

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500810

研究課題名(和文) 身体活動量不足と低い起床時体温との関連は夜間末梢熱放散機能低下の影響か

研究課題名(英文) Association between distal-proximal skin temperature gradient during sleep and aerobic capacity

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) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：夜間就床後の睡眠第一相における直腸温は一過性に低下し、その間の中心温度指標と末梢温度指標の差分を積分して末梢放熱能とした。末梢放熱能と有酸素持久性能力スコアとの間には有意な正の関連が認められた。身体活動不足による有酸素持久性能力の低下が就床後の低い末梢熱放散機能と関連すると推察された。また、有酸素トレーニング(50%強度・30分間・週3回・4週間)によって、末梢熱放散機能はわずかに改善されたが統計学的有意には至らなかった。

研究成果の概要(英文)：The decline in the rectal temperature was observed after sleep onset. The distal (thenar of the thumb and the plantar area) - proximal (infraclavicular fossa, the navel, and the thigh) skin temperature gradient during first sleep cycle was measured as the heat loss index. There is a significant positive correlation between heat loss index in the first sleep cycle and the aerobic capacity score. The present findings suggest that a decline in aerobic capacity enhances a lower distal heat loss capacity during sleep. The heat loss index during the first sleep cycle was not improved significantly by aerobic exercise training (50%HRR, 30min, 3 times/week, 4 weeks).

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 応用健康科学

キーワード：睡眠 体温 全身持久力

1. 研究開始当初の背景

安定して測定できる口腔舌下温を用いた1,000名を超える大規模調査において、起床時に体温が低値(36未満)である児童・生徒は全体の10%以上存在すると報告されている。起床時に体温が低い児童・生徒は、一日中体温が低いわけではなく、体温日内リズムが後退した結果、起床時体温が低いと考えられている。このような体温リズムの後退は、遅い就床時刻などの影響が考えられるが、身体活動量が少なく就寝時メラトニン量が低値であることなどから、不十分な深部体温の低下などの関与が推察される。特に夜間就寝直後の末梢からの熱放散が深部体温低下と密接に関連すると考えられ、この熱放散機能の低下が生体リズムを修飾し、夜間就寝中の最低体温時刻を朝方に遅延させているのではないと思われる。習慣的な運動実践による末梢毛細血管密度の向上などによって、夜間入眠時の熱放散能が高まっている可能性がありと考えられ、したがって熱放散能と有酸素持久性能力との関連について検討することは意義あると思われる。

2. 研究の目的

本研究では、夜間就寝直後の熱放散と有酸素性持久力との関連を明らかにするとともに、有酸素トレーニング実践が熱放散能に及ぼす影響について検討することを目的に実施した。

3. 研究の方法

(1) 実験1

この実験の目的は、Hardy-Duboisの7点法で用いられる皮膚温が放熱の指標となるかどうかを検討することであった。

一般成人3名に対して夜間就寝中の体温測定を行った。対象者に対して夜間就寝2時間前までに夕食および入浴を済ませ、普段用いている寝間着等に替えるよう依頼した。夜間就寝1時間前から、Hardy-Duboisの7点法(前額、腹部、前腕部、手背部、大腿部、下腿部および足背部)に胸部を加えた8部位から表面用温度プローブ(ITP010-12, 日機装サーモ)を介してロガー(N542R, 日機装サーモ、もしくはLTロガー、グラム社)に1分ごとに各部皮膚温を入力した。温度プローブは上半身と下半身でそれぞれまとめ、また温度プローブと接続したロガーは研究者が予め作成した布製の小袋に入れて腰ベルトに固定できるようにし、就寝までの間、自由に活動できるようにした。得られた各皮膚温の変化について検討を行った。

(2) 実験2

対象者は、一般成人女性5名(20~33歳)で

あった。対象者に対して夜間就寝中の体温測定を実施した。性周期の影響を極力排除するために、夜間体温測定実施日は、低体温相(月経終了後~排卵日前)とした。低体温相の期間を各自の性周期から推定してもらい、その期間1週間前から毎朝起床時に基礎体温を測定し低体温相となる日を確認しながら測定実験を行った。

夜間体温測定については、夜間就寝2時間前までに夕食および入浴を済ませ、普段用いている寝間着等に替えるよう対象者に依頼した。夜間就寝1時間前から、右の鎖骨の下、へその1cm上、右の太腿中央、左右手のひらの母指球、左右足裏に表面用温度プローブ(ITP010-12, 日機装サーモ)を貼付し、温度ロガー(N542R, 日機装サーモ)に1分ごとに各部皮膚温を入力した。

先行研究に従って、中心温度指標(prox)として、右の鎖骨の下、へその1cm上、右の太腿中央の3点の重み付け値を、また末梢温度指標(dist)として、左右手のひらの母指球、左右足裏の4点の重み付け値を用いた。また、その温度差を放熱の指標として採用した。これら皮膚温とともに直腸温をサンプリング周波数0.1Hzで就寝時から翌朝起床時までロガーに記録した。測定は2夜連続して行い、初夜効果を考慮して第2夜のデータを採用した。

夜間体温測定とは別の日に自転車エルゴメータによる漸増負荷テストを実施した。30Wで2分間のウォームアップ後、1分間に20W負荷を漸増させた。その間の酸素摂取量をプレスバイプレスにて測定し、予測最大心拍数の75%までの酸素摂取量を用いて直線回帰式を算出した。予測最大心拍数時の酸素摂取量を推定最大酸素摂取量とし、年齢別に5段階評価した。

回帰分析および相関分析にはピアソンの相関係数を用いた。統計学的分析は、すべて5%未満を有意とした。

(3) 実験3

有酸素運動トレーニングが夜間就寝時の放熱指標に影響を及ぼすかどうかを検討するために、対象者(一般成人女性5名、21~33歳)に自転車エルゴメータによる漸増負荷テストを実施し、体力指標として最大酸素摂取量の推定を行った。各自の最大酸素摂取量の50%に相当する負荷を算出し、自転車エルゴメータによる30分間の有酸素トレーニングを週3日4週間継続させた。

また、低体温相(月経終了後~排卵日前)の期間を各自設定してもらい、毎朝起床時に基礎体温を測定して確認しながら夜間体温測定をトレーニング前後に行った。

推定最大酸素摂取量および夜間睡眠第一相における放熱指標のトレーニング前後の比較

には、対応のあるt検定を用い、有意水準は5%未満とした。

4. 研究成果

(1) Hardy-Duboisの7点法による就床後の皮膚温の変化

就寝時以降の8か所の皮膚温について分析を行ったところ、腹部、胸部、前腕部、大腿部、下腿部の皮膚表面温は就寝後から15~30分間の範囲内でほぼ直線状に安定して上昇が認められた。一方、足背および手背については、就寝後およそ10分間は上昇を認めたが、その後対象者間によるばらつきが見られた。また、前額には一貫した傾向は見られなかった。

Hardy-Duboisの7点法は、重み付けによって深部温を評価することは可能であるが、各部位の値を用いて放熱能を判定することが困難であると思われた。また、深部温である直腸温測定を加える必要があることが示唆された。児童・生徒に対する直腸温測定について負担感など倫理的側面を考慮すると、末梢放熱能と有酸素持久性能力との関連の検討は一般成人が適当と思われた。

(2) 末梢放熱能と有酸素持久性能力との関連

図1は、就床後の対象者の直腸温変化の典型例を表している。直腸温は、就寝後に一過性に低下した。睡眠第一相が平均的100分程度であることから、その区間について回帰分析したところ、相関係数(r)は0.873~0.983(平均0.957)の範囲にあった。

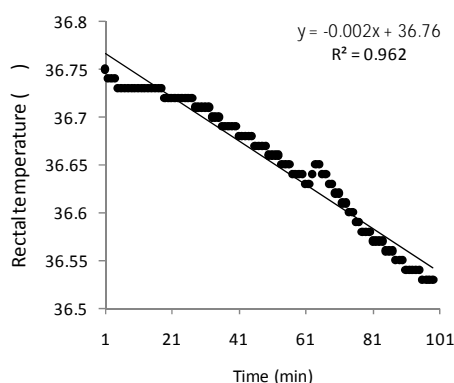


図1 就床後の直腸温変化の典型例

また、その区間における末梢温度指標(dist)と中心温度指標(prox)の典型例を図2に示した。就床直後からprox温度に対してdist温度が上昇し、末梢から放熱が行われていることが分かる。睡眠第一相におけるproxとdist

の温度差(dist-prox)を求め、積分することで放熱の指標として採用した(図3)。夜間体温測定とは別の日に推定した最大酸素摂取量の年齢別スコア(1~5段階)と放熱指標との関連をみたところ、有意な正の関連が認められた($r=0.90$, $p<0.05$)。

これらの結果から、最大酸素摂取量のような有酸素持久性体力が高値であると夜間就寝直後の放熱能が高いことを示しており、その結果直腸温の低下がより著しくしている可能性が示唆された。

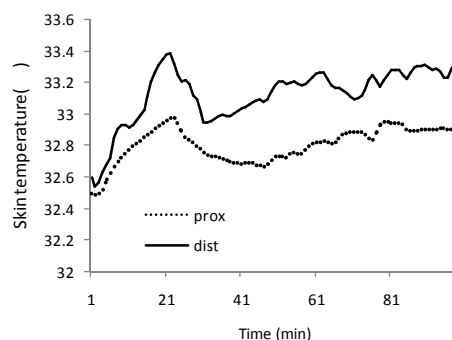


図2 睡眠第一相におけるdist温とprox温の変化

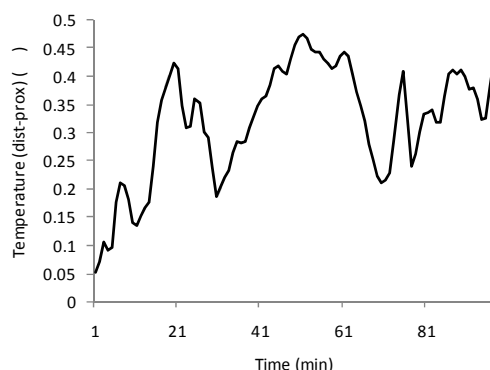


図3 睡眠第一相における温度差(dist-prox)

(3) トレーニング介入効果

4週間の有酸素運動トレーニングによって、推定最大酸素摂取量は有意な増加が認められた($t=$ $p<0.05$)。しかしながら、夜間就床後の睡眠第一相における放熱指標については、トレーニング前後にわずかに増加したものの、有意には至らなかった($p<0.1$)。トレーニング強度、期間および対象者数を増加させることが今後の課題である。

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 2 件)

柴田真志「計画性のない朝練習をやり続け
てはいけない」Strength and Conditioning
Journal Japan, 20(2): 10-12, 2013、3 月、
(査読有)

Tanida K, Shibata M, Heitkemper MH. Sleep
Stage Assessment Using Power Spectral
Indices of Heart Rate Variability with a
Simple Algorithm: Limitations Clarified
from Preliminary Study.
Biological Research for Nursing,
15:264-272, 2013、7 月、(査読有)

〔学会発表〕(計 3 件)

Shibata M, Wakamura T, Shibata S. Change
in body skin temperature during sleep of
children with low waking body temperature.
日本睡眠学会 2011 年 10 月 15 日、国立京都
国際会館(京都)

Shibata M, Shimamoto H, Tanida K,
Shibata S. Effects of low physical
activity levels on circadian rhythm of
body temperature in schoolchildren.
The 7th Asian Sleep Research Congress, 1st,
Dec, 2012, Taipei International
Convention Center (Taipei, Taiwan)

Shimamoto H, Naitoh T, Tanida K,
Shibata M. Relationship between Daily
Physical Activity and Daytime Sleepiness
in Undergraduate Students.
European College of Sports Science 2013
Congress, 26-29, June, Institut Nacional
d' Educacisia de Catalunya (Barcelona,
ESP)

〔図書〕(計 1 件)

柴田真志
健康づくりのために運動の科学、第 11 章「運
動と生体リズム」2013、化学同人、pp127-137

〔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