

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：35308

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K01623

研究課題名(和文) 体温と神経・筋機能の日内変動におけるピーク時刻後退に関する研究

研究課題名(英文) Study on peak-time regressions of body temperature and neuromuscular function in circadian variation

研究代表者

山口 英峰 (Yamaguchi, Hidetaka)

吉備国際大学・社会科学部・教授

研究者番号：30388996

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、体温と神経・筋機能の日内変動におけるピーク時刻後退の関連性とそのメカニズムについて明らかにすることを目的とした。1日の中で舌下温と握力のピーク時刻は必ずしも一致しなかった。また、個人が1日の中で示す活動の時間的指向性であるクロノタイプ(朝型夜型)と脊髄の興奮性の指標であるH波振幅およびF波出現率にも関連性が認められなかった。これらのことから、日内変動における体温と神経・筋機能の変動、クロノタイプと日内変動における脊髄の興奮性は必ずしも一致しない可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日内変動における体温と神経・筋機能の変動、クロノタイプと日内変動における脊髄の興奮性は必ずしも一致しない可能性が示唆された。このことは、体温のピーク時刻後退が筋力あるいは筋力を左右する脊髄の興奮性に直接的な影響が少ないことを示唆している。一方、個人差も大きく、体温と筋力の連動が確認された対象者もみられた。本研究成果は、運動実施に適している時間帯、時刻と運動パフォーマンスとの関連性についての基礎的資料に資すると考える。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to clarify the association between peak-time regressions of body temperature and neuromuscular function in circadian variation, as well as its underlying mechanism. The peak time of sublingual temperature did not always match that of grip strength during the day. In addition, chronotype (morningness and eveningness), which is the temporal orientation exhibited by an individual during the day, was not associated with the H wave amplitude and F wave appearance ratio, which are the indicators of spinal excitability. These suggested that fluctuations in body temperature and neuromuscular function in circadian variation, as well as chronotype and spinal excitability in circadian variation, did not always match.

研究分野：運動生理学

キーワード：日内変動 体温 筋力 脊髄の興奮性

1. 研究開始当初の背景

生体は、約24時間を1周期とする概日リズムを有する。これまで交感神経系が優位で、体温が上昇する16時から18時の時間帯は運動パフォーマンスが高いことが報告されている。このことは、運動パフォーマンスが1日の中で変動し、加えて生体リズムに対応した応答を示すことを示唆している。一方、先行研究では、筋力のピーク時刻が異なること、ピーク時刻に大きな分散があることから、統一的な見解はなされていない。近年、1日の中における体温のピーク時刻は、従来のピーク時刻と比較して後退していることが報告された。このことは、生体リズムの後退に伴い、運動パフォーマンスのピーク時刻が後退している可能性を示唆している。体温や脊髄の興奮性のピーク時刻が後退し、このことが、運動パフォーマンスにおけるピーク時刻の後退を誘発しているものと捉えることができる。また、この変動には個人差が大きいことも報告されていることから、クロノタイプ毎に検討が必要であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、体温と神経・筋機能の日内変動におけるピーク時刻後退の関連性とそのメカニズムについて明らかにすることを目的として、以下の2点について解明する。

(1) 体温の日内変動におけるピーク時刻の後退が運動パフォーマンスに及ぼす影響

本研究は、体温の日内変動におけるピーク時刻後退と握力のピーク時刻後退が連動するものと仮説立て、日内変動における体温のピーク時刻後退による握力変化について明らかにすることを目的とした。

(2) 日内変動における脊髄の興奮性について

本研究は、夜型タイプの対象者は日内変動における脊髄の興奮性のピーク時刻が後退するものと仮説立て、日内変動における脊髄の興奮性についてクロノタイプ別に検討した。

3. 研究の方法

(1) 体温の日内変動におけるピーク時刻の後退が運動パフォーマンスに及ぼす影響

被験者は大学生821名であった。測定項目は、舌下温、握力、脈拍数、歩数とし、8時から24時まで2時間毎に計測した。事前に質問紙(MEQ-SA)からクロノタイプ(朝型夜型)を判別した。実験開始時刻は、8時、12時、16時とし、被験者が選択して決定した。食事時刻は設定したが、食事内容は任意とした。測定時間以外の身体活動は制限しなかったが、実験前日および実験当日の激しい運動は控えるよう指示した。解析は欠損値がない459名を対象とした。

(2) 日内変動における脊髄の興奮性について

被験者は大学生9名であった。測定項目は、舌下温、心拍数、自律神経系調節(HRV法)、H反射および誘発筋電図F波とした。測定時刻は、8時、12時、16時、20時とした。ヒラメ筋のH波およびM波は脛骨神経、短母指外転筋のF波は正中神経を手根部で経皮的に電気刺激し、活動電位を誘発した。脊髄の興奮性はH波振幅、F波出現率(1分間あたりの出現回数)、F波振幅、運動単位の動員閾値はloop time(M波とH波のPositive peakの時間間隔)から評価した。H波は20%Mmax強度時の振幅とし、最大M波で補正し、相対値で評価した。F波出現率は30回刺激中のF波出現回数から算出した。被験者は実験当日に実験室に集合し、十分な休息後に実験を開始した。食事時刻、食事内容は統一し、身体活動量は規制した。また、測定以外の時間は実験室で読書や座業をするよう指示した。

研究課題(1)、(2)共に吉備国際大学倫理審査委員会の承諾を得て実施した(15-23)。

4. 研究成果

(1) 体温の日内変動におけるピーク時刻の後退が運動パフォーマンスに及ぼす影響

本研究で用いたクロノタイプは、個人が1日の中で示す活動の時間的指向性を示している。本研究では、先行研究と同様、中間型を示す対象者が最も多く、約67%を占めた(図1)。

本研究における体温のピーク時刻は16.9±4.6時、握力のピーク時刻は16.4±4.1時であった。本結果のピーク時刻の平均値は先行研究と同様であり、体温と握力のピーク時刻は概ね一致した。本研究では、クロノタイプと体温、筋力のピーク時刻に関連性がみられるものと仮説を立て研究を進めたが、両者に関連性は認められなかった。

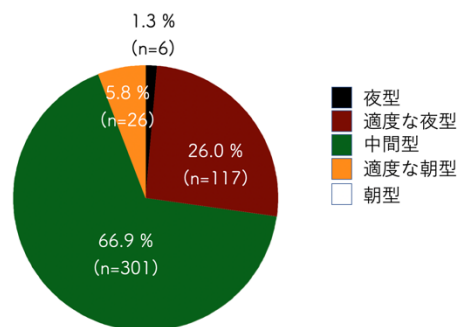
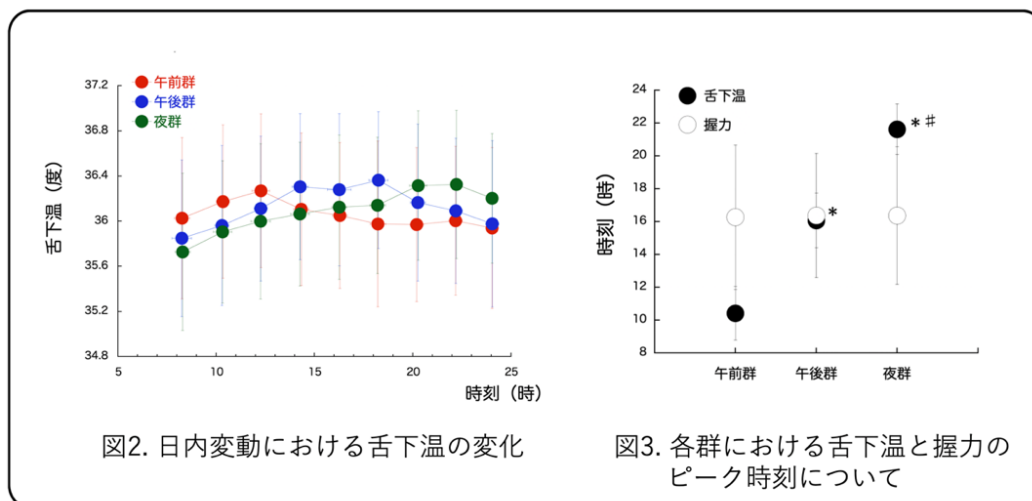


図1. 本研究におけるクロノタイプの分布

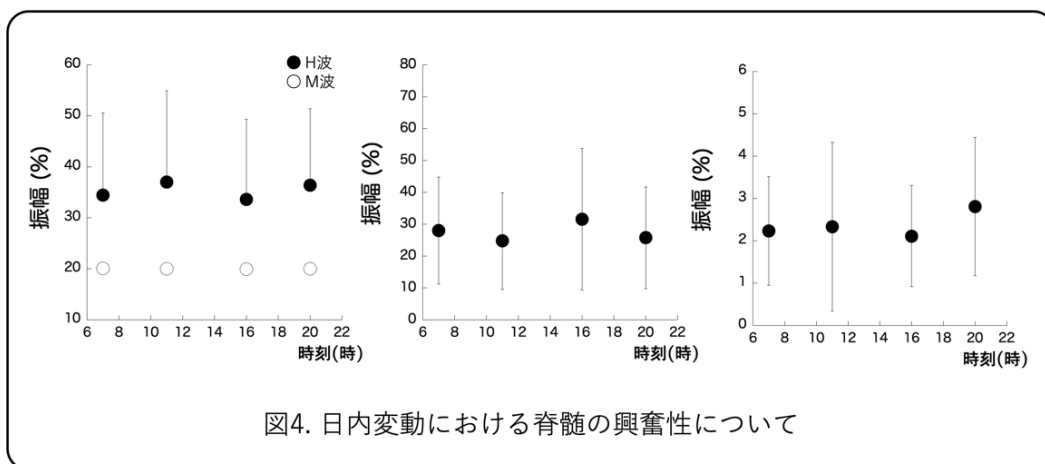
そこで、舌下温のピーク時刻が出現する時刻について、3群に分類（ピーク時刻が8時-12時：午前群（n=105）、14時-18時：午後群（n=177）、20時-24時：夜群（n=177））、し、検討した（図2、図3）。



体温のピーク時刻を基準に3群に分けて検討すると、午前群における体温のピーク時刻は10.4 ± 1.6時、午後群は16.1 ± 1.7時、夜群は21.6 ± 1.5時であり、各群間で有意差がみられた。このことは、対象者によって体温の日内変動パターンが異なることを示唆している。一方、握力のピーク時刻は3群間（午前群：16.3 ± 4.4時、午後群：16.4 ± 3.8時、夜群：16.4 ± 4.2時）で有意差は認められなかった。これらのことから、日内変動における体温および筋力は必ずしも連動しない可能性が示唆された。

(2) 日内変動における脊髄の興奮性について

本研究は、安静時のH反射および誘発筋電図F波に影響を及ぼすと考えられる生活活動強度を統制した。実験中の歩数は、407.1 ± 148.5歩であったことから、本研究で得られたパラメーターに身体活動量の影響は少ないと考えられる。時刻による体温変化に差は認められなかった。このことは、本研究において朝型および夜型の対象者が混合していることが要因であると考えられ、実験条件として妥当であったことを示している。



脊髄の興奮性の指標であるH波振幅、F波出現率およびF波振幅は、時間経過に対する有意な変化を示さなかった（図3）。この応答はクロノタイプ毎に検討しても同様であった。これらの結果は、クロノタイプと脊髄の興奮性の応答は必ずしも一致しない可能性を示唆する。

研究課題1および研究課題2の知見から、日内変動における体温と神経・筋機能の変動、クロノタイプ（朝型夜型）と日内変動における脊髄の興奮性は必ずしも一致しない可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 塩田稔樹, 山口英峰, 田中弘之.	4. 巻 26
2. 論文標題 運動実施時間の相違が入眠潜時および深睡眠に及ぼす影響.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 岡山体育学研究	6. 最初と最後の頁 11~18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishimura K, Yamaguchi H, Nagasaki K, Onodera S, Takamoto N.	4. 巻 5
2. 論文標題 Circannual variations in physiological response during unsteady-workload exercise	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cogent Medicine	6. 最初と最後の頁 1735~1742
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/2331205X.2018.1518653	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takahara T, Yamaguchi H, Seki K Murata M, Onodera S.	4. 巻 118
2. 論文標題 Effect of circulatory system response to motor control in one-sided contractions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 1773~1780
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00421-018-3907-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 山口英峰, 西村一樹, 高原皓全, 國佐菜, 玉里祐太郎, 関和俊, 小野寺昇
2. 発表標題 体温の日内変動と握力の関連性について
3. 学会等名 第75回日本体力医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高原 皓全 , 山口 英峰 , 関 和俊 , 小野寺 昇
2. 発表標題 異なる強度における等尺性筋収縮時の主観的末梢感覚変化
3. 学会等名 第84回日本体力医学会中国・四国地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高原 皓全 , 山口 英峰 , 関 和俊 , 小野寺 昇
2. 発表標題 低強度筋力発揮が感覚入力および運動出力調節に及ぼす影響
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Terumasa Takahara , Hidetaka Yamaguchi , Kazutoshi Seki , Sho Onodera
2. 発表標題 Effects of muscle contraction on subjective peripheral sensation and spinal excitability
3. 学会等名 24th Annual Congress of the European College of Sports Science
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関 和俊 , 高原 皓全 , 山口 英峰 , 小野寺 昇
2. 発表標題 握力の漸増漸減が力発揮調整能と誘発筋電図F波に及ぼす影響
3. 学会等名 第83回日本体力医学会中国・四国地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村一樹, 山口英峰, 小野寺昇, 長崎浩爾,
2. 発表標題 健康づくり教室に参加した高齢女性におけるクロノタイプ, 健康関連QOL, 歩数の関連性
3. 学会等名 第73回日本体力医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西村一樹, 玉里祐太郎, 山口英峰, 長崎浩爾, 小野寺昇, 高本登
2. 発表標題 若年者におけるクロノタイプと健康関連尺度の関係
3. 学会等名 第79回日本体力医学会中国・四国地方会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kazuki Nishimura, Hidetaka Yamaguchi, Koji Nagasaki, Sho Onodera, Noboru Takamoto
2. 発表標題 The relationship between timing of endurance exercises and physiological responses during evening and night-time sleep
3. 学会等名 22nd Annual Congress European College of Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 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
2. 発表標題 概日リズムに着目した健康づくり指針の作成と評価
3. 学会等名 第80回日本体力医学会中国四国地方会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関和俊, 村田めぐみ, 高原皓全, 山口英峰, 小野寺昇
2. 発表標題 運動実施時刻の違いがヒラメ筋H反射に及ぼす影響
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	高原 皓全 (Takahara Terumasa) (20641327)	吉備国際大学・社会科学部・講師 (35308)	
研究分担者	関 和俊 (Seki Kazutoshi) (30552210)	流通科学大学・人間社会学部・准教授 (34522)	
研究分担者	小野寺 昇 (Onodera Sho) (50160924)	川崎医療福祉大学・医療技術学部・教授 (35309)	
研究分担者	西村 一樹 (Nishimura Kazuki) (50550026)	広島工業大学・環境学部・准教授 (35403)	
研究分担者	村田 めぐみ (Murata Megumi) (40804969)	吉備国際大学・保健福祉研究所・準研究員 (35308)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------