

原著

## 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—

栗山 裕司<sup>1)</sup>, 山崎 裕司<sup>1)</sup>, 坂上 昇<sup>1)</sup>, 酒井 寿美<sup>1)</sup>  
大倉 三洋<sup>1)</sup>, 山本 双一<sup>1)</sup>, 中屋 久長<sup>1)</sup>

The measurement of the isometric knee extension muscle force by  
hand-held dynamometer which fixed the belt for the fixation

— The reproducibility among different sitting positions —

Hiroshi Kuriyama<sup>1)</sup>, Hiroshi Yamasaki<sup>1)</sup>, Noboru Sakanoue<sup>1)</sup>, Sumi Sakai<sup>1)</sup>  
Mitsuhiro Ookura<sup>1)</sup>, Soichi Yamamoto<sup>1)</sup>, Hisanaga Nakaya<sup>1)</sup>

### 要 旨

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（HHD）による等尺性膝伸展筋力測定方法の座位姿勢間再現性について、健常者20名を対象に検討した。測定は、プラットホーム端座位、車椅子座位、介護用ベッド端座位、背もたれ付きパイプ椅子座位の4つの異なる座位にて実施した。

異なる座位姿勢における等尺性膝伸展筋力測定値に関して、パイプ椅子座位は、プラットホーム端座位、介護用ベッド端座位および車椅子座位との比較において有意に低値を示した。また、各座位姿勢間の級内相関係数は、プラットホーム端座位と車椅子座位間およびプラットホーム端座位と介護用ベッド端座位間で高値を示し、良好な座位姿勢間再現性を示した。一方、パイプ椅子座位と他の座位姿勢間では、低値を示した。

今回の結果から固定用ベルトを装着したHHDによる等尺性膝伸展筋力測定に際し、パイプ椅子座位での測定は避けるべきであるが、介護用ベッドや車椅子での測定が可能で、病棟や在宅など広い範囲での使用も可能なことが示唆された。

キーワード：ハンドヘルドダイナモメーター（HHD）、座位姿勢間再現性、等尺性膝伸展筋力

### Abstract

The reproducibility among sitting positions of isometric knee extension sthenometry method by hand-held dynamometer (HHD) for fixing the belt for the fixation was examined for 20 healthy subjects. The measurement was carried out in four different sitting positions of platform edge sitting position, wheelchair sit-

---

1) 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

ting position, bed edge sitting position for the nursing, pipe chair sitting position with the backrest. On isometric knee extension sthenometry value in the different sitting positions, pipe chair sitting position significantly showed the low value in the comparison between platform edge sitting position, bed edge sitting position for the nursing and wheelchair sitting position.

The interclass correlation coefficient showed high value between bed edge sitting position and platform edge sitting position, wheelchair sitting position and platform edge sitting position. And, it showed the good reproducibility among sitting positions. In the meantime, the low value was shown in pipe chair sitting position and between other sitting positions. Also, the use in the isometric knee extension sthenometry by HHD which fixed the belt for the fixation from present result, the measurement in the pipe chair sitting position should be avoided, and it was indicated that it is possible within the measurement by bed for the nursing and wheelchair is possible, and within it is wide wards and staying home, etc..

Key words : hand-held dynamometer (HHD), The reproducibility among sitting positions, isometric knee extension muscle force

#### 〈はじめに〉

近年、等尺性・等張性および等速性等の筋収縮運動における筋パフォーマンスを客観的データとして測定できる機器が普及してきた。しかし、これらの機器は価格性、簡便性、運搬性等から一般的な測定機器としては用いられていない。また、臨床場面で用いられている筋力評価法として、徒手筋力検査法 (manual muscle testing, 以下 MMT) がある。この方法は、特別な機器を必要とせず簡便であり、神経支配の障害度や関節運動機能の評価には有用であるが、客観性、信頼性、妥当性については、熟練が必要とされ、定量化が困難である。そして、元来のハンドヘルドダイナモメーター (hand-held dynamometer, 以下 HHD) による簡易な筋力測定方法では、被検者側の筋力が強い場合や検者側の固定力が弱い場合、その測定値の信頼性に問題があることが指摘されている<sup>1)</sup>。しかし、加藤ら<sup>2)</sup>は固定用ベルトを装着した HHD による等尺性膝伸展筋力測定方法の良好な再現性について報告している。携帯性、簡便性に優れた HHD の利点を考慮した場合、病棟や在宅での多様な座位姿勢における HHD の使用が考えられるが、先行研究では、単一の測定肢位で実施されており、異なる座位姿勢間で測定した場合の再現性については明らかでない。

そこで本研究では、固定用ベルトを装着した HHD を用いた等尺性膝伸展筋力の測定を異なる 4 種類の座位姿勢間で実施し、その再現性について検討した。

#### 〈対象および方法〉

対象は健常成人 20 名 (男性 3 名, 女性 17 名) の両下肢, 計 40 脚である。年齢は  $20.4 \pm 2.1$  歳, 身長は  $159.8 \pm 6.2$  cm, 体重は  $51.0 \pm 6.7$  kg である。膝関節の整形外科的疾患や膝関節痛を有する者はなかった。なお, 対象者には本研究の目的, 内容を説明し, 同意を得たのち測定を行った。

HHD は固定用ベルトを装着したアニマ社製徒手筋力測定器  $\mu$ Tas MT-1 を使用した。HHD の構造は基本的にワイヤーストレインゲージ方式のセンサー部分と荷重表示部 (ハンディターミナル部) そして固定用ベルトからなり, 総重量 1 kg 程度と軽量で携帯性に優れ, ベルトを固定する支柱があれば在宅やベッドサイドでの使用も可能であり, 利用範囲は広い。電源は, 乾電池を使用できる。被検者に当てるセンサー部分は弾性に富むゴムで被い緩やかなカーブをつけ, マジックテープにて固定できるようになっており, 身体部との密着度や圧痛への配慮をしてある。また, 固定用ベルトは, 布製で簡単に長さ調節が可能な構造となっている。測定に際し



図1 アニマ社製徒手筋力測定器 μTas MT-1

ては、自動校正機構や測定値のメモリー機構、キログラム、ニュートン、ポンドなどでの単位切り替え機能を有している。計測範囲は0.1～80kg となっている(図1)。

等尺性膝伸展筋力の測定は、プラットホーム上の端座位、車椅子座位、介護用ベッド上の端座位、背もたれ付きパイプ椅子座位の4つの異なる座位にて実施した(図2～5)。測定に際しては、センサー部分を下腿遠位部前面にマジックテープにより固定し、固定用ベルトの長さを下腿が下垂位になるように調節した。次いで、下腿後方の支柱と下腿遠位部をベルトで締結した。測定中は、センサーパッドのずれを防止するため検者が前方でパッドを固定した。なお、いずれの測定においても、膝窩部の圧迫による疼痛を回避するため折り畳んだバスタオルを同部位に敷いた。また、体幹は垂直位を保つように指示し、両上肢は座面端または車いすアームレスト

表1 異なる座位姿勢における等尺性膝伸展筋力測定値

	実測値(単位:kg)	対体重比(単位:%)
プラットホーム端座位	43.9 ± 12.6	85.4 ± 17.5
車椅子座位	40.5 ± 11.8	79.8 ± 21.2
介護用ベッド端座位	45.4 ± 14.2	88.9 ± 26.3
パイプ椅子座位	32.3 ± 8.9	64.3 ± 19.3

部など筋力を発揮しやすい部分を自由に保持させた。そして、最大筋力の発揮を促すようにバーバルコマンドを行いながら、約10秒間の最大努力による等尺性膝伸展運動を行わせた。左右の脚に対して30秒以上の間隔をとり、各1度練習の後、各2回の測定を実施し、最大値を採用した。また、異なる4種類の座位姿勢間再現性を検討するため、実施する4種類の座位姿勢の順を被検者ごとにランダムとし、測定日を変えて実施した。

分析方法としては、各座位姿勢間の再現性について多重比較検定(一元配置分散分析)および級内相関係数(以下、ICC)を用いて検討した。なお、危険率5%を有意水準とした。

#### 〈結果〉

##### 1) HHD による等尺性膝伸展筋力測定値

異なる4種類の座位姿勢における対象者の平均膝



図2 プラットホーム端座位



図3 車椅子座位



図4 介護用ベッド端座位



図5 パイプ椅子座位

伸筋力測定値（対体重比：実測値／体重）は、プラットホーム端座位 $43.9 \pm 12.6\text{kg}$ （ $85.4 \pm 17.5\%$ ）、車椅子座位 $40.5 \pm 11.8\text{kg}$ （ $79.8 \pm 21.2\%$ ）、ベッド端座位 $45.4 \pm 14.2\text{kg}$ （ $88.9 \pm 26.3\%$ ）、パイプ椅子座位 $32.3 \pm 8.9\text{kg}$ （ $64.3 \pm 19.3\%$ ）であった（表1）。異なる座位姿勢における等尺性膝伸筋力測定値に関して、パイプ椅子座位での測定値は、プラットホーム端座位および介護用ベッド端座位での測定値に対し危険率1%未満で、また車椅子座位のそれは危険率5%未満にて有意に低値であった。他の異なる座位姿勢間における膝伸筋力測定値では、有意差は認められなかった（図6）。

2) 各座位姿勢間における ICC

各座位姿勢間の ICC は、プラットホーム端座位と車椅子座位間、プラットホーム端座位と介護用ベッド端座位間では、それぞれ0.820, 0.786と高値を示した（表2, 図7・8）。一方、パイプ椅子座位とその他のプラットホーム端座位、車椅子座位、介護用ベッド端座位との ICC は、順に0.078, 0.488, 0.237と低値を示した。

〈考察〉

固定用ベルトを装着した HHD を用いた等尺性膝伸筋力の測定において異なる4種類の座位姿勢が再現性に与える影響について検討した。異なる4種類の座位姿勢における対象者の平均膝伸筋力測定値（対体重比：実測値／体重）は、プラットホーム端座位 $43.9 \pm 12.6\text{kg}$ （ $85.4 \pm 17.5\%$ ）、車椅子座位 $40.5 \pm 11.8\text{kg}$ （ $79.8 \pm 21.2\%$ ）、ベッド端座位 $45.4 \pm 14.2\text{kg}$ （ $88.9 \pm 26.3\%$ ）、パイプ椅子座位 $32.3 \pm$

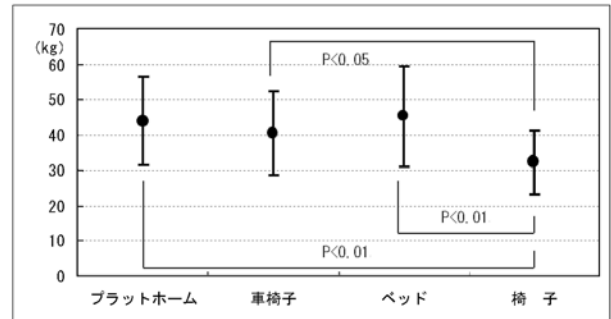


図6 各座位姿勢における等尺性膝伸筋力

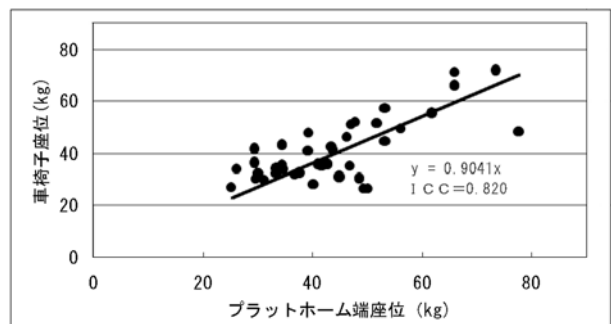


図7 プラットホーム端座位と車椅子座位における姿勢間再現性

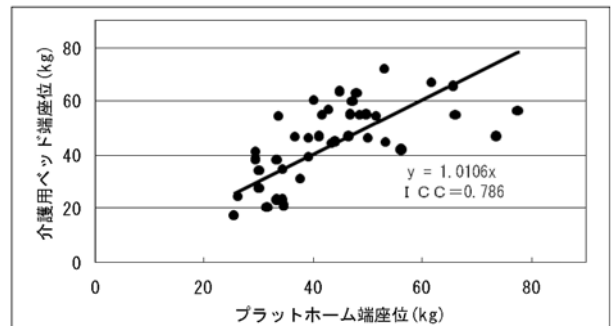


図8 プラットホーム端座位と介護用ベッド端座位における姿勢間再現性

表2 各座位姿勢間の ICC

	プラットホーム	車椅子	介護用ベッド	パイプ椅子
プラットホーム	1.000			
車椅子	0.820	1.000		
介護用ベッド	0.786	0.582	1.000	
パイプ椅子	0.078	0.488	0.237	1.000



8.9kg (64.3±19.3%)であった。平澤ら<sup>3)</sup>はHHDを用いた筋力測定方法にて得られた各年代別健常成人の等尺性膝伸展筋力測定値を示している。これによると20歳代の等尺性膝伸展筋力は、体重比において男性95.7±12.8%、女性73.6±13.5%と報告している。今回の研究は、20歳代の男女20名(男性3名、女性17名)を対象として実施した。パイプ椅子座位条件下での測定結果は、体重比64.3±19.3%と他の座位条件下での測定結果より有意に低値を示したが、この結果を除けば、本研究の測定結果は、ほぼ平澤らの報告に近似した値となっていた。

座位姿勢間再現性についてみた場合、パイプ椅子座位での測定値は、他の座位姿勢で得られた値よりも有意に低値を示した。また、各座位姿勢間におけるICCは、プラットホーム端座位と車椅子座位、プラットホーム端座位と介護用ベッド端座位間では、順に0.820、0.786であり、HHDを用いた等尺性膝伸展筋力測定における座位姿勢間再現性は良好であった。一方、パイプ椅子座位と他のプラットホーム端座位、車椅子座位、介護用ベッド端座位間では、ICCは順に0.078、0.488、0.237と低値を示した。以上のことからHHDによる等尺性膝伸展筋力測定において以下の内容が推察された。

- ①プラットホーム端座位と車椅子座位、プラットホーム端座位と介護用ベッド端座位条件下での測定値は良好な座位姿勢間再現性を得ており、この点で異なる座位姿勢で測定されたデータの相互比較にも十分対応できるものと考えられた。
- ②パイプ椅子座位での測定値は、他の座位姿勢条件下で得られた値よりも有意に低く、また、他の座位姿勢間との再現性も不良であった。したがって、固定用ベルトを装着したHHDによる膝伸展筋力の測定に際しては、パイプ椅子座位での測定は避けるべきと考えられた。

本研究において、パイプ椅子座位条件下での測定結果に差異を生じた原因として、HHDを固定するためのベルトの設置条件に問題があったものと考えられる。つまり、プラットホームや介護用ベッドでは、縦方向の支柱(ベッドの脚部分)に、また車椅子で

は座面下のクロスバーに固定用ベルトの設置が可能であった。このことにより下退部がセンサーパッド面に適切に接触する位置に固定できた。しかし、パイプ椅子では適切な位置での設置が難しく、今回の研究では床面に接地しているパイプ部分に設置したが、縦パイプ(座面からの脚部分)に設置すれば矢状面上、また横パイプ(床接地部分)に設置すれば水平面上でセンサーパッド面に対し、下退部が接触する角度が不適切となる。このため、今回パイプ椅子座位条件下での測定結果に差異を生じたものと考えられる。また、今回の検討からは明らかではないが、固定用ベルトの設置部分の強度という点も関与したのではないかと推察される。本研究では、車椅子座位条件下での測定値には有意差を認めなかったが、プラットホーム端座位および介護用ベッド端座位条件下での測定値よりもやや低値を示したことについてもこれら固定用ベルトの設置角度および設置部分の強度などの問題が関与しているのではないかと考える。

今回使用した『アニマ社製徒手筋力測定器 μTas MT-1』は、固定用ベルト部分を含めても重量が1kg程度と軽量なため携帯性に優れ、筋力を発揮しやすい位置で固定用ベルトを設置する支柱があれば介護用ベッドや車椅子での測定が可能で、病棟や在宅など広い範囲での使用も可能であると考えられる。山崎ら<sup>4)</sup>は同機器での等尺性膝伸展筋力と移動能力の関連について報告している。それによると体重比45%以上の筋力を有した場合、階段昇降・椅子からの立ち上がり・院内独歩・30cmの段昇降などの4つの移動動作が全例で自立していた。逆に体重比で20%未満の筋力ではいずれの動作も自立した症例を認めず、膝伸展筋力は移動動作を規定する主な要因であった。つまり、高齢者の筋力水準を客観的に評価することの必要性を示唆するものではないかと述べている。今後は、本測定方法の臨床場面での活用について考察を深めていきたい。

#### 〈結語〉

今回、健常者20名の両下肢、計40脚を対象に固定

用ベルトを装着した HHD を用いた等尺性膝伸展筋力の測定において、座位姿勢の違いが再現性に与える影響について検討した。本研究の結果、以下の内容が推察された。

- ①プラットホーム端座位と車椅子座位，プラットホーム端座位と介護用ベッド端座位条件下での測定値は良好な座位姿勢間再現性を得ており，これらの座位条件下での測定値は相互比較にも十分対応できるものと考えられた。
- ②パイプ椅子座位での測定値は，他の座位姿勢条件下で得られた値よりも有意に低く，かつ他の座位姿勢間との再現性も不良であり，固定用ベルトを装着した HHD による膝伸展筋力の測定に際しては，パイプ椅子座位での測定は避けるべきと考えられた。
- ③今回使用した『アニマ社製徒手筋力測定器  $\mu$ Tas MT-1』は，固定用ベルト部分を含め重量が 1 kg 程度と軽量なため携帯性に優れ，筋力を発揮しやすい位置で固定用ベルトを設置する支柱があれば介護用ベッドや車椅子での測定が可能で，病棟や在宅など広い範囲での使用も可能であると考えられた。

最後に，本論文作成にあたりご協力いただきました被験者の方々に深く感謝いたします。

〈文献〉

- 1) 奈良 勲，洲崎俊男・他：ダイナモメーターの信頼性－Musculator GT-10の使用経験による。理学療法学17(3): 247-250, 1990.
- 2) 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.
- 3) 平澤有里，長谷川輝美・他：健常成人における等尺性膝伸展筋力。理学療法学29, Suppl 2: 342, 2002.
- 4) 山崎裕司，長谷川輝美・他：等尺性膝伸展筋力と移動能力の関連。理学療法学28, Suppl 2: 107, 2001.
- 5) 山崎裕司，横山仁志・他：膝伸展筋力と歩行自立度の関連－運動器疾患のない高齢患者を対象として。総合リハ30(1): 61-65, 2002.
- 6) 長島弘明，千田益生：用手力量計による筋力定量評価。理学診療7(4): 208-213, 1996.
- 7) 中江秀幸，三浦尚子・他：ハンドヘルドダイナモメトリーの測定者間誤差について。理学診療6(2): 130-134, 1995.
- 8) Bohannon RW, Wikholm JB: Measurements of knee extension force obtained by two examiners of substantially different experience with a hand-held dynamometer. Isokinetics and Exercise Science 2: 5-8, 1992.