

レジスタンストレーニングにおける
挙上速度低下率の違いが高校野球選手の
パフォーマンスに与える影響

スポーツ科学研究科 スポーツ科学専攻

学籍番号 220M20

氏名 山口 隼澄

指導教員 梅林 薫 教授

目次

Abstract	1
I. 緒言	2
II. 方法	5
1. 対象者	
2. 測定項目および測定方法	
3. トレーニングプロトコル	
4. トレーニング量	
5. 統計処理	
III. 結果	11
1. 野球パフォーマンス	
2. 推定 1RM	
3. トレーニング量	
IV. 考察	15
1. 野球パフォーマンスの変化	
2. 推定 1RM の変化	
V. 結論	20
VI. 謝辞	21
VII. 参考文献	22
VIII. 図・表	

論文内容の要旨

論文題目 『レジスタンストレーニングにおける挙上速度の違いが高校野球選手に与える影響』

学籍番号 220M20

氏名 山口隼澄

指導教員 梅林 薫

本研究は、レジスタンストレーニングにおける挙上速度低下率の違いが、高校野球選手のパフォーマンスに与える影響について明らかにすることを目的とした。対象者は健康な男子高校野球選手 16 名であり、ベンチプレスとスクワットの挙上速度低下率が 10%終了群 (VL10) と 30%終了群 (VL30) の 2 群に分けて比較した。トレーニングセッションはそれぞれ 9 週間で週 2~3 回セッション、合計 18 セッションとした。トレーニングに使用する負荷は 50%1RM~70%1RM とし、それぞれの%1RM に対応する挙上速度から重量設定を行った。野球パフォーマンスはトレーニング期間の前後にてスイング速度、打球速度、投球速度そして 30m スプリント走を計測した。独立変数を挙上速度低下率による群分けと Pre-Post、従属変数を野球パフォーマンスとして二元配置分散分析を行ったところ、全野球パフォーマンスにおいて交互作用 (群×時間) に有意差は見られなかった。また、各種目の推定 1RM に関して、有意な交互作用は見られなかったが、両群とも Pre-Post 間で有意な増加がみられた。また、2 群間のレップ数およびトレーニング量(重量×レップ数)は VL10 の方が有意に少なかった。野球パフォーマンスでは、挙上速度低下率の違いによる効果は得ることができなかったが、トレーニングにおける最大挙上重量の推定値では、VL10 という負荷設定は少ないトレーニング量でも効果が得られるということが確認できた。

Effect of differences in velocity loss in resistance training on the performance of high school baseball players

Hayato Yamaguchi

Effect of differences in velocity loss in resistance training on the performance of high school baseball players

Hayato Yamaguchi

『Abstract』

The purpose of this study was to clarify the effects of different rates of velocity loss on the performance of high school baseball players. The subjects were 16 healthy male high school baseball players, and they were compared in two groups: the 10% completion group (VL10) and the 30% completion group (VL30) in terms of the rate of velocity loss of the bench press and squat. Training sessions were two to three sessions per week for nine weeks each, for a total of 18 sessions. The load used for training ranged from 50% 1RM to 70% 1RM, and the weight was set based on the lifting speed corresponding to each % 1RM. Baseball performance was measured before and after the training period in terms of swing velocity, batting velocity, pitching velocity, and 30m sprint run. A two-way analysis of variance was performed, with the independent variables being grouping by the rate of velocity loss and Pre-Post, and the dependent variable being baseball performance. There was no significant difference in the interaction (group \times time) for all baseball performances. In addition, no significant interaction was found for the estimated 1RM of each event, but there was a significant increase between Pre-Post for both groups. The number of reps and training volume (weight \times reps) between the two groups were significantly lower in VL10. In baseball performance, the effect of the difference in the rate of velocity loss could not be obtained, but in the estimation of the maximum lifting weight in training, it was confirmed that the load setting of VL10 could be effective even with a small amount of training.

I. 緒言

多くのスポーツ選手にとって、最大筋力や筋パワー発揮能力は競技パフォーマンス向上に必要不可欠である。最大筋力や筋パワーのトレーニングとしてレジスタンストレーニングが用いられるが、これらのトレーニングにおける負荷設定について様々な方法が提唱されてきた。Schoenfeld B J et al. (2015) はレジスタンストレーニングにおいて最大筋力の向上や筋肥大させるには、筋がそれ以上反復できなくなる限界まで追いこむべきであるとしている。しかし、J.Padulo et al. (2012) は、反復できなくなる限界まで追い込むことを必要とせず、最大限の速度を保ったトレーニングが効果的であるとしている。疲労によって挙上速度が低下した状態の反復を排除し、高い挙上速度を保った状態でトレーニングすることが重要となる。これは、最大筋力の向上や筋肥大のみではなく、筋パワー向上を目的にした場合も同様である。McBride et al. (2002) は、最大限にパワーが発揮される負荷で行うことがパワー向上を目的としたトレーニングには重要であると報告している。つまり、力-速度曲線から、パワーは発揮する力と速度の積が最大になる負荷が最適となる。上記のように、近年、トレーニングの負荷を設定する上で挙上速度の測定が重要とされ、速度を基準として負荷を設定する Velocity Based Training (以下 VBT) が注目され、様々なトレーニング現場で導入されている。VBT はウェイトを挙上する際の速度をモニタリングし、挙上速度を基準としてトレーニングに使用する重量、レップ数、セット数、休息などの負荷をコントロールするトレーニング方法である。Held et al. (2021) が行った VBT を用いた研究では、従来の最大挙上重量 (1Repetition Maximum, 以下 1RM) を基準としたトレーニングと比較して、VBT を用いたトレーニングの方が反復回数が少なく、トレー

ニングによる疲労度が低いにもかかわらずトレーニング効果を得ることができるとしている。

VBT の中でも代表的な負荷設定方法として用いられるのが、Velocity Loss Cutoff（以下 VLC）である。VLC は挙上速度の低下率によってトレーニングをコントロールし、セット内における 1 レップ目の速度や最高速度から、予め設定した割合まで速度が低下したらそのセットを終了するという方法である。Pareja-Blanco et al. (2017) は、疲労によって挙上速度が低下した状態のトレーニングを排除することで筋線維の遅筋化を防止する効果があると報告している。また、長谷川 (2020) は無駄な疲労を招くことなく、少ないトレーニング量でも効果的なトレーニングを実施できるとしている。VLC を用いた研究の中で Rodríguez-Rosell et al. (2020a) は、挙上速度低下率が 10% でトレーニング終了群 (VL10) と 30% でトレーニング終了群 (VL30) の比較を行い、VL10 の方がスクワットの反復回数が半分以下と少ないが CMJ の跳躍高や 20m スプリント走のタイムに向上がみられたとしている。

挙上速度低下率の違いによるトレーニング効果への検討に関しては、多くの研究が行われてきた。トレーニング効果の評価として 1RM や CMJ、スプリント能力といった身体的なパフォーマンス、筋線維や筋断面積といった身体的特徴を用いてきた。しかし、これらの研究で直接的な競技パフォーマンスに与える影響について検討した研究は多くない。近年、高校野球のトレーニングに、野球パフォーマンスの向上を目的として積極的にレジスタンストレーニングが行われている。小野寺ら (2019) は、打撃能力における指標の一つであるスイング速度向上のためにベンチプレスやスクワットを用いた筋力強化が重要であ

るとしている。澤村ら（2006）は、スクワット 1RM と投球速度との相関が高く、スクワット動作によって発達する筋群の能力が投球速度に関与するとしている。高校野球の練習では、限られた時間の中で打撃や投球、守備といった技術的あるいは戦術的な練習に加えて、体力的なトレーニングを行わなければならない。オーバーワーク防止に対しても、効率的に行える VBT は効果的であると考えられる。

そこで本研究では、高校野球選手の体力的なトレーニングに対して VBT の有効性を明らかにするとともに、挙上速度低下率の違いが野球パフォーマンスに与える影響について検討した。

II. 方法

1. 対象者

1) 研究対象者

対象者は、W 高等学校硬式野球部に所属する健康な男子高校生 16 名であった。対象者の年齢、身長、体重は表 1 に示した。本研究は、大阪体育大学研究倫理審査部会による承認を得たうえで行った（承認番号：21-13）。全対象者に研究の概要、個人情報の保護、安全管理、インフォームドコンセントに関する十分な説明を口頭や書面にて行い、同意を得た上で研究を行った。また対象者は未成年者であるため、保護者による同意を書面で得た上で研究を実施した。

2) 対象者の群分け

対象者 16 名を各セット内の最高挙上速度から速度低下率が 10% に達するとそのセットを終了する群（以下 VL10）と、同様に 30% に達するとセットを終了する群（以下 VL30）の 2 群（両群：n=8）に区分した。

2. 測定項目および測定方法

1) 挙上速度および挙上速度低下率

トレーニングを行う際のウエイトバーに慣性計測センサー PUSH2.0（PUSH 社）を装着し、トレーニングモードから挙上速度を計測した。PUSH2.0 は、各種トレーニングの支障にならない位置に専用のアタッチメントを使用し、ウエイトバーに取り付けた。毎レップ

ごとに測定されたデータは Bluetooth を介して iOS デバイス内の専用アプリケーション PUSH Pro (PUSH 社製) に取り込んだ。この専用アプリケーションを用いて、群ごとの 挙上速度低下率の閾値をあらかじめ入力し、下回ると警告が出るように設定した。

2) 推定 1RM

ベンチプレス、スクワットにおける 1RM の推定値は PUSH2.0 および PUSH Pro のテストモードによって求めた。過去のトレーニング結果および対象者自身が申告したおおよその 1RM を PUSH2.0 アプリ内に入力し、算出された重量を用いて 3 レップ挙上する。これをセットごとに重量を漸増させ、1 分間の休息をはさみながら合計で 5 セット行う。5 セット終了後にアプリによって算出された値を推定 1RM とした。測定は、傷害防止のため十分なウォーミングアップを行い、日本トレーニング指導者協会認定トレーニング指導者 (JATI-ATI) である研究実施者によるフォーム指導の下で実施した。

ベンチプレスは安全性を確保するため必ず 1 名を補助者とし、後頭部、上背部・肩、下背部・臀部をベンチに付け、両足を地面から離さないよう 5 ポイントコンタクトとなるように教示した。グリップ幅は肩幅から拳 1 つ程度広くし、両肘を伸展させながらラックから外す。バーを胸骨の中央付近に下ろし、胸に触れたらバーを挙上する。胸部でバーをバウンドさせることや、下背部を反らせて挙上しないように注意した。また、バーを胸部まで下ろす際は特に速度を規定せず、挙上の際に最大速度が発揮できるように教示した。

スクワットは安全性を確保するため必ず補助者を 1 名とした。スタンスは肩幅よりやや広めで立ち、股関節・膝関節・足関節を同時に屈曲させる。沈み込みの深さは大腿部の上

端面が地面と平行になる高さになるようにした。また、下降局面での速度は規定せず、挙上の際に最大速度が発揮できるように教示した。

3) 野球パフォーマンス

各種測定は怪我予防のため、必ず十分なウォーミングアップを実施した後に行った。測定には野球用スパイクを着用させた。

i) スイング速度

スイング速度は、マルチスピードテスターⅢ（SSK社）を用い、Battingモードにて測定を行った。測定器は打撃練習用ティースタンドの1.5m後方に設置し、高さはミートポイントと同じ位置にして測定を行った（図1）。対象者自身が打ちやすい高さに設定した打撃用ティースタンド上のボールを実打した際のスイング速度を測定し、明らかな異常値を除外した5回の試技のうち、最大値と最小値を除いた3回の平均値をデータとして採用した。試技の間隔は特に規定はせずに任意とした。また、全対象者で統一の金属バット（ミズノ社製, KONG02 HS700, 長さ約83cm, 重さ約900g, ヘッド部直径67mm）を使用した。

インパクト直後の打球速度はスイング速度の測定と同時に測定した。測定機器および測定方法は、スイング速度測定と同様の形式で行った。

ii) 投球速度（初速）

投球速度の測定には、マルチスピードテスターⅢを用い、Pitchingモード（Release）を使用し、マウンドから18.44m先の捕手に向かって投球を行う際の初速を測定した

(図2)。ピッチャーズプレートの後方1m、各対象者の投球腕側に1mの位置で、肩から腰の高さに測定器を設置した。セットポジションからの試技を5回行い、明らかなボール球は除外し、ほぼストライクゾーンを通過した投球の中から最大値と最小値を除いた3回の平均値をデータとして採用した。試技の間隔は特に規定はせずに任意とした。

iii) 30mスプリント走

30mスプリント走は、スタート地点と30m先のゴール地点に光電管 WITTY (Microgate 製) を設置し、通過タイムを測定した。スタートは対象者の任意のタイミングとし、3回の試技の平均値をデータとして採用した。試技の間隔は特に規定せず任意とした。

3. トレーニングプロトコル

トレーニング種目はベンチプレスとスクワットを実施した。本研究は野球パフォーマンス向上を目的としているため、パワー向上をトレーニングのターゲットとし、重量は50%1RM~70%1RMを使用した。トレーニングによる適応を考慮し、1~6セッション目は50%1RM、7~12セッション目は60%1RM、13~18セッション目は70%1RMとし、用いる重量を6セッションごとに漸増させた。重量の設定は、事前に測定した推定1RMを参考とし、1セット目開始前のウォーミングアップ(2~3レップ×2セット)時に、各%1RMに対応する挙上速度($\pm 0.03\text{m/s}$)になるように重量を調節した。%1RM対応する挙上速度は、ベンチプレスでは、0.93m/s (50%1RM)、0.79m/s (60%1RM)、0.62m/s (70%1RM)、スクワットでは1.13m/s (50%1RM)、0.98m/s (60%1RM)、0.82m/s

(70%1RM) として、各セットの1レップ目にこれらの挙上速度が発揮できるように重量を調節した。トレーニング中は毎レップの挙上速度をモニタリングし、アプリケーション内で挙上速度がセット内の最高速度から各群の閾値まで低下すると警告が出るように設定した。一度でも警告が表示されたらそのセットを終了し、休息を挟んで次のセットへと移った。全力の挙上を行うため、疲労の影響を考慮し、セット間の休息は4分間とした。これらのトレーニングをベンチプレスとスクワットの両種目で、週2~3セッションの頻度で約9週間、合計で18回のトレーニングセッションを行った。トレーニングセッションとは、ベンチプレスとスクワットの組み合わせを1セッションとし、1日に行うトレーニングは1種目に限定し、翌日にもう一方の種目を行うようにした。セッションごとの間隔は最低でも1日空け、連日してセッションを行わないようにした。また、トレーニング効果を検証するため、前述した野球パフォーマンスと推定1RMの測定をトレーニング期間の前(以下Pre)と後(以下Post)で測定を行い、比較した。トレーニング期間中は本研究以外のレジスタンストレーニングは、できるだけ行わないように指示した。

4. トレーニング量

各群におけるトレーニングの総量を比較するため、セットごとに使用した重量とレップ数の積をトレーニング量として算出した。各群18セッションにおけるトレーニング量の平均値を比較した。

5. 統計処理

本研究で得られたデータはすべて平均値±標準偏差（SD）で示した。野球パフォーマンスの測定項目および推定 1RM 測定における群間および Pre-Post の差の検定には、二元配置分散分析（群×時間）を用い、交互作用を検討した。交互作用が有意でない場合は、Pre-Post における主効果の検討を行った。また、トレーニング量における群間差の検定、Pre における群間差の検定には対応のない t 検定を行った。いずれの統計処理における有意性は危険率 5%未満とした。

Ⅲ.結果

1. 野球パフォーマンス

野球パフォーマンスにおける変化を表3に示した。全ての野球パフォーマンスにおいてトレーニングによる向上は認められなかった。また、Pre時点における測定値に有意差は見られなかった。

1) スイング速度

Pre-Postにおけるスイング速度の変化を図3に示した。有意な交互作用は認められなかったため、Pre-Postにおける主効果を検討した。VL10は 113.5 ± 8.2 km/h から 105.5 ± 6.6 km/hへ変化し、有意な低下が認められた ($p < 0.05$)。VL30は 111.79 ± 10.33 km/h から 106.71 ± 7.39 km/hへ変化したが、有意差は認められなかった。

2) 打球速度

Pre-Postにおける打球速度の変化を図4に示した。有意な交互作用は認められなかったため、Pre-Postにおける主効果を検討した。VL10は 117.2 ± 8.4 km/h から 115.5 ± 9.6 km/hへ変化したが、有意差は認められなかった。VL30は 116.3 ± 5.7 km/h から 115.8 ± 7.0 km/hへ変化したが、有意差は認められなかった。

3) 投球速度

Pre-Postにおける投球速度の変化を図5に示した。有意な交互作用は認められなかった

ため、Pre-Post における主効果を検討した。VL10 は 111.1 ± 7.8 km/h から 110.4 ± 9.7 km/h へ変化したが、有意差は認められなかった。VL30 は 108.5 ± 5.6 km/h から 97.7 ± 12.4 km/h へ変化したが、有意差は認められなかった。

4) 30mスプリント走

Pre-Post における 30mスプリント走の変化を図 6 に示した。有意な交互作用は認められなかったため、Pre-Post における主効果を検討した。VL10 は 4.6 ± 0.1 秒から 4.8 ± 0.2 秒変化し、有意なタイム低下がみられた ($p < 0.05$)。VL30 は 4.8 ± 0.2 秒から 4.9 ± 0.2 秒変化し、有意なタイム低下がみられた ($p < 0.05$)。

2. 推定 1RM

推定 1RM 測定における変化を表 3 に示した。両種目とも VL10 と VL30 で有意な向上が認められた。また、両種目の Pre 時点における測定値に有意差は認められなかった。

1) ベンチプレス推定 1RM

Pre-Post におけるベンチプレス推定 1RM の変化を図 7 に示した。有意な交互作用は認められなかったため、Pre-Post における主効果を検討した。VL10 は 51.3 ± 10.3 kg から 57.8 ± 6.6 kg へ変化し、有意な向上が認められた ($p < 0.05$)。VL30 は 45.3 ± 7.0 kg から 55.6 ± 4.5 kg へ変化し、有意な向上が認められた ($p < 0.05$)。

3) スクワット推定 1RM

Pre-Post におけるスクワット推定 1RM の変化を図 8 に示した。有意な交互作用は認められなかったため、Pre-Post における主効果を検討した。VL10 は 86.6 ± 16.1 kg から 99.0 ± 13.5 kg) へ変化し、有意な向上が認められた ($p < 0.05$)。VL30 は 74.0 ± 19.5 kg から 89.5 ± 22.0 kg へ変化し、有意な向上が認められた ($p < 0.05$)。

3. トレーニング量

トレーニング期間における負荷などの経時的変化をパラメーターとして表 4.5 に示した。セッションごとにレップ数、トレーニング量を比較すると VL10 の方が兩種目で少なかった。6 セッションを 1 サイクルとした際のレップ数の経時的変化は種目ごとに図 9,10 に示した。VL10 におけるベンチプレスは、cycle1 が 3.7 ± 1.9 回、cycle2 が 3.4 ± 1.4 回、cycle3 が 3.6 ± 1.3 回であった。サイクルごとのレップ数に有意差は認められなかった。VL30 におけるベンチプレスは、cycle1 が 11.1 ± 7.1 回、cycle2 が 7.6 ± 4.1 回、cycle3 が 6.1 ± 3.7 回であった。サイクルごとのレップ数は減少傾向にあったが有意差は認められなかった。VL10 におけるスクワットは、cycle1 が 5.6 ± 2.9 回、cycle2 が 4.8 ± 2.7 回、cycle3 が 4.2 ± 1.9 回であった。サイクルごとのレップ数に有意差は認められなかった。VL30 スクワットは、cycle1 が 37.2 ± 14.7 回、cycle2 が 28.7 ± 18.3 回、cycle3 が 14.2 ± 10.4 回であった。cycle1 と cycle3 の間に有意な減少が認められた ($p < 0.05$)。また、ベンチプレスとスクワットにおける 18 セッションの平均レップ数を図 11 に示した。ベンチプレスは、VL10 が 3.6 ± 1.6 回、VL30 が 8.3 ± 5.6 回と VL10 の方が有意に少なかった。

($p<0.05$)。スクワットは VL10 が 4.9 ± 2.6 回、VL30 が 27.0 ± 17.6 回と VL10 の方が有意に少なかった ($p<0.05$)。

6 セッションを 1 サイクルとした際のトレーニング量の経時的变化は種目ごとに図 12,13 に示した。VL10 におけるベンチプレスは、cycle1 が 96.6 ± 8.4 t、cycle2 が 106.0 ± 10.8 t、cycle3 が 136.2 ± 20.2 t であった。cycle1 と cycle3 の間に有意な増加、cycle2 と cycle3 の間にも有意な増加が認められた ($p<0.05$)。VL30 におけるベンチプレスは、cycle1 が 218.4 ± 32.6 t、cycle2 が 207.1 ± 55.6 t、cycle3 が 213.0 ± 33.1 t であった。サイクルごとに有意な変化は認められなかった。VL10 におけるスクワットでは、cycle1 が 164.6 ± 14.9 t、cycle2 が 190.7 ± 21.4 t、cycle3 が 212.8 ± 30.5 t であった。cycle1 と cycle2 の間に有意な増加、cycle1 と cycle3 の間に有意な増加が認められた ($p<0.05$)。VL30 におけるスクワットは、cycle1 が 612.8 ± 97.9 t、cycle2 が 704.2 ± 139.9 t、cycle3 が 470.7 であった。cycle1 と cycle3 に有意な低下、cycle2 と cycle3 に有意な低下が認められた ($p<0.05$)。また、ベンチプレスとスクワットにおける 18 セッションの平均トレーニング量を図 14 に示した。ベンチプレスは VL10 が 113.1 ± 21.8 t、VL30 は 212.8 ± 42.2 t と VL10 の方が有意に少なかった ($p<0.05$)。スクワットは VL10 が 190.3 ± 29.3 t、VL30 が 587.9 ± 165.4 t と VL10 の方が有意に少なかった ($p<0.05$)。

IV. 考察

1. 野球パフォーマンス

VLC を用いたトレーニングにおける野球パフォーマンスとしてスイング速度、打球速度、投球速度、30mスプリント走を測定した結果、VL10 と VL30 の両群において向上は見られなかった。本研究で用いたトレーニング種目はベンチプレスとスクワットである。Miyaguchi et al. (2012) は、スイング速度とベンチプレスにおける 1RM およびベンチプレスパワーとの間には有意な中程度の相関関係があると報告している。しかし、スイング速度とベンチプレス 1RM の相関関係に関しては、公式戦でホームランを記録したことのある打者には有意な相関がみられなかったと報告している。打撃能力の高い選手には、ベンチプレスによって向上する筋群の最大筋力のほかに、スイング速度に貢献する要素があると考えられる。これらの要素は、バットスイングにおけるフォームなどの技術的な要素や、高速で動作をするときに発揮されるパワーなどが考えられる。本研究では、挙上速度による推定値ではあるがベンチプレスの 1RM が向上している。しかし、スイングの技術的な要素やベンチプレスパワーの向上が見られなかったためスイング速度が向上しなかったと考えられる。

打球速度に関しては、スイング速度と相関が高いことが過去の研究で報告されている。Hay (1993) は、スイング速度の向上は打球速度を向上させるとしている。本研究では、スイング速度を向上させることができなかつたため、打球速度も向上させることができなかつたと考えられる。

投球速度に関して笠原 (2020) は、球速を上げるには下肢の筋肉量を増加させるべきだ

と報告している。また、勝亦ら（2006）は、上腕、肩関節、大腿などの近位部の筋力および筋量の向上が投球速度の改善につながる可能性があるとしている。さらに、澤村ら（2006）は、スクワットにおける 1RM は球速と相関関係があると報告している。投球動作は下肢による貢献が高く、スクワットによって発達する筋群における最大筋力の向上は球速向上に貢献する要因の一つであると考えられる。しかし、投球動作は下肢の筋群で発生させたパワーを体幹、上肢、指先、ボールへと伝達しなければならないため、下肢の筋群以外の要因も重要視される。また、Aloi et al. (2019)は、スクワット 1RM と球速の間に有意な相関関係はないが、爆発的なパワーが球速と相関関係がある可能性を報告している。投球速度向上において、1RM や最大筋力の向上に加えて、爆発的なパワーの発揮能力、下肢で発生させたパワーの伝達能力が必要となると考えられる。しかし、本研究では、推定値であるが 1RM の向上がみられたが、パワーなどの他の要因が向上しなかったため投球速度が向上しなかったと考える。

本研究で用いたトレーニング負荷はパワー向上と目的としたため、50% 1RM～70% 1RM を使用した。長谷川ら（2017）が示した VBT におけるトレーニングターゲットのパワーには、筋力を重視した筋力型のパワーと、よりスピードを重視したスピード型のパワーがあると報告している。発揮されるパワーは同値でも、筋力型は大きな負荷に対してスピードをやや遅くして発揮されるパワーで、スピード型は小さな負荷に対して高速動作が必要となるときに発揮されるパワーとしている。バットスイングやピッチングといった野球の動作は、約 900 g のバットや約 148 g のボールといった小さな負荷に対して高速の動作を必要とするため、野球に特異的なパワーはスピード型のパワーであると考えられる。

これらのトレーニングにおける負荷設定については挙上速度を基に長谷川ら（2021）によって提唱されている。本研究で用いた負荷では野球パフォーマンスを向上させることができなかつたため、パワーをより詳細に分類し、野球パフォーマンスに適した負荷を用いて今後さらに検討する必要があるであろう。

スイング速度や投球速度といった競技特性の高い動作と 1RM やパワーの関係について検討された研究は多く見られるが、一貫した結果が得られていない（Aloi et al,2019：Miyaguchi et al, 2012：小野寺ら, 2019：Reyes et al, 2010：澤村ら, 2006：Szymanski et al, 2009）。スイングやピッチングといった競技特異的なパフォーマンスには、体力面や技術面のように様々な要因が関係しているためであると考えられる。また、VBT や VLC における研究の多くはベンチプレス、スクワット、デッドリフトのような BIG3 と呼ばれる種目を用いて効果の比較を行っている。本研究では、これらのトレーニング種目を用いて VLC の違いが野球パフォーマンスに与える影響について検討を行ったが、野球パフォーマンスの向上は見られなかつた。野球パフォーマンスに対する VBT や VLC を用いたトレーニングの有効性の検討には、野球パフォーマンスとより高い相関関係が認められている種目を用いてさらに検討する必要があると考える。

2. 推定 1RM

本研究では、トレーニング種目であるベンチプレスとスクワットの推定 1RM を野球パフォーマンスと同様にトレーニングの前後で測定した。両方ともトレーニング後が有意に向上していたが、挙上速度低下率ごとの群間に統計的な差異は見られなかつた。しかし、

セット中のレップ数、トレーニング量に関して、ベンチプレスとスクワットの両種目において VL10 の方が有意に少なかった。トレーニング期間を 6 セッションごと 3 サイクルに区分し、経時的にレップ数を比較すると、VL10 は一定であるのに対し、VL30 はトレーニング期間が進行するごとにレップ数が減少した。トレーニングに用いる相対的重量は 6 セッションごとに増加させたが VL10 のレップ数は一定であったため、トレーニング期間の序盤から終盤にかけて、効果的な筋の適応が発生したと考えられる。経時的なトレーニング量の比較では、VL30 では一定もしくは減少していた。VL10 はレップ数とは異なり、トレーニング期間の序盤と比較するトレーニング量は増加していた。これは、使用重量が増加したがレップ数が一定であると考えられる。VL30 はレップ数とトレーニング量ともに変動が大きく、序盤から終盤にかけて減少傾向にあった。トレーニング期間が進行するにあたり、トレーニングによる疲労の影響でレップ数とトレーニング量が低下したと考えられる。また、速度低下率が小さい方がトレーニング量が少なく効果が得られるという結果は、これはこれまでの VBT 研究と類似した結果となった (Galiano et al, 2020 : Pareja-Blanco et al, 2017 : 砂川ら, 2020)。少ないトレーニング量でも一定の向上が見られたため、VL10 という負荷設定は効率的なトレーニングだと考えられる。Rodríguez-Rosell et al. (2020a) が行った研究では、対象者を VL10 と VL30 で区分し、70%1RM~80%1RM の重量を用いて、週 2 回のスクワットトレーニングを 8 週間実施したところ、両群ともに同等のスクワット 1RM の向上がみられた。本研究で用いた重量は 50%1RM~70%1RM とやや低い負荷であるが、先行研究と同じように向上している。トレーニングの目的を筋力向上にした場合、従来の 80%1RM 以上の高重量を用いる必要も、反復できなくなる限

界まで反復する必要もなく、50%1RM~70%1RM といった比較的軽負荷で、VL10 という速度を保った状態で少ないレップ数でも向上させることができることが明らかとなった。

V.結論

本研究は、レジスタンストレーニングにおける負荷設定において異なる挙上速度低下率を用いたとき、高校野球選手のパフォーマンスに与える影響について明らかにすることを目的とした。研究対象である高校野球選手を挙上速度低下率が10%に達するとセットを終了する群と30%に達すると終了する群に区分し、ベンチプレスとスクワットを週に2~3回のトレーニングセッションで9週間、合計で18セッション行った。使用する重量は50%1RM~70%1RMとし、それぞれの%1RMに対応する挙上速度から算出した。トレーニングの結果、スイング速度、打球速度、投球速度、30mスプリント走といった野球パフォーマンスはすべてにおいて向上せず、群間に統計的な差異は見られなかった。ベンチプレス推定1RM、スクワット推定1RMに関しては両群とも有意に向上したが、群間に統計的な差異は見られなかった。また、トレーニング中のレップ数やトレーニング量はVL10が両トレーニング種目とも有意に少なかった。以上のことから、本研究で行ったトレーニングは高校野球選手の野球パフォーマンスに効果的な影響を与えることがなかった。負荷設定やトレーニング種目の見直しなど、さらに検討する必要がある。ベンチプレスとスクワットにおける推定1RMでは、少ないトレーニング量でも効果を得ることができた。

本稿を終えるにあたり、梅林 薫教授には多大なるご指導を承りました。心より感謝申し上げます。足立 哲司教授、並びに曾根 純也教授には、本稿作成にあたり、副査として適切なお助言を賜りました。心より感謝申し上げます。また、本研究を遂行するにあたり、快く研究対象者を引き受けていただきました和歌山県立和歌山北高校野球部の皆様、実験に協力していただきました大阪体育大学の大学院生、学部生の皆様に心より感謝申し上げます。

1. Balsalobre-Fernández, C., Kuzdub, M., Poveda-Ortiz, P., and Campo-Vecino, J. D. (2016) Validity and reliability of the PUSH wearable device to measure movement velocity during the back squat exercise. *J Strength Cond Res*, 30(7):1968-1974.
2. Campbell, B. M., Stodden, D. F., and Nixon, M. K. (2010) Lower extremity muscle activation during baseball pitching. *J Strength Cond Res*, 24(4):964-71.
3. Galiano, C., Pareja-Blanco, F., Hidalgo de Mora, J., and Sáez de Villarreal, E. (2022) Low-velocity loss induces similar strength gains to moderate-velocity loss during resistance training. *J Strength Cond Res*, 36(2):340-345.
4. 長谷川裕 (2017) *Velocity Based Training の理論と実践*. エスアンドシー株式会社 : 京都.
5. 長谷川裕 (2021) *VBT トレーニングの効果は「速度」が決める*. 草思社 : 東京.
6. Held, S., Hecksteden, A., Meyer, T., and Donath, L. (2021) Improved strength and recovery after velocity-based training: A randomized controlled trial. *Int J Sports Physiol Perform*, 1-9.
7. 平野裕一 (2016) *科学する野球ーバッティング&ベースランニングー*. ベースボールマガジン社 : 東京.
8. James G Hay (1993) *Biomechanics of Sports Techniques*. Prentice Hall: Englewood Cliffs, pp.198-223.
9. 笠原政志 (2020) *野球を科学するー モーションング論ー*. 竹書房 : 東京,

pp. 28-63.

- 1 0. 勝亦陽一・長谷川伸・川上泰雄・福永哲夫（2006）投球速度と筋力および筋量の関係. スポーツ科学研究, 3 : 1-7.
- 1 1. 勝亦陽一・森下義隆（2017）高校野球選手における打球スピード向上を目的としたトレーニングの効果～PDCA サイクルに基づいた実践報告～. スポーツパフォーマンス研究, 9 : 369-385.
- 1 2. Liao, K. F., Wang, X. X., Han, M. Y., Li, L. L., Nassis, G. P., and Li, Y. M. (2021) Effects of velocity based training vs. traditional 1RM percentage-based training on improving strength, jump, linear sprint and change of direction speed performance: A systematic review with meta-analysis, PLoS One. 16(11).
- 1 3. McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., and Newton, R. U. (2002) The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. J Strength Cond Res, 16(1):75-82.
- 1 4. Miyaguchi, K., & Demura, S. (2012) Relationship between upper-body strength and bat swing speed in high-school baseball players. J Strength Cond Res, 26(7):1786-1791.
- 1 5. 日本トレーニング指導者協会（2015）トレーニング指導者テキスト理論編（改訂版）.大修館書店：東京, pp. 15-22.
- 1 6. 日本トレーニング指導者協会（2019）スポーツトレーニングの常識を超えろ！.大修館書店：東京, pp. 32-44

17. 小野寺和也・白坂牧人・入澤裕樹・坪井俊樹 (2019) 大学野球選手のスイング速度と体力要素の関係：スクワット・ベンチプレス 1 RM とスイング速度の相関関係. 仙台大学紀要, 51(1):1-7.
18. Padulo, J., Mignogna, P., Mignardi, S., Tonni, F., and D'Ottavio, S. (2012) Effect of different pushing speeds on bench press. *Int J Sports Med*, 33(5):376-80.
19. Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., Morales-Alamo, D., Pérez-Suárez, I., Calbet, J., and González-Badillo, J. J. (2017) Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scand J Med Sci Sports*, 27(7):724-735.
20. Pedegana, L. R., Elsner, R. C., Roberts, D., Lang, J., and Farewell, V. (1982) The relationship of upper extremity strength to throwing speed. *Am J Sports Med*, 10(6):352-354.
21. Reyes, G. F., Dickin, D. C., Dolny, D. G., and Crusat, N. J. (2010) Effects of muscular strength, exercise order, and acute whole-body vibration exposure on bat swing speed. *J Strength Cond Res*, 24(12):3234-3240.
22. Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Pareja-Blanco, F., Ravelo-García, A. G., Ribas-Serna, J., and González-Badillo, J. J. (2020a) Velocity-based resistance training: impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and response. *Appl Physiol Nutr Metab*,

45(8):817-828.

- 2 3. Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Sánchez-Medina, L., Mora-Custodio, R., and González-Badillo, J. J. (2020b) Relationship between velocity loss and repetitions in reserve in the bench press and back squat exercises. *J Strength Cond Res*, 34(9):2537-2547.
- 2 4. Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., and González-Badillo, J. J. (2021) Effect of velocity loss during squat training on neuromuscular performance. *Scand J Med Sci Sports*,31(8):1621-1635.
- 2 5. Samuel Aloi , Michael Ryan, Paul Reneau , and Julia Matzenbacher dos Santos.(2019) The relationship among throwing velocity, one-repetition maximum bench press and squat and body composition in college baseball pitchers. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*,19(1):64-71.
- 2 6. 澤村省逸・鎌田安久・栗林徹・清水茂幸・上濱龍也・黒川國児・福士宏紀
(2006) 野球の投球速度・バットスイング速度に影響をもたらす体力因子. 岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要,5 : 553-62
- 2 7. Schoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreras, B., and Sonmez, G. T. (2015) Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *J Strength Cond Res*, 29(10):2954-2963.
- 2 8. 砂川力也・古堅南美 (2020) used Training における速度低下率の

違いが筋機能特性に与える影響. 九州体育・スポーツ学研究, 35(1):11-22.

29. Szymanski, D. J., DeRenne, C., and Spaniol, F. J. (2009) Contributing factors for increased bat swing velocity. *J Strength Cond Res*, 23(4):1338-1352.

30. Weakley, J., Ramirez-Lopez, C., McLaren, S., Dalton-Barron, N., Weaving, D., Jones, B., Till, K., and Banyard, H. (2020) The effects of 10%, 20%, and 30% velocity loss thresholds on kinetic, kinematic, and repetition characteristics during the barbell back squat. *Int J Sports Physiol Perform*, 15(2):180-188.

表 1. 対象者の身体特性

	VL10	VL30	全体
年齢 (歳)	15.9 ± 0.8	15.6 ± 0.5	15.8 ± 0.7
身長 (cm)	170.6 ± 2.9	170.9 ± 5.8	170.8 ± 4.6
体重 (kg)	58.6 ± 4.2	60.4 ± 6.6	59.5 ± 5.6

表 2. 野球パフォーマンスの変化

Baseball Performance	VL10%			VL30%		
	Pre	Post	%	Pre	Post	%
Bat Swing Speed (km/h)	113.5 ± 8.2	105.5 ± 6.6	-7.0%	111.8 ± 10.3	106.7 ± 7.4	-4.5%
Hitting Speed(km/h)	117.2 ± 8.4	115.5 ± 9.6	-1.5%	116.3 ± 5.7	115.8 ± 7.0	-0.4%
Pitching Speed (km/h)	111.1 ± 7.8	110.4 ± 9.7	-0.6%	108.5 ± 5.6	97.7 ± 12.4	-10.0%
30m Sprint (Sec)	4.6 ± 0.1	4.8 ± 0.2	-3.5%	4.8 ± 0.2	4.9 ± 0.2	-3.7%

表 3. 推定 1RM の変化

Es1RM	VL10%			VL30%		
	Pre	Post	%	Pre	Post	%
Bench Press (kg)	51.3 ± 10.3	57.8 ± 9.2	12.7%	45.3 ± 5.9	55.6 ± 7.5	22.9%
Squat (kg)	86.6 ± 16.1	99.0 ± 13.5	14.3%	74.0 ± 19.5	89.5 ± 22.0	20.9%

表 4. ベンチプレスにおけるトレーニングパラメーター

Bench Press	Session1	Session2	Session3	Session4	Session5	Session6	Session7	Session8	Session9
Sets × Velocity Loss									
VL10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%
VL30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%
Bar Weight (kg)									
VL10%	27.2 ± 7.2	26.3 ± 7.3	26.9 ± 6.6	27.5 ± 6.0	26.3 ± 7.4	25.6 ± 7.7	26.9 ± 7.9	28.8 ± 7.4	30.7 ± 7.8
VL30%	20.6 ± 1.7	20.6 ± 1.7	20.6 ± 1.7	20.6 ± 1.7	20.6 ± 1.7	19.4 ± 3.9	24.4 ± 4.6	29.1 ± 4.3	29.1 ± 4.3
Number of Reps									
VL10%	3.5 ± 1.9	4.1 ± 2.1	4.0 ± 2.2	3.9 ± 1.6	3.1 ± 1.5	3.6 ± 1.7	3.7 ± 1.3	3.2 ± 1.2	3.7 ± 1.4
VL30%	7.5 ± 4.5	11.2 ± 4.5	10.5 ± 3.9	10.0 ± 5.2	12.3 ± 4.6	15.0 ± 13.1	13.0 ± 4.2	8.3 ± 4.1	7.3 ± 2.4
Training Volume (Reps × kg)									
VL10%	89.9 ± 45.1	102.0 ± 47.3	106.5 ± 58.2	105.0 ± 42.5	83.5 ± 50.7	92.9 ± 51.5	100.6 ± 50.7	92.5 ± 43.3	113.1 ± 54.0
VL30%	156.0 ± 95.6	232.7 ± 97.9	215.0 ± 76.9	205.4 ± 103.7	253.5 ± 91.6	246.2 ± 131.6	309.0 ± 106.1	242.3 ± 116.8	210.1 ± 74.5
Target Reps Velocity (m/s)									
VL10%	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)
%IRM (%)	50	50	50	50	50	50	60	60	60
VL30%	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)
%IRM (%)	50	50	50	50	50	50	60	60	60
Bench Press									
Session10									
Session11									
Session12									
Session13									
Session14									
Session15									
Session16									
Session17									
Session18									
Sets × Velocity Loss									
VL10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%
VL30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%
Bar Weight (kg)									
VL10%	32.4 ± 5.7	35.0 ± 5.4	34.3 ± 5.6	37.9 ± 5.9	39.3 ± 6.2	39.3 ± 6.2	39.3 ± 6.2	39.3 ± 6.2	38.3 ± 6.2
VL30%	29.3 ± 4.6	30.3 ± 2.6	30.3 ± 2.6	32.8 ± 4.8	35.6 ± 4.6	35.6 ± 4.6	35.6 ± 4.6	35.6 ± 4.6	35.6 ± 4.6
Number of Reps									
VL10%	3.0 ± 1.1	3.4 ± 1.5	3.4 ± 1.7	3.6 ± 1.6	3.0 ± 0.7	4.0 ± 1.5	3.8 ± 1.3	4.1 ± 1.6	3.1 ± 1.0
VL30%	5.9 ± 2.2	5.3 ± 2.4	5.8 ± 2.8	6.5 ± 3.9	7.2 ± 4.2	4.7 ± 2.2	7.4 ± 5.8	5.5 ± 1.9	5.3 ± 1.9
Training Volume (Reps × kg)									
VL10%	94.3 ± 31.4	121.0 ± 54.6	114.8 ± 62.0	139.5 ± 57.8	115.2 ± 30.2	153.3 ± 59.2	146.2 ± 52.1	159.3 ± 69.8	103.3 ± 63.1
VL30%	147.1 ± 78.8	158.4 ± 68.2	175.5 ± 84.7	210.2 ± 134.2	259.2 ± 170.3	170.0 ± 88.4	256.7 ± 175.3	192.3 ± 61.1	189.8 ± 79.9
Target Reps Velocity (m/s)									
VL10%	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)
%IRM (%)	60	60	60	70	70	70	70	70	70
VL30%	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)
%IRM (%)	60	60	60	70	70	70	70	70	70

表5. スクワットにおけるトレーニングパラメーター

Squat	Session1	Session2	Session3	Session4	Session5	Session6	Session7	Session8	Session9
Sets × Velocity Loss									
VL10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%
VL30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%
Bar Weight (kg)									
VL10%	31.9 ± 19.4	30.6 ± 19.1	26.9 ± 6.6	27.50 ± 5.99	26.3 ± 7.4	25.6 ± 7.7	26.9 ± 7.9	28.8 ± 7.4	30.7 ± 7.8
VL30%	17.5 ± 6.1	17.5 ± 6.1	20.6 ± 1.7	20.6 ± 1.7	20.6 ± 1.7	20.6 ± 1.7	20.6 ± 1.7	20.6 ± 1.7	20.6 ± 1.7
Number of Reps									
VL10%	5.9 ± 1.9	6.3 ± 2.1	4.4 ± 2.2	6.2 ± 1.6	6.0 ± 1.5	5.0 ± 1.7	5.9 ± 1.3	4.8 ± 1.2	5.2 ± 1.4
VL30%	33.1 ± 13.0	41.3 ± 14.3	35.1 ± 17.4	37.8 ± 12.1	44.0 ± 10.0	31.8 ± 16.2	32.8 ± 17.3	31.7 ± 14.2	32.6 ± 14.5
Training Volume (Reps × kg)									
VL10%	150.6 ± 84.1	168.5 ± 114.7	145.0 ± 105.3	191.0 ± 121.5	170.2 ± 109.4	162.3 ± 102.8	176.5 ± 104.4	192.9 ± 123.9	234.6 ± 180.3
VL30%	553.1 ± 281.3	715.0 ± 343.6	588.3 ± 361.6	627.3 ± 272.9	741.7 ± 277.8	451.5 ± 197.8	735.0 ± 440.5	769.0 ± 414.5	815.0 ± 397.2
Target Rep's Velocity (m/s)									
VL10%	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)
%1RM (%)	50	50	50	50	50	50	60	60	60
VL30%	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.93(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)
%1RM (%)	50	50	50	50	50	50	60	60	60
Squat	Session10	Session11	Session12	Session13	Session14	Session15	Session16	Session17	Session18
Sets × Velocity Loss									
VL10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%	3 × 10%
VL30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%	3 × 30%
Bar Weight (kg)									
VL10%	44.4 ± 17.58	45.0 ± 17.1	44.4 ± 17.6	51.0 ± 21.3	51.3 ± 21.6	53.8 ± 19.5	53.8 ± 19.5	56.4 ± 19.4	54.2 ± 20.1
VL30%	25.7 ± 5.0	25.0 ± 5.0	25.0 ± 5.0	31.9 ± 9.3	32.5 ± 8.7	33.1 ± 9.0	38.6 ± 3.5	38.6 ± 3.5	36.3 ± 8.7
Number of Reps									
VL10%	4.6 ± 1.9	4.4 ± 3.2	4.0 ± 1.5	3.5 ± 1.5	5.0 ± 2.2	3.8 ± 1.5	4.9 ± 1.7	4.3 ± 2.1	3.9 ± 1.7
VL30%	32.4 ± 29.8	26.4 ± 11.8	16.0 ± 11.6	15.9 ± 9.1	17.5 ± 13.8	14.5 ± 11.5	9.6 ± 5.5	13.8 ± 9.6	12.8 ± 8.2
Training Volume (Reps × kg)									
VL10%	193.3 ± 100.7	173.0 ± 96.0	172.9 ± 93.5	165.2 ± 81.4	236.7 ± 107.6	192.5 ± 100.3	251.5 ± 102.3	235.7 ± 121.7	195.3 ± 74.7
VL30%	723.8 ± 862.4	663.8 ± 341.2	415.6 ± 281.9	502.9 ± 324.9	502.9 ± 324.9	433.5 ± 282.0	330.8 ± 225.8	443.8 ± 139.1	366.0 ± 337.4
Target Rep's Velocity (m/s)									
VL10%	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)
%1RM (%)	60	60	60	70	70	70	70	70	70
VL30%	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.79(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)	0.62(±0.03)
%1RM (%)	60	60	60	70	70	70	70	70	70

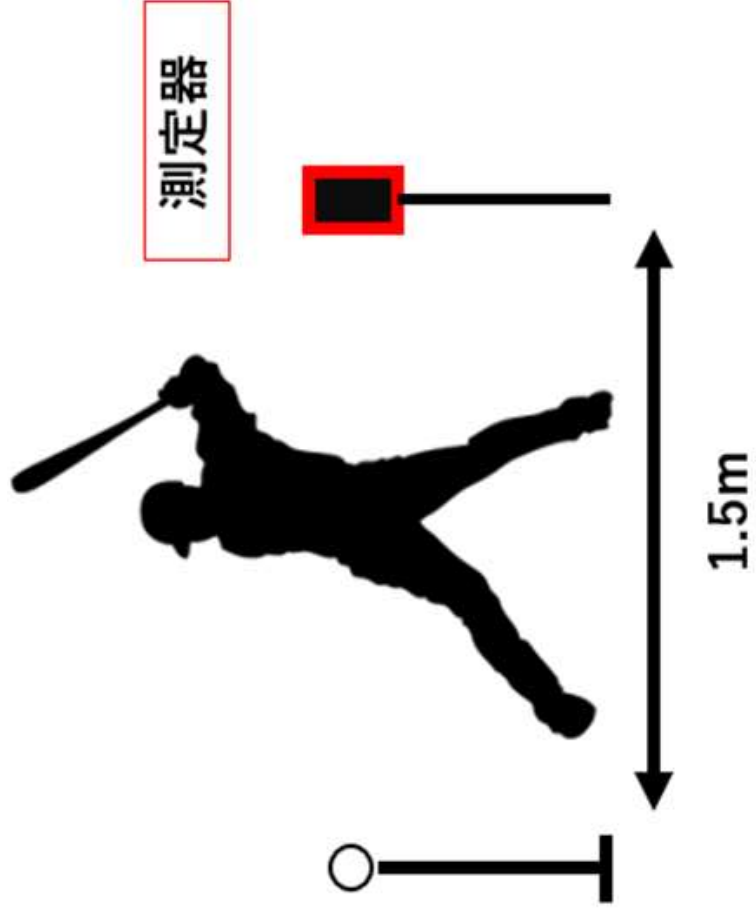


図1. スイング速度・打球速度

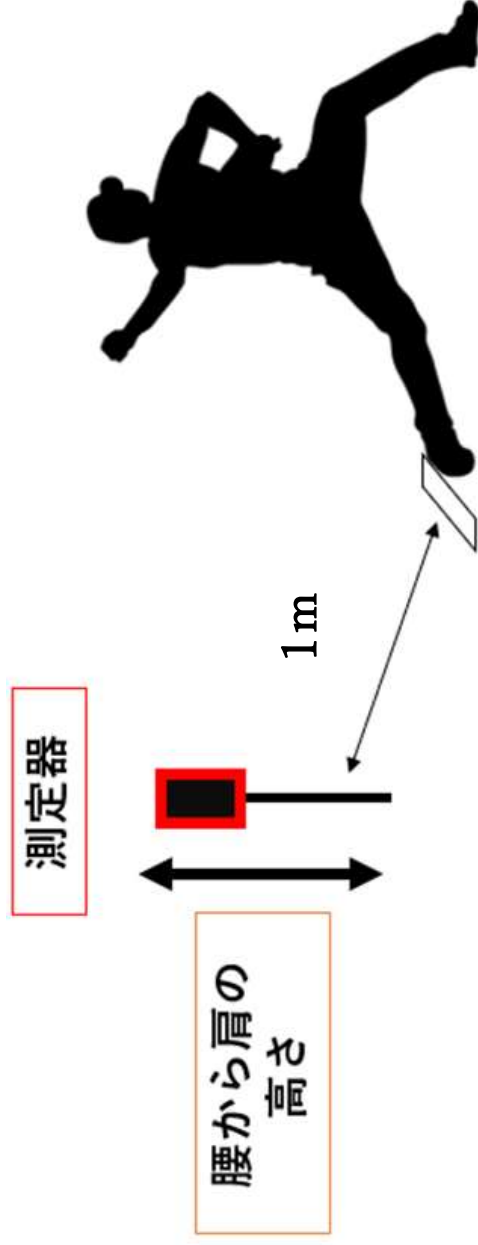


図 2. 投球速度

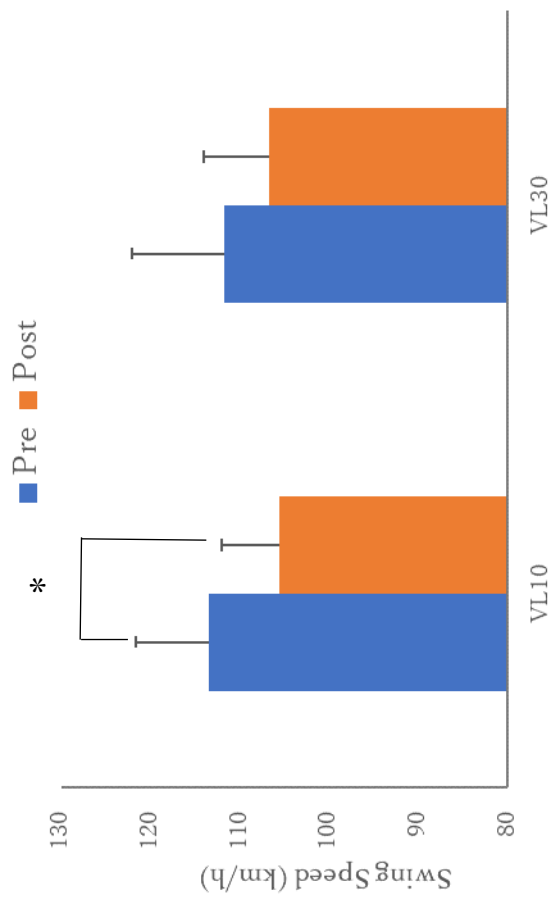


図3. スイング速度 * : $p < 0.05$

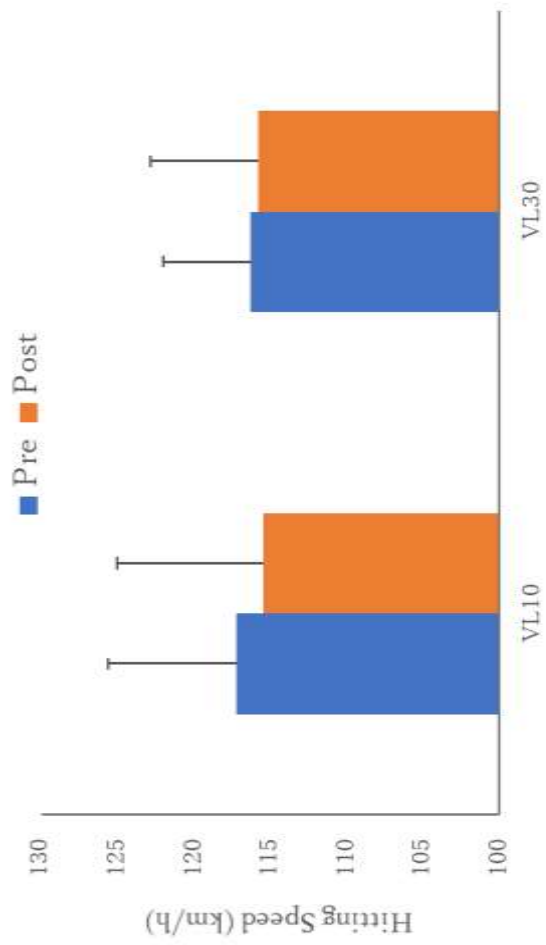


图4. 打球速度

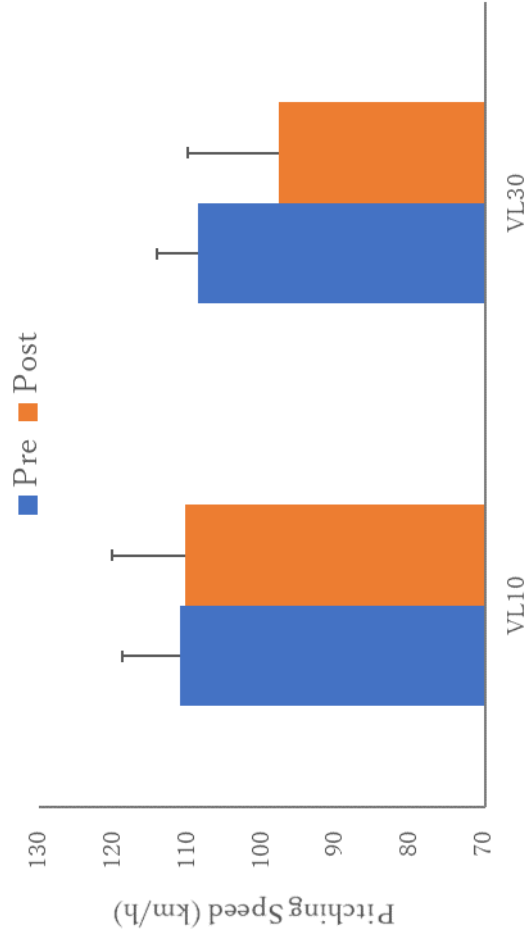


图5. 投球速度

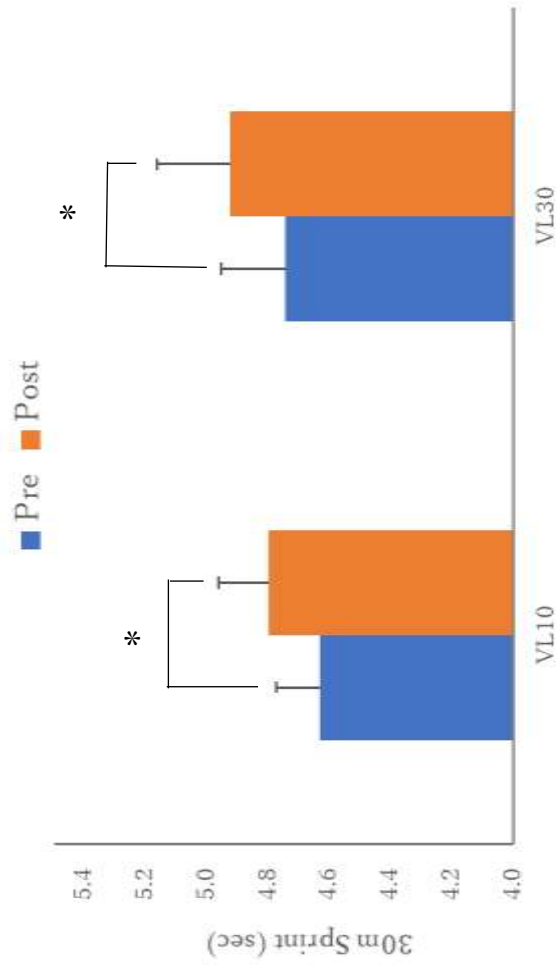


図6.30mスプリント * : p < 0.05

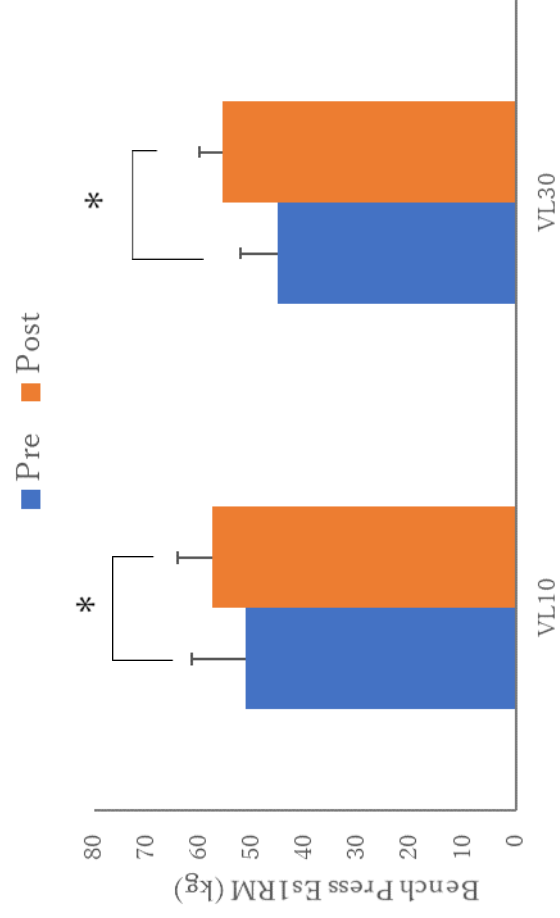


図7. ベンチプレス推定1RM * : $p < 0.05$

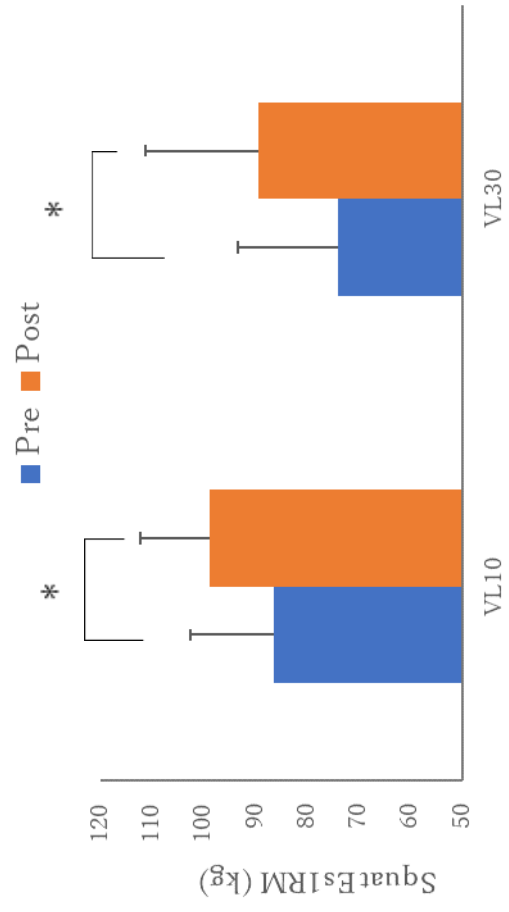


図8. スクワット推定1RM * : p < 0.05

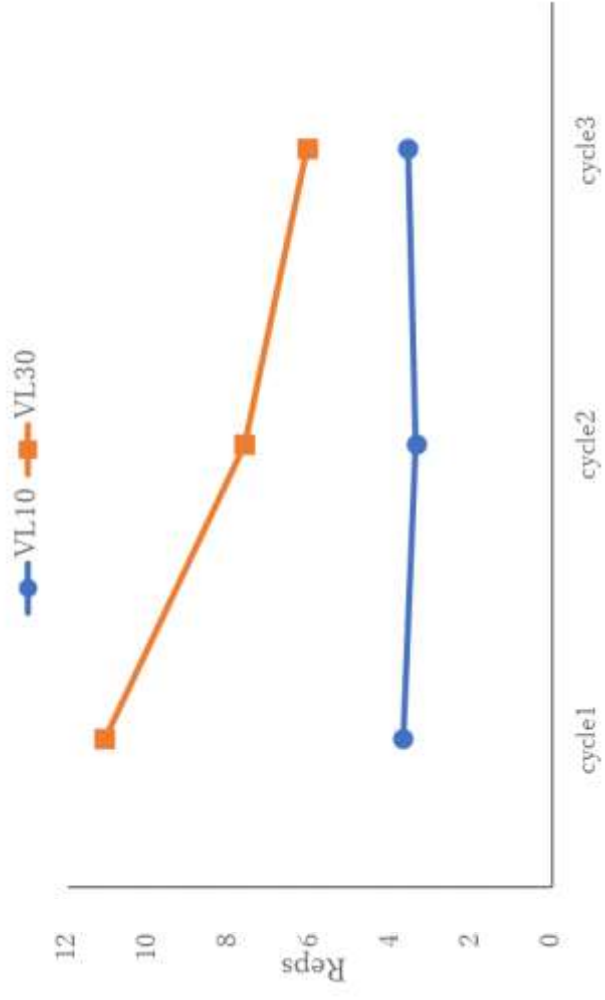


図9. ベンチプレスにおけるレップ数の変化

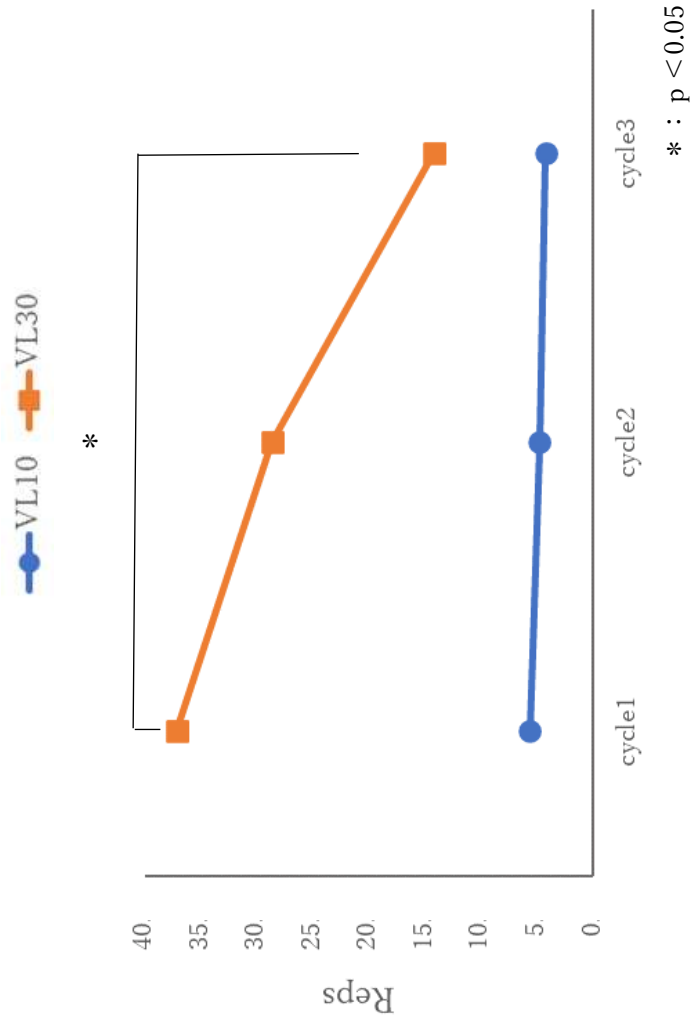


図 10. スクワットにおけるレップ数の変化

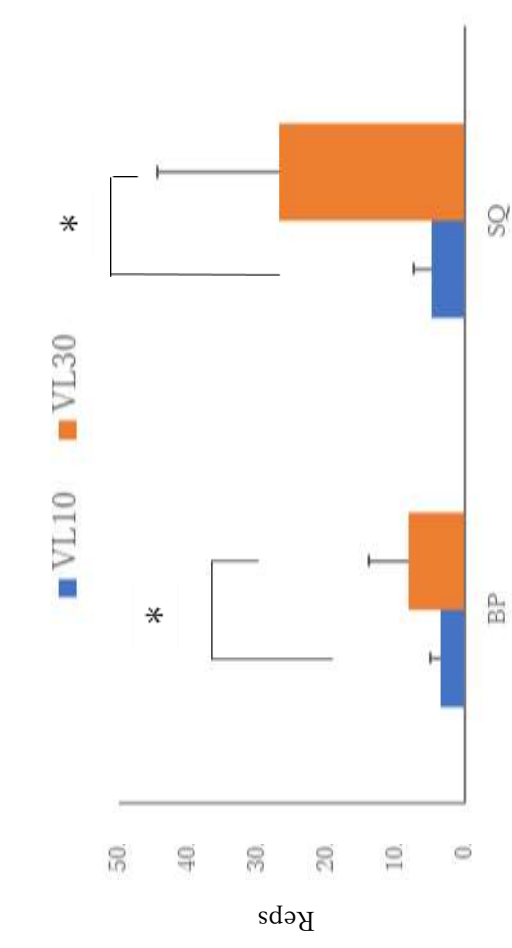


図 11. レップ数の平均値 * : $p < 0.05$

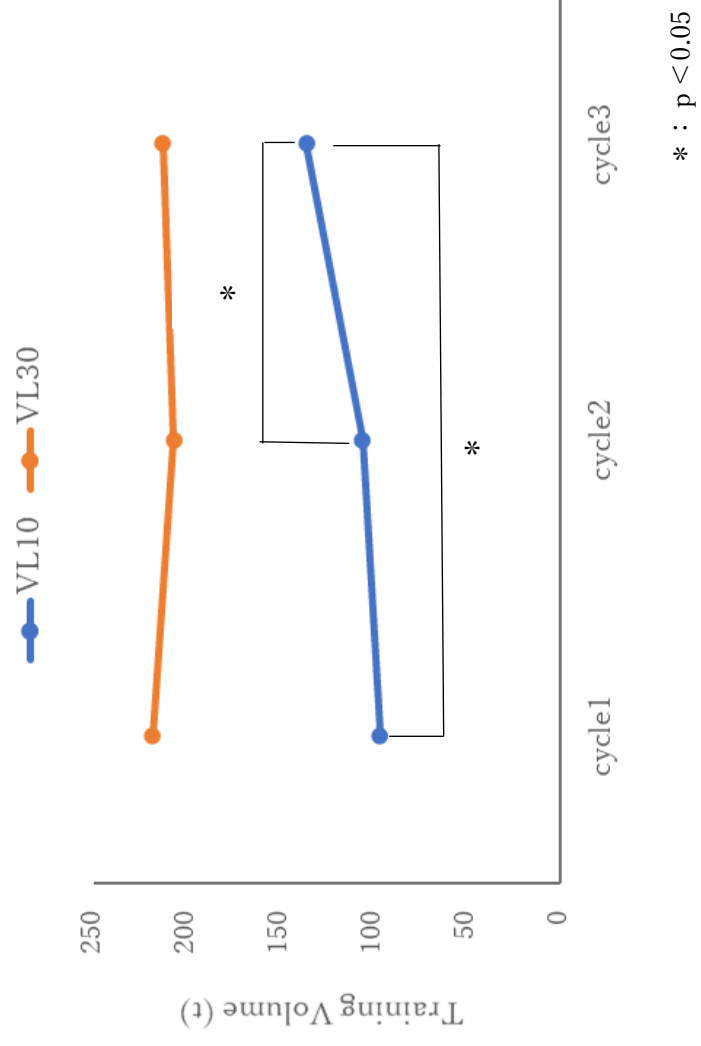


図 12. ベンチプレスにおけるトレーニング量の変化

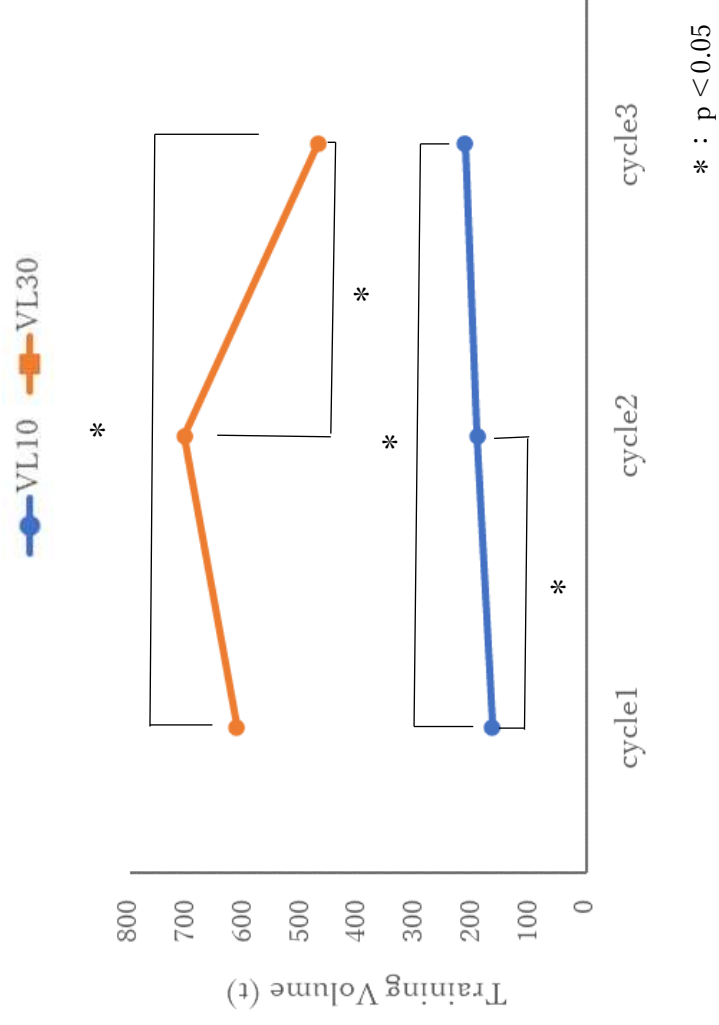


図 13. スクワットにおけるトレーニング量の変化

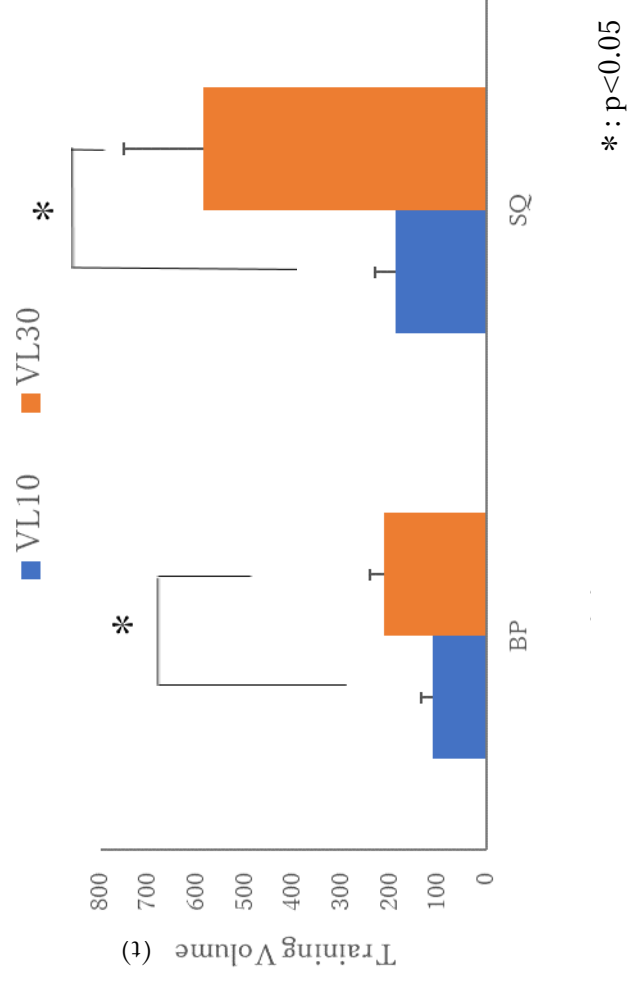


図14. スクワットにおけるトレーニング量の変化

