

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01504

研究課題名(和文) 新たな身体活動の価値を創造する児童期の実生活生体リズム研究

研究課題名(英文) Effects of physical activity intervention on the circadian rhythm of body temperature and the amount of salivary melatonin at bedtime in elementary school students

研究代表者

柴田 真志 (SHIBATA, MASASHI)

兵庫県立大学・看護学部・教授

研究者番号：00254467

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：子どもの身体活動量には季節性の変化が見られ、気温の低い冬期に低下するとされている。また、冬期には体温などのサーカディアンリズム位相が後退するとされている。実際、小学生児童の冬の身体活動量および就床時メラトニン量に減少が認められ、体温リズム位相の後退を助長した結果、起床時体温が低下する可能性が示唆された。一方、冬期の運動介入によって高い身体活動量を維持・増加すると、体温リズム位相の維持あるいは前進に貢献する可能性があると考えられた。

研究成果の概要(英文)：The level of physical activity (PA) in children changes with seasons; it decreases during winters when the outside temperatures are low. During winter, various circadian rhythm phases, including those for body temperature, are believed to be delayed. The current study indicates that the levels of PA and melatonin of elementary school children at bedtime during the winter decreases, indicating delayed phases of body temperature rhythm. This in turn suggests the possibility that body temperature decreases at wake-up time. However, if high levels of PA can be maintained or increased because of exercise intervention during winter, it may help maintain and even advance the body temperature rhythm phases.

研究分野：運動科学

キーワード：サーカディアンリズム 体温 子ども 身体活動

### 1. 研究開始当初の背景

ヒトにおいて、サーカディアンリズムを示す指標の中でも、体温は簡便に測定できる。一般に、深部体温は夕方7時頃に最高値を示し、その後徐々に低下して夜間就寝中の午前4時頃に最低値となるサーカディアンリズムを有している。そして、最低体温時刻から2~3時間経過後に、体温があるレベルまで上昇した時点で我々は目覚めるとされている。

小学生児童においては、朝の始業時刻が一定であり、授業の6割以上が午前中に配置されているため、その社会的スケジュールと体温リズムが合致していることが望ましい。なぜなら、体温は覚醒度と対応しているため、起床時の低い体温は午前中の覚醒度を低減し、就床時の高い体温は入眠を困難にするなど日常生活に負の影響を与える可能性があるからである。

サーカディアンリズムに影響を及ぼす因子として身体活動量増加による急性的な効果が考えられる。ヒトの体温リズムや睡眠・覚醒リズムなどのサーカディアンリズムは24時間よりやや長い周期であり、日々、光や社会的スケジュール(身体活動や食事)等によって修飾され、地球自転周期24時間に同調しているため、身体活動量の増減がサーカディアンリズムの位相の前進や後退に影響を与える可能性が推察されるからである。

一方、体温リズムには季節性変化が認められ、夏季に比較して冬季ではそのリズム位相がやや後退することが示されている。冬季における体温位相の後退は、起床時や午前中の体温低値につながる可能性があると考えられ、児童において冬期の身体活動量確保がサーカディアンリズム維持に貢献するかどうか検討することは非常に重要と言える。

### 2. 研究の目的

本研究では、身体活動量が低下する冬期における運動介入を小学生児童に対して行い、それがサーカディアンリズムに及ぼす影響について、体温リズムおよび就床時メラトニンを指標に用いて検討することを目的に実施した。

### 3. 研究の方法

本研究は兵庫県立大学看護学部研究倫理委員会の承認を得て対象者の募集を行った。神戸市内の2つの小学校の4年生および5年生児童とその保護者を対象に、本研究の目的、方法、期待される利益および不利益について説明し、本研究への参加を呼びかけた。小学校の一つは、毎年冬期の授業始業前(8:10頃)に校庭で10分間のジョギングを行なう取り組みを実施しているため、この小学校の研究参加者を運動群と位置付けた。もう一方の小学校ではこのような取り組みは行われていないことを確認した上で、対照群とした。本研究への参加の意思を示した運動群は35名、対照群は36名であり、それら児童および保

護者から書面にて同意を得た。

晩春(5月下旬~6月初旬)をbaseline dataとして位置付け、ベースライン、冬(12月上旬~中旬)の順でそれぞれ連続する5日間を測定期間とした。神戸市(北緯34.7度、東経135.2度)の最高気温および最低気温の平均値は、ベースラインにおいて $28.2 \pm 2.0$ および $19.4 \pm 2.1$ 、冬では $15.0 \pm 1.3$ および $7.9 \pm 1.0$ であった。また、ベースラインの平均気温および湿度は、それぞれ $23.4 \pm 1.4$ および $53.9 \pm 10.7\%$ 、一方、冬は $11.2 \pm 1.0$ および $62.3 \pm 5.3\%$ であった。降雨については、ベースラインで一時雨(約1時間、1.5mm)の日が1日観測されたのみであり、冬では期間中降雨は観測されなかった。なお、測定期間中の日の出、日の入り、日照時間は、ベースラインで4:44~4:46、19:07~19:15、 $10.2 \pm 3.3$ hであり、冬では6:51~6:59、16:48~16:51、 $6.6 \pm 2.1$ hであった。

児童には、小型一軸加速度センサー(Life-corder plus, Suzuken, Japan)を腰部に専用ベルトで固定し、月曜起床時から金曜就床時までの連続する5日間の学校登校日のPAの測定を行った。

体温は、5分間の安静を保った後、婦人用電子体温計(C502, TERUMO, Japan)を用いて口腔内舌下に体温測定部を接触させて安静状態のまま5分間測定するよう指示し、0.01単位で記録させた。測定は、起床時(起床時、以下Wと略す)、14時(1400)および就床時(就床時、以下Bとする)とし、保護者および担任教諭の監視下で行うよう協力を依頼し、また、起床時および就床時の体温測定時にはその時刻を記録させた。体温測定は、身体活動量測定と同一期間内に行ったが、月曜起床時体温は休日の影響を受ける可能性が高いこと、また金曜就寝時刻は休日前で遅くなる傾向があることを考慮し、採用しなかった。したがって、起床時体温は火曜から4日間、昼体温は月曜から5日間、就床時体温は月曜から4日間の平均値を算出した。なお、本研究対象女子児童に初潮は認められなかったことから、性周期が体温に及ぼす影響はほとんどないと考えられた。

唾液メラトニンは、月曜から木曜まで4夜連続して就寝時に唾液メラトニンを測定し、平均値を個人の代表値とした。

運動群の属する小学校においては、毎年冬期の授業始業前(8:10頃)に全校生徒を対象に約10分間のジョギングを実施している。それに加えて、冬の測定期間中の放課後に、運動指導者の監視下でウォームアップを含んだ約30分間の軽運動(縄跳び、ドッジボール、鬼ごっこ)による運動介入プログラムを実施した。

ベースラインおよび冬の2回の測定において、データに欠損値のなかった児童は、運動群26名(男子13名、女子13名)、コントロール群28名(男子15名、女子13名)であり、両群の年齢や身体的特徴に差は認めら

れなかった。身体活動量、唾液メラトニン量および生活時刻について、群間比較は対応のないt検定を、群内比較には対応のあるt検定を用いた。また、体温については群内比較のみとし、一元配置分散分析を用い、有意差が認められた場合は Bonferroni 法による後検定を行った。すべてのデータは、平均値 ± SD で示し、いずれの比較の場合にも有意水準は5%未満とした。

#### 4. 研究成果

##### (1) 身体活動量

対照群では、多くの児童においてベースラインに比べて冬で歩数に低下が見られ、最も低下した児童は-7,887歩であった。対照群のベースラインの歩数平均値(17,602 ± 2,300歩)に比べ、冬(15,150 ± 3,150歩)において約2,500歩(-7,887~+283の範囲)の有意な低下が観察された(t=5.48, p<0.001)。一方、冬期に運動介入した運動群では、多くの児童で歩数の増加が観察され、冬の歩数平均値(18,260 ± 3,067歩)は、ベースライン(16,241 ± 2,742歩)に比較して約2,000歩増加し、その差は有意であった(t=5.97, p<0.001)。なお、ベースラインの歩数においては、両群間で有意な差は認められなかった(t=1.945, NS)。

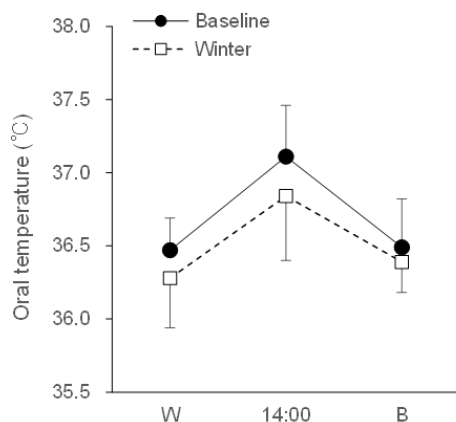
##### (2) 体温

起床時刻および就床時刻については、ベースラインと冬を通じて両群間に有意な差は認められなかった。対照群においては、冬の起床時刻(6:42 ± 0:28)がベースライン(6:30 ± 0:27)に比べて有意に後退した(t=3.20, p<0.01)。

図1に両群のベースラインと冬の体温概日リズムを示した。

日内変動および季節の各因子において主効果が見られたが、交互作用は認められなかった。

Control



Exercise

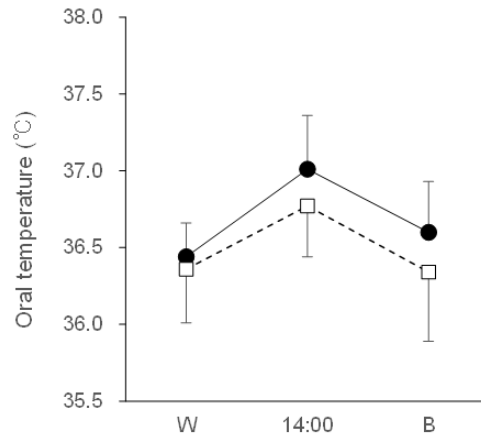


FIGURE 1. Seasonal variations in oral temperature at wake-up time (W), 14:00, and bedtime (B) in the Control and Exercise groups. Significant difference (p<0.01) between baseline (●) and winter (□). Significant difference (p<0.01) in circadian rhythms between 14:00 and W and/or B. Data are expressed as the means ± SD.

追検定の結果、体温日内リズムは、朝と夜に有意な差はなかったが、14:00は朝と夜よりも有意に高値を示した(p<0.01)。ベースラインと冬の体温を群ごとに比較すると、運動群では、14:00と夜は冬で有意に低下したが朝の体温に差は認められなかった。対照群では冬の朝と14:00の体温がベースラインよりも有意に低く、夜では差がなかった。

##### (3) メラトニン

図3は、両群の就床時唾液メラトニン量の変化を表している。対照群では、ベースラインに比べて冬でメラトニン量は有意に低下した(t=6.03, p<0.001)。一方、運動群では、冬のメラトニン量がベースラインに比べて有意に高値を示した(t=3.23, p<0.01)。

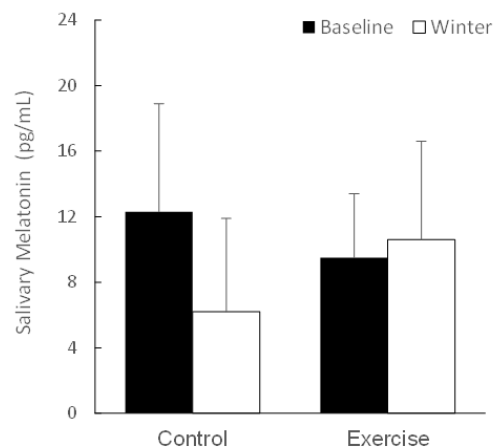


FIGURE 2. Change in Salivary melatonin at bedtime in Control and Exercise groups. Significant difference ( $p < 0.05$ ) between baseline and winter in Exercise group. Data are expressed as the means  $\pm$  SD.

(4) 身体活動量と就床時唾液メラトニンの変化率の関連

図3は、ベースラインと冬の歩数と就床時唾液メラトニン量の変化率の関連を示している。両変数の間には有意な正の関連 ( $r = 0.668$ ,  $p < 0.01$ ) が認められた。

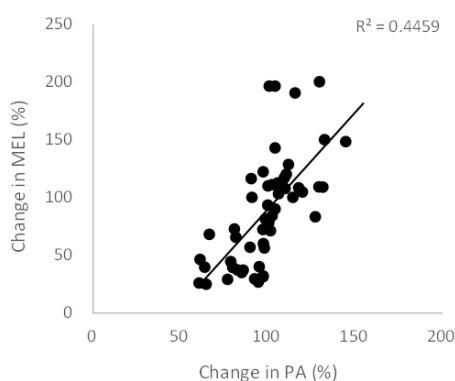


FIGURE 3. The relationships between the change in melatonin at bedtime and the change in PA in all children.

The change in melatonin at bedtime was significantly associated with the change in PA ( $r = 0.668$ ,  $p < 0.001$ ).

以上、本研究において小学生児童の冬の身体活動量および就床時メラトニン量に減少が認められ、体温リズム位相の後退を助長した結果、起床時体温が低下する可能性が示唆された。一方、冬期の運動介入によって高い身体活動量を維持・増加すると、体温リズム位相の維持あるいは前進に貢献する可能性があると考えられた。

ただし、本研究結果に生体リズムの同調因子である光露が体温リズム位相後退に関与していた可能性は否定できない。日中の明暗の違いは夜間深部体温リズム位相に影響を及ぼし、夜間の多量な光曝露はメラトニン分泌を著しく抑制するため生体リズム維持の困難さが増すと考えられるからである。今後は、日中および夜間の時間帯別光曝露量や、一日の平均体温の個人差などを含む検討が課題であると思われた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計2件)

柴田真志・柴田しおり「児童における社会的時差が体温概日リズムに及ぼす影響」日本睡眠学会第42回学術集会(横浜、2017)

柴田真志・柴田しおり「児童における身体活動量の増減が体温概日リズムに及ぼす影響」日本睡眠学会第41回学術集会(東京、2016)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柴田 真志 (SHIBATA MASASHI)  
兵庫県立大学・看護学部・教授  
研究者番号: 00254467

(2) 研究協力者

柴田 しおり (SHIBATA SHIORI)  
神戸市看護大学・看護学部・准教授  
研究者番号: 70254480