男子大学生における健康関連QOL尺度と体温の日内変動特性および生活習慣の関連性

西村 一樹¹, 山口 英峰², 野瀬 由佳³, 吉岡 哲⁴, 長崎 浩爾⁵, 小野寺 昇⁶, 高本 登⁷

The relationship between health-related quality of life measures, daily rhythm of oral temperature and lifestyle in young men

Kazuki Nishimura¹, Hidetaka Yamaguchi², Yuka Nose³, Akira Yoshioka⁴, Koji Nagasaki⁵,
Sho Onodera⁶ and Noboru Takamoto⁷

¹ 広島工業大学地球環境学科, 〒731-5193 広島県広島市佐伯区三宅2-1-1 (*Department of Global Environment Studies, Hiroshima Institute of Technology, 2-1-1 Miyake, Saeki-ku, Hiroshima-city, Hiroshima 731-5193, Japan*)

² 吉備国際大学スポーツ社会学科, 〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町8 (*Department of Sports Social Management, Kibi International University, 8 Igamachi, Takahashi-city, Okayama 716-8508, Japan*)

³ 安田女子大学管理栄養学科, 〒731-0153 広島県広島市安佐南区安東6-13-1 (*Department of Nutritional Sciences, Yasuda Women's University, 6-13-1 Yasuhigashi, Asaminami-ku, Hiroshima-city, Hiroshima 731-0153, Japan*)

⁴ 岡山大学スポーツ教育センター, 〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中2-1-1 (*Interactive Sport Education Center, Okayama University, 2-1-1 Tsushima-naka, Kita-ku, Okayama-city, Okayama 700-8530, Japan*)

⁵ 広島工業大学食品生命科学科, 〒731-5193 広島県広島市佐伯区三宅2-1-1 (*Department of Food Sciences and Biotechnology, Hiroshima Institute of Technology, 2-1-1 Miyake, Saeki-ku, Hiroshima-city, Hiroshima 731-5193, Japan*)

⁶ 川崎医療福祉大学健康体育学科, 〒701-0193 岡山県倉敷市松島288 (*Department of Health and Sports Science, Kawasaki University of Medical Welfare, 288 Matsushima, Kurashiki-city, Okayama 701-0193, Japan*)

⁷ 広島工業大学学生体医工学科, 〒731-5193 広島県広島市佐伯区三宅2-1-1 (*Department of Clinical Engineering, Hiroshima Institute of Technology, 2-1-1 Miyake, Saeki-ku, Hiroshima-city, Hiroshima 731-5193, Japan*)

Received: February 29, 2016 / Accepted: June 15, 2016

Abstract The purpose of the present study was to indicate the relationship between health-related quality of life (HRQOL) measures, the daily rhythm of oral temperature (OT), and lifestyle. Five-hundred young men volunteered to participate in this study. Their OT, measured using a digital thermometer, was recorded every 2h from the time they woke up to the time they went to sleep for 1 week. The daily rhythm of OT was calculated as a quadratic function using the 1-week data. The HRQOL was measured using the Short-Form 36-Item Health Survey version 2 (SF-36v2). The participants were divided into 3 groups: a high-value group (HG) with ≥ 55 points of each summary score and each subscale score, a middle-value group (MG) with score > 45 and < 55 points, and a low-value group (LG) with score ≤ 45 points. Lifestyle was assessed in terms of eating habits, sleeping and exercise, and the presence of unidentified complaints. At the mental component summary, the OT at the time of waking up and the peak OT in the HG were significantly higher than those in the LG. At the physical and mental component summary, lifestyle in the HG was more favorable. These data suggest that the daily rhythms of OT may reflect the mental health status of an individual. The entraining factors in circadian variation might play a role in improving mental health and reducing unidentified complaints. In conclusion, there appears to be an association between mental health status, lifestyle, and daily rhythms of OT.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 65(4): 431-440 (2016)

Keywords: health-related quality of life, daily rhythm, lifestyle, unidentified complaints, oral temperature

緒 言

ヒトは1日を周期として変動する概日リズムを有する。概日リズムは生体内の様々な生理現象に関与し、恒常性維持に重要な役割を担う¹⁾。体温のリズムは最も基本的な概日リズムの1つである¹⁾。起床前(4-6時)の

体温は最も低く、その後上昇し16-18時頃ピークを迎え、夜再び下降する²⁾。体温は、心拍数、血圧、心臓自律神経系活動などの指標と関連し、概日リズムに対応した生理応答を示すことが明らかになっている¹⁻²¹⁾。ヒトの自律神経系は、夜間睡眠中の副交感神経系が優位な状態から起床後に交感神経系にスイッチングし、日中は交感神経

系が亢進し、副交感神経系は抑制される⁵⁾。

先行研究は概日リズムが24時間より長い周期を有する⁶⁾が、同調因子によって24時間周期に調整されることを報告している。最も強い同調因子は、光である⁷⁾。一方で、食事^{8,9)}、運動^{10,11)}、仕事、学校などの社会的因子¹²⁾などの非光因子も存在する。先行研究は、同調因子が体温などの概日リズムの振幅、位相などに影響し、同調因子の強弱が明確な概日リズムの獲得に寄与する可能性を指摘している^{13,14)}。また、同調因子は、乱れた概日リズムの修復にも寄与することが指摘されている¹⁵⁾。中高齢者において、夜間睡眠中の体温低下幅が小さく、体温の最高値と最低値の差も低値を示すことが報告されている¹⁶⁾。これらの先行研究は、概日リズムが光暴露、生活習慣、加齢などの影響を受け、位相あるいは振幅を変化させることを示唆している。つまり、体温の概日リズムの形成ならびに修復に午前中の光暴露および朝食摂取が関与する可能性がある。また、加齢に伴い概日リズムは振幅を低下させるものと考えられる。これらの知見は、基本的な生活習慣の確立が良好な概日リズムに寄与することを示唆している。概日リズムは各個人の習慣的な生活習慣を反映するものと考えられることから、各個人が自己の概日リズムを把握することは習慣的な生活習慣の乱れに伴う不定愁訴などの把握に有益である可能性がある。

概日リズムは同調因子が存在しない環境下ではフリーランを惹起し、生理応答は24時間周期から乱れが生じるとされている⁶⁾。概日リズムの乱れは、概日リズム睡眠障害¹⁷⁾、不定愁訴発現¹⁸⁾、生活習慣病罹患¹⁹⁻²¹⁾、うつ病罹患²²⁾などに関連することから、日常における生活の質 (Quality of life; QOL) にも影響を与える可能性がある。QOLは、「生きがい」、「満足度」、「居住環境」、「経済状態」、「ソーシャルサポート」などを含め多種多様な定義が存在する²³⁾。健康関連QOL (Health-related QOL; HRQOL) は、「身体機能」、「精神機能」、「社会生活・役割機能」の基本的要素から構成されている。HRQOLを包括的に評価する尺度の1つに36-Item Short-Form Health Survey (SF-36) がある。日本語版のSF-36は、我が国の文化的側面を配慮された形の表現に修正され、その信頼性、妥当性が認められている^{24,25)}。SF-36におけるHRQOLは「身体的側面」および「精神的側面」の2つの因子によって規定され、8つの下位尺度 (「身体機能」、「日常役割機能 (身体)」、「体の痛み」、「全体的健康感」、「活力」、「社会生活機能」、「日常役割機能 (精神)」、「心の健康」) で構成される。また、その下位尺度に基づき、「身体的側面QOLサマリースコア」、「精神的側面QOLサマリースコア」および「役割/社会的側面QOLサマリースコア」を評価することができる。先行研究においては、SF-36を用いて、アトピー性皮膚炎患者におけるQOL評価²⁶⁾、透析患者におけるQOL評価²⁷⁾などの特定

の患者のQOL評価のみならず、女子大学生における食事パターンとQOLの評価²⁸⁾など健常者におけるQOL評価にも用いられている。

大学生は一般的に生活習慣の質が低く、精神的健康度も低いことが報告されている²⁹⁾。特に、男子学生は、女子学生に比較して、生活習慣の悪化が顕著であること²⁹⁾、健康教育介入の効果が薄いことなどが指摘されている。これらの先行研究から、男子大学生は生活習慣が悪化し、精神的健康度も低いことが特徴であるものと考えられる。加齢に伴う活動性や社会性の低下、感覚器受容性の低下による同調因子が減弱化することから³⁰⁾、大学時代における生活習慣の乱れによる概日リズムの悪化は加齢に伴う概日リズムの衰退を加速させることが推測される。これらのことから、男子大学生を対象に生活習慣および健康度と体温の日内変動特性の関連性を明らかにすることは意義深いものと考えられる。

以上の先行研究の知見に基づき、良好な生活習慣者は体温の概日リズムに優れ、健康度のスコアが高いものと仮説立てを行った。本研究は研究仮説を検証するため、HRQOLのサマリースコア・下位尺度の得点で群分けし、舌下温の日内変動特性、基本的な生活習慣との関連性を検討することを目的とした。舌下温の日内変動特性として、起床・就寝時舌下温、舌下温の最高値、起床時の舌下温と最高値の差、就寝時の舌下温と最高値の差、最高値の出現時刻、起床時から最高値の位相時間、最高値から就寝時の位相時間を評価した。

方 法

対象者 対象者は健康な男子大学生500名 (年齢19-22歳) であった。対象者には、ヘルシンキ宣言および広島工業大学研究倫理規程の趣旨に沿い、研究の目的、方法、期待される効果、不利益がないこと、個人情報保護について説明を行い、研究参加者から同意を得た。本研究は広島工業大学生命学部研究倫理審査委員会の承認を得た後に実施した (生15-003)。

測定項目 測定項目は、舌下温、起床・就寝時刻、生活習慣に関する調査および健康関連尺度指標とした。対象者は、電子体温計 (オムロン社; MC-672L, 0.01℃単位) を用いて、起床後から就寝まで2時間毎に1週間舌下温の実測値を測定した。得られた1週間の舌下温の実測値から最小二乗法 (X軸: 測定時刻, Y軸: 舌下温) を用いて近似式 (二次回帰曲線) を求めた。得られた近似式から起床時および就寝時の舌下温、舌下温の最高値、起床時と最高値の差、就寝時と最高値の差、最高値の出現時刻、起床時から最高値の位相時間、最高値から就寝時の位相時間を求め、舌下温の日内変動特性と定義した (Fig. 1)。起床・就寝時刻調査は、対象者に舌下温の測

定を行った1週間に起床・就寝時刻を申告させ, 実施した. 対象者には事前に説明会を開催し, 「対象者には普段通りの生活を送ること」, 「舌下温の実測値 (5分間の測定) を測定すること」, 「舌下温の測定は座位姿勢で行うこと」, 「起床後から就寝まで2時間毎に測定すること (例えば午前8時の測定なら, 午前7-9時の間に測定すること)」, 「食事直後, 部活動や体育の授業などの激しい運動直後, 帰宅直後, 入浴直後の測定は避けること (可能な範囲でそれらの活動の前に測定すること)」を説明した. 舌下温の測定方法については取扱い説明書を配布し, 検者の前で対象者が実際に測定を行い, 正しい測定方法での測定を確認した. 調査終了の際は, 対象者に「実測値を測定したこと」, 「体調不良等の生活に著しい変化がなかったこと」, 「虚偽の記載がないこと」を口頭で確認した.

生活習慣に関する質問紙調査は, 食事回数, 朝食摂取, 睡眠時間, 運動, アルバイト実施時間帯の実施状況, 不定愁訴発現に関する項目とした (自記式). 対象者は舌下温の測定終了日に生活習慣に関する質問紙調査の回答を行った.

HRQOL尺度指標はSF-36v2日本語版 (認定NPO法人健康医療評価研究機構) を用いた (自記式). 対象者は

舌下温の測定開始日にSF-36v2日本語版の回答を行った. 得られた資料の分析には, SF-36v2日本語版スコアリングプログラムを用いた (iHope International株式会社). HRQOLのサマリースコア (身体的側面QOL, 精神的側面QOL, 役割/社会的側面QOL) および下位尺度 (身体機能, 日常役割機能 (身体), 体の痛み, 全体的健康感, 活力, 社会生活機能, 日常役割機能 (精神), 心の健康) の得点を求めた. 各サマリースコアおよび各下位尺度の分析は, 国民標準値で補正し, 評価した. なお, SF-36v2日本語版は認定NPO法人健康医療評価研究機構から使用許諾を得た.

分析方法 舌下温の測定回数が75%未満の者, 最小二乗法で近似させた際の相関係数が $\text{mean} \pm 2\text{SD}$ 範囲外の者, 起床時, 最高値, 睡眠時の舌下温, 舌下温の最高値の値が $\text{mean} \pm 2\text{SD}$ の範囲外の者は解析対象者から除外した. 本研究の解析対象者は, 422名であった.

HRQOLのサマリースコアおよび各下位尺度の55点以上 (国民標準値50点の10%以上) を高値群, 55点未満から45点以上を中値群, 45点未満 (国民標準値50点の10%未満) を低値群とした. 各群における舌下温の日内変動特性, 生活習慣を評価した.

oral temperature at the time of waking up (O)
 peak oral temperature (Δ)
 oral temperature at the time of going to bed (□)
 time of peak oral temperature (Δ)
 differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (c)
 differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (d)
 differences in time between peak and the waking up (a)
 differences in time between peak and the going to bed (b)

Fig. 1 Analysis of the daily rhythm of oral temperature

統計処理 測定値は, 平均値 $\pm$ 標準偏差 (mean $\pm$ SD) で示した. 各サマリースコアおよび各下位尺度の各群における日内変動特性の正規性を事前に検定した. 群間の比較には一元配置分散分析を用い検定した. 有意な差が観察された場合は, Bonferroni/Dunnを用い事後検定を行った. いずれの場合も危険率5%未満 ($p<0.05$) を有意な差とし, 5%以上10%未満を有意でないものの傾向が観察されたと定義した.

結 果

本研究で得られた舌下温の日内変動特性は, 起床時舌下温: $36.07\pm0.41^{\circ}\text{C}$, 舌下温の最高値: $36.68\pm0.34^{\circ}\text{C}$, 就寝時舌下温: $36.27\pm0.44^{\circ}\text{C}$, 起床時と最高値の差: $0.61\pm0.33^{\circ}\text{C}$, 就寝時と最高値の差: $0.44\pm0.33^{\circ}\text{C}$, 最高値の出現時刻: 17.6 ± 2.0 時, 起床時から最高値の位相時間: 9.4 ± 2.0 時および最高値から就寝時の位相時間: 7.3 ± 2.0 時であった. 本研究の対象者の起床および就寝時刻は 8.1 ± 1.1 時および 24.8 ± 1.2 時であり, 睡眠時間は 7.4 ± 1.3 時間であった. 本研究で得られたSF-36v2のサマリースコアを Table 1-aに示した. 各サマリースコアは, 身体的側面QOLサマリースコア: 55.6 ± 6.8 点, 精神的側面QOLサマリースコア: 48.5 ± 9.4 点, 役割/社会的側面QOLサマリースコア: 46.1 ± 10.1 点であった. 本研究で得られたSF-36v2の各下位尺度の得点を示した. 各下位尺度の得点は, 身体機能: 53.9 ± 5.9 点, 日常役割機能 (身体): 48.3 ± 9.1 点, 体の痛み: 52.6 ± 9.4 点, 全体的健康感: 50.6 ± 9.4 点, 活力: 47.3 ± 9.6 点, 社会生活機能: 49.2 ± 9.8 点, 日常役割機能 (精神): 47.2 ± 9.8 点, 心の健康: 47.2 ± 9.3 点であった (Table 1-b).

Table 2に各サマリースコア (身体的側面QOL, 精神的側面QOLおよび役割/社会的側面QOL) の高値群, 中値群および低値群における生活習慣者の割合を示した. 身体的側面QOLサマリースコアの高値群および中値群は, 低値群に比較して, 1日3食摂取する者および運動習慣者の割合が大きく, 睡眠時間が6時間未満の者, 運動非習慣者および不定愁訴を訴える者の割合が小さかった. 精神的側面QOLサマリースコアの高値群は, 中値群および低値群に比較して, 1日3食摂取する者および運動習慣者の割合が大きく, 運動非習慣者の割合が小さかった. 朝食を毎日摂取する者の割合は, 高値群, 中

値群, 低値群の順に低値を示した. 一方, 不定愁訴を訴える者の割合は, 高値群, 中値群, 低値群の順に高値を示した. 役割/社会的側面QOLサマリースコアの中値群は, 高値群および低値群に比較して, 睡眠時間が6時間未満の者, 運動非習慣者および不定愁訴を訴える者の割合が小さかった.

各サマリースコア (a. 身体的側面QOL, b. 精神的側面QOL, c. 役割/社会的側面QOL) の高値群, 中値群および低値群の舌下温の日内変動特性を Table 3に示した. 精神的側面QOLサマリースコアにおける起床時舌下温, 舌下温の最高値, 起床時と最高値の差に有意な差が観察された. 高値群の起床時の舌下温は, 低値群に比較して, 有意な高値を示した. 高値群および中値群の舌下温の最高値は, 低値群に比較して, 有意な高値を示した. 中値群の起床時と最高値の差は, 低値群に比較して, 有意な高値を示した. 就寝時舌下温, 就寝時と最高値の差, 最高値の出現時刻, 起床時から最高値の位相時間および最高値から就寝時の位相時間は, 群間に有意な差は観察されなかった. 身体的側面QOLおよび役割/社会的側面QOLにおける舌下温の日内変動特性に群間に有意な差は観察されなかった.

Table 4に各下位尺度 (a. 身体機能, b. 日常役割機能 (身体), c. 体の痛み, d. 全体的健康感, e. 活力, f. 社会生活機能, g. 日常役割機能 (精神), h. 心の健康) の

Table 1. The summary score (a) and subscale score (b) at health-related quality of life

a. summary score	
	mean $\pm$ SD
physical component summary (points)	55.6 $\pm$ 6.8
mental component summary (points)	48.5 $\pm$ 9.4
role/social component summary (points)	46.1 $\pm$ 10.1
b. subscale score	
	mean $\pm$ SD
physical functioning (points)	53.9 $\pm$ 5.9
role physical (points)	48.3 $\pm$ 9.1
bodily pain (points)	52.6 $\pm$ 9.4
general health (points)	50.6 $\pm$ 9.4
vitality (points)	47.3 $\pm$ 9.6
social functioning (points)	49.2 $\pm$ 9.8
role emotional (points)	47.2 $\pm$ 9.8
mental health (points)	47.2 $\pm$ 9.3

Table 2. The lifestyle between high-value group and low-value group at each summary score

	physical component summary			mental component summary			role/social component summary		
	high-value group	middle-value group	low-value group	high-value group	middle-value group	low-value group	high-value group	middle-value group	low-value group
rate of having meals 3 times a day	39.4	46.2	22.2	50.0	38.7	35.9	36.7	42.3	40.7
rate of having breakfast	40.6	40.8	40.7	47.0	40.5	36.6	36.7	43.6	40.7
rate of sleeping for less than 6 hours	39.4	26.1	50.0	29.6	23.3	51.7	37.8	25.5	44.6
rate of exercise habit	34.7	30.8	22.2	42.0	28.8	26.1	35.6	41.0	29.9
rate of lack of exercise habit	65.3	69.2	77.8	58.0	71.2	73.9	64.4	59.0	70.1
rate of unidentified complaints	50.0	58.5	85.2	29.0	51.8	76.0	54.5	44.0	63.5

Table 3. The daily rhythm of oral temperature between high-value group and low-value group at physical component (a), mental component (b), and role/social component (c)

a. physical component summary					
	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	258	135	29		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.09 ± 0.38	36.08 ± 0.36	36.13 ± 0.40	0.217	0.805
peak oral temperature (°C)	36.72 ± 0.36	36.71 ± 0.31	36.77 ± 0.31	0.346	0.708
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.27 ± 0.43	36.29 ± 0.43	36.37 ± 0.39	0.554	0.575
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.63 ± 0.30	0.64 ± 0.31	0.63 ± 0.31	0.065	0.937
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.45 ± 0.32	0.46 ± 0.34	0.42 ± 0.30	0.115	0.892
time of peak oral temperature (h)	17.1 ± 1.6	17.5 ± 1.9	17.5 ± 1.5	1.750	0.175
differences in time between peak and the waking up (h)	9.1 ± 1.5	9.4 ± 1.9	9.3 ± 1.7	1.104	0.333
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.5 ± 1.9	7.3 ± 2.1	7.5 ± 1.4	0.389	0.678
b. mental component summary					
	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	102	174	146		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.17 ± 0.38	36.08 ± 0.36	36.05 ± 0.36	3.153	0.044
peak oral temperature (°C)	36.76 ± 0.35	36.75 ± 0.34	36.64 ± 0.32	5.434	0.005
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.20 ± 0.40	36.27 ± 0.44	36.26 ± 0.41	0.504	0.604
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.61 ± 0.25	0.69 ± 0.32	0.59 ± 0.30	4.343	0.014
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.40 ± 0.30	0.49 ± 0.37	0.39 ± 0.27	1.703	0.184
time of peak oral temperature (h)	17.1 ± 1.5	17.5 ± 2.0	17.5 ± 1.5	1.863	0.157
differences in time between peak and the waking up (h)	9.0 ± 1.6	9.4 ± 1.9	9.4 ± 1.5	2.088	0.125
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.3 ± 2.2	7.3 ± 1.9	7.3 ± 2.1	0.041	0.959
b. mental component summary (post-hoc test, p-value)					
	high vs middle	high vs low	middle vs low		
oral temperature at the time of waking up (°C)	0.053	0.015	0.517		
peak oral temperature (°C)	0.852	0.007	0.004		
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.070	0.462	0.004		
c. role/social component summary					
	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	93	160	169		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.13 ± 0.40	36.09 ± 0.39	36.02 ± 0.37	0.841	0.432
peak oral temperature (°C)	36.75 ± 0.36	36.71 ± 0.35	36.71 ± 0.33	0.486	0.616
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.34 ± 0.46	36.25 ± 0.39	36.27 ± 0.47	0.829	0.438
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.62 ± 0.35	0.63 ± 0.30	0.66 ± 0.31	0.480	0.619
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.40 ± 0.23	0.48 ± 0.33	0.43 ± 0.33	1.449	0.236
time of peak oral temperature (h)	17.6 ± 2.0	17.2 ± 1.8	17.4 ± 1.7	1.334	0.265
differences in time between peak and the waking up (h)	9.5 ± 1.9	9.1 ± 1.8	9.3 ± 1.7	1.099	0.334
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.4 ± 1.9	7.4 ± 1.9	7.3 ± 2.1	0.140	0.869

高低で比較した舌下温の日内変動特性を示した。全体的健康感における起床時と最高値の差に有意な差が観察された。高値群および中値群の起床時と最高値の差は、低値群に比較して、有意な高値を示した。舌下温の最高値および起床時から最高値の位相時間は有意な差ではないものの傾向が観察された。日常役割機能（精神）において、最高値の出現時刻および起床時から最高値の位相時間に有意な差が観察された。高値群および中値群の最高値の出現時刻は、低値群に比較して、有意な早い時間帯であった。高値群および中値群の起床時から最高値の位相時間は、低値群に比較して、有意な低値を示した。心の健康における舌下温の最高値に有意な差が観察された。高値群の舌下温の最高値は、中値群および低値群に比較して、有意な高値を示した。起床時の舌下温および最高値の出

現時刻は有意な差ではないものの傾向が観察された。全体的健康感，日常役割機能（精神），心の健康の他の舌下温の日内変動特性における群間の比較に有意な差は観察されなかった。また，身体機能，日常役割機能（身体），体の痛み，活力，社会生活機能における舌下温の日内変動特性の群間の比較に有意な差は観察されなかった。

考 察

本研究は，男子大学生を対象に健康関連QOLと舌下温の日内変動特性，生活習慣との関連性を明らかにした。精神的健康度の高い者は，起床時の舌下温および舌下温の最高値が高く，起床時から最高値の位相時間が短いことが明らかになった。また，精神的健康度の高い者は，良好な生活習慣を有し，不定愁訴有訴率が低値であった。

Table 4. The daily rhythm of oral temperature between high-value group and low-value group at each subscale score physical functioning (a), role physical (b), bodily pain (c), general health (d), vitality (e), social functioning (f), role emotional (g), mental health (h)

a. physical functioning

	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	219	169	34		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.08 ± 0.36	36.10 ± 0.39	36.06 ± 0.40	0.112	0.894
peak oral temperature (°C)	36.72 ± 0.34	36.71 ± 0.35	36.73 ± 0.26	0.057	0.944
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.29 ± 0.39	36.26 ± 0.47	36.34 ± 0.40	0.454	0.636
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.64 ± 0.31	0.62 ± 0.31	0.68 ± 0.31	0.497	0.609
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.44 ± 0.30	0.47 ± 0.36	0.43 ± 0.35	0.454	0.636
time of peak oral temperature (h)	17.4 ± 1.8	17.4 ± 1.8	17.9 ± 2.3	1.145	0.319
differences in time between peak and the waking up (h)	9.3 ± 1.8	9.3 ± 1.8	9.9 ± 1.8	1.871	0.155
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.4 ± 1.9	7.4 ± 2.0	7.1 ± 2.1	0.303	0.739

b. role physical

	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	196	87	139		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.09 ± 0.39	36.11 ± 0.41	36.06 ± 0.35	0.485	0.616
peak oral temperature (°C)	36.73 ± 0.36	36.73 ± 0.35	36.70 ± 0.31	0.349	0.706
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.27 ± 0.44	36.29 ± 0.42	36.28 ± 0.45	0.029	0.971
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.64 ± 0.30	0.63 ± 0.29	0.64 ± 0.33	0.064	0.938
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.47 ± 0.32	0.44 ± 0.35	0.44 ± 0.35	0.320	0.726
time of peak oral temperature (h)	17.3 ± 1.9	17.4 ± 1.7	17.5 ± 2.0	0.501	0.606
differences in time between peak and the waking up (h)	9.2 ± 1.9	9.3 ± 1.5	9.4 ± 2.1	0.432	0.650
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.4 ± 2.0	7.4 ± 1.8	7.2 ± 2.1	0.231	0.794

c. bodily pain

	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	242	106	74		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.09 ± 0.36	36.07 ± 0.39	36.08 ± 0.38	0.115	0.891
peak oral temperature (°C)	36.74 ± 0.35	36.69 ± 0.33	36.67 ± 0.31	1.697	0.185
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.30 ± 0.40	36.24 ± 0.44	36.28 ± 0.47	0.692	0.501
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.65 ± 0.30	0.62 ± 0.33	0.60 ± 0.29	0.928	0.396
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.44 ± 0.28	0.47 ± 0.33	0.42 ± 0.38	0.490	0.613
time of peak oral temperature (h)	17.5 ± 1.9	17.3 ± 1.9	17.6 ± 2.1	0.302	0.739
differences in time between peak and the waking up (h)	9.4 ± 1.9	9.3 ± 1.7	9.2 ± 2.1	0.508	0.602
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.4 ± 1.7	7.4 ± 2.2	7.0 ± 2.3	1.078	0.342

d. general health

	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	154	136	132		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.10 ± 0.40	36.05 ± 0.37	36.11 ± 0.35	0.910	0.404
peak oral temperature (°C)	36.76 ± 0.34	36.72 ± 0.35	36.66 ± 0.32	2.931	0.054
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.29 ± 0.42	36.29 ± 0.43	36.26 ± 0.42	0.213	0.808
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.66 ± 0.31	0.68 ± 0.33	0.56 ± 0.27	5.721	0.004
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.50 ± 0.37	0.44 ± 0.31	0.40 ± 0.27	2.518	0.082
time of peak oral temperature (h)	17.2 ± 1.7	17.5 ± 1.7	17.6 ± 1.9	1.799	0.167
differences in time between peak and the waking up (h)	9.0 ± 1.7	9.5 ± 1.8	9.5 ± 1.8	2.931	0.055
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.5 ± 1.9	7.3 ± 1.7	7.3 ± 2.2	0.199	0.820

d. general health (post-hoc test, p-value)

	high vs middle	high vs low	middle vs low
	0.594	0.007	0.002

e. vitality

	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	89	146	187		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.10 ± 0.39	36.11 ± 0.37	36.06 ± 0.38	0.717	0.489
peak oral temperature (°C)	36.73 ± 0.36	36.73 ± 0.32	36.69 ± 0.33	1.010	0.365
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.24 ± 0.40	36.29 ± 0.41	36.30 ± 0.45	0.466	0.628
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.66 ± 0.29	0.63 ± 0.31	0.63 ± 0.31	0.266	0.767
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.48 ± 0.33	0.46 ± 0.32	0.43 ± 0.34	0.481	0.619
time of peak oral temperature (h)	17.3 ± 1.7	17.3 ± 1.8	17.6 ± 1.9	1.249	0.288
differences in time between peak and the waking up (h)	9.1 ± 1.8	9.2 ± 1.7	9.4 ± 1.8	0.708	0.493
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.4 ± 1.9	7.5 ± 1.8	7.2 ± 2.1	0.746	0.475

f. social functioning

	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	214	50	158		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.10 ± 0.39	36.06 ± 0.37	36.06 ± 0.39	0.590	0.555
peak oral temperature (°C)	36.75 ± 0.35	36.69 ± 0.33	36.69 ± 0.33	1.512	0.222
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.33 ± 0.39	36.23 ± 0.47	36.24 ± 0.45	1.915	0.149
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.65 ± 0.30	0.64 ± 0.33	0.64 ± 0.32	0.080	0.923
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.43 ± 0.29	0.47 ± 0.36	0.44 ± 0.32	0.295	0.745
time of peak oral temperature (h)	17.4 ± 1.7	17.1 ± 1.9	17.4 ± 2.0	0.488	0.614
differences in time between peak and the waking up (h)	9.3 ± 1.7	9.2 ± 2.2	9.2 ± 1.8	0.094	0.910
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.3 ± 1.8	7.9 ± 1.9	7.3 ± 2.2	1.331	0.266

g. role emotional

	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	175	62	185		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.10 ± 0.40	36.10 ± 0.35	36.08 ± 0.35	0.126	0.882
peak oral temperature (°C)	36.74 ± 0.35	36.72 ± 0.34	36.69 ± 0.33	0.889	0.412
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.31 ± 0.40	36.20 ± 0.47	36.27 ± 0.46	1.283	0.279
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.65 ± 0.33	0.62 ± 0.26	0.63 ± 0.30	0.304	0.738
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.45 ± 0.30	0.53 ± 0.41	0.42 ± 0.32	2.018	0.135
time of peak oral temperature (h)	17.3 ± 1.8	16.9 ± 1.8	17.8 ± 1.7	5.193	0.006
differences in time between peak and the waking up (h)	9.2 ± 1.7	9.0 ± 1.7	9.6 ± 1.8	3.833	0.022
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.4 ± 1.9	7.8 ± 1.9	7.2 ± 2.1	1.760	0.174

g. role emotional (post-hoc test, p-value)

	high vs middle	high vs low	middle vs low
time of peak oral temperature (h)	0.205	0.021	0.004
differences in time between peak and the waking up (h)	0.611	0.018	0.031

h. mental health

	high-value group	middle-value group	low-value group	F-value	p-value
sample number (n)	119	122	181		
oral temperature at the time of waking up (°C)	36.15 ± 0.39	36.04 ± 0.33	36.09 ± 0.38	2.350	0.097
peak oral temperature (°C)	36.81 ± 0.34	36.67 ± 0.34	36.70 ± 0.32	5.717	0.004
oral temperature at the time of going to bed (°C)	36.34 ± 0.42	36.24 ± 0.43	36.27 ± 0.42	1.378	0.254
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of waking up (°C)	0.65 ± 0.30	0.64 ± 0.27	0.61 ± 0.33	0.753	0.472
differences in oral temperature between peak value and the value at the time of going to bed (°C)	0.49 ± 0.34	0.44 ± 0.32	0.41 ± 0.29	2.221	0.111
time of peak oral temperature (h)	17.1 ± 1.4	17.4 ± 1.9	17.7 ± 2.1	2.769	0.064
differences in time between peak and the waking up (h)	9.1 ± 1.6	9.3 ± 1.8	9.5 ± 2.1	2.165	0.116
differences in time between peak and the going to bed (h)	7.4 ± 1.8	7.2 ± 1.9	7.3 ± 2.1	0.230	0.794

h. mental health (post-hoc test, p-value)

	high vs middle	high vs low	middle vs low
peak oral temperature (°C)	0.002	0.006	0.498

一方, 身体的健康度の高い者は良好な生活習慣を有していたが, 低い者と比較して舌下温の日内変動特性に明確な関連性は観察されなかった。以上の知見は, 舌下温の日内変動特性と精神的健康度が関連することを示唆し, 研究仮説を支持するものである。

概日リズムに対応した生理応答に関する先行研究は, 24時間周期で変化する体温などの生理指標をコサイン法によって近似させ, 近似式から振幅, 位相などを算出し, 関連性を評価している³¹⁾。一方, 本研究は, 覚醒時の舌下温の日内変動特性に着目した。つまり, 夜間睡眠中の測定を行わず, 体温の日内変動特性を評価した。また, 測定間隔を2時間毎としたことから, 日内変動特性の妥当性を高めるため1週間分のデータを分析対象にした。さらに, 舌下温の日内変動の個人差が大きいことから, 500名を対象に評価した。本研究は夜間睡眠中の舌下温の測定を行わないことから, 舌下温の最低値(午前4-6時²⁾)は不明であるが起床時および就寝時の舌下温を算出し, 起床時, 就寝時と最高値の差を舌下温の振幅として評価した。舌下温の位相は, 起床時刻, 就寝時刻と最高値の時間的な差で評価した。本研究の起床時の舌下温と舌下温の最高値の差は, 先行研究における概日リズムの振幅と比較すると低値である。つまり, 先行研究の振幅と本研究の起床時と最高値の差は得られるデータは異なるが, 同様の指標として, 評価できるものと考えられる。

本研究におけるSF-36v2の各サマリースコアは, 対象者の集団特性として, 身体的側面QOLが高く, 精神的および役割/社会的側面QOLは低い値を示した。この傾向は, 我が国の大学生の精神的健康度の低下を指摘した先行研究と同様である^{22,28,29)}。

本研究においては, 対象者に対して舌下温の測定期間中は普段通りに生活を送るように指示した。しかしながら, 測定期間中以外に生活習慣を把握していないことから, 測定期間中の生活習慣が普段通りの生活習慣であるか否かは不明である。つまり, 測定を実施することによって, 対象者が規則正しい生活を送った可能性を否定することはできない。この点は本研究の限界であるものと考ええる。SF-36v2の回答は舌下温の測定開始日に実施し, 生活習慣に関する調査は舌下温の測定最終日に回答を得た。SF-36v2は1ヶ月間の振り返りを対象にし, 生活習慣は舌下温の測定を行った1週間が対象となっている。それぞれの質問紙調査の対象期間は異なることから, 回答日の違いによる影響は小さいものと考ええる。大学生の生活習慣は, 住居形態, 喫煙習慣, 通学方法, 経済状態, 信条など様々な要因の影響を受けることが推測される。しかしながら, 本研究においてはこれらの要因を評価していないことから, これらの要因が調査データに及ぼす影響度は不明である。このことも本研究の限界点である。

概日リズムは25時間周期であることから食事, 運動, 学校などの社会的因子に同調することで, 24時間周期に修正される。概日リズムは, 生体の恒常性を維持するため, 様々な生理機能を担う¹⁾。光, 朝食摂取などの同調因子が存在しない場合は, 概日リズムはフリーランを惹起し, 生活リズムとの乖離が生じる。概日リズムの乱れは, 睡眠障害¹⁷⁾, 不定愁訴発現¹⁸⁾などと関連し, 長期間の乱れは精神疾患²²⁾や生活習慣病¹⁹⁻²¹⁾を引き起こす。このことから, 精神面だけでなく, 身体面の健康の維持・管理を目的に, 各個人が概日リズムを把握することは意義深いものと考えられる。しかしながら, コサイン法³¹⁾, メラトニン分泌開始時刻³²⁾などのこれまでの概日リズムの評価方法は, 夜間睡眠中の測定が必要なこと, 高価な測定装置が必要なことなどの理由から一般に普及していないものとする。これらの背景から, 本研究は1週間分の起床後から就寝まで2時間毎の舌下温の測定値から, 体温の日内変動特性の評価を行った。この手法を用いた概日リズムの評価は, これまでの方法と比較して, 安価に評価できることから, 多くの対象者に応用できるものと考えられる。

本研究の対象者は男子大学生であった。一般的に, 男子学生は, 女子学生と比較して, 学生生活における生活習慣の悪化が顕著である²⁹⁾。本研究では, 生活習慣に関する質問紙調査の結果より, 起床, 就寝時刻, 始業時間, 朝食摂取の有無, 運動習慣の有無, 深夜のアルバイトなど様々な生活習慣のスタイルが男子学生には存在することが示された。また, 本研究で得られた起床・就寝時刻および舌下温, 舌下温の最高値, 最高値が出現した時刻, 起床・就寝時と最高値の位相時間および起床時・就寝時と最高値の舌下温の差の日内変動特性は生活習慣と同様に個人差が大きかった。精神的側面QOLサマリースコアの高値群は, 起床時舌下温および舌下温の最高値が高く, 最高値が出現する時刻が早く, 起床時から最高値の位相時間が短いことが明らかになった。つまり, 精神的な健康度が高い者は, 日内変動特性に優れることを示している。また, 精神的健康度の高い者における生活習慣の特徴は, 朝食を摂取し, 1日3食の規則的な食事習慣, 1日6時間以上の良好な睡眠習慣, 運動習慣を有しており, 不定愁訴の有訴率が低いことである。SF-36v2の下位尺度の結果から, 舌下温の日内変動特性は, 全体的健康感, 日常役割機能(精神)および心の健康との関連性が顕著であり, 精神的健康度を特に反映するものと考ええる。以上のことから, 男子大学生の舌下温の日内変動特性, 生活習慣と精神的健康度に関連性が確認された。このことから, 日常生活における午前中の光暴露, 朝食の摂取, 朝の軽運動など概日リズムの同調因子を意識し, 良好な生活習慣を獲得することは, 強弱の明確な概日リズムの獲得, 精神的健康度を高める要因の1つであるも

のと考察する。

ま と め

本研究は, 男子大学生を対象にHRQOLと舌下温の日内変動特性, 生活習慣および不定愁訴の関連性を検討し, 以下の知見が示された。

1. 精神的側面QOLサマリースコアで群分けした体温の日内変動特性は, 起床時舌下温, 舌下温の最高値, 起床時と最高値の差に有意な差が観察されることが明らかになった。

2. 身体的側面QOLサマリースコアおよび役割/社会的側面QOLサマリースコアの高低と舌下温の日内変動特性に明確な関連性は観察されなかった。

3. 身体的側面および精神的側面QOLサマリースコアの高い群は, 良好な生活習慣を有し, 不定愁訴の発現率が低いことが明らかになった。

本研究の主な知見は, 男子大学生の舌下温の日内変動特性, 生活習慣, 精神的健康度に関連性が存在することを明らかにしたことである。このことは, 舌下温の日内変動特性が精神的健康度を反映することを示唆する。また, 同調因子は, 精神的健康度を高め, 不定愁訴を軽減させる要因である可能性がある。

利益相反自己申告: 申告すべきものはなし

謝 辞

本研究を遂行するにあたり, 多大な御協力を頂きました対象者各位に心より感謝申し上げます。また, 本研究は, 科学研究費助成事業(課題番号: 15K21546)の支援を受け, 実施された。

引用文献

- 1) 田原 優: 時間栄養学-食事内容とタイミナー, *体育の科学*, 65: 889-894, 2015.
- 2) Weinert D, Waterhouse J. The circadian rhythm of core temperature: effects of physical activity and aging. *Physiol Behav* 90: 246-256, 2007.
- 3) 山口英峰, 関 和俊, 高原皓全, 小野寺 昇, 永見邦篤: 日内変動における心臓自律神経系活動と反射機能との関係, *健康医科学研究助成論文集*, 24: 134-143, 2009.
- 4) Nishimura K, Nagasaki K, Yamaguchi H, Yoshioka A, Nose Y, Onodera S, Takamoto N. Circadian variations in anaerobic threshold. *Kinesiology* 46: 164-170, 2014.
- 5) Vandewalle G, Middleton B, Rajaratnam SM, Stone BM, Thorleifsdottir B, Arendt J, Dijk DJ. Robust circadian rhythm in heart rate and its variability: influence of exogenous melatonin and photoperiod. *J Sleep Res* 16: 148-155, 2007.
- 6) Czeisler CA, Duffy JF, Shanahan TL, Brown EN, Mitchell JF, Rimmer DW, Ronda JM, Silva EJ, Allan JS, Emens JS, Dijk DJ, Kronauer RE. Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science* 284: 2177-2181, 1999.
- 7) Honma K, Honma S, Wada T. Entrainment of human circadian rhythms by artificial bright light cycles. *Experientia* 43: 572-574, 1987.
- 8) Tahara Y, Shibata S. Chronobiology and nutrition. *Neuroscience* 253: 78-88, 2013. doi: 10.1016/j.neuroscience.2013.08.049.
- 9) 野瀬由佳, 西村一樹, 山口英峰, 小野寺 昇: 朝食摂取習慣の有無が昼食後の舌下温, 心拍数及び自律神経系活動に及ぼす影響, *川崎医療福祉学会誌*, 22: 37-43, 2012.
- 10) Yamanaka Y, Honma K, Hashimoto S, Takasu N, Miyazaki T, Honma S. Effects of physical exercise on human circadian rhythms. *Sleep Biol Rhythms* 4: 199-206, 2006. doi: 10.1111/j.1479-8425.2006.00234.x.
- 11) Yamanaka Y, Hashimoto S, Tanahashi Y, Nishide S, Honma S, Honma K. Physical exercise accelerates reentrainment of human sleep-wake cycle but not of plasma melatonin rhythm to 8-h phase-advanced sleep schedule. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 298: R681-R691, 2009. doi: 10.1152/ajpregu.00345.2009.
- 12) Hashimoto S, Nakamura K, Honma S, Honma K. Non-photoc entrainment of human rest-activity cycle independent of circadian pacemaker. *Sleep Biol Rhythms* 2: 29-36, 2004. doi: 10.1111/j.1479-8425.2003.00078.x.
- 13) Aoki H, Yamada N, Ozeki Y, Yamane H, Kato N. Minimum light intensity required to suppress nocturnal melatonin concentration in human saliva. *Neurosci Lett* 252: 91-94, 1998.
- 14) Brainard GC, Hanifin JP, Greeson JM, Byrne B, Glickman G, Gerner E, Rollag MD. Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. *J Neurosci* 21: 6405-6412, 2001.
- 15) Khalsa SB, Jewett ME, Cajochen C, Czeisler CA. A phase response curve to single bright light pulses in human subjects. *J Physiol* 549 (Pt 3): 945-952, 2003.
- 16) Duffy JF, Dijk DJ, Klerman EB, Czeisler CA. Later endogenous circadian temperature nadir relative to an earlier wake time in older people. *Am J Physiol* 275 (5 Pt 2): R1478-R1487, 1998.
- 17) 太田龍朗: 睡眠覚醒リズム障害とその治療, *精神医学*, 31: 61-67, 1989.
- 18) 三池輝久: 脳科学と教育と生活環境, *脳と発達*, 38: 85-91, 2006. doi: 10.11251/ojiscn1969.38.85.
- 19) Muller JE, Tofler GH, Stone PH. Circadian variation and triggers of onset of acute cardiovascular disease. *Circulation* 79: 733-743, 1989.
- 20) Pan A, Schernhammer ES, Sun Q, Hu FB. Rotating night shift work and risk of type 2 diabetes: two prospective cohort studies in women. *PLoS Med* 8: e1001141, 2011. doi: 10.1371/journal.pmed.1001141.
- 21) 香川靖雄: 時間栄養学による生活習慣病の予防, *体力科学*, 63: 293-304, 2014. doi: 10.7600/jspfsm.63.293.
- 22) 片山友子, 水野(松本)由子, 稲田 紘: 大学生の生活習慣とメンタルヘルスの関連性, *総合健診*, 41: 283-293, 2014. doi: 10.7143/jhep.41.283.

- 23) 竹上未紗, 福原俊一. SF-36活用編 誰も教えてくれなかったQOL活用法－測定結果を研究・診療・政策につなげる, *NPO健康医療評価研究機構*, 東京, 2010.
- 24) Fukuhara S, Bito S, Green J, Hsiao A, Kurokawa K. Translation, adaptation, and validation of the SF-36 Health Survey for use in Japan. *J Clin Epidemiol* 51: 1037-1044, 1998.
- 25) Fukuhara S, Ware JE Jr, Kosinski M, Wada S, Gandek B. Psychometric and clinical tests of validity of the Japanese SF-36 Health Survey. *J Clin Epidemiol* 51: 1045-1053, 1998.
- 26) 福録恵子, 長野拓三, 萩野 敏: アトピー性皮膚炎患者におけるQOL: SF-36を用いて, *アレルギー*, 51: 1159-1169, 2002.
- 27) 吉矢邦彦, 蓮沼行人, 岡 伸俊, 大前博志, 守殿貞夫: 透析患者におけるQOLの評価SF-36による健康関連QOL, *日本透析医学会雑誌*, 34: P201-P205, 2001.
- 28) 小西香苗, 百武愛子, 村松 宰: 女子大学生における食事パターンと健康関連QOLとの関連, *信州公衆衛生雑誌*, 7: 83-94, 2013.
- 29) 徳田完二: わが国の大学生の生活習慣と精神健康に関わる研究の動向と課題, *立命館人間科学研究*, 29: 95-110, 2014.
- 30) 小曾根基裕, 黒田彩子, 伊藤 洋: 高齢者の不眠, *日本老年医学会雑誌*, 49: 267-275, 2012.
- 31) 熊谷雄治: 生体リズムcosinor法によるデータ解析, *臨床検査*, 45: 594-600, 2001.
- 32) Kozaki T, Toda N, Noguchi H, Yasukouchi A. Effects of different light intensities in the morning on dim light melatonin onset. *J Physiol Anthropol* 30: 97-102, 2011.