
スポーツ用サプリメントの安全性

生体に影響を及ぼす物質は、すべて過剰に摂取すれば毒となると考えて良い。すなわちサプリメント、特にエルゴジェニックは過剰に摂取し、用法を誤れば健康上のリスクとなる可能性が高い。健康を害するサプリメントをアスリートやスポーツ愛好家がわざわざ摂取するとは考えられないが、一部のアスリートにとっては、スポーツでの成功の方が健康を害するリスクよりも優先される場合がある。

サプリメントの効果に関する研究は多いが、サプリメントを長期にわたり摂取したことによる健康被害に関する科学的データはほとんどない。動物実験や健康被害を体験した人の症例研究が散見されるのみである。人を対象としたスポーツ用サプリメントの副作用に関する研究は、研究倫理上、実施が困難である。したがって、アスリートがスポーツ用サプリメントを正当に、もしくは過剰に摂取したことによる健康被害を漏れなく収集し、データベースとしてまとめて、公表していく他にエビデンスを集積できないであろう。独立行政法人 国立健康・栄養研究所では、「健康食品」の安全性・有効性情報を収集し、広くデータベースとして公開している。このようなデータベースがスポーツ用サプリメントに関しても構築され、公開され、継続的に情報収集がなされることで、スポーツ用サプリメントの安全性や危険性に関するエビデンスの集積が期待できる。

サプリメントの有効性の項目でエビデンスに基づき有効とされたものでも、好ましくない作用がみられる場合もある。例えば、カフェインに対する感受性の高い個人では摂取により血圧が上昇し、イライラ感を感じたりする。

スポーツ用サプリメントの合法性と倫理性

ここでいう合法性とは、スポーツ用サプリメントがドーピングに当たるか否かという問題である。ドーピングとは、「競技パフォーマンスを人工的かつ不正な方法で向上させる意志を持って、身

体に異質な物質を投与あるいは服用すること、あるいは生理的物質であっても異常な量を摂取したり、異常な経路で体内に入れること」と国際オリンピック委員会により定義されている。このような行為にスポーツ用サプリメントの摂取（特に過剰な）が相当するか否かという点である。

ドーピング物質に指定されていない合法的サプリメントでも（例えばクレアチンや重炭酸ナトリウムのような）、通常の食事で摂取されるよりもかなり多く、サプリメントを用いて意図的に摂取し、スポーツパフォーマンスが高まった場合、ドーピング規則を犯していることになるのであろうか。法的には恐らくシロであるが、アンチドーピングの精神からすると倫理的問題はあるといえるかもしれない。このような場合には、アスリート個人の倫理観が、サプリメント使用の可否を決定する要因となる。

おわりに

スポーツ用サプリメント、特にエルゴジェニックの使用に当たっては、その有効性、安全性、合法性ならびに倫理性に基づいた個人の判断による適切な使用が求められる。自らの判断によって使用の可否が判断できない場合、スポーツ医科学に精通した医師や管理栄養士の指導を仰ぐことが必要である。

..... 文 献

- 1) 世界アンチ・ドーピング機構：2005年禁止リストに関する国際基準，世界アンチ・ドーピング規定，2005年1月1日
- 2) Williams MH 著，樋口 満監訳：スポーツエルゴジェニック—限界突破の栄養・サプリメント戦略，大修館書店，東京，2000
- 3) Wolfe RR：Protein supplements and exercise. *Am J Clin Nutr* 72 (2 Suppl)：551 S-557 S, 2000
- 4) Ivy JL：Dietary strategies to promote glycogen synthesis after exercise. *Can J Appl Physiol* 26 Suppl：S 236-245, 2001
- 5) Applegate E：Effective nutritional ergogenic aids. *Int J Sport Nutr* 9：229-239, 1999
- 6) Dempsey RL, Mazzone MF, Meurer LN：Does oral creatine supplementation improve strength? A meta-analysis. *J Fam Pract* 51：945-951, 2002
- 7) Paluska SA：Caffeine and exercise. *Curr Sports Med Rep* 2：213-219, 2003

生活習慣病予防のための体力

宮地 元彦

独立行政法人 国立健康・栄養研究所

生活習慣病予防のための体力

宮地 元彦

体力とは、身体活動を遂行する能力に関連する多面的な要素（潜在力）の集合体である。それを構成する要素は、①全身持久力、②筋力、③バランス能力、④柔軟性、⑤その他である。今から18年前の平成元年、厚生省（現厚生労働省）により、健康づくりのための望ましい体力（最大酸素摂取量）の基準値が、「健康づくりのための運動所要量」の中で示された（表1）。筆者の文献渉猟の範囲内では、国レベルでの運動ガイドラインにおいて健康づくりのための「体力」の基準値が示されたことは、国際的にみてもはじめてであり、それ以後のあらゆるガイドラインの中にもみることがない。すなわち、当時としては画期的な「体力」基準値の提示であった。

以後、健康づくりのためにどの程度の体力をもつことが望ましいかという問題に関する研究が欧米を中心に行なわれ、生活習慣病発症やそれによる死亡をエンドポイントとした大規模前向き研究を中心にエビデンスが蓄積されてきた。また、中年男性の肥満者の割合が、過去20年間で10%以上増加し、糖尿病を強く疑われる者の割合が過去5年間で7%増加するなど、わが国の疾病構造も大きく変化しつつある。したがって、平成元年にそれまでの研究成果をもとに策定された健康づくりのための望ましい体力の基準値を、現状に照らして再検討することは、意義のあることと考える。

表1 「健康づくりのための運動所要量」に示された最大酸素摂取量の目標値（平成元年策定）

	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	60歳代
男性	41	40	39	38	37
女性	35	34	33	32	31

策定方法：生活習慣病（当時は成人病）、特に冠動脈硬化性危険因子（収縮期および拡張期血圧、血中総コレステロールおよびHDLコレステロール濃度、体脂肪率）と自転車エルゴメータ運動を用いた最大下強度の心拍数、運動強度および最高心拍数から推定された最大酸素摂取量との中央回帰直線を求めた。次に上記冠動脈硬化性危険因子の異常値との交点から、性・年齢別に前述の冠動脈疾患の危険因子すべてが異常値とならない最大酸素摂取量を示したものである。

本稿では、国内外で発表された大規模前向き研究の結果を系統的に読み込み整理（システマティックレビュー）することにより、健康づくり、特に生活習慣病予防に必要な体力はどの程度かについて検討した。なお本稿は、厚生労働省による「健康づくりのための運動所要量策定のためのワーキンググループ」において行なわれた研究・調査の成果をもとに執筆された。

1. システマティックレビュー (系統的文献研究)の方法

1) 検索方法

健康づくりのための運動所要量の主要素である身体活動と体力が生活習慣病発症に与える影響について検討した前向き観察研究(コホート研究)について検索を行なった。

①対象としたデータベース: Pub Medと医学中央雑誌。

②対象とした期間: 2005年4月11日まで。

③検索式: Med Lineでは, (“physical activity” OR exercise OR “physical training” OR fitness) AND (死亡, 冠動脈疾患, 脳卒中, 高血圧, 高脂血症, 糖尿病, 肥満など疾病ごとに選択) AND (follow* OR observation* OR prospective OR longitudinal OR retrospective) Limits: Humansとした。

④対象とした報告: 原著論文。

⑤年齢: 学童期(6歳以上)から高齢期。

⑥対象とした生活習慣病等: 肥満, 高血圧症, 高脂血症, 糖尿病, 脳血管疾患, 循環器病による死亡, 骨粗鬆症, ADL, 総死亡。

2) 文献採用基準

検索して得られた文献から必要な定量的な情報を得ることを目的として, 以下の基準を満たす文献を採用した。

①原則として重度の疾病を有していない者(健康, または軽度の症状で運動が可能な者)を, 長期(原則2年以上)観察し, 死亡率や発症率を体力別に分析した研究。

②定量的方法で測定された体力に関する情報を明示した研究。

③体力の群分けや区分けの方法, カットオフラインの設定が論理的な研究。

④身体活動・運動単独の効果を分析(身体活動・運動以外の要因(性・年齢・喫煙・代謝性危険因子など)を統計的に補正)した研究。

⑤対象者の人数は分析法や測定精度等から判

断。

3) 採用文献数

前向き観察研究のベースライン(研究開始時)に, 全身持久力(心肺体力や最大酸素摂取量)を測定したものが31本, 筋力とその他の体力を測定したものが14本, その他の体力を測定したものは見当たらなかった。日本人を対象とした研究は全45文献のうち, 3つにとどまった。今後日本人を調査対象とした大規模研究が望まれる。

4) データ抽出法

採用された文献の典型的な結果を図1aに示す。Sandvikらのこの研究は, ベースライン時に測定した自転車エルゴメータによる心肺体力をもとに, 被験者数が同じになるように4群に分類した後, 16年間の循環器疾患による累積死亡率を各群で観察し比較したものである。その結果, 心肺体力がもっとも低い群を対照として, 高い群とやや高い群が16年間の死亡リスクが有意に低かった(図1b)。

この研究の場合, 心肺体力がやや高い群とやや低い群の境にあたる心肺体力の値(35.6mL/min/kg)を, 循環器病死亡リスクを低くすると期待できる心肺体力の最低値として抽出する。同時に, ベースライン時の被験者の年齢の中間値(49歳)もしくは平均年齢を抽出する。全身持久力の評価方法はすべての研究で異なるので, 抽出された心肺体力の値は文献に基づき, すべて体重当たりの最大酸素摂取量(〇mL/min/kg)に換算した。図1の文献の場合, 49歳のときに35.6mL/min/kg以上の最大酸素摂取量のある人では, それ未満の人より循環器病死亡リスクが45%あるいは41%であったと要約することができる。

その他の研究に関しても同様の手法で被験者の年齢と最大酸素摂取量の値を抽出した。群を区分するための境界値が示されていない文献の場合は, 苦肉の策として生活習慣病発症・死亡リスクに有意差がでた群の平均値もしくは中間値を抽出した。

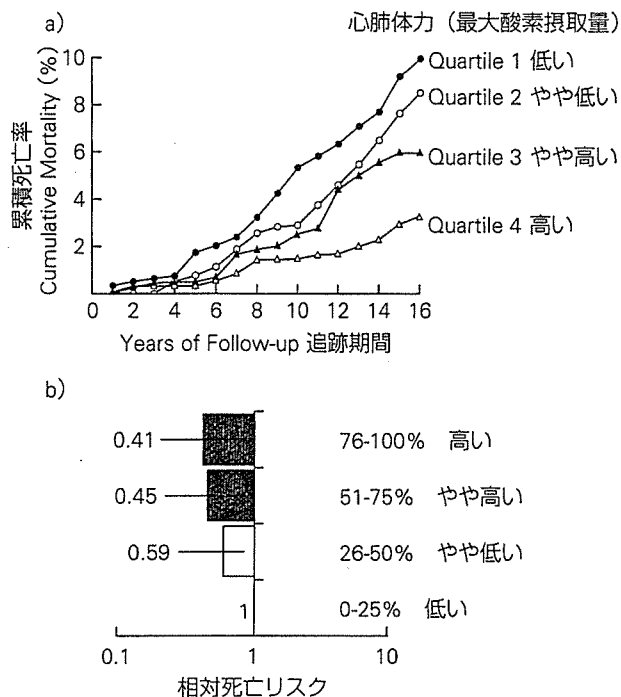


図1 各群の循環器疾患による累積死亡率 (文献9)

ベースライン時に測定したトレッドミル走による心肺体力をもとに、被験者数が同じになるように4群に分類した後、16年間の循環器疾患による累積死亡率を各群で観察し比較した。最大酸素摂取量が低い群に対し、やや高い、高い2群が有意に循環器疾患による相対死亡率が低かった。低い群との間に有意差のあったやや高い群と、やや低い境界の最大酸素摂取量の値を抽出する。

全身持久力以外の体力指標も、死亡・発症リスクに有意差がでる境界値とベースライン時における年齢を抽出した。ここでの有意差やオッズ比は、年齢の他、体重、血圧、血中脂質、血糖などの交絡因子で調整した結果とした。

2. 生活習慣病発症・死亡のリスク減少が期待できる最大酸素摂取量

全身持久力の指標である最大酸素摂取量、もしくはその簡便評価法である心肺体力をベースラインに測定し、その違いによる数年間の追跡期間中の死亡、もしくは生活習慣病発症のリスクを前向きに比較・検討した研究は、男性を対象とした研究が女性の研究よりも4~5倍程度多かった (文献総数31)。総死亡をエンドポイントとした研究

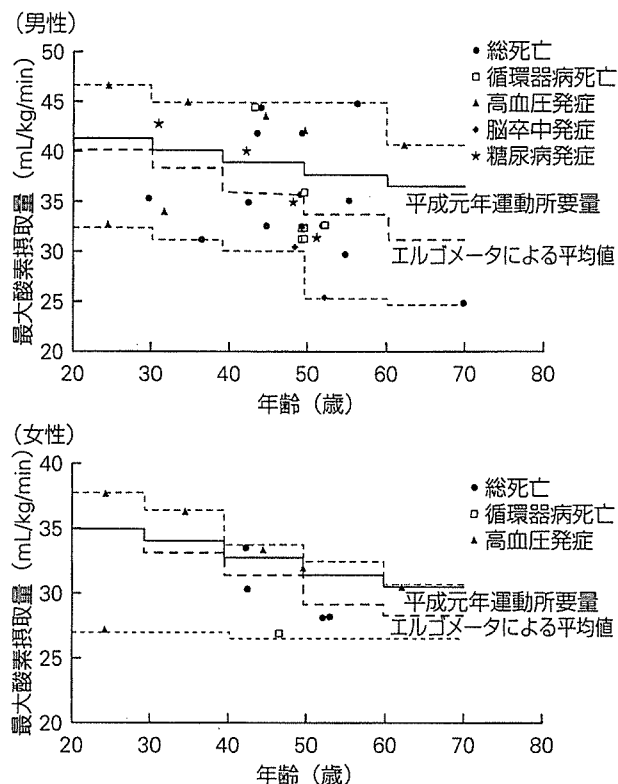


図2 最大酸素摂取量 (縦軸) と年齢 (横軸) の値

生活習慣病発症・死亡のリスク減少が期待できる最大酸素摂取量は、男女とも加齢により低下することがわかる。

は男女とも比較的多かったが、女性では脳卒中や糖尿病の発症をエンドポイントとした研究は見当たらなかった。

前述の手順により抽出された、最大酸素摂取量 (縦軸) と年齢 (横軸) の値を男女別にプロットしたものが図2である。生活習慣病発症・死亡のリスク減少が期待できる最大酸素摂取量は、男女とも加齢により低下することがわかる。加齢による低下の程度は、男性で10歳毎に約1.5mL/min/kgずつ、女性では10歳毎に約1.3mL/min/kgずつであった。厚生省が1993年に行なった調査による日本人の自転車エルゴメータ運動による最大酸素摂取量の平均値は、加齢により男女とも10歳毎に2mL/min/kgずつ低下する (図2破線)。平成元年の運動所要量では男女とも10歳毎に1mL/min/kgずつ低下する (図2実線)。

エンドポイントや最大酸素摂取量測定評価の方法の違いなどもあり、生活習慣病発症・死亡のり

表2 生活習慣病予防のために必要な最大酸素摂取量の世代別・性別の基準値と分布範囲

	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	60歳代
男性	40 33-47	38 31-45	37 30-45	34 26-45	33 25-41
女性	33 27-38	32 27-36	31 26-33	29 26-32	28 26-30

(単位：mL/kg/min)

スク減少が期待できる最低の最大酸素摂取量は、男性で約15mL/min/kg、女性で約5～10mL/min/kgのばらつきが各世代で見られる。前述の自転車エルゴメータで測定した日本人の平均値は、男女ともにこの値のばらつきの中に含まれる(図2破線)。また、平成元年に厚生省により、健康づくりのための望ましい体力(最大酸素摂取量)の基準値が示されたが、男女ともすべての年代で、この値のばらつきの範囲内に含まれる(図2実線)。

以上のデータを要約した結果、生活習慣病発症・死亡のリスク減少が期待できる最大酸素摂取量は、世代別かつ性別に表2下段に示す範囲に分布した。この範囲は、最大酸素摂取量による生活習慣病の予防効果が、少なくともひとつの研究で明らかになった値の範囲である。これらの各性別・年代別での最低値と最高値の間に、生活習慣病予防のための最大酸素摂取量の基準値が定められることが適当である。そこで、それらの世代別・性別の平均値を求め、最大酸素摂取量の基準値とした(表2上段)。

今回の方法で抽出した最大酸素摂取量よりも低い最大酸素摂取量を有する者の死亡、もしくは生活習慣病発症のリスクは高い者の約2倍程度である。逆に高い者のリスクは低い者の約0.5倍であった。また、最大酸素摂取量が高ければ高いほどリスクが減るという結果と、もっとも低い者(下位25%)以外はリスクの低下の程度に違いがないという結果を示す文献がほぼ半々であった。したがって、個々人の最大酸素摂取量が表2の範囲よりも低い場合は、まずこの範囲に入ることを

目指す必要がある。また、基準値よりも低い場合は、基準値を目指すことを提示するものである。さらに、最大酸素摂取量が基準値および範囲より高い場合においても、体力向上による生活習慣病予防の効果が確実になるように運動・身体活動に取り組むことが望ましい。

3. 死亡リスク減少が期待できる筋力

筋力をベースラインに測定し、その後の死亡リスクの違いを前向きに比較・検討した研究が10文献みられたが、各研究で筋力の測定部位や方法が異なっていた。握力、上体起こし、腕立て伏せ、垂直跳び、10m歩行など、さまざまな筋力指標が用いられている。これらの中では握力がかつても多用されていた。全身持久力における最大酸素摂取量のような、全身の筋力を総合的に評価できる標準的な方法が確立されていないといえる。

男性を対象とした研究では、筋力が高い者が低い者よりも有意に総死亡リスクが低いとの報告が多かったが、女性では筋力は総死亡リスクに関連しないとの報告が多かった。男女をあわせて検討した研究では、すべての研究で筋力が高い者が低い者よりも有意に総死亡リスクが低かった。

本レビューで扱った研究の筋力測定方法は多岐にわたるが、どの筋力測定値でもそれぞれの集団のおおむね平均以上の値を有する者で有意に総死亡リスクが減少した。また、骨粗鬆症・骨折の予防という観点からも、一定の筋力をもつことは重要である。

筋力・筋量は加齢により低下する。また、総死亡や骨粗鬆症に伴う骨折のリスクの減少がおおむねそれぞれの研究の集団における平均以上でみられることから、定性的ではあるが、筋力を現在の日本人の各年代の平均値以上に保つことをひとつの基準とすることは可能であると考えられる。

4. 体力と運動量・身体活動量との関係

前述の通り、全身持久力を中心とした体力が生

活習慣病のリスクに関連するという研究に加え、運動・身体活動量もこれらと関連するという研究は体力以上に多く存在する。今回と運動・身体活動量に関するレビューの結果から、体力が高いことは、運動・身体活動量が多いことと比較して、より強力に生活習慣病リスクを減少させる。運動・身体活動量の評価が質問紙などにより、体力測定と比較して再現性や妥当性が十分でないことが原因のひとつと考えられている。さらに、高強度(6METs)以上の運動の習慣的実施量は体力と関連していることから、運動習慣→体力向上→生活習慣病予防のような因果関係があることも要因と考えられる。しかしながら、体力と運動・身体活動量を同時に評価し、それぞれが独立してどの程度死亡や生活習慣病の発症に寄与するか否かについて検討した研究はきわめて少ない。

おわりに

体力と生活習慣病リスクとの関係を検討した大規模前向き縦断研究のシステマティックレビューの結果、以下のことが明らかとなった。

①生活習慣病予防のために必要な全身持久力について最大酸素摂取量を指標とし、その基準値と望ましい範囲を世代別・性別に示した。基準値あるいは範囲を上回る最大酸素摂取量を有することで、死亡ならびに生活習慣病発症のリスクを減らすことができる。

②生活習慣病予防のための筋力は、評価指標が定まっていないが、筋力を現在の日本人の各年代の平均値以上に保つことで死亡リスクを減らすことができる。

以上から、安全かつ効果的な運動指導を行なう目的に加えて、生活習慣病のリスクを知るために、正しい体力の評価が実施されることが望まれる。

[文 献]

・生活習慣病予防に必要な体力(最大酸素摂取量)決定に参考とした文献

1) Blair SN, et al.: Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and

women. *JAMA*, 252 : 487—490, 1984

2) Ekelund LG, et al.: Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men. The Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study. *N Engl J Med*, 319 : 1379—1384, 1988

3) Blair SN, et al.: Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*, 262 : 2395—2401, 1989

4) Blair SN, et al.: Physical fitness and all-cause mortality in hypertensive men. *Ann Med*, 23 : 307—312, 1991

5) Blair SN, et al.: How much physical activity is good for health? *Annu Rev Public Health*, 13 : 99—126, 1992

6) Hein HO, et al.: Physical fitness or physical activity as a predictor of ischaemic heart disease? A 17-year follow-up in the Copenhagen Male Study. *J Intern Med*, 232 : 471—479, 1992

7) Kohl HW, et al.: Cardiorespiratory fitness, glycemic status, and mortality risk in men. *Diabetes Care*, 15 : 184—192, 1992

8) Blnd all-cause mortality in women : do women need to be active? *J Am Coll Nutr*, 12 : 368—371, 1993

9) Sandvik L, et al.: Physical fitness as a predictor of mortality among healthy, middle-aged Norwegian men. *N Engl J Med*, 328 : 533—537, 1993

10) Sawada S, et al.: Five year prospective study on blood pressure and maximal oxygen uptake. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 20 : 483—487, 1993

11) Blair SN, et al.: Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*, 273 : 1093—1098, 1995

12) Blair SN, et al.: Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*, 276 : 205—210, 1996

13) Kampert JB, et al.: Physical activity, physical fitness, and all-cause and cancer mortality : a prospective study of men and women. *Ann Epidemiol*, 6 : 452—457, 1996

14) Lynch J, et al.: Moderately intense physical activities and high levels of cardiorespiratory fitness reduce the risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in middle-aged men. *Arch Intern Med*, 156 : 1307—1314, 1996

15) Lee CD, et al.: US weight guidelines : is it also important to consider cardiorespiratory fitness? *Int J Obes Relat Metab Disord*, 22 (Suppl 2) : S2

- S7, 1998
- 16) Lee CD, et al.: Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr*, 69 : 373—380, 1999
 - 17) Wei M, et al.: The association between cardiorespiratory fitness and impaired fasting glucose and type 2 diabetes mellitus in men. *Ann Intern Med*, 130 : 89—96, 1999
 - 18) 澤田 享ほか：日本人男性における有酸素能力と生命予後に関する縦断的研究. *日公衛誌*, 46 : 113—121, 1999
 - 19) Lakka TA, et al.: Cardiorespiratory fitness and the progression of carotid atherosclerosis in middle-aged men. *Ann Intern Med*, 134 : 12—20, 2001
 - 20) Laukkanen JA, et al.: Cardiovascular fitness as a predictor of mortality in men. *Arch Intern Med*, 161 : 825—831, 2001
 - 21) Farrell SW, et al.: The relation of body mass index, cardiorespiratory fitness, and all-cause mortality in women. *Obes Res*, 10 : 417—423, 2002
 - 22) Myers J, et al.: Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*, 346 : 793—801, 2002
 - 23) Carnethon MR, et al.: Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA*, 290 : 3092—3100, 2003
 - 24) Evenson KR, et al.: The effect of cardiorespiratory fitness and obesity on cancer mortality in women and men. *Med Sci Sports Exerc*, 35 : 270—277, 2003
 - 25) Gulati M, et al.: Exercise capacity and the risk of death in women : the St James Women Take Heart Project. *Circulation*, 108 : 1554—1559, 2003
 - 26) Kurl S, et al.: Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Arch Intern Med*, 163 : 1682—1688, 2003
 - 27) Mora S, et al.: Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women : a 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *JAMA*, 290 : 1600—1607, 2003
 - 28) Sawada S, et al.: Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes : prospective study of Japanese men. *Diabetes Care*, 26 : 2918—2922, 2003
 - 29) Church TS, et al.: Exercise capacity and body composition as predictors of mortality among men with diabetes. *Diabetes Care*, 27 : 83—88, 2004
 - 30) Katzmarzyk PT, et al.: Cardiorespiratory fitness attenuates the effects of the metabolic syndrome on all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Arch Intern Med*, 164 : 1092—1097, 2004
 - 31) Stevens J, et al.: Associations of fitness and fatness with mortality in Russian and American men in the lipids research clinics study. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28 : 1463—1470, 2004
- ・健康の維持・増進に必要な体力（筋力，その他）決定に参考とした文献
- a) Fujita Y, et al.: Physical-strength tests and mortality among visitors to health-promotion centers in Japan. *J Clin Epidemiol*, 48 : 1349—1359, 1995
 - b) Nguyen TV, et al.: Risk factors for osteoporotic fractures in elderly men. *Am J Epidemiol*, 144 : 255—263, 1996
 - c) Seeley DG, et al.: Predictors of ankle and foot fractures in older women. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Bone Miner Res*, 11 : 1347—1355, 1996
 - d) Schroll M, et al.: Predictors of five-year functional ability in a longitudinal survey of men and women aged 75 to 80. The 1914-population in Glostrup, Denmark. *Aging (Milano)*, 9 : 143—152, 1997
 - e) Rantanen T, et al.: Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. *J Appl Physiol*, 85 : 2047—2053, 1998
 - f) Anstey KJ, et al.: Demographic, health, cognitive, and sensory variables as predictors of mortality in very old adults. *Psychol Aging*, 16 : 3—11, 2001
 - g) Al Snih S, et al.: Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans. *J Am Geriatr Soc*, 50 : 1250—1256, 2002
 - h) Katzmarzyk PT, et al.: Musculoskeletal fitness and risk of mortality. *Med Sci Sports Exerc*, 34 : 740—744, 2002
 - i) Lee SH, et al.: Risk factors for fractures of the proximal humerus : results from the EPIDOS prospective study. *J Bone Miner Res*, 17 : 817—825, 2002
 - j) Metter EJ, et al.: Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57 : B359—B365, 2002
 - k) Albrand G, et al.: Independent predictors of all

- osteoporosis-related fractures in healthy postmenopausal women : the OFELY study. *Bone*, 32 : 78—85, 2003
- l) specific and total mortality in older disabled women : exploring the mechanism. *J Am Geriatr Soc*, 51 : 636—641, 2003
- m) Stel VS, et al.: Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. *J Clin Epidemiol*, 56 : 659—668, 2003
- n) Metter EJ, et al.: Arm-cranking muscle power and arm isometric muscle strength are independent predictors of all-cause mortality in men. *J Appl Physiol*, 96 : 814—821, 2004

特集【身体資源の新しい指標とその可塑性】

血管

「動脈弾性の評価とその可塑性」

宮地 元彦

平成18年8月

特集【身体資源の新しい指標とその可塑性】

血管

「動脈弾性の評価とその可塑性」

宮地 元彦*

I. 血管・動脈の物理的特性と評価方法

血管は内膜・中膜・外膜の3層で構成され、血管内皮細胞、血管平滑筋、コラーゲンやエラスチンといった弾性繊維で形成されている。これらの比率の違いなどの血管壁の構造的・組織化学的特性や、自律神経や内皮機能により調節される血管壁のトーンにより、血管の物理的特性が変わってくる。血管壁をはじめとする生体材料では、多くの状態のもとで、弾性 (elasticity) と粘性 (viscosity) の両者の挙動を示すことが知られており、これらの特性をまとめて粘弾性 (viscoelasticity) という。血管粘弾性は、血管壁にかかる圧と血管壁の伸展長の変化の関係から得られるリサージュ曲線から、解析することができる (図1)。評価方法の安全性や、再現性・妥当性の問題により、人を対象とした臨床的・生理学的研究においては、血管の粘性に関する研究が極めて少ない。一方で、弾性に関する研究は、近年多くの生理学的、臨床的知見が得られている。

胸腹部に位置する比較的太い動脈 (以後、中心動脈) は、左心室の収縮期における受動的膨張と拡張期での弾

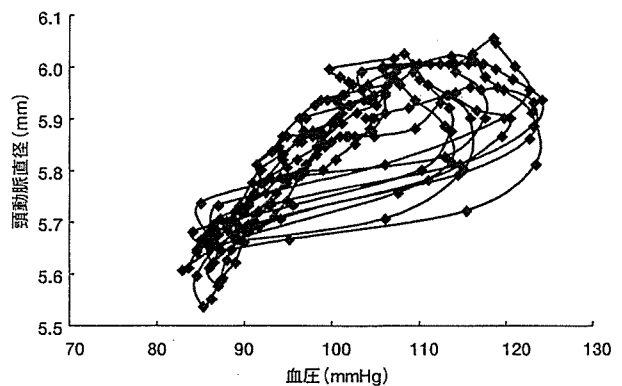


図1 動脈圧と血管壁の伸展長の変化の関係から得られるリサージュ曲線
極めて簡単にイメージすると、この曲線の接線の傾きの平均が弾性、曲線に囲まれた部分の面積が粘性と考えて良い

性反動によって、左心室駆出による拍動を緩衝する。この中心動脈の弾性機能は大動脈レベルでの脈動流を毛細血管レベルで定常流に変換させる作用を持つ¹³⁾。動脈の弾性機能を評価する方法は様々な方法が提唱され、活用されている (表1)。超音波法、脈波速度、圧波形解析の3つの方法に大別することができる¹⁴⁾。超音波法は動脈の直径や横断面積を直接的に観察することからこれらの方法の中でも標準法と定義されている。また、脈波速度や圧波形解析も、非侵襲的で簡便なことから、循環生理学や循環器病学の分野、特に検診や大規模疫学調査などに活用されている。

* (独) 国立健康栄養研究所健康増進プログラム
運動ガイドラインプロジェクトリーダー
〒162-8636 東京都新宿区戸山1-23-1
E-mail: miyachi@nih.go.jp

表1 動脈弾性を評価する指標

測定項目	定義	測定方法
脈派速度 (PWV)	動脈を脈波が伝播する速度: 距離・伝播時間 (cm/秒)	脈波 (圧、血流、容積)
Augmentation Index (AI)	動脈圧波形の収縮期第二波と第一波の高さの比	圧脈波解析
動脈伸展性	血圧変化に対する動脈直径の相対的変化: $\Delta D / (\Delta P \times D)$ (mmHg) 血圧の変化に対する動脈直径もしくは横断面積の絶対量の変化: $\Delta D /$	超音波+血圧
動脈コンプライアンス	ΔP (cm/mmHg, cm^2/mmHg) 収縮期と拡張期血圧の比の対数を血管直径の相対変化で除した値:	超音波+血圧
β ステイフネスインデックス	$\ln(P_s/P_d) / \{(D_s - D_d) / D_d\}$	超音波+血圧

II. 動脈弾性評価の運動生理学的意義

運動不足のうえ加齢した場合によく見られる緩衝機能の減少 (弾性の減少) は、収縮期血圧や脈圧、動脈インピーダンス、左心室壁応力の増加、あるいは動脈圧反射感受性の低下など、全身の心臓血管機能や循環器病リスクに好ましくない影響を及ぼす。疫学調査の結果から、中心動脈弾性の減少は将来の心臓血管病の独立した危険因子であることが示されている⁴⁾。

習慣的な身体活動は加齢による循環器病の予防や治療

の重要な一要素とされている¹⁷⁾。米国コロラド大学の研究室をはじめ、各国の複数グループの報告によると、習慣的な有酸素性運動は加齢による動脈弾性の減少を抑制し、運動習慣歴のない中高齢者の高い動脈弾性を部分的に改善することが明らかとなっている (図2)^{20, 21)}。この他に頻繁に問題とされる研究テーマとして、もう一つの運動様式であるレジスタンストレーニング (いわゆる筋力トレーニング) が動脈弾性に好ましい効果を及ぼすか否かということである。

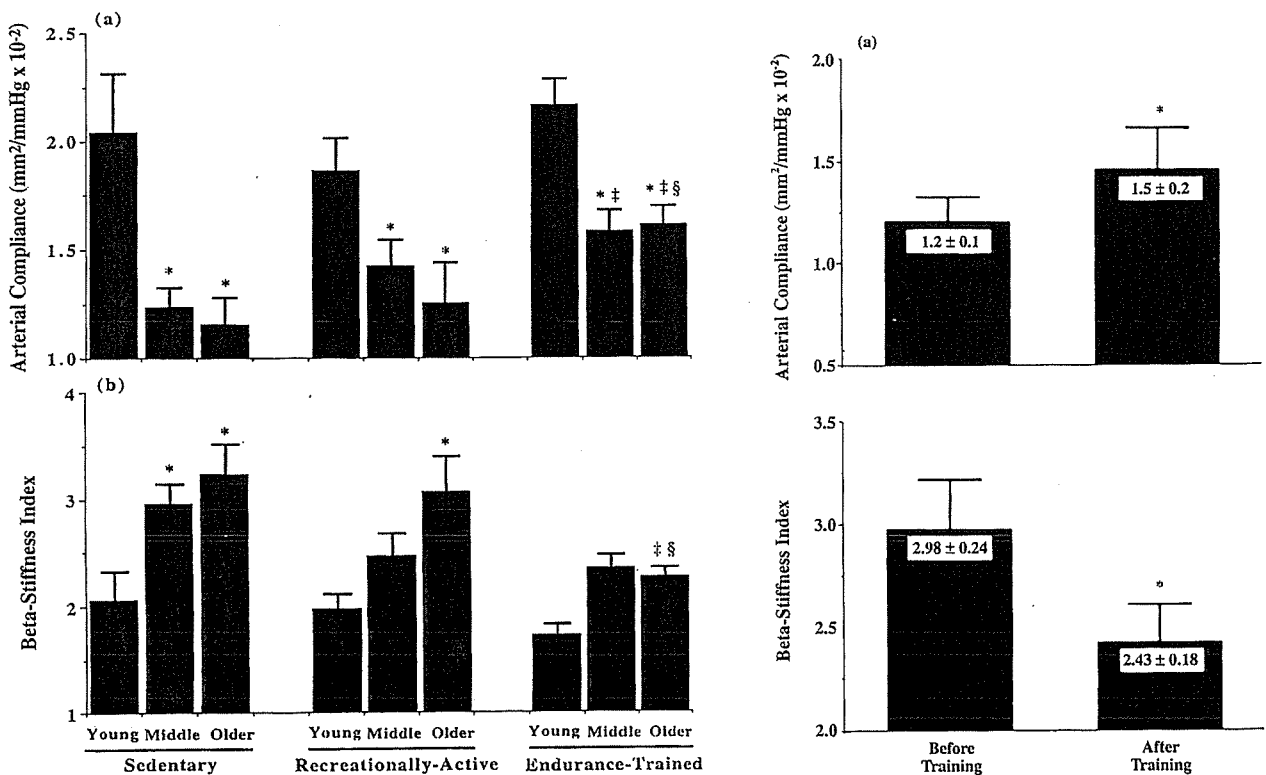


図2 左: 加齢と運動習慣と動脈コンプライアンス, スティフネスとの関係, 右: 数ヶ月の中強度トレーニングによる動脈コンプライアンス, スティフネスの変化 (Tanaka et al. Circulation 2000より引用)

Ⅲ. 筋力トレーニングと動脈弾性：横断的研究

1990年以前は、筋力トレーニングは筋力やパワー、筋量増加に関する意義だけが強調されていた。最近では、米国スポーツ医学会（ACSM）などによる声明^{1, 10)}において、予防や治療のための身体活動の一つとして筋力トレーニングを習慣的に実施することが推奨されている。これらは、主に骨粗鬆症や筋量低下の予防に対する筋力トレーニングの効果に関する知見と、代謝性の危険因子の改善に関する最近の知見に基づいている。しかし、2000年以前は、筋力トレーニングが心臓血管病の独立した危険因子である動脈弾性にどのような影響を及ぼしているかは十分に明らかになっていなかった。

筋力トレーニングによって引き起こされる循環機能の適応の中でも、左心室の求心性肥大は古くから多く報告されている^{8, 9)}。心室心筋（中隔、後壁）の肥厚が特徴的で、高血圧患者に見られる代償性の心肥大とその形態的特徴が一致している。同じスポーツ心臓でも、有酸素性トレーニングを多く積んだマラソンランナーのような持久的アスリートで見られる左心室内腔容積の拡大による心肥大¹⁰⁾とは、形態的に明らかに異なる。筋力トレーニングは有酸素性トレーニングよりも血圧の上昇が著しい。心拍出量あるいは活動筋への血流量は、筋力トレーニングでは有酸素性トレーニングよりも少ない。これらの筋力トレーニングと有酸素性トレーニング実施中の血行動態の違いが、心肥大の形態的特徴の違いの物理的要因として考えられる。



図3 超音波法とアプラネーショントノメトリーを組み合わせた頸動脈弾性評価法

左心室と同様に血圧や血流量といった力学的刺激を受ける動脈でも、筋力トレーニングが有酸素性トレーニングとは異なる適応を引き起こすことは十分に考えられることである。筋力トレーニングと動脈の弾性との関係について初めて明らかにしたのは、Bertovicら²⁾による1999年の横断的研究である。競技参加のための筋力トレーニングを定期的に行っている若い男性（ウェイトリフターやボディビルダー）の全身動脈コンプライアンス（代表的な動脈弾性の指標）や大動脈スティフネスを同年代の非活動的な男性と比較した研究である。これによると、ウェイトリフターやボディビルダーの全身動脈コンプライアンスは、非活動的な男性よりも低い（大動脈スティフネスは高い）水準にあることが示された。さらにこの研究は、ウェイトリフターやボディビルダーの収縮期血圧や脈圧が非活動的な男性よりも高いことも示し、あらゆる身体活動が心臓血管疾患の一次予防に効果的であると考えていた我々を驚かせた。

Bertovicら²⁾の研究で解決されていない問題の一つに、「加齢と筋力トレーニングが動脈弾性にどのような相互作用を与えるか？」があげられる。加齢に伴う筋力や生活機能の低下を予防するために、中高齢者に対して筋力トレーニングを実施させることが奨められているのであるから、中高齢者にも視点を置くことは重要である。そこで我々は、先行研究に基づいて、定期的な筋力トレーニングが若者、中高齢者のいずれの年齢においても中心動脈弾性を減少させるであろうと仮説を立て、横断的な研究を試みた¹¹⁾。

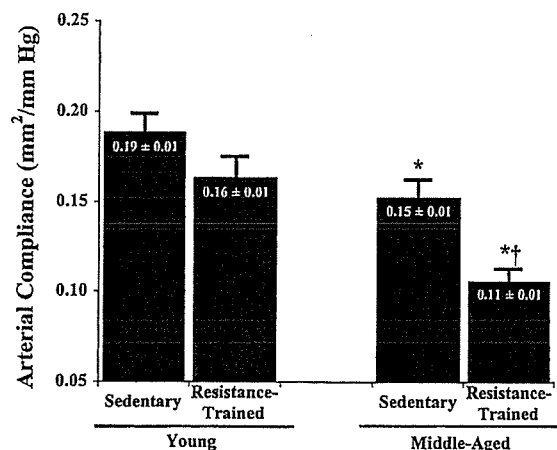


図4 加齢と筋トレと頸動脈コンプライアンスとの関係 (Miyachi et al. Hypertension 2003)

20~30才の若者で筋力トレーニングを実施している者と身体活動習慣のない者、40~60才の中年者で筋力トレーニングを実施している者と身体活動習慣のない者の4群、あわせて62名の健康な男性が本研究に参加した。頸動脈の縦断超音波動画と頸動脈におけるアプラネーショントノメリーの組み合わせにより、非侵襲的に動脈弾性を評価した（詳細は図3参照）^{5,6)}。結果の要約を図4に示す。頸動脈弾性は、若者よりも中年者の方が有意に小さい値を示した。頸動脈の弾性は若者・中年者共に筋トレ実施群が、対照群よりも有意に低い値を示した。また、若者・中年者共に筋トレ実施群の左心室の肥大指数が、対照群よりも有意に高い値を示した。これらの知見は、有酸素性の運動トレーニングで得られる好ましい効果とは対照的に、筋力トレーニングが加齢に伴う中心動脈の弾性低下を助長することを示唆している。

IV. 縦断的研究

前述の横断的研究の成果を確認するために、若者を対象に縦断的な介入研究を行った。4ヶ月のレジスタンストレーニングが動脈弾性を低下させるという仮説に基づき無作為割付介入研究を実施した。この仮説の妥当性をさらに検討するために4ヶ月のトレーニング期間の後に4ヶ月の脱トレーニング期間を定めた。脱トレ期間にレジスタンスエクササイズによる刺激がなくなることで、低下した動脈弾性がトレーニング前の水準に回復すると考えた。

28名の被験者を介入群14名と対照群14名の2群に無作為に分類した。介入群は4ヶ月間のレジスタンストレーニングを実施した。トレーニングの内容は、頻度：週3回、強度：80%最大挙上重量、挙上回数8~12回×3セット、6種目の全身を鍛えるトレーニング（ベンチプレス、ラットプルダウン、レッグエクステンション、レッグカール、スクワット、アブドミナルベンド）であった。4ヶ月のトレーニング期間終了後、全ての介入群の被験者は4ヶ月の脱トレ期間に入った。対照群は8ヶ月間の介入期間中、介入期間前と同じ生活を送った。中心動脈（頸動脈）のコンプライアンスを、超音波法とトノメリーの組み合わせで測定した。

4ヶ月のレジスタンストレーニングにより介入群の筋力は全ての種目で20~30%の有意な筋力増加が見られ

た。わずか2ヶ月のレジスタンストレーニング介入により、介入群の頸動脈のコンプライアンスが有意に低下した。さらに2ヶ月の介入では、コンプライアンスは変化しなかった（図5上参照）。さらに、トレーニング介入後の2~4ヶ月の脱トレ期間に、介入群で低下した頸動脈コンプライアンスが介入前の値に完全に戻った（図5上）。動脈スティフネスに関してはコンプライアンスとはほぼ反対の変化を示した（図5下）。対照群ではこのような変化は見られなかった。この結果から、介入群で見られた中心動脈のコンプライアンスの低下は、レジスタンストレーニングに依存したものであることが確認された。

本研究の結果がレジスタンストレーニングを実施する人々の意欲を阻害するかもしれないと危惧している。強

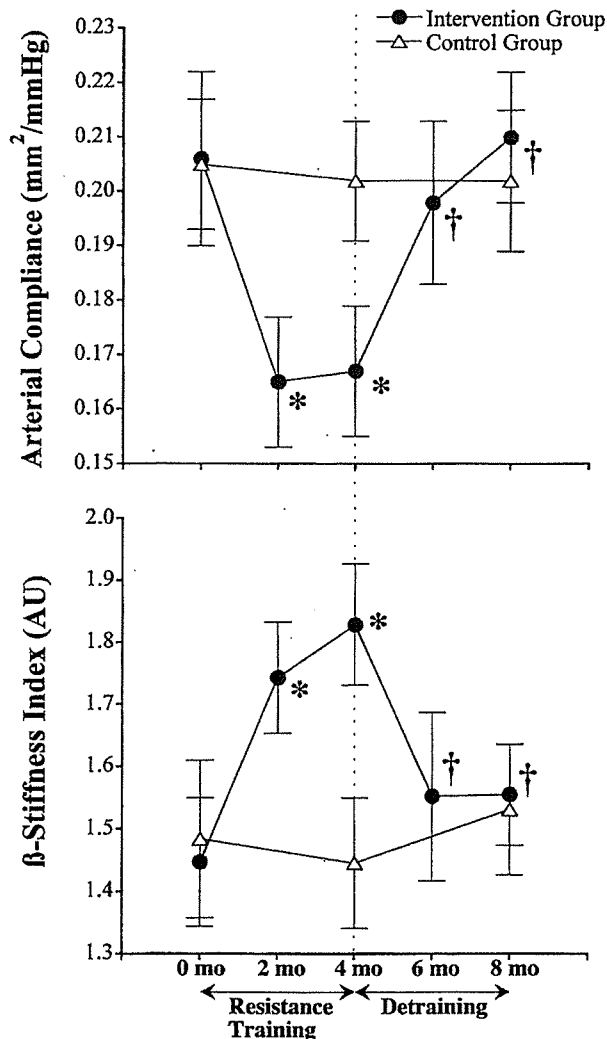


図5 4ヶ月間の高強度筋力トレーニングとその後の4ヶ月間の脱トレが、頸動脈コンプライアンス（上）とスティフネス（下）に及ぼす影響（Miyachi et al. Circulation 2004）

調しておかねばならないのは、本研究で用いられたレジスタンストレーニングプログラムは、ADAやAHA等の健康増進関連団体により推奨されている内容より、強度、頻度、量が大きいという点である。レジスタンストレーニングには生活機能や自立度を高め、骨粗鬆症を予防するという効果があるがあるので、特に高齢者には推奨されるべきである。しかし、有酸素性トレーニングが中心動脈に及ぼす好ましい効果とは対照的に、数ヶ月のレジスタンストレーニング健康な人の中心動脈コンプライアンスを低下させることが示された。この研究の成果は、強いレジスタンストレーニングを、特に循環器病のリスクが高い人に実施させる場合には注意が必要であることを示唆している。

V. 動脈適応のメカニズム

筋力トレーニングによる中心動脈弾性低下の生理学的メカニズムをどう説明できるだろうか？一つの適当な説明として、高強度の静的運動による心胸部における動脈血圧の急激で断続的な上昇の結果、動脈壁の平滑筋量や張力を支えるコラーゲンとエラスチンを増加させたかもしれない。一過性の高強度筋力発揮の間、動脈血圧は320/250mmHg程度に上昇することが知られている¹⁰。かなり高強度の有酸素性の運動でも、収縮期血圧が200mmHgに増加し、拡張期血圧に関しては変化しないかむしろ10mmHgほど低下する。動物実験における所見によると、局所的な圧の上昇が動脈壁における平滑筋の肥大と細胞外基質の合成を活性化させることが報告されている^{3,7}。他の見込まれる血管壁の構造的・組織化学的メカニズムとして、動脈壁でのプロテオグリカンの形成やコラーゲンのクロスリンクの増加も関与するかもしれない²⁰。

血管壁トーンの調節に関与する生理学的メカニズムとして、筋力トレーニングを行っている男性において交感神経アドレナリン作用性の血管収縮作用がより強く動脈壁に長期的に作用することによって、動脈弾性低下に作用するかもしれない¹⁹。また、筋力トレーニングによる血管内皮によるエンドセリン分泌増加が動脈弾性低下に作用する可能性が、最近の横断研究により示唆されている¹⁵。

動脈の硬化度が増すことと動脈壁の肥大は、破裂の危

険に対して動脈壁を強くする有益な適応なのか、あるいは心血管疾患の危険を増加させる不可逆的な病理的な適応なのか、あるいはその両方なのかについては討論の余地がある。多くの運動に対する生理学的反応・適応がこのようなケースに当てはまる。例えば、交感神経活動とエピネフリンの増加は、戦いで外傷の際に凝血の促進と失血を最小限にするためには有益な反応を起こす一方で、動脈血圧の上昇と、それが長期にわたればと高血圧につながるであろう。習慣的な筋力トレーニングによる中心動脈ステイフネス増加の根本的な生理学的メカニズムやその意義を明らかにするためにはさらなる研究が必要である。

VI. 動脈弾性を低下させない筋トレ法

我々の今までの筋トレ研究は、長年筋トレに取り組んだ競技者や、競技力向上を目的とした高強度の筋トレ法を用いているため、血圧上昇があまり大きくないと考えられる比較的弱い強度の筋トレであれば、動脈弾性の低下が抑制できるかもしれないと考えた。さらに、有酸素性トレーニングは、筋力トレーニングとは対照的に、動脈弾性を増加させる好ましい効果があることから、有酸素性トレーニングと筋トレを同時に行なうコンバインドトレーニングでは、筋トレの動脈弾性低下が抑制できると仮説を立てた。そこで、この2つのトレーニングが動脈弾性に及ぼす影響を探った。

中強度筋トレ群では、強度が50%1RMの中強度筋トレを、先行研究と同じ内容で量が等しくなるように行なった。コンバインドトレーニング群では、前述の高強度筋トレプログラムの後に、30分間の60%HRmax強度のジョギングを行なった。トレーニング期間は4ヶ月、その後脱トレ期間4ヶ月をおいた。

その結果、図6に示すように、中強度の筋トレ介入では、先行研究の高強度筋トレ介入と同程度の頸動脈コンプライアンスの低下が誘発された。一方で、コンバインドトレーニング群では、頸動脈コンプライアンスが増加する傾向が見られた。両群とも、脱トレ期間中に、介入開始前の頸動脈コンプライアンス水準に戻った。コントロール群では8ヶ月間このような変化は見られなかった。

この結果は、有酸素性トレーニングを筋トレと同時に

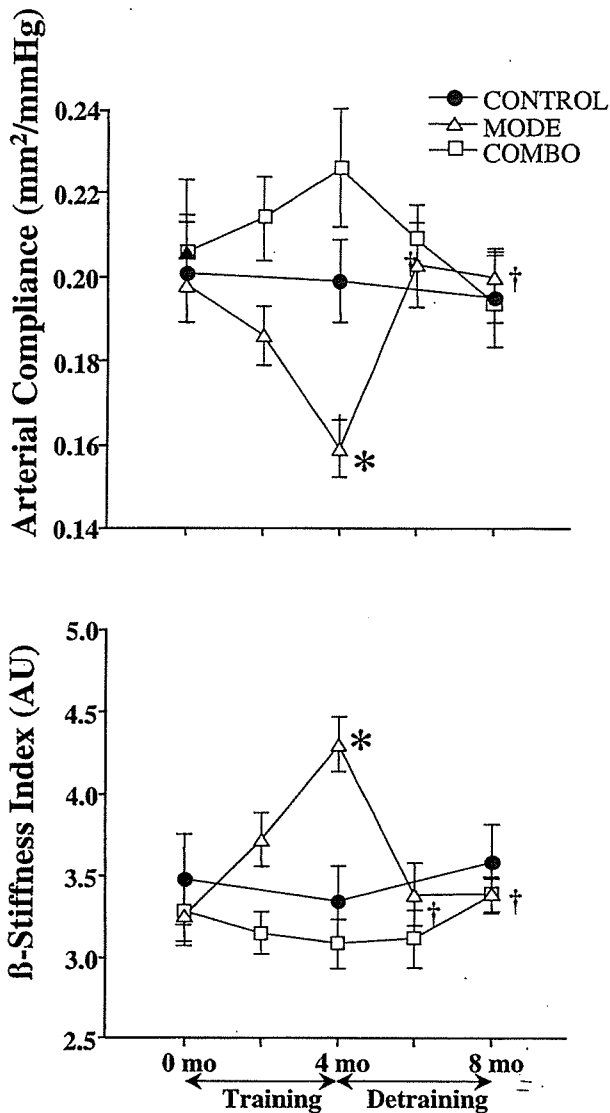


図6 4ヶ月間の中強度筋力トレーニングと、高強度筋力トレーニングと有酸素性トレーニングのコンバインドトレーニング、およびその後の4ヶ月間の脱トレが、頸動脈コンプライアンス(上)とスティフネス(下)に及ぼす影響(Kawano, Miyachi, Tanaka J Hypertens 2006 in press)

ことを示唆している。中強度トレーニングよりも筋力増加大きく、得られる効果が大い (Kawano and Miyachi, J Hypertens, in press)。

さらに、他の研究グループも興味深い結果を報告している。一般に行われる短縮性筋トレではなく、伸長性筋収縮を用いたトレーニングがPWVで測定した動脈スティフネスに及ぼす影響を検討した。その結果、通常の短縮性筋トレでは、全身PWVが増加したが、伸長性筋トレ群と対照群ではこの低下が見られなかった。すなわ

ち、伸長性筋トレでは、通常の筋トレで見られる動脈弾性の低下が抑制されるということが示唆された¹⁴⁾。

Ⅶ. 展望

近年の血管弾性の評価方法の発達と確立により、血管の弾性に運動が及ぼす効果に関する研究は急速に進んだ。一方で冒頭でも述べた通り、血管壁の物理的特性の1つである粘性に関しては、評価法が確立していないことにより、運動生理学やバイオメカニクスの分野のみならず、循環生理学や循環器病学の分野においても、ほとんど研究が進んでいないのが現状である。弾性だけで血管の特性を語るのではなく、粘性を含めた血管の粘弾性を総合的に評価することにより、血管に対する新しい理解とパラダイムが構築できると考える。

引用文献

- 1) American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 30: 992-1008., 1998.
- 2) Bertovic DA, Waddell TK, Gatzka CD, Cameron JD, Dart AM, and Kingwell BA. Muscular strength training is associated with low arterial compliance and high pulse pressure. *Hypertension* 33: 1385-1391., 1999.
- 3) Dobrin PB. Mechanical factors associated with the development of intimal and medial thickening in vein grafts subjected to arterial pressure. A model of arteries exposed to hypertension. *Hypertension* 26: 38-43, 1995.
- 4) Hodes RJ, Lakatta EG, and McNeil CT. Another modifiable risk factor for cardiovascular disease? Some evidence points to arterial stiffness. *J Am Geriatr Soc* 43: 581-582., 1995.
- 5) Kelly R, Hayward C, Avolio A, and O'Rourke M. Noninvasive determination of age-related changes in the human arterial pulse. *Circulation* 80: 1652-1659, 1989.
- 6) Lage SG, Polak JF, O'Leary DH, and Creager MA. Relationship of arterial compliance to baroreflex function in hypertensive patients. *Am J Physiol* 265: H232-237., 1993.
- 7) Leung DY, Glagov S, and Mathews MB. Cyclic stretching stimulates synthesis of matrix components by arterial smooth muscle cells in vitro. *Science* 191: 475-477, 1976.
- 8) Longhurst JC, Kelly AR, Gonyea WJ, and Mitchell JH. Echocardiographic left ventricular masses in distance runners and weight lifters. *J Appl Physiol* 48: 154-162., 1980.
- 9) Longhurst JC and Stebbins CL. The power athlete. *Cardiol Clin* 15: 413-429, 1997.
- 10) MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, and Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance

- exercise. *J Appl Physiol* 58: 785-790, 1985.
- 11) Miyachi M, Donato AJ, Yamamoto K, Takahashi K, Gates PE, Moreau KL, and Tanaka H. Greater age-related reductions in central arterial compliance in resistance-trained men. *Hypertension* 41: 130-135, 2003.
 - 12) Morganroth J, Maron BJ, Henry WL, and Epstein SE. Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. *Ann Intern Med* 82: 521-524, 1975.
 - 13) Nichols W, O'Rourke MF. *McDonald's Blood Flow in Arteries: Theoretical, Experimental and Clinical Principles*. London, UK: Arnold, 1998.
 - 14) Okamoto T, Masuhara M, and Ikuta K. Effects of eccentric and concentric resistance training on arterial stiffness. *J Hum Hypertens* 20: 348-354, 2006.
 - 15) Otsuki T, Maeda S, Iemitsu M, Saito Y, Tanimura Y, Ajisaka R, Goto K, and Miyauchi T. Effects of athletic strength and endurance exercise training in young humans on plasma endothelin-1 concentration and arterial distensibility. *Exp Biol Med (Maywood)* 231: 789-793, 2006.
 - 16) Parati G and Bernardi L. How to assess arterial compliance in humans. *J Hypertens* 24: 1009-1012, 2006.
 - 17) Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, and et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Jama* 273: 402-407, 1995.
 - 18) Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, Limacher M, Pina IL, Stein RA, Williams M, and Bazzarre T. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 101: 828-833, 2000.
 - 19) Pratley R, Nicklas B, Rubin M, Miller J, Smith A, Smith M, Hurley B, and Goldberg A. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. *J Appl Physiol* 76: 133-137, 1994.
 - 20) Tanaka H, Dinunno FA, Monahan KD, Clevenger CM, DeSouza CA, and Seals DR. Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation* 102: 1270-1275, 2000.
 - 21) Vaitkevicius PV, Fleg JL, Engel JH, O'Connor FC, Wright JG, Lakatta LE, Yin FC, and Lakatta EG. Effects of age and aerobic capacity on arterial stiffness in healthy adults. *Circulation* 88: 1456-1462, 1993.
 - 22) Vaitkevicius PV, Lane M, Spurgeon H, Ingram DK, Roth GS, Egan JJ, Vasani S, Wagle DR, Ulrich P, Brines M, Wuerth JP, Cerami A, and Lakatta EG. A cross-link breaker has sustained effects on arterial and ventricular properties in older rhesus monkeys. *Proc Natl Acad Sci U S A* 98: 1171-1175, 2001.

Medical Practice

2007 vol. 24 no. 1 別冊

薬物治療を開始する前にすべきこと
運動療法の実際—継続のコツ—
宮地元彦

東京 文光堂 本郷

薬物治療を開始する前にすべきこと
運動療法の実際—継続のコツ—

宮地元彦

独立行政法人国立健康・栄養研究所運動ガイドラインプロジェクト/みやち・もとひこ

運動による糖代謝改善の生理学的メカニズム●

運動を発現させる骨格筋の収縮は、筋血流量を増加させ、骨格筋細胞膜でのグルコーストランスポーターによる糖の取り込みを亢進し、筋細胞内での糖の代謝を活性化する。これらの働きが総合的に亢進することで、血糖や筋グリコーゲンの利用が高まる。また習慣的に運動を実施することで、安静時におけるインスリンによる糖取り込みや糖代謝も活性化する¹⁾。

糖尿病・インスリン抵抗性改善に必要な運動量●

アメリカ糖尿病学会(ADA)の声明によると²⁾、耐糖能異常者の血糖コントロールの改善に必要な運動量に関して、散歩などの低強度(4 METs (= metabolic equivalent: 運動強度の単位)未満)の運動を週あたり150分以上、速歩やジョギングなどの中強度(4~7 METs)の運動ならば週あたり90分以上実施することが推奨されている。旧来はウォーキングやジョギングなどの有酸素運動が推奨されていたが、より強度の高い筋力トレーニングなどを週に2~3回程度組み合わせることも推奨されている。

日本糖尿病学会は、「楽である」から「ややきつい」と感じる心拍数100~120拍/分の運動を15~30分間1日2回実施し(歩数では約10,000歩/日以上)、少なくとも週あたり3日以上行うことを推奨している³⁾。ADAとは表現方法が異なるが、1週あたりの運動量としてはほぼ同等(速歩なら週あたり90分以上)と考えてよい。

日本人の運動・身体活動に対する取り組み●

平成16年度の国民健康・栄養調査の結果では、1回30分以上の運動を週2日以上実施し1年以上継続している者の割合は男性30.9%、女性25.8%、1日の歩数は男性7,532歩、女性6,446

歩に過ぎない⁴⁾。この日本人の運動・身体活動に対する取り組みの現状を考えると、平均的な日本人であっても、ADAや日本糖尿病学会のガイドラインの示す運動を遂行・維持するためには、対象者本人の意識や生活環境の改善が相当必要であることがわかる。

運動習慣のステージ●

個々人の運動習慣に対する意識や実施の現状は千差万別である。個々人の運動習慣の現状に応じて運動を開始しないと、運動習慣を継続できないだけでなく運動による傷害が生じる可能性もあるので注意が必要である。

個々人の運動・身体活動ステージは、おおむね五つに分類することができる⁵⁾。①維持期(望ましい水準での運動を長期にわたって継続している段階)、②実行期(健康の恩恵を得る望ましい水準で運動しているがはじめてから間もない段階)、③準備期(望ましい水準ではないが自分なりに(不定期)に運動している段階)、④熟考期(運動の必要性を理解しているが実行できていない段階)、⑤非熟考期(運動の必要性を十分理解できないか、理解していても運動をする意欲がない段階)。図1にステージの分類チャートを示した。

個々人の運動習慣は常に同じステージにあるわけではなく、ステージの間を上下するものである。運動習慣を確立し逆戻りを防ぐためには、そのときどきのステージに応じた取り組みが必要となる。

運動習慣のステージ別の支援のポイント●

維持・実行期のステージにある対象者に対しては、「賞賛」と「自信」が運動習慣の維持に重要である。準備期のステージにある者には、指導者・支援者による「激励」に加えて、家族などの身近な人

- 運動はグルコーストランスポーターの活性を高め、インスリン感受性を高める。
- 運動習慣のない患者に対しては、実施できない現状に共感することが「支援」の第一歩。
- 運動の取り組みの当初は、三日坊主を繰り返すような気楽さで。

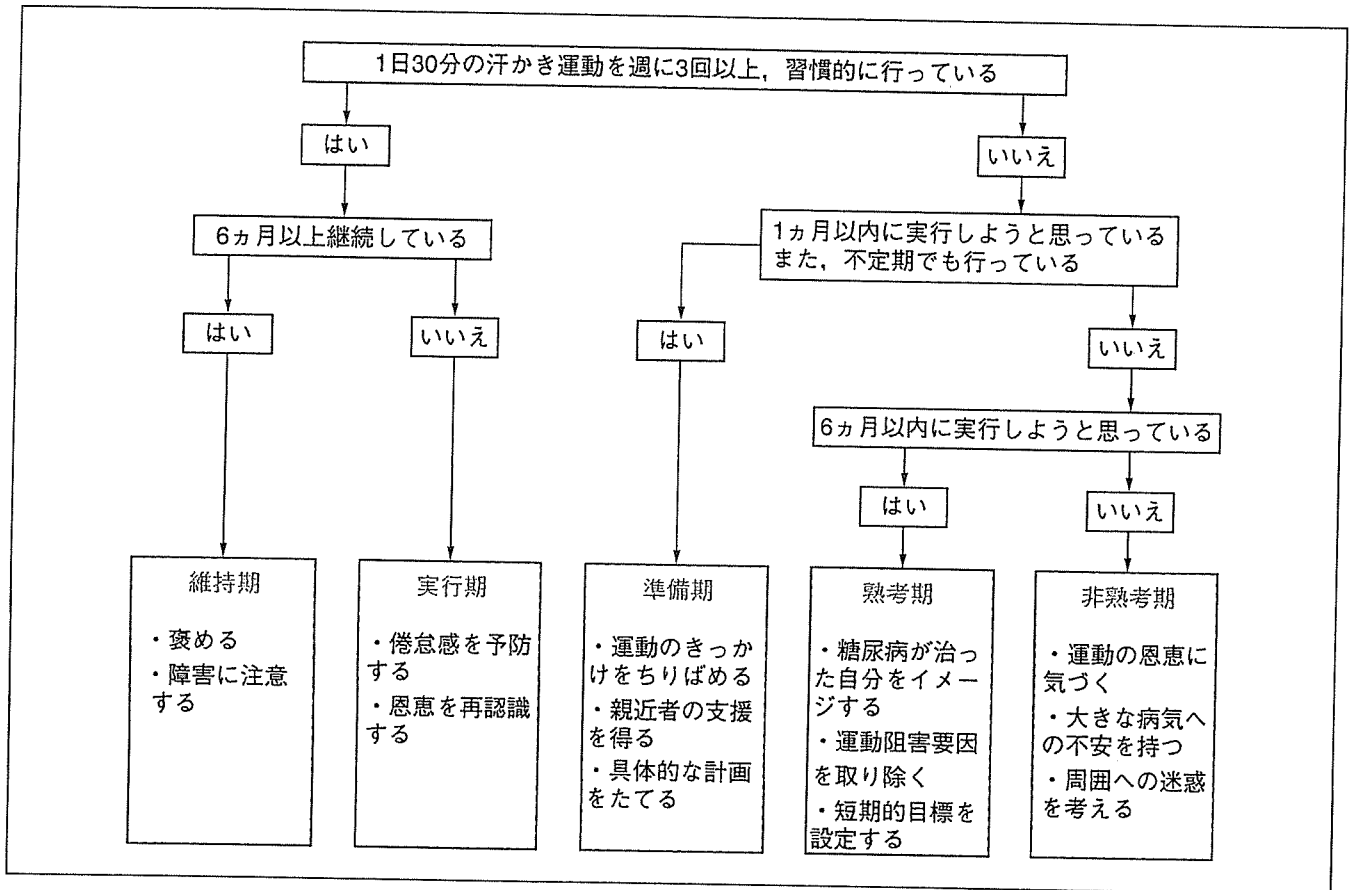


図1 糖尿病患者や耐糖能異常者を対象とした運動習慣ステージの分類チャート

の「支援」と、運動を行う環境を整えることが有効である。熟考期のステージにある者には、糖尿病が治った自分を「イメージ」させ、運動を阻害する要因を探って取り除くことが有効である。非熟考期のステージにある者には、現状が続くことによる将来の問題や「不安」を提示し、運動の必要性を理解させることが重要である。特に熟考・非熟考期のステージにある者に対する運動指導は、運動が実施できない現状に対して「共感」し、対象者の立場に立つことが支援の第一歩である。

2型糖尿病の患者の場合、長期にわたり好ましくない生活習慣を送ってきたケースがほとんどなので、熟考・非熟考期のステージに該当する対象

者が多い。このような人たちが、いくら糖尿病の治療のためとはいえ、ガイドラインに示されているような水準の運動を即座に実践することは、心理的に困難であることは想像にかたくない。また、糖尿病患者は肥満者も多く、急激な運動量増加は膝や腰の傷害を誘発しかねない。したがって、ステージに応じた取り組みを通して、一段ずつ階段を上るような気構えが、対象者と支援者の双方に必要であろう。

運動の取り組みの当初に限れば、三日坊主を繰り返すような気楽さで運動に取り組んでみることも行動の変容を促す方法の一つである。まずははじめてみて、6ヵ月から1年ほどの期間をかけて、