

原著

## ハンドヘルドダイナモメーターによる 等尺性股屈曲，伸展筋力の測定 —固定用ベルトの使用が再現性に与える影響—

加藤 宗規<sup>1)</sup>，山崎 裕司<sup>2)</sup>，中島 活弥<sup>3)</sup>，加地 啓介<sup>4)</sup>

Measurements of isometric hip flexion and extension force  
with a hand-held dynamometer

— The effect of use of the belt for fixation on the reliability —

Munenori Kato<sup>1)</sup>, Hiroshi Yamasaki<sup>2)</sup>, Katsuya Nakajima<sup>3)</sup>, Keisuke Kaji<sup>4)</sup>

### 要 旨

本研究の目的は，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股関節屈曲および伸展筋力測定方法の検者間再現性について検討することである。

対象は健常者20名の両下肢40脚である。考案した固定用ベルトの効果を検討するために，ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性筋力測定を固定用ベルト使用下および不使用下で実施した。また，検者間の再現性を検討するために，検者は男女各1名にて行った。

股屈曲筋力平均値は，ベルト使用下において男性検者，女性検者の順に，25.0kgf，25.8kgf，ベルト不使用下において同順に，19.8kgf，17.3kgfであった。股伸展筋力平均値は，ベルト使用下において男性検者，女性検者の順に，30.8kgf，31.0kgf，ベルト不使用下において，27.0kgf，23.6kgfであった。検者間の比較では，ベルト不使用下において，有意に男性検者の測定値が高値を示した ( $p < 0.01$ )。一方，ベルト使用下では男女間で有意差を認めなかった。検者間の級内相関係数は，股屈曲では，ベルト使用下0.98，ベルト不使用下0.78，股伸展では，ベルト使用下0.97，ベルト不使用下0.80で，ベルト使用下において高値を示した。

以上のことから，固定用ベルトの併用により再現性の高い測定が可能になるものと考えられた。

キーワード：ハンドヘルドダイナモメーター，股伸展筋力，股屈曲筋力，固定用ベルト，再現性

- 
- 1) 東都リハビリテーション学院理学療法学科  
Department of Physical Therapy, Touto Rehabilitation College
  - 2) 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
  - 3) 藤沢湘南台病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation Medicine, Fujisawa Shounandai Hospital
  - 4) 藤リハビリテーション学院理学療法学科  
Department of Physical Therapy, Fuji Professional School of Rehabilitation

## Abstract

The purpose of this study is to examine the interrater reliability in isometric hip flexion and extension force measurement by the hand-held dynamometer. 20 healthy subjects participated in this study. We carried out the measurement in condition for not using the belt for the fixation and condition using belt. The measurement was carried out by the 2 testers (Tester A: male, Tester B: female) whose the constitution differed. The hip flexion force value in the measurement which did not use the belt were 19.8kgf (tester A), 17.3kgf (tester B). The hip flexion force value in the measurement which use the belt were 25.0kgf (tester A), 25.8kgf (tester B). The hip extension force value in the measurement which did not use the belt were 27.0kgf (tester A), 23.6kgf (tester B). The hip extension force value in the measurement which use the belt were 30.8kgf (tester A), 31.0kgf (tester B). The force value in the measurement which did not use the belt significantly showed higher value in tester A than tester B. The interclass correlation coefficient between testers in the measurement using the belt was 0.98 (hip flexion), 0.97 (hip extension). The interclass correlation coefficient between testers in the measurement which did not use the belt was 0.78 (hip flexion), 0.80 (hip extension). The method using the belt for the fixation is excellent in the hip flexion and extension force measurement in the interrater reliability.

Key Words : hand-held dynamometer, hip flexion force, hip extension force, fixing-belt, reliability

## 【はじめに】

股関節伸筋力は、主要な下肢抗重力筋の一つであり、歩行、昇段など活動レベルに相応して筋活動量が増加する<sup>1)</sup>。臨床においては、変形性股関節症や下肢関節術後、あるいは廃用性変化によって筋力低下を生じ易い筋群であり、筋力増強が高齢者の歩行能力向上に寄与することが報告されている<sup>2)</sup>。また、最近になって主要な股関節屈筋である大腰筋は歩行時の下肢振り出しに関与し<sup>3)</sup>、その筋力が歩行スピード、歩幅の規定要因であることが明らかとなっている<sup>4)</sup>。

通常、股伸展・屈筋力の評価には徒手筋力検査（以下、MMT）が用いられるが、判定に際し検査者の主観に大きく影響されるという欠点がある。特に、抵抗量の差をもって判定する筋力 fair 以上の場合に信頼性が乏しいことや、筋力の微妙な変化を評価することの困難性が指摘されている<sup>5-8)</sup>。これらの問題に対応し、筋力の定量化を図るためハンドヘルドダイナモメーター（以下、HHD）が用いられているが、このHHDにも被検者の筋力が大きい場合や検査者の固定力が弱い場合に信頼性が低下するといった問題点が報告されている<sup>9,10)</sup>。これらの

限界は、臨床における股屈曲・伸筋力の客観的な測定方法の普及を困難にしており、簡便性、信頼性、低価格性などを兼ね備えた筋力評価方法の開発が必要である。我々は等尺性膝伸展・屈筋力測定において、HHDに固定用ベルトを装着することにより再現性が良好になることを報告した<sup>11-13)</sup>。本研究では、より信頼性のある等尺性股伸展・屈筋力測定方法を確立するため、固定用ベルトを併用した新たな筋力測定方法を考案し、その再現性について検討を行った。

## 研究Ⅰ 股関節屈筋力測定方法の再現性

## 【対象と方法】

対象は、健常者20名（男9名、女11名）の両下肢、計40脚であり、年齢 $20.6 \pm 0.6$ 歳（平均値 $\pm$ 標準偏差：以下同様）、身長 $163.5 \pm 9.2$ cm、体重 $56.3 \pm 7.0$ kgであった。被験者には股関節の整形外科的疾患や関節痛を有する脚はなかった。また、被験者には本研究の目的、内容を説明し、同意を得た後に測定を行った。HHDは、アニマ社製徒手筋力測定器  $\mu$ Tas MF-01を使用した。

測定姿勢は、被験者が訓練台の縁に腰掛け、下腿

は下垂位で、大腿はセンサーを当てる大腿遠位部を台から出させた。さらに大腿部が台と平行（股90度屈曲位）となるように若干膝窩部が台上から浮いた状態を取らせた。そして、HHDによる等尺性筋力を、固定用ベルト使用下および不使用下で測定した（図1）。その際、体幹は垂直位で測定を行い、体幹を安定させるために体の両脇の台上に手を置かせた。ベルト使用下での測定は、固定用ベルトに取り付けたセンサーパッドを面ファスナーで大腿遠位部上側に固定した。そして、ベッドの脚部でベルトを踏みつけた状態で、固定用ベルトの長さを設定肢位に合わせて調節し、被験者が力を入れたときに測定肢位となることを確認してから測定を行った。ベルト不使用下の測定は、従来からのHHDを検者が徒手で把持固定する方法を用い、make testの要領で行った。測定中は被験者の大腿の位置が一定になるように留意し、固定が困難となり大腿が挙上した場合には、その時点で終了とした。測定は、約5秒間の最大努力による等尺性運動を30秒以上の間隔をあけて2回行い、その最大値を採用した。測定値は全測定終了時点までは被験者には開示しないこととした。

また、検者間の再現性を検討するために、検者は体格の異なる男性1名（年齢26歳，身長183.0cm，体重76.0kg）と女性1名（年齢21歳，身長152.0cm，体重43.0kg）とした。異なる検者の測定間には1時

間以上の休息を設けた。ベルト使用，不使用の順はランダムとし，日を改めて1週間後に行った。なお，2名の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。

分析方法としては，検者間再現性について，対応のあるt検定，および級内相関係数（以下，ICC），ピアソンの相関係数を用いて検討した。また，測定方法間の相関について，対応のあるt検定，およびピアソンの相関係数を用いて検討した。

### 【結果】

等尺性股屈筋力平均値は，ベルト使用下において男性検者，女性検者の順に， $25.0 \pm 9.7\text{kgf}$ ， $25.8 \pm 9.8\text{kgf}$ ，ベルト不使用下において同順に， $19.8 \pm 4.5\text{kgf}$ ， $17.3 \pm 3.6\text{kgf}$ であった。

検者間の比較では，ベルト使用下においては有意差を認めなかったが，ベルト不使用下においては，有意に男性検者の測定値が女性検者より高値を示した（ $p < 0.01$ ）。ベルト使用下での検者間ICCは0.98，ピアソンの相関係数は0.98であった。一方，ベルト不使用下での検者間ICCは0.78，ピアソンの相関係数は0.80と低値を示した（図2）。

測定方法間の比較では，両検者において有意にベルト使用下の測定値がベルト不使用下より高値を示した（ $p < 0.01$ ）。ピアソンの相関係数は男性検者0.74，女性検者0.49であった（図3）。



ベルト使用



ベルト不使用（徒手）

図1 測定方法（股関節屈曲）

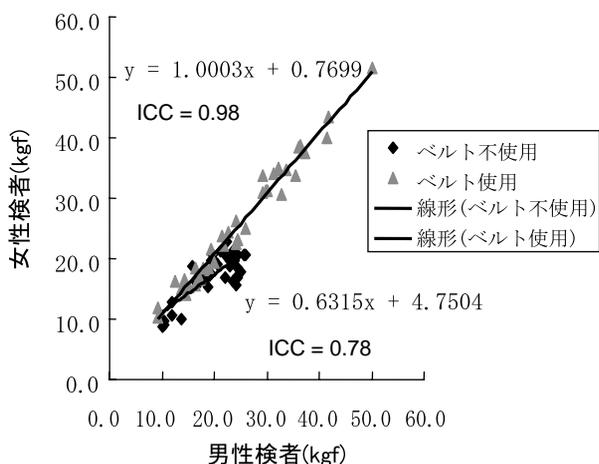


図2 股関節屈曲筋力測定値の検者間比較

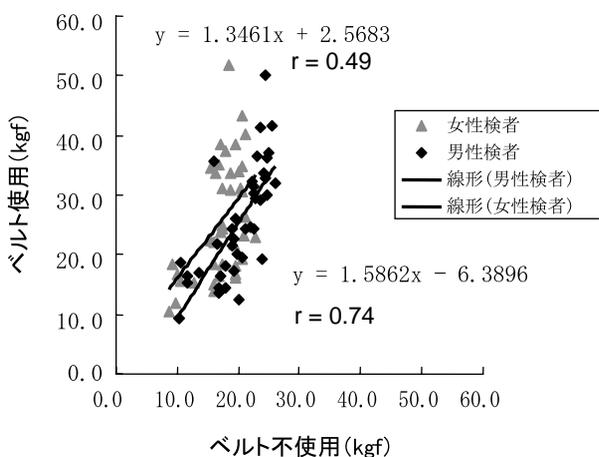


図3 股関節屈曲筋力測定値の測定方法間比較

## 研究2 股関節伸展筋力測定方法の再現性

### 【対象と方法】

対象は、健康者20名(男9名,女11名)の両下肢、計40脚であり、年齢 $19.7 \pm 1.7$ 歳(平均値 $\pm$ 標準偏差:以下同様)、身長 $167.4 \pm 9.5$ cm、体重 $59.8 \pm 9.3$ kgであった。被験者には股関節の整形外科的疾患や関節痛を有する脚はなかった。また、被験者には本研究の目的、内容を説明し、同意を得た後に測定を行った。HHDは、アニマ社製徒手筋力測定器 $\mu$ Tas MF-01を使用した。

測定姿勢は、被験者を腹臥位とし、体側でベッドの縁を把持させた。下肢はセンサーを当てる大腿遠位部までベッドから出させ、大腿部が台と平行(股屈曲伸展中間位)となるように若干膝蓋骨が台上から浮いた状態をとらせた。そして、HHDによる等尺性筋力を、固定用ベルト使用下および不使用下で測定した(図4)。ベルト使用下での測定では、ベルトに取り付けたセンサーパッドを面ファスナーで大腿遠位部背面に固定し、ベッドの脚部でベルトを踏みつけた状態でベルトの長さを大腿が水平位になるように調節した。そして、被験者が力を入れたときに測定肢位となることを確認して測定を行った。ベルト不使用下の測定は、従来からのHHDを検者が徒手で把持固定する方法を用い、make testの要領にて行った。測定中は被験者の大腿の位置が一定になるように留意し、固定が困難となり大腿が挙上



ベルト使用



ベルト不使用(徒手)

図4 測定方法(股関節伸展)

した場合には、その時点で終了とした。約5秒間の最大努力による等尺性運動を30秒以上の間隔をあけて2回行い、その最大値を採用した。測定値は全測定終了時点までは被験者には開示しないこととした。

また、検者間の再現性を検討するために、検者は体格の異なる男性1名(年齢26歳,身長183.0cm,体重76.0kg)と女性1名(年齢21歳,身長152.0cm,体重43.0kg)で行った。異なる検者の測定間には1時間以上の休息を設けた。ベルト使用,不使用の順はランダムとし、日を改めて1週間後に行った。また、2名の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。

分析方法としては、検者間再現性について、対応のあるt検定,および級内相関係数(以下,ICC),ピアソンの相関係数を用いて検討した。また、測定方法間の相関について、対応のあるt検定,およびピアソンの相関係数を用いて検討した。

【結果】

股伸展筋力平均値は、ベルト使用下において男性検者,女性検者の順に,30.8±8.3kgf,31.0±7.6kgf,ベルト不使用下において同順に,27.0±5.1kgf,23.6±3.3kgfであった。

検者間の比較では、ベルト使用下においては有意差を認めなかったが、ベルト不使用下においては、有意に男性検者の測定値が女性検者より高値を示した(p<0.01)。ベルト使用下での検者間ICC(0.97),ピアソンの相関係数(0.98)に対し、ベルト不使用下での検者間ICC(0.80),ピアソンの相関係数(0.88)は低値であった(図5)。

測定方法間の比較では、両検者において有意にベルト使用下の測定値がベルト不使用下より高値を示した(p<0.01)。ピアソンの相関係数は男性検者0.92,女性検者0.80であった(図6)。

【考察】

HHDを用いた等尺性股関節屈曲,伸展筋力測定における固定用ベルトの使用が再現性に与える影響

について検討した。

検者間再現性についてみた場合、ベルト使用下での測定における相関係数は、股屈曲0.98(ICC=0.98),股伸展0.98(ICC=0.97)であり、ベルト不使用下での測定における相関係数、股屈曲0.80(ICC=0.78),股伸展0.88(ICC=0.80)に比べ明らかに良好であった。桑原ら<sup>14)</sup>は、大まかな目安としてICCが0.9以上の場合、その再現性は優秀であると評価している。また、Grossら<sup>15)</sup>は、2種類の等速性筋力測定機器における角速度60度/秒および180度/秒の膝伸展筋力測定でのICCは0.92-

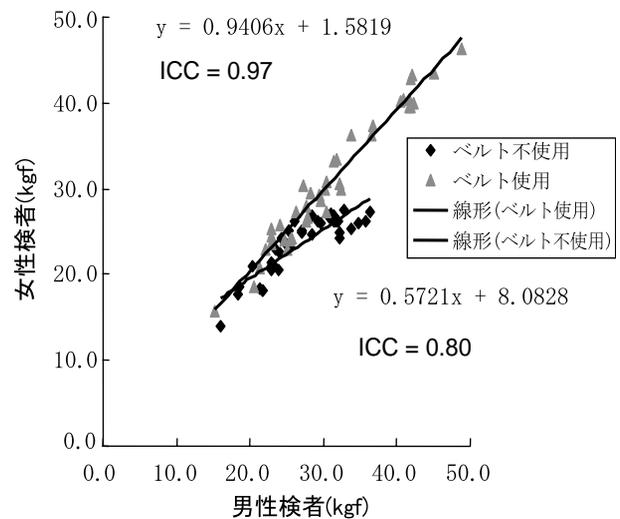


図5 股関節伸展筋力測定値の検者間比較

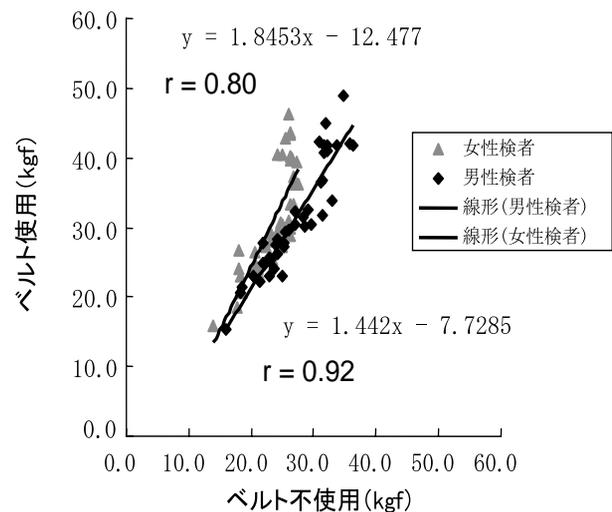


図6 股関節伸展筋力測定値の測定方法間比較

0.97と報告しており，ベルト使用下での値はこれら高価な測定機器を用いたデータとも差がなかった．よって，今回のベルト使用下での等尺性股屈曲，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．

一方，測定方法間の比較では，男性検者・女性検者ともにベルト使用下での測定値が有意に高値を示し，相関係数は股屈曲では男性検者0.74，女性検者0.49，股伸展では男性検者0.92，女性検者0.80と低値を示した．Wikholmらは健常者を対象とした検討において3名の検者間ICCは，筋力値の大きい膝伸展筋において0.226であるのに比べ，筋力値の小さい肘屈筋群，肩外旋筋群においては，それぞれ0.768，0.932であったことを報告し，被験者の筋力が高い場合，測定誤差が大きくなることを指摘している<sup>9)</sup>．同様にAgreらは，健常者8名を対象とした研究において，3名の検者における検者間再現性は，下肢筋(股関節屈曲，股関節伸展，股関節外転，膝関節屈曲，足関節底屈，足の母指伸展)では相関係数が0.49-0.81であったのに対して，上体筋(Lateral pinch，肘関節屈曲，肘関節伸展，肩関節屈曲，頸椎屈曲)では0.88-0.94と高い値を示したことを報告している<sup>10)</sup>．これらの先行研究は被験者の筋力水準が高い場合，逆にいえば検者の固定力が低い場合に再現性が低くなることを示している．よって，今回ベルト固定下での筋力が有意に高かった背景としては，ベルト使用が検者の固定力不足を補った結果と考えられた．またこの影響から測定方法間比較において，相関係数が低値をとったものと考えられた．

ベルト使用下のHHDによる股屈曲，股伸展筋力測定方法は，良好な検者間再現性を得ており，異なる検者間で測定されたデータの比較にも十分対応できるものと考えられた．一方，徒手固定下でのHHDによる測定は，検者間の再現性が乏しく，データの比較には問題があるものと考えられた．

## 【文献】

- 1) Lyos K, Perry J, et al: Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation. *Phys Ther* 63: 1597-1605, 1983
- 2) Lord SR, Lloyd DG, et al: The effect of exercise on gait patterns in older women: A randomized control trial. *J Gerontol* 51A: M64-70, 1996
- 3) Andersson EA, Nilsson J, Thorstensson A: Intramuscular EMG from the hip flexor muscles during human locomotion. *Acta Physiol Scand* 161: 361-370, 1997
- 4) 金 俊東，久野譜也・他：加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響．*体力科学*49：589-596，2000
- 5) 中山彰一：徒手筋力テストの信頼性について．*理・作・療法*13：87-92，1979
- 6) 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
- 7) 中川法一，森実 徹：徒手筋力テスト(MMT)の信頼性－検者側因子を中心に－．*理学療法学*17：238-241，1990
- 8) 平木幸治，山崎裕司・他：膝伸展筋の徒手筋力検査値と膝伸展ピークトルク値の関連．*総合リハ*31：785-790，2003
- 9) Wikholm JB, Bohannon RW: Hand-held dynamometer measurements: Tester strength makes a difference. *JOSPT* 13: 191-198, 1991.
- 10) Agre JC, Magness WK, et al: Strengths testing with a portable dynamometer: reliability for upper and lower extremities. *Arch Phys Med Rehabil* 68: 454-458, 1987
- 11) 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*：1047-1050，2001
- 12) 加藤宗規，山崎裕司：ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性股外転筋力の測定－固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響．

- 高知リハビリテーション学院紀要 4 : 7-11 ,  
2003
- 13) 加藤宗規, 山崎裕司・他: ハンドヘルドダイナ  
モーターによる等尺性膝屈曲筋力の測定ー固  
定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響  
ー. 専門リハビリテーション研究会誌 4 :  
62-65, 2005
- 14) 桑原洋一, 斉藤俊弘・他: 検者内および検者間  
の Reliability (再現性, 信頼性) の検討, 呼と  
循 41, 945-952, 1993
- 15) Gross MT, Huffman GM, et al: Intramachine and  
intermachine reliability of the Biodex and Cybex  
II for knee flexion and extension peak torque and  
angular work. JOSPT 13: 329-335, 1991

