

握力測定信頼性 ～試行間休憩時間の影響と臨床的判断～

黒崎真樹

健康科学大学 健康科学部 作業療法学科

Reliability of grip strength measurement ～Effect of the intertrial rest period and clinical interpretation～

KUROSAKI Masaki

要 旨

【目的】

握力3回測定における試行間休憩時間を変化させた際の3回測定の平均値および最大値、1回測定値（3回測定の1回目）で信頼性を比較し、臨床的判断方法を明らかにする。

【方法】

健康成人男性40名、女性40名対象に握力測定を試行間休憩時間（15秒、30秒、60秒）の3セッションを実施した。3回測定の平均値および最大値、1回測定値（3回測定の1回目）に分け、信頼性、系統誤差の有無、最小可検変化量（Minimal detectable change : MDC）を計算した。

【結果】

3回測定の最大値は信頼性が最も高く系統誤差も認めなかった。3回測定の平均値は加算誤差を認め試行間の休憩時間が長くなると値が上昇する傾向を示した。MDCは男性で5.26～8.41kg（12.5～21.4%）、女性で3.56～5.22kg（15.2～20.1%）であった。

【考察】

本研究の条件下では3回測定の最大値が最も信頼性が高くその利用を推奨する。その際目安として測定値の20%以上を真の変化（改善あるいは悪化）とすることを提案する。

キーワード：握力測定、試行間休憩時間、信頼性、最小可検変化量

I. はじめに

臨床場面における握力測定は運動機能検査、障害や外傷時の評価として、また治療、リハビリテーション時のフィードバックあるいは回復段階を判定するのに頻繁に使用される。握力計による測定は簡便かつ結果が明瞭であり、近年サルコペニア¹⁾やフレイル²⁾の診断の一つとしても活用されている。

測定方法としてはMathiowetzら^{3,4)}による測定肢位および指示が採用されている研究が多く、

3回測定の平均値もしくは最大値⁵⁾を使用する場合が多い。しかし試行間の休憩時間に関しては一致した見解がなく^{6,7)}、15秒から60秒を設定している研究、もしくは記載のない研究がほとんどである^{3,8-12)}。Trossmanら⁶⁾は試行間休憩時間を15秒、30秒、60秒とし握力値を比較した。結果疲労の影響を示唆したことに加え、60秒で影響が少なかったことを指摘した。試行間の休憩時間は測定値に影響を与えるため制御する必要があるが、実際の臨床ではタイマーやストップウォッチ

を使い、正確な試行間の休憩時間を管理しながら毎回測定を行っているとは言い難い。また疲労の影響を考慮した場合、試行間の休憩時間を2分とする報告^{6,7)}もあるが、臨床での導入は時間の関係上採用しにくい。また時間や負担の関係上1回測定で比較していることも想定され、1回測定でも高い信頼性が認められたとの報告^{13,14)}もある。実際の臨床場面では正確に試行間休憩時間を管理していないが、比較的短い休憩時間で3回測定を実施している、もしくは1回測定値を採用していることが多いと推察される。このような場合、どの測定値を採用するのが最も信頼性が高いのか、またその測定値の変化をどう臨床上で捉えるのかについて明らかになっていない。

本研究の目的は、握力3回測定における試行間休憩時間を臨床場面で想定される比較的短い試行間休憩時間（先行研究で採用されている15秒、30秒、60秒）を設定し、変化した際の3回測定の平均値および最大値、1回測定値（3回測定の1回目）、で信頼性を比較し臨床的判断をどうすれば良いのか明らかにすることである。

II. 研究方法

1. 対象者

健康科学大学健康科学部作業療法学科の学生20歳以上で、本研究の主旨に対し同意が得られた者を対象とした。募集方法は研究の目的や内容、情報の取り扱いや参加の任意性など記載した説明文を配布し口頭で説明を行い、参加者を募った。その中で同意が得られた者について同意書に署名を行った後、研究に参加して頂いた。除外基準として現在上肢に強い疼痛がある者、上肢機能に影響する何らかの疾患のある者、肩関節より遠位部に関節可動制限がある者とした。

2. 機器と測定手順

握力測定の機器は、測定者による読み取り誤差が生じないようにデジタル式を採用し、Jamar Plus+ Digital Hand Dynamometer（以下、Jamar 握力計）（Sammons Preston, Bolingbrook, IL, USA）を使用した。Jamar 握力計のハンドル位置

は5種類のポジションに設定可能であるが、先行研究^{3,12)}を参考に全例同じハンドル位置（2のポジション）で測定を行った。機器の目盛りは0.1kgまで表示可能でありその数値を記録した。機器は新規に購入したものを使用した。

研究デザインは反復測定デザインであり、握力測定の流れは図1の通りである。対象者に同意を得た後、聞き取り調査を行い除外基準に該当するか確認した。測定前に機器の説明とデモンストレーションを行った後、測定値が下降するまで練習を繰り返し、その5分後に本測定を実施した。この手順は測定値に学習効果や疲労の影響ができるだけ含まれないよう Trossman ら⁶⁾の研究手順を参考に設定した。測定肢位は座位にて肩関節内転、回旋は中間位、肘関節90°屈曲、前腕中間位、手関節0～30°背屈および0～15°尺屈^{3,4)}で行い、測定時の指示は標準的な指示⁴⁾を採用した。収縮時間は Kamimura ら¹⁵⁾の報告を参考に5秒間を設定し、3つの条件（試行間休憩時間15秒、30秒、60秒）で左右3回測定（1セッション）をそれぞれ別日に実施した。左右どちらから実施するのか、また試行間休憩時間の3条件をどの順序で行うのかについては乱数表を用いランダム化した。セッション間は2日以上間隔をあげ、同様の工程で3日間実施した。すべての工程は評価者間での影響を受けないようすべて1人の評価者によって測定された。また読み取りおよび記録は対象者の心理的影響に配慮しブラインド化した。

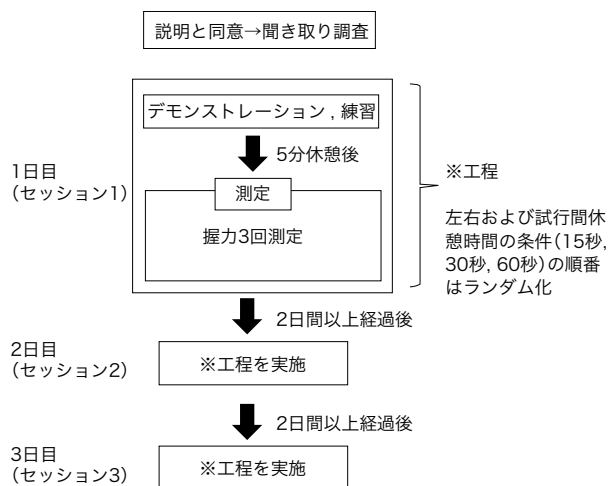


図1 握力測定の流れ

表1 握力測定値

測定方法	Side	男性 (n=40)					女性 (n=40)				
		15秒	30秒	60秒	p値	Effect size	15秒	30秒	60秒	p値	Effect size
1回測定値	R	43.3±6.1	42.9±6.1	43.3±5.8	0.744	0.008	26.2±6.2	27.1±5.8	26.0±6.0	0.018*	0.098
	L	39.4±5.8	39.2±6.0	39.4±5.7	0.896	0.002	25.2±5.1	24.5±5.0	24.5±4.8	0.084	0.062
3回測定の平均値	R	37.9±5.8	38.8±5.9	40.6±5.6	0.000*	0.269	23.9±5.4	25.1±5.6	25.0±5.5	0.002*	0.142
	L	34.6±5.1	35.6±5.4	36.9±5.5	0.000*	0.197	22.8±4.6	22.9±4.3	23.5±4.2	0.111	0.055
3回測定の最大値	R	43.3±6.1	43.0±6.1	43.6±5.9	0.551	0.014	26.8±6.1	27.3±5.8	26.5±5.6	0.155	0.047
	L	39.4±5.8	39.2±5.9	39.6±5.6	0.793	0.004	25.3±5.1	24.8±4.7	25.0±4.4	0.338	0.027

R: 右手, L: 左手, 握力測定値は平均値±標準偏差(kg), *: $p < 0.05$, Effect size: 効果量, 偏イータ二乗で算出

3. 統計解析

握力測定値は男女別, 左右別に解析した。Kolmogorov-Smirnov検定にて正規性を確認後, 記述統計として各測定データの平均値および標準偏差(Standard deviation, 以下SD)を示した。3つの測定値である1回測定値(3回測定の1回目), 3回測定の平均値, 3回測定の最大値に分け, 3条件(試行間休憩時間15秒, 30秒, 60秒)の検定を反復測定分散分析で行い, 効果量(Effect size)として偏イータ二乗を算出した。また3つの測定値ごとに級内相関係数(Intraclass correlation coefficients: 以下ICC), ICC(1, 3)および95%信頼区間を算出した。相関の強さは桑原らの分類¹⁶⁾(0.9～: great優秀, 0.8～good良好, 0.7～: OK(fair)普通, 0.6～: possible可能, ～0.6: re-work要再考)を用いて判定した。次に系統誤差(加算誤差と比例誤差)の有無について2セッションの組み合わせ(30秒-15秒, 60秒-15秒, 60秒-30秒)すべてBland-Altman分析を行い, 誤差の許容範囲(95% Limits of agreement: 以下LOA 95)を算出した。加算誤差は2つの測定値の差の95%信頼区間の上限と下限で0(ゼロ)を含む場合は加算誤差なしと判定し, また比例誤差は2つの測定値の差と2つの測定値の平均値に有意な相関がない場合は比例誤差なしと判定した。系統誤差を認めなかった場合, 測定の標準誤差(Standard error of measurement: 以下SEM)および最小可検変化量(Minimal detectable change: 以下MDC)を算出した。計算方法は下井¹⁷⁾が示した方法を採用

用し, SEMの算出は $SEM = SD \sqrt{1 - ICC}$, MDCは $MDC = SEM \times 1.96 \sqrt{2}$ の式を用い計算し, %SEMおよび%MDCはそれぞれの測定値で除しその割合を示した。統計解析はSPSS 24.0 (IBM, Japan, Tokyo, Japan)を使用し, 有意水準は $p < 0.05$ とした。

4. 研究における倫理的配慮

説明文に内容, 目的とともに使用する情報やデータを示した。また途中で参加できない, したくない場合は取り止めそれまでに得た情報を破棄すること, 情報やデータはすべて識別番号を割り当て個人が特定できないよう配慮した。なお本研究は健康科学大学倫理委員会の承認を受けて実施した(2014年6月4日, 承認番号第3号)。

Ⅲ. 結果

1. 対象者の属性

対象者は男性40名, 女性40名, 平均年齢は男性20.9歳, 女性21.2歳であり, 範囲はともに20～22歳であった。身長および体重(平均値±SD)はそれぞれ男性で $171.1 \pm 6.4\text{cm}$, $65.4 \pm 15.9\text{kg}$ であり, 女性は $157.8 \pm 5.5\text{cm}$, $53.0 \pm 8.8\text{kg}$ であった。男性は40名全員が利き手は右側であり, 女性は3名のみ左利き, それ以外の37名はすべて右利きであった。測定前に聞き取りおよび上肢の状態確認をした結果, 除外基準に該当する者はおらず, 80名全員すべての工程を実施した。

2. 握力測定値および信頼性

握力測定値はKolmogorov-Smirnov検定の結果、すべてのセッションの男女、左右で正規性を認めた。測定値の結果は表1の通りである。3つの測定値の反復測定分散分析の結果、1回測定値(女性右側)、3回測定の平均値(男性両側、女性右側)の4つで有意差を認めた。また測定値は男性の3回測定の平均値両側と女性の3回平均値左側で試行間休憩時間が長くなるにつれ測定値は上昇し、特に男性ではその傾向が顕著であった。

3つの測定値のICC(1, 3)の結果は表2の通りである。信頼性の結果は男女左右すべて3回測定の最大値で最も高く男性0.800～0.846でgood, 女性0.897～0.913でgood～greatであった。また一部(女性右側)を除き、信頼性の高さは3回測定の最大値、1回測定値、3回測定の平均値の順となり、最も低いのは男性の3回測定の平均値であり0.778でfairであった。また男女を比較した場合、すべてにおいて女性の方が男性よりICC値は高かった。

系統誤差は加算誤差と比例誤差に分けられ、その結果は表3の通りである。加算誤差は男性60-15sおよび60-30sの3回測定の平均値両側、女性60-30sの1回測定右側、30-15sおよび60-15sの3回測定の平均値右側で認めた。また比例誤差は、女性60-15sの3回測定の最大値左側で認めたが、相関係数は-0.297とre-workであった。

LOA95, SEMおよび% SEM, MDCおよび% MDCを表4に提示した。LOA95は3回測定の平均値で0を中心とした場合、プラス方向に変位している傾向がみられた。3つの測定値をあわせ、

男性のSEM(% SEM)は1.96～3.03kg(4.5～7.7%), MDC(% MDC)は5.26～8.41kg(12.5～21.4%)であった。また女性のSEM(% SEM)は1.28～1.88kg(5.5～7.2%), MDC(% MDC)は3.56～5.22kg(15.2～20.1%)であった。

IV. 考察

1. 握力測定値の傾向

1回測定値、3回測定の平均値、3回測定の最大値を比較した結果、3回測定の最大値でICC値が最も高く、試行間休憩時間15秒、30秒、60秒間で有意差はなく、またそれぞれの組み合わせで系統誤差(加算誤差と比例誤差)を認めなかった。それに対し3回測定の平均値で女性左側を除きICC値は最も低く、試行間休憩時間15秒、30秒、60秒間で有意差を認めた。加えて3回測定の平均値の系統誤差では男性60-15秒と60-30秒の両側、女性30-15秒と60秒-15秒の右側で加算誤差を認めた。測定値は試行間休憩時間を15秒から60秒へと長くなるにつれ、測定値は上昇する傾向にあり有意差および加算誤差として検出されたと考える。また男女での信頼性を示すICC値はすべての測定方法で女性は男性に比べ高い傾向にあった。

Haidarら⁵⁾ 健康者100名を対象に握力測定を3回測定、試行間休憩時間を60秒に設定し平均値と最大値で信頼性を比較し、両値ともに高い再現性があり結果は類似していると述べた。またMathiowetzら⁴⁾ は健康女子大学生27名を対象に握力測定1回測定値、2回測定平均値、3回測定平均値、3回測定最大値の信頼性を調査し、3

表2 各測定値における信頼性

測定方法	Side	男性 (n=40)		女性 (n=40)	
		ICC(1,3)	95%CL	ICC(1,3)	95%CL
1回測定値	R	0.826	0.728-0.897	0.910	0.855-0.948
	L	0.790	0.678-0.874	0.884	0.815-0.933
3回測定の平均値	R	0.790	0.678-0.874	0.906	0.848-0.945
	L	0.778	0.660-0.866	0.886	0.818-0.934
3回測定の最大値	R	0.846	0.758-0.909	0.913	0.859-0.950
	L	0.800	0.691-0.880	0.897	0.835-0.940

R: 右手, L: 左手, ICC: 級内相関係数, 95%CL: 95%信頼区間

回測定平均値で最も高い信頼性を示したと報告した。本結果はこれらの報告とは一致しない。要因としては試行間休憩時間を変化させることにより疲労回復の程度に大きく影響し、特に3回測定の平均値の信頼性低下につながったと推測される。休憩時間が長くなるほど筋力は急速に回復し、測定値の上昇につながったと推察する。Trossmanら⁶⁾は握力測定において試行休憩時間を15秒、30秒、60秒とし5回測定を行った。すべての条件で測定値は回数を増やすごとに低下し疲労の影響を示唆したが60秒で最も減少が少なかったと述べた。この傾向は本結果と一致する。またSahlinら¹⁸⁾は膝伸展筋による等尺性収縮後の最大随意収縮(MVC)の回復において30秒でMVCの80%、4分で100%回復したと報告した。筋力は30秒という短い休憩時間で急速に回復する。休憩時間は特に最大収縮直後わずかな時間の違いであっても筋力値に大きく影響することが推測される。従って3回すべてのデータを使用する平均値は試行間休憩時間の影響を強く受け特にその時間が短い場合わずかな時間の違いでも信頼性に大きく影響する。3回測定の平均値を使用する場合は試行間休憩時間を正確に管理する必要がある。3回測定の最大値の場合、多くの対象者は1回目で最大握力を発揮することが多く試行間休憩時間の影響を受けにくい。また同様の理由により1回測定値もその影響がないため、信頼性および

系統誤差は3回測定の平均値と比べ良好であったと推察される。

男女で信頼性を比較した場合、女性の方が男性に比べ測定方法の種類に関係せず信頼性が高い傾向にあった。Demuraら¹⁹⁾は握力測定の漸進的負荷にて筋力や疲労感の性差について調査し、女性で疲労しにくく筋力が保たれていたことを報告した。またKent-Braunら²⁰⁾は膝伸展筋力の漸進的負荷にて筋力や疲労について調査し、疲労と運動前筋力には相関があり、筋力が強い人は疲労が大きいこと、また両著者は、男性は女性と比較しATP供給源が糖の依存度が比較的大きいことを指摘した。本研究結果の性差は、これら先行研究と一致している。女性の信頼性が高い傾向を示したのは、疲労による測定値の低下傾向が少ないことが要因であり、その理由は筋肉量、エネルギー代謝、筋組成など考えられるが、ATP供給源の性差が一つの要因として考えられる。

2. 臨床での適応とその判断

本研究の目的は、握力3回測定における試行間休憩時間を短い時間(60秒以内)で変化させた際の3回測定の平均値および3回測定の最大値、1回測定値(3回測定の1回目)で信頼性を比較し、臨床的判断をどうすれば良いのか明らかにすることである。

本条件下で最も信頼性が高く、3つの試行間休

表3 系統誤差

性別	測定方法	Side	30s-15s				60s-15s				60s-30s			
			加算誤差		比例誤差		加算誤差		比例誤差		加算誤差		比例誤差	
			下限	上限	r	p値	下限	上限	r	p値	下限	上限	r	p値
男性 (n=40)	1回測定値	R	-1.666	0.916	-0.002	0.495	-1.013	1.028	-0.101	0.268	-0.735	1.500	-0.090	0.290
		L	-1.612	1.177	0.034	0.417	-1.336	1.261	-0.045	0.392	-0.723	1.083	-0.112	0.245
	3回測定の平均値	R	-0.332	2.154	0.020	0.451	1.817	3.648	-0.050	0.379	0.857	2.786	-0.073	0.328
		L	-0.247	2.099	0.109	0.251	1.203	3.292	0.131	0.211	0.426	2.218	0.011	0.473
	3回測定の最大値	R	-1.558	0.958	0.002	0.494	-0.636	1.166	-0.080	0.312	-0.491	1.621	-0.072	0.330
		L	-1.582	1.192	0.027	0.433	-1.084	1.384	-0.058	0.360	-0.522	1.212	-0.122	0.226
女性 (n=40)	1回測定値	R	-0.377	1.132	-0.163	0.158	-1.564	0.089	-0.088	0.294	-1.895	-0.335	0.064	0.347
		L	-1.392	0.007	-0.066	0.353	-1.549	0.034	-0.161	0.160	-0.824	0.694	-0.106	0.257
	3回測定の平均値	R	0.400	1.840	0.083	0.305	0.319	1.848	0.046	0.388	-0.693	0.620	-0.037	0.410
		L	-0.519	0.661	-0.183	0.129	-0.026	1.286	-0.185	0.127	-0.157	1.275	-0.018	0.457
	3回測定の最大値	R	-0.235	1.100	-0.120	0.231	-1.168	0.553	-0.167	0.151	-1.508	0.028	-0.082	0.308
		L	-1.213	0.213	-0.164	0.157	-0.992	0.407	-0.297	0.031*	-0.435	0.850	-0.142	0.191

加算誤差は2つの測定値の差の95%信頼区間の下限と上限。比例誤差は2つの測定値の差と2つの測定値の平均の相関(相関係数r, p値)で示す。

R: 右手, L: 左手, *: $p < 0.05$, 網掛けした部分は加算誤差あり。

休憩時間で有意差がなく系統誤差もみられなかったのは3回測定 of 最大値である。以上の結果より臨床で握力3回測定を用いるとき、休憩時間を管理せず短い時間で試行する場合は最大値を利用するのが最も良いと考える。平均値を用いる場合は少なくとも試行間の休憩時間を一定にして正確に管理する必要があり、その導入によってより高い信頼性が得られる。Coldhamら²¹⁾は健康者および手の障害患者を対象に握力測定を行い、1回測定値と3回測定（15秒休憩間隔）の平均値および最大値で信頼性を比較した。その結果ICCは1回測定と3回最大値で0.91以上と高い信頼性であったと報告し、1回測定の利点と導入を推奨した。本結果もこの報告と矛盾せず、1回測定は最も高い信頼性を示した3回測定の最大値との差はわずかであり、高い信頼性が得られている。1回測定は方法としては単純かつ短時間で実施でき、試行間

休憩時間の管理や平均値のように計算する必要もなく臨床での導入には有利な点が多い。

測定方法の信頼性に加え重要なことは、測定値にどれだけの誤差が含まれているのか、実際の効果（真の変化）をどう判断するのが重要となる。統計学的に真の変化を判断する目安としてMDCがある。3回測定 of 平均値は加算誤差を含む場合が多く、MDCの値を算出できない箇所が多かったが、1回測定値および3回測定 of 最大値ではMDCが判断基準となる。MDCは対象となる集団の性別、年齢、左右、障害の有無や程度、測定の種類によって値（kg）は変動する。本研究でも男性と女性では大きく異なっていた。しかしそれぞれの測定値で除した割合（% MDC）を用いた場合は同様の傾向を示している（男性12.5～21.4%，女性15.2～20.1%）。Aguiarら¹⁴⁾は脳卒中亜急性期患者を対象に、麻痺側非麻痺側

表4 各測定値のLOA95, SEMおよびMDC95

性別	測定方法	Side	30s-15s			60s-15s			60s-30s		
			LOA95	SEM	MDC	LOA95	SEM	MDC	LOA95	SEM	MDC
男性 (n=40)	1回測定値	R	-8.29～7.53	2.81	7.80	-6.24～6.26	2.22	6.15	-6.46～7.23	2.44	6.78
				6.5%	18.1%		5.1%	14.2%		5.7%	15.7%
		L	-8.76～8.33	3.03	8.41	-8.00～7.92	2.82	7.82	-5.36～5.72	1.97	5.46
				7.7%	21.4%		7.2%	19.8%		5.0%	13.9%
	3回測定 of 平均値	R	-6.71～8.53	2.77	7.69	-2.88～8.34	-	-	-4.09～7.73	-	-
				7.2%	20.0%		-	-		-	-
		L	-6.26～8.11	2.63	7.29	-4.15～8.65	-	-	-4.17～6.81	-	-
				7.5%	20.8%		-	-		-	-
	3回測定 of 最大値	R	-8.01～8.30	2.74	7.61	-5.25～5.78	1.96	5.43	-5.90～7.03	2.32	6.44
				6.4%	17.6%		4.5%	12.5%		5.4%	14.9%
		L	-8.69～8.30	3.02	8.36	-7.41～7.71	2.71	7.52	-4.97～5.66	1.90	5.26
				7.7%	21.3%		6.9%	19.0%		4.8%	13.4%
女性 (n=40)	1回測定値	R	-4.25～5.00	1.65	4.58	-5.80～4.33	1.86	5.17	-5.89～3.66	-	-
				6.1%	17.0%		7.1%	19.6%		-	-
		L	-4.98～3.59	1.60	4.43	-5.61～4.09	1.80	4.99	-4.72～4.59	1.65	4.58
				6.4%	17.8%		7.2%	20.1%		6.7%	18.7%
	3回測定 of 平均値	R	-3.29～5.53	-	-	-3.60～5.77	-	-	-4.06～3.99	1.42	3.94
				-	-		-	-		5.7%	15.7%
		L	-3.54～3.69	1.28	3.56	-3.39～4.65	1.49	4.13	-3.83～4.95	1.60	4.44
				5.6%	15.5%		6.4%	17.8%		6.9%	19.1%
	3回測定 of 最大値	R	-3.66～4.53	1.48	4.11	-5.58～4.97	1.88	5.22	-5.45～3.97	1.72	4.78
				5.5%	15.2%		7.1%	19.6%		6.4%	17.8%
		L	-4.87～3.87	1.58	4.39	-4.58～3.99	1.53	4.24	-3.73～4.14	1.40	3.88
				6.3%	17.5%		6.1%	16.9%		5.6%	15.6%

R: 右手, L: 左手, LOA95: 誤差の許容範囲(下限～上限), SEM: 測定 of 標準誤差, MDC: 最小可検変化量

に分け測定し、1回測定時のMDCを握力で4.64～6.12kg（17.6～21.8%）と報告した。Kimら²²⁾は橈骨遠位端骨折後の患者を対象に2回握力測定（1分休憩）を行いその平均値を使い、握力のMDCを6.5kg（19%）と報告した。またAlfonso-Rosaら²³⁾は2型糖尿病患者を対象に2回握力測定（1分休憩）を行いその最大値を用い、利き手のMDCを3.89kg（14.5%）と報告した。変化を判断する場合、MDCは対象者となる集団でのみ用いることができ、性別や疾患の有無、年齢等、対象者によって大きく異なり汎用性は低い。また個人で考えた場合、実際その集団には握力値の高い人や低い人が含まれ、一律の値では影響度が異なる。その点割合で示す% MDCは握力値の大きさに影響されず、また本研究の男女の結果、患者を対象とした先行研究と矛盾せず同様の傾向を示しており汎用性が高い。本結果の% MDCの上限は概ね20%となる。患者を対象者とした先行研究も% MDCは20%を超えることは少なく、対象者によって若干の相違はあるものの、20%未満は測定誤差が含まれている可能性が高いと考える。一つの目安を考える場合、男女、また健常者や患者双方で使用でき、わかりやすい基準の提示が重要となる。本研究結果および先行研究より測定値の20%以上の変化があった場合、真の変化（改善もしくは悪化）として捉えることが判断基準の一つであると提案する。

3. 研究の限界

本研究の対象者は健常者20～22歳の男女である。本結果が高齢者や疾患を持つ患者に適用できるかどうかはわからない。しかし疾患をもつ対象者での報告とMDCは同様の傾向を示しており、対象者による影響は少ないと考える。また握力計のハンドル位置を固定しているため最大筋力を捉えていない可能性がある。測定手法として対象者の手の大きさにあわせハンドル位置を変化させ調整する方法もあるが、別日に複数回握力を測定し変化を判定する場合は、必ずしも最大筋力を捉える必要はなく、その都度ハンドル位置を調整するより固定しておいた方がより単純で信頼性を担保

しやすい。

V. 結論

握力3回測定において試行間休憩時間を管理せず、比較的短い時間（60秒以内）で測定する場合、最も信頼性の高い値は3回測定の最大値である。平均値を使用する場合は試行間休憩時間を正確に管理する必要がある。また臨床では効率性を考え、1回測定値も信頼性は高く選択肢の一つである。真の変化の判断基準は測定値の20%以上が目安となる。

VI. 謝辞

本研究を実施するにあたりご協力頂いた学生の方々に深く感謝いたします。

VII. 参考文献

- 1) 葛谷 雅文. 特集：フレイル・サルコペニア・ロコモを知る・診る・治す 3.サルコペニアの診断・病態・治療. 日本老年医学会雑誌. 2015, vol. 52, p. 343-349.
- 2) 荒井 秀典. フレイルの意義. 日本老年医学会雑誌. 2014, vol. 51, no. 6, p. 497-501.
- 3) Mathiowetz, V., Kashman, N., Volland, G., Weber, K., Dowe, M., Rogers, S. Grip and pinch strength: normative data for adults. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1985, vol. 66, no. 2, p. 69-74.
- 4) Mathiowetz, V., Weber, K., Volland, G., Kashman, N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. The Journal of hand surgery. 1984, vol. 9, no. 2, p. 222-226.
- 5) Haidar, S. G., Kumar, D., Bassi, R. S., Deshmukh, S. C. Average versus maximum grip strength: which is more consistent? Journal of hand surgery (Edinburgh, Scotland). 2004, vol. 29, no. 1, p. 82-84.
- 6) Trossman, P. B., Li, P. W. The effect of the duration of intertrial rest periods on isometric grip strength performance in young adults. Occupational Therapy Journal of Research. 1989, vol. 9, no. 6, p. 362-378.
- 7) Dunwoody, L., Tittmar, H. G., McClean, W. S. Grip strength and intertrial rest. Perceptual and motor skills. 1996, vol. 83, no. 1, p. 275-278.
- 8) Ugurlu, U., Ozdogan, H. Age- and gender-specific normative data of pinch strengths in a healthy Turkish population. The Journal of hand surgery, European volume. 2012, vol. 37, no. 5, p. 436-446.
- 9) Nilsen, Tove, Hermann, Merete, Eriksen, Camilla S., Dagfinrud, Hanne, Mowinckel, Petter, Kjekken,

- Ingvild. Grip force and pinch grip in an adult population: reference values and factors associated with grip force. *Scandinavian journal of occupational therapy*. 2012, vol. 19, no. 3, p. 288–296.
- 10) Hossain, M. G., Zyroul, R., Pereira, B. P., Kamarul, T. Multiple regression analysis of factors influencing dominant hand grip strength in an adult Malaysian population. *The Journal of hand surgery, European volume*. 2012, vol. 37, no. 1, p. 65–70.
 - 11) Gunther, C. M., Burger, A., Rickert, M., Schulz, C. U. Key pinch in healthy adults: normative values. *The Journal of hand surgery, European volume*. 2008, vol. 33, no. 2, p. 144–148.
 - 12) Werle, S., Goldhahn, J., Drerup, S., Simmen, B. R., Sprott, H., Herren, D. B. Age- and gender-specific normative data of grip and pinch strength in a healthy adult Swiss population. *The Journal of hand surgery, European volume*. 2009, vol. 34, no. 1, p. 76–84.
 - 13) 黒崎真樹, 百瀬公人. 握力・鍵ピンチ力1回測定 of 信頼性と真の変化をどう判断するか. *作業療法*. 2018, vol. 37, p. 529–536.
 - 14) Aguiar, Larissa T., Martins, Júlia C., Lara, Eliza M., Albuquerque, Julianna A., Teixeira-Salmela, Luci F., Faria, Christina D. C. M. Dynamometry for the measurement of grip, pinch, and trunk muscles strength in subjects with subacute stroke: Reliability and different number of trials. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2016, vol. 20, no. 5, p. 395–404.
 - 15) Kamimura, T., Ikuta, Y. Evaluation of grip strength with a sustained maximal isometric contraction for 6 and 10 seconds. *Journal of rehabilitation medicine*. 2001, vol. 33, no. 5, p. 225–229.
 - 16) 桑原洋一, 斉藤俊明. 弘, 稲垣義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*. 1993, vol. 41, p. 945–952.
 - 17) 下井俊典. 評価の絶対信頼性. *理学療法科学*. 2011, vol. 26, no. 3, p. 451–461.
 - 18) Sahlin, K., Ren, J. M. Relationship of contraction capacity to metabolic changes during recovery from a fatiguing contraction. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*. 1989, vol. 67, no. 2, p. 648–654.
 - 19) Demura, Shinichi, Nakada, Masakatsu, Nagasawa, Yoshinori. Gender Difference in Subjective Muscle-fatigue Sensation during Sustained Muscle Force Exertion. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*. 2008, vol. 215, no. 3, p. 287–294.
 - 20) Kent-Braun, J. A., Ng, A. V., Doyle, J. W., Towse, T. F. Human skeletal muscle responses vary with age and gender during fatigue due to incremental isometric exercise. *Journal of Applied Physiology*. 2002, vol. 93, no. 5, p. 1813–1823.
 - 21) Coldham, Fiona, Lewis, Jeremy, Lee, Hoe. The reliability of one vs. three grip trials in symptomatic and asymptomatic subjects. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*. 2006, vol. 19, no. 3, p. 318–26; quiz 327.
 - 22) Kim, Jae Kwang, Park, Min Gyue, Shin, Sung Joon. What is the minimum clinically important difference in grip strength? *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2014, vol. 472, no. 8, p. 2536–2541.
 - 23) Alfonso-Rosa, Rosa M., Del Pozo-Cruz, Borja, Del Pozo-Cruz, Jesus, Sanudo, Borja, Rogers, Michael E. Test-retest reliability and minimal detectable change scores for fitness assessment in older adults with type 2 diabetes. *Rehabilitation nursing : the official journal of the Association of Rehabilitation Nurses*. 2014, vol. 39, no. 5, p. 260–268.

(受付日 2018年9月12日)

(受理日 2018年12月13日)

Abstract

Purpose: The purpose of this study is to compare the reliability of varying intertrial rest periods of three grip strength measurements using the average value of three trials, the maximum value of three trials, and the value of one trial (the first value of the three trials). It will also clarify how to interpret such values in the clinic.

Methods: We conducted three sessions of tests using varying intertrial rest periods (15 seconds, 30 seconds, 60 seconds) for grip strength measurement on 40 healthy adult male and 40 healthy adult female participants. Data were divided into average value, maximum value of three trials, and the value of one trial (the first value of three trials), and reliability, systematic error, and minimal detectable change (MDC) were calculated.

Results: The maximum value of the three trials had the highest reliability and no systematic error was observed. The average value of the three trials showed a fixed bias, and the values tended to rise as the intertrial rest period between trials lengthened. MDC was 5.26 to 8.41 kg (12.5 to 21.4%) for males and 3.56 to 5.22 kg (15.2 to 20.1%) for females.

Discussion: Under the conditions of this study, the maximum value of the measurements of the three trials is the most reliable and its use is recommended. In this case, as a general guideline, a change of 20% or more from the measured value can be used as a criterion for a true change (improvement or worsening).

Keywords : Grip strength measurement

Intertrial rest period

Reliability

Minimal detectable change (MDC)