治療体操*

明石 謙**

I. therapeutic exercise

therapeutic exercise は治療体操の訳語としては不適当かもしれない。remedial exercise, kinesitherapy 等の語もあり、Krangkengymnastik という独語もある。Sidney Licht の定義によれば、機能の改善や症状を軽快させるための体、またはその一部の働き、とされている。

II. therapeutic exercise の直接的効果

治療を目的として行なう体操は、その終末的な効果を目標としているものが多いが、それらは大体において間接的なものである。その直接的効果として起こってくるのは

- ① 筋の強化（瞬発力と持久力）
 - ② 軟部組織の引き伸し
 - ③ controlled movement の改善
 - ④ relaxation
- 等である。

III. 間接的効果

小さいことを挙げはじめるとあまりに多数あり、それらの中の一部をここに示すと、

- ① 体のアラインメントの改善
 - ② 関節可動域の増大
 - ③ ADL の改善
 - ④ 痛みの軽減
 - ⑤ 末梢循環の改善
- 等がある。

IV. 方法

体操という限りは自動運動が主になるが、ここではその他も挙げている。

- ① 筋力増強訓練
- ② 関節可動域訓練
- ③ リラクセーション
- ④ 促通法
- ⑤ co-ordination 改善のための訓練
- ⑥ biofeedback

ここで挙げたもののうちには内容が重なり合っているものもある。例えば biofeedback 法はリラクセーションに応用されている。しかしそれぞれの趣きがかなり異なっているので逐次説明を加えたい。

1. 筋力増強訓練

一般に筋力と呼んでいるものには瞬発力と持久力の2つがある。また筋力強化には、over load principle が以前から唱えられて来た。瞬発力の増強に関しては1回あたりの load、つまり負荷を大きくし、回数は少なく、持久力については1回あたりの負荷は少ないが、回数の負荷が over load になるようにするというものである。

筋の収縮の形式には短縮性、等尺性、伸長性の3つに分類できるが、その各々の形での訓練法が考案されてきた。

短縮性収縮を用いた筋力強化法で最も知られているのは DeLorme 法である。DeLorme は訓練負荷量の決定には10回何とか持ち上げることの可能な負荷量を10 RM とし、標準として用いた。1945年に発表された最初の論文では、 $1/10 \cdot 10 \text{ RM} \times 10$ 回、 $2/10 \cdot 10 \text{ RM} \times 10$ 回、と次第に負荷量を増し最後は $10/10 \cdot 10 \text{ RM} \times 10$ 回で終るもので、合計100回の収縮を行なわせた。訓練は5日間行ない、次の日に10 RM の再評価を行なう。次の日を1日休み、次の週は新しい10 RM を基準として訓練を続ける。これらの時間的な実施法についてはこの後に述べる方法についてもほとんど変化しない。

第19回日本リハビリテーション医学会総会（1982年6月11日）におけるセミナーより。

* therapeutic exercise.

** 川崎医科大学リハビリテーション科

Ken Akashi : Dept. of Rehabilitation Medicine,
Kawasaki Medical School.

数年後、DeLorme は Watkins との共著論文で $2/4 \cdot 10 \text{ RM} \times 10$ 回, $3/4 \cdot 10 \text{ RM} \times 10$ 回, $4/4 \cdot 10 \text{ RM} \times 10$ 回の計 30 回で十分な効果が得られると述べた。このことがあってから各種の変法が考案された。McMorris-Elkins 法, McGovern-Luscomb 法などがそれである。これらの方法はいずれも抵抗が漸増するため、漸増抵抗訓練 (progressive resistive exercise) PRE と呼ばれている。これらとは逆に Zinovieff は同じ 10 RM を用い最初に $10/10 \cdot 10 \text{ RM} \times 10$ 回ではじめ $1/10 \cdot 10 \text{ RM} \times 10$ 回で終る Oxford technique と呼ばれる訓練法を考案し McGovern-Luscomb らはその変法を発表している。これらはいずれも抵抗が漸減するため、漸減抵抗訓練 (regressive resistive exercise) RRE と呼ばれている。どの方法にも $10 \text{ RM} \times 10$ 回が必ずあり、その重要性がわかる。

等尺性収縮を用いたものでは Hettinger, Müller のものが有名である。ことに Hettinger は筋力強化には最大筋力による収縮は不必要でその $2/3$ 以上があればよいと述べたことから爆発的な関心を引き起こした。後日、筋力増加の 1 週あたりの割合の訂正が数度あったので Müller, Rohmert らが再検討を行ない、最大筋力による収縮があれば筋力は早く増大することを見出した。以上のような経過はあったが、早く筋力が増大すること、関節の動きを伴わないため、ギプス等で関節を固定した状態でも行なえる等、広い臨床応用の可能性を持っている。Müller らは筋力低下についても述べ、急速に強化を行なった筋は、訓練を中止すると急速に筋力を失うと報告した。

延長性収縮を用いる筋力強化訓練は overload を得る点からは他の 2 つの収縮形式よりも優れていることについては言うまでもない。最大の筋力で収縮している筋を、それ以上の力で引き伸ばすからである。この方法についての研究は他と比較すると数が少ない。最大筋力以上どの程度の負荷が必要か、という点が難しく、負荷が過大すぎると筋や腱の断裂もありうるので臨床的に用いるには危険が大きいためかも知れない。

我々はこの方法について研究を進めている。対象とした筋は大腿四頭筋と小指外転筋である。小指外転筋は過大な負荷で痛みが生じ、筋の増加率も少ないが、負荷が適量であれば増加率は他の 2 法 (PRE と等尺訓練) に比較して大きく、cross education の効果も他と比較して有意に大きいことがわかっている。この結果を用いるならば、例えば一侧の膝をギプスで固定した場合、同側の等尺訓練に他側の伸長訓練を行なうと好結果が得られるかも知れないが、まだ実際には試みていない。

以上三種の筋収縮の形式に加え isokinetic exercise と呼ばれる訓練方法が考案された。この方法は筋収縮時の

関節角度の変化率、つまり角速度を一定にするもので、収縮力が弱くなれば抵抗も弱くなり、収縮力が強くなれば抵抗も強くなるというサーボ機構を持つ機械が必要である。微妙なサーボ機構の開発が行なわれたことは大変喜ばしいが、何分高価で入手し難いのが欠点である。痛みのある関節運動には大変適していると思われる。

以上はいずれも正常な筋の筋力強化について行なわれた研究で、弱い筋の筋力強化をどうすればよいか、についてこれから述べる。

徒手筋力テストを基準としたやり方が以前より用いられてきた。徒手筋力テストで 3 以下は抵抗があれば関節運動が行なえないために介助が必要となる。この方法は自動助訓練, active assistive exercise (AAE) と呼ばれる方法で介助は therapist による徒手介助でもよく、関節の重量と釣合う重錘を Pulley を用いてつり下げ、自重の影響を取り除き運動を行なわせる。この重錘の量を少しずつ少なくし、介助の度合を少なくして行くものを progressive assistive exercise と呼んでいる。

筋力が 3 つの近辺であれば関節の角度により一部では抵抗を加えても運動は可能だが、他では抵抗に抗することが不能場合も生じる。このような場合は必要に応じ力を加える徒手抵抗訓練がよい適応となる。但し、患者 1 名に対し therapist が 1 名必要となるので不経済な方法とも言えるだろう。

さて筋力には耐久力があることについて触れた。耐久力の増大には low load, high frequency の原則が適応される。最大筋力の 50% 程度の負荷で疲労が生じるまで行なうのが普通である。ここで注意せねばならないのは、少なくとも筋力が 3 以上でないと持久力の増大は望めない点である。

2. 関節可動域訓練

関節拘縮は一度生じると治療には大変時間と労力を要する。その意味で拘縮の予防は最良の拘縮の治療法と言ってもよい。関節可動域訓練は予防的に行なうのはいたって簡単な方法である。しかし一度拘縮が生じてしまうと多くの時間とエネルギーが必要となる。

まず治療を行なうまえに患者をリラックスさせる必要がある。relaxation が不十分にしか得られないと、まず充分な治療は不可能である。関節運動はゆっくりと行い、できるだけ自動で行なわせるべきで、自動可動域に制限がある時には介助をする。さらに受動的に引き伸す必要も生じることもある。passive stretch を行なう上で大切なのは関節の trauma を極力避けることである。痛みがあれば次の関節運動では痛みのはじまる少し前に stretch を止めるのが原則である。肘、股関節には異所性化骨を生

じやすく、治療時には細心の注意が必要であり、同時に定期的なX線写真によるコントロールも必要であろう。

靱帯のゆるみや骨粗鬆などが無い時には正常の関節に認められる「遊び」が得られるような方向への矯正も行なうべきである。

関節の mobilization も passive range of motion の一種と考えられないこともない。膝関節のように動きが rolling と gliding から成っているものを動かす時、関節包の後方に短縮があればいたずらに伸展方向へ力を加えても gliding は起こらず、1点を支点とした蝶番様の動きに終る恐れが多分にあり、関節破壊にもつながってくる。mobilization では関節の凸側を滑らせる（動かす）場合は骨運動と反対の方向へ圧迫を加え凹側を滑らせるには骨運動と同方向に圧を加える。これを博田は Kalt-eborn の convex-concave law として紹介している。

3. relaxation

relaxation を得るということは口で言う程、たやすいことではない。Jacobson は静かな薄暗い部屋で被験者にリラックスした体位を取らせ、1つ1つの関節の相対する筋群の緊張感 (tensness) とでも言うべき感じを1つの肢位を持続して取らせておいて感じさせる。手関節を例にとると、手関節を背屈位にして、そのまま、力を入れずにその位置を保たせるといわれる tensness を感じるようになる。そうすればこの力を抜くことはそれほど困難ではないので1つ1つの筋群の力を抜いていくというものでこれを progressive relaxation と言った。部分的に力を抜きたい時には、その部分に思いきり力を入れてから力を抜くと relaxation が得やすいが、Kleinsorge らの方法はこれに近い。

4. facilitation

近年この方法が多方面での治療に取り上げられ、種々な成果を生むようになった。特に中枢神経系疾患の治療にはよく用いられている。ここではその詳細を取り上げないが、その基礎となる理論については中村が昨年の当学会で発表して注目を集めた。

脊髄の α 運動細胞は亢奮性と抑制性の入力を受けており、入力は大脳皮質、脳幹・脊髄・末梢知覚線維から出ている。この入力に手を加え α 運動細胞の亢奮レベルを都合よくコントロールしたい。それには閾値以下の入力を用い加重を行なって利用する。実際の facilitation 法でその入力として用いているものには次のようなものがある。

- ① 筋紡錘の $I\alpha$ の発射
- ② 皮膚刺激-刺激部位の筋の α -, γ -運動ニューロンに多シナプスを介して亢奮入力を与える。

③ 姿勢制御機構を用いる。例えば ATNR など。

④ central facilitation は身体の一部の意図的な運動に伴って他の身体部分におこる変化を利用する。

以上は中村の講演の要点を示したものである。

Knott らのいわゆる PNF 手技の1つに rhythmic stabilization があり広く用いられている。

被検者の体の一部に一定方向へ力を入れさせ、術者は関節運動が起こらない程度に対抗圧迫を加える。その方向への主動筋の等尺性の収縮を行なわせる。筋力の増大と局所循環の改善を来すものとされている。

5. co-ordination 改善のための exercise

co-ordination 改善に用いる訓練法は、以前より Frenkel 法がその代表とされてきた。後述のフィードバック法の1つとも考えられる。つまり眼からのフィードバックを主体にしたもので、眼で動きを確かめながら、下肢の運動を行なわせる。背臥位、座位、立位での訓練法がある。

6. Biofeedback 法

Biofeedback は人間の意志と、生体の行動の間を feed-forward と feed-back の2本の回路で結ぶとすれば、生体の行動の結果を中枢に報告する回路に相当する。中枢は効果点に feed-forward 回路を通じて命令を出し、その結果と feed-back 回路を通じて中枢に報告する。そこで中枢は命令と反応を比較し、それら2つの間の不適合を少なくしようとして再び feed-forward の回路へ、少し訂正をした命令を出す。これらのことが繰返されるが、実際に我々が期待するものは、よりよい feed-forward による結果ということになる。よい feed-back には条件がある。まず feed-back はできるだけ早い方がよい。つまり delay が少ないほど記憶が新しく、生体によく作用する。次に feed-back は正確でなければならない。より正しい情報を伝えるため適当な器具が使用できればさらにより有効な feed-back が得られるであろう。

実際には feed-back は筋紡錘や腱器官などの内受容器と目、耳などの外受容器から中枢へ伝えられるが、それらの情報は脳運動野、大脳基底核群、錐体路、小脳、視床、脊髄等、方々へ作用して運動の調節を行なう。ある動作を行なうにあたって、慣れない内は外受容器からの feed-back が大きく作用しているが、繰返し行なって慣れてくると内受容器からの feed-back の影響が大きくなる。随意運動の障害には内受容器の障害が多く、外受容器にできるだけ明確な形で情報を送り込み、患者の反応を起こさせるのが biofeedback の目的である。方法は EMG が多く利用されるので myoelectric biofeedback の語もある。痙性斜頸は relaxation の目的でこの方法

を用い良い結果を得ているが、千野らは脳卒中中の肩の亜脱臼の治療に用いている。

V. 疾患別治療法

1. 頸肩腕症候群

頸肩腕症候群には多くの疾患が含まれていて、これら1つの対象として治療を行なうことは不適當である。適応となるものは、いわゆる不定愁訴の多い筋力弱化群がよく、はっきりとした根症状のあるものや myelopathy のあるものは体操のみでは解決できない。

訓練適応となるものには rhythmic stabilization を用い好結果を得たことが報告されている。さらに頸部の筋力強化には isometric exercise も同時に指導している。

2. 腰痛症

治療体操と言えば腰痛症というほどよく用いられている。腰痛症の中でも特に適応となるのは姿勢不良によるものである。

Williams の exercise は特に有名で、腹筋の強化、pelvic tilt、腰部背筋膜の引き伸ばし、腸腰筋の引き伸ばし、アキレス腱の引き伸ばしの6つの体操を1セットしている。各々10日ずつ計60回なので患者に途中で投げ出さないよう勇気づけねばならない。毎日行なって2週間ほどして効果が現われはじめることが多いが、本当の効果は4週程度過ぎないと出てこない。痛みがまだ残っている時に、腰部の激しい動きを避ける目的で isometric exercise を行なわせて好結果を得たという報告もある。

Boehler 体操は脊椎椎体の圧迫骨折に対し背筋の強化を行なう方法である。

3. 肩関節周囲炎

いわゆる50肩は日常の診療でよく見る疾患である。肩関節周囲炎と言っても、部位は種々あり必ずしも体操療法の適応ばかりとは限らない。

三角筋下包炎は三角筋下包の炎症で、この粘液包は三角筋と回旋腱板の間にある。炎症により動きが著しく阻害されるが、Codman's exercise がよく用いられる。体幹を水平に近づけ腕を下垂すると、実質的には肩を90度屈曲したのと同じことになる。手に重量物を持ち前後、左右にはずみをつけながら振り受動的に関節の可動域を広げる。

水野の訓練法は、肩の内旋筋群の中で特に多くの筋が密着して付着している部位に痛みが強い点に注目したもので、肩の内、外旋の徒手抵抗訓練を用いるのが特徴である。

4. 側彎症の体操

現在では側彎症の治療の主体は体操ではなくなっている。

るように思えるが、Klapp exercise や Knapp exercise は有名であり、ここで触れることにする。

Klapp 法は、人間が四つ這いになると背筋の relax が得られやすい点に注目した。つまり mobilization が行ないやすい。C形の彎曲では四つ這いで頭を凸側に向け凸側の下肢と凹側の上肢を一步前へ出すと矯正力が作用する。周囲上を凸側を内側にむけて這うといつも矯正力が作用することになる。

Knapp 法は mobilization 法で肘を伸展し四つ這いになり体幹を水平に側屈すると脊柱に生じるカーブの頂点は第8胸椎に来ることに注目し上肢を少しずつ曲げ上体を低くすると、カーブの頂点のレベルには高くなり、逆に上体を起こすと頂点のレベルは低くなるので、適当な高さでの mobilization が可能となる。

VI. おわりに

他にも多くの訓練法があるがここでは触れない。医師として訓練の指示を出す時は、オートマティズムに陥ることなく1例1例を慎重に診察し、もっとも適した方法を選び、あるいは考案し、安全管理に気を配りながら処方することが必要である。

文 献

- 1) Basmajian J Ed: Therapeutic Exercise. 3rd ed, The Williams & Wilkins Co, Baltimore, 1976.
- 2) Calliet R: Neck and Arm Pain. FA Davis Co, Philadelphia, 1964.
- 3) Cailliet R: Shoulder Pain. FA Davis Co, Philadelphia, 1966.
- 4) 千野直一: バイオフィードバック法. 医学のあゆみ 116(5): 376-382, 1981.
- 5) Colson J: Progressive Exercise Therapy. 3rd ed, John Wright & Sons Limited, Bristol, 1975.
- 6) 石田 肇, 森 健躬: 運動療法. 医学書院, 東京, 1973.
- 7) Knott M & Voss D: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation. Hoeber Medical Division, Harper & Row Publishers, New York, 1968.
- 8) 中村隆一: Facilitation techniques における神経生理学の知識. リハ医学 19: 41-45, 1982.
- 9) 大井淑雄・博田節夫: 運動療法. 2版, 医歯薬出版, 東京, 1982.
- 10) Olton D & Noonberg A: Biofeedback. Prentice-Hall Inc, New Jersey, 1980.
- 11) Williams P: Low Back & Neck Pain. CC Thomas Publisher, Springfield, 1974.