

パ ワ ー の 測 定

財団法人 日 本 体 育 協 会
東京オリンピック選手強化対策本部
ス ポ ー ツ 科 学 研 究 委 員 会

パワ－の測定

陸上競技トレーニング・ドクター 猪飼道夫
共同研究者 金子公宥

記録向上とその原動力

陸上にしろ、水泳にしろ、競技の記録は年ごとに改められていく。そこで記録はどこまでも伸びるものだろうか、それともどこかに限界があるのだろうか、考えざるを得なくなる。人間が生存する限り記録は伸びつづけるものだという人もいる。これに対して、誰も反対することはできないそれは反対する資料がないからである。しかし人間がいくら早く走るようになって、駿馬のようなスピードは出せない、この意味では記録に限界があるといえる。ヨクル (Jokl, E) 博士は競技記録が年々進歩していく理由として、次の3つを上げている。

第1には、競技に参加する人の数がふえることである。1896年のオリンピックでは、13カ国から285名の選手が参加した。これだけの選手が選抜されるには約5万人の競技者たちがトレーニングされたはずである。それに対し、1964年の東京大会では、100カ国から約10,000名の選手が参加するであろうが、その母体として約1億の競技者たちがトレーニングをうけることであろう。したがって、他の原因をまったくぬきにしても、記録は向上するはずだという。

第2には発育促進現象がその原因の1つになるという。日本人の身長も体重も伸びてきたが、イギリス人、アメリカ人、ドイツ人、すべて伸びつつある。1962年のイギリスの高校生は、ロンドン塔の中にある昔の武士たちのよろいを着ようとしても着ることができない。近ごろの青年たちの方が身体が大きいからである。これと同時に年配になってからでも、活動力が衰えず、活動年齢の範囲が広がった。1952年のオリンピックには、13才から66才までの人が参加したが、これはそのこ

とを示している。

第3の原因は、黒人の参加がふえたことである。ヨクル (Jokl) とカルボネン (Karvonen, M.J.) (注1) とは1952年のヘルシンキのオリンピックの時の調査をまとめて、黒人が一番競技能力が高く、白人と黄褐色人はこれに劣るといい、その比率は37.3 : 25 : 25であるとし、黒人は特にスプリント、中距離走、ハードル、跳躍にすぐれているという。したがって、将来アフリカの独立国がふえて黒人の参加する数がふえれば、ますます記録の向上が期待される。

これに加えて、第4の原因として、トレーニングの進歩があげられなくてはならない。近代トレーニングの特長は、筋力を高めることである。筋力はすべての運動の原動力であるといえる。昔の選手と今の選手の筋力を比較することはできないが、ウェイト・トレーニングが進歩し筋肉が発達したことは確かである。特に「全身的の筋力づくり」や、「種目別の筋力づくり」により、系統的に筋肉トレーニングをすることは、技術の進歩と相まって大きな記録向上への原動力であることに相違ない。

筋力トレーニングの功罪

走にしても、跳躍にしても、投てきにしても、筋力がなくてはよい記録は得られない。スプリンターや、ジャンパーはよく発達した脚の筋肉をもち、投てき選手は太い腕の筋肉をもっている。

近代スポーツ・トレーニングの中核をなすもの

(注1) Jokl, E. and M. J. Karvonen et al: Sports in the Cultural Pattern of the World. A Study of the Olympic Games. 1952 at Helsinki. Institute of Occupational Health, Helsinki, Finland.

はウエイト・トレーニングだといってもよい。ウエイト・トレーニングはそれぞれの種目の練習 (practise) だけでは容易にできないような筋力を容易に、しかも望ましい部位に作ってくれるからである。日本でも、いまではウエイト・トレーニングはどの競技種目にも採用されている。しかし初めには、いくらかの「ためらい」と「うたがい」とがあった。いまでもその名残りはある。「ためらい」があればウエイト・トレーニングの利用法を種目ごとに研究すればよい。水泳こそ考えようによっては水中で泳ぐのだから、陸上でのウエイト・トレーニングは不用だともいえる。しかしまた、考え方によっては、水泳の推進力は腕で水をかくことによって生ずるから、陸上で腕の筋力を高めておいた方が賢明だともいえる。事実、腕筋力や脚筋力と水泳スピードとの関係を見ると、相当に高い相関があることがわかる。水泳スピードと総合筋力(背筋力+握力+腕筋力+脚筋力)との間にも密接な関係がある。(注2)

水泳連盟ではこれを参考にして水泳に特有な陸上でのウエイト・トレーニングをあみ出した。その成果は期待された通りに出てきている。

しかし、時にはウエイト・トレーニングが記録の向上に役立たないように見えることがある。跳躍の選手にウエイト・トレーニングを課した時、筋力は著しく増加したが、シーズンに入ってから跳躍の成績は、予期したようなものでないということもある。そこでコーチも選手もウエイト・トレーニングは跳躍には有害無益だと判断する場合がある。果たして、この判断は正しいものであろうか。

パワー測定いろいろ

ウエイト・トレーニングの目的は、筋肉をつくり、筋力を高めることである。しかし、記録は筋力そのものではなく、パワーによって決まってくる。したがって、筋力増大が記録の向上に直結するとは限らない。わかりやすい表現を用いれば筋力はこれにスピードの要素が加わって、力×スピード=パワーという形で、記録を支配するといえる。この式を見れば、スピードが一定ならば力が大きいほどパワーも大きくなるが、スピードが減少すれば、筋力が増してもパワーが大きくなると

は限らない。そして、測定法として力×スピード=パワーを用いるものが生まれてくる。そのためにはまず、天井から一本の綱を下げ、これに m という質量のおもりをつり下げる。被検者は仰向きに寝て膝を曲げ、このおもりに足の裏をつける。そして力いっぱい膝を伸ばして、このおもりを向こうへつき出す。そして側面からおもりの運動を映画に撮影してスピード(v)を出す。この時、 m という重さの物を動かした加速度を α とする。 ma は加えた力であるから、求める脚筋のパワー(P)は、 $P=ma \cdot v$ である。

小林氏(注3)は、この方法で脚筋のパワーを測定した。そして次のようにのべている。

「おもりの質量の変化による各種の値の変化を見ると、仕事率(パワー)には極大値があることがわかる。したがって、身体運動にはそれぞれの動作について、仕事率(パワー)が極大値になる負荷があることが考えられるが、力とスピードと同時に要求される運動では、必要とされる負荷での仕事率(パワー)が大きくなるようなトレーニングが有利と思われる」と。

片脚の場合に、膝関節を90度に屈曲したところから伸展した時にはおよそ15kgの負荷(おもり)の時に最大のパワーが出ており、1800ワット(約1.3馬力)である。両脚の場合は約20kgくらいの負荷(おもり)でパワーは最大となり、およそ3500ワット(約2.6馬力)となる。

パワーを表わすにはもう1つの表現がある。それは、一定の時間内にどれだけの大きさの仕事をしたかということである。サージャント・ジャンプをして、床から垂直にとび上がる高さを測定する。その高さは、人体の重心の上昇した高さである。この時の体重を w とし、跳躍の高さを h とすれば wh は跳躍によってなした仕事である。跳躍台の下にストレインゲージをはりつけておいて、跳躍動作の開始から、足が台を離れるまでに要した時間を測定し、これを t とする。 wh/t によりパワーが出る。 t という時間に wh という仕事をしたのである。実測すると t はおよそ0.3-0.4

(注2) 宮下充正：水泳選手の筋力と技術について、*体育の科学*、11巻、12号、1961、p.613-618。

(注3) 小林一敏：力学的に見た瞬発力、*体育の科学*、11巻、12号、1961、p.604-607。

秒である。いまかりに70kgの選手が70cmだけとび上がったとすればおよその馬力は次のように計算される。

$$70 \times 0.7 \div 0.3 = 16.3 \text{ kgm/sec}$$

$$16.3 \div 75 = 2.1 \text{ 馬力}$$

垂直跳（サージャント・ジャンプ）がパワーの測定に用いられるゆえんである。しかし、一般のテストでは跳躍の時間 t は測定されないの、個人のパワーは出ない。垂直跳で容易にわかるものは、仕事（体重×高さ）だけである。ただし、跳躍のための時間 t は各人で似ているので、仕事はパワーに比例するとみなすことができる。アメリカの体育学専門雑誌“リサーチ・クォーターリー”には脚筋のパワーを計るのに、依然として垂直跳を用いている。すなわち、グレイ氏（注4）は、なるべく純粋に脚筋のパワーを見るために、片腕を背に回し、片腕を頭上に伸ばして十分にしゃがんでとび上がり、頭上に伸ばした手の上が高さで測定するをよしとしている。しかし、自転車エルゴメーターを10秒間踏ませた時の回数をもって、脚筋のスピードを表わすと、スピードと垂直跳との間に+0.470という低い相関しかないことを見て、その原因がどこにあるかを疑っている。自転車エルゴメーター作業で参加する筋肉と垂直跳に参加する筋肉とは必ずしも一致していないことも、相関の低いことの原因であろう。しかし垂直跳というテストの意義をもう一度考え直してみる必要もあろう。垂直跳の高さは確かに脚筋のパワーを表わすが、体重という固定した負荷に限られているので、筋肉のもつ特性の一部分しか表わしていない。実際のスポーツでは、もっと大きな荷重がかかる場合が多い。これが垂直跳の成績が必ずしも競技の記録に直結しない原因である。しかし、おもしろいことに、垂直跳の仕事量（跳躍高×体重）は、脚筋力（膝伸筋力）と密接な関係があり、陸上選手についてみると、約0.8の相関がある。これは筋力がパワーに非常に関係が深いということを示すものである。

このようにパワーはいろいろの方法で測定することができるが、それぞれ一長一短あり、垂直跳は簡単ではあるが、負荷が一定だという制限がある。おもりの用いる方法は、負荷を種々にかえることができ、脚筋の性質を広汎に調べることがで

きるという利点があるが、映画を用いるという手数がかかる。

そこで、負荷をかえることもできるとともに簡便なものを探してみると、慣性エルゴメーターを使う方法に思い当たる。これはイギリスのA.V. Hill（注5）が1922年に人間の筋肉の最大仕事量及び機械的効率を研究した時に用いたものである。この方法を用いたものには、奥山氏（注6）の研究がある。筆者等は同様の器具を用い、見方を少しかえて筋力とパワーとの関係をみようとした。

その目的は筋力をいかにうまくパワーに変換するかということを知るためである。

慣性エルゴメーターの作成

まず、慣性エルゴメーターを作成することにした。これは鉄製の紡錘型をした動輪が軸を水平にして、その軸が土台に支持されている。動輪は8種の半径の異なる滑車からなり、鋼鉄製の軸の両端はボールベアリングを通して支持され、自由に回転することができる。動輪の体積は 6205.8 cm^3 であり、重量は $48.6 \times 10^3 \text{ g}$ である。各滑車には綱（ワイヤー）がかけられるように約5mmの釘が突き出している。引く綱は長さ2m、直径1mmのワイヤーである。大きな力が加わっても、動輪が動かないように、土台にとりつけられた鋼鉄製ピンを動輪の側面の孔に差し込むようになっており、これはまたレバー（梃子）によって容易にはずれるようになっている。計測が終われば回転しつづける動輪を制止するための木製のブロックがとりつけられている。動輪の回転軸の一端に電気接点があり、これをインク書きオッシログラフに接続し、回転速度が記録できる。

動輪に対してなされた仕事（ w ）は、最大スピード（ ω ）にいたるまでに力が加わり、仕事になされたと考えられるので、次の式で表わされる。

（注4） R. K. Gray, K. B. Start, A. Walsh: Relationship between Leg Speed and Leg Power. Research Quarterly, 33巻, 1962年10月, p. 395-399. [Olympia, No. 16. 1963, 2月. p. 38 参照]

（注5） A. V. Hill: The maximum work of human muscles and their most economical speed. J. Physiol. Vol. 56. 1922. p. 19.

（注6） 奥山美佐雄：生体筋肉の最大仕事について、労働科学, 9巻, 5号, 1932. p. 501-524.

$$W = \frac{1}{2} I \omega^2$$

ここでIは動輪の慣性モーメント(注7)であり、計算の結果、次のようになった。(注)

$$I = 27.4 \times 10^5 \text{gcm}^2$$

したがって、仕事は次のように、動輪の回転の角速度(ω)によって測定できる。

$$W = \frac{1}{2} 27.4 \times 10^5 \times \omega^2 \text{ Joule}$$

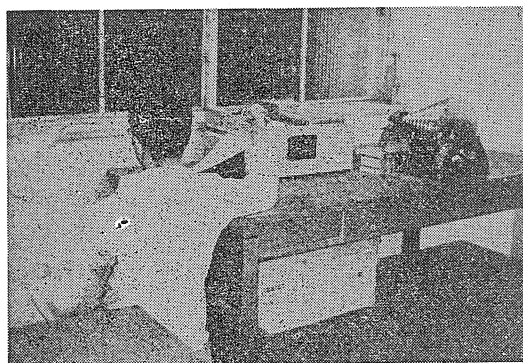
半径の異なる滑車上で動輪を引く時、負荷はそれぞれの場合で異なってくる。すなわち、大きい半径では負荷は小さくなり、小さい半径では負荷が大きくなる。この半径による負荷の大きさが等価質量(Equivalent mass)である。半径を r とする時、その等価質量は I/r^2 で表わされる。この時はIは動輪の慣性モーメントである。本実験に使用した慣性エルゴメーターの滑車の半径とそれに相当する等価質量は次のようである。

滑車No.	1	2	3	4	5	6	7	8
半径(cm)	2.0	3.5	5.0	6.5	8.0	9.5	11.0	12.5
等価質量(kg)	685.0	223.0	109.6	64.8	42.8	30.3	22.6	17.5

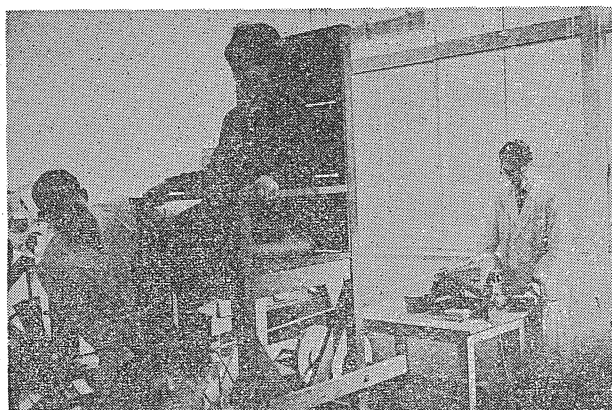
測定方法

まず、ワイヤーを滑車にまき、動輪をピンでとめる。この時、滑車に巻く部分のワイヤーの長さを一定になるようにする。被検者(選手)は、椅子にかけ、腕を直角に曲げ、手にワイヤーの一端についたハンドルをもち、最大の力を発揮してワイヤーを引く。この時滑車はピンでとめてあるので動かない。そこで、最大筋力を測定する。最大筋力が十分に発揮されたところを見計らって、レバーを押してピンをはずすと、被検者の筋が収縮するので動輪は回転する。そこで、動輪の回転速度がインク書きオシログラフに $\frac{1}{2}$ 回転ごとのマークを記録する。

腕屈曲の場合は、綱を引く方向と垂直方向に向かって接座し、側方に腕を上げ、上腕は支持台に密着させ、肘関節角を90度とし、綱についたハンドルを握る。また電接装置により、滑車に対して筋力が作用した時間を記録できるようにした。腕の屈曲は、滑車のピンが抜けると同時に起きるようにしてある。しかし比較のために、滑車のピンを抜いておいて腕を随意的に屈曲させる方法も用



第1図 慣性エルゴメーターで腕のパワーを測定する装置(東京大学体育研究室1962)



第2図 慣性エルゴメーターで脚のパワーを測定する装置(東京大学体育研究室1962)

いた。結果には多少の違いが見られたが、本質的には違いはない。脚伸展の場合は、被検者(選手)が、脚筋力測定用の高い椅子にすわり、下腿を垂直にさげ足首にワイヤーの端についたベルトを巻き、手は肘掛におく。膝伸展筋にいっぱい力を入れて、膝を伸ばすように努力する。この時の、最大筋力はストレインゲージで電氣的に記録され

(注7) 慣性モーメント(I)は各滑車の慣性モーメント(I')の和である。すなわち $I = I'_1 + I'_2 + \dots + I'_n$ 、

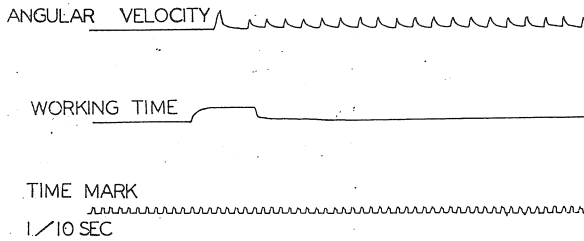
ただし、 $I' = \int_0^{2\pi} \int_0^R (\rho r' \cdot d\theta \cdot dr') r'^2$ である。さらに、

動輪に綱をまき他端に一定の質量 m なる物体をつるし一定の高さ h から落下させるとこのときのエネルギーは次の関係式であらわされる。

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

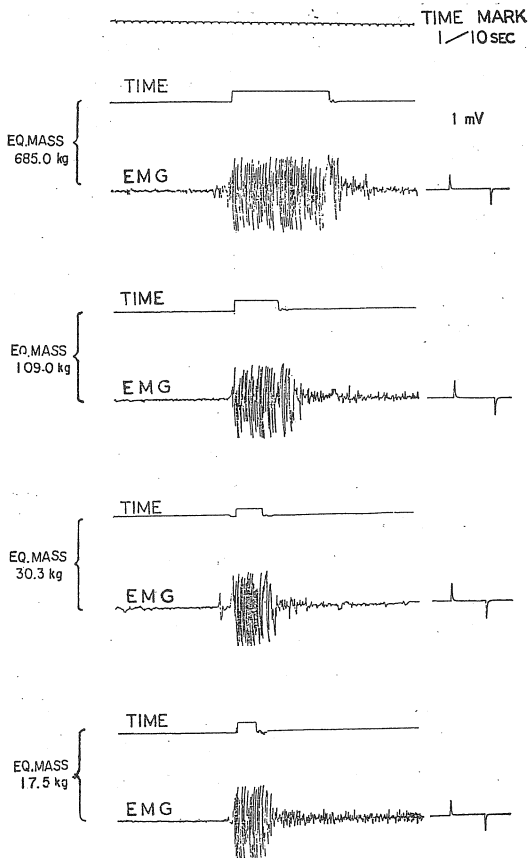
この実験により動輪の慣性モーメント(定数)はさらに確かめられた。

る。最大筋力が発揮されたところで、滑車のピンをはずすと膝は伸びるとともに、動輪を回転させるようになる。滑車の釘にかけてあるワイヤーの端は輪になっており、力がぬけた直後に、動輪の回転を妨げることなく、はずれるようになっている。



第3図 慣性エルゴメーターの回転速度(上), 力の作用時間(中), 及び時間記録(下)である

WORKING-TIME AND E.M.G



第4図 慣性エルゴメーターの等価質量(kg)の変化とともに力の作用時間(Time), 及び筋電図(EMG)の変化する様子を示す

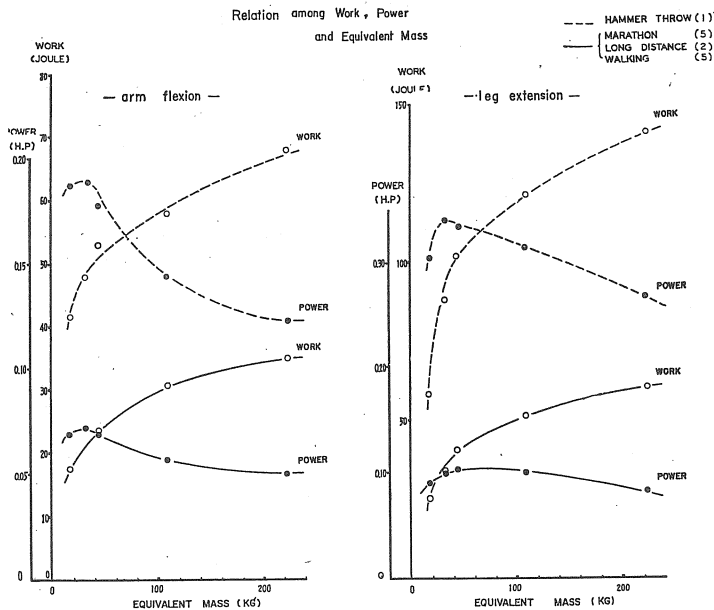
動輪の回転速度はオシログラフに記録されるが、動輪のとめピンが外されたところから、力が作用する時間も同時にオシログラフに記録される(第3図)。力の作用時間と主働筋の筋電図を同時に記録すると、だいたい一致することがわかった(第4図)。

測定した結果の例を上げてみると、第5図のようになる。腕の屈曲力について見ると、等価質量(Equivalent mass)の大きくなるにつれて、仕事量(work)が大きくなる。いいかえれば、動輪を回すのに半径の小さい滑車を引いた時の方が、仕事量は大きくなる。もう一度いいかえれば、筋肉の収縮速度が小さい時の方が大きい仕事をする。脚筋(伸張筋)についても同様である。第5図の波線は、ハンマー投選手、実線はマラソン(5名)、長距離(2名)、競歩(5名)の選手の平均である。傾向は両者とも似ているが、仕事量に大きな開きがある。ハンマー投選手の最大の仕事量は約68ジュール、持久競技では35ジュールであり、後者は前者の約半である。脚筋について見ると、ハンマー投選手では最大値が約140ジュール、持久競技では60ジュールであり、やはり後者は前者の半である。次に、力を作用させた時間で、仕事量を割ると、パワーが出てくるが、ハンマー投選手の腕屈曲のパワーは0.18馬力、持久競技では0.07馬力である。脚伸筋ではハンマー投選手で0.32馬力、持久競技で0.10馬力である。このように馬力で比較すると、腕で2.6:1、脚で3:1である。また仕事量とパワーとは第6図に見る程度にかなり高い相関がある。この関係は等価質量が異なるにつれてかわってくるので、等価質量が同一の場合にはこの程度に仕事量をパワーとよみかえることができる。

こういう意味で仕事量を、パワーということばにおきかえてみる事ができる。

陸上競技選手の筋力と パワーとの関係

(1) 腕筋力とパワーとの関係

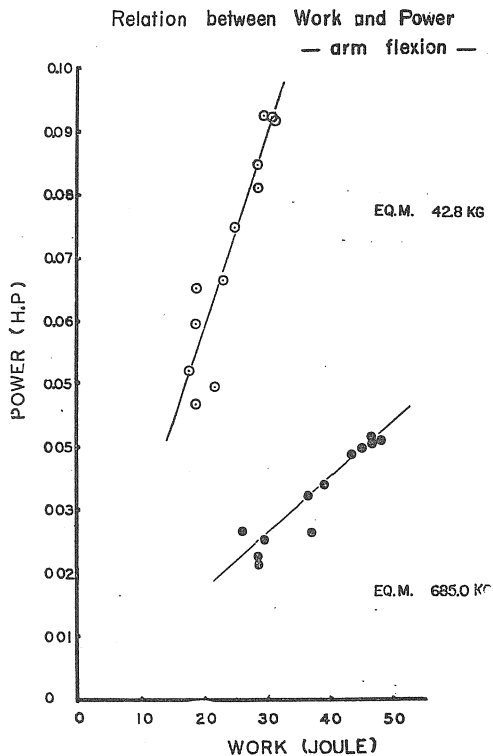


第5図 慣性エルゴメーターによる等価質量（横軸）と仕事量（Work）及びパワー（Power）との関係を示す。左図は腕屈筋、右図は脚伸筋のものである。波線はハンマー投、実線はマラソン、長距離、競歩選手

腕の屈筋（主として上腕二頭筋）について測定した数字から、最大筋力と仕事量との関係を等価質量ごとに図にすると第7図のようになる。等価質量が増加するにつれて関係図が立ってくるが、いずれも相当に相関々係がある。すなわち、筋力が増すにつれて仕事量が増す。詳しくみると、筋力が高い割合には仕事量の高くない人たちもいる。この時、等価質量が同一の時には、仕事量はパワーとかなり高い相関関係があると考えられるので、筋力が高いほどパワーが大きいという傾向があるといえることができる。

(2) 脚筋力とパワーとの関係

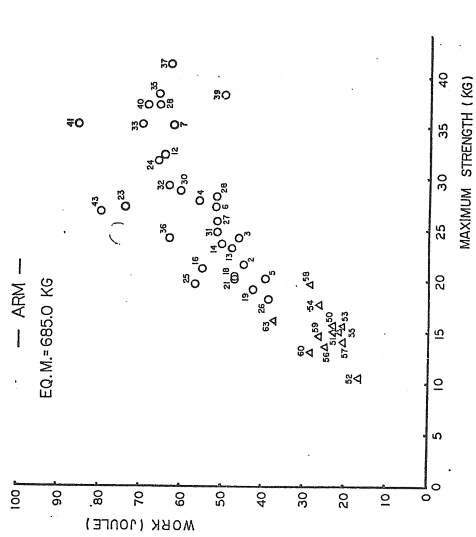
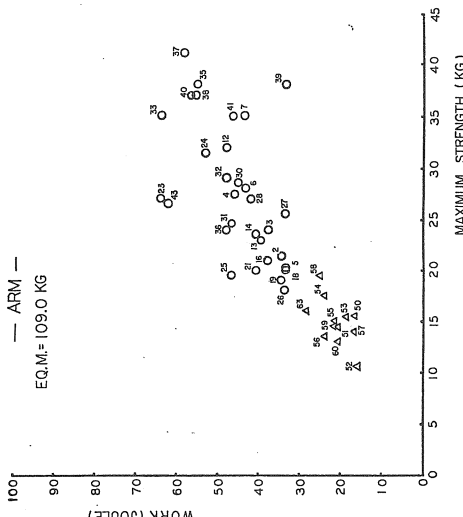
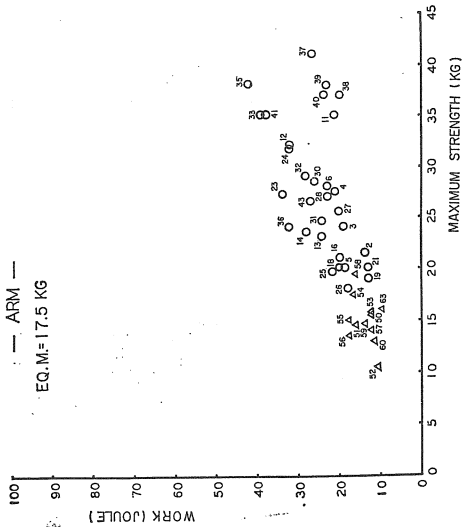
同様のことを脚筋（膝伸筋、特に大腿四頭筋）について測定すると第8図のようになる。等価質量が増すにつれて図が立ってくる。最大筋力と仕事量との関係は腕筋の場合ほど密接ではない。おおまかにいえば、筋力の大きい選手は大きい仕事量を示すし、筋力が小さい選手は必ずしも仕事量が小さいといえよう。しかし、詳しくみると、両者の関係は入りみだれている。投てき選手④は腕筋力は一番大きい、仕事量は必ずしも最大ではない。しかし、脚筋では筋力が最大であると同時に脚伸筋のなす仕事量も最大である。投てき選手は腕の屈曲よりも膝の伸展に特別の能力を示すといえる。すなわち脚のつっぱりとキックがこのように現われるであろう。走高跳選手③は第8図で脚の筋力も大きい、パワーも大きい。しかし、跳躍選手⑥は筋力は大きい、パワーが出ていない。この選手について全身反応時間を測定すると、成績が悪くなってきている。特に筋収縮時間が伸びてきている(注8)。これは筋の収縮速度が低下したことであり、筋力が増加した割にパワーがのびていないというメカニズムがわかる。跳躍選手⑤は筋力は70kgであるが、パワーも相当によいところへきて



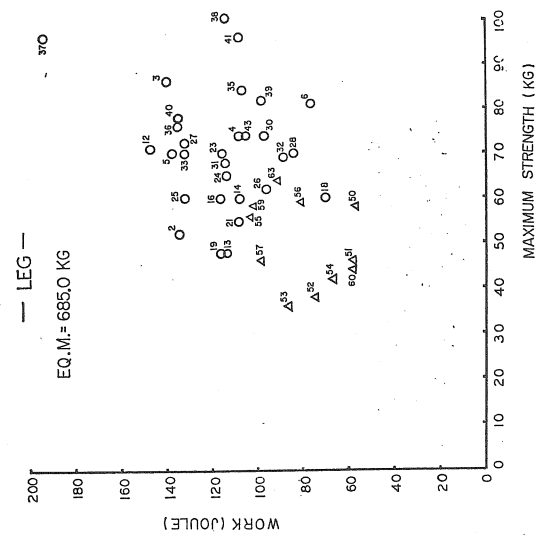
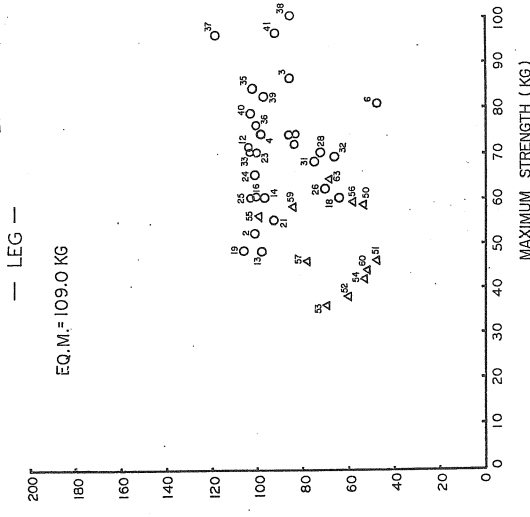
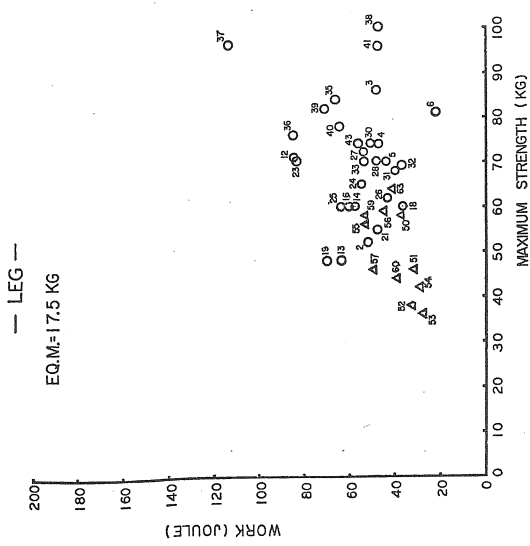
第6図 慣性エルゴメーターの仕事量(ジュール)とパワー(馬力)との関係。白丸は等価質量の小さい場合、黒丸は大きい場合である

増すにつれて図が立ってくる。最大筋力と仕事量との関係は腕筋の場合ほど密接ではない。おおまかにいえば、筋力の大きい選手は大きい仕事量を示すし、筋力が小さい選手は必ずしも仕事量が小さいといえよう。しかし、詳しくみると、両者の関係は入りみだれている。投てき選手④は腕筋力は一番大きい、仕事量は必ずしも最大ではない。しかし、脚筋では筋力が最大であると同時に脚伸筋のなす仕事量も最大である。投てき選手は腕の屈曲よりも膝の伸展に特別の能力を示すといえる。すなわち脚のつっぱりとキックがこのように現われるであろう。走高跳選手③は第8図で脚の筋力も大きい、パワーも大きい。しかし、跳躍選手⑥は筋力は大きい、パワーが出ていない。この選手について全身反応時間を測定すると、成績が悪くなってきている。特に筋収縮時間が伸びてきている(注8)。これは筋の収縮速度が低下したことであり、筋力が増加した割にパワーがのびていないというメカニズムがわかる。跳躍選手⑤は筋力は70kgであるが、パワーも相当によいところへきて

(注8) 猪飼道夫・浅見高明・芝山秀太郎：全身反応時間の研究とその応用 OLYMPIA. No. 7, 1961, p. 210-219.



第 7 図 腕屈筋の最大筋力と仕事との関係



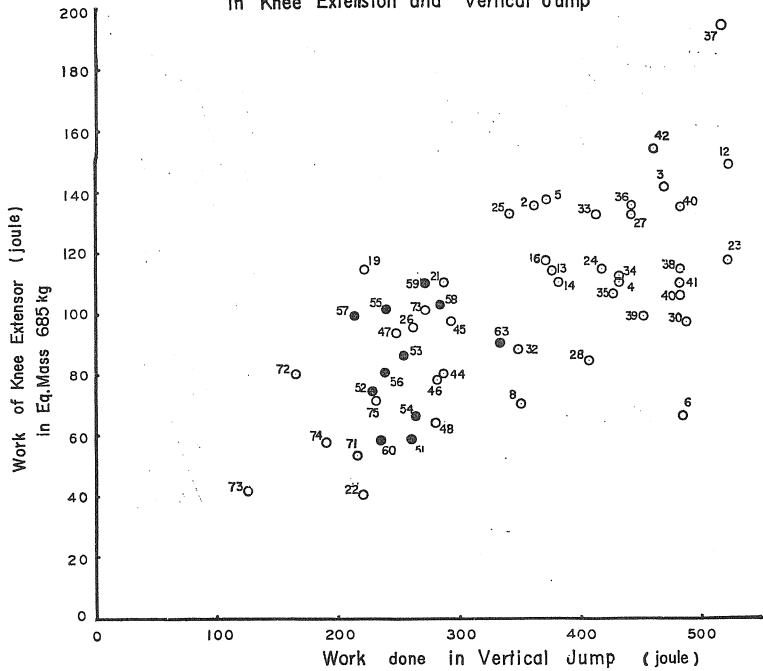
第 8 図 脚伸筋の最大筋力と仕事との関係

いる。

短距離選手⑫は筋力は70kgで相当に高く、パワーも高い。障害選手②は筋力50kgで小さい方であるが、パワーは相当に大きい。女子は三角で示されているが、跳躍選手⑨は、筋力は58kgで相当に大きく、パワーも筋力に対応している。ここで1つ注目したいことは、等価質量が109.0kgから17.5kgになると、跳躍選手③のパワーが低下していることである。負荷（等価質量）が小さくなるにつれて、パワーが急に低下しているのは、スピードの要素が足りないことを示している。この選手③の全身反応時間、特に筋収縮時間が大きい。障害選手⑬は跳躍選手③とおもしろい対照をしている。すなわち、前者では負荷（等価質量）が小さくなるにつれてパワーが大きくなっている。この選手はスピードの要素を多くもつといえる。全身反応時間、特に筋収縮時間はこの選手では短い。この選手が垂直跳を行なう時はきわめて成績がよい。それは第9図を見るとわかる。すなわち、垂直跳でなす仕事（体重×跳躍高）を横軸にとり、膝伸展筋のなす仕事（等価質量685kgの場合）をとると、この選手⑬では両者の間に密接な関連性があるが、特に垂直跳でなす仕事大きい。このことはこの選手の脚筋は自分の

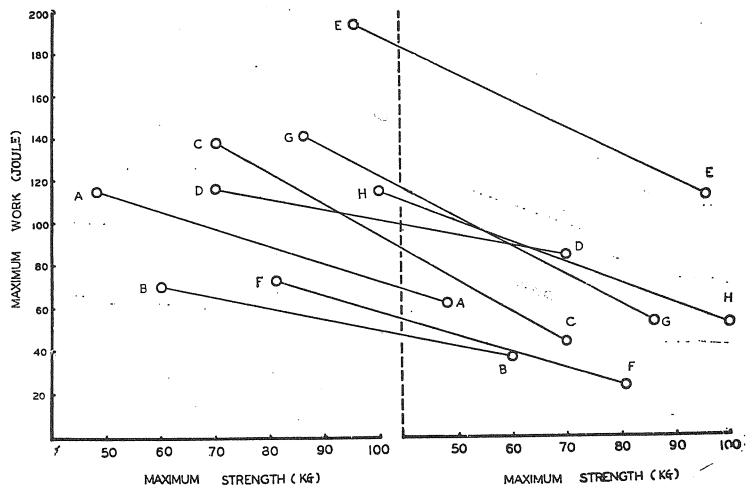
体重程度の割合に小さい負荷の時にパワーを出しやすい人だといえる。もう少し筋力を高めるべきである。負荷（等価質量）をかえた時の仕事量が同一人でいかにかわるかを見るため、両者を並べ

Relation between Works done in Knee Extension and Vertical Jump



第9図 垂直跳と慣性エルゴメーターの仕事量の関係

RELATION BETWEEN MAXIMUM STRENGTH AND MAXIMUM WORK (LEG EXTENSION)



第10図 等価質量の異なる2つの場合の仕事量と最大筋力との関係の変化、左は等価質量大、右は小である

これを直線で結ぶと第10図ができる。この図で、左側は負荷大、右側は小である。Gは走高跳選手で、負荷が小さくなるにつれて仕事量の序列は落ちてくる。Fも跳躍選手であるが、負荷が小さく

なってさらに落ちてくる。同じく跳躍選手でも、Dは筋力は弱い但仕事量は割合に大きく、負荷が小さくなると序列が上になってくる。一番上のEは投てき選手であり、負荷の大小にかかわらず仕事量は大きく序列は高い。しかしやはり負荷が小さくなるにつれて他のものに近づいてくる。一番下にあるBは中距離選手であり、負荷が小さくなると仕事量の序列は少し上がる。一般に負荷（等価質量）が小さくなるにつれて、仕事量がさらに低下するのはスピードの要素が弱いのであり、全身反応時間の筋収縮時間が長いことが多い。

（第7、8図中の番号は、短距離12~16、中距離17~19、障害2、23~26、跳躍3~6、27~36、投てき7、37~42、十種43、女子11、50~63、である。）

筋力からパワーへの発展

筋肉は収縮するということが最も大きな機能である。そして筋肉が収縮しようとする時、長さをかえないように、ひっぱっておろうとすれば力がある。この力を秤ではかればそれが筋力となる。このような収縮がいわゆる等尺性収縮であり、いわゆる筋力というものは等尺性収縮で測定されたものである。これに対して、スポーツでは多くの場合は筋肉は力を発生しながらその長さをかえる。相撲のつっぱりでは筋は長さをかえない。これは等尺性収縮である。走・跳・投・泳などはすべて筋肉は力を出しながらちぢむ、いわゆる等張力性収縮である。パワーは後者、すなわち筋肉が力を出しながらちぢむ場合に問題になる。いいかえれば、動的筋力とか、瞬発筋力とかいうものに相当する。体力測定で普通握力、背筋力、脚力、腕力などというふうに筋力をはかっているのは、等尺性収縮であるので、 $\text{パワー} = \text{力} \times \text{スピード}$ の中の力の部分を知るにすぎない。したがって、筋力がわかっただけで、パワーがわかるとは限らない。筋力が増してもスピードがへればパワーは増加し

ない。このスピードは全身反応時間の筋収縮時間として測定できる。筋力があり、筋収縮時間が短かければ、パワーがあるといえる。これだけでも、ある程度は見当がつくが、もう少し直接的にパワーそのものを測ろうというのが、ここにあげた試みである。測ってみると、筋力とパワーはおおまかにいえば平行するが、個人により相当のばらつきがある。これはスピードに差異があるためである。筋力はふえたが、記録が上がらない人を調べてみるとパワーが出ていない。この人の筋収縮時間を調べてみると他に劣っている。したがって、この人は筋収縮を敏捷に行なうトレーニングを加味すればよい。きめられた合図に対して敏捷に行動するというトレーニングを入れるのも一策であろう。

また、一方において筋肉を十分に解緊する能力を養うことも必要である。敏捷な行動の前には必要な解緊の一瞬があるはずだからである。筋力トレーニングとうらはらに、リラクゼーションのトレーニングもいる。筋力にしても、筋のスピードにしても、その背景には神経の支配が存在している。したがって、筋肉をつくっただけではその半ばをつくったにすぎない。筋肉の全機能を発揮するには神経が全機能を発揮しなくてはならない。それをいいかえれば、神経衝撃（インパルス）の集中がよく、それが長く維持されることである。これによって筋肉は大きい力を出すことができると同時に速く収縮することができる。こうなればじめて、筋力はパワーとして働くのである。ベルギーのパワー・トレーニングと称するものも、これをねらってはじめて効果がある。

しかし、筋力をいかに巧みにパワーに発展させるかについては、猫や犬など動物の行動に多くを学ぶべきではなからうか。そこにパワー・トレーニングの真髓があるようだ。

