

低強度運動と高血圧

高木大輔^{1,2)} 西田裕介²⁾
玉木徹¹⁾ 駒形純也¹⁾

Effects of Low-Intensity Exercise on Hypertension

TAKAGI Daisuke NISHIDA Yuusuke
TAMAKI Toru KOMAGATA Junya

抄 録

虚血性心疾患、脳血管疾患による死亡率の約50%は高血圧に起因する。高血圧有病者の割合は、高齢者で約60～80%にも達する。高血圧の予防・改善方法の一つとして、中等度の有酸素運動、身体活動が推奨されているが、実際の臨床現場では適応困難な場合も少なくない。本年度、わが国では『健康づくりのための身体活動基準2013』が策定され、生活習慣病や生活機能低下の予防に対して65歳以上の身体活動の基準に低強度身体活動も含め、より高齢者の身体機能を考慮した目標を掲げた。しかし依然低強度運動と高血圧をはじめとした生活習慣病の予防に対する研究は少ない。そこで本稿では、これまでの低強度運動と高血圧の研究成果や問題点、今後の展望などについて概説する。

キーワード：高血圧

低強度運動

Type I線維

毛細血管

1) 健康科学大学 健康科学部 理学療法学科

2) 聖隷クリストファー大学大学院 生体機能理学療法解析学領域

脳血管疾患と高血圧

厚生労働省により発表された平成 24 年度死因順位別死亡数の年次推移によると、第 2 位に心疾患、第 4 位に脳血管疾患が報告されている¹⁾。虚血性心疾患、脳血管疾患による死亡率のおおよそ 50% (45%～51%) は高血圧に起因する²⁾。平成 22 年国民健康・栄養調査結果の概要において高血圧有病者の割合は、男性 60.0%、女性 44.6%であり、60 歳以上の高齢者では約 60～80%にも達する³⁾。脳卒中の発症は、70 歳前後がピークで、死亡率は 75 歳以上の高齢者で有意に多く、機能予後においても重介助例が半数近くを占め、「寝たきり」となる症例が多い⁴⁾。また高血圧の有病率は加齢に伴い上昇し、60 歳以上の血圧の平均値が、高血圧の判断基準である収縮期血圧 140mmHg 前後³⁾ あることも考慮すると、特に高齢者の血圧管理の重要性は容易に推測される。

高血圧治療ガイドライン 2009 (以下 JSH2009) では高血圧の予防・治療に対して生活習慣の修正、その後薬物療法を推奨している⁵⁾。生活習慣の修正として、運動、減塩、減量、節酒、禁煙があり、薬物療法では ARB/ACE 阻害薬、Ca 拮抗薬、利尿薬、 β 遮断薬などが選択薬として用いられている。薬物療法は、生活習慣の修正で適切な降圧効果を得られなかった場合または JSH2009 の診察室血圧に基づいた脳心血管リスク層別化の高リスク群 (Ⅱ度高血圧 160～179/100～109mmHg に腹部肥満、血糖値異常、脂質代謝異常などの危険因子を有するものならびにⅢ度高血圧を有するもの) に適応され重要な治療法の一手段である。一方で AHA (American heart association, 2008) は、参加者の 20～30%において治療抵抗性高血圧を示すとしており、薬物でも血圧をコントロールできない対象者がいることを報告している⁶⁾。したがって、薬物療法だけでなく少しでも生活習慣の改善を図り、高血圧の管理を通して脳心血管系疾患の発症予防のため、いかに適切な生活習慣を徹底し継続していくかが今後の重要な課題であることが伺える。

高齢者の高血圧予防・改善を目的とした運動処方と問題点

運動の降圧に対する効果は多くの先行研究で示されており、収縮期血圧 4.5mmHg の低下をもたらすことがメタ解析より明らかになっている⁷⁾。American College of Sports Medicine (以下 ACSM) では、高血圧患者に対して酸素摂取予備量の 55～90%または HRR (Heart Rate Reserve) の 40～85%程度 (相対強度で中等度レベル)、20～60 分間、週 3～5 回の有酸素運動を実施することを提唱している⁸⁾。わが国でも JSH2009 より、心血管病のない高血圧患者に対して中等度の有酸素運動を毎日 30 分以上実施することが推奨されている⁵⁾。しかし高齢者に同様の運動強度ならびに時間を当てはまることは困難を有することが少なくない。実際に高齢者の日常生活強度は、靴の紐を結ぶなどが最大酸素摂取量の 30%、洗濯などが 40%、歩行が 50%程度であり⁹⁾、また平成 22 年度国民健康・栄養調査の結果の概要によると 60～69 歳の男性の 1 日の平均歩数が 7092 歩、女性が 6234 歩

であるのに対して、70歳以上では男性が4890歩、女性が3872歩と大幅に減少するのが現状である³⁾。そこで特に高齢者においては、個々の身体機能・生活状態に合わせた高血圧の予防に対する運動強度、時間の再考またエビデンスの構築が必要であり、脳心血管疾患の発症の減少に寄与することが重要である。

高血圧に対する低強度運動の効果

高齢者における低強度運動とは、酸素摂取予備量またはHRRの40%未満または3.1METs以下の身体活動とされている^{8, 10)}。本年度、わが国で『健康づくりのための身体活動基準2013』¹¹⁾が発表された。本基準は、健康日本21(第二次)を推進するため、現在得られる科学的知見に基づき、平成18年に策定された「健康づくりのための運動基準2006」を改定したものであり、生活習慣病や生活機能低下の予防に対して65歳以上の身体活動(生活活動・運動)の基準を『強度を問わず、身体活動を10METs・時/週行う。具体的には、横になったままや座ったままにならなければどんな動きでもよいので、身体活動を毎日40分行う』と定義している。「健康づくりのための運動基準2006」では70歳以上の基準は設けられておらず、今回の改定で3METs未満を含めてより高齢者の身体機能・生活状態を考慮し、低強度の身体活動にも重点を置いた目標だといえる。一方で、身体活動量と生活習慣病等および生活機能低下のリスク低減におけるシステムティックレビューで採択された論文数は、18~64歳で33論文であったのに対して、65歳以上では3METs未満の身体活動量を含めて4論文と少ないのが現状である。著者も検索サイト「Pubmed」を用いて『健康づくりのための身体活動基準2013』でも指摘された高齢者では日常生活において3METs以上の活動が占める割合が極めて少ないことを考慮し、研究デザインを「Random Control Trail and Humans」とし、低強度運動が高血圧に及ぼす影響を調べるために「Low Intensity Exercise or Training and Hypertension」のキーワードにて検索した。結果高齢者というキーワードを適応しない段階でそれぞれヒットした論文数は21, 18件と少ない状況であった。研究デザインを「Random Control Trail and Humans and Above 2000years」とし、「Physical activity and hypertension」の検索も実施し352件ヒットしたが最終的に採択と判断した論文は全体で数件程度であった。したがって低強度運動が特に高齢者の高血圧にどのような影響を及ぼすかについての検討は十分とは言えない。一方で採択した論文においてKolbe-Alexander(2006)¹²⁾は、60歳以上の地域在住の高齢女性81名を対象とし低強度運動(Straight leg raise、膝関節伸展、踵上げ、肘関節屈曲など)を20週間実施した結果、トレーニング群(EX1, EX2: 2施設で実施し各施設でグループ介入)はコントロール群(CTL)と比較して有意に収縮期血圧が低下したと報告している(表1)。またCornelissen et al(2009)¹³⁾は、55歳以上の健康高齢男女性75名を対象に33% HRRと66% HRRの運動強度下、10週間での血圧に対するトレーニング効果を検討した結果、低強度運動群(33% HRR)でも有意な収縮期血圧の低下が認め、また高強度運動群との効果の差はなかったとしている。さらに

対象年齢は40歳前後であるが、中年者18名を対象として低強度（最大酸素摂取量の約45%）、中強度運動（最大酸素摂取量の約75%）、コントロール群で血圧に対するトレーニング効果を検討した研究では、低強度運動群で12週間後有意に収縮期血圧が低下したとの報告がある（図1）¹⁴⁾ ことも考慮すると、低強度運動を定期的実施することが安静時の血圧を低下させる可能性はある。

表 1. EX1 (Exercise1), EX2 (Exercise2), CTL (Control) における血圧の適応

Variable and Assessment period	EX1	EX2	CTL	Group Effect	Time Effect	Group by time effect
Systolic BP (mmHg)						
Baseline	148 ± 13	143 ± 14	147 ± 13			
10 weeks	143 ± 12	146 ± 17	147 ± 14			
20 weeks	144 ± 13	137 ± 15	150 ± 16] NS] NS] 0.011 *
Diastolic BP (mmHg)						
Baseline	90 ± 10	92 ± 10	91 ± 10			
10 weeks	89 ± 10	89 ± 10	92 ± 8] NS] NS] NS
20 weeks	88 ± 9	88 ± 10	89 ± 11			

(Kolbe-Alexander TL et al, 2006¹²⁾ より改変引用)

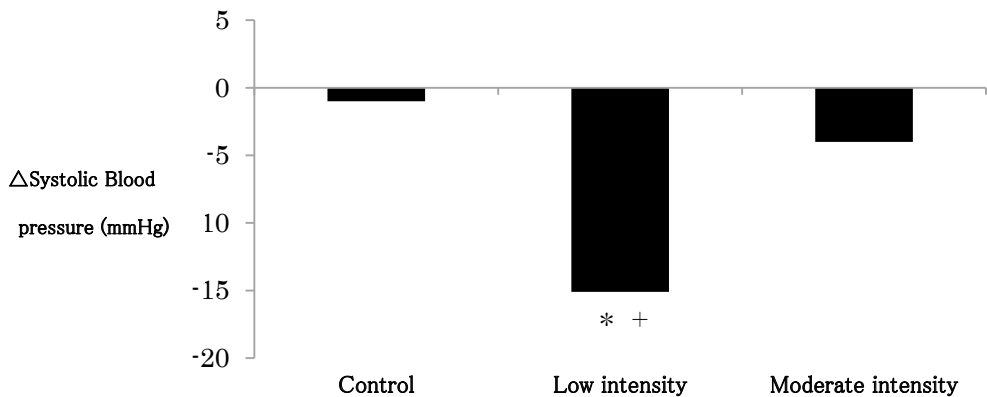


図 1. 12 週間のトレーニング後の収縮期血圧の変化

* P<0.05, versus pretraining + P<0.05, versus other groups

(Rogers MW et al, 1996¹⁴⁾ より改変引用)

低強度運動が血圧に影響を与える機序

では、低強度運動がどのような機序によって血圧に影響を与えているのだろうか。著者が検索した論文で低強度運動が血圧に与える要因について検討をしているものは少なく、Rogers¹⁴⁾らが考察中で交感神経活動や中枢性の脳内オピオイド物質の関与を言及している

程度である。運動療法による降圧メカニズムとしてNa/K比、内因性ウアバイン様物質、レプチン、血中カテコラミンの低下、尿中ドーパミン、尿中カリクレイン活性、プロスタグランジンE、タウリン、NOx (NO Bioavailability) の上昇などが報告されている¹⁵⁾。また軽強度運動の降圧機序については、浦田 (2012)¹⁶⁾ がタウリン、アデノシンなどの増加が交感神経活動の低下や腎臓でのドーパミン依存性Na排泄の増加をもたらし血圧を低下させるという一連の機序をまとめている。さらにHernelahti et al (2005)¹⁷⁾ は、筋肉のType I線維量と血圧には負の相関があることを報告し、毛細血管密度の減少が末梢血管抵抗の増加に関与すると言及している。実際に毛細血管密度と平均動脈圧には負の相関がある¹⁸⁾。浦田 (2012)¹⁶⁾ も理論上、軽強度運動が筋毛細血管の拡張をもたらす筋肉内への糖取り込みを増加し、結果血漿ノルエピネフリンが低下し血管抵抗を減少させることが血圧の低下をもたらすとしており、降圧機序に対する毛細血管の関与を示唆している。毛細血管密度はType I線維で多く¹⁹⁾、毛細血管の新生などに関与するPGC-1 α の発現もType I線維で多いとされている²⁰⁾。Type I線維は加齢の影響を受けない一方で²¹⁾、身体活動量とType I線維量には正の相関があり²²⁾、Type I線維は低強度運動時の脂質代謝に関与する²³⁾。したがって低強度身体活動量を増加させることはType I線維量、毛細血管密度を増加させ、結果的に血圧を低下させる可能性がある。

今後の展望

『健康づくりのための身体活動基準 2013』で、生活習慣病や生活機能低下の予防に対して65歳以上の身体活動（生活活動・運動）の基準を『強度を問わず、身体活動を10 METs・時/週行う。具体的には、横になったままや座ったままにならなければどんな動きでもよいので、身体活動を毎日40分行う』とし、2006年度の基準に比べ高齢者の身体機能・生活状態を考慮し、低強度の身体活動にも重点を置いた目標を策定している。しかし依然低強度の運動や身体活動と高血圧をはじめとした生活習慣病の予防に対する研究は少ないのが現状である。今後国立社会保障・人口問題研究所の推計では、2060年の日本の人口は8,674万人、65歳以上人口割合は39.9%になるとされているため²⁴⁾、特に高齢者が健康ならびに安全な生活を送るためにエビデンスの構築、高齢者を基準とした生活習慣病の予防に対するより適切な運動方法、強度、時間、頻度などを検討していく必要があると考える。

最後に我々理学療法士は運動を治療の一手段として用いており、筋肉に対する馴染みは深い。先行研究より、Type I線維量、毛細血管密度が高血圧、また低強度身体活動量がType I線維量、毛細血管密度に影響を与える可能性が示唆されている。そこでまず低強度身体活動量の増減が筋肉量やType I線維量、毛細血管密度などの変化を通して高血圧、脂質代謝異常、耐糖能異常に影響を与えるのかを検討していき、最終的には低強度身体活動量の生活習慣病を予防・改善する基準値を設けることで、高齢者をはじめとしてより多くの対象者に適応できる運動処方を確立していき脳心血管疾患の予防に寄与できればと考えて

いる。

引用文献

- 1) 厚生労働省 : <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suikei12/>
(閲覧日 : 平成 25 年 5 月 1 日)
- 2) World Health Organization. (2009) : GLOBAL HEALTH RISKS ; Mortality and burden of disease attributable to selected major risks, pp.16.
- 3) 厚生労働省 : 平成 22 年国民健康・栄養調査結果の概要
- 4) 加藤 裕司、棚橋 紀夫 . (2008) : 重症度評価成績からみた高齢者脳梗塞の特徴 . Geriat Med 46, pp.1169-1172.
- 5) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会編 . (2009) : 高血圧治療ガイドライン , ライフサイエンス出版 .
- 6) Calhoun, DA et al. (2008) : Resistant hypertension: diagnosis, evaluation, and treatment. A scientific statement from the American Heart Association Professional Education Committee of the Council for High Blood Pressure Research. Hypertension 51, pp.1403-19.
- 7) Dickinson, HO, Mason, JM et al. (2006) : Lifestyle interventions to reduce raised blood pressure: a systematic review of randomized controlled trials. J Hypertens 24, pp.215-33.
- 8) 日本体力医学会体力科学編集委員会 (2006) : 『運動処方指針』南江堂 , 2-4, 212-225.
- 9) Arnett, SW, Laity, JH et al . (2008) : Aerobic reserve and physical functional performance in older adults. Age Ageing 37, pp.384-9.
- 10) 市橋 則明 . (2010) : 『高齢者の機能障害に対する運動療法』文光堂 , 66-67.
- 11) 厚生労働省 : 運動基準・運動指針の改定に関する検討会 報告書 (健康づくりのための身体活動基準 2013)
- 12) Kolbe-Alexander, TL, Lambert EV et al. (2006) : Effectiveness of a community based low intensity exercise program for older adults. J Nutr Health Aging 10, pp.21-9.
- 13) Cornelissen, VA, Arnout, J et al. (2009) : Influence of exercise at lower and higher intensity on blood pressure and cardiovascular risk factors at older age. J Hypertens 27, pp.753-62.
- 14) Rogers, MW, Probst, MM et al. (1996) : Differential effects of exercise training intensity on blood pressure and cardiovascular responses to stress in borderline hypertensive humans. J Hypertens 14, pp.1369-75.
- 15) 太田 雅規、池田 正春 . (2008) : 生活習慣病予防の機序 高血圧と運動療法 -NO、酸化ストレスのバランスに着目して - . 臨床スポーツ医学 25, pp.1133-1138.
- 16) 浦田秀則 . (2012) : 低強度運動療法の降圧機序 . 血圧 19, pp.346-353.
- 17) Hernelahti, M, Tikkanen, HO et al. (2005) : Muscle fiber-type distribution as a predictor of blood pressure: a 19-year follow-up study. Hypertension 45, pp.1019-23.
- 18) Hedman, A, Reneland, R et al. (2000) : Alterations in skeletal muscle morphology in glucose tolerant elderly hypertensive men: relationship to development of hypertension and heart rate. J Hypertens 18,

pp.559-565.

- 19) Fujino, H, Kondo, H et al. (2012) : Differences in capillary architecture, hemodynamics, and angiogenic factors in rat slow and fast plantarflexor muscles. *Muscle Nerve* 45, pp.242-9.
- 20) Lin, J, Wu, H et al. (2002) : Transcriptional co-activator PGC-1 alpha drives the formation of slow-twitch Muscle fibres. *Nature* 418, pp.797-801.
- 21) Fujiwara, K, Toyama, H et al. (2010) : Regular heel-raise training focused on the soleus for the elderly: evaluation of muscle thickness by ultrasound. *J Physiol Anthropol* 29, pp.23-8.
- 22) Rönnback, M, Hernelahti, M et al. (2007) : Effect of physical activity and muscle morphology on endothelial function and arterial stiffness. *Scand J Med Sci Sports* 17, pp.573-9.
- 23) Turpeinen, JP, Leppävuori, J et al. (2006) : Muscle fiber type I influences lipid oxidation during low-intensity exercise in moderately active middle-aged men. *Scand J Med Sci Sports* 16, pp.134-40.
- 24) 国立社会保障・人口問題研究所の推計（日本の将来推計人口（平成 24 年 1 月推計））：
<http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Mainmenu.asp>（閲覧日：平成 25 年 5 月 1 日）

Abstract

Approximately 50% of deaths from cerebrovascular and ischemic heart diseases are attributable to high blood pressure. The proportion of elderly people with hypertension is as high as 60–80%. Moderate intensity exercise and physical activity are generally encouraged for prevention and treatment of hypertension. In case of the elderly, however, their conditions make it difficult to employ such methods in clinical settings. The “2013 Physical Activity Guidelines for Health Promotion” was established this year in Japan. Taking into account the physical function of the elderly, the guidelines include low intensity exercise and physical activity for people above 65 years of age aiming to prevent metabolic syndrome and physical disability. On the other hand, there have been only a few studies conducted to examine the benefits of low intensity exercise/physical activity for prevention of metabolic syndrome including hypertension. In this manuscript, we review the previous findings and issues on the relation between low intensity exercise/physical activity and hypertension, and provide suggestions for future research.

Key words : Hypertension
Low intensity exercise
Slow twitch fiber
Capillary