

報告

Hand-held Dynamometerを用いた膝伸展筋力測定 の再現性と妥当性についての文献検証

多田 実加¹⁾, 大森 圭貢²⁾, 佐々木 祥太郎¹⁾, 最上谷 拓磨¹⁾, 榊原 陽太郎¹⁾, 宮崎 登美子³⁾

Measurements of knee extension strength by hand-held dynamometer: A literature review

Mika Tada¹⁾, Yoshitsugu Omori²⁾, Shotaro Sasaki¹⁾, Takuma Mogamiya¹⁾, Yotaro Sakakibara¹⁾, Tomiko Miyazaki³⁾

要 旨

本邦におけるHand-held Dynamometer（以下，HHD）を用いた膝伸展筋力測定方法を文献検証した．医中誌のデータベースを用い，「Hand-held Dynamometer」，「ハンドヘルドダイナモメーター」，「徒手筋力計」のキーワードで文献検索を行った．抽出された文献のうち膝伸展筋力測定方法に関して再現性と妥当性が検討された32文献を対象とした．

運動器疾患を有さない対象者において再現性を検討した報告は16文献あり，その内15文献はHHDにベルト固定を併用していた．端座位でベルト固定を併用した測定における級内相関係数は，検者内，検者間ともに1つの論文を除きすべて0.9を超えていた．一方，筋力水準が高い場合，ベルト固定なし条件での再現性は不良であった．同時的妥当性を検討した8文献では，7文献においてベルト固定が行われていた．いずれも等速性筋力測定装置などによって得られた値との間に強い相関関係を認めていた（0.73～0.98）．

運動器疾患を有する対象者で検討した8文献では，4文献においてベルト固定が併用されており，検者内級内相関係数は0.9を超えていた．ベルト固定を併用していない1文献でも，級内相関係数は0.9を超えていたが，測定された筋力は極めて低値であった．

運動器疾患のない対象者においては，端座位でのベルト固定を併用したHHDによる測定方法が選択されるべきである．

キーワード：ハンドヘルドダイナモメーター，等尺性膝伸展筋力，筋力測定，再現性，妥当性

【はじめに】

徒手筋力検査法（Manual Muscle Testing：以下，MMT）は，測定機器を用いずに検査を行えることや，在宅やベッドサイドにて環境に制限されることが少なく測定を行えるなどの長所を有し，臨床現場で広く用いられている¹⁾．しかし，MMTは順序尺度で

あり，グレード4，5の判定は個人の主観によって評価されるため，その客観性の低さが指摘されている²⁾．また，筋力の変化を捉えにくいこともMMTの欠点として挙げられている³⁾．このようなMMTの長所と短所が示される中，筋力の評価方法としてHand-held Dynamometer（以下，HHD）を用いた方

1) 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院 リハビリテーション部

Department of Rehabilitation Medicine, St. Marianna University School of Medicine Yokohama City Seibu Hospital

2) 湘南医療大学保健医療学部 リハビリテーション学科

Department of Rehabilitation, Shonan University of Medical Sciences

3) 高知リハビリテーション学院 理学療法学科

Department of Physical Therapy, Kochi Rehabilitation Institute

法が臨床や研究の場で多く用いられるようになってくる⁴⁾。HHDを用いた筋力測定は、筋力の変化を捉えやすいことや、他の筋力測定機器よりも安価で携帯性に優れるなどの長所がある。

検査を標準化するには、「妥当性」と「再現性」が備わっている必要があり、HHDによる筋力測定方法も同様である⁵⁾。優れた検者内、検者間の再現性と妥当性を有するHHDを用いた膝伸展筋力測定方法を提示することは、筋力の適切な評価を可能とするだけでなく、より科学的な理学療法の実現に欠くことができない。

膝伸展筋力は立ち上がりや歩行といった動作能力と密接な関連⁶⁻⁸⁾があることや、下肢の筋力の代表値として用いられることが多く、その測定方法を確立する意義は大きい。

本研究の目的は、本邦におけるHHDを用いた膝伸展筋力測定方法について妥当性と再現性を文献検証し、臨床や研究で有用な測定方法および課題を明らかにすることである。

【方法】

HHDを用いた膝伸展筋力測定の再現性と妥当性を文献検索し、調査した。

1. 文献検索

文献検索は、医中誌のデータベースを用いて2017年8月14日に行った。検索年は1986年以降とし、検索キーワードは「Hand-held Dynamometer」、「ハンドヘルドダイナモメーター」、「徒手筋力計」をそれぞれor掛け合わせ検索を行った。検索の際は、絞り込み検索機能を用い「原著論文」のみとし、「会議録」は除いた。

2. 選定基準

抽出された文献のうち、膝伸展筋力の測定方法として測定肢位や機器の種類、およびその固定方法、手や体幹の固定方法、筋収縮時間などについて記載されていること、再現性あるいは妥当性を検討していることを選定基準として、分析対象の文献を決定した。

3. 分析

分析対象となった文献のうち、再現性と妥当性を報告した文献の対象者と測定方法を調査した。調査は、対象者を①下肢に運動器疾患を有さない高齢者及び内部疾患患者と②それ以外の者に分けて行い、測定姿勢、測定時間、その他の特徴的な事柄について抜き出し記録した。

【結果】

文献検索により512文献が抽出された。そのうち選定基準である膝伸展筋力の測定方法に関して再現性あるいは妥当性が検討された32文献を分析対象とした。そして、下肢に運動器疾患を有さないものを対象とした再現性に関する16文献(表1)とその妥当性に関する8文献(表2)、運動器疾患を有するものを対象とした8文献(表3)に大別した。

1. 下肢の運動器疾患を有さない対象者において再現性を検討した文献(表1)

運動器疾患を有さない対象者において再現性を検討した報告は16文献あり、その内15文献はHHDにベルト固定を使用していた。端座位でベルト固定を用いた測定における検者間級内相関係数は、1つの文献²³⁾を除いて、0.9を超えていた。同様に、検者内級内相関係数は、1つの文献¹⁸⁾を除きすべて0.9を超えていた。

ベルト固定とベルト固定なし条件で比較した研究の内、3つの文献^{9,10,15)}では、ベルト固定なし条件での再現性は対象者の筋力水準が高い場合に不良であった。残り1つの文献¹⁴⁾では、徒手固定に独自の工夫を加えた方法を用い、良好な再現性を報告していた。

徒手固定による健常女性を対象とした検討²¹⁾では、級内相関係数は0.79-0.83であった。

測定姿勢は、ほとんどが端座位で膝屈曲90度あるいは下腿下垂位に設定されたものであった。上肢の肢位は、両上肢を体幹の前方で組むよう指示されたもの、検査台の上に置くよう指示されたもの、検査台をつかむよう指示されたものがあつたがいずれの再現性も良好であった。収縮時間は3秒間と5秒間があつたが、いずれも再現性は良好であった。測定

機器は、アニマ社製の μ Tasシリーズを使用しているものが15文献、酒井医療社製のMobieMT-110が2文献であった。

2. 下肢の運動器疾患を有さない対象者において妥当性を検討した文献(表2)

同時的妥当性を検討した8文献では、7文献においてベルト固定が用いられていた。いずれも等速性筋力測定装置によって得られた筋力値との間に強い相関を認めていた(相関係数0.73-0.98)。2つの文献^{26,27)}では、筋力が50kgf,60kgfを超える場合には、妥当性が低下するとの報告が見られた。

徒手固定を用いた1文献では、等速性筋力測定装置との間に、0.84-0.87の強い相関が認められていた。

測定機器は、アニマ社製の μ Tasシリーズを使用しているものが4文献、その他3種類のHHDが用いられていた。

3. 下肢の運動器疾患を有するものを対象とした文献(表3)

6文献が脳血管疾患、2文献が整形外科疾患、1文献が脳性麻痺児を対象としたものであった。

8文献中、4文献においてHHDにベルト固定が使用されていた。これらの文献における検者内級内相関係数は、すべて0.9を超えていた。検者間級内相関係数は、脳性麻痺児を対象とした文献のみで検討されており、0.69-0.89であった。

ベルト固定を使用していない4文献中、1つの文献が検者内級内相関係数を報告し、それは0.9を超えていた(平均筋力:96.4N)。妥当性について報告した1つの文献の相関係数(平均筋力)は、非麻痺側0.75 \times (67.8Nm)、麻痺側0.88 \times (31.2Nm)であった。

測定機器はベルト固定を用いた4文献がアニマ社製の μ Tasシリーズを使用していた。徒手固定を用いた3文献がJTECH社製のPowerTrackIIであった。2つの文献^{36,40)}では測定中に背もたれの使用や補助者による体幹支持が行われていた。

【考 察】

HHDを用いた膝伸展筋力の測定方法について32

文献を検証した。

1. 下肢の運動器疾患を有さない対象者において再現性を検討した文献(表1)

16文献中、15文献はHHDにベルト固定を使用していた。そして、級内相関係数は検者間、検者内ともにほとんどが0.9を超えていた。桑原ら⁴¹⁾は、大まかな目安として級内相関係数が0.9以上の場合、その再現性は優秀であると評価している。したがって、端座位でHHDにベルト固定を使用した膝伸展筋力測定方法は良好な再現性を有するものと考えられた。

ベルト固定とベルト固定なし条件で比較した研究は4文献あり、その内の3文献^{9,10,15)}では、ベルト固定なし条件での再現性は対象者の筋力水準が高い場合に極めて不良であった。残り1つの文献¹⁴⁾は、徒手固定に独自の工夫を加えた方法を用い、高い再現性を実現していた。しかし、対象者となった虚弱高齢者の筋力水準は低く(男性16.3kgf、女性16.1kgf)、より高い筋力水準の対象者では固定力に優れた方法が必要であることを認めていた。

徒手固定による健常女性を対象とした1つの文献²¹⁾では、級内相関係数は0.79-0.83であった。対象の平均筋力は基本姿勢において右214.1N、左223.1Nとなっていた。20歳代健常女性の膝伸展筋力は、体重比で0.74kgf/kgと報告されている⁴²⁾。これは50kgの女性であれば362.6Nに相当する。この報告の平均筋力は著しく低く、測定値の妥当性に問題があるかもしれない。Hydeら⁴³⁾は、検者の測定経験や抵抗を加える能力を問わず、被験者の筋力30kgをHHDによる測定の限界としている。Wilesら⁴⁴⁾やClark⁴⁵⁾は、それぞれ被験者の筋力が30kg、60lbs(約27kg)以上の場合には、検者が徒手固定することが困難であったとしている。また、本邦においては、体格の小さな女性検者が測定を行った場合には、得られた測定値が20kg前後で頭打ちになったと報告されている⁹⁾。今回の調査でも16文献中15文献においてベルト固定などが用いられていた。筋力水準が比較的高い対象者の筋力測定においては、ベルト固定を使用することが常識となりつつある。

その他の測定条件では、端座位での測定がそのほとんどを占め、上肢の肢位や収縮時間が再現性に与える影響は認められなかった。よって、これらの条件を同一にした場合、再現性には問題が生じないものと考えられる。

2. 下肢の運動器疾患を有さない対象者において妥当性を検討した文献(表2)

同時的妥当性を検討した8文献では、7文献においてベルト固定が用いられており、いずれも等速性筋力測定装置によって得られた筋力値との間に強い相関関係を認めていた($r=0.73-0.98$)。しかし、2つの文献^{26,27)}では、筋力が50kgf, 60kgfを超える場合に妥当性が低下するとの報告が見られた。極めて強い筋力を有する場合、ベルト固定を使用しても妥当性を担保できない可能性があるが、筋力水準を考慮すると高齢者や疾患群では問題にならないと考えられる。スポーツ選手や健常成人において、妥当性が低下する原因とその解決策について今後検討される必要がある。

徒手固定を用いた海外の1文献³²⁾では、等速性筋力測定器との間に、0.84-0.87の強い相関が認められていた。この研究における検査者の体格は、体重90kg, 身長180cmであり、HHDによって最大で87.4kgfまでの計測が行われていた。本邦における20歳代男性, 女性の固定力は、27.6kg, 19.0kgと報告⁵⁾されており、通常の体格の検査者では87.4kgfの筋力に抗することは不可能と考えられる。したがって、この研究における妥当性は特別な検査者によって導き出された結果と解釈すべきであろう。

妥当性に影響を与える要因としては、非測定下肢の接地・非接地⁴⁶⁾、パッド形状による疼痛¹⁶⁾、車椅子、パイプ椅子、介護用ベッドなどの座面¹¹⁾、測定時の試行回数⁴⁶⁾、上肢の使用や骨盤固定用ベルトの使用²⁴⁾、などが報告されている。最大の筋力を得るためには、非測定下肢を接地させて厚パッド(アニマ社製TMTasシリーズ)を使用すること、パイプ椅子は避けて3回の試行回数を確保とすることが望ましい。また、両手でベッド端を把持して体

幹を固定することがより大きな筋力発揮につながる。これらの測定条件の統制が再現性と妥当性を向上させるうえで必要であろう。

3. 下肢の運動器疾患を有するものを対象とした文献(表3)

HHDにベルト固定を用いた測定方法を採用した4つの文献³⁷⁻⁴⁰⁾における検者内級内相関係数は、すべて0.9を超えており、運動器疾患を有する下肢においても良好な再現性が確認されていた。検者間級内相関係数は、脳性麻痺児を対象とした文献⁴⁰⁾のみで検討されており、0.69-0.89であった。この研究は13名を対象とした研究であり、座位保持が安定しないため後方から体幹を支持する補助者が存在した。そして、検者間再現性は座位が安定していない対象者で低値をとっていた。また、片麻痺者を対象とした研究では、背もたれの有無が測定値に大きな影響を与えることが指摘されていた³⁶⁾。以上のことは、座位姿勢の安定しない運動器疾患患者では、そのことが測定値の再現性や妥当性に影響を及ぼすことを示唆している。これらの対象者については、適切なバックレストや体幹、骨盤固定ベルトなどを使用して安定した座位姿勢を確保することが再現性、妥当性を向上させるポイントになるであろう。

ベルト固定を用いていない4文献中、級内相関係数を報告した1つの文献³³⁾の検者内再現性は、0.9を超えていた。しかし、平均筋力は96.4N(9.8kgf)であった。妥当性について報告した1つの文献³⁴⁾の相関係数および平均筋力は、非麻痺側0.759, 67.8Nm(下肢長0.3mと推定すると23.1kgf)麻痺側0.883, 31.2Nm(下肢長0.3mと推定すると10.6kgf)であった。いずれの筋力値も低く、このことが良好な再現性、妥当性につながった可能性がある。稲岡ら⁴⁷⁾は、徒手固定が可能な筋力域であってもベルト固定の利用によって測定値の変動が低く抑えられることを報告している。運動器疾患を有する下肢における膝伸展筋力は低いものの、より正確な筋力測定を実現するためにはベルト固定の使用が望ましいであろう。

表1 下肢に運動器疾患を有さない対象者において再現性を検討した文献

文献	対象(名) 平均年齢(歳)	測定方法				再現性	備考 (等尺性膝伸筋筋力実測値、相関係数など)
		測位座位	機器の固定方法	手・体幹の固定	筋収縮時間		
加藤ら, 2001 ⁹⁾	健康成人(21名42脚) 19.4±0.5	端座位	ベルト固定あり/なし	両上肢体幹前方で組む	3秒間	アニマ社 μTasMT-1	検者間 男性:ベルト使用45.08±3.91kgf, 徒手固定32.25±4.97kgf 女性:ベルト使用46.79±13.60kgf, 徒手固定20.23±2.56kgf ベルト使用: ICC 0.93 \times 男女検者とも80kgfまで測定可能) ベルト不使用: ICC 0.33 \times 女性検者は30kgfまで測定可能)
山崎ら, 2002 ¹⁰⁾	健康成人(13名26脚) 呼吸器疾患患者(15名30脚) 49.6±23.4	端座位	ベルト固定あり/なし	両上肢体幹前方で組む	3秒間	アニマ社 μTasMT-1	検者内 男性:ベルト使用32.05±20.36kgf, 徒手固定26.59±13.37kgf ベルト使用: ICC 0.921 ベルト不使用: ICC 0.40 \times ベルト装着下筋力>40kg) ICC 0.99 \times ベルト装着下筋力<30kg)
栗山ら, 2003 ¹¹⁾	健康成人(20名40脚) 20.4±2.1	(1)端座位 (2)車椅子座位 (3)ベッド端座位 (4)椅子座位	ベルト固定	自由	10秒間	アニマ社 μTasMT-1	検者内 各姿勢での筋力値 (1)43.9±12.6kgf,(2)40.5±11.8kgf,(3)45.4±14.2kgf,(4)32.3±8.9kgf ⇒パイプ椅子座位での測定値は有意に低値であった 各座位姿勢間ICC(1)vs(2),(3)0.820, 0.786 (4)vs(1),(2),(3)0.078, 0.488, 0.237
加藤, 2003 ¹²⁾	健康成人(18名36脚) 19.8±1.6	端座位 車椅子座位	ベルト固定	両上肢体幹前方で組む	3秒間	アニマ社 μTasMF-01	検者内 端座位48.64±14.27kgf, 車椅子座位40.66±9.19kgf 車椅子(杖連結)45.98±13.32kgf ICC:端座位0.947, 車椅子座位0.767, 車椅子(杖連結)0.730 ⇒車椅子座位は再現性が劣る
柏ら, 2004 ¹³⁾	健康成人(18名36脚) 29.8±7.8 高齢患者(20名38脚) 72.9±9.2	端座位	ベルト固定	両上肢体幹前方で組む	3秒間	アニマ社 μTasMF-01	検者間 検者(A)健康成人53.9±16.1kgf, 高齢患者18.6±8.0kgf 検者(B)健康成人54.3±16.0kgf, 高齢患者18.3±7.4kgf 検者間再現性: ICC 健康0.930, 高齢患者0.956 ⇒高齢患者を対象にしても良好な再現性がある
徳久ら, 2007 ¹⁴⁾	虚弱高齢者(31名) 81.6±6.1	車椅子座位	H固定法/ ベルト固定法	膝の上におく	5秒間	アニマ社 μTasMF-01	検者間 徒手固定:検者(男性):16.3±4.9kgf, 検者(女性):16.1±5.1kgf ベルト固定:15.3±5.4kgf 男女検者間再現性: ICC 0.96 併存的妥当性(ベルト法vsH固定法): ICC 男性0.89, 女性0.90
Katoh, 2009 ¹⁵⁾	健康成人(21名) 19.4±0.5	端座位	ベルト固定あり/なし	検査台の上	5秒間	アニマ社 μTasMF-01	検者間 検者(男性)ベルト使用46.8±13.7kgf, 徒手固定32.3±5.0kgf 検者(女性)ベルト使用46.6±13.6kgf, 徒手固定20.2±2.6kgf 男女検者間再現性: ICC ベルト固定0.98, 徒手固定0.04
山崎ら, 2009 ¹⁶⁾	健康成人(36名) 20.5±1.7	端座位	ベルト固定	両上肢体幹前方で組む	5秒間	アニマ社 μTasF-1	検者内 センサーパッドの厚みで比較 新パッド(厚)61.4±14.7kgf, 旧パッド47.3±14.6 kgf, ⇒厚みのある新パッドでは疼痛が少なく, 有意に高い筋力値 ICC: 新パッド0.91, 旧パッド0.94 ⇒パッドの厚さと形状の変化は再現性に影響を与えない
Katoh, 2009 ¹⁷⁾	健康成人(37名) 21.9±1.5	端座位	ベルト固定	検査台の上	5秒間	アニマ社 μTasMF-01 μTasF-1	セッション内 セッション間 最大値 50.2±16.8kgf(ベルト固定にて) セッション内: ICC 0.94-0.96, セッション間: ICC 0.91 ⇒異なる機械での反復測定を推奨
Katoh, 2010 ¹⁸⁾	地域在住高齢者(185名) 70.5±5.2	端座位	ベルト固定	検査台の上	5秒間	アニマ社 μTasF-1	検者内 (女性)65-69歳:24.7±7.1kgf, 70-74歳:21.6±6.4kgf, 75歳以上:17.3±5.9kgf (男性)65-69歳:39.3±12.3kgf, 70-74歳:34.0±9.1kgf, 75歳以上:28.9±11.2kgf 検者内再現性: ICC 女性0.88, 男性0.91 女性:65-69歳0.85, 70-74歳0.88, >75歳0.92 男性:65-69歳0.90, 70-74歳0.88, >75歳0.90
伊藤ら, 2013 ¹⁹⁾	健康成人(17名) 26.1±4.0	端座位	ベルト固定	検査台の端をつかむ	5秒間	アニマ社 μTasMF-01	検者内 検者間 中間位143.5±25.1Nm, 内旋位166.9±31.0Nm, 外旋位154.9±24.5Nm 検者間再現性: ICC 股関節中間位0.90, 内旋位0.85, 外旋位0.95 検者内再現性: ICC 股関節中間位0.97, 内旋位0.98, 外旋位0.89
Katoh, 2014 ²⁰⁾	地域在住高齢者(186名) 65~79	端座位	ベルト固定	検査台の上	5秒間	アニマ社 μTasF-1	検者内 2回試行の最大値: 全対象者31.9±10.1kgf, 65-69歳31.2±9.9kgf, 70-74歳39.8±9.8kgf, 75-79歳29.7±10.2kgf ICC: 全対象者0.955, 65-69歳0.955, 70-74歳0.957, 75-79歳0.937
吉澤ら, 2015 ²¹⁾	健康成人女性(17名) 20.9±0.9	①MMT姿勢 座位, 股関節 90°屈曲位, 膝 関節10°屈曲位 ②基本姿勢 座位, 股・膝関節 90°屈曲位	徒手固定	検査台の端をつかむ	5秒間	アニマ社 μTasF-1	検者内 ①MMT姿勢 右151.9±6.2N, 左149.3±7.4N ②基本姿勢 右214.1±19.2N, 左223.1±20.1N ICC(1,3): ①MMT姿勢 右0.84, 左0.81 ②基本姿勢 右0.83, 左0.79
Katoh, 2015 ²²⁾	健康成人(40名) 20.6(20~23)	端座位	ベルト固定	検査台の上	5秒間	アニマ社 μTasF-1 酒井医療 Mobie	検者内 2回試行の最大値: μtas46.9±17.4kgf, Movie45.4±18.0kgf ICC: μtas0.958, Movie0.953, 両方で値が大きい方を選択すると0.961 Movieにのみ測定誤差あり, MDC11.4kgf
Suzuki, 2015 ²³⁾	健康成人(54名) 23.2±6.8	端座位	ベルト固定	両上肢体幹前方で組む	3秒間	酒井医療 MobieMT-110	検者内 検者間 3回試行の平均値: 検者(女性): 右39.4±10.6kgf, 左39.4±10.6kgf 検者(男性): 右39.5±11.2kgf, 左39.2±9.9kgf 検者内再現性: ICC(1,1)0.94-0.96, (1,3)0.98-0.99 検者間再現性: ICC(2,1)0.88-0.92, (3,1)0.88-0.92
高木ら, 2016 ²⁴⁾	健康成人(21名) 20~21	端座位	ベルト固定	①固定なし位 体側の座面に手をつく ②ベッド把持位 検査台の端をつかむ ③ベルト固定位 骨盤固定用ベルトを ベッドと連結	記載なし	アニマ社 μTasF-1	検者内 各条件の筋力値: ①52.9±20.0kgf, ②58.4±2.6kgf, ③54.2±19.3kgf ⇒②のベッド把持位が有意に測定値が大きかった 検者内再現性: ①vs② r=0.953, ①vs③ r=0.946, ②vs③ r=0.942

表 2 下肢に運動器疾患を有さない対象者において妥当性を検討した文献

文献	対象(名) 平均年齢(歳)	測定方法					妥当性	備考 (等尺性膝伸展筋力実測値、相関係数など)
		測位肢位	機器の固定方法	手・体幹の固定	筋収縮時間	測定機器		
山崎ら, 2003 ²⁵⁾	健康成人(17名) 高齢患者(30名) 27.1±5.1	端座位	ベルト固定	両上肢体幹前方 で組む	3 秒間	アニマ社 μ TasMT-1	vs 等速性膝伸展筋力 Cybex II+	健康者: 45.9±15.1kgf, 高齢者: 20.5±11.0kgf 相関係数: 健康成人0.945, 高齢者0.964
平澤ら, 2005 ²⁶⁾	健康成人(31名62脚) 入院患者(15名30脚) 38.1±18.7	端座位	ベルト固定	検査台の端をつ かむ	5 秒間	アニマ社 μ TasMT-1	vs 等速性膝伸展筋力 Biodex	相関係数: 0.981 HHDでの測定値ごとの相関係数: 0-20kgf: 0.932, 20-40kgf: 0.844, 40-60kgf: 0.836, 60kgf以上: 0.493
堀ら, 2005 ²⁷⁾	健康成人(10名20脚) 31.1±7.9	端座位	ベルト固定	両上肢体幹前方 で組む	5 秒間	アニマ社 μ TasMF-01	vs 等速性膝伸展筋力 COMBIT CB-2 (三ナト医科学)	平均値: 44.7±12.6kgf 相関係数: 0.922 HHD<50kgf: 0.86, HHD≥50kgf: 0.66 ⇒HHDは筋力測定として妥当性があるが, 測定値が50kgfを超える 場合には十分な固定性またはCOMBITなどの機器が必要
山下ら, 2005 ²⁸⁾	健康成人(28名) 21.8±1.3	記載なし	ベルト固定	記載なし	記載なし	記載なし	vs 等速性膝伸展筋力 MYORET RZ-450 (川崎重工業)	平均値: 55.2±18.6kgf 相関係数: 0.967 ⇒異なった筋収縮形態間での検討であり, 十分な妥当性を吟味でき とは言い難い
Katoh, 2011 ²⁹⁾	健康成人(24名) 20.4±2.2	端座位	ベルト固定	検査台の上 (記載なし, 写 真より)	5 秒間	アニマ社 μ TasF-1	vs 等速性膝伸展筋力 Cybex NORM	平均値: 215.0±101.9N 相関係数: 0.75
松岡ら, 2012 ³⁰⁾	健康成人(29名29膝) 31.5±8.5	端座位	ゲージで固定	両上肢体幹前方 で組む	5 秒間	アルケア社 QTM	vs 等速性膝伸展筋力 Biodex	相関係数: 0.73 QTMvsBiodex
本多ら, 2014 ³¹⁾	健康成人男性(26名) 21.50±3.14	端座位	ベルト固定	検査台の上	5 秒間	酒井医療 MobileMT-110	vs 等速性膝伸展筋力 (power Track II を使用 した先行研究との比較)	平均値: 49.93±9.02kgf 膝伸展筋力と握力, 大腿周径に中等度の相関係数 先行研究と同様の結果であり, 機器の測定方法は妥当
Muff G, 2016 ³²⁾	健康成人(30名) 32.8±11.5	端座位	徒手固定	検査台の端をつ かむ	5 秒間	HOGGAN社 MICRO-FET2	vs isokinetic dynamometer (ConTrex MJ)	利き足: 52.9±6.7kgf, 非利き足: 51.1±7.2kgf 相関係数: 利き足 vsEccentric(60°)0.87, Isometric(0°)0.85, Concentric(60°)0.87, Concentric(180°)0.85 非利き足 vsEccentric(60°)0.84, Isometric(0°)0.87, Concentric(60°)0.86, Concentric(180°)0.87

表3 下肢に運動器疾患を有するものを対象とした文献

文献	対象(名) 平均年齢(歳)	測定方法					再現性	妥当性	備考 (等尺性膝伸筋力実測値, 相関係数など)
		測位肢位	機器の 固定方法	手・体幹の固定	筋収縮 時間	測定機器			
前田ら, 1999 ³³⁾	脳血管疾患患者 (6名) 整形外科疾患患者 (6名) 80.2±10.6	端座位	徒手固定	検査台の上	記載なし	Jtech社 Power Track II/ HOGGAN社 MICRO-FET2	検査内	なし	5回施行の最大値: 96.4±45.8N ICC: 0.93~0.98
大山ら, 1999 ³⁴⁾	脳血管疾患患者 (33名) 64.2±9.8	端座位	徒手固定	記載なし	記載なし	OG技研 MUSCULATOR GT-10	なし	vs 等速性膝伸筋力 Cybex 770-NORM	平均値: 麻痺側31.2±22.4Nm, 非麻痺側67.8±23.8Nm 相関係数: 麻痺側0.883, 非麻痺側0.759
舌間ら, 2003 ³⁵⁾	脳血管疾患患者 (1名) 70	記載なし	徒手固定	記載なし	記載なし	Jtech社 Power Track II	検査内 検査間	vs 機器同士を合わせて 測定している vs HHD(microFET) 等速性(KIN-COM)	再現性: 3名の検査における4回測定の変動係数は5~11%であり, 良好 vs 妥当性: vs microFET 相関係数: 0.995, vs KIN-COM 相関係数: 0.987
Chunhua PIAO, 2004 ³⁶⁾	片麻痺患者 (3名) 記載なし	椅子背も たれあり /なし	徒手固定	記載なし	記載なし	Jtech社 Power Track II	検査内 検査間	vs 機器同士を合わせて 測定している vs KIN-COM	背もたれあり: 81.5±9.8N 背もたれなし: 54.7±8.0N 有意差あり 検査間による測定値に有意差はない
Katoh, 2011 ³⁷⁾	脳血管疾患患者 (26名) 62.4±8.1	端座位	ベルト固定	検査台の上	5秒間	アニマ社 μ TasMF-01	検査内	なし	セッション1(2週目)3回施行の最大値: 麻痺側 11.5±12.6kgf, 非麻痺側 21.0±12.9kgf stage I 5名, II 7名, III 5名, IV 6名, V 3名, VI 0名 セッション2(6週目)3回施行の最大値: 麻痺側 11.8±10.1kgf, 非麻痺側 26.3±12.6kgf stage I 0名, II 3名, III 8名, IV 4名, V 9名, VI 2名
Akezaki, 2011 ³⁸⁾	脳血管疾患患者 (46名) 68.6±11.4	端座位	ベルト固定	両上肢体幹前 方で組む	3秒間	アニマ社 μ TasMF-01	検査内	なし	麻痺側: ICCセッション1(2週目)0.98, セッション2(6週目)0.99 非麻痺側: ICCセッション2(6週目)0.98, セッション2(6週目)0.99 2回施行の最大値: 平均 麻痺側 15.1±11.1kgf, 非麻痺側 25.9±12.2kgf 男性 麻痺側 19.3±12.3kgf, 非麻痺側 31.6±12.1kgf 女性 麻痺側 10.2±6.9kgf, 非麻痺側 19.2±8.5kgf stage III 14名, IV 6名, V 8名, VI 18名
Katoh, 2014 ³⁹⁾	大腿骨頸部骨折後患者 (75名) 81.7±8.1	端座位	ベルト固定	検査台の上	5秒間	アニマ社 μ TasF-1	検査内	なし	検査内再現性: ICC 麻痺側0.96, 非麻痺側0.93 3回施行の最大値: 全対象者 骨折側8.5±4.5kgf, 非骨折側13.6±7.4kgf, 平均11.0±5.6kgf ICC: 骨折側0.948, 非骨折側0.953, 平均0.961 術後測定までの平均日数は26.4±8.4日
阿部ら, 2014 ⁴⁰⁾	脳性麻痺児 (13名) 13.5±3.1	端座位	ベルト固定	両上肢体幹前 方で組む ※後方から支 持する補助者 あり	3秒間	アニマ社 μ TasF-1	検査内 検査間	なし	2回施行の最大値: GMFCSレベル I - III 群: 1.12±0.25Nm/kg, IV 群: 0.70± 0.20Nm/kg 検査内再現性 GMFCSレベル I - III 群: ICC 0.86, MDC 0.29Nm/kg IV 群: ICC 0.69, MDC 0.35Nm/kg 検査内再現性 I - III 群: ICC 0.97, IV 群: ICC 0.93

【文 献】

- 1) 吉村茂和, 相馬正之・他: 徒手筋力テストに関するアンケート調査. PT ジャーナル39(1): 87-92, 2005.
- 2) Dvir Z: Grade 4 in Manual Muscle Testing; The Problem with Submaximal Strength Assessment. Clin Rehab 11: 36-41, 1997.
- 3) 板場英行: 筋力測定-筋力評価の問題と今後の課題-. 理学療法学17: 236-237, 1990.
- 4) 川瀬紘平, 山崎裕司・他: 日本理学療法学会大会における筋力測定機器の使用状況. 高知リハビリテーション学院紀要10: 57-60, 2009.
- 5) 山崎裕司, 加藤宗規・他: 膝伸展筋力評価における徒手固定の限界. 総合リハ35(11): 1369-1371, 2007.
- 6) 山崎裕司, 長谷川輝美・他: 等尺性膝伸展筋力と移動動作の関連-運動器疾患のない高齢者を対象として. 総合リハ30(8): 747-752, 2002.
- 7) 杉本諭, 小野塚直子: 高齢者の下肢筋力と歩行能力の関連について. 総合リハ33(6): 567-570, 2005.
- 8) 寺尾詩子, 山崎裕司・他: 虚弱高齢者における昇段能力と等尺性膝伸展筋力の関係. 高知リハビリテーション学院紀要5: 1-6, 2004.
- 9) 加藤宗規, 山崎裕司・他: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定-固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響. 総合リハ 29(11): 1047-1050, 2001.
- 10) 山崎裕司, 長谷川輝美: 固定用ベルトを装着したダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定-検者内再現性の検討-. 高知リハビリテーション学院紀要3: 7-11, 2002.
- 11) 栗山裕司, 山崎裕司・他: 固定用ベルトを装着したハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定-異なる座位姿勢間における再現性の検討-. 高知リハビリテーション学院紀要4: 1-6, 2003.
- 12) 加藤宗規: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定-設定方法の違いが測定値に与える影響-. 東京保健科学学会誌 6(3): 201-204, 2003.
- 13) 柏 智之, 山崎裕司・他: 固定用ベルトを装着したハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝屈曲・伸展筋力測定方法の再現性-健常成人, 高齢患者における検討-高知県理学療法11: 20-24, 2004.
- 14) 徳久謙太郎, 鶴田佳世・他: ハンドヘルドダイナモメーターを用いた新しい膝伸展筋力測定方法の臨床的有用性 虚弱高齢者を対象とした検者間再現性, 妥当性, 簡便性の検討. 理学療法学34(6): 267-272, 2007.
- 15) Munenori Katoh, Hiroshi Yamasaki: Comparison of reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer with and without a restraining belt. Journal of physical therapy science 21(1): 37-42, 2009.
- 16) 山崎裕司, 祖川稔史・他: センサーパッド形状が等尺性膝伸展筋力値に及ぼす影響. 理学療法科学24(5): 693-696, 2009.
- 17) Munenori Katoh, Hiroshi Yamasaki: Test-retest reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer restrained by a belt: comparisons during and between Sessions. Journal of physical therapy science 21(3): 239-243, 2009.
- 18) Munenori Katoh, Koji Isozaki, et al.: 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. Journal of physical therapy science 22(4): 359-363, 2010.
- 19) 伊藤貴史, 朝重信吾・他: 股関節回旋肢位の相違が膝伸展筋力へ与える影響. PNF リサーチ 13(1): 50-55, 2013.
- 20) Munenori Katoh, Koji Isozaki: Reliability of isometric knee extension muscle strength measurements of healthy elderly subjects made with a hand-held dynamometer and a belt. Journal

- of physical therapy science 26(12): 1855-1859, 2014.
- 21) 吉澤隆志, 平山須弥朗: 女性における固定ベルト不使用下で測定した膝屈伸筋力についての検討—姿勢の違いによる影響—. 理学療法科学30(1): 95-98, 2015.
- 22) Munenori Katoh: Reliability of isometric knee extension muscle strength measurements made by a hand-held dynamometer and a belt: a comparison of two types of device. Journal of physical therapy science 27(3): 851-854, 2015.
- 23) Terumi Suzuki: Reliability of measurements of knee extensor muscle strength using a pull-type hand-held dynamometer. Journal of physical therapy science 27(3): 967-971, 2015.
- 24) 高木亮輔, 平野正広・他: ハンドヘルドダイナモメーターを用いた等尺性膝伸展筋力測定における骨盤固定が測定値に及ぼす影響. 了徳寺大学研究紀要10: 175-182, 2016.
- 25) 山崎裕司, 大森圭貢・他: 固定用ベルトを装着したハンドヘルドダイナモメーターによって測定した膝伸展筋力値の妥当性. 高知県理学療法10: 7-11, 2003.
- 26) 平澤有里, 長谷川輝美・他: ハンドヘルドダイナモメーターを用いた等尺性膝伸展筋力測定の妥当性. 総合リハ33(4): 375-377, 2005.
- 27) 堀七湖, 半田幸子・他: ハンドヘルドダイナモメーター(hand-held dynamometer: HHD)とCOMBITによる等尺性膝伸展筋力の測定—測定値の比較による相関性および妥当性の検討—. 日本私立医科大学理学療法学会誌22: 81-83, 2005.
- 28) 山下隆則, 山崎裕司: 固定用ベルトを併用したハンドヘルドダイナモメーターによる当社区政膝伸展・屈曲筋力測定方法—外敵妥当性の検討—. 高知県理学療法12: 29-32, 2005.
- 29) Munenori Katoh, Yukinobu Hiragi, et al.: Validity of isometric muscle strength measurements of the lower limbs using a hand-held dynamometer and belt: a comparison with an isokinetic dynamometer. Journal of physical therapy science 23(4): 553-557, 2011.
- 30) 松岡 潤, 渡辺博史・他: 下肢筋力測定・訓練器による膝関節90°屈曲位での筋力評価への応用. 運動療法と物理療法23(1): 76-80, 2012.
- 31) 本多裕一, 東裕一・他: 新型徒手筋力計「Mobie」を用いた検討—下肢筋力と握力, 周径, 及び体重との関係—. 理学療法福岡27: 53-55, 2014.
- 32) Guillaume Muff, Stéphane Dufour, et al.: Comparative assessment of knee extensor and flexor muscle strength measured using a hand-held vs. isokinetic dynamometer. Journal of physical therapy science 28(9): 2445-2451, 2016.
- 33) 前田哲男, 黒瀬富義・他: 手持ち式筋力計の再現性—歩行障害患者の膝伸展筋力の測定—. 鹿大医短紀要 9: 83-87, 1999.
- 34) 大山寛子, 高見彰淑: 脳卒中患者の筋力測定におけるハンドヘルドダイナモメーターの有用性の検討. 秋田理学療法7(1): 20-23, 1999.
- 35) 舌間秀雄, 吉本奈美・他: ハンドヘルドダイナモメーターによる筋力測定時の一考察—Power Track II COMMANDERを使用しての検討—. 理学療法福岡16: 33-37, 2003.
- 36) Chunhua PIAO, Nami YOSHIMOTO, et al.: Validity and Reliability of the Measurement of the Quadriceps Femoris Muscle Strength with a Hand-Held Dynamometer on the Affected Side in Hemiplegic Patients. 産業医科大学雑誌 26(1): 1-11, 2004.
- 37) Munenori Katoh, Hitomi Asuma: Test-retest reliability of isometric knee extension muscle strength measurement using a hand-held dynamometer and a belt: Study of hemiplegic patients. Journal of physical therapy science 23(1): 25-28, 2011.
- 38) Yoshiteru Akezaki, Takuo Nomura, et al.: Reliability of a hand-held dynamometer in muscle strength measurement in stroke patients. 保健医療学雑誌 2(1): 34-38, 2011.

- 39) Munenori Katoh, Yoshihiro Kaneko: An investigation into reliability of knee extension muscle strength measurements, and into the relationship between muscle strength and means of independent mobility in the ward : Examinations of patients who underwent femoral neck fracture surgery. *Journal of physical therapy science* 26(1): 15-19, 2014.
- 40) 阿部広和, 横井裕一郎・他: 重度痙直型脳性麻痺児に対するハンドヘルドダイナモメーターを用いた膝関節伸筋群の筋力測定の再現性－GMFCSレベルでの比較－. *PTジャーナル*48(9): 889－893, 2014.
- 41) 桑原洋一, 斎藤俊弘・他: 検者内および検者間の Reliability (再現性, 再現性) の検討. *呼吸と循環*41: 945－952, 1993.
- 42) 平澤有里, 長谷川輝美・他: 健常者の等尺性膝伸展筋力. *PTジャーナル*38: 330－333, 2004.
- 43) Hyde SA, Scott OM, et al : The myometer : the development of a clinical tool. *Physiotherapy* 68: 424-427, 1990.
- 44) Wiles CM, Karni Y: The measurement of muscle strength in patients with peripheral neuromuscular disorders. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 46: 1006-1013, 1983.
- 45) Clark HH: Comparison of instruments for recording muscle strength. *Res Q* 25: 399-405, 1988.
- 46) 山崎裕司, 有澤亜弥・他: 固定用ベルトを使用した等尺性膝伸展筋力測定方法の検討－試行回数と非測定側下肢支持の影響－. *高知リハビリテーション学院紀要*11: 31－34, 2010.
- 47) 稲岡忠勝, 平賀康嗣・他: 固定用ベルトの併用が筋力測定値に与える影響. *高知リハビリテーション学院紀要*18: 43－46, 2017.