

筋硬度計の試作およびその評価*

樋渡 勝吾*1

Trial manufacture of muscular hardness meter and the evaluation

Shougo HIWATARI

抄録

カイロプラクティックや徒手療法の臨床で、筋の硬さは主観によって評価されてきた。EBMが提唱される中、筋硬度も客観的に評価されるべきだと思うが、そうした例は非常に少ない。そこで筋硬度計を作成し実際に立位抗重力筋筋硬度を測定した。

キーワード：筋硬度、筋硬度計、評価方法、客観性

1. はじめに

多くの治療家が日常的に「筋肉が硬い」と表現するが、これは術者の感覚のみで評価されており、実際にどの程度硬いのが明確ではない。また「硬い」と評価される筋・筋膜に対して、これを弛緩させるために様々な施術法が行われているが、この施術効果も術者、または患者の主観で評価されているのが現状で、再評価や再現性に乏しく、患者に伝える評価、表現方法としては妥当ではない。このような理由から、筋硬度の客観的評価方法確立が必要だと考えた。

そこで当初食肉や、硬質スポンジの硬度を計測する機械として使われていたDurometerタイプ硬度計を図1に示す¹⁾。この硬度計を筋硬度計として使用する事を検討した。しかしこのタイプの硬度計は、測定部位への押圧強度によって測定数値に大きな差が生じ易いと言う欠点が判明した。Durometerを測定部位に強く押しつけると測定数値が高くなり、弱く押しつけると測定数値も低くなる。つまり同一検者であっても、測定毎に数値のバラツキが出る可能性や、他検者との測定値にも差が出てしまう可能性があり、これでは客観的筋硬度評価法とは言えない。

そこでこの欠点を解消するために新たに筋硬度計を開発する事にした。そして治療家の感覚でしか評価されてこなかった筋硬度を客観的に評価してみた。

筋硬度計を開発する際に以下の点に注意した。

1) 再現性

同一条件で計測した結果が、同数値でなければならない。更に複数の検者が計測した結果も、同数値でなければならない。また検査機器個体による誤差が大きくては、計測結果を比較検討する事も出来ない。そのため高い精度の製品を作れるメーカーに依頼する必要がある。

2) 実用性

検査及びその測定に時間がかかりすぎるものでは、実際の臨床には実用的とは言えない。簡単且つ素早く行える検査法である事が望ましい。また検査法導入に経済的負担が大きかったり、法的に規制対象になるようなものでは実際的ではない。

3) 非侵襲性

検査自体が患者の身体を変化させてしまえば、施術による変化なのか、検査による変化なのかが解らない。検査機器は非侵襲的であるべきである。

2. 方法

2.1 筋硬度計 Neutone の製作

まずDurometerの欠点である「押圧強度による測定数値の差」を解消するために、Durometer上部に任意の強度を持ったバネを内蔵したピストン機構を設置した。このピストン機構を介してDurometerを測定部位に押圧するため、押圧強度が一定となり、測定数値も安定するだろうと考えた。またこのバネ強度は非侵襲性の問題を考慮して、出来るだけ弱く設定した。本硬度計の写真を図2に示す。著者はこの筋硬度計をNeutoneと名づけた。

実際にピストン機構を使用した場合と、使用しなかった場合とで測定値のバラツキを比較してみた。実験内容は以下の通りである。

「客観性テスト」

- ・測定者：10人（男性5人 女性5人）
- ・測定対象：タッチマンロール（中央部）
- ・測定方法：ピストン機構を使用しなかった場合と、使用した場合で各5回ずつタッチマンロールの硬度を測定してもらった。測定値を操作出来ないように、測定者には測定中ダイヤルが見えないようにした。

客観性テスト結果（表1）をみると、同一検者による測定数値のバラツキ（個人標準偏差の平均）はピストン機構有り（1.23）のほうが、ピストン機構無し（2.54）よりも「若干バラツキが少ない」という程度の結果であった。しかし、測定者間による測定数値のバラツキ（個人平均の標準偏差）をみてみると、ピストン機構無し（6.35）に対してピストン機構有り（1.64）のほうが「圧倒的にバラツキが少ない」結果となった。

この一定押圧強度のピストン機構は、同一測定者による計測ごとのバラツキ、測定者間の測定値差共に減少させる効果があるが、特に測定者間の測定数値差減少に効果的と言える。これは筋硬度計Neutoneが、測定者間で筋硬度を比較、検討する際の筋硬度評価基準と成りうる可能性を持っている。

この結果から、筋硬度計Neutoneは従来のDurometerよりも客観的に筋硬度を測定する事が出来ると言える。更に測定針先端をボール形状とし、検部周辺をキズ付けずにスライドさせながら筋硬度の高い場所を探せる事が出来る機能ももたせた。これにより非侵襲性の問題も更に改善された。

2.2 筋硬度測定

実際に筋硬度計Neutoneを使って抗重力筋筋硬度を測定し、立位姿勢との関連を考えてみた。測定方法は以下の通りである。

- ・対象人数 50人（男性26人 女性24人）

対象者は実際にカイロプラクティック院に訪れた患者であり、それぞれ腰痛、肩こり等の疾患を抱えている。

- ・対象年齢 18～68歳（平均38.17歳 標準偏差11.16）
- ・測定部位

頸肩部：肩甲挙筋（肩甲骨内側上角より1横指頭方）

背部：菱形筋（Th3/4棘突起と肩甲骨内縁の間）

腰部：腰部起立筋（L3/4横突起間）

臀部：大臀筋・梨状筋（大転子とS3仙骨孔との間）

下腿部：腓腹筋（筋腱移行部中央）

- ・測定姿勢 立位自然体

・測定方法 筋硬度計Neutoneを測定部位面に対して出来るだけ垂直に当て、2～3回ピストン機構をスラドさせて最も高い数値を読み取った。測定数値はピストン機構バネ力14.71±1N、測定子バネ力2.94±0.6N時に測定子が2.54mm移動した場合を100として計測した。著者はこの単位をT（トーン）と名づけた。

3. 結果

今回の筋硬度測定結果を図3に示す。図3より、一般的に言われるように「男性の身体は硬い」という優位性は見られなかった。筋硬度平均を男女で比較すると女性の腰部が低く、臀部が高い結果となっている。

次に標準偏差を男女で比較してみると、女性の頸肩、背部、臀部の標準偏差（筋硬度のバラツキ）が男性よりも大きく、男性の腰部標準偏差は女性よりも大きい結果となった。

4. 考察

女性の腰部筋硬度平均値が低く、臀部筋硬度平均値が高い理由を考えると、女性の姿勢や生理的問題が筋硬度に現れているのではないかと思われる。若い女性に良く見られる姿勢を考えると骨盤全体が前方変位している姿勢や、腰部前弯が強く臀部が後方へ突出している姿勢が思い起こされる。一般的には腰部前弯が強いと腰背部起立筋が緊張していると言われているが、今回の測定結果からはそのような特異性は見られず、むしろ逆に筋硬度は低く計測された。

この事から若い女性の典型的な姿勢は、腰部背面の筋を弛緩させて椎間関節に体重負荷し、前面の大腰筋、大腿筋膜張筋筋膜、大腿四頭筋等の伸張に依存して立位を維持しているのではないかと思われる。このため腰背部の筋硬度が低

く検出されるのだろう。臀部筋硬度上昇の原因としては腰部前弯が骨盤を前傾させ、これによって臀筋群筋膜の伸張が筋硬度となって検出されているのだと思われる。他には生理等の影響が骨盤周辺の筋に影響を与える可能性も考えられる。

次に筋硬度標準偏差の男女差を考えてみた。筋硬度標準偏差の大きな部位は、男女の主訴差と関連性があるように思われる。女性であれば肩こり、男性であれば腰痛を主訴とする例が多い印象があるが、今回の測定結果ではこれらの部位の標準偏差が大きかった。この理由を考えると、まず左右筋硬度差が大きい箇所が脊柱側弯を発生させ、それが症状と結びついていると言う単純な作用機序が想像できる。この左右筋硬度差が標準偏差の大きさとなって測定結果に現れているのではないだろうか。しかしこれは著者自身十分に納得の行く内容ではない。標準偏差と主訴との関連性については、今後も検証して行く事とする。

5. 結論

今回はこのような測定結果が出たが、各部位の計測結果左右平均値に大きな差が無い事や、部位別に数値差が生じている事から、筋硬度計 Neutone は筋の硬さを正確に評価出来ているのではないかと思う。

立位自然体抗重力筋筋硬度を計測することは不随意的運動神経の興奮、つまり神経のトーンを計測していると言う事が出来る。古来よりカイロプラクティックの診断方法として、脊柱の歪みを診る事が行われてきたが、これを「構造的診断」として軽視し、他の「機能的診断」を重要視する考えが注目されている。しかし立位姿勢は神経機能による結果生じたものであるから、これを診る事は構造ではなく「機能」を診ているといえる。そして筋硬度計で立位起立筋を計測する事により、神経トーン不均衡の箇所をより詳しく知る事が出来ると言えるだろう。またこれらの事からも筋硬度を評価する場合、平均値と比較するよりも神経学的検査法のように左右差を比較検討するのが妥当かと思われる。

今後の研究展開として、患者の筋硬度を長期的に計測し、症状回復との関連性を調べて行きたいと考えている。現時点では回復と共に左右の筋硬度が均等化して行く事が解かってきている。

また、カイロプラクターが静的触診で椎骨の変位を検出する際、後方変位した部位が硬く触知されるのを頼りとするが、これを筋硬度計で検出出来る事も解かってきた（スタティック・パルペーションの客観化）。これらの事柄も引き続き研究して行きたい。

参考文献

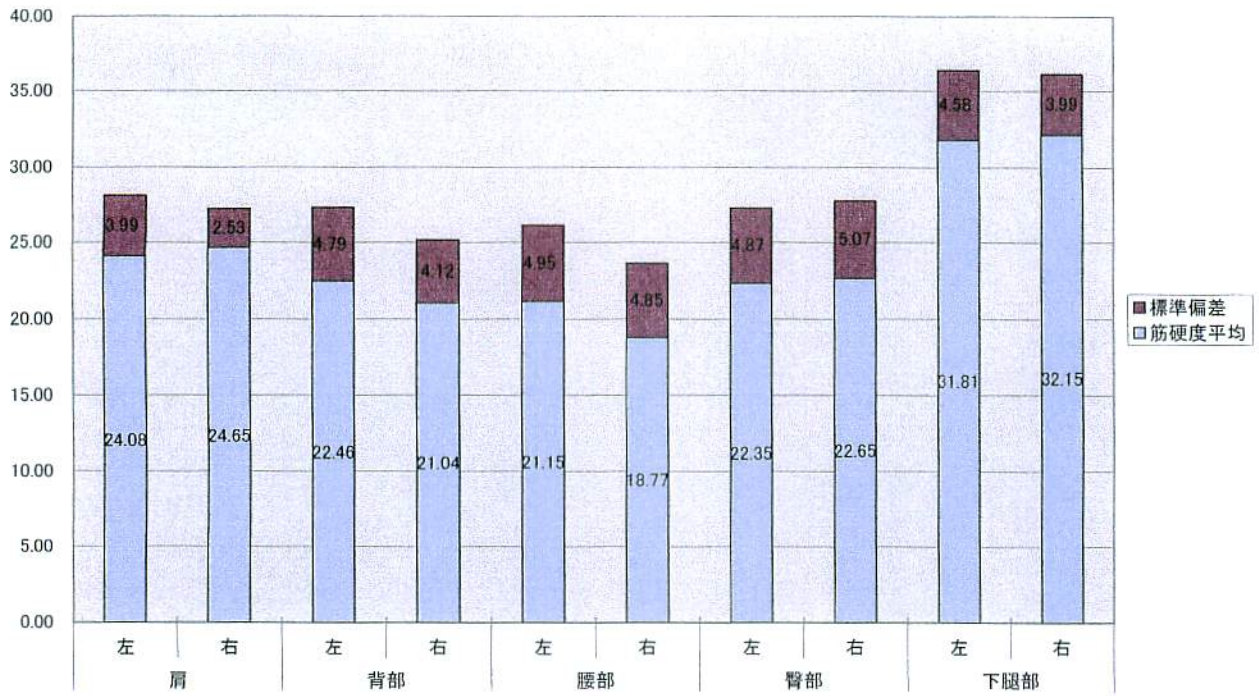
1) 硬さ計あれこれ 有限会社 エラストロン [参照 2008. 05. 01]

<http://www.elastron.co.jp/about.html>

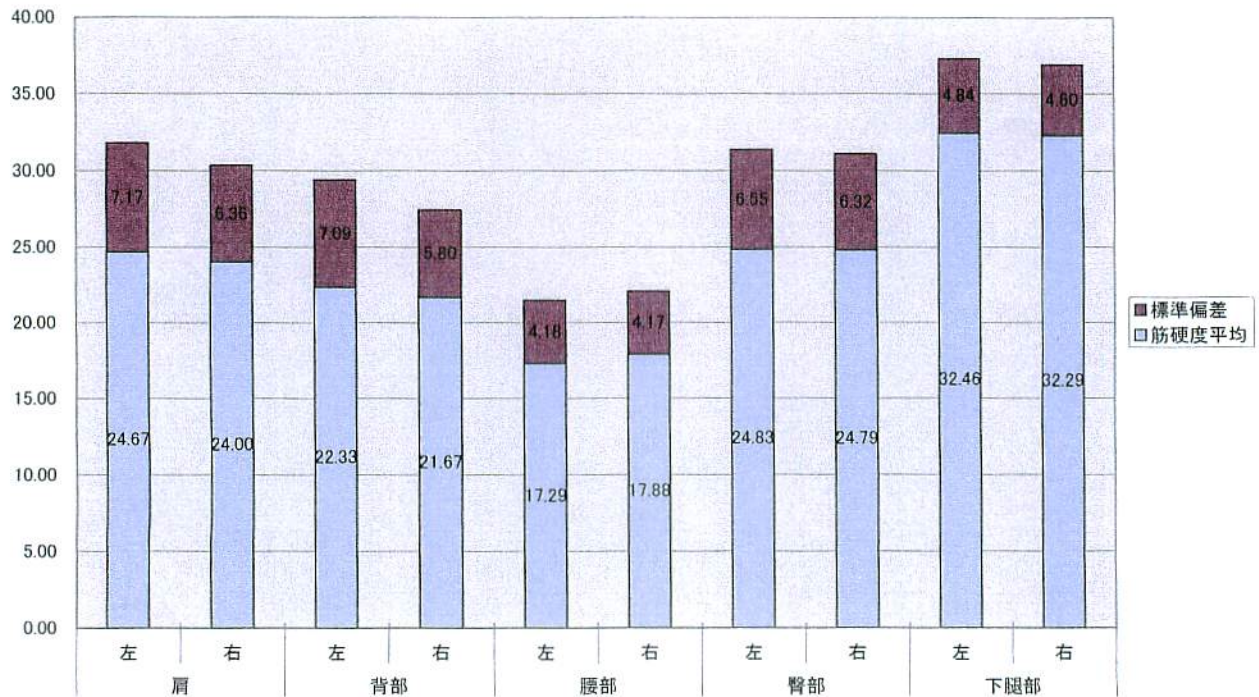
* 日本カイロプラクティック徒手医学会第9回学術大会（平成19年9月）にて一部発表

* 1 ステップカイロプラクティック（足立区足立4-24-3）

男性筋硬度測定結果



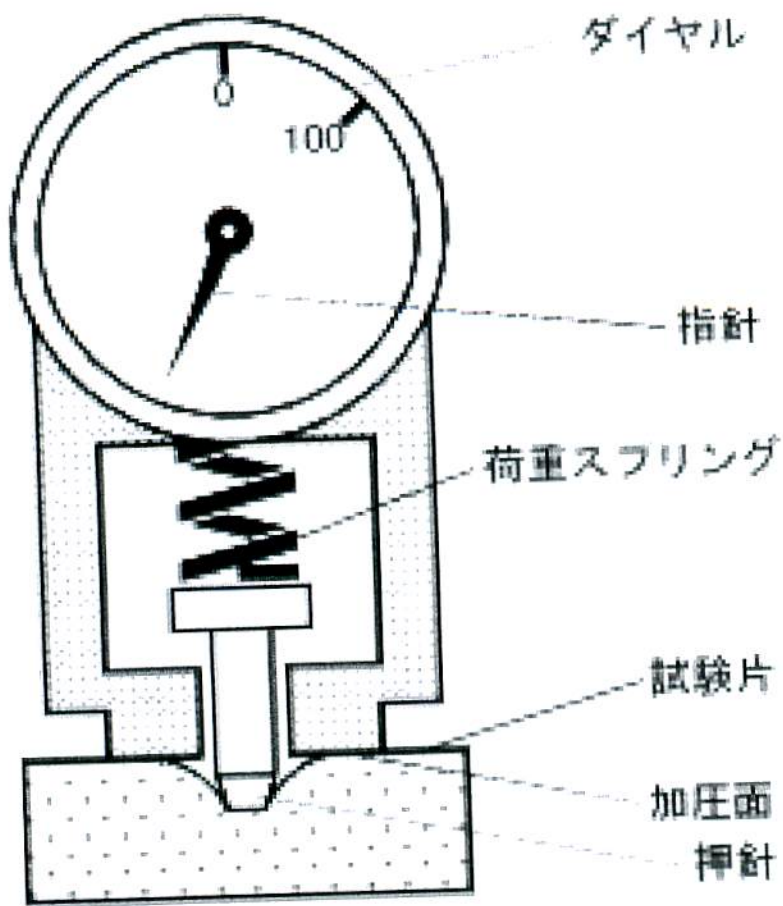
女性筋硬度測定結果



筋硬度測定結果 図3

		ピストン機構無し							ピストン機構有り										
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	個人平均	個人標準偏差	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	個人平均	個人標準偏差				
男	A	67	68	68	68	68	67.80	0.45	56	55	56	56	56	55.80	0.45				
	B	68	72	72	67	70	69.80	2.28	57	56	56	54	54	55.40	1.34				
	C	64	67	69	72	71	68.60	3.21	60	60	56	54	54	56.80	3.03				
	D	70	72	70	71	71	70.80	0.84	58	58	57	57	57	57.40	0.55				
	E	70	71	71	65	72	69.80	2.77	57	55	60	56	56	56.80	1.92				
女	F	54	52	53	54	56	53.80	1.48	54	53	53	53	53	53.20	0.45				
	G	65	59	58	57	55	58.80	3.77	58	56	55	54	54	55.40	1.67				
	H	61	61	68	65	62	63.40	3.05	60	60	60	59	58	59.40	0.89				
	I	63	65	58	54	55	59.00	4.85	57	54	57	57	56	56.20	1.30				
	J	56	61	54	55	56	56.40	2.70	55	54	55	56	55	55.00	0.71				
平均									63.82	2.54								56.14	1.23
検者間標準偏差									6.35	-								1.64	-

客観性テスト結果 表1



Durometer タイプ硬度計 図1

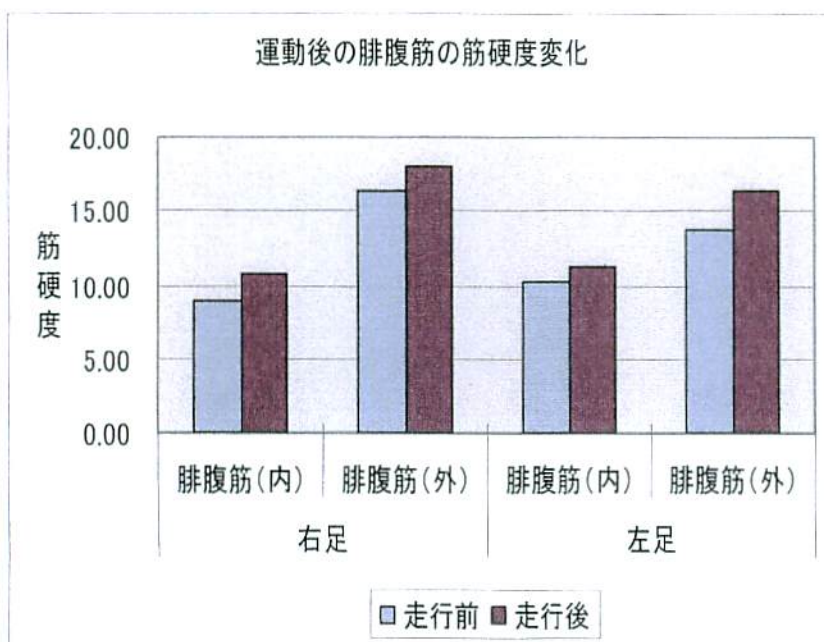


筋硬度計 Neutone 図 2

[運動後の腓腹筋の筋硬度変化]

被験者 50 代男性 100km サイクリング後、腓腹筋の筋硬度変化を TDM-NA1 で計測

	右足		左足	
	腓腹筋(内)	腓腹筋(外)	腓腹筋(内)	腓腹筋(外)
走行前	9.00	16.30	10.30	13.70
走行後	10.70	18.00	11.30	16.30



実施・測定日 2007年9月22日

1. 運動負荷 (P社 サイクルコンピューターにて計測)

最大心拍数 184
 平均心拍数 139
 平均速度 19.7km/h
 継続時間 5:02
 距離 95.1km

2. 天候 晴れ

気温 28 ~ 30度C
 湿度 62%

考察

有酸素運動後の筋硬度変化を NEUTONE 筋硬度計で計測することで確認できる。
 特に今回は短時間の負荷による筋硬度の変化をも読み取れ、従来の使用方法に増して、スポーツトレーニング、アスレチックジム、製品開発 (例えば、疲れにくい自転車) などへの応用が期待できる。