

## 公開講座

## 若さを保つには・・・なぜ運動療法が効果的なのか

加賀谷善教

昭和大学保健医療学部理学療法学科

## 要 旨

中高年者および老年者にとって“若さを保つ”とは…健康を維持し疾病を予防すること、つまり、“老化を遅延させる（アンチエイジング）”ことと言って良い。運動療法の中でも、筋力トレーニングの効用は加齢とともに重要となり、ウォーキングや筋力トレーニングを中心とした運動療法が効果的である。筋力トレーニングは、筋力を増大し日常生活の動作能力を改善するだけでなく、筋量を増やし、新陳代謝を促進することが期待できる。我々は、運動をしている時だけでなく安静時でもカロリーを消費しているが、脂肪よりも筋肉の方がカロリー消費量は多いため、筋肉量が増えると体重減少にも役立つ。また、筋力トレーニングは、成長ホルモンなど若々しさを維持するホルモンの加齢に伴う減少をある程度改善できるため、まさに”若さを保つ運動療法”の一つである。

Key Words : アンチエイジング、運動療法、除脂肪体重、新陳代謝、成長ホルモン

## はじめに

近頃、話題となっているメタボリックシンドロームやそれに続発する脳卒中、心疾患などの加齢関連疾患は、運動習慣によってそのリスクを軽減し、骨粗しょう症などの予防に役立つことはよく知られている<sup>1-6)</sup>。中高年者および老年者にとって“若さを保つ”とは…健康を維持し疾病を予防すること、つまり、“老化を遅延させる（アンチエイジング）”ことと言って良い。運動療法の中でも、筋力トレーニングの効用は加齢とともに重要となり<sup>7,8)</sup>、ウォーキングや筋力トレーニングを中心とした運動療法が効果的である<sup>6,9-11)</sup>。

筋力トレーニングは、筋力を増大し日常生活の動作能力を改善するだけでなく<sup>6-11)</sup>、筋量を増やし、新陳代謝を促進することが期待できる。我々は、運動をしている時だけでなく安静時でもカロリーを消費しているが、脂肪よりも筋肉の方がカロリー消費量は多いため、筋肉量が増えると体重減少にも役立つ。

つ。また、筋力トレーニングは、成長ホルモンなど若々しさを維持するホルモンの加齢に伴う減少をある程度改善できるため、まさに”若さを保つ運動療法”の一つである。

本稿では、“若さを保つ運動療法”の理論背景を概説し、実践的なエクササイズ方法を紹介する。

## 加齢に伴う機能低下と運動療法の効果

“加齢”は、年齢とともに進行する避けられないもので、加齢により心肺機能や筋力などの機能低下が生じる。一方、機能の衰えという意味を含む“老化”は、生活習慣や運動によってある程度、進行を遅らせることができる（図1）。

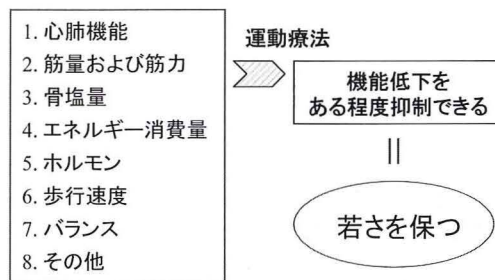


図1 加齢に伴う機能低下と運動療法

## 1. 加齢に伴う心肺機能の低下

加齢に伴い心血管系の可塑性は失われ、動脈ステイフネスの増加やコンプライアンスの低下による動脈硬化が心拍出量や最大心拍数、血圧に影響を及ぼす。これら心肺機能の低下に加え除脂肪体重が減少すると、最大限に酸素を身体に取り込む能力である最大酸素能力は年齢とともに低下する<sup>12,13)</sup>。実際、最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2max}$ ) は25歳以降、10年で約5～15%低下するが、加齢により心肺機能の低下は、運動習慣のある者とそうでない者により大きく異なる。

Vaitkevicius et al.<sup>14)</sup>は、有酸素性運動習慣のある高齢者は、運動習慣のない者より動脈ステイフネスが有意に低いことを示した。Tanaka et al.<sup>15)</sup>は、有酸素性運動による効果は若者より中高齢者で顕著であり、中等度の運動介入によって増加したステイフネスが改善されることを報告した。Dinenno et al.<sup>16)</sup>は、31歳から73歳の運動習慣のない者に3ヶ月間の比較的低強度の有酸素トレーニングを行わせることによって、年齢にかかわらずトレーニング後に大腿動脈横断面積が増大すると報告した。

有酸素性運動によって、強度依存性に $\dot{V}O_{2max}$ を10～30%増加しうると言われており、加齢に伴う $\dot{V}O_{2max}$ の低下を抑えることができるという報告は多い。また、Hepple et al.<sup>17)</sup>は、高齢者に対してレジスタンストレーニングを行わせると、最高酸素摂取量もまた有酸素トレーニングを行った場合と同様に増加すると報告し、ウォーキングやジョギングなどの有酸素トレーニングだけでなく、筋力トレーニングが心肺系に与える影響を示した。

心肺機能に対する一般的な運動療法の方法は、60～80% $\dot{V}O_{2max}$ で20～30分間持続する運動を、週3～4回行うことが望ましい。ただし、高齢者や運動耐容能の低い者は、運動強度は40～50%が適切で、週1～2回の頻度でも効果は確認されている(図2)。実際には、 $\dot{V}O_{2max}$ を指標にした運動強度は設定が難しいため、 $\dot{V}O_{2max}$ と相関の高い脈拍や自覚的運動強度を利用する場合が多い。体力年代が60歳代では、40% $\dot{V}O_{2max}$ の運動強度は120拍程度の脈拍で、自覚的には少し運動になる程度である。60% $\dot{V}O_{2max}$ の運動強度は100拍程度の脈拍で、マイペースジョギング程度の負荷となる。

有酸素運動によって、最大酸素摂取量は10～30%増加する。

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. 運動強度<br>60～80% $\dot{V}O_{2max}$ . | □ 高齢者や運動耐容能の低い者は、40～50% $\dot{V}O_{2max}$ |
| 2. 運動持続時間<br>20～30分間持続する運動.           | □ ACSMは20～60分の有酸素運動を推奨                    |
| 3. 運動頻度<br>週3～4回が望ましい.                | □ 週1～2回でも効果は確認                            |

図2 心肺機能に対する運動療法の効果

有酸素性運動の効果を期待する場合には、20～60分程度の時間を要するため、初心者ではウォーキングや水泳から始めるなど長続きする工夫が必要である。正しいウォーキング方法は顎を引いて胸を張り、背筋を伸ばして踵から着地する。腕振りに合わせて足を出し、膝を伸ばして、お尻とつま先で地面を蹴る(表1)。最初は景色を楽しみながらゆっくり歩き、慣れてきたら速度を徐々に上げていくと良い。

表1 正しいウォーキングの方法

- |                  |
|------------------|
| 1. 顎は引いて胸を張る.    |
| 2. 背筋を伸ばす.       |
| 3. 膝と股関節を伸ばす.    |
| 4. 踵から接地する.      |
| 5. 腕振りに合わせて足を出す. |
| 6. お尻とつま先で地面を蹴る. |

## 2. 加齢に伴う筋力低下

加齢に伴い筋は萎縮し、筋量は減少する(サルコペニア)。Lexell et al.<sup>18)</sup>は80歳代の筋線維数は20歳代に比して約39%にまで減少し、筋断面積の減少は速筋線維(Type II)で起こりやすいと報告した。これは、筋持久力に比べて最大筋力の低下に影響することを意味する。サルコペニアに伴い、筋力は60～70歳代では10年で約15%低下し、それ以降では10年で約30%低下するため<sup>19)</sup>、除脂肪体重の減少や歩行速度の低下、バランス能力の低下を引き起こし、若々しさが失われていく結果となる。

筋力トレーニングの効用には、筋量・筋力および筋持久力の増大、歩行速度やバランス機能の向上などがある(表2)。高齢者に対する筋力トレーニングの効果に関して、Kraemer et al.<sup>20)</sup>は高負荷トレーニングを10週間実施し、若年者・高齢者ともに1回反復最大負荷(1 RM)および筋断面積は増大したが、



表2 筋力トレーニングの効用

1. 筋量・筋力および筋持久力の増大
2. 歩行速度やバランス機能の向上
3. 除脂肪体重の増加
4. 新陳代謝の促進
5. 成長ホルモンなどの減少抑制
6. その他

若年者に比べ高齢者の筋断面積増加量は少ないと報告した。Yarasheski et al.<sup>7)</sup>は、76～92歳の虚弱高齢者に筋力トレーニングを実施し、膝伸展筋力が有意に改善したと報告した。また、Fiatarone et al.<sup>8)</sup>は、ナーシングホームに入居する高齢者に対し、1RMの80%という高負荷筋力向上トレーニングを行い、膝伸展筋力が約2倍に改善し、同時に歩行能力も向上すると報告した。このように、若年者に限らず高齢者に対する筋力トレーニングの効果は実証されている。

筋力トレーニングの至適強度は、1RMの60～80%で高負荷なら週2回程度の頻度が必要とされている。反復回数は用いる強度により異なるが、高齢者の場合は高血圧などの合併症を有する場合が多いため、中等度負荷で多めの回数を設定するなど工夫が必要である(図3)。

筋力トレーニングの至適強度は、最大能力(1RM)の60～80%.		
高負荷なら、週2回.	運動強度と反復回数の関係	
	最大筋力に対する強度(%)	反復回数(RM)
↓ 継続が重要 中等度負荷で、多めの回数.	100	1回(1RM)
	80	3～5回(3～5RM)
	60	8～10回(8～10RM)
	50	13～20回(13～20RM)
	40	15～20回(15～20RM)
	30	20～60回(20～60RM)

図3 筋力トレーニングの負荷と頻度

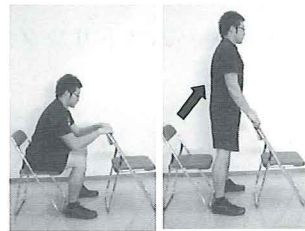
### 手軽にできるトレーニング

筋力トレーニングと聞くと大型機器やダンベルなどを利用する印象が強く、継続意欲を失う高齢者も多いが、加齢に伴い筋力は低下するため1RMも減少する。従って、自身の体重だけでも適正負荷となる例は多いため、無理な運動を強いるのではなく、手軽にできるトレーニングで継続意欲を高める必要がある。

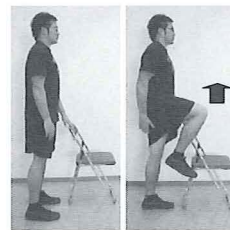
### 1. 手軽にできる運動

福永たちは、加齢に伴う筋量は上腕では低下しないのに対し、大腿伸筋群では70歳代では20歳代の約60%にまで減少することを報告し<sup>21)</sup>、脚筋機能の改善に着目したこれまでの研究から、1日10分程度の自体重を利用したトレーニング“貯筋運動”を提唱した<sup>22)</sup>。椅子を用いた手軽な貯筋運動の方法として、①いす立ち上がり、②もも上げ、③キック、④背のび、⑤上体起こしの5種目を「少しきついけど、何とかできそう」と感じる回数行うことを推奨した(図4)。

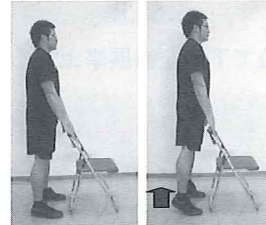
#### 1. いす座り立ち



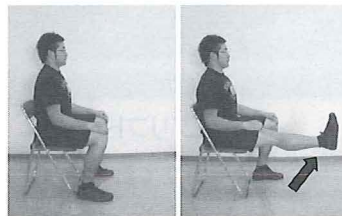
#### 2. もも上げ



#### 3. 背のび



#### 4. キック



#### 5. 上体起こし

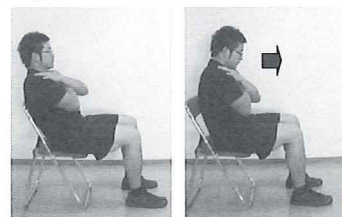
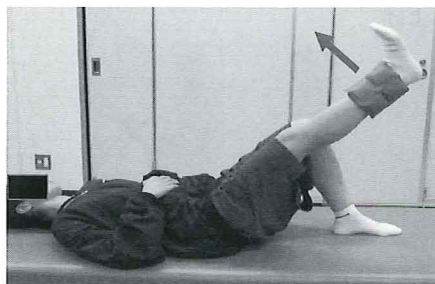


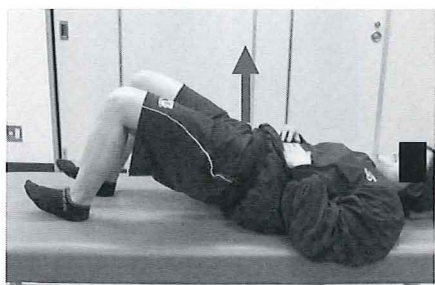
図4 貯筋運動(福永)

我々<sup>6)</sup>が推奨している手軽な運動として、下肢伸展挙上（以下、SLR）やヒップリフト、ハーフスクワット、Combination Calf Raise（以下、CCR）<sup>23)</sup>などがある（図5，6）。SLRは背臥位で膝を伸展したまま股関節から挙上する運動で、大腿四頭筋の中でも大腿直筋が強化できる。ヒップリフトは背臥位で両脚を立て臀部を挙上する。姿勢保持に重要な脊柱起立筋や歩行の蹴り出しに重要な大殿筋の強化が可能である。片脚で行う場合は、歩行時の側方安定性に重要な中殿筋が強化される。CCRは、膝屈曲位から踵を挙上すると同時に膝を伸展する。ヒラメ筋優位の求心性収縮から腓腹筋との同時収縮へ変換し、大腿四頭筋や大殿筋・ハムストリングスの収縮も同時に起こっている。



a. SLR

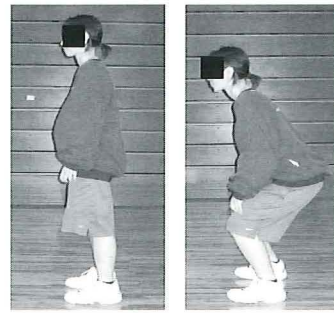
背臥位で下肢を伸展挙上する。



b. ヒップリフト

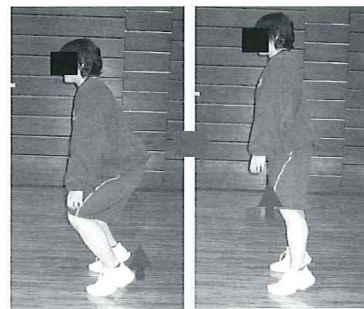
背臥位で両膝を立て臀部を挙上する。

図5 臥位で行う手軽な運動



a. ハーフスクワット

足先と膝の方向が一致するように意識しながら、膝屈曲90°を保持する。



b. Combination Calf Raise

膝屈曲位から踵を挙上すると同時に膝を伸展する。腓腹筋とヒラメ筋の効率的収縮を引き出す。

図6 立位で行う手軽な運動

## 2. デイサービス利用者に対する取り組み例

我々は、デイサービスセンターに通う高齢者を対象に、介護予防筋力向上トレーニングを実施し、その前後における身体的評価を比較することで、筋力トレーニングの介入効果を検証してきた<sup>6,11)</sup>。

### 1) デイサービスでの自然生活における身体機能の変化

Kデイサービスセンター利用者に対し、5 m最大歩行時間（以下、歩行速度）、握力、片脚立位時間（以下、SLS）、ファンクショナルリーチ（以下、FR）、Timed up & go（以下、TUG）の5種類の身体機能評価を実施した後、自然生活を送り、デイサービスにおける身体機能の変化を調査した（図7）。約2年間のフォローアップ中、6ヶ月後に同様の機能評価が可能であった15名（年齢：81.1±8.2歳）については、6ヶ月間で歩行速度、握力、TUGが有意に低下した（ $P<.01$ ）。つまり、高齢者は6ヶ月間という短い期間で、歩行速度や筋力などの身体機能が低下することが示された。



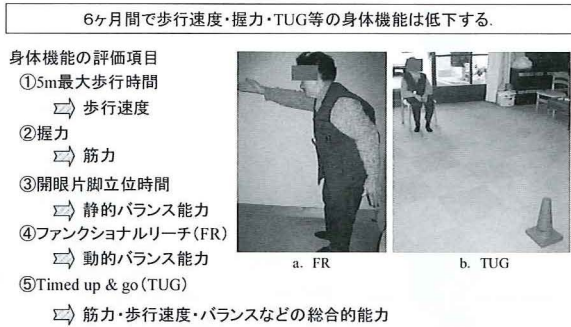


図7 ディサービスにおける身体機能の変化

## 2) 包括的高齢者運動トレーニング（以下、CGT）の効果

Kデイサービスセンター利用者10名（年齢：86.4±6.0歳）に対して、1RMの60%負荷を目標に、筋力増強マシン4種を用いた漸増的筋力向上トレーニングと個別評価に基づいた機能的トレーニングを行うCGTを週2回、3ヵ月実施した。CGT開始前と終了後に①等尺性膝最大伸展筋力（以下、膝伸展筋力）、②握力、③SLS、④FR、⑤歩行速度、⑥TUG、⑦長座位体前屈の体力評価を実施し、筋力向上トレーニングの介入効果を検証した。その結果、3ヶ月間のCGTにより、全ての評価項目において改善傾向が認められたが、統計学的には膝伸展筋力（ $P<0.05$ ）、握力（ $P<0.05$ ）、FR（ $P<0.01$ ）、歩行速度（ $P<0.01$ ）に有意差が認められた（図8）。

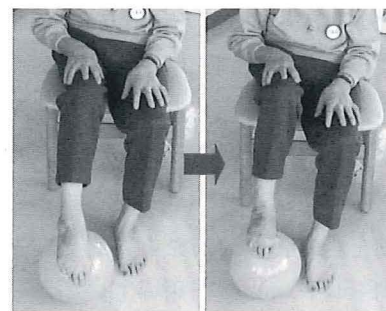
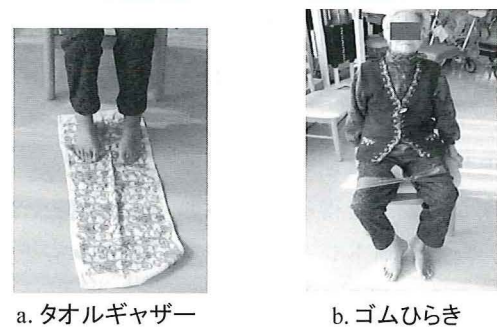


図8 ディサービスにおける身体機能の変化

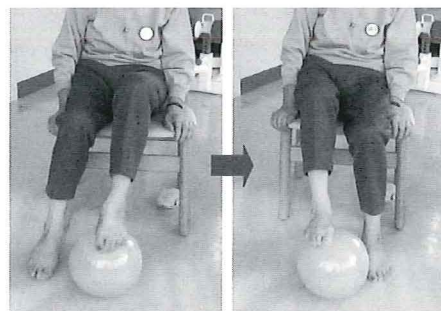
これにより、高齢者であっても3ヶ月間のCGTで筋力や歩行速度、動的バランスなどの身体機能が改善することが示された。

## 3) 低頻度トレーニングと継続性の課題

同様にKデイサービスセンターで週1回の頻度でCGTを実施した場合、3および6ヶ月後ともに全評価項目で有意差は認められず、週1回の低頻度トレーニングでは身体機能の維持効果しかないことが示唆された（図9）。デイサービス利用者は約3ヶ月のCGT終了後も継続して通所するため、運動を継続させやすい反面、長く続けるためには効果的かつ多様性に富んだ方法を個人に合わせて提供することが重要である。我々はデイサービス利用者に対し、CGT介入後に改善した機能をエクササイズボールやタオル、チューブを用いたK式機能的トレーニングで維持し、定期的評価によって機能低下が認められた場合には、速やかにCGTに移行するK式高齢者機能的トレーニングを導入してきた（図9）。



c. 足裏でのボール転がし



d. 足裏でのボールタッチ



e. 背伸び

f. ボールつぶし

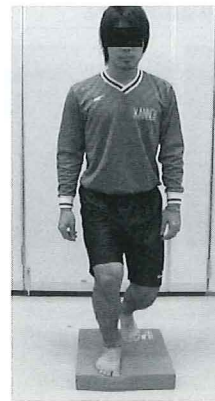


g. 頭上ボール渡し

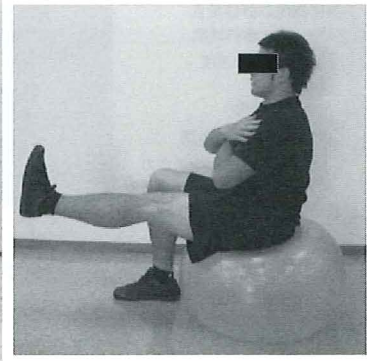
図9 K式高齢者機能的トレーニングの例

### 3. 道具を用いた運動

短期間で効果を得るためには、筋力増強マシンを用いた高負荷トレーニングが有効である。しかし、リスクが高いだけでなく、トレーニングを中止すると運動効果もなくなる。従って、運動習慣のない人は、20～30分の散歩や水泳・水中歩行から始め、徐々に60分程度まで運動時間を増やすようにする。運動習慣のある人は、現在楽しんでいる運動を継続することが重要で、長く続けるためには、一つの運動にこだわらず、高負荷トレーニングへの挑戦も含め、様々な運動を組み合わせることが必要である。K式高齢者運動トレーニングで用いているボールやゴムチューブをはじめ、近年では手軽な道具が出回っている。ストレッチボールを用いたストレッチやバランスパッド、バランスディスクなどを用いたバランストレーニングは楽しみながら運動ができるため有効な道具の一つである。また、バランスボールは様々な工夫により、ストレッチや筋力トレーニング、バランストレーニングなどを実施できるため推奨される道具と言える（図10）。



a. バランスパッド



b. バランスボール

## 新陳代謝と成長ホルモン

有酸素運動だけでなく、筋力トレーニングは体脂肪量の減少にも貢献し、さらに筋力トレーニングは、筋量の増大に伴い除脂肪体重を増加させる<sup>24)</sup>。日常のエネルギー消費は加齢とともに低下し<sup>25)</sup>、特に運動および基礎代謝量の減少が大きい。筋組織は脂肪組織よりエネルギー消費が多いため、除脂肪体重が増えると基礎代謝量が増加し、新陳代謝が促進される（図11）。従って、筋力トレーニングは筋力や身体機能の向上だけでなく、新陳代謝を高める効果もある。成長ホルモンやテストステロンなどのホルモンは、自然に分泌されるアナボリックホルモンである。その作用は、細胞のアミノ酸を取り込みやすくすることで代謝を促進し、ハリと潤いのある皮膚を作るなど、まさに“若さを保つ”ために必要なホルモンである。しかし、これらは加齢に伴い減少し、成長ホルモンは30歳頃から10年で13%減少する（図12）。

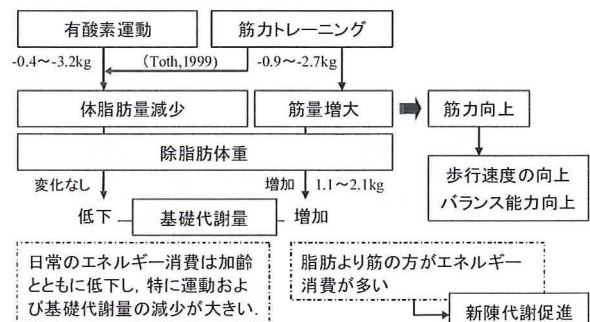


図11 除脂肪体重とエネルギー消費量



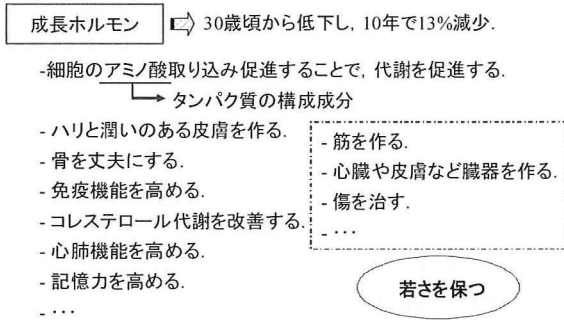


図12 除脂肪体重とエネルギー消費量

筋力トレーニングの効果として、これらのホルモンの減少を抑制することが知られている。Kraemer et al.<sup>20)</sup>は若年男性と老年男性を対象として、10週間の筋力トレーニングによるテストステロンの変化を比較し、トレーニング後30分時点で両群ともホルモンレベルが上昇することを示した。さらに10週間後、老年男性のホルモンレベルは、トレーニングを行わなかった若年男性と同程度の高さであったと報告した。これらの成長ホルモン減少抑制の観点からも、若さを保つためには筋力トレーニングが重要である。

## ま と め

本稿では、老化の進行を遅延させ、“若さを保つ”ためにも運動療法が重要であることを述べてきた。しかし、運動療法だけで若さが維持されるわけではなく、栄養のバランスや十分な睡眠は不可欠である。また、精神的ストレスは加齢による身体兆候を悪化させると言っても過言ではない。運動に頼るだけでなく、バランスの取れた生活習慣を身につけることが何より大切である。図13に“若さを保つ運動療法”の要点をまとめたので、参考にしていきたい。

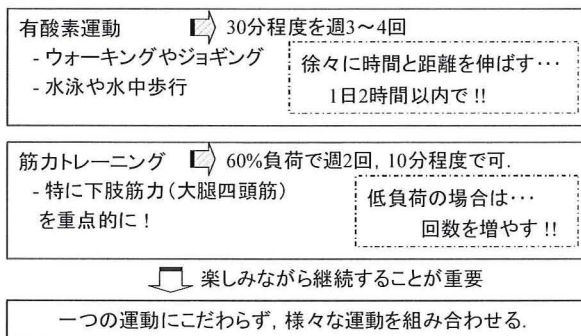


図13 若さを保つ運動療法

## 1. 自分のペースで行う

運動習慣のない者は、30分程度の散歩から始めると良い。個人によって体力レベルは異なるので、自分のペースで楽しみながら行うことが重要である。慣れてきたら歩く距離を増やし、1日10分程度の筋力トレーニングを追加する。

## 2. 呼吸をしながら痛くない範囲で行う

息を止めて力を入れると血圧が上昇するため、筋力トレーニング中は、声に出して回数を数えるなど呼吸をしながら行う。また、負荷が大き過ぎると筋や関節を痛める原因になるため、“痛い”と感じたときは無理をしないことが重要である。

## 3. 継続することが何より重要

どんなに効果的な方法であっても三日坊主では意味がない。一つの運動にこだわらず、多彩な運動方法を使い分けて継続することが大切である。

## 文 献

- 1) Farrell SW., Cheng YJ., Blair SN. Prevalence of the metabolic syndrome across cardiorespiratory fitness levels in women. *Obes Res*, 12: 824-830, 2004.
- 2) Jurca R., Lamonte MJ., Barlow CE., Kampert JB., Church TS., Blair SN. Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc*, 37: 1849-1855, 2005.
- 3) 勝村俊仁. 健康の維持・増進における運動の役割. *東医大誌*, 65(3): 253-262, 2007.
- 4) Krall EA, Dawson-Hughes B: Heritable and life-style determinants of bone mineral density. *J Bone Miner Res*, 8(1): 1-9, 1993.
- 5) 太田博明: 運動の介入による骨粗鬆症および骨折の予防、医学のあゆみ, 217(11), 1041-1046, 2006.
- 6) 加賀谷善教. 骨粗鬆症と運動. *昭和大学保健医療学雑誌* 5: 23-30, 2008.
- 7) Yarasheski KE, Pck-Loduca J, et al: Resistance exercise training increases mixed muscle protein synthesis rate training in frail women and men >76 years old. *Am J Physiol*, 277: 118-125, 1999.

- 8) Fiatarone MA, Marks EC, Meredith ND, et al: High-intensity strength training in nonagenarians. Effect on skeletal muscle. *JAMA*, 263(22):3029-3034, 1990.
- 9) 小澤利男. 運動の効用: 歩くということ. *Geriatr Med*, 46(3): 271-275, 2008.
- 10) 若月圭吾、大淵修一、神谷かよ、他: 虚弱高齢者を対象とした包括的高齢者運動トレーニング (Comprehensive Geriatric Training: CGT) の効果. *北里理学療法学*, 6: 145-148, 2003.
- 11) 加賀谷善教、池田志保子: デイサービスにおける介護予防高齢者筋力向上トレーニングの効果、*スポーツトレーニング科学*, 8, 13-17. 2006.
- 12) Talbot LA., Metter EJ., Fleg JL. Leisure-time physical activities and their relationship to cardiorespiratory fitness in healthy men and women 18-95 years old. *32(2)*: 417-25, 2000.
- 13) Bonen A., Shaw SM. Recreational exercise participation and aerobic fitness in men and women: analysis of data from a national survey. *J Sports Sci*. 13(4): 297-303, 1995.
- 14) Vaitkevicius PV., Fleg JL., Engel JH., et al. Effects of age and aerobic capacity on arterial stiffness in healthy adults. *Circulation*. 88: 1456-1462, 1993.
- 15) Tanaka H., Dinunno FA., Monahan KD., et al. Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation*. 102: 1270-1275, 2000.
- 16) Dinunno FA., Tanaka H., Monahan KD., Clevenger CM., Eskurza I., DeSouza CA., Seals DR. Regular endurance exercise induces expansive arterial remodeling in the trained limbs of healthy men. *J Physiol*. 534: 287-295, 2001.
- 17) Hepple RT., Mackinnon SL., Goodman JM., Thomas SG., Plyley MJ. Resistance and aerobic training in older men: effects on  $\dot{V}O_{2\text{ peak}}$  and the capillary supply to skeletal muscle. *J Appl Physiol*. 82: 1305-1310, 1997.
- 18) Lexell J., Taylor CC., Sjostrom M. What is the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15-to 83-year-old men. *J Neurol Sci*, 84: 275-294, 1988.
- 19) American College of Sports Medicine Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30: 992-1008, 1998.
- 20) Kraemer W., Hakkinen K., Newton RU., Nindl BC., Volek JS., McCormick M., Gotshalk LA., Gordon SE., Fleck SJ., Campbell WW., Putukian M., Evans WJ. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Physiol*, 52: 982-992, 1999.
- 21) 福永哲夫. 生活フィットネスの性年齢別変化. *体力科学*, 87(3): 9-16, 2003.
- 22) 福永哲夫、太田めぐみ. アンチエイジングのためのお勧め運動療法. *アンチエイジング医学*, 3(1): 77-79, 2007.
- 23) 川野哲英: ファンクショナルエクササイズ (第1版)、ブックハウスHD、2004.
- 24) Toth MJ., Beckett T., Poehlman ET. Physical activity and the progressive change in body composition with aging: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc*, 31: S590-596, 1999.
- 25) Dolezal BA., Potteiger JA. Concurrent resistance and endurance training influences basal metabolic rate in nondieting individuals. *J Appl Physiol*. 85: 695-700, 1998.