

Title	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：膝部伸展・屈曲の場合
Sub Title	A study on the strength of leg extention and leg curl exercise measured with the "Tremax System" and the "ADR" (Aero Dynamic Resistance System)
Author	安藤, 勝英(Ando, Katsuhide)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	1995
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.35, No.1 (1995. 12) ,p.27- 35
JaLC DOI	
Abstract	This is a study on the nature of the extensor and flexor muscles by the leg extention and leg curl exercise. The strength of the static muscles were measured with the "Tremax system" and for the strength of the dynamic muscles the "ADR" was used. Measuring the strength of the extensor muscles at bar no.1 to 4 of the Tremax System , it comes to a maximum at bar no.2 (extention 60°) but it declines radically when approaching extention 0°. Compared to the extensor muscles, the flexor muscles showed relatively small differences between bar no.5 to 8. The maximum of the flexor muscles is at bar no.6 (flexion 30°). These results are almost identical with the 30 RPM strength curve of the Cybex-Machine. Therefore it is possible to conclude that static training as well as resistance training for rehabilitation will be as effective as that of the Cybex-machine. I compared the data of leg curl exercise among individuals using six testees. The difference of the strength of the static muscle group measured with the Tremax System is large , while those of the dinamic muscle group measured with the ADR remain comperatively small.
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00350001-0027

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

— 膝部伸展・屈曲の場合 —

安藤 勝 英*

A study on the strength of leg extention and leg curl exercise measured with the “Tremax System” and the “ADR” (Aero Dynamic Resistance System)

Katsuhide Ando¹

Abstract

This is a study on the nature of the extensor and flexor muscles by the leg extention and leg curl exercise. The strength of the static muscles were measured with the “Tremax system” and for the strength of the dynamic muscles the “ADR” was used.

Measuring the strength of the extensor muscles at bar no.1 to 4 of the Tremax System, it comes to a maximum at bar no.2 (extention 60°) but it declines radically when approaching extention 0°. Compared to the extensor muscles, the flexor muscles showed relatively small differences between bar no.5 to 8. The maximum of the flexor muscles is at bar no.6 (flection 30°). These results are almost identical with the 30 RPM strength curve of the Cybex-Machine.

Therefore it is possible to conclude that static training as well as resistance training for rehabilitation will be as effective as that of the Cybex-machine.

I compared the data of leg curl exercise among individuals using six testees. The difference of the strength of the static muscle group measured with the Tremax System is large, while those of the dynamic muscle group measured with the ADR remain comparatively small.

緒 言

筋力トレーニングの方法には、静的筋力トレーニング (STATIC TRAINING) としてのアイソメトリックトレーニングと動的筋力トレーニング (DYNAMIC TRAINING) としてのアイソトニックトレーニング、そして、この両方の長所を取り入れたアイソキネティックトレーニング (ISOKINETIC TRAINING) がある。アイソキネティックトレーニングは等速運動であり、どの角度においても最大に近い筋出力を発揮させることができるものである。この考えから⁴⁾ LOW-MAN. E 等の研究により CYBEX MACHINE の器械が造り出された。現在、米国の医療施設・プロフェッショナルチーム・大学等のトレーニングルームでトレーニングの器具として、また

*慶應義塾大学体育研究所助教授

¹Associate Professor of the Institute of Physical Education, Keio University.

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

リハビリテーションの回復過程を知る器具として広範囲で使用されているのが現状である。わが国においても徐々に使用されてきているが、器具そのものが高価なため米国のように一般人・学生が種々の場所で手軽に使用できる現状にはほど遠い。

筆者は、20数度に亘る留学渡米の機会から CYBEX MACHINE について、カリフォルニア州立サンノセ (SAN JOSE) 大学、当時ヘッドトレーナーの J. WELSH の師事を受け、同大学で1970年代使用し始めた「CYBEX MACHINE を使用した膝部のリハビリテーションプログラムについて」の研究を行い、本塾体育研究所、第20・22・24・25巻に報告してきた。

CYBEX MACHINE の導入はわが国では、高価すぎる問題点がある。

この様に、アイソキネティック トレーニングの利点は、理解しながらも、実際には安価なアイソニックトレーニングマシンが用いられているのが現状である。

このことから、静的筋力トレーニング器具「トレマックス」と動的筋力器具「ADR」, (AERO DYNAMIC RESISTANCE SYSTEM) を用い、両者の測定値を対応させることにより静的筋力

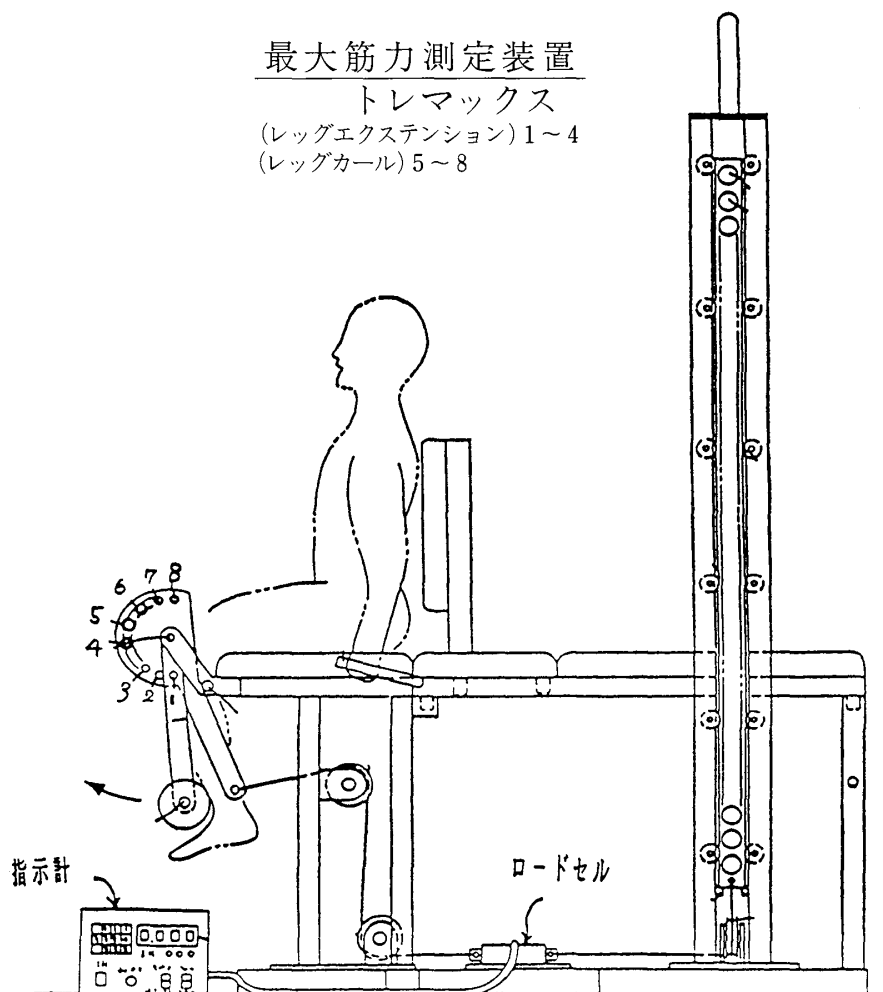


図1 トレマックスの構造図

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

と動的筋力の関連について調査研究を始め、その結果を報告してきた。

本報は、³⁾トレマックスを用い、図1の様に膝部の伸展位(LEG EXTENSION)、4ポジションと屈曲位(LEG CURL)の4ポジション、計8ポジションの筋出力の特徴とADRの1RM(REPETITION MAXIMUM)のLEG CURLの最大値を測定し、比較検討を試みようとするものである。

すなわち、リハビリテーションの観点からも必要とされる膝関節伸展動作と屈曲動作における各関節角度の静的筋力の違いを明らかにし、そして同時に、特にLEG CURLにおいてはトレマックスで得た筋力とADRの1RMの値との関連について比較検討を行った。

方 法

1 被験者の身体特性

被験者は、本塾体育会柔道部の6名であり、膝部損傷の無いものであった。

被験者の身体特性は表1の通りである。身体組成から見た特徴は、体脂肪率が同年代の成年男

表1 身体的特性

被験者	身長(cm)	体重(kg)	FAT(%)	LBM(kg)	BMI
I・M	174.8	85.7	13.1	74.5	28.0
A・I	170.2	76.8	13.1	66.7	26.6
S・K	170.2	86.5	16.3	72.4	29.2
E・H	177.8	76.3	11.8	67.3	24.1
O・K	171.2	71.6	12.4	62.7	14.5
K・J	173.3	84.2	13.3	73.0	28.2
AVG	172.9	80.2	13.3	69.4	25.1
STD	2.7	5.6	1.4	4.2	5.0

子に比して同程度か、低く除脂肪体重が同年代の成年男子に比して非常に大きい。BMIは判定基準から見ると「やや肥満」か「肥満」と判定されるが、体脂肪率・除脂肪体重から見てもけっして「肥満」ではなく筋肉量の増加による過体重であり、望ましい状態を表している。トレーニングによって筋肉量の増大した対象者をBMIが判定する際の限界を示されている。

2 筋力特性

表2は、ショルダープレス・ベンチプレス・アッパーバック・レッグカール・レッグエクステンション・スクワットの各筋群をトレマックスで、握力・背筋力は、それぞれ筋力計を用

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

い測定し、その測定値をトレマックスシステムによって評価した。(本塾紀要33巻参照のこと)

表2 トレマックスシステムでの評価値

被験者	ショルダーグーフ	ベンチプレス	アッパーパ	握力	背筋力	レッグカール	レッグEX	スクワット
I・M	73.5	75.0	74.0	83.8	73.6	54.6	46.5	49.7
A・I	62.8	79.1	61.8	73.8	84.5	64.6	76.7	70.4
S・K	93.8	103.9	78.9	83.0	78.7	68.3	68.4	64.0
E・H	50.7	83.4	69.6	70.7	73.2	53.8	51.3	52.5
O・K	60.4	91.6	65.1	79.7	77.7	49.3	51.2	53.1
K・J	59.3	70.6	60.8	80.0	64.5	51.7	44.6	49.1
AVG	66.8	83.9	68.4	78.5	75.4	57.1	56.5	56.5
STD	13.8	11.1	6.5	4.7	6.1	6.9	11.9	7.9

表2は、6名被験者の測定種目のトレマックスシステムを基とした評価値である。そして、6名の個々の評価値を項目別にしたものが図2である。そして、その平均値を表したのが図3である。

今回部員22名同様の測定を実施したが全体から見ても、ほぼ図3と同じ傾向が見られた。ことに、LEG CURL・LEG EXTENSION・スクワットの下肢群の筋力がトレマックスシステムで約55の値であった。このことから一層の下肢群強化のトレーニングが必要であると言える。

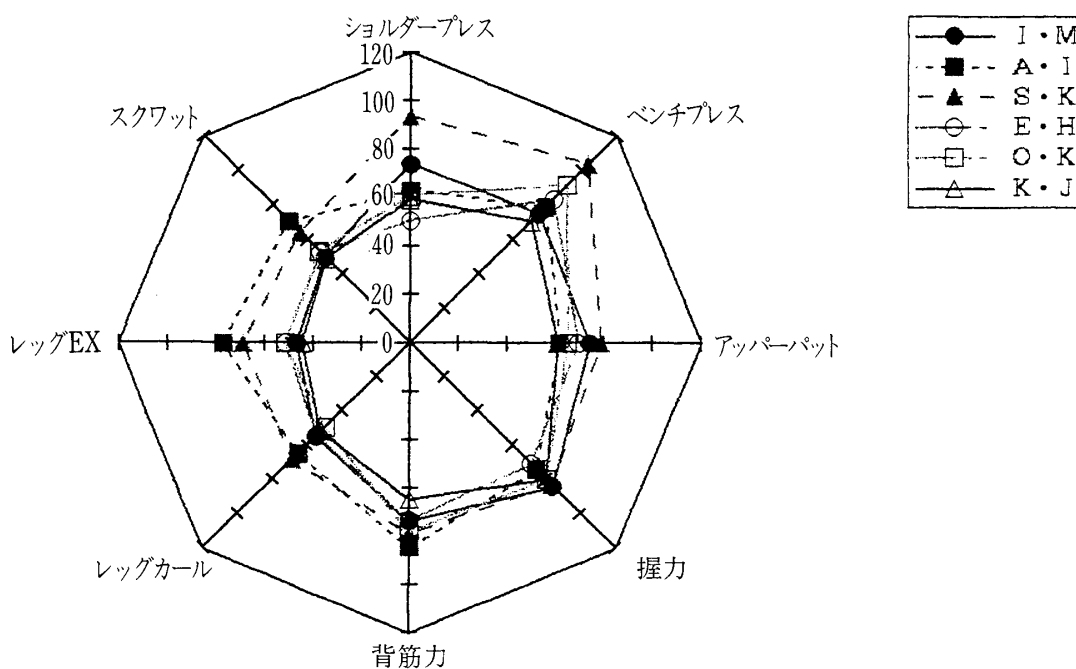


図2 個々のトレマックス評価値

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

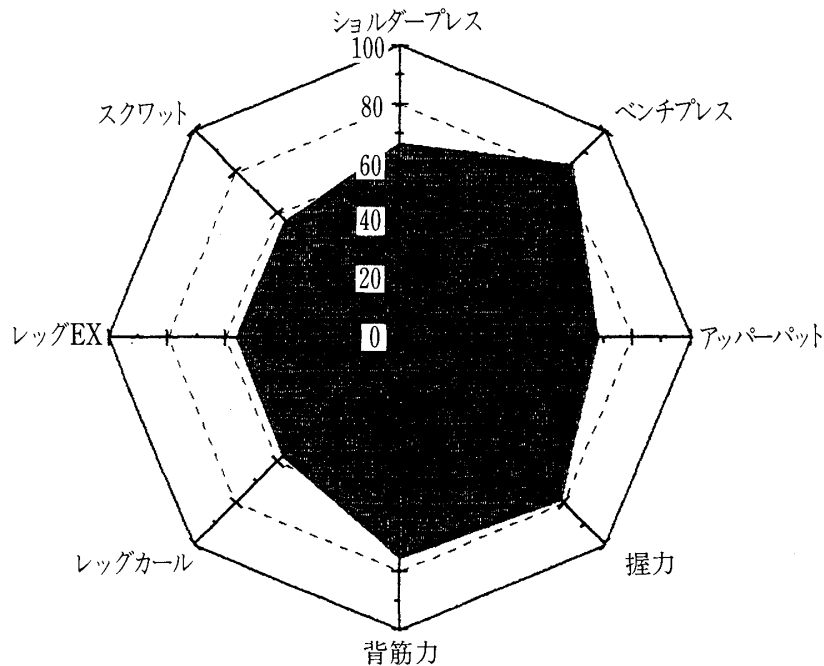


図3 トレマックスの評価値の平均 (%)

3 測定方法

トレマックスシステムならびに ADR を用いた測定は、以下の要領でなされた。

(1) トレマックス

原理的に ISOMETRIC な筋力を測定するトレマックスシステムは角度の変化により、その位置 (POSITION) の静的筋力の最大値を見ることができる。

LEG EXTENSION は、大腿伸筋・大腿四頭筋がこの運動に関与している。座位の姿勢で背部が真っ直ぐ正しく補助板に接し、膝部が座部先端部に触れると同時に上肢筋群の関与が無いよう被験者の腰部を背後から補助者に柔道の帯で固定させた。

膝部伸展 1 から 4 のポジションについて測定した。

LEG CURL は大腿二頭筋・半腱様筋・半膜様筋が運動に関与している。伏臥姿勢でアキレス腱部位がロールパット部位に触れることを条件とし、他に上肢筋群が働かないよう補助者に腰部を固定させ実施した。膝屈曲運動の 5 から 8 の 4 ポジションで測定した。

(2) ADR (動的筋力測定)

動的筋力は ADR を用い測定した。今回は、膝部屈曲運動のみを調査した。動的筋力測定器 ADR システムにおける LEG CURL トレーニング器具には (1) ベンチにうつ伏せになりグリップを握る。(2) ロールパット部にアキレス腱の部位を当て支点が膝の位置にくるようにする。

(3) 息を吐きながら踵を臀部に近づけるように膝を曲げて持ち上げる、という使用上の一般的

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

注意があり、これに、従うとともに腰部を固定させ、上肢筋が関与しないよう注意した。

通常用いていないトレーニング器機において、その使用開始直後に動的筋力の1RMの最大値を見いだすことは困難であるが、できる限り信憑性の高い値を得るため、十分な休息を与えながら十数度の測定を試みた。

結果と考察

表3 個々の静的・動的筋出力 (kg)

被験者	静的筋出力								動的筋出力
	LEG EXTENSION				LEG CURL				LEG CURL
	1	(約60°) 2	3	4	5	(約30°) 6	7	8	
I・M	96.9	146.1	113.6	58.8	63.6	64.8	62.6	51.0	48.0
A・I	143.4	149.5	121.7	55.7	66.1	70.3	66.4	61.5	50.0
S・K	138.7	166.2	124.8	60.3	75.4	77.3	76.2	68.3	53.0
E・H	96.6	142.4	102.6	39.4	53.5	55.4	55.8	57.5	45.0
O・K	89.9	126.2	78.7	27.1	54.1	52.4	47.6	46.9	45.0
K・J	91.1	135.1	106.6	57.1	54.1	62.5	58.1	50.9	47.0
AVG	109.4	144.3	108.0	49.7	61.1	63.8	61.1	56.0	48.0
STD	22.5	12.4	15.2	12.3	8.1	8.4	8.9	7.3	2.8

表3は、被験者6名のトレマックスによる各々ポジションによる最大筋出力値とADRによるLEG CURLの1RMの動的筋出力である。ポジション1から4は、LEG EXTENSION、5から8はLEG CURLである。表3の結果から、縦軸に最大筋力をキログラムでとり、横軸に1から4がLEG EXTENSION、5から8がLEG CURLのポジションを示したものが図4である。被験者が6名と少ないが筋出力傾向はほぼ同じ様な様相を示すことが理解できる。この6名の各ポジションの測定結果の平均値を用いて示したのが図5である。この図で示された曲線は、健常者のCYBEX MACHINでの30RPMから見たSTRENGTHのトルク曲線とほぼ類似するものと考えた。

この平均値から見て、LEG EXTENSIONはポジション2において(伸展約60度)で最大値を見ることができる。膝部損傷部位により違うが、膝部のリハビリテーションプログラムでは、受傷後あるいはキャスト除去後から受傷前の筋力とROM(RANGE OF MOTION)の回復を目標とする。殊に、膝部屈曲110度の回復が見られた時CYBEX、あるいは徒手による抵抗運動で積極的なリハビリテーションプログラムが組めると言われている。トレマックスで最大値が得られた60度での実施はROM値が低くともリハビリテーションプログラムとして効果があると考えられる。ポジション2を過ぎるとポジション3・4では急激に筋出力を下げってくる。こ

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

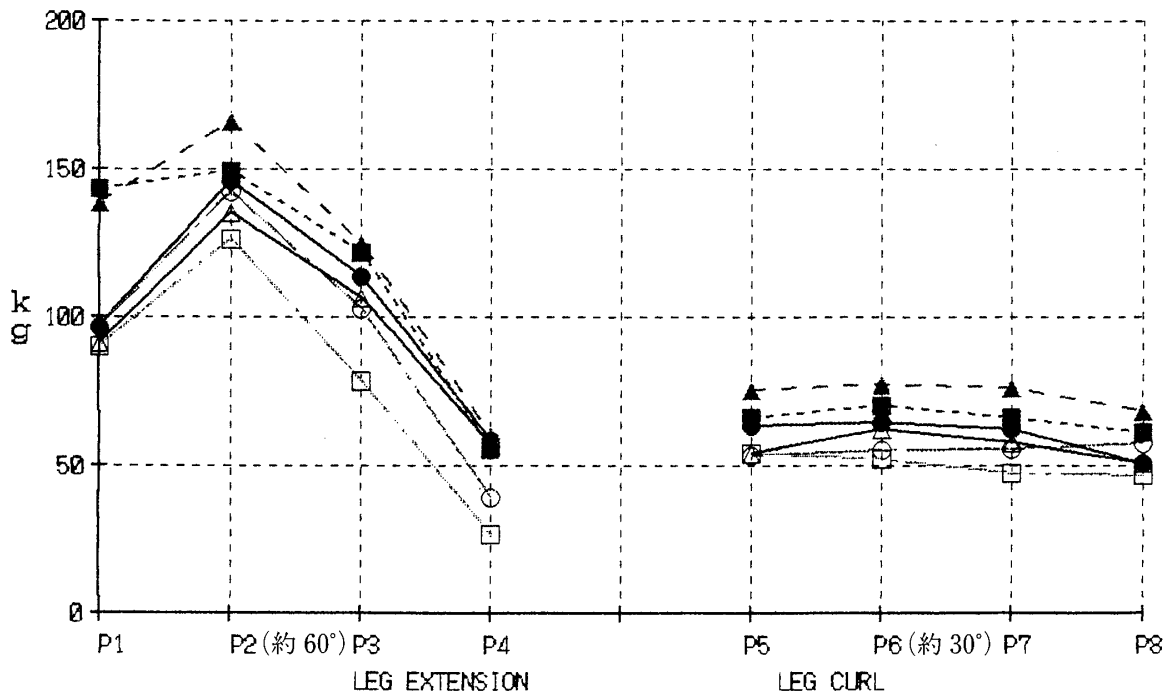


図4 個々の POSITION における静的筋出力

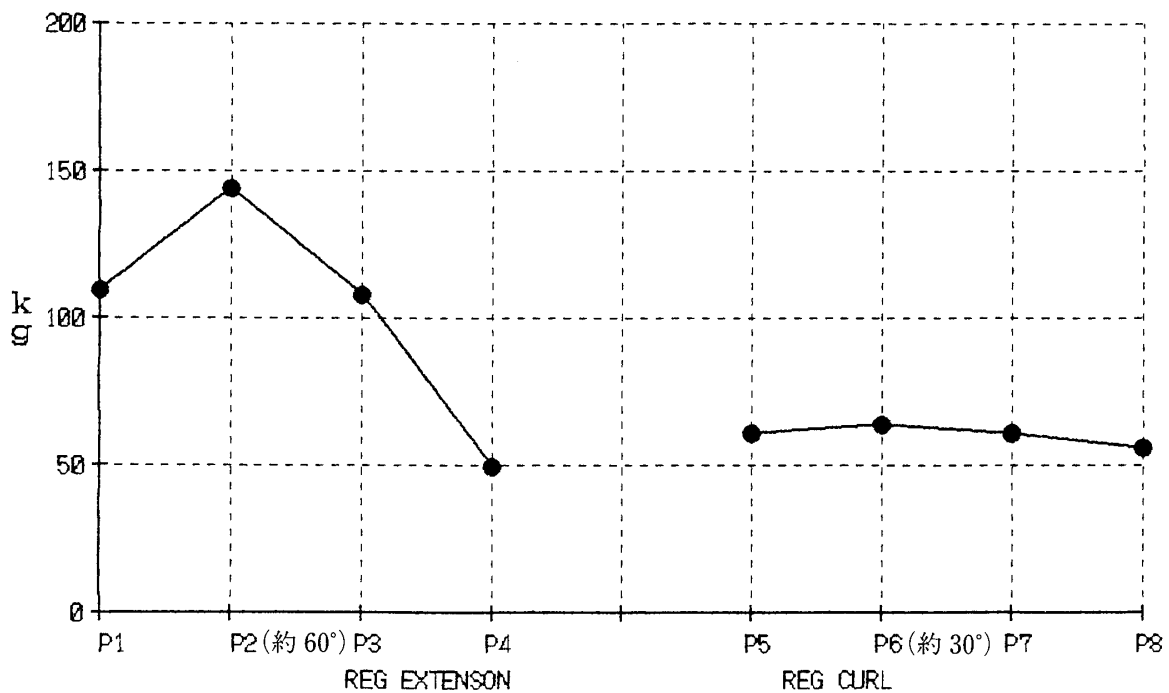


図5 各 POSITION における平均値

これは、屈曲約60度を過ぎ、伸展位に近いほど筋出力が落ちてくることを示している。

LEG CURL はトレマックスで伏臥姿勢膝部 0 度から屈曲させる最初のポジションを 5 とし、8 まで測定した。図 3 と平均値をとった図 4 から見て LEG EXTENSION と比較し、筋出力の変化は差ほどない。ポジション 6 (屈曲約30度) が他と比べ、比較的高い筋出力を示す。

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

リハビリテーションプログラムの中で、徒手による抵抗運動を実施する場合、約屈曲30度の前後で実施した方が、この筋力群に、その時の最大筋力を発揮させる効果をみると考えられる。

次に、LEG CURL におけるトレマックスと ADR の2つの測定器具による結果から静的、動的筋力の関連について検討を加えた。被験者6名の静的筋力と動的筋力の個々による筋出力・各ポジションの平均筋出力・標準偏差値は表3と図6、トレマックスにおける各ポジションの筋出力と ADR での1RM との相関を表4に示した。その有意水準は、ポジション5 (0.96870, 1%水準で有意), ポジション6 (0.98687, 1%水準で有意), ポジション7 (0.96372, 1%水準で有意), ポジション8 (0.81901, 5%水準で有意) であった。

そして、本報の研究目的であるトレマックスを用いた LEG CURL の各関節角度の静的筋出力を基準とする動的筋力運動での活用を推定する場合、ポジション6が適切であることが認められた。

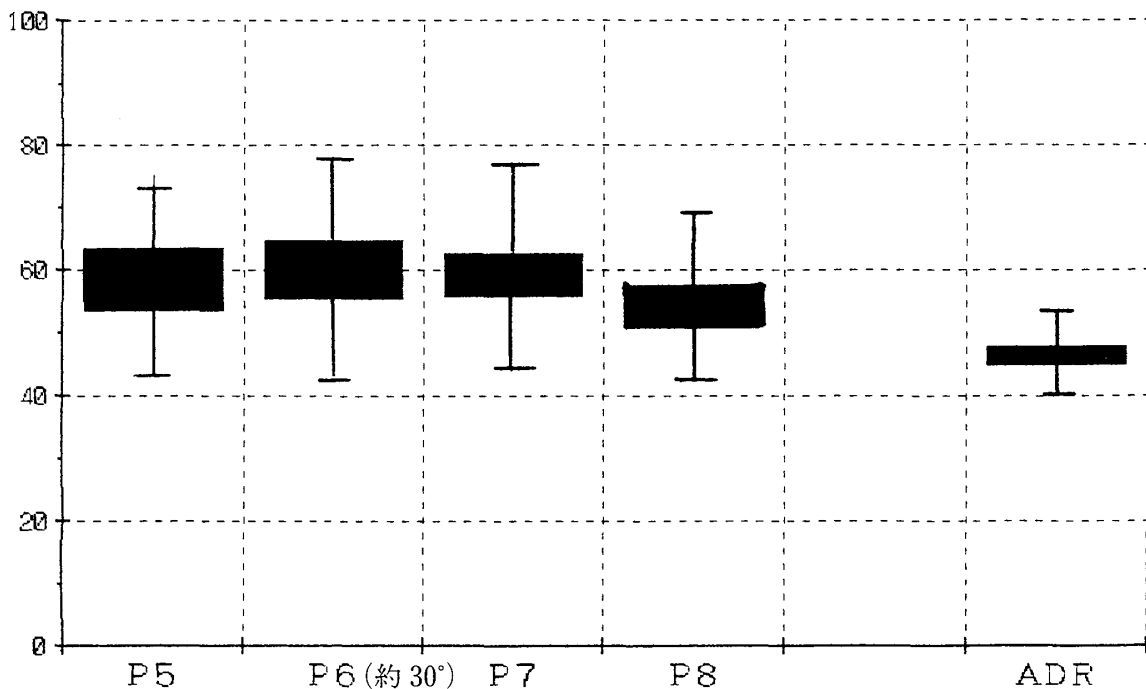


図6 各 POSITION における動的・静的筋出力の平均と標準偏差値

表4 各ポジションの静的筋出力と動的筋出力との関係

	LEG5	LEG6	LEG7	LEG8	ADR
LEG5	1.000	-	-	-	-
LEG6	0.9335 [**]	1.000	-	-	-
LEG7	0.9259 [**]	0.9811 [**]	1.000	-	-
LEG8	0.8024 [N.S]	0.8143 [*]	0.8190 [*]	1.000	-
ADR	0.9687 [**]	0.9868 [**]	0.9637 [**]	0.819 [*]	1.000

[**] 1%水準 [*] 5%水準 [N.S] 有意なし

ま と め

トレマックスによる LEG EXTENSION・LEG CURL の筋出力傾向は、CYBEX MACHINE を使用し、測定した 30 RPM の STRENGTH の曲線とほぼ類似した形で見ることができる。このことは、双方とも伸展屈曲開始時から浅い角度（LEG EXTENSION では伸展約60度、LEG CURL では屈曲約30度）の位置で最大筋出力を見ることができる。リハビリテーションプログラムにおいても受傷後あるいはキャスト除去後 ROM 値が完全に回復されていない時期でも、また静的筋力トレーニング実施の場合でも、これらの角度における実施は最大筋力を発揮させるために効果があると考えられる。

また、トレマックスによる LEG CURL の静的筋力と ADR による動的筋力との関係を検討した結果、トレマックスのポジション 6 で最も高い相関が得られた。これらのことから、静的筋力トレマックスを基準とする動的筋力 ADR 実施の可能性が大きいことが推察できる。今後データ数を増やし、トレマックスを用いた静的筋力測定値より動的な 1 RM 導き出す関係式を見いだすことが課題となる。

文献

- 1) 安藤勝英(1980)「膝部損傷部の CYBEX MACHINE を使用したリハビリテーションについて」慶應義塾大学体育研究所紀要20-1.
- 2) 安藤勝英(1994)「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」慶應義塾大学体育研究所紀要34-1.
- 3) 安藤勝英(1994)「トレマッ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、測定的分散について」慶應義塾大学体育研究所紀要33-1.
- 4) WEIDER RESEARCH INSTITUTE. WEDER TRAINING BIBLE.
- 5) J.F. WELSH. KNEE INJURIES AND REHABILITATION.