

# 介入効果を追跡評価するための手指筋力測定法の信頼性検証

木内 隆裕<sup>1)</sup>, 竹村 真実<sup>1)</sup>

1) 森ノ宮医療大学 保健医療学部 理学療法学科

**キーワード:** 信頼性・筋力測定・手指筋力

## はじめに

運動に関連する脳内活動を計測する場合、頭部の移動が生じないように四肢末梢の運動が選ばれることが多い。また、そのような研究で筋力発揮課題が課される場合は、日常での使用頻度が低い手指の運動が選ばれることが多い<sup>1-5)</sup>。しかしながら、手指筋力は小さいため、国内で市販されている徒手筋力計では変化を十分に捉えられない可能性が高い。また、筋力制御中にリアルタイムに測定値をフィードバックする場合、数字をデジタル表示するよりも波形グラフを表示する方が筋力の増減を直感的に認識しやすい。そこで我々は、より細かい測定が可能で、かつ、波形グラフでリアルタイムフィードバックできる手指筋力計測装置を作製した。ただし、筋力増強の効果が現れるまでには数週間を要する<sup>6)</sup>ことから、追跡評価のためには1週間程度の間隔を空けて測定しても信頼できる結果が得られなければならない。本研究の目的は、自作した装置による手指筋力測定法を約1週毎に適用した場合の相対信頼性、及び絶対信頼性を検証することである。

## 方法

対象は右利きの健常大学生18名(男性7名、平均年齢21歳)とした。整形外科疾患や神経学的疾患、及び精神科疾患の症状がある者は除外し、それらの既往歴や後遺症のある者も同様に除外した。筋力測定の対象は示指伸筋とし、左右両側の示指伸筋筋力を片側ずつ測定した。実験参加者の測定姿勢は椅座位とし、両手は示指以外の指を軽く握った状態で正面の机の上に置かせた(図1A)。筋力計測装置は、リング状の金具を結合したロードセルと、工業用のポータブルデジタル指示計(TEAC社製TD-01; A/D変換分解能1000Hz, 24bit; D/A出力分解能70.16 $\mu$ V typ)を接続して作製した。参加者の示指はこの装置のリング部をくぐらせ、コルクブロック等で台の高さを調節して示指MP関節が35~45度の屈曲位となるように設定した(図1B)。

測定者は、大学の理学療法学科4年生である測定者Aと、理学療法士免許取得後15年目である測定者Bの2名とした。筋力測定は、同一被験者に対して約7日の間隔を空けながら

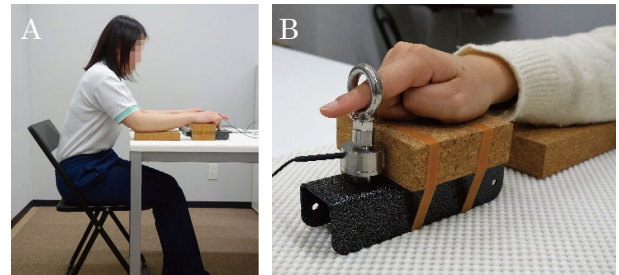


図1 筋力測定姿勢

合計3日間実施し、測定者Aは2日分、測定者Bは1日分の測定を担当した。測定者の順序等についてはランダム化した。1日のうちの測定では、休憩を入れながら左右交互に3秒間の最大等尺性示指伸展を3回行わせた。各測定で3秒間中のピーク値を取得し、左右の平均ピーク値を事後解析に用いた。

統計学的解析では、まず相対信頼性(検者内信頼性と検者間信頼性)を検査するために、級内相関係数(intra class correlation coefficient; 以下ICC)を算出した。検者内信頼性については測定者Aの2日分の測定値を用いてICC(1,1)を算出し、検者間信頼性については測定者Aの1日目の測定値と測定者Bの測定値を用いてICC(2,1)を算出した。次に、Bland-Altman分析(以下B-A分析)によって絶対信頼性(固定誤差と比例誤差)を確認し、測定の標準誤差(以下SEM)と最小可検変化量95%信頼区間(MDC<sub>95</sub>)を算出した。さらに、左右差と経時変化を確認するために、利き手と測定日を要因とする反復測定二元配置分散分析を実施した。有意水準は5%とした。

なお、本研究は森ノ宮医療大学研究倫理審査部会の承認(承認番号2016-105)を得て実施した。また、本研究の利益と危険性等については文書と口頭で実験参加者に説明し、同意書への署名・捺印をもって同意を得た。

## 結果

測定者Aの測定値からICC(1,1)を算出した結果、右0.94(95%信頼区間:0.86~0.98)、左0.90(0.76~0.96)であった。B-A分析では固定誤差も比例誤差も認められなかった(図

2) . このことから測定者 A の測定に関する SEM と  $MDC_{95}$  を算出した結果, SEM は右 0.75 N, 左 0.81 N であり,  $MDC_{95}$  は右 2.09 N, 左 2.25 N であった.

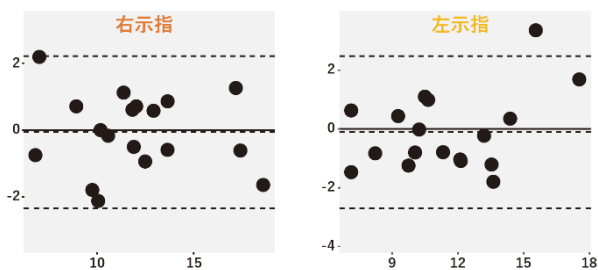


図2 測定者 A の測定に関する B-A 分析

横軸は測定値 2 つの平均, 縦軸は測定値 2 つの差を表す (単位は両軸とも N) . 中段の破線は平均, 上下の破線は誤差許容範囲を表す.

次に, 測定者 A・B の測定値から ICC(2, 1) を算出した結果, 右 0.88 (0.72~0.95) , 左 0.88 (0.72~0.95) であった. B-A 分析では固定誤差も比例誤差も認められなかった (図 3) . このことから測定者 A・B の測定に関する SEM と  $MDC_{95}$  を算出した結果, SEM は右 1.04 N, 左 0.87 N であり,  $MDC_{95}$  は右 2.88 N, 左 2.42 N であった.

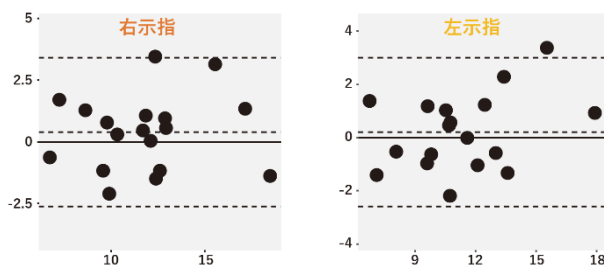


図3 測定者 A 及び B の測定に関する B-A 分析

横軸は測定値 2 つの平均, 縦軸は測定値 2 つの差を表す (単位は両軸とも N) . 中段の破線は平均, 上下の破線は誤差許容範囲を表す.

さらに, 左右差と経時変化について検討するために分散分析を行った結果, 利き手の主効果, 測定日の主効果, 利き手・測定日の交互作用のいずれも有意でなかった ( $p>0.21$ ) .

## 考察

本研究で検証した示指伸展筋力測定法は, ICC(1, 1) 及び ICC(2, 1) で 0.90 前後の値を示した. ICC の判断基準についてはいくつかの見解があるが, 桑原ら<sup>7)</sup>は 0.8 以上 0.9 未満で「good (良好)」, 0.9 以上で「great (優秀)」としており, Shrout et al.<sup>8)</sup>は 0.81~1.0 を「substantial」としている. さらに, Schrama et al.<sup>9)</sup>はシステムティックレビューで「acceptable」と評価されるのは ICC が 0.90 以上の場合であ

るとしている. したがって, 本研究で検証した示指伸展筋力測定法は十分な相対信頼性を備えており, 1 週間程度の間隔を空けて適用しても信頼できる値が得られるといえる. また, 系統誤差が B-A 分析で検出されなかったことから, 絶対信頼性についても優れていることが明らかとなった. さらに, 偶然誤差に関する分析では, 検者を 1 名とする場合は 2.3 N 以上, 検者を 2 名とする場合は 2.9 N 以上の変化が観察されたときに測定誤差でない変化を検出できることが示された. これは測定者が 2 名になると識別力がやや低下することを意味する. しかし, 予備的に, 測定者 A の 2 日目の測定値と測定者 B の測定値を用いて算出した ICC(2, 1) は 0.93 以上となったことから, 測定技術の差も比較的すぐに修正できると推察される.

結論として, 本研究で考案した手指筋力測定法は長期追跡可能な信頼性を備えており, 今後, 筋力発揮に関わる神経科学研究を進める上で有用であるといえる.

## 文献

- 1) Yue G, et al.: Strength increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *J Neurophysiol* 67:1114-1123, 1992
- 2) Carroll TJ, et al.: The sites of neural adaptation induced by resistance training in humans. *J Physiol* 544:641-652, 2002
- 3) Ranganathan VK, et al.: From mental power to muscle power-gaining strength by using the mind. *Neuropsychologia* 42:944-956, 2004
- 4) Perez MA, et al.: Mechanisms underlying functional changes in the primary motor cortex ipsilateral to an active hand. *J Neurosci* 28:5631-5640, 2008
- 5) Hortobágyi T, et al.: Chronic low-frequency rTMS of primary motor cortex diminishes exercise training-induced gains in maximal voluntary force in humans. *J Appl Physiol* 106:403-411, 2009
- 6) Kramer WJ, et al.: Strength and power training: physiological Mechanisms of Adaptation. *Exerc Sport Sci Rev* 24:363-398, 1996
- 7) 桑原洋一, 他: 検者内および検者間の Reliability(再現性, 信頼性)の検討. *呼吸と循環* 41:945-952, 1993
- 8) Shrout PE, et al.: Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull* 86:420-428, 1979
- 9) Schrama PP, et al.: Intraexaminer reliability of hand-held dynamometry in the upper extremity: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 9:2444-2469, 2014