

平成 30 年 6 月 29 日現在

機関番号：82632

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350827

研究課題名(和文)アスリートの睡眠の問題の改善に関する研究

研究課題名(英文)Studies on improvement of sleep in elite Japanese athletes

研究代表者

星川 雅子(Hoshikawa, Masako)

独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター・スポーツ研究部・前任研究員

研究者番号：60284923

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：(1)アスリートの睡眠の現状と、アスリートの睡眠の質に関連する事柄を明らかにすることを目的に、819名の日本人トップアスリートを対象に質問紙調査を行った。その結果、5項目が睡眠の質と関係していることが明らかとなった。(2)高地・低酸素環境での睡眠の簡易な評価法を検討する目的で、低酸素環境下での終夜睡眠脳波、アクチグラフ記録、シートセンサーでの体動・呼吸記録、末梢の血流変化からの睡眠時無呼吸・睡眠段階評価を同時に行った。睡眠/覚醒の評価はアクチグラフ、シートセンサーのほうが終夜睡眠脳波の測定値に近かった。(3)高照度光照射、ラメルテオン服用、睡眠スケジュール調整を行う時差調整の効果を確認した。

研究成果の概要(英文)：To clarify the prevalence of poor sleep quality and its associated factors among elite Japanese athletes, the questionnaire study was conducted. Twenty-eight percent of the athletes were classified as poor sleepers. Their poor sleep quality was associated with five factors.

To examine a simple evaluating system of the sleep under hypoxia, we compared among the data from polysomnography, actigraphy, sheet-sensor, and peripheral-artery-tonometry. Though the convenience that peripheral-artery-tonometry can pick up respiratory disturbances under hypoxia, sleep/wake identification from the actigraph and the sheet-sensor were similar from the polysomnograph.

To evaluate the effects of pre-flight circadian phase-shifting approach on sleep after eastward transition, two athletes gradually advanced their sleep–wake schedules, took ramelteon 5.5 h before their bedtimes, and were exposed to bright light in the early morning. The approach improved their sleep in the destination areas.

研究分野：運動生理学

キーワード：アスリート 睡眠

1. 研究開始当初の背景

申請者が勤務する国立スポーツ科学センターは、国際競技力向上を目的に、日本のトップアスリートのサポートを行っている。世界の競技レベルは年々向上し、アスリートのトレーニングも高度化・高ボリューム化している。優れたアスリートであっても、計画通りのトレーニング・練習を積みなかつたり、コンディションを崩してしまつたりすると、オリンピック等の大きな大会で勝てない状況になってきた。睡眠はコンディションを整えるのに有効な生活行為の一つであり、質の良い睡眠を十分な時間とることが、疲労回復のために重要と考えられる。

2013年までに申請者は、常圧低酸素環境を用いて、標高と睡眠の質との関係 (Hoshikawa et al., J. Appl. Physiol., 2007, Eur. J. Sport Sci., 2010)、換気の化学感受性と低酸素環境下での睡眠の質との関係 (Hoshikawa et al., Eur. J. Sport Sci., 2012)、低酸素環境下での睡眠の質の適応過程 (Hoshikawa et al., J. Strength Cond. Res., 2013) を調べてきた。これらの研究によって、アスリートでは標高 2000m 以上では徐波睡眠と呼ばれる深い睡眠が減ること、6 連泊した場合には常酸素環境での睡眠と同程度まで適応できる可能性があることが明らかとなった。

これら一連の研究は一定の成果を挙げることができた。しかし手法として用いたポリソムノグラフィ記録では、記録の際に被検者にストレスがかかるほか、分析に長時間を要するため、数多くの被検者を対象に睡眠を調べ、アドバイスをを行うことは難しかった。

また、国立スポーツ科学センターで実施した質問紙調査や選手サポート業務の中で、普段の睡眠の質、昼間の眠気の強さに関して、問題のないアスリートは約半数であること (星川ら, 2015)、多くのアスリートが海外遠征時に体調不良を感じながらも有効な時差調整法を体得できていないことなどがあきらかとなっていた。

2. 研究の目的

本研究は、3 つの研究で構成した。それぞれの研究の目的は下記であった。

- (1) 普段のアスリートの睡眠の質の良し悪しと関連する項目を明らかにすること
- (2) 高地・低酸素環境での睡眠評価を簡便にできる方法を検討すること
- (3) 海外遠征時の睡眠障害の軽減に役立つ方法を検討すること

3. 研究の方法

(1) アスリートの普段の睡眠の質と関連する項目についての調査

第 17 回仁川アジア大会 2014 代表候補者の

うち 20 歳以上のアスリート 891 名に対し、睡眠に関する質問紙調査を行い、91.7% に相当する 817 名から欠損値を含まない有効な回答を得た。調査内容は、ピッツバーグ睡眠質問票、エプワース眠気尺度、二質問法、海外遠征頻度、睡眠衛生項目であった。

各パラメータについてアスリート全体の平均値と度数分布、競技種目別にみたアスリートの床内時間平均値を調べたほか、睡眠の質の良否 (ピッツバーグ睡眠質問票のグローバルスコア 5.5 未満か否か) と各パラメータのロジスティック相関を調べた。

(2) 高地・低酸素環境での睡眠評価

本研究は 2 つの実験から構成した。

1 つ目の実験の被検者は男性 7 名であった。彼らは、電極を付けて眠ることに慣れるため常酸素環境で 1 泊した後、常酸素環境で 5 泊、標高 2,000m 相当の低酸素環境で 5 泊した。そして各環境での 1 泊目と 5 泊目にポリソムノグラフィを記録した。

2 つ目の実験の被検者も 7 名の男性であった。彼らが常圧低酸素環境 (3,000m 相当) で睡眠中の睡眠パラメータを、ポリソムノグラフィ (Polymate, TEAC 社製)、非接触型シートセンサー (眠り Scan, パラマウントベッド)、アクチグラフ (アクチウォッチ, Minimitter 社製)、末梢血流量の変動から推測する方式 (ウォッチパッドユニファイド, フィリップス スレスピロニクス社製) で同時計測し、算出される睡眠と呼吸のパラメータを比較した。

(3) 海外遠征時の睡眠障害の軽減に役立つ方法の検討

この研究は、1 つの実験と 1 つの調査で構成した。

実験では、リオデジャネイロへ遠征したアスリート、時差 7 時間のヨーロッパの国へ遠征したアスリート、時差 9 時間のアメリカ合衆国の都市へと遠征したアスリートに対し、高照度光、ラメルテオン服用、睡眠スケジュールのシフトを用いた時差調整を事前に行った場合と行わなかった場合について、各遠征先での睡眠障害の程度を比較した。渡航前の時差調整は、出発の 4 日前に開始した。

リオデジャネイロ遠征および時差 7 時間のヨーロッパの国へ遠征の場合、初日は 21 時、2 日目は 21 時 30 分、3 日目は 22 時、4 日目は 23 時から高照度光 (ブライトライト ME+Pro, オーバーザトップ社) を 50cm の距離で 1 時間照射し、初日は 23 時 30 分、2 日目は 0 時、3 日目は 0 時 30 分、4 日目は 2 時に就寝させた。ラメルテオンは、出発日の 11 時前後に 1 錠 (8mg) 服用させ、それ以降 3-4 日間、遠征先の夜 10-11 時頃あるいは就寝前に服用させた。時差 9 時間のアメリカ合衆国の都市へと遠

征の場合、調整は出発前の日本国内でのみ行った。初日は、18時にメラトニンアゴニスト（ラメルテオン 8mg錠を1/2錠）服用、23時に就寝、翌朝6時に起床、その直後に1時間高照度光（ブライトライト ME+Pro、距離約50cm）照射を行った。そして、その後3日間、全てのスケジュールを30分ずつ早めた。～

すべてにおいて、航空機内では、遠征先の夜の時間にあわせて睡眠させた。

質問紙調査は、(1)アスリートの普段の睡眠の質と関連する項目についての調査と同時にを行った。第17回仁川アジア大会2014代表候補者（20歳以上）891名のうち有効回答者は771名、その中で、「海外遠征を行う」と回答した687名分のデータを分析に供した。

質問紙は、海外遠征の頻度、時差の影響による体調不良で困ることの有無、時差のある国へ渡航する際の対策内容、薬・サプリメント利用の有無という調査項目で構成した。

4. 研究成果

(1)アスリートの普段の睡眠の質と関連する項目についての調査

本調査の結果、トップアスリートの床内時間の平均値は7時間29分であった。ピッツバーグ睡眠質問票のグローバルスコアが5.5以上を示したアスリートの数・比率は、229名（28.0%）であり、これらのアスリートは睡眠の質が“良くない”と評価された。そして、ロジスティック相関解析の結果、睡眠時無呼吸症候群のような睡眠障害よりも、心理（“抑うつ的な気分” “ベッド・布団のなかで悩み事をする”）や睡眠衛生（“床内時間の短さ” “就寝前の電子機器の使用” “朝食をとる習慣”）が、睡眠の質と強く関連することが明らかになった（Hoshikawa et al., Sports Medicine-Open, 2018）。

(2)高地・低酸素環境での睡眠評価

1つ目の実験では、標高2,000m相当の低酸素環境に5連泊したときの睡眠の質の適応を調べた。常酸素環境では、1泊目と5泊目で、睡眠の質、呼吸に変化はみられなかった。低酸素環境では、1泊目に睡眠中の低呼吸/無呼吸が増え、動脈血酸素飽和度が90%を下回る時間が増加し、深い睡眠が減少したが、5泊目には低呼吸/無呼吸の増加・動脈血酸素飽和度が90%を下回る時間が軽減し、徐波睡眠も常酸素環境と差がみられなくなった。これらの結果は、標高2,000m相当の低酸素環境での睡眠の質は、5泊のあいだに呼吸の適応とともに改善されることを示唆するであろう。

2つ目の実験では、複数の手法による睡眠評価を比較した。床内時間から睡眠潜時と中途覚醒時間を差し引いた総睡眠時間はポリソムノグラフィで415.1±39.4分、アクチグラ

フで424.0±48.8分、非接触型シートセンサーで434.7±46.3分、末梢血流量の変動から推測する方式で477.5±50.3分であった。PSGと他の計測法との間に有意な差はなかったが、ポリソムノグラフィ以外の方法間では、非接触型シートセンサーと末梢血流量の変動から推測方式との差が有意であった（ $p<0.05$ ）。睡眠効率は、ポリソムノグラフィで91.5±3.5%、アクチグラフで93.7±6.9%、非接触型シートセンサーで93.3±6.1%、末梢血流量の変動から推測方式で84.4±9.2%であった。PSGと末梢血流量の変動から推測方式との差は危険率5%の有意水準には届かなかったが、全員、後者のほうが低い値を示した（ $p<0.10$ ）。この実験で用いた方法のなかで、ポリソムノグラフィと睡眠深度の評価の比較が可能なのは、末梢血流量の変動から睡眠の質を推測する方式のみであった。両測定法で調べた睡眠段階のカップ係数は0.51±0.13（0.285～0.656）であり、一致度はModerateと評価された。

このことから、末梢血流量の変動から推測方式では、高地・低酸素環境で誘発される睡眠時無呼吸/低呼吸をモニターできるという利便性はあるものの、睡眠の質の評価という点では、アクチグラフや非接触型シートセンサーでの睡眠/覚醒評価のほうがポリソムノグラフィに近い形で評価しやすいと考えられた。

(3)海外遠征時の睡眠障害の軽減に役立つ方法の検討

高照度光照射、ラメルテオン服用、睡眠スケジュールを用いた時差調整の効果を検証する実験では、次の人数のアスリートの協力を得た。リオデジャネイロ遠征（コントロール群6名、時差調整群5名）、時差7時間のヨーロッパ遠征（コントロール群7名、調整群6名）、時差9時間のアメリカ合衆国都市遠征（2名：コントロール条件、時差調整条件ともに参加）

リオデジャネイロ遠征では、時差調整群のほうが、遠征先での睡眠潜時が短く、睡眠効率が高く、翌朝の疲れの残り具合が小さいという結果が得られた。時差7時間のヨーロッパ遠征では、睡眠潜時は群間で差がなかったが、時差調整群のほうが遠征2日目から5日目の睡眠効率が日本（ベースライン）に近かった。時差9時間のアメリカ合衆国の都市への遠征では、時差調整を行ったほうが、睡眠効率が、体動のない時間の比率が高く、不眠感や翌朝の疲労の残り具合が緩和された。以上の結果から、高照度光照射、メラトニン服用、睡眠スケジュールを用いた時差調整は、遠征先での睡眠障害の軽減に有効であり、特にアメリカ合衆国など東側の国の都市へ遠征する場合や、リオデジャネイロのように時差の大きい都市へ遠征する場合に、その効果が

顕著であると考えられた。

<引用文献>

Hoshikawa M, Uchida S, Ganeko M, Sumitomo J, Totoki M, Kojima T, Nakamura Y, Kawahara T. Sleep quality under mild hypoxia in men with low hypoxic ventilatory response. *Eur J Sport Sci.* 2014; 14(S1): S205-S212.

Hoshikawa M, Uchida S, Sugo T, Kumai Y, Hanai Y, Kawahara T. Changes in sleep quality of athletes under normobaric hypoxia equivalent to 2,000-m altitude: a polysomnographic study. *J Appl Physiol.* 2007; 103: 2005-2011.

Hoshikawa M, Uchida S, Sugo T, Kumai Y, Hanai Y, Kawahara T. Sleep quality in athletes under normobaric hypoxia equivalent to 1500 m altitude: a polysomnographic study. *Eur J Sport Sci.* 2010; 10(3):191-198.

Hoshikawa M, Suzuki Y, Oriishi M. Effects of normobaric hypoxia equivalent to 200-m altitude on sleep and physiological conditions of athletes: A study using sheet-type sensor. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(8): 2309-2313.

星川雅子,内田直,藤田淑香.日本人トップアスリートを対象とした睡眠習慣に関する質問紙調査. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2015; 23(1):74-87.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

Hoshikawa M, Uchida S, Dohi M. Effect of pre-flight circadian phase-shifting approach on sleep variables after 9 timezone eastward transition: a case report. *Sleep Biol Rhythms.* 査読有, 2018; e-pub ahead of print
DOI 10.1007/s41105-018-0162-x

Hoshikawa M, Uchida Y, Hirano Y. A subjective assessment of the prevalence and factors associated with poor sleep quality amongst elite Japanese athletes. *Sports Med-Open.* 査読有, 2018; 4(10).
DOI 10.1186/s40798-018-0122-7

星川雅子,内田直,平野裕一.日本人トップアスリートの海外遠征とコンディショニング-質問紙調査の結果から-. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 査読有, 2017; 25(3):435-444.

Hoshikawa M, Uchida S, Osawa T, Eguchi K, Arimitsu T, Suzuki Y, Kawahara T.

Effects of 5 nights under normobaric hypoxia on sleep quality. *Med Sci Sport Exerc.* 査読有, 2015; 47(7): 1512-1518.
DOI 10.1249/MSS.0000000000000569

[学会発表](計9件)

星川雅子,内田直,土肥美智子.高照度光とメラトニンアゴニストを用いたアスリートの時差調整-時差12時間のブラジル・リオデジャネイロへの遠征の事例-.第28回日本臨床スポーツ医学会学術集会,2017年11月,東京.

星川雅子,内田直,平野裕一,土肥美智子.国立スポーツ科学センターにおける睡眠研究とアスリートへのサポート. *日本睡眠学会第42回定期学術集会(招待講演)*,2017年7月,神奈川.

星川雅子,内田直,土肥美智子.時差調整と睡眠.第13回JISSスポーツ科学会議,2016年11月,東京.

星川雅子.アスリートの睡眠.第13回JISSスポーツ科学会議,2016年11月,東京.

星川雅子,内田直,平野裕一.日本人トップアスリートの睡眠習慣. *日本睡眠学会第41回定期学術集会*,2016年7月,東京.

星川雅子,内田直,平野裕一.アスリートの睡眠習慣に関する追跡調査.-質問紙調査の結果から-. *日本体育大学第66回大会*,2015年8月,東京.

星川雅子,内田直,土肥美智子.高照度光とメラトニンアゴニストを用いたアスリートの時差調整.-時差9時間のアメリカ合衆国都市への遠征者2名の事例-. *日本睡眠学会第40回定期学術集会*,2015年7月,栃木.

星川雅子,内田直. JISSにおける低酸素環境下での睡眠研究. *第18回高所トレーニング国際シンポジウム2014(招待講演)*,2014年10月,東京.

星川雅子,内田直.睡眠の視点からみたコンディショニング. *トップアスリートにおけるコンディショニング~JISSの取り組みを中心に~.* 第69回日本体力医学会(招待講演),2014年9月,長崎.

[資料](計2件)

星川雅子,内田直. *日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター,アスリートの睡眠-第2版-*. 2016年,20ページ

星川雅子,内田直,土肥美智子. *日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター,時差調整と睡眠.* 2016年,3ページ

6. 研究組織

(1)研究代表者

星川 雅子 (HOSHIKAWA, Masako)

独立行政法人日本スポーツ振興センター・国立スポーツ科学センター・スポーツ研究部・前任研究員

研究者番号:60284923

(2)研究分担者 ()
研究者番号:

(3)連携研究者 ()
研究者番号:

(4)研究協力者
内田 直 (UCHIDA, Sunao)
土肥 美智子 (DOHI, Michiko)
平野 裕一 (HIRANO Yuichi)