

# 運動前後の筋肉の弾性(硬度)の変化について

## - 生体組織硬度計を使用して -

「キーワード」生体組織硬度計、筋肉の弾性(硬度) 表面筋電図計、筋力計今回使用したマッスルメーターは生体組織硬度計という形で、(株)井本製作所と明治鍼灸大学の共同開発により製品化されたものです。



これが、使用した生体組織硬度計です。

まず、機器の説明を簡単にさせていただきます。この機器は筋肉の弾性(硬度)を客観的に数値化できる測定器であり、筋の硬度差により筋肉の疲労度、筋肉の弾性の変化を測定することを目的として作られています。

測定方法としては、測定部位に副筒管を押し当てていき、センサー部分にあらかじめ設定されたスプリングの荷重と位置変化により、その硬度を測定します。測定値はポイントとして考えてください。

今まで、筋肉の疲労を客観的に確認する機器として、筋力計と表面筋電図計を併用してきましたが、今回はこの筋硬度計をセットにして、運動前後の筋肉の活動を記録してみました。

なお今回の測定に関し、表面筋電図計はポリグラフ 366、NECメディカル筋電図解析システムBIMUTASを、筋力計はOG技研GT-30を使用しました。

### [方法]

成人男性20代~40代15名を調査対象とし、10名を運動する介入群、残りの5名をコントロール群としました。調査対象の15名には、普段と同じように生活してもらいました。



### <測定のスライド>

両足を肩幅に開いた立位を基本肢位とし、膝蓋骨上縁より四横指上の大腿直筋上に×印を付け、運動前の筋硬度を測定しました。



### <スクワットのスライド>

測定後、ハーフスクワットを1秒間に1回のスピードで30回行い、同じ位置の硬度を測定しました。

10分後、さらに30回スクワットを行い再度測定しました。そして翌日(24時間後)に、再び同位置の硬度を測定しました。

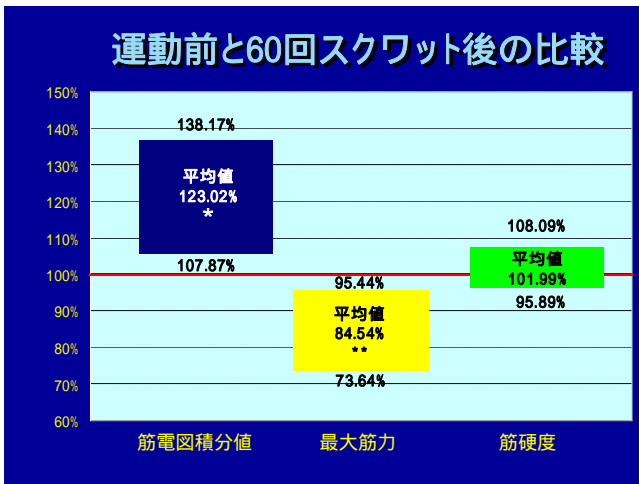


<筋力計、筋電図のスライド>

また、運動前・60回スクワット後・24時間後の3度にわたり、大腿四頭筋の最大筋力を測定し、同時に表面筋電図計の電極を大腿直筋の中下1/3部に当て、最大筋力を発揮した際の筋電図の最大波形を中心に、0.3秒間の波形の積分値を求め比較しました。

[結果]

<運動前と60回スクワット後の筋電図計・筋力計・筋硬度計のスライド>



これは介入群の、運動前の値を100とした場合の、筋電図積分値、最大筋力、筋硬度計の、60回スクワット後のそれぞれの値をグラフ化したものです。中央の赤いラインが運動前の値です。

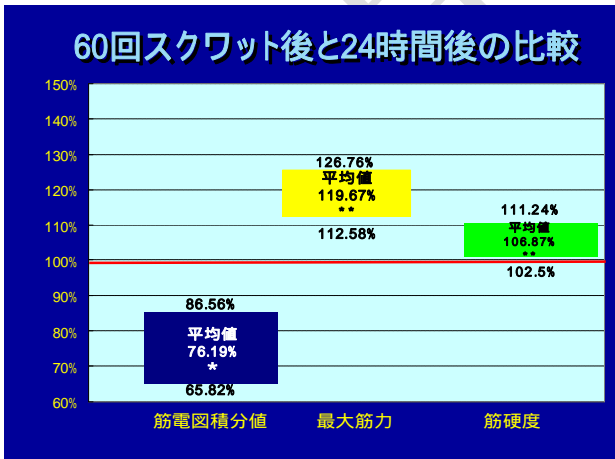
まず左の青いグラフは、最大筋力発揮時の筋電図波形の積分値を比較したものです。ご覧のように60回スクワット後には、筋電図の積分値は平均で約23%の**有意な上昇**を示しました。

次に中央の黄色いグラフは、大腿四頭筋の最大筋力を比較したものです。ご覧のように60回スクワット後には、平均で約15.5%の**有意な低下**を示しました。

以上のことから、60回スクワット後にはより多くの筋線維を動員しながら、発揮できる筋力は**有意に低下**していると言えます。

ここで右の緑のグラフを見て下さい。これは筋硬度の値を比較したものです。ご覧のように60回スクワット後に**有意な上昇は確認出来ず**、筋電図や筋力計で見られたような変化が見られませんでした。

<60回スクワット直後と24時間後の筋電図計・筋力計・筋硬度計のスライド>



これは介入群の60回スクワット後の値を100とした場合の、24時間後の筋電図計・筋力計・筋硬度計のそれぞれの値をグラフ化したものです。

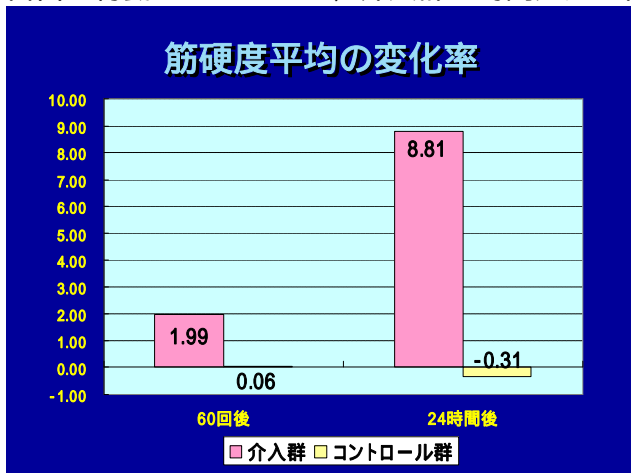
まず左の青いグラフを見て下さい。これは最大筋力発揮時の筋電図波形の積分値を比較したものです。ご覧のように24時間後には、平均で約23.8%の**有意な低下**を示しました。

次に中央の黄色いグラフを見て下さい。これは大腿四頭筋の最大筋力を比較したものです。ご覧のように、24時間後には平均で約19.7%の**有意な上昇**を示しました。

以上のことから、前日の60回スクワット後に比べ、24時間後にはより少ない筋線維の動員で大きな筋力を発揮していると言えます。また、運動前と24時間後の間では、有意な差は認められなかったことから、**筋力は回復傾向**にあると言えます。

ここで右の緑のグラフを見て下さい。これは筋硬度の値を比較したものです。ご覧のように24時間後には平均で約6.9%の**有意な上昇**を示しており、筋力は回復傾向にありながら、筋硬度は上昇していると言えます。

次に、介入群とコントロール群の筋硬度の値を比較してみました。尚、コントロール群の方には自由に行動していただき、介入群の時間経過に合わせて測定しました。



#### <介入群とコントロール群の平均の変化率の比較>

両者の、運動前の筋硬度を100とした場合の60回スクワット後と24時間後の筋硬度の平均の変化率を見て下さい。

コントロール群の方は60回スクワット後の同時期も24時間後も、ほぼ0%であるのに対し、介入群の方は、60回スクワット後では約2%の有意差を認められない程度の上昇を示し、24時間後には約8.8%の**有意な上昇**を示しました。

#### [まとめ]

運動前に比べ60回スクワット後では、筋電図の積分値は上昇し、最大筋力は減少しているが、筋硬度の値は上昇傾向を示さなかった。

60回スクワット後に比べ、24時間後では、筋電図の積分値は減少し、最大筋力は上昇し、なおかつ筋硬度の値は上昇傾向を示した。

- ・で見られた筋硬度の変化は、コントロール群であるスクワットを行わなかった人には見られなかった。

今回の筋硬度計による計測では、運動直前・30回スクワット後・60回スクワット後の測定値に有意な差を示しませんでした。また、以前に福井マラソンの参加者を対象にして、出走直前・直後に筋硬度計で計測を行った際にも同様の結果を示していました。しかし今回、運動直前・24時間後の筋硬度の値は有意に上昇傾向を示しました。

#### 今回の実験で得られた疑問と推測

3種の強度の運動直後には、筋硬度に有意な上昇は見られませんでした。運動直後に筋硬度上昇を示す人がいるのも事実です。また、筋硬度の上昇とは少し違いますが、普段の厳しい練習に耐えているにも関わらず、試合になると筋痙攣を引き起こす人もいます。このことから推測すると、個々が持つなんらかの要因によって引き起こされると考えられます。今回の実験は、これらの要因を追求するものではありませんが、運動中や運動直後に筋硬度上昇や筋痙攣を引き起こした場合、単純に疲労と片付けずに要因の追求と対処を考えるべきでしょう。

考えられる要因としては、

- 1) フィジカル面での個人が持つ能力と必要とされる能力との差(瞬発力・持久力・柔軟性など)による、筋・筋膜性の外傷性炎症
- 2) 競技の技術的問題(身体能力を効率的に発揮できる動作の有無など)
- 3) 酸素摂取能力(呼吸法やメンタル面での緊張など)
- 4) 健康状態(睡眠不足・疲労蓄積・病気やケガなどによる体調不良)
- 5) 栄養状態(糖質摂取量・電解質バランス・水分摂取量などの不備)

などが考えられます。

24時間後の筋硬度の有意な上昇をいかに抑えることができるのか。

一般的には、

- 1) 競技ごとに工夫された準備・整理体操
- 2) 競技ごとに工夫されたストレッチ

今回の実験は、運動前後のケアを行いませんでした。しかし、実際に運動を行うときは、ストレッチなどを取り入れた準備・整理体操やアイシングなど、様々なケアが行われています。今後これらのケアによって、24時間後の筋硬度の有意な上昇がどのように変化するかを追及したいと考えています。