

令和6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)

指輪型生体デバイスを用いたトラック事業者への睡眠介入調査

研究分担者 松元 俊 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・主任研究員

<研究要旨>

【目的】指輪型生体デバイスとスマートフォンアプリを用いた毎日の睡眠の「見える化」と睡眠アドバイスによる介入が、不規則勤務者の睡眠の取り方と健康・安全に及ぼす影響を検証することを目的とした。

【方法】貨物自動車運送業の地場トラックドライバー、内勤者、倉庫作業者の40人が本調査に参加した。2か月間の介入条件と2か月間の統制条件での調査をクロスオーバーデザインで行った。介入条件では参加者が2か月間の指輪型生体デバイス装着とスマートフォンアプリで毎日の睡眠状況の確認を行った。その他の測定項目は、調査期間を通して、機器を用いての睡眠、血圧、反応時間検査測定、唾液採取、WEBアンケート、勤務データであった。

【結果】睡眠の「見える化」及び睡眠アドバイスによる、参加者の睡眠への意識や行動の変化は3割程度であり、介入条件で睡眠時間は延びなかった。睡眠時間の延長は、早い就床時刻と遅い出勤時刻と関連しており、睡眠時間が長い月ほど血圧値が低下する関連が示された。

【考察】睡眠時間を延長する要因が、勤務拘束時間や勤務間インターバルではなく、就床時刻や出勤時刻であったことから、不規則勤務者の睡眠時間は、勤務を行う時刻の影響を強く受けることがうかがえた。また、参加者の平均睡眠時間にかかわらず、睡眠時間が長い月ほど血圧値が低下する関連が示されたことから、睡眠記録による継続的な「見える化」と、出勤時刻に注目した勤務改善をあわせて行う必要性がうかがえた。

【この研究から分かったこと】指輪型生体デバイスとスマートフォンアプリを用いた毎日の睡眠の「見える化」による介入は、個々の睡眠時間の延長や睡眠時刻の固定には寄与しなかった。睡眠時間の延長には、出勤時刻を遅くすることが有効であり、その結果として血圧を低下させるかもしれない。不規則勤務者の睡眠改善のためには、勤務スケジュールへの介入が重要であることが示された。

【キーワード】睡眠介入、指輪型生体デバイス、トラックドライバー

研究分担者:

久保智英(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)
井澤修平(同センター・上席研究員)
池田大樹(同センター・主任研究員)
西村悠貴(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)
中山 学(三和運輸機工・常務取締役)
原圭二郎(三和運輸機工・総務部リーダー)

A. 目的

脳・心臓疾患の労災認定の多いトラックドライバーを対象に行ってきた観察調査研究では、不規則勤務者において、睡眠と血圧・動脈硬化の関連が見られた^{1), 2)}。とりわけ、地場トラックドライバーでは早い起床時刻や離床回数の多さに加えて、睡眠時間の日間変動が大きいほど血圧上昇や動脈硬化度の悪化につながっていることがうかがえた。これまでの研究結果は、過労死等のリスク低減には睡眠の取り方が重要であることを示唆している。しかし、夜間や早朝の勤務があり、拘束時間や出退勤時

表 1. 20 項目の睡眠アドバイス

実践編	知識編
【実践編 1】睡眠時間が短い不安だ	【知識編 1】 どうして眠くなるのだろうか
【実践編 2】 つい夜更かしをしてしまう	【知識編 2】 眠気がないのがよい睡眠
【実践編 3】 昼食後に眠くなってしまう	【知識編 3】 睡眠に適さない時刻もある
【実践編 4】 寝つきが悪い	【知識編 4】 寝る前のスマホや携帯電話は控える
【実践編 5】 睡眠の途中で起きてしまう	【知識編 5】 寝つきをよくしよう
【実践編 6】 十分眠っても日中に眠気が生じてしまう	【知識編 6】 体温の急激な下降が重要
【実践編 7】 休日に十分眠っても疲れがとれない	【知識編 7】 食事と睡眠の深い関係
【実践編 8】 運転中にイライラしたり、落ち込んだりする	【知識編 8】 飲酒の睡眠への影響
【実践編 9】 夜間早朝運転時に眠気が生じてしまう	【知識編 9】 カフェインは眠気の根本対策にならない
【実践編 10】 早朝運転時にうまく眠れない	【知識編 10】 中高年は眠りの質が落ちやすい

刻がいつも同じとは限らない不規則な働き方を行っているトラックドライバーにおいては、自らの意思だけで理想的な睡眠をとることは容易ではないと考えられる。そのため、本研究は夜間早朝勤務を主に行う地場トラックドライバーを対象として、指輪型生体デバイスとスマートフォンアプリを用いた毎日の睡眠の「見える化」と睡眠アドバイスによる介入が、睡眠の取り方と健康・安全に及ぼす影響を検証することを目的とした。

B. 方法

1. 調査参加者

調査参加者は、1) 研究意義や目的を理解した者、2) 参加への任意性を理解した者、3) 参加への利益・不利益を理解した者、4) トラック運送会社でフルタイム勤務をする地場トラックドライバーと、比較対象となる内勤者、倉庫作業者を条件として選定した。その結果、ドライバー 26 人、内勤者 11 人（うち 4 人は女性）、倉庫作業 3 人が本調査に参加した。参加者の年齢は 47.3 ± 10.3 歳（平均 $\pm$ 標準偏差）、BMI は 24.3 ± 4.0 、通勤時間は片道で 30.1 ± 17.5 分であった。参加者の既往歴は、心臓疾患が 2 人、脳血管疾患が 0 人、睡眠時無呼吸症候群が 8 人であった。

2. 測定項目

1) 指輪型生体デバイス

スマートフォンで毎日の睡眠状況を自ら確認することができる指輪型の生体デバイスである、オーラリング (Oura Ring、Ōura Health Oy 社) を用いて睡眠指標 (深い睡眠、レム睡眠、入眠潜時、中途覚醒、睡眠効率等)、心拍、血中酸素飽和度、体温、活動量を取得した。オ

ーラリングの装着期間中は、「睡眠アドバイス」として、全日本トラック協会が発行している「トラックドライバー睡眠マニュアル」³⁾ から実践編 10 項目と知識編 10 項目をテキストで参加者に配信した (表 1)。

2) 睡眠測定

シート型の睡眠計 (眠り SCAN NN-1520、パラマウントベッド社製) を自宅に設置して、総睡眠時間、就床時刻、起床時刻、睡眠潜時、中途覚醒、睡眠効率、離床回数等の睡眠指標を取得した。

3) 血圧

医用電子血圧計 (AVE-2000 Plus、志成データム社製) を用いて、血圧 (収縮期血圧 SBP: Systolic Blood Pressure、拡張期血圧 DBP: Diastolic Blood Pressure) 及び動脈硬化度 (上腕動脈の硬さを表す API: Arterial Pressure volume Index、全身の動脈の硬さを表す AVI: Arterial Velocity pulse Index) を測定した。

4) 反応時間検査

3 分間の反応時間検査 (Psychomotor Vigilance Task: PVT-B)⁴⁾ を、スマートフォンを用いて行った⁵⁾。

5) 唾液採取

酵素免疫測定法により炎症マーカーである C 反応性蛋白 (C-Reactive Protein: CRP) を測定するため、舌下にスポンジのスワブを留置する方法で唾液を採取した。CRP は生体内で炎症反応が起きているときに生成され数値が高くなる。

6) WEB アンケート

スマートフォンを用いて Google フォームからアンケートへの回答を依頼した。質問には、睡眠介入による生活行動の変化に関する項目

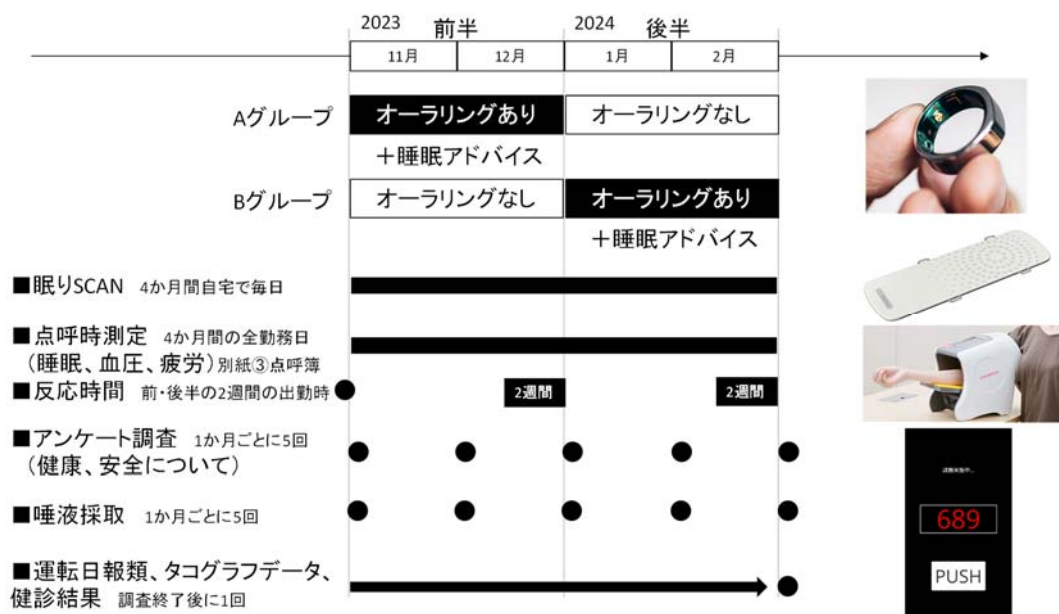


図 1. 介入調査スケジュール

と疲労、ストレス、睡眠に関する既存尺度である Vital Exhaustion (疲弊度)⁶⁾、Need for Recovery (回復要求度)⁷⁾、K6 (心理的ストレス)⁸⁾、ピッツバーグ睡眠質問票⁹⁾等を用いた。オーラリングの装着期間終了後には、「睡眠アドバイス」の効果について感想を求めた。

7) 出退勤時記録

参加者は、調査期間中のすべての勤務において、出勤・退勤時刻、就床・起床時刻、疲労感・眠気感 (10 段階評価) の自記記録、血圧測定を行った。出勤・退勤時刻から拘束時間と勤務間インターバルを算出し、就床・起床時刻から総就床時間 (睡眠時間、以下の解析にはこの値を使用) を算出した。

3. 調査スケジュール

調査スケジュールを図 1 に示した。調査は睡眠介入条件 (オーラリングあり + 睡眠アドバイス) と統制条件 (オーラリングなし) をそれぞれ 2 か月間設定し、合計 4 か月間行った。介入条件を前半に実施する A グループと、後半に実施する B グループに分けたクロスオーバーデザインで調査を行った。自宅での眠りSCAN測定と、出退勤点呼時の血圧測定は 4 か月間連続で行った。また反応時間検査は、調査前半と後半の 2 週間のみ出勤点呼時に行った。唾液採取とWEB アンケートはそれぞれ調査期間中に 1 か月間隔で 5 回実施した。なお、本研

究は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受けて行った (2023N04)。

C. 結果

睡眠介入効果や、睡眠時間に関連する主要な結果のみを報告する。統計解析にはいずれも線型混合モデルを用いた。

1. 労働時間

調査期間中における労働時間を表 2 に示した。トラックドライバーは内勤・倉庫よりも拘束時間が長く、出勤時刻が早く、退勤時刻が早かった。労働時間の月間変動はいずれも、トラックドライバーで内勤・倉庫よりも大きかった。トラックドライバーは地場の早朝勤務を行っていることが確認された。

2. 睡眠意識・行動の変化

睡眠介入による意識や行動の変化について職種別の評価を図 2 に示した。統制条件と比べて介入条件で睡眠意識と行動 (「まったく変わらない」、「少し変わった」、「だいぶ変わった」、「とても変わった」の 4 段階で評価) が変化した割合はそれぞれ、トラックドライバーでは 34.6%と 26.9%、内勤・倉庫では 35.7%と 35.7%であった。

3. 睡眠時間の変化

統制条件と介入条件での職種別の睡眠時間と標準偏差の変化を図 3 に示した。各条件

表 2. 労働時間(11 月～2 月)

		トラックドライバー 26人	内勤・倉庫 14人
拘束時間	平均	11.1	9.9
拘束時間	標準偏差	2.3	0.8
出勤時刻	平均	5.6	7.8
出勤時刻	標準偏差	0.8	0.3
退勤時刻	平均	16.2	17.6
退勤時刻	標準偏差	1.0	0.7

1か月ごとの平均、標準偏差

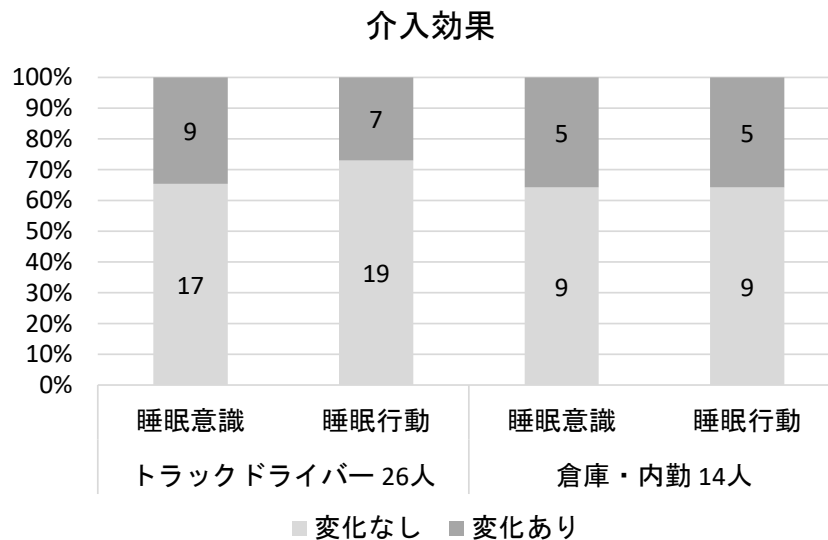


図 2. 睡眠介入による意識・行動の変化

とも 1 か月目と 2 か月目の睡眠時間は 6.5～6.75 時間とられており、職種にかかわらず、条件、期間、交互作用に有意差は示されなかった。標準偏差についても、職種にかかわらず主効果、交互作用に有意差は示されなかった。

4. 睡眠時間に関連する労働要因

介入による睡眠時間への影響は見られなかったため、睡眠時間を変化させる他の要因を探った。睡眠時間に関連する要因を調べた結果を表 3 に示した。睡眠時間に影響することが考えられる年齢、性別、職種、条件、睡眠時無呼吸症の既往歴、睡眠行動変化を調整した結果、出勤時刻が早くなるほど、就床時刻が遅くなるほど睡眠時間が短くなる関係が示された。

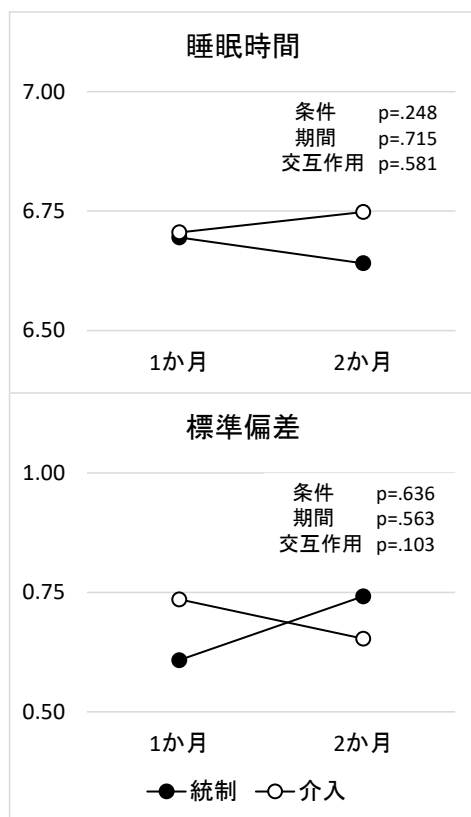
睡眠時間は、出庫時刻が 1 時間早いと 0.61

時間、就床時刻が 1 時間遅いと 0.73 時間短かった(個人間)。また、月ごとの出勤時間が 1 時間早くなるほど 0.27 時間、就床時刻が 1 時間遅くなるほど 0.75 時間短くなる関連が示された(個人内)。

5. 睡眠時間を延長する効果

トラックドライバー及び内勤・倉庫作業において睡眠時間を延長する効果を調べた。睡眠時間と、勤務ごとの血圧値や疲れ、眠気及び、ひと月ごとの疲労・ストレス指標との関連を表 4 に示した。睡眠時間は血圧値と有意な関連が示され、睡眠時間が長い月ほど、収縮期血圧と拡張期血圧がともに低下した。睡眠時間が 1 時間延びると、血圧は上下とも 2.2mmHg 低下する関連が示された。

トラックドライバー



内勤・倉庫

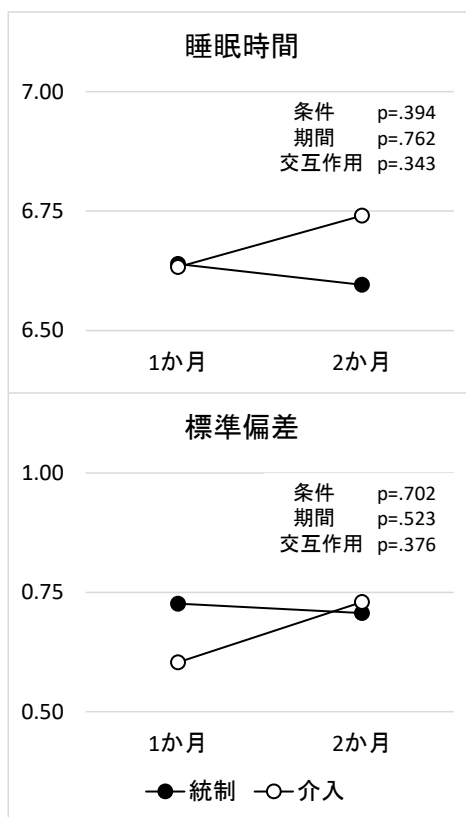


図 3. 介入による睡眠時間の変化

表 3. 睡眠時間に関連する要因

	β	95% 信頼区間		p
個人間				
睡眠行動変化	0.06	-0.33	0.45	0.748
拘束時間	-0.18	-0.39	0.02	0.081
出勤時刻	0.61	0.31	0.91	< 0.001
勤務間インターバル	-0.20	-0.51	0.11	0.190
就床時刻	-0.73	-0.94	-0.52	< 0.001
個人内				
拘束時間	0.00	-0.05	0.04	0.857
出勤時刻	0.27	0.17	0.37	< 0.001
勤務間インターバル	0.06	-0.03	0.15	0.175
就床時刻	-0.75	-0.87	-0.63	< 0.001

β (95%信頼区間) : マルチレベル分析による回帰係数の推定量 (年齢、性別、職種、条件、睡眠時無呼吸症の既往歴)

太字 : $p < 0.05$

表 4. 睡眠時間を延長する効果

	血圧 収縮期	血圧 拡張期	血圧 API	血圧 AVI	疲れ	眠気	Vital Exhaustion	Need for Recovery	K6
個人毎平均	2.78	1.44	0.80	-0.45	-0.03	-0.19	1.11	1.34	0.76
個人内変動	-2.22	-2.17	-0.27	-0.60	-0.48	-0.31	-0.79	-5.83	-0.66

年齢、性別、職種、条件、睡眠時無呼吸症の既往歴、睡眠行動変化を調整

数値： β 、太字： $p < 0.05$

D. 考察

本研究は、指輪型生体デバイスとスマートフォンアプリを用いた毎日の睡眠の「見える化」と睡眠アドバイスによる介入が、睡眠の取り方と健康・安全に及ぼす影響を検証することを目的とした。しかし、睡眠の「見える化」及び睡眠アドバイスによる、参加者の睡眠への意識や行動の変化は 3 割程度であり、実際の睡眠時間は延びなかった。睡眠時間を延ばす要因が、勤務拘束時間や勤務間インターバルではなく、就床時刻や出勤時刻であったことから、不規則勤務者の睡眠時間は、勤務を行う時刻の影響を強く受けることがうかがえた。また、参加者の平均睡眠時間にかかわらず、睡眠時間が長い月ほど血圧値が低下する関連が示されたことから、睡眠記録による継続的な「見える化」と、出勤時刻に注目した勤務改善をあわせて行う必要性がうかがえた。

E. 結論

指輪型生体デバイスとスマートフォンアプリを用いた毎日の睡眠の「見える化」による介入は、睡眠時間の延長や睡眠時刻の固定には寄与しなかった。睡眠時間の延長には、出勤時刻を遅くすることが有効であり、その結果として血圧を低下させるかもしれない。

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

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

なし

I. 文献

- 1) 松元俊, 久保智英, 井澤修平, 池田大樹, 高橋正也, 甲田茂樹. トラックドライバーの健康障害と過労状態に関連する労働生活要因の検討. 産業衛生学雑誌 2022; 64(1): 1-11.
- 2) 松元俊. トラックドライバーの夜間早朝出発を伴う不規則勤務スケジュールが血圧・動脈硬化に及ぼす影響の検討. 日本労働研究雑誌 2024; 66(2・3): 77-92.
- 3) 全日本トラック協会. 安全運転・健康運転のためのトラックドライバー睡眠マニュアル. 2019 年 10 月発行. https://jta.or.jp/member/anzen/karoushi_boushi_tokusetsu/suimin_manual.html
- 4) Basner M, Mollicone D, Dinges DF. Validity and Sensitivity of a Brief Psychomotor Vigilance Test (PVT-B) to Total and Partial Sleep Deprivation. Acta Astronaut. 2011; 69(11-12): 949-959.
- 5) 西村悠貴, 久保智英, 池田大樹. 疫学調査効率化を目的とした疲労 Checker のウェブアプリ化. 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—令和 3 年度総括・分担研究報告書. 2022: 255-263.
- 6) Williams JE, Mosley TH Jr, Kop WJ, Couper DJ, Welch VL, Rosamond WD. Vital exhaustion as a risk factor for adverse cardiac events (from the Atherosclerosis Risk In Communities [ARIC] study). Am J Cardiol.; 105(12): 1661-1665.
- 7) van Veldhoven M, Broersen S. Measurement quality and validity of the

- "need for recovery scale". *Occup Environ Med.* 2003; 60 Suppl 1(Suppl 1): i3-9.
- 8) Kessler RC, Andrews G, Colpe LJ, Hiripi E, Mroczek DK, Normand SL, Walters EE, Zaslavsky AM. Short screening scales to monitor population prevalences and trends in non-specific psychological distress. *Psychol Med.* 2002; 32(6): 959-976.
- 9) Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989; 28(2): 193-213.