

下部腰椎の筋紡錘への刺激による筋力への影響*

大藤 晃義*¹、大場 弘*²、鈴木 明弘*³、黒田 孝春*¹、金綱 正司*¹Effects on muscular strength by stimulation on muscle spindles
of the lower lumbar vertebraTeruyoshi DAITOH, Hiroshi Oba, Akihiro SUZUKI,
Takaharu KURODA, Masashi KANETSUNA

概要

本論文は平成11年(1999年)6月27日(日)に木更津工業高等専門学校において主に高専学生を対象として、37名(平均年齢19.3歳)に、下部腰椎の筋紡錘に対して押圧による刺激を与え、被験者の握力、母指と示指による屈筋力、中部三角筋力およびその際の筋電位を測定した実験結果の報告である。

下部腰椎の筋紡錘への刺激がこれらの力にいかなる影響を及ぼすかを検討した結果、握力へは殆ど影響を及ぼさず、母指と示指による屈筋力へは僅かに利き腕側へ影響を及ぼし、本実験で行った測定筋の中では、三角筋力が最も影響を受けることなどの結果が得られたので報告する。

キーワード：下部腰椎、筋紡錘刺激、握力、母指示指屈筋力、中部三角筋力

1. 緒言

カイロプラクティックを普及発展させるためにはカイロプラクティックの科学化が是非必要であると考えられている。そのためには患者の状態を科学的でかつ定量的に表す必要が生じる。

そのような立場に立ち、著者らの一部は以前よりカイロプラクターが患者へ施術した前後の状態を定性的な話しではなく、定量的な値として表すことが出来る機械の開発を試みている。

その第一歩として、筋力と患者の状態との関係に注目し、筋力を測定することから研究を始めた。

各種筋肉の筋紡錘への刺激が他の各種筋力へ、どのような影響を与えるかということは必ずしも明らかにはなっていない。

そこで本研究は下部腰椎の筋紡錘へ押圧による刺激を与え、そのことによる影響が握力、指の屈筋力、中部三角筋力およびその筋電図にどのように現われるか

ということの調査・研究を試みた。

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は総勢37名である。ただし、試験によっては測定時の失敗が有り、37名のデータとはなっていない。

殆どが15歳から20歳までの男性(37名中女性は2名)で、21歳以上は4名であり、平均年齢は19.3歳である。実際の段取りは、施術する前に握力、指の屈筋力、中部三角筋力およびその筋電位の測定を行い、次の項目に示す方法で筋紡錘へ刺激を与えた後、再び施術前に行ったのと同様な測定を行うという順番で施行した。

2.2 筋紡錘への刺激の方法

刺激方法としては腹臥位の被験者の下部腰椎の深部筋へ運動刺激を与えた。

刺激を与える場所として下部腰椎を選んだ理由は刺激の与えやすい部位であることも挙げられるが、主な理由は深部背筋の筋紡錘の密度は大きな値を示す⁽¹⁾とされており、軽い運動刺激で他の各種筋力へ大きい影響を与えることができると考えたからである。

具体的な方法は下部腰椎において、局所的に緊張の見られた部位を両母指にて左右均等に腹側(前方)に

原稿受付 平成12年2月24日

※ 日本カイロプラクティック徒手医学会第一回学術講演会(平成11年10月)にて一部発表

*1 木更津工業高等専門学校
(〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1)*2 Dr オオバカイロプラクティック
(〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町2-2-8タカシマビル4F)*3 アキヒロカイロプラクティックオフィス
(〒228-0813 神奈川県相模原市松が枝町10-6)

押圧した状態で、頭部を天井側へ上げてもらうことによる伸展運動を数回行ってもらった。また、その際下肢の伸展運動も数回被験者に行ってもらった。

このような方法で行った理由は施術者が被験者の下部腰椎に支点を作り、その上で脊柱の運動を行ってもらうことにより、下部腰椎部の安定性をより一層促進させ、深部筋の筋紡錘を刺激させることができると考えたからである。

2. 3 筋力の測定方法

2. 3. 1 握力の測定

握力の測定にはスメドレー式の握力計を用いて、休憩を挟んで左右各2回ずつ行い、左右の各々平均値を求めた。握力は文部省で毎年大規模な計測を実施しており、被験者群のサンプリングの母集団としての偏りの判定の目安にも用いることが可能である。

2. 3. 2 ピンチ力の測定

ピンチゲージによる指の屈筋力の測定は写真1に示すように母指と示指でできるだけ丸い形を形成してもらい、母指と示指による屈筋力（以下ピンチ力と記載）を求めた。これは一部のカイロプラクターが時々施術の際の検査法の一つとして用いているOリングテスト (Bi-Digital O-Ring Test) ²⁾ を意識して行ったものである。ピンチ力の求め方も握力と同様に、左右2回ずつ測定し、各々平均値を求めた。

(注：Applied Kinesiology (AK) の創始者であるジョージ・グッドハートDCは1996年の初来日の際のインタビューにおいて、Oリングに付いて、「大まかな一般的な検査法としては良いと思うが、より細かい検査法として何か欠けているように思う。つまり、終点までたどり着けるか分からない要素が含まれていると思う。」と述べている ³⁾。)

2. 3. 3 三角筋力の測定

三角筋の測定としては中部三角筋の筋力の測定を行った。測定装置としては著者らの一部が試作した筋力測定装置 ⁴⁾ を用いた。施術前後に、1回の測定練習を行った後、右腕のみ各1回行った。そのシステムを模式的に図1に示す。

力（荷重）の検出にはロードセルを用いた。ロードセルは移動用レール上を往復するシリンダー移動台に取り付けられている。シリンダー移動台の駆動源にはエアコンプレッサーを用いた。

変位の検出はケーブル引出し方式とし、引出したケーブル（ワイヤー）の移動した長さに対応した電圧を出力するエンコーダを用いた。

被験者の姿勢は直立とし、両足底の開足間隔距離



写真1 ピンチゲージによる母指と示指の屈筋力の測定

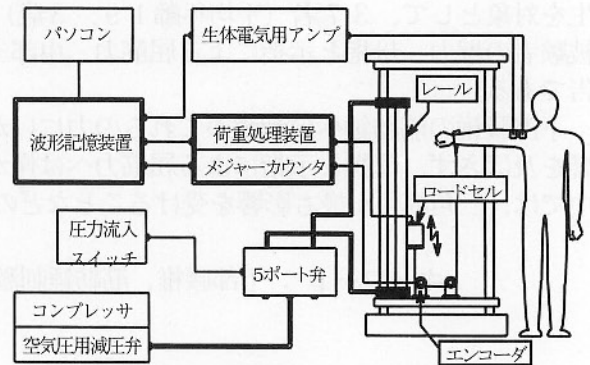


図1 筋力測定装置のシステム構成図

(歩隔)、足尖角度（足角）は特に指定せず、おおよそ肩幅の程度に開いて、立ちやすい姿勢とした。

肩関節の測定開始時の初期位置は肘を伸ばした状態で上肢を約100度外転した位置とした。その理由は僅かに引張られた時に直角（90度）になるように考えたからである。ワイヤーのセット位置は手関節の近位部とし、各被験者間の肩関節からの距離は統一しなかった。その理由は、本測定法はモーメントとして求めているのであるが、他の人との筋力の比較ではなく、その被験者の施術前後の筋力を比較することが目的であるため同一の被験者が同じ場所にセットしさえすれば腕の長さは等しいため、問題無いと解釈したからである。荷重の掛け方はワイヤーを下方へ降下させる方法（上肢は内転する）を取り、被験者には上肢をできるだけその位置に保持し、ワイヤーの引張力に最大努力で抵抗するように指示した。この方法を採用したのは普段のカイロプラクターの行っている筋力検査には等尺法が用いられているからである。ワイヤーを引張るスピードは日常カイロプラクターが三角筋で検査を行っている際のスピードを考慮して約500mm/sとした。

本実験で中部三角筋を筋力検査の対象とした理由は先ず検査しやすいことは勿論であるが、カイロプラク

ターが筋力検査する際に多用されている筋であることが挙げられる。また、Sacro Occipital Technic (S.O.T、仙骨後頭骨テクニック) のアームフォッサテストでの指標として用いられている⁵⁾ことを考えると良好な神経反射も有しているものと思われる。

測定で求めた荷重—変位曲線から最大荷重を求め、それを三角筋力とした。

2. 3. 4 筋電位の測定

中部三角筋の筋力の測定と同時に筋電位の測定も行った。筋電位の検出には中部三角筋の筋腹中央部の皮膚の2箇所から約30mm離して、皿電極を装着し、その出力電圧を生体電気用アンプで増幅して波形記憶装置へ入力した。

3. 結果および考察

3.1 握力

図2に利き腕でない方の、図3に利き腕での握力の施術前と施術後の関係を示す。37名中、右腕が利き腕の被験者が34名、残り3名が左が利き腕であった。いずれも左右2回ずつ行った値の平均値で示している。15歳から20歳までの男子の被験者30名(全被験者から未測定の名、21歳以上の4名、女性2名を除く)の平均年齢は16.83歳で、施術前の握力の強い方の平均値は40.07kgfであった。日本人男性の16歳と17歳の握力の平均値は40.97kgfと42.77kgf⁶⁾(左右交互に2回ずつ実施して、各々のよい方の記録をとり、それらを平均している。)である。これらの値を比較してみると、本研究の被験者群の値は僅かに低いものの、おおよそ等しく、今回の被験者群はそれほど偏っていない標準的な母集団と考えてよさそうである。

図中の細線は施術前後の値が等しい場合はこの線上に測定値が乗ってくる線である。太線は各被験者の施術前後の値をプロットした点を最小2乗法を用いて、計算して求めた線である。(以下各図とも同様で、点が細線の上方に有れば施術前より施術後に値が大きくなったことを示している。)利き腕でない方の図2においては施術前後の値は、ほとんど直線上に分布しており、握力は施術の影響はほとんど受けないという結果を示している。それに対し、図3に示した利き腕の方の握力は利き腕でない方の図2に比べると、僅かに大きい変化がある。バラツキは有るものの、最小2乗法の結果は、施術前に小さい握力であった被験者は僅かに握力が上昇し、逆に握力が高かった被験者は僅かに低下する傾向のあることを示している。

従来より上肢筋力は下肢筋力に比べ年齢による影響が少ないといわれており⁷⁾、その上多くの筋が同時に

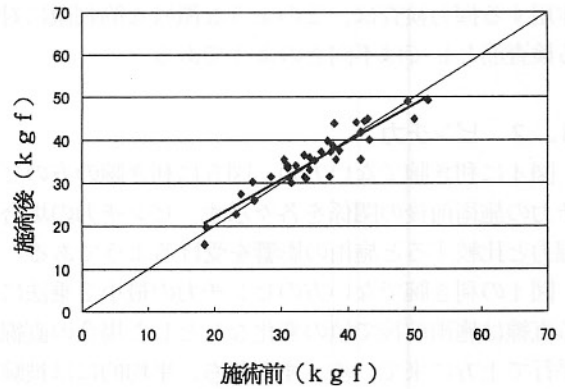


図2 利き腕でない握力の施術前後の関係

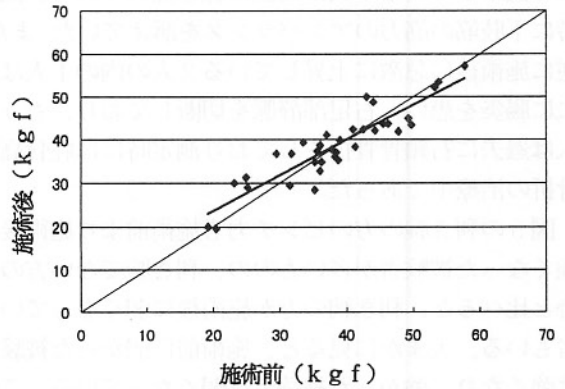


図3 利き腕握力の施術前後の関係

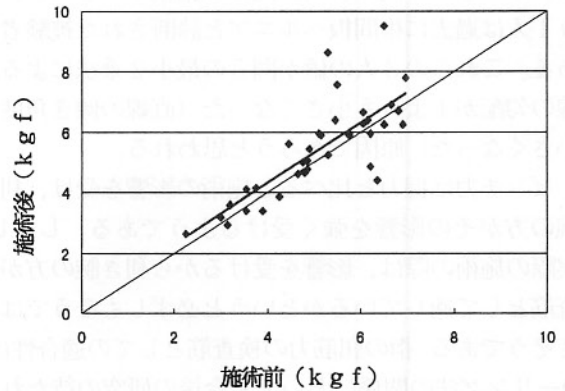


図4 利き腕でないピンチ力の施術前後の関係

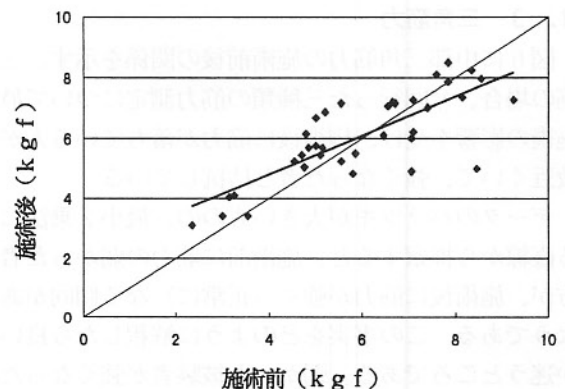


図5 利き腕ピンチ力の施術前後の関係

作用する握力検査は、このような微妙な筋刺激に対する検査筋としては不向きのようなのである。

3. 2 ピンチ力

図4に利き腕でない方の、図5に利き腕の方のピンチ力の施術前後の関係を各々示す。ピンチ力の場合は握力と比較すると施術の影響を受けるようである。

図4の利き腕でない方のピンチ力の最小2乗法による直線は施術前後で値の変化なしとした場合の直線と平行で上方にきている。すなわち、平均的には被験者が施術されたことにより利き腕でない方のピンチ力は上昇するという結果である。施術後極端に直線から離れて低下している1人は過去に膝を痛めており、測定時に下肢筋の筋力のアンバランスを訴えていた。また、逆に施術後に急激に上昇している2人の内の1人は過去に腸炎を患い、右足部静脈を切断しており、もう1人は過去に右鎖骨骨折をしており測定時には脛骨高原骨折の治療中であった。

図5の利き腕の方のピンチ力も施術前より施術後に強くなった被験者が多いものの、利き腕でない方の場合と比べると、利き腕の方が施術後に弱くなっている者もいる。大まかに見ると、施術前に弱かった被験者は強くなり、強かった被験者は弱くなっている。この図において直線から大きく離れている被験者が3人いる。この3人の内の2人は図4で指摘した2人と、もう1人は過去に椎間板ヘルニアと診断された被験者である。これらの3人の値が図5の最小2乗法による直線の勾配が1よりも小さくなった(直線の傾き角度が小さくなった)原因であろうと思われる。

ピンチ力は握力と比べると施術の影響を受け、利き腕の方がその影響を強く受けるようである。しかし、実際の施術の際は、影響を受けるから利き腕の方が検査筋として適しているかという点必ずしもそうではなさそうである。指の屈筋力の検査筋としての適合性は、Oリング法の関係においても今後の研究の待たれるところである。

3. 3 三角筋力

図6に中部三角筋力の施術前後の関係を示す。三角筋の場合、今回行った三種類の筋力測定について最も施術の影響を受け、施術後に筋力が落ちている人が半数近くいて、強くなった者と拮抗している。

データのバラツキが大きいものの、最小2乗法による直線から推察すると、施術前に筋力の弱かった者の方が、施術後に筋力が強く(正常に)なる傾向があるようである。この事実をどのように解釈したら良いのか迷うところである。弱かった被験者が強くなった場合には、腰部の筋紡錘への刺激が脳特に小脳への刺激

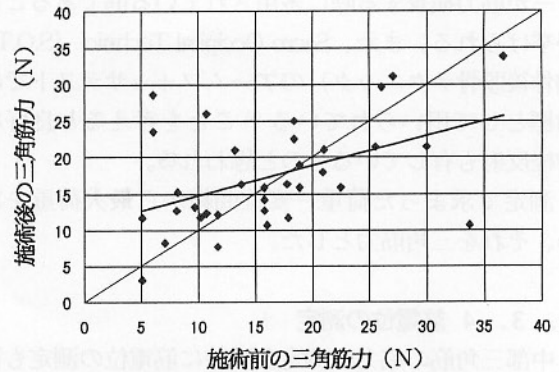


図6 施術前後の中部三角筋力の関係

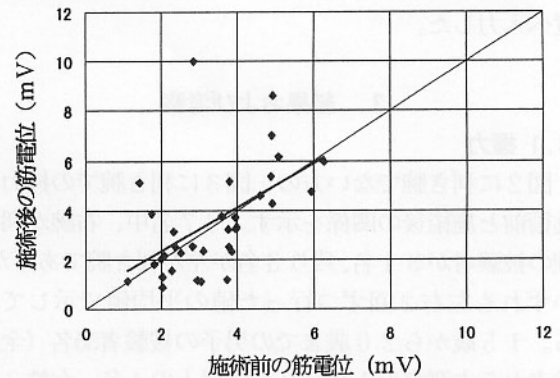


図7 施術前後の中部三角筋の筋電位の関係

作用により強く(正常に)なったと考えられるが、強かった被験者が弱くなった場合は施術前の筋力が正常であったのかどうかの確認ができていないため判断の迷うところである。正常であったと仮定すれば、刺激作用がマイナスに働いていると考えられ、カイロプラクターの日頃の施術の際に考慮しなければならない点であることを示唆している。

施術後に三角筋力が非常に落ちている1人の被験者は過去に盲腸を患っており、逆に非常に強くなった2人は測定時に夫々膝痛と腰痛を訴えていた。ピンチ力のところでもこのように、過去あるいは現在疾患を抱えている被験者は強くなる場合と逆に弱くなる両方の場合があり、刺激が大きく影響すると言えそうである。被験者が少なく、刺激の与え方が単純なため、結論的なことはいえないが、今後検討に値する結果である。

ここで興味深かったのは、施術前に三角筋力の弱いグループに、日頃腕を鍛えているであろうと思われる野球部、卓球部、バドミントン部の部員が多く、その内の大多数が施術後三角筋力がアップしていたことである。

三角筋の測定は被験者の測定法の不慣れから、測定誤差も多く含むので断定的なことは言えないが、三角筋は筋紡錘を刺激すると敏感に反応しやすく、影響を

受けやすい筋肉であると言えそうである。

多くのカイロプラクターが日頃行っている筋力テストは栗原⁸⁾も解説しているように、 γ 運動ニューロンにより支配される筋収縮よりも、 α 運動ニューロンの働いている筋収縮初期のロック状態すなわち作用反作用の法則を応用した等尺運動での最初の筋収縮を検査している者が多いと考えられる。そのような意味で、以上の結果を詳しく分析するためには本装置で得られる単位時間当たりの筋力の増加率すなわち最初の荷重—時間曲線における立ち上がりの勾配(傾き)の計測も必要のようである。

本実験の方法は一般にカイロプラクターが日頃症状のチェックに応用している方法を模試していると考えられているが、西洋医学的な立場で認められているわけではない。代替医療に理解のあるアンドルー・ワイルでさえ疑問を投げかけている。彼は著書⁹⁾中で応用キネシオロジーと表現し、「臓器の衰弱や食品・薬品への耐性を示す指標として、筋肉の抵抗力を利用する。」と紹介した後にその方法として「施術者は患者に、腕を水平に伸ばさせ、その腕を下げようとする力を加えて、それに抵抗させる。」と表現している。その上で、結論として本方法を「入念な実験なしでは否定も肯定もできないではないか。じゅうぶんな実験が行われるまでは、それを基礎にして診断・治療する医師は行き過ぎの誇りを免れない。」と手きびしく論じている。

いずれにしても、この点はカイロプラクティックの側でしっかりと科学的に、西洋医学の立場に立っても理解ができるように証明しなくてはならない点と考えている。

(注:ワイルは本方法を応用キネシオロジーとして紹介しているが、上述の表現からして、前途のジョージ・グッドハートDCが創始した Applied Kinesiology (AK) とは多少異なっているようである。この件に関し、国際アプライドキネシオロジー協会会員でも有り、雑誌「セサモイド」を編集・発行している仲井光二DCも第一目著者への私信で「上述の方法はAKではない」と断じている。)

3. 4 筋電位

図7に筋電計から求めた筋電位の施術前後の関係を示す。筋電位は、最小2乗法による直線はほとんど影響を受けていないとの結論であるが、バラツキが大きく、本結果から確かなことは言えそうにない。京都大

学名誉教授の熊本水瀬医学博士¹⁰⁾によると、このような微妙な筋力による差を筋電位で明確に見つけ出すのは難しいのではないかとの見解であった。

いずれにしても、電位—時間等の値等も求め、今後もう少し詳細に検討する必要があるようである。

4. 結 言

平均年齢19.3歳の37名の下部腰椎の筋紡錘に押圧による刺激を与え、握力、ピンチ力、中部三角筋力および中部三角筋の筋電位へ与える影響を調べた。

その結果、握力へは殆ど影響を及ぼさないことが分かった。

ピンチ力は握力と比較すると影響を受け平均的には、利き腕でない側は全て施術後に筋力は増加するが、利き腕側では施術前に筋力の弱い被験者は施術後に強く(正常と)なり、強かった被験者は低下する傾向を示した。

本実験で行った測定筋の中では、三角筋力が最も影響を受け、平均的には施術前に筋力の弱かった被験者は施術後に強く(正常と)なり、強かった被験者は弱くなる傾向があることが明らかとなった。

筋電位はバラツキが大きく、今後もう少し具体的な施術を施し、筋電位へ与える影響を詳細に調べることが必要なようである。

最後に、本測定に積極的に参加してくれた木更津工業高等専門学校の学生諸君にお礼申し上げる。

参考文献

- (1) 伊藤文雄、筋感覚—骨格筋からのメッセージ、(1994)、p.6、名古屋大学出版会
- (2) 大村恵昭、図説 バイ・デジタル O—リングテストの実習、(1995)、医道の日本社
- (3) 月刊 手技療法、第4巻、第10号、(1966)、p.10、(株)たにぐち書店
- (4) 大藤晃義、金綱正司、熊谷英治、人体のバイオメカニクスの筋力測定装置の試作およびその応用、日本福祉工学会誌、1巻、(1999)、pp.33-38
- (5) 前田滋訳、M.B.ディジャネット著 仙骨後頭骨テクニック 1979、(1995)、(株)スカイイースト
- (6) 文部省、平成9年度体力・運動能力調査報告書、(1998)、p.39、文部省体育局
- (7) Bembem MG et al, Isometric muscle force production as a function of age in healthy 20-to 74-yr-old men. Med Sci Sports Exerc, 23, (1991), pp.1302-1347
- (8) 栗原修、アプライドキネシオロジー、そして筋力検査の誤解、セサモイド、1巻、(1999)、pp.5-7
- (9) 上野圭一訳、アンドルー・ワイル著 人はなぜ治るのか、(1996)、pp.246-247、(株)日本教文社
- (10) 熊本水瀬、第一著者への私信