤の挙上範囲（角度変位量）は、負荷重量90%においてのみ、S1はS2よりも有意に大きいことが認められた

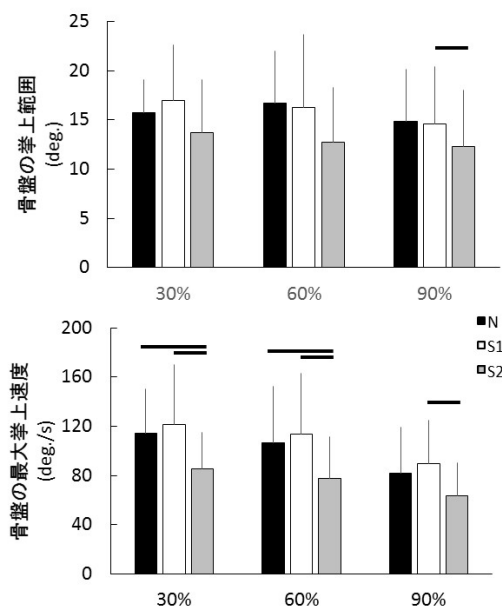


図2. 各種スクワット条件における骨盤の挙上範囲と最大挙上速度の比較
— ; P < 0.05

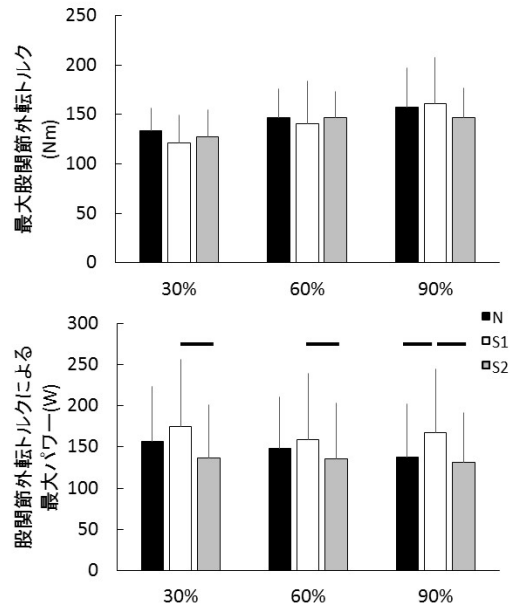


図3. 各種スクワット条件における最大股関節外転トルクと股関節外転トルクによる最大パワーの比較
— ; P < 0.05

ものの、最大骨盤挙上速度においては、負荷重量30%、60%においてNおよびS1がS2よりも有意に大きく、負荷重量90%においてはS1がS2よりも有意に大きいことが示された。

次に、この前額面上の骨盤の挙上に影響するキネマティクス変数として、最大股関節外転トルク、股関節外転トルクによる最大パワーの相違について検討した。その結果、全ての重量においてS1はS2よりも、股関節外転トルクによる最大パワーが大きいこと、さらに、負荷重量90%においてはS1がNよりも大きいことが示された（図3）。

これらのことから、下腿部の前傾が小さい試技（N、S1）では、前額面上における骨盤の回転運動が引き出され、それに関与する股関節外転筋群のパワー発揮が大きいこと、また、高重量条件においてはより下腿部の前傾が小さい試技においてそれらが強調されることが示された。

【課題2】

前額面上の骨盤におけるキネマティクスは（図4）骨盤の最大挙上速度の平均値を見ると、全ての重量において台高5cm条件が最も高く、そこから台高の上昇に伴い値は低下し、台高40cm条件で最も小さな値であった。統計的な有意差について検討すると、台高5cm条件が台高40cm条件との間に、負荷重量30%において有意な差が、負荷重量60%においては10%有意水準で有意差のある傾向が示された。

ここで示された骨盤の挙上に関与する関節キネティクスである股関節外転筋群の働きについて見ると（図5）、最大股関節外転トルク、股関節外転トルクによる最大パワー共に、台高の増大に伴う平均値の推移としては

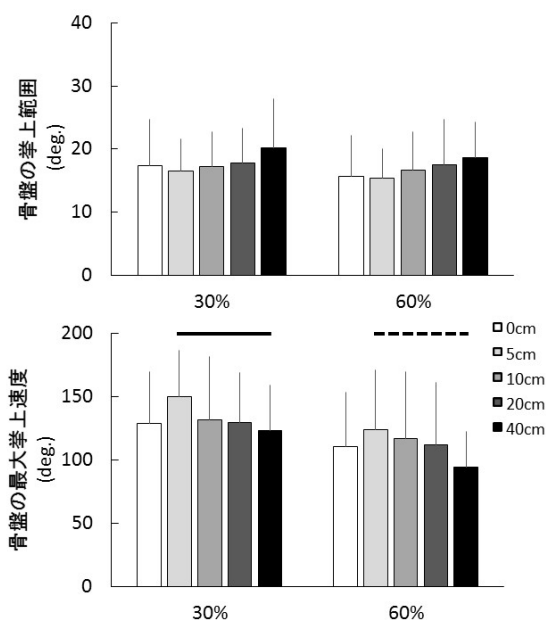


図4. 各種台高条件における骨盤の挙上範囲と最大挙上速度の比較
—; P < 0.05, ---; P < 0.1

骨盤の最大挙上速度とほぼ対応していることが確認できる。統計的な有意差について検討すると、最大股関節外転トルクでは、負荷重量 30%において台高 5cm 条件が台高 20cm 条件、台高 40cm 条件よりも大きく、台高 10 cm 条件が台高 40 cm 条件よりも大きいこと、負荷重量 60%において台高 0 cm 条件、台高 5 cm 条件、台高 10 cm 条件が台高 40 cm 条件よりも有意に大きく、台高 0 cm 条件、台高 5 cm 条件は台高 20 cm 条件よりも 10% 有意水準で有意差のある傾向が示された。股関節外転トルクによる最大パワーでは、負荷重量 30%において台高 5 cm 条件が台高 40 cm 条件よりも有意に大きく、負荷重量 60%において台高 0 cm 条件、台高 5 cm 条件、台高 10 cm 条件が台高 40 cm 条件よりも有意に大きいことが示された。しかしながら、特に、骨盤の最大挙上速度や股関節外転トルクによる最大パワーにおいては、個人内において最大値が出現する台高にばらつきがあることも示された。

これらのことから、台高がある程度(5cm)の高さであることで骨盤の挙上運動が強調され、それに関与する股関節外転筋群の動員が大きくなるものの、それ以上に台高が大きくなることでそれらは低下することが示された。また、骨盤の挙上運動やそれに関与する股関節外転筋群の動員が最も大きくなる台高には個人差があることも示された。

【課題 1】および【課題 2】のまとめ

本研究をまとめると、骨盤の挙上運動やそれに関与する股関節外転筋群の動員を大きくするためには、下腿部を前傾させない(地面に対し垂直に近い)こと、踏込脚において台高が 5cm といったある程度の高さの台を用いることが有効であることが示された。しかしながら、至適台高については個人差がある

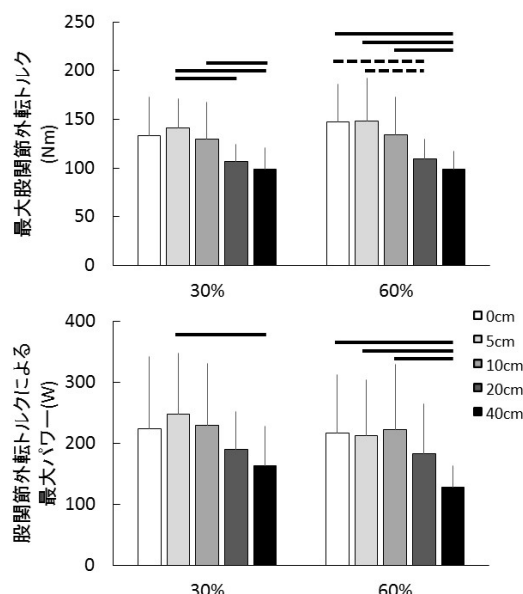


図5. 各種台高条件における最大股関節外転トルクと股関節外転トルクによる最大パワーの比較
—; P < 0.05, ---; P < 0.1

ことも確認された。今後、このような結果に関する機序について詳細に検討していく必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕

荻山靖・図子浩二：ジャンプエクササイズを用いたプライオメトリックトレーニングにおける手段および方法の構築
バイオメカニクス知見をエビデンスとして用いることの重要性
バイオメカニクス研究、査読無、18(3): 176-188, 2014.

〔学会発表〕

Kariyama, Y., Hayashi, R., Yoshida, T., Takahashi, K., Zushi, A. and Zushi, K.
The effect of increasing jump steps on the take-off leg in bounding. 33th Congress of the International Society of Biomechanics in Sports, Poitiers, France. 2015. 7. 1.

林陵平・吉田拓矢・荻山靖・図子浩二：クリーンエクササイズにおけるキャッチ動作をトレーニング指導することの重要性～地面反力と下肢3関節のキネティクスをエビデンスにして～. 第 27 回日本トレーニング科学会大会、独立行政法人産業技術総合研究所臨海副都心センター(東京都・江東区): 2014 年 11 月 23 日.

荻山靖・図子浩二：スプリント走に対するリバウンドジャンプを用いたプライオメトリクスの有効性：支持脚力発揮特

性に着目して、第 27 回日本トレーニング科学会大会、独立行政法人産業技術総合研究所臨海副都心センター（東京都・江東区）：2014 年 11 月 22 日。（実行委員会特別賞）

6．研究組織

(1)研究代表者

苅山 靖（KARIYAMA, Yasushi）

筑波大学・体育系・特任助教

研究者番号：70284924