

Sep-Oct Special

# 低負荷・無負荷での筋力トレーニング

「意識」がもたらす効果について



筋力トレーニングにおいて、一般に筋力を向上させるには高負荷低回数、筋持久力を高めるには低負荷高回数がよいとされる。そこには「意識」の問題、つまり「どの筋肉を使っているか」を意識して行うかどうかはファクターとして入ってこない。今月の特集では、それを意識するかどうかで効果が違うという結果を得た丹羽先生らのグループによる研究内容を中心にまとめてみた。

拮抗筋の関与、無負荷でも有効な筋力トレーニングの方法など今後の健康づくり、介護予防に大きな影響を与える可能性のある内容である。これについて、関連各氏の意見もまじえて構成する。

- 1 低負荷・無負荷での筋力トレーニング** 丹羽滋郎、高柳富士丸 P.6  
—「意識」がもたらす効果について
- 2 低負荷でのゆっくりとした筋力トレーニングの効果と意味** 石井直方 P.15  
—興味深い拮抗筋への着目
- 3 低負荷・無負荷の運動について**  
—太極拳、ピラーティス・メソッドからみて
  - 1 太極拳の動きとそれを生み出すもの 石水極子 P.18
  - 2 低負荷で意識することで精度を高める 高田遵湖 P.20  
—ピラーティス・メソッドの考え方から

# 1

低負荷・無負荷での筋力トレーニング

## 低負荷・無負荷での筋力トレーニング

——「意識」がもたらす効果について

### 丹羽滋郎

愛知医科大学名誉教授

### 高柳富士丸

愛知医科大学医学部運動療育センター

筋力トレーニングにおいて、一般に筋力を向上させるには高負荷低回数、筋持久力を高めるには低負荷高回数がよいとされる。どれくらいの負荷で、何回、何セット実施するかは、筋力トレーニングの基本事項となっている。そこには「意識」の問題、つまり「どの筋肉を使っているか」を意識して行うかどうかはファクターとして入ってこない。今の特集では、それを意識するかどうかで効果が違うという結果を得た丹羽先生らのグループによる研究内容を中心にまとめてみた。関連各氏の意見もまじえて構成する。

### 体力医学会東海地方会での報告

今年の日本体力医学会東海地方会で、「下肢筋力トレーニングが膝関節機能に及ぼす影響—負荷量の違いによる検討—」（稲見崇孝、宮川博文、高柳富士丸、丹羽滋郎・愛知医科大学運動療育センター）という報告がなされた。

これは、「膝関節機能の改善について大腿四頭筋を中心とした筋力増強訓練の有効性は多く報告されている。しかし膝の機能と具体的な処方についての報告は少ない」（同報告の「はじめに」より）ことを踏まえて、「マシントレーニングにおいて異なる負荷量（とくに低負荷）による筋力増強訓練が膝関節機能に及ぼす影響を検討した」（同「目的」より）ものである。

対象は、愛知医科大学運動療育センターの膝教室参加者、女性15名で、月1回、90分、6カ月（計6回）、最初の3カ月までは整形外科医による膝の機能に関する講義・実技指導、理学療法士・トレーナーによる運動・生活指導、後半の3カ月

は、ストレッチング・ウォーキング・筋力強化を主体とした。運動記録表を配布し、週単位で毎日の運動を調査、教室開始時と終了時の2回、評価を行った。

対象は、マシンによる膝周囲筋強化において、1 RM（Repetition Maximum）の30%負荷（4名）と50%負荷（8名）の2群に分類。30%群の年齢は69.0±8.4歳（整形外科疾患を有しない者1名、有する者3名：変形性膝関節症2名、変形性股関節症1名）、50%群は同様に64.0±6.89歳（3名、5名：変形性膝関節症3名、変形性股関節症1名）であった。

筋力トレーニングの方法としては、マシン（Cybex ストレngthシステム）を用いたレッグプレス（大腿四頭筋、大腿二頭筋、殿筋群）、レッグエクステンション（大腿四頭筋）、レッグカール（大腿二頭筋）の3種目で、30%群・50%群ともに20回を2～3セット、週2～3回、3カ月間、「筋の収縮を意識しながら行うよう」指導。実際には、週平均の頻度は、30%群は2.09±0.61回、50%群は2.06±1.13回であった。

評価項目は、筋力、痛み、膝関節可動域、



右が丹羽医師、左が高柳医師

歩行能力の4点でなされたが、ここでは筋力のみについて紹介する。

この結果、筋力がどう変化したかが、図1～3で、とくに注目していただきたいのが、レッグエクステンションで、30%群は50%群より向上している。このレッグエクステンション施行中の膝伸筋群の筋電図が図4である。使う筋を意識した場合としない場合とでみたところ、「意識あり」のほうが筋放電量が多い。

「まとめ」として、次のように述べられている。

- 1 RM30%負荷、50%負荷ともに筋力の増加傾向を認めた。
- 30%負荷で行うトレーニングでも目的とする筋を確実に動かすよう意識を徹底させることで50%の負荷と同程度の筋力増強効果が期待できる。
- 膝関節の仕組みや構造を理解させ、低負荷で行うことにより、安全に筋力増加が得られ、膝関節機能が向上すると考える。

### 研究とそこから言えることを語る

以上が、今回取材のきっかけとなった研

# 2

低負荷・無負荷での筋力トレーニング

## 低負荷でのゆっくりとした筋力トレーニングの効果と意味 ——興味深い拮抗筋への着目

### 石井直方

東京大学大学院総合文化研究科教授

丹羽・高柳医師らの研究内容を石井教授に見ていただき、お話をうかがった。「加圧 (KAATSU) トレーニング」や「スロートレーニング」などの科学的研究も進めておられ、みずからボディビルダーでもある石井教授。専門家らしい視点で語っていただく。

### 低負荷でゆっくりとした トレーニングに関する研究

まず特集1で紹介した研究データを見て、石井教授はこう語る。「一つには拮抗筋が活動することで負荷になるということです。要するに拮抗筋が自ら負荷になることで実際にはもっと重い負荷でトレーニングするのと同じような効果が得られるということです。次に、意識することで筋肉の緊張している時間が長くなりますから、そうするとある程度筋肉が力を発揮すると、筋肉のミルキングアクションで筋肉そのものの循環が抑制されてしまうのです。つまり、血液が入ってこなくなる。すると筋肉のなかの酸素飽和度が下がってきて、筋肉のなかがより低酸素になってきます。ということは、筋肉としては加圧と同じようなメカニズムで太くなりやすい環境になると考えられます。これについてはすでにわれわれの研究論文があります」

その論文は、“Journal of Applied Physiology” (JAP) 100:1150-1157, 2006 に掲載された ‘Effects of low intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in

young men’ ( Michiya Tanimoto and Naokata Ishii) である。

この研究では、加圧するような用具は用いず、A.低強度でのゆっくりした、ただし緊張を緩めることのないトレーニング (Low-intensity and tonic : LST) とB.高強度で一般的な方法で行うトレーニング (High-intensity normal : HN)、C.低強度で一般的に行うトレーニング (Low-intensity normal : LN) をニーエクステンションで比較した。

「何かで筋を締めつけるようなことはしない、いわゆるスロートレーニングです。1つの動作をするときに筋力発揮時間を延長して行う。そうすると40% 1 RMでもかなりの筋肥大が起ります。ただこの場合、『意識して』というよりは『加速・減速をしない』で、筋力発揮時間を延長する。使う筋肉に意識を集中してやるというのと最終的には似ていると思いますが。この場合、十分動作に気をつけてやらないと、負荷の加減速で、一気に挙げようとする意識が働きやすいので、それを極力抑えて力を入れてそのまま伸ばして曲げてというトレーニングになります。そうすると、負荷が軽くても筋内の酸素飽和度が下がり、成長ホルモンの分泌も上昇し、加圧トレーニングと同じことが起こる。それで低負荷のトレーニングでも3カ月で10%くらい筋肉が肥大しました」

運動形態としては、特集1で紹介したものとはしかによく似ている。そこに「筋を意識する」という条件があるかどうか。

トレーニング現場では、使っている筋を意識するという方法はよく用いられている。ボディビルダーにはそういう感覚は馴



いしい・なおかた教授

染み深いものなのだろうか。

「そういう感覚はあると思います。筋肉に“効かせよう”としますので、ただ持ち上げるだけではなくて、筋肉に“効かせる”ところに意識がいくと、だんだんそういうトレーニングになってくるということです」

### 筋力とパフォーマンス(挙げ方)は 同じではない

軽い負荷で緊張を維持して行うトレーニングの効果とは別に、当然重い負荷で行うトレーニングの効果もある。

「重い負荷でやる場合は、重い負荷でも筋肉に刺激がいくような動作ができればいいのですが、一般的にはある程度負荷が重くなってくるとバリスティックな(反動的な)動作で行いがちになります。つまり、負荷の慣性を利用して挙げてしまおうとする。重いものを持ち上げるということだけを考えるとジワジワ持ち上げるよりも、一気に加速して放り投げるようなタイプの筋力発揮をしたほうが持ち上がりやすい。拮抗筋など使わずに、むしろ効率よく主動筋だけで“バン!”という感じで力を爆発的に出して挙げる。そういうやり方になってきます。挙げ方としてはそのほうが上手だとい

# 3

低負荷・無負荷での筋力トレーニング

## 低負荷・無負荷の運動について ——太極拳、ピラティス・メソッドからみて

### 1 太極拳の動きと それを生み出すもの

石水極子 太極拳指導者、東京大学非常勤講師

石水極子（いしみず・むねこ）先生には、本誌72号「特集 東洋の養生法」でインタビューした。東京大学の跡見順子教授の「太極拳を科学する」で八十八式太極拳の先生として参加している。太極拳を始めて20年以上が経過、特集1の研究内容を見ていただき、ご意見を聞いた。今回の特集では、「太極拳のよう」という表現がいくつか出てきたが、実際に太極拳を行っている人はどう考えているか。

#### 1Gの重力の下で からだをほぐしてから立つ

東京大学での太極拳の授業では、まずからだほぐしから始めています。その理由は、その人の個体としての個性的な身のこなしを解除して、なるべく生物としての生命のシステムそのものの要求に基づく『からだ』に立ち還る手助けをするためです。私たちは自我を確立してからは、自我の要求に基づき筋・骨格系を動かしています。私たちの身のこなし方というのは、その人なりの人生の歩みの中で、その時点までの確立した生活習慣やさまざまなスポーツ・運動経験、考え方を含めて、それに則って筋・骨格系を動かしながらいろいろな生活場面に対応しているわけです。それをなるべく生物のシステムとしての要求に基づき動かせるからだを獲得し直すのです。また、私たちは社会のシステムの中でいろいろな要求に答えるよう頑張っている。からだをその要求にそって使い動かしていると、身体作法がその要求に従属したものになっていて、とすればからだ本来のいのちのメカニズムの要求からは随分かけ離れたものとなりがちです。それが「疲れている」という体感として訪れます。そんな周囲の要求に応じない、また要求から派生した自分の思惟を挟まないというか、自我で操作しないから

だというか、それはつまり重力に素直に反応できるからだの状態であり、それが生物としての生命のシステムそのものの要求に基づくからだなのですが、私たちはかなり意識的に求めないとその状態に立ち戻れません。地球に生きている、すなわち1Gの重力を受けている生命が生きているという営みに忠実でいられる、重力に身を任せられる状態をつくりたいのです。そのためにからだをほぐすことから始めています。重力を感じられるからだほぐれた状態で、その状態を体験すると心もからだもリラックスしていると感じられます。学生たちもそう感想を寄せてくれています。

1Gの重力をからだで一番分散できる状態があお向けに大の字（うつぶせでもいいのですが）なので、その状態から重力応答できるからだにするためにほぐしていきます。

太極拳は立位での護身術であり、五体満足のからだでどういうふうに対処していくかという方法なのですが、立位での重力応答をなるべくニュートラルにし、また自分の思惟的なものを排除するためにほぐしておいて立つというプロセスをとります。その立ったところからようやく、太極拳の稽古を始めます。

#### なぜ、ゆっくりとした動きなのか

太極拳の練習システムにおいて、1つの動きをスローモーションでゆっくりやっていくというのは、動きの解析を自分自身で行うということが組み込まれているからだとは私は解釈しています。太極拳は空手や柔道のように直接相手と対峙しているわけではなく、傍目には、一人で動いている。自分が一人で動いているのですが、この技はこうなっていて、そのときに相手はこの方向からこのくらいの力で、自分に攻撃を仕掛けていているということを常にイメージしているのです。そのイメー

ジで自分の中への負荷として具体的に感知しつつ、それに反応するからだはこのときはこうだということ考えながら、練習を組んでいるのです。それは、やはりある程度練習をしていかないと、1コマ1コマに1つの技をたとえば自分は10カ所そういう分析ができるとか、その技の中でここだけ分析できるというのは、熟練度にもよるのですが、達人というか私たちの師匠などは、刹那の1/70秒の時々刻々すら、敵がこうきているから、こう負荷をかけてという感じなのです。つまり砂の中に埋もれた自分のカラダは身動きできませんね。水も抵抗があるのですが、水よりも砂の中に入ったときに、砂地獄で底なしのように沈んでいく。今足のところには床があるとして、そのなかでからだを動かすときにバタバタと動かそうとしても、圧力がかかっているから動かない。それを微妙にどういうように動いていけばそこから抜けていくかと考える。それはたぶん上から下にかかる1Gが分散してからだの形態に応じて常にいろいろな方向から圧力がかかっている。それをどうやって自分のからだの形態を変えながら位置移動するか。その際、自分のからだを1つのまとまりとして、どうやって認識できているか。これがないと動けないと思います。

#### 「受ける」というより「かわす」

相手からの攻撃に対応するというと、「受ける」というイメージを持つ人もいるでしょうが、受けつつ実はその力を自分自身が受け止めないためにはどうしたらいいのか、つまり、太極拳というのは、相手からの力を受けないためにどうかわすかと考えます。力のベクトルがこちらにきたのを同じ力で立ち向かったら作用反作用でドンとぶつかります。それを自分は回転する天体・球だと考え、自分に向かってきたものを真後ろに追いやるにはそこから自分が外れればいいわけです。その外れるときに外すとわかるような動きでは外せませんから、いかにわからないようにとっさに身をかわすか。

また、太極拳では四方八方から敵がくると想定していますので、1人をかわしても、次