

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：35403

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K21546

研究課題名(和文) 放課後の生活習慣と生理応答の日内変動特性，健康関連尺度の関連性に関する研究

研究課題名(英文) The associations among daily rhythms, health-related quality of life measures, and evening lifestyle

研究代表者

西村 一樹 (NISHIMURA, KAZUKI)

広島工業大学・環境学部・准教授

研究者番号：50550026

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：夕刻の生活習慣と体温の日内変動特性，健康関連尺度，睡眠に及ぼす影響を明らかにし，知見に基づき「概日リズムに基づいた健康づくり指針」を作成した．夕刻の遅い食事摂取や運動実施は，概日リズムの位相を後退させ，効率的な入眠を妨げる一要因に成り得る可能性が示された．夕刻の生活習慣も概日リズムの同調因子として作用する可能性が示された．クロノタイプが朝型を示す対象者ほど精神的な健康度が高い可能性が示された．この傾向は，若年者および高齢者で確認された．

研究成果の概要(英文)：The purpose of the present study was to determine the relationships among daily rhythms, health-related quality of life, and evening lifestyle. The findings of the current study led to the establishment of "Health promotion guidelines based on circadian rhythms." Elements of evening lifestyle, such as timing of dinner, or exercise may delay the daily rhythm, possibly exacerbating sleep latency. Thus, evening lifestyle may act as an entraining agent of circadian rhythm. In addition, we observed a significant relationship between chronotype and mental component summary score.

研究分野：応用健康科学

キーワード：サーカディアンリズム 放課後 日内変動 健康関連尺度 生活習慣 身体活動 食事 睡眠

### 1. 研究開始当初の背景

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關与し、恒常性維持に重要な役割を担う。体温のリズムは最も基本的な概日リズムの1つである。概日リズムは24時間より長い周期を有するが、同調因子によって24時間周期に調整される。最も強い同調因子は光である。一方で、食事、運動、仕事、学校などの社会的因子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。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。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。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。概日リズムの乱れは、概日リズム睡眠障害、不定愁訴発現、生活習慣病罹患、うつ病罹患などと關連することから、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。健康關連 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。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。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。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、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って同調因子は減弱化することから、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。我々は、男子大学生を対象に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。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觀察された。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關連性は觀察されなかった。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示された。以上の知見は、男子大学生の舌下温の日内変動特性、生活習慣、精神的健康度に關連性が存在することを示す。また、生活習慣の乱れが夕刻の時間帯の生活習慣(夕食の摂取時間帯、アルバイトなど)の悪化に起因する可能性が考えられる。概日リズムの形成・修復に着目した先行研究は、起床後から午前中に着目したものがほとんどであり、夕刻の生活習慣に着目した研究は、我々の文献渉猟範囲ではない。

### 2. 研究の目的

本研究は、夕刻の生活習慣と生理指標の日内変動特性、健康關連尺度、睡眠・覚醒リズムに及ぼす影響を横断的・実験的手法から明らかにする。得られた知見に基づき「概日リズムに基づいた健康づくり指針」を作成することを目的とする。

本研究の目的を遂行するために、以下の研究課題を設定した。

#### (1)夕刻の生活習慣と生理指標の日内変動特性、健康關連尺度との關連性

若年者および高齢者を対象に舌下温の日内変動特性を評価し、夕刻の生活習慣と健康關連 QOL、クロノタイプとの關連性を明らかにすることを目的とした。

#### (2)食事摂取、運動実施の時間帯の違いが日内変動特性・睡眠・覚醒リズムに及ぼす影響

夕刻の食事摂取時間帯および運動実施時間帯の違いが夕刻(17-22時)、夜間睡眠中の生理応答に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

#### (3)「概日リズムに基づいた健康づくり指針」の作成と評価

「概日リズムに着目した健康づくり指針」を作成し、その評価について体育系教養教育科目履修者を対象に実施し、指針の有用性および改良点を検討することを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1)夕刻の生活習慣と生理指標の日内変動特性、健康關連尺度との關連性

対象者は健康な男子大学生 290 名(年齢 19-22 歳)であった。測定項目は、舌下温、起床・就寝時刻、生活習慣に関する調査とした。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。起床・就寝時刻は、舌下温の測定を行った 1 週間の平均値とした。生活習慣に関する質問紙調査は、食事、運動、健康度などの項目とした(自記式)。本研究は、夕食摂取時間帯(時間帯による群分け)、就寝時刻、就寝時刻の 1 週間の変動係数を分析対象とした。

### (2) 食事摂取、運動実施の時間帯の違いが日内変動特性・睡眠・覚醒リズムに及ぼす影響

#### 夕食摂取時間帯と夕刻および夜間睡眠中の生理応答に及ぼす影響。

対象者は健康成人男性 7 名とした。対象者は環境管理された実験室に実験前日の 22 時から実験翌日 8 時まで滞在した。測定条件は夕食の摂取時間帯の違いから 18 時半条件と 21 時半条件の 2 条件とした。夕刻の測定時の測定項目は心拍数、心臓自律神経系調節、舌下温、血圧とした。夜間睡眠中の測定項目は心拍数、心臓自律神経系調節、血圧とした。睡眠時間は 23 時~翌 7 時までの 8 時間とした。実験中の食事、身体活動は統制した。

#### 夕刻の運動実施時間帯と夕刻および夜間睡眠中の生理応答に及ぼす影響。

対象者は健康成人男性 6 名であった。対象者は環境管理された実験室に実験前日の 22 時から実験翌日 8 時まで滞在した。測定条件は夕刻の運動実施時間帯の違いから 17 時条件と 21 時条件の 2 条件とした。運動課題は、最大酸素摂取量の 50% 負荷の自転車漕ぎ運動を 30 分間とした。夕刻測定時の測定項目は心拍数、心臓自律神経系調節、舌下温、血圧とした。夜間睡眠中の測定項目は心拍数、心臓自律神経系調節、血圧、アクティグラフ、主観的睡眠度とした。対象者には 23 時~翌 7 時までの 8 時間の睡眠を指示した。実験中の食事、身体活動は統制した。

### (3) 「概日リズムに基づいた健康づくり指針」の作成と評価

「これまでの研究成果および先行研究の知見に基づいた「概日リズムに着目した健康づくり指針」を作成した。指針は、概日リズムと健康づくりに関する知識のみならず日常生活に取り入れやすいように具体的に示すように留意した。対象者は、「生涯スポーツ B(演習科目)履修者(1 年次)816 名および「健康とスポーツの科学(講義科目)」の履修者(3 年次)121 名であった。概日リズムに着目した

健康づくり指針は、これまでに我々が健康教育介入手法として用いた「HIT 健康教育新聞」に掲載し、対象者に配付・説明を行った。対象者には、「HIT 健康教育新聞」の有用性について、「あまり役に立たなかった」を「1」、「非常に役に立った」を「5」とし、5 段階で評価させた。また、評価した理由と「HIT 健康教育新聞」に対する意見を自由記載で回答させた。

## 4. 研究成果

### (1) 夕刻の生活習慣と生理指標の日内変動特性、健康関連尺度との関連性

本研究から得られた舌下温の日内変動特性は、起床時舌下温;  $36.07 \pm 0.41$  , 舌下温の最高値;  $36.68 \pm 0.34$  , 就寝時舌下温;  $36.27 \pm 0.44$  , 起床時と最高値の差;  $0.61 \pm 0.33$  , 就寝時と最高値の差;  $0.44 \pm 0.33$  , 最高値の出現時刻;  $17.6 \pm 2.0$  時、起床時から最高値の位相時間;  $9.4 \pm 2.0$  時、最高値から就寝時の位相時間;  $7.3 \pm 2.0$  時であった。夕食の摂取時間帯は、18 時台; 14.9%、19 時台; 30.9%、20 時台; 27.8%、21 時以降 26.4%であった。就寝時刻は  $24.8 \pm 1.2$  時であった。就寝時刻の 1 週間の変動係数は  $3.74 \pm 2.46$  であった。夕食摂取時間帯と就寝時舌下温、舌下温の最高値が出現した時刻、最高値から就寝時の位相時間に有意な差が観察された。19 時群、20 時群の就寝時舌下温は、18 時群に比較して有意な低値を示した。19 時群の就寝時舌下温は、21 時群に比較して有意な低値を示した。19 時群の舌下温の最高値は、21 時群に比較して有意に早い時間帯に出現した。19 時群の最高値から就寝時の位相時間は、18 時群に比較して有意な高値を示した。これらの知見は、夕食の摂取時間帯の違いが体温の日内変動特性に影響を及ぼすことを示唆し、夕食の摂取時間帯が概日リズムの同調因子として作用する可能性を示す。就寝時刻と舌下温の最高値が出現した時刻に有意な正の相関関係が確認された( $r=0.208$ )が、就寝時刻の 1 週間の変動係数と舌下温の最高値が出現した時刻には相関関係が確認されなかった( $r=0.099$ )。起床時刻の 1 週間の変動係数と舌下温の最高値が出現した時刻には正の相関関係が観察されることから、就寝時刻のバラつきが概日リズムに及ぼす影響は小さいものと考えられる。

表 1. 夕食摂取時間帯と舌下温日内変動特性

	18時群	19時群	20時群	21時群	F値	p値
起床時舌下温(°C)	36.14 ± 0.39	36.12 ± 0.35	36.06 ± 0.35	36.09 ± 0.41	0.523	0.667
舌下温の最高値(°C)	36.82 ± 0.21	36.79 ± 0.30	36.70 ± 0.29	36.71 ± 0.30	2.594	0.053
就寝時舌下温(°C)	36.46 ± 0.32	36.28 ± 0.32 <sup>a</sup>	36.33 ± 0.31 <sup>a</sup>	36.39 ± 0.35 <sup>1</sup>	3.230	0.023
起床時と最高値の差(°C)	0.63 ± 0.24	0.65 ± 0.30	0.64 ± 0.31	0.62 ± 0.31	0.062	0.980
就寝時と最高値の差(°C)	0.41 ± 0.21	0.50 ± 0.26	0.47 ± 0.23	0.47 ± 0.25	0.913	0.435
最高値の出現時刻(時)	17.3 ± 2.0	17.1 ± 1.7	17.4 ± 1.7	17.9 ± 1.8 <sup>1</sup>	2.659	0.049
起床時から最高値の位相時間(時)	9.9 ± 2.2	9.2 ± 2.0	9.4 ± 2.3	9.4 ± 1.7	1.216	0.304
最高値から就寝時の位相時間(時)	7.2 ± 1.8	7.9 ± 1.7 <sup>a</sup>	7.3 ± 1.7	7.3 ± 1.5	2.790	0.041

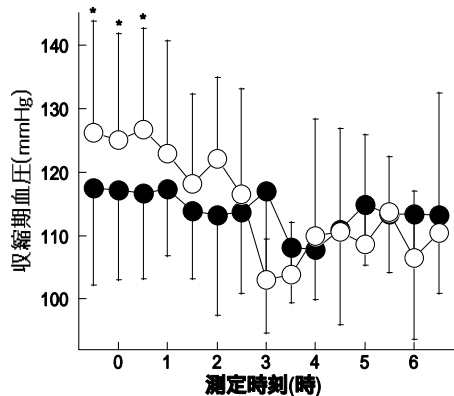
F, p < 0.05, 19時群に比較し、<sup>1</sup> p < 0.05, 21時群に比較し。

### (2) 食事摂取、運動実施の時間帯の違いが日内変動特性・睡眠・覚醒リズムに及ぼす影響

#### 夕食摂取時間帯と夕刻および夜間睡眠中の生理応答に及ぼす影響。

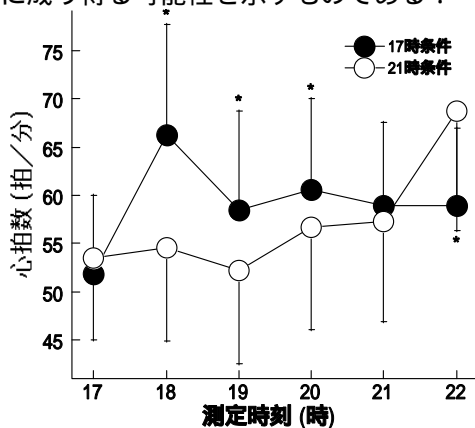
夕刻の心拍数、拡張期血圧は、18 時半条件に比較し、21 時半条件において有意な高値を示した。舌下温、収縮期血圧に有意な差は観

察されなかった。夜間睡眠前半(23-26 時)の収縮期血圧は 21 時半条件が有意な高値を示した。睡眠中のその他の指標に両条件に有意な差は観察されなかった。これらの知見から、夕食摂取時間帯の違いは夕刻の心拍数、拡張期血圧に有意な影響を及ぼすことが明らかになった。生体が有する概日リズムを考慮すると、遅い時間帯の夕食摂取は入眠、効率的な睡眠を妨げる一要因である可能性が考えられる。



**図 1. 夕食摂取時間帯と睡眠中収縮期血圧**  
(○ ; 18 時半条件, ● ; 21 時半条件, \*; p< 0.05)  
**夕刻の運動実施時間帯と夕刻および夜間睡眠中の生理応答に及ぼす影響。**

運動実施時間帯の違いは、夕刻の心拍数、ln HF に有意な影響を及ぼした。夕刻の血圧、舌下温に有意な差は観察されなかった。21 時条件における睡眠効率、睡眠時間、主観的睡眠度の前日との差は、17 時条件に比較して、有意な低値を示した。21 時条件における夜間睡眠中の平均心拍数は、有意な低値を示した。睡眠中の血圧、心臓自律神経系調節に有意な差は観察されなかった。本研究の知見は、遅い時間帯の運動が睡眠を悪化させる一要因に成り得る可能性を示すものである。



**図 2. 運動実施時間帯と夕刻の心拍数推移**  
(● ; 17 時条件, ○ ; 21 時条件, \*; p< 0.05)

**表 2. 両条件で比較した睡眠に関する指標**

	17時条件	21時条件	
睡眠効率(%)	91.8 ± 5.8	86.7 ± 11.2	*
睡眠時間(min)	454.7 ± 45.7	431.8 ± 71.2	*
中途覚醒(回)	1.7 ± 1.4	2.1 ± 1.6	n.s.
主観的熟睡度(mm)	69.6 ± 24.5	70.8 ± 27.1	n.s.

### (3) 「概日リズムに基づいた健康づくり指針」の作成と評価

作成した「概日リズムに着目した健康づくり指針」を示した(原文通り)。

早寝・早起き・朝ごはんなどの基本的な生活リズムは、朝型生活の基本!

朝の運動は、激しい運動を避け、仲間との会話や歌を歌える強度のウォーキング、ジョギングやサイクリングが望ましい。

朝型生活は、良好なこころの健康にとって重要。朝型のリズムを獲得しよう。

朝ごはんは、毎日決まった時間に食べよう。時間がない朝は、前日の夜に準備すると無理なく食べられる。

登校、出勤は、太陽の光を浴びながら、徒歩や自転車など軽い運動を兼ねることで、概日リズムが整い、学習や仕事の効率がアップ。

夕食は食べる時間帯に注意して、遅い時間帯の夕食や間食は睡眠の質の低下や概日リズムを後退させるので×。朝型生活者は、夕食後の就寝時間に特に注意する(3 時間程度は必要)。

夜更かししても、次の日はいつもの時間に起きて概日リズムの乱れをリセット!!

土日休日の遅起きは概日リズムを後退させる。休日の朝を有効に活用

深夜のアルバイトは避けるのが望ましい。夜勤などどうしても夜仕事をする場合でも概日リズムの乱れを少なくするため、午前中は活動し、出勤前の仮眠で対応を。

寝る前のスマホ、パソコン、テレビなどの光は、睡眠の質を悪くする。睡眠環境を整えることが、良い眠りの第 1 歩。

「HIT 健康教育新聞」に対する評価は、生涯スポーツ B の履修者が 3.65 点であり、健康とスポーツの科学の履修者が 4.04 点であった。「4」、「5」と回答した割合は、それぞれ 59.2%、81.6%であった。評価の低かった者の自由記載の主な意見は、生涯スポーツ B の履修者が「新聞の内容を理解するのが難しい」、「すでに日常生活で実践している」などであった。健康とスポーツの科学の履修者は「指針を理解することはできるが、日常生活にどのように取り入れるべきか分からない」や「自分は実践しないだろう」などの意見が主であった。これらのことから、指針作成の根拠を明確にすること、具体的な実践方法を明記するなど、指針を改良する必要性が示された。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

西村一樹, 山口英峰, 野瀬由佳, 吉岡哲, 長崎浩爾, 小野寺昇, 高本登: 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. 体力科学. 65 巻 4 号. 2016. 431-440. 査読有。

doi: org/10.7600/jspfsm.65.431

Kazuki Nishimura, Koji Nagasaki,

Hidetaka Yamaguchi, Akira Yoshioka, Sho Onodera, Noboru Takamoto: Effects of Low-intensity Exercise in the Morning on Physiological Responses during Unsteady Workload Exercise in the Evening. Journal of Strength and Conditioning Research. 30(6). 2016. 1735-1742. 査読有.  
doi: 10.1519/JSC.0000000000001265.

西村一樹, 長崎浩爾, 野瀬由佳, 山口英峰, 吉岡哲, 玉里祐太郎, 坂井学, 小野寺昇, 高本登: 朝食摂取の有無と漸増漸減負荷運動時の心拍, 血圧および呼吸応答との関連性. 日本運動生理学雑誌. Vol.22. No. 2. 2015. 41-49. 査読有.

[学会発表](計 15 件)

西村一樹, 山口英峰, 野瀬由佳, 長崎浩爾, 吉岡哲, 玉里祐太郎, 高本健彦, 坂井学, 小野寺昇, 高本登: 概日リズムに着目した健康づくり指針の作成と評価. 第 80 回日本体力医学会中国四国地方会. 2017 年.

西村一樹, 山口英峰, 長崎浩爾, 小野寺昇, 高本登: 夕刻の運動実施時間帯の違いが夕刻および夜間睡眠中の生理応答に及ぼす影響. 第 72 回日本体力医学会大会. 2017 年.

Kazuki Nishimura, Hidetaka Yamaguchi, Koji Nagasaki, Sho Onodera, Noboru Takamoto: The relationship between timing of endurance exercises and physiological responses during evening and night-time sleep. 22<sup>nd</sup> Annual Congress European College of Sport Science. 2017 年.

西村一樹, 玉里祐太郎, 山口英峰, 長崎浩爾, 小野寺昇, 高本登: 若年者におけるクロノタイプと健康関連尺度の関係. 第 79 回日本体力医学会中国四国地方会. 2017 年.

西村一樹, 山口英峰, 野瀬由佳, 吉岡哲, 長崎浩爾, 小野寺昇, 高本登: クロノタイプと活動時間帯の歩数との関連性. 第 78 回日本体力医学会中国四国地方会. 2016 年.

西村一樹, 山口英峰, 小野寺昇: 夕食摂取時間帯の違いが夕刻および夜間睡眠中の生理応答に及ぼす影響. 日本体育学会第 67 回大会. 2016 年.

西村一樹, 山口英峰, 野瀬由佳, 吉岡哲, 長崎浩爾, 小野寺昇, 高本登: 夕刻の生活習慣と舌下温の日内変動特性の関連性. 第 77 回日本体力医学会中国四国地方会. 2016 年.

西村一樹, 山口英峰, 吉岡哲, 野瀬由佳, 長崎浩爾, 小野寺昇, 高本登: 中高齢者の体温日内変動特性と健康関連 QOL との関連性. 第 76 回日本体力医学会中国四国地方会. 2015 年.

山口英峰, 高原皓全, 村田めぐみ, 関和俊, 西村一樹, 小野寺昇, 永見邦篤: 朝の軽運動が夕刻の最大筋力および脊髄の興奮性に及ぼす影響. 第 70 回日本体力医学会大会. 2015 年.

西村一樹, 長崎浩爾, 山口英峰, 吉岡哲, 玉里祐太郎, 小野寺昇, 高本登: 中高齢者における朝食摂取と運動後回復期の血圧応答.

第 70 回日本体力医学会大会. 2015 年.

山口英峰, 西村一樹, 小野寺昇, 永見邦篤: 朝の軽運動が夕刻の最大筋力に及ぼす影響. 日本体育学会第 66 回大会. 2015 年.

西村一樹, 長崎浩爾, 高本登, 山口英峰, 吉岡哲, 小野寺昇: 午前の軽運動実施が安静時の生理応答に及ぼす影響. 第 23 回日本運動生理学学会大会. 2015 年.

山口英峰, 高原皓全, 関和俊, 西村一樹, 小野寺昇, 永見邦篤: 体温および握力の日内変動特性. 第 23 回日本運動生理学学会大会. 2015 年.

Kazuki Nishimura, Koji Nagasaki, Hidetaka Yamaguchi, Akira Yoshioka, Yutaro Tamari, Sho Onodera, Noboru Takamoto: Effects of low-intensity exercise in the morning on physiological response during unsteady workload exercise in the evening. 20<sup>th</sup> Annual Congress European College of Sport Science. 2015 年.

山口英峰, 牛原諒, 西村一樹, 高原皓全, 関和俊, 村田めぐみ, 小野寺昇, 永見邦篤: 夜間断眠が生体応答に及ぼす影響. 第 75 回日本体力医学会中国四国地方会. 2015 年.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

西村 一樹 (KAZUKI NISHIMURA)

広島工業大学・環境学部・准教授

研究者番号: 50550026