

報告

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

加藤 宗規¹⁾，山崎 裕司²⁾

Measurements of isometric hip adduction, internal-rotation and external-rotation force
with a hand-held dynamometer

— Effect for reliability using fixing-belt —

Munemori Kato¹⁾, Hiroshi Yamasaki²⁾

要 旨

本研究の目的は，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股関節内転，内旋，および外旋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．考案した固定用ベルト使用による影響を検討するために，ハンドヘルドダイナモメーターによって等尺性筋力をベルト使用下および不使用下で測定した．検者間の再現性を検討するために，検者は男女各1名の2名にて行った．

いずれの測定においてもベルト使用下では検者間の測定値に差がなく，級内相関係数は股内転で0.98，股内旋で0.99，股外旋0.97と良好であった．一方，ベルト不使用下では男性検者で測定値は有意に高値を示した．級内相関係数は股内転で0.88，股内旋で0.79，股外旋で0.83と，ベルト使用下に比べ低値であった．

以上のことから，固定用ベルトを併用することで，より再現性の高い股関節内転，内旋，および外旋筋力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，股内転筋力，股内外旋筋力，固定用ベルト，再現性

【はじめに】

筋力増強は運動療法の主要な目的の1つであり，客観的な筋力測定は，理学療法の動機づけや効果判定に必要不可欠である．しかし，広く用いられている徒手筋力検査法は主観的要素を含む順序尺度である．また，ハンドヘルドダイナモメーター（Hand-Held Dynamometer: HHD）は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^{1,2)}．

その欠点を補うことを目的に，われわれは等尺性股屈曲，股伸展，股外展，膝屈曲，膝伸展筋力測定において，HHDに固定用ベルトを装着する方法を考案し，それにより検者間再現性が良好になることを報告した³⁻⁶⁾．

本研究では，先行研究と同様に信頼性のより高い等尺性股内転，内旋，外旋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，測定値の再現性について検討を行った．

1) 東都リハビリテーション学院理学療法学科
Department of Physical Therapy, Totto 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

研究1 股関節内転筋力測定方法の再現性

対象は、健常者44名（男18名，女26名）の右下肢であり，年齢 19.9 ± 1.4 歳，身長 165.7 ± 7.9 cm，体重 57.8 ± 6.9 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，等尺性筋力測定器（アニマ社製 μ Tas MF-01）を使用した．測定姿勢はマット上背臥位で，測定肢は股関節内外転中間位，内外旋中間位の状態とした．その際には，両上肢は体幹の側方に位置させ，検者は骨盤を測定側の外側から片方の手で押さえた状態でを行った．測定部位は大腿遠位部とし，センサー部は内側部に当てた．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部を面ファスナーで測定部位に固定し，測定下肢の外側でベルトを滑りにくい靴を履いた検者の下腿と連結した状態で，股関節内外転中間位となるように固定用ベルトの長さを調節して行った．測定中は，センサー部のずれを防止するため検者がセンサー部のパッドを把持した．ベルト不使用下での測定は，センサー部を検者の手掌部に面ファスナーで固定した状態で make test の要領にて行い，明かな固定困難により股内転運動が起こった時点で測定は終了とした（図1）．

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，測定値は全測定終了時点までは被験者には開

示しなかった．

検者間の再現性を検討するために，検者は明らかに体格の異なる男性1名（年齢21歳，身長179.0cm，体重79.0kg）と女性1名（年齢21歳，身長156.0cm，体重45.5kg）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）を用いて検討した．また，測定方法間の分析には，対応のあるt検定，およびピアソンの相関係数を用いた．いずれも危険率5%を有意水準とした．

【結果】

等尺性股内転筋力は，ベルト使用下において男性検者，女性検者の順に 19.5 ± 7.0 kgf， 19.5 ± 7.0 kgf，ベルト不使用下において同順に 17.1 ± 6.2 kgf， 15.3 ± 4.9 kgfであった．ベルト使用下では，検者間の測定値に差を認めなかった．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（ $p < 0.01$ ）．ベルト使用下における検者間ICCは0.98で，ベルト不使用下での0.88に比べ高値を示した（図2）．

測定方法間の比較では，男女とも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（ $p < 0.01$ ）．2つの測定方法間でのピアソンの相関係数は，男性検者0.95，女性検者0.85であった（図3）．



ベルト使用



ベルト不使用（徒手）

図1 股関節内転筋力測定方法

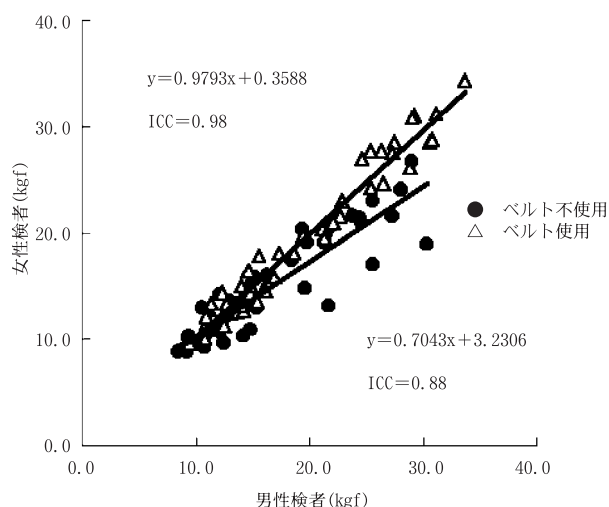


図2 股関節内転筋力の検者間比較

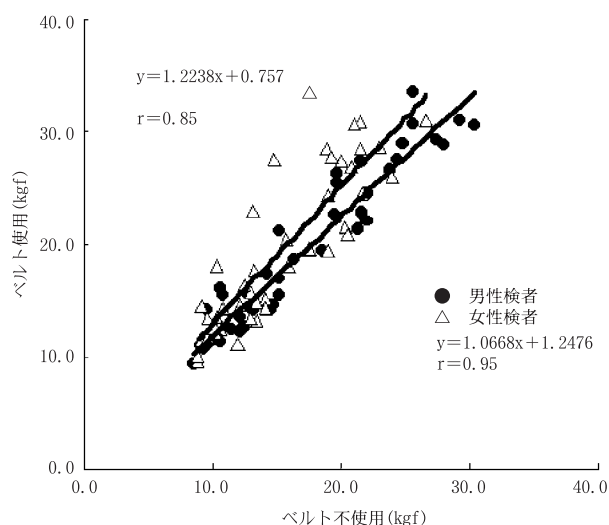


図3 股関節内転筋力の測定方法間比較

研究2 股関節内旋筋力測定方法の再現性

【対象と方法】

対象は、健常者43名（男18名，女25名）の右下肢であり，年齢 20.0 ± 1.4 歳，身長 165.9 ± 7.9 cm，体重 58.1 ± 6.7 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，等尺性筋力測定器（アニマ社製 μ Tas MF-01）を使用した．測定姿勢は訓練台の縁に腰掛

け，測定肢は下腿下垂位，股内外旋中間位，内外転中間位とした．その際には，大腿部を水平とするために折りたたんだバスタオルを敷き，大腿部を固定するために検者の片手を被験者の大腿内側部にあてがった状態で測定を行った．また，臀部はベッド端に対して約45度になる位置に座り，さらに測定肢の内側に位置するベッド脚が運動面に一致するような位置に調節した．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側の台上に手を置かせた．測定部位は下腿遠位部とし，センサー部は外側部に当てた．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部を測定部位に面ファスナーで固定し，ベルトを測定肢の内側に位置するベッド脚に連結した状態で，股関節内外旋中間位となるように長さを調節した．測定中は，センサー部のずれを防止するため検者がセンサー部のパッドを把持した．ベルト不使用下での測定は，センサー部を検者の手掌部に面ファスナーで固定した状態で make test の要領にて行い，明らかな固定困難により股内旋運動が起こった時点で測定は終了とした（図4）．

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かった．

また，検者間の再現性を検討するために，検者は明らかに体格の異なる男性1名（年齢21歳，身長176.0cm，体重71.5kg）と女性1名（年齢21歳，身長151.0cm，体重44.0kg）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ICCを用いて検討した．また，測定方法間の分析には，対応のあるt検定およびピアソンの相関係数を用いた．いずれも危険率5%を有意水準とした．



ベルト使用



ベルト不使用（徒手）

図4 股関節内旋筋力測定方法

【結果】

等尺性股内旋筋力は、ベルト使用下において男性検者、女性検者の順に $17.2 \pm 6.4 \text{ kgf}$ 、 $17.1 \pm 6.2 \text{ kgf}$ 、ベルト不使用下において同順に $14.5 \pm 5.1 \text{ kgf}$ 、 $12.8 \pm 3.4 \text{ kgf}$ であった。

ベルト使用下においては検者間で有意差を認めなかった。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0.99、ベルト不使用下での ICC は0.79であった（図5）。

測定方法間の比較では、両検者とも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。ピアソンの相関係数は男性検者0.93、女性検者0.82であった（図6）。

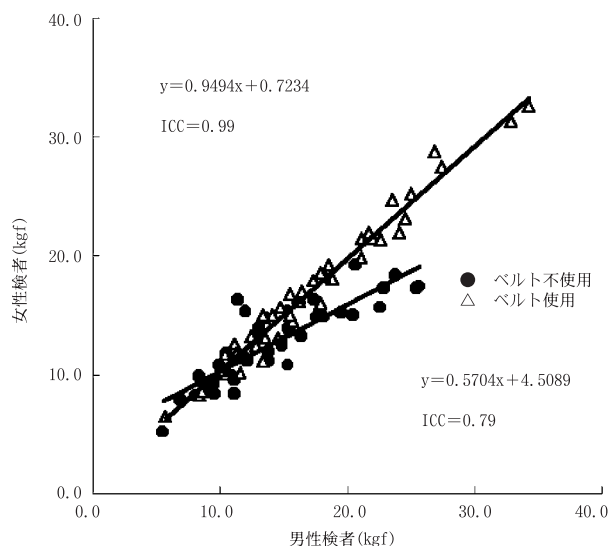


図5 股関節内旋筋力の検者間比較

研究3 股関節外旋筋力測定方法の再現性

【対象と方法】

対象は、健常者44名（男18名、女26名）の右下肢であり、年齢 19.9 ± 1.4 歳、身長 $165.7 \pm 7.9 \text{ cm}$ 、体重 $57.8 \pm 6.9 \text{ kg}$ 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、等尺性筋力測定器（アニマ社製 μ Tas MF-01）を使用した。測定姿勢は訓練台の縁に腰掛け、測定肢は下腿下垂位、股内外旋中間位、内外転中間位とした。その際には、大腿部を水平とするた

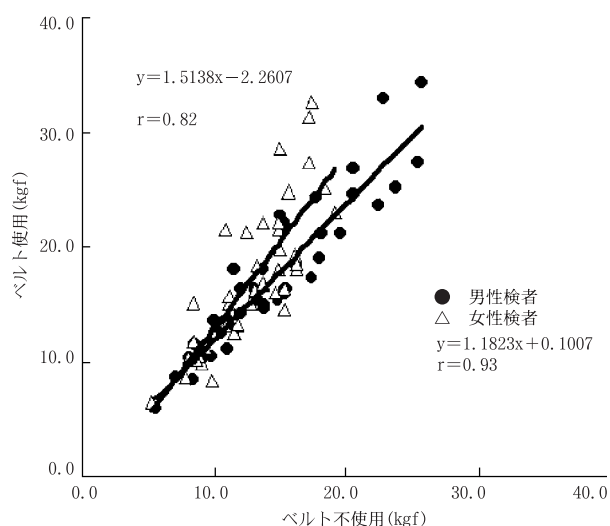


図6 股関節内旋筋力の測定方法間比較



ベルト使用



ベルト不使用（徒手）

図7 股関節外旋筋力測定方法

めに折りたたんだバスタオルを敷き、大腿部を固定するために検者の片手を被験者の大腿外側部にあてがった状態で測定を行った。また、臀部はベッド端に対して約45度になる位置に座り、さらに測定肢の外側に位置するベッド脚が運動面に一致するような位置に調節した。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側の台上に手を置かせた。測定部位は下腿遠位部とし、センサー部は内側部に当てた。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部を測定部位に面ファスナーで固定し、ベルトを測定肢の外側に位置するベッド脚に連結した状態で、股関節内外旋中間位となるように長さを調節した。測定中は、センサー部のずれを防止するため検者がセンサー部のパッドを把持した。ベルト不使用下での測定は、センサー部を検者の手掌部に面ファスナーで固定した状態でmake testの要領にて行い、明らかな固定困難により股外旋運動が起こった時点で測定は終了とした（図7）。

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かった。

また、検者間の再現性を検討するために、検者は明らかに体格の異なる男性1名（年齢21歳，身長176.0cm，体重71.5kg）と女性1名（年齢21歳，身長151.0cm，体重44.0kg）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ICCを用いて検討した。また、測定方法間の分析には、対応のあるt検定、およびピアソンの相関係数を用いた。いずれも危険率5%を有意水準とした。

【結果】

等尺性股外旋筋力は、ベルト使用下において男性検者、女性検者の順に $17.2 \pm 5.8\text{kgf}$ 、 $17.2 \pm 5.4\text{kgf}$ 、ベルト不使用下において同順に $15.5 \pm 5.0\text{kgf}$ 、 $14.5 \pm 4.0\text{kgf}$ であった。

ベルト使用下においては検者間で有意差を認めなかった。ベルト不使用下では、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0.97、ベルト不使用下でのICCは0.83であった（図8）。

測定方法間の比較では、両検者とも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。ピアソンの相関係数は男性検者0.92、女性検者0.87であった（図9）。

【考察】

HHDを用いた等尺性股関節内転、内旋、外旋筋力測定において固定用ベルトの使用が測定値の再現性に与える影響について検討した。

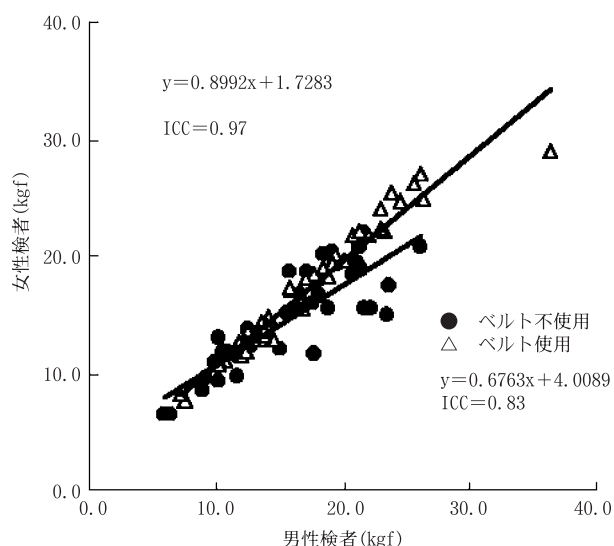


図8 股関節外旋筋力の検者間比較

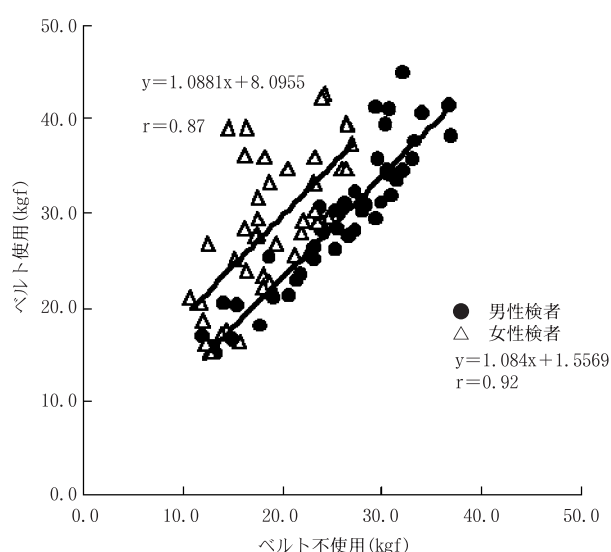


図9 股関節外旋筋力の測定方法間比較

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 ICC は、股内転0.98、股内旋0.99、股外旋0.97であり、ベルト不使用下の股内転0.88、股内旋0.79、股外旋0.83に比べ良好であった。桑原ら⁷⁾は、大まかな目安として ICC が0.9以上の場合に再現性は優秀、0.8以上の場合に良好、0.7以上の場合に普通、0.6以上の場合に可能、0.6未満の場合に要再考であると評価している。明らかに体格の異なる2名の検者で測定を行ったにもかかわらず、ベルト使用下での測定値は検者間で有意差を認めなかった。通常、HHD を使用した測定では、検者の

固定力不足が筋力を低く評価してしまうことが知られており、今回のベルト不使用下でも同様であった。以上のことは、ベルト使用下での等尺性股内転、内旋、外旋筋力測定方法が、従来の徒手固定による測定方法に比べ、より良好な検者間再現性を有していることを示している。我々が本研究同様に行った先行研究³⁻⁶⁾では、股屈曲、股伸展、股外展、膝屈曲、膝伸展ともに同様の結果を得ており、固定用ベルトの使用は、徒手固定で行う HHD による筋力測定がもつ欠点である検者の固定力不足を克服し、より良い再現性を実現させる上で有効な方法といえよう。

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、相関係数は男性検者、女性検者の順に、股内転では0.95、0.85、股内旋では0.93、0.82、股外旋では0.92、0.87であり、女性検者が男性検者に比べ低値を示した。以上のことは、ベルト不使用下における固定力の不足を示唆している。HHD を徒手固定で使用した場合の限界について、Hyde ら⁸⁾や Wiles ら⁹⁾は、それぞれ30kg、300N が測定の限界であると報告している。今回の結果では、いずれの筋力測定においてもベルト使用下で測定された筋力平均値が20kg 以下であり、徒手固定による測定の限界とされる30kg よりも低値であった。Bandinelli¹⁰⁾らは60-90歳の高血圧や腹部手術後などの入院後患者26名を対象とした研究において、股関節屈曲、股関節伸展、股関節外転、股関節内転、膝関節屈曲、膝関節伸展、足関節底屈、足関節背屈の8種の測定において、その測定値は2.1-29.8kgf に分布していたにもかかわらず、それらの検者間 ICC は0.50-0.93 に分布したと報告している。また、膝伸展運動モデルを用いて行った徒手固定力の限界についての検討では、固定できた最大重量は、男性検者で平均27.6kg、女性検者で平均19.0kg であった¹¹⁾。これらの結果は30kg 以下の筋力水準の測定においても、検者間再現性が低くなる可能性があること、また検者の固定力はこれまで考えられていたよりも低いことが示されている。よって、筋力水準が低い筋群に

おいても、測定値の再現性を良くするためには、固定用ベルトを使用すべきと考えられた。

【文献】

- 1) Wikholm JB, Bohannon RW : Hand-held dynamometer measurements : Tester strength makes a difference. JOSPT 13 : 191-198 , 1991 .
- 2) Agre JC, Magness WK, et al : Strength testing with a portable dynamometer : reliability for upper and lower extremities. Arch Phys Med Rehabil 68 : 454-458 , 1987 .
- 3) 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．総合リハビリテーション29 : 1047-1050 , 2001 .
- 4) 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 .
- 5) 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屈曲筋力の測定－固定用ベルトに使用が検者間再現性に与える影響－．専門リハビリテーション研究会誌 4 : 62-65 , 2005 .
- 6) 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－．高知リハビリテーション学院紀要 6 : 7 -13 , 2005 .
- 7) 桑原洋一, 斉藤俊弘・他：検者内および検者間の Reliability. 呼と循41 : 945-952 , 1993 .
- 8) Hyde SA, Scott OM, et al : The myometer : the development of a clinical tool. Physiotherapy 68 : 424-427 , 1983 .
- 9) Wiles CM, Karni Y : The measurment of muscle strength in patients with peripheral neuromuscular disorders. J Neurol Neurosurg Psychiatry 46 : 1006-1013 , 1983 .
- 10) Bandinelli S, Bandinelli E, et al : Measuring muscular strength of the lower limbs by hand-held dynamometer : A standard protocol. Aging Clin Exp Res 11 : 287-293 , 1999 .
- 11) 山崎裕司, 加藤宗規：徒手固定による膝伸展筋力評価の限界．理学療法学 32 (Supple) : 556 , 2005 .

