慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	トレマックスシステムを用いた静的と最大筋力の出力特性 : スクワットの場合
Sub Title	A study on statical strength of squat exercise measured by "Tremax system"
Author	安藤, 勝英(Ando, Katsuhide) 山内, 賢(Yamauchi, Ken) 加藤, 大仁(Kato, Hirohito) 今栄, 貞吉(Imae, Sadayoshi)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	1994
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.34, No.1 (1994. 12) ,p.83- 89
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00340001-0083

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

トレマックスシステムを用いた静的最大筋力の出力特性

——スクワットの場合——

安藤勝英*
山内賢**
加藤大仁***
今栄貞吉****

1．はじめに
2．方法
3．結果と考察
4．まとめ

1．はじめに

現在，筋力トレーニングの方法としては，大別して動的なものと静的なものの2通りの方法が広く知られている。フリー・ウェイトやマシントレーニングとして普及している動的な筋力トレーニングでは，測定・評価方法や器具機材の開発が格段に進歩することにより，マニュアル化が図られている。一方，静的なトレーニングはその安全性，手軽さにより広く取り入れられてきたが，筋力の測定・評価に関する議論は殆んどなされてこなかった。また，両者の関連性に関する検討もそれほど深くなされてきたとはいえない。

筋力トレーニングをはじめようとする場合，先ず現在の筋力レベルを正確に把握したうえで，トレーニングを開始するのが望ましく，また一般的でもある。自分の現在の筋力レベルを把握しようとする場合，筋力測定をできるだけ簡単かつ安全に行えることが必要である。この意味で静的筋力を測定・評価に利用する意義は大きいといえよう。

筆者らは一般学生向きのトレーニング処方の構築を目指しているが，上述の理由により，測

*慶應義塾大学体育研究所助教授
**慶應義塾大学体育研究所専任講師
***慶應義塾大学体育研究所助手
****慶應義塾大学体育研究所教授

定・評価のために，トレビック社製トレマックスシステムを導入している。これまで筆者らはこのシステムを用いた測定を，トレビック社製のマニュアル通りに実施してきた。個人個人の筋力の増加を経時的に評価するには，現状のマニュアルどうりでまったく問題はないが，他者との比較をする場合，現在の方法では身長による測定値の有利・不利があることは否めない。具体的には，同質の体組成を持っている者の間でも，マニュアルどうりに測定すると，身長の高いものの方が発揮筋力が小さくなってしまうことが頻繁に見受けられるということである。

そこで今回は種目をスクワットに限定し，様々なバー高における静的筋力を測定し，その高さと発揮筋力の関係を調べ，適切な測定位置の設定を試みた。

2．方　　法

〈被験者の身体特性〉

被験者は本塾体育会柔道部の6名であった。先に述べたように本研究では測定種目をスクワットのみとした。学生の身体特性は表1の通りである。6名の被験者は身長，体重の点では様々であるが，体脂肪率およびBMIでは大きな違いは認められない。従って，今回の被験者集団は体組成的に同質であったといえよう。

表1　被験者の身体特性

被験者	身長 cm	体重 kg	% Fat	LBM kg	BMI
A	190.9	93.0	15.1	77.0	25.5
I	183.5	81.8	16.2	68.5	24.3
H	177.6	77.2	16.6	64.4	24.5
K	174.0	82.0	12.7	71.6	27.1
T	167.4	73.4	14.8	62.5	26.2
Y	165.5	65.6	13.6	56.7	24.0

〈トレマックスシステムについて〉

トレマックスマシンは原理的にアイソメトリックラックと同じで，測定台より高さ8cmのところから順に5cm間隔で，最高148cmまでバーが設定できる（但しここで言う高さとは測定台からバーの下側までの距離）マルチ筋力測定器である。測定する筋力は，バーにかかる負荷をロードセルで検出されることによって求められる[1)]。今回の測定では所謂フルスクワットの姿勢から徐々にバーを高さを上げて行き，スクワット姿勢が取れる最大限の高さとなるまで測定を続けた。実験は1994年9月6日と7日の2日間に渡って行われた。尚，各試行の間には十分な休息を取らせた。

〈VMA について〉

VMA とは，ビデオ撮影した被写体の運動中の経時的な関節角度や身体重心等の変化を分析するための機器である。分析にあたってはモニター上に座標軸を設定し，目的に応じて決められたポイントの移動を座標軸上を基準にしてみることによって，上述の変化を求めることになる。

今回は測定をスクワット運動に限定したので，スクワット運動を真横からビデオカメラで撮影し，大転子，膝関節部，足関節外踝部の下を結ぶ線分の背面側の角度を膝関節角度とし，これを VMA により求めた。尚今回の測定にあたっては，日本事務光機社 VMA 2 を用いた。

〈スクワットの実施方法〉

スクワットの測定をするに当たって先ず問題となるのは，どのような姿勢で測定するかということである。絶対にこのような形で行わなければならないという姿勢は，今のところ見いだすことはできない。しかし挙上姿勢によって使用される筋群が違ってくるのも事実である。つまり，背を立てた姿勢では，おもに大腿筋群のトレーニングとなるが，前傾姿勢で挙上した場合には，背筋群も動員され，もはや単なる大腿筋群の運動とは言えないであろう。

但し，腰部損傷を予防するためには，前者の姿勢を取るよう指示することが一般的であろう。そこで本研究でも背を立てた姿勢を取るよう指示した。尚，スタンスは肩幅よりやや広めとし，母指球をバーの真下に置くよう指示した。その他は，各人が最も挙上しやすいと感じる姿勢をとることとし，細かい注意は与えなかった。

3．結　果　と　考　察

図1は各被験者が，バーの高さを横軸とし，トレマックスによって異なるバー・ポジションで測定した静的筋力を縦軸にとったグラフである。滝沢らが指摘するように，全ての被験者において，バーの位置を上げていくに従って，所謂フルスクワットの姿勢で得られた測定値から徐々に発揮される静的筋力が低下し，ある姿勢から急激に上昇していくという傾向がみられる。[2)] そして最大値を記したあと，直立姿勢に近付くにつれて再び発揮筋力は低下する。

しかし各被験者のグラフには，多少のズレがみられる。これは，図1では発揮筋力，バーの高さとも単に実測値が縦軸・横軸に取られているため，被験者の身体特性の差が考慮されていないからであろう。尚，先に述べた身長による有利・不利を創り出している原因もここにあると考えられる。

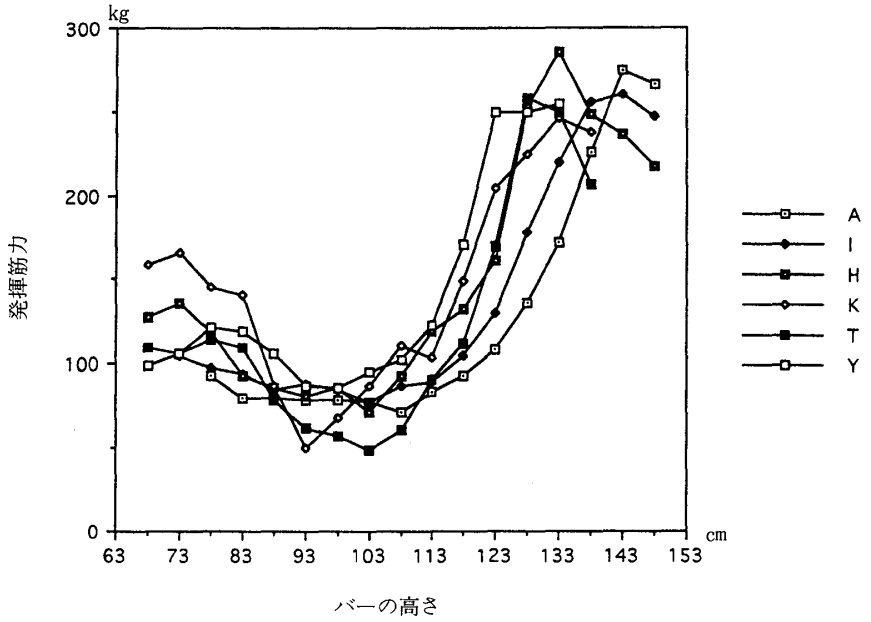

図1

そこで，バー・ポジションを各被験者の身長で割った数値を縦軸に取り，各被験者の発揮筋力の最大値を100として規格化した数値を横軸に取ると，図2のようになる。各グラフの下降・上昇傾向の類似性はより一層明らかになろう。同時に図1でみられたズレも小さくなっている。

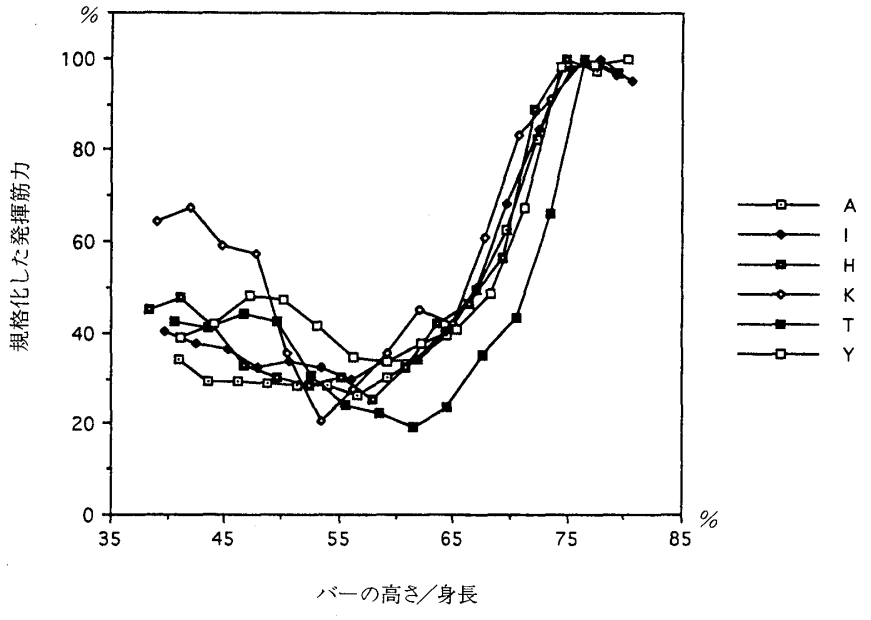

図2

測定結果をより詳細に検討するために，発揮筋力が最少・最大となったバー位置におけるバーの高さ，各被験者の身長に対するバーの高さの比率，その際の発揮筋力とこの値の各人の最

大値に対する比率，そしてその際の関節角度を求めた。

一般的に言って，スクワットはフルスクワット，ハーフスクワットの２種類に分類できるので，両姿勢における上記の数値も求めた。

結果は表２，３，４，５の通りである。

表２　発揮筋力が最小となるポイント

被験者	バー高 cm	バー高/身長	発揮筋力 kg	発揮筋力/最大値	膝関節角度
A	108	56.6	72.3	26.3	78.7
I	103	56.1	77.8	29.9	73.2
H	103	58.1	72.0	25.2	67.8
K	93	53.4	50.4	20.5	64.9
T	103	61.5	49.4	19.2	65.1
Y	98	59.2	85.6	33.7	68.9

表３　発揮筋力が最大となるポイント

被験者	バー高 cm	バー高/身長	発揮筋力 kg	膝関節角度
A	143	74.9	274.7	104.9
I	143	77.9	260.0	127.9
H	133	74.9	285.2	122.3
K	133	76.4	246.2	119.9
T	128	76.5	257.9	109.2
Y	133	80.4	254.0	143.6

表４　フルスクワットの場合

被験者	バー高 cm	バー高/身長	発揮筋力 kg	発揮筋力/最大値	膝関節角度
A	78	40.9	93.6	34.1	47.2
I	73	39.8	105.3	40.4	44.9
H	68	38.3	128.3	45.0	22.8
K	68	39.1	158.4	64.3	31.8
T	68	40.6	109.5	42.5	27.1
Y	68	41.1	99.1	39.0	21.6

表５　ハーフスクワットの場合

被験者	バー高 cm	バー高/身長	発揮筋力 kg	発揮筋力/最大値	膝関節角度
A	103	54.0	77.9	28.4	60.0
I	98	53.4	84.3	32.3	69.0
H	98	55.1	85.9	30.1	53.6
K	93	53.4	50.4	20.5	64.9
T	93	55.5	62.0	24.0	61.7
Y	93	56.1	87.8	34.6	56.2

発揮筋力が最少となるのは，平均してバーが身長の57.5%（s.d.＝±2.5）となる高さにおいてであった。逆に発揮筋力が最大となるのは，平均してバーが身長の76.8%（s.d.＝±1.9）となる高さであった。直立姿勢に対して前者のバー位置はほぼ臍の位置であり，後者は大胸筋上部，すなわち乳頭の5cm程上部に相当する高さであった。

次に発揮筋力の最大値と最小値の比であるが，前者に対して後者は平均して44.2%（s.d.＝±9.6）であった。尚，最大値，最小値が示された姿勢での膝関節角度はそれぞれ平均で121.3°（s.d.＝±12.6），69.7°（s.d.＝±4.9）であった。

フルスクワット時のバーの高さは身長比で平均39.9%（s.d.＝±1.0）で，鼠径部と膝関節のほぼ中間の高さとなる。発揮筋力は最大値の44.2%（s.d.＝±9.6）で，膝関節角度は32.6°（s.d.＝±10.1）となった。

ハーフスクワットとは大腿部が床面に平行となった姿勢として定義される。この姿勢でのバー高の身長比は54.6%(s.d.＝±1.0)，発揮筋力の最大値比は28.3%(s.d.＝±4.8)，膝関節角度は関節角度は60.9°（s.d.＝±5.1）であった。

図2や表2及び表4にみられるように，ハーフスクワットの姿勢は発揮筋力が最少となった姿勢よりやや低い位置となっている。

もし滝沢らがいうように，発揮筋力が膝関節角度に大きく影響されるとするならば，少なくとも発揮筋力が最少となる姿勢か，ハーフスクワットでの測定が妥当だと思われる。[3)] しかし，測定時に膝関節角度を基準とすることは困難である。そこでより簡易な指標は，身長比によるバー高の設定が適当となろう。

発揮筋力が最少となる姿勢とハーフスクワットにおけるバー高は非常に近似している。身長比で見ると前者は，57.5%であり，後者は，54.6%であった。この数値は，身体の臍の位置に相当する。

4．ま　と　め

本稿では，スクワットを取り上げ，様々なバー高における静的筋力を測定し，その高さと発揮筋力の関係を調べ，適切な測定位置の設定を試みた。その結果以下の結果を得た。

1．身長比のバー高と発揮筋力の規格値が作るグラフは今回の被験者6名ともほぼ同じ形状のであった。これはバー高と発揮筋力の間には，密接な関係があることを示している。

2．今後トレマックスでスクワットの測定・評価をする場合，バー高は，臍の位置に設定す

ることが望ましいであろう。

注

1） トレマックスシステムについては，安藤 他（1993），pp. 2-3を参照
2） 滝沢 他（1993），p. 32
3） 滝沢 他（1993），p. 30

参考文献

安藤勝英他(1993),「トレマツクスシステムを用いて測定した静的最大筋力のバランスを評価する方法としての統計的分散について」，慶應義塾大学体育研究所紀要，Vol. 33, No. 1, December 1993.

ウイダー・リサーチ・インスティチュート編（1985),「ウイダー・トレーニング・バイブル」，森永製薬

— (1987),「ウイダー・ボディビルディング・バイブル」，森永製薬

— (1987),「ウイダー・コンディショニング・バイブル」，森永製薬

渋川 二・石井喜八 他（1979),「体育学実験・演習概説」，大修館

滝沢宏人 他（1993),「多関節を介して上方へ発揮する力に及ぼす姿勢･力の作用点」，愛知大学体育学論叢，Vol. 4, 1993, pp. 22-33

ヘティンガー, T.著，鵜飼道夫・松井秀治 訳（1970),「アイソメトリックトレーニング」，大修館