

レジスタンスエクササイズのための適切なセット数の決定

Determining Appropriate Set Volume for Resistance Exercise

James Krieger, MS

Journal of Pure Power, Redmond, Washington

要約

エクササイズごとに適切なセット数を決定することは、レジスタンストレーニングプログラムを作成する際の重要な部分である。近年公表されたメタ分析によると、各エクササイズを2~3セットずつ実施すると、1セットの場合よりも筋力の向上が46%有意に大きいことが示されている。しかし4セット以上行っても、さらなる大きな利益はみられない。全身のフィットネスに関心のあるクライアントや時間の足りないクライアントには、1セットが適している。クライアントが最大筋力の向上を望むのであれば、各エクササイズを3セットずつから開始するのが適切である。これらの出発点から、クライアントの反応に基づいて調節を行なうとよい。

レジスタンストレーニングプログラムを作成するには、様々な変数を適切に調節することが必要であるが、それらの変数のすべてがレジスタンストレーニングプログラムへの適応に影響を及ぼす。変数には頻度、強度、量などが含まれるが、それだけではない。トレーニング量を調節する第一の方法は、エクササイズごとの、また筋群ごとのセット数による調節である。したがって、セット数はレジスタンストレーニングプログラムの形態やパフォーマンスに現れる結果に強い影響を与える可能性がある。セット数の変化に対する身体の反応は、用量-反応関係とみなすことができる。「例えば、薬の投与量が増えるにつれて、その薬物への身体の反応は、停滞状態(プラトー)になるまで増大する。その後、薬の投与量を増やし続けても、身体の反応は増大せず、逆に副作用の危険性が増大する。これと同様に、レジスタンスエクササイズを複数セット行なうと、

身体の反応(筋力や筋量の増加)が増大するが、この反応はある量でプラトーに達し、それ以上のセット数は逆に傷害のリスクを高めるだろう。」

クライアントのためのプログラムデザインに関して言えば、パーソナルトレーナーはクライアントのために科学的な証拠に基づいた方法を採用すべきである。しかし、適切なセット数に関する証拠はいまだに単純明快ではない。複数セットがより大きな筋力の増大をもたらすかに関しても、この主題を取り上げたレビュー論文の結論は一律ではない(1,3,4,23)。過去10年間に発表された研究の大部分は、複数セットは1セットよりも著しく大きな筋力の増大をもたらすことを示している(2,5-9,12-14,17,20,21)。公表されているいくつかのメタ分析も、複数セットが優れていることを示している(18,19,24)。しかし、これらの論文には方法論的な限界があり、結論に対する批判も生まれている(10,16)。しかも、それらの研究結

果は必ずしも一貫していない。例えば Rheaら(19)は、鍛錬者と非鍛錬者の両被験者群において、複数セットのほうが優れていると報告したが、Wolfeら(24)は、複数セットがより効果が高いのは鍛錬者のアスリートに限られると報告した。

もうひとつの問題点は、大多数のレジスタンストレーニング研究が、エクササイズごとのセット数を1セットか3セットかで比較していることである(14)。しかし、セット数の処方には多くのバリエーションが可能である。筋力増大に及ぼすセット数の用量-反応効果に関しては、きわめて少数の研究しかない。Ostrowskiら(15)は、エクササイズごとのセット数を1セット、2セット、4セットとして、群間の有意差を報告した。しかし反応の変動が大きいこと、また被験者数が少ないために、群間の差を見出す統計的検出力は限られている。Rheaら(19)は、メタ分析を用いて用量-反応効果を調べ、各筋に対して4セットが、鍛錬者と非鍛錬者双方にとって最適なセット数であると報告した。しかし、前述したように、研究デザインの限界から、この結果は慎重に解釈すべきであると示唆している。また、Rheaらは筋群ごとのセット数としてデータを報告しているため、「エクササイズごとのセット数」の問題には十分に答えていない。セット数の用量-反応効果に関する説得力のある科学的なデータが不足していることを前提とすると、パーソナルトレーナーがクライアントのために適切なセット数を決めることが困難な場合もある。

『Journal of Strength and Conditioning Research』誌に掲載された最新のメタ分析は、エクササイズごとのセット数の用量-反応関係をさらに

解明しようと試みた(10)。このメタ分析には2つの目的がある。この分野におけるこれまでのメタ分析の批判に応えること、そして筋力に関するセット数の用量-反応関係を確立することである。その主な結果は、各エクササイズ1セットずつでも筋力の増大は可能であるが、複数セットのほうがより優れていること、特に各エクササイズを2~3セットずつ行なうことは、1セットの場合に比べ46%大きな筋力の増大に関連づけられた。しかしそれ以上セット数を増やしても、さらに大きな利益は認められなかった。これらの調査結果は、被験者が鍛錬者でも非鍛錬者でも当てはまり、下半身か上半身かを問わず、またトレーニング頻度を変えても成立した。またこの調査結果は、筋群ごとに複数のエクササイズを行なうか否かにかかわらず正しかった。

この最新の分析における主な方法論的な限界は、エクササイズごとに4セット以上を実施した研究が2件しか含まれていないことである。これが、有意差を引き出すための統計的検出力を制限している。4セット以上が2~3セットよりも大きな筋力の増大をもたらすことはなおありうるが、この疑問に答えるためには、この分野でさらに多くの研究が必要であろう。明らかなことは、各エクササイズ4~6セットに達すると、筋力の増大が停滞することである。2~3セットは1セットよりも46%大きな増大をもたらしたのに対して、4~6セットでは、2~3セットよりも13%大きな増大をもたらすだけであった。この停滞の理由は、現在はまだ判明していない。機械的負荷が骨格筋におけるタンパク質合成を刺激すること(22)、そして停滞期に達するまでは負荷の増大が

一層大きな反応をもたらすことが知られている(11)。タンパク質の合成が、同じようにセット数に反応する可能性はあるが(すなわち停滞期に達するまでは、セット数の増加につれて合成反応も増大する)、これについて調査した研究はまだない。

このメタ分析の結果は、パーソナルトレーナーの現場におけるプログラムデザインに様々な応用できるだろう。

1. クライアントが全身のフィットネスの向上だけに関心があり、最大筋力の増大を必要としない場合は、各エクササイズ1セットが筋力の向上に十分な刺激となる。同様に、時間の足りないクライアントも、各エクササイズを1セット失敗するまで、あるいは失敗近くまで行なうだけで、筋力の増大を達成できる。
2. クライアントが筋力を最大限まで増大させることに関心がある場合は、各エクササイズを複数セット行なう必要がある。このメタ分析の対象となった研究の大多数は、各エクササイズを1セットと3セットで比較しているため、3セットがクライアントにとって適切な出発点である。このセット数はあくまでも平均に基づいているため、一人ひとりのクライアントの反応は異なると思われる。したがって、クライアントの反応に基づいて、この出発点から各自のセット数を上方または下方修正するとよい。
3. 各エクササイズを3セットより多く行なうと、利益漸減点が現れるように思われる。このメタ分析では、各エクササイズを4~6セット行なっても、2~3セット行なった場合との有意差は認められなかった。したがって、クライアントによっては反応が異なる場合もあるが、エクササイズを4セット以上行なうことによる追加的な利点は少ないと思われる。
4. セット数に関しては、鍛錬者と非鍛錬者を分ける必要はない。両被験者とも複数セットから等しく利益を得る可能性が高い。しかし、レジスタンストレーニングの経験がほとんどないクライアントのためには通常、不慣れなエクササイズに伴う遅発性筋肉痛を予防

するために、当初の量を各エクササイズ1〜2セットに維持することが賢明であると思われる。以後はセット数を漸増してよい。

5. これらのセット数はエクササイズのセット数と考えられ、ウォームアップのセット数は含まれない。

プログラムデザインに関しては、今後科学者が答えを出す必要のある多くの疑問がある。例えば、同じ筋群を対象とする複数のエクササイズを取り入れることは、はたして有益だろうか？ 近年のメタ分析からは、複数のエクササイズを行なうことの利点は認められなかった。ただし、この分析は特にこの疑問に答えるためにデザインされた研究ではない。同様に、セット数に関する用量-反応関係を調べるためには、さらに多くの研究が必要である。各エクササイズ4セット以上のトレーニング量を用いた研究はきわめて数がないからである(13,15)。答えを必要としているもうひとつの問題は、セット

数と強度との関係である。最近のメタ分析は、セットごとに平均7〜10RM(最大反復回数)の強度を採用している。より高強度(1〜5RM)の場合の最適なセット数は、まだ十分に調査されてはいない。科学者が研究しなければならぬ主題はほかにもたくさんあるが、1セット対複数セットの論争のデータは、圧倒的に複数セットに有利である。各エクササイズ3セットを超えると明らかな停滞期に達するが、セット数と筋力に関しては、用量-反応関係があることもまた明白である。最大筋力の増大を望むクライアントは、各エクササイズを2〜3セット行なうことが最良の条件であるのに対して、単に健康維持を期待するクライアントや時間の足りないクライアントは、1セットでも中程度の筋力向上を達成できる。注意すべき点は、これらの研究結果は、総合的なフィットネスと最大筋力に限られていることである。

筋肥大、パワー、持久力など、他の目的に対する適切なセット数は異なると思われる。パーソナルトレーナーは常に、クライアントのプログラムを一人ひとりのニーズや目標、限界に合わせて特別に作成する必要がある。◆

※「References」は誌面の都合によりウェブサイトのみ掲載いたします。参照ご希望の方は、<http://www.nscjapan.or.jp> から会員専用ページにログインしてご覧ください。

From *Strength and Conditioning Journal*
Volume 32, Number 3, pages 30-32.

著者紹介

James Krieger: アスリートやコーチのために分かりやすい情報をオンラインで提供する *Journal of Pure Power* 誌の編集者。

NSCAジャパン認定検定員のご紹介

2013年3月現在認定されている、認定検定員の方をご紹介します。認定検定員は、NSCAジャパンレベルアッププログラムにおける実技検定や実技講習会における講師などの活動を行なっています。

北海道地域	鈴木 真代	北陸地域	—
東北地域	相原 謙樹、高橋 泰幸	関西地域	青木 達、秋山 昌俊、荒牧 友宏、上野 百合、大川 健太郎、大東 重成、近藤 史明、竹内 匡、寺田 政弘、中嶋 風太、花田 理、松本 健二、水浜 雅浩
甲信越地域	五十嵐 光一、田中 淳		
北関東地域	風間 三智子、小林 洋治、齊藤 登		
南関東地域	浅井 大一郎、阿部 良仁、飯田 祐士、上田 大、及川 満、小野 哲司、尾山 末雄、菊地 真也、菊池 直樹、木村 繁、桜井 秀和、澤野 裕一、田中 礼人、似田 貝 旭、土黒 秀則、平山 邦明、牧野 講平、増本 達哉、武藤 雅人	中四国地域	坂本 誠、鳥越 隼、美馬 吉一、米澤 和洋
		九州地域	河野 儀久、黒木 裕二郎、合原 勝之、谷ノ口 昭太郎、和田 洋明
東海地域	岡田 千詠子、花木 祐真、吉田 直人	沖縄地域	—

※各地域五十音順

* 認定検定員の詳細についてはホームページをご参照ください。
http://www.nscjapan.or.jp/03_educate/examiner.html

NSCA ジャパン事務局 TEL : 03-3452-1684 educa@nscjapan.or.jp

レジスタンスエクササイズのための適切なセット数の決定
Determining Appropriate Set Volume for Resistance Exercise

References

1. Bågenhammar S and Hansson EE. Repeated sets or single set of resistance training: A systematic review. *Adv Physiother* 9: 154-160, 2007.
2. Borst SE, De Hoyos DV, Garzarella L, Vincent K, Pollock BH, Lowenthal DT, and Pollock ML. Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. *Med Sci Sports Exerc* 33: 648-653, 2001.
3. Carpinelli RN and Otto RM. Strength training: Single versus multiple sets. *Sports Med* 26: 73-84, 1998.
4. Durall CJ, Hermsen D, and Demuth C. Systematic review of single-set versus multiple-set resistance-training randomized controlled trials: Implications for rehabilitation. *Crit Rev Phys Rehab Med* 18: 107-116, 2006.
5. Galvão DA and Taaffe DR. Resistance exercise dosage in older adults: Single- versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc* 53: 2090-2097, 2005.
6. Humburg H, Baars H, Schröder J, Reer R, and Braumann K-M. 1-set vs. 3-set resistance training: A crossover study. *J Strength Cond Res* 21: 578-582, 2007.
7. Kelly SB, Brown LE, Coburn JW, Zinder SM, Gardner LM, and Nguyen D. The effect of single versus multiple sets on strength. *J Strength Cond Res* 21: 1003-1006, 2007.
8. Kemmler WK, Lauber D, Engelke K, and Weineck J. Effects of single- vs. multiple-set resistance training on maximum strength and body composition in trained postmenopausal women. *J Strength Cond Res* 18: 689-694, 2004.
9. Kraemer WJ. The physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. *J Strength Cond Res* 11: 131-142, 1997.
10. Krieger JW. Single versus multiple sets of resistance exercise: A meta-regression. *J Strength Cond Res* 23: 1890-1901, 2009.
11. Kumar V, Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, Williams J, Smith K, Seynnes O, Hiscock N, and Rennie MJ. Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. *J Physiol* 587: 211-217, 2009.
12. Marzolini S, Oh PI, Thomas SG, and Goodman JM. Aerobic and resistance training in coronary disease: Single versus multiple sets. *Med Sci Sports Exerc* 40: 1557-1564, 2008.
13. McBride JM, Blaak JB, and Triplett-McBride T. Effect of resistance exercise volume and complexity on EMG, strength, and regional body composition. *Eur J Appl Physiol* 90: 626-632, 2003.
14. Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, and Gandevia SC. Resistance training for strength: Effect of number of sets and contraction speed. *Med Sci Sports Exerc* 37: 1622-1626, 2005.
15. Ostrowski KJ, Wilson GJ, Weatherby R, Murphy PW, and Lyttle AD. The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. *J Strength Cond Res* 11: 148-154, 1997.
16. Otto RM and Carpinelli RN. A critical analysis of the single versus multiple set debate. *JEPonline* 9: 32-57, 2006.
17. Rhea MR, Alvar BA, Ball SD, and Burkett LN. Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. *J Strength Cond Res* 16: 525-529, 2002.
18. Rhea MR, Alvar BA, and Burkett LN. Single versus multiple sets for strength: A meta-analysis to address the controversy. *Res Q Exerc Sport* 73: 485-488, 2002.
19. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, and Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc* 35: 456-464, 2003.
20. Rønnestad BR, Egeland W, Kvamme NH, Refsnes PE, Kadi F, and Raastad T. Dissimilar effects of

- one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. *J Strength Cond Res* 21: 157-163, 2007.
21. Schlumberger A, Stec J, and Schmidbleicher D. Single- vs. multiple-set strength training in women. *J Strength Cond Res* 15: 284-289, 2001.
 22. Spangenburg EE. Changes in muscle mass with mechanical load: possible cellular mechanisms. *Appl Physiol Nutr Metab* 34: 328-335, 2009.
 23. Stone MH, Plisk SS, Stone ME, Schilling BK, O'bryant HS, and Pierce KC. Athletic performance development: Volume load-1-set vs. multiple sets, training velocity and training variation. *Strength Cond J* 20: 22-31, 1998.
 24. Wolfe BL, Lemura LM, and Cole PJ. Quantitative analysis of single- vs. multiple set programs in resistance training. *J Strength Cond Res* 18: 35-47, 2004.

From *Strength and Conditioning Journal*:

Volume 32, Number 3, pages 30-32.