

筋力測定の実験的研究

— 上肢筋力、下肢筋力の場合 —

高橋 恒雄

An Experimental Study of Muscular Strength Measurement

—In case of Leg and Arm Strength—

Tsuneo TAKAHASHI

1 緒 言

人間が身体を動かす場合にその源泉となるのは筋であり、体育学上からも筋のもつ力に古くから関心がもたれ体力測定として種々の筋力が測定されてきた。それは労働やスポーツに関与する体力の一つの指標であるからである。

従来、一般的に筋力として握力、背筋力が人間のもつ全身筋力の代償として測定され検討されてきたが、最近では運動の内容として基本的に外部に表現される上肢筋力、下肢筋力の測定が、より妥当な形で測定^{(1)~(8)}されるようになった。

また、筋力の測定は我が国だけでなく諸外国においても古くから実施されており、その最大筋力の測定は肘、膝の関節を考慮し生理学でいう等尺性収縮の状態での最大努力の結果を測定するのが望ましく、従来より広くもちいられている徒手法⁽⁹⁾や握力計、背筋力計⁽¹⁰⁾を用いての測定は幾分妥当性に欠けるものと思われる。

したがって本考察では体力の一つの因子としての上肢筋力、下肢筋力の最大筋力値を妥当簡明な方法で測定し得れば筋力、形態、運動能力などの解析に一つの方向づけが可能になるものと察するものである。

また本測定は上肢筋力における屈曲力、伸展力からは屈曲力を、下肢筋力における屈曲力、伸展力からは伸展力を選びケーブルテンションメーターを用い筋力測定の際にできる限り等尺性の状態で計測し、その結果を考察しようとするものである。

2 実験対象及び方法

対象は昭和44年に秋田工業高等専門学校に在学せる年令15才~19才(1学年~5学年)の健康な男子学生82名(15才14名, 16才18名, 17才16名, 18才17名, 19才17名)である。筋力測定にはTKKの総合筋力測定器及びケーブルテンションメーターを用い、測定にあたっては測定器にテンションメーター取付けのための若干の改良をくわえた。

昭和46年1月

上肢筋測定にあたっては筋力測定器(図1)左側ワイヤーカイド支柱に、測定台面より垂直に高さ23cmの部位に穿孔し、テンションメーター取付板(図2)を台面に水平にホルトで止めた。テンションメーター取付板はメーターのほか鋼製ワイヤーの一端を固定するための鉤をとりつけ、鉤はワイヤーがメーター三支点に合致するように上下に可動調整ができるようにした。ワイヤーの他の遠位端は上腕の個人差に合せ適宜に調整できるように鎖をつけ、それに幅4.5cmの索引用ベルトをS字フックで結び測定前腕の手頭にかけた。

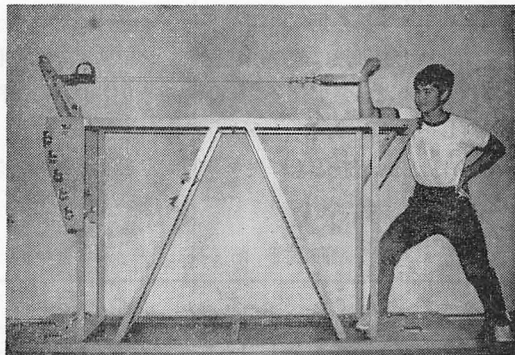


図 1

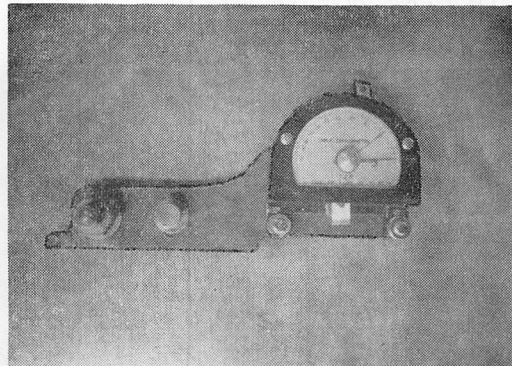


図 2

測定時は図1にみるように立位で測定台に対しやや横対面し、下肢膝部を幾分屈曲した開脚姿勢で上腕は常に

測定台面に密着して水平になるようにし、台面と前腕の尺骨肘頭と橈骨茎状突起を結んだ直線が 90° になるよう定木で規定し、索引方向がベルトと骨軸で直角になるようにした。

また、全索引部はワイヤー130cm、調節鎖15cm、索引ベルト30cmと170cmであり、前腕の個人差によりワイヤーが台面に対し α° だけ偏し分力が生じても無視できる長さにある。

それに関連し表1に身長を大小2グループに別け、台面より索引ベルト中央までの前腕部を計測した結果を示した。大グループ平均身長177.2cm、前腕部平均23.1cm、小グループ平均身長157.2cm、前腕部平均20.4cmであり、いずれにしても最大偏位角 $\cos \alpha \leq 0.02$ であり無視しても差つかえないものである。

下肢筋力測定にあたっては測定台支持アングルに、図3のような方法で下腿の個人差に応じ、適宜上下に可動調整できる等辺山型鋼を付けテンションメーター取付板をセットした。

測定時の姿勢は図4のように台の上に仰臥し、腹部を台に幅5cmのベルトで固定し台端より両脚を下垂させた。台面と下腿膝蓋骨と脛骨とを結ぶ直線が 90° となるようにし、測定する脚の足頸に幅4.5cmの索引ベルトをかけS字フックで調節鎖に結び他端をテンションメーター取付板鉤に結んだ。索引部全長120cmであり索引方向は骨軸に対しベルトが直角になるようにした。

測定は上肢、下肢ともに夫々2回測定しその最大値を記録した。

表1 前腕部長比 (cm)

グループ	人数	身長	前腕部
175.0以上	28	177.21 \pm 1.81	23.06 \pm 0.85
159.9以下	25	157.26 \pm 2.66	20.38 \pm 0.88

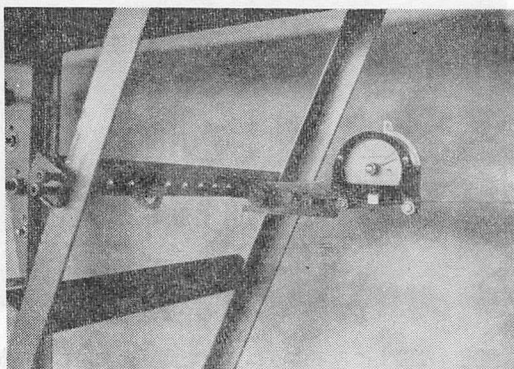


図 3

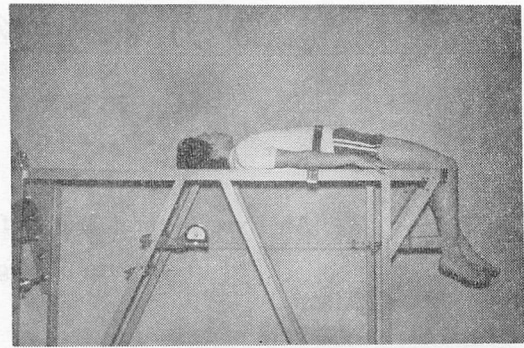


図 4

3 実験成績と考察

筋力は筋線維の総横断面積に比例することが知られているが、その値は研究者により異なり 4 kg/cm^2 という人もあり、 10 kg/cm^2 という人もある。猪飼⁽¹¹⁾は超音波法により筋の横断面積を撮影測定し 6.4 kg/cm^2 と報告し、小野⁽¹²⁾は上腕屈筋、上腕皮下脂肪厚、X線による骨径の割合及び上腕屈筋力を実測し近似的な筋の実効横断面積を推定、男子で 1.86 kg/cm^2 と報告している。

最大筋力においても増田⁽¹³⁾は18才~19才男子で腕筋力24.6kg、脚筋力54.1kgと報告し猪飼⁽¹⁴⁾は成人男子で腕筋力16~17kg、脚筋力55~56kgと報告している。

また各年令層ではその平均値で年令差、性差はなく筋の太さによって規定されるものと考えられているが、同一人でも測定値において同一結果は得られず、本測定においても2度の最大筋力値に2~3kgの差は多くの被検者に見られた。その原因を猪飼⁽¹⁵⁾は生理的限界と心理的限界にあると結論を出している。

表2に本測定の上肢屈曲力と若干測定方法に相異はあるが、小野⁽¹⁶⁾、丹羽⁽¹⁷⁾の測定値と都立大身体適性学研究室発表⁽¹⁸⁾の日本人体力標準値を対比して述べる。

右腕屈曲力では15才、16才で小野>丹羽>本測定となり、17才では小野>本測定>丹羽、18才、19才で丹羽>本測定となる。

左腕屈曲力では15才~17才で小野>本測定となり各年令とも1~2kgの差はあるが都立大報告の日本人体力標準値とは本測定が大体一致する。全体的に17才までは三測定間に1~2kgの差はあるが年令による増加量は同じ傾向を示しており、18才、19才における本測定と丹羽との間には3~4kgの差があるが、測定数の大小、測定法で本測定水平式⁽¹⁹⁾に対して、丹羽垂直式などの相異等も含まれるものと思われる。

また上腕屈曲力は各年令階級ともに右腕力が左腕力より少々大きい値を示した。その発達増加の経過を見ると

表2 上腕屈曲力測定値

(kg)

年令	本測定		小野		丹羽		都立大身適研 平均
	右	左	右	左	右	左	
15	19.11±3.12	17.61±3.10	21.8±3.9	19.9±3.7	20.0	—	16.2±3.5
16	20.61±2.28	19.42±2.48	23.0±3.7	20.2±3.5	21.5	—	18.0±3.6
17	21.34±2.49	20.13±2.64	24.3±4.1	22.7±3.7	22.2	—	19.6±3.8
18	22.38±2.22	20.15±2.53	—	—	25.5	—	20.8±3.8
19	21.54±2.88	20.94±2.70	—	—	26.5	—	21.7±3.9

他の測定と類似している。

下肢伸展力では本測定、小野、都立大身体適性学研究室の日本人標準値を対比し表3に上げる。大体類似の数値ではあるが小野、標準値に見られる年令に応じた発達増加の様子は本測定においては明瞭に表われない。特に本測定の16才以後の発達は顕著でなく、左右差においても各年令において小野では右脚に対し左脚に高い筋力値を示しているのに対し、本測定では年令毎に左右の筋力値に違いがある。また筋力値において本測定は17才以降52~54kgと増田、猪飼と大体一致するのに対し標準値とは20kg前後の差となっている。

また本測定における上肢屈曲力、下肢伸展力に小野、丹羽に見られる年令による発達増加の傾向が明らかでない。その原因として被検者の形態が関与するのではないかと考察され参考までに表4に述べる。

一般に形態の發育早遅、大小が身体機能、運動能力の優劣に関連的である事は周知の如くであるが、本測定被検者の場合、形態の發達が發育促進現象に見られるように若年ほど早期に發達の傾向を示しているため、形態には15才~19才間に顕著な差は見られなかった。

水野⁽²⁰⁾は年令別の体重、走、投の身長に対する回帰直線の中で、その特色として高校末期では年令による身長の成長は終末になっていることをのべ、青少年期では同一身長においては、年令の上昇に伴って体重や運動能力は一般に増大すると報告しており、本被検者の場合もその傾向にあるが、筋力においても形態と同様に17才以降は明瞭な伸びは見られず終末的である。その数値から考察して發達に停止の傾向が感じられ、總体的に筋力發達と形態の發育とは併行的に増進するものではないかと思われる。

表3 下肢伸展力測定値

(kg)

年令	本測定		小野		都立大身適研 平均
	右	左	右	左	
15	46.71±9.46	47.79±9.17	37.2±4.2	39.2±4.9	60.0±13.5
16	52.83±8.43	51.67±9.80	52.5±7.1	58.5±7.4	67.5±16.0
17	53.12±9.29	54.00±8.07	56.6±7.4	64.5±8.0	71.0±19.0
18	53.18±9.40	52.53±8.86	—	—	73.0±22.0
19	54.18±7.38	53.94±8.60	—	—	75.0±24.0

表4 形態計測値

年令	15	16	17	18	19
身長 cm	168.3±3.37	168.5±4.92	167.5±5.09	167.1±5.34	170.1±4.82
体重 kg	58.7±4.02	58.8±5.89	59.1±4.84	59.2±3.57	60.3±6.63
胸囲 cm	84.7±3.94	85.0±4.69	85.9±4.58	86.8±3.53	87.1±5.22
上肢長 cm	72.1±2.08	71.8±2.91	72.7±2.48	72.0±2.40	73.4±1.86

下肢長 cm	79.1±2.33	79.4±3.72	79.8±3.12	78.9±3.32	78.7±2.77
上腕屈曲 cm	28.4±2.17	28.9±1.96	29.3±2.41	29.8±1.25	29.3±2.17
前腕屈曲 cm	25.4±1.32	25.6±1.21	25.8±1.06	25.3±1.17	25.7±1.20
大腿屈曲 cm	50.4±2.68	51.2±2.53	50.2±2.69	50.9±3.31	50.4±3.52
下腿屈曲 cm	35.4±1.75	35.8±1.41	35.2±1.57	35.9±1.40	36.3±2.40
ローレル指数	123.6±10.4	122.5±7.63	125.6±7.63	127.2±10.0	122.8±8.26

4 要 約

TKKの総合筋力測定器を幾分改良し、ケーブルテンションメーターを用い等尺性収縮において上肢屈曲力と下肢伸展力を測定した。

- 1) 本測定値と他測定値を比較し、総じて近似な値が得られた。その数値は上肢屈曲力で20kg前後、下肢伸展力で50kg前後であった。
- 2) 全体の傾向としては年齢により発達増量の傾向があったが、18才、19才では停滞的であり、上肢屈曲力では右腕力が左腕力に優れ、下肢伸展力では左右において他測定に見られたような明らかな差は見られなかった。
- 3) 上肢、下肢筋力の発達のパターンは形態の発育と関連的な傾向が見られた。
- 4) 改良した測定方法は低身長者においてもテンションメーター取付け位置により測定可能な事が分ったが、下肢筋力測定における下腿長の個人差にテンションメーターを調整する方法には更に工夫の必要を感じた。
- 5) 測定器の大きさより移動測定に不便な点を除けば、本測定法は使用法、数値の読み取り等も簡明であり、測定時間も短時間で済み多数者の測定には便利な方法であることを指摘したい。

(稿を終るにあたり御校閲下さいました秋田大学助教授対馬清造先生並びに測定器改良に御尽力下さいました本校機械科後藤美千男技官、奈良勝敏技術員はじめ職員の方々に深謝いたします)

参 考 文 献

- (1) 増田充, 他 体研式腕筋力計, 脚筋力計の試作について 体力研究 No 7 P 109 1965
- (2) 楠 立雄 脚筋力について 体育学研究 11-1 P 23 1966
- (3) 波多野義郎 人体の上肢筋力の測定に関する研究 体育の科学 43-5 P 322 1968

- (4) 福永哲夫 超音波測定法による筋の単位面積あたりの筋力の算出 体育学研究 14-1 P 28 1969
- (5) 丹羽 昇 角度と筋力との関係 体育学研究 14-4 P 201 1970
- (6) 小野三嗣 肘関節角度の変化に伴う上肢筋力の動態 体力科学 14-1 P 15 1965
- (7) 小野三嗣 特殊筋力測定法による重量拳選手の筋力解析 体力科学 11-2 P 79 1963
- (8) 太田裕造他 腕力並びに脚力の測定法に関する研究 体育学研究 13-5 P 217 1969
- (9) 松井三雄他 体育測定法 P 99 体育の科学社 1957
- (10) 名取礼二他 体力測定 P 230 同文書院 1952
- (11) 猪飼道夫 運動生理学入門 P 157 杏林書院 1965
- (12) 小野三嗣他 身体発育及び筋力発達の動態研究(2) 体力科学 12-4 P 129 1963
- (13) 増田 充他 筋力の性差について 体力研究No. 7 P 114 1965
- (14) 猪飼道夫 体力の科学 P 34 コロナ社 1966
- (15) 猪飼道夫 スポーツ医学 P 269 体育の科学社 1964
- (16) 小野三嗣他 身体発育及び筋力発達の動態研究(3) 体力科学 14-1 1965
- (17) 丹羽 昇 肘関節屈曲筋の静的筋力トレーニング効果 体育学研究 14-1 P 33 1969
- (18) 都立大身体適性学研究室 日本人の体力標準値 P 123 不昧堂 1970
- (19) 中西光雄 体育生理学実験 P 83 技術書院 1968
- (20) 水野忠文 青少年体力標準表 P 58 東京大学出版会 1968