

模擬夜勤時に短時間睡眠の実施がメラトニン分泌および眠気に及ぼす影響 Effects of Napping during Simulated Night Work on Melatonin Secretion and Sleepiness

正会員 ○李 相逸（北海道大学） 非会員 樋口 重和（九州大学）

Sang-il LEE*1 Shigekazu HIGUCHI*2

*1 Hokkaido University *2 Kyushu University

In the present study, we investigated whether napping (for 2 hours from 03:00h) during simulated night work from 21:00 to 09:00h affects light-induced melatonin suppression and subjective sleepiness. Eleven healthy male subjects (mean age: 22.2 ± 4.3 years) participated in the present study. Subjective sleepiness was significantly reduced when the subjects took a nap during simulated night work, compared to when the subjects did not take a nap. Melatonin concentration was temporarily increased shortly after a nap, but the total melatonin levels during the simulated night work were not significantly different between nap and non-nap conditions.

1. 背景と目的

照明の使用は日常生活において欠かせないが、夜に浴びる光は体内時計（視交叉上核）を攪乱し、日常活動における支障や様々な健康問題を引き起こすことが懸念されている。特に、24時間体制の発電所や病院などにおける交代制労働者で高血圧、糖尿病、がんなどの発症率が高いことに関連し、深夜の光暴露によるメラトニンの分泌抑制や概日リズムの乱れが指摘されている¹⁾。

本研究では、夜勤中に浴びる光によるメラトニン抑制を防ぐ対策として短時間睡眠に着目した。夜勤中に短時間睡眠をとることで眠気や疲労の蓄積を低減することやパフォーマンスの低下を防ぐことは多くの先行研究より明らかにされている。しかし、夜勤中の短時間睡眠によってメラトニン濃度がどの程度回復するのかに関する検討はほとんどされていない。短時間でも睡眠をとる間に光を浴びないことは、一時的にでも光によるメラトニン分泌の抑制が軽減できる可能性が考えられる。従って、本研究では模擬夜勤を実施し、その際に短時間睡眠を行う場合と行わない場合によるメラトニン分泌量の違いについて明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

健康な男子大学生 11 名（22.2±4.3 歳）が参加した。実験期間中にすべての被験者は実験開始 1 週間前から睡眠統制（23:00～01:00 に就寝、07:00～09:00 に起床）を義務付けられた。実験は、2 泊 3 日の日程で、初日をベースラインとし、翌日に模擬夜勤を実施した。実験条件は、模擬夜勤時に短時間睡眠をとる条件（短時間睡眠あり）ととらない条件（短時間睡眠なし）の 2 条件とした。

各実験条件の実施順は被験者ごとに異なるようにし、1 週間のタームを空けて実施した。

実験プロトコルを図-1 に示す。実験初日（1 夜目）に被験者は座位で 21 時から 1 時まで薄暗い光環境（<15 lx）で過ごした。その後、暗闇の部屋で 1 時から 9 時まで睡眠をとらせた。唾液中のメラトニンを検出するために、21 時から 9 時の間に 2 時間おきに唾液を採取した。被験者が睡眠中に唾液をとる際は暗闇の中で上半身のみ起こしてもらった。翌日（2 夜目）、被験者は座位で 21 時から 9 時まで模擬夜勤を実施した。模擬夜勤時の照度は 500 lx（目の位置での鉛直面照度）に設定した。短時間睡眠は 3 時から 5 時の間（2 時間）に行った。初日と同様に 21 時から 9 時の間で 2 時間おきに唾液採取を行った。同時に、主観的眠気（Stanford Sleepiness Scale: SSS）について評価した。

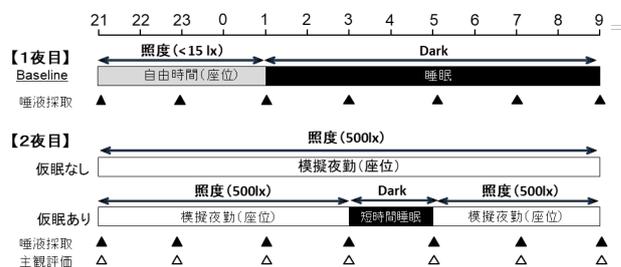


図-1 実験プロトコル

3. 結果

図-2 に 1 夜目（Baseline）と 2 夜目（模擬夜勤時）のメラトニン分泌総量（areas under the curve: AUC）を比較した結果グラフを示す。AUC は、21 時から 2 時間ごとに測定したすべてのメラトニン濃度の積分値を示す。両

条件において、模擬夜勤時のメラトニン分泌総量は1夜目のメラトニン分泌総量に比べて有意に少なかった。1夜目のメラトニン分泌量を基準に短時間睡眠‘あり’と‘なし’条件の平均メラトニン分泌抑制率(%)を求めた結果(mean±S.D.),それぞれ44.4±32.4%と41.9±26.1%で、統計的に有意な差は認められなかった($p = 0.830$, paired t-test)。

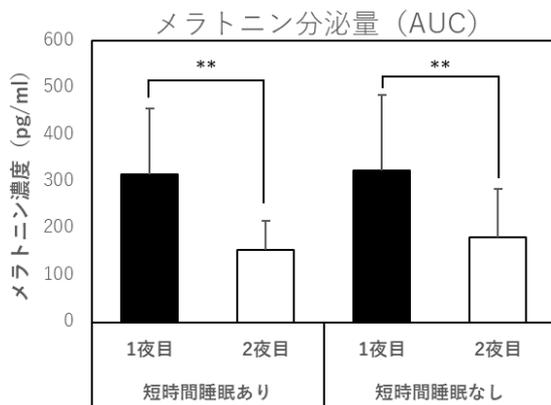


図-2 メラトニン分泌量の結果 (** $p < .01$, Paired t-test)

図-3に短時間睡眠‘あり’と‘なし’条件における主観的眠気の結果を示す。短時間睡眠なし条件では時間経過に伴う眠気の蓄積が見られた。その結果に比べて短時間睡眠あり条件では、起床直後は眠気を強く感じるが、その後眠気が収まる結果を示した。

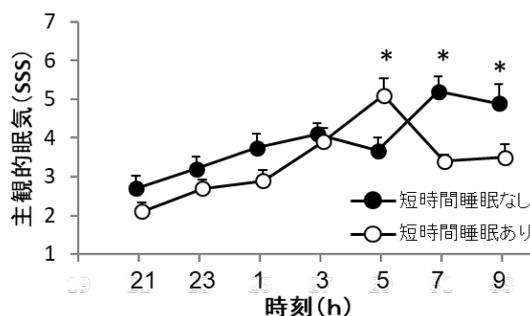


図-3 主観的眠気の結果 (* $p < .05$, Wilcoxon signed-rank test)

4. 考察

本研究では、短時間でも睡眠をとることによって網膜に入射される光を遮断することがメラトニン分泌の光抑制を緩和できると予想した。結果では、短時間睡眠直後に一時的なメラトニン濃度の増加がみられたものの(結果グラフなし)、夜勤中のメラトニン分泌総量に著しい増加は認められなかった。この結果は、短時間睡眠から夜勤に戻った後、メラトニンが強く抑制されていたことに起因する(結果グラフなし)。ヒトの場合、光信号は目の網膜を介して脳に運ばれるが、網膜の光感度は周囲の明

暗状況に応じて調整される²⁾。明るい光に暴露すると網膜の感度は下がるが、光を遮断することで感度が上がる(回復)する。このことから、短時間睡眠時の光遮断によって高まった光感受性がメラトニン光抑制を促していた可能性が考えられる。ヒトは目を閉じていても外部の光が目蓋を通して網膜に入射することが報告されている³⁾。短時間睡眠中にある程度の光を与えて網膜の感度を下げることができれば、起床後の極端なメラトニンの光抑制を防げる可能性が考えられ、今後の検討する必要とされる。

夜勤中に短時間の睡眠をとることは覚醒度の回復に有効であることは過去から知られており⁴⁾、本研究でも一致するような結果が得られた。短時間睡眠直後に現れた急激な眠気の増加は、睡眠から覚醒状態に切り替わる際に生じる一時的な症状(睡眠慣性)と考えられる。しかし、睡眠慣性が長引く状態で夜勤に戻る場合、ヒューマンエラーを引き起こす可能性もあるため、睡眠慣性をできるだけ短くするための対策が必要とされる。

夜勤時に浴びる光は体内時計の位相を後退させるため、日勤に戻りにくくなることが指摘されている。そのため、夜勤時に体内時計の位相後退をできるだけ防ぐ工夫が必要とされている。短時間睡眠後の時間帯に浴びる光は一般的に体内時計の位相を前進させやすいことから⁵⁾、短時間睡眠によって高まった光感受性が夜勤による体内時計の位相後退を抑えられる可能性が考えられる。

以上より、夜勤中に短時間睡眠をとることは覚醒度の回復に有効であり、メラトニン分泌を一時的に促すことが確認された。しかし、メラトニン分泌総量の面では有効とは言えず、短時間睡眠時の光環境を工夫するなど、今後のさらなる検討が必要である。

参考文献

- 1) Touitou Y, Reinberg A, Touitou D. 2017. Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: Health impacts and mechanisms of circadian disruption. *Life Sci.* 173:94-106.
- 2) Fain GL, Matthews HR, Cornwall MC, Koutalos Y. 2001. Adaptation in vertebrate photoreceptors. *Physiol Rev.* 81:117-151.
- 3) Figueiro M, Rea MS. 2012. Preliminary Evidence That Light through the Eyelids Can Suppress Melatonin and Phase Shift Dim Light Melatonin Onset. *Sleep.* 35:A65-A65.
- 4) Centofanti SA, Dorrian J, Hilditch CJ, Banks S. 2017. Do night naps impact driving performance and daytime recovery sleep? *Accid Anal Prev.* 99:416-421.
- 5) St Hilaire MA, Gooley JJ, Khalsa SBS, Kronauer RE, Czeisler CA, Lockley SW. 2012. Human phase response curve to a 1 h pulse of bright white light. *J Physiol-London.* 590:3035-3045.