

特集

feature

Velocity-based training : VBTによる トレーニングの可視化と パフォーマンス向上戦略

砂川 力也, Ph.D., 琉球大学教育学部 琉球大学大学院地域共創研究科 准教授

1. 身体刺激の“質”の定量化

コロナ禍における社会活動では、多くの制限を強いられることとなり、飲食店での時短営業、大規模イベントの中止、さらには学校教育にも大きな影響を及ぼしてきた。一方、在宅ワークやオンライン会議等、新たな働き方が浸透する中、コロナ禍においては効率を求めることが注視されている。言い換えれば、これまでの様々な無駄が露呈されたといえ、自己努力というコストに対し、生産性の効率を向上させることがポストコロナ社会には不可欠となる。活動制限の拡大、自粛期間の長期化の影響を受け、身体不活動の増大から少なからず健康リスクが懸念されるが、学校教育やスポーツ現場においても、そのしわ寄せが明らかである。例えば、体育の授業では接触を伴う教材が除外され、課外活動の活動時間縮小など、健康あるいはスポーツパフォーマンス向上に寄与するための環境を十分に提供することが困難となっている。しかしながら、感染拡大防止の観点から国民の命を守ることを前提

とするならば、上述した様々な制限を受け入れなければならないのも事実である。したがって、限られる教育環境あるいはスポーツ環境下において、身体機能の向上、健康の維持増進に向けたイノベーティブな挑戦を推進する必要があると考えられる。

これまで、運動やトレーニングでは、身体刺激を“量”で定量化することが一般的であった。つまり、身体機能の向上には多くのトレーニング量が必要とされ、「No pain, No gain」という言葉が示すように疲労困憊になるまでトレーニングすることで効果が得られるものと常識的に考えられてきた。近年、スポーツ科学のパラダイムシフトによりこれまでの常識が総体的に見直されつつあり、身体刺激の“量”についても例外ではない。これは、革命的ともいえる身体刺激の“質”を定量化する上で、きわめて重要な知見が集積され始めている。いわば、無駄な努力を極限まで排除し、これまでと同等あるいはそれ以上のトレーニング効果が得られることが明らかにされている。詳細につい

ては後述するが、筆者らが行った研究(25)では、スクワット運動の挙上速度の低下率を指標に3つの異なるプロトコルにおいて検証した結果、仕事量が最小であったグループと最大のグループを比較して身体機能の向上には統計的に有意な差はなく、同等であることが示唆されている。言い換えれば、ワークアウト時間を短縮しても得られるトレーニング効果は維持できるということである。

コロナ禍によって図らずとも時間制約が求められる中、トレーニングの合理化・効率化を図る上で身体刺激の“質”による運動処方を提供することはきわめて重要な課題であろう。この“質”の定量化を可能とするのが、近年、注目される速度基準トレーニング (Velocity-based training : VBT) である。筋機能向上やパフォーマンスの改善には様々な要因が複雑に関与していることは言うまでもない。当然ながらVBTのみでパフォーマンスが改善されるのではなく、目的に応じた栄養マネジメント、テーパリング、戦略的ピリ

オダイゼーション等、緻密なトレーニング計画があってこそパフォーマンスが効率的に改善されるといえる。したがって、本稿では、あくまでも現時点で得られている知見を基に、VBT効果の観点から、現場でのトレーニング戦略について概説する。

2. なぜ速度を測る必要があるのか？

アスリートにとって最大筋力や筋パワーを高めることは、パフォーマンスを決定する上できわめて重要な意味をもつ。レジスタンストレーニングの定期的な実施によってこれらの筋機能を効果的に向上させることが多くの研究で明らかにされてきた。

従来、レジスタンストレーニングでは、目的に応じて強度、反復回数、セット数、休息时间等のトレーニング変数の組み合わせによりプログラムが構成される。例えば、筋肥大を目的とした場合、最大挙上重量(One-repetition maximum : 1RM)の80%程度の強度で、8～12回の反復挙上を3～5セット行ない、セット間休憩が90秒に設定される。とりわけ、1RMからの相対的な強度によって反復回数と休息時間が決定されることから正確な負荷重量を把握することはトレーニング効果の促進を図る上で重要な位置づけとなる。

負荷重量を決定する際は、1RMを測定し得られた記録から相対的強度を算出することが一般的である。これは対象者の絶対的な最大筋力を評価できるため、個人間において負荷を定量化する上で非常に有効な方法である。しかしながら、1RM測定を頻繁に行なうことはきわめて困難であり、数ヶ月の頻度で測定される場合がほとんどである。その結果、トレーニングの経過に伴って、過去の1RMを基準にすることから正確な負荷重量が不明となり、次の測定までのトレーニング負荷の決定には主観的運動強度に依存せざるをえない。さらに、1RMは日々のコンディ

ションによって変動する可能性が指摘されている(4,31)。このことは、相対的強度を基準とした負荷設定は、トレーニング期間を通じて客観的に正確な負荷を決定することが困難であり、個人内の変動性を踏まえれば、トレーニングセッションごとに負荷設定の基準が必要であると考えられる。

近年、注目を集めるVBTでは、特定の速度領域内で挙上を反復することで多くの効果をもたらすことが明らかにされている(1)。VBTの基本的なコンセプトは、挙上速度を用いてレジスタンストレーニングの負荷を調整するところにある。ベンチプレスでの様々な負荷に対する最大挙上速度を測定し、膨大なデータ(n=1,596)から負荷-速度関係を調べた研究(9)によると、%1RMと挙上速度の間に非常に強い相関関係が示され、%1RMに対する速度の予測式においてもきわめて高い精度($R^2=0.98$)となっている(図1)。さらに同研究では、6週間のトレーニングを実施(n=56)した結果、最大筋力が9.3%向上したことを報告している。一方、負荷に対する挙上速度において、トレーニング前後の差は0.00～0.01 m/sを示し、ほぼ同等であったことが明らかとなっている(表1)。このことは、1RMの様々な相対強度に対応する挙上速度はほぼ一定であり、ト

レーニング経過、あるいは筋力レベルの変化においても、それらの関係はきわめて安定していると解釈でき、挙上速度を用いて正確な負荷を設定することが可能となっている。

3. VBTデバイスの普及による トレーニングの可視化

アスリートが高いパフォーマンスを発揮するためには、最大筋力の増大に終始するだけでなく、筋の収縮速度を高める必要がある。したがって、力と速度の積によって求められる最大パワーの増大がパフォーマンス向上に寄与すると考えられる。こうした理由からレジスタンストレーニングにおいては、目的に応じた負荷条件を設定し、最大パワー発揮の再現性を高めておく必要がある。ただし、最大パワーが発揮される負荷条件には個人差が大きいため、1レップごとの挙上速度をモニタリングし、特定の負荷条件下において最大速度で出力されていることを確認しながらトレーニングを行なうことが重要であると考えられる。

動作をできるだけ速く行なう、いわゆる全速力でのトレーニングの重要性については、古くから指摘されており、1930年ごろには、重量を付加したジャンプ動作やバウンディングなどがパワー発揮能力の養成として位置づけ

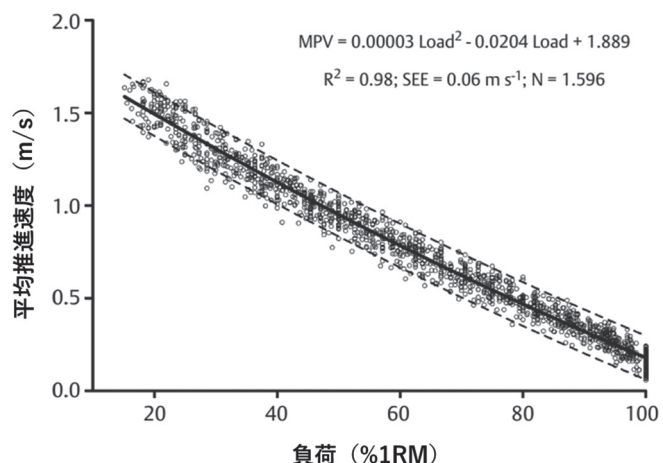


図1 相対強度に対する挙上速度の関係(文献9より、筆者改変)

られている。ヨーロッパでは、1957年に『Velocity Training』という方法が発表され、「動作の中で強い筋力が必要なのは当然だが、優れたスピードもきわめて重要な条件のひとつである」と示されている。さらに1960年代の初期になるとエクササイズの所要時間をできるだけ短縮させるように行なう『Power Training』が提唱されている(14)。そして1990年代には、今日のVBTの基礎となる『タイムコントロールスピード筋力法』が提唱され、1レップごとの挙上速度の計測とフィードバックの重要性が示されている(11)。このように、古くから挙上速度がレジスタンストレーニングの質とパワー発揮能力の向上に重要な要素であることは明らかであったが、測定方法の限界もあり、挙上速度に関する十分な科学的データが示されてこなかった。ところが、近年のテクノロジーの進化によって、挙上速度をリアルタイム、かつ簡易的に計測でき、何よりも安価に購入できるデバイスが普及したことで、これまで重要視されてきたパワー発揮能力やトレーニングの質の可視化が可能となり、VBTに関する研究が急速に発展してきたと考えられる。

VBTデバイスには、様々な種類があり、主にリニアポジショントランスデューサー(LPT)、慣性計測装置、光学センサーなどのテクノロジーが採用されている。これらのデバイスでは、すでに高い妥当性と信頼性が確認されており、特にLPT方式のデバイスが最も正確で再現性の高いデータを得られることが報告されている(29)。我々の研究グループでは、主にLPTと慣性計測装置を用いて、様々なエクササイズの種類をモニタリングし、トレーニング効果や筋機能への影響について検証を進めている。とりわけ、VBTデバイスは、バーベルなどのトレーニング機器、または身体各部の動きを検知するため、正確な動作教示の下、エクササイズ

表1 30% 1RM ~ 100% 1RMの範囲におけるトレーニング前後の挙上速度(文献9より、筆者改変)

負荷 (% 1RM)	トレーニングi (m/s)	トレーニングii (m/s)	差異i-ii (m/s)
30%	1.33±0.08	1.33±0.08	0.00
35%	1.24±0.07	1.23±0.07	0.01
40%	1.15±0.06	1.14±0.06	0.01
45%	1.06±0.05	1.05±0.05	0.01
50%	0.97±0.05	0.96±0.05	0.01
55%	0.89±0.05	0.87±0.05	0.01
60%	0.80±0.05	0.79±0.05	0.01
65%	0.72±0.05	0.71±0.05	0.01
70%	0.64±0.05	0.63±0.05	0.01
75%	0.56±0.04	0.55±0.04	0.01
80%	0.48±0.04	0.47±0.04	0.01
85%	0.41±0.04	0.40±0.04	0.01
90%	0.33±0.04	0.32±0.04	0.01
95%	0.26±0.03	0.25±0.03	0.01
100%	0.19±0.04	0.18±0.04	0.00

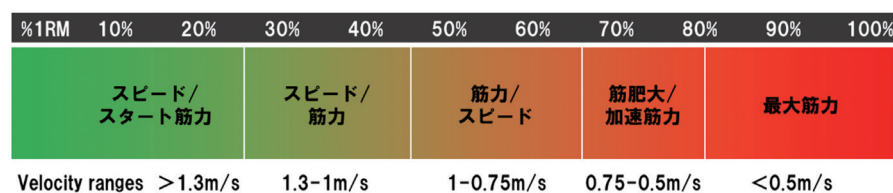


図2 トレーニング目的に応じた相対強度と挙上速度の連続体(文献15より、筆者改変)

種目、可動範囲、動作方向等を選択することが重要であると考えられる。いずれにしても、高い精度のデータ取得が可能であり、今後、さらに多くのフィールドで応用されることが期待できるであろう。

4. VBTの実践と効果

VBTでは、文字どおり速度を基準にトレーニングの強度(重量)と量(反復回数)が決定されるため、従来の相対強度を基準としたトレーニング(Percentage-based training : PBT)のように重量や反復回数を固定する必要はなく、トレーニング変数をセットやセッションごとに変動させて行なえる特徴がある(8,20,21)。図2は、Mann

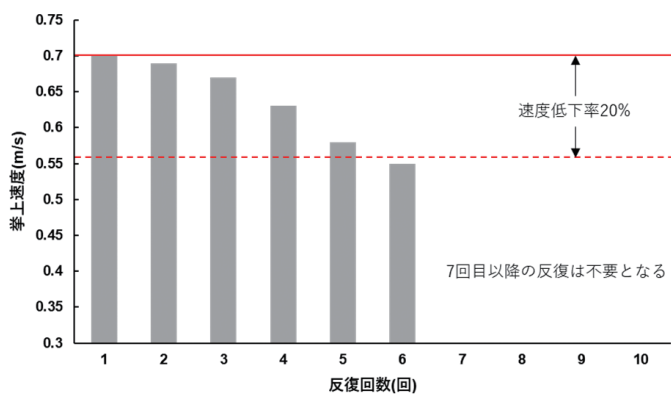
(15)によって提唱されたトレーニング目的に対応した相対強度と速度関係の連続体を模式化したものである。例えば、トレーニング目的が最大筋力の向上であれば、0.5m/s以下の挙上速度となり、スピードや力の立ち上がりを強化する場合は1.3m/s以上の挙上速度となるように負荷が調整され、相対強度の対比では前者が高重量、後者は低重量となる。このようにVBTでは、挙上速度を基準にセッションごとに負荷の調整が可能であることから、先述したPBTでの課題(正確な負荷重量の把握)が解消される利点をもつといえよう。

VBTには、いくつかのバリエーションが存在するが、目的とする速度領域

内で挙上が繰り返され、設定された速度以下、あるいは相対的な速度低下率に達すると直ちに運動が終了する (Velocity-loss cutoff: VLC)。また、設定された速度領域を大きく外れるケースでは速度を基準に重量を増減するため、セットごとに重量や反復回数が異なることから、事前に決められた重量や回数をやり遂げるといった概念は除外される。図3は、VLCによるセット終了の閾値を20%とした場合の例である。例えば、トレーニング目的に対応する速度領域を0.65～0.75 m/sとした場合、1回目にセット内の最大速度が0.7 m/sと記録され、反復ごとに速度が徐々に低下していき、6回目でこのセットは終了となる。繰り返しになるが、これらの挙上速度の様相はVBTデバイスを用いて簡易的に計測することが可能であり、トレーニング中のパワーや速度のモニタリングからコーチングの質向上に寄与することが示されている(12)。

レジスタンストレーニングにおいて挙上速度に着目した研究では、プロラグビー選手を対象にトレーニング実施中のバーベル速度をリアルタイムでフィードバックした結果、跳躍能力や疾走速度に大きな影響を及ぼすことを明らかにしている(22)。また、サッカー選手を対象にVBTを導入した結果、跳躍能力や疾走速度が有意に向上し、特に10代の選手で顕著であったと報告している(10)。さらに、Fieldingら(6)は、高齢女性を対象に高速のレジスタンストレーニングを16週間実施した結果、低速で行なうグループと比較して、下肢の多関節および単関節での伸展ピークパワーが有意に向上したと報告している。このように、スポーツ現場での実践や発育発達期および高齢期といった幅広い分野においても、VBTの効果が確認されている。

VBTでは、過剰な疲労抑制と高いトレーニング刺激に主眼が置かれる。す



セット内の最大挙上速度が0.7m/sであった場合、これを100%とし、以降の挙上速度の相対値に基づき、規定される速度低下率 (VLC) の閾値を超えるとそのセットは直ちに終了となる。上記の例では、反復回数 (相対速度) が1 (100), 2 (99), 3 (96), 4 (90), 5 (83), 6 (79) となり、6回目でVLCが21%に達する。

図3 挙上速度の低下率によるセット終了の閾値を20%とした場合の例示

なわち、フォーストレップ法などの疲労困憊まで行なうトレーニングとは区別される。トレーニング愛好家の間では、しばしば「追い込む」ことを求める傾向にあるが、Paduloら(19)は、ベンチプレスのセット中に発揮された最大挙上速度に対し80%以上の速度でトレーニングした場合、疲労困憊まで反復させる方法よりも1RMや最大速度の向上に有用であり、いわゆるオールアウトのように挙上が不可能になるまで反復する必要はないと結論づけている。もちろん、ボディメイクなどの筋の形成が主となる場合は大容量のトレーニングが効果的かもしれないが、全体のワークアウトや、その後のリカバリーに多くの時間を要するため、トレーニング内容や頻度によってはオーバーワークとなる可能性があるため注意が必要である。このようリスクを軽減する意味においても、VBTは非常に有効な方法であり、VLCを用いて、日々のコンディションに応じた運動終了のポイントを決定することが可能である。

これまでのVBT研究において、極端な例を除けば、おむねトレーニングのボリュームにかかわらずトレーニング効果は同等であることが共通する結論である。このような結論を導

く代表的な研究が、VLC 20%グループとVLC 40%グループのトレーニング効果を比較したPareja-Blancoら(20)による報告である。彼らの実験では、70～85% 1RMのスクワット運動を8週間16セッション行なった結果、VLC 20%グループの総挙上重量と反復回数はVLC 40%グループの約60%程度であったが、1RMは両グループで同等の増加量が認められた。他方、カウンタームーブメントジャンプ(CMJ)の跳躍高ではVLC 20%グループのみ向上し、筋横断面積(外側広筋と中間広筋)では、VLC 40%グループが有意により大きな増加を示した。とりわけ、小さなVLCを用いた場合には、爆発的な筋力発揮能力が、大きなVLCでは、筋肥大効果により影響を与えることが示唆されている。この研究報告がきっかけとなり、その後、多くの研究で様々なVLCの閾値を使用したトレーニング効果が検証され、VBT実践におけるガイドラインの根拠となっている。

VBTは、主に国外での研究が中心となっており、国内においては、これまでの知見を総括的に示した書籍(11)が出版されている。最近ではプロアスリートがVBTを導入するなどさらに注目が集まっているが、実践研究を含め、国内におけるVBT情報は限られている。こ

ここで、我々が行なった3つのVBT研究を紹介する。

スクワット運動におけるVLCの違いが筋機能に与える影響について、一般男性を対象に3つのグループ(VLC10% vs. VLC20% vs. VLC30%)に分け、6週間で12セッションのトレーニング介入を行なった(25)。その結果、VLC10%グループにおいて最も少ないトレーニング量でありながら(図4)、他のグループと同等のトレーニング効果となり(図5)、特にCMJなどの爆発的パワー発揮能力の効果が大きかった。対してVLC30%では、筋肥大効果が顕著であり、加えてトレーニング中期以降に高いパワー発揮の持続性が高まることが明らかとなった。この研究によって、VBTの基礎的理解が確認され、目的に応じてVLCの閾値を選択することで、パフォーマンス向上に有益になることが示された。

続いて行なった研究(26)では、上述の研究と同様のプロトコルを用いてVLC10%グループとVLC20%グループのトレーニング効果の再検証に加え、トレーニング経過を観察し、各セッションでの活動後増強(PAP)効果について注目した。その結果、トレーニング効果の再現性が確認され、先述したトレーニング効果は同等という結論を得た。さらにVLC20%グループでは、トレーニング後期に疲労耐性が高まることが観察され、VBT効果の興味深い特徴が示された。PAPは、一過性に筋出力等が増強する現象として知られているが、この研究では、セッションごとにスクワット運動の前後においてCMJのパラメータ変数を評価している。統計解析では、各セッションでの明確な有意性は示されなかったが(図6)、PAP効果を個別に評価した結果、VLC20%グループと比較してVLC10%グループではPAPの誘発率が有意に高く(表2)、効果量の大きさ

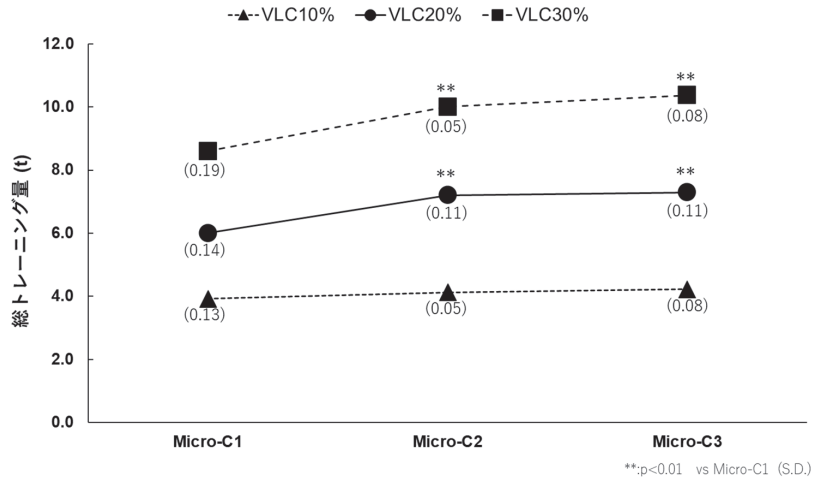


図4 VBTでのマイクロサイクルにおけるトレーニング量の変化 (Micro-Cは4セッションごとのトレーニング量) (文献25より、筆者改変)

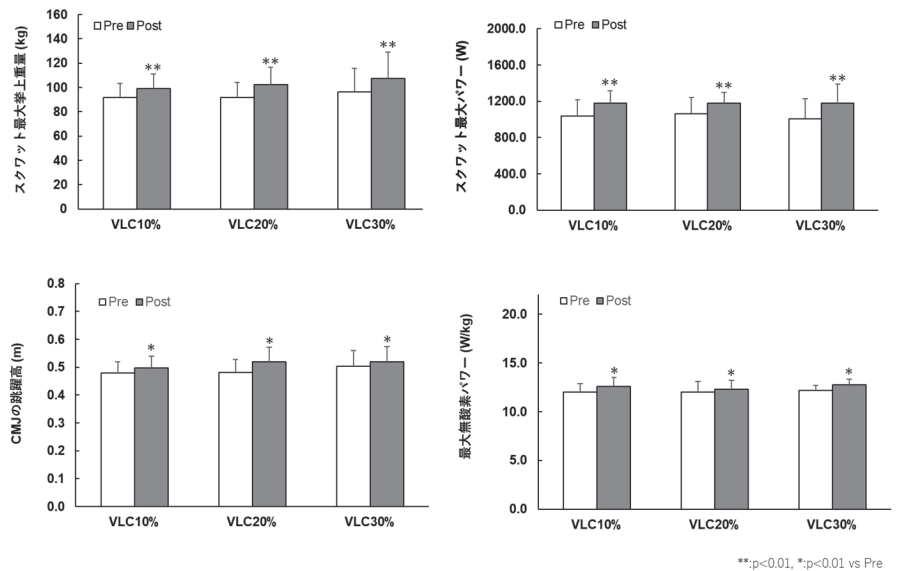


図5 VBT実施による筋機能へのトレーニング効果(文献25より、筆者改変)

に基づく推定割合でも有益性が示唆された。これは限定的効果ではあるが、速度基準によってPAP誘発の因子である高い筋活動と過剰な疲労抑制が個別に調整できていた可能性を示唆するものである。

上記2つの研究では、VLC10%グループにおいて最も少ない仕事量であり、当然ながら疲労の影響もきわめて小さい。そこで、我々の研究グループでは、VLC10%を用いて速度基準による3つの負荷に対するPAP効果の研究結果を2022年に報告した(27)。この

研究では、一般男性を対象に速度基準によるスクワット運動を低強度(1.1~1.2m/s)、中強度(0.8~0.9m/s)、高強度(0.5~0.6m/s)と定義し、それぞれのスクワット条件前後におけるCMJのパラメータ変数を分析した。その結果、すべての条件でPAP効果が確認されたが条件間に差はみられなかった。この研究結果の興味深いところは、各エクササイズ条件に対し、個々に反復回数や総挙上重量が異なっていたにもかかわらず、広範囲の負荷に対してPAP効果が同等に示されたということ

である。とりわけ、PAPは個体差の影響(13,23,30)を受けるとされており、筋の活性化と疲労の影響を受ける生体刺激が異なる。この研究では、異なる生体刺激が速度基準によって同調され、即時的なトレーニング効果としても有効性が示された。また、同時期に速度基準によるベンチプレスでのPAP効果についても検証されている(28)。この研究では、ベンチプレスの反復回数をVLC10%とVLC30%を用いて調整し、その後のベンチスローで出力されたパラメータを評価している。その結果、VLC30%を用いた場合、ベンチスローの挙上速度が回復後10~12分で増大したのに対し、VLC10%では、4~12分後までPAP効果が確認され、回復後10分で最大化することを報告している。この結果からも、小さなVLCが選択された場合、過剰な疲労を抑制し、個々の疲労耐性に応じてPAP誘発に有効な仕事を適切に処方できる可能性が高いといえよう。

5. VBTの現場での応用

従来の1RM測定を必要としないVBTでは、その日のコンディションに左右されることなく、目的に応じた負荷設定が可能であるため、テーパリングや変動型ピリオダイゼーションへの適応がしやすいといえる。つまり、オーバートレーニングを防ぎつつ、高いトレーニング効果が期待でき、年間計画に沿って(たとえ、予期せぬ変更があったとしても)効率良く進められるであろう。

また、Load-Velocityプロファイル(LVP)と呼ばれる、相対強度に対する挙上速度の関係性は、多様なエクササイズにおいて高い信頼性が示されている(2,7,17)。LVPを作成することで、推定1RMや限界までの予測挙上回数(Reps in reserve)を算出できるため、個々のLVPを活用した負荷調整によって高いトレーニング効果を得ることが

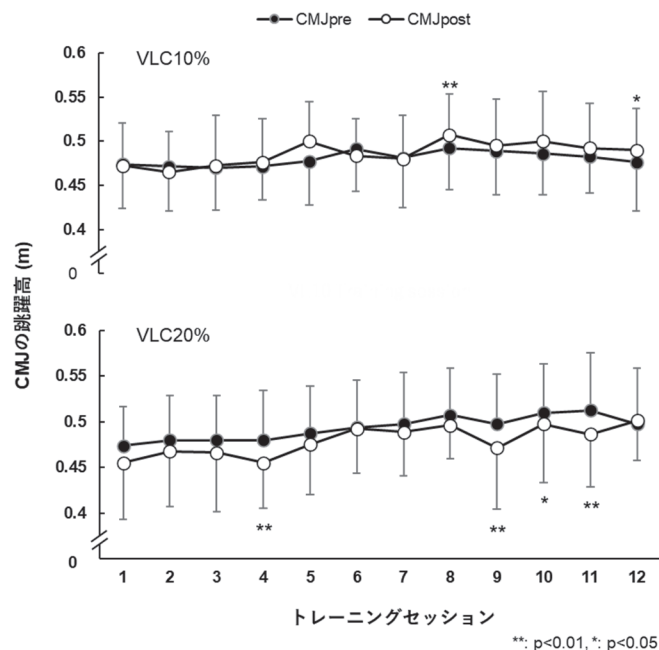


図6 トレーニングセッションごとのCMJの即時的変化(文献26より、筆者改変)

活動後増強			
グループ	ポジティブ	ネガティブ	総計
VLC10%	51 (53.1%)	45 (46.9%)	96 (100%)
VLC20%	17 (17.7%)	79 (82.3%)	96 (100%)
χ^2 (df)	24.80 (1) **		
ES (Φ)	0.36		

ES=効果量、** $p < 0.01$ 、VLC=速度低下率

期待できる(5)。

VBTの実践における特徴のひとつとして、挙上ごとの速度がリアルタイムでフィードバックされることにある。トレーニング中におけるコーチの役割は、エクササイズフォームチェックや動作教示をする程度であったが、これに速度やパワーといった1レップごとの情報が加わることで、質の高いコーチングが可能となっている。さらに、コーチのみならずトレーニング実践者、あるいはトレーニングパートナーも速度をモニタリングしながら自己フィードバックできるため、トレーニングへのモチベーション維持に有効であると考えられる。現在のVBTデバイスによる速度情報は、スマートフォ

ンやタブレット端末に表示されるが、数値はもちろんのこと、グラフや音声ガイドなど視覚・聴覚的な情報を示す機能が備わっている。とりわけ、実践者は全力でトレーニングを行なっているため高い集中力を要する場合がほとんどである。そのため、フィードバックする指標を視覚・聴覚的に捉えさせることで、効果的なコーチングに寄与できると考えられる。

このように、合理的かつ効率よくトレーニング効果が得られるVBTであるが、大前提として、実践者がいかに全速力で挙上するかという意識が重要である。言い換えれば、意図的に挙上速度をコントロールできるため、実践者がいつでも全速力を偽装できてしまうの

である。例えば、絶対的速度を基準に、そのセッションの重量が決定されるため、本来出力できる速度よりも遅く挙上することで負荷を軽くすることもできる。またVLC法においては、わざと速度を低下させ、挙上を意図的に終了することすら可能である。このようなトレーニングへの怠慢は、最新のテクノロジーを用いても見抜くことはきわめて難しい。そのため、VBTを用いたコーチングの留意点として、実践者本人がVBTの意義を十分に理解した上で、適切な方法を正確に実践できるような高い動機付けが重要であろう。

他方、トレーニングセットの終了ポイントが、目的に応じた速度低下率の閾値によって決定されるため、例えば、5～10%のように小さなVLCを採用すると、当然ながら少ない仕事量となる。冒頭に記した「No pain, No gain」の概念でトレーニングを実行してきた者には、いささか物足りなさを感じるであろう。実際に我々が行なったVBT実験(25)でも、トレーニングに対する満足感が低いという内省報告(VLC10%グループ)がしばしば見受けられている。この満足感には、個人の価値観によって様々であるが、VBTでは、トレーニングの無駄を省くことに意義があるため、むやみにトレーニングボリュームを増やす必要はない。もちろん、VBTでもVLCが大きなプロトコルでは、仕事量が大きくなるため、筋肥大に対する大きな効果量が期待されるが、そもそも筋肥大を主たる目的とするならばVBTにこだわる必要はない。むしろ総負荷量の増大に着目すべきである(3,16,18,24)。つまり、ボディメイクのような筋の形の美しさを求める場合は、速度ではなく、いかに関与する筋群に対しての生体刺激を極限まで高める必要があるということである。したがって、トレーニング計画における目標設定を明確にし、戦略的にVBTを導入することが有用であろう。

6. VBTの課題と未来

最初に述べた『緻密なトレーニング計画』があってこそ、パフォーマンス向上への道標を作り上げることとなる。それには科学とコーチングの融合が極めて重要であり、答えを一つひとつ検証していくことが求められる。筆者がVBTに関連する研究に着手したころには数編だった論文数も、この数年で加速的に増加しており、今後、新たなVBT戦略にも期待が高まる。しかし、国内における実践研究は限られており、いまだ不明な点も多いため、さらにVBTについての科学的知見を重ねていく必要があると考えられる。

VBTの有用性は、相対強度と挙上速度が高い相関関係であることに由来し、挙上速度はきわめて安定した数値である。一方、トレーニング熟練者では、1RMを挙上する際の最小速度閾値(Minimum velocity threshold : MVT)が小さくなる傾向にあり、その理由にスティッキングポイントでの力発揮時間の延長による平均速度の低下が考えられる。現在、我々の研究グループでは、トレーニング経験の有無や熟練度によるMVTの基準値作成について試みている。また、VLC法では、これまで様々な速度低下率の閾値を用いた検証が行なわれているが、同じ閾値(%)でも扱う強度によっては、VLC閾値の位置づけ(大小)が異なる。このことは、過剰な疲労を抑制しつつ、最適なトレーニング刺激を担保する上で、強度に対するVLCの許容範囲が異なるパターンを示す可能性がある。この課題に対し、我々の研究グループでは、広範囲の強度に対する速度低下率の影響について検証を進めているところである。

本稿で紹介したVBT関連の科学的情報や実践方法はほんの一部であるが、長谷川(11)は、VBTに関する様々な知見を基に現場での活用方法などについて包括的にまとめているため、さらに

VBTの理解を深めたい場合は、ぜひ参照されたい。テクノロジーの加速的な発展に伴い、これまで評価が難しかったトレーニングの質が可視化できるようになり、もはや現代のトレーニングは質を評価せずしては成り立たないかもしれない。我々が実践してきた努力は正しかったのか？あるいは間違っていたのか？その正解のヒントとなる速度を見極めることで、いわゆる無駄な努力をしなくて済むはずである。アスリート人生において、身体機能のピークはほんの一瞬にすぎない。そのため、より合理的かつ効率的なトレーニング方法の開発が重要である。VBTはその可能性を大いに秘めており、この瞬間にもVBTに関する新たな知見が蓄積されている。今後もさらに科学的データが集積され、速度を測ることの意義が深化されるであろう。VBTという用語は、従来の典型的な方法(PBT)に対して誕生したものであるが、速度基準が提唱される前はPBTという用語は存在しなかった。それは、トレーニングの常識がPBTであったからである。しかし、今日のVBT研究が証明するように、トレーニングの質を評価する上できわめて重要な速度を測ることがこれからの常識となれば、VBTという用語自体もなくなるかもしれない。今後はバーベルやダンベルそのものがVBTデバイスとしての役割を担い、トレーニング機器を操作する様々な動作のパラメータが自動的に記録され、質の高いトレーニングが定量的かつ簡易的に管理できる。そんな未来が安易に想像できる。◆

参考文献

1. Banyard, H.G. J.J. Tufano, J. Delgado, S.W. Steve, and K. Nosaka. Comparison of velocity-based training methods and traditional 1RM-percent-based training prescription on acute kinetic and kinematic variables. *Int J Sports Physiol Perform.* 14(2): 246-255. 2018.
2. Banyard, H.G., K. Nosaka, A.D. Vernon, and G.G. Haff. The reliability of individualized load-velocity profiles. *Int J Sports Physiol Perform.* 13(6): 763-769. 2018.
3. Burd, N.A., D.W.D. West, A.W. Staples, P.J. Atherton, J.M. Baker, D.R. Moore, A.M. Holwerda, G. Parise, M.J. Rennie, S.K. Baker, and S.M. Phillips. Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. *PLoS One.* 5(8): e12033. 2010.
4. Chtourou, H., T. Driss, S. Souissi, and A. Gam. The effect of strength training at the same time of the day on the diurnal fluctuations of muscular anaerobic performances. *J Strength Cond Res.* 26(1): 217-225. 2012.
5. Dorrell, H.F., J.M. Moore, and T.I. Gee. Comparison of individual and group-based load-velocity profiling as a means to dictate training load over a 6-week strength and power intervention. *J Sports Sci.* 38(17): 2013-2020. 2020.
6. Fielding, R.A., N.K. LeBrasseur, A. Cuoco, J. Bean, K. Mizer, and M.A.F. Singh. High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J Am Geriatr Soc.* 50: 655-662. 2002.
7. Gantois, P., F.S. Fonseca, F.Y. Nakamura, L.S. Fortes, J. Fernandez-Fernandez, and G.R. Batista. Analysis of velocity- and power-load relationships of the free-weight back-squat and hexagonal bar deadlift exercises. *Biol Sport.* 40(1): 201-208. 2023.
8. González-Badillo, J.J., M.C. Marques, and L. Sánchez-Medina. The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity. *J Hum Kinet.* 29: 15-19. 2011.
9. González-Badillo, J.J. and L. Sánchez-Medina. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *Int J Sports Med.* 31(5): 347-352. 2010.
10. González-Badillo, J.J., F. Pareja-Blanco, D. Rodríguez-Rosell, J.L. Abad-Herencia, J.J. del Ojo-López, and L. Sánchez-Medina. Effects of velocity-based resistance training on young soccer players of different ages. *J Strength Cond Res.* 29(5): 1329-1338. 2015.
11. 長谷川裕. トレーニングの効果は「速度」が決める. 東京: 草思社. 2021.
12. Jovanović, M. and E.P. Flanagan. Researched applications of velocity based strength training. *J Aus Strength Cond.* 22(2): 58-69. 2014.
13. Kobal, R., L.A. Pereira, K. Kitamura, A.C. Paulo, H.A. Ramos, E.C. Carmo, H. Roschel, V. Tricoli, C. Bishop, and I. Loturco. Post-activation potentiation: Is there an optimal training volume and intensity to induce improvements in vertical jump ability in highly-trained subjects?. *J Hum Kinet.* 66: 195-203. 2019.
14. 窪田登. 筋力トレーニング100年史. 東京: 体育とスポーツ出版社. 133-135. 2014.
15. Mann, B. Developing explosive athletes: Use of velocity based training in training athletes. *Ultimate Athlete Concepts.* 2016.
16. Michell, C.J., T.A. Churchward-Venne, D.W.D. West, N.A. Burd, L. Breen, S.K. Baker, and S.M. Phillips. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *J Appl Physiol.* 113(1): 71-77. 2012.
17. Morán-Navarro, R., A. Martínez-Cava, P. Escibano-Peñas, and J. Courel-Ibáñez. Load-velocity relationship of the deadlift exercise. *Eur J Sport Sci.* 21(5): 678-684. 2020.
18. Morton, R.W., S.Y. Oikawa, C.G. Wavell, N. Mazara, C. McGlory, J. Quadrilatero, B.L. Baechler, S.K. Baker, and S.M. Phillips. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *J Appl Physiol.* 121(1): 129-138. 2016
19. Padulo, J.P., S. Mignogna, F. Mignardi, F. Tonni, and S. D' Ottavio. Effect of different pushing speeds on bench press. *Int J Sports Med.* 33(5): 376-380. 2012.
20. Pareja-Blanco, F., D. Rodríguez-Rosell, L. Sánchez-Medina, J. Sanchis-Moysi, C. Dorado, R. Mora-Custodio, J.M. Yáñez-García, D. Morales-Alamo, I. Pérez-Suárez, J.A.L. Calbet, and J.J. González-Badillo. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scand J Med Sci Sports.* 27(7): 724-735, 2017.
21. Pérez-Castilla, A., A. García-Ramos, P. Padiá, A.J. Morales-Artacho, and B. Feriche. Effect of different velocity loss thresholds during a power-oriented resistance training program on the mechanical capacities of lower-body muscles. *J Sports Sci.* 36(12): 1331-1339. 2019.
22. Randell, A.D., J.B. Cronin, J.W.L. Keogh, N.D. Gill, and M.C. Pedersen. Effect of instantaneous performance feedback during 6weeks of velocity-based resistance training on sport-specific performance tests. *J Strength Cond Res.* 25(1): 87-93. 2011
23. Rixon, K.P., H.S. Lamont, and M.G. Bembem. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *J Strength Cond Res.* 21(2): 500-505. 2007.
24. Schoenfeld, B.J., J. Grigic, D. Ogborn, and J.W. Krieger. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: A systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 31(12): 3508-3523. 2017.
25. 砂川力也, 古堅南美. Velocity-based 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. 2020.
26. 砂川力也, 船渡和男. 異なる速度低下率を用いたスクワット運動が各セッションの活動後増強に与える影響—トレーニング経過に伴う短期的検証—. トレーニング科学. 33(4): 259-271. 2022.
27. 砂川力也, 船渡和男. 速度基準によるスクワット運動の負荷の違いが活動後増強効果に及ぼす影響. トレーニング科学. 34(4): 295-307. 2022.
28. Tsoukos, A., L.E. Brown, G. Terzis, P. Veligeas, and G.C. Bogdanis. Potentiation of bench press throw performance using a heavy load and velocity-based repetition control. *J Strength Cond Res.* 35(2S): 72-79. 2021.
29. Weakley, J., M. Morrison, A. Garcia-Ramos, R. Johnston, L. James, and M.H. Cole. The validity and reliability of commercially available resistance training monitoring devices: A systematic review. *Sport Med.* 51(3): 443-502. 2021.
30. Wilson, J.M., N.M. Duncan, P.J. Marin, L.E. Brown, J.P. Loenneke, S.M.C. Wilson, E. Jo, R.P. Lowery, and C. Ugrinowitsch. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res.* 27(3): 854-859. 2013.
31. Zourdos, M.C., D. Dolan, J.M. Quiles, A. Klemp, E. Jo, J.P. Loenneke, R. Blanco, and M. Whitehurst. Efficacy of daily one-repetition maximum training in well-trained powerlifters and weightlifters: a case series. *Nurt Hops.* 33(2): 437-443. 2016.

著者紹介



砂川 力也

博士(体育科学)、琉球大学教育学部 琉球大学大学院地域共創研究科 准教授。トレーニング科学が専門領域で、主にレジスタンストレーニングの効果に関する研究に取り組みながら、体育・スポーツの指導者を育成する活動を行なっている。近年は、VBTの実践と効果検証について研究を進めている。