

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

高木 亮輔, 平野 正広, 柊 幸伸, 川崎 翼, 加藤 宗規

了徳寺大学・健康科学部理学療法学科

要旨

【目的】ハンドヘルドダイナモメーター（HHD）を用いた等尺性膝伸展筋力測定において、骨盤固定が測定値に及ぼす影響を検討した。【方法】対象は健常若年成人21名とし、HHDにて、端座位膝屈曲90°での等尺性膝伸展筋力を測定した。測定肢位は体側の座面に手をつく方法（固定なし位）、ベッド端を掴み臀部挙上を抑える方法（ベッド把持位）、骨盤固定用ベルトで連結して臀部挙上を抑える方法（ベルト固定位）の3条件とした。条件間の比較および相関関係、絶対信頼性を検討した。【結果】ベッド把持位は他の2条件と比して有意差を認め、測定値が大きかった。相関係数は0.9以上だった。固定なし位とベッド把持位、ベッド把持位とベルト固定位において固定誤差を認めた。【考察】健常若年成人を対象としたHHDによる等尺性膝伸展筋力測定において、直接的な骨盤固定の影響は認められなかった。しかしながら、両手でベッド端などの座面の縁を把持して測定することで、従来の測定方法よりも測定における妥当性を有することが示唆された。

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、骨盤固定

Impact of Pelvic Fixation on the Measurement of Knee Extensor Muscle Strength Using a Hand-held Dynamometer and Belt

Ryosuke Takagi, Masahiro Hirano, Yukinobu Hiiragi, Tubasa Kawasaki, Munenori Katoh

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

The purpose of the current study was to investigate influence of pelvic fixation on isometric knee extension strength using hand-held dynamometer (HHD). Twenty-one young adults participated (six females) in this study. Isometric extension strengths testing with a 90° knee flexion angle were measured in three postural conditions: (a) no fixation (their arms along the sides of their body), (b) grasp bed (to prevent pelvis elevation by grasping the bed of the edge), and (c) pelvis fixation (to prevent pelvis elevation by connecting pelvis with the bed using fixation belt). These strength values in three conditions were analyzed using one way analysis of variance, correlation analyses, and absolute reliability. Result showed that the value in grasp bed condition were significantly higher than the other conditions. There are significant correlations between the three conditions, and the correlation coefficients are more than 0.9. In addition, fixed bias were obtained between condition in no fixation and grasp bed, grasp bed and pelvis fixation. In conclusion, there were no direct effects of pelvis fixation on isometric knee extension strength. However, grasping edge of bed by both hands results to be more reliable than no fixation which was used previously.

Keywords: hand-held dynamometer, isometric knee extension strength, pelvic fixation

I. はじめに

ハンドヘルドダイナモメーター (Handheld dynamometer: HHD) は、客観的筋力測定機器として簡易かつ小型で軽量のため、携帯性に優れている定量的筋力測定機器である。その特性よりHHDによる筋力測定はリハビリテーション室以外でも可能であり、病棟のベッドサイドでのリハビリテーションや訪問リハビリテーションなど、多様な臨床場面で利用できる。HHDを徒手で固定する測定法には検者の固定力不足などの問題から測定限界があるが、その固定性を補うためにベルトを用いる方法が考案され、再現性と妥当性が高いことが諸家により報告されている¹⁻¹²⁾。

下肢の筋力測定は、対象者の筋力を把握するために重要な評価であり、特に膝伸展筋力は歩行における下肢支持性の指標となり、歩行自立度や歩行速度と密接な関連があると報告されている¹³⁾。また、下肢全体の伸展力とも強く相関することが明らかになっている¹⁴⁾。ことから、下肢支持力の代表値として重要視されている。北川ら¹⁵⁾は、徒手筋力測定検査のGrade 4以上は、広範囲な筋力を包含しているため、客観的な筋力測定機器による評価を追加することの重要性を指摘している。しかし、膝伸展筋力測定の妥当性について、HHDとベルトを用いる方法での測定値は大型の等速性筋力測定機器を用いた測定値と高い相関を有するものの、測定値は低くなることが示唆されている⁵⁾。その原因として、膝関節を支点として大腿骨が伸展方向へ回転するトルクに対し、ベルトを使用したHHDでの筋力測定時には、大腿や骨盤部の固定がないことから大腿部や骨盤が浮きあがり、十分に膝伸展筋力が発揮できない、あるいは、等速性筋力測定ではシートに背もたれがあり、さらにベルトで体幹と骨盤を固定することが影響する可能性を指摘されている^{1, 12)}。

II. 目的

本研究は、HHDを用いた端坐位での膝伸展筋力測定時において、従来からの方法である被験者が体側の座面に手をつく方法（固定なし位）に対して、骨盤を固定する2種の方法を考案した。

骨盤固定の方法として、①被験者がベッドの端を掴み臀部挙上を抑える方法（ベッド把持位）、②大腿部とベッドをセンサー固定用ベルトとは別の骨盤固定用ベルトで連結して臀部挙上を抑える方法（ベルト固定位）とした。そして、3条件の測定値を比較し、骨盤固定が測定値に及ぼす影響について検討することを目的とした。

III. 対象

対象は健常若年成人21名（男15名、女6名）、20 - 21歳、体重 65.3 ± 15.6 （平均値 \pm 標準偏差）kg、身長 168.0 ± 9.7 cmの右下肢とした。膝関節の整形外科的疾患や膝関節痛を有する脚はなかった。本研究は了徳寺大学生命倫理審査委員会の承認を得た（承認番号2537）。また、対象者には本研究の目的と内容を説明し、同意を得た。

IV. 方法

ハンドヘルドダイナモメーター（アニマ株式会社製、 μ TAS F-1, Hand-held dynamometer: HHD）を使用した。測定器には、センサーを測定部位に固定する面ファスナー、被験者の運動に対しての徒手固定の代わりとなるセンサー固定用ベルトが付属されている。膝伸展筋力の測定は、訓練用ベッドで端座位膝屈曲 90° での等尺性膝伸展筋力を、センサー固定用ベルト使用下で測定した。測定に際して、センサーは下

腿遠位部前面でセンサーの下縁が足部内果上縁の高さとなる位置に面ファスナーにより固定した。さらに、センサーを取り付けたセンサーベルトにより、下腿後方に位置する訓練用ベッドの支柱とセンサーを当てた下腿遠位部を連結することによりセンサーを固定した。反対側下肢は、足部が床面に接地することによる測定時の代償を防ぐため、前足部のみが床につくようベッドの高さを設定した。センサー固定用ベルトの長さは、等尺性膝伸展収縮時に、下腿下垂位で膝関節屈曲90°となるよう調節し、測定中センサーパッドのずれを防止するため、検者がセンサーを固定してセンサーの向きを保持した。測定において膝窩部の疼痛が出現しないこと、ベッドと大腿を水平にすることを目的とし、折り畳んだバスタオルを測定肢の膝窩部に敷いた。

骨盤固定について3種の方法で測定を行った。骨盤固定を配慮しない方法として、従来からの方法である被験者が体側の座面に手をつく方法（固定なし位：図1）に対して、骨盤の固定を配慮した2種の方法を考案した。骨盤固定の方法は、①被験者がベッドの端を掴み臀部挙上を抑える方法（ベッド把持位：図2）、②骨盤固定用ベルトでベッドと連結して臀部挙上を抑える方法（ベルト固定位：図3）とした。3種の方法で体幹は垂直位、骨盤は前後傾中間位と統一した。ベッド把持位では、体幹垂直位を保つことを条件に、被検者はベッドの前縁あるいは側縁に指を引っ掛けるようにして骨盤が浮かないようにした。ベルト固定位では、面ファスナー付きのソフトなベルト（エヌアール社製マジックベルト、幅10cm×長さ120cm）2本を用い、端坐位での大腿最近位部にベルトを当て、1本は垂直下方の走行となるようにベッド下に回して固定、もう一本は45度斜め後下方の走行となるようにベッド下に回して固定した。ベルト固定位において、被検者の両手は体側の座面につくこととし、ベルトはきつく巻きつけるよう努めた。膝伸展筋力は固定なし位、ベッド把持位、ベルト固定位の3条件でランダムな順で測定し、各1回の測定を30秒以上の間隔をあけて実施した。測定に先駆けて、被検者はウォーミングアップとして最大膝伸展筋力の50%、75%、100%の筋収縮を行った。検者は被験者が交代で行うこととし、事前に十分な練習を行った。また、測定値の盲検化のために、測定値は検者とは別の補助者が読み取りと記録を行い、測定終了時まで検者、被検者に知らせないこととした。得られた結果から、3条件の測定値の差について一元配置分散分析、測定値の関連についてピアソンの積率相関係数を用いて検討した。また、相関係数の検討に用いた散布図より、測定値が大きい程、測定方法による値の差が大きかったため、Bland-Altman分析を用いて誤差について検討した。統計はR.2.8.1を用い、有意水準は5%とした。



図1. 固定なし位



図2. ベッド把持位



図3. ベルト固定位

V. 結果

等尺性膝伸展筋力値(平均値 ± 標準偏差)について、固定なし位は52.9 ± 20.0 kgf, ベッド把持位は58.4 ± 22.6 kgf, ベルト固定位は54.2 ± 19.3 kgfであった。条件間における測定値はベッド把持位と固定なし位, ベッド把持位とベルト固定位に有意差を認め、ベッド把持位の値が大きかった (p < 0.05 : 図4)。各条件における測定値間の相関について、固定なし位とベッド把持位はr = 0.953, 固定なし位とベルト固定位はr = 0.946, ベルト固定位とベッド把持位はr = 0.942であり、いずれも有意な相関を認めた (p < 0.01)。Bland-Altman分析の結果、固定なし位とベッド把持位及びベッド把持位とベルト固定位において固定誤差を認め、固定なし位とベルト固定位においては、系統誤差を認めなかった (図5-7, 表1)。

表1. 膝伸展筋力の各測定方法間におけるBland-Altman分析

	固定誤差		比例誤差			LOA	MDC ₉₅ (kgf)
	95%信頼区間	有無	回帰直線の傾き	有無	有無		
ベッド把持と固定なし	2.30~8.72	あり	0.127	p=0.09	なし	-2.7~13.8	13.8
ベルト固定と固定なし	-1.68~4.24	なし	-0.03	p=0.67	なし	-6.3~8.9	12.70
ベッド把持とベルト固定	0.66~7.80	あり	0.161	p=0.05	なし	-5.0~13.4	15.4

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

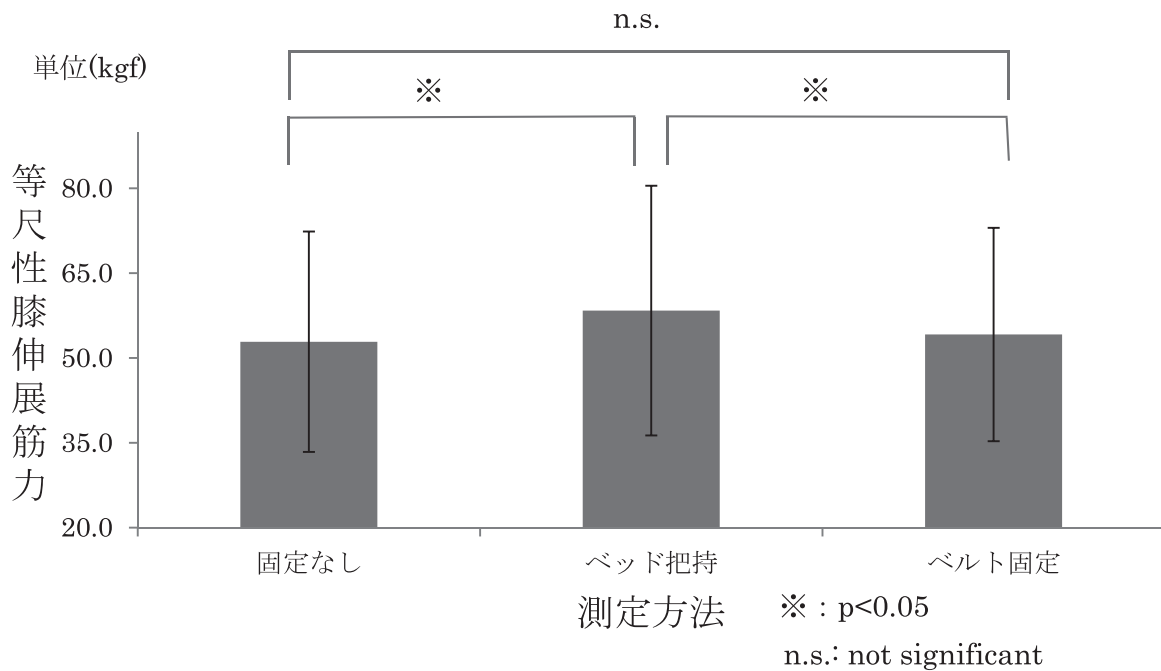


図4. 条件別による等尺性膝伸展筋力値

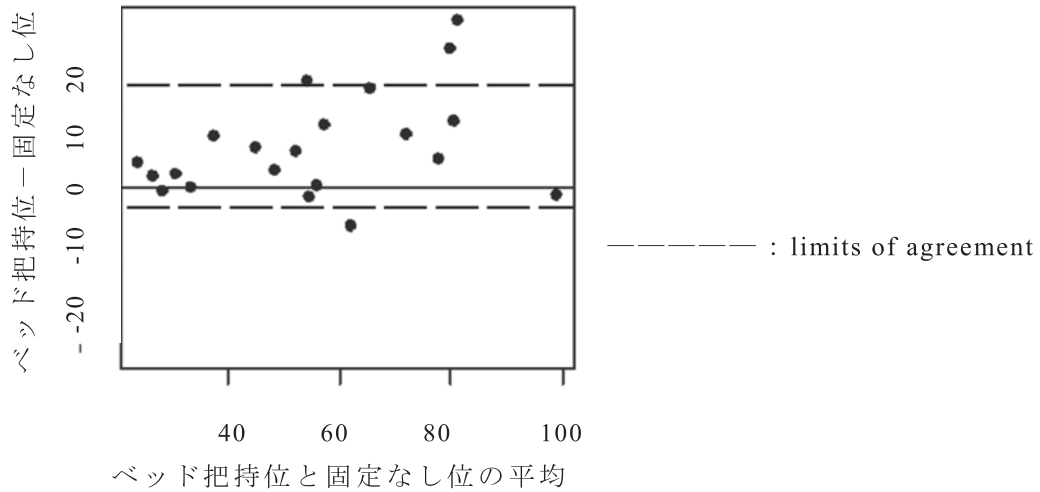


図5. ベッド把持位と固定なし位のBland-Altmanプロットとlimits of agreementの推定

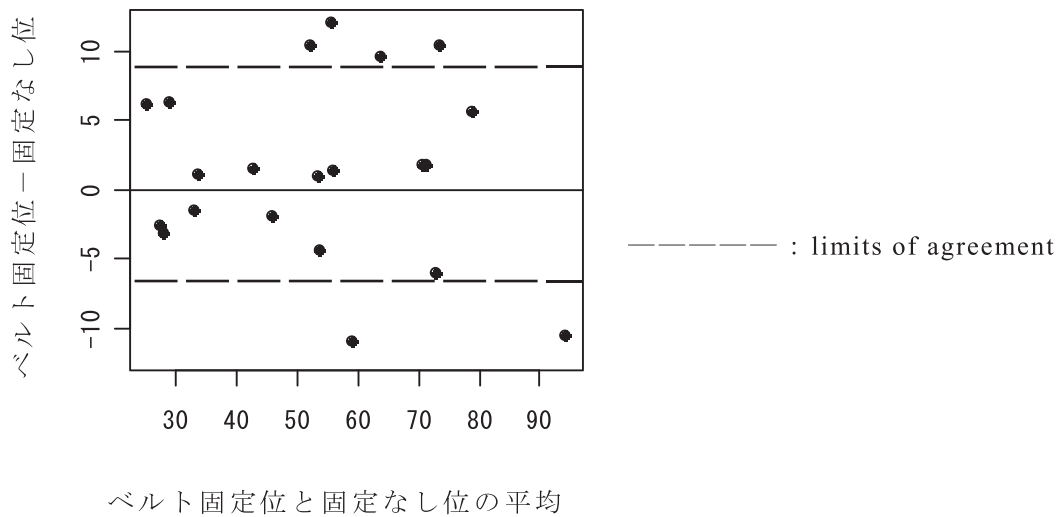


図6. ベルト固定位と固定なし位のBland-Altmanプロットとlimits of agreementの推定

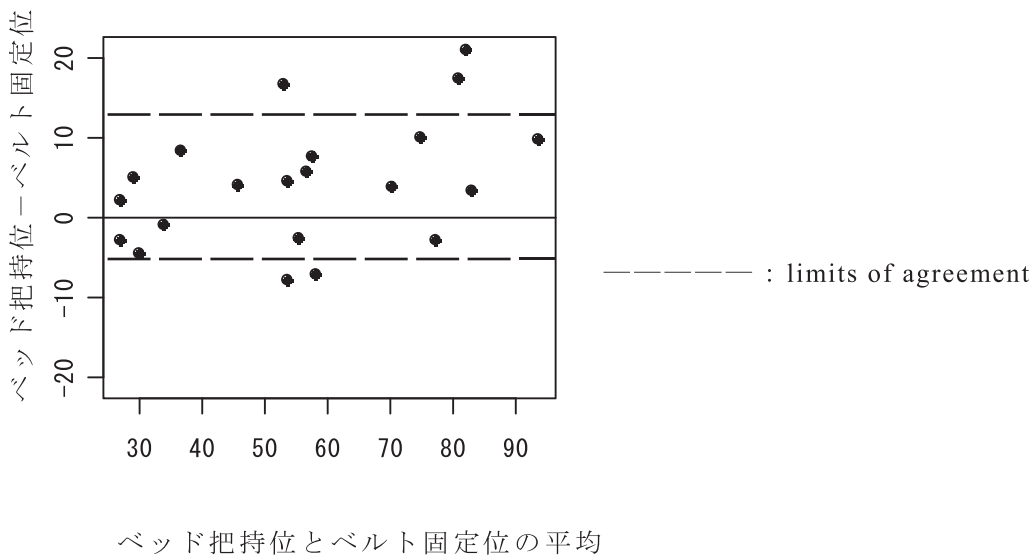


図7. ベッド把持位とベルト固定位のBland-Altmanプロットとlimits of agreementの推定

VI. 考察

本研究では、骨盤固定がセンサーベルト使用下でのHHDによる等尺性膝伸展筋力測定値に及ぼす影響について検討した。KATO⁹⁾や山崎¹²⁾は、センサーベルト使用下でのHHDによる等尺性膝伸展筋力測定には、膝伸展筋力値が大きい際に、大腿、骨盤部の固定がないことから大腿部や骨盤が浮きあがり、十分に膝伸展筋力が発揮できないことを示唆している。等尺性筋力測定器とセンサーベルトを用いたHHDでの筋力測定値の比較を行った堀¹¹⁾も、等尺性膝伸展筋力測定値が50kg以上の場合、有意にHHDで低値を示したことから、骨盤、大腿部の固定などHHDでの測定方法に問題がある可能性を示唆している。以上のことから、従来の方法でのHHDを用いた膝伸展筋力測定では、固定力不足や被検者の筋力によって、BIODEXなどの等尺性筋力測定器の測定値との妥当性が低くなる可能性が示されている。そのため、本研究ではセンサーベルト使用下での等尺性膝伸展筋力測定の際に、骨盤固定用ベルトを併用することで等尺性膝伸展筋力測定値に及ぼす影響について検討した。

本研究結果で各種測定条件別にて等尺性膝伸展筋力測定値を比較すると、ベルト固定位と固定なし位の測定値間では有意な差は認められず、ベルト固定位とベッド把持位、固定なし位とベッド把持位では、ベッド把持位の測定値の方が有意に高い値を示した。ベルト固定位での測定値が固定なし位の測定値と有意な差を認めなかった要因として、使用した骨盤固定用ベルトの素材が考えられる。本研究で使用した骨盤固定用ベルトは、面ファスナー付きのソフトなベルトであり、大腿近位部をベルトが垂直下方、45度斜め後下方の走行となるよう2本できつく巻きつけて使用した。BIODEXなどの等尺性膝伸展筋力測定機器に用いられる骨盤固定用ベルトと比較すると、ベルトそのものの伸縮性が高く、固定なし位と同様に大腿固定のみとなり、大腿部が動く形での膝伸展となる。そのため臀部挙上、股関節伸展が生じ、HHDによる値は固定なし位の値と有意な差を認めなかったと考えられる。なお、ベルト固定位では、大腿四頭筋の起始部付近をベルトで圧迫した状態となるが、測定値は固定なし位と有意差を認めず、圧迫による測定値への影響はないと考えられる。

次にベッド把持位の測定値がベルト固定位や固定なし位の測定値と比較して有意に高い値を示した要因について考察する。各条件における測定値間において有意な高い相関を認め、ベッド把持位と他の2条件の測定値の間に固定誤差が認められている。このことから、骨盤固定用ベルトなどの外的な固定力が測定値に影響を及ぼした可能性は低く、個体差による筋出力が大きい者ほど測定値が大きいことを示している。今回の研究において、健常若年成人の手指把持筋力がベルトによる骨盤の固定よりも強力な固定能力を発揮したことで、股関節伸展、臀部挙上などによる力の分散を防ぎ、測定値が高値を示したと考えられる。

今回の研究にて、健常若年成人を対象としたHHDによる等尺性膝伸展筋力測定時の骨盤固定による影響は、ベルトの素材などの影響が課題となり認められなかった可能性が考えられる。しかし、測定時に両手でベッド端などの座面の縁を把持することは、筋出力の分散を防ぎ、BIODEXなどの筋力測定機器と妥当性を有する可能性が考えられた。しかし臨床においては、脳卒中片麻痺患者など両手で坐位固定が取れない場面も多くみられる。そのような場面に対しての測定方法や汎用性に関しては今後も検討が必要であり、課題となる。

VII. まとめ

センサーベルトを用いたHHDによる等尺性膝伸展筋力測定において、骨盤固定が測定値に及ぼす影響について健常成人を対象に検討した。

両手でベッド端などの座面の縁を把持した条件で測定することは、従来の測定肢位での測定よりも筋出力の分散を防ぎ、測定における妥当性を有することが示唆された。

VIII. 文献

- 1) Munenori KATOH, Hiroshi YAMASAKI (2009) 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.
- 2) Munenori KATOH, Hiroshi YAMASAKI (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. *Journal of Physical Therapy Science* 21 (3), 239-244.
- 3) Munenori KATOH, Koji ISOZAKI, Noboru SAKANOUÉ 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. *Journal of Physical Therapy Science* 22 (4), 359-363.
- 4) Munenori KATOH, Hitomi ASUMA (2011) 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.
- 5) Munenori KATOH, Yukinobu HIIRAGI, Manabu UCHIDA (2011) 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.
- 6) Munenori KATOH, Koji ISOZAKI (2014) Reliability of Isometric Knee Extension Muscle Strength Measurements Using a Hand-held Dynamometer and a Belt in Healthy Elderly Subjects. *Journal of Physical Therapy Science* 26 (12), 1855-1859.
- 7) Munenori KATOH (2015) Test-retest reliability of isometric shoulder muscle strength measurement with a handheld dynamometer and belt. *Journal of Physical Therapy Science* 27 (6), 1719-1722.
- 8) 山崎裕司, 長谷川輝美 (2001) 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.
- 9) 松村将司, 竹井仁, 市川和奈ほか (2013) 固定用ベルトを用いたハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性筋力測定の検者内・間の信頼性—膝関節屈曲・足関節背屈・底屈・外がえし・内がえしに対して—. *日本保健科学学会誌*.Vol.15 No.1, 41-47.
- 10) 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 (2), 317-321.
- 11) 堀七湖, 半田幸子, 吉本有希子ほか (2005) 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.
- 12) 山崎裕司, 大森圭貢, 長谷川輝美ほか (2003) 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筋力値の妥当性. *高知理学療法*.10, 7-11.
- 13) 山崎裕司, 横山仁志, 青木詩子ほか (1998) 高齢患者の膝伸筋力と歩行速度, 独歩自立との関係. *総合リハ*.26 (7), 689-692.

- 14) 平木幸治, 山崎裕司, 森尾裕志ほか (2001) 脚伸展筋力測定の臨床的意義. 理学療法学.28 (4) , 192-197.
- 15) 北川了三, 山崎裕司, 平木幸治 (2004) 膝伸展筋の徒手筋力検査値と等尺性膝伸展筋力値の関連. 高知理学療法.11, 2-5.

(平成27年11月26日稿)

査読終了日 平成28年1月15日