

女性高齢者における身体活動の増加が血中脂質および血圧に及ぼす影響

原 著

Effects of increased free-living daily physical activity on blood lipids and blood pressure in older women

金 鉉基*1, 田端宏樹*2, 小西真幸*3, 坂本静男*4

キー・ワード : daily life, physical activity, triglycerides
日常生活, 身体活動, 中性脂肪

【要旨】 【目的】日常生活における8週間の身体活動量の増加が血中脂質および血圧に及ぼす影響について検討した。【方法】閉経後女性24名(年齢: 70.6 ± 0.7 歳, 身長: 152.4 ± 0.9 cm, BMI: 23.5 ± 0.7 kg/m²)を対象とし, 身体活動群(PA群, n=12)または対照群(C群, n=12)に群分けした。PA群は, 介入期間中, 普段の日常生活より身体活動レベルを増やすように指示した。一方, C群は通常的生活様式を維持するように指示した。全ての参加者において3軸加速度計を装着してもらい介入前後の身体活動量の測定を行った。参加者の血液採取および血圧測定を介入前と介入後に行った。【結果】歩数において対照群では介入前後に有意な変動は認められなかったが, PA群で介入前(5972 ± 768 歩/日)と比較して介入後(8302 ± 1011 歩/日)に有意な増加が認められた($P < 0.001$)。中性脂肪(TG)においてPA群でのみ介入前に比べて介入後, 有意に低い濃度が認められた($P < 0.05$)。血圧では, 群内比較ではあるがPA群で収縮期血圧においてのみ介入前に比べて介入後, 有意な低下が認められた($P < 0.05$)。さらに, 両群の介入前後における各項目の変化量を比較した結果, 歩数においてPA群でC群に比べて有意に大きな増加が示された($P < 0.001$)。また, TGにおいてはPA群がC群に比べて大きな減少傾向が見られた($P = 0.08$)。【結論】これらの結果から, 日常生活下での身体活動の増加は中性脂肪および収縮期血圧の低下に有効であることが示唆された。

1. 緒言

ヒトの寿命は急速に伸びており, 2050年までに高齢者数は2倍になると予測されている¹⁾。加齢は, 死亡率の増加の主な原因である心血管系疾患のリスクを高める²⁾。さらに, 多くの高齢者は若年者よりも身体不活動が多く, かなりの割合で肥満を経験している³⁾。そのため, 加齢に伴う身体活動量の低下は, 身体組成の変化をもたらす, 除脂肪組織量の低下や体脂肪率の増加をもたらす, 心血管系疾患のリスクを高めることが示されている²⁾。

身体活動は, 特に65歳以上の高齢者にとって, 健康と生活の質に利益をもたらす⁴⁾。定期的な身体活動は, 血中脂質および血圧のような心血管系疾患関連因子の改善に有効であることが示されている²⁾。しかし, これまでの先行研究では様々な運動形式・運動強度・運動継続時間における生体への影響を報告した研究が多く, 日常生活での身体活動を増やすことによる健康への影響は明らかにされていない。

身体活動の増加における高齢者の健康の維持・増進への影響を検討することは重要である。有酸素性身体活動の増加は, 食事の変化とは独立して血中中性脂肪の低下をもたらすことが示されている²⁾。さらに, 身体活動の増加と心血管系疾患との関連を検討した疫学研究やメタ分析においても心血管系疾患および死亡率に対する身体活動の有効

*1 早稲田大学先進理工学部

*2 早稲田大学スポーツ科学研究センター

*3 常葉大学健康プロデュース学部

*4 早稲田大学スポーツ科学学術院

表1 The change of physical characteristics at baseline and after 8 weeks.

	Control group	PA group
Age (year)		
	71.8±1.0	69.3±0.9
Body weight (kg)		
Baseline	52.2±2.3	57.0±2.2
8 weeks	52.0±2.3	56.8±2.3
BMI (kg/m ²)		
Baseline	22.6±0.8	24.3±0.9
8 weeks	23.0±0.9	24.3±0.9
SBP (mmHg)		
Baseline	137.5±6.0	141.0±5.4
8 weeks	136.2±5.8	131.3±3.7 [†]
DBP (mmHg)		
Baseline	79.5±3.8	84.7±2.6
8 weeks	81.3±2.3	84.0±2.6
TG (mg/dl)		
Baseline	109.9±24.8	106.3±6.4
8 weeks	109.8±26.6	86.6±6.0 [#]
Glucose (mg/dl)		
Baseline	94.4±2.7	96.4±1.7
8 weeks	92.7±2.3	95.0±1.9
HDL-C (mg/dl)		
Baseline	70.8±6.1	78.5±3.6
8 weeks	69.0±5.6	77.8±4.4
LDL-C (mg/dl)		
Baseline	131.5±8.4	156.8±5.5
8 weeks	134.5±8.0	151.2±6.1

Values are mean ± SE. BMI, body mass index; DBP, diastolic blood pressure; SBP, systolic blood pressure; TG, triglycerides; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; LDL-C low density lipoprotein cholesterol.

[#]Significantly different from the baseline value in the same group (Wilcoxon signed-rank test, $P < 0.05$).

[†] Significantly different from the baseline value in the same group (Paired Student's t-test, $P < 0.05$).

性が明らかにされている⁵⁾。実際に先行研究では、身体活動のレベルによる生体への影響は異なり、身体活動量が多い群は少ない群に比較して血中脂質や血圧などの低値が報告されている⁶⁾。したがって、身体活動の生体への影響を考えれば、身体活動の増加は、血中脂質や血圧の改善につながる可能性がある。また、高齢者における身体活動の生体への影響を検討することは心血管系疾患の予防・改善のための有効性を検討する上で非常に重要である。

そこで、本研究では65歳以上の女性高齢者を対象とし、8週間の身体活動の増加が血中脂質およ

び血圧に及ぼす影響について検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象者

対象者は、埼玉県の所沢市および入間市の公民館の掲示板に募集要項を掲載することで募集を行い、喫煙習慣および定期的な運動習慣がなく、健康診断により疾患が認められていない健康な高齢女性24名(65歳~77歳)とした。運動習慣の定義は、先行研究によって示されている週に3回以上、1回あたり少なくとも30分以上の身体活動を継続的に実施していることとした⁷⁾。対象者の身体特性を表1に示す。本研究の除外基準は、健康診断により糖尿病および脂質異常症と診断され、薬物療法を受けている者、既に別の研究介入プログラムに参加している者であり、いずれかに当てはまる場合、除外対象とした。しかし、除外基準に当てはまる対象者はいなかった。また、対象者には移動や生活活動において支障のある者はいなかった。研究に先立ち、対象者全員に本研究の概要および安全性について十分な説明をおこない、書面により参加の同意を得た。なお、本研究はヘルシンキ宣言に定められたガイドラインに従って実施され、早稲田大学の人を対象とする研究に関する倫理委員会の承認(2014-271)を得ておこなわれた。

2. 身体活動の介入

対象者は、対照群(C, n=12)または身体活動群(PA, n=12)のいずれかに無作為に割り当てられた(図1)。対象者のランダム割り当ては、研究代表者がMicrosoft ExcelのRAND関数とRANK関数を組み合わせて生成したシーケンスを使用して行われた。介入期間は8週間とし、PA群は介入前の説明に加え、2週間に1回、身体活動に関する内容が含まれている手紙を郵送し、日常生活下において身体活動を増やすように指示した。具体的には、掃除や食事の支度など家事をする、徒歩で買い物に行く、階段を使う、散歩をするなどのような活動例を示し、目標とする活動時間および歩数は設けず、自分のライフスタイルに合わせて身体活動を増やすように指示した。一方、C群は、8週間にわたって通常の日常生活を維持するように指示した。参加者全員に3軸加速度計を装着してもらい、介入前の2週間と介入期間中の2週間(7

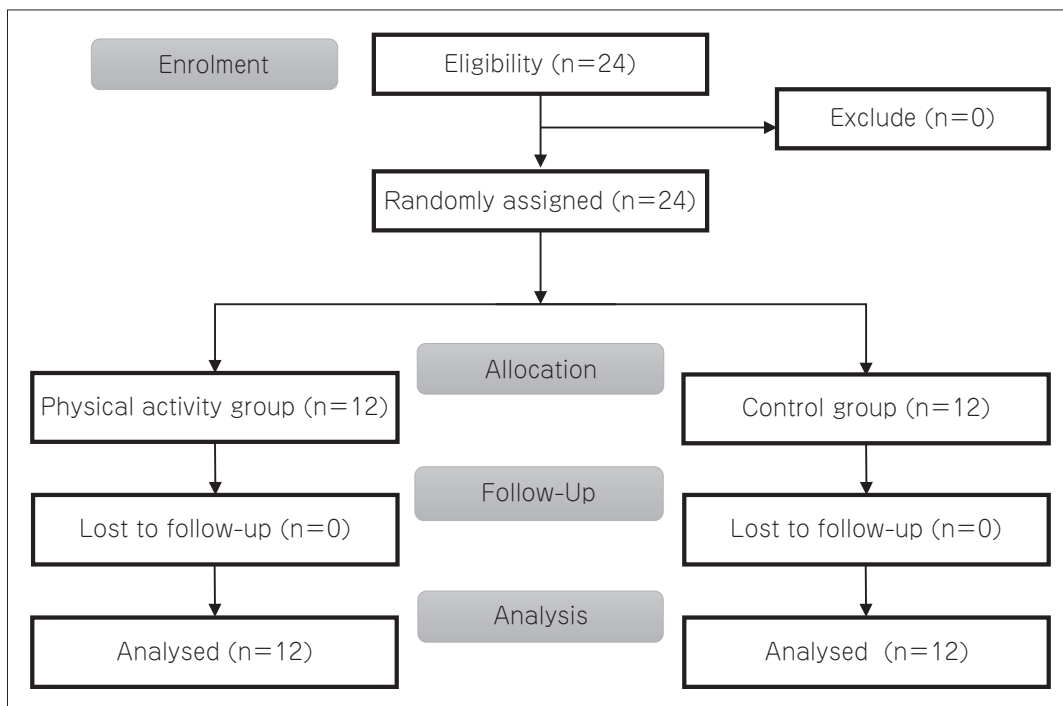


図1 Flow diagram of study participants.

週目～8週目)で身体活動量の測定を行った。

3. 身体活動の評価

身体活動量を評価するために、3軸加速度計(Active style Pro HJA-750C, オムロンヘルスケア社)を介入前の2週間と介入期間(7週目～8週目)の2週間装着するように依頼した。加速度計は、睡眠時と水中活動(入浴や水泳)を除き、起床時刻から就寝時刻まで1日中着用するように指示した。データは、1日の装着時間が10時間(600分)以上であれば、その日のデータを採用し、平日4日と休日1日以上の有効日数があればその個人のデータとして採用した。採用されたデータから介入前および介入期間中の身体活動量を評価するために歩数、3METs以上の中高強度身体活動(moderate to vigorous physical activity; MVPA)時間を次の式により重み付けし、1日あたりの平均値を算出した((平日の平均値×5+休日の平均値×2)÷7)^{8,9)}。

4. 身体測定

身体測定は、介入前と介入後に測定した。身長は、身長計(YS-OA, As One社)を使用して0.1cm単位で測定され、体重はデジタルスケール(Inner Scan 50, タニタ社)を使用して0.1kg単位で測定した。体格指数(body mass index; BMI)は、キログラム単位の体重をメートル単位の身長

で割って算出した。

5. 血圧測定

10分間の座位安静後、自動血圧計(HEM-7322; オムロンヘルスケア社)を使用して、座位にて動脈血圧を測定した。測定は全て右腕に統一した。介入前と介入後それぞれ2回ずつ測定を行い、2回の平均値を解析データとして用いた。

6. 血液採取

血液採取は介入前と介入後におこなった。血液採取1日前から激しい運動を控えてもらい、少なくとも10時間以上の絶食とし、午前8時から9時に肘静脈より採血した。血清分析用血液は30分間室温で静置し、その後遠心分離機(卓上小型遠心分離機, KUBOTA社)にて3000rpmで10分間遠心分離した。遠心分離後、それぞれの採血管から血清を抽出し、測定まで冷蔵もしくは冷凍(-80℃)にて保存した。

得られた血清から、high-density lipoprotein cholesterol(HDL-C)、low-density lipoprotein cholesterol(LDL-C)はアガロース電気泳動法、中性脂肪は酵素法にて分析を行った。

7. 統計処理

全ての測定値は、平均値±標準誤差で示した。まず、統計処理前にShapiro-Wilkテストを用い、正規性の検定を行った。データの正規性が認めら

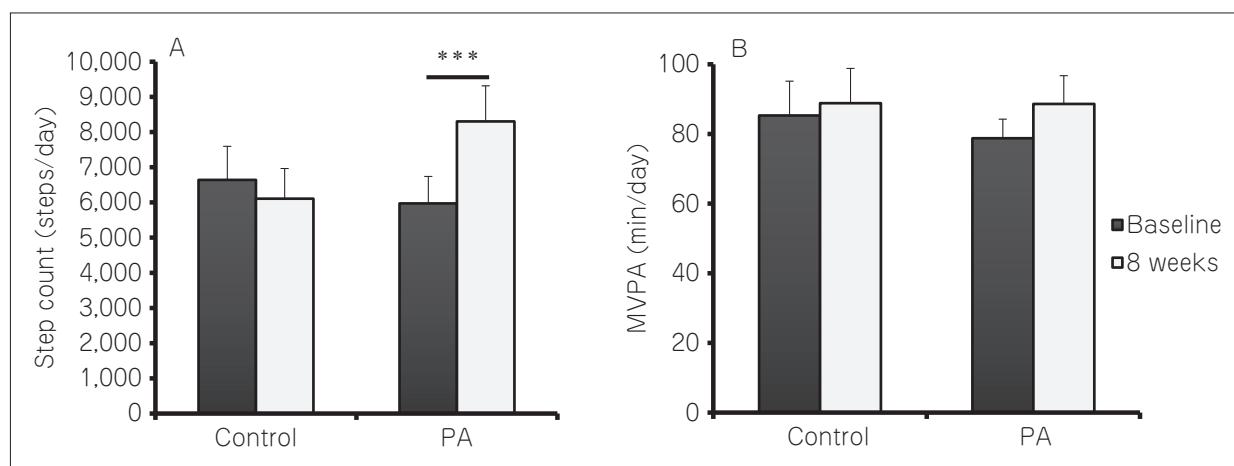


図2 Step count (A) and moderate to vigorous physical activity (MVPA) (B) measured at baseline and 8 weeks in the control and physical activity (PA) groups. Data represent mean±SE values.

***Significantly different from the baseline value in the same group (Post hoc comparisons for Bonferroni, $P < 0.001$).

表2 The amount of change in physical characteristics in both groups.

	Control group	PA group	P value
Δ Step count (steps/day)	-533.0±305.2	2329.5±579.4***	<0.001
Δ SBP (mmHg)	-1.3±5.5	-9.7±3.8	0.23
Δ DBP (mmHg)	1.8±2.2	-0.7±2.0	0.43
Δ TG (mg/dl)	-0.2±7.4	-19.7±7.5	0.08
Δ Glucose (mg/dl)	-1.8±1.0	-1.4±1.8	0.88
Δ HDL-C (mg/dl)	-1.8±2.0	-0.8±1.9	0.70
Δ LDL-C (mg/dl)	-3.0±6.1	-5.7±3.8	0.24

Values are mean±SE. DBP, diastolic blood pressure ; SBP, systolic blood pressure ; TG, triglycerides ; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol ; LDL-C low density lipoprotein cholesterol.

***Significantly different compared to the amount of change in the Control group (Unpaired Student's t-test, $P < 0.001$)

れた測定項目（身体活動量，体重，BMI，血圧，血糖値，HDL-C，LDL-C）において，試行と時間を要因とする繰り返しのある2元配置分散分析を用いて，post hoc テストには Bonferroni 法を用いた．一方，正規性は認められたものの，2元配置分散分析で交互作用が見られなかった場合，介入前後における群内比較のために対応のある t 検定を実施した．また，正規性および等分散性が仮定されなかった測定項目（中性脂肪）においては，2群間および介入前後における群内比較のために，Wilcoxon の符合順位検定を用いた．さらに，各項目における介入前後の変化量を算出し，2群間の比較のために対応のない t 検定を行なった．また，両群の歩数の変化と血中脂質や血圧の変化との関連を検討するためにピアソンの積率相関係数を算出した．すべての統計処理は統計ソフト PASW Statistics 25.0 を用い，有意水準は5%未満とし

た．

III. 結果

全ての項目のベースラインにおいて両群間で有意な違いは認められなかった．

1. 身体活動量

歩数において有意な交互作用が認められた（2元配置分散分析， $P < 0.001$ ）．しかし，PA 群においてのみ介入前（5972±768 歩/日）と比較して介入後（8302±1011 歩/日）に有意な歩数の増加が認められた（Post hoc comparisons for Bonferroni, $P < 0.001$, 図 2A）．一方，MVPA においては両群とも介入前と介入後で有意な変動は認められなかった（図 2B）．また，介入前後における身体活動量の変化量を算出し，比較した結果，PA 群が C 群に比べて歩数で有意な増加が認められた（対応のない t-test, $P < 0.001$, 表 2）．

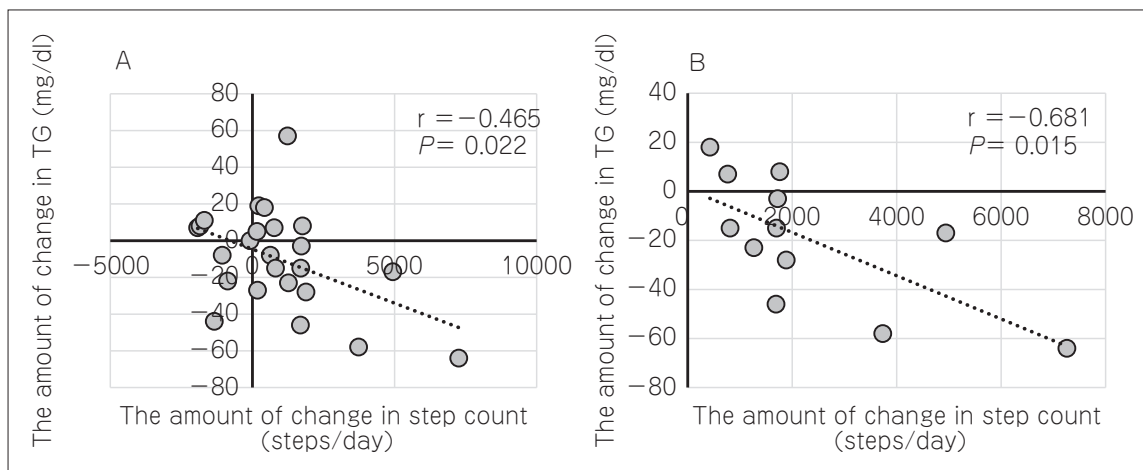


図3 Correlation between the amount of change of step count and the amount of change of triglycerides (TG). (A) is the correlations for all participants. (B) is the correlations in physical activity (PA) group.

2. 身体組成

PA 群およびC 群の身体活動介入前後における身体組成の変化を表 1 に示した. 体重, BMI において両群とも介入前と介入後で有意な変化は認められなかった.

3. 血中脂質

中性脂肪において, 対照群では介入前後において有意な変動は見られなかったが, PA 群で介入前と比較して介入後に有意な減少が認められた (Wilcoxon, $P < 0.05$). しかし, HDL-C, LDL-C においては両群とも介入前と介入後で有意な変動は認められなかった (表 1). また, 介入前後における血中脂質の変化量を算出し, 検討した結果, TG においてのみ PA 群が C 群と比較して減少傾向が見られた (対応のない t-test, $P = 0.08$, 表 2).

4. 血圧

収縮期, 拡張期血圧において, 両群で有意な交互作用は認められなかった. また, 介入前後における収縮期, 拡張期血圧の変化量を算出し, 比較した結果, 両群で有意な違いは認められなかった. 一方, 群内比較ではあるが, PA 群においてのみ収縮期血圧において介入前と比較して介入後に有意な低下が認められた (対応のある t-test, $P < 0.05$, 表 1).

5. 身体活動量の変化と TG, 収縮期血圧の変化との関連

介入前後における身体活動量 (歩数) の増加と TG 濃度変化との関連を検討した結果, 有意な負の相関が認められた (ピアソンの積率相関係数, $r = -0.47$, $P = 0.022$, 図 3A). さらに, C 群では歩数

と TG との間で有意な関連は見られなかったが, PA 群においてのみ, 歩数と TG で有意な負の相関が認められた (ピアソンの積率相関係数, $r = -0.68$, $P = 0.015$, 図 3B). しかし, 身体活動量と収縮期血圧の間では有意な関連が見られなかった.

IV. 考察

本研究では, 女性高齢者を対象とし, 8 週間の身体活動量の増加が血中脂質および血圧に及ぼす影響について, 生活活動に着目し検討をおこなった. 本研究の主な結果は, 血中の中性脂肪濃度が PA 群においてのみ介入前と比較して介入後に有意な減少を示したこと, 群内比較ではあるが収縮期血圧においても, 介入前と比べて介入後に有意な低下を示したことである. しかし, HDL-C, LDL-C, 拡張期血圧には両群とも介入前と介入後に有意な変動は認められなかった.

身体活動の増加は, 脂質異常症や高血圧などの心血管系疾患関連因子の予防・改善のための重要な要因となる. 本研究では日常生活下での身体活動を増加するよう参加者に指示し, 8 週間の介入により歩数の有意な増加が示された. 多くの疫学研究とメタ分析により, すべての年齢層および人口統計学的変数で, 心血管系疾患や死亡率に対する運動と余暇での身体活動の有効性が示されている^{10,11}. これまでの先行研究では, 総エネルギー消費量または強度に主に焦点を当てている¹². これらのアプローチは, 身体活動における特定の側面が心血管系疾患リスクにどのように影響するか

については示されているものの、日常生活下での身体活動の有効性については不明な点が多かった。そこで本研究では日常生活下での身体活動の増加が血中脂質や血圧に及ぼす影響を検討した。本研究における身体活動は、PA群で介入前(5972±768歩/日)と比較して介入後(8302±1011歩/日)に有意な増加がみられ、血中中性脂肪および収縮期血圧の低下が示された。したがって、これらの結果は、日常生活下での身体活動の増加が心血管系疾患関連因子の改善に重要な役割を果たしていることを示唆する。

高齢者における身体活動の増加は、血中の中性脂肪低下に有効である。先行研究において中性脂肪は心血管系疾患の独立した危険因子の一つとして知られている。疫学研究では、心血管系疾患に罹患していない者よりも心血管系疾患患者の方が脂質異常症の有病率が高く、血清中性脂肪の上昇と心血管系疾患リスクの増加との関連を示している^{13,14}。本研究における中性脂肪濃度は、PA群においてのみ介入前に比べて介入後、有意な減少が示された。先行研究において、高齢者の定期的な運動は、脂質異常症や高血圧などの心血管系疾患リスクを改善することが示されている^{2,12,15}。すなわち、定期的な運動だけでなく日常生活下で身体活動を促進することでも心血管疾患危険因子の一つである中性脂肪を低下させ、心血管系疾患リスクの予防・改善に寄与する可能性が示された。

脂質異常症は心血管系疾患の主要な危険因子であることが明らかにされており、血中脂質を改善するための有益な方法として運動が推奨されている¹⁶。本研究では日常生活下で身体活動を促進することで血中中性脂肪の低下が見られた。血中中性脂肪の減少は、リポタンパク質リパーゼ(lipoprotein lipase; LPL)によるものかもしれない。LPLは、組織への脂肪酸の取り込みを促進することで血中の中性脂肪を調節することが示されている¹⁷。先行研究において、身体活動の増加は、LPLのmRNAの発現を増加させ、血中中性脂肪の減少に寄与することが報告されている¹⁷。しかし、本研究で得られた血中中性脂肪の減少におけるLPLの寄与については検討していないため、今後さらなる検討が必要である。

HDL-C、LDL-Cの血中コレステロールの変化は認められなかった。先行研究では、運動がHDL-Cの改善に有効であることが示されている¹⁸。一

方、血中コレステロールの改善のためには十分なトレーニング量が必要であり、総エネルギー消費量および強度が改善のための重要な要因であることが報告されている¹²。本研究で注目した身体活動は、先行研究とは身体活動の形式や強度が異なっていたため、血中コレステロールの変動を引き起こすには不十分であった可能性がある。しかし、他の先行研究では3年間の追跡で24時間の身体活動量と血中コレステロールとの間に有意な関連が示されている¹⁹。したがって、より長期間にわたる身体活動が生体に及ぼす影響について詳細に検討する必要がある。

血圧と心血管系疾患との関連は以前より認識されており、高血圧は、心血管系疾患の高い有病率および死亡リスクの増加をもたらすため、高血圧を予防、改善することは重要である。運動は血圧の改善に有効であり、降圧剤と類似した効果が得られることが示されている²⁰。身体活動による血圧の低下機序は、様々な因子の関与が示されている。先行研究において、血漿ノルエピネフリン濃度や血清ナトリウム/カリウム比など、血圧上昇反応に関与する因子の有意な減少や血漿プロスタグランジンE、血清タウリン、尿中ドーパミン排泄など、抑制反応に関与する因子の増加と関連していることが示されている²¹。本研究では8週間の身体活動の増加における血圧への影響を検討した。その結果、群内比較ではあるがPA群で介入前に比べて介入後に有意な低下が示された。このことから、本研究では生理学的メカニズムについては直接調べられなかったが、運動だけでなく、日常生活下で身体活動を増加させることでも同様のメカニズムが発生し、血圧改善に繋がったかもしれない。しかし、本研究における身体活動量の増加と収縮期血圧の低下との間では有意な関連が見られなかった。システマティックレビューにおいて、身体活動の用量反応関係が高血圧の一次予防に存在するかどうかについて批判的に検討されている²²。合計12編の論文が特定され、すべての研究が高血圧のリスクに対する身体活動の有効性を示している。その12編の研究のうち、7編では、高血圧と身体活動との間の段階的な関係が偶発的に示されている。一方、用量反応関係は性別や民族によって異なるため、5編の研究ではさまざまな結果が示されており、一致した見解が得られていない。先行研究では、高血圧の予防における身体

活動の有効性を支持していると結論付けているが、用量反応関係はいまだ不明である。したがって、身体活動量の増加と血圧低下との間の関連については議論の余地がある。

本研究はいくつかの限界点がある。本研究は閉経後の女性高齢者を対象としている。脂質およびリポタンパク質の変化は、身体活動だけでなく、性別や更年期（閉経前・後）に依存する。これらの要因は、身体活動による反応の変動性に寄与したり、相互作用したりする可能性があるため、男性および閉経前の女性を対象とした検討も必要である。また、先行研究においてBMIが 28kg/m^2 を超えるヒトは、血中コレステロールに対する運動の効果を受けにくく、脂質代謝を改善するには体重と体脂肪の両方の減少が必要であることが示されている¹²⁾。そのため、運動介入と食事介入の組み合わせは、血中脂質に大きな影響を与える可能性がある。さらに、運動は脂質異常症患者に対するこれらに有益な効果をもたらすことが示されている²³⁾。本研究の対象者は脂質異常症の診断基準を超えていない人がほとんどであった。したがって、今後は、脂質異常症を有する肥満高齢者を対象とし、身体活動の効果を検討することで、その有効性をより明確にする必要がある。最後に、サンプルサイズが小さい。事後の分析を行い、本研究のサンプルサイズ24名に対して効果量0.25、有意水準0.05の場合での検定力は、約70%であることが示された。そのため、先行研究によって推奨されている検定力80%以上には達していない²⁴⁾。したがって、今後サンプルサイズを増やしてより詳細に検討する必要がある。

V. 結語

女性高齢者を対象とし、身体活動の増加が血中脂質および血圧に及ぼす影響について検討した結果、血中の中性脂肪濃度および収縮期血圧の低下に有用であることが示唆された。

謝 辞

本稿を終えるに当たり、本研究に快く協力してくださいました参加者の方々、データ解析にあたり多大なるご助言を頂いた東京工業大学リベラルアーツ研究教育院、高橋将記先生と早稲田大学スポーツ科学学術院の川上諒子先生に深謝致します。本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金（15K21434）によって実施された。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) Highlights WPA. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2017. Available at: <https://www.un.org/en/development/desa/population/theme/ageing/WPA2017.asp>. [Accessed 3 April, 2020].
- 2) Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41: 1510-1530.
- 3) Fakhouri TH, Ogden CL, Carroll MD, et al. Prevalence of obesity among older adults in the United States, 2007-2010. *NCHS Data Brief.* 2012; 106: 1-8.
- 4) Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. *Jama.* 2018; 320: 2020-2028.
- 5) Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007; 116: 1094-1105.
- 6) Muga MA, Owili PO, Hsu CY, et al. Association of lifestyle factors with blood lipids and inflammation in adults aged 40 years and above: a population-based cross-sectional study in Taiwan. *BMC Public Health.* 2019; 19: 1346.
- 7) Butcher LR, Thomas A, Backx K, et al. Low-intensity exercise exerts beneficial effects on plasma lipids via PPAR γ . *Med Sci Sports Exerc.* 2008; 40: 1263-1270.
- 8) Måsse LC, Fuemmeler BF, Anderson C, et al. BAccelerometer data reduction: a comparison of four reduction algorithms on select outcome variables. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37: S544-S554.
- 9) Tanaka C, Fujiwara Y, Sakurai R, et al. Locomotive and non-locomotive activities evaluated with a triaxial accelerometer in adults and elderly individuals. *Aging Clin Exp Res.* 2013; 25: 637-643.
- 10) Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise, lipids, and lipoproteins in older adults: a meta-analysis. *Prev Cardiol.* 2005; 8: 206-214.

- 11) Koba S, Tanaka H, Maruyama C, et al. Physical activity in the Japan population: association with blood lipid levels and effects in reducing cardiovascular and all-cause mortality. *J Atheroscler Thromb.* 2011; 18: 833-845.
- 12) Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Med.* 2014; 44: 211-221.
- 13) Gotto AM, Gorry GA, Thompson JR, et al. Relationship between plasma lipid concentrations and coronary artery disease in 496 patients. *Circulation.* 1977; 56: 875-883.
- 14) Brunner D, Altman S, Lebel K, et al. Serum cholesterol and triglycerides in patients suffering from ischemic heart disease and in healthy subjects. *Atherosclerosis.* 1977; 28: 197-204.
- 15) Whelton PK, He J, Appel LJ, et al. Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program. *JAMA.* 2002; 288: 1882-1888.
- 16) Lin X, Zhang X, Guo J, et al. Effects of Exercise Training on Cardiorespiratory Fitness and Biomarkers of Cardiometabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc.* 2015; 4: e002014.
- 17) Seip RL, Angelopoulos TJ, Semenkovich CF. Exercise induces human lipoprotein lipase gene expression in skeletal muscle but not adipose tissue. *Am J Physiol.* 1995; 268: E229-236.
- 18) Kodama S, Tanaka S, Saito K, et al. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis. *Arch Intern Med.* 2007; 167: 999-1008.
- 19) Aadahl M, Kjaer M, Jorgensen T. Associations between overall physical activity level and cardiovascular risk factors in an adult population. *Eur J Epidemiol.* 2007; 22: 369-378.
- 20) Naci H, Salcher-Konrad M, Dias S, et al. How does exercise treatment compare with antihypertensive medications? A network meta-analysis of 391 randomised controlled trials assessing exercise and medication effects on systolic blood pressure. *Br J Sports Med.* 2019; 53: 859-869.
- 21) Arakawa K. Antihypertensive mechanism of exercise. *J Hypertens.* 1993; 11: 223-229.
- 22) Warburton DER, Charlesworth S, Ivey A, et al. A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010; 11: 7-39.
- 23) Ostman C, Smart NA, Morcos D, et al. The effect of exercise training on clinical outcomes in patients with the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol.* 2017; 16: 110.
- 24) Cohen J. A power primer. *Psychol Bull.* 1992; 112: 155-159.

(受付：2020年1月17日，受理：2021年8月5日)

Effects of increased free-living daily physical activity on blood lipids and blood pressure in older women

Kim, H-K. ^{*1}, Tabata, H. ^{*2}, Konishi, M. ^{*3}, Sakamoto, S. ^{*4}

^{*1} School of Advanced Science and Engineering, Waseda University

^{*2} Institute for Sport Sciences, Waseda University

^{*3} Faculty of Health Promotional Sciences, Tokoha University

^{*4} Faculty of Sport Sciences, Waseda University

Key words: daily life, physical activity, triglycerides

[Abstract] This study was aimed to examine the effects of increased free-living daily physical activity (PA) for 8 weeks on the blood lipids and blood pressure in older women. In total, 24 older women (aged 70.6 ± 0.7 years) were randomly assigned to the control (C) or PA group. Participants in the PA group were asked to increase their physical activities to more than their usual lifestyle levels, while those in the C group were asked to maintain their usual lifestyle during the same period. Participants underwent blood collection and blood pressure measurement before and after the intervention. After 8 weeks, the serum triglyceride concentration was significantly lower than the baseline value in the PA group (Wilcoxon, $P < 0.05$). The resting systolic blood pressure was significantly lower than the baseline value in the PA group after intervention (paired t-test, $P < 0.05$). As a result of comparing the amount of change in each item before and after the intervention, the TG showed a greater tendency to decrease in the PA group than the C group ($P = 0.08$). These findings suggested that the promotion of free-living daily physical activity in older women caused a decrease in their blood lipids and blood pressure.