©NSCA JAPAN
Volume 13, Number 7, pages 47-51

講演抄録 ～NSCAジャパンカンファレンス2005より～

高齢者におけるストレングストレーニング研究とガイドラインについて

Strength Training Older Adults Research and Training guidelines

Thomas R. Baechle, EdD, CSCS,*D; NSCA-CPT,*D
Professor/Chair, Department of Exercise Science, Creighton University
Executive Director, NSCA Certification Commission

加齢変化を抑制するストレングストレーニングの効果に関する近年の研究

高齢者を対象とするウェイトトレーニングの効果を測る研究調査が初めて行われたのは、1994年、マリア・パトローニ医師によるもので、米国医師会の研究論文誌『American Medical Association Journal』で発表された。被験者は変形性関節炎患者7名、冠状動脈疾患患者6名、骨粗鬆症による骨折をした者が6名、高血圧症が4名で、なかには96歳という高齢の者も含まれた。この研究から、高齢者であってもウェイトトレーニングを行うことによって筋力が向上し、筋量も増加することが立証された。それまで杖や歩行器を使っていた高齢者でも、自力歩行が可能になったという成果がみられた。

高齢者に対するトレーニングが非常に重要になってきたのは、高齢者人口が激増しているからにほかならない。米国を例にみると、1998～2025年までに65～79歳の人口は168％、79歳以上の人口は165％になるという推定値が示されている。現在の米国では100歳以上が72,000人を数え、2030年には同400,000人、2050年には同834,000人になると言われている。日本に近い香港の事例をみると、1998～2015年の間に65～79歳の人口は242％、80歳以上は237％という推定増加率が示されている。日本では、65歳以上の高齢者人口は、1974年には人口全体の7.1％、94年には倍の14.1％、2004年には2500万人弱で人口の20％を占めるまでになり、90歳以上は100万人に達している。9年後の2014年には、4人に1人、人口の25％以上が65歳以上ということになる。2050年には人口の半分、2人に1人は65歳以上というショッキングな数値が示されている。このような傾向は、米国、香港、日本に限ったことではなく、世界的に見られる傾向であり、全世界で高齢者は毎月80万人増えているといわれている。2005年現在の80歳以上の人口はインドで620万人、米国で920万人、中国では1150万人である。

一方で、高齢者を支える扶養人口、つまり15～64歳で仕事を持つ「生産年齢」と言われる層は年々減少している。道路を作り、食事の用意をし、建物を建てるという労働人口が縮小している昨今、ヘルスケア、医療をどのように高齢者に提供するか、また、高騰する医療費をどう賄っていくかということは米国や日本に限らず世界的な問題である。

しかし、このような現状は決して悪い側面ばかりではない。高齢者人口が増加することで、いわゆるパーソナルトレーナーのような職業の市場が拓け、ストレングス＆コンディショニング（S&C）専門職はより多くの人々に対し、生活の質（Quality of life：QOL）を向上させるための手伝いができるだろう。

私が若かりし頃は、退職後の生活を案じ、65歳まで働く必要があると考えていた。65歳まで一所懸命に働いて貯蓄をすれば、65～75歳の10年間は旅行もできるし、質の高い生活を維持しながら孫らと楽しむことができる、と自分の人生計画をしっかりと立てたつもりでいた。まず私が考えたのは、質

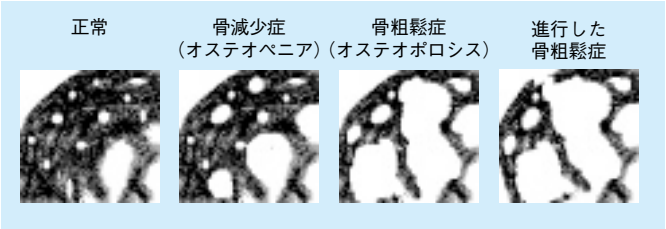
の高い生活をするためにどれだけの財源を確保するか、という経済的自立であった。

ところが現代社会では、65歳で退職して、10年にとどまらず100歳まで生きるかもしれないという時代になった。10年分の貯蓄では間に合わなくなってきて、65歳で退職するのであれば100歳までの35年間の経済的自立、貯蓄が必要だということになる。そのためには、65歳退職ではなく、もっと長く働かなければならない。そして、長く働くためには身体的自立、健康な体が必要になる。身体的な自立があれば長く働くことができ、QOLを維持することができる。つまり、将来の生活設計を立てるときに、QOLを維持するということを考えた場合、今までは経済的な自立だけで十分であると思っていたものが、経済的な自立を確保するためにはまず身体的な自立が必要であり、身体的な自立が均衡でなければ長く働くことはできず、高いQOLを楽しむこともできないというように、これまでとは関係が逆になった。

では、身体的な自立とは何か。一言で言えば、まず十分な「筋力」があるかということである。

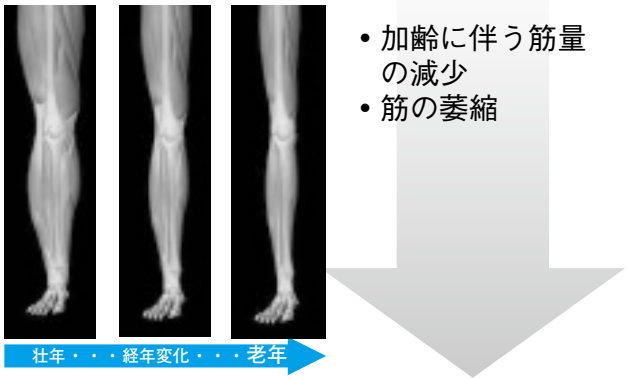
世界保健機関（WHO）が、骨粗鬆症に関して骨ミネラル密度（Bone mineral density：BMD）を4つの指数で分析している（**図1**）。左が正常な骨の骨密度（高密度）で、骨の減少によって密度が徐々に薄くなっていく。進行すると骨粗鬆症になり、さらに骨密度が薄くなると骨折につながる。筋力トレーニングによって、骨密度にどのような影響があるかについて様々な研究が行われている。中～高負荷を用いてウェイトトレーニングを12カ月以上行ったケースでは骨密度が増加し、逆に低～中程度の負荷で短期間のみ行った場合には、BMDは増えず効果は出なかった。研究論文誌『Medicine and science in sports and exercise』に発表されたネルソンの研究では、前述のように筋力トレーニングを長期間、高負荷で行った場合には骨密度が増すという結果が出ている。1RM当たり8～15レップ、6カ月以上、1週間に3回行うことで、骨密度が増えないまでも維持することはできると報告されている。

「サルコペニア（Sarcopenia）」は、加齢に伴う筋力の低下、または老化性の筋萎縮と呼ばれる、筋量が減っていく現象である（**図2**）。30歳で筋力のピークを迎え、その後は下降の一途をたどる。30～40歳では1年に約0.2kgの筋量を失い、50歳以上になると毎年0.5kgの筋量が減少する。50～70歳では30％の筋力低下が見られる。70歳を過ぎると筋力はさらに劇的に低下し、80歳ともなると、30歳の時にあった筋力の半分になるとされている。加齢に伴う筋量の減少は、筋量は減っても逆に脂肪が増えるため、段階的に体重が増え続け筋量の減少がはっきりとは知覚できない。女性を対象にしたある研究で、4.5kgの買い物袋を持たせたところ、55～64歳の女性の40％、65～74歳では45％、75歳以上となると35％の人しか抱えることができなかったと報告された。加齢に伴って脂肪量は増える一方で筋量は減少し、仕事や日常生活が徐々に難しくなっていく。



*Taken from Ott, Susan. (2001) Osteoporosis and Bone Physiology Website. University of Washington. Department of Medicine

図1 骨粗鬆症：骨切片の断面写真を見ると骨密度の変化が分かる



*Taken from Dudley, Andrew. (2000-2001) The unceasing progress of sarcopenia. www.sarcopenia.com.

図2 サルコペニア（老化性筋萎縮）

次に、筋力ではなく筋量に対する筋力トレーニングの効果について考察する。1994年以前は、一般的に、高齢者が筋量を増すことは不可能であると思われていた。しかし、ドミノフの研究によると、筋力トレーニングによる高齢者の筋力、筋量の変化は、どちらも、若い人たちのトレーニングと同じ成果が出ている。また、近年の多くの研究では、筋力トレーニングの結果、高齢者の筋量を増やすことができるということを肯定的に示している。

下肢の筋力が衰えると、高齢者はバランスを保持することが難しくなる。介護施設に入居している高齢者で、65歳以上の40％が1年に1回は転倒したという結果が出ている。同じ

研究者によると、80歳を越えると心臓発作で亡くなるよりも、転倒の結果亡くなる人の方が多いという。例えば、80歳以上の高齢者が腰の骨を骨折して入院した場合、転倒に伴う合併症、例えば肺炎などで亡くなるケースが多い。米国の骨粗鬆症に関する学会のデータでは、50歳以上の人が腰の骨を骨折した場合、その24％が1年以内に亡くなるというショッキングな数値が出されている。高齢者は、筋量が減少すると筋力も衰える。それによってBMDが低くなり骨折し、その結果死亡するという構図になるのである。

高齢者に、筋力トレーニングによる筋力強化とバランス訓練を長期間行わせることによって、転倒、骨折を防ぐことができるという結果が出ている。重要な点は、負荷である。より効果を出すためには、中～高負荷でトレーニングを行う必要がある。長い間、心臓発作や心臓血管系疾患を持ったクライアントに、ウェイトトレーニングをさせるのは危険ではないかと思われていたが、実はそうではない。有酸素性トレーニングを行うためには、ある程度手足が丈夫でなければならない。例えば、サイクリングやランニング、その他の足腰を鍛える運動をする場合にも、まずは手や足が強くなければエクササイズを行えない。筋力が強ければ、筋量は少なくても同じ運動が可能である。しかし筋量が多いということは、より大きなエンジン、馬力があるということで、同じ運動をする場合、相対的に少ない努力で運動ができるというメリットがある。これは心臓病を持つクライアントなどにとっては重要な要素であろう。

ウェイトトレーニングによって筋力、足腰などを強化する結果、虚血性心疾患を引き起こす閾値を押し上げることになる。つまり、安全な活動や、強度の範囲が増えるということになる。高齢者に筋力トレーニングを行わせることによって、BMD、筋量、筋力は増加するのかという質問に対しての答えは、いずれもイエスである。

高齢者のための科学的なプログラムデザイン

高齢者は関節炎に苦しんでいたり、手根管症候群や線維筋痛症、あるいは脳卒中を経験したことがあるという人がいるかもしれない。物を握る力や体力がないために、エクササイズを最後までやり通すことができないといった場合もある。ダンベルやバーベル、エラスティックチューブを持つだけでも難しいと感じる人もいる。そのような場合には、トレーニング器具を少し改良するとよいだろう。手袋をつけたり、ダンベルの外径にテープを巻いて持ちやすくすることもできる。腰痛に苦しむ人には、腰部をサポートする必要が出てくる。バランスを崩しやすい人、立位でのエクササイズが難しい人の場合、椅子に座って行う方がずっとエクササイズがしやすくなるだろう。

高齢者にエクササイズを行わせる際、パーソナルトレーナーは、各クライアントの位置関係をしっかり覚えておくことが重要である。呼吸やテンポなど、しつこいようでも繰り返し同じことを徹底させることが重要である。

強度のガイドライン

バーベルやダンベル、またはその他の道具を用いてウェイトトレーニングを行う際に、高齢者に対してどの程度の強度を適用するべきだろうか。

まず、心臓血管系トレーニングに用いる主観的運動強度（RPE）を筋力トレーニングにそのまま応用することができる。クライアントが自覚する、RPE 6～12の間が適当であろう。ただし、虚弱性の人、バランスを崩しやすい人など個人差があるため、あくまでも「目安」であることを念頭に置く。

また、高齢者のトレーニングでは、負荷は1RMの60～90％、レップ数は8～15が目安とされているが、筋量、筋力に影響を与える負荷（高齢者における効果的な負荷）に関して、60～79歳の高齢者を対象に負荷に関する調査を行った結果、1RMの80％という高重量と、40％、および50％で行った群との間に有意差は認められなかった。

ハンターによる高齢女性を対象にした研究では、高負荷であるほど効果があまり現れないという結果が示された。これは、高齢者はエクササイズ後から回復までに、より多くの時間がかかるということを示唆している。この結果から、再び高齢者を対象として、80％1RMで週3回のエクササイズを行う群と、1日目は50％、2日目は65％、3日目は80％1RMというように、1週間のうちに負荷を変えてエクササイズを行う群の2群に分けてトレーニングを行わせた。その結果、男女間、同性間、また群内と、どの比較においても、両群に有意差は見られなかった。骨密度と筋量が増え、脂肪は2kg減少したが、体重に変化は見られなかった。従って、40％から80％1RMの範囲内ならば、結果はほとんど変わらないということがこの研究から得られた結論である。

トレーニング頻度

すでに31週間トレーニングを行っている高齢者が、それに加えてどの程度のトレーニングを行うことで、今までの筋力と筋量を維持できるかという研究がある。被験者を、週1回トレーニングを行う群と、トレーニングを中止する群の2群

に分けた。週1回トレーニングを続けた群は、31週かけて向上させた筋力、筋量のレベルを維持することができた。トレーニングをやめてしまった群は、31週間のトレーニングを始める前のレベルに逆戻りした。エクササイズを行う場合、負荷も重要であるが、同時に頻度も重要である。

エクササイズの選択

高齢者を対象としたプログラムデザインには、椅子を用いたエクササイズを取り入れることが有効である。ロワー・バック・エクステンションは、椅子に座って手をつま先に触れ、それから背筋力を使いながら上体を元に戻す。ウォーミングアップとしても有効で、座ったまま膝を曲げ伸ばしすると、大腿四頭筋の強化もできる。転倒を恐れる高齢者にとって、行いやすいエクササイズである。

スタビリティボールを用いたエクササイズは、神経系のバランス能力の維持、改善に役立つ。ウォールスクワット（注：ボールを背中と壁の間に挟んで、ボールに寄りかかった状態で行うスクワット）（**写真1**）を行う際は、背筋力があること、十分な広さがある壁を選ぶこと、足を開いてバランスをとることがポイントになる。中～上級者向けにはダンベルを手に持つことによって負荷を増やすことができる。

エラスティックチューブ・エクササイズは、高齢者でも楽しみながら行える。チューブを足に引っ掛けて、そのチューブを引っ張って伸ばすエクササイズで（シーティッドロウ）背筋の強化につながる。

マシーンエクササイズでは、チェストプレスが最もポピュラーで皆が好んで行っている。難点としては、マシーンが大きすぎて高齢者にとってはサイズが合わない場合がある。

高齢者の中には腰痛に苦しむ人が多いが、腰ばかりでなく肩の問題に悩む人も少なくない。高齢者にとって腕を肩より上に上げることは難しく、それによって傷害が起きる場合もある。従って、高齢者の肩の運動は、座った状態で肩より上に腕を上げない程度のエクササイズが適している。特にダンベルを持って行う場合は注意が必要である。また、腕を肩より高く上げると心拍数が増加するため、心臓疾患を有するクライアントには特に注意をする。

エクササイズの配列、順番については、最初に（足が疲れていないうちに）バランスエクササイズを行う。その後、片足立ちや、片足スクワットなどを行う。それから、押す動作と引く動作を交互に、または上半身と下半身を交互に行い、セット間に十分な休息時間を設けることが重要である。

エクササイズの動作速度については、きちんとコントロールされた動作をゆっくりと行うことが適切である。前述のように、人間は30歳で筋力がピークに達した後徐々に低下し、特にタイプⅡ線維は80歳で30歳時の50％しか残っていない。動作が速い運動は、タイプⅡ線維に刺激を与えることがわかっている。フォークバリーらの研究によると、高齢者が速い動作でストレングストレーニングを行ったところ、筋力が向上したという結果が出ている。選択的にタイプⅡ線維を刺激することで筋力が向上すれば、高齢者の転倒、骨折を予防することにもなる。

写真1 ウォールスクワット

エクササイズの選択の際は、以下の機能を向上、改善させるエクササイズを必ず含める。

- バランス能力
- 歩行速度
- 階段昇降
- 起立動作（椅子またはベッドから）
- 挙上動作

また、単独の筋を鍛えるのではなく、複数の筋群を強化することが必要である。上腕二頭筋、大腿四頭筋などの単一の筋だけをトレーニングすることは好ましくない。例えば、あるクライアントのワークアウトを考える場合、10種類ほどのエクササイズをセットにすることはよくある。10種目を各10レップで行う場合、総レップ数は100になる。日曜は何も運動をしなかったのに、月曜にいきなり100レップ行うことになった場合、その晩は足腰の節々が痛くて、翌日、翌々日は動けない状態になってしまう。高齢者に対しては決して無理をさせてはならない。

最初にプログラムを計画する場合、スクワット、ベンチプレス、ワンアームロウ、トランクカール、ショルダープレスなど、多関節を機能的に動員するエクササイズを含めるとよい。エクササイズの種類は、多関節エクササイズを3～5種目が

適切である。バランス能力向上、歩行速度改善、階段の昇り降りを楽にするためにということを考えると、例えば下半身の強化として、膝の屈曲角度を調節したパーシャルスクワットやパーシャルランジなどを取り入れると効果的だろう。

実施方法

エクササイズは、動作をゆっくりとコントロールして（1動作を約2秒）行う。筋の伸張（エキセントリック）を2～4秒、それからコンセントリック動作を2秒程度で行う。クライアントがこの2秒ずつの上下運動、特に2～4秒のエキセントリック動作に慣れたら、少し速度を上げる。例えばアームカールを行う場合には、1秒で上げ、下げる時に2秒かける。

使用する機器の留意点としては、初心者の場合、特にその人が虚弱な場合は椅子を使うことが望ましい。また、エラスティックチューブなどを用いることにより、動作速度をコントロールするトレーニングを行うことができる。エクササイズの速度を上げる場合、ダンベルだと関節や筋を傷めることがある。速い動作でのトレーニングを望む場合は、ダンベルの代わりにエラスティックチューブを使うとよいだろう。エラスティックチューブを用いたエクササイズでは、押し出した後ゆっくりと戻す動作が要求されるため、傷害を起こす可能性が低くなる。また、物を握ると痛みがあるクライアントには、手袋をする、ダンベルの外径を太くするためにテーピングを巻くなどの対応も考えられる。椅子を使う場合には、しっかりと身体をサポートする必要があるため、足が床に着いているか、背中が背もたれでサポートされているかという2点に注意する。エクササイズに慣れていない高齢者に、トレッドミル、ステアクライミング、エリプティカルなどを行わせるのは適切ではない。有酸素性トレーニングを行う場合、トレッドミルではなく、固定したエアロバイクを用いる方が適切だろう。

プログラムデザインの変数

負荷の設定に関しては、初心者には40～50％1RMを10～12レップというのが安全な範囲である。40～50％1RMでは12レップ以上できるという場合でも、10～12回で構わない。

研究では、高齢者には高重量はあまり必要ではない、またはトレーニングを週3日行う必要はないなどの報告も多数ある。週に3回エクササイズを行うというのは、代謝の改善、肥満の解消という場合には週3回が望ましいということであり、筋力に関しては、週に2回でも3回でも結果はあまり変わらない（統計的には3～4％の違い）。

アスリートを対象にした場合は、3～4％の違いは大いに考慮すべき数値だが、高齢者の場合は、毎日が健康で孫たちと楽しく暮らせるように、もっと体力をつけたいということが目的であることを考慮する必要がある。筋力や体力の向上を切に要望する高齢のクライアントがいた場合は、70～80％1RMで8～12レップを行うことも当然ありうる。ピラミッド方式で少しずつ重量を上げていくと、高齢者であっても筋肥大が起こる。

セット数については、初心者は1セットで始めるべきである。1週間に2回行う場合も、3回行う場合も、また、3つのエクササイズを組み合わせる場合でも、5つのエクササイズを組み合わせる場合でも、まずは1セットで終える。2週目になれば、2セットに増やす。そのクライアントによって、適切であれば3セットに増やすことも可能であるが、高齢者の場合は一般には2セットで十分だろう。

プログラムデザインの変数として、休息時間がある。セット間の休息時間を長く取れば取るほど、エクササイズの強度は落ちる。重量を変えなくても、セット間の休息時間を調節することで、エクササイズの強度を調節することができる。高齢者の場合、セット間の休息は1～2分が適切である。

負荷をいつ増やすかについては、「2 for 2ルール」を適用する。ワークアウトの最終セットにおいて、設定したレップ数よりも2レップ多く行えた、次のワークアウト時にも同様に2レップ多く行えたというように、「2レップ多く、2回続けて」できたときが、負荷を上げる1つの目安になる。この原則を踏まえ、クライアントの筋力、耐久力などの向上を検討しながら、レップ数、負荷、最後にセット数を調整し、漸進させる。◆

NSCA Japan Strength and Conditioning Annual Conference 2005
基調講演より

演者紹介

Thomas R. Baechle：NSCA資格試験委員会事務局長、クレイトン大学教育学博士。1979年よりNSCA Journalに寄稿。日本語版として発行されている著書に、『ストレングストレーニング＆コンディショニング』（ブックハウスHD刊）、『NSCAパーソナルトレーナーのための基礎知識』（森永製菓健康事業部刊）ほか多数。