

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 7 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350607

研究課題名(和文) 母指と手指の新しい機能評価法に関する研究

研究課題名(英文) Study of new functional evaluation system in the thumb and finger

研究代表者

西村 誠次 (NISHIMURA, Seiji)

金沢大学・保健学系・教授

研究者番号：70251965

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、我々の開発した測定システムで、母指と手指の最大筋力と運動調節能の評価を検証し、本法が手のリハビリテーション領域における新しい手の機能評価法として確立することである。今回は、本測定システムを用いて、運動調節能の再現性と、最大筋力25、50、75%の3通りの運動調節能を検証した。再現性においては、母指の各運動調節能の相関係数は0.71～0.90で高い相関を示した。最大筋力25、50、75%の運動調節能は、屈曲が伸展と外転より有意に小さかった($P<0.05$)。本法は、新しい手の機能評価法として期待できることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate the maximum muscular strength and coordination ability in thumb and finger using our system. And it is that this method is established as a new function evaluation in the rehabilitation field of the hand. We tested the reproducibility of the evaluation of the coordination ability in this system. And we investigated coordination ability with three ways of maximum muscular strength 25% and 50% and 75%. In the reproducibility, the coefficient of correlation of each coordination ability showed a high reproducibility with 0.71-0.90. In maximum muscular strength 25% and 50% and 75%, flexion of coordination ability was significantly smaller than extension and abduction ($P<0.05$). It was suggested that we could expect this study as a new function evaluation of the hand.

研究分野：作業療法学

キーワード：母指 最大筋力 運動調節能

1. 研究開始当初の背景

手の運動は、外在筋と手内筋の両筋群の筋活動によって行われ、外在筋は手内筋よりも筋体積と筋収縮力は大きく、握力やピンチ力で計測された値は外在筋の筋収縮力が反映されやすいとされている。手内筋は外在筋より筋収縮力は小さいが筋紡錘が多く、手の運動の協調性に関与していると言われている。

手の機能評価では、握力とピンチ力など筋力測定が一般的であるが、これらの方法では外在筋の筋収縮力が反映されやすい。また、母指や手指の機能障害の有無によって計測ができない、あるいは計測値の信頼性が低くなることなどの問題点が指摘されてきた。そのため、これらの手の機能障害に対応できる筋力評価法の開発が必要であり、指の筋力を単独で計測できる機器の開発が望まれてきた。An は歪みセンサーを用いて円筒形の計測機器を開発して各指の筋力を単独で計測し、Bourbonnais と Fournier は二次元解析による母指筋力を計測した。Richards と Boatright は、母指単独の筋力とピンチ力、握力との関連性を検討した。そして我々もこれまでの研究で三次元解析による筋力測定システムを開発し、母指の各運動方向の最大筋力を計測し、また計測肢位の違いによる筋力への影響などを検討してきた。

その後、手の単独指の筋力評価の研究を通して、対象者によっては母指、手指の運動方向の調節が困難な場合を経験した。手の巧緻性の評価では、一般的にペグボードテストや簡易上肢機能検査が挙げられる。しかし、これらの方法は対象物を把持し、目的とする場所まで対象物を運ぶ時間の計測による機能評価法である。対象物を把持することやつまむことは、母指や手指が任意の空間的位置に運動し、物を保持するために力を調節する能力が必要である。そこで我々は母指、手指の最大筋力の計測に加え、任意の運動方向に筋力を維持する能力、つまり運動調節能を計測するシステムを開発して特許を出願した。

現在の本研究では、母指及び手指の単独指の最大筋力と運動調節能を計測し、本法の計測方法の基準化を検証し、手のリハビリテーション領域での新しい機能評価法として確立できるように取り組んでいる。

2. 研究の目的

手の運動には外在筋と手内筋など多くの筋が働いており、手の機能評価には最大筋力や運動協調性の評価が挙げられる。我々は、これまでの研究で、母指と手指の単独指の三次元解析による筋力測定法を開発し、さらに母指や手指の筋力を調節しながら正確に目的とする方向に運動する能力、いわゆる母指と手指の運動調節能を計測できるシステムを開発した。

今回は、本法による運動調節能の計測の再現性を検証し、さらに母指の各運動方向で最大筋力 25、50、75% の 3 通りの運動調節能

を計測して本法の基準化を検証した。

3. 研究の方法

(1) 対象

【実験 1】運動調節能の再現性の検証

事前の説明に同意を得た 32 名 32 手 (平均年齢 21.7 歳) で、母指の各運動方向の最大筋力と運動調節能を計測し、本法の再現性を検証した。

【実験 2】母指の各運動方向で最大筋力 25、50、75% の 3 通りの運動調節能の検証

本法の基準化の第一段階として、事前の説明に同意を得た 35 名 35 手 (平均年齢 21.3 歳) で、母指の各運動方向で最大筋力 25、50、75% の 3 通りの運動調節能を検証した。

(2) 本法の測定システム

本測定システムは、三分力計を用いた押し力測定装置と三次元画像解析装置からなり、押し力測定装置は 3 台の歪みアンプに接続し A/D 変換装置を介してソフトウェアで制御している (図 1)。また押し力測定装置ではディスプレイを 2 台使用して、1 台は検者の計測の確認に、残りの 1 台は被験者が母指、手指の各運動方向をリアルタイムにフィードバックできるようにしている。

また押し力測定装置のセンサー部は、上下、左右へ移動でき、さらに固定台の上下移動もでき、測定時の微調整が可能である。押し力測定装置は三分力計を用いているため、x、y、z 軸の張力を計測できる。各軸の張力を座標点におきかえることによって、目標とする位置からずれる大きさの測定が可能である。つまり、手の運動調節能の評価方法は、重心動揺検査と類似した方法で、母指と手指の各運動方向の最大筋力をもとに任意の筋力の位置に追従する目標を各々設定し、目的位置に運動調整しながらもずれた総軌跡長を運動調節能として評価した (図 2、3)。

(3) 測定肢位

測定肢位は肩関節屈曲 60°、前腕中間位、手関節背屈 40° とした。測定は、母指の屈曲、伸展、内転、外転の最大筋力を計測し、さらに各運動調節能を計測した。



図 1. パソコン画面



図 2. 運動調節能の計測画面

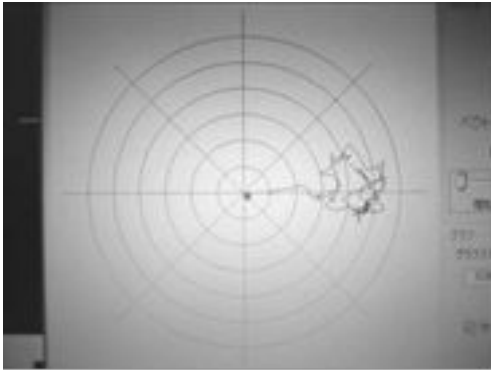


図 3. 運動調節能のグラフ結果

4. 研究成果

【実験 1】運動調節能の再現性の検証

母指の各運動方向の最大筋力は、屈曲が平均 4.3kg、伸展が 1.3kg、外転が 1.4kg、内転が 3.6kg で、屈曲と内転が、伸展と外転より有意に大きかった ($P < 0.05$)。

運動調節能は屈曲が 6.92 ± 1.74 、伸展が 15.88 ± 6.79 、外転が 14.46 ± 5.53 、内転が 9.98 ± 3.05 で、屈曲と内転は、伸展と外転より有意に小さかった ($P < 0.05$)。屈曲と内転では、筋紡錘が多く含む手内筋の母指内転筋と短母指屈筋が寄与しているため、外転や伸展よりも運動調節能が高かったと示唆される。また各運動方向の運動調節能で 1 回目と 2 回目の計測値の相関係数は、屈曲が 0.71、伸展が 0.90、外転が 0.84、内転が 0.76 であり、0.71~0.90 で高い相関を示した。

【実験 2】母指の各運動方向で最大筋力 25、50、75% の 3 通りの運動調節能の検証

母指の各運動方向の最大筋力は、屈曲が平均 3.2kg、伸展が 1.5kg、外転が 1.4kg、内転が 3.2kg で、屈曲と内転が、伸展と外転より有意に大きかった ($P < 0.05$)。運動調節能では、最大筋力 25% の屈曲は平均 7.09、伸展は 14.73、外転は 10.81、内転は 9.27 で、50% では各々 6.88、13.30、12.15、8.68、75% では各々 7.97、12.63、12.86、8.91 で、全ての屈曲は、伸展と外転より有意に小さかった ($P < 0.05$)。これは手内筋の寄与が大きいため屈曲の運動調節能が高かったと考えられ

た。また 25% の伸展は、屈曲、外転、内転よりも有意に大きく ($P < 0.05$)、最大筋力の各割合で運動調節能を計測することは、本法の臨床応用において有益な手段の一つとなる可能性が示唆された。また各運動方向において最大筋力に対する割合 (25, 50, 75%) における有意差は認められなかった。これは本法の臨床応用における方法の基準化において有益な結果であり、本法が新しい手の機能評価法として期待できることが示唆された。

【総括】

本法は、母指から小指全ての指単独の筋力測定が可能であり、さらに各指の運動調節能の計測も可能である。また本法は手の運動に寄与する外在筋と手内筋、あるいは単一神経の支配する筋群ごとの評価が可能となり、臨床に応用する上で有益な評価法になることが期待できる。さらに外在筋の影響を受けにくい、つまり主に手内筋による筋力を定量化することで、正中神経や尺骨神経など末梢神経障害の補助診断や、経過を観察する方法として有益であるとも考えられる。

今後は、手の最大筋力と運動調節能の計測に加え、寄与する筋群の筋活動を計測することで、利き手と非利き手、あるいは若年者と高齢者、さらに手外科疾患では運動に寄与する作用筋と拮抗筋の筋活動を検証する必要性がある。また手の運動調節能の低下は、外傷後に関節可動域や筋力が正常レベルまで回復した場合でも認められ、さらに高齢者においては加齢による影響も考えられる。さらに運動協調性の評価は、整形外科疾患や中枢性疾患に加え、小児分野の手の発達障害、あるいは精神科分野では統合失調症の運動協調性の評価などにも臨床応用が期待できると考える。本法による手の単独指の最大筋力と運動調節能の評価は、手のリハビリテーション領域の新しい機能評価法として期待でき、今後の課題としてさらに方法の基準化を確立し、また各分野での臨床研究が必要と考える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

西村誠次, 柴田克之, 多田薫, 堀江翔: 母指の屈曲, 伸展, 外転, 内転運動の各運動調節能の検討 第 60 回日本手外科学会学術集会: 2017.4.27.名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)。

Nishimura S., Shibata K., Tada K., Horie S., Matsui Y.: The coordination ability of the thumb using a new functional evaluation system. The 13th Congress of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand & The 10th

Congress of the International Federation of Societies for Hand Therapy: 2016.10.24.Hilton Hotel Buenos Aires (Buenos Aires, Argentina).

西村誠次, 柴田克之, 多田薫, 堀江翔: 新しい機能評価システムによる母指の運動調節
第59回日本手外科学会学術集会: 2016.4.21. 広島国際会議場 (広島県広島市).

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

取得状況 (計1件)

名称: 母指及び手指の評価システム

発明者: 西村誠次

権利者: 金沢大学

種類: 特許

番号: 5958962

取得年月日: 平成 28 年 8 月 2 日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西村 誠次 (NISHIMURA, Seiji)

金沢大学・保健学系・教授

研究者番号: 70251965

(2) 研究分担者

立矢 宏 (TACHIYA, Hiroshi)

金沢大学・機械工学系・教授

研究者番号: 10216989

砂原 伸行 (SUNAHARA, Nobuyuki)

金沢大学・保健学系・准教授

研究者番号: 30624613