

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11585

研究課題名(和文) 学生アスリートの睡眠の実態調査から最適な生活・睡眠習慣指針の基礎研究

研究課題名(英文) Basic research on optimal lifestyle and sleep habit guidelines from a survey of the sleep conditions for student athletes

研究代表者

小松 泰喜 (KOMATSU, Taiki)

日本大学・スポーツ科学部・教授

研究者番号：80436451

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、体内時計と普段のコンディショニング、さらに競技力向上との関係を調査することである。対象は寮生活を行っている男子陸上競技部23名とした。身体活動量と睡眠状態の把握の他、7名には簡易脳波計による睡眠構造の評価も実施した。学生アスリートの普段の学生生活について、競技活動とそれ以外の時間に行う身体活動を評価の対象とし、覚醒-睡眠パターンの計測から、概日リズムの変調と関連する活動-休息パターンについて探索的に研究を実施した。結果として練習以外の身体活動強度から、入眠時間、深い睡眠(デルタ波)の出現する時間(N3)の延長等、睡眠の質が上がるのが推察された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で使用した簡易脳波計測機器の計測精度の観点から、脳波センサーとしての性能を実証するため、結果から得られた成果は、社会的意義があるものと理解している。Brain Computer Interface (BCI) を日常生活で利用することを念頭においたこのような研究による精度の高いデバイスは、手軽さを利点に頭部の傷害の症状のモニタリングへの応用も見込めることから学術的な意味があるものと思われる。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to investigate the relationship between the physiological clock and normal conditioning, as well as improving competitiveness. The subjects were 23 men's athletics clubs living in the dormitory. In addition to grasping the amount of physical activity and sleep state, we also evaluated the sleep structure of 7 people using a consumer EEG device. Regarding the normal student life of student athletes, the evaluation targets are competition activities and physical activities performed at other times, from arousal-sleep pattern measurement to activities related to circadian rhythm modulation-rest patterns. The study was conducted. As a result, it was inferred from the intensity of physical activity other than practice that the mass of sleep increased, such as the time of falling asleep and the extension of the time (N3) at which deep sleep (delta wave) appeared.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：時差調整能 睡眠覚醒リズム 睡眠構造 深い睡眠 簡易脳波計 加速度計

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究の着想に至った経緯と準備状況

東京オリンピックパラリンピックを経て、競技スポーツを取り巻く国際化は、その公共性が求められ、言わばレガシーとしてその広がりにも注目を浴びている。例えばサッカーでは、欧州で活躍する選手が日本代表チームに招聘され、欧州でのリーグ戦の狭間に帰国し、スケジュールに多くの制約が生まれ、厳しい移動を余儀なくされている。また、競技特性に応じ、高地でのトレーニングや指導者を求め海外に練習拠点を置く選手も少なくない。そこで大きな問題となってくるのが時差である。一般的にスポーツに関わる身体活動は、正午から午後10時頃までに試合や練習が行われることが多いとされる。しかし、ジュニア期からシニア期に向かう学生アスリートは学生生活の中でそれが身につかず、時間帯や時差に無頓着である。学生アスリートにとって、いつでも試合会場である現地の時間帯でベストタイムやベストコンディションで向かえることが理想である。学生アスリートの睡眠-覚醒リズムに対する時差調整には、高度な専門的知識が必要と考える。特に、学生アスリートは運動を高次に制御するために必要な要素が備わっており、それが研ぎ澄まされた知覚能力によって独特の感性で動きや行動の制御を表現している。

申請者は、高齢者を中心に、睡眠時間が減少することや、睡眠時の中途覚醒、早朝覚醒など体内時計の変調により引き起こされる睡眠-覚醒リズムの乱れが転倒・骨折などの種々の事故を生み、ひいては認知機能の低下と関連することを示唆してきた。まさに加齢変化による種々の事象の発生と睡眠-覚醒リズムの不規則化による競技パフォーマンスの低下は、心身の健康問題の視点で捉えると共通した点が多いことに気づく。

したがって競技力の向上と新たな対応策の構築の観点から、心身の健康の保持増進効果を明らかにすることにより、生活習慣として従来から重視されている睡眠に焦点をあて、その詳細について検討することは、専門とする競技スポーツにおいても重要であることが理解できる。

(2) 関連する国内外の研究動向と本研究の位置づけ

覚醒-睡眠パターンを評価するために手首に装着する加速度センサーを用いて、概日リズムの変調[1]と関連する活動-休息パターン[2]を可視化することは可能である。また、睡眠時の瞬時心拍数(RR間隔)を用い、加速度センサーでは評価できない微細な中途覚醒を評価している点では、探索的な性質が認められている[3]。本研究の結果においては、睡眠の時間帯、太陽光の日周(明暗リズム)との関係についても検討し、睡眠習慣による心身の健康や高次の脳機能への影響からハイパフォーマンスとして競技力を向上させるだけでなく、学生アスリートの負担を減らし、ケガや故障を防ぐ重要な役割があることを明らかにする点が研究としての核心を捉えていると言える。

[1] Kushida CA, et al.; Comparison of actigraphic, polysomnographic, and subjective assessment of sleep parameters in sleep-disordered patients. *Sleep Med.* 2001 Sep;2(5):389-96.

[2] Nakamura T. et al. (2008) Of mice and men—universality and breakdown of behavioral organization. *PLoS One* 3: e2050.

[3] Fumiharu Togo. et al.; Electroencephalogram Characteristics of Autonomic Arousals During Sleep in Healthy Men *Clin Neurophysiol.* 2006 Dec; 117(12): 2597–2603.

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的

学生アスリートの睡眠時間、睡眠時間帯を含む睡眠習慣の実態を把握し、「時計(体内時計)」が刻む約24時間のリズム(概日リズム)の変調が、コンディショニングや競技スポーツの成績へ影響を及ぼしているかを調査する。具体的には、睡眠時間、睡眠時間帯を含む睡眠習慣とアスリートの生活、習慣や心身の自覚症状との関連、アスリートの日々の睡眠時間、睡眠時間帯、概日リズム等の心身の自覚症状の詳細な実態やダイナミクス、時差の影響による太陽光の日周(明暗)リズムと脳と心の健康保持増進に最適な睡眠時間帯を明らかにし、学生アスリートの生活習慣と心身の健康について「学生生活ガイドライン」としてまとめ、アスリートの海外遠征における負担を減らし、競技スポーツの発展に寄与することである。

3. 研究の方法

初年度の調査研究では当初、体温の変動を中心に競技力に関して、より厳密な方法で調査・研究を開始する予定であった。令和2(2020)年度も含め、種々の移動制限による研究遂行への妨げがあったものの、時差調整能について、学生アスリートの普段の学生生活から競技活動とそれ以外の時間の過ごし方等についてのベースライン調査を中心に実施した。

中でも、覚醒-睡眠パターンと概日リズムの変調と関連する活動-休息パターンについて探索的に研究を実施した。また、ピッツバーグ睡眠質問票、CES-D、MEQ、BRUNEL気分尺度などを指標として採用し、さらに詳細な実態調査ができ、日常生活の実態や今後の追跡調査についての研究が迅速に進められる準備ができたことと理解している。一方で、実態調査対象者選定による追

跡調査や可視化されたパラメータの解析は十分でなく、海外遠征等が実施できていないことから、移動地で最初に発生する短時間睡眠時間は競技スポーツ部ごとに年間の試合、遠征、合宿等が不安定な日程で行われ、各競技スポーツ部との連携が取りにくい状況にあった。幸い、特定の競技スポーツ部との連携から、研究実施は問題なく行うことが可能であった。その中心は、陸上競技部の学生アスリートを中心とし、国際試合を行う際のいわゆる「時差ぼけ」対策を想定し、覚醒 - 睡眠パターンと概日リズムの変調の実態を把握し、体内時計と外界の明暗周期の位相がどの程度コンディショニングや競技スポーツの成績に影響を及ぼしているかを調査することとした。そのため、コンディショニングや競技成績だけでなく、パフォーマンスへの影響に関して、正確な実験が必要であったが、合宿所での睡眠実験を実施し、疑似的に睡眠環境を含めた生活環境を一定に保つこととした。

初年度および令和2年度に実施したベースライン調査では、実態調査対象者の選定、日常生活実態調査、追跡調査から構成した。測定対象者は、本研究に参加の同意が得られた日本大学の学生である。大学のアスリートコースに所属し、競技スポーツを広く学修している学生で、国内競技団体等から何らかの支援を受けているものを対象とした。研究プロトコルは、ベースライン調査として学生アスリートの日常生活実態調査のほか、睡眠時間、睡眠時間帯を含む睡眠習慣と生活習慣や心身の自覚症状に対する以下の調査を実施した。日常生活実態調査として日常生活時の睡眠-覚醒パターン、身体活動、眠気、気分等を記録した。以下にその内容を示す。

1. 質問紙調査：通常の睡眠習慣についてはピッツバーグ睡眠質問票日本語版（PSQI Pittsburgh Sleep Quality Index）を、気分や感情の状態についてはアスリート向けの BRUMS(Brums Mood Scale) 気分尺度の他、うつ病自己評価尺度 CES-D（The Center for Epidemiologic Studies Depression Scale）を使用した。
2. 覚醒-睡眠パターン：アメリカスポーツ医学会（ACSM）でスタンダードな加速度計として使われている精密度の高い活動量計のひとつである3軸加速度計（wGT3X-B アクチ・ジャパン）を非利き手に1週間装着した。加速度計は水中活動（入浴や水泳）を除き1日中装着させ、1日の装着時間が10時間以上であることを確認し、その日のデータとして採用した。
3. 睡眠時間（22時～6時）と練習中の身体活動量はデータから除外し、身体活動量と睡眠の解析には、生活リズムとしてx・y・z方向の加速度から合成成分を算出した。時間で積分し24時間の総力積（kgm/day）と歩行を身体活動の量的指標とし、1日の中の臥位・座位・立位の時間を身体活動の質的指標とした。また、睡眠の指標として、総睡眠時間（就床時刻から起床時刻までの時間）の他、中途覚醒時間（就寝時刻から起床時刻までの間の覚醒時間）、睡眠効率（全就床時間に対する総睡眠時間の割合）、入眠潜時（入床後睡眠に至るまでの時間）などを抽出した。1週間の測定値の平均をデータとして使用し、覚醒 - 睡眠パターンと概日リズムの変調と捉えることにした。

令和3年度には、日常生活実態調査、追跡調査を行った。日常生活実態調査のモニタリングを継続実施するとともに、追跡調査の継続、データ解析を実施する。測定対象者は、ベースライン調査と同様の調査を同じ対象者に実施するが、特に質問紙調査によるピッツバーグ睡眠質問票日本語版（PSQI Pittsburgh Sleep Quality Index）の睡眠習慣、腕時計型加速度計により覚醒-睡眠パターンによる概日リズムの変調から、関連する活動-休息パターンが乱れているもの対象者に脳波計にて、睡眠脳波の分析と睡眠の質やリズムを正確・客観的な評価を行った。

1. 日常生活実態調査：前年度同様に年間を通じて2週間程度の計測・測定期間を設け、データの取得を実施した。
2. 簡易脳波計解析：小型脳波計による対象者の測定に加え、遠征前に睡眠時の脳波の測定を実施し、脳と心の健康の保持増進に最適な睡眠時間帯との乱れや障害についても評価を行った。
3. データ解析：睡眠の量、質、時間帯について、日々の変動を検討する。時系列データの解析には、平日と試合や遠征の多い休日での睡眠がその後の眠気、疲労、気分、心臓自律神経調節機能、体温の24時間リズムに及ぼす影響について調査を行った。また、当該年度には脳波計での測定も実施しており、睡眠脳波の周波数解析には脳波の特徴量を算出し、そのデータから睡眠深度を算出する方法について検討を行った。

このように、睡眠の実態調査から得た結果と睡眠脳波による質的評価を加え、学生アスリートの生活習慣と心身の健康についての学生生活ガイドラインをまとめることとした。

4. 研究成果

(1) 研究の結果

3軸加速度計を装着した対象者（表1）の結果から、総力積（kgm/day）が増加すると中途覚醒時間（min/day）が減少する

表1 対象者の身体的特徴

	1年(11名)	2年(9名)	3年(18名)	4年M1(8名)	全体(46名)
身長(cm)	178.5±3.6	174.7±10.9	175.4±6.9	175.1±8.8	175.9±7.5
体重(kg)	67.9±4.0	69.3±15.9	75.7±19.7	68.8±9.2	71.4±14.9
BMI(kg/m ²)	21.3±1.3	22.5±3.1	24.4±5.3	22.3±1.6	23.0±3.9

ことが示唆された（図1）。厚生労働省が提示した成人平均睡眠時間6時間以上8時間未満より、総睡眠時間6時間以下と総睡眠時間6時間以上を分けた総力積（kgm/day）では平均値との間に差が見られず、ピッツバーグ睡眠質問票以外の質問紙にも差は認められなかった。また、

陸上競技マガジン（日本陸上競技連盟機関誌）より陸上競技ランキング上位100に入っている選手をA群、上位100以外の選手をB群とし、2群間での比較検討を行った。身体活動の量的指標とした、総力積（kgm/day）の平均では、2群間間に有意な差がなく、METs（メッツ）の平均値との間にも有意差は認められなかった。一方、総睡眠時間の平均は2群間間に有意な差があるものの、その他の平均値との間には差が認められなかった。CES-D 質問紙の平均ではB群がうつ状態を疑うラインを超えており、2群間の平均値との間に差が見られた（図2）。BRUNEL 気分尺度の平均は Anger（怒り） Confusion（混乱）

Depression（うつ気分） Fatigue（疲労）の4つの項目で2群間の平均値に差が見られた（図3）。全対象者から得た質問紙の結果からピッツバーグ睡眠質問票の平均値は5.24±2.63であり、ピッツバーグ睡眠質問票の各コンポーネントの結果から睡眠の質、日中覚醒困難の点数が高かった（図4）。また、PSQIG>5.5の基準に基づいて「睡眠障害あり」と判定された人の割合は、37.0%であった。

令和3年度には、質問紙調査によるピッツバーグ睡眠質問票日本語版（PSQI Pittsburgh Sleep Quality Index）の睡眠習慣、腕時計型加速度計により覚醒-睡眠パターンと概日リズムの変調から、関連する活動-休息パターンが乱れているもの対象者に脳波計にて、睡眠脳波の分析と睡眠の質や構造について正確・客観的な評価を行った。練習以外の身体活動強度から、入眠時間、深い睡眠（デルタ波）の出現する時間（N3）の延長等、睡眠の質が上がる事が推察された。これにより元々の明暗周期への同調の安定が外傷などケガ・故障に影響があることが示唆された。

(2) 考察とまとめ

今回の研究では大学生アスリートの身体活動量と睡眠の関係性や、生活リズムから精神・心身への影響について検討を行った。三軸加速度計によって日常生活での身体活動の計測から、睡眠との関係において、総力積（kgm/day）が増加することにより中途覚醒時間は減少する傾向（ $r^2 = -0.309$ ）が認められた。このことから、練習時間以外の時間に身体を動かすことが、睡眠の質が上がる事が推察された。その他、総睡眠時間の検討では、6時間以上の群と6時間以下の群の2群間での比較検討において、総力積（kgm/day）の平均値に有意な差は認められなかった。競技力の高い上位群と下位群に分けた2群間では、身体活動量には差が認められなかったが総睡眠時間とCES-Dの平均値、BRUNEL 気分尺度の4項目に有意な差が認められた。このことから上位群は睡眠6時間以上を確保できており、気分が安定していることが示唆された。競技成績を残すには睡眠時間を十分に確保することと気分の安定性が大切であることが推察された。岸ら（2019）の報告によれば、睡眠が改善され気分も高まる傾向にあることが報告されており、

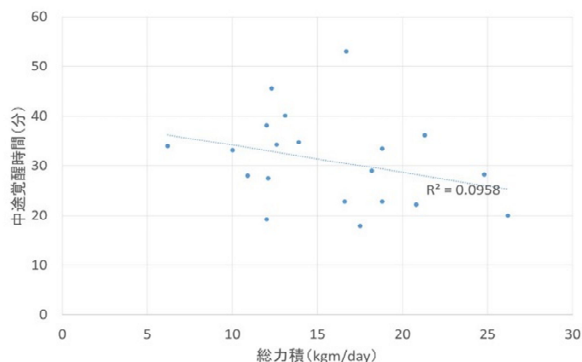


図1 総力積と中途覚醒時間

x・y・z方向の加速度から合成成分を算出した。時間で積分し24時間の総力積と就寝時刻から起床時刻までの間の覚醒時間である中途覚醒時間の関係を示す。

全対象者から得た質問紙の結果からピッツバーグ睡眠質問票の平均値は5.24±2.63であり、ピッツバーグ睡眠質問票の各コンポーネントの結果から睡眠の質、日中覚醒困難の点数が高かった（図4）。また、PSQIG>5.5の基準に基づいて「睡眠障害あり」と判定された人の割合は、37.0%であった。

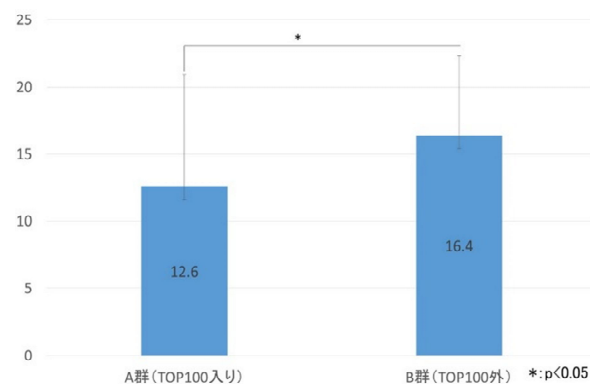


図2 ランキング上下位群でのCDE-Dの比較

各項目を4段階（めったにまたは全くない、いくらかまたは少しはある、ときどきまたはかなりある、たいていまたはいつもある）で評価し、高得点（満点60点）ほど抑うつ傾向が高い。

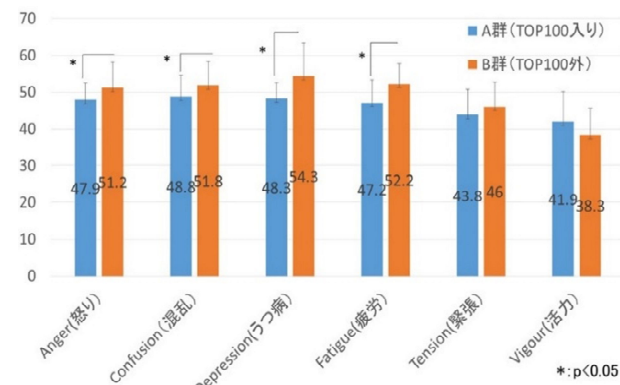


図3 ランキング上下位群でのBRUNEL 気分尺度の比較

各項目を5段階（0:全くない 1:少しある 2:まあまあある 3:かなりある 4:非常に多くある）で評価を行った。

上位群は睡眠6時間以上を確保できており、気分が安定していることが示唆された。競技成績を残すには睡眠時間を十分に確保することと気分の安定性が大切であることが推察された。岸ら（2019）の報告によれば、睡眠が改善され気分も高まる傾向にあることが報告されており、

逆に、慢性的な睡眠不足状態は、身体・心理状態の悪化を招き、身体的パフォーマンスの低下につながると示したと一致する結果となった。

全対象者から得た質問紙の結果から、ピッツバーグ睡眠質問票の各コンポーネントの結果より、睡眠の質自体に問題があるのではなく、睡眠時間が十分に確保されていないことが問題であること、また不十分な睡眠時間により睡眠の質を悪いと感じるといった悪影響につながっていることが考えられた。すなわち、小田ら(2011)の報告によれば「運動習慣をもつ大学生に入眠困難などの問題はないものの、睡眠時間が不十分であると感じている学生が多い」という研究と一致した。

睡眠効率の平均値から2年生以下と3年生以上との間に有意な差が認められた。起床時刻では低学年ほどおよそ1時間10分早く起床していることから、学年が上がるにつれ睡眠効率が悪くなるのが推測され、大学生活に対する慣れが生じることや、新たに取得する履修単位が減少することに伴い、時間的拘束が少なく起床時刻の後退や、それに伴い睡眠効率が悪くなるのが考えられた。

CES-D 質問紙の平均値は学年が上がるにつれて点数が高くなる傾向がある。また、BRUNEL 気分尺度の平均値も低学年より高学年が大きいものが多かったことから、睡眠効率と気分には関係性があると推察された。これは本研究期間が後期であったため学校や、寮生活になれていたこと、3年生以上は大学卒業後などについて考える大事な期間であり不安があったと推測された。

尚、今後は学生アスリートの生活習慣と心身の健康についての学生生活ガイドラインをまとめることとしているが、さらなる基礎的データの蓄積も含め、実際の時差調整能を見据えた研究方法の再構築を検討し、研究課題の遂行を計画している。

【文献】

岸哲史(2019),睡眠とトレーニング,Sportsmedicine,214.

小田史郎(2011),大学アスリートの睡眠と生活習慣に関する研究,北翔大学生涯スポーツ学部研究紀要,2,11-18.

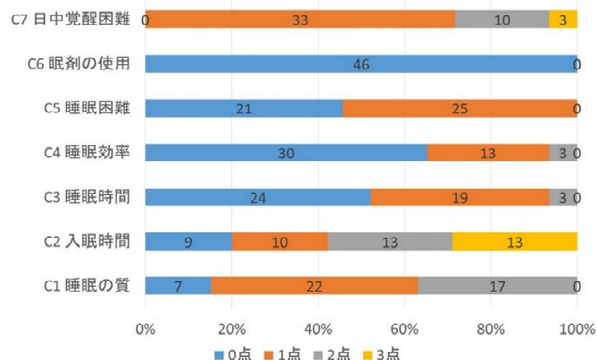


図4 ピッツバーグ睡眠質問票の眠質問票の各コンポーネント

各コンポーネントに0~3点を配点し、合計点(global clinical score)により高得点であるほど睡眠の質は悪くなる。

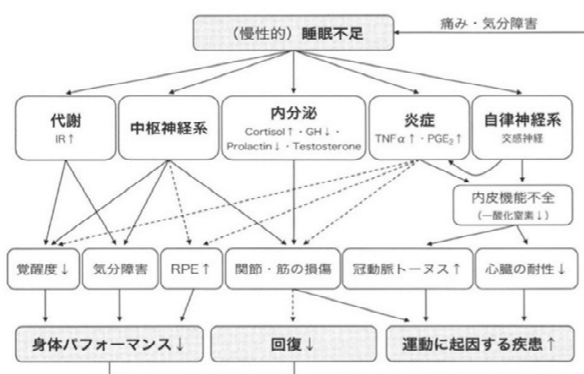


図5 睡眠不足が運動パフォーマンスに及ぼす影響(岸,2019より引用)

GH:growth hormone(成長ホルモン),IR:insulin resistance(インスリン抵抗性),PGE₂:prostaglandin E₂,PRE:rating of perceived exertion(自覚的運動強度),TNFα:tumor necrosis factor alpha(腫瘍壊死因子)、実線矢印:関連あり、破線矢印:恐らく関連あり

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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	岸 哲史 (Kishi Akifumi) (70748946)	東京大学・大学院教育学研究科(教育学部)・助教 (12601)	
研究分担者	東郷 史治 (Tougou Fumiharu) (90455486)	東京大学・大学院教育学研究科(教育学部)・教授 (12601)	

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