

運動が動脈硬化度に及ぼす効果 —心臓足首血管指数（CAVI）を用いて—

小林 裕 司¹⁾ 鈴木 敦 子²⁾ 石 黒 友 康²⁾

Effects of the exercise on the arterial stiffness degree —with the use of Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI)—

Yuji Kobayashi, Atsuko Suzuki, Tomoyasu Ishiguro

抄 録

本研究の目的は、健常男子学生10名を対象に、短時間の運動が動脈硬化度（心臓足首血管指数；CAVI）に及ぼす効果を検討することである。仰臥位で15分間安静にした後にCAVIを測定し、自転車エルゴメーターで漸増的多段階負荷法にて運動強度60%の運動負荷を行い、運動終了後、直ちに仰臥位となり再びCAVIを測定した。その結果、CAVIの値は、安静時には 5.8 ± 0.3 であったが、運動直後には 4.3 ± 0.6 になり、有意に低下した。このことから、短時間の運動が動脈硬化度を低下させ、循環器疾患の危険を低下させる可能性が示唆された。

キーワード：動脈硬化

心臓足首血管指数（CAVI）

血圧

運動

1) 健康科学大学リハビリテーションクリニック

2) 健康科学大学 理学療法学科

1. はじめに

動脈硬化は大動脈瘤、心筋梗塞、脳血管障害など、重篤な疾病の原因となる。したがって、動脈硬化度を低下させる因子を見出すことができれば、これらの疾病の予防に役立つと考えられる。

動脈硬化度を測定する方法の1つとして脈派伝播速度がある。脈派伝播速度は、動脈壁の硬さと比例し非侵襲的に測定できることから、動脈硬化の指標として検討されてきた。脈派伝播速度は、2点で測定した脈波の時間差と、2点間の距離から求められ、大動脈脈波速度（頸動脈と大動脈間の脈波速度）が測定された¹⁾。しかし、この方法は技術的に困難であり、また血圧を補正しなくてはならないという欠点があった。最近、脈波速度が循環器疾患の危険因子であること^{2),3),4)}が報告され、脈波速度の重要性が改めて認識されるようになった。また簡便に脈派伝播速度を測定できるものとして、上腕-足首脈波速度の測定装置も開発されたため、脈波速度が再び注目されつつある。ただし、上腕-足首脈波速度は主に大動脈ではなく下肢の動脈の硬化度を反映するという点と、血圧依存性があるという欠点がある。

これまでに、大動脈脈波速度や上腕-足首脈波速度を指標とした研究結果から、動脈硬化度は、加齢や喫煙などで高いことが明らかにされている。一方、継続的な有酸素性運動のトレーニングが、大動脈の硬化度を低下させることが報告され^{5),6)}、継続的な運動習慣は循環器疾患の危険を低下させる可能性が示された。このような運動による動脈硬化度の低下作用は、もっと短時間の運動でも起こる可能性があるが、まだ調べられていない。運動時には収縮期血圧が上昇することが知られているので、短時間の運動の直後に動脈硬化度が変わるかどうかを調べるためには、血圧の影響を受けない動脈硬化度の指標を調べなくてはならない。心臓足首血管指数 (CAVI; cardio ankle vascular index) は、論理的に血圧に依存しないものとして、開発され^{7),8)}、実際に測定時の血圧に依存しないことが示されている^{9),10)}。そこで、本研究は動脈硬化度の指標としてCAVIを測定し、短時間の運動が動脈硬化度に及ぼす効果を検討することを目的とした。さらに、CAVIと同時に血圧も測定し、CAVIと血圧の関係についても検討した。

2. 対象と方法

i. 対象

健常男子学生10名（非喫煙者、平均年齢 21.7 ± 1.3 歳）を対象とした。被験者には事前に本研究の目的およびその内容を書面および口頭にて説明を行い、書面により同意を得た。

ii. 測定手順

被験者にCAVI測定用装置を装着し、ベッド上で仰臥位の状態で15分間安静にさせた後、CAVIを測定した。その後、装置を装着したまま被験者に自転車エルゴメーター

(EC-F 400、CATEYE) で運動を行わせ、運動直後に被験者を再びベッドで仰臥位とさせ、CAVIを測定した。

iii. 運動負荷

運動負荷は、漸増的多段階負荷法を用いて運動強度を50 W から3分毎に20 W ずつ上げ、各被験者の目標心拍数に到達後、到達した時の運動強度にてさらに3分間運動を行わせた。各被験者の増負荷段階、運動時間は、それぞれ 5.6 ± 0.7 回、 18.1 ± 2.2 分であった。

目標心拍数は、安静仰臥位の心拍数からKarvonenの式 [目標心拍数 = (最高心拍数 (220 - 年齢) - 安静時心拍数) \times 0.6 (運動強度60%) + 安静時心拍数] により算出した。

iv. CAVI 及び血圧の測定

CAVIの測定には、血圧脈派検査装置 (Vasera VS-1000、フクダ電子) を用いた。被験者の両腕・両足首にカフ、第2肋骨胸骨上に心音マイク及び第1誘導の心電電極を装着した。これにより、CAVI、収縮期血圧及び拡張期血圧を同時に測定した。

v. 統計処理

データは平均値 \pm 標準偏差で表した。運動直後の測定値を安静時と比較し、対応のあるt検定を用いて検定を行い、 $p < 0.05$ を有意とした。

3. 結果

① CAVI (図1)

CAVIは、安静時には 5.8 ± 0.3 であったが、運動直後には 4.3 ± 0.6 になり、有意な低下がみられた。

② 収縮期血圧・拡張期血圧 (図2)

安静時の収縮期血圧と拡張期血圧は、それぞれ 125.6 ± 14.9 mmHg、 74.6 ± 11.0 mmHgであった。運動直後には、収縮期血圧は 148.0 ± 18.7 mmHgになり、安静時に比べ有意に上昇した。一方、拡張期血圧は 75.3 ± 14.1 mmHgで、安静時とほぼ同じであった。

4. 考察

本研究により、短時間の運動がCAVIを低下させることが明らかになった。これまでに、長期の継続的な運動が、動脈硬化の予防に役立つことが示されている^{5),6)}。今回の結果から、短時間の運動でも、動脈硬化の予防に役立つ可能性が示唆された。

今回、運動直後に収縮期血圧は有意に上昇したが、CAVIの値は有意に低下した。このことは、CAVIは測定時の血圧に依存しないという、小菅⁹⁾や正田ら¹⁰⁾の報告と合う。

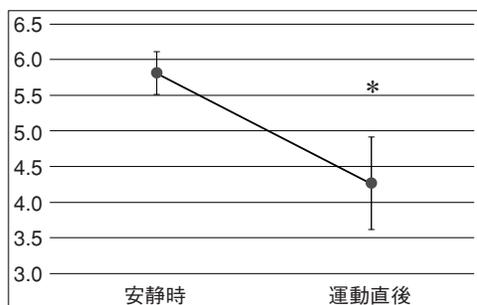


図1 運動がCAVIに及ぼす効果 (* p<0.05:安静時に対する有意差)

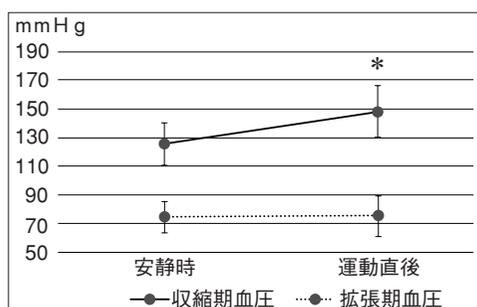


図2 運動が血圧に及ぼす効果 (* p<0.05:安静時に対する有意差)

運動直後に収縮期血圧は上昇したが、拡張期血圧はほとんど変化しなかった。収縮期血圧が上昇したのは、運動により心拍出量が増加したためと考えられる。一方、拡張期血圧がほとんど変化しなかったのは、筋の活動に伴って代謝産物などの血管拡張物質が増加し、筋血管が拡張して、末梢血管抵抗が全体として低下したためと考えられる。今回、短時間の運動によりCAVIが低下したが、この機序として、運動に伴う血管の拡張（弛緩）が関与した可能性がある。

今後の課題として、短時間の運動が、大動脈などの動脈硬化度が問題となる弾性動脈に、どのような影響を与えているか調べる必要がある。また、運動強度や時間などどのような運動の要素によって動脈硬化度の低下の程度に影響を与えるか検討し、最も動脈硬化度を低下させる運動様式を検討することが考えられる。さらに、短時間の運動による動脈硬化度の改善効果が、どの程度持続するか、その動脈硬化度を低下させる生理学的メカニズムはどのようなものか、検討を重ねたい。

引用文献

- 1) 長谷川元治. ヒト大動脈脈波速度に関する基礎的研究. 慈恵医大誌 1970; 85: 742-760.
- 2) Amar J, Ruidavents JB, Chamontin B, Drouet L, Ferrieres J. Arterial stiffness and cardiovascular risk factors in a population-based study. J hypertens 2001; 19: 381-387.
- 3) Blacher J, Asmar R, Djane S, London GM, Safar ME. Aortic pulse wave velocity as a marker of

- cardiovascular risk in hypertensive patients. *Hypertension* 1999; 33: 1111-1117.
- 4) Cruickshank K, Riste L, Anderson SG, Wright JS, Dunn G, Gosling RG. Aortic pulse-wave velocity and its relationship to mortality in diabetes and glucose intolerance: an integrated index of vascular function? *Circulation* 2002; 106: 2085-2090.
 - 5) 松田光生, 柿山哲治, 小関 迪. 継続的運動が大動脈の柔軟性に及ぼす効果 —大動脈脈派速度による検討—. *臨床スポーツ医学* 1994; 11: 336-341.
 - 6) Kakiyama T., J. Sugawara, H. Murakami, S. Maeda, S. Kuno, M. Matsuda. Effects of short-term endurance training on aortic distensibility in young males. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37: 267-271.
 - 7) 川崎 健, 竹内光吉, 長谷川元治, 八木晋一, 中山 淑, 高山吉隆. 超音波編変位計による非観血的総頸動脈硬化判定法. *脈管学* 1982; 22: 241-248.
 - 8) 林紘三郎. 動脈壁のスティフネスと弾性. In 林 紘三郎, 編. *バイオメカニクス*. 東京: コロナ社; 2000. 75-79.
 - 9) 小菅孝明. 脈派伝播速度 PWV と新動脈硬化指標 CAVI. *Mebio* 2005; 22: 27-35.
 - 10) 正田孝明, 八杉 功, 檜垣実男. 血圧に影響されない血圧脈派検査装置 CAVI-VaSera VS-1000の使用経験. *医療と検査機器・試薬* 2005; 28: 81-88.

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the effects of brief exercise on arterial stiffness (Cardio-Ankle Vascular Index : CAVI) among healthy male college students (n=10). The CAVI at rest was measured after the subjects assumed the supine position for 15 minutes. Then, the CAVI was measured again in the supine position immediately after the subjects exercised at 60% of maximum exercise intensity on a bicycle ergometer using the incremental multi-step work load method. The CAVI values decreased significantly by 4.3 ± 0.6 immediately after the exercise, compared to the value of 5.8 ± 0.3 at rest. In conclusion, these results appear to indicate that brief exercise could decrease the extent of arterial stiffness, which in turn reduces the risk of cardiovascular disease.

Key Words : Arterial Stiffness

Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI)

Blood pressure

Exercise