

生活習慣病予防のために必要な身体活動量および強度は？

—定量的評価法を用いた目標値設定に資する研究—

宮下 政司*

城所 哲宏**

抄 録

子どもの身体活動は、子どもの頃の健康状態だけでなく、成人後への持ち越し効果が認められている。生活習慣病発症に対する重要な危険因子の一つとして脂質異常症が確立されており、子ども期から十分な身体活動を行い、良好な血中脂質性状を保持していくことは極めて重要である。国際的な身体活動指針によると、子ども・青少年期においては、「中・高強度身体活動 (MVPA) を毎日 60 分以上」行うことが推奨されているが、先行研究の多くが欧米諸国の子ども・青少年を対象としており、同様の目標値が我が国の子ども・青少年に当てはまるかに関するエビデンスは存在しない。さらに、当該研究分野における先行研究の多くでは、横断的な研究デザインを用いて研究を実施しており、身体活動と健康アウトカムにおける因果関係を推定することが困難であった。そこで、本研究では、日本人小・中学生を 1 年間にわたり追跡調査をすることにより、日常生活全般の身体活動が血中脂質性状に及ぼす影響を縦断的に明らかにすることを目的とした。

対象者は、長野県佐久市に在住する小・中学生 194 名 (12.1±0.9 歳) であった。主要評価項目は、空腹時の血中脂質項目とした (中性脂肪、HDL コレステロール、LDL コレステロール)。日本人の性別・年齢別の血中脂質項目の基準値を用いて、各血中脂質項目における z 得点をそれぞれ算出した。その後、血中脂質 3 項目の z 得点を合算し「脂質リスク得点」を算出した。脂質リスク得点の値が高ければ、血中脂質性状が好ましくないとした。日常生活全般の身体活動に関して、加速度計を用いて強度別に定量的に評価した (低強度身体活動 [LPA]、中強度身体活動 [MPA]、高強度身体活動 [VPA])。さらに、対象者におけるベースラインの MVPA を基に、アクティブ群 (MVPA ≥ 60 分/日) および非アクティブ群 (MVPA < 60 分/日) に分類し、ベースラインにおける身体活動指針への達成状況が 1 年後の脂質リスク得点に及ぼす影響を検討した。

結果、ベースラインにおける身体活動指針への達成状況と、脂質リスク得点との間に有意な交互作用が認められた ($F_{(1,190)} = 3.60, p = 0.049$)。具体的には、アクティブ群において脂質リスク得点が有意に改善した一方で、非アクティブ群においては、脂質リスク得点に有意な改善が認められなかった。強度別の身体活動と脂質リスク得点に関して、MVPA、LPA、VPA と脂質リスク得点との間に有意な負の関連性が認められた。また、一日あたりの歩数と脂質リスク得点の間にも有意な負の関連性が認められた。一方、MPA と脂質リスク得点の間には有意な関連性が認められなかった。

本研究より、日本人小・中学生において、MVPA を 60 分/日以上行うことが 1 年後の血中脂質性状に良好な影響を及ぼす可能性が示唆された。また、強度が高い身体活動だけでなく (i.e., MVPA および VPA)、低強度の身体活動 (i.e., LPA) であっても、日常生活内で積算していくことにより血中脂質性状に良好な影響を及ぼす可能性が示唆された。

キーワード：子ども，運動，脂質異常症，加速度計

* 早稲田大学 スポーツ科学学術院 〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15

** 順天堂大学 スポーツ健康医科学研究所 〒270-1695 千葉県印西市平賀学園台 1-1

The physical activity amount and intensity needed for the prevention of life-style related diseases in children and adolescents

—Objective evaluation for setting a target of physical activity—

Masashi Miyashita*

Tetsuhiro Kidokoro**

Abstract

Physical activity (PA) in youth is beneficial for young people's health status, but also becomes habitual and tracks over time, and thus influences individual and public health in the adult population. International PA guidelines recommend children and adolescents to engage in at least 60 min of moderate-to-vigorous PA (MVPA) daily. However, it is not clear whether the same target is applicable to Japanese young population because the PA target (60 min of MVPA/day) is predominantly based on the evidence from North-American and European youths. Furthermore, previous studies mainly used cross-sectional design, therefore, it is not possible to infer causal relationships. Thus, the present study aimed to examine the longitudinal associations between daily PA and the blood lipid profiles in Japanese children and adolescents.

We conducted one-year follow-up study in 194 Japanese elementary and junior high school children and adolescents (12.1 ± 0.9 years) in Saku-city, Nagano. The primary outcome of the present study was a lipid risk score which was calculated by summing up z scores of three lipid items (triglycerides, low-density lipoprotein-cholesterol, and high-density lipoprotein-cholesterol). PA amount and intensity were measured by accelerometers (low-intensity PA [LPA], moderate-intensity PA [MPA], vigorous-intensity PA [VPA]). Thereafter, the participants were divided into two groups (active vs inactive) with using international PA guideline (60 min of MVPA/day) as a cut-off value.

Two-way ANCOVA revealed that there was a significant interaction between daily PA at the baseline and the lipid risk score during the follow-up ($F_{(1,190)} = 3.60, p = 0.049$). In other words, the lipid risk score in the active group was significantly improved whereas there was no significant change in the lipid risk score in the inactive group. In addition, daily step counts were favorably associated with the lipid risk score. On the other hand, there was no significant association between MPA and the lipid risk score.

The present study suggested that achieving daily 60 min of MVPA may have positive influence on blood lipid profile at a year later. In addition, accumulating in low-intensity PA (e.g., LPA) as well as high-intensity PA (e.g., MVPA and VPA) may have beneficial effects on blood lipid profile in children and adolescents.

Key Words : children, exercise, dyslipidemia, accelerometer

* Faculty of Sport Sciences, Waseda University

2-579-15 Mikajima, Tokorozawa, Saitama, 359-1192, Japan

** Institute of Health and Sports Science & Medicine, Juntendo University

1-1 Hiraka-gakuendai, Inzai, Chiba, 270-1695, Japan

1. はじめに

子どもの身体活動は、子どもの頃の健康状態だけでなく (Poitras ら, 2016), 成人後への持ち越し効果が認められている (Telama ら, 2014)。生活習慣病の主な原因である動脈硬化の発症や進展には多様な要因が関連していることが明らかにされているが、特に脂質異常症が重要な危険因子の1つとして確立されている (一般社団法人日本動脈硬化学会, 2012)。さらに、動脈硬化の初期段階は小児期から開始するとされている (McGill ら, 2000)。したがって、子ども・青少年期より十分な身体活動を行い、良好な血中脂質性状を管理していくことは極めて重要である。

子ども・青少年に対する国際的な身体活動推奨によると、「中・高強度身体活動 (MVPA) を毎日 60 分以上」行うことが推奨されている (World Health Organization, 2010; Centers for Disease Control and Prevention, 2008)。この基準値 (MVPA を 60 分/日) は、当該研究分野における先行研究を基に策定されているが (Janssen ら, 2010)、先行研究の多くが欧米諸国の子ども・青少年を対象に研究を実施しており、同様の目標値 (MVPA を 60 分/日) が我が国の子ども・青少年に適用可能かに関するエビデンスは存在しない。実際、身体活動を行うことで得られる健康的効果は民族間で異なる可能性が指摘されており (Gill ら, 2014)、我が国の子ども・青少年を対象としたエビデンスの蓄積が急務である。さらに、当該研究分野における先行研究の多くでは、横断的な研究デザインを用いて研究を実施しており、日常生活全般の身体活動と健康関連指標との因果関係を推定することが難しい状況であった。

2. 目的

本研究は、日本人小・中学生を対象に、1 年間の追跡研究を実施することにより、日常生活全般の身体活動量と血中脂質性状との関連性を縦断的に検討することを目的とした。

3. 方法

本研究の対象者は、長野県佐久市内の研究協力校 4 校 (小学校 3 校、中学校 1 校) に通う小・中学生 194 名 (12.1±0.9 歳) であった。ベースライン調査は 2016 年 5 月～10 月に実施し、フォローアップ調査は 2017 年 5 月～10 月に実施した。なお、本研究は、ヘルシンキ宣言を尊重し、対象者の人権及び利益の保護に配慮した研究計画を立て、順天堂大学の研究倫理委員会の

承認を得て実施した (承認番号: 29-3 号)。

主要評価項目である血中脂質項目に関して、2016 年および 2017 年 5 月に佐久市で行われた学校血液検査の結果を用いた。評価項目は、総コレステロール、LDL コレステロール、HDL コレステロール、中性脂肪とした。測定は自動分析装置 LABOSPECT 008 (株式会社日立ハイテクノロジーズ, 東京) を用い、総コレステロールおよび中性脂肪に関しては酵素法、HDL コレステロールに関しては選択阻害法 (直接法)、LDL コレステロールに関しては直接法により測定した。全ての血液採取は、空腹の状態に登校後すぐに実施した。データが得られた後、日本人の子ども・青少年における性別・年齢別の血中脂質項目の基準値 (Abe ら, 2015) を用いて、各項目における z 得点をそれぞれ算出した。なお、HDL コレステロールは概ね、値が高いほど良好であるとされていることから、得られた z 得点にマイナスを乗じて算出した。その後、血中脂質 3 項目 (LDL コレステロール、HDL コレステロール、中性脂肪) の z 得点を合算し、「脂質リスク得点」を算出した。脂質リスク得点の値が高ければ、血中脂質性状が好ましくないとした。なお、当該分野においては、本研究で用いた手法と同様、z 得点等を用いることでアウトカムを連続量として評価する手法 (i.e., リスク得点) が推奨されている (Kahn ら, 2005)。

本研究における身体活動量の評価には、一軸加速度計ライフコーダ EX (株式会社スズケン, 名古屋; 以後、加速度計) を用いた。対象者には、入浴・入水時間を除く起床から就寝までの終日、腰部の斜め前方に加速度計を装着するよう依頼した。加速度計の装着期間は学校がある平日における連続した 5 日間とした。本加速度計は、身体活動を強度別に 9 段階の強度 (レベル 1～9) に分類している。本研究においては、強度レベル 1～3 を低強度身体活動 (LPA)、4～6 を中強度身体活動 (MPA)、7～9 を高強度身体活動 (VPA) と定義した。また、MPA と VPA を合算することにより、中・高強度身体活動 (MVPA) を算出した。

対象者におけるベースライン調査時の特徴および属性に関しては、平均値±標準偏差または割合 (%) を算出した (表 1)。評価項目の群間差に関しては、対応のない t 検定もしくは χ^2 検定を用いて検討した。調査期間中における血中脂質性状の推移に関しては、対応のある t 検定を用いて検定を行った (表 2)。

ベースラインにおける身体活動指針 (MVPA を 60 分/日以上) への達成状況が、1 年後の脂質リスク得点に及ぼす影響を検討するため、性別および年齢で調整した二要因分散分析 (要因 1: 群; 要因 2: 時間) を

行った(図1)。具体的には、ベースライン調査におけるMVPAの値を基に、対象者をアクティブ群(MVPA \geq 60分/日)および非アクティブ群(MVPA < 60分/日)の2群に分類し、脂質リスク得点の推移に群間差があるか否かを検討した。

強度別の身体活動量と血中脂質項目との関連性について、年齢、性別、ベースライン調査時におけるそれぞれの血中脂質項目で調整済の回帰分析を用い、検定を行った(表3)。

4. 結果及び考察

表1では、ベースライン調査時における対象者の特徴を示した。日常生活全般の身体活動量に関して、女子と比べて、男子において、有意に多い値を示した($p < 0.01$)。また、アクティブ群と分類される確率も、女子と比べて男子において、有意に高い値を示した($p = 0.027$)。

表2では、調査期間中における血中脂質項目の変動を示した。男女ともに、ベースライン調査時と比べ、フォローアップ調査時において、脂質リスク得点がありに好ましい値を示した($p < 0.01$)。また、男女ともに、ベースラインと比べフォローアップ時において、中性脂肪値およびHDLコレステロール値が有意に好ましい値を示した($p < 0.05$)。一方、女子においては、ベースラインと比べフォローアップ時において、総コレステロールおよびLDLコレステロールが有意に高値を示した($p < 0.01$)。

図1では、ベースラインにおける身体活動指針

(MVPAを60分/日以上)への達成状況が、1年後の脂質リスク得点に及ぼす影響を検討した。性別および年齢で調整した二要因分散分析の結果、有意な交互作用が認められた($F_{(1,190)} = 3.60, p = 0.049$)。単純主効果の検定の結果、アクティブ群において、ベースラインと比べ、フォローアップ時の脂質リスク得点がありに好ましい値を示した($p < 0.05$)。一方、非アクティブ群においては、血中脂質項目に有意な変動はなかった。ベースライン時においては、脂質リスク得点に有意な群間差は認められなかった。しかし、フォローアップ時において、非アクティブ群と比べ、アクティブ群で脂質リスク得点がありに好ましい値を示した($p < 0.05$)。

表3では、ベースラインにおける強度別の身体活動量と1年後の血中脂質項目との関連性を示した。年齢、性別およびベースラインにおける各血中脂質項目で調整済の重回帰分析の結果、MVPA、LPA、VPAと脂質リスク得点との間に有意な負の関連性が認められた。一方、MPAと脂質リスク得点との間には有意な関連性が認められなかった。血中脂質サブ項目に関して、全ての身体活動強度と中性脂肪値との間に有意な負の関連性が認められた。HDLコレステロールに関しては、LPAおよびVPAとの間に有意な負の関連性が認められた。一方、総コレステロールおよびLDLコレステロールに関しては、いずれの身体活動強度とも有意な関連性が認められなかった。歩数に関して、脂質リスク得点、中性脂肪およびHDLコレステロールとの間に有意な負の関連性が認められた。

表1 ベースラインにおける対象者の特徴

	男子 (n = 91)		女子 (n = 103)		p値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
年齢(歳)	12.1	0.9	12.0	0.8	0.549
身長(cm)	152.4	9.0	150.3	7.0	0.041
体重(kg)	43.7	9.8	42.9	9.1	0.506
BM I(kg/m ²)	18.6	2.9	18.8	3.1	0.640
アクティブ群の割合(%)	57.3		42.9		0.027
中高強度身体活動(分)	65.3	22.8	57.3	20.7	0.001
低強度身体活動(分)	104.1	31.2	95.8	25.6	0.001
中強度身体活動(分)	42.6	14.7	39.1	13.7	0.001
高強度身体活動(分)	13.4	11.2	10.1	8.8	0.001
歩数(歩)	16206	4428	14608	3903	0.001

表2 調査期間中における血中脂質性状の推移

	ベースライン		フォローアップ		p値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
男子					
脂質リスク得点	-0.3	1.5	-0.7	1.6	<0.001
総コレステロール (m g/d l)	160.7	23.2	160.0	23.0	0.627
中性脂肪 (m g/d l)	60.7	30.4	50.5	24.3	<0.001
HDL-C (m g/d l)	62.1	11.4	63.8	11.7	0.024
LDL-C (m g/d l)	84.5	19.1	85.6	19.6	0.349
女子					
脂質リスク得点	-0.3	1.5	-0.5	1.7	0.005
総コレステロール (m g/d l)	167.6	27.8	171.6	26.1	0.002
中性脂肪 (m g/d l)	67.1	26.6	61.2	30.8	0.026
HDL-C (m g/d l)	62.8	12.0	65.4	24.7	<0.001
LDL-C (m g/d l)	88.5	20.8	92.1	19.4	0.001

HDL-C：高比重リポタンパクコレステロール；LDL-C：低比重リポタンパクコレステロール

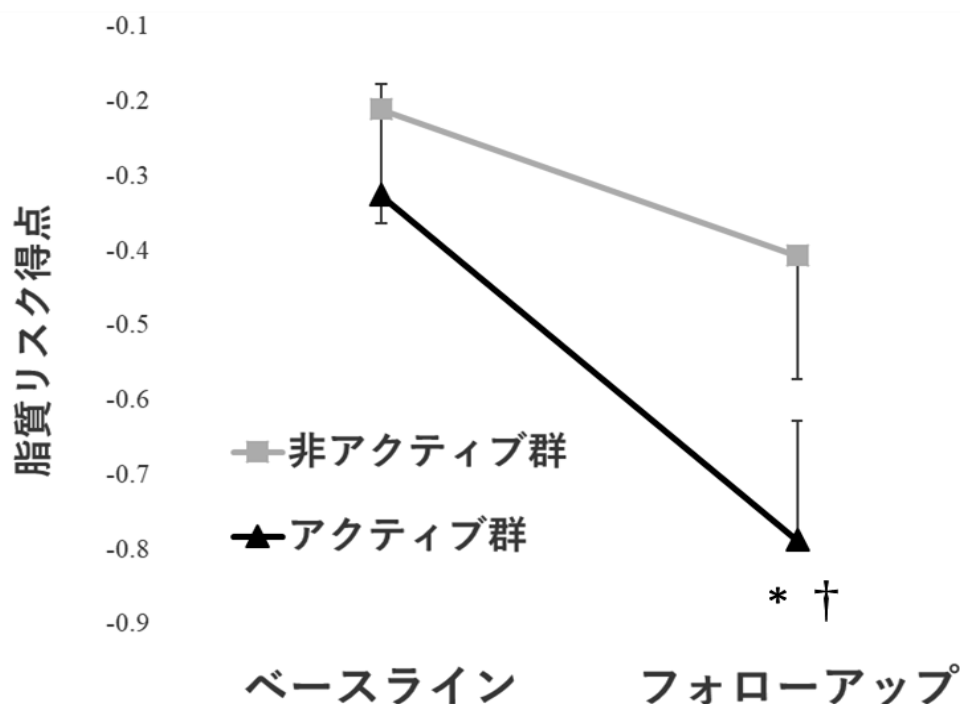


図1 身体活動指針達成状況と脂質リスク得点の推移

年齢、性別で調整済

* ベースラインと比べ、有意に低値

† 非アクティブ群と比べ、有意に低値

群: $F(1, 190) = 1.35, p = 0.246$, 時間: $F(1, 190) = 15.4, p < 0.001$, 群×時間: $F(1, 190) = 3.60, p = 0.049$

表3 ベースラインにおける強度別の身体活動量と1年後の血中脂質性状との関連性

	脂質リスク得点	総コレステロール	中性脂肪	HDL-C	LDL-C
M VPA	-0.081*	0.037	-0.204*	-0.063	0.018
LPA	-0.142*	0.021	-0.237*	-0.102*	0.004
M PA	-0.059	0.060	-0.145*	-0.066	0.035
VPA	-0.108*	0.013	-0.219*	-0.089*	-0.006
歩数	-0.118*	0.038	-0.232*	-0.097*	0.011

年齢、性別、ベースライン時の血中脂質項目でそれぞれ調整済。標準化係数 (β) で表示。HDLは得られたzスコアにマイナスを掛けて算出。M VPA: 中高強度身体活動; LPA: 低強度身体活動; M PA: 中強度身体活動; VPA: 高強度身体活動; HDL-C: 高比重リポタンパクコレステロール; LDL-C: 低比重リポタンパクコレステロール

5. まとめ

本研究より、日本人小・中学生において、ベースライン時の身体活動量が、1年後の血中脂質性状と有意に関連していたことが明らかになった。また、ベースライン時に推奨されている身体活動基準 (MVPA を60分/日) を達成することが、1年後の血中脂質性状を有意に改善させる可能性が示唆された。本研究結果は、国際的に推奨されている身体活動指針の目標値が、日本人小・中学生においても適応可能な可能性を示唆しており、我が国の子ども・青少年における医学的・生理学的なエビデンスを蓄積した点で独自性がある。さらに、MVPA およびVPA のみならず、LPA および歩数と脂質リスク得点との間に有意な関連性が認められたことから、たとえ低い強度であっても、身体活動を行うことで血中脂質性状を改善できる可能性を示唆した。加えて、1年間の追跡研究を行うことで、縦断的なエビデンスを蓄積した点で本研究は貴重であり、日常生活全般の身体活動と血中脂質性状との因果関係の解明に資する科学的な知見を提供した。本研究の結果を踏まえ、今後、当該研究分野における客観的なエビデンスが益々蓄積されることが期待される。

【参考文献】

- Abe Y, Okada T, Sugiura R, Yamauchi K, Murata M. (2015). Reference Ranges for the Non-High-Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Japanese Children and Adolescents. *J Atheroscler Thromb*, 22(7):669-675.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2008). <http://healthgov/paguidelines/pdf/paguidepdf>. (アクセス日: 2018年2月27日)
- Gill JM, Celis-Morales CA, Ghouri N. (2014). Physical activity, ethnicity and cardio-metabolic health: does one size fit all? *Atherosclerosis*, 232(2):319-33.
- 一般社団法人日本動脈硬化学会 (2012) 動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2012年版. 株式会社杏林舎. 日本動脈硬化学会. 東京.
- Janssen I, Leblanc AG. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 7:40.
- Kahn R, Buse J, Ferrannini E, Stern M; American Diabetes Association; European Association for the Study of Diabetes. (2005). The metabolic syndrome: time for a critical appraisal: joint statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabe-

tes. *Diabetes Care*, 28(9):2289-2304.

McGill HC Jr, McMahan CA, Herderick EE, Malcom GT, Tracy RE, Strong JP. (2000). Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr*, 72 (5 Suppl), 1307S-1315S.

Poitras VJ, Gray CE, Borghese MM, Carson V, Chaput JP, Janssen I, Katzmarzyk PT, Pate RR, Connor Gorber S, Kho ME, Sampson M, Tremblay MS. (2016). Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41(6 Suppl 3): S197-239.

Telama R, Yang X, Leskinen E, Kankaanpää A, Hirvensalo M, Tammelin T, Viikari JS, Raitakari OT. (2014). Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood. *Med Sci Sports Exerc*, 46(5):955-962.

World Health Organization. (2010).

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf.

(アクセス日: 2018年2月27日)

謝辞

本研究実施にあたり、ご協力いただいた研究協力校の先生方、児童・生徒およびその保護者の皆さま、佐久市役所の皆さまに心より感謝申し上げます。

この研究は 2017 年度笹川スポーツ研究助成を受けて実施しました。

