

運動習慣が子供の心臓自律神経活動動態 および体温に及ぼす影響

	兵庫県立看護大学	柴田真志
(共同研究者)	神戸商科大学	鷗木秀夫
	同	土肥隆
	同	松村浩貴
	同	神吉賢一

Effects of Daily Physical Activity on Cardiac Autonomic Function and Basal Temperature in Children

by

Masashi Shibata

College of Nursing Art and Science Hyogo

Hideo Ikarugi, Takashi Tohi,

Kohki Matsumura, Kenichi Kanki

Kobe University of Commerce

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of daily physical activity on cardiac autonomic function (CAF) and basal temperature in children. Oral temperature and daily physical activity were recorded from 56 boys and 37 girls (nine-ten years old) for one week, and CAF was measured using a power spectral analysis of heart rate variability at resting condition.

There were no significant differences in CAF and basal temperature between low active group and high active group on the basis of amount of daily steps. However, total power in high active group ($2,980 \pm 1,999\text{ms}^2$) on the basis of the active time of middle to high intensity was significant greater ($t=2.12, p<0.05$) than that in low active group ($1,590 \pm 864$).

These results suggest that duration of moderate or vigorous activity effects the improvement of cardiac autonomic function in children.

要 旨

本研究の目的は、子どもの日常身体活動量が心臓自律神経活動動態や基礎体温に及ぼす影響について検討することであった。参加の同意を得た小学4年生93名（男子56名、女子37名）の基礎体温（舌下温）および日常身体活動量を1週間連続で測定した。また、5分間の安静時心電図信号から心拍変動パワースペクトル解析を行い、心臓自律神経機能の指標を得た。歩数および活動強度が中等度以上での活動時間を指標にしてグループ分けを行い、それぞれの高群と低群の心臓自律神経機能および基礎体温を比較した。

歩数の多い歩数高値群と歩数低値群を比較したところ、心臓自律神経活動動態指標や基礎体温の平均値に差は認められなかった。しかし、中等度強度以上の活動時間が長い活動強度高群は心臓自律神経機能の指標である総パワー（ $2,980 \pm 1,999 \text{ms}^2$ ）が、活動強度低群（ $1,590 \pm 864$ ）に比べて有意に高値を示した（ $t=2.12, p<0.05$ ）。

これらのことから、子どもにおいて中等度強度以上の活動時間を高めることは心臓自律神経機能を亢進すると考えられた。

緒 言

近年、子どもの低体温や高体温などの基礎体温異常が報告されてきている^{1,2,3}。このような基礎体温の個人差は、夜型の生活習慣や不活動（運動不足）などがその原因として指摘されているが、未だ明らかにはなっていない。また、体温調節には自律神経系の働きが重要となるが、身体活動量の多少が子どもの基礎体温や自律神経活動にどのような影響を与えているのかは大変興味深い。

そこで本研究は、子どもの日常身体活動量とその強度が、基礎体温や心臓自律神経活動機能（Cardiac Autonomic Function: CAF）にどのような影響を及ぼしているのかについて検討することを目的として実施した。

1. 研究方法

1. 1 対象

本研究は兵庫県立看護大学研究倫理委員会の研究実施の承認を得て研究協力の募集を行った。協力の得られた都市部の2小学校の4年生約150名に研究への参加を呼びかけ、本人と保護者から同意が得られた約110名を研究協力者とした。すべての測定および調査終了後、各種欠損データがない93名（男子56名、女子37名）を分析の対象とした。対象の身体特性（平均±SD）は、身長 $133.5 \pm 5.2 \text{cm}$ （男子 133.9 ± 5.3 、女子 133.0 ± 5.1 ）、体重 $29.7 \pm 4.5 \text{kg}$ （男子 30.2 ± 5.0 、女子 29.0 ± 3.7 ）であった。また、測定期間は5月下旬から6月中旬であった。

1. 2 測定項目

1) 基礎体温

各被検者に1週間連続で早朝覚醒時体温（基礎体温）を測定させた。基礎体温は舌下温を採用し、婦人用水銀体温計（SK-20、セフター）を用いて口腔内舌下にその先端が接触するように5分間安静にして測定するよう模式図を用いて十分な説明を行った。測定した基礎体温から、登校日4～6日間の平均値を代表値として採用した。

2) 心臓自律神経活動機能（CAF）

各被検者のCAF指標は、座位安静時5分間の

心電図信号から得た。座位安静を保った各被検者から心電図信号を生体アンプ (AM601G, 日本光電) によって双極誘導し A/D 変換器 (PS-9351, TEAC) を介して 1KHz でサンプリングした後コンピュータに入力した。得られた心電図信号から誤差 1ms 内で RR 間隔を測定し安静時心拍数を算出するとともに、心拍変動パワースペクトル解析によって、2つの周波数帯域 (0.03~0.15Hz および 0.15~0.4Hz) のスペクトル積分値を求めた。低周波成分 (0.03~0.15Hz : LF) は心臓交感および副交感神経活動動態を高周波成分 (0.15~0.4Hz : HF) は副交感神経活動動態をそれぞれ反映していると考えられている。また、低周波成分と高周波成分の総和 (総パワー : TOTAL) は、心臓自律神経活動動態全体を表している。本研究では、副交感神経活動指標として HF, また交感神経活動指標として SNS 指数 (LF/HF) を採用し、心臓自律神経活動動態全体の指標である TOTAL とともに解析に用いた。なお、測定はすべて午前 9時から 11時の間に行った。

3) 日常活動量と生活習慣

各被検者の日常活動量を生活習慣記録機 (ライフコーダ, スズケン) を用いて 1週間連続で記録し、歩数並びに運動量の1日の平均値を算出した。本記録機の加速度センサーによる計測機能によって、活動強度は 10段階 (0~9の強度) に分類される。0強度は微小運動, 1~3強度は「ゆっくり歩行」, 4~6強度は「速歩」, 7~9強度は「ジョギング」にそれぞれ相当する活動強度とされている。7強度以上は、活動強度が概ね中等度以上に分類できると考えられるので、7~9強度での活動が1日に占める割合 (7~9強度割合とする, %) についても活動量の指標とした。

思春期前の子どもでは、専門的なトレーニングよりも遊び等の日常活動量の確保が重要であるという指摘⁴⁾から考えても、子どもの運動習慣を地

域のスポーツクラブへの参加等の有無だけで判別することは適切ではないと思われる。また、普通歩行等の低強度活動よりも少し息切れするような中等度以上の活動が子どもの呼吸循環器系能力と関連すると報告されている⁵⁾。したがって、本研究では、歩数と活動強度 7~9強度割合の多少を運動習慣の指標として用いグループ分けを行った。歩数および 7~9強度割合の全体平均値からそれぞれ 1SD を減じた値より低値である子どもを歩数低値群および活動強度低群, また、全体平均値に 1SD 加算した値より高値である子どもを歩数高値群および活動強度高群とした。なお、記録期間中、雨天日は観測されなかった。

1. 3 分析

すべてのデータは平均値 ± SD で示した。グループ間の比較には対応のない t 検定を行い、母分散が等しくない場合には Cochran Cox 法で検定した。いずれの場合にも有意水準は 5% 以下とした。

2. 研究結果

2. 1 身体活動量

対象者全体の歩数の平均値は、15,030 ± 4,008 歩であった。また、7~9強度割合は 1.46 ± 0.65% であり、時間換算すると 21.0 ± 9.4 分間であった (図 1)。歩数高値群 (平均 + 1SD 以上の者) および歩数低値群 (平均 - 1SD 以下の者) に属する者は、それぞれ 17名および 10名であった。

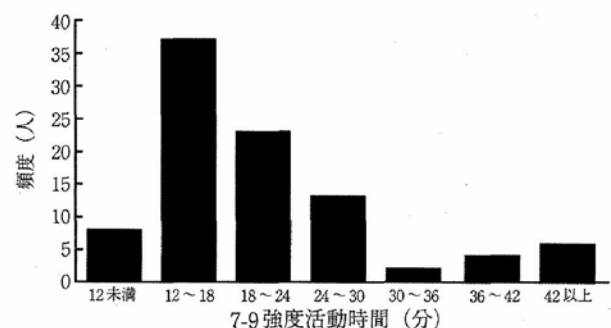


図 1 7-9強度割合から算出した活動時間の頻度

また、活動強度高群（平均+1SD以上の者）および活動強度低群（平均-1SD以下の者）に属する者は、それぞれ11名であった。

歩数高値群と歩数低値群の日歩数を比較したところ、その平均値（21,394 ± 2,304 vs 9,211 ± 1,726歩）は有意であり歩数高値群が高かった（ $t=14.5$, $p<0.001$ ）。

また、活動強度高群の歩数および7~9強度割合は、それぞれ22,042 ± 2,460歩および2.90 ± 0.41（41.8 ± 5.9分）であり、活動強度低群（10,256 ± 2,398歩, 0.72 ± 0.15 [10.4 ± 2.1分]）に比べ有意に高値であった（歩数: $t=11.4$, $p<0.001$, 7~9強度割合: $t = 16.6$, $p<0.001$ ）。

2. 2 心臓自律神経機能 (CAF)

CAF指標のTOTAL, HFおよびSNSの全体の平均値は、それぞれ2,395 ± 1,784 ms², 929 ± 996ms²および2.21 ± 1.40であった。歩数高値群と歩数低値群を比較したところ、いずれの指標においても有意な差は認められなかった（表1）。一方、活動強度高群のTOTAL（2,980 ± 1,999）は、活動強度低群（1,590 ± 864）に比べ有意に高値であった（ $t=2.12$, $p<0.05$ ）。HFおよびSNSには差は認められなかった（表2）。なお、心拍数は、歩数高値群（83 ± 7.0拍/分）と歩数低値群（82 ± 5.7）、活動強度高群（82 ± 7.7）と活動強度

表1 歩数高値群と歩数低値群の安静時CAF指標の比較

	歩数高値群 (n=17)	歩数低値群 (n=10)
TOTAL (ms ²)	2,361 ± 1,830.5	1,708.3 ± 743.2
HF (ms ²)	969.4 ± 1215.6	614.4 ± 365.3
SNS	2.22 ± 1.53	2.15 ± 1.22
心拍数 (拍/分)	83 ± 7.0	82 ± 5.7

表2 活動強度高群と活動強度低群の安静時CAF指標の比較

	活動強度高群 (n=11)	活動強度低群 (n=11)
TOTAL (ms ²)	2,980 ± 1,999*	1,590 ± 864
HF (ms ²)	1,287 ± 1,422	522 ± 299
SNS	2.11 ± 1.88	2.23 ± 1.14
心拍数 (拍/分)	82 ± 7.7	83 ± 7.7

* $p<0.05$

低群（82 ± 7.7）の間にはそれぞれ有意な差はなかった（歩数： $t=0.44$, 強度： $t=0.46$ ）

2. 3 基礎体温

基礎体温の全体の平均値は、36.5 ± 0.5℃であった。歩数高値群（36.6 ± 0.3）と歩数低値群（36.6 ± 0.3）、活動強度高群（36.7 ± 0.2）と活動強度低群（36.6 ± 0.3）をそれぞれ比較したが、有意な差は認められなかった。

3. 考 察

本研究で得られた主たる結果は、活動強度が中等以上である活動の時間が長い子どもの心臓自律神経機能 (CAF) は、少ない子どもに比べて高いということであった。宮下ら⁵⁾は、子どもの中等度以上の運動強度での活動時間と呼吸循環器系能力との関連を検討し、心拍数が約150拍/分以上となるような強度での一日の運動時間と最大酸素摂取量の間に関連関係が見られることを報告している。また、一般成人の日常活動量とCAF指標との関係について検討した研究⁶⁾によれば、週当たりの活動量が1,000kcalを超えるグループの総パワー (TOTAL) は、1,000kcalに満たない低活動者に比べて有意に高値であることが報告されている。同様によく鍛錬された長距離選手のCAFもまた一般健常者に比べて高値であることが示されている⁷⁾。さらに、CAFが相対的に低下している中年肥満者に、週3~4日の有酸素トレーニングを10~12週間継続した結果、CAFの改善が認められている^{8,9)}。これらのことは、日常活動量の増加や運動トレーニングによって、CAFが有意に亢進することを示唆している。本研究で活動強度高群のTOTALが活動強度低群に比べ有意に高値であったことは、これらの報告が示唆することと一致する。

しかしながら、本研究では歩数の多少でグループ分けして比較したところ、CAF指標に差は認

められなかった。このことは、子どもにおけるCAFの亢進には、歩数が多いというだけでは不十分である可能性を示唆していると思われる。すなわち「息がはずむ」ような中等度以上の運動強度での活動の時間をある程度確保することが、子どものCAFの亢進に必要であると考えられた。

また、本研究では、日常活動量の多少によってグループ分けされた群間の基礎体温の比較を行ったが、基礎体温の平均値には、日常活動量の多少で差は認められなかった。子どもの体温に関する朝山の総説¹⁾によれば、1930～1960年代の子どもの平均腋窩温（午前中）は37.1～3℃程度であったが、近年は36.3～5℃であり、子どもの体温は低下傾向にあるとされている。本研究の平均体温は36.5℃であったが、本研究で測定に採用した舌下温が腋窩温に比べ約0.2～0.3℃程度高いことを考慮すれば、子どもの低体温化を支持する結果であると言える。低体温化の要因のひとつとして、基礎代謝の低下があげられるが、低下した基礎代謝は将来の脂肪蓄積に関連し、生活習慣病を招来する危険性が高まると予想される。また、不登校児の深部体温の特徴を検討した研究¹⁰⁾では、最低体温と最高体温の差が一般生徒に比べて小さく、早朝（午前6時前後）体温が著しく低値であることを報告している。子どもの健やかな「からだ」を考える上でも、今後低体温児の個別性に関する更なる検討が必要であろう。

謝 辞

本研究に研究助成を賜りました財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に心より感謝申し上げます。また、本研究にあたり快く被検者を引き受けて下さった方々、測定にご協力頂いた学校関係者の方々に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 朝山正己, 子どもの体温について—いわゆる「低体温児」の実態—臨床体温, 17, 3-9 (1999)
- 2) 木村慶子ら, 児童の体温に関する研究—24年間の比較—慶應保健研究, 15, 81-88 (1997)
- 3) 森田せつ子, 小児の腋窩基礎体温に関する検討 母性衛生, 37, 481-491 (1996)
- 4) 勝田茂 編著, 運動生理学20講, pp135-140 (1993)
- 5) 宮下充正編著, 体力を考える, 杏林書院, pp1-6 (1997)
- 6) Melanson E.L. et al., Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. *Med. Sci. SPORTS Exerc.*, 32, 1894-1901 (2000)
- 7) Moritani T. et al., Comparison of sympatho-vagal function among diabetes patients, normal control and endurance athletes by heart rate spectral analysis. *J. Sports Med. Sci.*, 7, 31-39 (1993)
- 8) Amano M. et al., Exercise training and autonomic nervous system activity in obese individuals. *Med. Sci. SPORTS Exerc.*, 33, 1287-1291 (2001)
- 9) 柴田真志ら, 中年肥満女性に対する有酸素運動トレーニングの減量効果と心臓自律神経活動および血清レプチン濃度の関係, 体力科学, 6, S935 (1999)
- 10) 友田明美ら, 不登校児における深部体温の概日リズム障害, 臨床体温, 14, 85-89 (1994)