

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 31 日現在

機関番号：13701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K21040

研究課題名(和文) 受動的発揮筋力の測定方法開発およびその特性

研究課題名(英文) Measuring method and characteristics in passive muscular strength

研究代表者

久保田 浩史(kubota, hiroshi)

岐阜大学・教育学部・准教授

研究者番号：70375468

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、外力に抵抗して受動的に発揮される筋力(受動的発揮筋力)を測定した。把持力測定では、握り棒と測定器の把握部を一緒に握り、モーターによってワイヤーを巻き取り、その際の力を張力計で測定し、データをパソコンにリアルタイムで記録した。その際の最大値を受動的発揮筋力として評価した。その結果、受動的発揮握力/最大握力の比は、利き手において1.16、非利き手において1.12で、受動的発揮握力が大きかった。また、個人差が最大握力に比べて、受動的発揮握力の方が大きいことが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：In this study, muscular strength (passive muscular strength) exerted passively by resisting external force was measured. In gripping force measurement, grasping part of the grip bar and measuring instrument was grasped together, the wire was wound by a motor, the force was measured with a tensiometer, and the data was recorded in real time on a personal computer. The maximum value was evaluated as passive muscular strength. As a result, the ratio of passive grip strength / maximum grip strength was 1.16 in the dominant hand and 1.12 in the nondominant hand, and the passive grip strength was large. In addition, it was revealed that the passive grip strength is larger for individual differences than the maximum grip strength.

研究分野：体育測定評価

キーワード：受動的発揮筋力

1. 研究開始当初の背景

筋力発揮には、自らが能動的に筋力を発揮する場合(能動的筋力発揮)と、外力が加わった際に抵抗して受動的に筋力を発揮する場合(受動的筋力発揮)がある。小林(1999)は、この概念に関して「運動における筋力の使い方は、能動筋力と受動筋力という二つの面から見ることができる。能動筋力とは自分のほうから力の強さを意識的に決めて使う場合で、通常は力のイメージをもちながら発揮される筋力である。これに対し受動筋力とは、外部からの力に応じて自然に現れてくる場合で、通常は形のイメージをもちながら発揮される筋力である。」と述べている。

実際のスポーツ場面の力発揮を考えてみる。ラケット、バット、ゴルフクラブを強く握り込んでしまうと、肩に力が入り、ぎこちない動きとなり、スイングスピードは遅くなる。弱く握った場合には、ラケット、バット、ゴルフクラブが離れやすくなってしまふ。しっかりと握ることが大切になるが、握りすぎるとパフォーマンスは落ちるという矛盾が生じる。これに関して、小林(1999)は、「グリップをしっかりとした形で握り、その形を崩さないようにスイングする」ことが受動筋力的な制御の働きで柔らかくしっかりとしたグリップが可能となると述べている。また、体操の鉄棒では、鉄棒を強く握り込んでしまうと運動連鎖がうまく構築されない。鉄棒を握り込むのではなく、引っ掛けてつかむ、ということが大切となる。柔道においても、相手の柔道衣を握った際に、柔道衣を握り込んでしまうと肩に力が入りぎこちない動きとなる。反対に、力を抜きすぎたら柔道衣をつかむことはできない。柔道においても、柔道衣を握る形を上手く作り受動的な筋力発揮を行うことがよいと考えられる。実際、柔道の強化選手においても、握力に関しては高くはないが、一度、柔道衣を握るとなかなか離さないという選手は多い。一流の柔道選手は、経験的に受動的筋力発揮がよいと理解しているのかもしれない。

以上のように、受動的筋力発揮はスポーツのいろいろな場面でみられ、重要であると考えられる。しかし、これまでの筋力に関わる研究では、能動的筋力発揮における測定が行われてきた。例えば、一般的な体力測定で用いられる、握力や背筋力は、測定器具に対して力を込める能動的なアイソメトリックにおける測定である。受動的筋力発揮に関しては、エキセントリックにおける発揮筋力は測定され、コンセントリックおよびアイソメトリックにおける発揮筋力よりも大きいことは周知の事実である。しかしながら、受動筋力、すなわち外力に対して拮抗するように筋力を発揮する受動的発揮筋力に関しては研究が行われていない。

2. 研究の目的

本研究では、受動的発揮筋力の測定方法を

開発することを目的とした。そして、その開発された方法を用いて、能動的発揮筋力と受動的発揮筋力の違いを明らかにする中で、受動的発揮筋力の特性を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

第一に、竹井機器工業株式会社と連携し測定装置の開発を行なった。把持力測定では、握り棒と測定器の把握部を一緒に握り、モーターによってワイヤーを巻き取り、その際の力を張力計で測定し、データをパソコンにリアルタイムで記録した。握りをキープできなくなった時点での力を、受動的発揮筋力として評価した。ワイヤーの巻き取り方式については一定スピードで巻き取る方式を採用し、張力計と把握部の間に強力バネを取り付け、一定スピードでワイヤーが巻き取られても、張力が拮抗するときには静止するようにした。

4. 研究成果

1) 受動的筋力発揮における握力の測定

筋力発揮には、能動的に自らが筋力を発揮する場合(能動的筋力発揮)と、外力に抵抗して受動的に筋力を発揮する場合(受動的筋力発揮)がある。前者は通常の筋力測定であり数多く行われているが、後者に関して、外力に対して筋が伸ばされながら筋力を発揮する伸張性筋力発揮や、外力に対して拮抗するように筋力を発揮する受動的な筋力についての検討は少ない。本研究の目的は、最大握力と受動的筋力発揮における握力を比較することとした。

被験者は健康な若年男性 14 名(年齢 20.3 ± 1.9 歳、身長 173.4 ± 6.0cm、体重 73.3 ± 8.5kg)であった。等尺性収縮における最大握力および受動的発揮握力の測定には、把持力測定器(竹井機器工業株式会社製)を用いた。両握力とも、各被験者の利き手を用いて測定した。受動的発揮握力測定においては、被験者が固定された握り棒と測定器の把握部を一緒に握り、把握部に接続されたワイヤーをモーターによって、一定の速度で巻き取り、握りを保持できなくなった時点で測定終了とし、その際の最大値を受動的発揮筋力として評価した。把握部とモーター間に設置した張力計(定格荷重 300kg)からのデータを A/D コンバータを通してパソコンに取り込んだ。握力とモーターによる張力が拮抗するときには静止局面ができるように、モーターと張力計の間にバネ(ばね定数 1.8kg/mm、最大荷重 110kg/mm)を挿入した。握り棒と把握部の幅は、一般的な体力測定と同様に手指の第二関節が 90 度になるように設定した。等尺性収縮における最大握力の測定は、モーターを固定し、バネを取り外した状態で、受動的発揮握力の測定方法と同様に行った。両握力の平均値の差を検定するために、対応のある t 検定を用いた。本研究では、統計的有意水

準を 5% に設定した。

その結果、受動的発揮握力 (平均 $57.1 \pm 7.4\text{kg}$) は、最大握力 (平均 $49.0 \pm 5.6\text{kg}$) に対して、有意に大きかった ($p < 0.05$)。受動的発揮握力は、最大握力の平均 1.18 倍であった。また、変動係数 (CV) が最大握力 (0.115) に比べて、受動的発揮握力 (0.130) の方が若干大きかった。

結論として、受動的発揮握力は、等尺性収縮における最大握力に比べて大きいことが示唆された。個人差も、受動的発揮握力は、等尺性収縮における最大握力に比べて大きい可能性が示唆された。

2) 等尺性および受動的筋力発揮における握力の左右差

筋力発揮には、能動的に自らが筋力を発揮する場合 (能動的筋力発揮) と、外力に抵抗して受動的に筋力を発揮する場合 (受動的筋力発揮) がある。スポーツ場面では、その両者の筋力発揮が行われる。前者は通常の筋力測定であり数多く行われているが、後者に関して、外力に対して筋が伸ばされながら筋力を発揮する伸張性筋力発揮や、外力に対して拮抗するように筋力を発揮する受動的な筋力に関しての検討は少ない。そこで、我々の研究グループでは受動的筋力発揮における握力の測定方法を開発し、その握力は等尺性収縮における最大握力に比べて大きいことを明らかにしてきた。しかし、これまで、両握力の関係が、利き手と非利き手で異なるか否かは検討されていない。そこで、本研究では、等尺性および受動的筋力発揮における握力の利き手・非利き手の違いを検討することを目的とした。

等尺性収縮における最大握力および受動的発揮握力の測定には、把持力測定器 (竹井機器工業株式会社製) を用いた。被験者は右利きの若年男性 12 名 (年齢 20.7 ± 1.8 歳、身長 $173.6 \pm 6.4\text{cm}$ 、体重 $74.6 \pm 8.4\text{kg}$) であった。受動的発揮握力測定においては、被験者が固定された握り棒と測定器の把握部を一緒に握り、把握部に接続されたワイヤーをモーターによって、一定の速度で巻き取り、握りを保持できなくなった時点で測定終了とし、その際の最大値を受動的発揮筋力として評価した。把握部とモーター間に設置した張力計 (定格荷重 300kg) からのデータを A/D コンバータを通してパソコンに取り込んだ。握力とモーターによる張力が拮抗するときには静止局面ができるように、モーターと張力計の間にバネ (ばね定数 1.8kg/mm 、最大荷重 110kg/mm) を挿入した。握り棒と把握部の幅は、一般的な体力測定と同様に手指の第二関節が 90 度になるように設定した。等尺性収縮における最大握力の測定は、モーターを固定し、バネを取り外した状態で、受動的発揮握力の測定方法と同様に行った。等尺性収縮における最大握力を測定し、次いで受動的発揮握力を測定した。利き手・非利き手の測

定順はランダムとした。利き手および非利き手の両握力の平均値の差を検定するために、対応のある t 検定を用いた。等尺性最大握力 / 受動的発揮握力比の差を検討するために、対応のある t 検定を用いた。本研究では、統計的有意水準を 5% に設定した。

その結果、利き手において、受動的発揮握力 ($57.8 \pm 7.8\text{kg}$) は、等尺性筋力発揮における最大握力 ($50.0 \pm 4.9\text{kg}$) に比べて、有意に大きかった。非利き手において、受動的発揮握力 ($54.9 \pm 6.9\text{kg}$) は、等尺性筋力発揮における最大握力 ($49.3 \pm 3.9\text{kg}$) に比べて、有意に大きかった。等尺性最大握力 / 受動的発揮握力比は、利き手において平均 1.16 倍、非利き手において平均 1.12 倍で、有意差はなかった。

結論として、利き手・非利き手ともに、受動的発揮握力は、等尺性収縮における最大握力に比べて大きいことが示唆された。握力の伸び率 (等尺性最大握力 / 受動的発揮握力比) は、利き手と非利き手で同程度であることが示唆された。

3) 柔道選手の受動的筋力発揮における握力について

筋力発揮には、能動的に自らが筋力を発揮する場合 (能動的筋力発揮) と、外力に抵抗して受動的に筋力を発揮する場合 (受動的筋力発揮) がある。前者は通常の筋力測定であり数多く行われているが、後者に関して、外力に対して筋が伸ばされながら筋力を発揮する伸張性筋力発揮や、外力に対して拮抗するように筋力を発揮する受動的な筋力に関しての検討は少ない。日常の練習から受動的筋力発揮を行うようなスポーツ種目の選手は、その筋力発揮様式に慣れているために、能動的発揮筋力に対する受動的発揮筋力の比率が大きいと予想する。柔道では他種目の運動に比べ、受動的に筋力発揮をする場面が多い。そこで、柔道選手は、他の運動選手より受動的発揮における握力が優れると仮説をたてた。本研究では、柔道選手と他種目の運動選手の能動的および受動的発揮握力を比較し、その特性を明らかにすることを目的とした。

被験者は、柔道選手 6 名および他種目の運動選手 8 名の計 14 名とした。能動的および受動的発揮握力の測定には、把持力測定器 (竹井機器工業株式会社製) を用いた。受動的発揮握力測定では、握り棒と測定器の把握部を一緒に握り、モーターによってワイヤーを巻き取り、その際の力を張力計で測定し、データをパソコンにリアルタイムで記録した。被験者が握りをキープできなくなった時点で測定終了とし、その際の最大値を受動的発揮筋力として評価した。能動的発揮握力測定においても、把持力測定器を用い、受動的発揮握力と同様に、握り棒と測定器の把握部を握り、モーターは固定したまま、その際の力を張力計で測定しデータを記録した。能動

的および受動的発揮握力の平均値の差を検定するために t 検定を用いた。本研究における有意水準は 5% に設定した。

能動的発揮握力は、柔道選手（利手：45.6 ± 6.1kg、非利手：46.4 ± 6.6kg）、他種目の運動選手（利手：51.5 ± 6.5kg、非利手：48.9 ± 3.9kg）であった。受動的発揮握力は、柔道選手（利手：58.0 ± 9.1 kg、非利手：56.1 ± 8.3kg）、他種目の運動選手（利手：56.4 ± 6.5kg、非利手：52.8 ± 5.1kg）であった。柔道選手において能動的発揮握力に比べて受動的発揮握力が有意に大きかったが、他種目の運動選手において両握力に有意差は認められなかった。受動的/能動的発揮握力比は、柔道選手（利手：1.28 倍、非利手：1.23 倍）、他種目の運動選手（利手：1.10 倍、非利手：1.07 倍）であった。被験者数を増やす必要はあるものの、柔道選手は他種目の運動選手に比べて、能動的発揮握力に対する受動的発揮握力の伸び率が大きい傾向にある。このことは柔道選手の特性かもしれない。

結論として、被験者数を増やして検討する必要はあるが、柔道選手は他種目の運動選手に比べて、能動的発揮握力に対する受動的発揮握力の伸び率が大きく、受動的発揮握力に優れる可能性が示唆された。

以上のことから、受動的発揮握力は、等尺性収縮における最大握力に比べて大きい可能性、個人差についても、受動的発揮握力は、等尺性収縮における最大握力に比べて大きい可能性が示唆された。また、利き手・非利き手ともに、受動的発揮握力は、等尺性収縮における最大握力に比べて大きいことが示唆された。握力の伸び率（等尺性最大握力 / 受動的発揮握力比）は、利き手と非利き手で同程度であることが示唆された。さらに、柔道選手は他種目の運動選手に比べて、能動的発揮握力に対する受動的発揮握力の伸び率が大きく、受動的発揮握力に優れる可能性が示唆された。

5 . 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 3 件)

久保田浩史、岡将志、谷口貴章、山本貴大、滝優里花、等尺性および受動的筋力発揮における握力の左右差、第 71 回日本体力医学会大会、2016 年 9 月 23 日、岩手県・盛岡市

久保田浩史、谷口貴章、山本浩貴、坂本道人、田中美衣、渡辺直勇、渡辺涼子、石川美久、小室宏二、佐藤武尊、三宅恵介、柔道選手の受動的筋力発揮における握力について、日本武道学会第 49 回大会、2016 年、9 月 7 日、三重県・伊勢市

久保田浩史、岡将志、谷口貴章、山本貴大、滝優里花、受動的筋力発揮における握力の測定、日本体育学会第 67 回大会、2016 年 8 月 24 日、大阪府・泉南郡熊取町

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

久保田 浩史 (KUBOTA, Hiroshi)

岐阜大学・教育学部・准教授

研究者番号：70375468