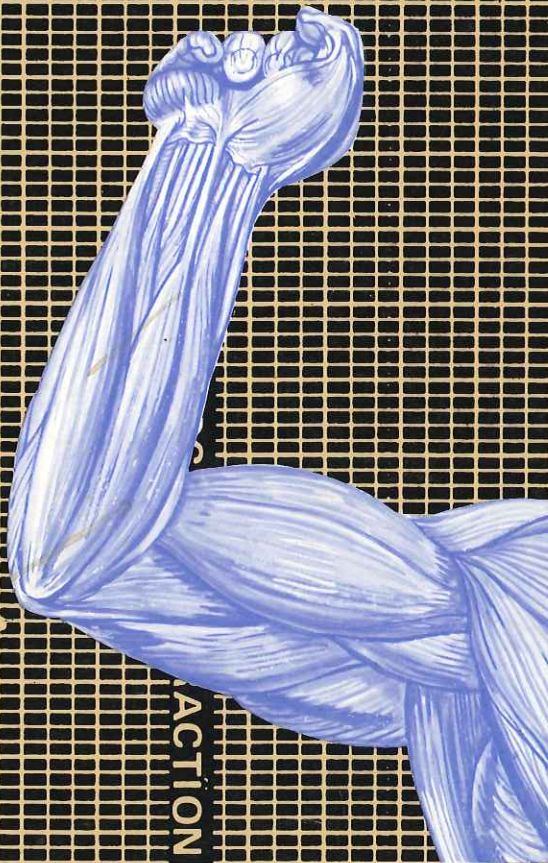


CYBEX MACHINE

CYBEX TESTS

MOTOR CONTROL



CYBEX DIVISION LUMEX INC. BAY SHORE, NEW YORK



SAKAI ELECTRO MEDICAL APPALATUS CO., LTD.

CYBEX MACHINE



これからのリハビリテーションにおいて

どんな考え方が必要か

年をおうごとに充実する『リハビリテーション』の分野に於ては、その研究対照範囲もどんどん拡大しつつあります。社会の進転と密接に関わる以上一層科学的で、より根拠の確実な研究が必要です。その意味でME技術の導入による新しい系数、数値の検査機器が不可欠なものになって来ました。「徹底して筋運動のディテールを把握する」——これがこれからのリハビリテーションの発展に最も必要な考え方になるでしょう。

これからのリハビリテーションにおいて

どんな機器が必要か

筋運動の検査測定ができて、それに基づいた訓練ができる。これからのリハビリテーション機器は一貫したリハビリテーション・プログラムに乗った完成度の高いものが要求されます。トータルな筋力測定には、これまでの徒手筋力測定で把めない筋運動が数多くありました。この問題はどうしても解決しなければなりません。酒井が目指した最も必要な「これからの機器」こそ、次にご紹介するサイベックスマシンの全貌です。

不可能を可能に……

CYBEX-II



KINETRON
ORTHOTRON

等運動性訓練および筋トルク曲線の解析を可能にした、

訓練 + 検査 装置について……

サイベックス・マシンは、いままで実現されえなかった2つの大きな利点をもっています。一つは等運動性訓練 (Isokinetic Exercise) を可能にしたということであり、一つは Isokinetic Exercise を行ないながら、同時に筋力測定を可能にしたという点です。

これまで筋力増強訓練は等張性訓練 (Isotonic Exercise) を主にしていましたが、近ごろ等尺性訓練 (Isometric Exercise) の効果が特に重視され、リハビリテーション分野だけでなく体育医学でも盛んに応用されるようになって来ています。

サイベックス・マシンは従来の Isotonic Exercise の特徴にこの Isometric Exercise の有効性をプラスさせた、全く新しい概念であり、訓練方法ということが出来ます。

然もこの開発には機械工学の新しい発展をとりいれてあり、精密な装置となっています。このサイベックス・マシンは1965年頃からニューヨーク大学整形外科教室ローマン教授の指導のもとに研究・開発されてきましたが、そのすぐれた技術はアメリカの大手電気関係の会社であるテクニコン社の卓越した研究陣の協力を得ました。その後、リハビリテーション機器の大手メーカーであるアメリカのルーメックス社がその特許権を譲り受け、ニューヨーク大学の全面的な協力のもとに長期間改良に改良を重ね、誤差範囲を短縮し、より使い易いサイベックスII型の開発に成功しました。更にサイベックスII型と同様な訓練効果を持った全油圧調整機構のオルソトロンを開発、また Isokinetic Exercise の概念を巧みに取り入れた、歩行訓練装置キネトロンも開発に成功し、この3種類のサイベックス・マシンはアメリカで急速に使われるようになり、現在多くの病院・施設・スポーツセンター等で数多く

使用されています。

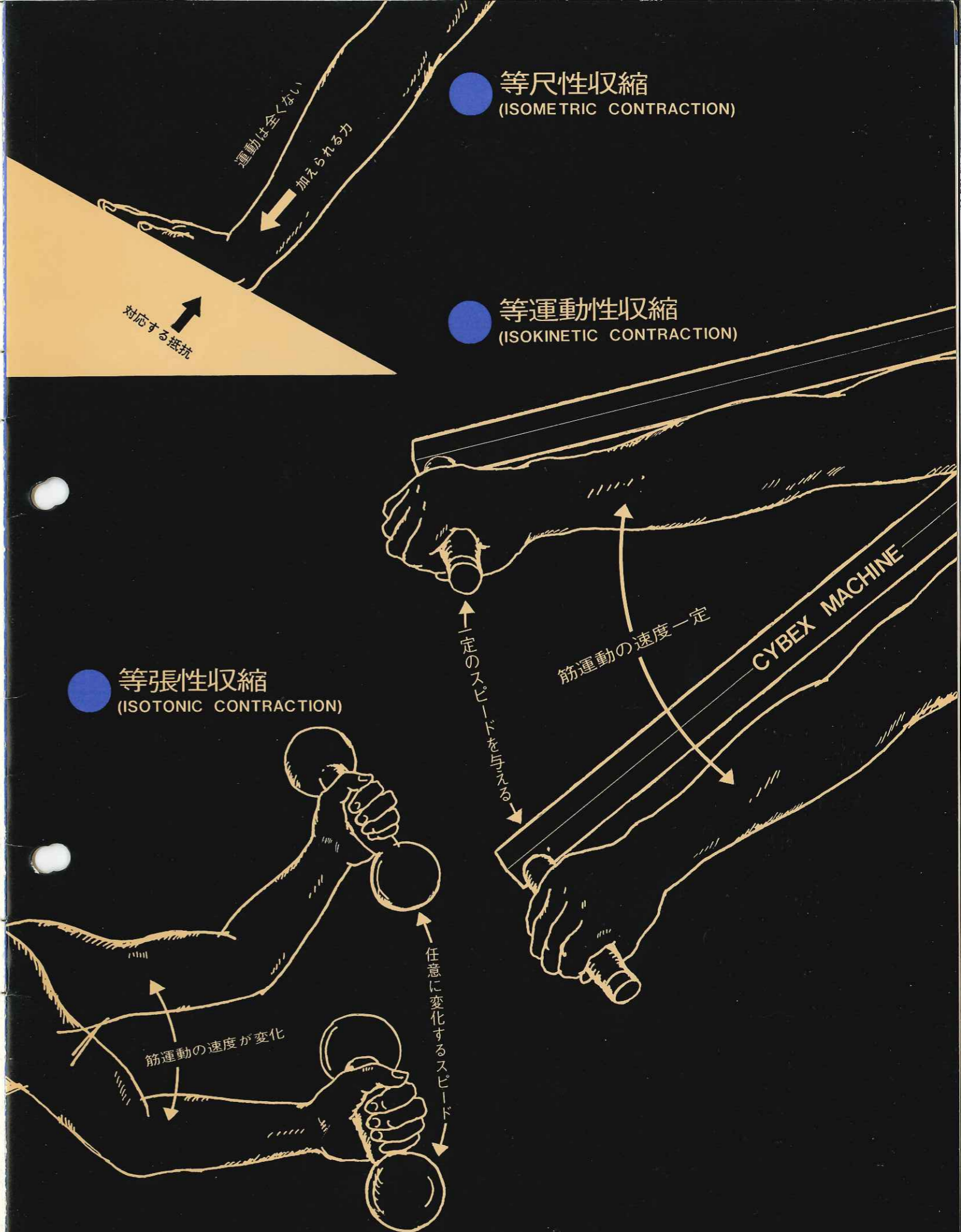
サイベックス・マシンはその名称を人間工学からとりいれています。Cybernetics Exercise Machine がその語源であるといわれています。サイベックスII型は特に現代の秀れた科学水準から産みだされていて、その電子工学的な機構と Isokinetic Exercise のもつ特徴とを電気的に結びつけたことにより、筋トルクの記録化を完成した全く独自の装置です。

これまで、きわめて困難であった筋トルクをグラフ線上に表わすことによって、容易に数値として求められ、それぞれの筋運動のパターンを比較・研究することが簡単に行なわれるようになりました。その為整形外科領域での術前、術後の状態或いはマヒ筋と健康筋の比較、それぞれの個々の筋力パターンの抽出等が Isokinetic Exercise をしながらたやすく行なえるようになりました。従来、とり扱われてきたリハビリテーション分野での従手筋力測定に加え、本装置の利用は、科学的な検査をより充実させるものであり、患者のリハビリテーション・プログラムを作成する上で大きなよりどころとなる装置だといえることができます。

その上、屈曲、伸展の両方が一度のセッティングで同時におこなえる為、総合判断が大変楽なものサイベックス・マシンの大きな特徴です。

この様に、チェックをしながら治療訓練を同時におしすすめて行けるサイベックス・マシンは、従来のリハビリテーション機器にはあまりみられない数多くのメリットを持っています。

サイベックス・マシンは、リハビリテーション分野だけでなく、整形外科・体育医学等、さまざまな分野での訓練及び研究に大きく寄与する可能性に富んだ装置なのです。

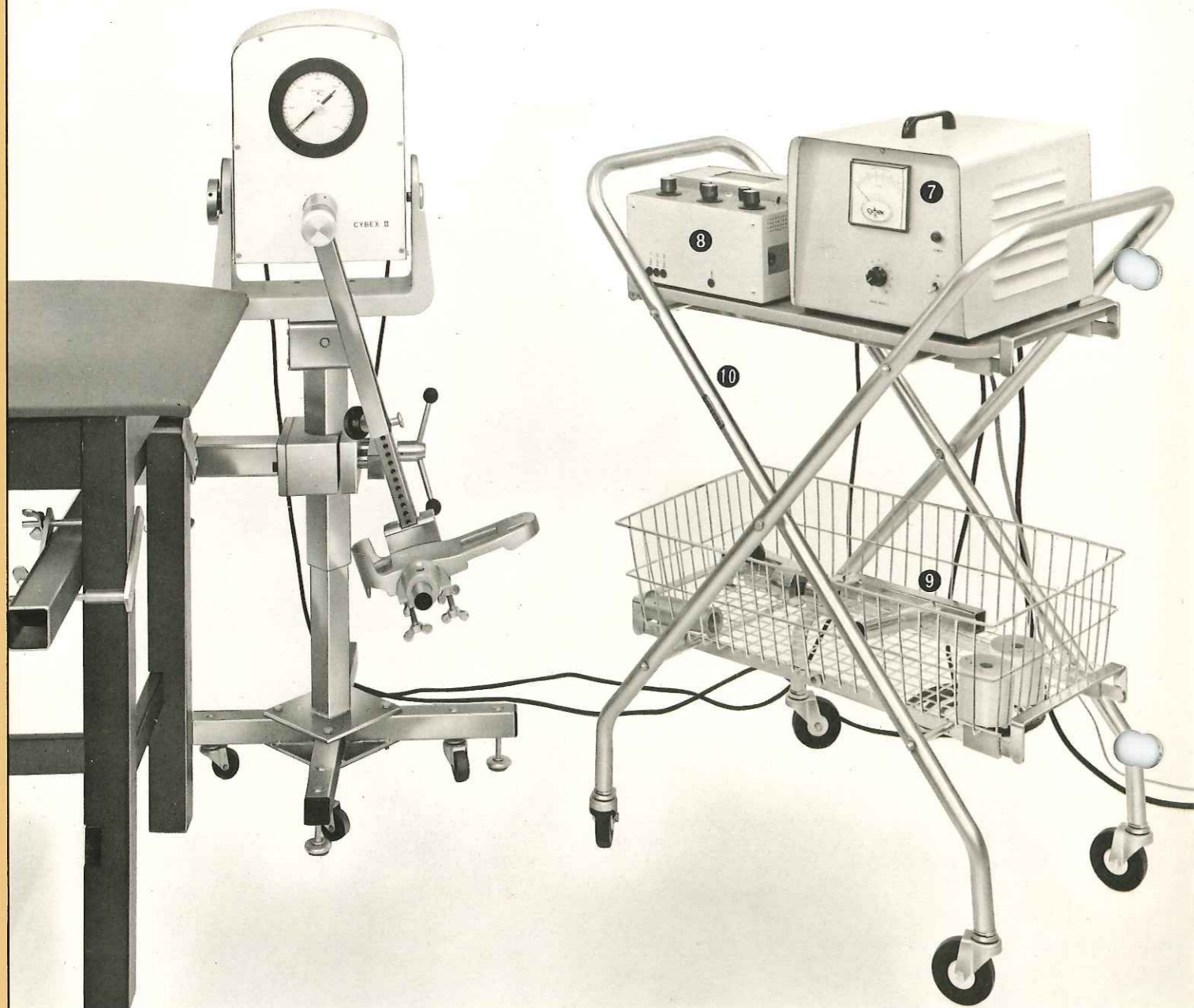




トルク範囲——— 0～360フィートポンド
 スピード範囲——— 0～35RPM (0～210°/sec)

スピードセレクター——100V 50～60サイクル 3A
 レコーダー——— 100V 50～60サイクル 3A

ダイナモメーター——560×560×945～1200
 ヴァーサカート——— 760×490×960



ダイナモメーター



- ① トルクメーター
- ② 角度目盛
- ③ 入力桿
- ④ ヘッド角度ハンドル
- ⑤ クランプハンドル
- ⑥ 高さ調節ハンドル
- ⑦ スピードセレクター
- ⑧ レコーダー
- ⑨ バスケット
- ⑩ バーサカート

スピードセレクター



レコーダー



サイベックスの構成と
 各部の名称

●ダイナモメーター ●スピードセレクター ●レコーダー ●附属品



CYBEX MACHINE
CYBEX-II



サイベックスIIの ひみつ

この装置は3種類ある等運動性訓練装置 (Isokinetic Exercise Machine) のうちでもっとも主要な装置です。手指・足指を除き、ほとんど全ての関節に使用でき、各関節の屈曲・伸展を同時に行なえるだけでなく、電気機構により屈曲・伸展それぞれの筋トルク曲線の解析を行なえます。(関節運動は円運動になるのでこの場合の力はトルクとして出てきます。)

●サイベックスIIの構成

- ①ダイナモメーター
- ②スピードセレクター
- ③レコーダー
- ④附属部品

サイベックスIIは上記各パーツにより構成されています。ダイナモメーターの入力桿はそれ自体では回転運動を行ないませんが、一旦患者の上肢或いは下肢が入力桿に平行に固定され、(関節が入力桿の回転軸の中心にくるようにセッティングします。) 患者の意志によって屈曲・伸展の両方向に交互の回転運動を始めると、入力桿は0~35R.P.M(1分間に35回転)の範囲内で患者がどんなに力を入れても、あらかじめ決められたスピード以上には廻りません。ダイナモメーターは常に一定のスピードを維持します。このスピード以上に廻そうとする力が抵抗としてフィードバックされ、一つにはトルクメーターに接続されていて、患者はその訓練状態を数値として自身で確認しながら運動することができます。他方はレコーダーに接続され、グラフ上にトルク(回転力)として正確に記録されていきます。この際、強い筋力・弱い筋力それぞれに正しいトルクが得られ、患者に過剰な荷重をかけることもなく、反発力の危険もありません。

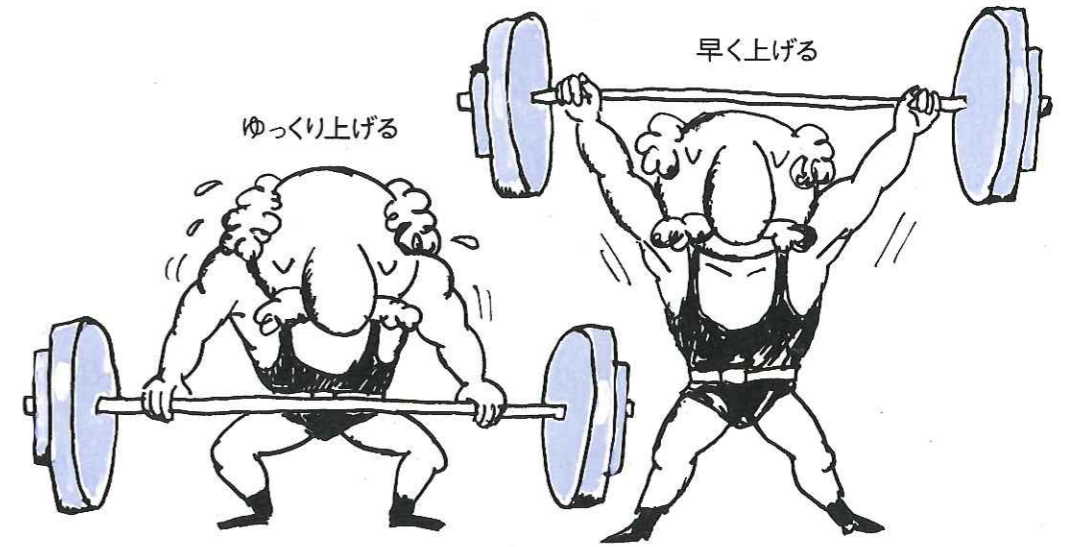
ここにすぐれた特徴があり……… こんな使い方があります。

上記の操作によって多くのメリットが生じて来ます。その特徴を上げてみますと——

- ①筋収縮の速度を一定にした抵抗運動 (Isokinetic Exercise) が可能です。
 - ②抵抗運動を一度のセッティングで同時に二方向できます。
 - ③ほとんどの関節に使えます。(手指・足指は除く)
 - ④筋トルク曲線の解析を容易にします。
 - ⑤整形外科・内科・神経外科等の手術前後の比較検討に役立ちます。
 - ⑥スポーツ選手の訓練や一般人の体力増強の有効な手段となります。
 - ⑦Isometric Exercise (等尺性訓練) にも使用できます。
- この様に、サイベックスII型は新しい分野 (Isokinetic) での評価・測定を可能にし、筋運動の研究・測定に大きく貢献する画期的な装置です。



膝の屈曲・伸展



これまでの訓練方法との 比較

これまでの訓練方法は、ほとんど等尺性訓練 (Isometric Exercise) か、等張性訓練 (Isotonic Exercise) を主としています。サイベックス・マシンは等運動性訓練 (Isokinetic Exercise) の装置ですが、それぞれの特性は——

●等尺性訓練 (Isometric Exercise)

机に手を押しついたり、手を伸ばした状態で力こぶを作ったりするのがその例です。近年その有効性が重視され注目をあびてきました。関節の動きは全くなく、100%熱になり仕事量も0で、負荷は筋収縮の能力に等しく対応します。

●等張性訓練 (Isotonic Exercise)

砂袋・重錘等を利用するもっとも一般的に使われている方法で、抵抗は一定となりますが、関節の動きの早さ (スピード) はまちまちです。この場合、75%位が熱となり、仕事量としては25%程度といわれています。これは砂袋などであらかじめ一定の負荷を与え、抵抗訓練を行ないませんが、この訓練では或る角度での筋運動が障害等の理由で弱まっている場合、それに正しく適した負荷を与える事は大変難しくなります。また(関節)運動を行なう場合、他の角度では負荷が弱くなり、関節可動域の全てでその角度に適した抵抗を与える事は不可能になります。

●等運動性訓練 (Isokinetic Exercise)

上記の2つの訓練方法は、それぞれの有効性を持ち現在、リハビリテーション・プログラムの中に取り入れられているわけですが、等尺性訓練では、抵抗は正しく適合しても関節の運動はなく、また等張性訓練では関節の運動はありますが、正しく適合した抵抗を与える事は難しく、スピード(筋収縮の速度)に対する考慮は払われておりません。サイベックスIIを使用した等運動性訓練は、この点これらの問題を一举に解決する画期的なものといえるでしょう。全関節可動域にわたって正しく適合した抵抗訓練を可能にしました。必要に応じてスピードを一定にし、運動ができるよう配慮されています。

筋運動を速度との関係で考える

まず、これまで具体的に訓練プログラムに取り入れる事が難しかったスピード(筋収縮の速度)について、その効果をもてみると人間の動きは関節運動が主要な要素ですが、その動きの早さは多様になっています。

逆にいえば、関節運動の早さは自然な運動の状態では全て変化し、一定の早さに統一する事はまずできません。しかし例えば、一定の重量を早く持ち上げる場合と、ゆっくり徐々に持ち上げる場合と、どちらが筋力の増強につながるかは、後者の方であるといわれてきました。

そのような意味で多くの先生方から、訓練の中にスピードの要素を取り入れた機器の開発の必要性を指摘されておりました。しかし、これまでは、正確に筋収縮の速度を任意に選び、一定に維持する (Isokinetic Exercise) 装置は皆無であり、不可能と考えられておりました。

サイベックス・マシンの開発は正に新しい訓練方法を可能にしました。サイベックスIIは、スピード調節がアイソメトリック (Isometric) な状態である0から35R.P.M(1分間に35回転)迄の任意の早さをスライダックに抽出できるようになっています。(35回転以上の回転は、関節運動が早くなりすぎ、低負荷にもなり必要ではありません。)

膝関節障害を例にとると、従来の四頭筋訓練にはない要素、つまり、5R.P.M位の低速度の等運動性訓練、25R.P.M位の高速度での等運動性訓練が可能になります。またサイベックスマシンは伸展・屈伸の両方向に有効である為、一度に二方向の訓練ができ、訓練効果を更に高めています。これら、スピードの概念をとり入れた訓練方法はいろいろな実験によって、非常に有効な事が現在確認されています。今後は、この機器を用いて患者の状態に合わせ、スピードを変化させながら訓練して行くことができますから、リハビリテーション・プログラムをより合理的でより効果的なものに高められるでしょう。

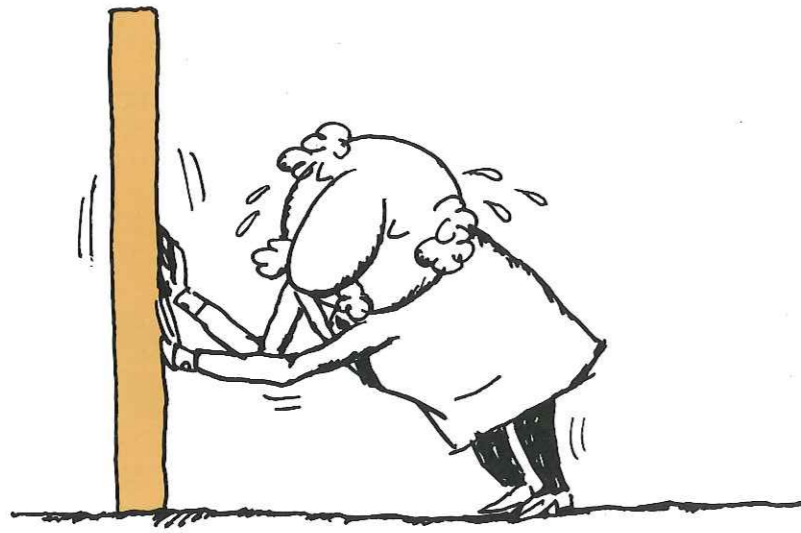
★参考—これまでの実験結果をあげてみます。

1. ヘルブランド(Hellbrandt)の実験

(負荷を増加していくのと同様スピードを増加させ訓練をおこなうと筋肉の仕事能力を高める。)

2. モフロイド(Moffroid)の実験

(IsometricやIsotonicに比べIsokinetic Exerciseは速やかに筋力を増加させ、低いスピードでの訓練で筋トルクを増加し易い。)



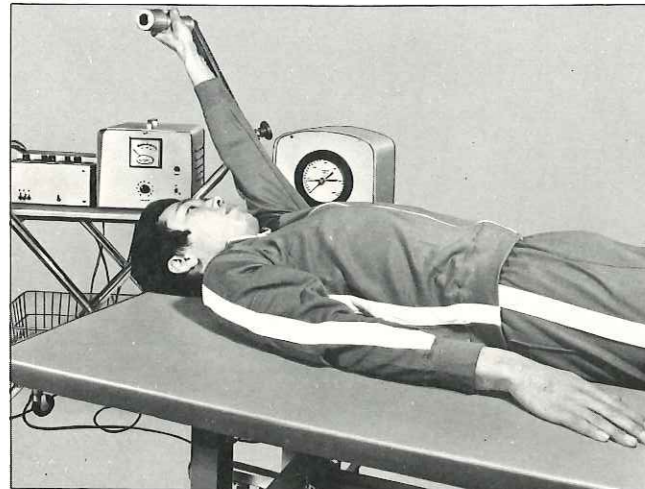
筋運動を抵抗との関係で考える

スピードの要素とは別に抵抗の要素で Isokinetic Exercise の有効性を考えてみますと、サイベックス・マシンは、設定されたスピード以上に早くまわそうと力をいれると、その力がすぐ抵抗となってフィードバックされる構造となっています。

従って、この抵抗は患者自身の負荷能力によって決まるため、疼痛、弱い筋、痙攣等によって生じる特定の関節角度での筋力の変化に従い忠実に変化します。ですから患者の筋、関節、軟部組織等に過度なストレスを与える事はありません。従来はセラピストが徒手で抵抗を与えて特定の関節角度での力のモーメントに適合した抵抗を供与する方法がとられていましたが、筋トルク曲線に一致した正確な抵抗力を与えるのはほとんど不可能でした。(前述の通り、等張性運動では砂袋、重錘等の抵抗が一定のため関節運動のある角度では負荷が多く、ある角度では少なく、患者の状態に正しく適合しません。)

この様に関節の全可動域にわたって正しく適合された抵抗が与えられるので、Isokinetic Exercise は他の方法と比べ、非常に有効な訓練であることが解ります。さらにその特徴のいくつかをあげてみますと、

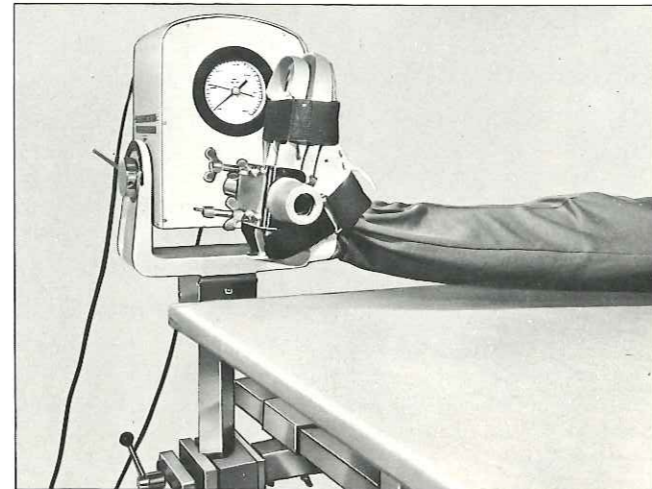
- ①運動軌跡のあらゆる部分で筋トルクを増加させる。
- ②Isometric Exercise や Isotonic Exercise よりも筋力の増強が高能率的である。
- ③回転力訓練による関節それ自身の強化に最適である。



肩の屈曲・伸展



手首の屈曲・伸展



足首の踵屈・背屈

検査機器としての

サイベックスII



サイベックスIIは関節運動の速度を一定にしますから、レコーダーに接続してグラフを取り出すと、横軸の経過はそのまま関節の角度の経過を示します。またこの場合、入力桿の回転以上に廻ろうとする力(トルク)はグラフ上に縦軸に記録されてゆきます。このグラフは筋肉・結合組織及び関節の損傷に対する評価・検査に用いられ、トルク曲線としてこれらを記録する事により、さまざまな角度から客観的に筋力を測定する事が可能です。次に具体的にどんなことが解析できるのかをあげてみると

- ①関節の可動域が解る。
- ②最大筋力が何度であるか解る。
- ③各角度での力が解る。
- ④仕事量が解る。
- ⑤傾向が判る。
- ⑥瞬発力が解る。
- ⑦耐久力・疲労度が解る。
- ⑧伸展・屈伸の切り返し状態が解る。
- ⑨筋力の調節力が解る。
- ⑩低速高出力と高速高出力の相違が解る。
- ⑪Isometric Exercise と Isokinetic Exercise の効果を比較検討できる。

以上のように、本装置は新しい測定を可能にしていますが、この点、従来の筋電計は筋せん維の一本一本を測定する訳で、総合筋力の測定は徒手筋力テストに頼っていました。

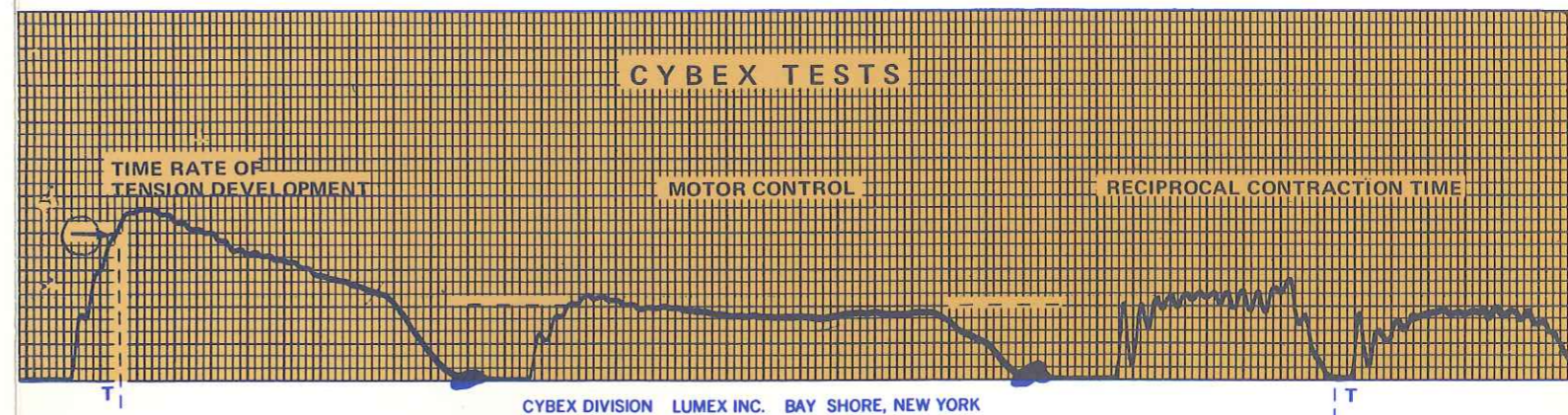
それでは筋電計と比べたメリットを二、三あげてみましょう。

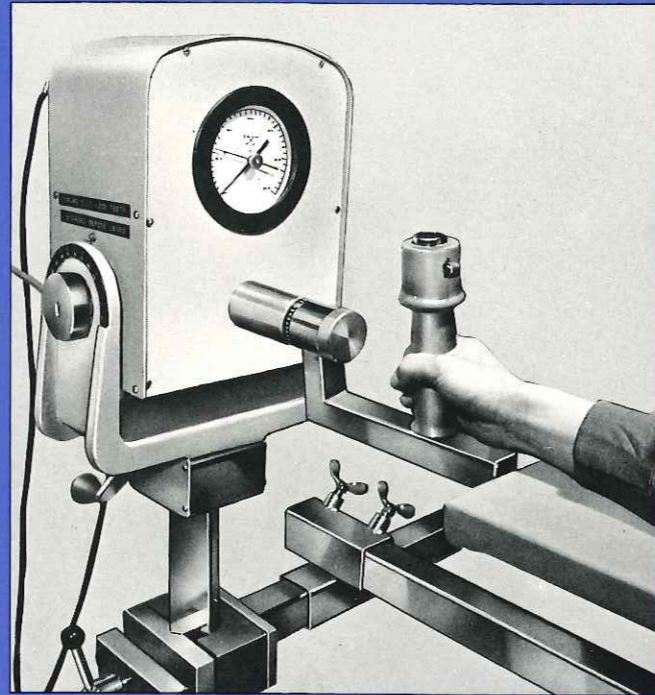
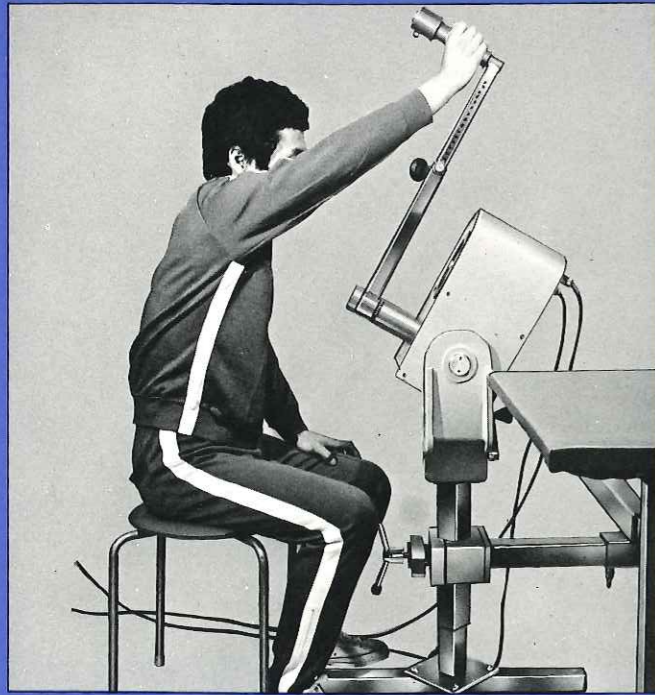
- ①仕事量が解る。
- ②何度でどれ位の力があるかが解る。
- ③或る力が発生する迄の時間が解る。

サイベックスII型の誤差範囲は1%程度のため、高精度はもちろん、筋力をより客観的に再現性をもって評価・測定でき、訓練による筋収縮の状態変化を的確に再評価できるメリットを持つ信頼度の高い装置といえます。

★レコーダーには下記のセットが可能になっています。

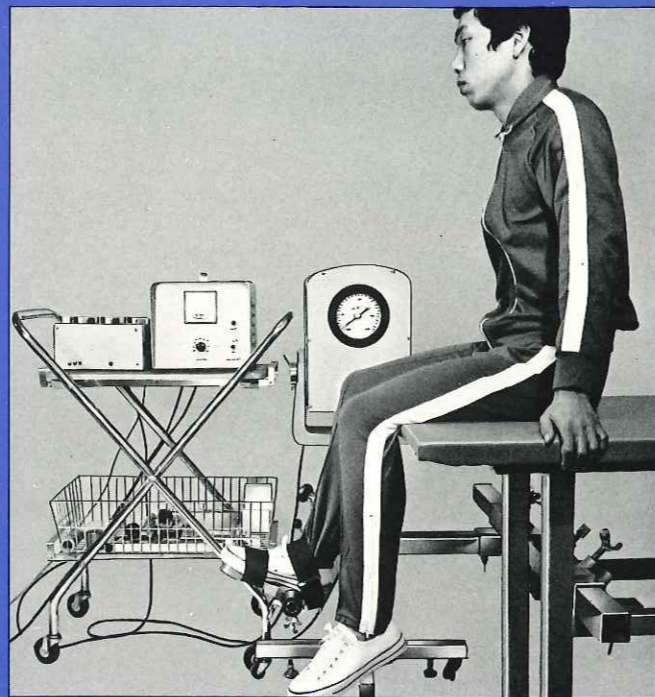
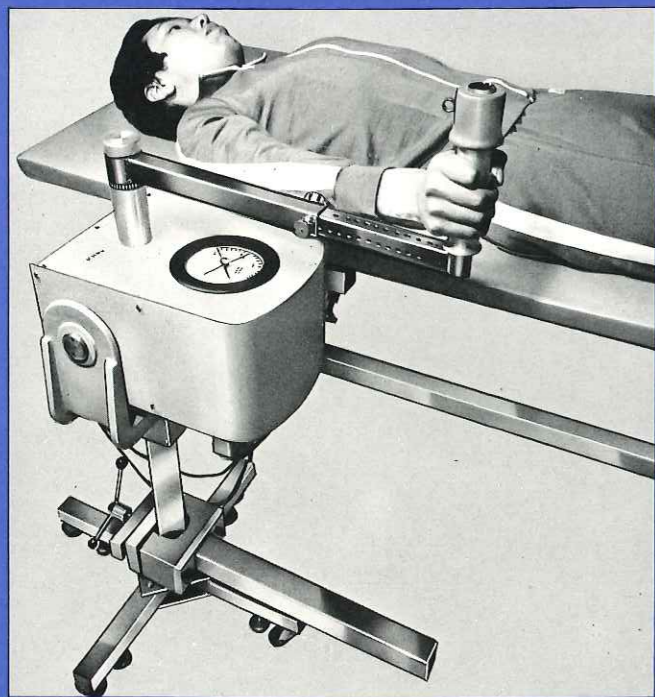
- ①スケール・セレクター (30・180・360フィートポンドの3種類があり、強い時は360を用い、弱い時は30でセット可能です。通常-180。)
- ②ダンピング・セレクター (0-4迄5段階あり、0方向は鋭い感度を示します。全体の傾向ではなく、個々の振れを見るのに最適です。通常-2。)
- ③インク量つまみ (1-5迄の5段階が調節でき、5方向に行く程熱ペンのスミは濃くなります。)
- ④グラフ速度スイッチ (2mm/secと50mm/secの2種があり、低速は個々のまたはくり返しの努力を記録する為に用いられ、耐久力試験の時などに使用されます。高速は或る機能的な速度のもとで一人の患者の筋力曲線をあらゆる運動範囲で記録する時、また重要な筋部を運動させるのにコントロールされた力を用い、正確に測定するのに使用されます。高速は運動範囲に於ける、或る特殊な点の正確な力の値、総仕事量を測定するのに用いられます。)





POSITIONING

ダイナモメーターの高さ及びダイナモメーターヘッドの傾斜角度はハンドルで自由に調節ができるので、患者に必要なさまざまなポジションを求められます。例えば手首の回内・回外、肘の屈曲・伸展、肩の屈曲・伸展及び外転・内転・内旋・外旋、膝の屈曲・伸展、足首の蹠屈・背屈、などが座位・立位・仰臥位などさまざまなポジションで可能です。高サイベックスII型にはポジショニング・マニュアルが附属しています。



前述のとおり、本装置は多様な使い方があり、今後、更に新しい方法・測定などが本装置の使用により開発されていくと思われます。また、検査についていえば、データを取れば取る程、より客観的なより広範な分析が可能になって行きます。

サイベックスII型を使用した訓練方法も患者の状態、そのリハビリテーション・プログラムなどにより多様ですが、参考までに一つの使用例をあげてみます。

膝関節外傷後の機能回復

[1]

患者が運動範囲に於ける抵抗運動に耐えられると判断されたならば、健常側の膝関節について先ず基本データを取ります。大腿四頭筋と腹筋の最大力を5・10・20RPMの速度について測定します。(Cybex IIは両方向に動くのでこれらは同時に測定できます。)力の曲線の形を決定するために5RPMの速度では、早い記録紙速度を用いて拡大された記録図が得られます。

[2]

患側の膝についても同様の方法で記録を行ないます。患者に痛みや不快感が起ったら運動を制限する様に指示します。

[3]

2つの記録を比べることによって、患側の膝関節の機能低下の程度を決定します。力の加わり方が弱く、自発運動の範囲の狭い例がしばしば見られます。また、高速度では力の加わり方が著明に減少し、運動範囲の或る点で脱力がみられます。

[4]

サイベックスII利用の患側膝関節の運動計画を行ないますが、その例をあげてみますと、

a. 次の運動を週3回行なう。

- 5 RPMで2分間運動・2分間休み、
- 10RPMで1分間運動・1分間休み、
- 20RPMで1分間運動・3分間休み、

b. それぞれの運動期間中患者は両方向に不快感のない限り最大の努力を払う様にする。

サイベックスIIを

c. または患者に、或る特定の最大以下のレベルで運動する様に指示します。このレベルは靭帯による既知の運動制限又は痛みによって決めます。患者はサイベックスの目盛を見ながら、一定の最大値以下のレベルを続けます。

[5]

一週間毎に進歩の程度を測定し、それによってプログラムを変えます。(測定と運動はサイベックスにより同時に出来ます。)

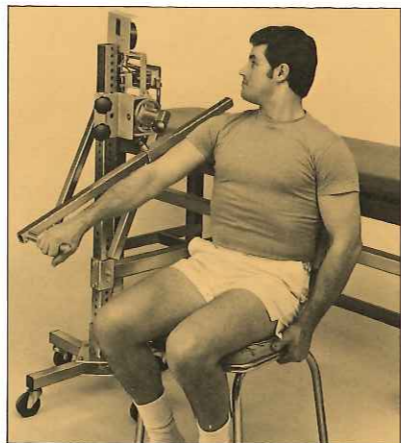
[6]

リハビリテーションは患側の膝があらゆる速度のもので、健側の膝とそれぞれ同じ力をだし、力・曲線も正常なものと同様なレベルになるまでは完成しないと考えるべきでしょう。

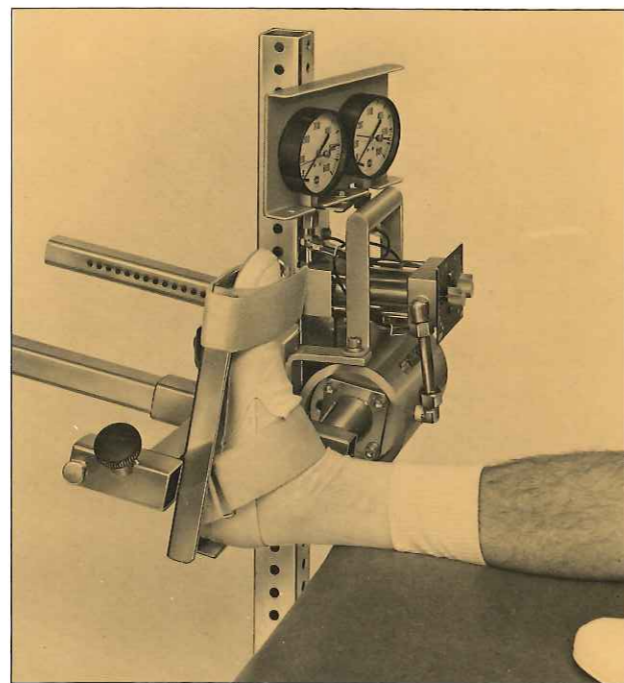
実際に応用してみる...



ORTHOTRON



油圧調整機構
寸法—375×570×1455(最高)
アーム位置変更可能
※上記数字は変更する場合があります。



本装置は1972年ルーメックス社により開発されました。サイベックスII型と全く同じ訓練効果をもち、尚かつ安価・簡便なものとして考案されています。油圧機構になっている為、レコーダーはなく、記録はできません。訓練装置としてはサイベックスII型と比べ改良されています。

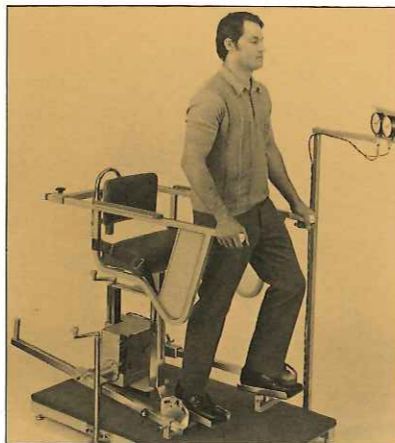
①トルクメーターが2つ付いており、屈曲・伸展の双方の最大筋トルクを読みとれます。

②スピードの調節は、サイベックスと異なり、屈曲・伸展双方に用意されています。従って両者のスピードを別にすることが可能です。

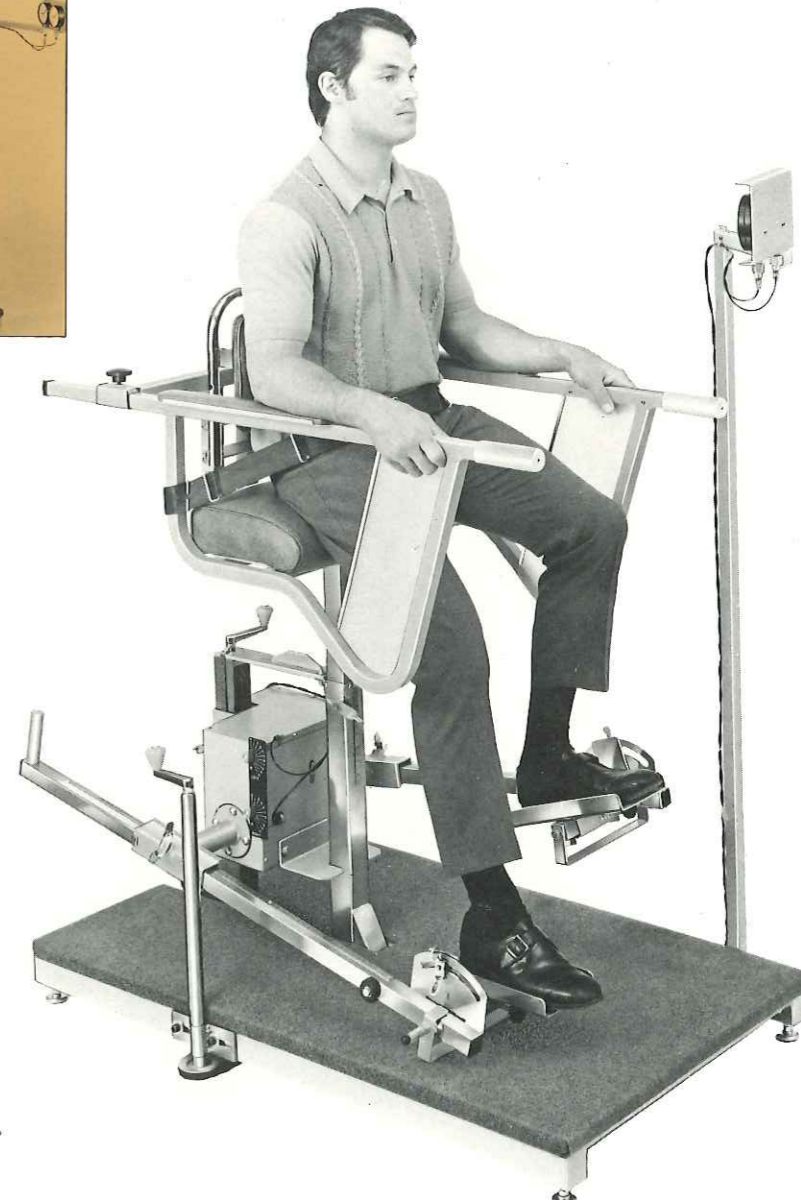
③構造がとてもシンプルになっているため、故障のおこる可能性がほとんどありません。

スピードの目盛はアイソメリックの0から10までになっています。

耐久性にすぐれ、リハビリテーションの分野だけでなく、スポーツクラブや一般人の健康増進にも適した装置です。



KINETRON



油圧調整機構
寸法—790×1160×800~1220
※上記数字は変更する場合があります。

本装置は Isokinetic な下肢及び歩行用の訓練装置です。オルソトロンと同様、油圧機構になっていて記録装置はありません。又、トルクメーターは右足用・左足用の2個ついていて、スピードもそれぞれに調節できます。適応症としては片マヒ・対マヒ・切断・慢性関節リウマチ・失調症など広い範囲にわたっていますが、ベッド上に座ってられ、尚かつ、車椅子に座ってられる患者なら使用可能です。

●キネトロンの使用法

患者の状態により、さまざまな使い方が考えられますが、標準的な使用方法は、

①患者を座位の状態に椅子に座らせ、患者の体位・状態に合わせ、各部の長さを調節する。

②low-speed (3~4) で訓練を行ない、交互運動を覚えるよう努めさせます。(トルクメーターの目標値は100~150に設定する。)

③身体が左右にできるだけ触れないようにさせ、5~8とスピードをあげて行きます。

④ペダルの長さ・高さ、椅子の高さ等を調節しながら徐々に関節可動域を広げて行きます。

⑤各調節機構を操作し、立位の状態に近づけ、Isometric な状態で partial weight を測り、その数値を目標値とし

て立位での交互訓練を行ないます。この方法はあくまでも一つの例ですが、座位での訓練から、最終的に立位での訓練に至るプログラムを系統的に作成することができます。

●キネトロンの特徴

①患者は各ポジションの調整及び、シートベルトによって安全に操作できます。

②下肢筋機能の再教育が容易です。

③0からhigh-speedまでの等速運動範囲を備えていますから、患者に要求される適度なスピードでの訓練が可能です。

④従来の Isotonic な装置と異なり、負荷を固定することはなく、疼痛・筋力の衰、疼性によって生じる各関節角度での筋力の変化に適合し、絶えず適切な負荷を与えることができます。

⑤アイソメトリックな訓練が可能です。

⑥トルクメーターの利用により、患側にどの位の体重を負荷できる能力を持っているか解ります。

⑦健側下肢、患側下肢への交互の重心移動をトルクメーターの目盛をみながら訓練し、立位バランス訓練にも有効です。



ルーメックスという会社

ルーメックス社のマーコット社長をはじめとするベルやシュミットの若いスタッフは、リハビリテーション機器の開発に常に最も新しいアイデアを提供して来ました。

今日、ルーメックス社がアメリカで有数なりハビリテーション機器メーカーの地位を獲得しているのも、これらすぐれたスタッフの自負によるものであります。同時にニューヨーク郊外という地の利を得て、有名なニューヨーク大学と特に緊密な関係を保持していることも、一段とルーメックス社の製品開発に有利な点といえましょう。

サイベックスⅡは「サイベックス・ディビジョン」のヒラリーを中心とした熱心なスタッフによって手がけられており、ここでは、研究から製造まで一貫したラインが敷かれ、責任ある製作態度が示されております。

サイベックスマシン、キネトロン、オルソトロンを輸入販売するにあたり、自治医科大学御巫教授、大井助教授のご指導と、住友商事(株)医療機器開発室のご協力を賜りました。



Lumex 社日本総代理店

住友商事株式会社



日本総発売元

酒井医療販売株式会社

東京都文京区本郷3丁目31番7号 TEL (03) 814-0411(代) 113