

負荷－速度関係を用いたスクワット1RMの推定についての検討

A study of squat 1RM prediction by using load-velocity relationship.

体育学部体育学科

田中 淳

TANAKA, Jun

Department of Physical Education

Faculty of Physical Education

体育学部健康科学科

小玉京士朗

KODAMA, Keiji

Department of Health Science

Faculty of Physical Education

体育学部体育学科

國友 亮佑

KUNITOMO, Ryosuke

Department of Physical Education

Faculty of Physical Education

メディカルセンター

簀戸 崇史

SUDO, Takashi

Medical Center staff

Abstract : The purpose of this study was to investigate the ability of the load-velocity relationship to accurately predict a squat 1RM without risk of injury or fatigue in competition season. The mean concentric velocity of squat was measured using 4 increasing intensities of load ranging from 30-80% of actual 1RM. Data from 4 different load-velocity relationship, load-velocity profiling were analyzed. Individual regression analysis was performed to determine the velocity of actual 1RM (V1RM) and the theoretical load at 0m/sec (LD0). Correlation analysis provided quantification of the relationships between actual 1RM and V1RM. Between LD0, the slope of regression, y-intercept and actual 1RM were correlated. V1RM and y-intercept weren't significantly correlated with actual 1RM. Significant correlations with actual 1RM were observed LD0 and the slope. The regression equations were "y=0.6014x+13.942" (LD0) and "y=7040x+181.72" (the slope). It was suggested that the ability of the load-velocity relationship to accurately predict a squat 1RM without risk of injury or fatigue in competition season.

Keywords : load-velocity relationship, 1RM prediction, squat, VBT

1. はじめに

スクワットの最大挙上重量 (1RM) は、下肢の最大筋力の指標として用いられており、スプリントやジャンプ力との関係についても明らかとなっている。そのため多くの競技スポーツのインシーズンにおいてスクワット1RMを確認することは、競技パフォーマンスの確認や維持のためにも有効であると考えられる。そしてレジスタンストレーニングの実施においては、1RMを基準とした負荷設定によるプログラム作成が主流である。

トレーニング目的に応じて、1RMに対する割合で負荷と回数を設定する方法 (%RM法) の効果は、多くの研究でも明らかとなっている¹¹⁾。

しかしながら%RM法にはいくつかの問題点が指摘されている。1つ目は、1RMには変動があり^{5) 6) 10)}、その日のコンディションによって変わってしまうことである。例えば、筋力向上を目的として85%1RMに設定し、ある日は6回挙上できたとしても、別な日には4回しか挙上できないこともある。経験的にも日によって1RMに違いがあることを感じることもあるだろう。2つ目は、疲労に対するコントロールが難しいことである。ある時点における1RMによって負荷や回数が設定されているため、1RMが低くなっている日には、想定以上の疲労が蓄積することとなる。オフシーズンのトレーニングであれば、多少の疲労の蓄積は問題ないが、インシーズンにおいて、週末に試合がある場合などでは、過度な疲労は大きな問題となる。

このような問題を解決し、日々のコンディションの変動に合わせた負荷の設定が可能な方法として検討されているものにVelocity based Training (VBT) がある。これは動作速度を基準にトレーニングを実施する方法で、トレーニング中にその動作速度をリアルタイムで確認し、その速度変化に基づいて負荷や回数をその場で調整する方法である。1RMの日々の変動が考慮されることから、筋疲労を最小限に抑えることのできるとの研究結果^{5) 6)}もあり、新たなトレーニングプログラムの設定方法として期待されている。

近年ではトレーニング中の動作速度をリアルタイムにフィードバックできる信頼性の高いデバイスが普及しており、トレーニング現場においても速度を基準としてトレーニング負荷を設定することが可能となっている^{2) 7) 9)}。

またアスリートのコンディション確認のため最大挙上重量の定期的な測定は不可欠である。しかしながら1RM測定は、基本的に最大挙上重量を実際に行う必要があり、身体的なストレスが大きく、傷害のリスクが高いことが懸念されている。特にインシーズンにおいては、傷害予防のためにも筋力の維持が求められるため、1RM測定を実施したいが、そのリスクのため実施がためらわれるのが現状である。

この問題を解決する方法のひとつとして考えられているのが、負荷-速度関係による1RMの推定である。負荷と速度の間には、高い相関関係が認められており、この関係から1RMの推定が可能であることが分かっている^{1) 8)}。特に最大挙上重量を扱わなくてもよいことから、傷害のリスクを抑えながら、筋力を評価する方法として有効であると考えられている。

負荷-速度関係を用いた1RMの推定についてはいくつかの研究^{1) 8)}があり、最も活用されているもののひとつに最小速度閾値 (MVT) を測定する方法である。MVTとは反復動作を続けたときにバーが挙がらなくなる直前の挙上速度を指し、これは1RMであっても他の重さであってもほぼ同じになることが分かっている^{1) 3) 8)}。この特性を活用し、1RMを推測するのだが、一度はオールアウトまで追い込む必要があるため、過度な疲労を引き起こすことが問題となる。

また負荷-速度関係からベンチプレス1RMを推定した研究¹⁾はあるが、下肢の代表的なトレーニングであるスクワットに関するものはない。

そこで本研究では、負荷-速度関係を用いて最大挙上重量を使用せずにスクワット1RMを推定する方法について検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

中国大学サッカーリーグ (1部) に所属する、大学生サッカー選手で、全国大会出場者を含む21名であった。選手は全米ストレングス&コンディショニング協会 (NSCA) 認定の有資格者に指導を受けながら定期的にウェイトトレーニングを実施していた。選手の身体的プロフィールは以下であった。

年齢: 20.0 ± 1.5歳

身長: 174.86 ± 6.30cm

体重: 68.63 ± 7.45kg

2. 測定項目および測定方法

(1) 最大筋力: バックスクワット1RMおよびその体重比

(2) バックスクワットにおける負荷-速度関係 (回帰式) の算出

(1) 最大筋力: バックスクワット

1) 最大挙上重量 (1RM)

NSCAのガイドライン¹¹⁾ に準じたパラレルスクワットにおける1RMを測定した。挙上の可否の判定は、CSCS (Certified Strength & Conditioning Specialist) 有資格者1名が実施した。

2) 最大挙上重量の体重比 (1RM/BW)

実施者の体格差を考慮して比較を行うため、1RMを体重で除した値を最大挙上重量の体重比 (1RM/BW) として算出した。

(2) バックスクワットにおける負荷-速度関係 (回帰式) の算出

1) 各負荷での挙上速度の測定

LPT (FITROdyne) を用いて、4段階の負荷でのスクワットを実施し、その挙上速度 (平均速度) を測定した。

設定重量は、事前に測定した1RMを基準に、30%、50%、70%、80%とした。実際の重量は2.5kg刻みになるよう四捨五入して調整した。

2) 負荷-速度関係の回帰式の作成

測定した負荷-速度関係から回帰式を算出し、その回帰式から以下の値を算出した。(図1)

- ①1RMと同じ重量での挙上速度 (V1RM)
- ②回帰式における傾きおよび y 切片
- ③挙上速度 0 m/秒における重量 (LD0)

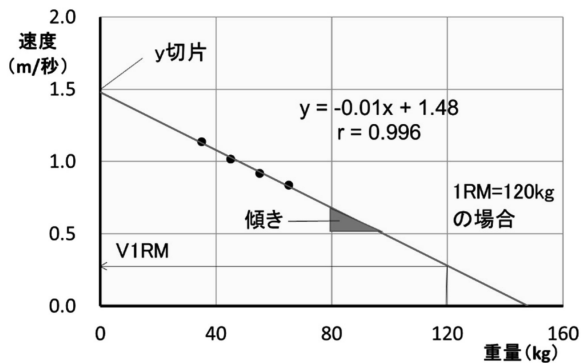


図1 スクワット動作における負荷-速度直線 (例)

3. 分析

1) 1RMにおける挙上速度について

- ①1RMとV1RMの関係について検討した

2) 1RMおよび1RM/BWと各変数との関係について

- ①LD0との関係について
- ②回帰式の傾きとの関係について
- ③回帰式の y 切片との関係について

3) 負荷-速度関係を用いた1RMの推定方法の検討

回帰式の係数および回帰式から求められる変数による1RMの推定方法について検討した

4) 統計処理

統計ソフトは表計算ソフトExcel (Microsoft社) を使用し, 1RMおよび1RM/BWと各変数との関係については, ピアソンの積率相関係数を用いて検討した。すべての検定において, 統計的有意水準は危険率5%未満とした。

Ⅲ. 結果

1) 1RMにおける挙上速度について

V1RMの平均は, 0.468 ± 0.053 m/秒であり, 最大値は0.61m/秒, 最小値は0.39m/秒であった。

また1RM ($r=0.132$), 1RM/BW ($r=0.004$) とは, いずれも有意な相関関係は認められなかった。(図2, 3)

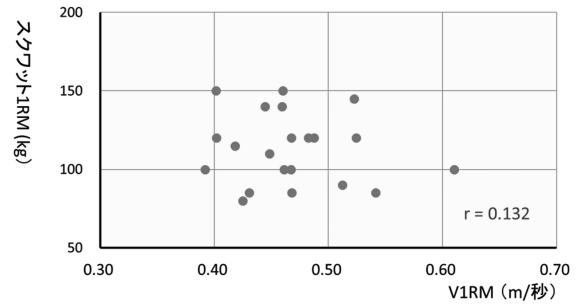


図2 スクワット1RMとV1RMとの関係

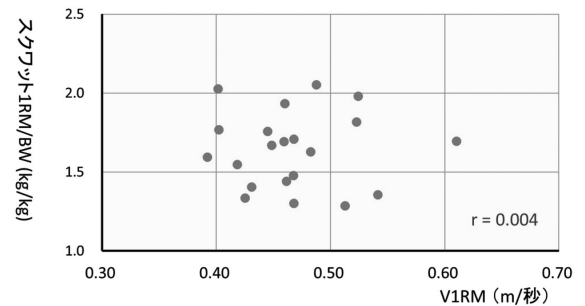


図3 スクワット1RM/BWとV1RMとの関係

2) 1RMおよび1RM/BWと各変数との関係について

- ①LD0との関係について

LD0と1RM ($r=0.959$, $p<0.01$), および1RM/BW ($r=0.835$, $p<0.01$) との間には有意な相関関係が認められた。(図4, 5)

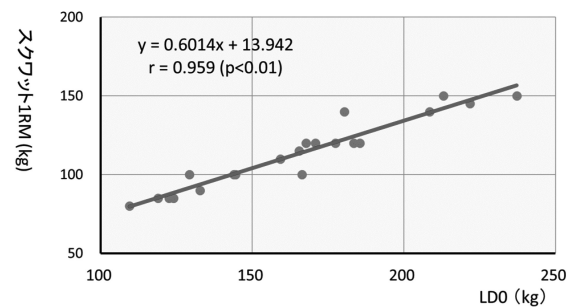


図4 スクワット1RMとLD0との関係

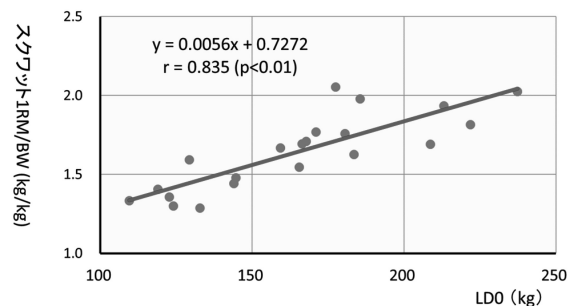


図5 スクワット1RM/BWとLD0との関係

②回帰式の傾きとの関係について

回帰式の傾きと1RM ($r=0.840$, $p<0.01$), および1RM/BW ($r=0.772$, $p<0.01$) との間には有意な相関関係が認められた。(図6, 7)

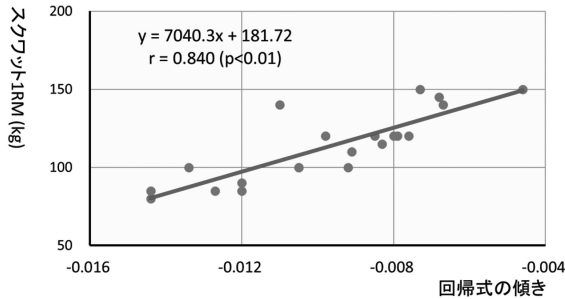


図6 スクワット1RMと回帰式の傾きとの関係

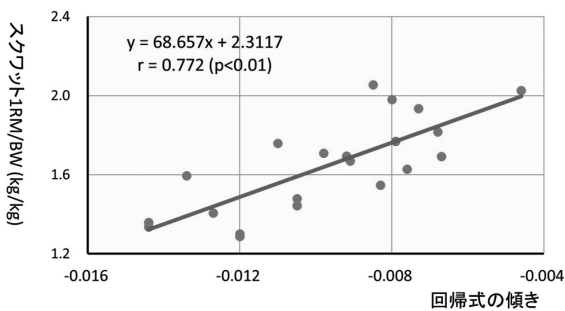


図7 スクワット1RM/BWと回帰式の傾きとの関係

③回帰式の y 切片との関係について

回帰式の y 切片と1RM ($r=0.244$), 1RM/BW ($r=0.277$) とはいずれも有意な相関関係は認められなかった。(図8, 9)

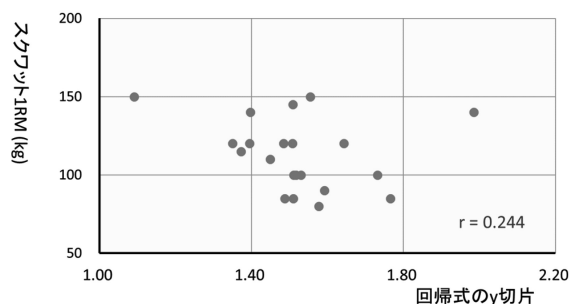


図8 スクワット1RMと回帰式の y 切片との関係

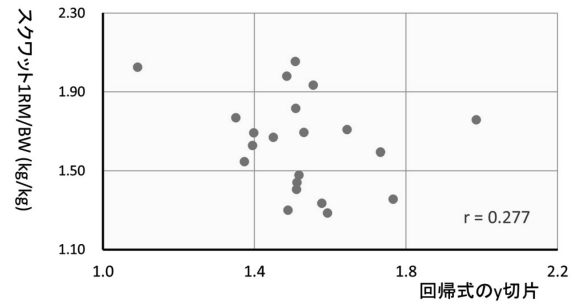


図9 スクワット1RM/BWと回帰式の y 切片との関係

3) 負荷-速度関係を用いた1RMの推定方法の検討

1RMおよび1RM/BWは、負荷-速度関係の回帰式におけるLD0および回帰式の傾きと有意な相関関係が認められた。1RM, 1RM/BWともにLD0との関係が最も高い結果であり、以下の推定式が求められた。

《1RM推定式》

1RM vs LD0

$$y = 0.6014x + 13.942 \quad (r=0.959, \quad p<0.01)$$

1RM vs 回帰式の傾き

$$y = 7040.3x + 181.72 \quad (r=0.840, \quad p<0.01)$$

《1RM/BW推定式》

1RM/BW vs LD0

$$y = 0.0056x + 0.7272 \quad (r=0.835, \quad p<0.01)$$

1RM/BW vs 回帰式の傾き

$$y = 68.657x + 2.3117 \quad (r=0.772, \quad p<0.01)$$

IV. 考察

1) 1RMにおける挙上速度について

今回の測定におけるV1RMにおいては、最大値と最小値に0.22m/秒の差があり、個人差が大きかった。先行研究ではスクワット1RMの基準となる挙上速度は0.3m/秒とされており^{3) 4)}、今回の研究ではその値より少し高い値となった。今回の被験者は、1年生から4年生までと学年に幅があり、ウェイトトレーニングの経験年数に差があったこと、また先行研究の被験者と比較しても経験が少なかったことによるものであることが考えられる。トレーニングの経験の多い場合、より低速度であっても姿勢を維持して挙上できることが指摘されていることから、今回の被験者においても、より経験を積むことで1RM時の挙上速度は下

がり、ばらつきも少なくなることが推測される。

また1RMおよび1RM/BWとその時の挙上速度に関係がみられなかったことにより、個人によってMVTが違うことが確認されたことから、MVTを一律に設定して1RMを推定することはできないことが示唆された。

2) 1RMおよび1RM/BWと各変数との関係について

① 挙上速度 0 m/秒における重量との関係について

ベンチプレスによる先行研究¹⁾においても高い相関関係 ($r=0.98$) が示されており、今回のスクワット1RMにおいても同様の結果となった。

また1RM/BWにおいても比較的高い相関が認められたことから、体重比を評価する場合にも活用できる可能性が示唆された。

② 回帰式の傾きとの関係について

先行研究では、MVTやLD0を基準とした1RMの推測^{1) 3) 8)} が提案されているが、本研究では回帰式の傾きも1RMの推測に有効であることが示唆された。傾きが小さいことは、重量が上がることによる速度の低下が少ないことを意味していることから、1RMとの関係が認められたと推察される。

③ 回帰式の y 切片との関係について

y 切片つまり自体重での挙上速度と1RMや1RM/BWは関係がなく、跳躍に近い比較的速度動作は、1RMや1RM/BWとは別の要素であることが示唆された。

3) 負荷-速度関係を用いた1RMの推定方法の検討

今回の研究においては、LD0と1RMとの関係が最も高く、負荷-速度関係から求められるLD0により、実際の1RMを挙上しなくても1RMを推定できることが示唆された。LD0は最大挙上重量下における3-4回の試技で求められることから、直接1RMを実施するような大きなストレスをかけることなく、MVTのようにオールアウトまで追い込むことによる過度な疲労を蓄積することなく、1RMを推定することが可能であることが示唆された。

V. まとめ

今回の研究では、負荷-速度関係を用いて最大挙上重量を使用せずにスクワット1RMを推定する方法に

ついて検討した。

競技スポーツのインシーズン等における1RM測定の方法として、最大挙上重量を実施することによるリスクを避け、MVTを求めるためにオールアウトまで追い込むことによる過度な疲労を蓄積することなく、負荷-速度関係を用いることが有効であることが示唆された。

ベンチプレスでの先行研究¹⁾ 同様、スクワットにおいてもLD0を活用した1RMの推定が可能であることが示唆された。

回帰式の傾きからスクワット1RMの推測が可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) Boris jidovtseff, nigel k. Harris, jean-michel crielaard, and john b. Cronin: Using the load-velocity relationship for 1RM prediction, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 267-270, 2011.
- 2) Courtney I. Jennings, Wayne Viljoen, Justin Durandt, and Mike I. Lambert: The Reliability of The Fitrodyne As A Measure of Muscle Power, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 859-863, 2005.
- 3) González-Badillo, J.J., Sánchez-Medina, L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*. 31: 347-352, 2010.
- 4) Izquierdo M., Gonzalez-Badillo J.J., Häkkinen K., Ibañez J., Kraemer W.J., Altadill A., Eslava J., Gorostiaga E.M.: Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. *International Journal of Sports Medicine*. 27: 718-724, 2006.
- 5) Kristie-Lee Taylor, Dale W. Chapman, John B. Cronin, Michael J. Newton, Nicholas Gill: Fatigue Monitoring in High Performance Sport: A Survey of Current Trends, *J. Aust. Strength Cond.* 20(1), 12-23, 2012.
- 6) Luis Sa' Nchez-Medina and Juan Jose' Gonzá' Lez-Badillo: Velocity Loss as an Indicator of Neuromuscular Fatigue during Resistance Training, *Med Sci Sports Exerc.*, 43(9), 1725-34,

2011.

- 7) Matt S. Stock, Travis W. Beck, Jason M. Defreitas, and Michael A. Dillon: Test-Retest Reliability of Barbell Velocity During the Free-Weight Bench-Press Exercise, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 171-177, 2011.
- 8) Mladen Jovanović & Eamonn P. Flanagan: Researched Applications of Velocity Based Strength Training, *J. Aust. Strength Cond.*, 22(2), 58-69, 2014.
- 9) Nigel K. Harris, John Cronin, Kristie-Lee Taylor, Jidovtseff Boris, and Jeremy Sheppard: Understanding Position Transducer Technology for Strength and Conditioning Practitioners, *Strength and Conditioning Journal*, 32(4), 2010.
- 10) 長谷川裕 : Velocity Based Trainingの理論と実践, エスアンドシー株式会社, 2017.
- 11) Thomas R. Baechle, Roger W. Earle編 : ストレングストレーニング&コンディショニング NSCA 決定版 (第3版), ブックハウスHD, 2010.