

温熱環境の睡眠および自律神経活動に及ぼす影響

四十竹美千代^{1,2)}, 安井 宏¹⁾, 堀 悦郎¹⁾
八塚 美樹²⁾, 笠島 茂³⁾, 小野 武年⁴⁾, 西条 寿夫¹⁾

- 1) 富山大学大学院医学薬学研究部 システム情動科学
- 2) 富山大学大学院医学薬学研究部 成人看護学1
- 3) 三重大学医学部 公衆衛生・産業医学
- 4) 富山大学大学院医学薬学研究部 神経・整復学

要 旨

環境温の睡眠に及ぼす影響を明らかにするため、健常被験者を、27°Cに室温を維持した環境(コントロール)、および室温を27°Cから2時間毎に22°Cに変化させる環境(テスト)下で睡眠させ、脳波、室温、直腸温、および心電図を記録した。その結果、テスト条件において、深睡眠ステージの占める割合が増大するとともに、副交感神経活動が低下し、環境温度が睡眠深度や睡眠中の自律神経活動に影響を及ぼすことが示された。本研究では、睡眠中に副交感神経反応が低下したが、本研究のように環境温が主観的に暑く感ずる条件下では、放熱反応のために皮膚血流量が増加し、心拍出量を維持するために睡眠下にも関わらず副交感神経系の活動が低下したと推測された。日本の夏期は高温多湿になるため、夏期には多くの健康成人が本研究結果と同様な生理学的動態を示すようになるかと推測され、快適な睡眠のための環境温の制御の必要性が強く示唆された。

キーワード

温度, 睡眠障害, 自律神経活動

はじめに

睡眠は、意識の維持、記憶と学習機能の維持、生体リズムの維持、生体の修復と防御(免疫)機能の維持などに関係し、睡眠不足によりとくに高次脳機能が低下する¹⁾²⁾。先行研究では、睡眠障害や断眠により、1) 自己の生き方や判断に対する自信や他者からの信頼性に対する自信(社会的自信度)が低下する³⁾、2) 社会に対する協調性や自己の生活に対する満足度(社会適応)が低下する⁴⁾、3) せん妄や夜間徘徊などの行動異常を呈す

る⁵⁾、4) 睡眠時呼吸障害による心臓・血管系のリスクを上昇させ高血圧や心疾患の誘因となる⁶⁾、5) 記憶・学習機能を低下させる⁷⁾、6) 陽性感情から陰性感情に逆転する⁸⁾ことなどが報告されている。このように睡眠障害や断眠は人間の生理心理機能を顕著に低下させる。2010年のNHK⁹⁾の生活調査のデータによれば、睡眠時間は1970年以降、最も低い水準になったことが報告されており、近年のストレス社会の到来と相まって、睡眠障害が著しく増加していると考えられる。最近のわが国においては、がん、脳血管障害、心臓病、ある

いは糖尿病などの慢性疾患が主な疾患となっており、これら疾患の進行は食事、睡眠、および運動など個人の生活習慣に密接に関係している。すなわち、生活習慣をより健康的に変化させることが、健康管理の重要課題となっている。とくに現代はストレス社会であることから、ストレスを低下させるためにも良質な睡眠をとることが重要であり、心身の健康管理という面から適切な睡眠の質と量、睡眠環境の改善などについて多くの研究が行われている¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾。

睡眠環境の物理的条件の中でもとくに温熱、光、音は、睡眠に及ぼす3大環境要因といわれている。これらの環境条件については、日常生活状態で発生する各種の条件を変数として、それらの要因が終夜睡眠に及ぼす影響について研究が行われている。例えば、日常われわれが暴露されている条件の範囲内においては、これら要因の中でも温熱環境条件が睡眠に及ぼす影響が最も大きく、寝室の温湿度条件が寝具を通して寝床内気候にさまざまな影響を及ぼし、睡眠の質的レベルに大きく関わっていることが示唆されている¹³⁾。

日本人の睡眠は、盛夏である7～8月に短く、晩秋から初冬の11～12月にかけて長くなる。富山県の湿度は年間平均で75.8%（1994～2003年までの平均）であり、年間を通じて平均湿度が60%を下回ることは少なく、全国でもっとも高い（富山気象台発表の年間気象情報より）。一方、富山県の気温は、夏季に高温となり、秋季（10月）には日本海側気候と呼ばれるように平均気温が下がり、とくに夏季と秋季との差が大きい。このように富山県では、とくに夏季においては高温・多湿により不快指数は高く、睡眠に対する影響も大きいと考えられる。

一方、近年の技術革新により、冷暖房器具を生活環境に設置することにより、各個人にとって快適と思われる温度や湿度に容易に設定できるようになってきている。しかし、環境温の調節範囲に関しては経験や勘、習慣などに頼っている場合が多く、最適温熱条件の調節方法に関する知識の不足から、不適切な温熱条件設定により、心筋梗塞、高血圧、精神病等の発症に間接的に関わる場合も少なくない。特に覚醒時に比べて睡眠中は体温調

節機能が低下しているため、温熱条件の影響を受けやすく、良質な睡眠が得られように温熱環境を設定することが重要であると考えられる。しかし、睡眠を含む生体機能に対する温度や湿度の最適な設定法については明らかにされていない。本研究では、環境温のヒトの睡眠に及ぼす影響を明らかにするため、環境温、睡眠中の脳波、直腸温、および自律神経活動間の関連性を解析した。

実験条件および環境温度の設定

対象被験者には、過去5年以内に、医学的な治療が必要な疾患（心疾患、血圧異常、肝機能障害、精神疾患等）の病歴がない20～25歳の健康成人3名を用いた。尚、前日の活動について聞き取り調査した結果、精神的・肉体的ストレスやとくに問題となる睡眠不足等は認められなかった。本研究は、京都大学倫理審査委員会の承認を得ている。

人体の温熱快適性には、気温・放射・気流・湿度の環境的要素と、着衣量・代謝量の人的要素の合計6つの要素が関与している¹⁴⁾。生体は、摂取した食物をもとに生命活動による熱エネルギーを発生させ、その一部は、対流・放射・蒸発により周囲環境に放散する。また、太陽からの熱エネルギー放射の吸収や人体の着衣は、これら熱平衡に大きな影響を与える。本研究では、実験条件を単純化するため、空調を除いて閉鎖された環境制御実験室を用い、環境温のみを変化させ、その他の条件が一定になるように設定した。

環境制御実験室は、2つの部屋から構成され、第1実験室は睡眠被験者の居住用に用い、第2実験室には、第1実験室の環境制御機器および生体情報測定機器等を設置した。第1実験室（間口2.6m、奥行き6m、高さ2.6m）は、薄いクリーム色の遮光・高气密性の壁で囲まれ、温度と湿度制御用の空気噴出し口および吸い込み口がそれぞれ天井に設置されている。部屋中央付近には、睡眠用ダブルベッド（190×160cm、コイルスプリング式のマットレスを使用）を設置し、被験者を睡眠させた。布団は、病院の毛布を、枕は低反発性のものを使用した。さらに、温度および湿度センサーを空気噴出し口と吸い込み口の下に置き、これらセンサーから得られた環境情報を第2実験

室の環境制御装置に入力して第1実験室の環境を制御した。

本実験における環境設定は、1) 室温27°C、湿度40±10%の条件を8時間一定に保持するコントロール条件、および2) 上記と同じ環境条件で、室温のみ2時間毎に27°Cから、ついで22°Cへ変化させる2条件に設定した。各被験者から、これら2つの実験条件でそれぞれ1回ずつ記録した。さらに、1人の被験者においては、最初に22°Cに設定し、ついで27°Cに変化させるテスト条件で1回記録した。

生体情報の記録

睡眠時の生体情報収集のため、被験者には、脳波用電極、眼球電位図(EOG)用電極、頤上筋電図用電極、心電図用電極、直腸温度センサー、額上部皮膚温度センサー、呼吸センサー(口鼻の熱感知フロー、胸部と腹部のストレインゲージ)、および動脈血酸素飽和度センサーを装着した。これら生体情報は、A/D変換後のデジタルデータをハードディスクに収録した。脳波用電極は国際10-10法に準じて19部位(FP1, FP2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, F7, F8, T7, T8, P7, P8, O1, O2, Fz, Cz, Pz)に設置した。これらのデータの計測・記録には、日本睡眠学会PSG共通フォーマットをサポートした市販ソフトウェアを使用した。また、環境温度(8チャンネル)、および湿度(4チャンネル)は、汎用データレコーダーを用いて記録した。

実験手順

被験者を午後7時に実験室に集合させ、2500kcalの夕食を摂取させた。水分は実験中も含め自由に摂取させた。被験者は、実験開始の1時間前に実験着(病院の病衣)に着替え、27°Cに設定された第1実験室に入室した。その後、生体情報収集に必要な各センサーを取り付け、記録収集までベッド上で待機させた。記録収集は午後9-11時より翌日の午前5-7時まで合計8時間行った。

データ解析

脳波による睡眠ステージの判定は日本睡眠学会の基準¹⁵⁾に準じて行った。市販解析ソフトを使用してFp1, Fp2, F3, F4から導出された脳波データを解析し、睡眠ステージを30秒間隔毎に覚醒・REM・睡眠深度I~IVに分類し、さらに各睡眠ステージの割合を5分間毎に算出した。また、睡眠深度を δ 波の含有率から推定した。

自律神経活動は、市販心拍変動スペクトル解析プログラムにより算出した。まず、心電図のRR間隔からなるデータを一次線形補間して1Hz間隔のデータに変換した。このデータを30秒毎に最大エントロピー法(MEM)を用いて解析し、心拍変動スペクトルを算出した。この心拍変動スペクトルのうち、0.03-0.15Hzの帯域のパワーの総和を低周波(LF)成分、0.15-0.4Hzの帯域のパワーの総和を高周波(HF)成分として算出した。これまでの研究より、HFは副交感神経活動の指標、LF/HF比は交感神経活動の指標となることが報告されている¹⁶⁾¹⁷⁾。さらに、これら自律神経活動のパラメータと直腸温、室温、 δ 波含有率との相関を、ピアソンの相関係数を用いてそれぞれ解析した。相関係数の有意性は相関係数を標準化後、有意水準 $P<0.05$ でt検定を行った。

環境温による睡眠および自律機能の変化

図1に、コントロール条件(室温27°C一定)における直腸温(A)、30秒毎の睡眠ステージ(B)、 δ 波含有率(C)および自律神経機能(HF, LF成分)(D)の変化を示してある。また、図2に、同じ被験者のテスト条件(室温を22°Cから27°Cに変化)における直腸温(A)、30秒毎の睡眠ステージ(B)、 δ 波含有率(C)、および自律神経機能(HF, LF成分)(D)の変化を示してある。これらのデータを俯瞰すると、コントロールおよびテストの両条件において、実験開始から2-3時間毎に周期的に睡眠ステージが変化し、最後の6時間以後は睡眠深度が次第に浅くなった。この所見は、一般的な睡眠のパターンと一致し、他の被験者においても同様の所見であった。

一方、図3には、各被験者毎(被験者A-C)

に、テストおよびコントロール条件における睡眠ステージⅢおよびⅣの含有率（深睡眠ステージの割合）の変化を示してある。すべての被験者において、コントロールと比較してテスト条件において深睡眠ステージの占める割合が高い傾向が認められた。

以上のように記録した3人の被験者のLFおよびHF成分の総和を表1に示してある。副交感神経の活動性を反映するHF成分の総和は、被験者

3名全員がコントロールよりもテスト条件で減少した。また、LFについても被験者2名（被験者A, C）が、コントロールよりもテスト条件で減少した。

ヒトの睡眠は、生物一般にみられる「休息と活動」の概日リズム（サーカディアン・リズム）を基盤に発達してきたことが示唆されている¹⁸⁾。動物は一般的に1日に何回も眠るパターン（多相性睡眠）を示す¹⁹⁾。しかし、ヒトは他の動物と違い、

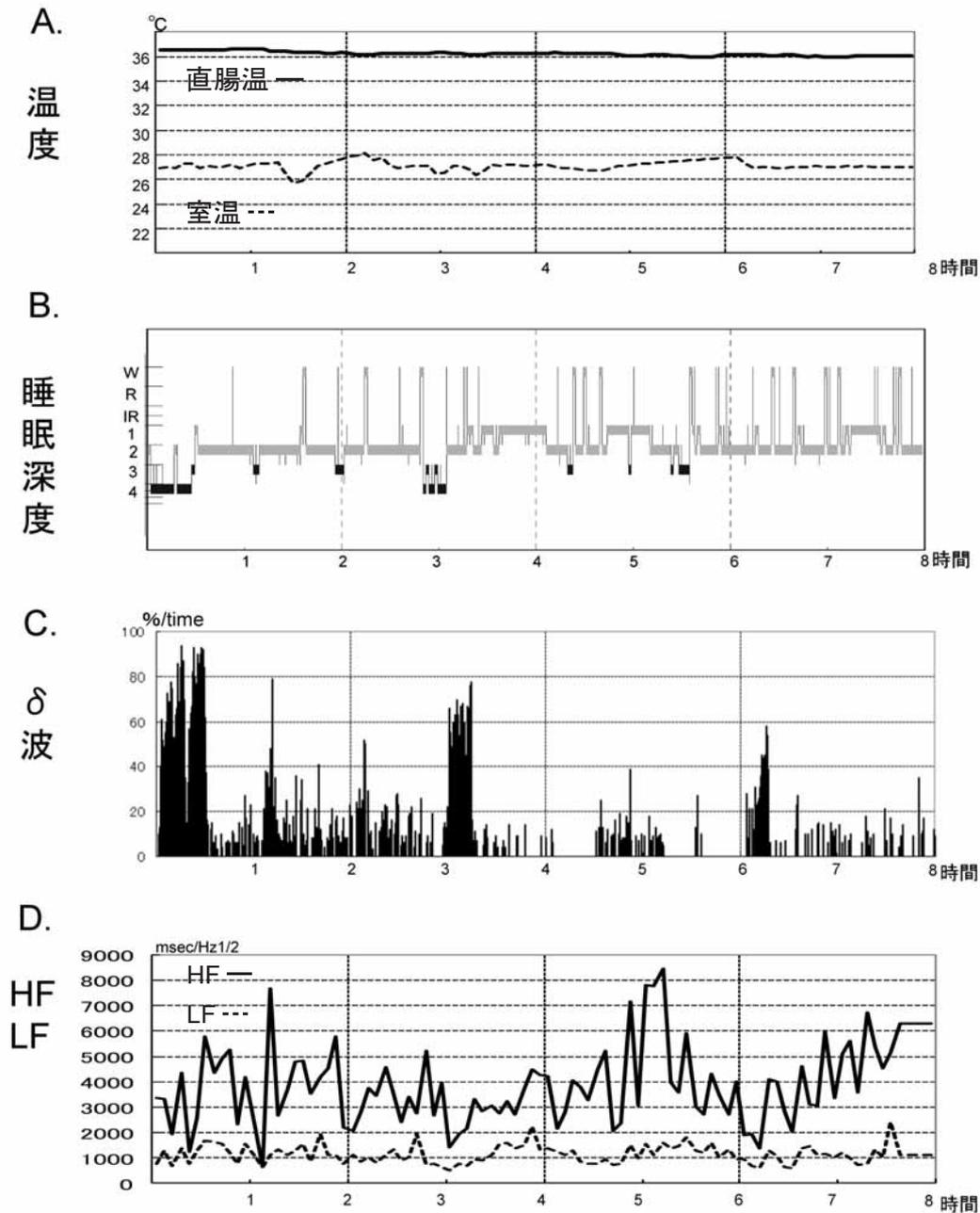


図1. 被験者Cの、コントロール条件における室温および直腸温（A）、睡眠深度（B）、 δ 波の含有率（C）、およびLFならびにHF成分（D）の経時的変化。

連続して長く覚醒し、1日1回の長い睡眠（単相性睡眠）をとる。これは、ヒトの活動が生体のサーカディアン・リズムだけでなく、仕事など様々な日中の文化、社会的活動に拘束にされているためである。すなわち、ヒトの睡眠は社会・文化的に管理されたものであり、現代人は日中に長時間活動するために、睡眠をまとめて効率良くとる必要がある。一方、本研究により、環境温は、睡眠深

度や睡眠中の自律神経活動に影響を及ぼすことが示され、とくに室温を27°Cで一定にしているコントロール条件よりも、22°Cまでに室温を下げるテスト条件の方が深睡眠ステージの割合が高まる傾向が認められた。これらの結果は、環境温を制御することにより睡眠深度を向上させることが可能であることを示唆し、睡眠障害の治療等に応用できる可能性がある。しかし、本研究では時間的制

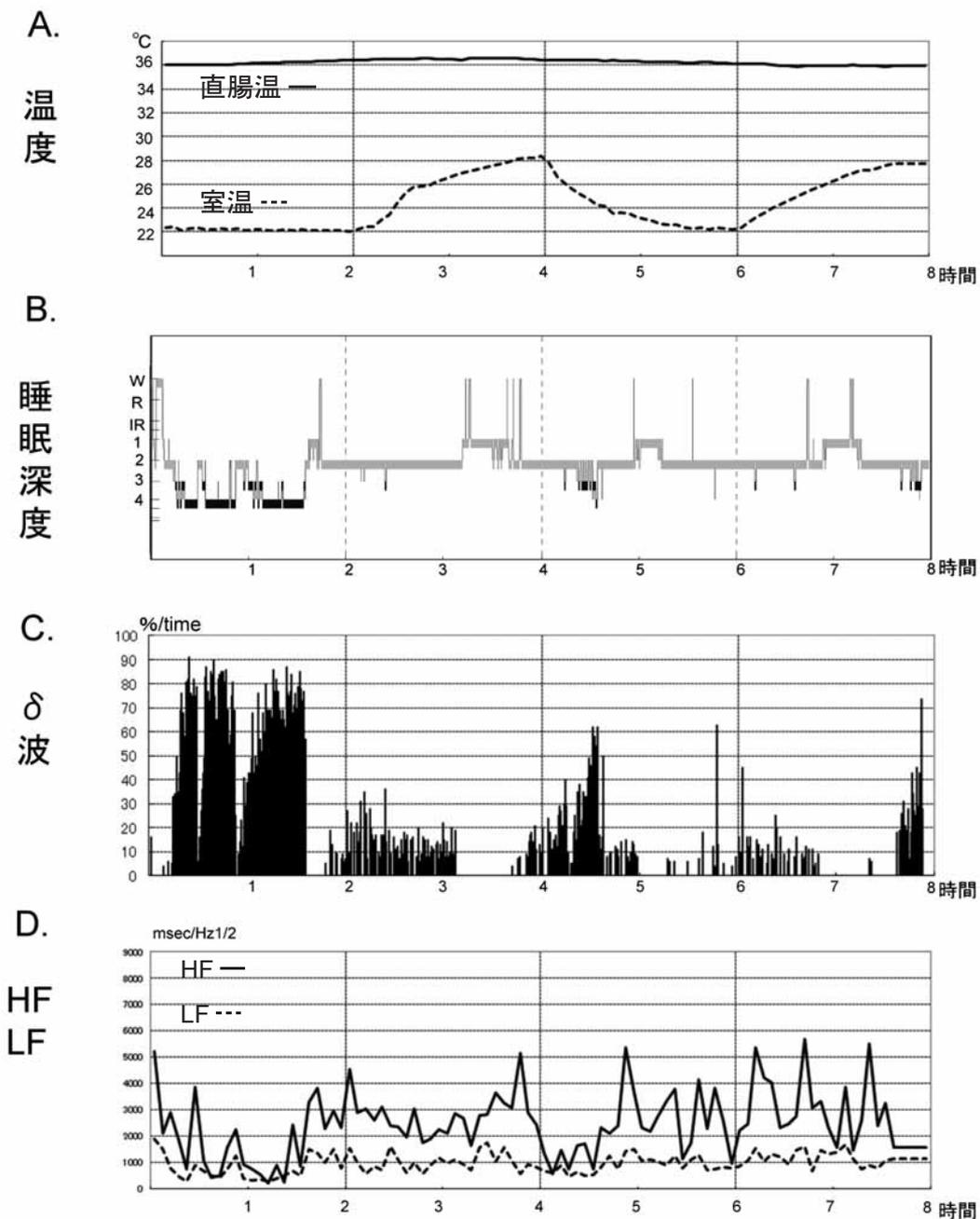


図2. 被験者Cの、テスト条件における室温および直腸温 (A)、睡眠深度 (B)、 δ 波の含有率 (C)、およびLFならびにHF成分 (D)の経時的变化。
 テスト条件では、室温を最初に22°Cに設定し、ついで27°Cに変化させた。

限から被験者を3人のみに限定しており、今後も研究を継続して被験者数を増やしていく必要があると考えられる。

各パラメータ間の相関

室温または直腸温と自律神経活動の相関性は、コントロール条件では、被験者Aで直腸温とHF間で負の相関が、被験者Bで直腸温とLF間で高い正相関が認められた。テスト条件では、被験者Aで室温および直腸温とHF間で負相関が認めら

れた(表2)。このように、室温および直腸温度と自律神経機能間では、特定の被験者の特定のパラメータ間に高い正または負の相関が認められたが、一定の傾向は認められなかった。

一方、相関性が低い δ 波含有率と心拍変動のLFおよびHF成分との間に負の相関が認められた(表3)。従来の研究では、non-REM睡眠時²⁰⁾やnon-REM期²¹⁾⁻²⁴⁾に副交感神経系の指標であるHF成分が上昇する、あるいは交感神経系の指標となるLF/HF比が低下するなど副交感神経系

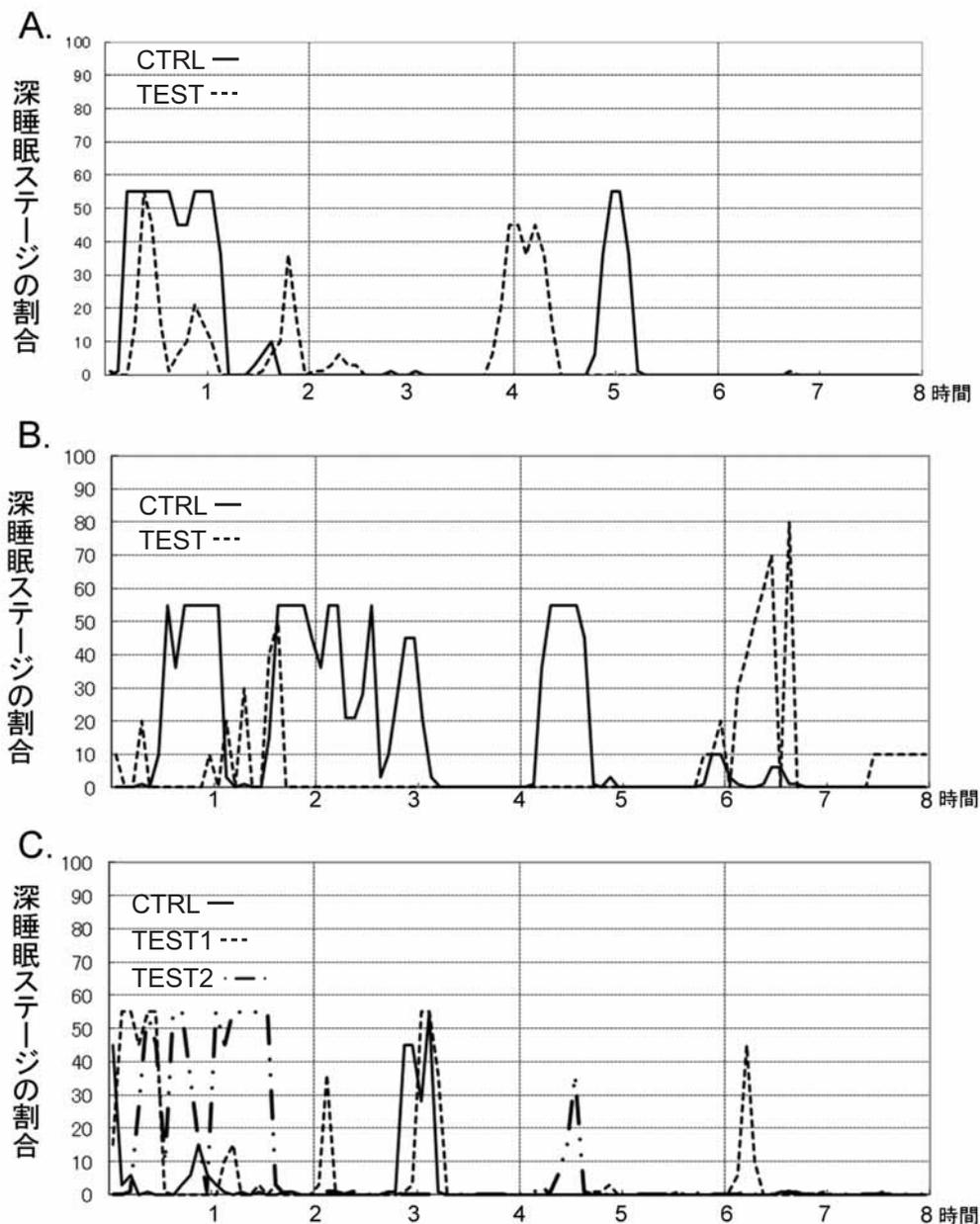


図3. 3人の被験者(A-C)の睡眠中に占める深睡眠ステージ(睡眠ステージIIIおよびIV)の含有率の継時変化. 5分間毎に深睡眠ステージの含有率を算出してある.

表1 全睡眠時間におけるLFおよびHF成分の積分値

	コントロール		テスト	
	LF	HF	LF	HF
被験者 A	130963.7	121363.5	112166.5	91445.41
被験者 B	27984.04	46508.42	71997.63	41046.42
被験者 C	374868.5	109350.5	203869.9	90696.46

表2 室温とLFおよびHFの相関

		コントロール	テスト
		γ	γ
被験者 A	室温 LF	-0.226 *	-0.221 *
	室温 HF	-0.342 *	-0.491 *
	室温 LF/HF	-0.069 *	-0.046
	直腸温 • LF	-0.291 *	-0.199 *
	直腸温 • HF	-0.54044 *	-0.618 *
	直腸温 • LF/HF	-0.09 *	0.066 *
被験者 B	室温 • LF	-0.303 *	-0.313 *
	室温 • HF	-0.205 *	0.043
	室温 • LF/HF	-0.303 *	-0.261 *
	直腸温 • LF	0.713 *	
	直腸温 • HF	0.076 *	
	直腸温 • LF/HF	-0.278 *	
被験者 C	室温 • LF	-0.017	0.003
	室温 • HF	-0.024	0.01
	室温 • LF/HF	-0.021	0.023
	直腸温 • LF	-0.083 *	0.019
	直腸温 • HF	-0.004 *	0.021
	直腸温 • LF/HF	-0.063	0.026

表3 各被験者の δ 波の含有率およびLFとHFの相関

		コントロール	テスト
		γ	γ
被験者 A	δ 含有率 • LF	-0.174 *	-0.254 *
	δ 含有率 • HF	-0.249 *	-0.305 *
	δ 含有率 • LF/HF	-0.116 *	-0.069 *
被験者 B	δ 含有率 • LF	-0.138 *	-0.233 *
	δ 含有率 • HF	-0.143 *	-0.085 *
	δ 含有率 • LF/HF	0.022	-0.184 *
被験者 C	δ 含有率 • LF	-0.071 *	-0.003
	δ 含有率 • HF	-0.053	-0.024
	δ 含有率 • LF/HF	-0.069 *	-0.003

が優位になるという報告が多い。しかし、本研究では、被験者3人においてこのような副交感神経系優位の傾向が認められなかった。上述の従来の研究では、本研究で行ったような室温および直腸温の制御や測定をしておらず、本研究と同じ条件で実験したかどうか不明である。また、本研究では、すべての被験者が27°Cという環境温の設定では「暑苦しい」という感想を述べており、発汗などによる放熱反応が亢進していたと推測される²⁵⁾。これまでの研究により、環境温度が上昇すると、放熱反応のために皮膚血流量が増加し、内臓、筋への血流流量が減少する。これにより右心房圧が低下して心拍出量が減少し、さらには、動脈圧を維持するために心臓副交感神経活動が低下することが示唆されており²⁶⁾、本研究でも同様の現象が起きていたと推察される。一方、従来の研究では、本研究と異なり、より快適な条件で記録を行っていたために、 δ 波含有率と副交感神経系の活動との間に正の相関が認められたと考えられる。以上の結果は、環境温により、睡眠時の生体の自律神経系の活動性が大きく異なり、主観的に暑く感ずる環境下では睡眠ステージⅢおよびⅣの深睡眠下でも副交感神経優位にならないために快適な睡眠状態には至らないことを示唆している。2007年には、岐阜県多治見市と埼玉県熊谷市で史上最高気温40.9°Cとなり、各地で高齢者が就寝中に熱中症で死亡したことが報告されている²⁷⁾。また、熱帯夜（夜間の最低気温が25°C以上）の日数が多い年ほど熱中症死亡数が増えることが報告されている²⁸⁾。これらのことから、熱帯夜のような不快な環境下で就寝すると、深睡眠となっても交感神経が相対的に優位となるため心血管系に対する負担が増大し、このような生体反応が就寝中の死亡に関与している可能性があると考えられる。さらに熱中症による脱水は、この生理反応を促進すると考えられる。今後、高い環境温の条件下では何故 δ 波とHF成分との関係が逆説的になるのか、その生理学的メカニズムを解明していく必要があると考えられる。

富山県も含めて日本の夏期は高温多湿になるため、クーラーなどの空調機器がない状態では一般に本研究結果と同様な睡眠状態になると考えられ、

快適な睡眠のための環境温の制御の必要性が強く示唆される。さらに、本実験条件の27°Cコントロール下においては睡眠ステージⅢおよびⅣにおいて交感神経系が相対的に優位になったことから、慢性心不全などの心疾患に対する悪影響も予想され、医学的見地からも環境温の制御の重要性が示唆される。

引用文献

- 1) Innes D F, Douglas S D, Hamarman S, Zaugg L, Kapoor S: Sleep deprivation and human immune function. *Adv Neuroimmunol* 5(2): 97-110, 1995.
- 2) Dinegs D F: An overview of sleepiness and accidents. *J Sleep Res* 4: 4-14, 1995.
- 3) 谷口幸一, 大塚俊男, 丸山 晋: 高齢者のパーソナリティに及ぼすライフイベントの影響. *老年社会学*4: 111-128, 1982.
- 4) Lawton M P: The philadelphia geriatric center morale scale. A revision. *J Gerontol Soc Work* 30(1): 85-89, 1975.
- 5) Okawa M, Mishima K, Hishikawa Y et al.: Circadian rhythm disorders in sleep-waking and body temperature in elderly patients with dementia and their treatment. *J Sleep* 14(6): 478-485, 1991.
- 6) Kiley J P, Edelman N, Derderian S: Cardiopulmonary disorders sleep. In: *Wake up America. A national sleep alert 2*, U.S. Department Health and Human service, p10-75, 1994.
- 7) Bonnet M H: Sleep deprivation. In: *Principles and practice of sleep medicine*, Kryger M H, Reth T, Dement W C, eds, p50-67, 1994.
- 8) 小林敏孝: 眠りの質を高めるには: 睡眠環境学 (鳥居鎮夫編) 朝倉書店. p39-45, 1999.
- 9) 小林利行, 諸藤絵美, 渡辺洋子: 日本人の生活時間・2010. 放送研究と調査 APRIL:2-21, 2011.
- 10) 新井潤一郎, 石渡貴之, 吉川肖子ら: 温熱環境制御による快眠誘導—睡眠中の環境温度の動

- 的制御による「深部体温」,「睡眠深度」コントロール. 日本生理人類学会誌 10:24-25, 2005.
- 11) 西谷真人, 白市幸茂, 大塚雅生ら: つつみ込む気流制御エアコンの暖房使用時における抗疲労・快適性への有用性の検討. 日本補完代替医療学会誌 7(1): 1-9, 2010.
- 12) 北堂真子: 良質な睡眠のための環境づくりー就寝前のリラクゼーションと光の活用ー. バイオメカニズム学会誌 29(4):194-198, 2005.
- 13) 梁瀬度子: 温熱環境. 睡眠環境学(鳥居鎮夫編) 朝倉書店. P152-156, 1999.
- 14) Gagge A P, Stolwijk J A , Hardy J D: Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. Environ Res 1: 1-20, 1967.
- 15) Rechtschaffen A, Kales A: A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. Public Health Service, U.S. Government Printing Office, 1968.
- 16) Akselrod S, Gordon D, Ubel F A, Shannon D C, Berger A C, Cohen R J: Power spectrum analysis of heart rate fluctuation, A quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. Science 213: 220-222, 1981.
- 17) Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, Rimodi O, Furlan R, Pizzinelli P, Sandrone G, Malfatto G, Dell'Orto S, Piccaluga E, Turiel M, Baselli G, Cerutti S, Malliani A: Power spectral analysis of Heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. Circ Res 59: 178-193, 1986.
- 18) Froberg K, Karlsson C G, Levi L, Lidberg L: Circadian variation in performance psychological rating catecholamine excretion and diuresis during prolonged sleep deprivation. J Psychobiol 2: 23-36, 1975.
- 19) Tauber E S: Physiogeny of sleep. In: Advances in sleep research 1, Spectrum publications, Weitzman E D ed, p133-172, 1974.
- 20) Zemaityte D, Varoneckas G, Sokolov E: Heart rhythm control during sleep. Psychophysiology 21: 279-289, 1984.
- 21) Raetz S L, Richard C A, Garfinkel A, Harper R M: Dynamic characteristics of cardiac R-R intervals during sleep and waking states. Sleep 14: 526-533, 1991.
- 22) Bonnet M H, Arand D L: Heart rate variability ;sleep stage time of night and arousal influences Electroencephalogr. ClinNeurophysiol 102: 390-396, 1997.
- 23) Trinder J, Kleiman J, Carrington M, Smith S, Breen S, Tan N, Kim Y: Autonomic activity during human sleep as a function of time and sleep stage. J Sleep Res 10: 253-264, 2001.
- 24) Pickoff A S, Stolfi A, Campbell P: Temperature dependency of the vagal chronotropic response in the young puppy. An environmental-autonomic interaction. J AutonNervSyst 64: 107-114, 1997.
- 25) Libert J P, Candas V, Muzet A, Ehrhart J: Thermoregulatory adjustments to thermal transients during slow wave sleep and REM sleep in man. J Physiol-Paris 78: 251-257, 1982.
- 26) Rowell L B: Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. Physiol Res 54: 75-159, 1974.
- 27) 小野雅司: 地球温暖化と熱中症. :地球環境 14(2)263-270, 2009.
- 28) 環境省: 熱中症環境保健マニュアル. : 1-63, 2009.

Effects of environmental temperature on sleep and autonomic nervous activity

Michiyo Aitake^{1,2)}, Hiroshi Yasui¹⁾, Etsuro Hori¹⁾,
Miki Yatsuduka²⁾, Shigeru Sokejima³⁾, Taketoshi Ono⁴⁾ and Hisao Nishijo¹⁾

- 1) System Emotional Science, Graduate School of Medicine and Pharmaceutical Sciences, University of Toyama, Toyama 930-0194
- 2) Adult Nursing, Graduate School of Medicine and Pharmaceutical Sciences, University of Toyama, Toyama 930-0194
- 3) Department Public Health and Occupational Medicine, School of Medicine, University of Mie, Mie 514-8507
- 4) Department of Judo Neurophysiotherapy, Graduate School of Medicine and Pharmaceutical Sciences, University of Toyama, Toyama 930-0194

Abstract

To investigate an influence of environmental temperature on sleep, we recorded rectal temperature, EEGs and ECGs of the healthy adult subjects who slept under the conditions in which the room temperature was kept in 27 °C (control), and in which room temperature was altered from 27 to 22 °C every 2 hours (test). The results indicated that, in the test condition, while the ratio of the deep sleep stage increased, parasympathetic nerve activity decreased. These findings indicated that environmental temperature affected sleep depth and autonomic nerve activity under sleep. It is noted that the subjects reported that the night was sultry and oppressive, which might lead to an increase in sweating and cutaneous blood flow for heat dissipation. These physiological responses might result in a decrease in venous return, which might decrease activity of the parasympathetic nervous system to maintain cardiac output. Since summer in Japan is hot and humid, which easily induces the same physiological reactions as in the present study. These results strongly suggest that control of environmental temperature is important for comfortable sleep.

Key words

temperature, sleep disorder, nervous activity