

令和 4 年 5 月 20 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11319

研究課題名(和文)手の運動調節能と上肢パフォーマンス能力及び筋活動の関連性に関する研究

研究課題名(英文) Relationship between coordination ability of the finger and upper limb performance ability and muscle activity

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) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、自作の計測システムを用いて、母指、示指、中指の最大筋力25%の運動調節能を計測し、オコナー巧緻テスト、パーデューペグボードテストとの関連性を検証した。母指屈曲とオコナー巧緻テスト、パーデューペグボードテストの右手、アセンブリーとの相関は、各々 $r=0.25$ 、 $r=-0.15$ 、 $r=0.06$ 、示指屈曲は各々 $r=0.48$ 、 $r=-0.36$ 、 $r=-0.31$ 、中指屈曲は各々 $r=0.05$ 、 $r=0.12$ 、 $r=0.19$ で、示指のみで、オコナー巧緻テスト、パーデューペグボードテストの右手と弱い相関($P<0.05$)を示した。つまり、軽度のつまみ動作では示指が最も手の巧緻能力に寄与していることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

母指、示指、中指屈曲の最大筋力25%の運動調節能とオコナー巧緻テスト、パーデューペグボードテストとの関連性を検証し、示指は軽度のつまみ動作で最も手の巧緻能力に寄与していることが示唆された。また今回の研究から、母指、手指の運動調節能の計測は、手の巧緻能力を推測できる可能性を示しており、さらに外傷手のリハビリテーションで運動調節能を高めることは、手の機能の再獲得の効果が期待できる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)： This study used an original measurement system to measure the motor control capacity of 25% of the maximal muscle strength of the thumb, index, and middle fingers, and to examine its relationship with the O'Connor dexterity test and the Perdue Pegboard test.

The correlations between thumb flexion and the right hand and assembly of the O'Connor's dexterity test and the Perdue-Pegboard test were $r = 0.25$, $r = -0.15$, and $r = 0.06$, respectively. The flexion of the index finger was $r = 0.48$, $r = -0.36$, and $r = -0.31$, respectively, and that of the middle finger was $r = 0.05$, $r = 0.12$, and $r = 0.19$, respectively. Only the index finger showed a weak correlation ($P<0.05$) with the right hand in the O'Connor's dexterity test and the Perdue Pegboard test. In other words, the results suggest that flexion of the index finger contributes most to hand dexterity in light force pinching movements.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：母指 手指 運動調節能 オコナー巧緻テスト パーデューペグボードテスト

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

著者らは、これまでに三次元解析による単独指の筋力測定機器を開発して手内筋評価を試み、さらにこの筋力測定機器を改良して、任意の力で手の運動を調節する能力、いわゆる手の運動中の動揺総軌跡長による運動調節能を測定できるシステムを開発した。その後、本法の再現性と信頼性を検証し、さらに母指屈曲の運動調節能とオコナー巧緻テストとの基準関連妥当性を検証してきた。

2. 研究の目的

今回の研究では、母指、示指、中指の最大筋力 25% の運動調節能を計測し、さらに手の巧緻能力評価として使用頻度の高いオコナー巧緻テストと、パーデュープegボードテストの計測を加え、各指屈曲の運動調節能とオコナー巧緻テスト、パーデュープegボードテストとの関連性を検証した。

3. 研究の方法

対象は 105 名 105 右手で、年齢は 21.4 ± 0.7 歳であった。対象の内訳は、母指、示指、中指で各々 35 名 35 右手とし、全て右利きとした。また全対象者において、事前に両上肢、手指に機能障害の既往がないことを確認し、本研究の目的及び測定による後遺症がないことを説明し同意を得た。なお、本研究は、金沢大学医学倫理審査委員会の承認を得て実施したものである（倫理審査承認番号 330-3）。

測定システムは自作のシステムを用いており、三分力計（共和電業、LSM-10KBS）と 3 台の動歪みアンプ（日本電気三栄、6M92）、A/D 変換解析機器（共和電業、PCD-320A）を用いた自作の測定システムである。測定肢位は肩関節屈曲 60° 、前腕中間位、手関節背屈 40° とし、測定は、母指、示指、中指屈曲の最大筋力を計測した後、最大筋力 25% の運動調節能を計測した。本法では 2 台のディスプレイを使用しており、検者と被験者が各々リアルタイムに視覚で運動方向が確認でき、計測画面に表示されるターゲット位置は、各指の最大筋力 25% の筋力とした（図 1）。運動調節能は、画面のターゲット位置からずれた動揺総軌跡長を計測し、3 回の平均値を運動調節能の測定値とした。なお各計測のサンプリング周波数は 20Hz、計測時間は 10 秒間とした。

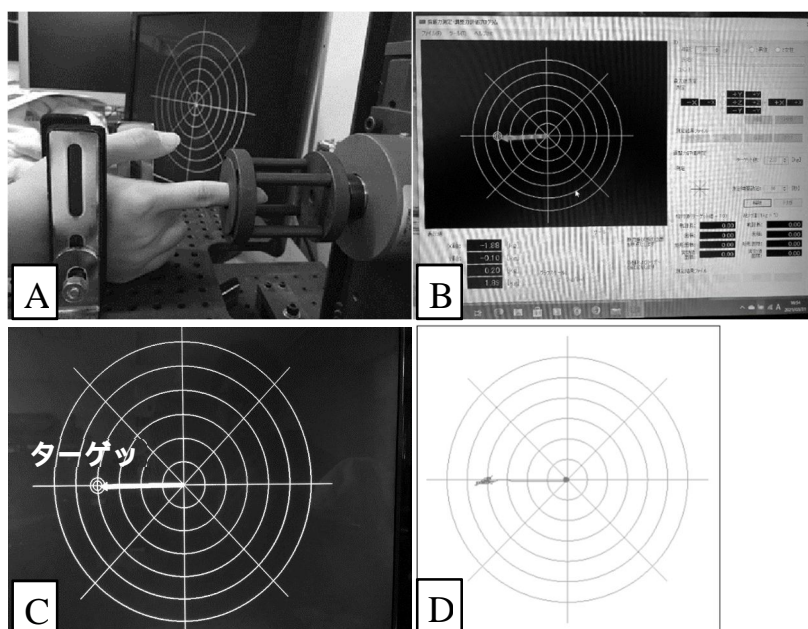


図 1. 測定システム

(A) 示指の計測例 (B) 検者側の計測画面 (C) 被験者側の計測画面 (D) 計測結果例

オコナー巧緻テストは、3 本のピンを同時につまみ上げ、100 個の穴にその 3 本のピンを挿入する検査で、測定値は、最初の 50 個の穴にかかった時間を First Half Time、残り 50 個の時間を Second Half Time として、 $Raw\ Score = (First\ Half\ Time + (1.1 \times Second\ Half\ Time)) / 2$ で算出した。パーデュープegボードテストは、右手のみでピンを差し込む方法（以下、右手）と、両手でピン、ワッシャー、カラー、ピンの順で各部品を組み立てる方法（以下、アセンブリー）の 2 種類で実施した。前者は、右手のみで 30 秒間に差し込んだピンの本数が計測値となる。後者は、右手でピン、左手でワッシャー、右手でカラー、左手で再びワッシャーの順で差し込み、60 秒間で組み立てた各部品の個数が計測値となる。両方法ともに 3 セット実施して平均値を測

定値とした。

統計処理においては、統計ソフト SPSS (Version25, IBM) を用いて、母指、示指、中指屈曲の各運動調節能とオコナー巧緻テスト、パーデューペグボードテスト (右手、アセンブリー) とのピアソンの相関係数を算出した。

4. 研究成果

母指屈曲の運動調節能とオコナー巧緻テスト、パーデューペグボードテストの右手、アセンブリーとの相関は、各々 $r=0.25$, $r=-0.15$, $r=0.06$, 示指屈曲は各々 $r=0.48$, $r=-0.36$, $r=-0.31$, 中指屈曲は各々 $r=0.05$, $r=0.12$, $r=0.19$ で、示指屈曲の運動調節能は、オコナー巧緻テスト、パーデューペグボードテストの右手と弱い相関 ($P<0.05$) を示し、母指、中指屈曲では全て相関を認めなかった。

手内筋は筋紡錘の分布密度が高く、手の運動調節において手内筋の寄与が大きいことが推測される。本研究の運動調節能の計測では最大筋力 25% の筋力で実施しており、これは 1.0 kg 以下の力に相当し、オコナー巧緻テストのピンやパーデューペグボードテストのピン、ワッシャー、カラーの各部品をつまむことを考慮しても、日常生活ではともに軽度の力によるつまみ動作と言える。またこの力による 10 秒間の運動調節能の計測は、筋体積の小さい手内筋において筋疲労の影響が小さい条件下とも言える。その上で示指屈曲のみで、運動調節能とオコナー巧緻テスト、パーデューペグボードテストの右手の両方で弱い相関があったことは、示指は、寄与する手内筋群、あるいは指尖部の知覚機能に伴う運動のフィードバックに関わる能力が他指よりも高いことが推測された。ただし、示指の運動調節能とオコナー巧緻テスト、パーデューペグボードテストの右手は弱い相関であり、これは、両テストの方法においてともに部品の探索、次いで部品の保持、部品を離す、という工程があることを考慮すべきと考える。つまり、運動調節能は、両テストの部品を保持する能力に関連が深いと考えられるが、部品の探索能力では運動調節能との関連性は低いことが推測され、その影響で相関係数の値が小さかったのかもしれない。

さらにパーデューペグボードテストのアセンブリーで相関を認めなかったのは、この方法のみが両手で実施する評価法であり、前述の部品の探索能力等の影響に加え、非利き手である左手の巧緻能力も検査結果に影響したのかもしれない。また Ergen らは、ネジを指腹でつまんだ場合の母指と示指の接触面積と荷重分布を計測しており、接触面積では母指が、荷重力では示指が大きいと報告している。つまり、これは物品を安定した状態でつまむ場合、指先の力においては物品との接触面積が影響することを示唆している。パーデューペグボードテストのアセンブリーでは、部品がピンに加え、ワッシャーとカラーを使用しており、各部品における各指の接触面積は異なることが推測され、つまり、この接触面積の違いが各工程における動作時間のばらつきなどに影響した可能性も考えられた。

最後に本研究の対象は、母指、示指、中指で各々 35 名 35 右手としたが、本来なら各指の計測を同一被験者で実施することが奨励されると考える。ただし、著者らは、各指の最大筋力と運動調節能の計測、さらにオコナー巧緻テスト、パーデューペグボードテストの計測を同一被験者で予備的に実施した際、計測に伴う被験者の負担が大きすぎることが推測されたため、本法の計測では各指を異なる対象群とした。本研究の目的は運動調節能と両テストとの関連性を検証することであるため、著者らは対象が異なることによる結果等への影響は少ないものとする。

著者らはこれまでの研究を通して、本法の運動調節能の再現性と信頼性、さらに基準関連妥当性を示したことから本法の臨床応用が期待できるものと考えている。また本研究課題では、手の運動に寄与する筋活動の検証を実施する計画であったが、新型コロナウイルス感染症の影響で生体計測に遅れが生じて検討できなかった。これは本研究の今後の課題であり、各指の運動調節能の検証に加え、手の運動を調節する際に寄与する筋活動量の変化、さらに脳活動への影響等の検証も必要と考える。

< 結論 >

母指、示指、中指屈曲の最大筋力 25% の運動調節能とオコナー巧緻テスト、さらにパーデューペグボードテストとの関連性を検証した。示指屈曲のみ相関を示し、軽度のつまみ動作では示指が最も手の巧緻能力に寄与していることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 西村誠次, 柴田克之, 多田薫, 堀江翔, 中山幸保 | 4. 巻 36 |
| 2. 論文標題 示指屈曲の運動調節能とオコナー手指巧緻性検査との関連性 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 日本手外科学会雑誌 | 6. 最初と最後の頁 198-201 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 西村誠次, 柴田克之, 多田薫, 堀江翔, 中山幸保 | 4. 巻 38 |
| 2. 論文標題 手指屈曲の運動調節能とオコナー巧緻テスト及びパーデューペグボードテストとの関連性 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 日本手外科学会雑誌 | 6. 最初と最後の頁 394-398 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 西村誠次 |
| 2. 発表標題 手指屈曲の運動調節能とオコナー巧緻テスト及びパーデューペグボードテストとの関連性 |
| 3. 学会等名 日本手外科学会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 西村誠次 |
| 2. 発表標題 示指屈曲の運動調節能とオコナー手指巧緻性検査との関連性 |
| 3. 学会等名 日本手外科学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Seiji Nishimura |
| 2. 発表標題 Relationship between coordination ability of the thumb and index and O'Conner finger dexterity test. |
| 3. 学会等名 The 14th Congress of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand & The 11th Congress of the International Federation of Societies for Hand Therapy (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|---|----------------------------------|----|
| 研究分担者 | 立矢 宏 (Tachiya Hiroshi) (10216989) | 金沢大学・フロンティア工学系・教授 (13301) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| | |
|---------|---------|
| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|