

研究と報告

股関節外転筋力測定における基礎的研究 —isokinetic machine を用いて—

志波 直人* 井上 明生
田 籠 久実** 小堀 聡***

▶ **Key words** : 股関節外転筋力, 等速度運動

要旨

股関節外転筋力測定における基礎的研究
—isokinetic machine を用いて—

志波 直人 井上 明生
田 籠 久実 小堀 聡

機器を用いての股関節外転筋力測定法には、現在、一定の方法がない。われわれは、1980年より isokinetic machine を用いており、独自に仰臥位で測定可能で、身体固定に留意した外転筋力測定台を使用している。今回、これを用いて外転筋力測定における種々の条件の違いによる測定値の差について検討した。

速度が遅くなるほど測定値は大きくなるが、身体固定により測定値は大きく異なる。また、固定が不十分な場合、機器自体は isokinetic 運動をしていても股関節は加減速を繰り返し、isokinetic 運動をしていないことがわかった。以上のことから、股関節外転筋力測定においては、身体固定が特に重要である。

リハ医学 28 : 535-540, 1991

はじめに

筋力の測定評価における徒手筋力テストは客観性に乏しく不確実であるため、正確な測定を目的として種々の測定機器が用いられるようになってきた。Pauwels¹⁾ 以来、股関節の力学や歩行能力を考える上で重要と考えられている股関節外転筋力（以下外転筋力と略す）においても同様で、最近その報告が多くみられるようになってきた^{2,3)}。しかしながら種々の測定機器を用いて、施設によって異なった条件で行われており、いまだ確立された方法がないのが現状である。われわれは、1980年より isokinetic machine (Cybex II) を用いて股関節手術前後の筋力測定、評価を行っており⁴⁻⁶⁾、独自に股関節外転筋力測定台を作成し測定に用いている。

現在、われわれが外転筋力の測定に用いている股関節外転筋力測定台で、身体固定の違いなど測定条件の違いによる測定値の差等について検討を加え、測定機器、特に isokinetic machine を用いた場合の測定方法について検討した。

方法

健康人男性 10 人 20 股関節、平均年齢 25 歳 6 カ月について、久留米大式股関節外転筋力測定台（以下、測定台と略す）（図 1）を装着した Cybex II を用い、外転筋力を測定し検討を加えた。

【実験 1】 isokinetic 運動における設定角速度の違いによる測定値差

測定台を用い、設定角速度を 5rpm, 10rpm, 20rpm

1990年10月16日受稿

* 久留米大学整形外科 / 〒830 久留米市旭町 67 ** 同理学療法部

*** 久留米工業大学 / 〒830 久留米市上津町向野 2228

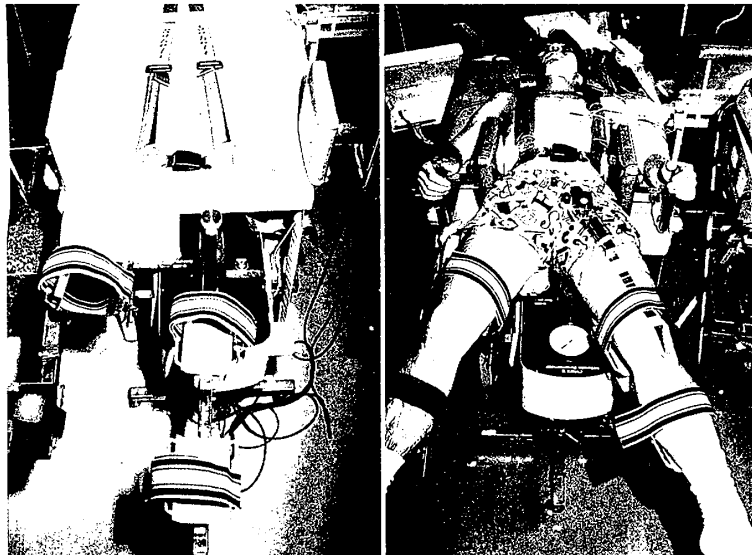


図 1 久留米大式外転筋力測定台

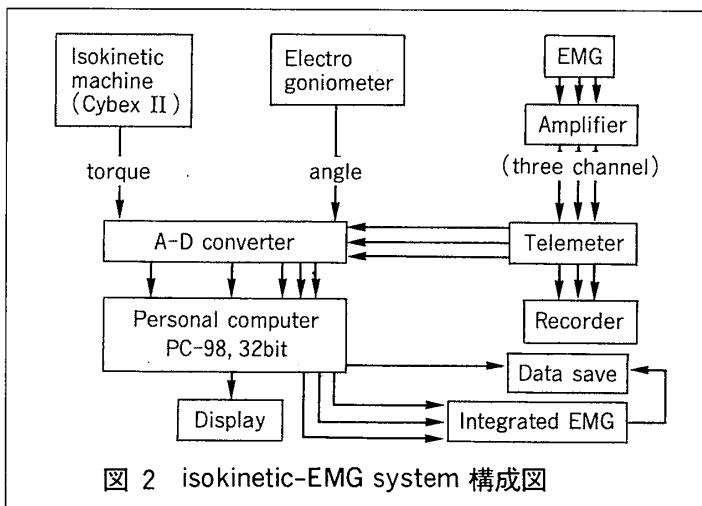


図 2 isokinetic-EMG system 構成図

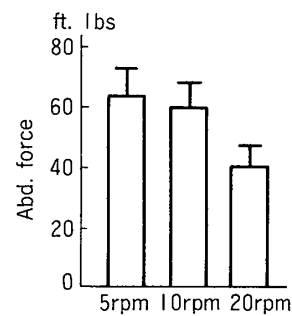


図 3 isokinetic における設定速度の違いによる測定値差

として、そのときの最大トルクについて検討を加えた。また、isokinetic 運動と isometric 運動測定値の比較のため、設定角速度 0 の時の測定値を外転 -20° から 40° まで 10° ずつ全可動域で測定した(全可動域等尺性外転筋力: full range isometric torque, 以下 FRIMT と略す)。

【実験 2】身体固定の違いによる測定値差

測定台は MMT が 3 に満たないものも測定できるよう、仰臥位で測定可能なもので、身体固定に留意し、① 4 点式ベルト、② 上肢支持用グリッパ、③ 骨盤固定パッド、④ 非測定側下肢固定台を装着している。これを用い Cybex II にて 10rpm の設定角速度で外転筋力を測定し、固定の違いによる測定値 (peak torque) の差を検討した。固定条件は、a) 全固定 (4 点式ベルト、上肢支持グリッパ、骨盤固定パッド、非測

定側下肢固定台)、b) 全固定の状態からベルトのみ除去、c) グリッパのみ除去、d) 骨盤パッドのみ除去、e) 非測定側下肢固定台のみ除去、f) 全固定なしとした。

【実験 3】isokinetic-EMG system を用いた検討次に、筋電図 3 チャンネルとトルクおよび、Cybex 内蔵角度計とは別の電気角度計からの関節角度を同時に測定表示できる system (isokinetic-EMG system) を開発し(図 2)、これを用い外転筋力測定時の身体固定の有無による Cybex 内蔵角度計の精度や、表面電極による股関節内外転運動時の外転筋、内転筋、大腿四頭筋の表面電極を用いた筋電について検討した。

結果

【実験1】

測定台を用いて測定した股関節外転筋の isokinetic peak torque は、5rpm では $63.72 \pm 8.25 \text{ ft. lbs}$ ($881.2 \pm 114.1 \text{ kg. cm}$), 10rpm では $59.79 \pm 9.63 \text{ ft. lbs}$ ($826.9 \pm 133.2 \text{ kg. cm}$), 20rpm では $40.04 \pm 7.68 \text{ ft. lbs}$ ($553.7 \pm 106.2 \text{ kg. cm}$) と設定角速度が遅いほど測定値は大きくなる (図3)。t 検定を用いた統計学的検討では、5rpm と 10rpm の間には有意の差は認められなかったが、5rpm と 20rpm, および 10rpm と 20rpm の間にそれぞれ $p < 0.001$ の危険率で有意差を認め、統計学的には、5rpm, 10rpm という遅い速度では peak torque に差はないものの、20rpm の速度になると、peak torque は有意に小さくなることがわかった。また、外転 FRIMT 曲線は、外転 -20° では $84.56 \pm 13.72 \text{ ft. lbs}$ ($1170.7 \pm 189.7 \text{ kg. cm}$), -10° で $76.01 \pm 17.61 \text{ ft. lbs}$ ($1051.3 \pm 243.6 \text{ kg. cm}$), 0° で $68.30 \pm 16.63 \text{ ft. lbs}$ ($944.52 \pm 230.0 \text{ kg. cm}$), 10° で $56.52 \pm 14.89 \text{ ft. lbs}$ ($781.7 \pm 205.9 \text{ kg. cm}$), 20° で $49.06 \pm 14.94 \text{ ft. lbs}$ ($678.5 \pm 206.6 \text{ kg. cm}$), 30° で $35.72 \pm 18.67 \text{ ft. lbs}$ ($494.0 \pm 258.2 \text{ kg. cm}$), 40° で $25.25 \pm 12.72 \text{ ft. lbs}$ ($349.2 \pm 175.9 \text{ kg. cm}$) と内転位で最大トルクを発揮し、外転するに従い小さくなる (図4)⁷⁾。

【実験2】

身体固定の違いによる、股関節外転筋の isokinetic peak torque 測定値は、a) 全固定 $59.79 \pm 9.63 \text{ ft. lbs}$ ($826.9 \pm 133.2 \text{ kg. cm}$), b) ベルトのみ除去 $58.88 \pm 10.02 \text{ ft. lbs}$ ($814.2 \pm 138.5 \text{ kg. cm}$), c) グリップのみ除去 $50.76 \pm 6.84 \text{ ft. lbs}$ ($702.1 \pm 94.7 \text{ kg. cm}$), d) 骨盤

パッドのみ除去 $56.26 \pm 12.26 \text{ ft. lbs}$ ($778.1 \pm 169.6 \text{ kg. cm}$), e) 非測定側下肢固定台のみ除去 $43.44 \pm 6.28 \text{ ft. lbs}$ ($600.7 \pm 86.9 \text{ kg. cm}$), f) 全固定なし $23.19 \pm 5.53 \text{ ft. lbs}$ ($445.1 \pm 76.5 \text{ kg. cm}$) であり、t 検定を用いて統計学的に検討を加え、a) 全固定と他の固定との間での有意差について検討すると、b), d) は有意差を認めなかったが、c), e), f) はそれぞれ $p < 0.005$, $p < 0.001$, $p < 0.001$ で有意差を認め、身体の固定により

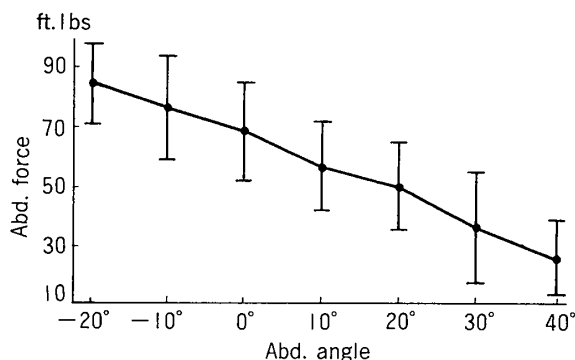


図4 全可動域等尺性外転筋力曲線

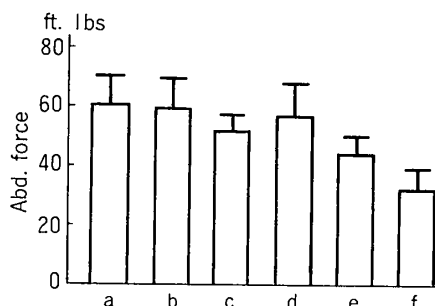


図5 身体固定の違いによる測定値差

- a : 全固定 (4点式ベルト, グリップ, 骨盤パッド, 非測定側下肢固定台を装着)
- b : a よりベルトのみ除去
- c : グリップのみ除去
- d : 骨盤パッドのみ除去
- e : 非測定側下肢固定台のみ除去
- f : 全固定除去

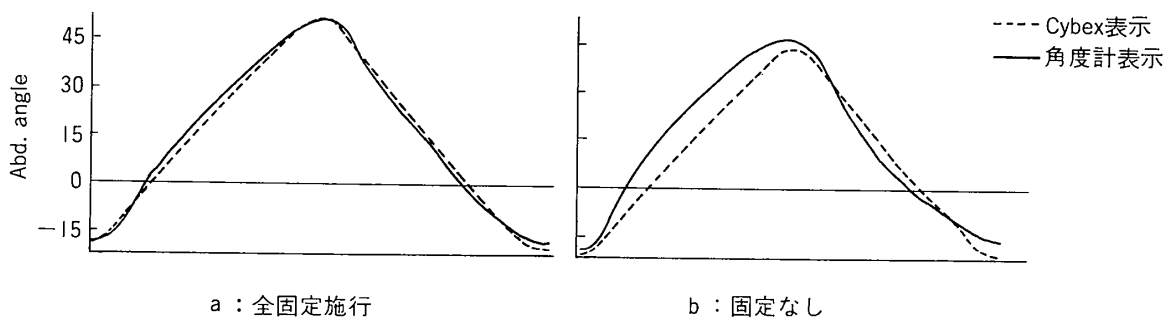
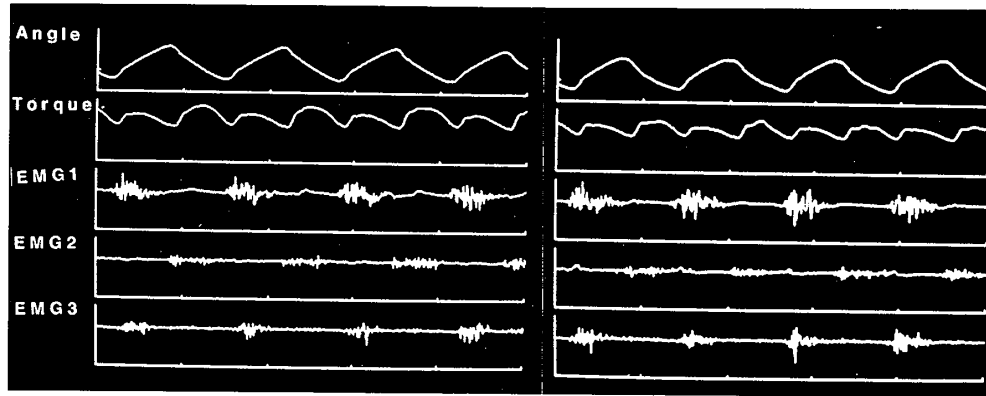


図6 Cybex 内蔵角度計と電気角度計の表示差



a : 全固定施行

b : 固定なし

〔EMG1 : 外転筋, EMG2 : 内転筋, EMG3 : 大腿四頭筋〕

図 7 身体固定の有無による isokinetic-EMG system の表示差

測定値は異なり、特にグリップと非測定側下肢固定台のない場合、測定値は小さくなることがわかった (図 5)。

【実験 3】

isokinetic-EMG system からは、身体が固定がない場合、Cybex 内蔵角度計には大きな誤差が生じるが、測定台を用いるとほとんどその誤差がなくなり、この点からも身体が固定が重要であることがわかった。固定のない場合、内外転運動開始後しばらくは Cybex 内蔵角度計よりも急峻な曲線を描き、終了に近くなると緩やかな曲線となる (図 6)。つまり、固定のない場合、筋力測定器は等速運動をしていても、股関節自体は加速減速を繰り返しており、等速運動していない。

また、同じく EMG からは外転運動時には外転筋が活動し内転筋の活動は全くみられず、内転運動時はその逆となる。固定のない場合もこれらは同様であるが、外転運動時に大腿四頭筋の活動が増加する (図 7)。

考 察

isokinetic 運動では設定角速度が遅いほど測定値は大きくなり、理論的には FRIMT の測定値に近づくはずであるが、Cybex の測定はその特質上、実際には最大の測定値が得られるはずの外転運動開始直後の内転位での表示トルクが低値を示す。健康人男性における FRIMT と isokinetic torque 曲線 (10rpm) を比較してみると、isokinetic torque 曲線の推移が運動開始直後、および直前で低値を示していることがわかる (図 8)。このことが Cybex を用いる外転筋力測定での最

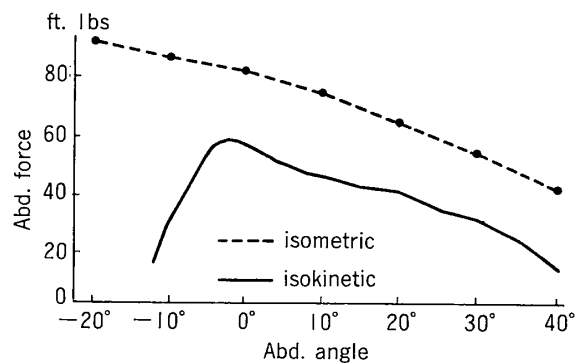


図 8 FRIMT と isokinetic torque (10 rpm) 曲線の比較

23 歳健康男性の股関節外転運動における比較

大の欠点と思われる。

外転筋力は歩行能力や limping, 特に Trendelenburg 徴候との関連について述べられることが多い。片脚起立の場合、外転筋は closed kinetic な筋運動をしており、歩行時も同様に closed kinetic な要素が大きいので、筋力測定においても isometric や、遅い速度での isokinetic が適すると思われる。しかしながら、歩行時や片脚起立時と、外転筋力測定時の外転筋の作用の様式が異なることは否定できず、いずれにしても Trendelenburg 徴候などとの比較では、基本的には前述のように筋力測定時とは外転筋の作用様式が異なるということを念頭においておくべきと思われる。

身体が固定をせずに外転筋力測定評価を行った報告は多く見られるが⁸⁻¹⁰⁾、固定の有無により測定値の差が大きいことが今回の実験結果より明らかとなった。また、FRIMT 曲線より、外転筋力は内転位で大きく、外転するに従い小さくなり、関節の角度により筋力は大きく異なるので、正確な関節角度での測定ができな

いと関節角度とトルクの間を論じる場合、適切な評価はできない。

測定機器によっては、上肢グリップを設けることにより測定値に上肢筋力の影響が出るとして、故意に設置していないものもある。しかしながら外転筋力測定において、上肢グリップは上体の強固な固定、しいては骨盤の固定という意味で、反対側の下肢固定とともに重要である。また、外転筋力測定値に上肢筋力が加算されるということは理論的にも考え難い。本測定台は、股関節疾患、特に骨切り手術前後の外転筋力を測定するために作成したものであるが、このような患者では、外転筋力は 10rpm の isokinetic peak torque で 20ft.lbs 程度で、若い男性でも 40ft.lbs 程度であり^{5,6)}、本測定台を臨床で実際に使用して、上肢筋力などの不足で測定に不具合を生じたことはなかった。もし反対側の下肢固定や、グリップ以外で骨盤の強固な固定を得ようとするならば、骨盤の固定パッドの工夫が必要になると考えるが、理想的には競技用自動車に装着しているような、バケットシート状の体幹固定具が必要と思われる。しかしながら、実際の臨床ではさまざまな体格の患者がおり、実用化は困難と思われ、今回のわれわれの用いた測定台のように、それぞれの固定具を被検者に合わせて調節できるようにする必要がある。

筋電図からは、身体の固定が不十分な場合、測定中身体が不安定な状態となり、測定には不要な、大腿四頭筋の活動が増加していることがわかる。また、電気角度計からみた内蔵角度計の誤差を考えると、前述のように固定の不十分な場合は、isokinetic 運動での測定でありながら、内外転運動のたびに股関節は加減速を繰り返して、もはや isokinetic 運動とはいえない状

態になっており、このことから股関節外転筋力測定において身体の固定は重要である。

なお、本稿の要旨は、第 27 回日本リハビリテーション医学会（1990 年、福岡）において発表した。

文 献

- 1) Pauwels F: Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1965.
- 2) 原 好延, 他: 変形性股関節症における股関節外転筋力の検討. 中部整災誌 31: 2114-2116, 1986.
- 3) 蟹江良一, 他: 股関節疾患と外転筋筋力. Hip Joint 14: 332-336, 1988.
- 4) 猿渡勝義: 等運動性機器による THR 後の股関節周囲筋力の回復状況. 久留米医学会誌 45: 778-791, 1982.
- 5) 志波直人, 他: Chiari 骨盤骨切り術後の外転筋力 (Cybex による測定値とコンピューターシミュレーションによる外転運動の解析). 整形外科と災害外科 38: 474-479, 1989.
- 6) 志波直人, 樋口富士男, 井上明生, 他: 大腿骨切りを併発した Chiari 骨盤骨切り術後外転筋力. 整形外科と災害外科 38: 1421-1425, 1990.
- 7) Neumann DA, Soderberg GL, Cook TM: Comparison of maximal isometric hip abductor muscle torques between hip sides. Phys Ther 68: 496-502, 1988.
- 8) Borja F, Latta LL, Stinchfield FE, Obreron L: Abductor muscle performance in total hip arthroplasty with and without trochanteric osteotomy. Radiographic and mechanical analysis. Clin Orthop 197: 181-190, 1985.
- 9) Wiesman HJ Jr, et al: Total hip replacement with and without osteotomy of the greater trochanter. J Bone Joint Surg 60: 203-210, 1978.
- 10) Nutton RW, Checketts RG: The effect of trochanteric osteotomy on abductor power. J Bone Joint Surg 66: 180-183, 1984.

* * *

A Fundamental Study on the Measurement of the Hip Abduction Force Using an Isokinetic Machine

by

Naoto SHIBA*, Akio INOUE, Hisami TAGOMORI**, Satoshi KOBORI***

from

*Department of Orthopedic Surgery, Kurume University School of Medicine

**Department of Rehabilitation, ditto

***Kurume Institute of Technology

Here we report our results of the fundamental measurements of the hip abduction force using an isokinetic

machine (Cybex). We have measured the hip abduction force before and after hip operation since 1980, using a specially developed original table for the supine position, with a four-pointed belt, hand grips, pelvic fixation pads, and an opposite-side lower-limb fixation arm. Using this table, we examined the hip abduction force at different joint speeds and fixation isokinetically.

The results showed that 1) the torque increased at slower joint speeds, 2) the torque changed with different body fixation, such as with hand grip or with the fixation of the opposite lower limb, 3) the joint angle of the goniometer of the Cybex was not correct if the body fixation was not performed, and the joint motion was not isokinetic in such a condition, and 4) the fixation of the body was important in the measurement of the hip abduction force.

書評

岩倉博光・岩谷 力・土肥信之 編

臨床リハビリテーション

「**脊髄損傷 I**」 治療と管理

「**脊髄損傷 II**」 生活編

産業医大リハ科 安倍 基幸

わが国における脊髄損傷のリハビリテーションは多くの先輩方の努力により、ほぼ確立された感がある。しかしながら序文にて述べられているように、今日、研究面で多くの知見が得られ、かつ社会の発展変化とともにいくつかの新たな問題が生じ、リハビリテーション医療がこれらに対して対応を迫られているのも事実である。

本書はこのような状況下の要求に答えてくれるもので、「脊髄損傷 I」は急性期治療における問題を、さらに「脊髄損傷 II」は慢性期における問題について、第一線の著者がそれぞれ明快かつ実践的に述べている。「脊髄損傷 II」は生活編とも名称されているが、これはきわめて適切な表現であり、脊髄損傷の包括的治療を考慮した際、本

書を2部に分けた意義をここに見いだせるのである。

「脊髄損傷 I」の内容は、脊髄損傷発生とその変遷、外傷性脊髄損傷の急性期の管理処置とリハビリテーションプログラム、外傷性脊髄損傷における脊柱脊髄への外科的治療の問題点、呼吸自律神経障害、膀胱直腸障害、褥創、および悪性腫瘍による脊髄損傷から成り立っており、臨床の場ですぐに役立つ記述とともに未解決の問題にも解説を加えている。

「脊髄損傷 II」は脊髄損傷者の健康管理、装具と車椅子処方の原則、心理、頸髄損傷の上肢機能再建について、在宅指導、住宅と社会生活、脊髄損傷者の職業・スポーツ、および小児の脊髄損傷とバラエティーに富んでいるがいずれも

重要である。

本書を一読してみて、脊髄損傷の広さ深さと同時に多くの未知、未解決の問題が山積していることを改めて認識した次第である。過去の成書や訳本と比較しても決して遜色はなく、現在の脊髄損傷の診療レベルを示す、実情に沿った教科書であるとも言え、現場に携わる方にはもちろんのこと、これから脊髄損傷を学ばれようとする方にもぜひお勧めしたい2冊である。

医歯薬出版 各A5判 1990年
脊髄損傷 I 198頁 3,811円
脊髄損傷 II 178頁 3,708円
(税込み)