

## 肘関節屈筋群の筋硬度測定に関する検討

### Muscle stiffness measurement in human elbow flexors

中野 雅之\* , 角田 直也\*\* ,  
佐藤 三千雄\*\*\* , 久光 正\*\*\*\*

Masayuki NAKANO \* , Naoya TSUNODA \*\* ,  
Michio SATO\*\*\* , Tadashi HISAMITSU\*\*\*\*

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effects of joint angle on stiffness of the elbow flexors muscle in humans. Ten physical education students, 3 for male and 7 for female, were participated as subjects. The muscle stiffness was measured by using a static loading method for elbow flexors muscle with 9 different joint angles during resting conditions. Muscle stiffness was decreased due to flexed joint angles. The results of this study was similar that other researches. Form these findings it was suggested that the static loading device used in this study will provide possible information for quantitative analysis for muscle stiffness in humans.

*Key words; Muscle stiffness, Static loading method, Elbow flexor, Joint angle*

#### はじめに

運動や労働に伴う筋力発揮時や筋疲労時に筋が硬くなったとか、筋の“張り、凝り”という感じを体験することはよくある。

また、競技スポーツの場において高いパフォーマンスを発揮するためには柔軟な筋による収縮が必要であることはよく知られている。競技選手の筋の硬さの情報を得ることは競技力向上のためのコンディショニングの一助と成り得ることが考えられる。

これまでに筋の硬さを定量化し、検討した報告

では測定装置や測定方法の有効性を示唆したものや、筋疲労時及び筋収縮時における筋硬度を測定したものが多。

しかし、筋硬度の測定における関節角度の影響について検討した研究は極めて少なく、北田ら4)の上腕屈筋群について肘関節の肢位を4角度で測定した報告のみである。

そこで本研究では本研究によって使用した筋硬度測定装置の検討を行った。また、上腕屈筋群を対象として安静時における筋硬度に及ぼす関節角度の影響についても併せて検討した。

\* 国士舘大学体育学部スポーツリハビリテーション教室 (Lab. of Sports Rehabilitation, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\* 国士舘大学体育学部身体運動学教室 (Lab. of Biodynamics and Human Performance, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\*\* 昭和大学教養部保健体育学教室 (Lab. of Physical Education, College of Arts and Sciences, Showa University)

\*\*\*\* 昭和大学医学部第一生理学教室 (Department of Physiology, School of Medicine, Showa University)

## 方法

### I. 被験者

本研究の被験者は本学陸上競技部長距離部員の男子学生3名と女子学生7名であった。被験者の年齢、身長及び体重の平均と標準偏差値はそれぞれ  $20.23 \pm 0.77$  歳、 $163.54 \pm 7.0$ cm、 $20.26 \pm 6.60$ kgであった。被験者の選定にあたっては超音波法により上腕前部の皮下脂肪厚を測定し、男女とも5mm以下を条件とした。

### II. 測定装置

筋硬度の測定装置は押し込み反力形式の工業用筋硬度計 (Mitutoyo社製) を改良したものをを用いた。図はその測定風景を示したものである。

その測定原理としては硬度計を測定面に垂直にあて、ゲージであるスピンドルのサイドにある橋梁脚2本が皮膚に触れたところで押し上げられたスピンドルがmm単位でデジタル表示される。したがって、スピンドルの移動量が大きいほど数値は高く、筋硬度の増大を示す。

この硬度計の使用にあたっては硬度計自体に自重があるため、2本の橋梁脚部分が測定面に触れるまで、測定面に装置の自重をかけないように支持固定しなければならない。しかし、生体の測定面は軟らかく湾曲しているため2本の橋梁脚部分が測定面に触れるまでの間、支持固定を継続する

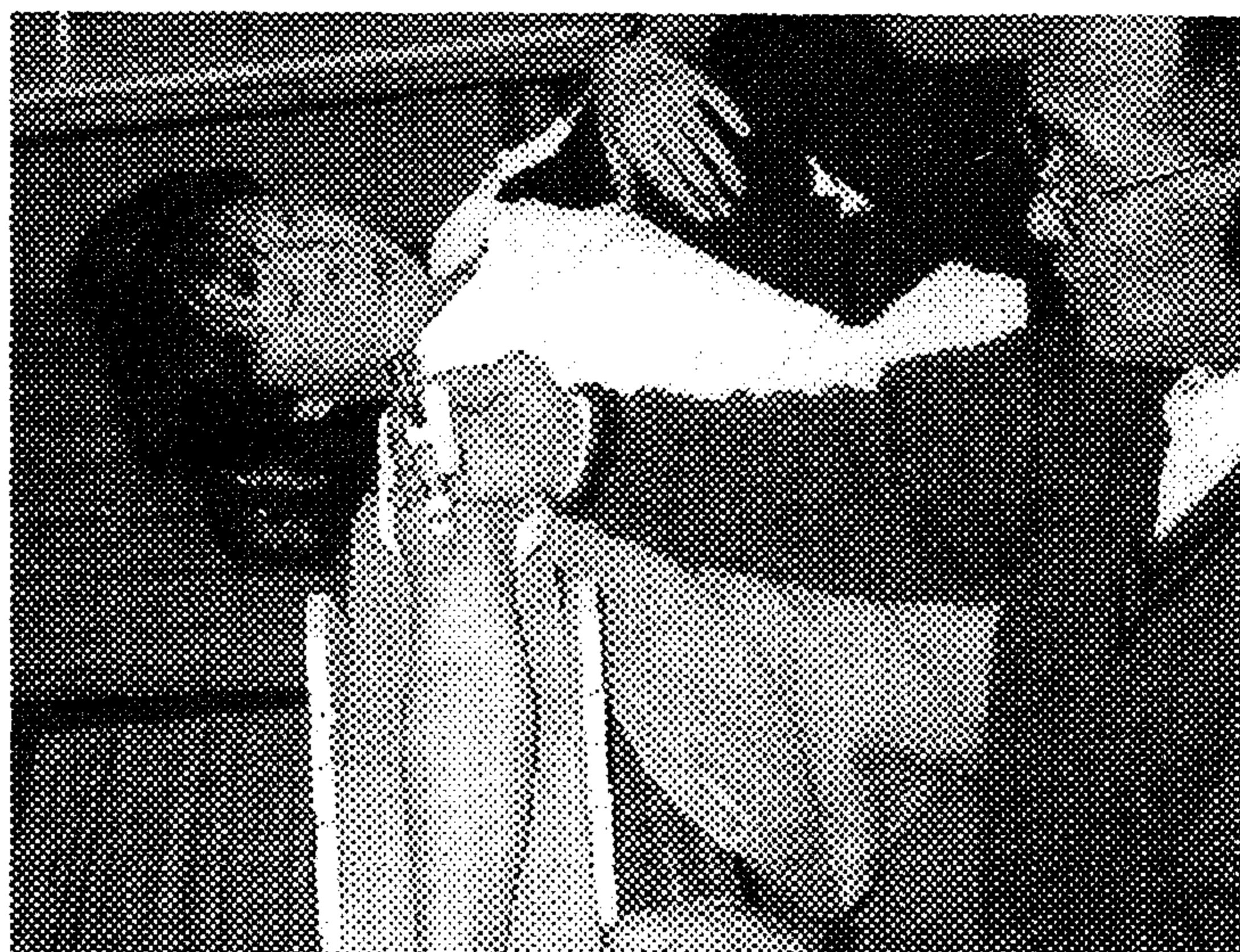


図. 筋硬度の測定風景

ことは非常に困難である。そこで、測定面に硬度計の自重がかかることを前提として、橋梁脚部分に支持台を取り付け、測定面にかかる硬度計の自重を分散させるための改良を試みた。

### III. 測定部位及び条件

筋硬度の測定部位は上腕長 (右肩峰高から肘関節高までの60%)、即ち上腕二頭筋屈曲時に最大周径囲になると思われる筋腹の頂点を各々の角度について10回の測定を実施した。

測定における関節角度は完全伸展位を  $0^\circ$  他は屈曲  $20^\circ$  から  $90^\circ$  までの間を各  $10^\circ$  ごとに設定した。測定にあたっては木材板に分度器をあて角度計つきの支持台を作成したものを使用した。

### 結果と論議

表は関節角度における筋硬度の変化を実測値と相対値からみたものである。各角度における実測値は被験者10人の平均値と標準偏差を示している。

また、相対値は各角度における被験者10人の筋硬度値  $0^\circ$  を基準として、比率で求めたものを平均値と標準偏差で示したものである。

関節角度  $0^\circ$  を基準とした理由としては北田ら<sup>1)</sup>が関節角度の増大に伴って筋硬度が著しく減少したとの報告から規定した。実測値の関節角度  $0^\circ$

表. 関節角度における筋硬度の変化

角度	実測値	相対値
0	$2.18 \pm 0.37$	$100.00 \pm 0.0$
20	$1.81 \pm 0.39^{**}$	$83.29 \pm 12.03^{**}$
30	$1.57 \pm 0.45^{**}$	$71.91 \pm 15.25^{***}$
40	$1.31 \pm 0.46^{***}$	$59.36 \pm 14.16^{***}$
50	$1.15 \pm 0.42^{**}$	$52.26 \pm 13.95^{**}$
60	$1.03 \pm 0.33$	$47.21 \pm 12.96$
70	$0.99 \pm 0.38$	$45.15 \pm 15.04$
80	$0.99 \pm 0.48$	$44.62 \pm 19.15$
90	$1.01 \pm 0.53$	$46.00 \pm 22.69$

\*\*\* $p < 0.001$ , \*\* $p < 0.01$

関節角度  $0^\circ$  は完全伸展位を示し、他の角度は屈曲位を示す。

2.18±0.37は総ての角度に対して高い値を示し、特に60度以下に対しては2倍以上の数値を示している。その傾向は相対値においても同様である。これは筋硬度変化に及ぼす角度の影響がこの角度を基点にしているのではないかと考えられる。

一方、実測値及び相対値における各関節角度間の比較では0度と20度では実測値2.18±0.37、1.81±0.39で1%水準で有意な減少傾向を示し、相対値も同様な傾向を示した。また、20度と30度では実測値30度が1.57±0.45で1%水準の有意差で減少傾向を示したが相対値は0.1%水準であった。

さらに、30度と40度間は0.1%水準で実測値及び相対値とも有意な減少傾向がみられた。このことについてはこの角度辺りでの筋硬度の変化が北田ら<sup>4)</sup>の30度の関節角度において疲労後の硬度の増大が他の関節角度に比して著しく小となっており、この関節角において筋長が静止長近くになっていることも考えられ、筋の硬度変化に対する影響が受けにくくなっているものと考えられるとの報告がある。本研究でも同角度辺りでの有意な減少傾向がみられたことから、その報告を支持するものと思われる。

## ま と め

本研究では大学生の男女長距離選手10名を対象として安静時における上腕屈筋群の筋硬度に及ぼす関節角度の影響について検討した。

その結果、筋硬度は関節角度の増大に伴って減少し、これまでの報告と同様な傾向を示した。また、本研究に用いた測定装置は得られた硬さの度合いが先行研究と同様の推移を示したことから、筋硬度変化を定量化できることが示唆された。

本研究は体育学部附属体育研究所の平成6年度研究助成によって実施した。

## 引 用 ・ 参 考 文 献

- 1) 土居陽治郎ら: 運動にともなう筋肉の硬さ変化に関する力学的研究. 第9回日本バイオメカニクス学会大会論集, 339-344, 1988.
- 2) 土居陽治郎, 小林一敏: 筋肉の硬さ測定に関する研究. 筑波大学体育科学系紀要, 11: 265-274, 1988.
- 3) 土居陽治郎ら: 長距離走における着地動作に関する研究. 筑波大学体育科学系紀要, 12, 261-268, 1989.
- 4) 北田耕司ら: 筋疲労による収縮時の筋硬度変化. J. J. SPORTS SCI., 13(2): 273-280, 1994.
- 5) 小林一敏: 弾力性測定装置の試作. 日本体育学会第37回大会号, 734, 1986.
- 6) 小林一敏: 筋の粘弾性測定器の試作. 日本体育学会第38回大会号, 706, 1987.
- 7) 小林一敏: 衝撃試験法による緩衝剤及び筋の非線形粘弾性特性の測定法. 筑波大学体育科学系紀要, 11: 205-211, 1988.
- 8) 小宮秀明, 前田順一, 竹宮 隆: 安静時及び最大筋収縮時における男女の筋硬度比較. 日本体育学会第45回大会号, 308, 1994.
- 9) 紺野義雄: 筋硬度に関する研究(第1報)“筋硬度差”による運動能力の判定法. 体力科学, 7: 180-185, 1952.
- 10) 紺野義雄: 筋硬度に関する研究(第2報)中学校生徒の身体主要筋々硬度. 体力科学, 7: 186-189, 1952.
- 11) 真島英信: 「生理学」改訂第18版. 64-65, 文光堂, 1993.
- 12) 村山光義, 南谷和利, 米田継武: 筋の硬さ測定値と内部組織構成の関係. 体力科学, 40: 785, 1991.
- 13) 村山光義ら: 日常及び作業前後の硬さ変化について. 体力科学, 41(6): 891, 1992.
- 14) 村山光義: 日常生活の筋肉の硬さの変動幅について. 東京体育学研究, 19-25, 1994.
- 15) 内藤 寛: 運動選手の筋硬度に関する研究. 体力科学 7, 1-11, 1958.
- 16) 中村隆一, 齊藤 宏: 基礎運動学第3版. 71-73, 医歯薬出版, 1988
- 17) 沖野雅美ら: 凝りの測定における客観的尺度の開発. 関東整災誌, 9(3): 76-79, 1978.
- 18) 高谷 治, 赤塚孝雄: 生体の硬さの臨床的測定法. 計測と制御, 14(3): 35-46, 1975.
- 19) 寺田光世: 音・振動からみた筋と筋力の研究(第2報). 日本体育学会第39回大会号A, 284, 1988.
- 20) 寺田光世: 運動が筋のStructural behaviorに及ぼす影響について. 日本体育学会第40回大会号A, 300, 1989.
- 21) 寺田光世, 柴田俊忍: インパクトハンマー法による筋収縮時の体表振動に関する基礎的研究. 京都体育学研究, 6: 1-9, 1991.
- 22) 塚原 進: 筋コンプライアンス計. 医用電子と生体工学, 1(3): 57-59, 1963.