

表 2. 健康づくりのための最大酸素摂取量の基準値およびその範囲 (ml/min/kg)

	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)

( )は範囲を示す

と表示されている.)

身体活動量においては、総死亡率や各疾患において図 1 に示すような境界値が求められたが、約 19 メッツ・時/週以下においては関連が認められないとする報告が多かった。そこで 19～26 メッツ・時/週間の値を平均し、身体活動量の基準値として 23 メッツ・時/週とした。運動量については、図 2 に示す境界値が求められた。図中において、約 12 メッツ・時/週に相当するいくつかのプロットは、歩行時間で全体を 2 つの群に分けて、群間の差を検定した研究から得られたものであり、有意差が認められないケースもいくつかある。そしてそれらを除くと、ほとんどの報告において有意な境界値が得られている。そこで、それら 2～10 メッツ・時/週の報告の値を平均し、基準値 4 メッツ・時/週を得た。また、今回抽出された値を性・年齢別に検討した結果、65 歳までは、性・年齢により区分する根拠が見あたらなかったため、性・年齢に関わらず同一の身体活動・運動量を基準値としている。

体力については、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にて心肺体力を算出している報告についてまとめた。最大酸素摂取量は、加齢に伴い低下し、また性差があることから、得られた値を性・年齢別にプロットした。図に示されるように、各年代で、男性では約 15ml/min/kg、女性では約 5～10ml/min/kg の幅を持って値がプロットされた。厚生労働省が 1993 年に行った調査による日本人の自転車エルゴメーター運動による最大酸素摂取量の平均は、これらの幅に含まれ、また平成元年に厚生省により示された健康づくりのために望ましい体力の基準もこの幅に含まれる。つまり、今回のシステムティックレビューで抽出された値は、日本人の平均値やこれまで示されてきた基準値と大きくかけ離れていないと考えられた。そこで、抽出された各年代の値の最低値と最高値を範囲とし、その範囲にある値の平均値を求め最大酸素摂取量の基準値とすることとした。

運動基準では、週 23 メッツ・時や 4 メッツ・時の身体活動や運動の基準値のみが注目されているが、実は範囲と

いう概念が提示されている。身体活動量の基準値では 19～26 メッツ・時、運動量の基準では 2～10 メッツ・時、体力では性・年齢別に表 1 の ( ) 内に示した値がそれらに相当する。この範囲という概念は、第一に多くのエビデンス全てが運動基準で示されたピンポイントの値を示しているのではなく、幅広い範囲に値がばらついているというシステムティックレビューの結果を反映させるべきという考えに基づいて定められている。さらに、ほとんど身体活動習慣のない基準値達成困難という人に対して実現可能性が高い目標を提示するため、逆に、すでに基準を達成している人にとってはより高い目標を達成することでよりリスクを下げられることを伝えるための目的で設定されている。

### 3. エクササイズガイド

エクササイズガイドは、運動基準において明らかになった生活習慣病予防のために必要な身体活動・運動量および体力を、一般国民が自ら学習し、身体活動量、運動量、体力を高め、生活習慣病の予防に取り組むために用意されたものである。そのため、運動基準で示された内容を理解しやすくする工夫に加え、より実践的な身体活動・運動量の増加や体力向上のための方策が示されている。

その一つが「エクササイズ」という単位を用いたことである。これは、メッツ・時/週を表す単位である。運動指針策定小委員会で議論された際、「セット」や「アクティビティー」といった様々な意見が出たが、国民が意識して身体活動・運動量を増加させる場合に有効な積極的な語感を持った言葉であるということから、エクササイズに決定された。この言葉が普及すればするほど、国民の身体活動・運動量増加による生活習慣病予防の効果が見られることが期待される。また、身体活動量と運動量の関連性を含めた基準値の示し方についても留意した。運動基準では、身体活動量と運動量は、それぞれ個別に生活習慣病予防の観点から抽出された基準値である。しかし、国民にとって、運動と身体活動の区別が難しいのではという議論の結果、「週に 23 エクササイズ以上の活発な身体活動(運動・生活活動)

を行い、そのうち4エクササイズ以上の活発な運動を行うこと」という目標の提示方法にした。

さらに、昨今のメタボリックシンドロームの注目ならびに、平成20年度から開始された特定健診・保健指導（いわゆるメタボ健診）に合わせ、運動基準では示されなかったが、運動だけで内臓脂肪を減らすには10エクササイズの運動量が必要であることを示した。これは運動基準と同様に、運動と内臓脂肪減少に着目した研究においてシステマティックレビューを実施し得られた基準値である<sup>1)</sup>。体力については、運動基準で示されている最大酸素摂取量の評価を個人で行うことは難しいため、持久力の指標や筋力の指標についての簡便な評価方法を示した。また健康行動には、前熟考ステージ、熟考ステージ、準備ステージ、実行ステージ、維持ステージの5段階があるという行動変容理論を取り入れ、各ステージに合わせた身体活動・運動量の増大のためのアドバイスを示している。

#### 4. エクササイズガイド2006の普及の現状

エクササイズガイドの認知度については、2009年に原田ら<sup>2)</sup>によって報告されている。彼らは、社会調査モニタ1,613名を対象にインターネット調査を行い、エクササイズガイド2006の認知状況を調べた。その結果、全対象者の12.3%がエクササイズガイド2006を聞いたことがあると回答している。これは他の健康づくりに関わる施策である健康日本21や食事バランスガイド、特定健診・特定保健指導の認知度の21.1%、56.5%、43.3%と比較して低いものであった。また彼らは、このエクササイズガイド2006の認知と人口統計学的変数との関連を検討しており、50歳以上、世帯収入1000万円以上、運動習慣あり、健康日本21を認知している、食事バランスガイドを認知している、特定健診・特定保健指導を認知していることが、エクササイズガイド2006の認知に関連していると報告している。このような検討は、今後の普及活動に向けての手がかりとなり、様々な集団において検討されることが期待される。

また、運動基準の達成に関わる人口統計学的指標や、社会的、心理的、環境的要因についても報告がなされている。Shibataら<sup>3)</sup>の報告によると、5177名を対象にインターネット調査を行ったところ、IPAQで調べた身体活動量において、運動基準である23メッツ・時/週を満たしている人は、26.6%であった。そして、基準達成と人口統計学的指標との関連において、男性では、有職者が基準に達成しておらず、女性では、30歳代が基準に達成しておらず、大学以上の教育レベルであること、既婚であることが基準を達成していることと関連していた。また基準達成における心理学的、社会的、環境的要因を検討した研究<sup>4)</sup>に

おいて、男性では、運動のセルフ・エフィカシーが高いこと、社会的サポートへの満足感が高いこと、自宅の運動器具が充実していることが運動基準達成と関連していた。一方女性では、運動のセルフ・エフィカシーが高いこと、運動に対する負担感が低いこと、自宅の運動器具が充実していること、自宅周辺の景観がよいこと、都市部在住であることが関連していた。このような運動基準の達成に関わる要因を検討することは、今後さらに運動基準達成者を増加させる上で、効果的なアプローチを行っていくために重要な情報である。

現在、国や都道府県、市町村レベル、関連企業団体において、エクササイズガイド2006を活用・普及すべく様々な取組が行われている。文部科学省が2009年3月に公示した新しい学習指導要領の解説保健体育編では「健康づくりのための運動指針2006」などを参考に疲労回復、体調維持などの健康の保持増進をねらいとして、卒業後の継続可能な手軽な運動の計画を立てて取り組むこと。」とされ、身体活動・運動を通してヘルスプロモーション理解し、将来にわたり実践する能力を涵養することを目指している。一方で、エクササイズガイドの認知度は高いとは言えず、プロモーション不足を指摘する報告もある<sup>5)</sup>。今後は、より効果的な普及方法に関しての検討を行い、国民において運動基準達成者の増加が見込めるアプローチを行っていくことが必要である。

#### 6. 2011年の運動基準改訂に向けて

現在、新たなエビデンスを加えた運動基準、エクササイズガイドを作成するため、我々は文献収集を始めている。前回とほぼ同様の検索式で検索を行ったところ、約13,769本の文献が抽出されている。これは、運動基準2006が作成された時点の8,134本から、この約5年間の間に5,635本の研究が新たに追加されたということである。つまり、身体活動・運動、体力といったものの重要性が認識され、それらの重要性の科学的根拠を立証しようとする研究が多くなされてきたことを意味する。さらに、(1)従来運動基準やエクササイズガイドは18歳以上70歳未満を対象としてきたが、子ども、未成年者、高齢者を含む全ての世代を対象とした基準の策定に取り組むこと、(2)最近明らかになってきたがんの発症や死亡をエンドポイントとした研究を採用すること、(3)エクササイズガイドでは、より国民に分かりやすい表現を用いることも考慮していく必要がある。

参 考 文 献

- 1) Ohkawara K, Tanaka S, Miyachi M, Ishikawa-Takata K, Tabata I. A dose-response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. *Int J Obes (Lond)* 2007;31(12):1786-97.
- 2) Harada K, Takaizumi K, Shibata A, Oka K, Nakamura Y. [Relationships between perception of Exercise Guidelines 2006, perception of other health promotion policies, and demographic variables]. *Nippon Koshu Eisei Zasshi* 2009;56(10):737-43.
- 3) Shibata A, Oka K, Nakamura Y, Muraoka I. Prevalence and demographic correlates of meeting the physical activity recommendation among Japanese adults. *J Phys Act Health* 2009;6(1):24-32.
- 4) Shibata A, Oka K, Harada K, Nakamura Y, Muraoka I. Psychological, social, and environmental factors to meeting physical activity recommendations among Japanese adults. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2009;6:60.
- 5) 肥後梨恵子, 中村好男. 「エクササイズガイド」のプロモーション効果. *スポーツ科学研究* 2009;6:55-59.

## 応用研究

# さまざまな身体活動と動脈ステイフネス

河野 寛<sup>\*1</sup>, 丸藤祐子<sup>\*1</sup>, 宮地元彦<sup>\*2</sup>

### はじめに

人は、日常において何らかの身体活動を行っているものである。運動基準 2006 によると、「身体活動は安静にしている状態より多くエネルギーを消費するすべての動き」とし、「そのうち、体力の維持・向上を目的として計画的・意図的に実施するものを運動、運動以外のものを生活活動」と定義している。これまでに、動脈ステイフネスを改善するためにさまざまな運動の効果が示されてきた。近年では運動のみならず身体活動全体に焦点を当て、種々の身体活動が動脈ステイフネスに及ぼす影響も報告され始めている。本稿では、運動や身体活動の種類や強度が動脈ステイフネスに及ぼす影響についての知見を紹介するとともに、加齢に伴う動脈ステイフネスの増加を抑制・改善するための効果的な身体活動を提案したい。

### 運動様式の違いが動脈ステイフネスに及ぼす影響

運動生理学的観点から、運動は有酸素性運動とレジスタンス運動に大別される。これまで、習慣的に有酸素性運動を実施することで動脈ステイフネスが改善することは、多くの研究から明らかである。代表的な研究として、Tanaka ら<sup>1)</sup>は、座

業従事者、軽運動実施者、持久的鍛錬者において超音波法とトノメトリー法を用いて算出した動脈ステイフネス(図 1)を比較したところ、高齢者に限り、持久的鍛錬者の動脈ステイフネスが有意に低いことを横断的研究によって明らかにした(図 2)<sup>1)</sup>。さらに、中高年の座業従事者を対象として、3 ヶ月間のウォーキングやジョギングといった中等度の有酸素性運動の介入実験を実施したところ、高値を示していた動脈ステイフネスは約 18% 低下した(軽運動実施者に匹敵)。この他の研究において、Sugawara ら<sup>2)</sup>は、中年男性を対象に 16 週間の有酸素性運動(速歩やジョギング)を行ったところ、大動脈の脈波伝播速度(PWV)が改善することを明らかにしている。このように、中高齢者の動脈硬化を予防・改善するために有酸素性運動が効果的であることは明らかであり、その他の研究においても同様の結果が数多く報告されていることから、十分な証明が得られているといえる。

一方、レジスタンス運動については、動脈ステイフネスを増加させるという結果が得られている。我々は、激しいレジスタンス運動を 2 年以上継続している集団の動脈コンプライアンスが低いこと(ステイフネスが高いこと)を報告している(図 3)<sup>3)</sup>。この研究成果は縦断的にも確かめられており、運動習慣のない若年男性を対象に、4 ヶ月間のレジスタンス運動を実施したところ、動脈コンプライアンスが低下し、動脈ステイフネスが増加することが明らかになっている(図 4)<sup>4)</sup>。このほかにもレジスタンス運動が動脈ステイフネス

\*1 早稲田大学スポーツ科学学術院

\*2 国立健康・栄養研究所健康増進研究部



図1 ⇨ 超音波法と血圧の測定風景 (写真: 河野 寛提供)

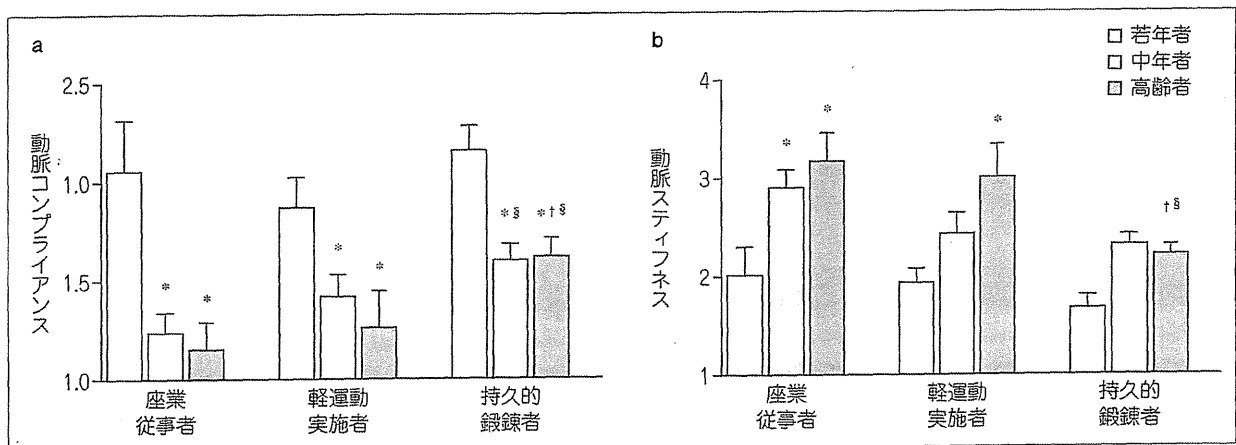


図2 ⇨ 若年, 中年, 高齢者の動脈コンプライアンスとスティフネスに習慣的な有酸素性運動が及ぼす影響 (文献1より引用改変)  
 \* P<0.05 vs. 同じ身体活動群内の若者, † P<0.05 vs. 同じ年齢群内の座業従事者, § P<0.05 vs. 同じ年齢群内の軽運動実施者

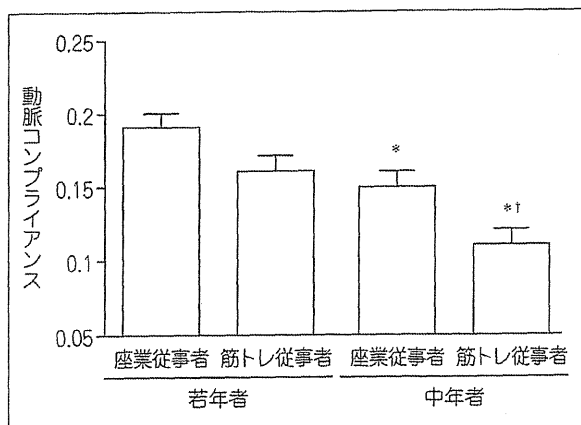


図3 ⇨ 座業従事者および筋力トレーニング従事者の動脈コンプライアンス (文献3より引用改変)  
 \* P<0.05 vs. 同じ身体活動群内の若年者, † P<0.05 vs. 同じ年齢群内の座業従事者

を増加させるという報告がいくつかある一方で、レジスタンス運動が動脈スティフネスに影響を及ぼさないという結果もあり<sup>5)</sup>、今後も追加して確かめられるべき課題であることは間違いない。

#### 有酸素性運動とレジスタンス運動の組み合わせと動脈スティフネス

前述した内容からわかるように、有酸素性運動は動脈スティフネスを低下させ、レジスタンス運動は動脈スティフネスを増加させることがわかる。アメリカスポーツ医学会などでは、有酸素性運動に加えてレジスタンス運動も推奨されていることから、両運動様式を並行して実施するケース

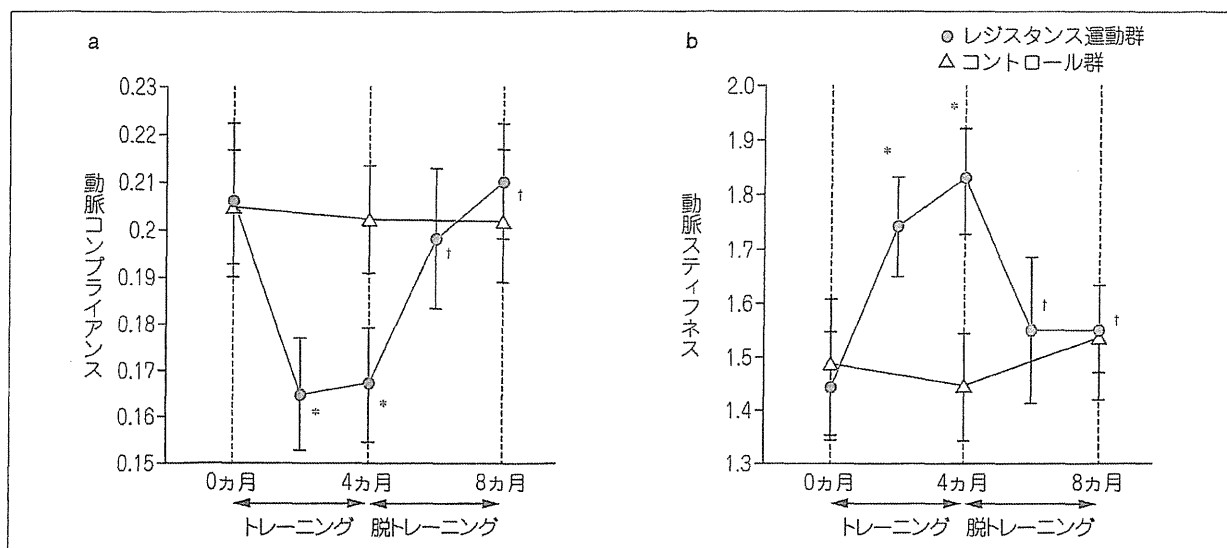


図4 →レジスタンス運動が動脈コンプライアンスおよびステイフネスに及ぼす影響(文献4より引用改変)  
\*P<0.05 vs. 筋トレ群の0ヵ月, †P<0.05 vs. 筋トレ群の4ヵ月

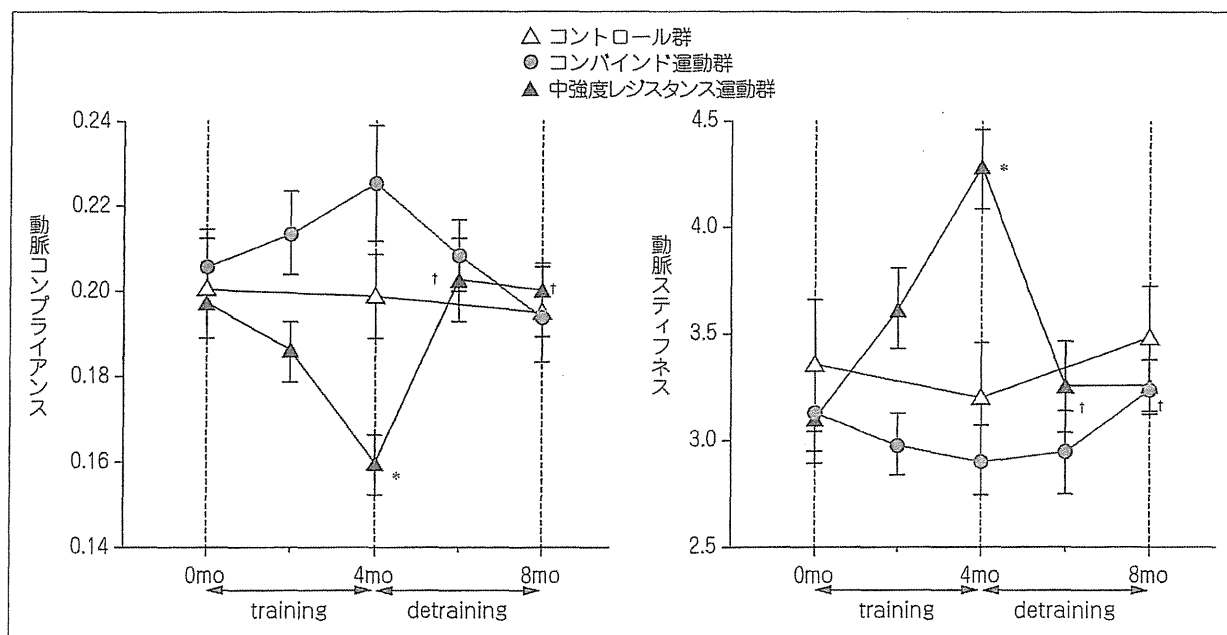


図5 →コンバインド運動が動脈コンプライアンスおよびステイフネスに及ぼす影響(文献6より引用改変)  
\*P<0.05 vs. 筋トレ群の0ヵ月, †P<0.05 vs. 筋トレ群の4ヵ月

は少なくないし、一般的なフィットネスクラブには必ず両運動様式が行える設備が整っている。そこで我々は、有酸素性運動とレジスタンス運動を組み合わせたコンバインド運動が動脈ステイフネスに及ぼす影響について検討した。若者を対象に、先行研究<sup>4)</sup>で実施された4ヵ月間のレジスタンス運動に加えて、有酸素性運動を実施させた。

その結果、コンバインド運動群はレジスタンス運動を実施しているにもかかわらず、動脈ステイフネスが増加することはなかった(図5)<sup>6)</sup>。したがって、習慣的にレジスタンス運動を行っていても並行して有酸素性運動を実施することで、レジスタンス運動による動脈硬化を抑制することが可能であることが示唆される。また、Okamotoら<sup>7)</sup>

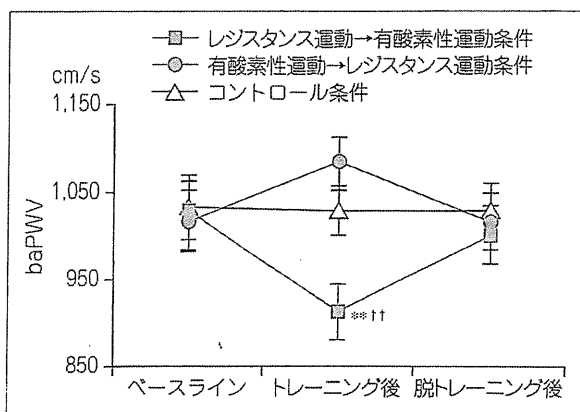


図6 ▶レジスタンス運動および有酸素性運動の実施順序が動脈ステイフネスに及ぼす影響(文献7より引用改変)  
 \*\* $P < 0.01$  vs. ベースライン, †† $P < 0.05$  vs. 有酸素性運動→レジスタンス運動条件

は、1回の運動セッションにおける有酸素性運動とレジスタンス運動の実施順序が動脈ステイフネスに及ぼす影響を縦断的介入研究によって検討した。その結果、「有酸素性運動→レジスタンス運動」条件が全身性のPWVを増加させない一方で、「レジスタンス運動→有酸素性運動」条件では全身性のPWVの有意な低下を認めた(図6)<sup>7)</sup>。この結果は、レジスタンス運動の後に有酸素性運動を取り入れることで、レジスタンス運動を実施しながら動脈硬化の抑制・改善が期待できることを示唆している。これらのコンバインド運動の研究成果から、レジスタンス運動を実施する場合、動脈ステイフネスの増加が伴うため、同時に有酸素性運動を行うことが重要であり、さらにその順序もレジスタンス運動を行った後で有酸素性運動を実施するという順序が望ましいと考えられる。

### 運動種目と動脈ステイフネスの関係

運動にはさまざまな種目が存在し、さまざまな複合的な動きが伴うものがほとんどである。したがって、すべての運動種目が有酸素性運動やレジスタンス運動に完璧に分類されるわけではない。そこで、上記の運動様式以外にこれまで報告されているスポーツ・運動種目と動脈ステイフネスの関係について表1にまとめた<sup>8~12)</sup>。動脈ステイフネスとの関連で最も取り上げられているのは、

ローイング運動(ボート漕ぎ)であり、その他には水泳やヨガなどの報告も見受けられた。この3つのスポーツ・運動種目は、ほとんどの研究で中高齢者の動脈ステイフネスに好ましい影響を及ぼすと考えられる。今後は、競技・実施人口の多いスポーツ・運動種目などが動脈ステイフネスに及ぼす影響を調査する必要があるかもしれない。

### 身体活動や運動の強度と動脈ステイフネス

身体活動が動脈ステイフネスの改善に貢献することはさまざまな研究から明らかである。しかしながら、これまで多くの研究が質問紙を用いてきたため、身体活動の時間や強度を正確に評価することがむずかしかった。したがって、どのような身体活動、特に身体活動の時間や強度が動脈ステイフネスに影響を及ぼすかに関して不明確なままであった。近年、加速度計を用いて、身体活動時間や活動量を評価することが可能になった。Sugawaraら<sup>13)</sup>は、閉経後の女性103名を対象に、1軸加速度計を用いて運動強度を4 METs未満、4 METs以上6 METs未満、および6 METs以上の3つに分類し、各強度の身体活動時間と動脈ステイフネスの関係について検討した。結果として、動脈ステイフネスは4 METs以上6 METs未満、および6 METs以上の身体活動時間と負の相関関係を示した。さらに彼らは、17名の被験者を4 METs未満群(40% HRreserve相当未満)および9 METs未満群(70% HRreserve相当未満)に分け、それぞれの強度で週3~5回の自転車運動(1回180~300kcal)の介入を実施した結果、両群とも有意に動脈ステイフネスが同程度低下することを報告した。このように中~高強度の身体活動時間が閉経後女性の動脈ステイフネスに好ましい影響を及ぼすことがわかる。

これまで紹介してきたように、中~高強度の身体活動や運動、それに伴う高い心肺体力が動脈ステイフネスの減弱に寄与することは明らかである。上述した先行研究で用いられてきた加速度計は、3 METs未満の身体活動量を正確に捉えることがむずかしいという現状があるが、一般的な生活活動の場面においては、炊事・洗濯・掃除など

表1 > スポーツの種類と動脈スティフネスの関係

研究の種類	対象	人数	性別	年齢	結果	引用文献
横断研究	ヨガ実施者	8	男女	48	ヨガ実施者と有酸素性運動実施者はコントロールと比較してPWVが低い	Duren et al. Dyn. Med. 2008.
	有酸素性運動実施者	10	男女	52		
	コントロール	8	男女	51		
横断研究	水泳実施者	25	男女	56	水泳実施者およびランニング実施者は動脈スティフネスがコントロールと比較して低い	Nualnim et al. Am. J. Cardiol. 2011.
	ランニング実施者	25	男女	52		
	コントロール	25	男女	54		
横断研究	ローイング競技者	15	男女	50	ローイング競技者はコントロールと比較して動脈スティフネスが低い	Cook et al. Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2006.
	コントロール	15	男女	52		
横断研究	ローイング競技者	28	男女	24	大動脈, 頸動脈および上腕動脈の伸展性にローイング競技者とコントロールの間で差はなかった	Petersen et al. J. Am. Coll. Cardiol. 2006.
	コントロール	21	男女	28		
横断研究	若年ローイング競技者	26	男	20	中高年ローイング愛好者の全身性のPWVは中高年コントロールと比較して低い	Sanada et al. J. Sports Sci. 2009.
	若年コントロール	23	男	25		
	中高年ローイング愛好者	24	男	65		
	中高年コントロール	22	男	65		

3 METs 未満の身体活動がほとんどである。では、3 METs 未満のような低強度の身体活動は動脈スティフネスには影響するのかという疑問が当然あがってくる。近年、3軸の加速度計の開発が進み、低強度の身体活動を正確に把握することができるようになった。そこで我々は、男女538名を対象に、3軸加速度計を用いて低強度(2.9 METs 以下)、中強度(3~5.9 METs)および高強度(6 METs 以上)の身体活動時間が大動脈PWVに及ぼす影響を検討した<sup>14)</sup>。その結果、中高齢者において中強度以上の身体活動時間と大動脈PWVとの間に負の相関関係が認められただけでなく、高齢者において低強度活動時間と大動脈PWVにも負の相関関係が認められた。さらに、高齢者において、3 METs 未満の身体活動時間が多い群は少ない群と比較して、大動脈PWVが低く、この結果は性別や中強度および高強度の身体活動時間で調整しても変わらなかった(図7)<sup>14)</sup>。したがって、高齢者において、低強度の身体活動は独立して加齢に伴う動脈スティフネスの増加を

予防するかもしれない。また、この研究において、中~高強度の身体活動時間と大動脈PWVの関係性と、低強度の身体活動時間と大動脈PWVの関係性は同程度であったことから、低強度の身体活動が中強度以上の身体活動と並んで、動脈硬化を予防・改善するために重要な役割を担っていると推測される。便利になった現代社会において、知らず知らずのうちに減った一般的な家事などの低強度の身体活動を増やすことが動脈硬化を予防・改善するために、求められている。

最後に、低い強度の運動に目を向けてみたい。一般的に運動とは、積極的に身体を動かすという認識から、歩行などのダイナミックな運動を想像してしまいがちである。しかしながら、簡単ではあるが、誰もが一度は実践したことがある低強度の運動様式がある。それがストレッチングである。我々は、筋や腱の硬さの決定要因であるエラスチン・コラーゲンが動脈の硬化を決定する平滑筋や結合組織にも配列されていることに注目し、身体の硬さと動脈硬化度との関係を検討した。そ



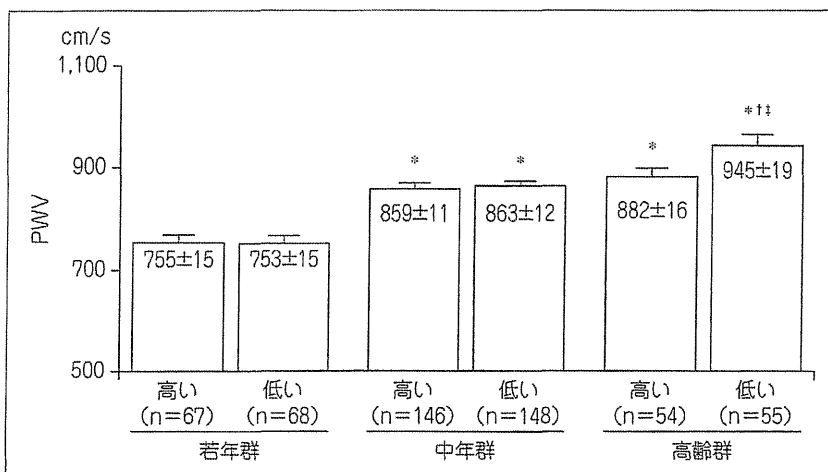


図7 ◇若年群，中年群および高齢群における低強度身体活動時間の高低と脈波伝播速度(PWV)の関係(文献14より引用改変)

\* P<0.05 vs. 身体活動レベルが同じ若年群，† P<0.05 vs. 身体活動レベルが同じ中年群，‡ P<0.05 vs. 同年代の高身体活動レベル性別や中強度および高強度の身体活動時間で補正した時でも，この有意差が消失することはなかった。

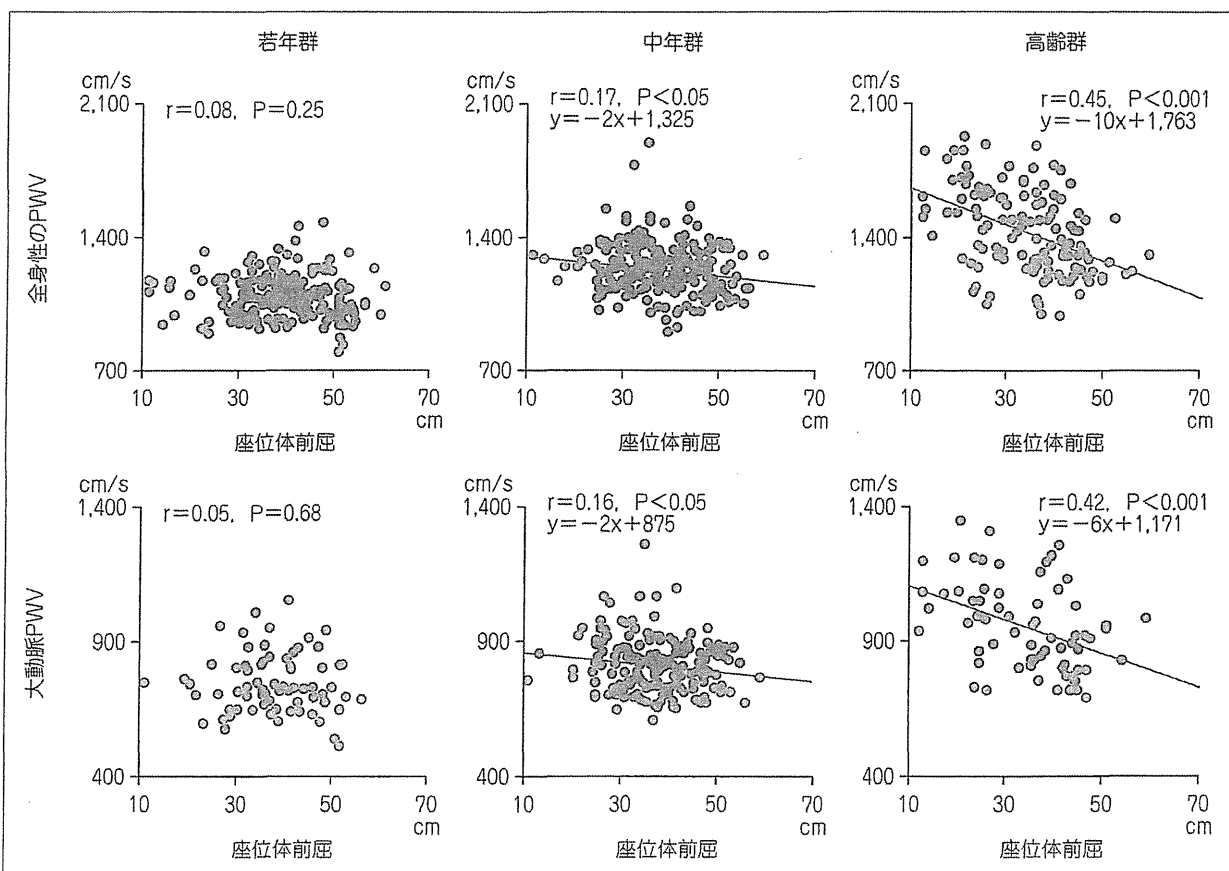


図8 ◇若年群，中年群および高齢群における座位体前屈と全身性および大動脈の脈波伝播速度(PWV)の関係(文献15より引用改変)

の研究において，中高齢者では柔軟性と全身性および大動脈のPWVとの間に有意な負の相関関係があること(図8)，さらにステップワイズ法によって，全身性のPWVを説明するために心肺体力や年齢に加えて，柔軟性が独立した指標である

ことを明らかにした<sup>15)</sup>。他の研究において，Cortez-Cooperら<sup>16)</sup>は，レジスタンス運動の介入実験に際して，レジスタンス運動群の比較として，ストレッチング運動を実施するストレッチ群を設定したところ，ストレッチ群の動脈ステイフネス

が有意に低下した。この研究結果はもともと動脈硬化度におけるストレッチングの効果を検証するものではなかったが、結果的に我々が発表した中高齢者における柔軟性とPWVの負の関係性を証明するものであった。このように、必ずしもウォーキングやランニングのような運動でなくても、低強度の身体活動や運動で十分に動脈硬化を予防・改善の効果が得られる可能性がある。高齢者や低体力者など中強度以上の身体活動を行うのが困難である者に対しては、簡単な家事やストレッチングといった低強度の身体活動から始めるなど、個人の体力などに応じた身体活動や運動を選択することも重要である。このことは、より効果的で実現可能な動脈硬化の予防・改善アプローチに繋がるのではないかと思われる。

### Perspective

本稿では、研究室レベルでの知見を中心に運動と動脈硬化指標との関係を扱った。今後大規模な疫学研究により、さまざまな種類の運動や身体活動と動脈硬化性疾患の発症や死亡との関連が明らかになることが望まれる。また、運動・身体活動による動脈硬化指標改善のメカニズム解明も必要である。

### 文 献

- 1) Tanaka, H. et al. : Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation* 102 : 1270-1275, 2000.
- 2) Sugawara, J. et al. : Brachial-ankle pulse wave velocity: An index of central arterial stiffness? *J. Hum. Hypertens.* 19 : 401-406, 2005.
- 3) Miyachi, M. et al. : Greater age-related reductions in central arterial compliance in resistance-trained men. *Hypertension* 41 : 130-135, 2003.
- 4) Miyachi, M. et al. : Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance: A randomized intervention study. *Circulation* 110 : 2858-2863, 2004.
- 5) Rakobowchuk, M. et al. : Effect of whole body resistance training on arterial compliance in young men. *Experimental physiology* 90 : 645-651, 2005.
- 6) Kawano, H. et al. : Resistance training and arterial compliance: Keeping the benefits while minimizing the stiffening. *J. Hypertens.* 24 : 1753-1759, 2006.
- 7) Okamoto, T. et al. : Combined aerobic and resistance training and vascular function: Effect of aerobic exercise before and after resistance training. *J. Appl. Physiol.* 103 : 1655-1661, 2007.
- 8) Cook, J. N. et al. : Arterial compliance of rowers: Implications for combined aerobic and strength training on arterial elasticity. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 290 : H1596-1600, 2006.
- 9) Duren, C. M. et al. : The influence of physical activity and yoga on central arterial stiffness. *Dyn. Med.* 7 : 2, 2008.
- 10) Petersen, S. E. et al. : Functional and structural vascular remodeling in elite rowers assessed by cardiovascular magnetic resonance. *J. Am. Coll. Cardiol.* 48 : 790-797, 2006.
- 11) Sanada, K. et al. : Differences in body composition and risk of lifestyle-related diseases between young and older male rowers and sedentary controls. *J. Sports Sci.* 27(10) : 1027-1034, 2009.
- 12) Nualnim, N. et al. : Comparison of central artery elasticity in swimmers, runners, and the sedentary. *Am. J. Cardiol.* 107 : 783-787, 2011.
- 13) Sugawara, J. et al. : Physical activity duration, intensity, and arterial stiffening in postmenopausal women. *Am. J. Hypertens.* 19 : 1032-1036, 2006.
- 14) Gando, Y. et al. : Longer time spent in light physical activity is associated with reduced arterial stiffness in older adults. *Hypertension* 56 : 540-546, 2010.
- 15) Yamamoto, K. et al. : Poor trunk flexibility is associated with arterial stiffening. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 297 : H1314-1318, 2009.
- 16) Cortez-Cooper, M. Y. et al. : The effects of strength training on central arterial compliance in middle-aged and older adults. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 15 : 149-155, 2008.

# 1. 運動介入によるサルコペニア予防・治療の可能性

宮地 元彦\*

- 我が国のサルコペニアの判定基準が確立しておらず, その確立が望まれる。
- 筆者らは日本人の判定基準として, 四肢筋量/身長<sup>2</sup>が男性で, 6.87 kg/m<sup>2</sup>, 女性で 5.45 kg/m<sup>2</sup>未満を提唱している。
- 筋量増大には最大筋力の 80%以上の高強度筋力トレーニングが必要である。
- 筋力増加には最大筋量の 50%以上の中強度筋力トレーニングでも可能である。

**Key Words** 介護, 生活習慣病, 筋力トレーニング, 骨格筋量, 体力

サルコペニアは, 加齢による筋量の減少と定義され<sup>1)</sup>, 体力や自立度の加齢低下や転倒骨折に関連することが知られている。その原因としては, 中枢神経刺激や身体活動量の低下, 性ホルモン, 成長ホルモンの減少, 蛋白質摂取量の減少, 炎症反応の増加などとの関連が指摘されているが<sup>2)</sup>, まだ解明されていないことも多い。またサルコペニアは, 骨粗鬆症の発症<sup>3~5)</sup>, 糖尿病発症<sup>6)</sup>との関連も指摘されており, 高齢者の介護予防や QOL 維持にとどまらず, 生活習慣病予防においても懸念されるべき問題であると考えられる。

サルコペニアの診断もしくは判定の詳細に関しては, 別稿に譲るが, 著者の認識する範囲では確立された基準は存在しない。ただし, 研究レベルでもっとも引用され, 信頼されているのが Baumgartner らの基準である。彼らは, ヒスパニック系を多く含む高齢男女 883 名を対象とし, 二重エネルギー X 線吸収測定法(DXA 法)によるサルコペニア発症の推定法を開発した<sup>7)</sup>。DXA 法は, 放射線を用いて体重を骨量, 体脂肪量, 除脂肪軟組織量に分類し, 体組成を評価する方法で, 骨粗鬆症の判定や体脂肪量, 筋量の評価に広く用いられている。彼らの先行研究<sup>8)</sup>における 40 歳以下の若年者の骨格筋指数 (skeletal muscle index: SMI: 四肢除脂肪軟組織量/身長<sup>2</sup>) の平均値-2 標準偏差値(SD)を用いてサルコペニアの評価基準(男性 7.26 kg/m<sup>2</sup>, 女性 5.45 kg/m<sup>2</sup>)を示した。

## □ 我が国におけるサルコペニアの判定基準値

急速な高齢化が進み, 高齢者にかかわる介護などの問題が顕在化し始めている我が国であるが, サルコペニアの診断基準は未だに定められていない。その理由として, サルコペニアの基準値を定めるためには, 十分なサンプル数の 40 歳未満の健康な成人男女の四肢除脂肪軟組織量を DXA で測定し, 骨格筋指数の平均値ならびに SD を算出しなければならないが, 健康な若者を対象として DXA の測定を実施する臨床的意義が希薄であるためデータの蓄積がほとんどないことが挙げられる。そこで著者ら独立行政法人国立健康・栄養研究所では, 日本人成人男女 1,894 名を対象に, 身体計測, DXA 法による体組成測定を実施し, サルコペニア基準値を作成するための基礎的な研究を実施した。

40 歳以下の生活習慣病や運動障害を持たない者, 男性が 266 名, 女性 263 名を対象とし, DXA 法により Baumgartner らと同様の方法で骨格筋指数を測定・算出した結果, サルコペニアの基準は, 男性 6.87 kg/m<sup>2</sup>と女性 5.46 kg/m<sup>2</sup>であった<sup>9)</sup>。これは白人で示された基準 (男性 7.26 kg/m<sup>2</sup>, 女性 5.45 kg/m<sup>2</sup>) と比較して, 女性はほぼ等しく, 男性は若干低値であった。ちなみに, 平均値-1SD で定義されるサルコペニア予備群の参照値は, 男性 7.77 kg/m<sup>2</sup>と女性 6.12 kg/m<sup>2</sup>であった。1,365 人の 40 歳以上の重篤な疾患や運動障害を持たない者を対象として骨格筋指数を

\*独立行政法人国立健康・栄養研究所 健康増進研究部

測定した結果、40歳以上のサルコペニアおよびサルコペニア予備群の該当者は、それぞれ男性で1.7%と28.8%、女性で2.7%と20.7%であった。今後、複数の研究により基準値に関する提案がなされ、それらを取りまとめたうえで、日本人のサルコペニア判定・診断の基準値が確立することが望まれる。また、DXA法などに頼らない簡便な評価方法の開発も必要である。

## □ サルコペニアの運動療法

運動療法はサルコペニアを予防・改善するための重要な介入方法の一つと考えられている。サルコペニアの予防・改善にどのような質と量の介入が必要かに関し、著者らはシステムティックレビューにより検討した<sup>10)</sup>。PubMedや医中誌などの医学文献データベースを用いて、サルコペニアのサロゲートマーカーである骨格筋量に対する運動介入効果を検討した無作為割付介入研究(RCT)を機械的に検索し、2名のエキスパートにより精読ならびに分析した。その結果、1RMの80%以上の強度の高強度の筋力トレーニングが高齢者の骨格筋量を増加させるとしたRCTが5本あった<sup>11-15)</sup>。これらの研究で実施された筋力トレーニングの概要は、以下の通りである。

- 
- ① 強度が最大挙上重量(1RM)の80%以上
  - ② セット数・挙上回数：2~3セット・8~12回/セット
  - ③ 頻度が週3回でトレーニング期間が10週~18ヵ月間
- 

これらは、スポーツ選手が体力向上やコンディショニングを目的として実施するものと遜色ない内容である。一方で、ラバーバンドや自体重などを用いた低強度もしくは中強度の筋力トレーニングが骨格筋量に影響しないというRCTが3つあった。したがって、サルコペニアを評価するサロゲートマーカーである骨格筋量を増加させるためには、スポーツ選手が実施するような高強度筋力トレーニングを、高齢者に対しても十分な期間と頻度で継続する必要があることが示唆された。

しかし、高齢者を対象とした介護予防や運動療法の現場で、上述のような内容で高強度筋力トレーニングを実施しているケースは極めて少ない

と推定される。運動器の機能向上プログラムの改善や実施のためには、サルコペニアや骨格筋量をアウトカムにした研究だけでなく、筋力や生活体力などをアウトカムとして実施された研究も広く見ていく必要がある。筋力トレーニングの筋力増加効果については、著名な学会のガイドラインでもレビューされ<sup>16,17)</sup>、以下の条件を満たす筋力トレーニングは、高齢者の筋力増加に効果的であることが示唆されている。

- 
- ① 強度：最大挙上重量(1RM)の50%以上(中強度から高強度)
  - ② セット数・挙上回数：1~3セット・8~12回/セット
  - ③ 頻度：週2~3回、期間：3ヵ月以上
- 

## まとめ

本稿では、運動介入によるサルコペニア改善に関するエビデンスを紹介した。今後日本人を対象とした多くの研究成果が蓄積され、我が国の実状に応じた効果的で安全な運動介入方法が提案されることが望まれる。

## 文 献

- 1) Evans WJ, Campbell WW : Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *J Nutr* 123 : 465-468, 1993
- 2) Roubenoff R, Hughes VA : Sarcopenia : current concepts. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 55 : M716-724, 2000
- 3) Walsh MC, Hunter GR, Livingstone MB : Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density. *Osteoporos Int* 17 : 61-67, 2006
- 4) Crepaldi G, Maggi S : Sarcopenia and osteoporosis : A hazardous duet. *J Endocrinol Invest* 28 : 66-68, 2005
- 5) Baumgartner RN, Stauber PM, Koehler KM, et al. : Associations of fat and muscle masses with bone mineral in elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 63 : 365-372, 1996
- 6) Karakelides H, Nair KS : Sarcopenia of aging and its metabolic impact. *Curr Top Dev Biol* 68 : 123-148, 2005
- 7) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al. : Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 147 : 755-763, 1998
- 8) Gallagher D, Visser M, De Meersman RE, et al. : Appendicular skeletal muscle mass : effects of age, gender, and ethnicity. *J Appl Physiol* 83 : 229-239, 1997
- 9) Sanada K, Miyachi M, Tanimoto M, et al. : A cross-

sectional study of sarcopenia in Japanese men and women : reference values and association with cardiovascular risk factors. Eur J Appl Physiol 110 : 57-65, 2010

- 10) 宮地元彦, 安藤大輔, 種田行男, 他 : サルコペニアに対する治療の可能性 : 運動介入効果に関するシステムティックレビュー. 日本老年医学会雑誌 48 : 51-54, 2011
- 11) Binder EF, Yarasheski KE, Steger-May K, et al. : Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults : results of a randomized, controlled trial. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 60 : 1425-1431, 2005
- 12) Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, et al. : Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men : a 1-year randomized controlled trial. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 62 : 630-635, 2007
- 13) Levinger I, Goodman C, Hare DL, et al. : The effect of resistance training on functional capacity and quality of life in individuals with high and low numbers of metabolic risk factors. Diabetes Care 30 : 2205-2210, 2007

2007

- 14) Morse CI, Thom JM, Mian OS, et al. : Gastrocnemius specific force is increased in elderly males following a 12-month physical training programme. Eur J Appl Physiol 100 : 563-570, 2007
- 15) Kukuljan S, Nowson CA, Sanders K, et al. : Effects of resistance exercise and fortified milk on skeletal muscle mass, muscle size, and functional performance in middle-aged and older men : an 18-mo randomized controlled trial. J Appl Physiol 107 : 1864-1873, 2009
- 16) Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, et al. : 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
- 17) American College of Sports Medicine Position Stand : Exercise and physical activity for older adults. Med Sci Sports Exerc 30 : 992-1008, 1998

## 本当に明日から使える漢方薬シリーズ②

# フローチャート漢方薬治療

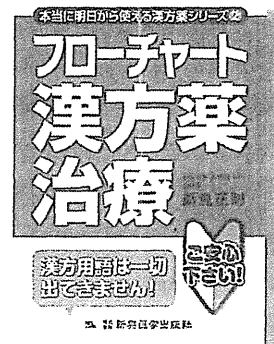
新見 正則 (帝京大学医学部 外科 准教授) : 著

西洋医のためのモダン・カンポウ。ビギナー、必携！

ご存じ大好評書籍「本当に明日から使える漢方薬」のシリーズ第二弾。漢方理論も漢方用語も一切なくてわかりやすい、しかもフローチャートで症状から処方を選ぶという大胆な発想で企画されました。実際の臨床の現場ですぐに使えます。

主要目次

はじめに / 本書の特徴・使い方 / 1章 補完医療としての漢方 / 2章 フローチャート活用の心得 / 3章 疾患別処方フローチャート / ●呼吸器疾患関係 / ●消化器疾患関係 / ●循環器疾患関係 / ●泌尿器疾患関係 / ●精神・神経疾患関係 / ●運動器疾患関係 / ●耳鼻科疾患関係 / ●眼科疾患関係 / ●皮膚科疾患関係 / ●高齢者の疾患関係 / ●子どもの疾患関係 / ●がん医療関係 / ●その他 / 4章 処方が思いつかないときに / より打率を上げるには



A6判 214頁  
定価1,995円  
(本体1,900円+税5%)  
ISBN978-4-88002-823-1



株式会社 新興医学出版社  
〒113-0033 東京都文京区本郷6-26-8

TEL. 03-3816-2853 FAX. 03-3816-2895  
http://www.shinkoh-igaku.jp  
e-mail: info@shinkoh-igaku.jp

## 【原著論文】

週1回の有酸素運動を主体とした特定保健指導の実施が  
動脈スティフネスに及ぼす影響

松本 希<sup>\*1</sup>・宮地 元彦<sup>\*2</sup>・高橋 康輝<sup>\*3</sup>  
安東 裕美<sup>\*4</sup>・小堀 浩志<sup>\*4</sup>・小野寺 昇<sup>\*5</sup>

EFFECT OF WEEKLY SPECIFIC HEALTH GUIDANCE EXERCISE CLASS  
ON ARTERIAL STIFFNESS

Nozomi MATSUMOTO, Motohiko MIYACHI, Kouki TAKAHASHI,  
Yumi ANDOU, Hiroshi KOBORI, Sho ONODERA

## Abstract

A high level of arterial stiffness (baPWV) is an independent risk factor of cardiovascular diseases. We examined the effect of a health fitness programmer prepared 12 week exercise program on baPWV. 102 middle-aged people participated in this study. A health fitness programmer administered the program, which was rated 11 to 13 on the Borg scale in terms of intensity. Subjects exercised once a week for three month, and were divided into three groups, based on their participation rate. The group that had a 100% participation rate was designated H-group, 80-99% participation rate was designated M-group, and less than 80% was designated L-group. baPWV and blood pressure decreased significantly in H and M groups after completion of the exercise program. However, there were no significant changes in L group. Our results suggest that a health fitness programmer prepared and administered exercise program decreased baPWV.

キーワード: 動脈スティフネス, 脈波伝播速度, 特定保健指導, 参加率, 健康運動指導士

Key words: arterial stiffness, pulse wave velocity, specific health guidance, participation rate, health fitness programmer

## I. 緒 言

急速な人口高齢化の伸展に伴い、疾病全体に占める循環器系疾患の割合が増加した。我が国の死因は、心疾患及び脳血管疾患の循環器系疾患が全体の27.3%を占めている<sup>1)</sup>。一般診療医療費に占める循環器系の疾患は全体で23.0%であるが、65歳以上では30.7%まで

増大し、最も高い割合を占める<sup>2)</sup>。この状況に対して、国は2008(平成20)年4月1日から「高齢者の医療の確保に関する法律」<sup>3)</sup>において、40歳以上75歳未満の保険加入者に対する特定健康診査・特定保健指導の実施を定め、糖尿病等の生活習慣病およびその予備軍の減少を目標として掲げている。特定健康診査の評価に基づき、服薬の無いメタボリックシンドロームの者及び将来生活習慣病を発症する危険性が高い者に対して、医師や保健師、管理栄養士などの専門知識や技術を持つ者が対象者に介入支援を行うことが定められた。

生活習慣病の予防・改善には、運動の継続的な実施と食生活の改善が有効であることは多くの研究により明らかである<sup>4,5)</sup>。平成20年3月に厚生労働省健康局長(健発第0310007号)及び保険局長(保発第0310001号)から都道府県知事宛に出された通知「特定健康診査及び特定保健指導の実施について」<sup>6)</sup>において、特定保健指導における運動指導に関する専門的知識および技術を有すると認められる資格として、健康運動指

\*1 就実短期大学幼児教育学科  
Department of Preschool Education, Shujitsu Junior College

\*2 独立行政法人国立健康・栄養研究所健康増進プログラム

Division of Health Promotion and Exercise, National Institute of Health and Nutrition

\*3 東京有明医療大学保健医療学部柔道整復学科  
Tokyo Ariake University of Medical and Sciences

\*4 株式会社岡山スポーツ会館  
OSK SPORTS CLUB Co.,Ltd

\*5 川崎医療福祉大学医療技術学部健康体育学科  
Department of Health and Sports Science, Kawasaki University of Medical Welfare

導士と THP 指針に基づく運動指導担当者（ヘルスケアトレーナー）が含まれることが明記された。しかしながら先行研究では、中高齢者を対象とした運動における生活習慣病リスクの改善効果に関する報告のうち、健康運動指導士が運動指導したと明記されている論文は 3 報<sup>7-9)</sup>であり、健康運動指導士の運動指導が生活習慣病の予防・改善に有効であることは十分に明らかにされていない。運動は特定保健指導に成果をもたらす一つの要素である。健康運動指導士の指導が生活習慣病の予防・改善に有効であることを示すことで、この資格が特定保健指導に寄与する資格であることを明確にでき、かつ健康運動指導士の有用性を示すことができると思われる。

動脈硬化度の指標である動脈ステイフネスは、加齢と生活習慣病の進行に伴い、増加する<sup>10-14)</sup>。加齢に起因する頸動脈や大動脈などの中心動脈ステイフネスの増加は、収縮期血圧の上昇や脈圧増大の原因となる。疫学研究では、動脈ステイフネスの高値が、虚血性心疾患や脳血管疾患の独立した危険因子であることを示している<sup>15,16)</sup>。したがって、高齢社会にある国民の動脈ステイフネスの増加を予防あるいは改善することが健康寿命の延伸の重要な課題であると考えられる。すでに先行研究は、習慣的な有酸素運動の実施が動脈ステイフネスの改善の促進を報告している。Tanaka ら<sup>17)</sup>が行った成人男性を対象とした研究は、有酸素運動による中心動脈ステイフネスの改善効果が、若年者よりも中高年者で顕著であり、わずか数ヶ月の中強度（心拍数120拍/min 程度）の運動介入でも、中高年者の動脈ステイフネスの有意な低下を報告している。動脈ステイフネスを低値に保つためには、有酸素運動もしくは有酸素運動と低強度の筋力トレーニングを組み合わせた身体活動が有用であると報告されている<sup>9,17-27)</sup>。先行研究は、運動頻度が週2～5日の時に動脈ステイフネスの改善効果が高いことを報告している<sup>9,18-20,22,24-26)</sup>。地域の健康づくり事業として集団運動プログラムを実施する場合、1週間における開催回数は、事業の参加者となる地域で生活を送る住民にとって参加の有無を決定する一つの要素であると考えられる。運動の実施頻度が高くなれば動脈ステイフネスが頻度に依存して改善するという報告は、研究室の管理下で実施された事例による成果である<sup>9,18-20,22,24-26)</sup>。地域で行なう健康づくり事業は、対象者が多く参加し、かつ継続することで大きな成果を得ることができるよう、地域及び対象者の実情に合わせ、さらに科学的根拠を加味した内容が求められる。地域に生活する特定保健指導該当者を対象に週1回の健康づくり事業における運動と動脈ステイフネスの関係性について明らかにすることは、特定保健指導が目的としている二次予防での生活習慣病

の発症を抑制し、国民医療費の削減及び健康寿命の延伸に大きく貢献するものと考えられる。

我々は、国民健康保険に加入し、健康診査にて生活習慣病に関する項目が高値を示した中高齢者を対象に、週1回の有酸素運動プログラムを主体とする3ヵ月間の健康教室の実施が、動脈ステイフネスの改善に有効であるか及び健康教室の参加率から運動頻度と動脈ステイフネスの関係性を明らかにすることを目的に研究を行った。

## II. 方 法

### A. 参加者

対象者は、O 県内の複数の市町村で実施した健康教室の参加者とした。参加者の身体的特性を表1に示した。参加者は、国民健康保険に加入しており、健康診査で生活習慣病に関する項目が高値を示した者を中心に自治体が健康教室参加の募集を行い、任意で参加を希望した中高年102名（平均年齢60.3±6.3歳）である。健康教室は生活習慣病の予防・改善を目的として行い、健康教室の指導は自治体から委託を受けた同県内のフィットネスクラブ（指定運動療法施設）が健康運動指導士を派遣し、運営を行った。本研究の倫理性については、健康教室の委託を受けた株式会社岡山スポーツ会館の個人情報保護方針に沿って実施した。同時に、川崎医療福祉大学倫理委員会の承認（承認番号129号）を得て実施した。

### B. 健康教室全体の流れ

健康教室全体の流れを表2に示した。参加者は、健康教室初日に形態測定及び体力測定を行い、メディカルチェックとして、血圧、動脈ステイフネス（baPWV）、血液検査を行った。健康教室2回目は初日に測定した各項目の数値を解説した。この時に baPWV の結果からおおよその血管年齢を提示し、血管の硬さのモデルを示すことで、対象者の視覚的な理解を促し、さらに実際に手でモデルを触ることにより自身の血管の硬さの度合いを理解させた。参加者から健康教室参加の目的を聞き取り、日々の生活で遂行可能な事柄を目標として設定した。3回目～10回目までは有酸素運動を主体と

表1. 参加者の身体的特性

項 目	全 体	
	n=102 (男性=10、女性92)	
	平均値	標準偏差
年齢 (歳)	60.3	6.3
身長 (cm)	153.9	6.2
体重 (kg)	56.8	9.0

松本 希 他：週1回の有酸素運動を主体とした特定保健指導の実施が動脈ステイフネスに及ぼす影響

した運動を行った。11回目で健康教室初日と同様の測定を行い、12回目に各指標の数値の説明を行い、教室全体の振り返りを行った。健康教室期間は3ヶ月間で、週1回の頻度で運動時間は90分とした。

C. 1回の健康教室の流れ

健康教室は、2名の健康運動指導士が指導を行った。3～10回目の1回の健康教室の流れについては、表3に示した。参加者は、健康教室会場に到着後、安静を保ったのちに血圧・体重測定を行い、健康運動指導士が個別に体調チェックのための問診を行った。この時の血圧が収縮期血圧140mmHg以上または拡張期血圧90mmHg以上を示した者及び普段の血圧値より高値を示した者、寝不足や食事の未摂取などによる体調不良を訴えた者には、教室を休むかまたはストレッチングのみに参加するよう指示した。運動内容は、準備運動としてストレッチングを行い、メイン運動としてリズム体操またはイスを用いたエアロビクス、水中歩行、アクアビクスなどの有酸素運動を行った。最後に、補強運動として自重を用いた低強度の筋力トレーニングを行い、整理運動にストレッチングを行った。全ての運動は、集団運動プログラムで行った。2006年に発表された健康づくりのための運動指針—エクササイズガ

イド2006—<sup>27)</sup>では、1週間に4エクササイズ以上の活発な運動をすることを目標としていることから、健康運動指導士はボルグスケール11～13の運動強度を目安に、1回の健康教室における運動量が4エクササイズ(200～300kcalのエネルギー消費)になるよう運動プログラムを作成した。健康教室は、1名の健康運動指導士が運動指導を行ない、もう1名の健康運動指導士が準備運動終了後に全員の参加者と個別に面談を行なった。

D. 日常生活における指導

対象者には、在宅でも運動が行えるようウォーキングや自重を用いた筋力トレーニングの運動方法を示した教材(冊子「いきいき健幸生活」)を配布した(図1)。この教材は、厚生労働省が提示する「標準的な健診・保健指導プログラム(確定版)」の添付資料にある「保健指導に関する学習教材集」<sup>28)</sup>で紹介されたものであり、健康教室の委託先の健康運動指導士らで作成したものである。教材は、生活習慣病の解説や食事に関するアドバイス、健康教室で行う測定数値の評価を解説し、日常生活がセルフモニタリングできるよう体重及び血圧、歩数、運動実施の有無を記入できる。健康運動指導士は、健康教室開催2回目に参加者と個

表2. 健康教室の全体の流れ

1回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>開校式</li> <li>測定 形態測定：身長、体重、体脂肪率、腹囲 体力測定：筋力、柔軟性、平衡性 メディカルチェック：血圧、脈波伝播速度(baPWV) 血液検査(総コレステロール、HDLコレステロール、中性脂肪、血糖)</li> <li>ストレッチング指導</li> </ul>
2回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>個別カウンセリング</li> <li>測定結果の解説</li> <li>運動(自重トレーニング、ストレッチング)</li> </ul>
3回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>体調チェック</li> </ul>
4回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>生活習慣病に関する講話</li> </ul>
5回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>準備運動：ストレッチング</li> </ul>
6回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>メイン運動</li> </ul>
7回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>リズム体操、チェアビクス、水中歩行、アクアビクスなどの有酸素運動</li> </ul>
8回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>補強運動：自重を用いた低強度の筋力トレーニング</li> </ul>
9回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>整理運動：ストレッチング</li> </ul>
10回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>*教室中、対象者全員と個別に面談を行った</li> </ul>
11回目	1回目と同様の測定
12回目	<ul style="list-style-type: none"> <li>個別カウンセリング(3ヶ月のまとめ、成果の説明)</li> <li>測定結果の解説</li> <li>終了式</li> </ul>

表3. 3～10回目の健康教室の流れ

時間(計90分)	内容	
5分	体調チェック 血圧測定	
10分	生活習慣病に関する講話	
10分	準備運動：ストレッチング	<ul style="list-style-type: none"> <li>個別に対象者と面談 教材への記入内容と行動目標の達成度の確認。 参加者の1週間の様子を聞き取り調査し、必要に応じてアドバイスや目標の修正を行った。</li> </ul>
45分	メイン運動 リズム体操、チェアビクス、水中歩行、アクアビクスなどの有酸素運動	
10分	自重を用いた低強度の筋力トレーニング	
10分	整理運動：ストレッチング	

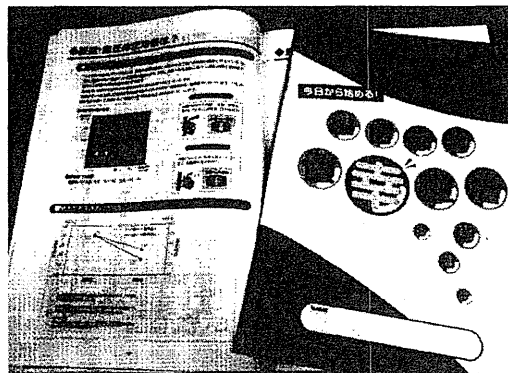


図1. 教材「いきいき健幸生活」



別に面談を行い、健康教室初回に実施した各測定数値を説明した。さらに健康教室参加の目的を聞き目標設定(大目標)を行った。その目標を達成するために日々の生活の中で遂行可能な2~3つの行動目標(小目標)を、参加者自身が決定できるよう個々の参加者の日常生活行動を考慮してアドバイスした。参加者自身が小目標を決定した。

日々の行動目標の達成度及び体重、歩数、血圧等は教材に記入するよう指示した。健康運動指導士は、個別に健康教室ごとに教材への記入内容の確認を行い、前回の健康教室からの行動目標の達成度及び日常生活内での食事や運動の状況を聞き取り調査し、行動目標の達成度が高い場合には賞賛をし、低い場合には個々の生活の様子に合わせて代替案を提示するなど目標達成に向けてアドバイスをし、生活習慣病予防・改善の支援を行った。行動目標は達成度合いを評価し、少しずつ大目標に近づくよう変更した。

### E. 健康運動指導士の役割

健康運動指導士は、健康教室前に依頼を受けた自治体の担当者と打ち合わせを行い、参加者の様子やその自治体住民の特性を聞き取り調査した。打ち合わせの内容を踏まえ、健康教室の全体の流れと1回の健康教室の運動内容を計画立案した。健康づくりのための運動指針—エクササイズガイド2006—<sup>27)</sup>や特定保健指導の実施を支援するe-ヘルスネット<sup>28)</sup>などが紹介する科学的根拠に基づき、運動プログラムを作成した。健康教室中に運動強度が高すぎるもしくは低すぎる、欠席者が多い等の運動の計画に不具合が生じた場合には、健康運動指導士の判断のもと、適宜健康教室の全体の流れや運動内容の変更を行った。健康教室では参加者に、教室内で行う運動から予測される効果について説明を行い、一つ一つの動作についてどこの部位に意識をさせて運動を行うか意識性の原則に基づき説明した。健康運動指導士は参加者の個々の行動変容の準備度を把握し、行動科学理論に基づいた支援を行なった。さらに健康教室のプログラムに、グループワークを取り入れる等の仲間づくりに努め、健康運動指導士だけでなく、同じ健康教室の参加者からも運動継続及び定着に向けた社会的支援が得られるようにした。各参加者のそれぞれの生活状況や測定結果の内容を健康教室期間中を通して把握し、日常生活内に運動を取り入れ、さらに健康教室終了後も個人で継続して運動が実施できるよう個別に支援した。健康教室ごとに行う面談では、参加者との信頼関係の構築に努め、今までの生活習慣の振り返りを行ない、肥満や高血圧、高血糖の状態になった原因を、対象者自身が気づき行動できるよう支援した。参加者が行動目標を主体的に考え、短期

的で実行可能な目標になるようアドバイスした。行動目標を継続できるように個別に支援した。

### F. 測定項目

健康教室の開始時及び終了時に、対象者に以下に示す測定を実施した。

#### 1. 形態測定

身長、体重、BMI (Body Mass Index)、体脂肪率、腹囲を測定した。体脂肪率はインピーダンス法を用いて評価し、腹囲は、立位の臍部で息を吐いた時の周囲径を測定した。

#### 2. 体力測定

筋力、柔軟性、平衡性を評価した。握力を測定し、筋力を評価した。立位体前屈を測定し、柔軟性を評価した。閉眼片脚立ちを測定し、平衡性を評価した。

#### 3. 歩数

歩数計は参加者が各自で用意するよう指示した。健康教室開始日から1週間の平均歩数と健康教室終了直前の1週間の平均歩数を比較した。

#### 4. メディカルチェック

各測定は、自治体の健康教室の実施時間に合わせて、午前10時30分から11時30分の間、もしくは、午後13時30分から15時の間に行い、室内温度は冬期に20℃前後、夏期に28℃前後の快適温度内に保たれるよう設定した。

##### i. 血圧、動脈ステイフネス

動脈ステイフネスは、上腕足首間脈波伝播速度(baPWV: brachial-ankle Pulse wave velocity)を指標として、血圧脈波検査装置を(formPWV/ABI: オムロンコーリン株式会社)を用いて、仰臥位安静時の両上腕及び足首の収縮期血圧(Systolic Blood pressure: SBP)、拡張期血圧(Diastolic Blood Pressure: DBP)と同時に測定した。baPWVは、左右の上腕と足首にセンサー付きカフを取り付けることで、非侵襲的に全身性の動脈ステイフネスの指標として評価することができる<sup>30)</sup>。カフ内の容積脈波から両上腕と両足首の脈波を獲得でき、これらの脈波から立ち上がり時間の差( $\Delta T$ )を測定し、身長から求めた大動脈弁口から足首までの長さ(La)、大動脈弁口から上腕までの長さ(Lb)を求め、以下に示すような式からbaPWVを算出した<sup>31)</sup>。

$$\text{baPWV} = (La - Lb) / \Delta T$$

測定時には、仰臥位にてセンサー付きカフを両腕・両足首に装着し、安定した心拍応答を確認した後、測定を行った。本法によるbaPWV測定の再現性テストによる推定標準誤差は、 $\pm 3\%$ であった。

松本 希 他：週1回の有酸素運動を主体とした特定保健指導の実施が動脈ステイフネスに及ぼす影響

## ii. 血液検査

椅子座位で肘部皮静脈から採血し、総コレステロール及び中性脂肪、HDL コレステロール、血糖値の測定を行った。午前中の健康教室参加者には朝食を摂取しないよう指示し、午後の健康教室参加者には、朝食に脂質の多い食事摂取を控え、昼食を摂取しないよう指示した。

## G. 群分け方法

運動頻度と動脈ステイフネスの関連性をみるために、参加者を健康教室の出席率から3群に分けた。2004年～2006年に特定健康診査・保健指導の先駆的・モデル的事業として国保ヘルスアップ事業を行った山形県鶴岡市の報告書<sup>32)</sup>は、12週間の短期プログラムの参加率が8割を超えたことを報告した。この事実を踏まえて本研究では全健康教室に参加した100%の出席率だった者を参加率の高い群 (n=48)、99～80%の者を普通群 (n=38)、80%未満の者を低い群 (n=16) とした。

## H. 統計処理

統計処理は、統計ソフトは、Macintosh 版 Statview-J 5.0を用いて行った。健康教室開始時及び終了時の比較には、対応ありのt検定を用いた。各群における健康教室開始時及び終了時の比較にも群ごとに対応ありのt検定を用いて有意差の検定を行った。各測定項目の参加動機による3群間の比較には、一元配置分散分析を行なった。結果は全て平均値±標準偏差にて表記し、統計学的な有意水準を危険率 (p) 5%未満とした。

## III. 結 果

### A. 全参加者における健康教室開始時及び終了時の変化

全参加者における健康教室開始時及び終了時の各測定項目の変化を表4に示した。

#### 1. 形態測定

体重及びBMIは健康教室終了時に有意に減少していた (p<0.05) が、身長及び体脂肪率、腹囲は有意な差を示さなかった。

#### 2. 体力測定

握力及び立位体前屈は健康教室終了時に有意に増加していた (p<0.05) が、閉眼片脚立ちには有意な差を示さなかった。

#### 3. メディカルチェック

baPWV及び収縮期血圧、拡張期血圧は、有意に減少した (p<0.05)。血液検査では、総コレステロールが有意に減少した (p<0.05) が、HDL コレステロール及び中性脂肪、血糖値は有意な差を示さなかった。

表4. 健康教室開始時と終了時の変化

項 目	開始時	終了時
身長(cm)	153.9±6.2	153.9±6.2
体重(kg)	56.8±9.0	56.1±8.6*
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	24.0±3.2	23.7±3.1*
体脂肪率(%)	28.4±6.6	29.1±6.3
腹囲(cm)	80.8±11.6	80.3±11.0
収縮期血圧(mmHg)	130±18	124±16*
拡張期血圧(mmHg)	77±10	74±9*
baPWV(cm/s)	1501±307	1454±289*
総コレステロール(mg/dl)	233±34	227±32*
HDL コレステロール(mg/dl)	68±17	69±18
中性脂肪(mg/dl)	123±80	115±59
血糖値(mg/dl)	107±14	105±22
握力(kg)	24.3±6.9	25.7±6.8*
立位体前屈(cm)	12.4±7.2	13.7±7.2*
閉眼片脚立ち(秒)	13.4±18.9	16.1±15.1
歩数(歩/日)	8374±3609	8451±3346

平均値±標準偏差 \*p<0.05

baPWV；上腕足首間脈波伝播速度

### 4. 歩数

健康教室開始日から1週間及び健康教室終了前の1週間のそれぞれの平均歩数は、健康教室の開始時及び終了時で有意な差を示さなかった。

## B. 参加率からみた健康教室開始時及び終了時の変化

### 1. 形態測定

参加率からみた形態測定の結果を表5に示した。健康教室開始時及び終了時の比較では、全ての参加率別の群において、体重とBMIが健康教室終了時に有意に減少した (p<0.05)。身長及び体脂肪率、腹囲は3群ともに健康教室開始時及び終了時に有意な差を示さなかった。各測定項目値の3群間の比較では、体脂肪率は健康教室開始時及び終了時ともに参加率が低い群が他の2群と比較して有意に高値を示した (p<0.05)。健康教室開始時の腹囲において、参加率の低い群は高い群より有意に高値を示した (p<0.05)。身長及び体重、BMIは3群間に有意な差を示さなかった。

### 2. 体力測定

参加率からみた体力測定の結果を表6に示した。健康教室開始時及び終了時の比較では、参加率が高い群では、握力と立位体前屈が健康教室終了時に有意に増加した (p<0.05)。普通の群では、握力が有意に増加した (p<0.05)。その他の群では有意な差を示さなかった。各測定項目値の3群間の比較では、握力は健康教室開始時及び終了時ともに普通の群より低い群で有意に低値を示し (p<0.05)、立位体前屈は教室終了時において高い群より低い群で有意に低値を示した (p<

0.05)。閉眼片脚立ちは3群間に有意な差を示さなかった。

3. メディカルチェック

参加率からみたメディカルチェックの変化について、血圧とbaPWVの変化を図2、3に、血液指標の変化を表7に示した。健康教室開始時及び終了時の比較では、参加率が高い群と普通の群においてbaPWVと収縮期血圧、拡張期血圧は、有意に低下した(p<0.05)。低い群では、有意な差を示さなかった。総コレステロール及びHDLコレステロール、中性脂肪、血糖値は、全ての群で有意な差を示さなかった。各測定項目値の3群間の比較では、健康教室終了時の中性脂肪において低い群がその他の群と比較して有意に高値を示した(p<0.05)。その他の項目は3群間に有意な差を示さなかった。

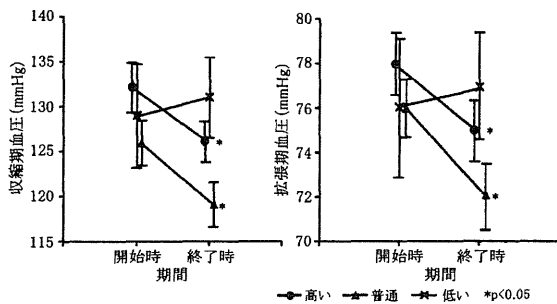


図2. 参加率からみた血圧の変化

IV. 考 察

特定保健指導の該当者と健康運動指導士の有効な関連性を示す知見として、数ヶ月間の健康運動指導士が指導する健康教室の介入により動脈スティフネス及び血圧が改善し、体力が向上することが確認された。加えて、週1回実施する健康教室のような運動形態では、参加者の参加率がこれらの改善に影響を及ぼすことを示唆した。

本研究では、健康教室開始時に、健康運動指導士が形態・体力測定、メディカルチェックの結果を参加者に説明した。この時にbaPWVの結果からおおよその血管年齢を提示し、血管の硬さの模型を対象者に視覚

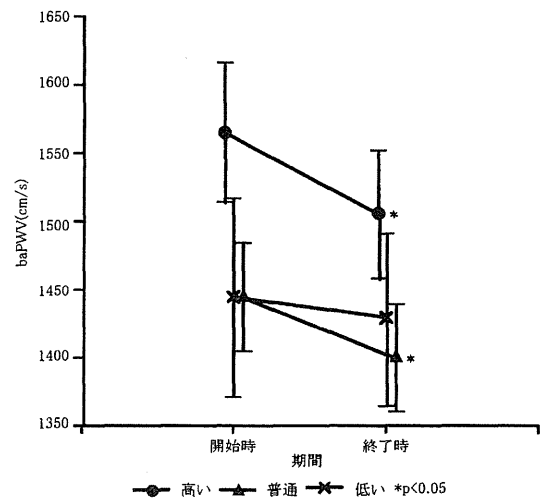


図3. 参加率からみたbaPWVの変化

表5. 参加率からみた形態指標の変化

参加動機	n	身長 (cm)		体重 (kg)		BMI (kg/m <sup>2</sup> )		体脂肪率 (%)		腹囲 (cm)	
		開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時
高い群 (100%)	48	154.0 ± 6.5	154.1 ± 6.6	56.3 ± 10.0	55.7 ± 9.4*	23.7 ± 3.5	23.4 ± 3.3*	27.9 ± 7.4	28.4 ± 6.7	79.0 ± 11.1	78.5 ± 11.4
普通群 (99~80%)	38	154.7 ± 6.1	154.7 ± 6.0	56.9 ± 9.1	56.0 ± 8.4*	23.8 ± 3.0	23.4 ± 2.8*	27.2 ± 5.3	28.6 ± 5.7	80.7 ± 12.9	80.2 ± 11.5
低い群 (80%未満)	16	151.6 ± 5.5	151.6 ± 5.5	57.8 ± 5.4	57.6 ± 5.6*	25.2 ± 2.4	25.1 ± 2.5*	32.3 ± 6.3 <sup>†</sup>	32.9 ± 5.6 <sup>†</sup>	86.0 ± 8.5 <sup>†</sup>	84.9 ± 6.9

平均値 ± 標準偏差 \*p<0.05 開始時 vs 終了時、<sup>†</sup>p<0.05 低い群 vs 普通群、<sup>†</sup>p<0.05 低い群 vs 高い群

表6. 参加率からみた体力指標の変化

参加動機	n	握力 (kg)		立位体前屈 (cm)		閉眼片脚立ち (秒)	
		開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時
高い群 (100%)	48	24.7 ± 6.7	26.1 ± 6.8*	13.1 ± 6.8	15.0 ± 6.3*	13.3 ± 18.1	17.3 ± 16.7
普通群 (99~80%)	38	25.3 ± 7.3	27.0 ± 5.8*	12.8 ± 7.6	13.6 ± 8.0	12.7 ± 19.8	14.3 ± 11.3
低い群 (80%未満)	16	21.1 ± 7.8 <sup>†</sup>	21.5 ± 7.8 <sup>†</sup>	9.3 ± 7.2	10.3 ± 7.2 <sup>†</sup>	15.5 ± 20.1	16.9 ± 18.4

平均値 ± 標準偏差 \*p<0.05 開始時 vs 終了時、<sup>†</sup>p<0.05 低い群 vs 普通群、<sup>†</sup>p<0.05 低い群 vs 高い群

松本 希 他：週1回の有酸素運動を主体とした特定保健指導の実施が動脈ステイフネスに及ぼす影響

表7. 参加率からみた血液指標の変化

参加動機	n	総コレステロール (mg/dl)		HDL コレステロール (mg/dl)		中性脂肪 (mg/dl)		血糖値 (mg/dl)	
		開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時
高い群 (100%)	48	233±33	229±34	67±18	68±18	115±64	116±70	106±14	109±31
普通群 (99~80%)	38	229±28	226±27	69±16	72±19	131±99	112±49	105±13	98±6
低い群 (80%未満)	16	243±48	226±35	68±15	63±16	131±73	120±45 <sup>△,†</sup>	114±17	108±12

平均値±標準偏差 <sup>△</sup>p<0.05 低い群 vs 普通群、<sup>†</sup>p<0.05 低い群 vs 高い群

的に示し、さらに実際に参加者自身の手で模型を触ることにより自身の血管の硬さの度合いを理解させた。参加率が高い群の健康教室開始時の baPWV の数値は、健診受診者で心血管疾患や動脈硬化危険因子がなく正常血圧の健康人から得た60代の baPWV 基準値<sup>33)</sup>と比べて高い値を示した。さらに有意な差はないものの、参加率が普通の群及び低い群に比べても高かった。本研究の結果は、年代の基準値より高値を示す baPWV 値であったとしても運動の介入及び生活習慣の見直しにより改善を望めることを示唆する。健康運動指導士は、参加者に対し、メディカルチェックの結果及び各参加者の生活プロフィールを参考に健康教室が生活習慣病の予防・改善に貢献するよう運動プログラムを作成した。健康教室の中で実施した個別面談において、血圧及び動脈ステイフネス、体重が高値を示す者及び生活習慣病リスクを重複して保有する者には、そうでない者と比べて、運動だけでなく栄養指導及びストレスコーピングの指導などを多面的に行ない、生活習慣改善に向けての支援及び行動の修正に関するアドバイスを多く行なった。健康運動指導士の関わりの度合いが参加者の高い参加動機に関係し、血圧及び動脈ステイフネスの減少に結びついたことが示唆される。さらに本研究の参加者は、自治体の健康教室の募集告知に対して任意で集まった集団である。生活習慣病予防・改善を目的に健康教室が行なわれることを理解していて、今までの生活習慣に危機感を持っている、または健康教室に参加することが生活習慣病の予防・改善効果が生じることへの期待が、健康教室の高い参加動機に関与しているものと推察する。

健康教室時以外の身体活動を検討する指標として、歩数計の着用を促したが、健康教室開始時及び終了時で歩数に変化がみられなかった。本研究と同様に運動を行った保健指導モデルを検討した先行研究においても歩数は増加しなかったが、体重や血圧の減少を報告している<sup>34,35)</sup>。本研究の結果は、先行研究の報告を支持する結果であった。

本研究の対象者の9割は女性であった。女性の動脈ステイフネスを検討する場合、女性ホルモンの一つであるエストロゲンの影響を考慮しなくてはならない。

先行研究は、エストロゲンが血管拡張作用および NO 産生に関与し、女性は男性より低い baPWV の値を示すが、60歳以上では閉経の影響から baPWV の男女差は無くなることを報告している<sup>12)</sup>。さらに月経周期に伴い動脈コンプライアンスは変動するものの、大動脈 PWV<sup>36)</sup>や脚の PWV<sup>37)</sup>は明らかな変動を示さないことも報告されている。本研究の対象者はすでに閉経の平均年齢を超えている年代であることからエストロゲンの影響を考慮しなかった。

先行研究において、運動の動脈ステイフネス改善効果の報告は、運動頻度を週2~5日で設定している場合が多い<sup>9,18~20,22,24~26)</sup>。本研究と同様に日本人の中高齢者を対象とした先行研究では、閉経後の女性を対象に12週間、週3~5日の低強度もしくは中強度の有酸素運動トレーニングを実施した場合、どちらの強度でも動脈ステイフネスが低下することを報告している<sup>19)</sup>。大概<sup>26)</sup>は、12週間週5日の有酸素運動トレーニングにより動脈ステイフネスが低下したことを報告した。本研究では3ヵ月間の週1回の集団運動プログラムで実施した健康教室の参加により動脈ステイフネスが低下した。ACSM の運動処方指針においては、週に3~5回の頻度での運動を推奨している<sup>38)</sup>。一方、文部科学省では、成人の週1回以上のスポーツ実施率を目指しており、同省の「体力・運動能力調査報告書」では週1日以上運動実施頻度の者は、しない者に比べて体力水準が高いと報告している<sup>39)</sup>。健康づくりのための運動指針—エクササイズガイド2006—では、持久力と筋力が高いと生活習慣病の発症リスクが低くなると報告されている<sup>27)</sup>。以上の科学的根拠に基づき、運動プログラムを作成したことが本研究の成果に結びついたと考える。

健康教室の参加率から動脈ステイフネスの改善を評価した場合、高い群だけでなく、普通の群においても動脈ステイフネスが低下した。参加率が99~80%は、健康教室開催数からみると教室を1回もしくは2回休んだことに相当する。山形県での国保ヘルスアップ事業<sup>22)</sup>においても参加者のプログラムの参加率が約8割で生活習慣病リスクが改善していることから、健康教室を1回もしくは2回休んだとしても生活習慣病予防・