

筋力：シンポジウム

ダイナモメーターの信頼性*

—Musculator GT-10の使用経験による—

奈良 勲¹⁾ 洲崎俊男¹⁾ 浅井 仁¹⁾
山崎俊明¹⁾ 四谷晶嗣²⁾

I. はじめに

今回、本全国研修会長よりわれわれに与えられた課題は『ダイナモメーターの信頼性』について検討し、報告することであった。ダイナモメーター (dynamometer) とは、検出器、握力計、弾力量計、動力計、油圧計等の総称である。ここでは、いわゆる、徒手筋力測定器 (Hand-Held Dynamometry) についての信頼性に限定して述べる。なお、今回使用した徒手筋力測定器はOG技研の、商品名 Musculator GT-10 (以下、MSと略) であったことを断っておく。

II. Musculator の構造と仕様

MSの構造は基本的にセンサー部と荷重表示部 (デジタル) からなり、重量0.4kgと極めて軽量で持ち運びに便利である。電源は乾電池またはACアダプターを使用できる。センサーを内蔵したアタッチメントは検者が保持し易いグリップになっていて、被検者に当てる部分は弾性に富むゴムで被い緩やかなカーブをつけ、身体部との密着度や圧痛への配慮をしてある。オプションでプリンターの接続も可能である。測定に際し、零バランスつまみを操作し、荷重表示が00.0になった時点で測定する。最大荷重は70kgとなっている (図1)。

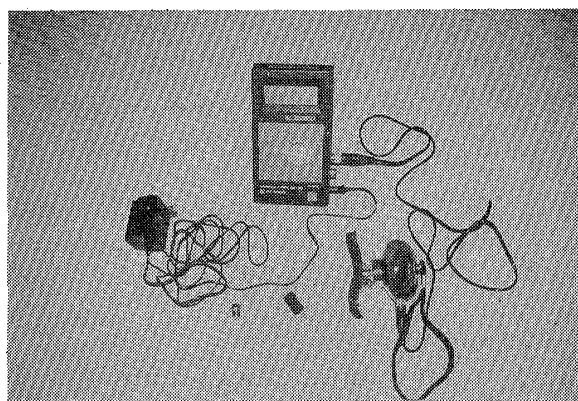


図1 Musculator

III. センサーの精度

センサーにはロードセルが使用され、荷重変換器が内蔵されている。その精度については、会社が個々の精度のチェックを張力測定器にて行なっているとのことである。われわれは、体重計にアタッチメントを押し付ける方法と重り表示のある鉄アレイをその上に置いてチェックしたが、一応の精度は確認できた。

IV. 再現性および検者間の信頼性

1. 健常者大腿四頭筋の筋力測定

測定値の再現性をみるため、健常な女性 (大学生) 5名に対し、健常な5名の男性 (大学生) による測定とその逆の方法によって再現性のチェックを大腿四頭筋 (膝関節90度屈曲位での等尺性収縮) について行なった。測定は3回行ない、その中央値を採用した。なお、学生にはMSの使用法を指導したが、その使用に熟練していないこと、実際の測定場面を観察して言えることは、

* Reliability of hand-held dynamometry —with a use of Musculator GT-10—

¹⁾ 金沢大学医療技術短期大学部

Isao Nara, Ph. D, Toshio Suzaki, RPT, Satoshi Asai, RPT, Toshiaki Yamasaki, RPT : School of Allied Medical Professions Kanazawa University

²⁾ 山田温泉病院

Masatugu Yotuya, RPT : Yamada Onsen Hospital

キーワード：ダイナモメーター、信頼性、Musculator GT-10

固定が十分にできている例が少なかったことを明記しておきたい。

検者が男性で被検者が女性の場合(表1)の変動係数は0.77～22.81でその平均値は6.56%であった。検者が女性で被検者が男性の場合(表2)の変動係数は47.78～117.08でその平均値は86.51%であった。また、検者、被検者共に女性の場合(表3)の変動係数は10.15～36.89でその平均値は22.01%であった。検者、被検者共に男性の場合(表4)の変動係数は5.30～25.02でその平均値は12.56%であった。それぞれの方法を変動係数の少ない順でみると、1) 検者男性で被検者女性の場合、2) 検者、被検者共に男性の場合、3) 検者、被検者共に女性の場合、4) 検者女性で被検者男性の場合となっている。このように、性差による変動係数較差は、測定時のMSの固定具合によるもので、特に被検者の筋力が強い場合には問題になると思われる。

なお、男性の筋力値は、検者が女性の場合には平均

表1 検者男性で被検者女性の測定値(kg)と変動係数(%)

	女A	女B	女C	女D	女E
男1	29.2	26.1	24.5	22.3	27.1
男2	27.0	23.3	25.0	23.1	27.5
男3	25.8	22.6	23.9	22.6	28.1
男4	26.1	28.1	24.1	22.9	26.9
男5	26.9	27.2	25.1	23.9	27.3
平均値	27.0	25.46	24.52	22.56	27.38
標準偏差	1.33	2.41	0.53	0.61	0.46
変動係数	6.55	22.81	1.14	1.62	0.77

変動係数の平均値 6.58

表2 検者女性で被検者男性の測定値(kg)と変動係数(%)

	男A	男B	男C	男D	男E
女1	18.8	19.5	22.5	19.2	25.5
女2	23.4	25.1	21.5	17.5	18.1
女3	24.1	18.2	17.5	14.4	17.5
女4	16.6	15.5	15.5	24.5	16.3
女5	21.6	24.9	24.9	26.1	13.5
平均値	20.90	20.64	20.38	20.34	18.18
標準偏差	3.16	4.23	3.82	4.88	4.46
変動係数	47.78	86.69	71.60	117.08	109.41

変動係数の平均値 86.51

20.08 kgに対し、検者が男性の場合には平均41.50 kgとその出力に大きな較差がみられたが、これは筋力検査における固定が十分でなかったためと言える。しかし、例え徒手筋力測定器の固定を徒手的に十分に行なったとしても、Kin/com, CybexそしてMusculator GT 30,

表3 検者および被検者共に女性の測定値(kg)と変動係数(%)

	女A	女B	女C	女D	女E
女1	19.7	21.3	17.5	19.2	19.0
女2	22.0	23.8	24.1	21.5	18.5
女3	18.9	26.0	23.5	20.5	17.2
女4	21.4	20.9	22.4	24.1	19.5
女5	17.4	20.1	19.5	23.5	21.0
平均値	19.88	22.42	21.40	21.76	19.04
標準偏差	1.87	2.43	2.81	2.04	1.39
変動係数	17.59	26.34	36.89	19.12	10.15

変動係数の平均値 22.01

表4 検者および被検者が共に男性の測定値(kg)と変動係数(%)

	男A	男B	男C	男D	男E
男1	46.3	42.5	49.5	37.1	39.9
男2	41.4	40.1	46.2	39.4	41.2
男3	37.8	39.8	44.1	34.1	42.6
男4	39.9	41.1	47.0	36.2	43.4
男5	43.1	43.2	42.0	36.7	42.9
平均値	41.7	41.34	45.76	36.70	42.00
標準偏差	3.23	1.48	2.85	1.90	1.43
変動係数	25.02	5.30	17.75	9.84	4.87

変動係数の平均値 12.56

表5 検者女性で被検者が片麻痺患者の測定値(kg)と変動係数(%)

	患者A	患者B	患者C	患者D	患者E
女1	14.1	10.7	14.5	18.1	23.7
女2	15.8	9.6	13.3	20.3	21.8
女3	14.2	11.7	15.3	17.8	15.2
女4	12.7	13.7	14.4	16.1	24.0
女5	14.5	10.8	13.9	18.1	21.5
平均値	14.3	11.3	14.28	18.08	21.24
標準偏差	1.11	1.53	0.74	1.49	3.55
変動係数	8.58	20.70	3.83	11.81	59.33

変動係数の平均値 20.85

GT-150 等ほどの固定は期待できないと思われる。ちなみに、われわれは Musculator GT-150 と GT-10 を用い健常男性、健常女性そして片麻痺患者（健側）のそれぞれ 5 名の大腿四頭筋の筋力を膝関節 90 度屈曲位にて確認した。GT-150 と GT-10 による平均値は健常男性で 80.8 ± 15.4 と 45.8 ± 6.40 kg, 健常女性で 50.0 ± 13.1 と 27.5 ± 5.0 kg, 片麻痺患者で 54.2 ± 17.1 と 27.2 ± 6.3 kg となり、その較差の大きいことを示した。

2. 片麻痺患者の健側大腿四頭筋の筋力測定

70 歳以上の片麻痺患者の健側大腿四頭筋の筋力を健常者と同じ方法で 5 名の女性検者により測定した（表 5）。変動係数は 3.83 ~ 59.33 でその平均値は 20.85% であった。これは上記した検者、被検者共に女性の変動係数（22.01%）ときわめて近似した値となっている。

V. 代償運動を伴う症例の筋力測定

筋力測定において被検者が代償運動を利用しようとするケースは度々みられるが、検者は測定に際しこれを極力防がねばならない。徒手筋力検査では、検者が両手を用いてこれを防ぎながら行なうが、MS 使用の場合、抵抗を受けるアタッチメントは患者の身体部に触れているが、検者はグリップを保持しているため、代償運動を防ぐことは困難である。これについて、カナダの Technolab が販売している小型のものは（図 2）手掌で保持するようになっており、幾分でも代償運動を防ぐことができるかもしれないが、筆者はこの使用経験がないので、断言はできない。いずれにせよ代償運動を伴う症例の検査に MS を用いるときは、測定と固定を分担するため二人の検者で行なう必要があると思われる。

VI. 症例の筋力値推移の客観的把握

いかなる検査・測定においても、より客観的方法でデータを得ることの重要性は言うまでもない。いかに徒手筋力検査において熟練したとしても、定性の域は出ない。そのような点から考えると、MS の固定方法に問題が残るその工夫をしながら再現性を高めたうえで、データを定量化することは大切と言える。

平成元年 2 月 22 日金沢大学医学部付属病院で右足関節開放骨折に対し創外固定を受け、その後血管柄付骨移植、足関節固定、植皮などの外科的治療を受け 6 月 26 日までの約 4 か月間理学療法が開始されなかった症例（64 歳の男性、体重 46 kg）で廃用性筋萎縮を来していると思われた左右の大腿四頭筋の筋力を MS にて約

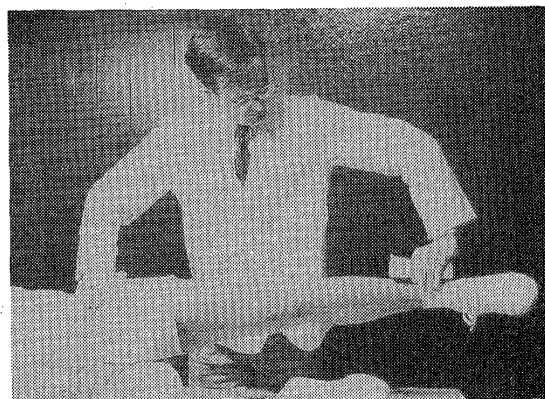


図 2 Technolab 社製の徒手筋力測定器

表 6 MS 使用による大腿四頭筋筋力値 (kg) 変化の把握

	右	左
6月27日	4.8 (3 ⁺)	9.8 (4 ⁻)
6月29日	6.0	10.5
6月30日	8.1	12.7
7月3日	10.8	14.0
7月5日	11.3	14.2
7月7日	12.7 (4 ⁻)	15.8 (4)

() 内は MMT によるグレード

2 週間一日置きに測定した（表 6）。初回の 4.8 kg（右）、9.8 kg（左）から毎回筋力測定値の増加を示し 2 週目には 12.7（右）、15.8 kg（左）となった。7 月 10 日転院となったため、その後の MS による筋力の変化は把握していないが、少なくともその変化を定量的に捉えていることは確かである。

ちなみにこの症例を担当した理学療法士の大腿四頭筋の MMT では（表 6）、右の初回が 3⁺、2 週目が 4⁻で左の初回 4⁻、2 週目が 4 となっている。右の 2 週目の 12.7 kg と左の初回の 9.8 kg の差は 2.9 kg であるが共に 4⁻となっている。

この種の検証は症例を増やしてさらに検討する必要があると思われるが、MS による値そのものの信頼は別としても、筋力の変化を定量化できると言う点では MS の使用は一利あると言える。

VII. 考 察

以上限られた紙面で、『ダイナモメーターの信頼性』—Musculator GT-10 の使用経験による—について報

告した。MSのセンサー自体の精度は信頼性が高いと思えるが、測定時の筋力値が被検者、検者またはMSの固定性に大きく左右されるため最大筋力値が得難いと言える。特に、健常者を対象としたり、患者でも筋力4以上になるとMSの固定が難しくなり、値の信頼性は低くなる。しかし、Bohannon¹⁾らは30名の患者を対象にしてMS使用に熟練した検者間の測定値の信頼性をみているが、その信頼性は高いと報告している。木山²⁾による報告では、筋力測定への適用性を示唆しているが、信頼性を高めるための工夫が必要であると述べている。今回の調査でも、検者が男性で、被検者が女性の場合の変動係数が小さかったのは、固定性が被検者の筋力を上回ったためと思える。それでも、固定性の高いMusculator GT-150による筋力値の較差は大きく、仮に検者間の信頼性はあっても、MS使用に真の筋力値の測定は困難であると思える。理論的には、MSの固定性をより良くする工夫をすれば真の筋力値に近づくことになるが、一方では臨床的にベッドサイドなどでも簡単に使えるという便利さが失われることになる。したがって、固定された測定器と徒手的に保持する測定器をcase by caseで使いこなすことが賢明と思われる。また代償運動を呈する症例の場合、MSを用いて検査する者と被検者を固定する者がいなければ、より正確な測定は困難であることも判明した。なお、Musculator GT-10には手指筋力測定用のアタッチメントも付属品として付いているが、今回はそれに関する検討はしなかった。

今後、筋力3前後の症例について、MSと固定された

筋力測定機器そしてMMT等を並行して用い、それらの相互関係を検討する必要性と意義を感じた。

VIII. ま と め

今回MSを使用した経験から以下のことが判明した。

1. MSによる検者間の変動係数は、その固定性により左右される。
2. 固定性は、検者の検査方法、被検者の筋力の強さに左右される。
3. 代償運動を伴う場合、MS使用時には、それを防ぐのは困難であり、二人の検者で行なうことが必要である。
4. 臨床的に、筋力の小さな変化を定量的に把握できる。
5. 固定された測定機器ほど最大筋力値は得難いが、MS使用に熟練すれば臨床的には適用性があると思える。

引用・参考文献

- 1) Bohannon, R. W., Andrew, A. W.: Interrater reliability of hand-held dynamometry. *Phys Ther* 67: 931-933, 1987.
- 2) Bohannon, R. W.: Manual muscle test scores of knee extension strength. *Arch Phys Med Rehabil* 67: 390-392, 1986.
- 3) 木山喬博: MMTの定量化の試みと計測条件の違いが筋出力に与える影響, 15 (学会特別号): 245, 1988.
- 4) 木村千鶴子: 筋力測定に関する研究—徒手筋力測定器とサイベックスIIによる比較—, 金沢大学医療技術短期大学部理学療法学科卒業研究論文集, 37-42, 1989.
- 5) Backman, E., Oberg, B.: Isokinetic muscle torque in the dorsiflexors of the ankle in children 6-15 years of age. *Scand J Rehab Med* 21: 97-103, 1989.