

令和4年度労災疾病臨床研究事業費補助金
「過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究」
分担研究報告書(疫学研究)

夜勤・交替勤務看護師におけるシフト別のセルフモニタリング能力について

研究分担者 西村悠貴 独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所
過労死等防止調査研究センター・研究員

<研究要旨>

【目的】本研究では、逆循環の3交代制勤務で働く病棟看護師のタスク成績及びタスク成績の自己評価を各シフトの退勤前に調べることで、生体リズムに反して働くことが看護師のセルフモニタリング能力へ及ぼす影響を検証することを目的とした。

【方法】総合病院で働く病棟看護師30名を対象とした調査研究を実施した。参加者は、調査期間中の毎退勤前に、持続的な注意を計測する精神運動課題とそのパフォーマンスを予想する主観評価を実施した。セルフモニタリング成績は、このパフォーマンス予想と実測した課題成績の差分によって評価した。統計検定は、シフト以外に先行覚醒時間や睡眠時間もモデルに組み込んで行った。

【結果】深夜勤務帯で課題成績の自己評価が低下した一方で、実際の課題成績はシフト間で差がなかった。これは、特に深夜勤務後のセルフモニタリング能力が低下し、実態以上に悲観的なセルフモニタリングが行われたことを示す。先行覚醒時間や睡眠時間はセルフモニタリング成績に有意な効果を示さなかった。

【考察】本研究から、疲労と関連する覚醒時間や回復と関連する睡眠時間よりも、生体リズムに反して働くことがセルフモニタリング成績と有意に関連することが示された。セルフモニタリング成績の低下は直ちに安全上の問題がある過大評価ではなく、自身の能力の過小評価によるものであったが、個人や組織の生産性低下につながる可能性がある。労働者やサービス受益者の健康と安全を確保するためには、ヒトの生体リズムの特性を考慮した勤務計画の策定が求められる。

【この研究から分かったこと】交代勤務に従事することは、ヒトが本来持つ生体リズムに逆らいながら働くことが求められる。これまでの研究で、こういった働き方による様々な安全・健康上のリスクが指摘されてきたが、自己のパフォーマンスを認知する心理的な機能にも影響があることが示された。

【キーワード】 自己認知、交代勤務、医療従事者

研究分担者:

池田大樹(労働安全衛生総合研究所過労死等防止調査研究センター・主任研究員)
松元 俊(同センター・研究員)
井澤修平(同センター・上席研究員)
久保智英(同センター・上席研究員)

研究協力者:

益田早苗(関東労災病院看護部・師長)
玉置敦子(労働安全衛生総合研究所過労死等防止調査研究センター・研究補助員)

A. 目的

現代は夜中でも社会が活動している24時間社会となっている。そして、医療のように24時間継続して提供されているサービスは、夜勤・交代勤務者によって支えられている。勤務スケジュールに起因する労働者への負荷は、大きく以下の2つの要因が関わっているとされる。1つ目は働く時間の長さ(長時間労働)であり、もう1つが働く時間のタイミングである。

夜勤・交代勤務では、本来寝ている時間に覚醒して活動する一方で、睡眠に適さない明

るい時間帯に寝ることを強いられる。また、人はおよそ 24 時間周期の生体リズムを持っているにもかかわらず、交替勤務者では寝る時間帯が日によってばらつくという負荷も生じている。このような働き方は、労働時間が短くても生体への負担が大きいことが指摘^{1, 2)}されており、多くの研究が行われている分野の一つである。

夜勤・交替勤務という働き方は、作業パフォーマンスや認知機能の低下などを通して、看護師だけでなく患者の安全にも影響することが知られている^{3, 4)}。一般的に知られているように、夜間などの眠気が高まっているときは、日中などの覚醒度が高いときと比べて作業パフォーマンスが低下する。そして、低下したパフォーマンスを作業員(労働者)自身が自覚するプロセスのことをセルフモニタリングという。正確に自身のパフォーマンスをセルフモニタリングすることは、看護師や患者の安全を守ることに繋がると考えられている。たとえば、休憩などの適切な対処方法を実施するには、まず自身のパフォーマンス変化に適切に気付けることが重要である⁵⁾。

セルフモニタリング能力の変化を実験的に検証する際は、ある課題を実施してその課題成績(客観的成績)と、被験者本人による主観的評価の差を指標とすることが多い。課題実施前の予想(これから行う課題でどれだけの成績を残せると思うか)と客観的成績の差を見る例が多いが、課題実施後に本人に課題を振り返ってもらって事後評価を実施し、客観的成績との差を検証することもある⁵⁾。

夜勤とセルフモニタリングの関係を検証した先行研究の多くは模擬的な夜勤を行った実験研究であり、実際の労働者を対象とした報告は見当たらない。特に、3 交替制のような、勤務時間帯が日毎に異なるような働き方がセルフモニタリングに与える影響については、検証がなされていないのが現状である。また、模擬的な夜勤を行った実験では前日の睡眠や労働時間が実験的に統制されており、これらの要因がセルフモニタリング能力に与える影響についても知見が得られていない。

そこで本研究では、逆循環の 3 交替制で勤務している病棟看護師を対象に、各勤務後に簡単な反応時間課題とその課題成績の事前予想を実施させて、セルフモニタリング能力にシフト間で違いがあるかを検証することを目的

とした。また、日勤、準夜勤、深夜勤務の中では日勤が最も多く割り当てられることや、社会的な事情から日中起きることを要求される看護師が多いという背景から、本研究ではシフト(日勤、準夜勤、深夜勤)を生体リズムからのずれの代理指標とし、課題前の先行覚醒時間と睡眠時間もそれぞれ疲労と回復時間の代理指標として扱うこととした。特に本来の生体リズムからのズレが大きいと考えられる深夜勤務後の計測では、セルフモニタリング能力が他のシフトと比べて有意に低下すると予想した。

B. 方法

1. 参加者

関東地方に立地する総合病院で心臓血管外科などの入院患者を担当する 30 名の病棟看護師(すべて女性、平均±標準偏差(SD): 28.2±5.9 歳)を対象に実験を行った。参加者には仮説を除いた研究内容を説明した上で、書面にて参加への同意を得た。参加者の看護師としての経験年数は平均±SD: 6.4±5.6 年であった。この病院では逆循環の交替 3 交替制を採用しており、看護師は、日勤(定時 8:15-17:00)、準夜勤(同 15:45-0:30)、そして深夜勤(同 0:00-8:45)が組み合わせられたシフトで勤務していた。

2. 倫理的配慮

参加者には研究概要について説明した上で、全員から書面で研究参加への同意を得た。本研究はヘルシンキ宣言に則って行われたものであり、労働安全衛生総合研究所の研究倫理審査委員会の承認を得てから実施した(承認番号:2020N07)。

3. データ収集

1) PVT 課題とパフォーマンス予想

2020 年 10 月から 11 月の 22 日間、参加者には各勤務の終了直前に Psychomotor Vigilance Task (PVT)と、その課題成績の予想(事前)を実施させた。

PVT は客観的な覚醒度(持続的注意の度合い)の指標を計測するために開発された精神運動課題である。PVT はその高い信頼性、課題の単純さ、そして練習効果の生じにくさから、睡眠や生体リズムを扱う研究で広く用いられている⁶⁾。PVT 計測装置は小さなディスプレイ(5 桁の数字カウンターがミリ秒をカウントアップする)と押しボタンで構成される。参加者はカウンターが動き始めたならば早く押しボタ

ンでそのカウンターを止めるよう教示されており、ボタンを押して止まったカウンターはしばらくすると表示が消えてまた次の試行が始まるようになっている。ボタン押しから次のカウンターが表示されるまでは 2,000 ミリ秒から 10,000 ミリ秒の間でランダムに選択されるため、参加者は注意を切らさずにディスプレイに集中し続ける必要がある。本研究ではこの課題を 5 分間行い、その間に記録された反応時間(カウンターが動き始めてから止めるまでのミリ秒)の中央値(mRT)と、500 ミリ秒を超えた反応の回数(遅延回数)を客観的な覚醒度の指標として採用した。

この PVT 課題を実施する直前にはオンラインフォームを使った主観調査(パフォーマンス予想)に回答してもらった。参加者は自身のスマートフォンから回答ページにアクセスし、その日担当したシフトや、主観的な眠気(10 段階)に回答した後、「これから行う PVT の反応時間(窓に赤色の数字で示されるミリ秒)を平均すると、何ミリ秒ぐらいになると思いますか？(0.1 秒=100 ミリ秒)」という質問に回答することでパフォーマンス予想を行った。PVT の感度を最大限に高めるため⁶⁾、客観的な指標では反応時間の「中央値」を代表値として算出したが、主観評価ではわかりやすさを重視して「平均値」を尋ねた。予想の正確さは、実際の成績(反応時間の中央値)から、予想した平均反応時間を減算することで定量化した(Δ mRT)。 Δ mRT が 0 に近ければ近いほどセルフモニタリングが正確であったことを示し、負の値は悲観的(保守的)な予想などによってセルフモニタリング成績が悪かったことを示す。一方で正の値は自己の成績を過大に予想することでセルフモニタリング成績が悪かったことを示す。

2) 睡眠時間と先行覚醒時間

睡眠時間と先行覚醒時間を算出するため、参加者は自記式の睡眠日誌(30 分単位)に自身の睡眠を記録した。睡眠は主たる睡眠に加えて、夜勤後の仮眠など調査期間中にとつたすべての睡眠を記録するように指示した。睡眠時間は、各勤務の出勤時間から 24 時間前までの間に始まった睡眠を合計することで算出した。先行覚醒時間は、出勤前最後の睡眠が終わった(起床した)時刻から PVT 実施時刻までの経過時間を用いた。

3) 統計的解析

シフトの別、睡眠、覚醒時間が PVT の指標

やセルフモニタリング成績(Δ mRT)に与える効果を検証するため、上記 3 つの要因を固定効果、そして参加者を変量効果とする線形混合効果モデルを用いて統計検定を行った。線形混合効果モデルは不釣り合いなデータ構造を考慮することができるため、シフトごとの日数が参加者内・参加者間で異なる本研究のデザインにおいて特に有効である。シフトの効果は、Kenward-Roger 法によって算出した自由度を用いて、Wald の F 検定によって検証した。シフトの主効果が有意であったときは、Holm 法を併用して推定周辺平均の多重比較を行った。睡眠時間と先行覚醒時間の効果については、回帰係数の t 検定を Kenward-Roger 法の自由度を用いて実施した。なお、見逃し回数を従属変数とする解析については、上記の検定と同じデザインの一般化線形混合モデル(ポアソン分布)を用いて検証した。

統計処理を含むすべてのデータ処理は、Ubuntu 20.04.4 上で動作する R 4.1.3 で行った。R の組み込み関数に加え、car, effects, emmeans, lmerTest, multcomp の各パッケージの関数も使用した。帰無仮説の棄却に用いる有意水準は 5%とした。

C. 結果

22 日間の調査期間中に、のべ 305 回の計測が行われた。調査期間中の平均勤務日数は 10.2 ± 2 日で、日勤が 3 つのシフトの中で最も多かった。労働時間は残業が最も多い日勤で最も長かった。事前の睡眠が最も短いのも日勤であった。

1. 反応時間の中央値

図 1a にシフトごとの PVT 反応時間の中央値(覚醒度の客観的な指標)を示す。有意なシフトの主効果は見られなかった($F_{2, 189.7} = 0.25, p = 0.781$)。先行覚醒時間と睡眠時間も有意な効果を示さなかった(*coefficient* = -0.73 , 95% 信頼区間(CI) [$-2.39, 0.94$], $p = 0.397$; *coefficient* = 3.08 , 95% CI [$-1.15, 7.26$], $p = 0.155$)。

2. 予想反応時間

参加者が PVT 実施前に予想した反応時間のシフト間比較の結果を図 1b に示す。有意なシフトの主効果($F_{2, 191.8} = 8.97, p < 0.001$)が見られ、下位検定を行った結果、日勤と夜勤の間、そして準夜勤と夜勤の間に有意な予想反応時間の差が見られた($t_{195.1} = -4.11, p <$

0.001; $t_{188.3} = -2.97, p = 0.007$)。最も保守的な予想が夜勤時に行われており、参加者は他の勤務時の予想よりも低いパフォーマンスを夜勤時に予想していたことになる。

先行覚醒時間は有意な関連を示さなかったが($coefficient = -1, 95\% CI [-5.3, 2.93], p = 0.565$)、事前の睡眠時間は有意な関連($coefficient = 12.39, 95\% CI [2, 22.64], p = 0.02$)を示し、事前の睡眠が1時間長いと予想反応時間が12.4ミリ秒伸びるという関係にあった。

3. セルフモニタリング成績 (ΔmRT)

反応時間の中央値と予想反応時間の差分 (ΔmRT)によって定量化したセルフモニタリ

ング成績を従属変数とする解析でも、有意なシフトの主効果($F_{2, 195.6} = 7.29, p = 0.001$, 図1c)が見られた。下位検定では、日勤と夜勤の間、そして準夜勤と夜勤の間で有意な ΔmRT の差を観測した($t_{200.6} = 3.76, p = 0.001$; and $t_{190.3} = 2.49, p = 0.027$)。夜勤時のセルフモニタリング成績が最も悪く、準夜勤がそれに続いていた。先行覚醒時間や睡眠時間は、有意な関連を示さなかった($coefficient = 0.01, 95\% CI [-4.43, 4.37], p = 0.995$ and $coefficient = -9.21, 95\% CI [-20.02, 1.66], p = 0.101$)。

4. 主観的眠気

図1dに主観的眠気の結果を示す。有意なシフトの主効果($F_{2, 193.8} = 6.47, p = 0.002$)が確

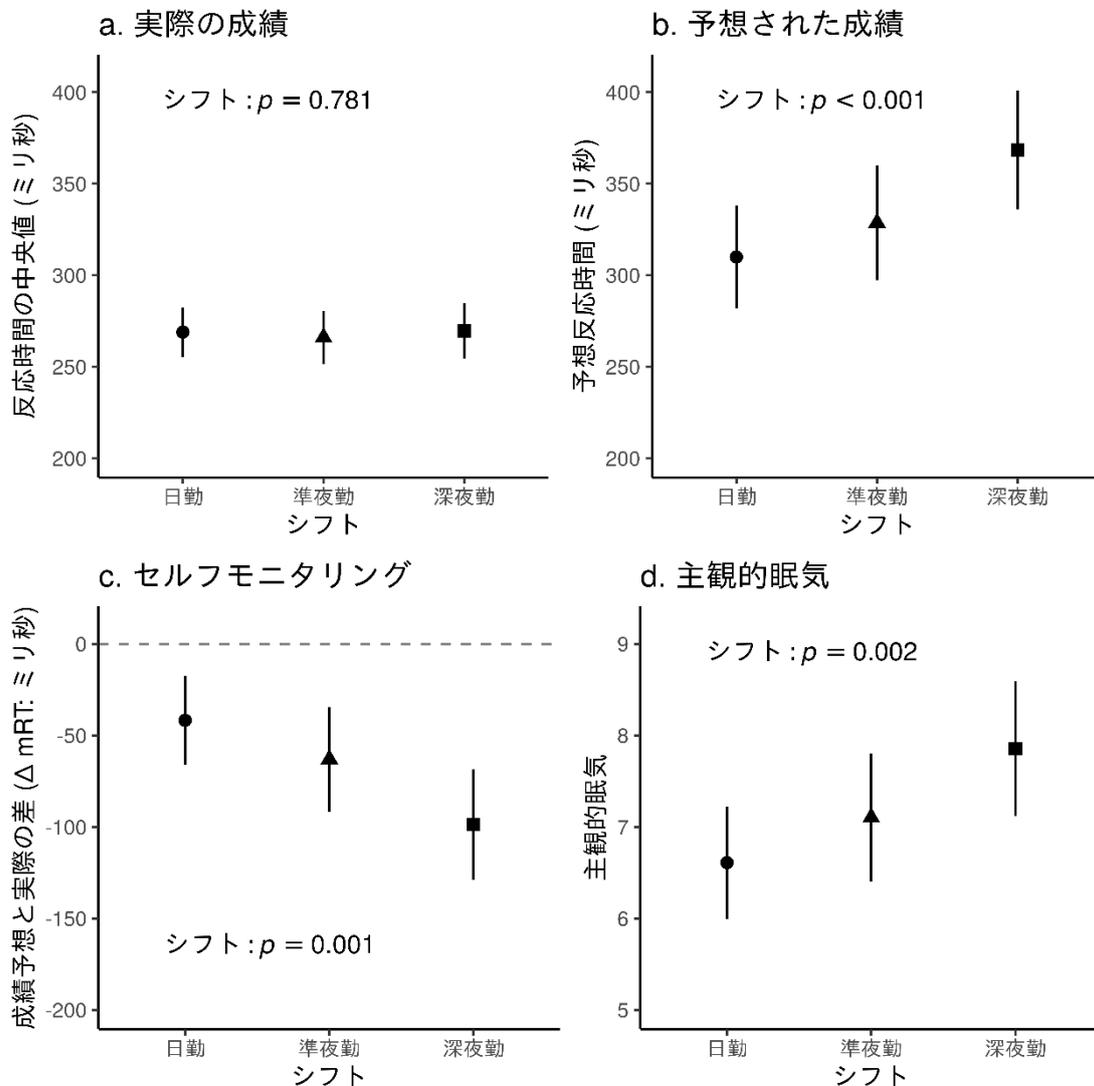


図1 PVTと眠気の結果 記号と縦棒はそれぞれ、混合効果モデルを使って算出した各シフトの推定周辺平均値とその95%信頼区間を示す。

認され、下位検定で日勤と夜勤、そして準夜勤と夜勤の間に有意な眠気の差があったことが示された($t_{198.1} = -3.55, p = 0.001$; and $t_{189.4} = -2.28, p = 0.048$)。なお、日勤と準夜勤の主観的眠気の間には有意差はなかった。3つのシフトの中では、夜勤時の眠気が7.9ポイントで最も高かったことを示している。先行覚醒時間と睡眠時間は有意な効果を示さなかった。

5. 遅延反応の回数

反応時間が500ミリ秒を超えた回数を遅延反応回数とし、一般化線形混合モデルで解析したところ、有意なシフトの主効果が認められた($Chisq_2 = 14.4, p < 0.001$)。また、下位検定の結果、日勤の遅延反応回数が他のシフトよりも多かった($Z = 3.57, p = 0.001$; and $Z = 2.86, p = 0.009$; それぞれ対準夜勤と対夜勤の比較)。一方で、すべてのシフトで遅延反応回数は2回を下回っており、遅延反応回数に対するシフトの効果量は小さいと考えられる。また、先行覚醒時間や睡眠時間は有意な効果を示さなかった。

D. 考察

本研究では、シフト勤務(交替勤務)によるセルフモニタリング能力の変化に着目して、実際に病棟で勤務している看護師を対象に調査を行った。結果、実際のパフォーマンスは低下しなかったにもかかわらず、パフォーマンスへの自己評価は日勤と比べて準夜勤、深夜勤のときで有意に低下していた。実際のパフォーマンスと自己評価の差分である ΔmRT は0に近いほど正確な自己評価を意味し、負の方向に大きいほど悲観的な(実際よりも悪い)自己評価を示す。本研究では深夜勤務時の ΔmRT が最も負に大きい値を示して日勤とも有意な差が見られたことから、3つのシフトの中では特に夜勤時にセルフモニタリング能力が低下することが示された。

模擬的夜勤実験や断眠実験によって行われた先行研究では、実際のパフォーマンスが低下するとともに自己評価も追従し、セルフモニタリングは睡眠不足の影響を受けずに比較的正確に実施されたという報告が多かった^{5,7)}。しかし、本研究でセルフモニタリング成績をシフト別に検証すると、実際の課題成績は良好なのに対して自己評価が低い事によって、セルフモニタリング成績が低く算出されるという傾向が示された。したがって、睡眠負債の蓄積に

着目した先行研究と、生体リズムに反して働くことに焦点を当てた本研究の結果は、それぞれの要因はセルフモニタリング能力への影響が異なることを示唆している。

医療従事者は1つのミスが患者の命に直結するという職業の特性⁸⁾もあり、保守的な(安全寄りな)判断を下しがちであることが知られている⁹⁾。このような自己評価の傾向は、過大な自己評価によって生じる事故などのリスクと比較すると、望ましい傾向であるとも言える。一方で、自身が発揮できる能力を正確に把握していないことによって、本来実施可能なタスクを忌避する行動や、個人ひいては組織の生産性が低下することにもつながるため、労働生産性という視点からも望ましい結果ではないとも考えられる。

睡眠を制御するプロセスの仮説として、睡眠覚醒を司るプロセスSとサーカディアンリズムを司るプロセスCからなる2過程モデル¹⁰⁾がよく知られている。本研究で先行覚醒時間が最も長かったのは深夜勤務であったが、セルフモニタリング成績(ΔmRT)との有意な関連は示されなかった。先行覚醒時間や睡眠時間も考慮した本研究の結果から、セルフモニタリング成績にはプロセスSよりもプロセスCが強く関与しているのかもしれないという仮説は、今後検証する必要性はあるものの、非常に興味深い知見であると言える。

本研究では、調査参加者の生体リズムを客観的な指標で計測することができなかった。今後の研究では、メラトニン分泌量などを使った生体リズムの同定が強く求められる。また、睡眠時間の長さは考慮したが、その睡眠の質までは考慮することができなかった。今後の研究ではウェアラブル端末などによって睡眠の質も計測し、考慮する必要があるだろう。また、今回取り上げたのはPVTという非常に単純な課題に関する成績と自己評価であった。労働中には多種多様な認知機能が動員されているため、今後はより高次の認知機能に関連するセルフモニタリングも検証する必要があるだろう。

本研究から生体リズムに反して働くことが、労働安全・衛生に欠かせないセルフモニタリングという能力に影響することが示された。したがって、夜勤を含む交替制勤務を採用している現場では、ヒトの生体リズムを考慮した配置計画の策定などが推奨される。例えば、3交替制のシフト勤務では、出勤時間がだんだん早

くなる逆循環ではなく正循環の交替勤務のほうが、負担が少ないことが示されている¹¹⁾。また、仮眠を取る時間を確保¹²⁾することや、光環境の整備¹³⁾も有用かもしれない。ただ、本研究は、ある病棟1フロアからの参加者から得られたデータに基づいているため、他のシフト制を採用する現場や、病院の機能、労働者の年齢構成などが異なる場合、一般化可能性が低下することも考えられるので注意が必要である。

E. 結論

本研究では、シフト勤務による生体リズムと労働時間のズレが、セルフモニタリング成績に与える影響を明らかにする目的で、関東の総合病院で働く病棟看護師を対象として、22日間の調査研究を行った。その結果、夜勤時に最もセルフモニタリング成績が低下していたがセルフモニタリングについては、実際のパフォーマンスを過小評価する悲観的な自己評価であった。今後、シフト勤務を採用する事業場では労働者の生体リズムの特性までも考慮した勤務スケジュールの計画立案が必要であろう。

F. 健康危機情報

該当せず。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Nishimura Y, Ikeda H, Matsumoto S, Izawa S, Kawakami S, Tamaki M, Masuda S, Kubo T: Impaired self-monitoring ability on reaction times of psychomotor vigilance task of nurses after a night shift. *Chronobiol Int*, Accepted.

2. 学会発表

- 1) 西村悠貴, 池田大樹, 松元俊, 井澤修平, 川上澄香, 玉置應子, 益田早苗, 久保智英. 夜勤・交替勤務看護師における夜勤時のセルフモニタリング成績低下について. 第40回日本生理心理学会, 予稿集. 2022; p24.

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

なし

I. 文献

- 1) Vedaa Ø, Harris A, Bjorvatn B, et al.: Systematic review of the relationship between quick returns in rotating shift work and health-related outcomes. *Ergonomics*, 2016; 59: 1-14.
- 2) Zion N, Shochat T: Cognitive functioning of female nurses during the night shift: The impact of age, clock time, time awake and subjective sleepiness. *Chronobiol Int*, 2018; 35: 1595-1607.
- 3) Dorrian J, Lamond N, Dawson D: The ability to self-monitor performance when fatigued. *J Sleep Res*, 2000; 9: 137-144.
- 4) Härmä M: Workhours in relation to work stress, recovery and health. *Scand J Work Environ Health*, 2006; 32: 502-514.
- 5) Boardman JM, Porcheret K, Clark JW, et al.: The impact of sleep loss on performance monitoring and error-monitoring: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*, 2021; 58: 101490.
- 6) Basner M, Dinges DF: Maximizing sensitivity of the Psychomotor Vigilance Test (PVT) to sleep loss. *Sleep*, 2011; 34: 581-591.
- 7) Dorrian J, Lamond N, Holmes AL, et al.: The ability to self-monitor performance during a week of simulated night shifts. *Sleep*, 2003; 26: 871-877.
- 8) Winwood PC, Winefield AH, Lushington K: Work-related fatigue and recovery: the contribution of age, domestic responsibilities and shiftwork. *J Adv Nurs*, 2006; 56: 438-449.
- 9) Arrieta A, García-Prado A, González P, et al.: Risk attitudes in medical decisions for others: An experimental approach. *Health Econ*, 2017; 26: 97-113.
- 10) Borbély AA, Daan S, Wirz-Justice A, et al.: The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *J Sleep Res*, 2016; 25: 131-143.

- 11) Garde AH, Begtrup L, Bjorvatn B, et al.: How to schedule night shift work in order to reduce health and safety risks. *Scand J Work Environ Health*, 2020; 46: 557-569.
- 12) Lee S, Nishi T, Takahashi M, et al.: Effects of 2-hour nighttime nap on melatonin concentration and alertness during 12-hour simulated night work. *Ind Health*, 2021; 59: 393-402.
- 13) Cajochen C: Alerting effects of light. *Sleep Med Rev*, 2007; 11: 453-464.