

等尺性筋力発揮持続力について：
ライン指標とその誤差量との関係から

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/29380

等尺性筋力発揮持続力について

～ ライン指標とその誤差量との関係から ～

金沢大学大学院 長 澤 吉 則
金沢大学 出 村 慎 一
福井工業大学 勝 木 豊 成

I 緒 言

これまで、筋持久力の測定は筋出力レベルの点から、最大下努力における筋力発揮の際、どれだけ長く筋収縮を持続できるか、また最大努力の筋収縮を回復した際、どれだけ高い筋出力を維持できるか³⁾という点に関心が向けられ、測定されてきた。前者は一定重量物を保持する時間の長短で測定する場合の負荷方法であり、主に静的筋持久力の大きさを測定するのに対して、後者は一定重量を一定のリズムで持ち上げ、反復作業回数及び筋出力量を測定する方法であり、主に動的筋持久力の程度を測定する方法として行われている⁵⁾。しかし、両者の測定法に關して、負荷の大きさと持久力の関係については十分な検討がなされていない⁹⁾。著者ら¹⁾²⁾はこれまで、等尺性で発揮された筋力値を連続的に取り込む装置を用いて筋力を評価する方法について研究を進めてきた。等尺性で発揮された筋の持続力を一連の筋力発揮値から定量的に評価した研究はほとんどみられない。

本研究の主たる目的は、視覚情報として筋力発揮要求値(以下要求値)をパソコンの画面にライン設定し、最大筋力に関する相対的な割合で決定された3種類の要求値を用いて、一定時間内における筋力発揮の持続力を要求値との差異(以下調整誤差)から検討することである。

II 研究方法

1. 標本

標本は健康な一般男子学生30名(平均年齢19.7歳)であり、特別運動を行っていない学生であった。身長及び体重の平均値170.9(±6.47)cm、64.2(±9.51)kgであり、標準値¹⁰⁾と比較し

てほぼ類似した値であった。

2. 実験方法

被検者に最大握力測定を3回実施し、3試行中の最大値(以下MAX)を採用した。このMAXをもとにMAXに対する25%、50%、及び75%の値を算出し、パソコンの画面に要求ラインを設定した。前述のMAX及び筋力発揮持続力(以下%MAX)測定は利き手で行われた。%MAXの測定は、信頼性を検討するために1条件につき2回実施し、試行間の休憩は筋の疲労回復を考慮して十分に取った。1試行の設定時間は30秒間とし、筋力発揮開始から前半及び後半の5秒間を除外した20秒間で評価した。順番による効果をなくすために各条件における測定順序はランダムに行い、各条件の測定も日を持えて行った。また、%MAX測定の要求値を厳密にするために被検者がその要求値を視覚でとらえ、「出来るだけラインとマッチするように」という指示条件下で握力発揮を行わせた。なお、握力計はヤガミ製(ED-D100R)を用い、筋力発揮値をRS-232C出力よりパソコン(富士通:FMR-50LX)に取り込む方法を用いた。以上より、%MAXを評価する指標として、要求値と筋力発揮値との差異を絶対値で算出し、調整誤差変量として最大の誤差(以下最大誤差)及び誤差の総和(以下誤差総和)の2変量を算出した(図1)。

3. 解析方法

各変量の基礎統計量を求めた後、各%MAXにおける調整誤差変量について2回の試行の平均値間の差異の検定を行い、また信頼性を求めた。%MAXにおける調整誤差変量において各条件別の平均値を求め、一要因分散分析により

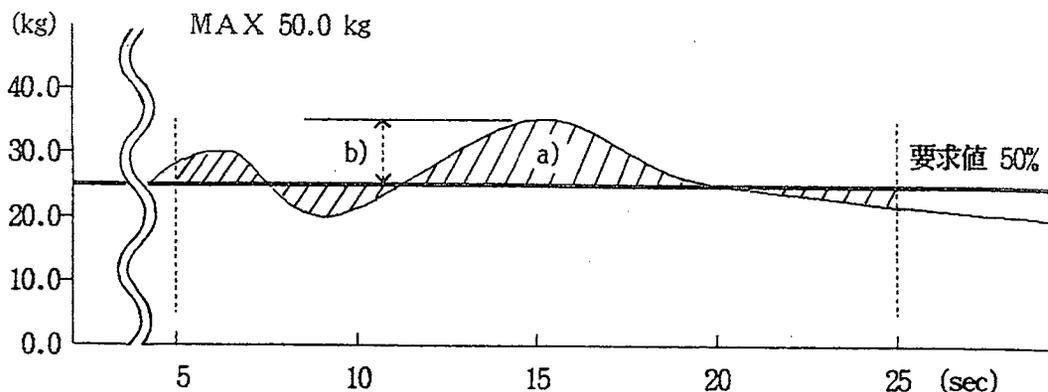


図1 要求値及び筋発揮持続曲線の例

- 注) 1. a)斜線部：誤差総和 (kg・sec)， b)：最大誤差(kg)
 2. 評価は破線で区切られた20sec. で行った。
 3. MAXは最大握力値，要求値50%は25.0kg

差異の検定を行い，分散の同質性が保証されなかった場合にはWelch法を用いて差異の検定を行った。有意差が認められた場合には多重比較検定を行った。さらに，変量相互の関係を検討するためにピアソンの相関係数を算出した。

Ⅲ 結果と考察

1. 各%MAXにおける調整誤差変量の信頼性
 表1は，各変量の平均値及び標準偏差を，表2は，各%MAXにおける調整誤差変量の2回の試行間のピアソン相関係数及び差異の検定結果をそれぞれ示したものである。本研究では，各%MAX，つまり要求値はMAXに対する相対的な割合で決定された。この際，MAXが正確に測定されていたかどうかが問題となる⁴⁾が，本研究で得られたMAXの平均値は同年齢段階の標準値¹⁰⁾と比較してほぼ一致した値であり，また最大握力の3試行の値が著しく異なる場合には再度測定を実施した。従って，MAXは正しく測定されていたものと考えられる。表2より，50%及び75%における誤差総和と最大誤差の2回の試行間の相関係数は0.680～0.897と中程度以上の有意な値であるが，25%においてはそれぞれ0.567，0.289と比較的低い値であった。坪田ら¹¹⁾は，等尺性握力における調節能力につ

いてMAXの1/3，1/2，2/3の目標値を用いて実験を行い，MAXの1/3に相当する目標値に

表1 各変量の基礎総計(5～25sec.)

変量	AV	SD
1 年齢 (yr)	19.70	0.713
2 身長 (cm)	170.94	6.465
3 体重 (kg)	64.22	9.511
4 MAX (kg)	47.93	6.618
5 25% ① a) (kg・sec)	227.04	259.615
6 b) (kg)	4.13	4.886
7 25% ② a) (kg・sec)	126.49	83.168
8 b) (kg)	2.47	2.504
9 50% ① a) (kg・sec)	409.25	416.915
10 b) (kg)	8.06	6.845
11 50% ② a) (kg・sec)	353.11	568.945
12 b) (kg)	4.83	5.651
13 75% ① a) (kg・sec)	902.93	1143.749
14 b) (kg)	14.61	13.493
15 75% ② a) (kg・sec)	1137.61	1244.836
16 b) (kg)	18.35	15.457

- 注) ①は1試行目，②は2試行目を表す
 AV：平均値，SD：標準偏差
 a) 誤差総和， b) 最大誤差

表2 各%MAXにおける調整誤差2変量の信頼性及び平均値の差異の検定結果

	25%	50%	75%
誤差総和①AV (kg·sec) SD ②AV SD	227.04	409.25	902.93
	259.615	416.915	1143.749
	126.49	353.11	1137.61
	83.168	568.945	1244.836
r	0.567 **	0.897 **	0.695 **
t-value	1.986(NS)	0.429(NS)	0.748(NS)
最大誤差①AV (kg) SD ②AV SD	4.13	8.06	14.61
	4.886	6.845	13.493
	2.47	4.83	18.35
	2.504	5.651	15.457
r	0.289(NS)	0.700 **	0.680 **
t-value	1.623(NS)	1.957(NS)	0.982(NS)

注) **: P<0.01, NS: P<0.05

①は1試行目, ②は2試行目を表す

対する調節能が最も劣り, 2/3に相当する目標値に対する調節能が最も優れていたと報告している。つまり, 本研究で用いられた要求値並びに測定方法とは多少異なるが, 要求値が低い場合, 等尺性握力の発揮調節が劣り, よって測定値が変動しやすく安定した結果を得るのが困難であることを示唆している。従って, これらの報告と本研究の結果より, 25%程度の弱い力を発揮する場合は試行毎に変動が生じやすく, かつ1試行目よりも2試行目の方が調整誤差が小さくなる傾向があると考えられる。しかしながら, 要求値が低い, つまり筋力発揮値が弱いことから微妙な調整が困難で変動が生じるのか, ある

いは1試行目の誤差を情報として2試行目では容易に要求値を発揮し得るのか, 今後検討する必要がある。以上のことから, MAXの50%及び75%要求値における筋力発揮持続測定値の信頼性は, 25%における信頼性より高いと推察される。また, 各%MAXにおける調整誤差変量の2回の試行間の平均値の差異の検定結果, いずれの条件においても有意な差異は認められなかった。従って, 本研究では, %MAXにおける調整誤差変量, すなわち最大誤差及び誤差総和に関しては2回の試行の平均値を採用した。

2. 各%MAXにおける調整誤差変量の条件差

表3は, 各%MAXにおける調整誤差変量の平均値及び平均値間の差異の検定結果を示したものである。誤差総和及び最大誤差ともに有意な差異が認められ, 多重比較検定の結果, 25%及び50%の方が75%よりも有意に低い値であった。75%要求値は他の2条件の場合よりも筋力発揮が大きく, よってその持続的発揮及び発揮調整が困難であり, 要求値と筋力発揮値とのずれ, つまり調整誤差も大きくなると推測される。直江⁶⁾は, 能動筋力を発生持続する場合の筋持久力とその際の筋力の調整力を検討し, 目標筋力が大きくなるにつれて持続時間が減少すると報告しており, 持続時間と誤差量の相違はあるが本研究の結果も直江の報告を指示するものと考えられる。従って, 25%及び50%要求値における筋力発揮持続力は, 75%要求値における場合よりも調整誤差量が小さく, 20秒間の等尺性筋力発揮の持続可能性が高いと考えられる。つまり, 50%以下では等尺性筋力発揮持続力の調

表3 各%MAXにおける調整誤差変量の平均値及び平均値間の差異の検定結果

	25%		50%		75%		F-value	多重比較
	AV	SD	AV	SD	AV	SD		
a) (kg)	176.76	157.164	381.18	480.384	1020.27	1099.626	10.20**	1,2<3
b) (kg)	3.30	3.050	6.45	5.765	16.48	13.271	15.50**	1,2<3

注) a) 誤差総和, b) 最大誤差, **: P<0.01

表4 各変量の相関行列

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.身長	-298								
3.体重	009	277							
4. MAX	-160	481**	522**						
5. 25% a)	-089	107	164	465**					
6. b)	-028	026	168	502**	895**				
7. 50% a)	040	278	802**	469**	210	214			
8. b)	070	186	743**	431 *	274	287	912**		
9. 75% a)	-097	328	488**	294	121	079	458 *	497**	
10. b)	-119	260	396 *	388 *	227	204	441 *	580**	831**

注) 値は1000倍してある, ** : P < 0.01, * : P < 0.05

整が可能であると推察される。

3. MAXと各%MAXにおける調整誤差変量相互の関係

表4は、各変量相互の相関行列を示したものである。MAXと各%MAXにおける調整誤差変量の関係において0.294~0.502の相関がみられた。直江⁶⁾は、MAXの3/8、1/2、5/8、3/4に相当する目標筋力を持続する静的筋持久力について検討し、1秒あたり目標筋力保持時間は目標筋力が大きくなるにつれて減少し、MAXと1秒あたり目標筋力保持時間にはいずれの目標筋力の場合にも有意な相関はみられなかったと報告している。つまり、MAXが大であるからといって必ずしも目標筋力保持時間が長いとは限らないことを明らかにしている。小野⁷⁾は、MAXの1/2の筋力発揮をその値の誤差が少なくなるように5回連続して反復試技するテストを実施し、静的筋力の増大を起こさせるようなトレーニングは、力の判別とそれを基にする随意的筋力調節の機能を必ずしも向上させないと報告している。本研究の結果も、これらの報告と類似しており、MAXと各%MAXの調整誤差変量との相関はそれ程高い値ではなかった。しかしながら、75%要求値におけるMAXと誤

差総和との間には有意な相関は認められなかったが、25%及び50%要求値におけるMAXと誤差総和及び最大誤差の間には0.431~0.502と中程度以下の有意な相関が認められた。つまり、握力の大きい者ほど25%及び50%の要求値が小さい場合、要求値と筋力発揮値との調整誤差量が大きくなる傾向があると考えられる。坪田ら¹¹⁾は、MAXの1/3に相当する目標値、あるいは小なる力に対する筋力発揮能力に解明すべき問題点が隠されていると報告している。MAXとの関係に関しては、今後25%以下の低い要求値を用いて、より詳細に検討する必要がある。また、25%における調整誤差変量と50%及び75%要求値におけるそれらとの間に有意な相関は認められなかったが、50%と75%要求値におけるそれらとの間には0.441~0.580と中程度の有意な相関が認められた。従って、50%以上の要求値の場合、調整誤差変量間に関係があると考えられる。つまり、要求値が低い場合と高い場合における調整誤差は異なる成分を含んでおり、要求値が高い程持久力の影響が強くとそれに反映するものと考えられる。さらに25%、50%、及び75%の各要求値において誤差総和と最大誤差との間にそれぞれ0.859、0.912、及び0.831の有意な高い相関が認められた。つまり、誤差の視

点からの25~75%要求値における筋力発揮持続力の評価には、誤差総和及び最大誤差のいずれを用いても評価が可能と考えられる。

IV まとめ

本研究の目的は、一般男子学生30名を対象として最大筋力に対する相対的な割合で決定された3種類の要求値を用いて、筋力発揮持続力を誤差総和、及び最大誤差（以下調整誤差）から検討することであった。以下のようなことが明らかにされた。

1. 最大握力の50%及び75%要求値における筋力発揮持続測定値の信頼性は、25%における信頼性より高い。また、いずれの条件においても1試行目と2試行目の調整誤差の平均値間に有意な差異はない。
2. 25%及び50%要求値における筋力発揮持続力は、75%要求値に比べて調整誤差が小さく、20秒間の等尺性筋力発揮の持続可能性が高い。つまり、50%以下では等尺性筋力発揮持続力の調整が可能である。
3. 握力の大きい者ほど25%及び50%の要求値が小さい場合、要求値と筋力発揮値との調整誤差が大きくなる傾向がある。
4. 50%以上の要求値の場合、調整誤差変量間に有意な関係があり、25%程度の低い要求値に比べて調整誤差に筋持久力の要因が強く反映すると考えられる。
5. 誤差の観点からの筋力発揮持続力の評価は、誤差総和及び最大誤差いずれの調整誤差変量を用いても評価が可能である。

【参考文献】

- 1) 出村慎一・長澤吉則・島田茂・郷司文男：指示条件の違いによる握力発揮特性の差異について，教育医学，印刷中，1991.
- 2) 出村慎一・長澤吉則・島田茂・勝木豊成：大学男子運動競技選手における握力発揮特性の種目別比較，北陸体育学会紀要，27：89-95，1991.
- 3) 金久博昭（1989）：身体教育学双書，筋のトレーニング科学，初級，筋強化の科学的基礎，

高文堂出版社，東京，76-78.

- 4) 北村潔和・堀田朋基・山地啓司：19歳~75歳男女にみられる前腕の筋持久力と血流量に関する横断的研究，体力科学，36：53-60，1987.
- 5) 万井正人・伊藤一生・大山良徳・菊地邦雄：筋の持久力に関する研究（Ⅱ）-筋持久力の評価方法についての検討-，体力科学，15-1：23-26，1966.
- 6) 直江勇：静的筋持久力に関する研究-能動持久握力と筋力の調整力について-，体力科学，25-4：53-54，第31回日本体力医学会，1976.
- 7) 小野三嗣：筋肉 training の重量識別閾及び筋力調節能に及ぼす影響について，体力科学，15-2：64-65，第19回日本体力医学会，1965.
- 8) 小川芳徳・盲田博・増田允：筋力の随意調節について，体力科学，30-6：372-373，第36回日本体力医学会，1981.
- 9) 大中政治：静的持久力の性差，年齢差について，体力科学，26：159-164，1977.
- 10) 東京都立大学身体適性学研究室，日本人の体力標準値-第4版-，不味堂出版，1989.
- 11) 坪田修三・小野三嗣：等尺性握力の調節能について，体力科学，17-4：133，第22回日本体力医学会，1968.