

# The evaluation of static explosive power by force-time parameters in isometric explosive grip

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 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	<a href="http://hdl.handle.net/2297/14682">http://hdl.handle.net/2297/14682</a>

氏名	池本 幸雄
学位の種類	博士 (学術)
学位記番号	博乙第 305 号
学位授与の日付	平成 18 年 3 月 22 日
学位授与の要件	論文博士 (学位規則第 4 条第 2 項)
学位授与の題目	瞬発的な等尺性握力発揮における力-時間変数による静的瞬発力の評価
論文審査委員 (主査)	出村 慎一 (教育学部・教授)
論文審査委員 (副査)	岡澤 孝雄 (留学生センター・教授), 川幡 佳一 (教育学部・教授), 寺沢 なお子 (教育学部・助教授), 前田 正登 (神戸大学・助教授)

Although explosive isometric contraction provides little measurable work, force-time parameters on the rising phase of the force-time curve may be used to evaluate muscle power. This study examined force-time parameters on the rising phase during static explosive gripping (SEG) to clarify useful parameters for evaluating muscle power. SEG force showed larger values and faster development than voluntary grip force. When dividing the rising phase into two phases, based on contractile speed, the time to inflection point appeared 0.3 sec after grip onset, corresponding to 80% MVC. Force-time parameters up to the inflection point may reflect contraction speed rather than strength. Moreover, when comparing force output and EMG properties in SEG under three conditions (normal, rapid sub-maximal exertion, fatigue), the power spectrum density differed. Hence, muscle activation properties during this rising phase are thought to differ. To examine the validity of SEG force-time parameters, the relationships between parameters during SEG and muscle power parameters (20-50%MVC) measured using a newly developed isotonic power grip contraction device were examined. Force-time parameters related to the peak rate of the rising force in SEG significantly correlated with peak powers (30-50% MVC). These parameters may be useful for evaluating muscle power with loads of 30-50% MVC.

## 1. 目的

筋機能の評価方法は筋力の発揮形態から分類され、数多く提案されている。瞬発的な筋力は、最大筋力発揮値から評価する場合と発揮値と発揮時間の両面から評価する場合に大別され、前者は静的筋力として、後者は瞬発力（筋パワー）として捉えられている。瞬発力は、従来、力学的なパワーの定義に従って評価されてきたため、外部に仕事が行なわれる動的な筋収縮に規定して検討されてきた。その多くは、発揮過程に着目し、発揮速度、仕事量、エネルギー消費量等から評価されている。

静的（等尺性）筋力発揮の場合、外部への仕事量が0であり、最大筋力（MAX）のみを評価し、その発揮過程や発揮速度を問題にすることは殆どなかった。しかし、近年、測定器の開発・進歩に伴い、最大筋力値までの時系列データを測定することが可能となり、筋力発揮における力-時間曲線の張力が著しく増加する局面（増張力局面）に個人差が存在することが明らかにされている。静的筋力発揮も、外部への動きの有無を除けば、動的筋力発揮と筋収縮の生理学的メカニズムは同じである。瞬発力の定義「極端に短い時間に集中して、最大の力を発揮する能力」に従えば、増張力局面の個人差から静的筋力発揮による瞬発力を評価できると考えられる。つまり、力量と発揮時間の関係から動的筋パワーに類似した静的筋機能の評価できると考えられる。

名取ら（1994）は瞬発的な静的握力の評価指標として力-時間曲線の分析から、いくつかの評価変数を提案している。しかし、評価変数の妥当性、信頼性の検討はなされておらず、実用的なテストとして確立するまでには至っていない。また、多くの研究者は握力発揮値をA/D変換し、力-時間変数としてパソコンに取り込み、瞬発的な静的握力発揮過程を定量的、客観的に検討している。しかし、力-時間曲線から静的瞬発力を解釈するには至っていない。

以上、従来、動的（短縮性）筋力発揮に限定されてきた筋パワーの評価が、静的筋力発揮においても可能であるか否か十分検討されていない。また、従来の筋パワー測定は、比較的大きな筋を利用し大掛かりで高価な装置を利用したが、静的筋力発揮から瞬発力の評価が可能であれば、比較的安価で汎用性の高い装置により、様々な身体部位の測定が可能になる。静的瞬発力の測定は、安全性も高く、高齢者にも適用可能である。重要な行動体力の要因である瞬発力の評価の可能性が拡大すると考えられる。

以上を踏まえ、本博士論文は把握動作を用いて、等尺性握力発揮における増張力局面の力-時間変数から静的瞬発力の評価可能性を検討することを目的とした。

## 2. 研究課題

本研究では、解決すべき研究課題を大きく3部門・5つの研究課題に分けて検討した。

- 第1部門 等尺性瞬発握力発揮の力-時間曲線の特性の検討  
(有効な静的瞬発力評価変数の検討)
  - 指示条件の違いによる検討 【研究課題Ⅰ】
  - 変曲点による増張力局面の分類の検討 【研究課題Ⅱ】
  - 発揮条件の違いによる検討 【研究課題Ⅲ】
  
- 第2部門 短縮性瞬発握力発揮の力-速度曲線の特性の検討  
(有効な筋パワー評価方法及び変数の検討) 【研究課題Ⅳ】
  
- 第3部門 等尺性瞬発握力発揮と短縮性瞬発握力発揮における評価変数の  
関連性の検討 (両者の有効な評価変数の関連性の検討) 【研究課題Ⅴ】

### 3. 方法

#### 1. 被験者

上記の各課題における被験者は下記の通りであった。

研究課題 I : 健常な青年男子 100 名 (17.8±2.5 歳)

研究課題 II : 健常な青年男子 32 名 (15.5±0.8 歳)

研究課題 III : 健常な青年男子 15 名 (21.9±1.1 歳)、青年女子 15 名 (21.4±1.1 歳)

研究課題 IV : 健常な青年男子 15 名 (22.2±2.4 歳)、青年女子 15 名 (21.4±2.3 歳)

研究課題 V : 健常な青年男子 15 名 (22.2±2.4 歳)

被験者の体格特性は、同年代の全国標準値とほぼ同等であった。

#### 2. 実験装置

研究課題 I では、ストレンゲージ式デジタル握力計 (ヤガミ、ED-D100R) を、研究課題 II と III では、測定精度±0.2%のロードセル式握力計解析システム (SAKAI、EG-290) を用いた。課題 IV と V では、滑車部に取り付けられた加速度計を A/D 変換によりサンプリング周波数 100Hz でデータ記録できる筋パワー測定器 (ヤガミ、YH100) を用いた。

### 4. 結果及び結論

本研究における各課題の検討結果から以下の結論が得られた。

#### 研究課題 I

Static explosive grip (SEG) 発揮の発揮パターンは、試行間で類似し、Voluntary grip exertion (VGE 発揮) に比べ再現性が高い。カー時間変数の信頼性は試行間誤差平均の小さい局面 (発揮開始 0.5~1.0 秒) を示す変数 (Fig.1 参照) において高い。また、SEG 発揮における IntFT/t (MAX の 25% から 75% までの力積を所要時間で除した値) は信頼性が低く、有効な変数ではない。SEG 発揮における増張力局面の再現度は高く、その個人差から静的瞬発力を捉えられる可能性が示唆された。

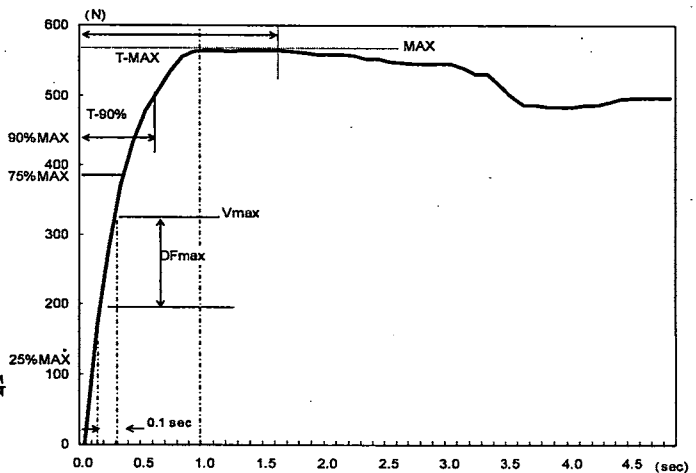


Fig.1 Force-time curve and parameters

## 研究課題II

Two-phase regression model により算出された変曲点 (Fig.2 参照) に関する変数の信頼性は高かった。変曲点は MAX の 80% 付近、発揮開始から 0.3 秒程度で出現する。変曲点に関する変数の変曲点到達時間とその相対的筋力発揮値および変曲点までの回帰係数は、MAX と関係が低く、SEG の 4 変数 (発揮開始 0.25s と 0.5s 時点の力積 :  $\text{Int}0.25\text{s}$ 、 $\text{Int}0.5\text{s}$ 、それらの平均発揮力量 :  $\text{Int}0.25\text{s}/t$  と  $\text{Int}0.5\text{s}/t$ ) と関係が高かった。

したがって、これら SEG 発揮の 4 変数は、瞬発的な筋力発揮による筋収縮速度を反映すると推測された。

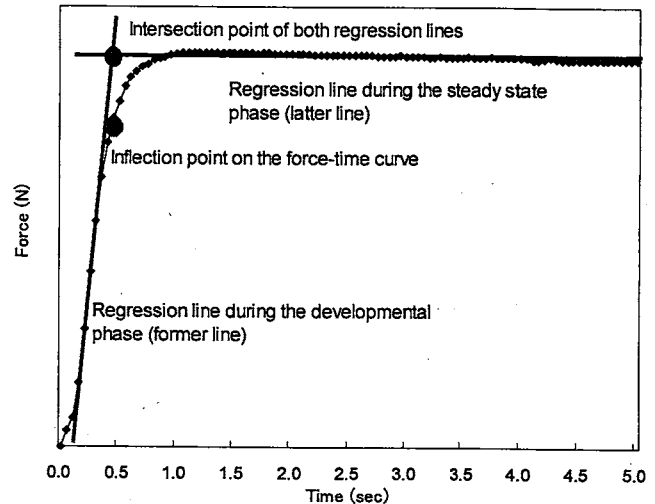


Fig.2 Typical force-time curve during SEG and the inflection parameters calculated using a two-phase regression model

## 研究課題III

SEG 発揮と FAKE 発揮 (最大下の要求値に対する発揮) および筋疲労時 SEG 発揮は、EMG のパワースペクトル密度と平均パワースペクトル周波数に違いが認められ、両発揮が SEG 発揮とは異なるメカニズムによる筋収縮を行っていることを反映していると推測された。

また、FAKE 発揮と筋疲労時 SEG 発揮において、最大筋力値に差異が認められなかったが、その増張力局面には差異が認められた。発揮開始直後の局面を捉える最大増加量 (DFmax) と DFmax 時の発揮値 (Vmax)、および一定時間の力積  $\text{Int}0.25\text{s}$ 、 $\text{Int}0.5\text{s}$  が筋収縮速度を反映する有効な変数と判断された。

## 研究課題IV

最大パワーは、男子では 30%~50%MAX、女子では 20%~40%MAX において出現した。パワー変数の信頼性は非常に高く、把握開始から終了時点までの最大速度 (Peak velocity) と最大パワー (Peak power) は収縮局面全体の速度およびパワーを、最大速度に到達した時間 (Time to peak velocity) は短縮完了時間を反映する有効な変数と判断された。

## 研究課題V

SEG 発揮における最大増加量に関する変数 (DFmax、Vmax) は、30%~50%MAX の筋パワー変数である Time to peak velocity および Peak power との関係が高い。等尺性把握発揮における増張力局面を評価する変数 DFmax および Vmax の個人差は、力×時間による筋パワーを反映する有効な変数と判断された。

## 5 総括

等尺性瞬発握力発揮における増張力局面を評価する DFmax と Vmax は、信頼性及び妥当性の点から静的瞬発力を評価する有効な変数であると判断された。

## 学位論文審査結果の要旨

瞬発的な等尺性筋力発揮の最大筋力値に到達するまでの増張力局面がいかなる筋機能を反映しているかについて、十分な検討はなされていなかった。増張力局面は発揮力量と発揮速度から決定されることから、この局面の力-時間変数から動的な筋パワーに類似した静的瞬発力を捉えられる可能性を検証し、下記に示す成果を得ている。等尺性瞬発握力発揮の力-時間曲線は、任意の発揮と比較して、大きな増張力を示し、素早い立ち上がり局面を示す。また、増張力局面を増加率の変化点から統計学的に2つの局面に分類したところ、最大筋力の80%付近、発揮開始から0.3秒程度で変化点が発現し、変化点までを捉える変数は力量よりも筋収縮速度を反映することが示唆された。さらに、最大下の発揮および筋疲労時の等尺性瞬発握力発揮と比較したところ、条件間で筋電図のパワースペクトル密度に差異が認められ、増張力局面にもその差異が反映することが示唆された。次に、等尺性発揮変数の妥当性を検証するために、短縮性瞬発握力発揮による筋パワー測定装置を新しく開発し、等尺性瞬発握力発揮の力-時間変数と筋パワー変数との関係を検討した。最大増加量に関する2変数が30%～50% MAXを負荷量とする筋パワー変数と関係が高く、増張力局面の力-時間変数から筋パワーを捉えられる可能性が確認された。

以上のように、本論文は増張力局面の個人差に反映する筋機能を解明し、仕事量が0である等尺性筋力発揮であっても筋パワーを捉えられる可能性を提示したものであり、非常に意義深く、今後の研究の発展性もあり研究価値は高い。したがって、審査委員会は本論文が博士論文（学術）に値すると判定した。