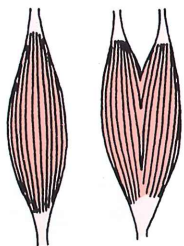


図1 骨格筋の筋頭と筋尾

a: 単頭筋 b: 二頭筋



c: 三頭筋 d: 四頭筋

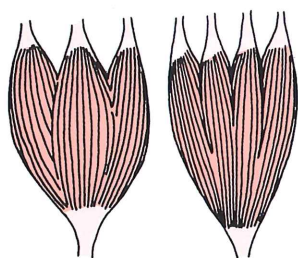


図2 骨格筋の筋頭の数による分類

1. 骨格筋

人間の筋肉には3種類ある。1つは胃腸や血管などを形づくっている平滑筋、もう1つは心臓のポンプとしての役割を果たしている心筋、そして骨格につながついて、体を動かす役割を果たしている骨格筋がある。骨格筋を一般的には筋肉とよんでいるが、平滑筋と心筋と分けて考えるために、本文では「骨格筋」または「筋」とよぶ。

2. 骨格筋の部位の名称 (図1)

筋頭: 骨格筋の、体の中心に近い部分を筋頭という。
筋腹: 骨格筋の中央部を筋腹という。
筋尾: 骨格筋の、体の中心から遠い部分を筋尾という。

3. 骨格筋の骨への付着部の名称 (図1)

起始部: 筋頭の骨への付着部を起始部という。
停止部: 筋尾の骨への付着部を停止部という。

4. 骨格筋の筋頭の数による分類 (図2)

単頭筋: 筋頭が1つの骨格筋を単頭筋という。
二頭筋: 筋頭が2つの骨格筋を二頭筋という。
三頭筋: 筋頭が3つの骨格筋を三頭筋という。
四頭筋: 筋頭が4つの骨格筋を四頭筋という。
多頭筋: 二頭筋、三頭筋、四頭筋を総称して多頭筋とよぶことがある。

単頭筋が短縮すると、その骨格筋の起始部と停止部がつながっている骨を単純にお互いに引き寄せる。多頭筋の場合は、どの筋頭が活動するのかによって動きの方向が異なってくる。このため、多頭筋のトレーニングに際しては、どのような方向に動かした際に、どの筋頭が活動するのかを十分に理解した上で行わないと、期待した効果が得られない可能性がある。

5. 骨格筋の形による分類 (図3)

紡錘状筋: 両端が細く、中央部分が太くなっている骨格筋である。上腕二頭筋は紡錘状筋である。
平行線維筋: 紡錘状筋を長くしたような形をしており、両端と中央付近の太さがほぼ同じであり、ひものような形をした

骨格筋である。紡錘状筋も平行線維筋として分類する場合もある。縫工筋は平行線維筋である。

方形筋または、板状筋: 四辺形をしており、多くの場合、薄い骨格筋である。僧帽筋は方形筋である。

羽状筋: 長い腱の両側に、短い筋線維が斜め方向に並んでいる、羽のような形をした骨格筋である。大腿直筋は羽状筋である。

半羽状筋: 長い腱の片方からだけ、筋線維が斜め方向に並んで出ている、羽状筋を縦半分にしたような形をした骨格筋である。後脛骨筋は半羽状筋である。

骨格筋の形状の違いに伴う機能上の差については、「308: 運動と骨格筋」の項を参照すること。

6. 起始部と停止部の間にある関節の数による分類 (図4)

単関節筋: 起始部と停止部の間にある関節が1つの骨格筋。腕橈骨筋は単関節筋である。
二関節筋: 起始部と停止部の間にある関節が2つの骨格筋。上腕二頭筋は二関節筋である(前腕の回旋運動にも関与するため多関節筋として分類する考え方もある)。
多関節筋: 起始部と停止部の間にある関節が3つ以上の骨格筋。深指屈筋は多関節筋である。

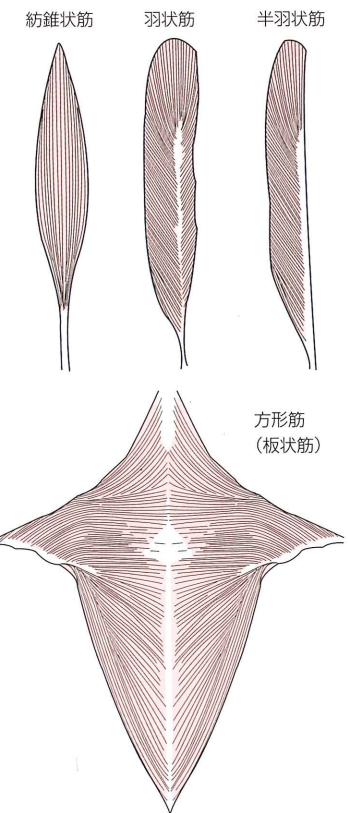
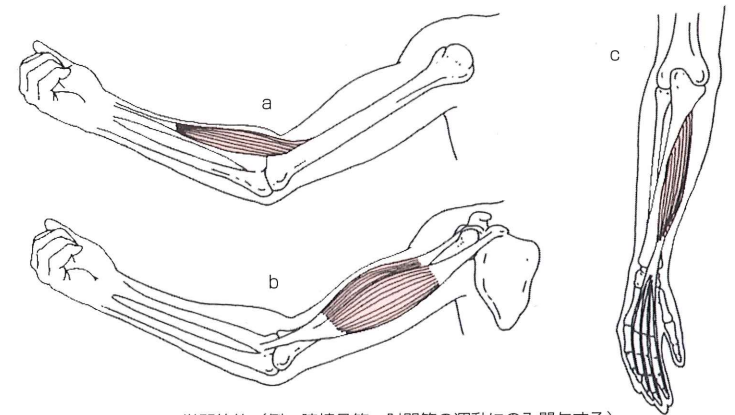


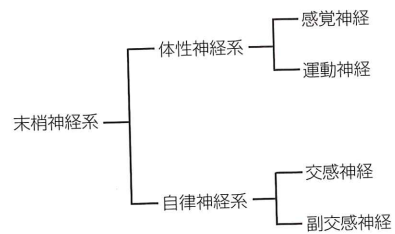
図3 骨格筋の形による分類



a: 単関節筋 (例 腕橈骨筋: 肘関節の運動にのみ関与する)
b: 二関節筋 (例 上腕二頭筋: 肩関節と肘関節の両方の運動に関与する)
c: 多関節筋 (例 深指屈筋: 手関節と手指の3つ以上の関節の運動に関与する)

図4 起始部と停止部の間にある関節の数による分類

表1 末梢神経系の区分



末梢神経の構成は、大きく分けて表1のようになる。運動や知覚を司る体性神経系と自律神経系とよばれる神経系がある。

1. 自律神経系

心臓・消化器・血管・汗腺かんせんなどのような、我々の意思を介することなく反応する内臓の運動や分泌を、自動的に調節する神経系として自律神経じりつしんけいとよぶ。自律神経系には、交感神経と副交感神経の2種類がある。大部分の内臓は、両方の神経の分布を受けており、これを自律神経の二重支配にじゅうしはいとよんでいる。両神経の作用はお互いに拮抗的ぎくかうてきで、一方が興奮を促すように働くときは、

他は反対に抑制的に働く。例えば、心臓にも両方の神経が作用しており、交感神経が働くと心拍数の増加が起り、副交感神経が働くと逆に心拍数は減少する。このように両神経の釣り合いによって内臓の作用はうまく調節されている(図1)。

交感神経は、脊柱の両側に一定の間隔をおいて縦に並んでいる神経節しんけいせつと、これを上下に結ぶ神経とからなる交感神経幹こうかんしんけいかんから、内臓諸器官や血管に到達している。心臓に対しては心拍数増加、拍出量増加など、心臓の機能を促進する。血管に対しては収縮を促して血圧を高めるが、冠状血管(心臓自身をとりまく血管)は、反対に拡張して、心臓の活動を担う血液量の増加をもたらす。気管、消化管の筋に対しては弛緩させて、消化液を分泌させる筋を抑制する作用をしている。また、瞳孔を散大させ汗腺の分泌を促し、立毛筋りつもうきんの収縮を起こすなど、全体的にみて運動をする際に都合のよい状態となる。副交感神経は、中脳から出る動眼神経や、延髄から出る顔面神経(これらは12対ある脳神経の1つ)の中に混在して出ているほか、仙髄から骨盤内臓神経として出ていて交感神経とは逆の働きをしている。

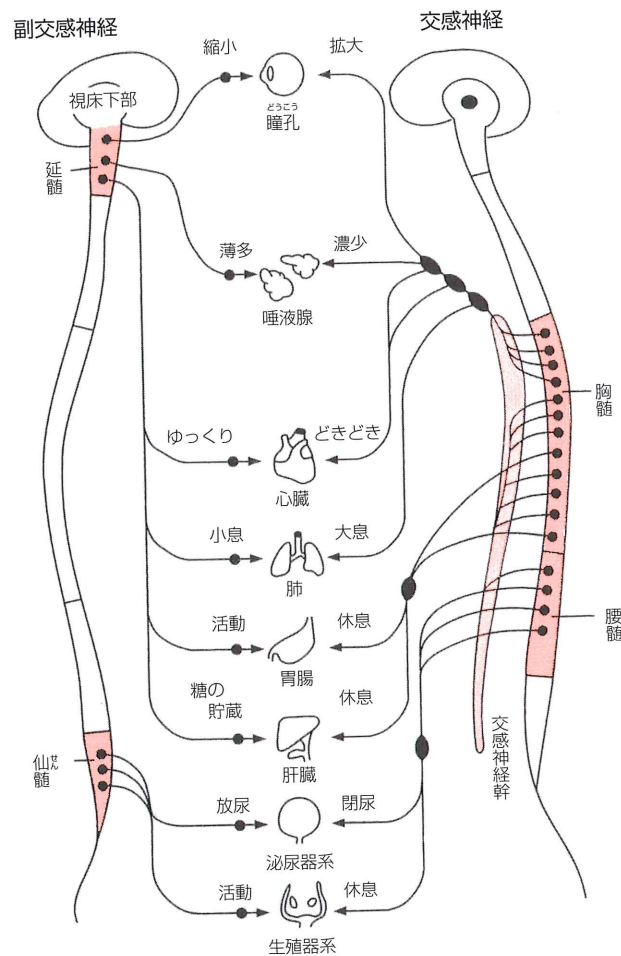


図1 自律神経系の仕組みと働き

2. 自律神経の働きと運動

自律神経の働きは、図1にまとめてあるとおりである。健康的な生活を営むためには、体の中にある自然の摂理を生かした生活を行うことが大切なことである。例えば、図2は瞳孔の大きさの24時間の変化であるが、この瞳孔の直径の変化からわかるように、昼間は体の働きが交感神経支配型になっている。それに対し夜間は、一般に副交感神経支配型となっている。したがって運動を行う場合には、体が活動的になっている昼間に実施するのが好ましい。夜間に激しい運動を行うといつまでも交感神経支配型となっていて、本来、副交感神経支配型となって休んでいなければならない心臓がいつまでも心拍数が減少しないということも起こる。

このように神経系は、それぞれ固有の働きを持っている。また、相互に関連しながらも作用し、これらがある種のリズムを持つという具合に複雑に機能している。

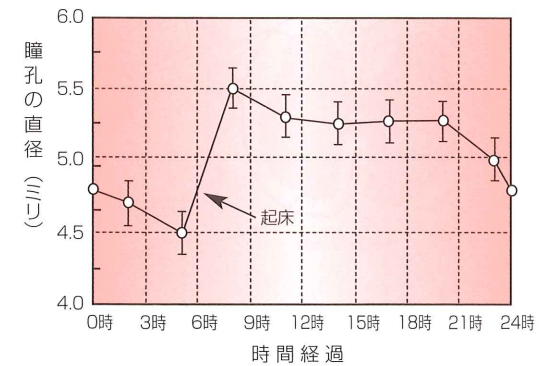


図2 瞳孔の直径と24時間変化

3. 体性神経系

体性神経系には、中枢からのインパルスを送る運動神経(このように中心から末梢に向かうタイプの神経を遠心性神経えんしんせいとよぶ)と、逆に感覚器からのインパルスを送る感覚神経(このように末梢から中心に向かうタイプの神経を求心性神経きゅうしんせいとよぶ)がある。脊髄神経の場合には、感覚神経は後根こうこんとなって脊髄の後角から入り、中枢に達する(図3)。運動神経は、前角から出て前根となって骨格筋に達している。

体性神経には、脊髄神経と脳神経がある。このうち脊髄神経は、脊髄から直接分かれて体の各部に至る神経のことで、頸椎から出る頸神経8対、同様に胸椎の胸神経12対、腰椎の腰神経5対、仙椎の仙神経5対、尾椎の尾神経1対の計31対からなっている。

さらにこれら神経は、次第に枝分かれして体のすみずみにまで到達している。また12対の脳神経は、そのほとんどは脳幹から出て、鼻・眼・耳・筋肉などを支配している。その12対は以下の通りである。嗅神経・視神経・滑車神経・動眼神経・顔面神経・三叉神経・外転神経・内耳神経・舌咽神経・迷走神経・副神経・舌下神経。

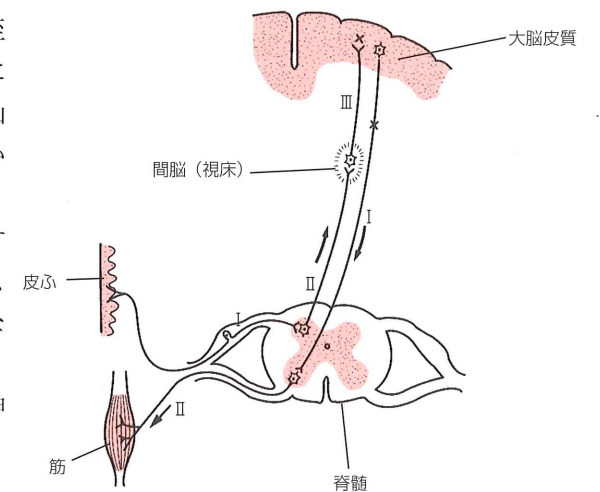


図3 脳脊髄神経の求心性伝導路と遠心性伝導路

1. ヒトの骨格と骨の働き

ヒトの体には全身に合計206個の骨があり、これらがバラバラにならないよう靭帯や骨格筋などによって動的にしっかりと固定されて、私たちの体の骨組みは作られている(図1)。

骨はこのような体の支持作用だけでなく、ほかにも重要な働きをもっており、以下のとおりである。

①カルシウムやリンなどの無機質や塩化物を貯蔵しており、必要に応じてこれらを血中に放出する。

②骨の中心部にある骨髄には血管を多く含んだ赤色骨髄と脂肪の多い黄色骨髄があるが、赤色骨髄は造血作用をもち、赤血球、白血球、血小板を作る。

③私たちが運動を行ったときは、その体重に重力が加わって大変大きな力が身体各部に加わる。ほんのわずかな高さから飛び降りても、そのときに足が受ける重力(力)は何百kgにもなる。人間の骨はそんな大きな力にも、またどんな方向からの力にも自分の体重を支持できるように、力学的に強い構造となっている。

④骨は数多くの骨格筋の付着部となって、関節におけるテコ作用の腕(アーム)の働きをしている。

⑤内臓・脳・脊髄・眼球などの柔らかい臓器を保護する。

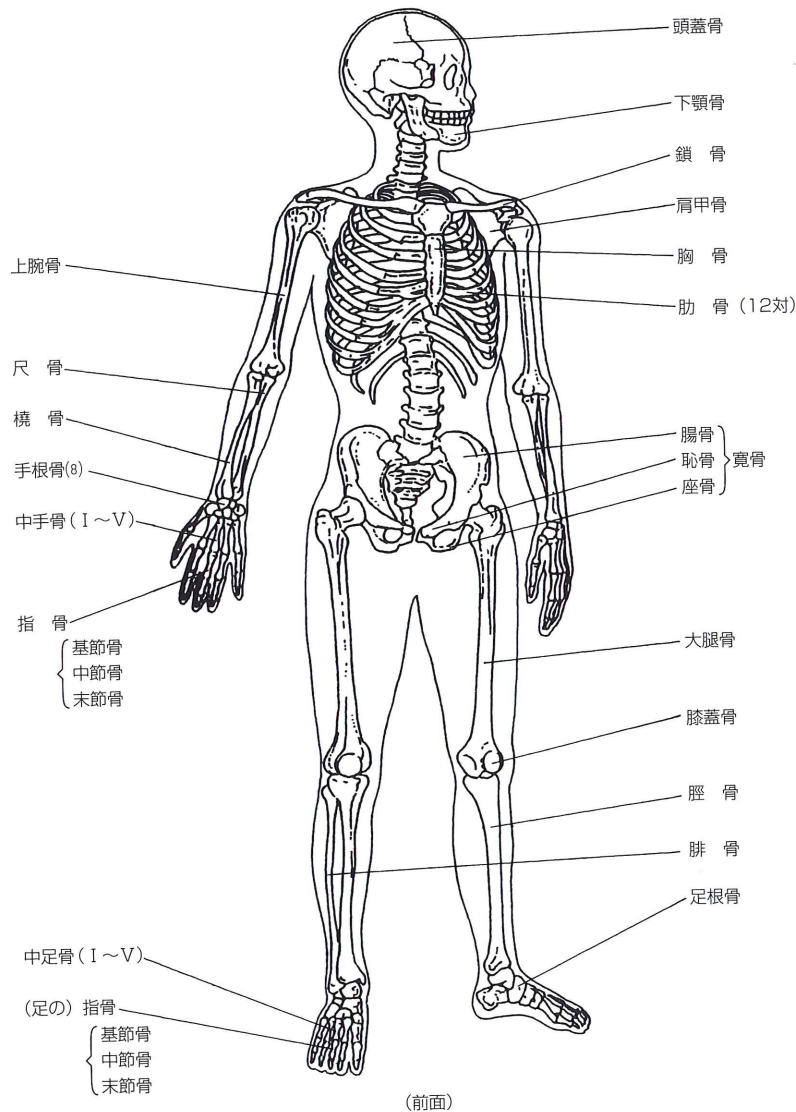


図1 ヒトの骨格

このように骨はいくつもの働きをもっているが、それぞれの骨はまた固有の役割を有している。

2. 加齢による骨の変化

図2は、成長・加齢に伴う骨量の変化を示している。ほぼ20歳代で骨密度がピークに達してから、骨量は減る一方である。若くても、運動不足でカルシウム摂取も少なく骨密度の低い人たちは、当然もろい骨のまま年をとっていくことになる。もちろん骨折しやすく、老人になれば寝たきりになる可能性は大きい。がんや心臓病などと同じように、私たちの骨は、長年かかって侵されていくわけである。

中年の女性は、皮下脂肪も次第について、筋力低下と筋力のアンバランスが進み、そして脊柱の歪みから背中が次第に曲がっていくことが多い。これが骨粗鬆症の姿の1つである。年をとると腰が曲がるというが、図3のCのように腰椎から曲がっていくケースは少なく、大半は胸椎から(統計的には第7胸椎が最も多い)曲がっていくのである。

この姿勢の歪みは、腹筋や背筋の筋力低下、あるいは大胸筋と広背筋の筋力アンバランスからも次第に生じてくる。その結果、図3のA→B→Cの経過をたどり、前かがみの独特の姿になっていく。

図4は、検査機による骨密度測定の様子。骨が画像で示されている。

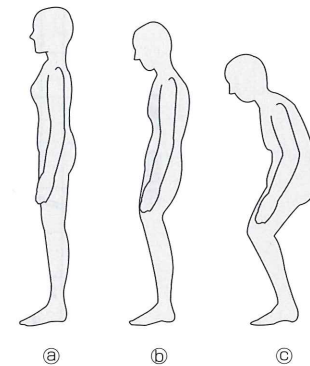


図3 老化による姿勢の変化

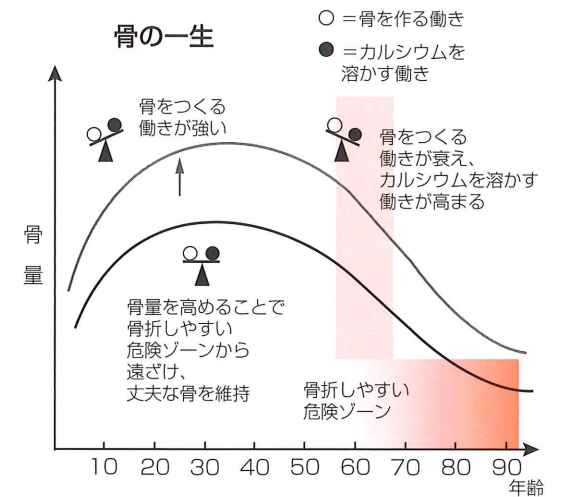


図2 骨量の経年変化。上の線が男性、下が女性を示す。(おもしろコッコツ物語、小沢他1996より)

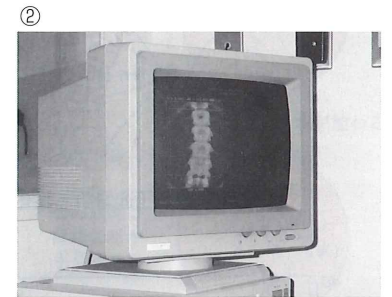


図4 骨密度の測定と画像

診療情報

氏名	生年月日 大・昭 年 月 日 (44) 歳 (男) 女		
臨床診断	投薬内容 (特に心拍数に影響する薬剤) 降圧剤 (β遮断薬服用中)		
自覚症状	胸痛・動悸 (息切れ) めまい・失神 その他 (なし)	運動療法の適応	適応 (条件付適応) 禁忌
既往歴	心疾患・整形外科的疾患 その他 (なし)	運動負荷試験	必要 必ずしも必要ない
家族歴	心筋梗塞・突然死 その他 (なし)	最大到達心拍数	130 /分
生活習慣	問題点 (なし)	運動負荷試験結果	最大到達心拍数 174 / 96 mmHg 負荷時最大血圧 174 / 96 mmHg 閾性 境界域 陰性
安静時血圧	121 / 89 mmHg	安静時心拍数	52 /分 (座位)
安静時心電図所見	心筋梗塞 ST-T異常 心室性不整脈 その他 (なし)	運動療法の可否	可 (注意して可) 不可

運動療法処方

種類	強度	時間 (量)	頻度
有酸素運動	●心拍数 (回/分) 105回 110回 (115回) 120回 125回 130回 ●自覚的運動強度 薬 : ボルグ11 「やきつ」 : ボルグ13	10分 20分 (30分) 40分 50分 60分 6,000歩 8,000歩 10,000歩 12,000歩	1回/週 2回/週 3回/週 4回/週 5~7回/週
補助運動	(体操) 自重を利用した補助運動 マシン フリーウエイト その他 () ストレッチング——運動前・後	5分 10分 15分 20分	1回/週 2回/週 3回/週 4回/週 5~7回/週

運動療法上の注意
できれば運動前後で血圧の自己測定。
肥満があるため、膝に負担のかからないようにする。

平成 年 月 日 医療機関名
所在地 (〒 -)
医師名 (印)

医師が作成した運動処方 (せん) の例

1. 運動処方とは

「処方」という言葉は元来、医学用語である。例えば、医師が「薬を処方する」という。医師が患者に薬を処方する場合、医師は単純に患者の病気の種類だけを考へて薬の種類や量を定めるのではなく、病状、さまざまな検査の結果、患者の体格、年齢、性別、薬に対するアレルギーの有無、問題としている病気以外の健康状態などを踏まえて決めるはずである。もしも、これらのことを十分に考慮せずに薬の種類や量を定めると、効果が十分得られない可能性があるばかりでなく、副作用が強く出たり、健康状態が悪化したりすることもある。

同様に、健康と体力を維持増進する目的で運動を行う場合に、適切な運動を行わないと、体力が十分高まらないばかりか、場合によっては運動中に心臓発作などの事故が発生したり、ケガなどを起こしやすくなったりする。そこで、健康と体力を維持増進する目的で運動を行うことを希望している人に運動の指導を行う際には、その人の

健康状態や体力を確認して、その健康状態や体力に応じた運動を指導する必要がある。このように運動参加者の健康状態や体力に応じて運動の種類や運動強度、運動時間、運動頻度などを決めて運動の指導を行うことを「運動処方」とよんでいる。

一般に「スポーツ」とよばれている運動を行う目的は、健康や体力を維持増進するためというよりは、むしろその運動を行うこと自体を楽しんだり、人と競争するために行うことが多いはずである。このため、場合によっては健康を無視した練習を行ったり、命がけで人と競争することもある。

ところがフィットネスエクササイズは、スポーツと異なって、その主目的は健康と体力を維持増進することである。このため、フィットネスエクササイズの指導を行う場合には、他のスポーツを指導する場合とは異なった注意、または優先度を設定する必要がある。

2. 運動処方の基本

健康と体力を維持増進する目的で運動の指導を行う際に、忘れてはならない3つの原則がある。それは、

- ①安全であること
- ②効果的であること
- ③楽しいこと

である。健康のために行う運動で健康を害したりケガをしたりしたのでは、むしろ運動は行わないほうがよいことになる。そこで、健康と体力づくりのための運動として最も大切なことは「安全性」である。

また、いくら運動を行っても健康や体力が改善されないのでは、する意味がない。運動を行う側にとっても短期間で目に見える効果が現れないと「やってもよくなる」と感じて運動をやめてしまう。このため、「できるだけ短期間に実感できる効果が得られる」ことも大切である。

さらに、いくら安全で効果的な運動であっても「楽しく」なければ運動は長続きしない。そこで、フィットネスエクササイズの指導者は安全で、効果的で、楽しい運動を指導できなければならない。

3. 安全な運動を指導するために

安全な運動を指導するためには、

- ①参加者が運動を行ってもよい健康状態にあることを確認する
 - ②その人に適した種類の運動を、適切な強度と時間・頻度で行うように指導する
 - ③運動中に発生するかもしれないさまざまな病的な症状について知っておく
 - ④万が一、心臓発作などの事故が発生した場合の応急処置の態勢を整えておく
 - ⑤運動傷害を起こしやすい動きの繰り返しを避ける
 - ⑥運動傷害を予防するレジスタンストレーニングやストレッチングの必要性を強調し、実施させる
 - ⑦内科的な問題を含めた運動障害の兆候に対する知識を深め、早期発見、早期治療に役立たせる
- が必要である。

この項では川崎市立看護短期大学のトレーニングプログラムを紹介しながら、高齢者を対象にしたマシンを使用したレジスタンストレーニングの指導方法を解説する。

1. 対象

本トレーニングプログラムは、近隣地位在住の健康な高齢者を対象にしている。研究を目的にしているため、対象を65歳以上の人に限っている。

基本的には、「503：健康調査」から「506：健康調査票」で解説している方法で、参加者の健康状態の確認を行っている。さらに、高齢者の場合は、定期健康診断で安静時心電図検査を行っているはずなので、その際に異常が見つかっていないか確認している。これらの調査結果から異常が疑われる場合は、医師による参加の許可証を提出していただくか、参加をお断りしている。

2. トレーニング

本トレーニングプログラムは、週に2回の頻度で開催している。

本来は、エアロビックエクササイズ、レジスタンスエクササイズ、そしてストレッチングを組み合わせた、総合エクササイズプログラムとして開催すべきであるが、本プログラムは研究を目的にしており、レジスタンストレーニングの効果を明確に示すために、レジスタンスエクササイズ以外の運動は指導していない。

毎回、トレーニング開始前に、全員の血圧、脈拍数、そして脈拍リズムの確認を行う。ACSMは、血圧値に関するレジスタンストレーニング実施の可否判断基準は、160/105mmHgであるとしている。しかし、高齢者の場合は、循環器系が加齢に伴って衰えている可能性が高いので、本プログラムでは、血圧が140/90mmHgを超えている日は、トレーニングを休んでいただいている。また、脈拍が100拍/分を超えている日や、脈拍リズムが乱れている日も、トレーニングを休んでいただいている。

本来は、10種目以上のエクササイズを1回のトレーニングで実施していただくべきであるが、残念ながら、本学にはトレーニングマシンが7種類しかないため、7種目のみのエクササイズを指導している。強度は10~15RMまたは15~20RMである。2種類の強度を設けているのは、研究として、どちらの強度のほうが高齢者に適しているのかを確かめるためである。

毎回のトレーニングで、それぞれの種目で、限界までエクササイズを繰り返していただき、その回数が16回または21回以上の場合は次回のトレーニング負荷を増加させ、その回数が9回または14回以下の場合には次回のトレーニング負荷を減少させ、常に、10~15RMまたは15~20RMを維持するように、個別に負荷を設定している。ただし、対象が高齢者であるため、安全性を優先し、フォームが乱れたり、反動を使い始めたり、息こらえを始めたら限界と判断し、エクササイズを終了させている。また、必要に応じて、エクササイズの最中に心拍計で心拍数を測定したり、心電図を記録したりすることによって、個々の参加者における安全限界を判断している。さらに、エクササイズ最中の表情や顔色などを観察する必要がある、異常が疑われる場合は即座に対応できるように、常にマンツーマンで指導している。

参加者5人を上限とした1グループに指導者が1人つき、1人の参加者が1つの種目を行っている間、他の参加者は椅子に座って休憩している。1人がその種目を終えたら、他の参加者に交代し、同じグル

ープ内の参加者全員がその種目を終えてから、次の種目に移るように指導している。高齢者の場合は、種目間に十分な休憩を入れないと、疲労困憊こんぱいしてしまい、途中でトレーニングができなくなったり、頭痛などのトラブルを発生させたりする可能性が高い。そこで、グループ指導方式を採用することによって、グループ内での順番待ちが適当な休憩になり、かつエクササイズの最中は、マンツーマンで指導が可能になる。さらに、待ち時間の間は参加者同士の会話が弾み、その会話が楽しみで、トレーニングを継続している参加者もいる。

効果を確認するために、4ヵ月毎に、最大挙上負荷（最大筋力：1RM）の測定を行っている。これも、研究を目的にしているために実施しており、研究目的でない場合は1RMを測定する必要はなく、トレーニング強度での負荷が増加することによって、効果を判断することができる。

3. 効果

トレーニング効果に影響を及ぼす要因を確認するために、8ヵ月以上トレーニングを継続している男性9名と女性13名の、4ヵ月目と8ヵ月目の1RMと関連がある要因を調べた。

①年齢

参加者の平均年齢68.7歳で2群に分けた、トレーニング開始前の体重当たりの最大挙上負荷（初期値：図1）に、男女とも、差は見られなかった。普通は、加齢に伴って体力は低下する。最大筋力も低下するはずである。しかし、本プログラム参加者においては、加齢の影響は見られなかった。これは、偶然であるかもしれないが、むしろ高齢者においては、暦年齢差よりも、個人差のほうが大きいと考えるべきであろう。

トレーニング開始前の体重当たりの最大挙上負荷における男女差は、統計的に有意（ $p=0.0021$ ）であった。

平均年齢で2群に分けたトレーニング効果（図2）に、統計的に有意な差は見られなかった。図は、初回の最大挙上負荷を100として、それに対する相対的な値で効果を示している。つまり、トレーニング効果は年齢の影響を受けず、何歳であっても、トレーニング効果は期待できると考えられる。

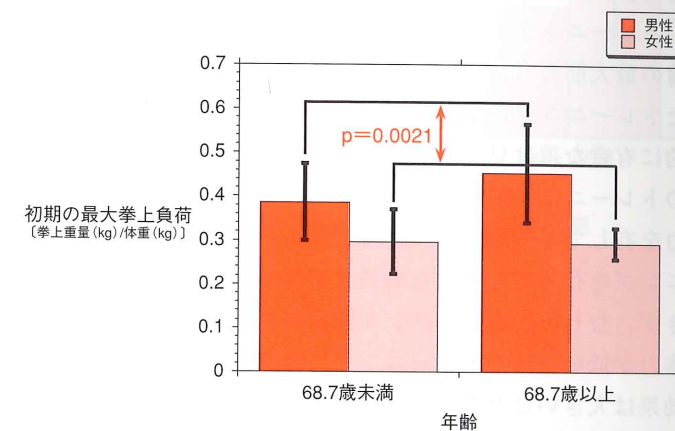


図1 年齢とトレーニング前の最大挙上負荷

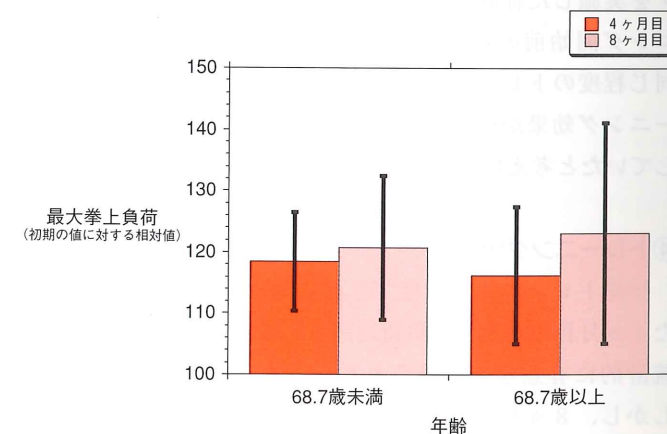


図2 年齢とトレーニング効果