

ベルト固定を併用したハンドヘルドダイナモメーターによる 手関節掌屈筋力測定における検者内再現性

五味 雅大, 平野 正広, 兎澤 良輔, 加藤 宗規

了徳寺大学・健康科学部理学療法学科

要旨

【目的】手関節掌屈筋力の徒手筋力測定における再現性の問題に対して、定量的測定値を得るためにハンドヘルドダイナモメーターを徒手で用いる従来の方法と、考案したハンドヘルドダイナモメーターをベルトで固定した方法における再現性を検討した。【対象】若年健常成人20名の利き手である右上肢20肢であった。【方法】ハンドヘルドダイナモメーターを徒手で固定する従来の方法とベルトで固定する方法による手関節掌屈筋力測定を行い、測定値を比較、検討した。【結果】ハンドヘルドダイナモメーターをベルトで固定した方法における検者内の級内相関係数は0.919であり、Bland-Altman分析では、2回目と3回目の測定値を用いることで系統誤差を認めなかった。【結論】1回目を練習とした後、2回目の測定値を採用することで、考案したハンドヘルドダイナモメーターをベルトで固定した手関節掌屈筋力測定方法は、臨床使用が可能な再現性を有することが示唆された。

キーワード：手関節掌屈筋力, ハンドヘルドダイナモメーター, 再現性

Reproducibility of Isometric Muscle Strength Measurement of the Wrist Flexion Using a Hand-held Dynamometer and Belt

Masahiro Gomi, Masahiro Hirano, Ryosuke Tozawa, Munenori Katoh

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Ryotokuji University

Abstract

[Purpose] The purpose of this study was to examine the reliability of the method of wrist flexion muscle strength measurement, in which a hand-held dynamometer was fixed with a belt. The subjects were 20 young healthy adults. [Methods] Two methods were examined. One is a conventional method in which the hand-held dynamometer was fixed on manipulative. In the other method, the hand-held dynamometer was fixed with a belt. [Results] In the latter method, the intraclass correlation coefficient was 0.912. Bland-Altman analysis didn't produce a system error in using the measures of the 2nd and 3rd measurement. [Conclusion] The result suggested that clinical use of the latter method be possible since there was reproducibility in the 2nd measurement after the 1st practice.

Keywords : Wrist flexion muscle strength, Hand-Held Dynamometer, Reproducibility

I. はじめに

徒手筋力検査（以下、MMT）は、特別な機器を使用しないで実施することができ、筋力測定方法のひとつとして用いられる。そしてDanielsとWorthinghamによる方法が広く用いられている。しかし、MMTの特徴である徒手抵抗による判定は、検査者の主観によるため測定誤差が生じやすいことが指摘されている。中山¹⁾は、4名の理学療法士による4症例のMMTを行った結果、Fair以上の段階ではどうしても与える抵抗の量にバラツキがあるため誤差を認めざるを得ず、しかも、+、-の基準が明確でなければ、かえって誤差を大きくする因子となること、および、テスト肢位が適応できない際の段階づけの困難性を報告している。Van der PloegとOosterhuis²⁾は、MMTとHHDにより上腕二頭筋の筋力を計測した結果、MMTのグレード5はHHDの250 N以上であったが、グレード3は最大筋力の約2 %の筋力に相当する3 ~ 5 Nであり、グレード4は5 ~ 250 Nと広い範囲であったことを報告している。下肢の大きな筋については、検査者が徒手で加えることができる抵抗量を上回る筋力を発揮することも予想されるが、徒手抵抗量の限界に関する問題は下肢筋力測定に限定されず、上肢筋力測定にも当てはまる。対麻痺者やスポーツ選手では、非常に高い上肢筋力が求められるが、下肢同様に検査者の徒手抵抗量を超える測定となる可能性もある。

ハンドヘルドダイナモメーター（以下、HHD）による筋力測定（ベルト固定を用いない従来の方法）において、被験者の筋力水準が高い場合や検査者によるHHDの固定性が低い場合には再現性が低くなる問題がある。ベルト固定を併用したHHDによる筋力測定は、これに対する対策となり、下肢の定量的筋力測定において、等速性筋力測定機器を用いた方法は多くの検討がされており³⁻⁶⁾、その信頼性、妥当性はともに高く、基準となると考えられる。

しかし、日常生活動作において使用頻度が高く、また障害を受けることも多い上肢筋力測定、特に手関節における筋力測定の信頼性を検討しているものは少ないのが現状である。

ベルト使用下の測定による手関節筋力測定を実用的な測定方法として確立していくためには、繰り返し測定しても安定した値が得られること（検査者内再現性が高いこと）が必要であると考えられる。そこで、本研究の目的はベルト使用下の測定による手関節掌屈筋力測定方法について、連続した3回の測定を行い、同日内の連続3回の検査者内再現性を検討することである。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は若年健常者20名（男12名、女8名）、年齢 21.8 ± 0.8 歳（平均値 \pm 標準偏差）、身長 168.2 ± 8.4 cm、体重 63.4 ± 12.1 kgであった。測定肢は、利き手である右上肢計20肢であった。いずれも上肢の各関節に整形外科的疾患や関節痛を有する肢はなかった。

対象者には、本研究概要の説明および測定上のリスクを理解し同意を得た。なお、本研究は了徳寺大学生命倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号2606）。

2. 方法

手関節掌屈筋力測定は、HHDを用いて実施した。測定方法は、考案したベルト使用による影響を検討するために、ベルト不使用下の測定とベルト使用下の測定を実施した。

測定肢位は椅子座位とし、肩関節軽度屈曲・内転 0° 、肘関節 90° 屈曲、前腕 90° 回外位とし、昇降機能付き治療台上に前腕を載せた。この際、橈骨手根関節より遠位部を治療台の端より出した。

HHDのセンサーパッドはその上縁を第2～4中手骨の遠位端に当てた。ベルト不使用下における測定は、HHDのセンサーを検者の手掌に面ファスナーで固定した状態で、make test（被験者は測定肢を指定された運動方向へ動かすように力を入れるが、検者が測定方向へは動かないように固定する方法）にて実施し、検者による固定が困難となり、明らかな運動が認められた場合には、その時点で計測を終了とした。ベルト使用下における測定においては、運動方向に対してベルトがほぼ垂直になるように手関節を軽度背屈位とし、センサーが装着されたベルトを、治療台の支柱で踏みつける位置において固定した（図1）。測定に際しては、肘関節屈曲による代償運動を防ぐため前腕遠位端の位置を徒手にて固定した。

HHDはアニマ社製等尺性筋力測定器 μ Tas F-1 を使用した。測定に際してはそれぞれ、3秒程度で定常状態となる約5秒間の最大努力による運動を行い、その間の最大値を採用した。また、測定は同日中、30秒以上の間隔をあけて3回の測定を実施した。検者は男性理学療法士1名（年齢37歳，身長173 cm，体重73 kg）であった。ベルト使用，不使用の順はランダムとし，検者は本研究に先立って，測定方法に習熟するための練習を行った。

統計処理はR2.8.1を使用し，検者内再現性について級内相関係数（以下，ICC），Bland-Altman分析を用いた。



図1. 測定肢位

Ⅲ. 結果

ベルト使用下，ベルト不使用下におけるHHDによる等尺性収縮による手関節掌屈筋力測定の結果を表1に示す。

手関節掌屈筋力測定におけるICCを表2に示す。ベルト使用下の測定におけるICC（1，1）は0.919，ベルト不使用下におけるICC（1，1）は0.921であった。

手関節掌屈筋力測定におけるBland-Altman分析の結果を表3に示す。ベルト使用下における1回目と2回目，1回目と3回目の測定間に系統誤差である固定誤差がみられた。2回目と3回目の測定間には系統誤差はみられなかった。ベルト不使用下における測定間には1回目と3回目の測定間に系統誤差である比例誤差がみられた。

表1. 手関節掌屈筋力

	ベルト不使用(N)	ベルト使用(N)
1回目	103.2 ± 23.3	112.8 ± 33.9
2回目	98.6 ± 26.9	105.5 ± 28.7
3回目	99.6 ± 27.7	104.1 ± 30.0

平均値±標準偏差

表2 手関節筋力測定における検者内再現性 (n=20)

		ICC(1, 1)	95%CI
手関節筋力	掌屈(ベルト固定あり)	0.919	0.840 - 0.964
	掌屈(ベルト固定なし)	0.921	0.845 - 0.965

ICC(Intrater reliability) : 検者内信頼性

95%CI(95%Confidence interval) : 95%信頼区間

表3 手関節筋力測定におけるBland-Altman分析 (n=20)

測定項目	比較	固定誤差		比例誤差		LOA	MDC ₉₅ (cmH ₂ O)		
		95%信頼区間	有無	直線の傾き	有無				
手関節掌屈	ベルト固定あり	A	-2.12 - 12.58	あり	0.167	p=0.033	あり	-5.5 - 20.2	21.9
		B	-3.28 - 5.98	なし	0.045	p=0.567	なし		19.4
		C	4.00 - 15.61	あり	0.166	p=0.049	あり	-5.81 - 25.4	25.7
	ベルト固定なし	A	-0.43 - 9.63	なし	-0.15	p=0.126	なし		21.0
		B	-5.38 - 3.28	なし	-0.028	p=0.722	なし		18.1
		C	-2.09 - 7.60	なし	-0.205	p=0.017	あり	-10.3 - 15.8	21.4

A: 1回目と2回目の測定値の比較, B: 2・3回目の測定値の比較, C: 1・3回目の測定値の比較

LOA(limits of agreement) : 誤差の許容範囲, MDC₉₅ (minimal detectable change 95%) : 最小可検変化量の95%信頼区間

IV. 考察

測定の結果, ベルト使用下の測定におけるセグメント内の検者内再現性について, ICCは0.919, ベルト不使用下のICCは0.921であった. 桑原と斉藤ら⁷⁾は, 大まかな目安としてICCが0.9以上の場合, その再現性は優秀, 0.8以上の場合は良好, 0.7以上の場合は普通, 0.6以上の場合は可能, 0.6未満の場合は要再考であると評価している. このことから, 同日内における3回の測定の再現性はベルト使用下, 不使用下の測定ともにその再現性は良好であった. Bland-Altman分析の結果は, ベルト使用下での測定における1回目と2回目, 1回目と3回目において系統誤差である固定誤差を認めた.

これは, 3回の測定を行った結果, 1回目の測定値が最大値となり, その後の2回目, 3回目の測定値は減少していたことがその要因として考えられる. 測定に際して, 代償動作をださないよう留意して行ったことを考えると, 1回目と2・3回目の測定値に差が認められた要因としては筋疲労が考えられる. また, ベルト不使用下での測定結果からも, 1回目と3回目の測定において系統誤差である比例誤差が認められたため, ベルト使用下の測定と同様のことが言えると考えられる.

ベルト固定を使用したHHDの測定において, Katoh⁸⁾らによる下肢筋力測定の報告では, 筋力が比較的低い(300 Nに満たない)股関節内旋, 外旋などにおいても, ベルトを用いたHHDによる測定の方が, 高い再現性を有していた. また, 五味⁹⁾らによる報告では, 下肢に比べると筋力が低い測定が多いと思われる

上肢筋力測定においても、HHDを徒手で固定するよりもベルトで固定する測定の方が高い再現性を有していた。今回の結果をみた場合、ICC (1, 1) によるベルト使用下による測定、ベルト不使用下における測定ともに高い再現性を有していた。しかし、測定値をみた場合、ベルト使用下における測定の方が、高い筋力値を得ることができていた。これは、ベルト使用下によるHHDの測定の固定性が高いことが示唆されたと考えられる。若年健常人を対象としたベルト固定を併用したHHDを用いた等尺性手関節掌屈筋力測定の同日内における信頼性は高いものの、Bland-Altman分析の結果から、1回目と2回目、1回目と3回目の測定間に系統誤差がみられたことを考慮した場合、測定の1回目を練習とした後、2回目の測定値を採用することで、適切な測定結果が得られることが考えられた。

本研究の限界に関して、本研究は若い健常者による測定で比較的筋力水準が高い対象であるため、精度の面からは高齢者や障害者など筋力低下を来している対象における検討が必要である。

V. 結論

本研究は、ベルト使用下の測定による手関節筋力測定方法について、連続した3回の測定を行い、検者内再現性を検討し、ベルト不使用下の測定との比較を行った。ICC (1, 1) はいずれも0.9以上と高い信頼性が示されたが、測定値、およびBland-Altman分析の結果から、ベルト使用下におけるHHDの測定を、1回目を練習とした後、2回目の測定値を採用することで、臨床使用が可能な再現性を有することが示唆された。

VI. 謝辞

本研究に協力していただきました被験者の皆様に心から感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 中山影一 (1990) 徒手筋力テストの信頼性について.理学療法・作業療法.13,87-92.
- 2) Van der Ploeg RJ,Oosterhuis HJ,Reuvekamp J (1984) Measuring muscle strength.J Neurol. 231 (4), 200-203.
- 3) Katoh M,Yamasaki H (2009) Test-retest reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer restrained by a belt: comparisons during and between sessions. J Phys Ther Sci.21 (3), 239-243.
- 4) Katoh M,Hiiragi Y,Uchida M (2011) Validity of isometric muscle strength measurements of the lower limbs using a hand-held dynamometer and belt: a comparison with an isokinetic dynamometer. J Phys Ther Sci.23 (4), 553-557.
- 5) Katoh M,Isozaki K,Sakanoue N,et al (2010) Reliability of isometric knee extension muscle strength measurement using a hand-held dynamometer with a belt:a study of test-retest reliability in healthy elderly subjects. J Phys Ther Sci.22 (4), 359-363.
- 6) Katoh M,Asuma H (2011) Test-retest reliability of isometric knee extension muscle strength measurement using a hand-held dynamometer and a belt: study of hemiplegic patients.J Phys Ther Sci.23 (1), 25-28.
- 7) 桑原洋一, 斎藤俊弘, 稲垣義明 (1993) 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.
- 8) Katoh M,Yamasaki H (2009) Comparison of reliability of isometric leg muscle strength measurements

made using a hand-held dynamometer with and without a restraining belt.J Phys Ther Sci .21 (1) ,37-42.

- 9) 五味雅大,平野正広,加藤宗規 (2015) ハンドヘルドダイナモメーターとベルト固定を用いた等尺性肩関節筋力測定値の妥当性- 等速性筋力測定機器との比較-.理学療法科学. 30 (4) ,317-321.

(平成27年11月26日稿)

査読終了日 平成28年1月15日