

令和3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)

### 深夜勤後の勤務間インターバルの確保による 3 交替勤務スケジュールへの介入調査

研究分担者 久保智英 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・上席研究員

#### <研究要旨>

【目的】調査実施前に看護師への職場の疲労カウンセリングを行った結果、「深夜勤-深夜勤-準夜勤-準夜勤」のシフトの組み合わせで働く際の疲労度が高いことが示唆された。そこで、生体負担が特に大きいと思われた2連続深夜勤後に1日の休日を配置して勤務間インターバルの確保をした介入シフト「深夜勤-深夜勤-休日-準夜勤-準夜勤」で働いた場合の疲労や睡眠、ストレス等を非無作為化クロスオーバー比較試験で検討することが本研究の目的である。

【方法】同じ病棟で勤務する30名の看護師が調査に参加した(平均年齢±SD;28.2±5.9歳)。調査期間は2020年10月～2021年2月で10月はベースラインとした。参加者は2群に分類され、A群は11～12月、B群は1～2月の2か月間をそれぞれ介入条件として、それ以外の2か月間は統制条件とするクロスオーバーデザインで実施した。病院の勤怠データ、疲労度測定アプリ、疲労やストレスに関する心理指標、反応時間検査、マット型睡眠計、毛髪と唾液によるストレスの生化学的指標を用いて介入効果を検証した。主なデータはベースラインからの差分値を用いたマルチレベル分析(条件×時期)により解析を行った。

【結果】従来シフトに比べて介入シフトで深夜勤から準夜勤までの勤務間インターバルは増加した(従来;平均29時間、介入;平均53時間)。その間の睡眠時間や回数も増えていたが、両条件で労働時間(残業含む)等に違いはなかった。疲弊度は統制条件に比べて介入条件において有意に低下しており、介入後2か月目にその差は顕著であった。他の心理指標においても同様の傾向が見られた。しかし、ストレスの生化学的指標では両条件に有意差は検出されなかった。

【考察】疲弊、ストレス、眠気、睡眠等の心理・行動指標で介入の効果が認められた。一方、生理指標には明確な差が観察されなかった。その理由は4か月の介入期間中に測定回数が10月、12月、2月の3時点であったことや、生理指標に効果が観察されるには2か月の介入期間では短かった可能性等が考えられた。しかし、残業を含む労働時間を変えずに休日の配置を変えただけで、様々な指標に介入効果が観察されたことは特筆すべきことである。本調査による「深夜勤-深夜勤-休日-準夜勤-準夜勤」の介入シフトは他の病院でも水平展開でき得る良好事例として、交替勤務看護師の疲労管理を考える上でも重要な知見として考察される。

【この研究から分かったこと】「深夜勤-深夜勤-準夜勤-準夜勤」の交替勤務シフトから、深夜勤後に休日を挿入して勤務間インターバルを確保する「深夜勤-深夜勤-休日-準夜勤-準夜勤」の介入シフトで2か月間、働いた結果、残業時間の増加等の変化もなく、疲労や睡眠、ストレス等の心理・行動指標で改善効果が観察された。

【キーワード】交替勤務、勤務間インターバル、クイック・リターン

研究分担者:

松元 俊(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)

井澤修平(同センター・上席研究員)

池田大樹(同センター・研究員)

西村悠貴(同センター・研究員)

川上澄香(同センター・研究員)

研究協力者:

玉置敦子(同センター・研究補助員)

玉置應子(国立研究開発法人理化学研究所 開拓研究本部 理研白眉研究チームリーダー)

## A. 目的

夜勤・交替勤務研究の分野では、1980年代に、当時の西ドイツの研究者らによって提唱された交替勤務の労働条件に関する9つのルールが国際的にもコンセンサスが得られたものとして、現在まで研究の規範になっている<sup>1)</sup>。その中で、勤務が終業してから次の勤務の始業までの間隔(勤務間インターバル)が短いことは避けるべきであると推奨されてきたが、1980年代当時、勤務間インターバルについての実証的なデータが少なかった。しかし、現在、勤務間インターバル、とりわけ11時間未満の勤務間インターバルをクイック・リターンと呼称して、疲労や睡眠、事故やケガなどとの関連性についての科学的な知見が国内外で蓄積されつつある<sup>2-5)</sup>。

そのような国内外の科学的な研究動向の流れを受けて、本研究においても勤務間インターバルについて着目することとした。そこで本研究では、調査実施前に研究者による看護師への職場の疲労カウンセリングを行って、どのような働き方が疲労を増大させているのかについてヒアリングを実施した。その結果、深夜勤が連続する、「深夜勤-深夜勤-準夜勤-準夜勤」(※深夜勤と準夜勤の勤務間インターバルは31時間)のシフトの組み合わせで働く際の疲労度が高いという声が多かった。したがって、生体負担が特に大きいと思われる2連続深夜後に1日の休日を配置した勤務間インターバルの確保による介入シフト「深夜勤-深夜勤-休日-準夜勤-準夜勤」(※深夜勤と準夜勤の勤務間インターバルは55時間)で、2か月間働いた場合の疲労や睡眠、ストレス等を非無作為化クロスオーバー比較試験で検討することが本研究の目的であった。

## B. 方法

### 1. 参加者

3交替逆循環のシフトスケジュールを採用する約600床の病院において37名の看護師に対して、所属病棟(循環器内科、心臓血管外

科、歯科口腔外科)の看護師長を通じて次の条件に基づき参加者をリクルートした。その条件とは、1)20歳から50歳、2)看護師として3年以上のキャリア歴、3)現在、治療中ではない者、4)現在、逆循環の3交替勤務に従事している者であった(なお、逆循環とは前の勤務開始時刻から、24時間経過する前に、次の勤務が開始されるシフトを意味する)。その結果、条件に適合した30名の交替勤務看護師(平均年齢±標準偏差;28.2 ± 5.9歳)が本調査に参加した。なお、2020年12月に、1名が参加を辞退し、また、2021年1月には6名が参加停止になったものの、2月頃には復帰し、引き続き、調査参加への意思を示したため、1月のデータを欠損値として取り扱い、調査には継続して参加した。本研究は研究所の研究倫理審査委員会による承認を受けて実施された(2021N15)。加えて、本研究が介入研究であることから、UMIN臨床試験登録システムにも登録して実施された(UMIN000041804)。

### 2. 調査デザイン

本調査は非無作為化クロスオーバー比較試験の調査デザインで実施された(図1)。調査期間は2020年10月~2021年2月で10月はベースラインとした。参加者はAグループ(16名)、Bグループ(14名)に分類され、Aグループは11~12月、Bグループは1~2月をそれぞれ介入条件として2か月間の新シフトを経験し、それ以外の2か月間は統制条件とするクロスオーバーデザインで行われた。測定については、毎日あるいは月末に行う測定Aと、2週間の調査を10月、12月、2月に実施する測定Bの2つのタイプの測定に分けて介入効果を検証した。

### 3. 測定項目

測定Aは5か月間、毎日、病院によって記録された勤怠データと参加者自身が記録した睡眠日誌、そして月末に参加者のスマートフォンからアクセスして疲労関連指標について回答する疲労WEB調査(Vital Exhaustion尺度、リカバリー経験尺度等)であった。

測定Bは2週間の調査期間中、各参加者の自宅にて毎日測定されるマット型睡眠計(眠りSCAN NN-1320)、起床時と就寝前にタブレット型端末による「自覚症しらべ」等の疲労調査票、勤務後に病棟休憩室にて実施される5分間の反応時間検査(Psychomotor Vigilance Task; PVT)、ストレスの生化学的指標としての

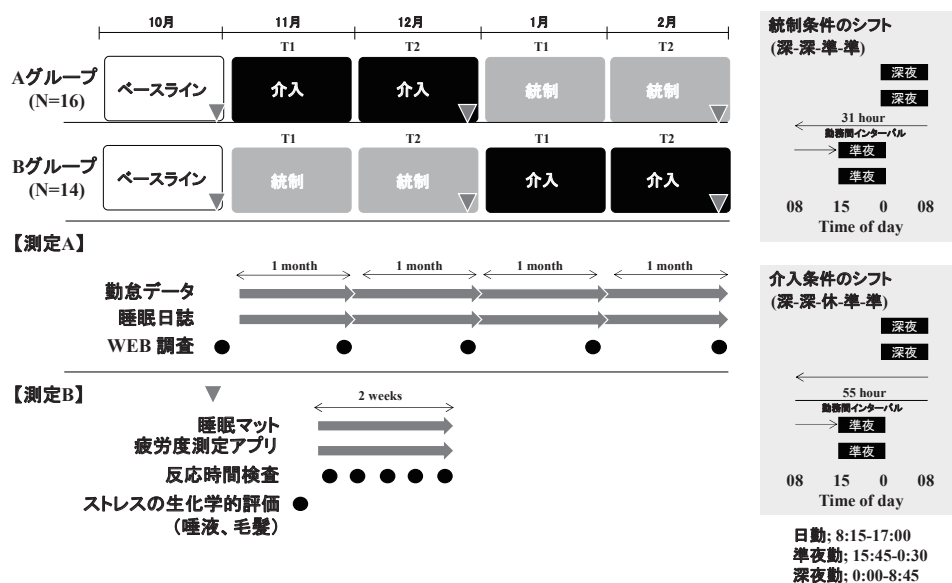


図 1 調査デザイン

毛髪採取によるコルチゾール値、唾液採取によるC反応性蛋白（CRP）値であった。毛髪及び唾液は各測定 B が行われる前の調査説明会にて採取された。毛髪は後頭部の根元から1センチの部分についてハサミを使って30mg程を採取し、測定に用いた。唾液は参加者が自身で舌下にスポンジのスワブを留置することによって採取し、得られた唾液検体は冷凍状態で保存した。

Aグループ、Bグループにおける介入期間が終了した際にはシフトへの主観評価として、従来のシフトと介入のシフトで働いた時の疲労、ストレス、眠気、睡眠の質、ケアの質、休日への満足度、仕事への満足度について5段階評価をWEBアンケートで行った。

#### 4. データ解析の方法

主要な指標であるVital Exhaustion尺度、リカバリー経験尺度、ストレスの生化学的評価のデータは介入前である10月のベースラインの値からの差分値を用いて条件と時期を要因としたマルチレベル分析により解析を行った。なお、Vital Exhaustion尺度、リカバリー経験尺度の解析は1月のみ参加停止した6名の1月のデータを欠損値として取り扱い、調査時期、グループ(Aグループ、Bグループ)、年齢、経験年数、婚姻状況、朝型夜型、通勤時間、新型コロナ患者の対応有無、コロナへの不安度、新型コロナ感染の有無を調整して解析を行った。ストレスの生化学的評価については、上記

の共変量に加えて、毛髪コルチゾール値はK6(Kessler 6 scale; 抑うつや不安の尺度)、起床時刻、測定日の勤務種類、ヘアダイの使用状況、唾液CRP値はK6、起床時刻、測定日の勤務種類を共変量とした。勤怠データによる労働時間(残業を含む)、クイック・リターン回数は条件と時期を要因とした2要因のマルチレベル分析を行い、共変量についてはVital Exhaustion尺度等の解析と同じ変数を用いた。統制条件の「深夜勤-深夜勤-準夜勤-準夜勤」と、介入条件の「深夜勤-深夜勤-休日-準夜勤-準夜勤」の際の深夜勤から準夜勤の間の勤務間インターバルの長さ、睡眠日誌、シフトへの主観評価のデータの比較は対応のあるt検定を実施した。

#### C. 結果

主な結果を以下に示す。

##### 1. 本調査での介入の特徴

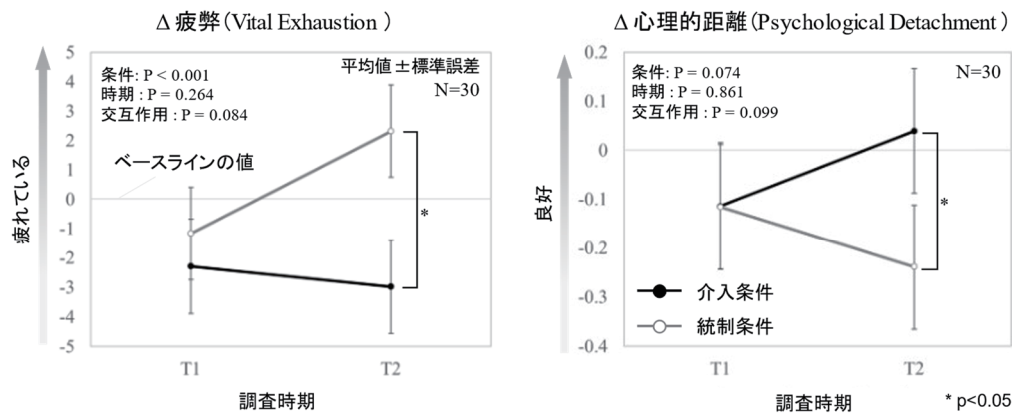
表1に本調査で実施した介入シフトと従来のシフトにおける勤怠データ、睡眠日誌、シフトへの主観評価の結果を示した。調査期間中、病院によって記録された勤怠データから算出された労働時間(残業を含む)、クイック・リターン回数(11時間未満の勤務間インターバルの回数)については、労働時間のみに調査時期に有意差が示されたが、条件及び交互作用には有意差は検出されなかった。つまり、本調査による介入シフトは従来のシフトに比べて、残業時間の延長やクイック・リターンの増加

表 1 本調査での介入の特徴

勤怠データ	統制条件		介入条件		マルチレベル分析						
	時期	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	条件		時期		交互作用	
						F	P-value	F	P-value	F	P-value
労働時間(残業を含む)[時間]	T1	10.7	0.2	10.9	0.2	1.025	0.314	13.877	<0.001	0.912	0.343
	T2	11.1	0.2	11.1	0.2						
クイック・リターン [回数] (11時間未満の勤務間インターバル)	T1	0.5	0.3	0.2	0.3	0.735	0.394	1.838	0.179	0.747	0.390
	T2	0.6	0.3	0.6	0.3						
		深-準		深-休-準		t検定					
		平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	t	P-value				
勤務間インターバル [時間]		29.1	0.7	53.1	0.9	-156.179	<0.001				
		深-準		深-休-準		t検定					
		平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	t	P-value				
睡眠日誌		13.7	2.2	21.8	2.9	-14.261	<0.001				
合計睡眠時間 [時間]		7.0	1.9	7.4	2.2	-1.079	0.291				
平均睡眠時間 [時間]		2.1	0.5	3.2	0.7	-8.406	<0.001				
睡眠取得回数 [回数]											
		統制条件		介入条件		t検定					
		平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	t	P-value				
シフトへの主観評価 (1=low, 5=high)		3.4	0.6	2.2	0.4	10.2	<0.001				
疲労		3.2	0.6	2.2	0.7	5.9	<0.001				
ストレス		3.2	0.8	2.2	0.7	4.9	<0.001				
眠気		2.0	0.7	2.9	0.6	-6.4	<0.001				
睡眠の質		2.3	0.5	2.3	0.7	0.0	1.000				
ケアの質		2.0	0.7	3.4	0.6	-7.9	<0.001				
休日への満足度		2.3	0.5	2.8	0.5	-4.5	<0.001				
仕事への満足度											

太字は有意差を示す。

「深-準」は「深夜勤-準夜勤」、「深-休-準」は「深夜勤-休日-準夜勤」の略



※ベースラインからの差分値(数値の0(ゼロ)が10月のベースラインの値)

図2 介入による疲労関連指標の変化

は生じなかったことが示唆された。

次に、統制条件の「深夜勤-準夜勤」と、介入条件の「深夜勤-休日-準夜勤」に焦点を当て、深夜勤から準夜勤の間の勤務間インターバルの長さや睡眠日誌のデータの比較を行った。結果、勤怠データによる勤務間インターバルの長さは統制条件の平均値と標準偏差が 29.1±0.7 時間であったのに対して、介入条件では 53.1±0.9 時間で有意に増加していた。

睡眠日誌から算出した合計睡眠時間(統制条件の「深夜勤-準夜勤」、介入条件の「深夜勤-休日-準夜勤」の間に取得した全ての睡眠時間の合計値)、平均睡眠時間、睡眠取得回数については、平均睡眠時間を除いた他の指標の全てで統制条件に比べて、介入条件の方が有意に増加していた。

最後に、従来のシフトと介入シフトの比較を行ったシフトへの主観評価は、ケアの質を除い



表2 介入によるストレスの生化学的指標の変化

	n	統制条件		介入条件		マルチレベル分析	
		平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	F	P-value
Δ毛髪コルチゾール値 (pg/mg)	27	1.6	0.9	0.8	0.9	0.290	0.597
Δ唾液CRP値 (pg/mg)	28	115.2	124.5	40.1	123.6	0.695	0.413

Δはベースラインである10月の値（0の値）からの差分値を示す。

た全ての指標において統制条件に比して、介入条件の方が有意に良好な結果が示された。

## 2. 介入による疲労関連指標の変化

図2に本調査の介入シフトによる疲労関連指標の変化を示した。疲弊の尺度である Vital Exhaustion と、勤務時間外に仕事からの心理的な距離を測る尺度である Psychological Detachment については、いずれも介入1か月後の T1 の時点よりも2か月後の T2 の時点で統制条件に比して介入条件の方で良好な結果が示されていた。とりわけ、疲弊度については統制と介入の条件間に有意差が示されたのに加えて、交互作用も有意傾向であった。心理的距離についても条件間の差と交互作用に有意差こそ示されなかったものの、有意傾向が認められた。事前検定として時点ごとの比較を行った際には、T2 において有意差が検出され、統制条件に比べて介入条件で疲弊度が低く、心理的距離が取れていることが示唆された。

## 3. 介入によるストレスの生化学的評価の変化

表2に本調査の介入シフトによるストレスの生化学的評価としての毛髪採取によるコルチゾール値と唾液採取による CRP 値の変化を示した。両指標共にレンジオーバーした値を除いたデータの中で、10月のベースラインの測定値からの差分値を示した。結果、コルチゾール値と CRP 値ともに統制条件と介入条件の間に有意差は検出されなかった。また、平均値的には両指標ともにベースラインから値が増加しているように見えるものの、データのバラツキが大きい傾向にあった。

## D. 考察

本調査による交替勤務スケジュールへの介入によって、1) 残業を含む労働時間やクイック・リターン回数の増加という影響は客観的な勤怠データからも観察されなかったことから、本調査の介入は休日の配置を変えただけの介入であったこと、2) 生体負担の高い2連続

深夜勤後から次の準夜勤までの勤務間インターバルの長さが  $29.1 \pm 0.7$  時間から  $53.1 \pm 0.9$  時間に増加し、それに伴ってその間の睡眠機会も増えたこと、3) シフトへの主観評価の結果から、従来のシフトに比べて介入シフトはケアの質以外の疲労やストレス、眠気等の点で良好な結果を示したこと、4) 疲弊度と勤務時間外での仕事からの心理的距離の指標においては介入2か月後において改善傾向が示されたこと、5) ストレスの生化学的評価においてはデータのバラツキが大きく、明確な介入効果は認められなかったことの5点に要約できる。

以上のことから、従来の「深夜勤-深夜勤-準夜勤-準夜勤」のシフトから、生体負担の高い2連続深夜勤後に勤務間インターバルの確保のために休日を配置した「深夜勤-深夜勤-休日-準夜勤-準夜勤」の介入シフトは、概ね効果的であったとして総括できるだろう。しかし、疲弊、ストレス、眠気、睡眠等の心理指標を中心として介入効果が認められたものの、ストレスの生化学的評価には明確な差が観察されなかった。その理由としては、1) 4か月の介入期間中に測定回数が10月、12月、2月の3時点であったことや、2) 心理指標である Vital Exhaustion 尺度等の指標に介入効果が観察されるまでに2か月要しているため、生理指標に効果が観察されるには、それ以上の介入期間が必要であった可能性等が考えられた。

一方、上述の通り、本調査の介入シフトは客観的な勤怠データから、介入シフトによって他の勤務日の勤務間インターバルが短くなる等のしわ寄せの影響として懸念された残業を含む労働時間やクイック・リターン回数の増加は生じなかった。このことから、本調査の介入シフトは1か月間の勤務の中で休日の配置を変えただけの介入として見て取ることができる。したがって、大きなシフトの変更ではなく、休日配置の変更のみで、これだけ様々な指標に介入効果が観察されたことは特筆すべきことである。なぜなら、大きな変更を伴う介入であるなら

ば、他の 3 交替逆循環のシフトを採用する病院への水平展開は難しいと考えられるが、本研究の介入は休日配置の変更のみで実施可能であるため、他の病院でも導入可能なシフトの組み方である可能性を十分に含んだものだからである。

加えて、本研究のユニークな点は調査実施前に、対象職場で勤務する看護師に対して、仕事の疲労を増大させる要因をヒアリングし、現場の看護師と共に介入内容を練りあげるプロセス、所謂「職場の疲労カウンセリング」を実施したことにある。これにより、一般論での研究の知見をベースとした介入調査ではなく、現場の特色を踏まえて介入調査を実施したことが、本研究の介入効果を高めた要因だと考察できる。

## E. 結論

本調査は、3 交替逆循環で交替勤務に従事する看護師に対して、生体負担の高い 2 連続深夜勤務後の勤務間インターバルの確保を念頭に、従来の「深夜勤-深夜勤-準夜勤-準夜勤」のシフトから「深夜勤-深夜勤-休日-準夜勤-準夜勤」の介入シフトで働くことの効果を 4 か月間の非無作為化クロスオーバー比較試験にて検討した。

結果、本調査の介入は残業時間やクイック・リターン回数の増加という影響は見られず、休日の配置を変更しただけの介入として見て取ることができた。それにも関わらず、睡眠機会の増加を介して、疲労やストレス、睡眠等の指標に改善効果が見られた。これは他の 3 交替逆循環を採用する病院においても水平展開でき得る交替勤務シフトの良好事例として、交替勤務看護師の疲労管理を考える上でも重要な知見になるだろう。今後は、本調査での抽出された課題を活かしながら、新たな交替勤務スケジュールへの介入調査を企画・実施していくこととする。

## F. 健康危機情報

該当せず。

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

- 1) 久保智英, 松元俊, 井澤修平, 西村悠

貴, 川上澄香, 池田大樹, 玉置應子. 深夜勤務後の勤務間インターバル確保を念頭においた 3 交代勤務シフトスケジュールへの介入調査. 第 69 回日本職業・災害医学会学術大会. 2021; 第 69 巻臨時増刊号:58.

## H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

なし

## I. 文献

- 1) Knauth P, Rutenfranz J. Development of criteria for the design of shiftwork systems. *Journal of Human Ergology*. 1982; 11 (Supplement): 337-367.
- 2) Vedaa O, 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): 1-14.
- 3) Härmä M, Koskinen A, Sallinen M, Kubo T, Ropponen A, Lombardi DA. Characteristics of working hours and the risk of occupational injuries among hospital employees: a case-crossover study. *Scand J Work Environ Health*. 2020; 46 (6): 570-578.
- 4) Ikeda H, Kubo T, Sasaki T, et al. Cross-sectional Internet-based survey of Japanese permanent daytime workers' sleep and daily rest periods. *J Occup Health*. 2018; 60 (3): 229-235.
- 5) Kubo T, Izawa S, Tsuchiya M, Ikeda H, Miki K, Takahashi M. Day-to-day variations in daily rest periods between working days and recovery from fatigue among information technology workers: One-month observational study using a fatigue app. *J Occup Health*. 2018; 60 (5): 394-403.