



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	看護師の離職リスクの予測における職業性疲労・回復尺度と唾液cortisolの有用性
Author(s)	山口, 真弥
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(看護学)
Dissertation Number	甲第15829号
Issue Date	2024-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k15829
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/91952
Type	doctoral thesis
File Information	Shinya_Yamaguchi.pdf



学位論文

看護師の離職リスクの予測における職業性疲労・回復尺度と
唾液 cortisol の有用性

山口 真弥

北海道大学大学院保健科学院
保健科学専攻看護学コース

2023年度

目次

要旨.....	- 1 -
序章	
I. 看護師不足における離職対策の必要性	- 3 -
II. 看護師の離職とバーンアウト, 慢性疲労の関連性.....	- 3 -
III. 看護師の離職リスクの予測に関する課題.....	- 4 -
IV. 研究目的と本論文の構成.....	- 6 -
引用文献	- 7 -
第1章 交代制勤務看護師の疲労およびその評価に関する文献検討	
I. 交代制勤務を行う看護師の疲労.....	- 11 -
1. 交代制勤務による看護師の健康問題: 慢性疲労	- 11 -
2. 労働者の疲労.....	- 11 -
3. 慢性疲労, 急性疲労および回復の関係性	- 12 -
4. 交代制勤務を行う看護師が慢性疲労に至る機序と疲労評価の視点.....	- 13 -
II. 交代制勤務を行う看護師の疲労と回復の評価指標の有用性に関する文献レビュー	
1. 目的.....	- 18 -
2. 方法.....	- 19 -
3. 結果.....	- 21 -
4. 考察.....	- 34 -
5. 結論.....	- 36 -
引用文献.....	- 37 -
補足資料.....	- 47 -
III. 唾液バイオマーカーと交代制勤務を行う看護師の慢性疲労および離職リスクの関連	
1. 看護師の疲労に関連する客観的指標とその課題	- 63 -
2. 看護師の慢性疲労に関連する生理学的変化の考察	- 63 -
3. 唾液バイオマーカーと看護師の慢性疲労および離職リスクとの関連.....	- 65 -
引用文献.....	- 68 -
第2章 交代制勤務看護師における慢性疲労と唾液バイオマーカープロファイル: 探索的予備研究	
I. 背景.....	- 71 -
II. 方法.....	- 72 -
III. 結果	- 76 -
IV. 考察	- 80 -
V. 結論	- 82 -
引用文献	- 83 -

第3章 交代制勤務看護職における日本語版 Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale の信頼性と妥当性の検証

I. 背景.....	- 87 -
II. 方法.....	- 89 -
III. 結果.....	- 91 -
IV. 考察.....	- 100 -
V. 結論.....	- 102 -
引用文献.....	- 103 -

第4章 2交代制と3交代制に従事する看護職の慢性疲労と回復

I. 背景.....	- 107 -
II. 方法.....	- 108 -
III. 結果.....	- 110 -
IV. 考察.....	- 116 -
V. 結論.....	- 118 -
引用文献.....	- 119 -

第5章 看護師の離職リスクの予測的バイオマーカーとしての唾液中 cortisol プロファイルの有用性：予備的研究

I. 背景.....	- 122 -
II. 方法.....	- 123 -
III. 結果.....	- 127 -
IV. 考察.....	- 132 -
V. 結論.....	- 134 -
引用文献.....	- 136 -

終章

I. 総括.....	- 141 -
II. 看護管理における離職リスク対策への示唆と今後の課題.....	- 141 -

謝辞.....	- 143 -
---------	---------

研究業績一覧.....	- 144 -
-------------	---------

要旨

【背景】

看護師の離職は人員不足を招き、各看護師の労働負担や患者の安全性に影響を及ぼす国際的課題である。この課題に対処するためには、離職リスクの十分な予測に基づいて、高リスク者に早期介入できる体制が不可欠である。看護師の離職の関連要因のうち、慢性疲労は強固な予測因子として報告されている。したがって、慢性疲労の十分な評価が欠かせない。一方で、現行の主観的指標は、交代制勤務者にとって重要な疲労回復の視点が無く、慢性疲労を十分に把握できているとは言えない。また、疲労の多次元性を考慮すると、信頼性のある客観的指標を併用する必要があるが、看護師に適用可能な簡便な客観的指標は未だ明らかになっていない。そこで本研究では、より精度の高い離職リスク予測の実現に向け、看護師の離職リスクの予測における職業性疲労・回復尺度と唾液 cortisol の有用性を検証した。

【交代制勤務看護師の慢性疲労に関連する唾液マーカープロファイルの探索】

交代制勤務看護師の慢性疲労に関連する唾液マーカープロファイルを探索した。20-30代の女性看護師45名を対象とし、1ヶ月間の4回の勤務開始前（日勤・夜勤各2回）に唾液を収集した。唾液 cortisol、免疫グロブリン A (s-IgA) および oxytocin 濃度は、酵素結合免疫吸着測定法によって測定した。初回勤務（夜勤）において、蓄積的疲労兆候インデックスにより慢性疲労を評価した。その結果、階層型クラスター分析により、cortisol に関しては、2回の日勤を通して1) 低濃度グループと2) 高濃度グループが特定された。慢性疲労度は低濃度グループの方が有意に高かった。s-IgA については4回の勤務を通して1) 低濃度グループと2) 高濃度グループが特定され、慢性疲労度は高濃度グループの方が有意に高かった。以上より、看護師の慢性疲労に関連する唾液バイオマーカーのプロファイルは、1) cortisol : 2回の日勤を通して低濃度、2) s-IgA : 4回の勤務を通して高濃度であることが示唆された。

【日本語版職業性疲労・回復尺度 (OFER-J) の信頼性と妥当性の検証】

OFER は回答負担が少なく（15項目）、労働者の慢性・急性疲労に加え、交代制勤務によって脅かされやすい勤務間回復を同時に測定できる世界で唯一の尺度である。日本の交代制勤務看護師942名を対象に、OFER-J の信頼性と妥当性を検証した。6病院（55病棟）を対象に自記式質問票を用いた横断的調査を行った。その結果、OFER-J の3因子モデルに対する適合度は許容されるものであり、その他の妥当性は良好であった。また、内的一貫性は十分であり、安定的な状態である慢性疲労のみ、再テスト信頼性は良好であった。以上より、OFER-J は交代制勤務看護師において、十分な信頼性と妥当性を持つ尺度であることが明らかになった。その簡便性の高さから、OFER-J は疲労と回復のモニタリングに活用でき、交代制勤務看護師の慢性疲労の兆候を把握するための有用な尺度であると考えられた。

【3交代制と2交代制に従事する看護職者の慢性疲労と回復】

3交代制（n = 359）および2交代制（n = 448）に従事する看護師における回復と疲労の特徴、およびこれらの関連要因を検証した。OFER-J の信頼性と妥当性を検証した調査データの2次元分析を行い、疲労と回復は OFER-J により評価した。その結果、3交代制の勤務間回復度は2交代

制よりも有意に低かった。いずれの勤務体制においても、残業時間と質の低い睡眠は、勤務間回復を妨げ慢性疲労を強める要因であった。3交代制では、子どもを持つ者や余暇に活動的である（活動志向）ことが、良好な勤務間回復と慢性疲労の抑制に関連していた。2交代制では、活動志向は低度の慢性疲労に関連していた。勤務体制と年齢の交互作用から、40歳以上の看護師は2交代制において慢性疲労リスクが高まることが示された。以上より、両勤務体制では、看護師が質の高い睡眠や家族役割、余暇活動を維持することを念頭に、残業時間に注意を払う必要がある。また、看護師の年齢を考慮した勤務体制の選択・編成は、重度の慢性疲労の予防に有効である可能性が示された。

【看護師の離職リスクの予測における唾液 cortisol プロファイルの有用性】

以上の研究をもとに、唾液 cortisol プロファイルが交代制勤務看護師の離職リスクの予測因子となるかどうかを検証し、その有用性を検討した。本縦断的研究では、大学病院において2交代制勤務に従事する20-40代の女性看護師40名を対象とし、3ヶ月の調査を行った。研究参加時に慢性疲労（OFER-J）およびバーンアウト（日本語版バーンアウト尺度）を評価した。唾液 cortisol は、1ヶ月目の3回の日勤日（起床時）において、point-of-care デバイス（SOMA CUBE Reader）で測定した。Cortisol プロファイルは、3回の測定値の平均値とした。3ヶ月後の離職リスクとして、就業継続困難感（0：全く感じない-10：この上なく感じる）を評価した。その結果、cortisol プロファイルは就業継続困難感と関連し、この関連は共変量を調整しても一貫していた。慢性疲労、バーンアウト、看護師経験年数による重回帰モデルでは、就業継続困難感の予測性は限定的であった（ $R^2 = 0.42$ ）。このモデルに cortisol プロファイルを追加したところ、cortisol プロファイルの関連は有意であり、モデルの予測性は向上した（ $\Delta R^2 = 0.11$ ）。以上の結果より、1ヶ月間の日勤3回において得られた唾液 cortisol プロファイルは、交代制勤務看護師の就業継続困難感の予測因子であり、OFER-J との併用により、離職リスクの予測性向上に寄与する可能性が示された。

【結論】

OFER-J と唾液 cortisol プロファイルは離職リスクの独立した予測因子であることが示された。回答負担が少ない OFER-J は、定点測定に加えて連続的なモニタリングに活用できる。また、唾液 cortisol は、point-of-care デバイスにより看護師自身で簡便に測定できるため、セルフモニタリング指標となる。したがって、労働場面では、OFER-J によるサーベイランスと1ヶ月間の3回の日勤における唾液 cortisol の測定によって、離職リスクを捉えることが可能であると示唆された。これらを併用する利点はスクリーニング感度の向上であり、OFER-J 単独では限定的な予測性を唾液 cortisol プロファイルが補完し、その逆も同様である。以上のことから、OFER-J と唾液 cortisol プロファイルは、看護師の離職リスクの予測において有用な指標であり、高リスク者に対する早期対策や看護管理者の面談を通じた離職リスクの原因特定を支援する有用なツールになり得ると考えられた。

序章

I. 看護師不足における離職対策の必要性

看護師不足は長年に渡る国際的な課題であり、その不足数は今後約 1300 万人に達する (International Council of Nurses, 2023)。看護職員需給分科会の調査によると、2040 年には日本において約 32 万人の看護師が不足し、医療機関（病院・診療所）では約 12 万人の不足が推定されている (厚生労働省, 2023)。医療機関における看護師不足は、患者数に対する最適な看護師の人員配置を困難にし、入院患者の安全性や各看護師の労働負担に影響する。このことは、入院患者の死亡率の増加、医療事故、看護ケアに対する患者満足度の低下に加え、看護師の職業満足度の低下やバーンアウトなどの深刻な問題に関連する (Aiken, 2002; Aiken et al., 2014; Duffield & O'Brien-Pallas, 2003; Needleman et al., 2011)。

この現状は、高い離職率によって一層深刻化する。NSI Nursing Solutions (2023) によれば、2022 年におけるアメリカの病院看護師の年間離職率は 22.5%であった。また、他国の離職率を概観すると、オーストラリア 15.1% (Roche et al., 2015)、カナダ 19.9% (O'Brien-Pallas et al., 2010) となっており、高い離職率が課題となっている。日本では、2021 年度の病院看護職の離職率は 11.6%と過去 10 年以上に渡って横ばいの傾向が続いている (日本看護協会, 2023)。このことから、看護師の高い離職率に関しては、依然として改善の兆しが見えない現状がある。

離職と人材不足は相互の関連性を持ち、高い離職率が看護師不足やその影響を招き、その結果として新たな離職を生み出すという悪循環を形成する。看護師の離職が発生すると、医療機関における他の看護師の労働負担が増加する (Reilly et al., 2014)。残された看護師は、過度の労働負担やストレスの増加に直面し、精神的健康問題や職業満足度の低下を経験する (O'Brien-Pallas et al., 2010)。また、離職による欠員を補充するために新たな人材が必要となるものの、新規人材の確保には平均 3 ヶ月かかるとされており (Shaffer, 2020)、その定着には長い時間を要する。このように、一度発生した離職の影響は、長期に渡って看護師や組織全体に及び続け、人材不足の深刻化に伴って、離職率の軽減を困難にする。このサイクルを断ち切るためには、離職の発生そのものを防ぐ必要がある。そのためには、離職に至る可能性を持つ看護師を早期に特定し介入する仕組みを作り上げる必要があり、この早期特定の実現のために離職の前兆を予測することが不可欠である。

II. 看護師の離職とバーンアウト、慢性疲労の関連性

看護師の離職の背景には、ライフイベント（妊娠・出産・育児）やキャリアアップ（学習・進学・異動）などのように、看護管理者による介入の仕様がなない理由もあれば、その一方で望ましくない理由もある。離職リスクの予測を考える上では、特にこの望ましくない理由によって生じる離職に焦点を当て、なぜ看護師がそのような離職に至るかについて検討する必要がある。看護職員就業状況等実態調査結果 (厚生労働省, 2011) によれば、看護師において、他施設

への移動や看護職以外の職の希望、または仕事をしないと回答する主な理由には、「超過勤務が多い」、「休暇がとれない」、「夜勤の負担が大きい」などの労働状況が関係している。その他には、「本人の健康問題」を理由として上げる看護師が存在することが示されている。

看護師を取り巻く労働状況は、入院患者の療養上の世話、同僚や医師とのコミュニケーションを含めてストレスフルなものであり、身体的にも精神的にも負担が大きい (Barker & Nussbaum, 2011)。このような状況下におけるストレスに対処するために、人体は、視床下部-下垂体-副腎、免疫系、自律神経系などの複数の生理学的機能を活性化させ、適応を促すと考えられる (McEwen, 1998)。しかし、十分な休息や回復が無いままに、労働によるストレス状態が慢性化すると、やがて生理学的機能が破綻し (過活性または低活性)、病的反応が生じる (Toker & Melamed, 2017)。特に、看護師の多くが、夜勤を含む不規則な交代制勤務に従事していることは考慮すべき事項である。交代制勤務に従事する看護師は、生体リズムに反した長時間の夜勤 (12 時間や 16 時間) を行い、加えて、しばしば発生する残業によって大きな労働負担を経験する。また、その不規則な勤務形態により、極端に短い勤務間インターバル (勤務と勤務の間隔) が生じるだけではなく (Öster et al., 2023)、夜勤に伴う概日リズムの混乱が生じる (Kecklund & Axelsson, 2016)。これにより、労働以外の場面における日常的活動に支障をきたし (Öster et al., 2023)、加えて高リスクに発生する睡眠障害 (Min & Hong, 2022) は、疲労からの回復を阻害する。このように、交代制勤務を起因とした労働と休息パターンの乱れは、様々な健康問題のリスクを高め、離職リスクに影響する (Blytt et al., 2022)。

中でも、慢性疲労やバーンアウトが看護師の離職の引き金となることについては、一定のコンセンサスが得られている。慢性疲労とは、高度の疲労を抱えた状態において、適切な回復がない状態が継続し、抑うつ、意欲の低下や不適応な行動パターンが生じた状態である (Winwood et al., 2005)。バーンアウトは、今まで普通に仕事をしてきた人が、急にあたかも『燃え尽きたように』意欲を失う状態であり (久保, 1994)、情緒的消耗感を中核症状として、脱人格化、個人的達成感の低下をもたらす状態である (Maslach & Jackson, 1981)。これまでの研究では、慢性疲労がバーンアウト (Raftopoulos et al., 2012) および精神的健康度の低下 (Bazazan et al., 2019) に関連する要因であることが明らかにされている。さらに、Rutledge et al. (2022) は、慢性疲労は看護師の離職意向の強固な予測因子であることを示している。看護師のバーンアウトと離職意向の関連を検証したメタアナリシスでは、両者の有意な関連性が結論付けられている (Özkan, 2022)。これらの知見から、看護師の慢性疲労はバーンアウトへと続くものとして、看護師の離職リスクを高める重要な要因であると言える。したがって、看護師の離職リスクの予測においては、その重要な予測因子である慢性疲労の評価に基づいて十分な予測性を得る必要がある。しかし、以下に示すいくつかの課題が残っている。

III. 看護師の離職リスクの予測に関する課題

1 つ目は、交代制勤務を行う看護師の疲労評価に関する課題である。看護師は、単に労働負担だけではなく、交代制勤務における不規則な勤務形態や概日リズムの乱れに起因する休息や回復の問題を抱えやすい。このことが慢性疲労の発生に強く関連することが明らかにされている

(Fang et al., 2013). したがって、交代制勤務を行う看護師の慢性疲労を捉えるためには、疲労だけではなく、疲労からの回復に関する評価視点が必要である。しかし、現状において、日本の看護師に適用されている疲労評価指標（ストレスチェック制度など）では、回復の視点は含まれていない。以上のことから、看護師における慢性疲労が適切に評価および管理されているとは言えない状況がある。

2 つ目に、看護師の慢性疲労の評価における客観性の欠如である。疲労の症状は本質的に主観的かつ心理的なものである (Aaronson et al., 1999)。その現象を捉えるために、看護師の疲労は質問票を用いて測定されてきた (Gifkins et al., 2020)。一方で、質問票は看護師個人の主観に基づくため、評価の客観性が欠如し、信頼性には一定の限界がある。看護師が慢性疲労に至る経緯を前述の生理学的知見と関連付けると (McEwen, 1998)、慢性疲労にはいくつかの生理学的指標が関連する可能性がある。しかし、労働者である看護師に使用できるような高い簡便性を備え、かつ信頼性のある慢性疲労の客観的指標は明らかではない。

3 つ目の課題は、看護師の離職リスクの予測における客観性の欠如である。看護師がストレスから疲労、そしてバーンアウトに至るプロセスは、本人の自覚がないままに進行する性質をもつことが指摘されている (Waddill-Goad, 2019)。このことは、看護師は自覚がないままに離職リスクが高い状態に至る可能性があることを意味している。したがって、慢性疲労やバーンアウトに関する従来の主観的指標のみでは、離職リスクを十分に捉えることができない可能性がある。これを裏付けるのは Leiter & Maslach (2009) の報告であり、バーンアウトや他の心理学的要因は、看護師の離職意向の分散を 39%しか説明しなかった。この結果から、従来の主観的指標のみでは離職リスクを十分に予測できないことが推察されるが、看護師の離職リスクに関連する客観的指標は依然として明らかではない。

この課題には、疲労評価における客観性の欠如が関連し、その原因の 1 つとして臨床現場で簡便に導入できる客観的指標が確立されていないことが挙げられる。例えば、Brzozowski et al. (2021) は、病院看護師の疲労の予測において、ウェアラブルセンサーを用いて測定した歩数などの身体活動変数の有意性を報告している。また、精神運動覚醒検査 (Lee, Bardwell et al., 2010) や心電図のモニタリングから得られる心拍変動 (折山ら, 2019) を疲労の指標としている研究もある。これらの指標は、研究上である程度の使用実績がある。しかし、デバイスや電極パッドの長時間に渡る装着、比較的長い測定時間、加えて測定中に常に集中を要するといった制約がある。このような制約がある以上、上述の指標を労働場面における看護師に適用することには一定のハードルがある。

そこで、労働関連の分野で着目されている指標の 1 つが、唾液中に含まれるバイオマーカーである。種々のバイオマーカーは血液や尿検体を用いて測定可能ではあるが、唾液を検体として定量化することができ (Obayashi, 2013)、検体採取の簡便性や侵襲の少なさから、労働者のストレス評価などで着目されている (Soo-Quee Koh & Choon-Huat Koh, 2007)。看護師の疲労が、いくつかの生理学的変化 (McEwen, 1998; Toker & Melamed, 2017) をもたらすのであれば、この変化を反映し得るバイオマーカーは看護師の慢性疲労の指標となる可能性が考えられる。これまでに、看護師の労働ストレスと唾液バイオマーカーの有意な関連が示されている (Lee, Kang et al., 2010; Yang, 2002; Yang et al., 2001)。また、看護師以外を対象とした研究においても、唾液 cortisol

濃度の低下と抑うつ、健康に関する認識、慢性疲労との関連が報告されている (Dahlgren et al., 2009; Geoffroy et al., 2013; Nater et al., 2008; Roberts et al., 2004)。しかしながら、看護師の慢性疲労に関連する唾液バイオマーカーは現状において明らかではなく、さらに離職リスクの予測因子となるかどうかは検証されていない。

IV. 研究目的と本論文の構成

以上より本研究は、看護師の離職リスクをより精度高く予測するための研究として、唾液 cortisol が交代制勤務を行う看護師の離職リスクの予測因子になるかどうかを検証した。また慢性疲労の主観的指標と唾液 cortisol を予測因子として併用することによる、離職リスクの予測性向上の可能性を検証した。この目的を達成するために、下記に示す研究を行った。本論文の構成は以下の通りである。

第 1 章 交代制勤務を行う看護師の疲労と回復およびその測定に関する文献検討

- 1) 看護師を含む労働者の疲労の概念とともに、交代制勤務に従事する看護師における疲労評価の視点について検討した。
- 2) 看護師の疲労評価における既存の客観的指標の課題についてまとめ、唾液バイオマーカーと看護師の慢性疲労および離職リスクの関連を検討した。
- 3) 交代制勤務を行う看護師の疲労および回復の評価に用いられている主観的指標の有用性に関する文献レビューを行った。

第 2 章 交代制勤務を行う病院看護師の慢性疲労に関連する唾液 cortisol, 免疫グロブリン A (s-IgA), oxytocin プロファイルを探索した。

第 3 章 日本語版 Occupational Fatigue/Exhaustion Recovery Scale を開発し、交代制勤務を行う病院看護職者を対象に、その信頼性と妥当性を検証した。

第 4 章 2 交代制と 3 交代制に従事する交代制勤務看護職における疲労（急性と慢性）と回復の特徴とこれらの関連要因を検証した。

第 5 章 交代制勤務を行う病院看護師の離職リスクの予測における、唾液 cortisol プロファイルの有用性を検証した。

引用文献

- Aaronson, L. S., Teel, C. S., Cassmeyer, V., Neuberger, G. B., Pallikkathayil, L., Pierce, J., Press, A. N., Williams, P. D., & Wingate, A. (1999). Defining and measuring fatigue. *Journal of Nursing Scholarship*, 31(1), 45–50. <https://doi.org/10.1111/j.1547-5069.1999.tb00420.x>
- Aiken, L. H. (2002). Hospital nurse staffing and patient mortality, nurse burnout, and job dissatisfaction. *JAMA*, 288(16), 1987. <https://doi.org/10.1001/jama.288.16.1987>
- Aiken, L. H., Sloane, D. M., Bruyneel, L., Van Den Heede, K., Griffiths, P., Busse, R., Diomidous, M., Kinnunen, J., Kózka, M., Lesaffre, E., McHugh, M. D., Moreno-Casbas, M. T., Rafferty, A. M., Schwendimann, R., Scott, P. A., Tishelman, C., Van Achterberg, T., & Sermeus, W. (2014). Nurse staffing and education and hospital mortality in nine European countries: A retrospective observational study. *The Lancet*, 383(9931), 1824–1830. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62631-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62631-8)
- Barker, L. M., & Nussbaum, M. A. (2011). Fatigue, performance and the work environment: A survey of registered nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 67(6), 1370–1382. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2010.05597.x>
- Bazazan, A., Dianat, I., Mombeini, Z., Aynehchi, A., & Asghari Jafarabadi, M. (2019). Fatigue as a mediator of the relationship between quality of life and mental health problems in hospital nurses. *Accident Analysis & Prevention*, 126, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.01.042>
- Blytt, K. M., Bjorvatn, B., Moen, B. E., Pallesen, S., Harris, A., & Waage, S. (2022). The association between shift work disorder and turnover intention among nurses. *BMC Nursing*, 21(1), 143. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-00928-9>
- Brzozowski, S. L., Cho, H., Arsenaault Knudsen, É. N., & Steege, L. M. (2021). Predicting nurse fatigue from measures of work demands. *Applied Ergonomics*, 92, 103337. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103337>
- Dahlgren, A., Kecklund, G., Theorell, T., & Åkerstedt, T. (2009). Day-to-day variation in saliva cortisol—Relation with sleep, stress and self-rated health. *Biological Psychology*, 82(2), 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.07.001>
- Duffield, C., & O'Brien-Pallas, L. (2003). The causes and consequences of nursing shortages: A helicopter view of the research. *Australian Health Review*, 26(1), 186. <https://doi.org/10.1071/AH030186>
- Fang, J., Qiu, C., Xu, H., & You, G. (2013). A model for predicting acute and chronic fatigue in Chinese nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 69(3), 546–558. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2012.06029.x>
- Geoffroy, M.C., Hertzman, C., Li, L., & Power, C. (2013). Prospective association of morning salivary cortisol with depressive symptoms in mid-life: A life-course study. *PLoS ONE*, 8(11), e77603. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077603>
- Gifkins, J., Johnston, A., Loudoun, R., & Troth, A. (2020). Fatigue and recovery in shiftworking nurses: A scoping literature review. *International Journal of Nursing Studies*, 112, 103710. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103710>

- International Council of Nurses. (2023). Nurse shortage and retention [Policy Brief]. https://www.icn.ch/sites/default/files/inline-files/ICN%20Policy%20Brief_Nurse%20Shortage%20and%20Retention_0.pdf (2023年10月20日参照)
- Kecklund, G., & Axelsson, J. (2016). Health consequences of shift work and insufficient sleep. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 355, i5210. <https://doi.org/10.1136/bmj.i5210>
- 厚生労働省 (2023). 看護師等 (看護職員) の確保を巡る状況. <https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/001118192.pdf>. (2023年11月25日参照)
- 厚生労働省 (2011). 看護職員就業状況等実態調査結果. <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000017cjh-att/2r98520000017cnt.pdf>. (2023年11月10日参照)
- 久保真人, 田尾雅夫 (1994). 看護婦におけるバーンアウト-ストレスとバーンアウトの関係-. 実験社会心理学研究, 34(1), 33-43.
- Lee, I.S., Bardwell, W. A., Ancoli-Israel, S., & Dimsdale, J. E. (2010). Number of lapses during the psychomotor vigilance task as an objective measure of fatigue. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 06(02), 163-168. <https://doi.org/10.5664/jcsm.27766>
- Lee, K.M., Kang, D., Yoon, K., Kim, S.Y., Kim, H., Yoon, H.S., Trout, D. B., & Hurrell, J. J. (2010). A pilot study on the association between job stress and repeated measures of immunological biomarkers in female nurses. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 83(7), 779-789. <https://doi.org/10.1007/s00420-010-0544-0>
- Leiter, M. P., & Maslach, C. (2009). Nurse turnover: The mediating role of burnout. *Journal of Nursing Management*, 17(3), 331-339. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2009.01004.x>
- Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Organizational Behavior*, 2(2), 99-113. <https://doi.org/10.1002/job.4030020205>
- McEwen, B. S. (1998). Stress, adaptation, and disease: Allostasis and allostatic load. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 840(1), 33-44. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb09546.x>
- Min, A., & Hong, H. C. (2022). Work schedule characteristics associated with sleep disturbance among healthcare professionals in Europe and South Korea: A report from two cross-sectional surveys. *BMC Nursing*, 21(1), 189. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-00974-3>
- Nater, U. M., Maloney, E., Boneva, R. S., Gurbaxani, B. M., Lin, J.M., Jones, J. F., Reeves, W. C., & Heim, C. (2008). Attenuated morning salivary cortisol concentrations in a population-based study of persons with chronic fatigue syndrome and well controls. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(3), 703-709. <https://doi.org/10.1210/jc.2007-1747>
- Needleman, J., Buerhaus, P., Pankratz, V. S., Leibson, C. L., Stevens, S. R., & Harris, M. (2011). Nurse staffing and inpatient hospital mortality. *New England Journal of Medicine*, 364(11), 1037-1045. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa1001025>
- 日本看護協会 (2023). 2022年病院看護実態調査. 日本看護協会. https://www.nurse.or.jp/home/assets/20230301_nl04.pdf. (2023年10月20日参照)
- Nursing Solutions, Inc. (2023). National Health Care Retention Report.

- https://www.nsinursingsolutions.com/Documents/Library/NSI_National_Health_Care_Retention_Report.pdf. (2023年10月20日参照)
- Obayashi, K. (2013). Salivary mental stress proteins. *Clinica Chimica Acta*, 425, 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2013.07.028>
- O'Brien-Pallas, L., Murphy, G. T., Shamian, J., Li, X., & Hayes, L. J. (2010). Impact and determinants of nurse turnover: A pan-Canadian study: Impact and determinants of nurse turnover. *Journal of Nursing Management*, 18(8), 1073–1086. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2010.01167.x>
- 折山早苗, 宮腰由紀子, 茅原路代 (2019) . 12時間の二交代制勤務看護師の睡眠および眠気と疲労の特徴. *日本看護科学会誌*, 39 (0) , 19–28. <https://doi.org/10.5630/jans.39.19>
- Öster, K., Tucker, P., Söderström, M., & Dahlgren, A. (2023). Pros and cons of quick returns—A cross-sectional survey among Swedish nurses and nurse assistants. *Industrial Health*, 61(5), 379–392. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2022-0033>
- Özkan, A. H. (2022). The effect of burnout and its dimensions on turnover intention among nurses: A meta-analytic review. *Journal of Nursing Management*, 30(3), 660–669. <https://doi.org/10.1111/jonm.13525>
- Raftopoulos, V., Charalambous, A., & Talias, M. (2012). The factors associated with the burnout syndrome and fatigue in Cypriot nurses: A census report. *BMC Public Health*, 12(1), 457. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-457>
- Reilly, G., Nyberg, A. J., Maltarich, M., & Weller, I. (2014). Human capital flows: Using context-emergent turnover theory to explore the process by which turnover, hiring, and job demands affect patient satisfaction. *The Academy of Management Journal*, 57(3), 766–790.
- Roberts, A. D. L., Wessely, S., Chalder, T., Papadopoulos, A., & Cleare, A. J. (2004). Salivary cortisol response to awakening in chronic fatigue syndrome. *British Journal of Psychiatry*, 184(2), 136–141. <https://doi.org/10.1192/bjp.184.2.136>
- Roche, M. A., Duffield, C. M., Homer, C., Buchan, J., & Dimitrelis, S. (2015). The rate and cost of nurse turnover in Australia. *Collegian*, 22(4), 353–358. <https://doi.org/10.1016/j.colegn.2014.05.002>
- Rutledge, D. N., Douville, S., & Winokur, E. J. (2022). Chronic fatigue predicts hospital nurse turnover intentions. *The Journal of Nursing Administration*, 52(4), 241–247. <https://doi.org/10.1097/NNA.0000000000001139>
- Shaffer, F. (2020). Nurse turnover: Understand it, reduce it. *American Nurse Journal*. <https://www.myamericannurse.com/wp-content/uploads/2020/08/an8-Turnover-728.pdf>. (2023年10月20日参照)
- Soo-Quee Koh, D., & Choon-Huat Koh, G. (2007). The use of salivary biomarkers in occupational and environmental medicine. *Occupational and Environmental Medicine*, 64(3), 202–210. <https://doi.org/10.1136/oem.2006.026567>
- Toker, S., & Melamed, S. (2017). Stress, recovery, sleep, and burnout. In C. L. Cooper & J. C. Quick (Eds.), *The Handbook of Stress and Health* (pp.168–185). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118993811.ch10>

- Waddill-Goad, S. M. (2019). Stress, fatigue, and burnout in nursing. *Journal of Radiology Nursing*, 38(1), 44–46. <https://doi.org/10.1016/j.jradnu.2018.10.005>
- Winwood, P. C., Winefield, A. H., Dawson, D., & Lushington, K. (2005). Development and validation of a scale to measure work-related fatigue and recovery: The Occupational Fatigue Exhaustion/Recovery Scale (OFER). *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(6), 594–606. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000161740.71049.c4>
- Yang, Y. (2002). Self perceived work related stress and the relation with salivary IgA and lysozyme among emergency department nurses. *Occupational and Environmental Medicine*, 59(12), 836–841. <https://doi.org/10.1136/oem.59.12.836>
- Yang, Y., Koh, D., Ng, V., Lee, F. C. Y., Chan, G., Dong, F., & Chia, S. E. (2001). Salivary cortisol levels and work-related stress among emergency department nurses. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 1011–1018. <https://doi.org/10.1097/00043764-200112000-00003>

第1章

交代制勤務看護師の疲労およびその評価に関する文献検討

I. 交代制勤務を行う看護師の疲労

1. 交代制勤務による看護師の健康問題：慢性疲労

交代制勤務は、労働者が通常の勤務時間以外（午前9時から午後5時まで）の時間帯に就業する労働形態である（Gellman, 2020）。交代制勤務は、夜勤や準夜勤を含み、労働者はこれらの勤務と日勤で構成された不規則な勤務パターンの中で業務に従事する。24時間医療を担う病院では、交代制勤務は不可欠な労働形態であり、看護師はこれに従事する最大の医療職者である。日本では、約6割の看護職が交代制勤務に就いている（日本看護協会, 2020）。

交代制勤務は看護師の健康を脅かす明らかな要因である。看護師が行う交代制勤務は、一般的に日勤と夜勤の異なる勤務が不規則に組まれる。特に夜勤に従事する場合には、睡眠に割り当てられる時間帯に活動をし、活動時間（日中）に睡眠に向かう生活リズムを形成するため、睡眠-覚醒リズムの変調が生じる。これにより、視交叉上核を最高位中枢とする概日リズムが混乱し（Kecklund & Axelsson, 2016）、メラトニン分泌の変化などの生体変化が生じる（Jehan et al., 2017）。また、交代制勤務は看護師の乳がんリスクの他（Schernhammer et al., 2001; Wegrzyn et al., 2017）、睡眠障害（Min & Hong, 2022）、胃腸障害（Saberri & Moravveji, 2010）、抑うつや不安感（Booker et al., 2020）、薬物依存（Trinkoff & Storr, 1998）や慢性疲労（Ferri et al., 2016）など、Shiftwork maladaptive syndrome と総称される様々な健康問題に関連することが明らかにされている（Alward & Monk, 1993）。

このうち、慢性疲労は看護師の業務におけるパフォーマンスの低下（Pasupathy & Barker, 2012; Sagherian et al., 2017）や看護ケアやその質の低下（Cho et al., 2022; Min et al., 2021）といった患者アウトカムに影響することが明らかにされている。また、慢性疲労は看護師におけるバーンアウト（Raftopoulos et al., 2012）、離職意向（Rutledge et al., 2022）といった就業継続を脅かすリスクに発展することが示されている。したがって、交代制勤務を行う看護師の離職リスクの対策や予測においては、慢性疲労の予防とともにその十分な理解が必要である。そこで、労働者の疲労に関する既存の文献を整理し、労働者が慢性疲労に至る機序を踏まえつつ、交代制勤務看護師の疲労評価の視点について検討した。

2. 労働者の疲労

疲労は、誰もが日常的によく経験する事象であり、その現れ方は多様な側面を持つことから、一意の定義というものは存在しない。過去の研究では、その研究の分野や文脈によって多様な疲労の評価が行われてきた（Aaronson et al., 1999）。一方で、労働における疲労とその対策を考える上では、いくつかの定義を参考にし、その概念を明確にする必要がある。International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 11 版（ICD-11）では、疲労は身体的または精神的資源の減退または枯渇として経験され、その結果による作業能力の低下や反応効率の低下によって特徴づけられるものと説明されている（World Health Organization, 2018）。また、労働分

野においては、倦怠感や疲労感、身体的または精神的なエネルギーが不足した感覚を伴い、身体的または認知的な能力が低下した状態を疲労として捉えている (National Institute of Occupational Safety and Health, 2023)。同様に、看護師の疲労について、Smith-Miller et al. (2014) は、感情的、生理的、認知的/精神的、感覚的な要素を含む複雑な複合症状であり、過度の仕事上の要求とエネルギーの回復不足により起こるものとしている。以上を統合し、本論文における疲労は、下記のように操作的に定義した。

- 労働によって身体的または精神的なエネルギーの不足が生じた結果、様々な要素を含む複合的な症状が生じた状態であり、身体または精神的機能の低下やそれに関連する作業能力の低下を引き起こすもの。

なお、ある刺激への反応性の鈍化 (例えばモニターアラーム) や感情疲労は、同じく「疲労」という語が含まれるものの、上述の疲労とは異なる概念であるため除外した。また、類似する概念としてバーンアウトや慢性疲労症候群がある。バーンアウトは、疲労に類似する状態を中核症状とするものの、その他の概念 (脱人格化や個人的達成感の低下) は単なる疲労ではないことが強調されており (Maslach & Leiter, 2016)、また疲労とバーンアウトの各因子は因子分析によって同一因子に分離されないことが実証されている (Leone et al., 2007)。2 つ目の慢性疲労症候群については、複雑な神経・免疫疾患を病因とし、それ自体の明確な診断基準や神経学的意味を持つ (Son, 2019)。したがって、バーンアウトと慢性疲労症候群は、本論文からは除外した。

3. 慢性疲労、急性疲労および回復の関係性

労働生活は、活動時間 (労働) と休息が交互に入れ替わる形で展開されている。この活動と休息の交代は、労働者が活動に伴う疲労と休息による回復を交互に経験するプロセスであり、疲労は活動から休息への移行時に現れる (日本産業衛生学会産業疲労研究会編集委員会, 1995)。このプロセスの中で生じる疲労は、労働者に必要な休息を促すための一種の兆候である。

疲労を生み出す労働ストレスの要素である労働負担 (Job demand) は、作業遂行能力などの個人特性や労働場面での休憩状況などの影響を受けながら、「負荷効果」という形で労働者の資源 (身体的・精神的なエネルギー) を消費する。これは、労働による一時的な疲労 (急性疲労) を構成するものである (Veldhoven et al., 2008)。この「負荷効果」は長期的に継続することはなく、Effort-recovery model によれば、休息による回復プロセスによって解消される性質をもつ (Meijman, 1998; Sonnentag & Fritz, 2007)。このように、疲労は労働と休息に密接に関連して動的に変動し、労働者は一定の回復プロセスにより喪失した心身のエネルギーを回復させることで、疲労の蓄積を回避することができる。一方で、疲労が常にこのサイクルに従わない場合、すなわち疲労している状態において十分な回復がない状態が継続した場合には、労働者が持つ心身のエネルギーは枯渇する。その長期的な結果としては、日々の労働による急性疲労が蓄積して慢性疲労が形成され、様々な健康問題につながる (図 1)。これまでに、回復要求が満たされない状態は、やがて種々の重大な健康問題 (バーンアウトや睡眠問題) や病欠といった労働衛生問題を引き起こすことが示されている (Sluiter, 2003)。

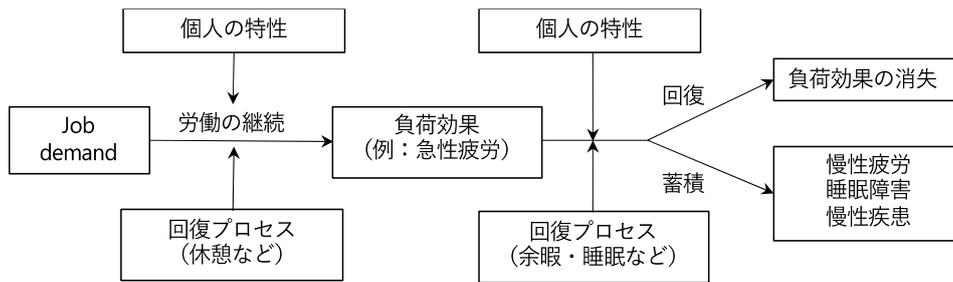


図 1. 急性疲労、回復および慢性疲労の関係性（Veldhoven et al. [2008] を参考に作成）

したがって、日々の労働による疲労が蓄積した結果である慢性疲労を十分に理解するためには、疲労に加えて、回復を捉える必要がある。具体的には、労働者の疲労は、1) 労働によって発生した疲労（急性疲労）と 2) 休息による回復、そして 3) 休息によって回復しきれずに蓄積した慢性疲労というように、3つの視点から捉えることを考える。

1) 急性疲労

ある労働における作業には、その課題を達成するための努力が必要であり、急性疲労とは、その努力によって一時的にエネルギーが失われた状態を指す（Hockey, 2013; Winwood et al., 2005）。より詳細には、1つの継続した短時間の作業によって生じるものや、特定の労働における継続作業により進行するもの、特定の労働日を通して変動的に出現する疲労が含まれるが、いずれにしても何らかの休息によって解消可能な疲労である。本論文では、その持続期間が数日に及ぶ疲労を急性疲労として定義する。

2) 回復

次の勤務開始時までの期間における疲労からの回復の程度、または疲労が消失したと認識される程度を指す。回復は職場において設定された休憩時間やその他の自発的な休憩によって部分的にもたらされるが、大部分はある勤務と別の勤務の間の非労働期間や休日において生じる（Winwood et al., 2005）。これに従い、本論文では、非労働期間における回復に焦点を当てる。

3) 慢性疲労

労働に伴う急性疲労が十分に回復されずに蓄積した疲労が形成した状態であり、長期に渡って（週単位または数ヶ月に及ぶ）生じる疲労と定義する。急性疲労が慢性疲労に至ると、現在の労働を維持する能力に対する疑問や絶望、関心や関与、コミットメントの低下、集中力や意欲の低下、否定的な感情などが出現した状態になる（Winwood et al., 2005; 日本産業衛生学会産業疲労研究会編集委員会, 1995）。また、単なる休息によっては解消できない不可逆性の疲労である。

4. 交代制勤務を行う看護師が慢性疲労に至る機序と疲労評価の視点

労働者の慢性疲労の背景には、急性疲労と回復の双方の影響があり、看護師においても急性疲労と不十分な回復は、ともに慢性疲労に関連することが明らかにされている（Fang et al.,

2013). 交代制勤務を行う看護師が慢性疲労を抱えるリスクが高いという事実は、労働状況やそれに伴う生活時間の変化によって、以下のように説明できる。

看護師の業務は、疾患を抱える入院患者の療養上の世話や他職種とのコミュニケーション、緊張度の高い治療的介入など心身への負担が大きいものと言われている (Barker & Nussbaum, 2011)。さらに、夜勤に従事することで、生体変化が労働における負荷に対して十分に適応しない状況となり得るため (ホルモン分泌や体温の変化)、より疲労が増大しやすい。また、看護師の交代制勤務では、1勤務あたりの労働時間は12時間を超える場合が多く (Griffiths et al., 2014; 日本看護協会, 2020)、これに加えて残業を伴うことも多々ある。以上のことから、質的にも量的にも負担が大きい業務によって、看護師の急性疲労は著しく増大する。

このように、回復すべき急性疲労が大きいものの、交代制勤務がもたらす様々な影響は、疲労からの十分な回復を阻害する。交代制勤務に含まれる夜勤では、夜間は覚醒し、その後日中に睡眠する生活パターンにシフトし、光などの生体リズム調整因子である環境刺激を受ける機会が減少する。このことは、本来生体が有する睡眠-覚醒リズムの混乱を引き起こし、入眠困難や熟睡感が得られないといった睡眠障害を招く (Min & Hong, 2022)。また、極端に短い勤務間インターバルも考慮すべきである。日本看護協会 (2020) によると、21.0%の看護師が1ヶ月の間に11時間未満の勤務間インターバルを経験している。このような短い勤務間インターバルは、非労働時間における休息・睡眠時間の絶対量を短縮するため、回復機会を必然的に阻害する。また、上述した過度の急性疲労や短い勤務間インターバルは、仕事から心理的に離れるための余暇活動 (Bennett et al., 2018) を制限し、睡眠の質の低下や回復機会の減少と相まって、疲労からの回復を一層困難にする。

このように、労働による著しい急性疲労に加えて、回復が阻害されやすい状況は、交代制勤務に従事する以上連続して起こるものであり、時間とともに蓄積する疲労を形成する (図2)。この機序に立つと、ある勤務または任意の時点の疲労を評価するだけでは、交代制勤務を行う看護師の疲労の全貌を十分に捉えているとは言えず、また慢性疲労やその前兆を予防的に検知することもできない。そのため、交代制勤務看護師の特徴を考慮し、慢性疲労、急性疲労および回復の3つの状態を捉えるための評価指標が必要である。

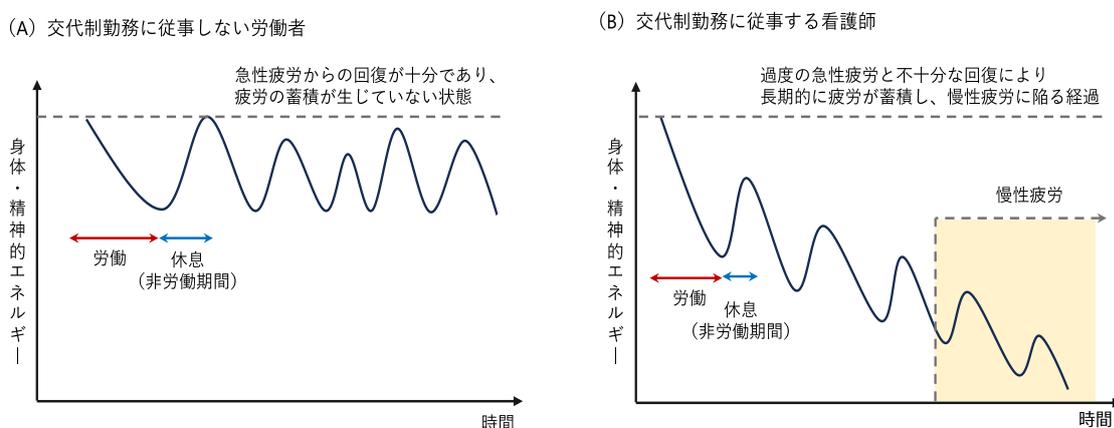


図2. 交代制勤務看護師の疲労と回復、および慢性疲労の発生機序

- (A) 非交代制勤務従事者：労働により急性疲労は後の回復で解消され、疲労は蓄積しない。
- (B) 交代制勤務看護師：過度の急性疲労が回復されない状況が持続し、慢性疲労に陥る。

引用文献

- Aaronson, L. S., Teel, C. S., Cassmeyer, V., Neuberger, G. B., Pallikkathayil, L., Pierce, J., Press, A. N., Williams, P. D., & Wingate, A. (1999). Defining and measuring fatigue. *Journal of Nursing Scholarship*, 31(1), 45–50. <https://doi.org/10.1111/j.1547-5069.1999.tb00420.x>
- Alward, R. R., & Monk, T. H. (1993). *The nurse's shift work handbook*. American Nurses Association Publications.
- Barker, L. M., & Nussbaum, M. A. (2011). Fatigue, performance and the work environment: A survey of registered nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 67(6), 1370–1382. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2010.05597.x>
- Bennett, A. A., Bakker, A. B., & Field, J. G. (2018). Recovery from work-related effort: A meta-analysis. *Journal of Organizational Behavior*, 39(3), 262–275. <https://doi.org/10.1002/job.2217>
- Booker, L. A., Sletten, T. L., Alvaro, P. K., Barnes, M., Collins, A., Chai-Coetzer, C. L., Naqvi, A., McMahon, M., Lockley, S. W., Rajaratnam, S. M. W., & Howard, M. E. (2020). Exploring the associations between shift work disorder, depression, anxiety and sick leave taken amongst nurses. *Journal of Sleep Research*, 29(3), e12872. <https://doi.org/10.1111/jsr.12872>
- Cho, H., Sagherian, K., Scott, L. D., & Steege, L. M. (2022). Occupational fatigue, individualized nursing care, and quality of nursing care among hospital nurses. *Journal of Nursing Scholarship*, 54(5), 648–657. <https://doi.org/10.1111/jnu.12768>
- Fang, J., Qiu, C., Xu, H., & You, G. (2013). A model for predicting acute and chronic fatigue in Chinese nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 69(3), 546–558. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2012.06029.x>
- Ferri, P., Guadi, M., Marcheselli, L., Balduzzi, S., Magnani, D., & Di Lorenzo, R. (2016). The impact of shift work on the psychological and physical health of nurses in a general hospital: A comparison between rotating night shifts and day shifts. *Risk Management and Healthcare Policy*, 9, 203–211. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S115326>
- Gellman, M. D. (2020). Behavioral Medicine. In M. D. Gellman (Ed.), *Encyclopedia of Behavioral Medicine* (pp.223–226). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39903-0_1660
- Griffiths, P., Dall'Ora, C., Simon, M., Ball, J., Lindqvist, R., Rafferty, A.-M., Schoonhoven, L., Tishelman, C., & Aiken, L. H. (2014). Nurses' shift length and overtime working in 12 European countries: The association with perceived quality of care and patient safety. *Medical Care*, 52(11), 975–981. <https://doi.org/10.1097/MLR.0000000000000233>
- Hockey, R. (2013). *The Psychology of Fatigue: Work, Effort and Control*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139015394>
- Jehan, S., Jean-Louis, G., Zizi, F., Auguste, E., Pandi-Perumal, S. R., Gupta, R., Attarian, H., McFarlane, S. I., Hardeland, R., & Brzezinski, A. (2017). Sleep, melatonin, and the menopausal transition: What are the links? *Sleep Science*, 10(01), 11–18. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20170003>
- Kecklund, G., & Axelsson, J. (2016). Health consequences of shift work and insufficient sleep. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 355, i5210. <https://doi.org/10.1136/bmj.i5210>

- Leone, S. S., Huibers, M. J. H., Knottnerus, J. A., & Kant, I. J. (2007). Similarities, overlap and differences between burnout and prolonged fatigue in the working population. *QJM: An International Journal of Medicine*, 100(10), 617–627. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcm073>
- Maslach, C., & Leiter, M. P. (2016). Understanding the burnout experience: Recent research and its implications for psychiatry. *World Psychiatry*, 15(2), 103–111. <https://doi.org/10.1002/wps.20311>
- Meijman, T. F. (1998). Psychological Aspects of Workload. In P. J. D. Drenth, H. Thierry, & C. J. de Wolff (Eds.), *New Handbook of Work and Organizational Psychology: Volume 2: Work Psychology* (pp. 5–34). Psychology Press.
- Min, A., & Hong, H. C. (2022). Work schedule characteristics associated with sleep disturbance among healthcare professionals in Europe and South Korea: A report from two cross-sectional surveys. *BMC Nursing*, 21(1), 189. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-00974-3>
- Min, A., Kim, Y. M., Yoon, Y. S., Hong, H. C., Kang, M., & Scott, L. D. (2021). Effects of work environments and occupational fatigue on care left undone in rotating shift nurses. *Journal of Nursing Scholarship*, 53(1), 126–136. <https://doi.org/10.1111/jnu.12604>
- National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). (2023). Work and Fatigue. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/fatigue/default.html>. (2023年10月20日参照)
- 日本看護協会 (2020) . 2019年病院および有床診療所における看護実態調査 報告書. https://www.nurse.or.jp/home/publication/pdf/report/2020/efficiency_report2019.pdf. (2023年11月25日参照)
- 日本産業衛生学会産業疲労研究会編集委員会 (1995) . 新装産業疲労ハンドブック. 産業基準調査会.
- Pasupathy, K. S., & Barker, L. M. (2012). Impact of fatigue on performance in registered nurses: Data mining and implications for practice. *Journal for Healthcare Quality*, 34(5), 22–30. <https://doi.org/10.1111/j.1945-1474.2011.00157.x>
- Raftopoulos, V., Charalambous, A., & Talias, M. (2012). The factors associated with the burnout syndrome and fatigue in Cypriot nurses: A census report. *BMC Public Health*, 12(1), 457. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-457>
- Rutledge, D. N., Douville, S., & Winokur, E. J. (2022). Chronic fatigue predicts hospital nurse turnover intentions. *The Journal of Nursing Administration*, 52(4), 241–247. <https://doi.org/10.1097/NNA.0000000000001139>
- Saberi, H. R., & Moravveji, A. R. (2010). Gastrointestinal complaints in shift-working and day-working nurses in Iran. *Journal of Circadian Rhythms*, 8(0), 9. <https://doi.org/10.1186/1740-3391-8-9>
- Sagherian, K., Clinton, M. E., Abu-Saad Huijjer, H., & Geiger-Brown, J. (2017). Fatigue, work schedules, and perceived performance in bedside care nurses. *Workplace Health & Safety*, 65(7), 304–312. <https://doi.org/10.1177/2165079916665398>
- Schernhammer, E. S., Laden, F., Speizer, F. E., Willett, W. C., Hunter, D. J., Kawachi, I., & Colditz, G. A. (2001). Rotating night shifts and risk of breast cancer in women participating in the nurses' health study. *Journal of the National Cancer Institute*, 93(20), 1563–1568.

<https://doi.org/10.1093/jnci/93.20.1563>

- Sluiter, J. K. (2003). Need for recovery from work related fatigue and its role in the development and prediction of subjective health complaints. *Occupational and Environmental Medicine*, 60, 62i–670. https://doi.org/10.1136/oem.60.suppl_1.i62
- Smith-Miller, C. A., Shaw-Kokot, J., Curro, B., & Jones, C. B. (2014). An integrative review: Fatigue among nurses in acute care settings. *The Journal of Nursing Administration*, 44(9), 487–494. <https://doi.org/10.1097/NNA.000000000000104>
- Son, C. G. (2019). Differential diagnosis between “chronic fatigue” and “chronic fatigue syndrome.” *Integrative Medicine Research*, 8(2), 89–91. <https://doi.org/10.1016/j.imr.2019.04.005>
- Sonnentag, S., & Fritz, C. (2007). The Recovery Experience Questionnaire: Development and validation of a measure for assessing recuperation and unwinding from work. *Journal of Occupational Health Psychology*, 12(3), 204–221. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.12.3.204>
- Trinkoff, A. M., & Storr, C. L. (1998). Work schedule characteristics and substance use in nurses. *American Journal of Industrial Medicine*, 34(3), 266–271. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0274\(199809\)34:3<266::AID-AJIM9>3.0.CO;2-T](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0274(199809)34:3<266::AID-AJIM9>3.0.CO;2-T)
- van Veldhoven, M. J. P. M. (2008). Need for recovery after work: An overview of construct, measurement and research. In J. Houdmont, & S. Leka (Eds.), *Occupational health psychology: European perspectives on research, education and practice* (pp. 1-25). (3). Nottingham University Press.
- Wegrzyn, L. R., Tamimi, R. M., Rosner, B. A., Brown, S. B., Stevens, R. G., Eliassen, A. H., Laden, F., Willett, W. C., Hankinson, S. E., & Schernhammer, E. S. (2017). Rotating night-shift work and the risk of breast cancer in the nurses’ health studies. *American Journal of Epidemiology*, 186(5), 532–540. <https://doi.org/10.1093/aje/kwx140>
- Winwood, P. C., Winefield, A. H., Dawson, D., & Lushington, K. (2005). Development and validation of a scale to measure work-related fatigue and recovery: The Occupational Fatigue Exhaustion/Recovery Scale (OFER). *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(6), 594–606. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000161740.71049.c4>
- World Health Organization. (2018). International Classification of Diseases, 11th Revision (ICD-11). Online Version. <https://icd.who.int/browse11/1-m/en#/http://id.who.int/icd/entity/1109546957>. (2023 年 10 月 20 日参照)

II. 交代制勤務を行う看護師の疲労と回復の評価指標の有用性に関する文献レビュー

1. 目的

疲労の症状は、本質的に主観的かつ心理的なものであり、その現象を認識する上では、対象者の認識に基づく自記式質問票（主観的指標）は重要なツールとなる。交代制勤務看護師は、労働による著しい急性疲労に加えて、疲労からの十分な回復が阻害されやすい状況にある。このリスクは、交代制勤務に従事する中で避けられないものであり、時間とともに蓄積した疲労はやがて慢性疲労を形成する可能性がある。そのため、まずは、慢性疲労、急性疲労および回復の3つの状態を捉える看護師の疲労評価指標が必要である。そこで、交代制勤務を行う病院看護師における先行研究を対象に、既存の疲労と回復に関する主観的評価指標のレビューを行った。この文献レビューでは、下記の操作的定義に沿って特定された主観的指標を分析するとともに、看護師に適用する上でのその長所と限界を批判し、有用性の高い評価指標を検討した。

1) 文献レビューにおける疲労の操作的定義

本レビューでは、前述した通り、慢性疲労と急性疲労および回復を以下のように定義した（図 1）。なお、主観的指標とは対象の主観によって疲労や回復を定量化する指標を指し、具体的には自記式の質問票を指す。

● 急性疲労

ある労働における作業には、その課題を達成するための努力が必要であり、その努力によって一時的にエネルギーが失われた状態を指す（Hockey, 2013; Winwood et al., 2005）。より詳細には、1つの継続した短時間の作業によって生じるものや、特定の労働における継続作業により進行するもの、特定の労働日を通して変動的に出現する疲労が含まれるが、いずれにしても何らかの休息によって解消することが可能な疲労である。本論文では、その持続期間が数日に及ぶ疲労を急性疲労として定義する。

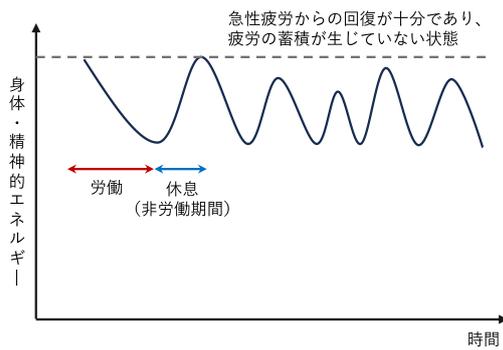
● 回復

次の勤務開始時までの期間における疲労からの回復の程度、または疲労が消失したと認識される程度を指す。なお、回復は職場において設定された休憩時間やその他の自発的な休憩によって部分的にもたらされるが、大部分はある勤務と別の勤務の間の非労働期間や休日において生じる（Winwood et al., 2005）。これに従い、非労働期間における回復に焦点を当てる。

● 慢性疲労

労働に伴う急性疲労が十分に回復されずに蓄積した疲労が形成した状態であり、長期に渡って（週単位または数ヶ月に及ぶ）生じる疲労と定義する。急性疲労が慢性疲労に至ると、現在の労働を維持する能力に対する疑問や絶望、関心や関与、コミットメントの低下、集中力や意欲の低下、否定的な感情などが出現した状態になる（Winwood et al., 2005; 日本産業衛生学会産業疲労研究会編集委員会, 1995）。また、単なる休息によって解消できない不可逆性の疲労である。

(A) 交代制勤務に従事しない労働者



(B) 交代制勤務に従事する看護師

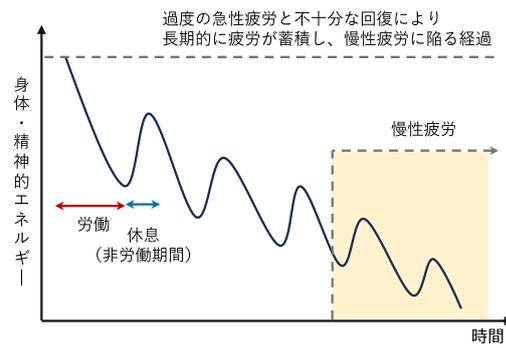


図1. 交代制勤務看護師の疲労と回復、および慢性疲労の発生機序（再掲）

- (A) 非交代制勤務従事者：労働により急性疲労は後の回復で解消され、疲労は蓄積しない。
(B) 交代制勤務看護師：過度の急性疲労が回復されない状況が持続し、慢性疲労に陥る。

2. 方法

1) 文献の検索方法および選択条件

国内文献は、医学中央雑誌 Web 版（医中誌）を用いて検索を行った。対象期間は、使用される指標のアップデートや看護職を取り巻く労働状況、医療情勢の変化を考慮して、2012 年から 2021 年の 10 年間とした。検索キーワードは、「交代制勤務」、「疲労・回復」および「看護職」の 카테고리ごとに決定し、それぞれを AND 検索した（表 1-1）。包含基準は、1) 対象が交代制勤務を行う病院看護職、2) 査読付き雑誌にて出版された研究論文、3) 用いられた指標の妥当性や信頼性が明確であることを条件とした。除外基準は、1) 対象が看護管理者、看護学生や教員である、2) 疲労や回復の評価指標について明確な記載がないものとした。海外文献は、PubMed と CINAHL を使用して文献検索を行った（表 1-2）。対象は、2012 年から 2022 年 4 月までに出版された研究論文とした。文献の選択基準は国内文献と同様に設定し、英語で記述されたものを対象とした。なお、国内および海外文献の検索方法にあたっては、大学の図書館司書のスーパーバイズを受けた。また、各文献において使用された主観的指標の情報を得るために、文献中の引用情報およびハンドサーチによって、該当する指標の詳細が記載された文献を入手した。

表 1-1. 国内文献の検索キーワードの設定

	検索式	件数
1	#1 (交代制勤務/TH or 交替制勤務/AL) : 5,824 件 #2 (交代制勤務/TH or 交代勤務/AL) : 5,815 件 #3 (交代制勤務/TH or 交替勤務/AL) : 5,842 件 #4 交代/AL : 11,125 件 #5 交替/AL : 2,354 件 #6 (交代制勤務/TH or シフトワーク/AL) : 5,679 件 #7 シフト/AL : 10,267 件 #8 シフト制/AL : 45 件 #9 (交代制勤務/TH or シフト勤務/AL) : 5,686 件 #10 (交代制勤務/TH or 夜勤/AL) : 6,843 件 #11 (交代制勤務/TH or 夜間勤務/AL) : 5,713 件	#12 23,899 件 (#1-11 の or 検索)
2	#13 (疲労/TH or 疲労/AL) : 38,068 件 #14 疲労感/AL : 3,599 件 #15 疲弊/AL : 920 件 #16 回復/AL : 108,224 件 #17 (休息/TH or 休息/AL) : 3,221 件	#18 147,858 件 (#13-17 の or 検索)
3	#19 (看護/TH or 看護/AL) : 837,932 件 #20 (看護師/TH or 看護師/AL) : 153,280 件 #21 (看護職/TH or 看護職/AL) : 165,102 件	#22 840,222 件 (#19-21 の or 検索)
4	#12 and #18 and #22	#23 709 件
5	#23 and (PT=原著論文)	#24 352 件
6	#24 and (出版年が 2012 年～2021 年まで)	#25 133 件

表 1-2. 海外文献の検索キーワードの設定

	CINAHL		PubMed	
	検索式	件数	検索式	件数
1	MH "Nurses+" OR MH "Nursing as a Profession+" OR TI Nurs* OR AB Nurs*	770022	"Nurses"[MeSH Terms] OR "Licensed Practical Nurses"[MeSH Terms] OR "nurs*"[Title/Abstract]	537254
2	MH "Nursing Care+" OR MH "Nursing Practice+" OR MH "Nursing Role"	377058	"nursing"[MeSH Terms]	260266
3	#1 OR #2	820558	#1 OR #2	651406
4	MH "Fatigue" OR TI fatigu* OR AB fatigu* OR TI tired OR AB tired OR TI tiredness OR AB tiredness	52484	"fatigue"[MeSH Terms:noexp] OR "fatigu*"[Title/Abstract] OR "tired"[Title/Abstract] OR "tiredness"[Title/Abstract]	126811
5	MH "Recovery" OR TI recover* OR AB recover*	132733	"Recovery of Function"[MeSH Terms] OR "recover*"[Title/Abstract]	778185
6	#4 OR #5	182095	#4 OR #5	896305
7	MH "Personnel Staffing and Scheduling+" OR TI shift OR AB shift OR TI shifts OR AB shifts OR TI shiftwork* OR AB shiftwork* OR TI nightshift* OR AB nightshift* OR TI rotating OR AB rotating OR TI rotation OR AB rotation OR TI rotations OR AB rotations	103044	"personnel staffing and scheduling"[MeSH Terms] OR "shift"[Title/Abstract] OR "shifts"[Title/Abstract] OR "shiftwork*"[Title/Abstract] OR "nightshift*"[Title/Abstract] OR "rotating"[Title/Abstract] OR "rotation"[Title/Abstract] OR "rotations"[Title/Abstract]	519314
8	#3 AND #6 AND #7	1038	#3 AND #6 AND #7	995
9	#8 AND LA English	967	#8 AND English[Language]	929
10	#9 AND DT 2012-2022	586	#9 AND (2012:2022[DP])	586
11	MEDLINE レコードを除外	478		

2) データの要約と分析方法

対象文献の概要を整理するために、レビューマトリックスを作成した。マトリックスには、タイトル、著者、出版年、研究目的、研究デザイン、対象者情報（対象者数、勤務体制）、および研究結果を含めた。対象文献の中で使用された指標については、前述の操作的定義に従って慢性疲労、急性疲労および回復に分類した。また、それぞれの分類の中で抽出した指標が測定する疲労の側面に着目して、指標をカテゴリー化した（例、自覚症状に基づく各側面の疲労度の測定）。各指標の情報は、開発過程や指標の特徴が明記された現版の文献から抽出し、それぞれの指標の特徴として項目数や因子数、測定する疲労のスパン、長所および短所を要約した。

3. 結果

1) 対象文献の選択

医中誌を用いた検索の結果、352件がヒットした。これらの文献のタイトルと抄録のスクリーニングを行い、133件の文献を抽出した。次に、133件の本文を精読し、対象文献の選択基準に基づいて115件を除外した。また、ハンドサーチにより2件の文献を追加した。最終的に20件の文献を対象とした。除外文献の主な理由は、対象が病院看護師以外（看護学生や患者）、独自

の評価指標などの妥当性や信頼性を判断できない指標を用いた文献，対象が交代制勤務看護職ではない等であった。海外文献は，CINAHL と PubMed で合計 1064 件がヒットし，重複文献を除く 851 件を抽出した。これらの文献のタイトルと抄録のスクリーニングを行い，275 件の文献を抽出した。さらに，選択基準に基づいて本文を精読し，最終的に 68 件の文献を対象とした。除外文献の主な理由は，日本語文献と同様の内容であった。

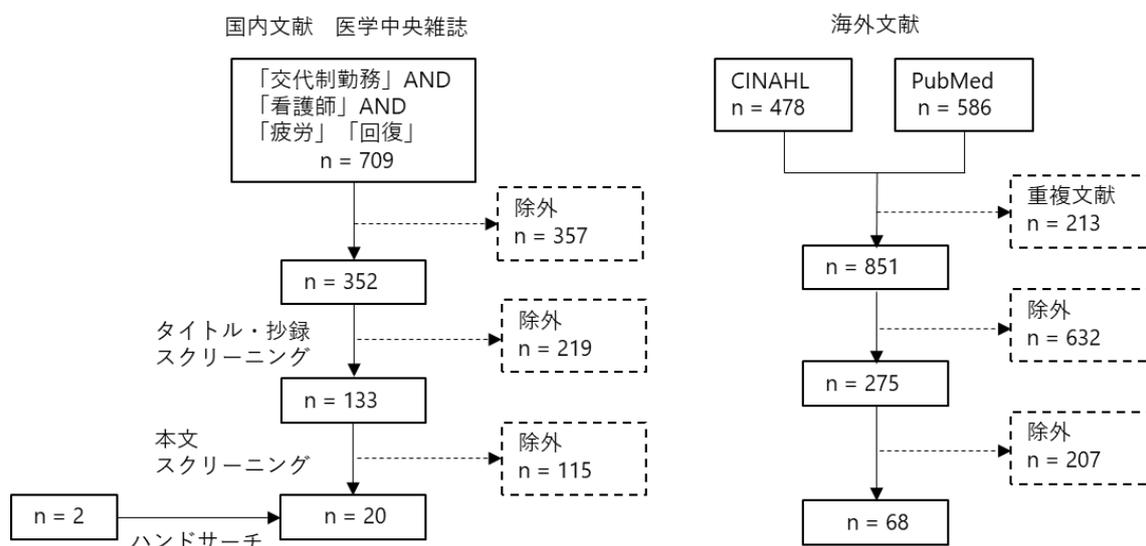


図 2. 国内文献（左）と海外文献（右）の選択に関するフロー図

2) 研究の特徴

各文献の研究デザインについて，日本語文献では準実験研究が 1 件であり，その他 19 件は横断的または縦断的デザインを含む観察研究であった（補足資料 表 1-1）。準実験研究では夜勤中の照明が看護師の疲労や患者の安全に与える影響の評価を目的としていた（Hoshi et al., 2022）。海外文献では，介入研究（ランダム化比較試験，クロスオーバー試験，準実験研究など）が 4 件あり，その他 64 件は観察研究（前向きコホート研究，縦断的研究，横断的研究，Mixed-method 研究など）であった。また，各研究の対象者が従事する勤務体制は 2 交代制や 3 交代制の他，8 時間・12 時間勤務，夜勤や準夜勤（または夕方勤務）など，多様であった（補足資料 表 1-2）。

3) 国内文献における疲労評価方法と各主観的指標の特徴

各文献において使用された主観的指標の情報は表 2-1 に示す。急性疲労の指標については、自覚症しらべのみであった。慢性疲労の指標については、蓄積的疲労兆候インデックス (CFSI)、疲労蓄積度自己診断チェックリストが最も多用されており (各 5 件)、その他には Fatigue severity scale や職業性ストレス簡易調査票 (下位尺度に疲労を含む) などが使用されていた。対象文献の中からは、回復の指標は特定されなかった。

(1) 急性疲労の指標

急性疲労の指標では、自覚症しらべのみが特定された。この指標は労働に関連した疲労に伴う多側面の自覚症状を捉える。疲労のスパンに関しては、現時点の対象者の自覚症状を問うように設計されており、主観的指標に特有の想起バイアスの発生リスクは限りなく低い。測定時点は原則として 1 時間間隔とすることが推奨されており (日本産業衛生学会産業疲労研究会, 2012)、上述の通り対象文献においても勤務中に複数の測定時点が設定されていた。

(2) 慢性疲労の指標

慢性疲労の指標は、自覚症状のみに基づいて各側面 (身体・精神など) の疲労を測定するもの、自覚症状に基づき単次元の疲労を対象とするものがあつた。指標に含まれる項目数は 9 項目 (Fatigue severity scale) から 81 項目 (CFSI) の幅があり、捉えようとする疲労の側面の数と項目数は比例している傾向があつた。また、自覚症状に加えて、勤務状況 (残業時間や労働ストレス要因) に基づいて慢性疲労度を判定する指標が特定された。各指標のこのような特徴に関して、多様な側面の疲労を捉えられる一方で項目数が多くなる傾向にあつた。また、労働状況などの実態に基づく項目により信頼性は増す一方で、看護師に馴染まない項目 (出張など) が含まれるといった長所と短所が確認された。それぞれの指標で問う慢性疲労のスパンについては、1 週間とするものもあれば、1 ヶ月の範囲に及ぶものもあつた。特定された指標の中には、その信頼性と妥当性が看護師や交代制勤務者、または医療者を対象に検証されていない指標も特定された (Fatigue severity scale)。このように、設定される項目には多くの異質性が確認された。

(3) 回復の指標

回復を直接評価するための指標は明らかではなかつた。対象文献では睡眠関連の様々な指標を同時に測定していた (星野・村中, 2017; Kagamiyama et al., 2019; Kagamiyama & Yano, 2018; 菊池・石井, 2015 宮武ら, 2020; 折山ら, 2019)。久保ら (2013) は交代制勤務看護師のいくつかの生活活動と疲労回復の関連を検証したが、その中で使用された回復指標は独自の単一項目指標であり (過去 1 ヶ月の疲労の回復状況, 4 件法)、その妥当性は不明であつた。また、大重ら (2014) は夜勤後の回復を調査する中で急性疲労の指標である自覚症しらべの得点の変化量を用いていた。

4) 海外文献における疲労評価方法と各主観的指標の特徴

対象文献において使用された主観的指標の情報は表 2-2 に示す。4 つの指標に関しては、その尺度の情報を十分に把握できる英語文献を入手できなかった。ここでは、この 4 つの指標を除くその他の指標についてまとめた。

国内文献と比較すると、急性疲労、慢性疲労および回復の多くの指標が特定された。急性疲労の指標については、自覚症しらべ、Swedish Occupational Fatigue Inventory, Brief Fatigue Inventory, および Samn-Perelli fatigue scale が適用されており、使用件数は Swedish Occupational Fatigue Inventory (n = 3) が最多であった。慢性疲労は非常に多様な指標が利用されており、Chalder Fatigue Scale の使用数が最も多かった (n = 16)。また、Fatigue Assessment Scale は普段の疲労状態に関する項目について頻度を問う形式で設計されていた。回復の指標については、Need for Recovery Scale (n = 3) および Recovery Experience Questionnaire (n = 1) が特定された。特徴的な指標として、慢性疲労、急性疲労および勤務間回復を下位尺度に持つ Occupational Fatigue/Exhaustion Recovery Scale (OFER) があり、対象文献の中では最も使用数が多い指標であった (n = 21)。全体的に、海外の対象文献において使用される指標の多くは、日本と同様に急性疲労と慢性疲労、および回復を独立した概念として扱っている傾向にあった。下記では指標をいくつかの分類に分け、これらの概要を説明する。

(1) 慢性疲労・急性疲労・勤務間回復の程度を測定する指標

OFER は、慢性・急性といったように疲労の状態（時間軸）に焦点を当てており、それぞれの疲労の構成概念（側面）は限定していない。この指標では、過去 2, 3 ヶ月間の状態を問う。指標は 15 項目で構成され、慢性疲労・急性疲労・勤務間回復を同時に捉えることができる唯一のものであった。疲労と回復の媒介的役割に関する概念はアロスタティック理論に基づいており、特に慢性疲労では、労働者の自身の仕事に対する否定的な認識（現在の仕事を続けることに対する疑義など）を問うような項目が含まれている (Winwood et al., 2005; 2006)。回復は、勤務と勤務の間の非労働時間におけるものを対象としている (Winwood et al., 2005; 2006)。なお、この指標は医療従事者（看護師を含む）を対象に開発されたという経緯があり、対象文献の中では最も使用数が多かった (n = 21)。

(2) 急性疲労の指標

急性疲労の指標では、その捉えようとする疲労の側面は大きく 3 つに分類された。まず、自覚症状に基づく各側面の疲労度の測定に該当するのは自覚症しらべと Swedish Occupational Fatigue Inventory であった。2 つの指標は大まかに、身体的側面と精神的側面を測定するという点で類似しているが、項目別にみると Swedish Occupational Fatigue Inventory は lack of motivation といった労働などに対する意欲の低下の側面を捉える指標もあった (Åhsberg et al., 1997)。また、Swedish Occupational Fatigue Inventory は特定の勤務に限定せず、典型的な労働の後の疲労状態を対象としているため、全般的な労働に関連した急性疲労を捉えることができる。また、自覚症状に基づく単次元の疲労度を測定する Samn-Perelli fatigue scale は、覚醒度や疲労感に基づいて回答時の疲労を簡潔に評価できるものであった (Samn & Perelli, 1982)。その他、Brief Fatigue Inventory は

自覚症状と疲労による日常生活への影響度を含めたものであり、他の急性疲労指標とは異なる性質を持っていた。しかし、この指標はがん患者の疲労を捉えることを目的として開発されたものであった (Mendoza et al., 1999)。

(3) 慢性疲労の指標

急性疲労と同様に、疲労の自覚症に基づいて多側面または単一次元の慢性疲労を捉える指標に加え、Quality of Life (QOL) や交代制勤務が個人に与える影響といった異なる概念の一部として慢性疲労を含む指標があった。指標に含まれる項目数は9項目 (Fatigue severity scale) から最大で162項目 (Standard Shift Work Index) とかなりの幅があることが確認された。

対象文献の中で最も引用された指標は、自覚症状に基づく各側面の疲労度を測定する Chalder Fatigue Scale (n = 16) であった。この指標は、身体的・精神的疲労の程度と重症度の観点から当初は臨床集団における慢性疲労症状を測定するために開発され、項目数も少なく簡便性が高い (Chalder et al., 1993)。現在では、労働者集団における妥当性や信頼性も検証され、幅広い職業集団の慢性疲労指標としての実績がある (Jackson, 2015)。同様のタイプの指標には、Checklist Individual Strength がある。この指標も、慢性疲労症候群などの特定の臨床集団の疲労を評価することを目的に開発された経緯があるが (Vercoulen et al., 1994)、労働者にも多数の適用例があることが確認されている (Sagherian & Geiger-Brown., 2016)。また、慢性疲労を単一次元的に捉える Fatigue Assessment Scale は身体的側面と精神的側面に関連する10項目で簡潔な項目で構成され、当初は慢性疾患患者への適応を想定して開発された経緯があるが (De Vries et al., 2004)、労働者集団への適用実績が確認されている (Sagherian & Geiger-Brown., 2016)。

別のタイプの指標では、他の概念の下位尺度として慢性疲労を含む、Standard Shiftwork Index や Survey of Shift Workers が特定された。Standard Shiftwork Index は Barton et al. (1995) によって提唱され、交代制勤務が心理的・生理的健康 (11 因子) に及ぼす影響を評価するために設計されたものである。この指標の中には1次元的な慢性疲労を評価する項目が含まれている (10 項目)。Survey of Shift Workers は Standard Shiftwork Index から派生し、より少数の項目 (49 項目) で構成される指標である (Kaliterna & Prizmić, 1998)。Standard Shiftwork Index には、3項目で構成される慢性疲労の下位尺度が含まれている。しかしながら、上記の2つの指標は広範な概念を捉えることが可能であるものの、指標に含まれる項目数が多いという課題がある。

その他の慢性疲労を捉える指標として、Modified Fatigue Impact Scale (Larson, 2013)、Fatigue Severity Scale (Krupp et al., 1989)、PROMIS Global Health Short Form (Hays et al., 2009)、Short Form-36 (Fukuhara et al., 1998)、Multidimensional Assessment of Fatigue (Belza, 1995) が特定された。しかしながら、これらは慢性疾患など特定の臨床集団の慢性疲労やその他概念を捉えることを想定して開発されたものであり、労働者である看護師に適合しない項目 (歩行などの日常生活動作など) が含まれている。

(4) 回復の指標

対象文献においては、2つの回復に関連する指標が特定された。Need for Recovery Scale は、労働によって努力 (effort) から回復する必要性が生じる程度を測定する指標であり、一時的な過

負荷、焦燥感、社会的引きこもり、エネルギー不足、パフォーマンスの低下によって特徴づけられる。回復の可能性や時間が欠如し、Need for Recoveryが高いままに次の労働に移ることによって、労働者は慢性疲労やバーンアウトを生じるという概念に基づいている（van Veldhoven & Broersen, 2003）。項目数は全 11 項目で簡潔な構成である。項目は全て、労働者に関連した内容のものを含む。

2つ目の指標は Recovery Experience Questionnaire（Sonnentag & Fritz, 2007）であった。この指標では、労働におけるストレスフルな要求によって失われた資源を回復することに関連する回復経験を4つの側面（心理的離脱、リラックス、熟達、コントロール）から測定する指標である。ここでの回復経験は余暇時間に発生するものに焦点を当てており、労働者の回復経験を 16 項目で測定するように構成されている。なお、当指標の日本語版は 2012 年に開発されている（Shimazu et al., 2012）。

表 2-1. 国内文献における疲労の主観的指標

指標の分類	文献数 /文献 No.	主な評価時点 (対象文献)	項目数 因子	開発研究 対象集団	指標の情報	他言語版
1. 急性疲労						
1) 自覚症状に基づく各側面の疲労度の測定						
自覚症しらべ 日本産業衛生学 会産業疲労研究 会 (2002)	n = 9 [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 12, 18]	・勤務開始前後 ・起床, 就寝 ・休憩の前後	25 項目 ・ねむけ感 ・不安定感 ・不快感 ・だるさ感 ・ぼやけ感	労働者	<疲労のスパン> 回答時 <長所> ・労働負担や作業に伴う疲労の変化を検出することを目的として おり, 労働者に適して設計されている. ・急性疲労を多様な側面から捉えることができる. <短所> ・短い間隔の測定に伴う, 回答慣れによる信頼性の低下	あり
2. 慢性疲労						
1) 自覚症状に基づく各側面の疲労度の測定						
蓄積的疲労兆候 インデックス 越河 (1991)	n = 5 [4, 5, 13, 18, 19]	・1 月間隔 ・1 時点	81 項目 身体的側面 ・一般的疲労感 ・慢性疲労兆候 ・身体不調 精神的側面 ・不安感 ・抑うつ状態 ・気力の減退 社会的側面 ・イライラ感 ・労働意欲の低下	病院看護師	<疲労のスパン> 近ごろ <長所> ・慢性疲労を多様な側面 (身体・精神・社会的側面) から捉える ことができる <短所> ・項目数が多い	なし
2) 自覚症状に基づく単一次元の疲労度の測定						
Fatigue severity scale 菅谷ら (2004)	n = 1 [11]	・1 時点	9 項目 1 因子 (直接の疲労の症状 ではない身体症状 (頭痛など) を含ま ない項目で構成)	企業社員	<疲労のスパン> 過去 1 週間 <長所> ・項目数が少ない <短所> ・労働に無関係な項目あり (運動)	あり

指標の分類	文献数 /文献 No.	主な評価時点 (対象文献)	項目数 因子	開発研究 対象集団	指標の情報	他言語版
職業性ストレス 簡易調査票 厚生労働省 (2000)	n = 1 [14]	・1時点	57項目 ・仕事のストレス要因 ・ストレス反応（疲労感を含む） ・修飾要因（サポート）	職種不特定 （医療者含む）	<疲労のスペン> 過去1ヶ月 <長所> ・あらゆる職種に適用されている <短所> ・項目数が多い ・交代制勤務者の労働状況を考慮した項目がない。 ・疲労は単一因子で項目が少ないため、その詳細を把握することはできない	あり
3) 自覚症状と他の要因（労働状況等）に基づく疲労度の測定						
疲労蓄積度自己 診断チェックリ スト 佐々木ら (2005)	n = 5 [9, 10, 15, 16, 17]	・1時点	20項目 ・疲労蓄積の自覚症状 ・勤務状況	電気器具製 造業者	<疲労のスペン> 過去1カ月間 <長所> ・不規則な勤務や夜勤に伴う負担、休憩や仮眠状況に関する項目があり、交代制勤務労働者の状況を考慮した項目がある。 ・疲労の自覚症状以外にも労働状況に関する項目があるため、疲労の原因を特定しやすい <短所> ・交代制勤務を行う看護師においては回答しにくい項目がある（出張の頻度）	あり
Accumulated fatigue scale Sasaki et al., (2007)	n = 1 [20]	・1時点	21項目 ・残業時間 ・労働ストレスサー ・睡眠状況 ・疲労症状	労働者 （看護師以外）	<疲労のスペン> 過去1ヶ月 <長所> ・交代制勤務者の労働状況を考慮した項目（交代制勤務や夜勤の負担）がある。 <短所> ・交代制勤務を行う看護師においては回答しにくい項目がある ・主観的症状の項目の妥当性は明確ではない。	あり
回復の指標						
無し						

表 2-2. 海外文献における疲労の主観的指標

指標の分類	文献数 /文献 No.	主な評価時点 (対象文献)	項目数 因子	開発研究 対象集団	指標の情報	日本語版	他言語版
1. 慢性疲労・急性疲労・勤務間回復の程度を測定							
Occupational Fatigue, Exhaustion, and Recovery Scale (Winwood et al., 2005; 2006)	n = 21 [2, 3, 4, 5, 8, 9, 16, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 39, 43, 45, 55, 56, 61, 63, 67]	・1時点	15 項目 ・慢性疲労 ・急性疲労 ・勤務間回復	看護師を含む労働者	<疲労のスパン> 過去 2, 3 ヶ月 <長所> ・慢性疲労, 急性疲労と勤務間回復度を一度に評価できる. ・慢性疲労は, 仕事に対する疑念やモチベーションの低下など, 仕事に対するネガティブな内容の項目を含む. ・性差がない. ・他言語版あり (日本語版なし) <短所> ・構成概念としての疲労の次元性の報告はない.	なし	あり
2. 急性疲労							
1) 自覚症状に基づく各側面の疲労度の測定							
自覚症しらべ 日本産業衛生学会 産業疲労研究会 (2002)	n = 1 [68]	・1時点	25 項目 ・ねむけ感 ・不安定感 ・不快感 ・だるさ感 ・ぼやけ感	労働者	<疲労のスパン> 回答時 <長所> ・労働負担や作業に伴う疲労の変化を検出することを目的としており, 労働者に適して設計されている. ・急性疲労を多様な側面から捉えることができる. <短所> ・短い間隔の測定に伴う, 回答慣れ.	あり	あり
Swedish Occupational Fatigue Inventory (Åhsberg et al., 1997)	n = 3 [2, 27, 41]	・1時点	20 項目 ・Lack of energy 身体的側面 ・Physical exertion ・Physical discomfort 精神的側面 ・Lack of motivation ・Sleepiness	労働者 (医療者含む)	<疲労のスパン> 作業後の状態 <長所> ・特に職業に関連する多様な側面の疲労を捉えることができる. ・看護師や交代制勤務者を含む労働者を対象に開発されている. ・複数の側面の疲労を対象にしており, 意欲の低下といった労働に対する態度の因子も含まれる. ・対象とするのは特定の時点の疲労ではないため, 全般的な急性疲労をとらえやすい.	なし	あり
2) 自覚症状に基づく単一次元の疲労度の測定							
Samn-Perelli fatigue scale (Samn & Perelli, 1982)	n = 1 [51]	・勤務の最後の 4 時間 日勤 : 14~16 時, 夜勤 : 4~6 時	7 項目 1 因子 (疲労, 覚醒度, 集中力を含む)	航空操縦士	<疲労のスパン> ・回答時 <長所> ・項目が少なく, 直感的に回答できる	なし	あり

指標の分類	文献数 /文献 No.	主な評価時点 (対象文献)	項目数 因子	開発研究 対象集団	指標の情報	日本語版	他言語版
3) 自覚症状と疲労による日常生活への影響度を測定							
Brief Fatigue Inventory	n = 2 [6, 44]	・勤務前後 ・1時点	9項目 ・疲労の有無 ・疲労の強さ ・日常生活への支障	がん患者	<疲労のスパン> ・回答時 ・24時間 <長所> ・項目に含まれる質問文が短く、回答しやすい。 <短所> ・「歩行能力」など看護師や労働者には適さない項目が含まれている。	あり	あり
(Mendoza et al., 1999)							
3. 慢性疲労							
1) 自覚症状に基づく各側面の疲労度の測定							
Checklist Individual Strength	n = 2 [10, 60]	・1時点	20項目 ・疲労感 ・集中力 ・動機づけ ・身体的活動	慢性疲労症候群患者 看護師含む労働者	<疲労のスパン> 2週間 <長所> ・各項目が簡潔であり回答しやすい <短所> ・慢性疾患患者に対して開発されているが、労働者にも適用例あり (Sagherian & Geiger-Brown., 2016).	あり	あり
(Vercoulen et al., 1994)							
Chalder Scale	n = 16 [7, 14, 15, 17, 24, 28, 29, 36, 38, 40, 48, 54, 59, 62, 65, 66]	・1時点 ・介入前後 (6週間) ・1年間隔	11項目 ・身体的疲労 ・精神的疲労	慢性疲労症候群患者 労働者 (医療者含む)	<疲労のスパン> 過去1ヶ月 <長所> ・慢性疲労症候群を考慮した指標であったが、労働者における妥当性や信頼性が報告されている (De Vries et al., 2003; Jackson, 2015). ・各因子のカットオフ値があり、解釈をしやすい。	あり	あり
(Chalder et al., 1993)							
Modified Impact Scale	n = 1 [13]	・1時点	21項目 ・身体的 ・認知的 ・心理的	慢性疾患患者	<疲労のスパン> 1ヶ月 <長所> ・多側面の疲労を捉えることができる。 <短所> ・慢性疾患患者に対して開発された経緯があり、労働者の疲労との関連性は不明である。	なし	あり
(Larson, 2013)							

指標の分類	文献数 /文献 No.	主な評価時点 (対象文献)	項目数 因子	開発研究 対象集団	指標の情報	日本語版	他言語版
2) 自覚症状に基づく単一次元の疲労度の測定							
Fatigue Severity Scale (Krupp et al., 1989)	n = 4 [1, 23, 25, 50]	・1時点	9項目 1因子 (直接の疲労の症状ではない身体症状(頭痛など)を含まない項目で構成)	慢性疾患患者	<疲労のスパン> 過去1週間 <長所> ・項目数が少ない <短所> ・労働に無関係な項目あり(運動) ・慢性疾患患者に対して開発されており, 労働者の疲労との関連性は不明.	あり	あり
Fatigue Assessment Scale (De Vries et al., 2004)	n = 1 [11]	・夜勤前後	10項目 ・1因子(身体的症状と精神的症状を含む)	慢性疾患患者	<疲労のスパン> 普段の状態 <長所> ・カットオフ値があり, 解釈が容易. <短所> ・慢性疾患患者に対して開発されており, 労働者の疲労との関連性は不明. 労働者にも適用例あり(Sagherian & Geiger-Brown., 2016).	あり	あり
3) 他の概念の下位尺度として慢性疲労を測定							
Standard Shiftwork Index (Barton et al., 2007)	n = 5 [20, 52, 56, 57, 64]	・1時点	162項目 ・睡眠 ・職業満足度 ・慢性疲労 ・身体的健康 ・一般的健康 ・不安 ・社会-家庭 ・コーピング ・クロノタイプ ・概日リズム ・性格検査	交代制勤務労働者 看護師含む	<疲労のスパン> 不明 <長所> ・慢性疲労を含む交代制勤務の影響を幅広く調査することができる. <短所> ・項目数がかなり多いため, 回答負担が大きい.	なし	あり
Survey of Shift Workers (Tucker & Knowles, 2008)	n = 1 [19]	・1時点	49項目 急性問題 ・睡眠障害 ・注意力 慢性問題 ・慢性疲労 ・身体的問題 ・精神的問題 ・社会家庭の問題	交代制勤務労働者 看護師含む	<疲労のスパン> 不明 <長所> ・慢性疲労を含む交代制勤務の影響を幅広く調査することができる. <短所> ・SSI よりも簡潔ではあるが, 項目数が多いため, 回答負担が大きい(所要時間: 10-20分).		

指標の分類	文献数 /文献 No.	主な評価時点 (対象文献)	項目数 因子	開発研究 対象集団	指標の情報	日本語版	他言語版
PROMIS Global Health Short Form (Hays et al., 2009)	n = 1 [37]	・1時点	10項目 ・健康 ・日常生活遂行能力 ・精神的問題 ・疲労 ・痛み	臨床患者	<疲労のスパン> 1週間 <長所> ・患者や地域住民を対象に開発されており、誰でも回答しやすい。 <短所> ・疲労に関しては1項目であり、妥当性は不明。 ・慢性疾患患者に対して開発されており、労働者の疲労との関連性は不明。	なし	あり
Short Form-36 (SF-36) (Fukuhara et al., 1998)	n = 1 [24]	・1時点	36項目 ・日常生活役割 ・活力(疲労) ・心の健康 ・日常生活役割	臨床患者	<疲労のスパン> 1ヶ月 <長所> ・患者や地域住民を対象に開発されており、誰でも回答しやすい。 <短所> ・疲労に関しては1項目であり、妥当性は不明。 ・慢性疾患患者に対して開発されており、労働者の疲労との関連性は不明。	あり	あり
4) 自覚症状と疲労による日常生活への影響度を測定							
Multidimensional Assessment of Fatigue (Belza, 1995)	n = 1 [12]	・1時点	16項目 ・Severity ・Distress ・Degree of interference in activities of daily living ・Timing ・Multiple-choice responses	がん患者 リウマチ患者	<疲労のスパン> 1週間 <長所> ・該当しない活動項目を省くことができるため、日常生活動作への影響をより正確に評価可能。 ・項目が簡潔である。 <短所> ・慢性疾患患者に対して開発されており、労働者の疲労との関連性は不明。	あり	あり
4. 回復の指標							
Need for recovery scale (M. van Veldhoven & Broersen, 2003)	n = 3 [18, 47, 53]	・1時点 ・介入前後(12週間)	11項目	労働者	<回復のスパン> 典型的な勤務後 <利点> ・労働者のバーンアウトとの予測的関連性あり。	なし	あり
Recovery experience questionnaire (Sonnentag & Fritz, 2007)	n = 1 [52]	・1時点	16項目 ・心理的距離 ・リラクセス ・熟達 ・コントロール	医療者含む 労働者	<回復のスパン> 勤務後 <利点> ・ストレスフルな体験により消費した心理社会的資源を回復させるための行動を評価可能。 <欠点> ・疲労回復度を直接評価することはできない。	あり	あり

その他（現版の論文が英語以外のため、詳細を確認できなかった指標）			
Eigenzustandsskala	n = 2 [42, 46]	・勤務前後	・現版の論文が英語以外のため、確認不可（ドイツ語）
Standardised German questionnaire	n = 1 [35]	・夜勤調査の朝晩	・現版の論文が英語以外のため、確認不可（ドイツ語）
Subjective Symptoms of Fatigue Test	n = 1 [21]	・夜勤中	・現版の論文が英語以外のため、確認不可（韓国）
Multidimensional Fatigue Scale	n = 1 [26]	・1時点	・現版の論文が英語以外のため、確認不可（韓国）

4. 考察

本レビューでは、交代制勤務看護師の疲労を慢性疲労、急性疲労、および回復の視点で整理し、交代制勤務看護師における既存の指標の有用性を評価することを目的とした。疲労に対して一意の定義がないという事実が示すように、対象文献では、疲労は時間軸に沿った急性・慢性の分類だけでなく、疲労症状の側面別（身体・精神・認知など）に評価され、それぞれに対応した広範な主観的指標が存在することが明らかになった。対象文献から得られた指標は、急性疲労と慢性疲労を評価するものとして一定の妥当性と信頼性が確認されており、確立されたものである。指標の選択は、研究目的、介入条件、言語的制約などを考慮し、扱う疲労の内容によって決めることができる。例えば、回答時の疲労状態を問うような簡潔な急性疲労指標（自覚症しらべ等）であれば、勤務の特定の時間帯や短期的には仮眠などの効果を把握することができる（折山ら, 2019）。このように、管理者や研究者が急性疲労または慢性疲労のいずれかに関心がある場合には、本研究で示した概要（項目数や指標の情報）を目安に、用いる指標を選択することができる。

しかしながら、疲労の側面を問わず、慢性疲労は不可逆的な性質を持つ深刻な疲労である（Winwood et al., 2005, 2006）。最も重要なことは、この慢性疲労が看護師を含む労働者のバーンアウトに影響し（Leone et al., 2007; Raftopoulos et al., 2012）、さらには離職意向といった離職リスクに強く関係するということである（Rutledge et al., 2021, 2022）。その性質を考慮すると慢性疲労は予防的に検知される必要があり、そのためには相互に関連する急性疲労および回復をとともに評価する必要がある（Fang et al., 2013; Winwood et al., 2006）。

1) 国内における主観的指標の課題

まずは、全ての指標は急性疲労または慢性疲労に限局しており、2つの状態を捉えるためには異なる指標を組み合わせる必要があった。しかし、複数の指標を併用することは項目数の増加につながり、対象者にとって負担がかかる評価になることは避けられない。慢性疲労と急性疲労を捉えようとする場合、対象文献ではそれぞれの異なる指標を併用していたが（Kagamiyama et al., 2019; 大重ら, 2014）、このアプローチは多忙な現場で働く看護師に対して負担を与える可能性があり、適用可能性には課題がある。

重要な結果として、回復の指標は明らかではなかった。対象文献では睡眠関連の様々な指標を同時に測定していた（星野・村中, 2017; Kagamiyama et al., 2019; Kagamiyama & Yano, 2018; 菊池・石井, 2015 宮武ら, 2020; 折山ら, 2019）。星野・村中（2017）は、ピッツバーグ睡眠質問票を用いて、普段の睡眠の質を評価していたが、睡眠周期が不規則な交代制勤務看護師におけるその信頼性には一定の課題がある（Min et al., 2019）。また、客観的なアプローチとしては睡眠状態をモニタリングするアクチグラフが用いられていたが（Kagamiyama et al., 2019）、測定装置の常時装着や高度な判定技術を要する。さらに、睡眠は疲労回復に必要な要素ではあるものの、回復を形成する要素には睡眠以外の概念（余暇活動など）も含まれるため（Bennett et al., 2018; Sonnentag & Fritz, 2007）、回復の評価を睡眠単体に依存することの妥当性は不明である。一部の研究では（久保ら, 2013）、独自の単一項目の回復指標を用いていたが、その妥当性は不明であった。また、急性疲労の指標である自覚症しらべの得点の変化量を扱う研究もあったが（大重ら,

2014), 同一指標を比較的短い間隔で使用することによる回答慣れが懸念され, それに伴う信頼性への影響には注意が必要である。

以上のことから, 日本の交代制勤務看護師においては回復の視点が見落とされており, 急性疲労と慢性疲労を網羅して簡便に測定することができる指標はないという実態が明らかになった。したがって, 交代制勤務を行う看護師の疲労の全貌を十分に捉えているとは言えず, また慢性疲労やその前兆を予防的に検知することもできないといった課題があると考えられた。

2) 海外文献における指標

(1) 課題

対象の海外文献からは, 回復を評価する指標が2件特定された。これらの指標はそれぞれの概念の内容は異なるが, 本レビューで着目した非労働期間や休日における回復の度合いを反映するものとして, 労働関連の研究で多数引用されているものである (Sonntag & Fritz, 2007; van Veldhoven & Broersen, 2003)。また, 慢性疲労や急性疲労の指標は数多くあることが明らかとなり, 日本の文献からは特定できなかったものが多数特定された。しかし, 日本の対象文献と同様に, 慢性疲労, 急性疲労, および回復は独立した概念として扱われる傾向にあり, 上述の回答負担という点は, 依然として課題である。

(2) 有用な指標

対象文献からは, OFER という特徴的な指標が特定された。この指標の最大の利点は, 交代制勤務看護師において強調されている慢性疲労, 急性疲労, そして回復を同時に評価できるという点である。本レビューにおいて対象にした急性・慢性疲労および回復の3つの因子を15項目で測定できることから, 非常に高い簡便性を持つ。OFER は英語版として開発されて以降 (Winwood et al., 2005, 2006), 中国 (Fang et al., 2018), 韓国 (Min et al., 2019), レバノン (Clinton & Tchapanian, 2017) などで他言語版が開発され, 言語的な障壁は少ない指標である。そして, 海外の対象文献の中では, 交代制勤務看護師における適用数が最も多い指標であった。しかし, 日本語版は未開発であった。

OFER における疲労と回復の関連は, 生理学的機序 (アロスタティック理論) に基づいており, 疲労の構成概念 (身体や精神など) は特定されていない。各項目は労働者の労働負担や生活状況 (余暇や回復のための時間) の内容を含んでいる。特に慢性疲労では, 労働者の自身の仕事に対する否定的な認識を問う項目を含み, OFER を用いて測定された慢性疲労は, バーンアウトなどの心理的因子よりも強く離職リスクを予測したという報告もある (Rutledge et al., 2021, 2022)。このことから, 離職リスクに関する十分な予測的妥当性があることが推察される。

しかし, 検討すべきいくつかの課題が挙げられる。信頼性の観点からは, OFER は特定された指標の中で最も長い期間の疲労を扱っており, 過去2, 3ヶ月の疲労状態を問うように設計されている。したがって, 対象者は比較的長い期間の自身の状態を想起するため, バイアスが生じる可能性が懸念される。一方で, OFER の再テスト信頼性は厳密に検証されておらず, 例えばモニタリングにおける信頼性は明らかではない (Fang et al., 2018; Min et al., 2019; Winwood et al., 2006)。日本語版の開発にあたっては, この点を慎重に検証する必要がある。また, それぞれの

疲労の細かな構成概念は明らかにしていないため、問題となる疲労の原因が身体的な負担によって生じるのか、それとも精神的な負担によって生じているのかは特定することができない。このような調査目的の場合においては、例えば Chalder Fatigue Scale (Chalder et al., 1993) や Swedish Occupational Fatigue Inventory (Åhsberg et al., 1997)、自覚症しらべ (日本産業衛生学会産業疲労研究会, 2002) など、疲労の構成概念が明確な指標が適している可能性がある。

3) 本レビューの限界

1 つ目に、疲労に関する文献は膨大かつ複雑であり、用語の使用に一貫性がないことが多い。また、本レビューにおける疲労の定義は操作的なものであった。そのため、図書館司書のスーパーバイズを受けたが、検索語に見落としがあった可能性は否定できない。また、文献の選択条件は、研究目的に適合させたために比較的限定的であった。さらに、研究論文以外 (書籍等) は本レビューには含めていない。このことから、特定された指標の範囲には一定の制限があり、より多くの指標を特定できた可能性がある。2 つ目に、本レビューにおける指標の有用性の評価は、尺度の特性を厳密に判断するものではなく、前述の操作的定義に則したそれぞれの指標が交代制勤務看護師に適用できるかを評価したものである。妥当性や信頼性、研究の質は厳密に評価しておらず、妥当性等の確認は現版の論文等の大まかなスクリーニングに留まっていた。

5. 結論

交代制勤務を行う病院看護師における先行研究を対象に、既存の疲労と回復に関する主観的評価指標のレビューを行い、看護師における既存の指標の有用性を検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 対象文献から得られた指標は、急性疲労、慢性疲労および回復を評価するものとして一定の妥当性と信頼性が確認されており、確立されたものである。指標の選択は、研究目的、介入条件、言語的制約などを考慮し、関心のある疲労の内容によって決めることができる。
- 2) 日本の交代制勤務看護師においては回復の視点が見落とされており、急性疲労と慢性疲労の指標は独立していた。したがって、交代制勤務における看護師に特化した指標があるとは言えず、慢性疲労やその前兆の予防的検知が可能な指標は明らかではなかった。
- 3) 海外では、回復の指標はあるものの、多くの指標はそれぞれに独立して対応しているため、簡便に疲労と回復を評価する方法は限られていた。慢性・急性疲労および勤務間回復を同時に評価する OFER は対象文献の中で最も多用され、項目数が少ないことから看護師における高い有用性が期待される指標であった。

引用文献

- Åhsberg, E., Garnberale, F., & Kjellberg, A. (1997). Perceived quality of fatigue during different occupational tasks Development of a questionnaire. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20(2), 121–135. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(96\)00044-3](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(96)00044-3)
- Ali, A., Rasheed, A., & Naz, S. (2020). Health-related quality of life of nurses working in tertiary care hospital of Karachi. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 36(3), 490–495. <https://doi.org/10.12669/pjms.36.3.1267>
- Alsayed, S. A., Abou Hashish, E. A., & Alshammari, F. (2022). Occupational fatigue and associated factors among Saudi nurses working 8-hour shifts at public hospitals. *SAGE open nursing*, 8, 23779608221078158. <https://doi.org/10.1177/23779608221078158>
- Barton, J., Simon, F., Smith, L. R., & Spelten, E. R. (2007). Standard Shift work index manual. *Journal of Applied Psychology*, 60, 159–170.
- Barton, J., Spelten, E., Totterdell, P., Smith, L., Folkard, S., & Costa, G. (1995). The Standard Shiftwork Index: A battery of questionnaires for assessing shiftwork-related problems. *Work & Stress*, 9(1), 4–30. <https://doi.org/10.1080/02678379508251582>
- Belza, B. L. (1995). Comparison of self-reported fatigue in rheumatoid arthritis and controls. *The Journal of Rheumatology*, 22(4), 639–643.
- Bennett, A. A., Bakker, A. B., & Field, J. G. (2018). Recovery from work-related effort: A meta-analysis. *Journal of Organizational Behavior*, 39(3), 262–275. <https://doi.org/10.1002/job.2217>
- Bjorvatn, B., Dale, S., Hogstad-Erikstein, R., Fiske, E., Pallesen, S., & Waage, S. (2012). Self-reported sleep and health among Norwegian hospital nurses in intensive care units. *Nursing in Critical Care*, 17(4), 180–188. <https://doi.org/10.1111/j.1478-5153.2012.00504.x>
- Blasche, G., Bauböck, V. M., & Haluza, D. (2017). Work-related self-assessed fatigue and recovery among nurses. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 90(2), 197–205. <https://doi.org/10.1007/s00420-016-1187-6>
- Blasche, G., Pasalic, S., Bauböck, V. M., Haluza, D., & Schoberberger, R. (2017). Effects of rest-break intention on rest-break frequency and work-related fatigue. *Human Factors*, 59(2), 289–298. <https://doi.org/10.1177/0018720816671605>
- Brzozowski, S. L., Cho, H., Arsenault Knudsen, É. N., & Steege, L. M. (2021). Predicting nurse fatigue from measures of work demands. *Applied Ergonomics*, 92, 103337. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103337>
- Burch, J. B., Alexander, M., Balte, P., Sofge, J., Winstead, J., Kothandaraman, V., & Ginsberg, J. P. (2019). Shift work and heart rate variability coherence: Pilot study among nurses. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 44(1), 21–30. <https://doi.org/10.1007/s10484-018-9419-z>
- Chaiard, J., Deeluea, J., Suksatit, B., Songkham, W., & Inta, N. (2018). Short sleep duration among Thai nurses: Influences on fatigue, daytime sleepiness, and occupational errors. *Journal of Occupational Health*, 60(5), 348–355. <https://doi.org/10.1539/joh.2017-0258-OA>
- Chalder, T., Berelowitz, G., Pawlikowska, T., Watts, L., Wessely, S., Wright, D., & Wallace, E. P. (1993).

- Development of a fatigue scale. *Journal of Psychosomatic Research*, 37(2), 147–153. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(93\)90081-P](https://doi.org/10.1016/0022-3999(93)90081-P)
- Chang, W. P., & Wang, C. H. (2022). Influence of sleep fragmentation and fatigue on turnover of female nurses working rotating shifts. *Journal of Clinical Nursing*, 31(23-24), 3573–3583. <https://doi.org/10.1111/jocn.16184>
- Chen, J., Davis, K. G., Daraiseh, N. M., Pan, W., & Davis, L. S. (2014). Fatigue and recovery in 12-hour dayshift hospital nurses. *Journal of Nursing Management*, 22(5), 593–603. <https://doi.org/10.1111/jonm.12062>
- Cho, H., Sagherian, K., Scott, L. D., & Steege, L. M. (2022). Occupational fatigue, individualized nursing care, and quality of nursing care among hospital nurses. *Journal of Nursing Scholarship*, 54(5), 648–657. <https://doi.org/10.1111/jnu.12768>
- Clinton, M., & Tchapanian, H. (2017). Rasch analysis of Lebanese nurses' responses to the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale. *Journal of Nursing Measurement*, 25(3), 459–475. <https://doi.org/10.1891/1061-3749.25.3.459>
- De Vries, J., Michielsen, H., & Van Heck, G. L. (2003). Assessment of fatigue among working people: A comparison of six questionnaires. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(Suppl 1), i10–i15. https://doi.org/10.1136/oem.60.suppl_1.i10
- De Vries, J., Michielsen, H., Van Heck, G. L., & Drent, M. (2004). Measuring fatigue in sarcoidosis: The Fatigue Assessment Scale (FAS). *British Journal of Health Psychology*, 9(Pt 3), 279–291. <https://doi.org/10.1348/1359107041557048>
- Fang, J. B., Zhou, C. F., Huang, J., & Qiu, C. J. (2018). Psychometric properties of the Chinese version of the Occupational Fatigue Exhaustion/Recovery scale: A test in a nursing population. *Journal of Nursing Research*, 26(3), 191–198. <https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000247>
- Fang, J., Qiu, C., Xu, H., & You, G. (2013). A model for predicting acute and chronic fatigue in Chinese nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 69(3), 546–558. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2012.06029.x>
- Farang, A., Scott, L. D., Perkhounkova, Y., Saeidzadeh, S., & Hein, M. (2022). A human factors approach to evaluate predictors of acute care nurse occupational fatigue. *Applied Ergonomics*, 100, 103647. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103647>
- Ferri, P., Guadi, M., Marcheselli, L., Balduzzi, S., Magnani, D., & Di Lorenzo, R. (2016). The impact of shift work on the psychological and physical health of nurses in a general hospital: A comparison between rotating night shifts and day shifts. *Risk Management and Healthcare Policy*, 9, 203–211. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S115326>
- Flo, E., Pallesen, S., Magerøy, N., Moen, B. E., Grønli, J., Hilde Nordhus, I., & Bjorvatn, B. (2012). Shift work disorder in nurses—assessment, prevalence and related health problems. *PloS One*, 7(4), e33981. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033981>
- Flo, E., Pallesen, S., Moen, B. E., Waage, S., & Bjorvatn, B. (2014). Short rest periods between work shifts predict sleep and health problems in nurses at 1-year follow-up. *Occupational and Environmental*

- Medicine*, 71(8), 555–561. <https://doi.org/10.1136/oemed-2013-102007>
- Fukuhara, S., Bito, S., Green, J., Hsiao, A., & Kurokawa, K. (1998). Translation, adaptation, and validation of the SF-36 Health Survey for use in Japan. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(11), 1037–1044. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(98\)00095-X](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(98)00095-X)
- Geiger-Brown, J., Rogers, V. E., Trinkoff, A. M., Kane, R. L., Bausell, R. B., & Scharf, S. M. (2012). Sleep, sleepiness, fatigue, and performance of 12-hour-shift nurses. *Chronobiology International*, 29(2), 211–219. <https://doi.org/10.3109/07420528.2011.645752>
- Graham, B., Cottey, L., Smith, J. E., Mills, M., & Latour, J. M. (2020). Measuring 'Need for Recovery' as an indicator of staff well-being in the emergency department: A survey study. *Emergency Medicine Journal*, 37(9), 555–561. <https://doi.org/10.1136/emered-2019-208797>
- Haluza, D., Schmidt, V. M., & Blasche, G. (2019). Time course of recovery after two successive night shifts: A diary study among Austrian nurses. *Journal of Nursing Management*, 27(1), 190–196. <https://doi.org/10.1111/jonm.12664>
- Hays, R. D., Bjorner, J. B., Revicki, D. A., Spritzer, K. L., & Cella, D. (2009). Development of physical and mental health summary scores from the patient-reported outcomes measurement information system (PROMIS) global items. *Quality of Life Research*, 18(7), 873–880. <https://doi.org/10.1007/s11136-009-9496-9>
- Hazzard, B., Johnson, K., Dordunoo, D., Klein, T., Russell, B., & Walkowiak, P. (2013). Work- and nonwork-related factors associated with PACU nurses' fatigue. *Journal of Nursing*, 28(4), 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2012.06.010>
- Hockey, R. (2013). *The Psychology of Fatigue: Work, Effort and Control*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139015394>
- Hong, J., Kim, M., Suh, E. E., Cho, S., & Jang, S. (2021). Comparison of fatigue, quality of life, turnover intention, and safety incident frequency between 2-shift and 3-shift Korean nurses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 7953. <https://doi.org/10.3390/ijerph18157953>
- Hoshi, H., Iwasa, H., Goto, A., & Yasumura, S. (2022). Effects of working environments with minimum night lighting on night-shift nurses' fatigue and sleep, and patient safety. *BMJ Open Quality*, 11(1), e001638. <https://doi.org/10.1136/bmjoq-2021-001638>
- 星野清香, 村中陽子 (2017) . 大学病院に就業する看護スタッフの疲労と疲労に起因するリスクの実態と影響要因に関する研究. *医療看護研究*, 14 (1), 11-19.
- Hosseini, E., Daneshmandi, H., Bashiri, A., & Sharifian, R. (2021). Work-related musculoskeletal symptoms among Iranian nurses and their relationship with fatigue: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1), 629. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04510-3>
- Huang, H., Liu, L., Yang, S., Cui, X., Zhang, J., & Wu, H. (2019). Effects of job conditions, occupational stress, and emotional intelligence on chronic fatigue among Chinese nurses: A cross-sectional study. *Psychology Research and Behavior Management*, 12, 351–360. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S207283>

- Imes, C. C., & Chasens, E. R. (2019). Rotating shifts negatively impacts health and wellness among intensive care nurses. *Workplace Health & Safety*, 67(5), 241–249. <https://doi.org/10.1177/2165079918820866>
- 猪川恵美, 森川誠子 (2015) . 交代勤務に従事する看護師の疲労蓄積と食生活との関連性. 徳島市民病院医学雑誌, 29, 47-51.
- 井上都 (2017) . 交代制勤務における多様な勤務形態下で働く看護師の疲労度について : 長日勤を中心とした検討. 久留米医学会雑誌, 80 (6・7), 150-164.
- 犬飼さゆり (2019) . 月経周期と深夜勤務が看護職者の心身におよぼす影響とその対策. 三重県立看護大学紀要, 23, 10-16.
- Jackson, C. (2015). The Chalder Fatigue Scale (CFQ 11). *Occupational Medicine*, 65(1), 86. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqu168>
- Jankowska-Polańska, B., Czyrniańska, M., Sarzyńska, K., Świątoniowska-Lonc, N., & Chabowski, M. (2021). Impact of fatigue on nursing care rationing in paediatric haematology and oncology departments-a cross-sectional study. *BMC Nursing*, 20(1), 139. <https://doi.org/10.1186/s12912-021-00663-7>
- Jin, J. H., & Lee, E. J. (2020). Factors affecting quality of work life in a sample of cancer survivor female nurses. *Medicina*, 56(12), 721. <https://doi.org/10.3390/medicina56120721>
- Kagamiyama, H., & Yano, R. (2018). Relationship between subjective fatigue, physical activity, and sleep indices in nurses working 16-hour night shifts in a rotating two-shift system. *Journal of Rural Medicine*, 13(1), 26–32. <https://doi.org/10.2185/jrm.2951>
- Kagamiyama, H., Sumi, N., Yoshida, Y., Sugimura, N., Nemoto, F., & Yano, R. (2019). Association between sleep and fatigue in nurses who are engaged in 16 h night shifts in Japan: Assessment using actigraphy. *Japan Journal of Nursing Science*, 16(4), 373–384. <https://doi.org/10.1111/jjns.12246>
- Kaliterna, L., & Prizmić, Z. (1998). Evaluation of the survey of shiftworkers (SOS) short version of the standard shiftwork index. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 21(3), 259–265. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(97\)00052-8](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(97)00052-8)
- 加藤千津子, 嶋田淳子, 林邦彦 (2015) . 看護職の眠気と職業性ストレスの関連. 日本公衆衛生雑誌, 62 (9), 548-555. https://doi.org/10.11236/jph.62.9_548
- 菊地由紀子, 石井範子 (2015) . 女性看護師の疲労の自覚症状と勤務の関係. 産業衛生学雑誌, 57 (5), 230-240. <https://doi.org/10.1539/sangyoeisei.E14005>
- Ki, J., Ryu, J., Baek, J., Huh, I., & Choi-Kwon, S. (2020). Association between health problems and turnover intention in shift work nurses: health problem clustering. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4532. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124532>
- Kim, J. H., & Song, Y. (2020). The effects of indoor ambient temperature at work on physiological adaptation in night shift nurses. *Journal of Nursing Management*, 28(5), 1098–1103. <https://doi.org/10.1111/jonm.13052>
- Kim, O., & Jung, H. (2021). Prediction model for abnormal eating behaviour among hospital nurses: A structural equation modelling approach. *International Journal of Nursing Practice*, 27(5), e13006.

<https://doi.org/10.1111/ijn.13006>

- Kim, O., Kim, B., Jeong, H., Lee, J., & Jung, H. (2021). Sleep, fatigue, and depressive symptoms among female nurses with allergic rhinitis. *Healthcare*, 9(10), 1328. <https://doi.org/10.3390/healthcare9101328>
- 小林昭子, 木村恵美子, 山本加奈子 (2020) . A 病院看護職の疲労の実態と疲労改善ケアへのニーズ 看護職の疲労改善ケアマネジメントの構築を目指して. 日本ヒューマンケア科学会誌, 13 (1), 1-14. https://doi.org/10.50922/jjahcs.13.1_1
- Korompeli, A., Chara, T., Chrysoula, L., & Sourtzi, P. (2013). Sleep disturbance in nursing personnel working shifts. *Nursing Forum*, 48(1), 45–53. <https://doi.org/10.1111/nuf.12005>
- Korompeli, A., Muurlink, O., Tzavara, C., Velonakis, E., Lemonidou, C., & Sourtzi, P. (2014). Influence of shiftwork on Greek nursing personnel. *Safety and Health at Work*, 5(2), 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2014.03.003>
- Krupp, L. B., LaRocca, N. G., Muir-Nash, J., & Steinberg, A. D. (1989). The Fatigue Severity Scale: Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Archives of Neurology*, 46(10), 1121–1123. <https://doi.org/10.1001/archneur.1989.00520460115022>
- 久保智英, 高橋正也, ミカエル・サリーネン, 久保善子, 鈴木初子 (2013) . 生活活動と交代勤務スケジュールからみた交代勤務看護師の疲労回復. 産業衛生学雑誌, 55 (3), 90-102. <https://doi.org/10.1539/sangyoeisei.B12004>
- 黒澤繭子, 佐藤純子, 水木暢子, 小畑千春, 千葉孝子, 西沢義子 (2016) . 看護職者の日勤帯の勤務状況と慢性疲労の実際 : A 病院における病棟勤務と外来勤務による比較. 秋田看護福祉大学総合研究所研究所報, 11, 28-34.
- 黒澤繭子, 佐藤純子, 水木暢子, 西沢義子 (2014) . 臨床における看護職者の勤務環境と慢性疲労の現状. 弘前医学, 65 (1), 43-54.
- Larson, R. D. (2013). Psychometric Properties of the Modified Fatigue Impact Scale. *International Journal of MS Care*, 15(1), 15–20. <https://doi.org/10.7224/1537-2073.2012-019>
- Leone, S. S., Huibers, M. J. H., Knottnerus, J. A., & Kant, I. J. (2007). Similarities, overlap and differences between burnout and prolonged fatigue in the working population. *QJM*, 100(10), 617–627. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcm073>
- Li, Y., Fang, J., & Zhou, C. (2019). Work-related predictors of sleep quality in Chinese nurses: testing a path analysis model. *The Journal of Nursing Research*, 27(5), e44. <https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000319>
- Li, Y., Lv, X., Li, R., Wang, Y., Guan, X., Li, L., Li, J., Xue, F., Ji, X., & Cao, Y. (2021). Predictors of shift work sleep disorder among nurses during the COVID-19 pandemic: A multicenter cross-sectional study. *Frontiers in Public Health*, 9, 785518. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.785518>
- Lin, S. C., Tsai, K. W., Chen, M. W., & Koo, M. (2013). Association between fatigue and Internet addiction in female hospital nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 69(2), 374–383. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2012.06016.x>
- 前川甘弥, 乗松貞子 (2020) . 長時間夜勤が看護師の表情認知能力に及ぼす影響. 日本看護研究学

- 会雑誌, 43 (1), 87-98. <https://doi.org/10.15065/jjsnr.20190917074>
- Martin D. M. (2015). Nurse fatigue and shift length: A pilot study. *Nursing Economics*, 33(2), 81–87.
- McElroy, S. F., Olney, A., Hunt, C., & Glennon, C. (2020). Shift work and hospital employees: A descriptive multi-site study. *International Journal of Nursing Studies*, 112, 103746. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103746>
- Meeusen, V., Hoekman, J., & van Zundert, A. (2014). High fatigue scores among older Dutch nurse anesthetists. *AANA Journal*, 82(3), 227–230.
- Mendoza, T. R., Wang, X. S., Cleeland, C. S., Morrissey, M., Johnson, B. A., Wendt, J. K., & Huber, S. L. (1999). The rapid assessment of fatigue severity in cancer patients. *Cancer*, 85(5), 1186–1196. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0142\(19990301\)85:5<1186::AID-CNCR24>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0142(19990301)85:5<1186::AID-CNCR24>3.0.CO;2-N)
- Min, A., Hong, H. C., & Kim, Y. M. (2022). Work schedule characteristics and occupational fatigue/recovery among rotating-shift nurses: A cross-sectional study. *Journal of Nursing Management*, 30(2), 463–472. <https://doi.org/10.1111/jonm.13511>
- Min, A., Min, H., & Hong, H. C. (2019). Psychometric properties of the Korean version of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale in a nurse population. *Research in Nursing & Health*, 42(5), 358–368. <https://doi.org/10.1002/nur.21980>
- 宮武陽子, 杉原喜代美, 市江和子, 栗田佳江 (2020) . 未婚女性である臨床看護師の疲労と睡眠の実態. 足利大学看護学研究紀要, 8 (1), 29-40.
- Mokarami, H., Rahimi Pordanjani, T., Mohammadzadeh Ebrahimi, A., Kiani, F., & Faridan, M. (2020). Lifestyle and shiftwork: designing and testing a model for health promotion of Iranian nurses. *Journal of the American Psychiatric Nurses Association*, 26(3), 262–268. <https://doi.org/10.1177/1078390319886658>
- 中村幸子, 安藤弓子, 碓氷比呂子, 大森礼織, 小野寺佳代美, 中章江, 影山美子, 遠藤敏子, 松永佳子 (2015) . 都内にある大学病院の看護師の夜勤・交代制勤務に関する実態調査-蓄積疲労及び離職意向との関連-. 東邦看護学会誌, 12, 27-31.
- Neville, K., Velmer, G., Brown, S., & Robol, N. (2017). A pilot study to examine the relationship between napping and fatigue in nurses practicing on the night shift. *The Journal of Nursing Administration*, 47(11), 581–586. <https://doi.org/10.1097/NNA.0000000000000546>
- 日本産業衛生学会産業疲労研究会 (2002) . 調査ツール：自覚症しらべ. <http://square.umin.ac.jp/of/service.html> (2023年11月2日参照)
- 日本産業衛生学会産業疲労研究会編集委員会 (1995) . 新装産業疲労ハンドブック. 産業基準調査会.
- 大重育美, 山口多恵, 綱分憲明, 中島充代, 峰松和夫, 井口恵美子 (2014) . 夜勤後の疲労の変化に影響する要因を探る：二交代勤務者における身体活動量, 自覚的疲労度の変化. 木村看護教育振興財団看護研究集録, 21, 9-17.
- 折山早苗, 宮腰由紀子, 茅原路代 (2019) . 12時間の二交代制勤務看護師の睡眠および眠気と疲労の特徴. 日本看護科学会誌, 39, 19-28. <https://doi.org/10.5630/jans.39.19>
- Palermo, T. A., Rotenberg, L., Zeitoune, R. C., Silva-Costa, A., Souto, E. P., & Griep, R. H. (2015). Napping

- during the night shift and recovery after work among hospital nurses. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, 23(1), 114–121. <https://doi.org/10.1590/0104-1169.0147.2532>
- Patterson, P. D., Weaver, M. D., Markosyan, M. A., Moore, C. G., Guyette, F. X., Doman, J. M., Sequeira, D. J., Werman, H. A., Swanson, D., Hostler, D., Lynch, J., Templin, M. A., Rozario, N. L., Russo, L., Hines, L., Swecker, K., Runyon, M. S., & Buysse, D. J. (2019). Impact of shift duration on alertness among air-medical emergency care clinician shift workers. *American Journal of Industrial Medicine*, 62(4), 325–336. <https://doi.org/10.1002/ajim.22956>
- Pisarski, A., & Barbour, J. P. (2014). What roles do team climate, roster control, and work life conflict play in shiftworkers' fatigue longitudinally? *Applied Ergonomics*, 45(3), 773–779. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.10.010>
- Poulsen, M. G., Poulsen, A. A., Khan, A., Poulsen, E. E., & Khan, S. R. (2015). Recovery experience and burnout in cancer workers in Queensland. *European Journal of Oncology Nursing*, 19(1), 23–28. <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2014.08.003>
- Poursadeqiyani, M., Arefi, M. F., Khaleghi, S., Moghaddam, A. S., Mazloumi, E., Raei, M., Hami, M., & Khammar, A. (2020). Investigation of the relationship between the safety climate and occupational fatigue among the nurses of educational hospitals in Zabol. *Journal of Education and Health Promotion*, 9, 238. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_309_20
- Raftopoulos, V., Charalambous, A., & Talias, M. (2012). The factors associated with the burnout syndrome and fatigue in Cypriot nurses: A census report. *BMC Public Health*, 12(1), 457. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-457>
- Rasmussen, C. D., Holtermann, A., Jørgensen, M. B., Ørberg, A., Mortensen, O. S., & Søgaard, K. (2016). A multi-faceted workplace intervention targeting low back pain was effective for physical work demands and maladaptive pain behaviours, but not for work ability and sickness absence: Stepped wedge cluster randomised trial. *Scandinavian Journal of Public Health*, 44(6), 560–570. <https://doi.org/10.1177/1403494816653668>
- Reinke, L., Özbay, Y., Dieperink, W., & Tulleken, J. E. (2015). The effect of chronotype on sleepiness, fatigue, and psychomotor vigilance of ICU nurses during the night shift. *Intensive Care Medicine*, 41(4), 657–666. <https://doi.org/10.1007/s00134-015-3667-7>
- Rutledge, D. N., Douville, S., & Winokur, E. J. (2022). Chronic fatigue predicts hospital nurse turnover intentions. *The Journal of Nursing Administration*, 52(4), 241–247. <https://doi.org/10.1097/NNA.0000000000001139>
- Rutledge, D. N., Douville, S., Winokur, E., Drake, D., & Niedziela, D. (2021). Impact of engagement factors on nurses' intention to leave hospital employment. *Journal of Nursing Management*, 29(6), 1554–1564. <https://doi.org/10.1111/jonm.13287>
- Sagherian, K., McNeely, C. A., & Steege, L. M. (2021). Did rest breaks help with acute fatigue among nursing staff on 12-h shifts during the COVID-19 pandemic? A cross-sectional study. *Journal of Advanced Nursing*, 77(12), 4711–4721. <https://doi.org/10.1111/jan.14944>
- Sagherian, K., Unick, G. J., Zhu, S., Derickson, D., Hinds, P. S., & Geiger-Brown, J. (2017). Acute fatigue

- predicts sickness absence in the workplace: A 1-year retrospective cohort study in paediatric nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 73(12), 2933–2941. <https://doi.org/10.1111/jan.13357>
- Saksvik-Lehouillier, I., Bjorvatn, B., Magerøy, N., & Pallesen, S. (2016). Hardiness, psychosocial factors and shift work tolerance among nurses - a 2-year follow-up study. *Journal of Advanced Nursing*, 72(8), 1800–1812. <https://doi.org/10.1111/jan.12951>
- Saksvik-Lehouillier, I., Pallesen, S., Bjorvatn, B., Magerøy, N., & Folkard, S. (2015). Towards a more comprehensive definition of shift work tolerance. *Industrial Health*, 53(1), 69–77. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2014-0112>
- Samn, S., & Perelli, L. (1982). Estimating aircrew fatigue: A technique with application to airlift operations. *USAF Sch. Med.* 26.
- Shimazu, A., Sonnentag, S., Kubota, K., & Kawakami, N. (2012). Validation of the Japanese Version of the Recovery Experience Questionnaire. *Journal of Occupational Health*, 54(3), 196–205. <https://doi.org/10.1539/joh.11-0220-OA>
- Smith-Ryan, A. E., Mock, M. G., Trexler, E. T., Hirsch, K. R., & Blue, M. N. M. (2019). Influence of a multistrain probiotic on body composition and mood in female occupational shift workers. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 44(7), 765–773. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0645>
- Sonnentag, S., & Fritz, C. (2007). The Recovery Experience Questionnaire: Development and validation of a measure for assessing recuperation and unwinding from work. *Journal of Occupational Health Psychology*, 12(3), 204–221. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.12.3.204>
- Steege, L. M., Pasupathy, K. S., & Drake, D. A. (2018). A work systems analysis approach to understanding fatigue in hospital nurses. *Ergonomics*, 61(1), 148–161. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1280186>
- Surani, S., Hesselbacher, S., Guntupalli, B., Surani, S., & Subramanian, S. (2015). Sleep quality and vigilance differ among inpatient nurses based on the unit setting and shift worked. *Journal of Patient Safety*, 11(4), 215–220. <https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000089>
- Tucker, P., & Knowles, S. R. (2008). Review of studies that have used the Standard Shiftwork Index: Evidence for the underlying model of shiftwork and health. *Applied Ergonomics*, 39(5), 550–564. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.02.001>
- Ungard, W., Kroger-Jarvis, M., & Davis, L. S. (2019). The impact of shift length on mood and fatigue in pediatric registered nurses. *Journal of Pediatric Nursing*, 47, 167–170. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2019.05.014>
- Vandannyam Davaakhuu, Pagva Buyanjargal, Dashtseren Amarsaikhan, Togoo Altantsetseg, Dalkh Tserendagva (2016). Sleep disorders and fatigue in Mongolian nurses. 関西看護医療大学紀要, 8 (1), 70-76.
- van Woerkom M. (2021). A quasi-experimental study into the effects of naps and therapy glasses on fatigue and well-being. *Journal of Nursing Management*, 29(3), 562–571. <https://doi.org/10.1111/jonm.13172>
- Vasconcelos, S., Marqueze, E., Gonçalves, L., Lemos, L., Araújo, L., Fischer, F. M., & Moreno, C. R. (2012).

- Morbidity among nursing personnel and its association with working conditions and work organization. *Work*, 41 Suppl 1, 3732–3737. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0087-3732>
- Veldhoven, M. van, & Broersen, S. (2003). Measurement quality and validity of the “need for recovery scale.” *Occupational and Environmental Medicine*, 60(suppl 1), i3–i9. https://doi.org/10.1136/oem.60.suppl_1.i3
- Vercoulen, J. H. M. M., Swanink, C. M. A., Fennis, J. F. M., Galama, J. M. D., van der Meer, J. W. M., & Bleijenberg, G. (1994). Dimensional assessment of chronic fatigue syndrome. *Journal of Psychosomatic Research*, 38(5), 383–392. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(94\)90099-X](https://doi.org/10.1016/0022-3999(94)90099-X)
- Vlahoyiannis, A., Karali, E., Giannaki, C. D., Karioti, A., Pappas, A., Lavdas, E., Karatzaferi, C., & Sakkas, G. K. (2022). The vicious circle between physical, psychological, and physiological characteristics of shift work in nurses: a multidimensional approach. *Sleep & Breathing Schlaf & Atmung*, 26(1), 149–156. <https://doi.org/10.1007/s11325-021-02381-5>
- 渡辺八重子, 青木和夫, 中谷直史 (2016) . 看護業務の勤務帯別労働負担と疲労に関する研究. バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, 18 (1), 19-26.
- Winwood, P. C., Lushington, K., & Winefield, A. H. (2006). Further development and validation of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery (OFER) scale. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 48(4), 381–389. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000194164.14081.06>
- Winwood, P. C., Winefield, A. H., Dawson, D., & Lushington, K. (2005). Development and validation of a scale to measure work-related fatigue and recovery: The Occupational Fatigue Exhaustion/Recovery Scale (OFER). *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(6), 594–606. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000161740.71049.c4>
- Wolf, L. A., Perhats, C., Delao, A., & Martinovich, Z. (2017). The effect of reported sleep, perceived fatigue, and sleepiness on cognitive performance in a sample of emergency nurses. *The Journal of Nursing Administration*, 47(1), 41–49. <https://doi.org/10.1097/NNA.0000000000000435>
- Yarmohammadi, H., Poursadeghiyan, M., Rahmani, N., Yarmohammadi, S., Omidandost, A., & Eskandari, S. (2018). Work-related fatigue and the effective factors in the Iranian nurses. *Archives of Hygiene Sciences*, 7, 32-38.
- Younan, L., Clinton, M., Fares, S., Jardali, F. E., & Samaha, H. (2019). The relationship between work-related musculoskeletal disorders, chronic occupational fatigue, and work organization: A multi-hospital cross-sectional study. *Journal of Advanced Nursing*, 75(8), 1667–1677. <https://doi.org/10.1111/jan.13952>
- Yu, F., Somerville, D., & King, A. (2019). Exploring the impact of 12-hour shifts on nurse fatigue in intensive care units. *Applied Nursing Research*, 50, 151191. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2019.151191>
- Zdanowicz, T., Turowski, K., Celej-Szuster, J., Lorencowicz, R., & Przychodzka, E. (2020). Insomnia, sleepiness, and fatigue among polish nurses. *Workplace Health & Safety*, 68(6), 272–278. <https://doi.org/10.1177/2165079920901534>
- Zhan, Y. X., Zhao, S. Y., Yuan, J., Liu, H., Liu, Y. F., Gui, L. L., Zheng, H., Zhou, Y. M., Qiu, L. H., Chen, J. H., Yu, J. H., & Li, S. Y. (2020). Prevalence and influencing factors on fatigue of first-line nurses

combating with COVID-19 in China: A descriptive cross-sectional study. *Current Medical Science*, 40(4), 625–635. <https://doi.org/10.1007/s11596-020-2226-9>

Zhan, Y., Liu, Y., Liu, H., Li, M., Shen, Y., Gui, L., Zhang, J., Luo, Z., Tao, X., & Yu, J. (2020). Factors associated with insomnia among Chinese front-line nurses fighting against COVID-19 in Wuhan: A cross-sectional survey. *Journal of Nursing Management*, 28(7), 1525–1535. <https://doi.org/10.1111/jonm.13094>

補足資料 表 1-1. 対象文献の概要 (国内文献)

No.	著者/年	タイトル	目的	研究デザイン	対象者/勤務体制	結果
1	Hoshi et al. (2021)	Effects of working environments with minimum night lighting on night-shift nurses' fatigue and sleep, and patient safety	To investigate whether dark room lighting would be preferable to brighter rooms in terms of (1) fatigue and sleepiness while working, (2) quality of sleep and (3) non-interference with work performance among nurses.	準実験研究	N = 27 2交代	Fatigue and sleepiness were significantly higher in dark room lighting than in bright room conditions.
2	前川・乗松 (2020)	長時間夜勤が看護師の表情認知能力に及ぼす影響	長時間夜勤が看護師の表情認知能力に及ぼす影響を明らかにすること.	縦断的研究	N = 28 2交代	「喜び」は最も認識が容易な表情で、夜勤によるストレスや疲労の影響を受けないことが確認された.
3	宮武ら (2020)	未婚女性である臨床看護師の疲労と睡眠の実態	未婚の女性臨床看護師に対して、睡眠と疲労について実態を明らかにすること.	縦断的研究	N = 8 交代制勤務	30歳代よりも20歳代の方が活動は多く、疲労が強い傾向が認められた.
4	Kagamiyama et al. (2019)	Association between sleep and fatigue in nurses who are engaged in 16 h night shifts in Japan: Assessment using actigraphy	To determine the association between sleep and fatigue in nurses who are working in a two-shift system, including 16 h night shifts.	縦断的研究	N = 61 2交代 (16時間夜勤)	Naps at an appropriate time and of an appropriate duration, along with the practice of beginning the night-time sleep early after a night shift, might relieve cumulative mental fatigue in nurses who are working 16 h night shifts.
5	小林ら (2020)	A病院看護職の疲労の実態と疲労改善ケアへのニーズ 看護職の疲労改善ケアマネジメントの構築を目指して	看護職の疲労の実態と疲労改善ケアへのニーズを明らかにすることを目的に、青森県内のA病院に勤務する看護職を対象に質問紙調査を行った.	横断的研究	N = 233 常日勤 交代制勤務 パート勤務 その他	残業時間、子供の有無、職種、診療科の違いにより疲労に差が認められ、その影響は、個人的要因、勤務に関する要因が考えられ、疲労には特徴があることが明らかとなった.
6	犬飼 (2019)	月経周期と深夜勤務が看護職者の心身におよぼす影響とその対策	月経周期と深夜勤務が看護職者の心身におよぼす影響を明らかにするため、疲労感やメンタルワークロード、不安感を比較した.	縦断的研究	N = 7 3交代	黄体期では、深夜勤務前のねむけ感と不安定感は卵胞期よりも有意に高値を示した。同様に黄体期の身体的要求は卵胞期よりも有意に高値を示した.
7	折山ら (2019)	12時間の二交代制勤務看護師の睡眠および眠気と疲労の特徴	12時間二交代制勤務の看護師の日勤、長日勤、夜勤における睡眠、眠気と疲労を明らかにする.	縦断的研究	N = 7 2交代	日勤と夜勤では、疲労感と眠気は変化しなかった。長日勤では、勤務の終了にかけて疲労感と眠気は増加し、覚醒水準は低下した。夜勤開始時には眠気や疲労感は改善していたが、終了時にはねむけ感やぼやけ感が増加した.

No.	著者/年	タイトル	目的	研究デザイン	対象者/勤務体制	結果
8	Kagamiyama & yano (2018)	Relationship between subjective fatigue, physical activity, and sleep indices in nurses working 16-hour night shifts in a rotating two-shift system	We clarified the relationship between the degree of subjective fatigue, sleep, and physical activity among nurses working 16-hour night shifts in a rotating two-shift system.	縦断的研究	N = 9 2交代 (16時間夜勤)	The years of nursing experience, nurses' age, and the length of nocturnal awakening time of the high fatigue group were significantly longer than of the low fatigue group. Years of nursing experience in the affiliated department of the high fatigue group was significantly shorter than of low fatigue group. The number of nightshifts was significantly higher in the high fatigue group than in the low fatigue group.
9	星野・村中 (2017)	大学病院に就業する看護スタッフの疲労と疲労に起因するリスクの実態と影響要因に関する研究	疲労と疲労に起因するリスクの実態を明らかにし、その影響要因を検討した。	横断的研究	N = 218 交代制勤務	疲労度と睡眠障害には中等度の相関が認められた。疲労教育を受けた者は22.5%であり、疲労教育を受けていない者は、総合的疲労度が危険域にある者が多かった。睡眠障害があること、日勤時にリラックスできるような休憩環境がないことは、疲労度を高くする要因として影響し、疲労教育は疲労度を低くする要因として影響した。
10	井上 (2017)	交代制勤務における多様な勤務形態下で働く看護師の疲労度について 長日勤を中心とした検討	看護師の勤務形態変更に伴い新たな課題となっている長日勤の疲労を明らかにすること。	縦断的研究	N = 29 交代制勤務	長日勤時の主観的疲労は経時的に上昇し続けることがわかった。一方、以前の三交代制との比較においては疲労や睡眠問題が改善されたとした人が半数以上を占め、改善されたグループのワーク・エンゲイジメントが高かった。
11	Vandannyam Et al. (2016)	Sleep disorders and fatigue in Mongolian nurses	To survey a sleep and fatigue assessment among nurses.	横断的研究	日勤看護師 N = 217 交代勤務看護師 N = 317	The duration of working hours and shift worknurses are too sleepy (sleepiness), and insomnia, stress, rest legs syndrome, and fatigue to create impact.
12	渡辺ら (2016)	看護業務の勤務帯別労働負担と疲労に関する研究	勤務帯別の作業負荷を実態調査し、疲労との関係について検討すること。	縦断的研究	N = 29 3交代	日勤帯では主に身体的作業負荷の多さが疲労に影響を与えていた。また、準夜勤帯では身体的作業負荷と、変則的に多発する業務が疲労に影響した。
13	黒澤ら (2016)	看護職者の日勤帯の勤務状況と慢性疲労の実際：A病院における病棟勤務と外来勤務による比較	勤務形態の違いにより看護職者の日勤帯における勤務状況と慢性疲労の実際を明らかにすること。	縦断的研究	N = 18 交代制勤務 (日勤)	外来に比べ病棟勤務者では一般的疲労感や慢性疲労徴候が強かった。

No.	著者/年	タイトル	目的	研究デザイン	対象者/勤務体制	結果
14	加藤ら (2015)	看護職の眠気と職業性ストレスの関連	総合病院に勤務する看護職の眠気の実態を調査し、職業性ストレス簡易調査票を用い眠気に関連する要因を検討した。	横断的研究	N = 837 交代勤務者	日中の過度な眠気の有症割合は 52.0% であり、眠気の有無では、心理的な仕事の質的負担、コントロール度、仕事の適性度、働きがい、ストレス反応(活気、イライラ感、疲労感、不安感、抑うつ感、身体愁訴)、修飾要因の仕事や生活の満足度で有意差があった。
15	菊池・石井 (2015)	女性看護師の疲労の自覚症状と勤務の関係	女性看護師の疲労の自覚症状と勤務状況の関係を明らかにすること。	横断的研究	N = 983 交代勤務者	女性看護師の疲労得点に差があった項目は、共通して、「勤務部署」「勤務形態」「PSQI 得点」であり、上記3項目に加えて交代制勤務者では「介護」「仮眠」であった。
16	猪内・森川 (2015)	交代勤務に従事する看護師の疲労蓄積と食生活との関連性	疲労蓄積度と食生活との関連性について検討した。	横断的研究	N = 56 3交代	疲労蓄積度と有意な関連を示した食生活項目として「交代勤務による疲労が食生活と関係している」「外食の頻度」「食事を抜く」「食嗜好」があった。
17	中村ら (2015)	都内にある大学病院の看護師の夜勤・交代制勤務に関する実態調査 蓄積疲労及び離職意向との関連	都内にある大学病院の看護師の夜勤・交代制勤務に関する実態調査を実施し、蓄積疲労及び離職意向との関連について検討した。	横断的研究	N = 295 交代制勤務	1 ヶ月の夜勤回数が 5 回以上の看護師は、蓄積疲労が高く、離職行動につながっていた。
18	大重ら (2014)	夜勤後の疲労の変化に影響する要因を探る 二交代勤務者における身体活動量、自覚的疲労度の変化	二交代の日勤、夜勤、休日の身体活動量と自覚的疲労度の推移を測定し、夜勤後の疲労度に対する影響要因を明らかにした。	縦断的研究	N = 97 2交代	夜勤後の疲労回復を阻害する有意な因子として、残業時間(月あたり20時間以上の残業)、慢性疲労徴候、労働意欲の低下]が抽出された。
19	黒澤ら (2014)	Current status of working environment and chronic fatigue for nurses in clinical care	臨床における看護職者の勤務環境と慢性疲労の現状を明らかにすること。	横断的研究	N = 1676 2交代 3交代	20代、月平均20時間以上の残業時間、および3交代勤務であるという条件にあてはまる看護職者は、慢性疲労が蓄積されやすいことが明らかになった。
20	久保ら (2013)	生活活動と交代勤務スケジュールからみた交代勤務看護師の疲労回復	2連休時の生活活動のタイプと、2交代か3交代かの交代勤務スケジュールの違いが、交代勤務看護師の疲労回復に及ぼす影響を検討した。	横断的研究	N = 390 2交代 3交代	外出志向の看護師は、有意に早い疲労回復、低い疲労度が示した。睡眠志向の看護師は、有意に遅い回復を示した。2交代(主に16時間夜勤)に比べ、3交代に従事する睡眠志向の者は、高い疲労度を示した。睡眠志向タイプ、労働時間対する負担感、不眠と夜勤中仮眠の長さが疲労指標と有意な関連性を示していた。

補足資料 表 2-1. 対象文献の概要（海外文献）

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
1	Vlahoyiannis et al., 2022 Cyprus	The vicious circle between physical, psychological, and physiological characteristics of shift work in nurses: a multidimensional approach.	To compare physical, psychological, and physiological adaptations between rotating and morning shift health workers using objective and subjective approaches.	Longitudinal study	N = 40 Morning shift (MS) Roatating shift (RS)	All nurses showed reduced physical activity levels, which, in the RS group, were negatively correlated with fatigue and depression scores.
2	Farag et al., 2022 USA	A human factors approach to evaluate predicators of acute care nurse occupational fatigue	To develop a comprehensive fatigue model to identify personal and occupational factors significantly associated with nurse fatigue.	Cross-sectional study	N = 1137 Morning-day Day-evening Night-morning Rotating	Nurses reported higher levels of acute and total fatigue than chronic and physical fatigue. Staffing and resource adequacy, exercise, and sleep were among the strongest predictors.
3	Cho et al., 2022	Occupational fatigue, individualized nursing care, and quality of nursing care among hospital nurses	To evaluate the relationships among nurse fatigue, individualized nursing care, and nurse-reported quality of care.	Cross-sectional study	N = 858 Regular day shift Regular evening shift Regular night shift Rotating	Nurses with higher levels of acute or chronic fatigue, and who perceived their nursing care activities as less individualized were less likely to assess their quality of care as excellent.
4	Min et al., 2021 Korea	Work schedule characteristics and occupational fatigue/recovery among rotating-shift nurses: A cross-sectional study	To determine the effects of work schedule characteristics on occupational fatigue and recovery among rotating-shift nurses in South Korea.	Cross-sectional study	N = 436 8-h shifts	Overtime hours, number of night shifts, number of consecutive days off, and breaks were significant influential factors in some quantiles of acute fatigue, chronic fatigue, and intershift recovery, while total working hours was only associated with chronic fatigue in the 25th quantile.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
5	Alsayed et al., 2022 Saudi Arabia	Occupational fatigue and associated factors among Saudi nurses working 8-hour shifts at public hospitals	To assess occupational fatigue “acute fatigue, chronic fatigue, and inter-shift recovery” among Saudi nurses working 8-h shifts. To explore factors associated with fatigue from nurses’ perspectives.	Mixed-method study	N = 282 8-h shifts	Saudi nurses rated themselves moderately fatigued with working 8-h shifts. The inter-shift recovery subscale showed a negative correlation with chronic fatigue and acute fatigue. Saudi nurses reported work-related, psychosocial, and individual factors as major contributors to fatigue and recovery.
6	Brzozowski et al., 2021 USA	Predicting nurse fatigue from measures of work demands	To determine which measures of work demands during nursing work are most predictive of hospital nurse fatigue levels at the end of the work shift.	Prospective cohort study	N = 27 8-h shifts	The best fit model included multiple variables from organizational data sources and a physical activity variable measured by a wearable sensor.
7	Kim and Jung., 2021 Korea	Prediction model for abnormal eating behaviour among hospital nurses: A structural equation modelling approach.	To identify factors that can predict abnormal eating behaviour in hospital nurses.	Cross-sectional study	N = 298 8-h shifts	Sleep quality and passive coping directly affect abnormal eating behaviour, which implies that poor sleep quality and increased passive coping worsens the behaviour. Shift work and depression indirectly affect abnormal eating behaviours.
8	Sagherian et al., 2021 USA	Did rest breaks help with acute fatigue among nursing staff on 12-h shifts during the COVID-19 pandemic? A cross-sectional study	To explore whether 30-min rest breaks were as effective at lowering acute fatigue among 12-h shift hospital nursing staff who cared for patients with COVID-19 as among those who did not.	Cross-sectional study	N = 338 12-h shifts	The sample, on average, had high acute fatigue. Around 72% reported providing care to patients with COVID-19, and 71% reported taking rest breaks ‘sometimes’, ‘often’ or ‘always’. In the group that cared for patients with COVID-19, there was no significant relationship between rest breaks and acute fatigue. In the group that cared for patients hospitalized for other reasons, rest breaks were associated with lower acute fatigue.
9	Min et al., 2020 Korea	Effects of work environments and occupational fatigue on care left undone in rotating shift nurses	To examine the effects of work environments and occupational fatigue on care left undone in rotating shift nurses, and to identify the mediation effect of work environments on care left undone through nurses’ occupational fatigue in acute care hospitals.	Cross-sectional study	N = 488 8-h shifts	The higher the acute and chronic fatigue levels noted among nurses, the higher were the occurrences of care left undone. Conversely, the higher the intershift recovery level, the lower were the occurrences of care left undone. The results showed a positive relationship between care left undone and overtime hours and the number of patients per nurse. Moreover, nurses’ occupational fatigue mediated the relationship between work environments and care left undone. Night shifts per month and the number of consecutive days off had an indirect effect on care left undone through occupational fatigue.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
10	Chang et al., 2021 Taiwan	Influence of sleep fragmentation and fatigue on turnover of female nurses working rotating shifts	To investigate whether the sleep quality and fatigue of female nurses working rotating shifts could be used to predict future turnover status.	Prospective cohort study	N = 198 8-h shifts	The results revealed significant differences between the nurses in the still-working group and the resigned group in terms of the sleep quality parameters sleep efficiency (SE) and wake after sleep onset (WASO) as well as the Checklist Individual Strength (CIS) scores. WASO was significantly correlated with intensity of fatigue, and fatigue was common among all of the nurses working rotating shifts. As time progressed, the sleep quality parameter WASO and CIS scores could be used to predict turnover status after 2.4 years.
11	van Woerkom, 2020 Netherlands	A quasi-experimental study into the effects of naps and therapy glasses on fatigue and well-being	To investigate the effects of a napping facility and therapy glasses on fatigue and well-being at the end of the night shift.	Quasi-experimental study	N = 95 12-h shifts	Night shifts of nurses having access to both facilities were associated with less fatigue and more well-being. The use of therapy glasses related negatively to fatigue and positively to well-being. The use of the napping facility was not associated with fatigue and well-being. However, having slept while napping and sleeping time during napping were negatively associated with fatigue and positively associated with well-being.
12	Veal et al., 2021 Iran	Work-related musculoskeletal symptoms among Iranian nurses and their relationship with fatigue: a cross-sectional study	To Determine 1) the prevalence of Work-related musculoskeletal symptoms (WMSs) and identify potential associated factors in nurses and 2) the association between WMSs in different body regions and fatigue among nurses.	Cross-sectional study	N = 500 Shift work	Ankles/feet, lower back, knees, and shoulders had the highest prevalence of WMSs among nurses within the last 12 months prior to the study. Independent variables including age, job tenure, gender, smoking, shift work, and type of employment were significantly associated with WMSs in different body regions. Moreover, WMSs in some body regions were associated with subscales of fatigue and total fatigue.
13	Jankowska-Polanska et al., 2021 Poland	Impact of fatigue on nursing care rationing in paediatric haematology and oncology departments – a cross-sectional study	To assess the impact of fatigue on nursing care rationing in paediatric haematology and oncology departments.	Cross-sectional study	N = 95 8-h shifts 12-h shifts 24-h shifts	The level of fatigue among the nurses participating in the study was high. It was found that the fatigue of the nurses influenced most often the psycho-social dimension of QOL. A correlation analysis showed that all aspects of fatigue had a statistically significant positive impact on care rationing, i.e. the greater the fatigue, the higher the level of care rationing. A regression analysis showed that a 12-h shift pattern was an independent predictor of the level of care rationing.
14	Li et al., 2021 China	Predictors of Shift Work Sleep Disorder Among Nurses During the COVID-19 Pandemic: A Multicenter Cross-Sectional Study	To investigate the incidence of shift work sleep disorder during the COVID-19 pandemic and explore the factors associated with shift work sleep disorder in Chinese nurses.	Cross-sectional study	N = 4275 Two-shift Three-shift	Shift work sleep disorder may be associated with scheduling strategies and personal behavior during the COVID-19 pandemic.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
15	Kim et al., 2021 Korea	Sleep, fatigue, and depressive symptoms among female nurses with allergic rhinitis	To determine the effects of allergic rhinitis on sleep, fatigue, and depressive symptoms among Korean female nurses.	Cross-sectional study	N = 8645 Shift work	Participants with allergic rhinitis had significantly greater sleep disturbance, fatigue, and depressive symptoms than those without allergic rhinitis, and allergic rhinitis was a significant factor influencing sleep disturbance and fatigue among the participants after controlling for confounding variables.
16	Hong et al., 2021 Korea	Comparison of fatigue, quality of life, turnover intention, and safety incident frequency between 2-shift and 3-shift Korean nurses	To examine the effects of Meridian acupressure on stress, fatigue, anxiety, and self-efficacy of shiftwork nurses in South Korea.	Cross-sectional study	N = 227 Two-shift Three-shift	Two-shift nurses had lower chronic fatigue and higher recovery between shifts and quality of life scores than 3-shift nurses. There were no significant differences for turnover intention, frequency of needlestick accidents, medication errors, or near-miss medication errors.
17	Zhan et al., 2020 China	Prevalence and influencing factors on fatigue of first-line nurses combating with COVID-19 in China: A descriptive cross-sectional study	To assess the prevalence of fatigue among first-line nurses combating with COVID-19 in Wuhan, China, and to analyze its influencing factors on fatigue.	Cross-sectional study	N = 2667 Shift work	35.06% nurses of all participants were in the fatigue status. The participants in the risk groups of anxiety, depression and perceived stress had higher scores on physical and mental fatigue and the statistically significant positive correlation was observed between the variables and nurses' fatigue, the frequency of exercise and nurses' fatigue had a statistically significant negative correlation, and average daily working hours had a significantly positive correlation with nurses' fatigue, and the frequency of weekly night shift had a low positive correlation with nurses' fatigue.
18	Graham et al., 2020 UK	Measuring 'Need for Recovery' as an indicator of staff well-being in the emergency department: a survey study	To determine the Need for Recovery (NFR) Score among emergency department (ED) staff and to identify whether the NFR Score was associated with characteristics potentially implicated with recovery from work.	Cross-sectional study	N = 209 > 12-h shifts < 12-h shifts	The NFR Scores in this study exceeded scores reported elsewhere and were associated with some demographic, occupational and well-being characteristics. The NFR Scale has utility to measure the need for intershift recovery among ED staff.
19	Mokarami et al., 2020 Iran	Lifestyle and shiftwork: designing and testing a model for health promotion of Iranian nurses	To design and test a model for health promotion of Iranian nurses. In this model, nurses' lifestyle was considered as the precedent, physical and mental health as the outcomes, and sleep disturbance and chronic fatigue as the mediators.	Cross-sectional study	N = 240 Shift work	Lifestyle had a weak significant direct effect on physical and mental health, and it had a significant indirect effect on physical health via chronic fatigue and sleep disturbance. This variable only had a significant indirect effect on mental health via chronic fatigue. The final model proposed a new significant path between sleep disturbances and chronic fatigue.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
20	McElroy et al., 2020 USA	Shift work and hospital employees: A descriptive multi-site study	To investigate how shift work impacts satisfaction with time for social and home activities, and chronic fatigue. In addition, an exploration of drowsy driving was undertaken.	Cross-sectional study	N = 1563 12-h shifts 10-h shifts 8-h shifts 9-10 shifts	Night shift and 12-hour shift workers had higher chronic fatigue. However, after controlling for other factors, working night shift remained a significant predictor of chronic fatigue. 35% of workers reported altering their driving behavior at least half the time due to drowsy driving and 19% had an automobile accident or near miss due to drowsy driving.
21	Kim et al., 2020 Korea	The effects of indoor ambient temperature at work on physiological adaptation in night shift nurses	To examine the effects of indoor ambient temperature on thermal comfort, night work tolerance and urinary melatonin in night shift nurses.	Crossover study	N = 20 Night shift	There were significant differences between the two groups in thermal sensation and body temperature. There were no significant differences in humidity sensation or night work tolerance. Urinary melatonin levels decreased significantly during the second 23°C night shift.
22	Zhan et al., 2020 China	Factors associated with insomnia among Chinese front-line nurses fighting against COVID-19 in Wuhan: A cross-sectional survey	To investigate the prevalence of insomnia among front-line nurses fighting against COVID-19 in Wuhan, China, and analyse its influencing factors.	Cross-sectional study	N = 1794 Shift work	Insomnia was predicted by gender, working experience, chronic diseases, midday nap duration, direct participation in the rescue of patients with COVID-19, frequency of night shifts, professional psychological assistance during the pandemic, negative experiences, the degree of fear of COVID-19, fatigue and perceived stress.
23	Zdanowicz et al., 2020 Poland	Insomnia, sleepiness, and fatigue among Polish nurses	To examine the level of insomnia, sleepiness, and fatigue in a sample of Polish nurses.	Cross-sectional study	N = 141 12-h shifts	Half exceeded the threshold for fatigue relative to the general population. Although no differences in fatigue and sleepiness were observed by level of insomnia between those who did and did not work night shift, we observed an overall correlation between insomnia and sleepiness, as well as between insomnia and fatigue.
24	Ali et al., 2020 Pakistan	Health-related Quality of Life of Nurses Working in Tertiary Care Hospital of Karachi	To assess nurses' health-related quality of life in view to physical and psychological health.	Cross-sectional study	N = 154 Shift work	Energy/fatigue domain differed significantly with level of education, duty shift and monthly income. It was observed that mean scores of physical functioning, role limitation due to physical health and pain domains differ significantly between depressive and non-depressive participants.
25	Ki et al., 2020 Korea	Association between Health Problems and Turnover Intention in Shift Work Nurses: Health Problem Clustering	To identify and cluster shift work nurses' health problems and to reveal the associations between health problems and turnover intention.	Cross-sectional study	N = 500 8-h shifts	It was shown that sleep disturbance, depression, fatigue, a gastrointestinal disorder, and leg or foot discomfort as a single health problem significantly increased turnover intention.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
26	Jin et al., 2020 Korea	Factors affecting quality of work life in a sample of cancer survivor female nurses	To identify the factors affecting the level of nurses' Quality of Work Life (QWL)	Cross-sectional study	N = 115 Shift work	Workplace spirituality affected all quantiles of QWL except the 90% quantile; fatigue was an affecting factor in the 20%, 30%, and 70% quantiles; and job stress in the 20%, 30%, 40%, and 60%, 70%, 80% quantiles.
27	Poursadeqiyan et al., 2020 Iran	Investigation of the relationship between the safety climate and occupational fatigue among the nurses of educational hospitals in Zabol	To evaluate the relationship between these two variables, i.e., safety climate and occupational fatigue in nurses.	Cross-sectional study	N = 143 Shift work	There is a significant inverse relationship between occupational fatigue and safety climate. Cumulative burnout, the attitude of supervisors, and the safety climate were significantly different between different educational levels.
28	Patterson et al., 2019 USA	Impact of shift duration on alertness among air-medical emergency care clinician shift workers	To compare the alertness level of emergency medical services shift workers by shift duration.	Prospective cohort study	N = 138 Shift work	We detected no differences in PVT performance measures stratified by shift duration. Performance for selected PVT measures (lapses and false starts) was worse on night shifts compared to day shifts. Performance also worsened with decreasing time between waking from a nap and the end of shift PVT assessment.
29	Min et al., 2019 Korea	Psychometric properties of the Korean version of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale in a nurse population	To translate and culturally adapt the Korean version of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale with nurses working rotating shifts in Korea.	Cross-sectional study	N = 331 8-h shifts	The Korean version of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale is a reliable and valid instrument for assessing chronic fatigue, acute fatigue, and inter-shift recovery in Korean nurses.
30	Burch et al., 2019 USA	Shift work and heart rate variability coherence: Pilot study among nurses	To test the hypotheses that heart rate variability (HRV) coherence and symptoms of sleep disturbance, fatigue, and psychomotor vigilance differ among night nurses relative to those working day shifts.	Longitudinal study	N = 18 12-h shifts	A pattern of autonomic dysregulation among night workers during their sleep period relative to those working day shifts. The HRV coherence ratio may serve as a novel indicator of HRV dysregulation among shift workers.
31	Yu et al., 2019 USA	Exploring the impact of 12-hour shifts on nurse fatigue in intensive care units	To assess 12-h shift Intensive Care Unit (ICU) nurses' fatigue and identify the associated demographic factors.	Cross-sectional study	N = 67 12-h shifts	57 out of 67 participants experienced low to moderate chronic fatigue; 36 of those exhibited low to moderate acute fatigue levels; 46 reported low to moderate inter-shift fatigue. Age, number of family dependents, and years of nursing experience were moderately negatively correlated with acute fatigue, while frequency of exercise per week was moderately negatively correlated with chronic fatigue. Age, age group, shift schedule, and nursing experience were significantly related to the difference in chronic fatigue levels.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
32	Ungard et al., 2019 USA	The impact of shift length on mood and fatigue in pediatric registered nurses	To obtain a baseline measurement of sleep, physical activity, and work hours and to relate these to the fatigue and mood states of registered nurses working either a 12-h or 8-h shift in a pediatric medical center hospital.	Cross-sectional study	N = 79 12-h shifts 8-h shifts	The only difference was inter-shift recovery between 8-h shift compared to 12-h shift. There was less inter-shift recovery for the 12-h shift nurses. There were no differences for mood, chronic, or acute fatigue for the 8 vs 12-h shifts. Higher work immersion and lower sleep quality, but not average daily steps predicted chronic fatigue. Higher work immersion was a significant predictor for acute fatigue. None of the independent variables predicted inter-shift recovery, or mood state.
33	Yuan et al., 2019 China	Work-related predictors of sleep quality in Chinese nurses: Testing a path analysis model	To explore the direct and indirect effects of modifiable work-related factors on sleep quality in Chinese nurses.	Cross-sectional study	N = 923 8-h shifts	Shift work, job demands, exposure to hazards in work environments, chronic fatigue, and inter-shift recovery were identified as direct predictors, while whereas job satisfaction, job control, support at work, and acute fatigue were identified as indirect predictors.
34	Youan et al., 2019 Lebanon	The relationship between work-related musculoskeletal disorders, chronic occupational fatigue, and work organization: A multi-hospital cross-sectional study	To identify the prevalence of work-related musculoskeletal disorders, levels of chronic occupational fatigue, and how they vary with individual and work organization factors.	Cross-sectional study	N = 2852 12-h shifts 8-h shifts	The results revealed that 71.3% of participants reported a work-related musculoskeletal disorder in the previous 12 months. The reported musculoskeletal disorders were significantly correlated with years of experience, nurse to patient ratios, and chronic occupational fatigue. Higher chronic occupational fatigue levels were associated with education, age, years of experience, nurse to patient ratio, and model of care.
35	Haluza et al., 2018 Australia	Time course of recovery after two successive night shifts: A diary study among Austrian nurses	To explore how nurses recover from night shift work during periods off duty.	Longitudinal study	N = 53 12-h shifts	Nurses experienced worse well-being post night shift days than during rest days. Well-being improved from post night shift day 2 to the following rest day 1 and continued improvement from rest day 1 to rest day 2.
36	Smith-Ryan et al., 2019 USA	Influence of a multistrain probiotic on body composition and mood in female occupational shift workers	To investigate the effects of a multistrain probiotic on body composition, regional adiposity, and a series of associated metabolic health outcomes.	Randomized, placebo-controlled experiment	N = 33 Shift work	A potential protective effect of probiotics against fat mass gain. Probiotics may alleviate anxiety and fatigue in shift-working females.
37	Imes et al., 2019 USA	Rotating shifts negatively impacts health and wellness among intensive care nurses	To examine the within-subject differences in self-report measures of health and wellness among a group of nurses engaged in rotating shifts.	Longitudinal study	N = 23 12-h shifts	All PROMIS measures were worse indicating lower health and wellness after working night shifts compare to after working day shifts. During both time points of assessment, sleep-related impairment was highly correlated with greater emotional distress, greater fatigue, and worse memory and concentration.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
38	Huang et al., 2019 China	Effects of job conditions, occupational stress, and emotional intelligence on chronic fatigue among Chinese nurses: a cross-sectional study	To evaluate the level of chronic fatigue and explore its associated factors among Chinese nurses in the hope of providing scientific evidence for fatigue-reduction strategies.	Cross-sectional study	N = 566 Shift work	Being married, having long weekly work time, working night shifts, and discontent with the nurse-patient relationship were positively associated with chronic fatigue. Effort-reward ratio, overcommitment, and emotional intelligence were important factors related to chronic fatigue. Emotional intelligence played a moderating role in the relationship between the effort-reward ratio and chronic fatigue. When emotional intelligence was higher, the effect of the effort-reward ratio on chronic fatigue became weaker.
39	Steege et al., 2018 USA	A work systems analysis approach to understanding fatigue in hospital nurses.	To explore the relationships between components of the nursing work system (person, tasks, tools and technology, environment, organization) and nurse fatigue and recovery levels.	Cross-sectional study	N = 340 Two-shift	A work systems analysis contributes to increased understanding of fatigue, allowing for a more accurate representation of the complexity in healthcare systems to guide future research and practice to achieve increased nurse health and safety.
40	Chaiard et al., 2019 Thailand	Short sleep duration among Thai nurses: Influences on fatigue, daytime sleepiness, and occupational errors	To 1) describe sleep duration, fatigue, daytime sleepiness, and occupational errors among Thai nurses and 2) explore the influence of sleep duration on fatigue, daytime sleepiness, and occupational errors.	Cross-sectional study	N = 220 < 8h-shifts > 8h-shifts	Of the total participants, 75.9% experienced short sleep duration, 38.2% experienced fatigue, and 49.5% experienced excessive daytime sleepiness.
41	Yarmohammadi et al., 2018 Iran	Work-related fatigue and the effective factors in the Iranian nurses	To survey effects of occupational fatigue and the pertinent factors on the nurses working in Kermanshah hospitals.	Cross-sectional study	N = 112 Shift work	The results showed that 67.9% of the nurses suffered from low and moderate fatigue, 23.2% suffered from high fatigue, and 8.9% suffered from very high fatigue. The highest mean scores of fatigue symptoms in the nurses were obtained by burnout, inability, drowsiness, yawning, and disinterest. Fatigue in men was higher than that of women and it was more evident in married participants comparing with unmarried participants. In addition, nurses with masters' degree, those in evening and overnight shifts, nurses with a second job, and the participants who expressed dissatisfaction with their job and their colleagues showed more occupational fatigue.
42	Blasche et al., 2017 Austria	Work-related self-assessed fatigue and recovery among nurses	To assess recovery from two consecutive 12-hours day shifts during a period of three rest days among nurses.	Longitudinal study	N = 48 12-h shifts	Participants experienced worse well-being and a greater decline in well-being on working days compared to rest days. Well-being increased from rest day 1 to rest day 2 in fatigue, vigor and distress. Rest day 2 to rest day 3 showed a further improvement in fatigue and vigor.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
43	Wolf et al., 2017 USA	The effect of reported sleep, perceived fatigue, and sleepiness on cognitive performance in a sample of emergency nurses	To explore the relationship between reported sleep, perceived fatigue and sleepiness, and cognitive performance.	Cross-sectional study	N = 1506 12-h shifts	Participants reported high levels of sleepiness and chronic fatigue that impeded full functioning both at work and at home.
44	Neville et al., 2017 USA	A pilot study to examine the relationship between napping and fatigue in nurses practicing on the night shift.	To explore the relationship of night-shift napping on fatigue.	Cross-sectional study	N = 65 Night shift	No statistically significant differences in global fatigue were found; differences in rotating shift, age, and, gender were identified. Rotating shifts, a 2nd job, and caring for family predicted fatigue.
45	Sagherian et al., 2017 USA	Acute fatigue predicts sickness absence in the workplace: A 1-year retrospective cohort study in paediatric nurses	A) To examine the relationship between fatigue and sickness absence in nurses from a paediatric hospital over 12 months of follow-up. B) To identify other work and personal factors that predict sickness absence.	Retrospective cohort design	N = 40 12-h shifts	With 1SD increase in acute fatigue scores, nurses were 1.29 times more likely to be absent from work. Factors such as intershift recovery, perceived workload, obstructive sleep apnoea and marital status also predicted sickness absence, that is, with 1SD increase in workload scores, nurses were 1.23 times more likely to be absent from work.
46	Blasche et al., 2016 Austria	Effects of rest-break intention on rest-break frequency and work-related fatigue	To present findings addressing the effects of the employee's intention to have rest breaks on rest-break frequency and the change of well-being during a workday.	Longitudinal study	N = 95 12-h shifts	Evening fatigue and distress but not evening effort motivation were significantly predicted by rest-break intention, after controlling for morning levels of fatigue, distress, or effort motivation, respectively, as well as for potential confounding variables. Strong rest-break intention was associated with lower levels of fatigue and distress after work as compared to weak rest-break intention, after controlling for the respective morning values.
47	Rasmussen et al., 2016 Denmark	A multi-faceted workplace intervention targeting low back pain was effective for physical work demands and maladaptive pain behaviours, but not for work ability and sickness absence: Stepped wedge cluster randomised trial	To test whether a multi-faceted intervention effective for low back pain was effective for physical capacity, work demands, maladaptive pain behaviours, work ability and sickness absence due to low back pain.	Stepped wedge cluster randomised trial	N = 594 Day shift Evening shift Night shift	The intervention was significantly effective for physical work demands and maladaptive pain behaviours, but not for work ability and sickness absence due to low back pain.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
48	Saksvik-Lehouillier et al., 2016 Norway	Hardiness, psychosocial factors and shift work tolerance among nurses—A 2-year follow-up study	1)To examine the predictive power of the subfactors of hardiness on shift work tolerance over 2 years in nurses working shifts. 2)To investigate the direct effects of psychosocial variables on the relationship between hardiness and shift work tolerance.	Longitudinal study	N = 604 Shift work Permanent night work Other schedules with night	The subfactor commitment could predicted fatigue over 1 year and anxiety and depression over 2 years. Hardiness can to some degree predict shift work tolerance over 2 years among nurses.
49	Ferri et al., 2016 Italy	The impact of shift work on the psychological and physical health of nurses in a general hospital: a comparison between rotating night shifts and day shifts	To highlight if shift work with nights, as compared with day work only, is associated with risk factors predisposing nurses to poorer health conditions and lower job satisfaction.	Cross-sectional study	N = 232 Shift work	Nurses reported the lowest mean score in the items of job satisfaction, quality and quantity of sleep, with more frequent chronic fatigue, psychological, and cardiovascular symptoms in comparison with the day shift workers, in a statistically significant way.
50	Sumari et al., 2015 USA	Sleep quality and vigilance differ among inpatient nurses based on the unit setting and shift worked	To measure sleep quality, sleepiness, fatigue, and vigilance in inpatient nurses and to assess how setting and shift worked affect these measures.	Longitudinal study	N = 70 12-h shifts	A significant number of inpatient nurses have impaired sleep quality, excessive sleepiness, and abnormal fatigue, which may place them at a greater risk of making medical errors and harming patients; these problems are especially pronounced in night shift workers.
51	Reinke et al., 2015 Netherland	The effect of chronotype on sleepiness, fatigue, and psychomotor vigilance of ICU nurses during the night shift	To investigate the effect of chronotype and social demographics on sleepiness, fatigue, and night shift on the performance of nurses.	Prospective cohort study	N = 96 8-h shifts	The majority of ICU nurses had a preference for early activity (morning chronotype). Despite increased sleepiness and fatigue during night shifts, no effect on psychomotor vigilance was observed during night shifts.
52	Poulsen et al., 2015 Australia	Recovery experience and burnout in cancer workers in Queensland	To examine the relationships of burnout, psychological well-being and work engagement with the recovery experiences of psychological detachment and relaxation in oncology staff.	Cross-sectional study	N = 537 Shift work	There was a negative association between the RES and burnout as well as psychological distress, but not work engagement. Age >25 years was negatively correlated with RES as was having a post graduate qualification, being married or divorced, having carer commitments. Participating in strenuous exercise was associated with high recovery.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
53	Palermo et al., 2015 Brazil	Napping during the night shift and recovery after work among hospital nurses	To analyze the association between the length of napping during the night shift and the recovery after work among nurses.	Cross-sectional study	N = 1940 Night shift	The gross analyses showed 44%, 127% and 66% higher chances of a high level of recovery after work for nurses who sleep up to two hours, between 2.1 and 3 hours and 3.1 hours or more, respectively, when compared to the nurses who do not sleep. After adjusting for confounding variables, the association only continues significant for the group that sleeps 2.1 to 3 hours during the night shift.
54	Saksvik-Lehouillier et al., 2015 Norway	Towards a more comprehensive definition of shift work tolerance.	To define the nature of individual differences in shift work tolerance (SWT).	Cross-sectional study	N = 1529 Three-shift	The analyses yielded two factors that seemed to be especially relevant for shift work tolerance (SWT), namely "Well-being" and "Physical health". Both factors were related to several demographic and personality variables. In addition, both factors were related to job satisfaction, social support and negative acts, while Well-being was also related to coping.
55	Martin, 2015 USA	Nurse fatigue and shift length: A pilot study	Shift lengths from 12 hours to 8 hours for a 4-week period to evaluate fatigue levels associated with 12-hour and 8-hour shifts.	Cross-sectional study	N = 7 12-h shifts 8-h shifts	The self-reported mean for hours worked per week while working 12-h shifts was 36.71 hours and 37.57 while working 8-h shifts reflected a difference of 51 minutes per week on average. Intershift recovery scores were significantly better for the 12-h shifts than for the 8-h shifts.
56	Pisarski et al., 2014 Australia	What roles do team climate, roster control, and work life conflict play in shift workers' fatigue longitudinally?	To examine shiftworkers fatigue and the longitudinal relationships that impact on fatigue such as team climate, work life conflict, control of shifts and shift type in shift working nurses.	Prospective cohort study	N = 166 Two-shift Three shift	Control over shift scheduling can have significant effects on fatigue for both two-shift and three-shift workers. A significant negative relationship between positive team climate and fatigue was moderated by shift type. Work life conflict was the strongest predictor of concurrent fatigue, but over time it was not.
57	Korompeli et al., 2014 Greece	Influence of shiftwork on Greek nursing personnel	To investigate the burden experienced by nursing personnel working irregular shifts in Greece and to conduct the first test of a Greek version of the Standard Shiftwork Index.	Cross-sectional study	N = 365 Two-shift	Female nursing personnel and those suffering from a chronic disease were most affected by working rotating shifts as they had elevated scores on the majority of the Standard Shiftwork Index scales. Nurses with longer working experience and those with family responsibilities also scored higher on some of the Standard Shiftwork Index scales.
58	Chen et al., 2014 USA	Fatigue and recovery in 12-hour dayshift hospital nurses	To investigate the status of acute fatigue, chronic fatigue and inter-shift recovery among 12-hour shift nurses and how they differed by organisational and individual factors.	Cross-sectional study	N = 130 12-h shifts	Nurses experienced a moderate to high level of acute fatigue and moderate levels of chronic fatigue and inter-shift recovery. Fatigue and recovery levels differed by the interaction between hospital and unit after controlling for individual factors. Lack of regular exercise and older age were associated with higher acute fatigue.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
59	Flo et al., 2014 Norway	Short rest periods between work shifts predict sleep and health problems in nurses at 1-year follow-up	To investigate whether the number of work shifts separated by less than 11 hours (quick returns) at baseline (T1) could predict health problems in nurses at 1-year follow-up (T2).	Longitudinal study	N = 1224 Permanent day and night schedules Two-shift Three-shift	The adjusted analyses showed that the annual number of quick returns at T1 predicted the occurrence of Shift Work Disorder and pathological fatigue at T2. A decreased number of quick returns from T1 to T2 entailed a reduced risk of pathological fatigue at T2. There was no association between quick returns at T1 and excessive sleepiness, anxiety or depression at T2 in the adjusted analyses.
60	Meeusen et al., 2014 Netherlands	High fatigue scores among older Dutch nurse anesthetists	To determine the level of fatigue and its correlation with demographic items among this category of employees.	Cross-sectional study	N = 105 Three-shift	Dutch nurse anesthetists above the age of 50 years show a high fatigue score. No correlation could be demonstrated between demographic characteristics and fatigue.
61	Hazzard et al., 2013 USA	Work- and nonwork-related factors associated with PACU nurses' fatigue.	To describe postanesthesia care unit (PACU) nurses' fatigue and link fatigue levels to work- and nonwork-related factors.	Longitudinal study	N = 20 12-h shifts	Only 4% reported no breaks during their shift. Median sleep time was 6 hours 40 minutes. Acute fatigue scores reflect the challenges of working in the PACU. Despite high acute fatigue scores, intershift fatigue scores reflected recovery and chronic fatigue scores were low.
62	Lin et al., 2013 Taiwan	Association between fatigue and Internet addiction in female hospital nurses	To report a study conducted to examine the association between fatigue and Internet addiction among female hospital nurses.	Cross-sectional study	N = 564 Day shift 8-h shifts	Fatigue levels, adjusting for other potential confounders including work unit, shift work, regular self-medication, and self-perceived health status, was significantly associated with both possible cases of Internet addiction and diagnostic cases of Internet addiction.
63	Fang et al., 2012 China	A model for predicting acute and chronic fatigue in Chinese nurses	To explore a model designed to examine direct and indirect effects of variables on acute and chronic fatigue.	Cross-sectional study	N = 581 Night shift Evening shift	Acute fatigue was directly and indirectly explained by job demand, job control, support at work, exposure to hazards in work environments and sleep quality, and only indirectly influenced by intershift recovery and shift work. Chronic fatigue was directly and indirectly accounted for by anxiety, depression, job dissatisfaction, intershift recovery, and acute fatigue, and only indirectly influenced by job control, support at work, exposure to hazards in work environments, shift work, and sleep quality.
64	Korompeli et al., 2013 Greece	Sleep disturbance in nursing personnel working shifts	To explore the factors that are associated with sleep disturbance in nursing personnel working irregular shifts.	Cross-sectional study	N = 365 Shift work	Female nurses and nurses with elevated levels of chronic fatigue were found with greater sleep disturbance between all shifts.

No.	著者情報	タイトル	目的	研究デザイン	対象者数 / 勤務体制	結果
65	Bjorvatn et al., 2012 Norway	Self-reported sleep and health among Norwegian hospital nurses in intensive care units	To investigate sleep, sleepiness, fatigue, subjective health complaints, anxiety and depression	Cross-sectional study	N = 150 Shift work	Multiple linear regression analyses showed that age was positively associated with sleep problems, fatigue, subjective health complaints and anxiety and depression. In contrast, shift work experience was negatively associated with sleep problems, suggesting better coping with shift work over time.
66	Flo et al., 2012 Norway	Shift work disorder in nurses- assessment, prevalence and related health problems.	This study investigates the prevalence of symptoms of shift work disorder in a sample of nurses, and its association to individual, health and work variables.	Cross-sectional study	N = 1968 Night shift	Associations were found between symptoms of shift work disorder and age, gender, circadian type, night work, number of shifts separated by less than 11 hours and number of nights worked the last year, insomnia and anxiety.
67	Geiger-Brown et al., 2012 USA	Sleep, sleepiness, fatigue, and performance of 12-hour-shift nurses	To describes sleep, sleepiness, fatigue, and neurobehavioral performance over three consecutive 12-h (day and night) shifts for hospital registered nurses.	Longitudinal study	N = 80 12-h shifts	Fatigue was high in one-third of nurses, with intershift fatigue (not feeling recovered from previous shift at the start of the next shift) being most prominent. Nurses accrue a considerable sleep debt while working successive 12-h shifts with accompanying fatigue and sleepiness. Certain nurses appear more vulnerable to sleep loss than others, as measured by attention lapses.
68	Vasconcelos et al., 2012 Brazil	Morbidity among nursing personnel and its association with working conditions and work organization	To estimate the prevalence and factors associated with self-reported diseases among nursing personnel at the emergency hospital.	Cross-sectional study	N = 272 Shift work	The following significant variables remained in the final model: high work demands, reported fatigue, night work and being a technician or nursing assistant.

III. 唾液バイオマーカーと交代制勤務を行う看護師の慢性疲労および離職リスクの関連

1. 看護師の疲労に関連する客観的指標とその課題

労働者の疲労は、労働に伴う身体的または精神的エネルギーの不足によって生じ、身体・精神の機能低下や作業能力の減少を引き起こすものである。この操作的な定義に立ち返ると、疲労は対象者の主観によって定量化することもできるが、一方で生体の生理機能や作業能力を指標として把握することができる。労働者の疲労評価に関する包括的レビューでは (Techera et al., 2016)、視覚刺激に対する反応時間を指標とする精神運動覚醒検査 (Psychomotor Vigilance test, PVT)、瞳孔反応 (瞳孔径や瞳孔収縮時間) に基づく Fitness Impairment Tester (FIT)、および脳波測定などが扱われてきた。これらの客観的指標は、主観的指標の測定値との相関やその他対象者要因との関連に基づいて、一定の妥当性があることが確認されている (Techera et al., 2016)。看護師においては、上述の精神運動覚醒検査やそれに類似する Continuous Performance Test、聴覚反応時間、静脈カテーテル挿入シミュレーション、深部体温などの認知・注意・パフォーマンス指標および生理学的指標が活用されている (Querstret et al., 2020)。その他には、勤務中の歩数などに基づく活動量や心電図波形モニタリングによる高周波 (HF) と低周波 (LF) の比 (LF/HF 比) が看護師の疲労評価に用いられている (折山ら, 2019)。

このように、疲労がもたらす生体の機能変化や作業能力の低下を捉えるための客観的指標は多数ある。一方で、これらの客観的指標の多くは実験室条件下で用いられているため、実際の労働場面の状況を完全に反映していない場合がある (Techera et al., 2016)。さらに重要な課題として、上述の指標は測定負担が大きいという点は否定できず、看護師への適用可能性は十分とは言えない。例えば、精神運動覚醒検査は完了までに約 10 分間の時間を必要とし、その間、対象者は常に測定に集中する必要がある (Techera et al., 2016; 金澤ら, 2017)。これは、その他の認知・注意・パフォーマンス指標においても共通する課題である。また、生理学的指標に関しては、その測定値を得るために、対象者にモニタリング装置 (活動量計や心電図パッド) の長時間装着を依頼する必要がある、それに伴う負担感や不快感が必然的に生じる。以上のことから、労働場面において、交代制勤務看護師に適用可能な疲労の客観的指標があるとは言えない現状がある。看護師の疲労に関連し、かつ侵襲が無く測定簡便性の高い新たな指標が必要である。

2. 看護師の慢性疲労に関連する生理学的変化の考察

労働におけるストレス状況に対処するために、人体は生理的機能を駆動し、それに適応しようとする (McEwen, 1998)。この種の調整は外部のストレス状況への適応のために不可欠であり、必要な心身機能を活性化する。アロスタシスと呼ばれるこのような生理学的プロセスは、ストレス状況といった特定の課題に対する個体の保護と適応を可能にする。関連する生理学的システムには、視床下部-下垂体-副腎 (hypothalamic-pituitary-adrenal axis, HPA) 系、自律神経系、代謝系、腸、腎臓、免疫系 (全身のサイトカイン産生細胞のネットワークを含む) などが含まれる (McEwen & Gianaros, 2011)。

1) 労働負荷に対する生理学的機能の変化と慢性疲労との関連性

大脳は、ストレスの認知的処理の中核として機能する。労働者がストレスとしての労働負荷を経験すると、大脳はその情報を知覚して、一連の生理学的機能の活動を開始させる。大脳辺縁系から認知されたこの情報は、視床下部に伝達される。視床下部は、情報に応じてコルチコトロピン放出ホルモン（CRH）を放出する。CRHは次に下垂体を刺激し、副腎皮質刺激ホルモン（ACTH）を分泌させ、ACTHは副腎からのcortisol分泌を促す（Sapolsky et al., 2000）。Cortisolはエネルギー貯蔵、血圧や免疫反応の調節機能を持ち、ストレス適応において重要な役割を果たし、労働上の要求への対処に機能する（Adam et al., 2017）。これが、HPA系と呼ばれるシステムである。また、HPA系の反応は免疫系機能と密接に関連し、白血球の分布や機能にさまざまな調節作用を及ぼす（Silverman & Sternberg, 2012）。HPA系の一連の反応は、炎症性免疫細胞の活性化を抑制する（Sandeep & Schneider, 2014）。

正常なストレス反応からの逸脱であるアロスタティック負荷は、長期的なストレスや負荷が身体に蓄積された状態を表しており（McEwen, 2001）、労働に対する不適応の結果として、慢性疲労に至る経緯を生理学的に裏付けている（Winwood et al., 2005）。持続するストレスに対してHPA系の反応は亢進するが、その持続期間が過度に長引く場合には、副腎皮質は正常量のcortisol分泌を維持できなくなる。これに伴い、人体の労働負荷に対する適応反応が破綻し、対処することが困難になるというメカニズムが考えられている（Sandeep & Schneider, 2014）。さらに、正常なcortisol分泌によって適度に制御されていた炎症性免疫細胞の活性は促され、炎症や生体内の酸化ストレスが亢進する（Sandeep & Schneider, 2014）。このような免疫機能の変化は、活動性の低下、社会的交流の減少、性的活動の減少などの行動変化、痛みに対する反応性の亢進、食欲不振、抑うつ気分などの様々な症状を引き起こすと考えられている（Seegerstrom & Miller, 2004）。加えて、ストレスフルな経験による要求に対処するための不適切な行動（飲酒や睡眠パターンの変化など）も、免疫系機能を変化させうる（Seegerstrom & Miller, 2004）。慢性的なストレスによるこれら神経内分泌系と免疫系の関連した機能変化は、大脳への不可逆的損傷を引き起こす可能性を持つことが示唆されており、労働者の慢性疲労と関連づけられている（Winwood et al., 2006）。

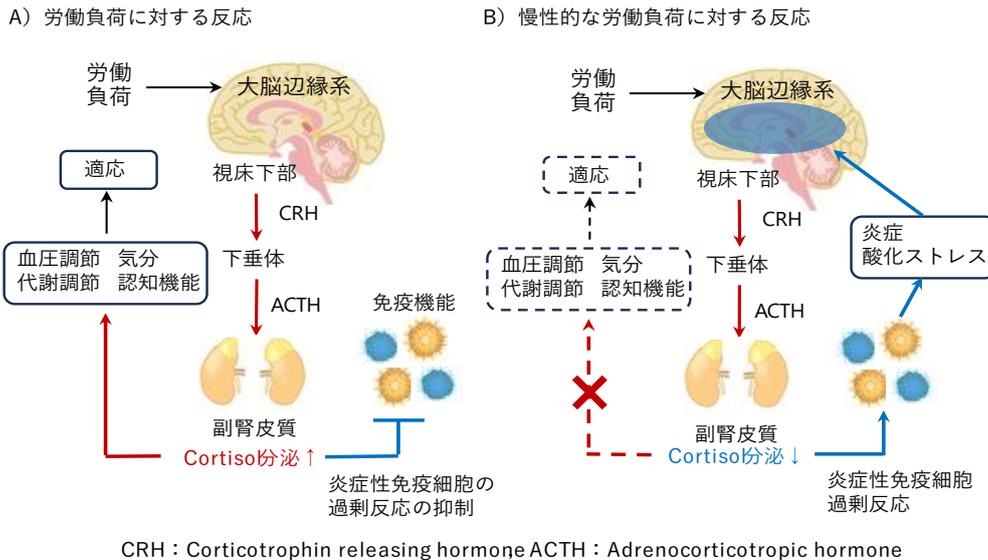


図3. 労働負荷による HPA 系と免疫機能の変化 (Sandeep & Schneider [2014]を参考に作成)

- A) 労働負荷：視床下部-下垂体-副腎（HPA）系を介して cortisol が分泌され、労働負荷への適応に向かう。労働負荷に伴う炎症反応の亢進も抑制される。
- B) 慢性的な労働負荷：長期的な HPA 系の活性により正常量の cortisol 分泌が抑制され、労働負荷への適応が困難になる。過剰な炎症反応が生じることで脳に不可逆的損傷が生じる。

2) Oxytocin

Oxytocin は、子宮収縮や乳汁分泌に関連する生理学的作用で知られており、視床下部の室傍核と視索上核の大細胞性ニューロンと傍細胞性ニューロンによって産生される神経ペプチドである (Russell & Leng, 1998)。Oxytocin の分泌は、HPA などの反応と並行して活性し、ストレス反応を和らげ、対処行動を促進する役割を果たす。その機能は、社会的行動やストレス緩衝に関連することが知られており (Churchland & Winkielman, 2012; Lee et al., 2009)、oxytocin はリラックスした状況で増加し、ポジティブな感情に関連するホルモンである。また、oxytocin は社会的な結びつきにも重要な役割を果たし、良好な対人関係において放出され、ストレスの軽減効果を持つ (López-Arjona et al., 2023)。さらに、このホルモンは、免疫系の調節や抗炎症作用の機能を持つことが示唆されている (Kingsbury & Bilbo, 2019; Li et al., 2017)。

3. 唾液バイオマーカーと看護師の慢性疲労および離職リスクとの関連

1) 唾液バイオマーカーの利点

上述の生理学的メカニズムをもとに、看護師の慢性疲労を客観的に捉えるためには、その生理学的機能を反映する指標を定量化する必要がある。上述した HPA 系や免疫系の指標としては、cortisol や免疫グロブリン、また oxytocin が対応するものとして挙げられる。これらのバイオマーカーは、各種臓器から分泌され血液または尿中に放出されることから、生体物質を検体として濃度を定量化することができる。一方で、採血や採尿には苦痛や不安といった侵襲が伴い、専門的な医療技術を要することから労働場面への適用にはハードルがある。一方、唾液は種々の生理学的変化や体内特性を反映する体液の一つであり、例えば唾液中に含まれる cortisol は、血液 cortisol (活性を持つ遊離型) と良好に相関することが知られている (Obayashi, 2013)。重要な特徴として、唾液検体は採取が簡便であり侵襲を伴わないため、あらゆる場面で受け入れられ

やすく様々な研究で活用されている。これらの利便性は労働衛生分野においても注目されており、唾液バイオマーカーが労働ストレスなどを把握するための指標として活用されている (Michalke et al., 2015; Soo-Quee Koh & Choon-Huat Koh, 2007)。さらに、唾液バイオマーカー濃度の定量化は、従来であれば高度な知識と専門設備を要する enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) 法の利用が必要であったが、最近では lateral flow assay を測定原理とした point-of-care デバイスも普及しており (Mitsuishi et al., 2022)、労働者への取り入れやすさは一層高まっている。

2) 看護師の慢性疲労や離職リスクとの関連が示唆される唾液バイオマーカー

Cortisol と看護師の慢性疲労の関連は明確ではないが、病院看護師を対象とした研究では、労働に関連するストレス度が高いほど、日勤前に測定した唾液 cortisol 濃度が有意に低かったという結果がある。看護師以外の集団における研究では、労働関連の慢性疲労との関連は不明であるものの、類似するものとして地域住民における疲労度 (Kumari et al., 2009)、うつ症状 (Geoffroy et al., 2013) や慢性疲労症候群 (Jerjes et al., 2005; Nater et al., 2008) との関連が報告されている。いずれの事象に対しても、唾液 cortisol 値は負の関連を示すことが明らかになっている。このことから、看護師の慢性疲労との関連については、その程度に応じて唾液 cortisol 分泌は低値となると推察される。

Oxytocin は HPA 系や免疫系の活動を調節する作用を持ち (Li et al., 2017)、実験的研究ではストレス条件が与えられると、cortisol 分泌と関連して唾液中に oxytocin が分泌されることが報告されている (Bernhard et al., 2018)。警察官を対象とした研究では、心的外傷後ストレス障害 (PTSD) を有する患者グループと対照グループを比較すると、PTSD 患者グループの方が、oxytocin 濃度が有意に低かったことが明らかにされている (Frijling et al., 2015)。加えて、oxytocin は慢性疲労とは異なるポジティブな感情や良好な社会的関係性との正の相関を持つ (Churchland & Winkielman, 2012; Lee et al., 2009)。このことから、慢性疲労を抱える看護師においては、oxytocin の分泌が減少している可能性が推察され、慢性疲労と oxytocin の負の関連が仮説として考えられる。

粘膜抗体の主成分である分泌性免疫グロブリン A (s-IgA) は、免疫系の活性を示す指標である。慢性的なストレスは、ノルアドレナリン放出と炎症性サイトカイン産生を増加させることにより、免疫系と炎症反応を活性化する。女性看護師を対象とした2件の研究では、より高度の労働ストレスを抱える集団において唾液 s-IgA 濃度が長期的に低かったことが示されている (Henningsen et al., 1992; Lee et al., 2010)。一方で、同様に看護師を対象にした他の研究では (Fujimaru et al., 2012; Yang, 2002)、看護師を含む労働者の慢性ストレスは唾液 s-IgA の分泌低下とも関連していると報告されている。このように、s-IgA と慢性疲労の関連パターンは十分に明らかにはなっていないが、看護師の慢性疲労に関連する指標であることが示唆されるバイオマーカーである。

3) 唾液バイオマーカーに関する今後の課題

唾液バイオマーカーと看護師の慢性疲労との関連性は示唆されたものの、検討すべき課題がある。1点目は、唾液バイオマーカー値の明確な日内変動であり、唾液採取時間は厳密に統制す

る必要がある (Obayashi, 2013). また, 急性的なストレス要因によって容易にその値が変動することも指摘されている (Bernhard et al., 2018; Soo-Quee Koh & Choon-Huat Koh, 2007). 慢性疲労や離職リスクは, 長期的な過程で形成された安定的な状態であるため, その評価においてはバイオマーカー濃度の変動に関連する状況的要因の統制が必要となる. 交代制勤務看護師を対象とする場合には, 日によって勤務の種類 (日勤や夜勤) が異なり, 勤務の状況も患者状態によって変化する. したがって, バイオマーカーの関連を調査する際には, いくつかの勤務を対象とし, 労働状況の影響が最小限となる勤務前を測定時点とすることが望ましいと考えられる. 2 点目は, 看護師が持つ様々なライフスタイルや勤務パターンの影響である. 例えば, 月経周期に関しては, 月経周期相が実験室環境における誘発精神的ストレスに対する cortisol 反応に影響し, 黄体期により高い反応性が示されている (Montero-López et al., 2018). また, 唾液バイオマーカーには年齢差や性差も関係する (Obayashi, 2013). さらに, 交代制勤務に伴う概日リズムの変化は, 唾液 cortisol の分泌パターンに影響する (Niu et al., 2015). しかし, このような要因に対する厳密な統制は, 看護師の勤務パターンや生活状況の多様性を考慮すると不可能である. 一方で, 少なくとも単一時点または測定日において得られた唾液バイオマーカー値の信頼性は低いことが指摘されているため, あらゆる要因の影響を最小限にするための測定プロトコルの検討が必要である. また, 対象とする看護師の年齢や性別についても一定の制限が必要である.

引用文献

- Adam, E. K., Quinn, M. E., Tavernier, R., McQuillan, M. T., Dahlke, K. A., & Gilbert, K. E. (2017). Diurnal cortisol slopes and mental and physical health outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology*, 83, 25–41. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2017.05.018>
- Bernhard, A., van der Merwe, C., Ackermann, K., Martinelli, A., Neumann, I. D., & Freitag, C. M. (2018). Adolescent oxytocin response to stress and its behavioral and endocrine correlates. *Hormones and Behavior*, 105, 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2018.08.010>
- Churchland, P. S., & Winkelman, P. (2012). Modulating social behavior with oxytocin: How does it work? What does it mean? *Hormones and Behavior*, 61(3), 392–399. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2011.12.003>
- Frijling, J. L., van Zuiden, M., Nawijn, L., Koch, S. B. J., Neumann, I. D., Veltman, D. J., & Olf, M. (2015). Salivary oxytocin and vasopressin levels in police officers with and without post-traumatic stress disorder. *Journal of Neuroendocrinology*, 27(10), 743–751. <https://doi.org/10.1111/jne.12300>
- Fujimaru, C., Okamura, H., Kawasaki, M., Kakuma, T., Yoshii, C., & Matsuishi, T. (2012). Self-perceived work-related stress and its relation to salivary IgA, cortisol and 3-methoxy-4-hydroxyphenyl glycol levels among neonatal intensive care nurses: stress study of NICU nurses. *Stress and Health*, 28(2), 171–174. <https://doi.org/10.1002/smi.1414>
- Geoffroy, M. C., Hertzman, C., Li, L., & Power, C. (2013). Prospective association of morning salivary cortisol with depressive symptoms in mid-life: A life-course study. *PLoS ONE*, 8(11), e77603. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077603>
- Henningsen, G. M., Hurrell, J. J., Baker, F., Douglas, C., MacKenzie, B. A., Robertson, S. K., & Phipps, F. C. (1992). Measurement of salivary immunoglobulin A as an immunologic biomarker of job stress. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 18 Suppl 2, 133–136.
- Jerjes, W. K., Cleare, A. J., Wessely, S., Wood, P. J., & Taylor, N. F. (2005). Diurnal patterns of salivary cortisol and cortisone output in chronic fatigue syndrome. *Journal of Affective Disorders*, 87(2–3), 299–304. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2005.03.013>
- 金澤富美子, 菊川あずさ, 金丸善樹, 高澤千智, 大類伸浩, 丸山聡, 柳田保雄, 小林朝夫, 柏崎利昌, 藤田真敬 (2017) . 長時間飛行の疲労評価と対策 (1) . 航空医学実験隊. https://doi.org/10.20846/jasdfaml.57.1_1
- Kingsbury, M. A., & Bilbo, S. D. (2019). The inflammatory event of birth: How oxytocin signaling may guide the development of the brain and gastrointestinal system. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 55, 100794. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2019.100794>
- Kumari, M., Badrick, E., Chandola, T., Adam, E. K., Stafford, M., Marmot, M. G., Kirschbaum, C., & Kivimaki, M. (2009). Cortisol secretion and fatigue: Associations in a community based cohort. *Psychoneuroendocrinology*, 34(10), 1476–1485. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2009.05.001>
- Lee, H. J., Macbeth, A. H., Pagani, J., & Young, W. S. (2009). Oxytocin: The Great Facilitator of Life. *Progress in Neurobiology*, S030100820900046X. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2009.04.001>

- Lee, K. M., Kang, D., Yoon, K., Kim, S.Y., Kim, H., Yoon, H.-S., Trout, D. B., & Hurrell, J. J. (2010). A pilot study on the association between job stress and repeated measures of immunological biomarkers in female nurses. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 83(7), 779–789. <https://doi.org/10.1007/s00420-010-0544-0>
- Li, T., Wang, P., Wang, S. C., & Wang, Y. F. (2017). Approaches Mediating Oxytocin Regulation of the Immune System. *Frontiers in Immunology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2016.00693>
- López-Arjona, M., Botía, M., Martínez-Subiela, S., & Cerón, J. J. (2023). Oxytocin measurements in saliva: An analytical perspective. *BMC Veterinary Research*, 19(1), 96. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03661-w>
- McEwen, B. S. (1998). Stress, Adaptation, and Disease: Allostasis and Allostatic Load. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 840(1), 33–44. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb09546.x>
- McEwen, B. S. (2001). Plasticity of the hippocampus: Adaptation to chronic stress and allostatic load. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 933(1), 265–277. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05830.x>
- McEwen, B. S., & Gianaros, P. J. (2011). Stress- and allostasis-induced brain plasticity. *Annual Review of Medicine*, 62(1), 431–445. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-052209-100430>
- Michalke, B., Rossbach, B., Göen, T., Schäferhenrich, A., & Scherer, G. (2015). Saliva as a matrix for human biomonitoring in occupational and environmental medicine. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 88(1), 1–44. <https://doi.org/10.1007/s00420-014-0938-5>
- Mitsuishi, H., Okamura, H., Moriguchi, Y., & Aoki, Y. (2022). The validity of the salivary cortisol analysis method using the Cube Reader in Japanese university students. *Japanese Psychological Research*, jpr.12402. <https://doi.org/10.1111/jpr.12402>
- Montero-López, E., Santos-Ruiz, A., García-Ríos, M. C., Rodríguez-Blázquez, M., Rogers, H. L., & Peralta-Ramírez, M. I. (2018). The relationship between the menstrual cycle and cortisol secretion: Daily and stress-invoked cortisol patterns. *International Journal of Psychophysiology*, 131, 67–72. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2018.03.021>
- Nater, U. M., Maloney, E., Boneva, R. S., Gurbaxani, B. M., Lin, J.-M., Jones, J. F., Reeves, W. C., & Heim, C. (2008). Attenuated morning salivary cortisol concentrations in a population-based study of persons with chronic fatigue syndrome and well controls. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(3), 703–709. <https://doi.org/10.1210/jc.2007-1747>
- Niu, S. F., Chung, M. H., Chu, H., Tsai, J. C., Lin, C. C., Liao, Y. M., Ou, K. L., O'Brien, A. P., & Chou, K. R. (2015). Differences in cortisol profiles and circadian adjustment time between nurses working night shifts and regular day shifts: A prospective longitudinal study. *International Journal of Nursing Studies*, 52(7), 1193–1201. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2015.04.001>
- Obayashi, K. (2013). Salivary mental stress proteins. *Clinica Chimica Acta*, 425, 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2013.07.028>
- 折山早苗, 宮腰由紀子, 茅原路代 (2019) . 12時間の二交代制勤務看護師の睡眠および眠気と疲労

の特徴. 日本看護科学会誌, 39(0), 19–28. <https://doi.org/10.5630/jans.39.19>

- Querstret, D., O'Brien, K., Skene, D. J., & Maben, J. (2020). Improving fatigue risk management in healthcare: A scoping review of sleep-related/ fatigue-management interventions for nurses and midwives. *International Journal of Nursing Studies*, 112, 103745. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103745>
- Russell, J., & Leng, G. (1998). Sex, parturition and motherhood without oxytocin? *Journal of Endocrinology*, 157(3), 343–359. <https://doi.org/10.1677/joe.0.1570343>
- Sandeep Kumar Vashist & E. Marion Schneider. (2014). Depression: An insight and need for personalized psychological stress monitoring and management. *Journal of Basic & Applied Sciences*, 10, 177–182. <https://doi.org/10.6000/1927-5129.2014.10.25>
- Sapolsky, R. M., Romero, L. M., & Munck, A. U. (2000). How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews*, 21(1), 55–89. <https://doi.org/10.1210/edrv.21.1.0389>
- Segerstrom, S. C., & Miller, G. E. (2004). Psychological stress and the human immune system: A meta-analytic study of 30 years of inquiry. *Psychological Bulletin*, 130(4), 601–630. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.4.601>
- Silverman, M. N., & Sternberg, E. M. (2012). Glucocorticoid regulation of inflammation and its functional correlates: From HPA axis to glucocorticoid receptor dysfunction: Glucocorticoid resistance in inflammatory disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1261(1), 55–63. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06633.x>
- Soo-Quee Koh, D., & Choon-Huat Koh, G. (2007). The use of salivary biomarkers in occupational and environmental medicine. *Occupational and Environmental Medicine*, 64(3), 202–210. <https://doi.org/10.1136/oem.2006.026567>
- Techera, U., Hallowell, M., Marks, E., & Stambaugh, N. (2016). Measuring occupational fatigue: A comprehensive review and comparison of subjective and objective methods. *Construction Research Congress 2016*, 2905–2915. <https://doi.org/10.1061/9780784479827.289>
- Winwood, P. C., Winefield, A. H., Dawson, D., & Lushington, K. (2005). Development and validation of a scale to measure work-related fatigue and recovery: The Occupational Fatigue Exhaustion/Recovery Scale (OFER). *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(6), 594–606. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000161740.71049.c4>
- Yang, Y. (2002). Self perceived work related stress and the relation with salivary IgA and lysozyme among emergency department nurses. *Occupational and Environmental Medicine*, 59(12), 836–841. <https://doi.org/10.1136/oem.59.12.836>

第2章 交代制勤務看護師における慢性疲労と唾液バイオマーカープロファイル ：探索的予備研究

Salivary biomarker profiles and chronic fatigue among nurses working rotation shifts ：An exploratory pilot study

I. 背景

交代制勤務を行う看護師は、過剰な労働負担による労働ストレスと不十分な休息によって、慢性疲労を抱えるリスクが高い (Fang et al., 2013; Smith-Miller et al., 2014). 看護業務では、業務負担が多く、残業を含む長時間労働やその他のストレス状況を経験することがよくある (Chappel et al., 2017 Trinkoff et al., 2006). さらに、交代制勤務における夜勤、勤務間の短い休息時間は、睡眠の質や疲労からの回復に影響し (Costa et al., 2010; Eldevik et al., 2013), 著しく疲労が蓄積による慢性疲労を引き起こす (Fang et al., 2013; Winwood et al., 2006). 先行研究では、慢性疲労は看護師の精神健康問題 (Bazazan et al., 2019), バーンアウトや離職意向 (Ki et al., 2020; Stimpfel et al., 2012), 労働パフォーマンスの低下 (Baker & Nussbaum, 2012; Niu et al., 2011; Pasupathy & Baker, 2012), 医療事故 (Costa et al., 2010; Chaiard et al., 2018) に関連することが明らかにされている。したがって、有効な指標に基づくスクリーニングと早期介入に基づく、看護師の慢性疲労の管理・予防が必要である。

疲労の本質は、主観的かつ心理的なものである (Aaronson et al., 1999). その現象を認識するために、一般的に看護師の疲労は自記式質問票を用いて測定される (Gifkins et al., 2020). しかし、質問票は個人の認識に基づくものであるため、評価の客観性や精度に欠ける。ホルモン、免疫グロブリン、酵素などのバイオマーカーは、疲労の原因となる労働ストレスと関連することが知られている (Obayashi, 2013). 血液や尿中においても種々のバイオマーカーが含まれているが、非侵襲的かつ簡便に採取でき、同様にバイオマーカーを含む唾液検体は、労働分野でその有用性が注目されている (Soo-Quee Koh & Choon-Huat Koh, 2007). 労働ストレスや疲労に対する生理的反応を調べるためのバイオマーカーの選択は、調査するストレスの種類によって異なり、視床下部-下垂体-副腎軸と免疫系は、慢性的な状態に関連すると考えられている (Obayashi, 2013; Salomon et al., 2020; Soo-Quee Koh & Choon-Huat Koh, 2007).

副腎皮質から分泌されるグルココルチコイドホルモンである cortisol は、視床下部と下垂体からのネガティブフィードバックによって、その分泌が調節されている (Geoffroy et al., 2013; Kumari et al., 2009; Salomon et al., 2020). これまでの研究では、唾液 cortisol と地域住民における疲労 (Kumari et al., 2009), うつ病 (Doane et al., 2013; Geoffroy et al., 2013; Harris et al., 2000), 不安感 (Dahlgren et al., 2009), 慢性疲労症候群 (Nater et al., 2008; Roberts et al., 2004; Roerink et al., 2018) との関連が明らかにされている。Oxytocin は社会的行動やストレスに関連する神経ペプチドであり (Churchland & Winkielman, 2012; Lee et al. 2009), その分泌は cortisol と関連することが実験的研究によって示されている (Bernhard et al., 2018). 警察官を対象とした先行研究では、心的外傷後ストレス障害群の唾液 oxytocin 濃度は、対照群よりも有意に低かったことが報告されて

いる (Frijling et al., 2015). 粘膜抗体の主成分である分泌性免疫グロブリン A (s-IgA) は、免疫系の活性を示す指標である。慢性ストレスは、ノルアドレナリンの放出と炎症性サイトカイン産生を増加させることにより、免疫系機能と炎症反応を活性化する。このことは、唾液 s-IgA を用いた先行研究 (Henningesen et al., 1992; Lee et al., 2010) によって支持されている。一方、他の研究 (Gallagher et al., 2008; Phillips et al., 2006) では、慢性ストレスと唾液 s-IgA の分泌低下の関連が報告されている。

これらのバイオマーカーと看護師の慢性疲労との関連は明らかではないが、いくつかの研究では、看護師の労働ストレスとの関連が示されている。ある横断研究では、救急看護師と一般病棟の看護師において、労働ストレスと唾液 cortisol 濃度を比較した。救急看護師の労働ストレスは一般病棟看護師よりも有意に高く、さらに日勤前の唾液 cortisol 濃度が有意に低かったことが明らかにされている (Yang et al., 2001)。この結果は、唾液 cortisol 濃度と労働ストレスの間に負の相関があることを示唆している。さらに、交代制勤務に従事する女性医療従事者を対象とした研究では、夜勤および長時間勤務 (8 時間以上) と、朝方の唾液 cortisol 濃度の間の有意な関連が認められた (Bani-Issa et al., 2020)。これらの知見は、特に朝方の cortisol 濃度と看護師の労働ストレスや慢性疲労の関連を示唆している。

看護師における唾液 s-IgA と慢性ストレスとの関連性に関する結果は一貫していない。Fujimaru et al. (2012) と Yang (2002) はそれぞれの研究において、新生児集中治療室看護師と一般病棟看護師、救急看護師と一般病棟看護師を対象に、唾液 s-IgA 濃度と労働ストレスとの間に負の相関があることを報告した。しかし、唾液 s-IgA を複数回に渡って測定した縦断的研究では、労働ストレス度が高いほど唾液 s-IgA 濃度が高くなることが明らかにされている (Henningesen et al., 1992; Lee et al., 2010)。

労働ストレスと慢性疲労との関連を踏まえると、これらの知見は看護師における唾液バイオマーカーと慢性疲労との関連を探索する上で参考になる。しかし、唾液バイオマーカー濃度は、検体採取時間、看護師のライフスタイルや心理状態などの要因により容易に変化し得るため (Obayashi, 2013; Soo-Quee Koh & Choon-Huat Koh, 2007)、看護師の疲労との関連を調べるには、一定期間に渡る縦断的調査が必要である (Bani-Issa et al., 2020; Lee et al., 2010)。さらに、唾液バイオマーカーに関する明らかな日内変動や多くの労働条件の影響を考慮すると、勤務前に唾液を採取する必要があると考えられる。

以上より、本パイロット研究では、看護師の慢性疲労と唾液 cortisol, s-IgA, oxytocin の関連を探索した。複数の勤務を通じた看護師の唾液 cortisol, oxytocin, s-IgA のプロファイルを同定し、各バイオマーカーのプロファイルと看護師の慢性疲労度の関連を検証した。

II. 方法

1. 研究デザイン・対象者

本縦断的研究では、全対象者において 1 ヶ月間の日勤 2 回、夜勤 2 回 (計 4 勤務) に渡って唾液バイオマーカーを複数回測定した。研究プロトコルは図 1 に示す。対象施設では、日勤 (08:30-17:00) と夜勤 (16:30-09:00) で構成される 2 交代制を採用しており、この勤務体制は日

本の病院看護師の 41.4%に適用されている（日本看護協会, 2020）。一般的に、看護師の勤務表は月単位で病棟看護師長によって作成され、その中に平均 4 回の夜勤が含まれる。そこで、夜勤が 4 回ある月を特定し、唾液バイオマーカーの測定日は、最初の夜勤と 4 回目の夜勤、およびこれらの夜勤の間の 2 回の日勤を選択した。なお、測定日にあたる日勤は、その前日が休日のものとした。したがって、各対象者の追跡期間は 1 ヶ月間であり、この期間は慢性疲労と唾液バイオマーカープロファイルとの関連を調査するのに適したものであった。調査対象の勤務の順番は、夜勤（1 日目）、日勤（1 日目）、日勤（2 日目）、夜勤（2 日目）とした。本研究は 2019 年 7 月から 9 月の間に実施した。

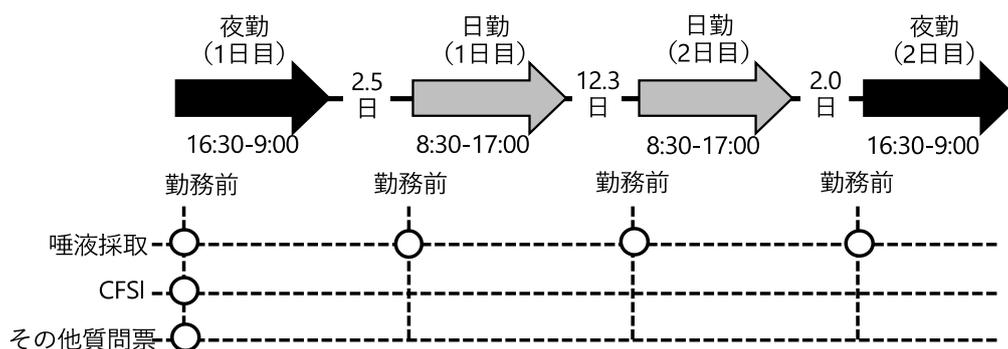


図 1. 研究プロトコール

CFSI：蓄積的疲労兆候インデックス

矢印：調査対象の勤務，矢印の間の数字：各勤務の間隔（平均日数），白丸：測定時点。

対象者は、200 床以上の総合病院の 6 病棟において、2 交代制に従事している女性看護師であった。唾液バイオマーカー濃度の性差を考慮し、女性看護師のみを対象とした。また、女性におけるホルモンバランスの変調を考慮して、20 代から 30 代の看護師のみを対象とした。除外基準は以下のものを設定した：(1) 疲労症状を伴う疾患（貧血など）、(2) 看護師経験年数が 1 年未満、(3) 睡眠薬の常用、(4) 妊娠中。このパイロット研究は探索的研究であるため、サンプルサイズの算出は行わなかった。対象者には、研究の目的、方法、データの匿名性について口頭および文書で説明した。また、すべての対象者に対して、研究参加前に文書および口頭によりインフォームド・コンセントを行った。本研究はヘルシンキ宣言に従い、著者らが所属する大学および対象施設の倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：19-1）。

2. 測定方法

1) 慢性疲労

対象者の慢性疲労は、蓄積的疲労兆候インデックス（Cumulative Fatigue Symptom Index：CFSI）（越河, 1987）を用いて測定した。CFSI は、労働者の心身の症状や日常生活に関する 81 の項目によって構成されており、対象者はすべての質問に 2 択（はい/いいえ）で回答した。項目は 8 つのカテゴリーに分けられ、これらのカテゴリーはさらに以下の 3 つの側面に分類される：(1) 身体的側面（一般的疲労感、慢性疲労兆候、身体不調）、(2) 精神的側面（抑うつ感、不安感、気力の減退）、(3) 社会的側面（イライラ感、労働意欲の低下）。各カテゴリーの訴え率（%）

は以下のように計算される。

$$\text{訴え率 (\%)} = (\text{「はい」の項目数}) \div (\text{項目数} \times \text{対象者数}) \times 100$$

CFSI は、最近または長期間に渡って感じられる症状や不快感を評価し、先行研究（越河, 1991）では、CFSI の得点は週単位や勤務によって変化しないことが確認されている。したがって、CFSI は各勤務において測定せず、対象者には最初の夜勤開始時に回答を依頼した。これにより、研究期間中の対象者の慢性疲労を評価できるものと考えられた。

2) 唾液バイオマーカー

唾液は各勤務の開始前に採取した。採取には、スポンジとチューブが一体化したサリソフト（Funakoshi 社）を使用した。対象者には、唾液採取の 1 時間前から食事、喫煙、飲酒、歯磨きを控えるように事前に説明し、唾液バイオマーカー濃度に対する影響要因を制御した（Obayashi, 2013; Soo-Quee Koh & Choon-Huat Koh, 2007）。また、各バイオマーカー濃度の日内変化を考慮し、唾液採取のタイミングを勤務前に統一した。採取手順は以下の通りである。まず、対象者は、サリソフトにスポンジを口腔内に含めた状態で、座位にて 3 分間安静にした。その後、スポンジを口腔から取り出し、採取チューブに収納し密封した。採取後、検体は専用の冷凍庫に移され、 -20°C 以下で凍結保存した。唾液の採取時期が夏季であったため、検体の移動には保冷バックを使用した。凍結した唾液検体は室温で自然解凍した後、遠心分離（ $3000 \times g$, 2 分間, 室温）にかけ、チューブ底部の唾液を 1.5mL 採取した。唾液バイオマーカーは、添付マニュアルに従い、以下のキットを用いて測定した。

Cortisol 濃度は、cortisol（唾液）EIA キット（矢内原研究所製）を用いて測定した。調製した唾液 50 μL に標識抗体溶液 150 μL を加えて振とう反応させた（210-220rpm, 1 時間）。ウェルの反応液を捨て、洗浄液で 7 回洗浄後、酵素基質液 100 μL をウェルに加えて遮光して振とう反応させた（210-220rpm, 30 分間, 室温）。酵素反応停止液を 100 μL 加えたのち、マイクロプレートリーダー（Infinite M1000Pro, TECAN）で 450nm の吸光度を測定した。

s-IgA 濃度は、ELISA キット（Cloud-clone）を用いて測定した。マイクロプレートのウェルに調製した唾液検体 100 μL を添加し、静置反応させた（1 時間, 37°C ）。ウェルから溶液を除き、試薬 A を 100 μL 加えて静置反応させた（1 時間, 37°C ）。試薬 A を除き、洗浄液で 3 回洗浄したのち、試薬 B を 100 μL 加えて静置反応させた（30 分間, 37°C ）。試薬 B を除き、洗浄液で 5 回洗浄したのち、基質をウェルに添加して遮光して静置反応させた（15 分間, 37°C ）。酵素反応停止液を 50 μL 加えたのち、450nm の吸光度を測定した。

Oxytocin 濃度は、ELISA キット（Cayman Chemical）を用いて測定した。マイクロプレートのウェルに調製した唾液検体 100 μL を添加し、oxytocin AChE Tracer を 50 μL 、抗体溶液 50 μL を添加して静置反応させた（18 時間, 4°C ）。用事調製した Ellman's Reagent を 200 μL 添加し、遮光して振とう反応（500rpm, 90 分間, 室温）させた後、412nm の吸光度を測定した。

4 パラメータロジスティック回帰曲線から作成した標準曲線と吸光度値から、各唾液検体のバイオマーカー濃度を算出した。各唾液検体の吸光度は 2 ウェルずつ測定し、その平均値からバイオマーカー濃度を決定した。マニュアルの情報によると、cortisol, oxytocin, s-IgA の測定の標準範囲は 0.012-3.000 $\mu\text{g/dL}$, 5.9-750.0 pg/mL , 0.027-20.000 ng/mL で、95%信頼限界における感度は

それぞれ 0.046 µg/dL, 20.0 pg/mL, <0.010 ng/mL であった。cortisol, oxytocin, s-IgA のアッセイ内の変動係数はそれぞれ < 5.0%, < 16.0%, < 10.0% で、アッセイ間の変動係数はそれぞれ < 6.0%, < 15.0%, < 12.0% であった。

3) 対象者属性

独自の自記式質問票により、以下のデータを収集した：年齢，身長，体重，経験年数，現在の労働環境での年数，配偶者の有無，子供の有無。治療中の疾患に関する情報は，対象者の自己申告に基づいた。さらに，通勤時間（片道）と前月の時間外労働（10 時間以上，10-19 時間，20-29 時間，30 時間以上）の回答を依頼した。

3. 統計解析

統計解析は，JMP Pro Software ver. 16.0 (SAS) を用いて行い，有意水準は 5% とした。連続変数については中央値（四分位範囲，IQR），カテゴリ変数については度数（%）を用いて表した。各勤務における cortisol, oxytocin, s-IgA のデータの分布は歪んでいたため，これらのデータに対して常用対数変換を行った。解釈を容易にするため，結果は変換前のデータを示した。

CFSI と各時点における cortisol, s-IgA, oxytocin 濃度との関連を調べるために，スピアマンの相関分析を行った。4 回の勤務における s-IgA 濃度は，労働意欲の低下と弱い正の相関を示したが ($r = 0.32-0.35$)，その他の CFSI のカテゴリとの間には，一貫した十分な相関はなかった。さらに，CFSI は，個人ではなく集団単位の疲労の評価を目的に作成された尺度である。したがって，各唾液バイオマーカーとの関連を分析するためには，バイオマーカーに基づくグループを特定する必要がある。各バイオマーカーのプロファイル进行分类するために，Ward 法を用いた階層的クラスタ分析 (HCA) を実施した。この分析では，いずれかの測定時点で欠損がある対象者は除外され (complete-case analysis)，バイオマーカーごとに 4 回の勤務を通して濃度が類似している対象者が順次分類される。さらに，先行研究では朝方の cortisol 濃度が慢性疲労やうつ病と関連することが示唆されているため (Geoffroy et al., 2013; Harris et al., 2000)，2 回の日勤における cortisol に対しても，同様に HCA を実施した。さらに，cortisol と s-IgA の 6 つの変数，つまり cortisol (2 回の日勤) と s-IgA (4 勤務) を組み合わせた HCA を実施した。これにより，複数の勤務に測定された cortisol と s-IgA を組み合わせたプロファイルを確認した。

各唾液バイオマーカーのプロファイルを独立変数とし，CFSI の訴え率 (従属変数) を比較するために，Mann-Whitney U 検定を行った。この探索的パイロット研究では，事前に検出力分析を考慮していなかったため，検定の多重性の調整は行わなかった。さらに，サンプルサイズが小さいため，共変量の調整は行わなかった。効果量 (r) は， $r = |Z \text{ 統計量} | \div \sqrt{n}$ として算出した (n はサンプルサイズ)。 $r = 0.10, 0.30$ ，および 0.50 の基準を用いて，効果量の大きさをそれぞれ小，中，および大に分類した。バイオマーカープロファイルによる対象者属性の比較では，連続変数については Mann-Whitney U 検定，カテゴリ変数については χ^2 検定または Fisher の正確検定を行った。

III. 結果

1. 対象者属性

2名（辞退者1名，疲労を症状とする疾患である貧血を有する者1名）を解析から除外し，対象者は45名となった．対象者属性は表1に示す．対象者のうち24人（53.3%）は20代，21名（46.7%）は30代であり，30名（66.7%）が内科病棟，15名（33.3%）が外科病棟であった．

表1. 対象者属性（n = 45）

	中央値（四分位範囲）	度数（%）
年齢（歳）	29.0 (26.0, 32.0)	
BMI (kg/m ²)	21.1 (19.3, 22.2)	
看護師経験年数（年）	7.0 (3.0, 9.0)	
部署経験年数（年）	3.0 (2.0, 4.5)	
婚姻状況		
既婚		8 (17.8)
未婚		37 (82.2)
子の有無		
いる		4 (8.9)
いない		41 (91.1)
通勤時間（片道）（分） ^a	30.0 (22.5, 38.8)	
残業時間（前月）		
<10時間		30 (66.7)
10-19時間		13 (28.9)
20-29時間		2(4.4)
≥30時間		0 (0)

BMI：body mass index

^a n = 44

2. 唾液バイオマーカー

対象者45名から合計180検体の唾液検体を収集した（図2，表2）．唾液量が不十分な検体は濃度を定量化できず，また，検出限界以下のものは分析から除外した．外れ値（高濃度）のデータは，HCAで適切に分類されなかったため，分析から除外した．

3. 慢性疲労

CFSI のカテゴリーでは、慢性疲労兆候 (75.0%) が最も高く、次いで気力の減退 (44.4%), 身体不調 (40.0%) であった。また、訴え率が低いカテゴリーは、イライラ感 (14.3%) と労働意欲の低下 (23.1%) であり、いずれも社会的側面に属するものであった。

4. 唾液バイオマーカーのプロファイルと慢性疲労

Cortisol については、4 回の勤務を通して、高濃度グループ (n = 11) と低濃度グループ (n = 29) に分類した。表 3 は、これらのプロファイル間の CFSI の訴え率 (%) を比較した結果であり、CFSI のいずれのカテゴリーにおいても統計的有意差は認められなかった。さらに、2 回の日勤データを対象に HCA を実施したところ、同様に cortisol 高濃度グループ (n = 24) と低濃度グループ (n = 19) が確認された (図 3A)。CFSI の労働意欲の低下 ($P=0.033$) とイライラ感 ($P=0.026$) の訴え率は 2 つのグループ間で有意差があり、いずれも低濃度グループの方が高かった (表 2)。同様に、4 回の勤務における s-IgA のプロファイルから、高濃度グループ (n = 21) と低濃度グループ (n = 19) が特定された (図 3B)。CFSI を比較すると、精神的または社会的側面に属する以下のカテゴリーにおいて、高濃度グループは低濃度グループより有意に高い訴え率を示した (抑うつ感 [$P=0.034$], 気力の減退 [$P=0.026$], 労働意欲の低下 [$P=0.005$], イライラ感 [$P=0.041$])。4 回の勤務における oxytocin のプロファイルは、高濃度グループ (n = 13) と低濃度グループ (n = 16) に分類された (図 3C)。2 つのグループ間で CFSI を比較したところ、統計的有意差は認められなかった。

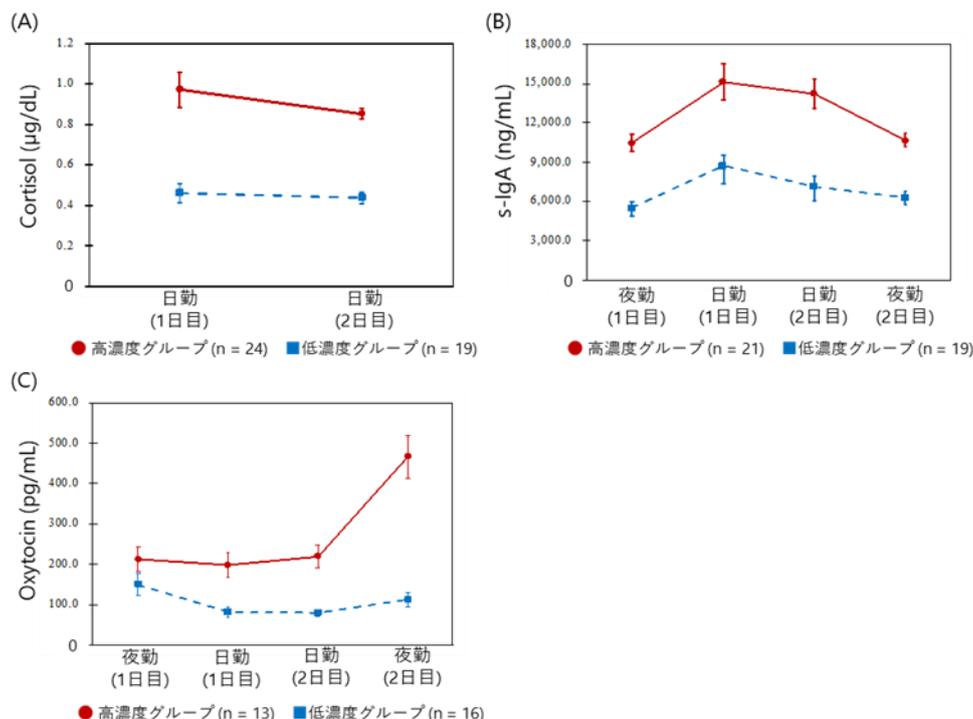


図 3. 唾液中 cortisol, 分泌性免疫グロブリン A (s-IgA), oxytocin のプロファイル

データ表記: 各バイオマーカー濃度の平均値 (エラーバー: 標準誤差) で示した。
(A): 高濃度グループ (n = 24) と低濃度グループ (n = 19) の日勤間の唾液 cortisol 濃度。 (B): 高濃度グループ (n = 21) と低濃度グループ (n = 19) における 4 勤務を通じた s-IgA 濃度。 (C): 高濃度群 (n = 13) と低濃度群 (n = 16) における 4 勤務を通じた唾液 oxytocin 濃度。

表 3. 各唾液バイオマーカーのプロファイルによる慢性疲労度の比較

	身体的側面			精神的側面			社会的側面	
	一般的疲労感	慢性疲労兆候	身体不調	抑うつ感	不安感	気力の減退	労働意欲の低下	イライラ感
Cortisol (4勤務)								
高濃度グループ (n = 11)	50.0 (30.0, 70.0)	75.0 (37.5, 87.5)	14.3 (14.3, 57.1)	44.4 (22.2, 66.7)	36.4 (9.1, 54.6)	66.7 (22.2, 66.7)	15.4 (15.4, 69.2)	0 (0, 42.9)
低濃度グループ (n = 29)	40.0 (30.0, 60.0)	75.0 (43.8, 75.0)	28.6 (14.3, 57.1)	33.33 (16.7, 55.6)	27.3 (9.1, 50.0)	55.6 (22.2, 66.7)	23.1 (11.5, 38.5)	14.3 (0, 42.9)
P値	0.187	0.579	0.687	0.445	0.783	0.976	0.561	0.235
効果量 (r)	0.21	0.09	0.06	0.12	0.04	0	0.09	0.19
Cortisol (2回の日勤)								
高濃度グループ (n = 24)	40.0 (30.0, 60.0)	62.50 (28.1, 75.0)	28.57 (14.3, 53.6)	27.78 (11.1, 63.9)	27.27 (2.3, 52.3)	27.8 (11.1, 66.7)	15.4 (7.7, 34.6)	14.3 (0, 25.0)
低濃度グループ (n = 19)	50.0 (30.0, 60.0)	75.00 (62.5, 87.5)	28.6 (28.6, 57.1)	33.3 (33.3, 55.6)	27.3 (18.2, 45.5)	55.6 (33.3, 77.8)	30.8 (15.4, 61.5)	28.6 (14.3, 42.9)
P値	0.911	0.062	0.194	0.251	0.323	0.058	0.033	0.026
効果量 (r)	0.02	0.28	0.20	0.17	0.15	0.29	0.33	0.34
Oxytocin (4勤務)								
高濃度グループ (n = 13)	50.0 (35.0, 70.0)	75.0 (62.5, 87.5)	57.1 (14.3, 64.3)	44.4 (22.2, 66.7)	27.3 (22.7, 50.0)	66.7 (22.2, 72.2)	23.1 (15.4, 61.5)	14.3 (0, 57.1)
低濃度グループ (n = 16)	35.0 (30.0, 50.0)	62.5 (28.1, 75.0)	28.6 (3.6, 39.3)	27.8 (11.1, 44.4)	31.8 (9.1, 54.6)	33.3 (11.1, 55.6)	19.2 (9.6, 36.5)	14.3 (0, 42.9)
P値	0.096	0.099	0.112	0.138	0.842	0.102	0.672	0.602
効果量 (r)	0.31	0.31	0.30	0.27	0.04	0.30	0.08	0.10
s-IgA (4勤務)								
高濃度グループ (n = 21)	40.0 (30.0, 60.0)	75.0 (56.2, 87.5)	28.6 (14.3, 57.1)	44.4 (33.3, 72.2)	36.4 (22.7, 50.0)	66.7 (38.9, 77.8)	38.5 (19.2, 69.2)	28.6 (14.3, 50.0)
低濃度グループ (n = 19)	40.0 (30.0, 60.0)	62.5 (37.5, 75.0)	28.6 (14.3, 57.1)	22.2 (11.1, 55.6)	27.3 (0, 54.6)	33.3 (11.1, 66.7)	15.4 (7.7, 23.1)	14.3 (0, 28.6)
P値	0.848	0.215	0.857	0.034	0.235	0.026	0.005	0.041
効果量 (r)	0.03	0.20	0.03	0.33	0.19	0.35	0.44	0.32

データ表記：中央値 (四分位範囲). P 値：Mann-Whitney U 検定

5. Cortisol と s-IgA を組み合わせたプロファイルによる慢性疲労の比較

前述の結果に基づき、cortisol（2回の日勤）と s-IgA（4回の勤務）を組み合わせて HCA を実施した。この2つの唾液バイオマーカーは、CFSI の訴え率で有意差が認められたものであった。HCA によって、対象者は以下の2つのグループに分類された：(i) 2回の日勤で cortisol が低濃度、4回の勤務で s-IgA が高濃度（cortisol 低濃度・s-IgA 高濃度グループ、n=15）、(ii) cortisol が高濃度、s-IgA が低濃度（cortisol 高濃度・s-IgA 低濃度グループ、n=24）。図 3A は、これら2つのグループの cortisol と s-IgA 濃度の推移を示す。図 3B に示すように、cortisol 低濃度・s-IgA 高濃度グループでは、身体的または社会的側面に属する慢性疲労兆候（ $P=0.041$ ）およびイライラ感（ $P=0.004$ ）は、cortisol 高濃度・s-IgA 低濃度グループよりも有意に高かった。

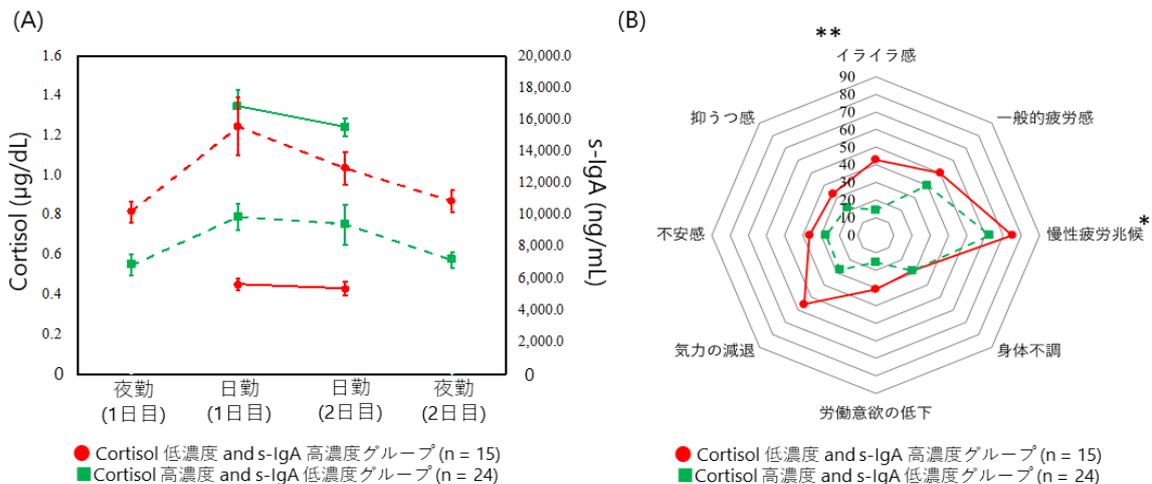


図 4. (A) 2回の日勤の cortisol 濃度（実線）と 4勤務の分泌型免疫グロブリン A 濃度（破線）

データ表記：平均値と標準誤差

(B) プロファイルによる蓄積的疲労兆候インデックスの訴え率の中央値 (%) の比較

s-IgA：分泌型免疫グロブリン A * $P < 0.050$, ** $P < 0.010$

6. 唾液バイオマーカープロファイルと対象者属性の関連

対象者属性に関する変数を、各バイオマーカープロファイルの間で比較した。唾液 cortisol プロファイル、s-IgA プロファイル、および2つのバイオマーカーを組み合わせたプロファイルのいずれにおいても、対象者属性の変数には統計的有意差は認められなかった。

IV. 考察

本研究では、複数の勤務を通じた唾液バイオマーカープロファイルと看護師の慢性疲労との関連を検討した。唾液 cortisol は、疲労の社会的側面に属する2つのカテゴリと有意に関連し、s-IgA は、疲労の精神的側面または社会的側面に属する4つのカテゴリと有意に関連することが示された。さらに、cortisol（2回の日勤）と s-IgA（4回の勤務）を組み合わせると、単独のバイオマーカーでは確認されなかった慢性疲労兆候（身体的側面）との有意な関連が示された。

複数のストレスシステムの間密接な関連に基づく（Obayashi, 2013; Silverman & Sternberg, 2012）、多次元的な看護師の疲労（Smith-Miller et al., 2014）を包括的に評価するためには、cortisol、s-IgA、およびこれらのバイオマーカーの併用が有効な指標となる可能性が考えられた。さらに、看護師の疲労の影響は、身体的または精神的側面によって異なる（Bazazan et al., 2019; Pasupathy & Baker, 2012）。したがって、本研究の知見は、疲労リスクに効果的に対処するために、唾液 cortisol と s-IgA を併用する必要性を示唆するものである。

日勤における cortisol について、低濃度グループでは社会的側面の疲労度が高かった。先行研究では、特に朝方に測定した唾液 cortisol が、うつ病、慢性疲労、労働者のストレスと関連することが報告されており（Bani-Issa et al., 2020; Geoffroy et al., 2013; Harris et al., 2000; Nater et al., 2008; Roberts et al., 2004; Yang et al., 2001）、本研究の結果はこれらと一致する。Cortisol は、エネルギー産生、代謝、気分など、覚醒時における身体や脳の活動を調節するため（Adam et al., 2017; Sapolsky et al., 2000）、cortisol 低濃度グループに属する看護師は、労働において最適な機能を発揮できない可能性が推察される。このことから、cortisol 低濃度グループに属する看護師とより高度な慢性疲労の関連には、一定の合理性がある。

s-IgA のプロファイルにおいて、高濃度グループでは低濃度グループよりも疲労度が高かった。この2つのグループの違いは、s-IgA の濃度差に基づいて確認されたものであった。s-IgA 濃度と慢性疲労の関連を考慮する上で、先行研究においては異なる結果が報告されている。横断的研究（Fujimal et al., 2012; Yang, 2002）では、唾液 s-IgA 濃度は労働関連ストレスと負の相関があったと報告されている。一方で、縦断的研究では、労働によるストレス度が高いほど、s-IgA 濃度は高値で変動することが確認されている（Henningesen et al., 1992; Lee et al., 2010）。本研究の結果は後者の知見と一致しており、s-IgA と慢性疲労の関連は、体液性免疫活性化による Th1-Th2 モデルシフトなどの免疫機能の変化によって説明できると考えられる（Lee et al., 2010）。

看護師の慢性疲労の影響は深刻であるにも関わらず、その有効な測定方法は確立されていない。疲労の本質は主観的なものであるため、その評価には主に質問票が用いられてきた。しかし、ストレスや疲労が様々な生理学的反応を引き起こす可能性を考慮すると、看護師の慢性疲労は、他の側面の評価を取り入れることで、より正確に理解できる可能性がある（Aaronson et al., 1999）。したがって、看護師の慢性疲労を十分に理解するためには、自記式質問票と客観的指標を併用する評価方法の確立が必要である。本研究は、唾液 cortisol と s-IgA が看護師の慢性疲労に関連するバイオマーカーとなり得ることを示唆した。今後の調査においては、慢性疲労に起因し、離職リスクを高めるバーンアウトなど（Özkan et al., 2022; Waddill-Goad, 2019）との関連が明らかになることで、看護管理上の唾液バイオマーカーの有用性に関する深い洞察が得られるであろう。さらに、慢性疲労と唾液 cortisol および s-IgA との関連性に関するエビデンスを蓄積させ、予測精度およびカットオフ値を確認するためには、より多くの対象者を含めた更なる研究が必要である。

本研究にはいくつかの限界がある。1つ目は外的妥当性である。本研究は、日本の特定地域の単一の病院で実施され、20-30代の女性看護師に限定し、対象者数も比較的少なかった。加えて、比較対象として、属性が類似した女性の対照集団を設定していない。したがって、今回の知見が交代制勤務を行う看護師に特有のものであるのか、あるいは他の集団に適用できるかどうか

は明らかではない。2 つ目に、本探索的パイロット研究では、事前の検出力分析は実施しなかった。したがって、各検定において厳密な多重性の調整は考慮していないため、検定における偽陽性の問題には留意が必要である。3 つ目に、唾液量が不十分であったために、oxytocin 濃度を測定できなかった検体が多かった。神経ペプチドの一種である oxytocin は、様々なストレスを緩衝する作用が確認されている。本研究の分析では、oxytocin に関するグループにおける CFSI の訴え率の差には、中程度の効果が認められた (表2)。唾液 oxytocin と看護師の慢性疲労との関連を検証するためには、より多くのサンプルサイズと唾液採取時間を考慮した研究が必要である。最後に、唾液バイオマーカーの濃度に影響を及ぼし得る内的要因 (クロノタイプなど)、検体採取の前日の労働条件、睡眠状況、食事状況の影響を考慮することはできなかった。

V. 結論

本研究の知見から、1) 複数の勤務を通じた唾液 cortisol と s-IgA のプロファイルは、看護師の慢性疲労と関連する可能性があること、2) 身体的疲労を含む包括的な疲労評価を行うためには、cortisol と s-IgA を別々に測定するだけでなく、組み合わせて測定することが有効であることが示唆された。

本章の内容は、以下の論文で公表したものである。

Yamaguchi, S., Watanabe, K., Sugimura, N., Shishido, I., Konya, I., Fujita, T., Yoshimitsu, Y., Kato, S., Ito, Y. M., & Yano, R. (2022). Salivary biomarker profiles and chronic fatigue among nurses working rotation shifts: An exploratory pilot study. *Healthcare*, 10(8), 1416. <https://doi.org/10.3390/healthcare10081416>

引用文献

- Aaronson, L. S., Teel, C. S., Cassmeyer, V., Neuberger, G. B., Pallikkathayil, L., Pierce, J., ... Wingate, A. (1999). Defining and measuring fatigue. *Journal of Nursing Scholarship*, 31, 45–50. <https://doi.org/10.1111/j.1547-5069.1999.tb00420.x>
- Adam, E. K., Quinn, M. E., Tavernier, R., McQuillan, M. T., Dahlke, K. A., & Gilbert, K. E. (2017). Diurnal cortisol slopes and mental and physical health outcomes: A systematic review and meta-Analysis. *Psychoneuroendocrinology*, 83, 25–41. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2017.05.018>.
- Bani-Issa, W., Radwan, H., Al Marzooq, F., Al Awar, S., Al-Shujairi, A. M., Samsudin, A. R., Khasawneh, W., & Albluwi, N. (2020). Salivary cortisol, subjective stress and quality of sleep among female healthcare professionals. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 13, 125–140. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S229396>.
- Barker, L. M., & Nussbaum, M. A. (2011). Fatigue, Performance and the work environment: A survey of registered nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 67, 1370–1382. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2010.05597.x>
- Bazazan, A., Dianat, I., Mombeini, Z., Aynehchi, A., & Asghari Jafarabadi, M. (2019). Fatigue as a mediator of the relationship between quality of life and mental health problems in hospital nurses. *Accident Analysis & Prevention*, 126, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.01.042>
- Bernhard, A., van der Merwe, C., Ackermann, K., Martinelli, A., Neumann, I. D., & Freitag, C. M. (2018). Adolescent oxytocin response to stress and its behavioral and endocrine correlates. *Hormones and Behavior*, 105, 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2018.08.010>
- Chaiard, J., Deeluea, J., Suksatit, B., Songkham, W., & Inta, N. (2018). Short sleep duration among Thai nurses: Influences on fatigue, daytime sleepiness, and occupational errors. *Journal of Occupational Health*, 60, 348–355. <https://doi.org/10.1539/joh.2017-0258-OA>
- Chappel, S. E., Verswijveren, S. J. J. M., Aisbett, B., Considine, J., & Ridgers, N. D. (2017). Nurses' occupational physical activity levels: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies*, 73, 52–62. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.05.006>
- Churchland, P. S., & Winkielman, P. (2012). Modulating social behavior with oxytocin: How does it work? What does it mean? *Hormones and Behavior*, 61, 392–399. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2011.12.003>
- Costa, G. (2010). Shift work and health: Current problems and preventive actions. *Safety and Health at Work*, 1, 112–123. <https://doi.org/10.5491/SHAW.2010.1.2.112>
- Dahlgren, A., Kecklund, G., Theorell, T., & Åkerstedt, T. (2009). Day-to-day variation in saliva cortisol--relation with sleep, stress and self-rated health. *Biological Psychology*, 82, 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.07.001>
- Doane, L. D., Mineka, S., Zinbarg, R. E., Craske, M., Griffith, J. W., & Adam, E. K. (2013). Are flatter diurnal cortisol rhythms associated with major depression and anxiety disorders in late adolescence? The role of life stress and daily negative emotion. *Development and Psychopathology*, 25, 629–642. <https://doi.org/10.1017/S0954579413000060>

- Eldevik, M. F., Flo, E., Moen, B. E., Pallesen, S., & Bjorvatn, B. (2013). Insomnia, excessive sleepiness, excessive fatigue, anxiety, depression and shift work disorder in nurses having less than 11 hours in-between shifts. *PLoS One*, 8, e70882. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070882>
- Fang, J., Qiu, C., Xu, H., & You, G. (2013). A Model for Predicting Acute and Chronic Fatigue in Chinese Nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 69, 546–558. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2012.06029.x>
- Frijling, J. L., van Zuiden, M., Nawijn, L., Koch, S. B. J., Neumann, I. D., Veltman, D. J., & Olf, M. (2015). Salivary oxytocin and vasopressin levels in police officers with and without post-traumatic stress disorder. *Journal of Neuroendocrinology*, 27, 743–751. <https://doi.org/10.1111/jne.12300>.
- Fujimaru, C., Okamura, H., Kawasaki, M., Kakuma, T., Yoshii, C., & Matsuishi, T. (2012). Self-perceived work-related stress and its relation to salivary IgA, cortisol, and 3-Methoxy-4-Hydroxyphenyl glycol levels among neonatal intensive care nurses. *Stress and Health*, 28, 171–174. <https://doi.org/10.1002/smi.1414>.
- Gallagher, S., Phillips, A. C., Evans, P., Der, G., Hunt, K., & Carroll, D. (2008). Caregiving is associated with low secretion rates of immunoglobulin A in saliva. *Brain, Behavior, and Immunity*, 22, 565–572. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2007.11.007>.
- Geoffroy, M.-C., Hertzman, C., Li, L., & Power, C. (2013). Prospective association of morning salivary cortisol with depressive symptoms in mid-life: A life-course study. *PLoS One*, 8, e77603. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077603>
- Gifkins J, Johnston A, Loudoun R, Troth A. (2020). Fatigue and recovery in shiftworking nurses: A scoping literature review. *International Journal of Nursing Studies*, 112, 103710. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103710>
- Harris, T. O., Borsanyi, S., Messari, S., Stanford, K., Cleary, S. E., Shiers, H. M., ... Herbert, J. (2000). Morning cortisol as a risk factor for subsequent major depressive disorder in adult women. *British Journal of Psychiatry*, 177, 505–510. <https://doi.org/10.1192/bjp.177.6.505>
- Henningsen, G. M., Hurrell, J. J., Baker, F., Douglas, C., MacKenzie, B. A., Robertson, S. K., & Phipps, F. C. (1992). Measurement of salivary immunoglobulin A as an immunologic biomarker of job stress. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 18(Suppl 2), 133–136.
- Ki, J., Ryu, J., Baek, J., Huh, I., & Choi-Kwon, S. (2020). Association between health problems and turnover intention in shift work nurses: health problem clustering. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4532. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124532>
- 越河六郎 (1991). CFSI(蓄積的疲労徴候インデックス)の妥当性と信頼性.労働科学, 67(4), 145–157.
- 越河六郎・藤井亀 (1987). 「蓄積的疲労徴候調査」(CFSI)について.労働科学, 63, 229-246.
- Kumari, M., Badrick, E., Chandola, T., Adam, E. K., Stafford, M., Marmot, M. G., ... Kivimaki, M. (2009). Cortisol secretion and fatigue: Associations in a community based cohort. *Psychoneuroendocrinology*, 34, 1476–1485. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2009.05.001>
- Lee, H. J., Macbeth, A. H., Pagani, J., Young, W. S., & Amico, J. A. (2009). Oxytocin: The great facilitator of life. *Progress in Neurobiology*, S030100820900046X.

<https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2009.04.001>

- Lee, K. M., Kang, D., Yoon, K., Kim, S. S. Y., Kim, H., Yoon, H. S., Trout, D. B., & Hurrell, J. J. (2010). A pilot study on the association between job stress and repeated measures of immunological biomarkers in female nurses. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 83, 779–789. <https://doi.org/10.1007/s00420-010-0544-0>.
- Nater, U. M., Maloney, E., Boneva, R. S., Gurbaxani, B. M., Lin, J. M., Jones, J. F., ... Heim, C. (2008). Attenuated morning salivary cortisol concentrations in a population-based study of persons with chronic fatigue syndrome and well controls. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93, 703–709. <https://doi.org/10.1210/jc.2007-1747>
- 日本看護協会(2020). 2019年病院および有床診療所における看護実態調査報告書. <https://www.nurse.or.jp/home/publication/research/index.html> (2022年1月7日参照)
- Niu, S. F., Chung, M. H., Chen, C. H., Hegney, D., O'Brien, A., & Chou, K. R. (2011). The effect of shift rotation on employee cortisol profile, sleep quality, fatigue, and attention level: A systematic review. *Journal of Nursing Research*, 19, 68–81. <https://doi.org/10.1097/JNR.0b013e31820c1879>
- Obayashi, K. (2013). Salivary mental stress proteins. *Clinical Chimica Acta*, 425, 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2013.07.028>
- Özkan, A. H. (2022). The effect of burnout and its dimensions on turnover intention among nurses: A meta-analytic review. *Journal of Nursing Management*, 30, 660–669. <https://doi.org/10.1111/jonm.13525>.
- Pasupathy, K. S., & Barker, L. M. (2012). Impact of fatigue on performance in registered nurses: Data mining and implications for practice. *Journal for Healthcare Quality*, 34, 22–30. <https://doi.org/10.1111/j.1945-1474.2011.00157.x>
- Phillips, A. C., Carroll, D., Evans, P., Bosch, J. A., Clow, A., Hucklebridge, F., & Der, G. (2006). Stressful life events are associated with low secretion rates of immunoglobulin A in saliva in the middle aged and elderly. *Brain, Behavior, and Immunity*, 20, 191–197. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2005.06.006>.
- Roberts, A. D. L., Wessely, S., Chalder, T., Papadopoulos, A., & Cleare, A. J. (2004). Salivary cortisol response to awakening in chronic fatigue syndrome. *British Journal of Psychiatry*, 184, 136–141. <https://doi.org/10.1192/bjp.184.2.136>
- Roerink, M. E., Roerink, S. H. P. P., Skoluda, N., van der Schaaf, M. E., Hermus, A. R. M. M., van der Meer, J. W. M., ... Nater, U. M. (2018). Hair and salivary cortisol in a cohort of women with chronic fatigue syndrome. *Hormones and Behavior*, 103, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2018.05.016>
- Salomon, R. E., Tan, K. R., Vaughan, A., Adynski, H., & Muscatell, K. A. (2020). Minimally-invasive methods for examining biological changes in response to chronic stress: A scoping review. *International Journal of Nursing Studies*, 103, 103419. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.103419>
- Sapolsky, R. M., Romero, L. M., & Munck, A. U. (2000). How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews*, 21(1), 55–89. <https://doi.org/10.1210/edrv.21.1.0389>.
- Silverman, M. N., & Sternberg, E. M. (2012). Glucocorticoid regulation of inflammation and its functional

- correlates: From HPA axis to glucocorticoid receptor dysfunction: glucocorticoid resistance in inflammatory disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1261, 55–63. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06633.x>.
- Smith-Miller, C. A., Shaw-Kokot, J., Curro, B., & Jones, C. B. (2014). An integrative review: Fatigue among nurses in acute care settings. *Journal of Nursing Administration*, 44, 487–494. <https://doi.org/10.1097/NNA.0000000000000104>
- Soo-Quee Koh, D., & Choon-Huat Koh, G. (2007). The use of salivary biomarkers in occupational and environmental medicine. *Occupational and Environmental Medicine*, 64, 202–210. <https://doi.org/10.1136/oem.2006.026567>
- Stimpfel, A. W., Sloane, D. M., & Aiken, L. H. (2012). The longer the shifts for hospital nurses, the higher the levels of burnout and patient dissatisfaction. *Health Affairs*, 31, 2501–2509. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2011.1377>
- Trinkoff, A., Geiger-Brown, J., Brady, B., Lipscomb, J., & Muntaner, C. (2006). How long and how much are nurses now working? *American Journal of Nursing*, 106, 60–71. <https://doi.org/10.1097/00000446-200604000-00030>
- Waddill-Goad, S. M. (2019). Stress, Fatigue, and burnout in nursing. *Journal of Radiology Nursing*, 38, 44–46. <https://doi.org/10.1016/j.jradnu.2018.10.005>.
- Winwood, P. C., Winefield, A. H., & Lushington, K. (2006). Work-related fatigue and recovery: The contribution of age, domestic responsibilities and shiftwork. *Journal of Advanced Nursing*, 56, 438–449. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.04011.x>
- Yang, Y. (2002). Self-perceived work-related stress and the relation with salivary IgA and lysozyme among emergency department nurses. *Occupational and Environmental Medicine*, 59, 836–841. <https://doi.org/10.1136/oem.59.12.836>.
- Yang, Y., Koh, D., Ng, V., Lee, F. C. Y., Chan, G., Dong, F., Chia, S. E. (2001). Salivary cortisol levels and work-related stress among emergency department nurses. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 43(11), 1011–1018. <https://doi.org/10.1097/00043764-200112000-00003>.

第3章

交代制勤務看護職における日本語版 Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale の信頼性と妥当性の検証

Psychometric properties of the Japanese version of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale among shift-work nurses

I. 背景

交代制勤務は、24 時間に渡って患者に看護を提供するために不可欠な勤務形態である。しかし、この勤務形態は、労働に関連する深刻な疲労の原因となる可能性がある。先行研究では、交代制勤務は、日勤や固定制勤務に比べて、看護職の疲労を高めることが明らかにされている (Ferri et al., 2016)。看護職の疲労の影響は多岐に渡って深刻なものであり、労働パフォーマンスの低下 (Barker & Nussbaum, 2011)、医療事故 (Abdulah et al., 2019) や労働事故リスク (Smith et al., 2006) の増加に関連する。看護職の安全な労働条件の維持には、交代制勤務看護職の疲労を最小限に抑えるための適切な管理が必要である。

そのため、労働場面において疲労を確実にモニタリングできる尺度が重要である。看護職の疲労は、急性疲労と慢性疲労に分類される (Smith-Miller et al., 2014)。急性疲労は、ある労働の終わりにエネルギーが枯渇した状態として現れる疲労である。これに対して、慢性疲労はより深刻で不適応な疲労状態であり、健康を著しく損なうリスクがある。慢性疲労は、労働者において否定的な感情や非効率的な行動を引き起こす持続的な状態であり (Winwood, Lushington, et al., 2006)、看護職に対してより深刻な悪影響を及ぼす。看護業務は身体的にも精神的にも過酷であり、交代制勤務看護職は長時間の勤務 (12 時間勤務など) に従事するため、高度の急性疲労が生じる (Barker & Nussbaum, 2011)。一般的に、急性疲労は定期的な休息によって緩和されるものの (Chen et al., 2014)、交代制勤務では残業や不規則なシフトスケジュールによって、勤務間の休息時間が短くなる (クイックリターン) (Flo et al., 2014)。このような労働状況によって、睡眠の質は低下し (Dahlgren et al., 2016)、疲労からの回復が損なわれる。その結果、交代制勤務看護職は、高度の急性疲労に加えて、十分に疲労から回復することが困難になり、慢性疲労に陥るリスクが高まる (Fang et al., 2013)。中でもクイックリターンは、疲労と睡眠不足をもたらし、看護職、患者、および施設設備に危害を与えるリスクを高める (Vedaa et al., 2019)。したがって、これらの影響を最小限にするためには、疲労の蓄積の兆候を早期に発見することを念頭に、相互に関連する急性疲労、慢性疲労、回復のモニタリングが必要である。

これまでの研究では、看護職の疲労を評価するために、Multidimensional Fatigue Inventory (Smets et al., 1995)、Chalder Fatigue Scale (Chalder et al., 1993)、Fatigue Assessment Scale (Michielsen et al., 2003)、自覚症しらべ (久保ら, 2008) や蓄積的疲労兆候インデックス (越河, 1991) が用いられてきた。回復の測定においては、Need for Recovery Scale (van Veldhoven, 2003) や Recovery Experience Questionnaire (Sonnentag & Fritz, 2007) が用いられてきた。しかし、これらの尺度は、急性疲労、慢性疲労、回復のいずれかを測定するために開発されたものである。これらを組み合わせると、項目数が増加するために、必然的に負担の大きい質問票になる。そ

のため、3つの因子を同時に測定できる簡潔な尺度が必要である。

Winwood et al. (2005) は、急性疲労、慢性疲労、勤務間回復を測定する Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale (OFER) を開発した。改訂版は 2006 年に開発されている (Winwood, Lushington, et al., 2006)。現在までに、レバノン (Clinton & Tchapanian, 2017)、中国 (Fang et al., 2018)、韓国 (Min et al., 2019) の看護職向けに、翻訳版 OFER が作成され、信頼性や妥当性が検証されてきた。しかしながら、日本語版 OFER (OFER-J) は開発されていない。日本では交代制勤務の勤務時間が長時間化しており、多くの看護職が 16 時間夜勤に従事している。これは諸外国では例のないことである。また、21.0%の看護職が、1ヶ月の間にクイックリターンを伴う中で連続勤務に従事している実態が報告されている (日本看護協会, 2020)。別の調査では、41.5%の看護職が 8 時間未満の極端に短い勤務間インターバルを経験していた (日本医療労働組合連合会, 2020)。したがって、日本の交代制勤務看護職の疲労を軽減するための示唆を提示するために、OFER-J を開発することが急務である。

1. 研究目的

本研究では OFER-J を開発し、病院において交代制勤務に従事する日本人の看護師および助産師を対象に、その信頼性と妥当性を検証することを目的とした。

2. 仮説

OFER-J は十分な内的一貫性、再テスト信頼性、および 3 因子モデル構造を示すと仮定した。OFER の各下位尺度は、以下を測定する (Winwood et al., 2005; Winwood, Lushington, et al., 2006)。

- 慢性疲労 (Chronic fatigue, CF) : 精神的、身体的、感情的要素 (抑うつを含む) の複合的な症状をもたらす状態。
- 急性疲労 (Acute Fatigue, AF) : 以前の活動の直接的な結果として、日常の活動 (自ら選択した余暇活動を含む) に従事できない、または従事したくない状態。
- 勤務間回復 (Intershift Recovery, IR) : 次の勤務開始までにおける急性疲労からの回復の程度、または急性疲労が消失したと認識される程度。

構成概念妥当性を検証するために、日本語版 Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-J) (菅谷ら, 2005)、Short Form Health Survey (SF36-J) (Fukuhara et al., 1998)、睡眠の質の尺度 (Pittsburg Sleep Quality Index : PSQI-J) (土井ら, 1998) を用いた。CF の構成概念妥当性を評価する上では、慢性的な多次元の疲労を捉える MFI および SF-36 の心の健康が有用であると考えられた (Winwood et al., 2005; Winwood, Lushington, et al., 2006)。同様に、SF36-J に含まれる活力やその他の下位尺度が、AF に有用である。IR に関しては、そのスコアと PSQI のグローバルスコアとの相関が報告されている (Fang et al., 2018; Min et al., 2019)。そこで、構成概念妥当性についての仮説は以下の通りとした。

- CF スコアは MFI-J 総スコアと正の相関があり、SF36-J (心の健康) スコアと負の相関を示す。
- AF 得点は、SF36-J の以下の下位尺度 (活力, 日常生活役割 [身体] 日常生活役割 [精神], および、社会生活機能) と負の相関を持つ。

- IR スコアは PSQI-J のグローバルスコアと負の相関がある。

すべての相関は中程度以上（相関係数 ≥ 0.30 ）（Cohen, 1988）であると仮定した。さらに、先行研究（Barker & Nussbaum, 2011; Fang et al., 2008; Winwood, Winefield, et al., 2006）に基づき、OFER-J の識別妥当性は、対象者の属性や労働状況を比較することで検証した。

II. 方法

1. 日本語版 OFER の開発

OFER-J の開発にあたり、事前に原著者（Winwood, Lushington, et al., 2006）の承諾を得た。4名の看護学研究者により、OFER の各項目を日本語に翻訳した。4名の研究者のうち、1人は看護修士学を有する博士課程の学生であった。その他は、博士（保健学）を有する講師、博士（看護学）を有する准教授と教授であった。それぞれの研究者は独立して OFER の翻訳を行い、各々の結果を比較しながら項目の文や内容が、看護職にとって適切で理解できるものかという観点から議論した。4名の研究者が同意に達した時点で、暫定版の OFER-J とした。次に、英語に精通した翻訳者は、暫定版 OFER-J の逆翻訳を行い、同時に文化的同等性をチェックした。この OFER-J を原著者に送り、最終的な承認を得るまで繰り返し意味的同等性を確認した。各項目の内容は、臨床経験のある5人の看護研究者によって検討され、その妥当性が確認された。

2. 研究デザイン・対象者

本研究では無記名自記式質問票を使用し、調査は2021年1月から3月にかけて実施した。日本の3都市における6病院を対象施設とし、その中の55病棟に勤務する看護師および助産師1,188人を対象とした。再テスト信頼性を検証するために、1病院の対象者においては2度の調査を依頼した。2回目の OFER-J の回答は、1回目の配布から1ヵ月経過した時点に実施した。2回の調査の間隔を設定するにあたっては、OFER は 2, 3 ヶ月前の疲労と回復の状態を測定する尺度であること（Winwood, Lushington, et al., 2006）、また対象者の記憶の影響を考慮した。2つの回答は、質問票に割り当てられた匿名 ID を用いて対応させた。

対象者は、患者に対して直接ケアを行っている常勤の正看護師と助産師であり、入院病棟において交代制勤務に従事する者とした。除外基準は、(1) 看護管理者、(2) 外来、検査、手術部門、(3) 経験1年未満、(4) 休職中とした。構造的妥当性を検証するための確証的因子分析における必要なサンプルサイズは、 $\alpha = 0.05$ 、検出力 = 0.80、root-mean-square error of approximation = 0.040、自由度 = 87 に基づいて 910 名と計算された（Hancock & Freeman, 2001）。回答率を 80% と想定し、欠損データを考慮して最終的な質問票の配布数は 1250 部とした。

本研究は、著者が所属する大学の倫理審査委員会の承認（承認番号：20-49）とともに、ヘルシンキ宣言に従って実施した。

3. データ収集

対象者に対する質問票の配布はそれぞれの施設の管理者に依頼した。質問票の回答場所と時期は特に指定しなかった。対象者は回答後の質問票は封筒に入れて密封し、各病棟に設置され

たボックスに投函した。回答期間は配布から2週間とした。

1) Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale

前述の OFER-J を用いた。この尺度は 15 項目で構成され、CF、AF、IR にはそれぞれ 5 項目が含まれる。すべての項目は 7 段階のリッカート尺度（0：まったくそう思わない-6：とてもそう思う）であり、項目 9、10、11、13、15 は逆転項目である。回答結果から各下位尺度の標準化得点（範囲、0-100）は、以下の計算式によって算出した：

$$(\text{各因子の項目得点の合計}) \div 30 \times 100$$

AF と CF については、標準化得点が高いほど急性疲労、慢性疲労が強く、IR は得点が高いほど回復度が良好であると評価される。

2) Multidimensional Fatigue Inventory

日本人労働者を対象に、信頼性と妥当性が検証されている MFI-J を使用した（菅谷ら, 2005）。MFI-J は、5 つの下位尺度を持ち、20 項目で構成される。本研究では項目の合計得点（範囲、20-100）を分析に使用し、この得点が高いほどより強い疲労があることを意味する。本研究における Cronbach's α 係数は 0.88 であった。

3) Pittsburgh Sleep Quality Index

主観的な睡眠の質は、PSQI-J を用いて測定した（土井ら, 1998）。本研究では、対象者が回答用の 18 項目のみを用いた。PSQI-J は 7 つの下位尺度（下位尺度得点の範囲=0-3）で構成され、これらの構成要素得点の合計である Global PSQI-J 得点（PSQI-G、範囲：0-21）を分析に用いた。PSQI-G が高いほど、睡眠の質は低いと解釈される。本研究における Cronbach's α 係数は 0.67 であった。

4) Short-Form Health Survey 36

SF36-J は 36 項目からなり、健康関連の生活の質（QOL）を 8 つの下位尺度で測定する（Fukuhara et al., 1998）。本研究では以下の 5 つの下位尺度（日常生活役割 [身体]、日常生活役割 [精神]、活力、社会生活機能、心の健康）を使用した。各下位尺度の得点は 0 から 100 までの範囲であり、得点が低いほどその状態が悪いことを示す。各領域の得点の算出には、web 版採点プログラムを使用し、国民標準得点を基準に変換した得点を採用した。本研究では、Cronbach's α 係数は 0.77-0.93 であった。

5) 対象者特性と労働条件

対象者には、性別、年齢、職種、看護経験年数、学歴、および家庭的役割の回答を依頼した。労働状況は、病棟、勤務体制、夜勤回数（前月）を評価した。

4. 統計解析

データ解析は、JMP Pro Software ver. 15.0（SAS）を用いて実施した。有意水準は 5% に設定し

た。記述統計では、連続変数に対しては平均値（標準偏差，SD）、カテゴリカル変数は度数（パーセンテージ，%）を用いた。

内的一貫性を検証するために、Cronbach's α 係数を算出した。Cronbach's α 係数が 0.70 を超えている場合には、十分な内的一貫性があると判断した (Terwee et al., 2007)。OFER-J の各因子における天井効果と床効果は、最小得点（0 点）と最大得点（100 点）に該当する者がそれぞれ 15% を超えることを基準に確認した。

構造的妥当性は CFA に基づいて検証した。項目の因子負荷量のカットオフは > 0.30 とした (Watson & Thompson, 2006)。モデル適合度の評価において、 χ^2 値はサンプルサイズが大きい場合には常に有意となるため (Hooper et al., 2008)、本研究ではこれを適合度指標として採用しなかった。その代わりに、下記に示す複数の適合度指標を用いてモデルの適合度を評価した (Hooper et al., 2008; McDonald & Ho, 2002)：Goodness of Fit index (GFI > 0.90)、Normed Fit index (NFI > 0.90)、Comparative Fit index (CFI > 0.90)、Tucker-Lewis index (TLI > 0.90)、RMSEA (< 0.080)、Standardized root mean square residual (SRMR < 0.080) (Hooper et al., 2008; McDonald & Ho, 2002)。CFA において、良好なモデル適合を示さなかった場合には、探索的因子分析 (EFA) を実施した。より正確に因子構造を決定するために、Parallel 分析 (Horn, 1965) と Velicer の minimum average partial (MAP) test (Velicer et al., 2000) を行った。因子構造を確認するために、最尤法を用いた主成分分析 (PCA) を行い、因子抽出には Quartimin 回転を用いた。

OFER-J の構成概念妥当性を検証するために、OFER-J と MFI-J の合計得点、PSQI-G、SF-36 の得点の相関係数を Spearman の順位相関分析 (リストワイズ法) により算出した。また、一元配置分散分析 (ANOVA) を用いて、対象者特性および労働関連要因において OFER-J の因子得点を比較した。多重比較には、Tukey's honestly significant difference test を用いた。

再テスト信頼性を検証するために、OFER-J の各因子において、2 要因変量効果モデルに基づいて級内相関係数 (ICC) を算出した (Terwee et al., 2007)。ICC > 0.70 であれば、十分な再テスト信頼性があると判断した。測定の標準誤差 (SEM) は、2 回の測定間の分散成分と残差の和の平方根として算出した。最小可検変化量 (Smallest detectable change, SDC) は、SEM を用いて以下の式で算出した：

$$\text{SDC} = 1.96 \times \sqrt{2} \times \text{SEM} \quad (\text{Terwee et al., 2007})$$

III. 結果

942 名 (有効回答率 79.3%) の回答データを分析に使用した (図 1)。2 回目の調査の回答は 351 名から得られ、そのうち 334 名分の有効回答を分析に用いた。対象者の平均年齢 (SD) は 33.8 (9.7) 歳であり、87.3% が女性で、72.7% が 20 代と 30 代であった。勤務体制に関しては、2 交代制 (52.8%) が 3 交代制 (47.2%) より多かった (表 1)。

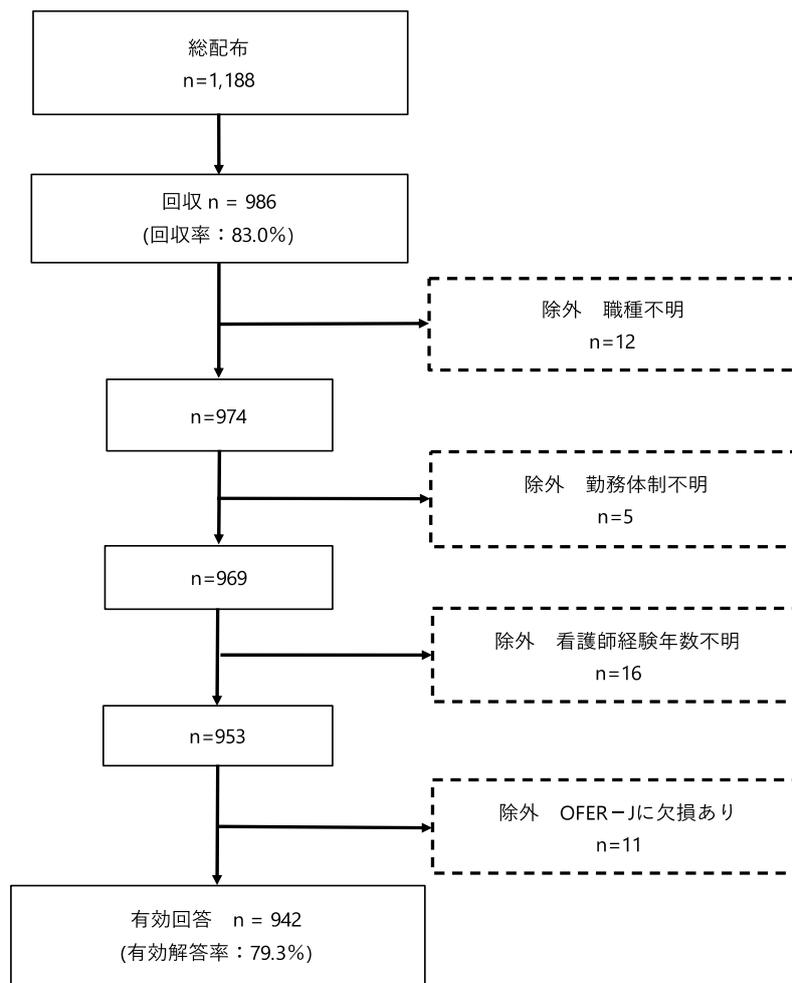


図 1. 質問票の配布・回収および有効回答の選択の流れ

表 1. 対象者特性と労働状況 (n = 942)

	度数 (%)
年代 (n = 938)	
20-29	426 (45.4)
30-39	256 (27.3)
40-49	168 (17.9)
50-59	83 (8.9)
≥ 60	5 (0.5)
性別	
女性	822 (87.3)
男性	120 (12.7)
職種	
正看護師	884 (93.8)
助産師	58 (6.2)
学歴 (n = 937)	
高校 (5年間)	26 (2.8)
専門学校	504 (53.8)
短期大学	50 (5.3)
大学	326 (34.8)
大学院	31 (3.3)
婚姻状況 (n = 941)	
既婚	279 (29.6)
未婚 (独身/離婚)	662 (70.4)
未就学児の有無 (n = 933)	
いる	84 (9.0)
いない	849 (91.0)
家庭内の介護役割の有無 (n = 932)	
ある	25 (2.7)
ない	907 (97.3)
対象施設の種類の	
大学病院	425 (45.1)
公立病院	191 (20.3)
一般病院	326 (34.6)
病棟	
内科・外科・混合病棟	597 (63.4)
精神科	53 (5.6)
産科	58 (6.2)
ハイケア・救急	137 (14.5)
緩和ケア	13 (1.4)
その他	84 (8.9)
勤務体制	
8時間夜勤 (3交代制)	445 (47.2)
12時間夜勤 (2交代制)	245 (26.0)
16時間夜勤 (2交代制)	252 (26.8)
夜勤回数 (前月, 3交代制) (n = 432)	
1-2	25 (5.8)
3-5	277 (64.1)
6-8	127 (29.4)
≥ 9	3 (0.7)
夜勤回数 (前月, 2交代制) (n = 491)	
1-2	30 (6.1)
3-4	176 (35.9)
≥ 5	285 (58.0)

1. 内的一貫性および天井・床効果

OFER-Jの各因子のCronbach's α 係数は、CF = 0.75, AF = 0.85, IR = 0.84であった。全ての因子について天井効果および床効果は認められなかった。

2. 妥当性

1) 構造的妥当性

3因子モデルに対するデータの適合度は低く、SRMR (= 0.067)を除き、GFI = 0.866, NFI = 0.846, CFI = 0.855, TLI = 0.825, RMSEA = 0.115 (95%信頼区間 [CI] : 0.109-0.121)と、どの適合度指標も基準を満たさなかった。すべての項目の因子負荷量は0.30以上であった。したがって、項目は削除せずに、モデルの修正を実施した。CFAの修正指標に基づくと、図2に示すような誤差共分散を追加することで、モデルの適合度が改善することが示された。合計12個の誤差共分散が追加され、データは3因子モデルに許容可能な範囲で適合することが示された。

しかし、因子間の誤差共分散が多かったことを踏まえ、詳細なデータの構造を明らかにするためにEFAを行った。Parallel分析では6因子、MAPテストでは2因子が抽出された。この結果とともに尺度の信頼性を考慮し、PCA (Quartimin回転)を行い、2-4因子を抽出した(表2)。

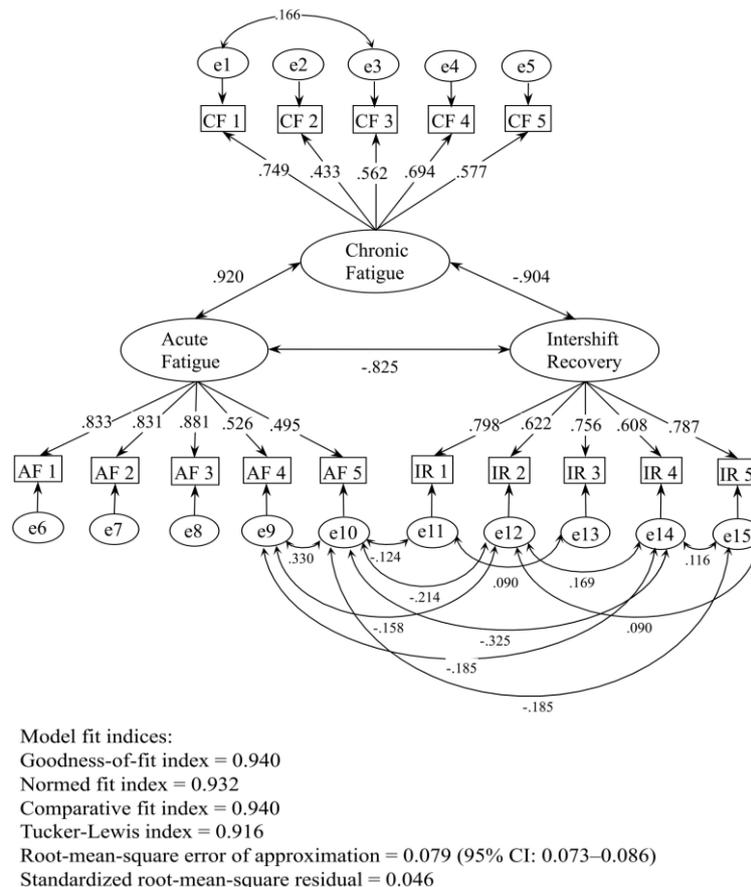


図2. 日本語版 Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale の確認的因子分析の結果 (n = 942)

図中の数値：標準化推定値

AF：急性疲労, CF：慢性疲労, IR：勤務間回復, CI：信頼区間

表 2. 2-4 因子モデルにおける OFER-J の各項目の因子負荷量

項目/因子	2 因子		3 因子			4 因子			
	因子 1	因子 2	因子 1	因子 2	因子 3	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
Ofer-AF1		0.79	0.77			0.73			
Ofer-AF2		0.69	0.71	-0.31		0.60			
Ofer-AF3		0.73	0.75		0.33	0.63			
Ofer-AF4	-0.50				0.71			0.66	
Ofer-AF5	-0.80			-0.49	0.65			0.77	
Ofer-CF1	-0.45	0.40	0.49	-0.58		0.31			0.60
Ofer-CF2		0.59	0.51			0.52			
Ofer-CF3	-0.41		0.33	-0.52					0.60
Ofer-CF4	-0.31	0.45	0.50	-0.34		0.30	-0.34		
Ofer-CF5		0.53	0.52			0.35			
Ofer-IR1	0.55		-0.41	0.58			0.76		
Ofer-IR2	0.65			0.52	-0.34		0.35		
Ofer-IR3	0.38	-0.43	-0.51	0.42			0.85		
Ofer-IR4	0.80			0.58	-0.41			-0.35	-0.35
Ofer-IR5	0.64		-0.36	0.73			0.37		-0.47
累積負荷率 (%)	57.2		63.3			68.9			

0.30 未満の因子負荷量は非表示.

AF: 急性疲労, CF: 慢性疲労, IR: 勤務間回復

2因子解では、第1因子は全てのIR項目（因子負荷量 ≥ 0.30 ）が含まれ、その他はAFの2項目（AF4・AF5）とCFの3項目（CF1, CF3, CF4）が含まれていた。第2因子にはAF項目とCF項目が含まれ、IR3は第2因子とのクロスローディングを示した。この2因子においては、すべての下位尺度の項目が混在していた。3因子解をみると、第1因子はAFの3項目（AF1-AF3）やIRの3項目（IR1, IR3, IR5）も含んでいたが、すべてのCF項目の因子負荷量が0.30を超えており、この因子がCFと関連していることがわかった。同様に、第2因子はIRと関連していた。しかし、これらの因子には異なる下位尺度の項目が含まれていた。第3因子は、AF（AF3-AF5）とIR（IR2・IR4）の下位尺度の項目のみが含まれていた。

2) 構成概念妥当性・弁別的妥当性

OFER-Jの下位尺度と他の尺度との相関行列を表3に示す。CFとMFI-J合計点との間には強い正の相関があり（ $r=0.653$ ）、SF36-Jの心の健康との間には強い負の相関があった（ $r=-0.573$ ）。AFについては、SF36-Jの特に活力（ $r=-0.650$ ）との間に中程度から強い負の相関がみられた。仮説通り、IRとPSQI-Gとの間には中程度の負の相関があった（ $r=-0.412$ ）。

ANOVAの結果、年齢、家族の役割（配偶者の有無、未就学児の有無）、および勤務体制によって、OFER-Jスコアは有意に異なっていた（表4）。

表 3. OFER-J, MFI, PSQI, SF-36 の相関係数

	OFER-AF ^a	OFER-CF ^a	OFER-IR ^a	MFI total ^b	PSQI-G ^c	SF-36 RP ^d	SF-36 RE ^e	SF-36 SF ^a	SF-36 VT ^f	SF-36 MH ^f
OFER-AF	1.000									
OFER-CF	0.688 ***	1.000								
OFER-IR	-0.730 ***	-0.637 ***	1.000							
MFI Total	0.551 ***	0.653 ***	-0.557 ***	1.000						
PSQI-G	0.356 ***	0.378 ***	-0.412 ***	0.455 ***	1.000					
SF-36 RP	-0.467 ***	-0.434 ***	0.391 ***	-0.499 ***	-0.321 ***	1.000				
SF-36 RE	-0.437 ***	-0.477 ***	0.408 ***	-0.518 ***	-0.381 ***	0.680 ***	1.000			
SF-36 SF	-0.353 ***	-0.349 ***	0.343 ***	-0.400 ***	-0.308 ***	0.458 ***	0.495 ***	1.000		
SF-36 VT	-0.650 ***	-0.562 ***	0.595 ***	-0.725 ***	-0.450 ***	0.473 ***	0.496 ***	0.434 ***	1.000	
SF-36 MH	-0.460 ***	-0.573 ***	0.465 ***	-0.598 ***	-0.416 ***	0.455 ***	0.580 ***	0.473 ***	0.633 ***	1.000

OFER-AF : Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale-急性疲労, OFER-CF : Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale-慢性疲労, OFER-IR : Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale-勤務間回復, MFI Total, Multidimensional Fatigue Inventory-合計点, PSQI-G, ピッツバーグ睡眠質問票のグローバルスコア, SF-36, Short-Form Health Survey 36, RP : 日常生活役割 (身体), RE : 日常生活役割 (精神), SF : 社会生活機能, VT : 活力, MH : 心の健康.
相関係数 : Spearman の順位相関分析 (リストワイズ法, *** $P < 0.001$)

^an = 942, ^bn = 930, ^cn = 862, ^dn = 940, ^en = 939, ^fn = 940.

表4. OFER-J得点の属性および労働関連要因による比較

	OFER-CF		OFER-AF		OFER-IR	
	平均値 (SD)	P 値	平均値 (SD)	P 値	平均値 (SD)	P 値
年代						
20-29 (n = 426)	53.4 (19.5)	0.138	63.7 (18.2)	0.749	36.0 (18.9)	0.013
30-39 (n = 256)	51.0 (19.5)		63.0 (18.9)		34.7 (19.6)	
40-49 (n = 168)	51.0 (16.6)		64.6 (17.4)		37.8 (19.2)	
≥ 50 (n = 88)	49.0 (19.4)		62.3 (20.0)		42.2 (21.9)	
婚姻状況						
既婚 (n = 279)	48.8 (18.6)	0.001	62.3 (18.2)	0.177	37.9 (19.9)	0.163
未婚 (n = 662)	53.2 (19.1)		64.1 (18.5)		35.9 (19.3)	
未就学児の有無						
いる (n = 84)	45.7 (19.0)	0.002	61.2 (17.8)	0.220	40.2 (20.8)	0.069
いない (n = 849)	52.4 (18.9)		63.8 (18.4)		36.2 (19.3)	
家庭内の介護役割の有無						
Yes (n = 25)	57.2 (14.4)	0.146	68.0 (18.9)	0.217	34.0 (16.9)	0.500
No (n = 907)	51.6 (19.1)		63.4 (18.4)		36.7 (19.5)	
勤務体制						
8時間夜勤 ^a (n = 445)	51.9 (19.4)	0.003	63.3 (18.0)	0.031	34.7 (19.1)	0.002
12時間夜勤 ^b (n = 245)	54.9 (18.2)		66.0 (18.0)		36.3 (19.4)	
16時間夜勤 ^b (n = 252)	49.0 (18.8)		61.7 (19.4)		40.0 (19.8)	
夜勤回数(3交代制)						
1-2 (n = 25)	57.2 (18.5)	0.178	66.1 (13.3)	0.536	36.4 (18.0)	0.697
3-5 (n = 277)	52.3 (19.4)		63.7 (19.0)		34.9 (19.7)	
≥ 6 (n = 130)	49.8 (19.6)		62.2 (16.9)		33.5 (18.2)	
夜勤回数(2交代制)						
1-2 (n = 30)	49.2 (21.0)	0.629	65.6 (18.7)	0.454	36.9 (21.4)	0.712
3-4 (n = 176)	51.7 (18.9)		62.5 (19.3)		39.0 (19.8)	
≥ 5 (n = 285)	52.5 (18.3)		64.6 (18.4)		37.6 (19.3)	

OFER-AF : Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale-急性疲労, OFER-CF : Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale-慢性疲労, OFER-IR : Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale-勤務間回復, SD : 標準偏差

^a3交代制, ^b2交代制

P 値 : 一元配置分散分析 (Tukey's honest significant test による多重比較) * $P < 0.050$; ** $P < 0.010$

3. 信頼性

1) 再テスト信頼性と測定の標準誤差

表5において, OFER-Jの因子と項目の再テスト信頼性, SEM, SDCの結果を示す. CFのみ, ICCが0.70を超えていた.

表 5. OFER-J の再テスト信頼性, 測定の標準誤差, 最小可検変化量

	範囲	全体 (n=942) 平均値 (SD)	再テスト調査 (n=334)		ICC	SEM	SDC
			調査 1 平均値 (SD)	調査 2 平均値 (SD)			
OFER-CF	0-100	51.9 (19.0)	50.4 (19.4)	49.4 (19.4)	0.74	5.1	14.0
CF-1	0-6	3.4 (1.6)	3.2 (1.6)	3.3 (1.6)	0.70	0.9	2.4
CF-2	0-6	2.0 (1.8)	1.7 (1.7)	1.7 (1.6)	0.64	1.0	2.7
CF-3	0-6	3.9 (1.7)	3.9 (1.7)	3.8 (1.6)	0.69	0.9	2.6
CF-4	0-6	3.3 (1.6)	3.3 (1.6)	3.2 (1.6)	0.62	1.0	2.7
CF-5	0-6	3.0 (1.5)	3.0 (1.5)	2.9 (1.4)	0.60	0.9	2.6
OFER-AF	0-100	63.6 (18.4)	61.8 (19.0)	56.0 (12.3)	0.62	6.2	17.1
AF-1	0-6	3.5 (1.5)	3.3 (1.5)	3.2 (1.5)	0.65	0.9	2.5
AF-2	0-6	4.3 (1.3)	4.2 (1.4)	4.1 (1.3)	0.67	0.8	2.1
AF-3	0-6	3.6 (1.5)	3.5 (1.5)	3.4 (1.5)	0.63	0.9	2.5
AF-4	0-6	3.6 (1.4)	3.5 (1.3)	2.6 (1.3)	0.46	1.8	5.0
AF-5	0-6	4.1 (1.4)	4.1 (1.2)	3.4 (1.3)	0.45	1.0	2.8
OFER-IR	0-100	36.5 (19.5)	37.4 (19.5)	42.7 (12.3)	0.54	6.8	18.7
IR-1	0-6	2.1 (1.6)	2.1 (1.5)	2.0 (1.3)	0.40	1.1	3.0
IR-2	0-6	2.2 (1.4)	2.4 (1.4)	3.7 (1.5)	0.29	1.9	5.4
IR-3	0-6	2.1 (1.6)	2.3 (1.6)	2.4 (1.6)	0.67	0.9	2.5
IR-4	0-6	2.3 (1.5)	2.3 (1.4)	2.4 (1.4)	0.57	0.9	2.5
IR-5	0-6	2.2 (1.5)	2.2 (1.5)	2.3 (1.4)	0.59	0.9	2.6

OFER-AF : Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale-急性疲労, OFER-CF : Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale-慢性疲労, OFER-IR : Occupational Fatigue Exhaustion Recovery scale-勤務間回復, SD : 標準偏差, ICC : 級内相関係数, SEM : 測定の標準誤差, SDC : 最小可検変化量.

IV. 考察

日本では、交代制勤務看護職の多くは 20-30 代であり、約 9 割が女性である（日本看護協会, 2020）。本研究の対象者の属性はこれらの実態と一致していた。したがって、対象者は、日本における交代制勤務看護職者と類似した特徴を持つ集団であると考えられた。

原版の尺度構成（3 因子）に基づく OFER-J の内的一貫性は十分であった。このことから、各因子に含まれる項目はすべて均質であり、それぞれ AF, CF, IR の特性を一貫して反映していたと考えられる。したがって、OFER-J は原版と同様の方法で得点化することができる（Streiner & Norman, 2008）。

修正を加えた CFA では、モデルの適合度は全ての指標で基準を満たしたが、因子間の標準化推定値は先行研究よりも大きかった（Fang et al., 2018; Min et al., 2019; Winwood, Lushington, et al., 2006）。EFA（全因子解）では、AF と CF の項目が混在する因子が同定され、この結果は AF と CF の関連性は日本の交代制勤務看護職において特に強いことを示しているものと考えられた。この結果には、いくつかの理由が考えられる。まず、原版（Winwood, Lushington, et al., 2006）や中国語版（Fang et al., 2018）と異なり、本研究の対象者は全員が夜勤を伴う交代制勤務に従事していた。また、韓国版（Min et al., 2019）とは対照的に、対象者の半数以上が長時間勤務を含む 2 交代制に従事していた。さらに、日本の労働文化から生まれた「過労死 "Karoshi"」（Takahashi, 2019）という用語が反映するように、日本の労働者はもともと過労傾向にあることが推察される。日本の交代制勤務看護職は、長時間夜勤の中で 10 人以上の患者を受け持ち、患者ケアを行う。このような文化的背景に基づくと、日本の交代制勤務看護職は、より大きな労働負担と疲労によって、回復の介在が無くとも AF と CF が併存している可能性があり、このことが 2 つの因子の明確な区別を困難にしていたと考えられた。今後、より労働負担の少ない労働者を対象とすることで、AF と CF を明確に区別した因子構造を確認できる可能性がある。

IR の項目は、EFA で因子数を増やしても項目が分離されることがなく一貫性があり、3 因子解ではクロスロードはあるものの、5 項目の因子負荷量は十分であった。したがって、第 2 因子は IR と関連していたことがわかった。

CFA の結果、AF4 と AF5 の間には誤差共分散があり、この結果は原版（Winwood, Lushington, et al., 2006）や中国語版（Fang et al., 2018）と一致していた。加えて、これらの項目と IR の項目との間には、複数の誤差共分散を設定する必要があった。AF4（「家族や友人と過ごすためのエネルギーが、いつもたくさんある」）と AF5（「仕事が終わったあとに趣味や活動を行うためのエネルギーが、いつもたくさん残っている」）には、仕事以外の場面における過ごし方を表すフレーズが含まれている。家族や友人との時間や趣味などに従事することは、疲労への対処や回復に効果的であることが日本などで報告されている（Kubo et al., 2013; Winwood, Winefield, et al., 2006）。以上のことから、日本人看護職においては、IR の項目と AF4 と AF5 が関連していたと考えられた。さらに、EFA（3 因子解）の結果、AF4 と AF5 は他の AF の項目と同じ因子には含まれないことが明らかになった。しかし、本研究においては、対象者の状況や要因などに関する様々な制約があるため、2 つの項目を AF から除外すべきかについては、追加の検証が必要である。

以上をまとめると、日本の交代制勤務看護職においては、3因子（特に CF と AF）の関連性が強いことが示唆された。したがって、採点結果から各因子を明確に区別する解釈には慎重な注意が必要である。また、AFの2項目が他の AF 項目を含む因子から脱落したが、これらの項目を除外するかどうかは、尺度の信頼性を考慮しつつ、追加検証に基づいて決定されるべきである。さらに、因子分析の結果、複数の項目においてクロスローディングが認められたことから、下位尺度の得点とともに項目得点を活用することも有用であると考えられた。

構成概念妥当性については、OFER-J と他の尺度との関連は、仮説通りであった。これらの結果は、OFER-J の下位尺度がそれぞれ CF, AF, IR を測定できることを示している。また、OFER-Jはいくつかの変数と有意な関連を示し、この結果は OFER-Jの弁別的妥当性を支持する。まず、対象者属性や労働状況との関連は、先行研究と一致していた (Fang et al., 2008; Winwood, Winefield, et al., 2006)。また、3つの下位尺度の得点は、交代制勤務の勤務体制によって有意に異なっていた。16時間夜勤（2交代制）の AF 得点は、12時間夜勤（2交代制）より有意に低かった。日本では、16時間夜勤の場合、2時間以上の仮眠が推奨されており（日本看護協会, 2020）、このような労働状況の違いが結果に影響した可能性がある。また、16時間夜勤（2交代制）はまとまった休日を取りやすいという特徴がある（日本看護協会, 2020）ため、この勤務に従事する看護職は IR スコアが最も高く、CF スコアが有意に低かったと考えられた。

再テスト信頼性に関して、CFのみ ICC が 0.70 を超えており、十分な再現性があることが明らかになった。AF と IR の ICC は 0.70 以下であり、この結果は先行研究 (Fang et al., 2008; Winwood, Winefield, et al., 2006) の結果と一致している。Winwood et al. (2005) によると、AF と IR は、仕事や週、または非労働時間の行動によって変化する急性的な状態を反映している。したがって、AF と IR は、安定した状態ではなく、むしろ時間的に変動する状態を反映していると考えるのが妥当である。SDC は、観察された変化が測定誤差を超えた真の変化であるかどうかを判断する基準であるとされている (Terwee et al., 2007)。観察された変化が SDC を上回る場合、その個人に「真の変化」が生じたことを意味する。例えば、ある介入の効果を評価する際には、OFER-J のスコアの変化を測定し、SDC を参照値として用いることが推奨される。

本研究にはいくつかの限界がある。1つ目は、対象者の代表性である。対象者の特徴は日本の病院における交代勤務看護職の特徴と類似していたが、本研究は特定の地域で実施されたため、結果の一般化には限界がある。今後、より多様な看護職者を対象とした研究が必要である。また、他の施設（介護老人保健施設など）で働く看護職者を対象とした検証も必要であろう。さらに、OFER-J の一般化可能性を高めるために、介護者や医師など他の医療職への適用性を検証していく必要がある。2つ目に、表面妥当性、異文化間妥当性、反応性など、いくつかの指標特性は検討していない。3つ目に、本研究のデータはすべて自己申告によって得られたものであるため、想起バイアスや望ましきバイアスを排除することができなかった。また、検出力を確保するために相関分析はすべてリストワイズ法で行ったが、これによる選択バイアスには対処できなかった。最後に、本研究が実施された時点で、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行は続いていた。しかし、どの対象者が COVID-19 患者のケアを担当し、そのことが労働状況にどのような影響を与えたかを評価することは困難であった。

V. 結論

日本人の交代制勤務看護職において、OFER-Jは十分な内的一貫性と再テスト信頼性を持つことが明らかになった。また、構成概念妥当性と弁別的妥当性も良好であった。しかし、3つの因子を独立したものとして解釈をすることには注意が必要である。交代制勤務看護職の疲労と回復への理解と対処の重要性を考慮すると、本研究は、看護職の疲労管理にデータ駆動型のアプローチを導入するための第一歩となる。OFER-Jは、(1) 疲労と回復の調査やモニタリング、(2) シフトスケジューリングの評価において有用であると考えられる。日本の交代制勤務看護職、管理者、また政策立案者にとって、簡潔なOFER-Jは疲労リスク管理に寄与する可能性がある。

本章の内容は、以下の論文で公表したものである。

Yamaguchi, S., Sato, M., Sumi, N., Ito, Y. M., Winwood, P. C., & Yano, R. (2022). Psychometric properties of the Japanese version of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale among shift-work nurses. *Journal of Occupational Health*, 64(1), e12325. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12325>

引用文献

- Abdulah, D. M., Perot, K. A., & Holroyd, E. (2019). Fatigue as a primary and secondary factor in relation to shift-rotating and patient safety in nurses. *Journal of Hospital Administration*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.5430/jha.v9n1p1>
- Barker, L. M., & Nussbaum, M. A. (2011). Fatigue, performance and the work environment: A survey of registered nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 67(6), 1370–1382. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2010.05597.x>
- Chalder, T., Berelowitz, G., Pawlikowska, T., Watts, L., Wessely, S., Wright, D., & Wallace, E. P. (1993). Development of a fatigue scale. *Journal of Psychosomatic Research*, 37(2), 147–153. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(93\)90081-P](https://doi.org/10.1016/0022-3999(93)90081-P)
- Chen, J., Davis, K. G., Daraiseh, N. M., Pan, W., & Davis, L. S. (2014). Fatigue and recovery in 12-hour dayshift hospital nurses. *Journal of Nursing Management*, 22(5), 593–603. <https://doi.org/10.1111/jonm.12062>
- Clinton, M., & Tchapanian, H. (2017). Rasch analysis of Lebanese nurses' responses to the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale. *Journal of Nursing Measurement*, 25(3), 459–475. <https://doi.org/10.1891/1061-3749.25.3.459>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2 ed.)*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Dahlgren, A., Tucker, P., Gustavsson, P., & Rudman, A. (2016). Quick returns and night work as predictors of sleep quality, fatigue, work–family balance and satisfaction with work hours. *Chronobiology International*, 33(6), 759–767. <https://doi.org/10.3109/07420528.2016.1167725>
- 土井由利子, 箕輪真澄, 大川匡子, 内山真 (1998) . ピッツバーグ睡眠質問票日本語版の作成. 精神科治療学, 13(6), 755–763.
- Fang, J. B., Zhou, C. F., Huang, J., & Qiu, C. J. (2018). Psychometric properties of the Chinese version of the Occupational Fatigue Exhaustion/Recovery scale: A test in a nursing population. *Journal of Nursing Research*, 26(3), 191–198. <https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000247>
- Fang, J., Kunaviktikul, W., Olson, K., Chontawan, R., & Kaewthummanukul, T. (2008). Factors influencing fatigue in Chinese nurses. *Nursing & Health Sciences*, 10(4), 291–299. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2018.2008.00407.x>
- Fang, J., Qiu, C., Xu, H., & You, G. (2013). A model for predicting acute and chronic fatigue in Chinese nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 69(3), 546–558. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2012.06029.x>
- Ferri, P., Guadi, M., Marcheselli, L., Balduzzi, S., Magnani, D., & Di Lorenzo, R. (2016). The impact of shift work on the psychological and physical health of nurses in a general hospital: A comparison between rotating night shifts and day shifts. *Risk Management and Healthcare Policy*, 9, 203–211. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S115326>

- Flo, E., Pallesen, S., Moen, B. E., Waage, S., & Bjorvatn, B. (2014). Short rest periods between work shifts predict sleep and health problems in nurses at 1-year follow-up. *Occupational and Environmental Medicine*, 71(8), 555–561. <https://doi.org/10.1136/oemed-2013-102007>
- Fukuhara, S., Bito, S., Green, J., Hsiao, A., & Kurokawa, K. (1998). Translation, adaptation, and validation of the SF-36 Health Survey for use in Japan. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(11), 1037–1044. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(98\)00095-X](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(98)00095-X)
- Hancock, G. R., & Freeman, M. J. (2001). Power and sample size for the root mean square error of approximation test of not close fit in structural equation modeling. *Educational and Psychological Measurement*, 61(5), 741–758. <https://doi.org/10.1177/00131640121971491>
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. (2008). Structural equation modelling: guidelines for determining model fit. <https://doi.org/10.21427/D7CF7R>
- Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30(2), 179–185. <https://doi.org/10.1007/BF02289447>
- 日本看護協会(2020). 2019年病院および有床診療所における看護実態調査報告書. <https://www.nurse.or.jp/home/publication/research/index.html> (2021年8月15日参照)
- 越河六郎(1991). CFSI(蓄積的疲労徴候インデックス)の妥当性と信頼性. *労働科学*, 67(4), 145–157.
- 久保智英, 城憲秀, 武山英麿, 榎原毅, 井上辰樹, 高西敏正, 荒薦優子, 村崎元五, 井谷 徹 (2008). 「自覚症しらべ」による連続夜勤時の疲労感の表出パターンの検討. *産業衛生学雑誌*, 50(5), 133–144. <https://doi.org/10.1539/sangyoeisei.B7008>
- 久保智英, 高橋 正也, ミカエル・サリーネン, 久保善子, 鈴木初子 (2013). 生活活動と交代勤務スケジュールからみた交代勤務看護職の疲労回復. *産業衛生学雑誌*, 55(3), 90–102. <https://doi.org/10.1539/sangyoeisei.B12004>
- McDonald, R. P., & Ho, M.H. R. (2002). Principles and practice in reporting structural equation analyses. *Psychological Methods*, 7(1), 64–82. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.1.64>
- Michielsen, H. J., De Vries, J., & Van Heck, G. L. (2003). Psychometric qualities of a brief self-rated fatigue measure. *Journal of Psychosomatic Research*, 54(4), 345–352. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(02\)00392-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(02)00392-6)
- Min, A., Min, H., & Hong, H. C. (2019). Psychometric properties of the Korean version of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale in a nurse population. *Research in Nursing & Health*, 42(5), 358–368. <https://doi.org/10.1002/nur.21980>
- 日本医療労働組合連合会(2020). 医療労働報告集 2019年度夜勤実態調査. <http://irouren.or.jp/news/fde432d9881abcb2a76c0b12bc0a35f54c6c8604.pdf> (2021年8月15日参照)
- Smets, E. M. A., Garssen, B., Bonke, B., & De Haes, J. C. J. M. (1995). The multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. *Journal of Psychosomatic Research*, 39(3), 315–325. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(94\)00125-O](https://doi.org/10.1016/0022-3999(94)00125-O)

- Smith, D. R., Mihashi, M., Adachi, Y., Nakashima, Y., & Ishitake, T. (2006). Epidemiology of needlestick and sharps injuries among nurses in a Japanese teaching hospital. *Journal of Hospital Infection*, 64(1), 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2006.03.021>
- Smith-Miller, C. A., Shaw-Kokot, J., Curro, B., & Jones, C. B. (2014). An integrative review: Fatigue Among nurses in acute care settings. *The Journal of Nursing Administration*, 44(9), 487–494. <https://doi.org/10.1097/NNA.000000000000104>
- Sonnentag, S., & Fritz, C. (2007). The Recovery Experience Questionnaire: Development and validation of a measure for assessing recuperation and unwinding from work. *Journal of Occupational Health Psychology*, 12(3), 204–221. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.12.3.204>
- Streiner, D. L., & Norman, G. R. (2008). *Health measurement scales: A practical guide to their development and use (4th ed)*. Oxford University Press. https://opac.lib.hokudai.ac.jp/opac/opac_link/bibid/2001550401
- 菅谷渚, 貝谷久宣, 岩佐玲子, 野村忍 (2005) . 日本語版 Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) の信頼性・妥当性の検討. *産業ストレス研究*, 12, 233–240.
- Takahashi, M. (2019). Sociomedical problems of overwork-related deaths and disorders in Japan. *Journal of Occupational Health*, 61(4), 269–277. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12016>
- Terwee, C. B., Bot, S. D. M., de Boer, M. R., van der Windt, D. A. W. M., Knol, D. L., Dekker, J., Bouter, L. M., & de Vet, H. C. W. (2007). Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *Journal of Clinical Epidemiology*, 60(1), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2006.03.012>
- van Veldhoven, M. (2003). Measurement quality and validity of the “need for recovery scale.” *Occupational and Environmental Medicine*, 60, 3i–39. https://doi.org/10.1136/oem.60.suppl_1.i3
- Vedaa, Ø., Harris, A., Erevik, E. K., Waage, S., Bjorvatn, B., Sivertsen, B., Moen, B. E., & Pallesen, S. (2019). Short rest between shifts (quick returns) and night work is associated with work-related accidents. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 92(6), 829–835. <https://doi.org/10.1007/s00420-019-01421-8>
- Velicer, W. F., Eaton, C. A., & Fava, J. L. (2000). *Construct explication through factor or component analysis: A review and evaluation of alternative procedures for determining the number of factors or components (R. D. Goffin & E. Helmes, Eds.)*. Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4397-8_3
- Watson, R., & Thompson, D. R. (2006). Use of factor analysis in Journal of Advanced Nursing: Literature review. *Journal of Advanced Nursing*, 55(3), 330–341. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.03915.x>
- Winwood, P. C., Lushington, K., & Winefield, A. H. (2006). Further development and validation of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery (OFER) scale. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 48(4), 381–389. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000194164.14081.06>

- Winwood, P. C., Winefield, A. H., Dawson, D., & Lushington, K. (2005). Development and validation of a scale to measure work-related fatigue and recovery: The Occupational Fatigue Exhaustion/Recovery Scale (OFER). *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(6), 594–606. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000161740.71049.c4>
- Winwood, P. C., Winefield, A. H., & Lushington, K. (2006). Work-related fatigue and recovery: The contribution of age, domestic responsibilities and shiftwork. *Journal of Advanced Nursing*, 56(4) , 438–449. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.04011.x>

第4章

2 交代制と3交代制に従事する看護職の慢性疲労と回復

Chronic fatigue and recovery among nurses working two-shift and three-shift rotations

I. 背景

看護職において、疲労がバーンアウトや精神的健康への悪影響に繋がり (Bazazan et al., 2019), 離職の引き金となることは十分に検証されている (Rutledge et al., 2021). その結果として、看護職の疲労は、世界的な看護人材不足を悪化させ、患者の安全性を損なう。看護職の不足は、院内感染、褥瘡の発生、誤薬リスクの増加を招き、患者死亡率を高める (Driscoll et al., 2018, Needleman et al., 2011). 諸外国と同様に、日本においても看護職不足は深刻であり、2025年までに約27万人の看護職が不足すると推定されている (厚生労働省, 2019年). したがって、看護職の疲労の原因に対処し、労働条件を改善することは、人材の定着と安全な患者へのケアを維持するために不可欠である。

労働に関連する疲労は、急性から慢性に分類できる。急性疲労は、仕事後にエネルギーが枯渇した状態である。看護業務は、長時間の勤務や残業によって身体的にも精神的にも過酷であるため、高度の急性疲労をもたらす (Barker & Nussbaum, 2011). 人体は、アロスタティックシステムを活性化することでこれらの要求に適応しようとするが、十分な回復が伴わずにこの状態が持続すると、やがて病的な反応が生じる (McEwen, 1998). 慢性疲労は、この不適応反応の一つであり、抑うつ、集中力の低下、労働者の不適応行動と関連する疲労である (Winwood et al., 2005). 慢性疲労の影響は、看護ケアの質や離職意向に及ぶことが明らかにされている (Rutledge et al., 2021). このことから、看護職が急性疲労から慢性疲労に移行するのを防ぐことが必要であり、特に労働以外の場における疲労回復に着目する必要性が生じる。

交代制勤務は、労働者の回復を妨げ、慢性疲労を引き起こす主要な要因である (Costa, 2010). 病院看護職は、24時間を2種類または3種類の勤務に分ける勤務体制に従事している。日本では週労働時間は40時間であり、3交代制の場合は、一般的に8時間勤務を5回行い、その間の夜勤の後には24時間の休息が確保されている。一方、2交代制は12時間以上の連続勤務であり、夜勤は12時間または16時間で、夜勤明けの休息時間は48時間である (日本看護協会, 2013). このような労働時間や勤務回数に関して、労働・休息条件の規則性には勤務体制による決定的な違いがある。この規則性は、交代制勤務に従事する中で、看護職が自身の睡眠パターンや余暇活動をどの程度「順応」させることができるかを左右し (Gurubhagavatula et al., 2021), 回復に影響を及ぼし得る (Ungard et al., 2019).

これまでに、看護職の回復を妨げ、結果的に慢性疲労につながる要因は数多く報告されている。Gifkins et al. (2020) は、交代制勤務に従事する看護職の回復が、仕事上の要求、職場での休憩、年齢、家族構成、家庭での活動によって大きく影響されることを指摘している。Min et al. (2022) は、看護職の疲労に関連する複数の労働状況要因を明らかにしている。しかし、多くの先行研究では、同様に交代制勤務であっても、勤務体制によってその構造が多様であるということは特に考慮されていなかった。Kida & Takemura (2022) は、看護職の疲労に関連する要

因が勤務体制によって異なる可能性を示している。この研究では、勤務時間と夜勤回数が、2交代制における疲労の関連要因であり、3交代制では、勤務時間、夜勤回数、日勤と夜勤の時間間隔が関連要因として特定された。

しかし、上述の研究 (Kida & Takemura, 2022) の焦点は、労働状況と疲労の関連のみであった。異なる勤務体制における回復の程度とその関連要因を理解することは、各看護職の慢性疲労を最小限に抑えるために不可欠である。さらに、回復の評価においては、睡眠、余暇活動、看護職の属性などの多種の要因を含める必要がある (Gifkins et al., 2020, Winwood et al., 2007)。

要約すると、勤務体制の違いを考慮した上で、看護職の回復、およびそれに伴う慢性疲労の特徴や関連要因については明らかにされていない。そこで、本研究では、勤務体制別に交代制勤務を行う看護職の疲労（急性および慢性）と勤務間回復を評価した。また、3交代制および2交代制における不十分な勤務間回復や慢性疲労に関連する要因を特定した。

II. 方法

1. 研究デザイン

本研究は、日本の6病院の交代制勤務看護職（正看護師および助産師）から得られたデータに基づいて実施した。調査データは、日本語版 Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale の信頼性と妥当性を検証することを目的とした過去の横断研究に基づく (Yamaguchi et al., 2022)。本研究では、急性・慢性疲労や勤務間回復、労働状況、睡眠の質、対象者の年齢、配偶者の有無、家族に関するデータを用いた。

2. 対象者

本研究の基盤となる調査では、55の入院病棟において交代制勤務に従事し、患者に直接的ケアを行う常勤の正看護師と助産師、合計1188人に質問票を配布した (Yamaguchi et al., 2022)。除外基準は、(1) 管理者、(2) 外来病棟、検査室、手術室に勤務する看護職、(3) 新卒看護職とした。回答に欠損があるものは分析から除外し、合計807名の看護職（回答率 = 67.9%）が含まれた。

3. データ収集

調査は2021年1月から3月にかけて実施した。質問票は無記名自記式のものであり、研究内容の説明を添えて各病院に郵送した。看護職への配布は、各病院の管理者によって行われた。質問票の回答期間は2週間とした。対象者は、任意の時間と場所において質問票に回答し（所要時間：約10分）、回答済みの質問票は、各病棟に設置された回収ボックスに投函した。各病院の管理者は、回答済みの質問票を研究者に直接郵送した。

4. 測定

1) 疲労・回復

慢性・急性疲労、および勤務間回復は、日本語版 Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale

(OFER-J) (Yamaguchi et al., 2022) を用いて測定した。OFER-J は 15 項目で構成され (各要因 5 項目)、すべての項目は 7 段階のリッカート方式で回答するように設計されている。各因子の標準化得点 (範囲: 0-100) は、以下の式に基づいて算出した:

$$\text{各因子に含まれる項目の得点の合計} \div 30 \times 100$$

慢性疲労と急性疲労については、標準化得点が高いほど疲労度が高いことを示し、勤務間回復については、標準化得点が高いほど回復度が高いことを示す。カットオフは、慢性疲労と急性疲労については第 3 四分位点、勤務間回復については第 1 四分位点とした。本研究における Cronbach's α 係数は 0.76-0.85 であった。

2) 労働状況

勤務体制は対象者による回答に基づき、その内容の正確性は管理者に確認を依頼した。さらに、前月の総残業時間と夜勤回数の回答を依頼した。日本では、2 交代制の夜勤回数は 3 交代制の夜勤回数の約 2 倍であるため、2 交代制の夜勤回数は 2 倍にして扱った (Kida & Takemura, 2022)。

3) 睡眠の質

前月の睡眠の質を評価するために、日本語版ピッツバーグ睡眠質問票を用いた (土井ら, 1998)。この尺度は 19 項目からなり、睡眠の質、入眠潜時、睡眠時間、睡眠効率、睡眠困難、眠剤の使用、日中覚醒困難の 7 つの要素で構成されている。本研究では、これらの要素の合計得点 (範囲: 0-21) を算出して分析に使用した。このスコアが高いほど睡眠の質が低いことを意味する。本研究では、Cronbach's α 係数は 0.70 であった。

4) 余暇活動

過去の看護職を対象とした調査 (未発表) および先行研究 (久保ら, 2013) の報告をもとに、1) 運動 (テニス、ウォーキングなど) をする (運動志向)、2) とにかく寝る (睡眠志向)、3) 休日は活動するようにしている (活動志向) の項目について、2 択 (はい・いいえ) で回答を依頼した。

5) 対象者属性と組織データ

対象者の属性データとして、年齢、性別、勤続年数、職業 (正看護師、助産師)、学歴 (専門学校、学士号、修士号、博士号)、家庭役割 (配偶者の有無、子どもの有無、家庭介護の役割) の回答を依頼した。また、病院の種類 (大学病院、その他) に関する情報を収集した。

5. 統計解析

データは平均値 (標準偏差 [SD]) または度数 (%) を用いて要約した。勤務体制別に疲労や回復以外の変数を比較するために、Student の t 検定、 χ^2 検定、Fisher の正確検定を行った。また、勤務体制による急性疲労、勤務間回復、および慢性疲労の差異を明らかにするために、勤務体制によって有意差のあった変数を調整した一般線形モデルを行った。多変量ロジスティッ

ク回帰モデルを用いて（単変量解析で $P < 0.100$ の変数を調整）、カットオフに基づく高度の急性・慢性疲労、および不十分な勤務間回復の関連要因を評価した。

ベン図を用いて、OFER-J の因子ごとにカットオフ値を超える、または下回る者をプロットし、下記の3つのグループを特定した：1) 全因子においてカットオフ未満（勤務間回復の場合はカットオフよりも大きい）（低リスク）、2) 1-2 個の因子においてがカットオフを上回る（勤務間回復の場合は下回る）（中リスク）、3) 全ての因子についてカットオフを上回る（勤務間回復の場合は下回る）（高リスク）。勤務体制によらず、慢性疲労度は、高リスクグループ、中リスクグループ、低リスクグループの順で高かった。そこで、順序ロジスティック回帰モデルを用いて、これらのグループに関連する因子を検討した。モデルの適合度に関する χ^2 検定が有意であったため ($P < 0.001$)、以下のモデルに基づいてオッズ比 (OR) を推定した：1) モデル1：低リスクグループ vs. 中・高リスクグループ、2) モデル2：低・中リスクグループ vs. 高リスクグループ。このモデルでは、共変量として学歴、職業、病院種類を含めた。勤務体制によって関連性が異なる要因については、勤務体制との交互作用を評価した。統計解析は JMP Pro Software ver. 16.0 (SAS) を用いて実施し、有意水準は 5%とした。

6. 倫理的配慮

本研究の実施にあたり、著者らが所属する大学院の倫理審査委員会の承認を得た（承認番号：20-49）。すべての対象者には、質問票に同封された本研究を説明する文書を配布した。この説明文書では、匿名性が約束されており、辞退する場合には不利益を被ることはない旨を明記した。

III. 結果

各勤務体制における 807 名の対象者の属性や労働状況などの要約は表 1 に示す。性別、配偶者の有無、家庭内の介護役割について、3 交代制と 2 交代制の間に統計的有意差があった。余暇活動と睡眠の質については、勤務体制による統計的有意差はなかった。残業時間と夜勤回数については、勤務体制によって有意に異なっていた。

表 1. 看護職の属性と労働状況

	全体 (n = 807)		3交代制 (n = 359)		2交代制 (n = 448)		P 値
	平均値/N	SD/%	平均値/N	SD/%	平均値/N	SD/%	
年齢							
20-29 歳	369	45.7	169	47.1	200	44.6	0.385 ^a
30-39 歳	223	27.6	95	26.5	128	28.6	
40-49 歳	144	17.8	69	19.2	75	16.7	
≥50 歳	71	8.8	26	7.2	45	10.0	
看護職経験年数							
1-5 年	337	41.8	152	42.3	185	41.3	0.938 ^a
6-10 年	168	20.8	75	20.9	93	20.8	
> 10 年	302	37.4	132	36.8	170	37.9	
性別							
女性	700	86.7	322	89.7	378	84.4	0.027^a
職種							
正看護師	763	94.5	328	91.4	435	97.1	< 0.001^a
助産師	44	5.5	31	8.6	13	2.9	
学歴							
専門学校	451	55.9	193	53.8	258	57.6	< 0.001^a
大学	331	41.0	150	41.8	181	40.4	
大学院	25	3.1	16	4.5	9	2.0	
婚姻状況							
既婚	241	29.9	85	23.7	156	34.8	< 0.001^a
未婚	566	70.1	274	76.3	292	65.2	
子の有無							
いる	70	8.7	24	6.7	46	10.3	0.072 ^a
家庭内の介護役割							
あり	22	2.7	4	1.1	18	4.0	0.015^b
活動志向							
はい	144	17.8	73	20.3	71	15.8	0.098 ^a
睡眠志向							
はい	526	65.2	237	66.0	289	64.5	0.655 ^a
運動志向							
はい	132	16.4	59	16.4	73	16.3	0.957 ^a
夜勤回数							
1-2	24	3.0	20	5.6	4	0.9	< 0.001^b
3-5	252	31.2	232	64.6	20	4.5	
6-8	265	32.8	105	29.2	160	35.7	
≥9	266	33.0	2	0.6	264	58.9	
残業時間							
<10 時間	362	44.9	157	43.7	205	45.8	0.004^a
10-19 時間	254	31.5	97	27.0	157	35.0	
20-29 時間	129	16.0	68	18.9	61	13.6	
≥ 30 時間	62	7.7	37	10.3	25	5.6	
病院の種類							
大学病院	370	45.9	167	46.5	203	54.7	0.732 ^a
その他	437	54.1	192	53.5	245	45.3	
睡眠の質 (PSQI 得点)	7.2	3.1	7.1	3.1	7.2	3.2	0.556 ^c

SD：標準偏差，PSQI：ピッツバーグ睡眠質問票

^aχ² 検定，^bFisher の正確検定，^cStudent の t 検定

1. 慢性疲労・急性疲労・勤務間回復

3交代制では、慢性疲労、急性疲労、勤務間回復の平均（SD）スコアは、それぞれ 51.4（19.6）点、62.8（18.4）点、34.6（19.0）点であった。2交代制では、平均点（SD）はそれぞれ 52.1（18.8）点、64.0（18.6）点、38.0（19.6）点であった。勤務間回復については、3交代制が2交代制より低かった（ $P = 0.014$ ）。この差は、勤務体制によって異なる変数（表 1）および共変量（学歴、職種、病院の種類）を調整しても一貫していた（ $P = 0.028$ ）。OFER-Jスコアのカットオフを超えた者（勤務間回復については下回った者）は、3交代制において慢性疲労 31.2%、急性疲労 21.2%、勤務間回復 25.6%であった。2交代制では、慢性疲労 29.9%、急性疲労 23.0%、勤務間回復 22.8%であった。ベン図は、高度の疲労と不十分な勤務間回復状態の併存を示しており、勤務体制による各グループの割合に有意差はなかった（図 1A）。

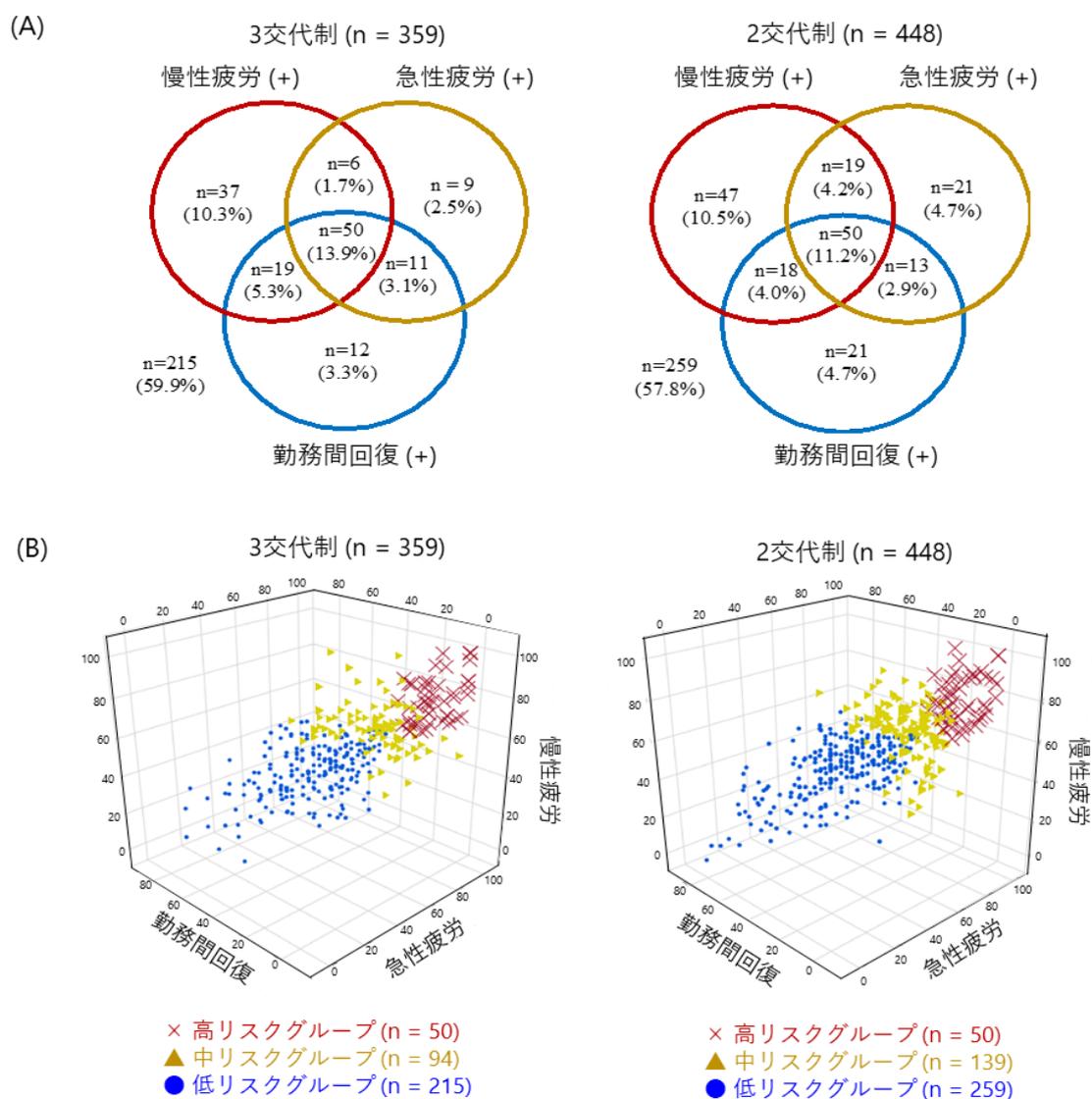


図 1. 各勤務体制における疲労と回復の特徴

- (A) 赤と黄色の領域：慢性・急性疲労のそれぞれのスコア > 75 パーセントイル
 青の領域：勤務間回復のスコア < 25 パーセントイル
 (B) 慢性・急性疲労はスコアが高いほど疲労が強くなり、勤務間回復はスコアが高いほど良好な回復であることを意味する。

2. 慢性疲労・急性疲労・勤務間回復の関連要因

表2に示すように、慢性疲労、急性疲労、勤務間回復の関連要因は、勤務体制に関わらず、睡眠の質と残業時間であった。3交代制の場合、慢性疲労の他の関連因子は、年齢（20代 vs. 40代, OR = 0.24, 95%信頼区間 [CI] = 0.10, 0.59）と子の有無（OR = 0.08, 95%CI = 0.01, 0.76）であった。さらに、活動志向であることは良好な勤務間回復と関連していた（OR = 0.40, 95% CI = 0.17, 0.94）。2交代制では、活動志向であることは、慢性疲労の程度が低いことに関連していた（OR = 0.44, 95% CI = 0.21, 0.89）。急性疲労については、年齢（20代 vs. 40代, OR = 2.29, 95% CI = 1.13, 4.66）、性別（OR = 2.98, 95% CI = 1.18, 7.56）、睡眠志向（OR = 1.81, 95% CI = 1.02, 3.22）が関連要因であった。

3. 重度の慢性疲労の関連要因

多変量順序ロジスティックモデルでは、睡眠の質と残業時間が2つの勤務体制において関連因子であった（表3）。3交代制では、モデル1において年齢（20代 vs. 40代, OR = 0.29, 95%CI = 0.14, 0.63）が関連要因であった。2交代制では、女性であること（OR = 2.03, 95%CI = 1.06, 3.87）がモデル1において有意な関連要因であり、40代であること（vs. 20代, OR = 3.04, 95% CI = 1.15, 8.03）がモデル2において関連要因として特定された。

表 2. 勤務体制別にみた慢性疲労, 急性疲労, 勤務間回復の関連要因

	慢性疲労		急性疲労		勤務間回復	
	3交代制	2交代制	3交代制	2交代制	3交代制	2交代制
	(n = 359)	(n = 447)	(n = 359)	(n = 447)	(n = 359)	(n = 447)
	オッズ比 (95% CI)	オッズ比 (95% CI)	オッズ比 (95% CI)	オッズ比 (95% CI)	オッズ比 (95% CI)	オッズ比 (95% CI)
年齢 (ref, 20-29 歳)						
30-39 歳	0.55 (0.28, 1.07)	N/A ^a	1.20 (0.61, 2.37)	0.96 (0.52, 1.77)	N/A ^a	N/A ^a
40-49 歳	0.24 (0.10, 0.59)***	-	0.50 (0.20, 1.30)	2.29 (1.13, 4.66)*	-	-
≥50 歳	0.33 (0.10, 1.08)	-	1.96 (0.67, 5.74)	1.78 (0.70, 4.51)	-	-
性別 (ref, 男性)						
女性	1.22 (0.42, 3.52)	N/A ^a	2.59 (0.55, 12.21)	2.98 (1.18, 7.56)*	1.25 (0.42, 3.73)	1.98 (0.88, 4.46)
婚姻状況 (ref, 未婚)						
既婚	1.44 (0.68, 3.06)	0.85 (0.52, 1.38)	0.78 (0.36, 1.69)	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a
子の有無 (ref, いない)						
いる	0.08 (0.01, 0.76)*	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a
家庭内介護役割 (ref, なし)						
あり	10.67 (0.43, 264.43)	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a
活動志向 (ref, いいえ)						
はい	0.87 (0.42, 1.78)	0.44 (0.21, 0.89)*	N/A ^a	N/A ^a	0.40 (0.17, 0.94)*	N/A ^a
睡眠志向 (ref, いいえ)						
はい	1.82 (0.96, 3.45)	N/A ^a	N/A ^a	1.81 (1.02, 3.22)*	1.56 (0.84, 2.89)	1.46 (0.85, 2.49)
運動志向 (ref, いいえ)						
はい	0.59 (0.23, 1.46)	0.59 (0.31, 1.15)	0.36 (0.11, 1.10)	N/A ^a	0.65 (0.25, 1.66)	N/A ^a
睡眠の質 (PSQI 得点)	1.24 (1.13, 1.36)***	1.18 (1.10, 1.27)***	1.21 (1.10, 1.33)***	1.21 (1.12, 1.31)***	1.27 (1.16, 1.39)***	1.23 (1.14, 1.33)***
夜勤回数 (ref, 1-2)						
3-5	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a	N/A ^a
6-8	-	-	-	-	-	-
≥9	-	-	-	-	-	-
残業時間 (ref, <10 時間)						
10-19 時間	1.88 (0.93, 3.81)	2.47 (1.49, 4.12)***	1.39 (0.64, 3.01)	2.12 (1.21, 3.72)**	0.84 (0.40, 1.74)	2.11 (1.22, 3.66)**
20-29 時間	5.08 (2.38, 10.82)***	2.41 (1.24, 4.69)***	2.49 (1.14, 5.45)*	1.54 (0.72, 3.28)	2.52 (1.21, 5.23)*	1.52 (0.72, 3.20)
≥30 時間	5.84 (2.26, 15.07)***	7.98 (3.10, 20.51)***	2.17 (0.81, 5.81)	6.61 (2.53, 17.25)***	2.81 (1.12, 7.06)*	2.96 (1.10, 7.94)*

CI: 信頼区間, PSQI: ピッツバーグ睡眠質問票, N/A: 該当なし

^a単変量解析において $P > 0.100$ であった変数. * $P < 0.050$; ** $P < 0.010$; *** $P < 0.001$.

表3. 重度の慢性疲労の関連要因(順序ロジスティック回帰モデル)

	3交代制(n=359) オッズ比(95% CI)	2交代制(n=447) オッズ比(95% CI)
Model 1 (低リスク vs. 中・高リスクグループ)		
年齢 (ref, 20-29 歳)		
30-39 歳	0.86 (0.47, 1.59)	0.82 (0.49, 1.37)
40-49 歳	0.29 (0.14, 0.63)**	1.04 (0.54, 2.00)
≥50 歳	0.50 (0.18, 1.41)	0.73 (0.32, 1.68)
性別 (ref, 男性)		
女性	1.15 (0.44, 2.96)	2.03 (1.06, 3.87)*
婚姻状況 (ref, 未婚)	1.37 (0.69, 2.75)	1.18 (0.72, 1.93)
子の有無 (ref, いない)	0.28 (0.07, 1.10)	N/A ^a
活動志向 (ref, いいえ)	0.63 (0.32, 1.22)	N/A ^a
睡眠志向 (ref, いいえ)	1.77 (0.99, 3.14)	1.50 (0.94, 2.38)
運動志向 (ref, いいえ)	0.68 (0.31, 1.51)	N/A ^a
睡眠の質 (PSQI 得点)	1.20 (1.10, 1.31)***	1.23 (1.14, 1.32)***
残業時間 (ref, <10 時間)		
10-19 時間	1.84 (0.97, 3.46)	1.98 (1.24, 3.16)**
20-29 時間	3.17 (1.56, 6.45)**	1.95 (1.03, 3.67)*
≥30 時間	4.66 (1.86, 11.7)**	5.43 (2.08, 14.17)***
Model 2 (低・中 vs. 高リスクグループ)		
年代 (ref, 20-29)		
30-39	0.98 (0.43, 2.22)	2.13 (0.92, 4.94)
40-49	0.50 (0.15, 1.65)	3.04 (1.15, 8.03)*
≥50	1.70 (0.48, 5.98)	1.54 (0.42, 5.61)
性別 (ref, 男性)		
女性	2.17 (0.25, 18.98)	1.58 (0.54, 4.66)
婚姻状況 (ref, 未婚)	0.90 (0.32, 2.53)	2.02 (0.96, 4.24)
子の有無 (ref, いない)	N/A ^b	N/A ^a
活動志向 (ref, いいえ)	0.54 (0.18, 1.63)	N/A ^a
睡眠志向 (ref, いいえ)	1.36 (0.59, 3.13)	1.69 (0.79, 3.61)
運動志向 (ref, いいえ)	0.32 (0.07, 1.55)	N/A ^a
睡眠の質 (PSQI 得点)	1.29 (1.15, 1.46)***	1.30 (1.16, 1.44)***
残業時間 (ref, <10 時間)		
10-19 時間	1.32 (0.49, 3.53)	3.25 (1.41, 7.51)**
20-29 時間	3.41 (1.32, 8.83)*	2.83 (1.02, 7.84)*
≥30 時間	3.86 (1.19, 12.52)*	7.23 (2.08, 25.12)**

CI: 信頼区間, PSQI: ピッツバーグ睡眠質問票, N/A: 該当なし

^a単変量解析 $P > 0.100$ であった変数

^bモデルにおいてオッズ比が推定できなかった変数

* $P < 0.050$, ** $P < 0.010$, *** $P < 0.001$

4. 重度の慢性疲労における勤務体制と属性要因の交互作用

以上の結果から、年齢と性別について、中・高リスクグループのリスクに対する勤務体制の交互作用を検討した。年齢については、主効果 ($P = 0.006$) および勤務体制との交互作用 ($P = 0.020$) が有意であり、2交代制では年齢に関係なくリスクは一定であったが、3交代制では中リスクグループと高リスクグループとなるリスクが低くなる傾向が確認された (図 2A)。性別では、勤務体制との有意な交互作用は認められなかった ($P = 0.965$) (図 2B)。

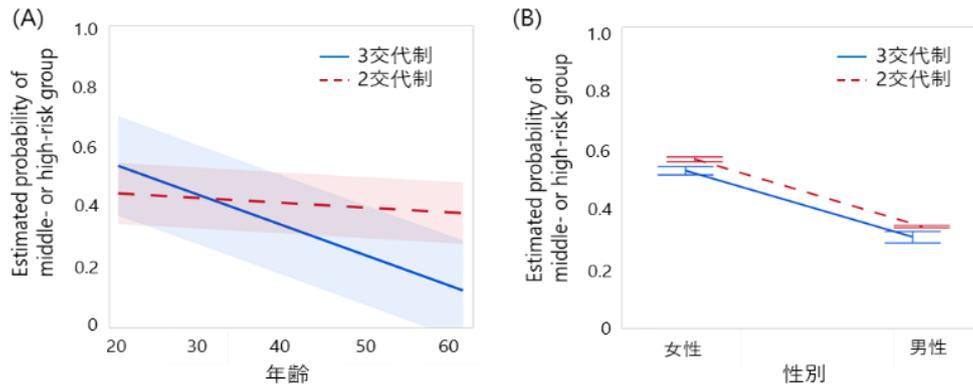


図 2. 重度の慢性疲労に対する属性要因 (A: 年齢, B: 性別) と勤務体制の交互作用

図中の確率は共変量 (教育レベル, 職業, 病院の種類) を調整したロジスティック回帰モデルを用いて推定した. 網掛け部分 (A) と誤差バー (B) は 95% 信頼区間を示す.

- 中リスクグループ (Middle-risk group) : Occupational Fatigue/Exhaustion Recovery scale の 1-2 個の因子スコアが 75 パーセントイルを超える (勤務間回復では 25 パーセントイル未満) グループ
- 高リスクグループ (High-risk group) : Occupational Fatigue/Exhaustion Recovery scale の 1-2 個の因子スコアが 75 パーセントイルを超える (勤務間回復では 25 パーセントイル未満) グループ

IV. 考察

本研究では, 3 交代制と 2 交代制に従事する看護職における疲労と勤務間回復を評価し, 勤務間回復が不十分なことによる重度の慢性疲労の関連要因を特定した. 慢性疲労度が最も高かったのは高リスクグループであり, この結果は, 慢性疲労を最小限にするためには, 勤務間回復への対策が不可欠であることを強調している. 3 交代制の看護職は, 2 交代制よりも勤務間回復が有意に低く, この結果は共変量で調整した場合も一貫していた. この知見は, 韓国の 3 次病院の看護職 (n = 227) を対象とした Hong et al. (2021) の報告と一致しており, 3 交代制は 2 交代制よりも勤務間回復を脅かす勤務体制であると示唆された. 3 交代制は異なる種類の勤務が短期間のうちに交代するため, 勤務間の間隔が短くなりやすい (Costa et al., 2014, Min et al., 2022). さらに, 12 時間以上の勤務間の休息時間の取得状況に関する日本の調査では, 2 交代制では 40.5% が取得していたのに対し, 3 交代制は 22.9% であった (日本医療労働組合連合会, 2017). このように, 3 交代制においては回復にとって重要な勤務間の休息時間が短縮されやすく, 勤務間回復が損なわれるという特徴があると考えられた.

いずれの勤務体制においても, 残業時間と低い睡眠の質が, 勤務間回復の低下と疲労に関連する重要な要因であった. 質の高い睡眠は, 疲労回復プロセスにおいて不可欠な役割を果たす. 先行研究において, 睡眠の質は勤務間回復や慢性疲労と関連することが明らかにされており (Fang et al., 2013), 今回の結果もこの知見と一致していた. 残業については, 先行研究では疲労や勤務間回復との有意な関連は明らかではなかった. しかし, この先行研究では, 残業の有無は評価していたものの, その長さは評価していない (Sagherian et al., 2017). これに対して本研究は, Min et al. (2022) のアプローチと同様に, 看護職の回答に基づいて残業時間を評価した. 残業時間は労働時間を延長し, 急性疲労を増加させる. また, 残業時間は, 回復のための休息時間を必然的に短縮するため, 勤務間回復を妨げる. したがって, 不十分な勤務間回復に起因

する深刻な慢性疲労を防ぐためには、残業時間を制限する対策が不可欠である。

3交代制では、余暇における活動志向は、良好な勤務間回復に関連することが明らかになった。したがって、3交代制では余暇に何らかの活動に従事するなど、非労働時間を良くコントロールして過ごすことが、回復にとって有益であると考えられた。交代制勤務看護職において、家族の役割と回復との関連は明らかではない (Gifkins et al., 2020)。Fang et al. (2008) は、配偶者の存在と勤務間回復との間に負の関連があると報告していた。一方で本研究では、子どもを持つなどの家庭的役割を担う看護職は、慢性疲労リスクが低かった。この結果は、家庭役割を担う看護職は、そうではない看護職よりも慢性疲労のレベルが低いという先行研究の結果と一致している (Winwood et al., 2006; Yu et al., 2019)。このことから、3交代制の看護職にとって、家族の一員であるとともに家庭における役割を持つことは、その追加的な要求を上回る価値を持ち、慢性疲労に対する保護効果を持つものであると考えられた (Winwood et al., 2006)。

2交代制においては、活動志向であることは低度の慢性疲労と関連していた。Winwood et al. (2007) は、余暇活動への関与が看護職を含む労働者の慢性疲労の抑制に関連することを報告している。また、日本の交代制勤務看護職においても、余暇活動に従事することが疲労回復に有効であることが示唆されている (久保ら, 2013)。本研究の結果は、これらの研究の結果を支持するものであり、余暇活動への従事は、慢性疲労の緩和に有益であることが示唆された。余暇活動と疲労・回復の因果関係を明らかにするためには、その活動の詳細も含めた追加の縦断的研究が必要である。属性要因については、40代であること、女性であることが高度の慢性・急性疲労と関連していた。先行研究では、女性看護職は男性看護職よりも疲労や睡眠障害のリスクが高いことが報告されている (Jones et al., 2015)。

年齢と勤務体制の交互作用は、重度の慢性疲労リスクと関連していた。この結果に基づき、40歳以上の看護職における勤務体制は、2交代制よりも3交代制の方が望ましい可能性が考えられた。この知見は、中高年の看護職が、12時間勤務でより大きな疲労を経験し、勤務間に疲労を解消することが困難であったという質的研究の報告と一致するものであった (Suter et al., 2020)。中高年の看護職は、加齢に伴う身体機能の低下により、長時間の勤務に対する耐性が低下している可能性がある。このことから、今後の研究では、勤務体制を考慮した上で加齢に関係した交代制勤務の耐性について検討する必要がある。

1. 疲労管理に対する示唆

本研究は、交代制勤務看護職の疲労管理に対していくつかの示唆を与える。第1に、管理者は各勤務体制の看護職において、不十分な回復に伴う重度の慢性疲労を防ぐために、残業時間の制限を検討する必要がある。そのために、残業を強いるような組織文化を見直すとともに、業務の標準化を奨励し、適切な人員配置を維持することが望ましい (Min et al., 2022)。また、看護職の睡眠の質に対する配慮も不可欠であり、組織レベルでは、睡眠教育が職場における有益な支援となり得る。看護職個人においては、アロマ療法 (Kang et al., 2020) などの一定のエビデンスに基づいた、睡眠の質向上のための行動が推奨される。第2に、3交代制の管理者は、勤務間隔が短くなるシフトスケジュールリングを避けるべきである。この対策は、勤務以外の時間において、家族としての役割や活動を維持するために有効である。最後に、40歳以上の看護職は、2

交代制において悪影響が生じやすい傾向が確認された。このことから、深刻な慢性疲労を予防するために、看護職と管理者が勤務体制の選択や編成する際に、看護職の年齢の考慮が必要であることが示唆された。

2. 研究の限界

本研究にはいくつかの限界がある。第1に、本研究は特定の対象者に基づく横断的デザインであるため、因果関係を明確にすることは不可能であるとともに、一般化可能性も制限される。第2に、すべてのデータは自記式質問票から得られたものであるが、その信頼性やバイアスの可能性は検証できなかった。第3に、本研究で測定した変数は限局されたものである。例えば、その他の組織的要因（労働負担、サポート）、休息条件（休日、休息期間）、特定の個人的要因やライフスタイル要因の詳細は評価しなかった。最後に、本研究はコロナウイルス感染症（COVID-19）の流行期に実施された。そのため、対象者の労働負担は通常時よりも増加し、疲労、勤務間回復、および労働状況（残業時間の増加など）などの変数に影響を及ぼし、余暇活動の制限もあったと考えられる。さらに、COVID-19患者の看護を担当した看護職とその労働条件への影響を評価することはできなかった。しかし、COVID-19の状況を考慮し、対象病院の看護管理者と相談しながら、本研究への影響を最小限にするために調査期間を決定した。調査当時、日本では感染症が全国的に急速に拡大した場合に発令される緊急事態宣言が発令されておらず、新規陽性患者数は減少傾向にあった。

V. 結論

本研究により、3交代制の看護職は2交代制よりも勤務間回復が低いという勤務体制の特徴が明らかになった。家庭での役割や余暇活動に従事することは、3交代制の看護職の勤務間回復を向上し、2交代制の看護職の慢性疲労を軽減する可能性が示唆された。さらに、40歳以上の看護職は、長時間勤務による重度の慢性疲労のリスクがより高いことを考慮し、看護職およびその管理者は、勤務体制を選択する際に看護職の年齢を考慮する必要があると示唆された。重度の慢性疲労をもたらす勤務間回復の低下を防ぐために、残業時間の閾値、適切な睡眠条件の詳細、属性要因に基づく勤務体制の適正な選定に関して、追加の研究が必要である。

本章の内容は、以下の論文で公表したものである。

Yamaguchi, S., Winwood, P. C., & Yano, R. (2022). Chronic fatigue and recovery among nurses working two-shift and three-shift rotations. *Collegian*, 30 (6), 786-794. <https://doi.org/10.1016/j.colegn.2023.06.001>

引用文献

- Barker, L. M., & Nussbaum, M. A. (2011). Fatigue, performance and the work environment: A survey of registered nurses: Fatigue, performance and the work environment. *Journal of Advanced Nursing*, 67(6), 1370–1382. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2010.05597.x>
- Bazazan, A., Dianat, I., Mombeini, Z., Aynehchi, A., & Asghari Jafarabadi, M. (2019). Fatigue as a mediator of the relationship between quality of life and mental health problems in hospital nurses. *Accident Analysis & Prevention*, 126, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.01.042>
- Costa, G. (2010). Shift work and health: Current problems and preventive actions. *Safety and Health at Work*, 1(2), 112–123. <https://doi.org/10.5491/SHAW.2010.1.2.112>
- Costa, G., Anelli, M. M., Castellini, G., Fustinoni, S., & Neri, L. (2014). Stress and sleep in nurses employed in “3 × 8” and “2 × 12” fast rotating shift schedules. *Chronobiology International*, 31(10), 1169–1178. <https://doi.org/10.3109/07420528.2014.957309>
- 土井由利子, 簗輪眞澄, 大川匡子, 内山真 (1998) . ピッツバーグ睡眠質問票日本語版の作成, 精神科治療学, 13(6), 755–763.
- Driscoll, A., Grant, M. J., Carroll, D., Dalton, S., Deaton, C., Jones, I., Lehwaldt, D., McKee, G., Munyombwe, T., & Astin, F. (2018). The effect of nurse-to-patient ratios on nurse-sensitive patient outcomes in acute specialist units: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 17(1), 6–22. <https://doi.org/10.1177/1474515117721561>
- Fang, J., Kunaviktikul, W., Olson, K., Chontawan, R., & Kaewthummanukul, T. (2008). Factors influencing fatigue in Chinese nurses. *Nursing & Health Sciences*, 10(4), 291–299. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2018.2008.00407.x>
- Fang, J., Qiu, C., Xu, H., & You, G. (2013). A model for predicting acute and chronic fatigue in Chinese nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 69(3), 546–558. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2012.06029.x>
- Gifkins, J., Johnston, A., Loudoun, R., & Troth, A. (2020). Fatigue and recovery in shiftworking nurses: A scoping literature review. *International Journal of Nursing Studies*, 112, 103710. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103710>
- Gurubhagavatula, I., Barger, L. K., Barnes, C. M., Basner, M., Boivin, D. B., Dawson, D., Drake, C. L., Flynn-Evans, E. E., Mysliwiec, V., Patterson, P. D., Reid, K. J., Samuels, C., Shattuck, N. L., Kazmi, U., Carandang, G., Heald, J. L., & Van Dongen, H. P. A. (2021). Guiding principles for determining work shift duration and addressing the effects of work shift duration on performance, safety, and health: Guidance from the American Academy of Sleep Medicine and the Sleep Research Society. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 17(11), 2283–2306. <https://doi.org/10.5664/jcsm.9512>
- Hong, J., Kim, M., Suh, E. E., Cho, S., & Jang, S. (2021). Comparison of fatigue, quality of life, turnover intention, and safety incident frequency between 2-shift and 3-shift Korean nurses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 7953. <https://doi.org/10.3390/ijerph18157953>

- 日本医療労働組合連合会 (2017) . 看護職員の労働実態調査「報告書」 .
<http://irouren.or.jp/research/%E3%80%8C2017%E5%B9%B4%E7%9C%8B%E8%AD%B7%E8%81%B7%E5%93%A1%E3%81%AE%E5%8A%B4%E5%83%8D%E5%AE%9F%E6%85%8B%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E3%80%8D%E7%B5%90%E6%9E%9C%EF%BC%88PDF%29.pdf>. (2022年10月31日参照) .
- 日本看護協会 (2013) .看護職の夜勤・交代制勤務に関するガイドライン.
<https://www.nurse.or.jp/nursing/shuroanzen/yakinkotai/guideline/index.html>. (2022年10月31日参照)
- Jones, G., Hocine, M., Salomon, J., Dab, W., & Temime, L. (2015). Demographic and occupational predictors of stress and fatigue in French intensive-care registered nurses and nurses' aides: A cross-sectional study. *International Journal of Nursing Studies*, 52(1), 250–259.
<https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2014.07.015>
- Kang, J., Noh, W., & Lee, Y. (2020). Sleep quality among shift-work nurses: A systematic review and meta-analysis. *Applied Nursing Research*, 52, 151227. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2019.151227>
- Kida, R., & Takemura, Y. (2022). Working conditions and fatigue in Japanese shift work nurses: A cross-sectional survey. *Asian Nursing Research*, 16(2), 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2022.03.001>
- 久保 智英 ,高橋 正也, ミカエル・サリーネン, 久保 善子, 鈴村 初子 (2013) .生活活動と交代勤務スケジュールからみた交代勤務看護職の疲労回復. 産業衛生学雑誌, 55(3), 90–102.
<https://doi.org/10.1539/sangyoeisei.B12004>.
- McEwen, B. S. (1998). Stress, adaptation, and disease: Allostasis and allostatic load. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 840(1), 33–44. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb09546.x>
- Min, A., Hong, H. C., & Kim, Y. M. (2022). Work schedule characteristics and occupational fatigue/recovery among rotating-shift nurses: A cross-sectional study. *Journal of Nursing Management*, 30(2), 463–472. <https://doi.org/10.1111/jonm.13511>
- 厚生労働省 (2019) .医療従事者の需給に関する検討会 看護職員需給分科会 中間とりまとめ (概要) . <https://www.mhlw.go.jp/content/10805000/000567573.pdf>. (2023年4月15日参照)
- Needleman, J., Buerhaus, P., Pankratz, V. S., Leibson, C. L., Stevens, S. R., & Harris, M. (2011). Nurse staffing and inpatient hospital mortality. *New England Journal of Medicine*, 364(11), 1037–1045.
<https://doi.org/10.1056/NEJMsa1001025>
- Rutledge, D. N., Douville, S., Winokur, E., Drake, D., & Niedziela, D. (2021). Impact of engagement factors on nurses' intention to leave hospital employment. *Journal of Nursing Management*, 29(6), 1554–1564. <https://doi.org/10.1111/jonm.13287>
- Sagherian, K., Clinton, M. E., Abu-Saad Huijjer, H., & Geiger-Brown, J. (2017). Fatigue, work schedules, and perceived performance in bedside care nurses. *Workplace Health & Safety*, 65(7), 304–312.
<https://doi.org/10.1177/2165079916665398>
- Suter, J., Kowalski, T., Anaya-Montes, M., Chalkley, M., Jacobs, R., & Rodriguez-Santana, I. (2020). The impact of moving to a 12h shift pattern on employee wellbeing: A qualitative study in an acute mental health setting. *International Journal of Nursing Studies*, 112, 103699.

<https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103699>

- Ungard, W., Kroger-Jarvis, M., & Davis, L. S. (2019). The impact of shift length on mood and fatigue in pediatric registered nurses. *Journal of Pediatric Nursing*, 47, 167–170. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2019.05.014>
- Winwood, P. C., Bakker, A. B., & Winefield, A. H. (2007). An investigation of the role of non-work-time behavior in buffering the effects of work strain. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 49(8), 862–871. <https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e318124a8dc>
- Winwood, P. C., Winefield, A. H., Dawson, D., & Lushington, K. (2005). Development and validation of a scale to measure work-related fatigue and recovery: The Occupational Fatigue Exhaustion/Recovery Scale (OFER). *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(6), 594–606. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000161740.71049.c4>
- Winwood, P. C., Winefield, A. H., & Lushington, K. (2006). Work-related fatigue and recovery: The contribution of age, domestic responsibilities and shiftwork. *Journal of Advanced Nursing*, 56(4), 438–449. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.04011.x>
- Yamaguchi, S., Sato, M., Sumi, N., Ito, Y. M., Winwood, P. C., & Yano, R. (2022). Psychometric properties of the Japanese version of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale among shift-work nurses. *Journal of Occupational Health*, 64(1). <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12325>
- Yu, F., Somerville, D., & King, A. (2019). Exploring the impact of 12-hour shifts on nurse fatigue in intensive care units. *Applied Nursing Research*, 50, 151191. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2019.151191>

第5章 看護師の離職リスクの予測的バイオマーカーとしての 唾液 cortisol プロファイルの有用性：予備的研究

Utility of salivary cortisol profile as a predictive biomarker in nurses' turnover risk : A preliminary study

I. 背景

世界の医療現場では看護師不足が蔓延し、この不足は医療従事者全体の50%以上を占めている (World Health Organization, 2022)。この状況は、最適な人員配置や看護師の労働負担に影響し、ケアの質の低下、患者死亡率の増加、看護師の労働安全の悪化を招く (Aiken, 2002; Aiken et al., 2014; Duffield & O'Brien-Pallas, 2003; Needleman et al., 2011)。看護師不足に対する解決策のひとつは離職防止であり (Asakura et al., 2020; Hu et al., 2022)、看護師の離職の兆候を早期に発見し、対処することが重要である。

離職（率）と離職意向は、看護師の離職に関する研究において、一般的に用いられる変数である (Blytt et al., 2022; Dewanto & Wardhani, 2018; Han et al., 2020)。これらの変数には、看護管理者が想定できない個人的な決断から生じる従業員主導の離職と、従業員のパフォーマンスに関連した解雇（雇用者主導の離職）が含まれる。したがって、看護管理者は離職のこのような状況の違いを考慮して、様々な対策を検討する必要がある。Hom et al. (2012) は、従業員の就業継続や退職に関する動機付けについて、これらの心理状態を、希望する就業状況とその希望に対するコントロール（退職や就業継続の決定が完全に自分次第なのか否か）によって説明している。この理論によれば、*reluctant stayer* とは、退職したいができないと感じている者であり、求職活動の拡大によって離職を意図しうる者も含まれる。また、*reluctant stayer* は、労働者と組織の適合性が低く、仕事を回避する行動（欠勤など）や非生産的な職場行動（サボタージュなど）を示す可能性がある (Hom et al., 2012)。このことから看護管理者は、離職の初期兆候である *reluctant stayer* を認識することは、離職リスクのある看護師を特定し、離職防止のための介入を行うことに繋がると考えられる。

したがって、看護師の *reluctance to stay*（以下、就業継続困難感）の予測因子を特定することが不可欠である。個人の認識に基づく慢性疲労とバーンアウトは、看護師の就業継続困難感に対する予測因子となる。慢性疲労やバーンアウトは、過剰な労働負担や不適切な労働環境によって生じ、看護師の離職と関連することが数多く報告されている (Hayes et al., 2012; Leiter & Maslach, 2009; Rutledge et al., 2021)。慢性疲労は、看護師の興味や意欲の低下、現在の勤務を維持することへの疑念を引き起こす (Winwood et al., 2005)。バーンアウトは、長引く仕事のストレスの結果であり (Maslach et al., 2001; Maslach & Jackson, 1981)、仕事に対する否定的な感情を誘発し (Özkan, 2022; Roth et al., 2021)、看護師の離職率を高める。

しかし、慢性疲労やバーンアウトのみを予測因子として用いることには限界がある。ストレス、疲労、バーンアウトのサイクルは潜行的であり (Waddill-Goad, 2019)、個人がストレスや疲労、バーンアウトに気づかない場合には、離職リスクを検出することができない。さらに、こ

これらの主観的指標においては、想起バイアスや確認バイアスといった制御不能なバイアスが含まれるため、その精度には限界がある。

このような課題を踏まえ、医療従事者においては生理学的バイオマーカーを選択することが推奨されている (Joshi et al., 2022)。ストレスへの適応には、生体の反応 (例えば、視床下部-下垂体-副腎 [HPA] 系) が関与しており、アロスタティック負荷、すなわち慢性ストレスの累積負荷は、この反応の異常として病的反応と関連している (McEwen, 1998)。Cortisol は HPA 系の指標であり、労働ストレス (Soo-Quee Koh & Choon-Huat Koh, 2007; Yang et al., 2001)、慢性疲労 (Herane-Vives et al., 2020; Kumari et al., 2009)、医療従事者のバーンアウト (Marcil et al., 2022) との関連が示唆されている。職場環境への適用という観点では、簡便な point-of-care デバイスを用いて、唾液検体に含まれる cortisol を迅速かつ非侵襲的に測定することができる (Mitsuishi et al., 2022)。交代制勤務看護師を対象とした研究では、慢性疲労と関連する唾液 cortisol プロファイルが明らかにされている。1 ヶ月間に渡る cortisol プロファイルのうち、2 回の日勤において cortisol 濃度が低いというプロファイルは、看護師のより強い慢性疲労と関連していた (Yamaguchi et al., 2022a)。このように、唾液 cortisol プロファイルは看護師の慢性疲労との関連が示唆されているが (Yamaguchi et al., 2022a)、就業継続困難感の予測因子であるかどうかは明らかではない。

そこで、本予備的研究では、1 ヶ月間の異なる 3 回の日勤における唾液 cortisol プロファイルが、看護師の就業継続困難感の予測因子となるかどうかを検討した。さらに、唾液 cortisol プロファイルと主観的指標の併用により、看護師の就業継続困難感の予測性が向上する可能性を検討した。本研究の仮説は、3 回の日勤を通して唾液 cortisol 濃度が低いほど、看護師の就業継続困難感が高いというものであった。本研究は、実労働場面をフィールドとし、看護師の離職管理における唾液 cortisol プロファイルの有用性を検討する first step である。得られた知見は、離職リスク管理に新たな客観的指標を用いるための予備的な示唆を与えることが期待される。

II. 方法

1. 研究デザイン・対象者

この縦断的研究は、日本の大学病院で実施された。研究期間は 2021 年 10 月-2022 年 3 月であり、各対象者を 3 ヶ月間追跡した。対象者は、一般病棟で 2 交代制に従事する 23-41 歳の女性看護師 40 名であった。対象者の性別と年齢は、唾液 cortisol 値に影響を及ぼす要因であるため制限した (Yamaguchi et al., 2022a)。以下の除外基準を設定した：

- 新卒看護師
- 管理者
- 睡眠薬、抗精神病薬、抗うつ薬、ステロイド、経口避妊薬の常用
- 妊娠中
- 休職中
- 貧血、甲状腺疾患、糖尿病、月経不順、不眠症、不整脈、不眠症、自律神経失調症の治療を受けている

対象施設の管理者を通じて、本研究の概要を示したポスターを看護師に配布し、研究参加を募った。本研究は、北海道大学大学院保健科学研究所の倫理審査の承認を得て実施した（承認番号：21-43）。研究への参加にあたり、すべての対象者は研究者より研究内容、データの匿名性、参加は自由意志に基づき辞退する場合も不利益を被らないことに関して、文書・口頭による説明を受けた。最終的に、同意書に署名が得られた者を本研究の対象者とした。なお、対象者には、12,000円分の謝礼（QUOカード）を渡した。

2. 研究プロトコル

研究参加時において、対象者は属性、労働状況、疲労、バーンアウトに関する質問票に回答した。最初の1ヶ月間において、3回の日勤日の起床時に唾液採取を依頼した。3ヶ月後、対象者は疲労、バーンアウト、就業継続困難感について回答した（図1）。本研究では、予測因子の評価からアウトカム評価までの期間は3ヶ月であり、これは四半期に相当する。このように比較的短期間に離職リスクを評価することは、看護師不足の観点から、1) 離職リスクの早期発見と問題の深刻化の防止、および 2) 看護師の課題や不満を特定する機会の増加といった利点がある。

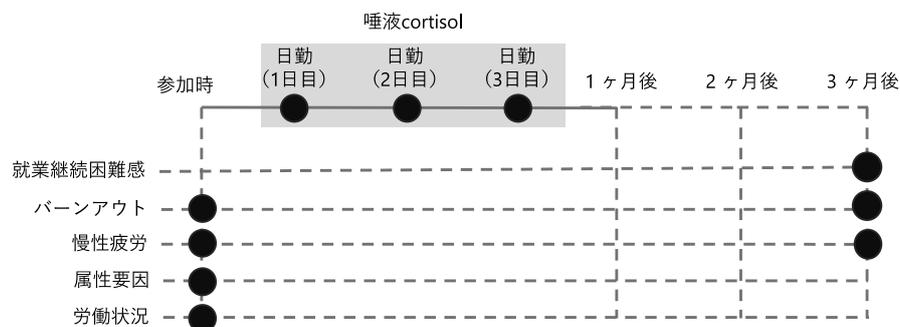


図1. 研究プロトコル

複数の影響因子（Obayashi, 2013）を考慮すると、唾液 cortisol を単一時点で測定することは適切ではない（Bani-Issa et al., 2020; Yamaguchi et al., 2022a）。複数回測定する方法として、1つは同一日に複数回測定する方法（例えば、起床時反応、日内変動）（Nakajima et al., 2012; Nater et al., 2008）、もう1つは日間傾向（Dahlgren et al., 2009; Yamaguchi et al., 2022a）を捉える方法がある。本研究では、測定負担や労働状況の影響を考慮し、日間傾向を捉える方法を選択した。さらに、朝方の唾液 cortisol は、看護師の労働ストレスや疲労と関連することが明らかにされている（Bani-Issa et al., 2020; Yamaguchi et al., 2022a; Yang et al., 2001）。勤務パターンやその他要因の影響を考慮し、先行研究（Yamaguchi et al., 2022a）より1時点多い3回の日勤を測定日として設定した。

3. 測定

1) 就業継続困難感

就業継続困難感は、3ヶ月後に「（現在の）仕事を続けることを、どれくらい困難に感じていますか？」という質問によって評価した。対象者は、0（まったくない）から10（この上なく困

難に感じる)までの範囲で回答した。先行研究では、看護師の離職意向は1つの項目で評価されることが一般的である (Austin et al., 2020; Ki & Choi-Kwon, 2022; Rutledge et al., 2021)。加えて、本研究の焦点は、唾液 cortisol プロファイルが就業継続困難感の程度の予測因子であるかどうかを検証することであった。実際には、看護師の離職意向の詳細な背景は、リスクスクリーニングの結果踏まえ、管理者によるその後の面談を通じて確認することができる。以上より本研究では、上述の単一項目により、就業継続困難感を評価した。

2) 唾液 cortisol

対象者は起床後にうがいをし、5分間安静にした後にディスプレイの手袋を装着し、Oral Fluid Collector (OFC) スワブ (SOMA bioscience 社) を用いて唾液を採取した。唾液を含んだ OFC スワブは 3mL の緩衝液ボトルに入れ、静かに混和させた後にボトルから取り出した。対象者には、唾液採取の前日は激しい運動や飲酒を避け、唾液を採取するまでは飲食や歯磨きを控えるように依頼した。また、対象者は唾液採取当日の起床時間、身体症状、気分 (イライラ、抑うつ感など) を記録したが、いずれも cortisol 濃度との相関は無かった。唾液検体ボトルは 37°C以下に保たれた状態で遮光袋に密封され、出勤時に研究者に提出された。

収集後、検体の安定性を保つため、機器のマニュアルに従って分析まで検体を冷凍保存した (最長2ヶ月)。唾液 cortisol の分析では、唾液を含む緩衝液を Lateral Flow Device (LFD) に3滴滴下した。濃度の分析では、SOMA CUBE Reader (SOMA bioscience 社) を用いた。なお、SOMA CUBE Reader による測定値 (Mitsuishi et al., 2022; Pacetti-Donelson, 2023)、および同様の測定原理に基づく測定値は (Ducker et al., 2020; Fisher et al., 2015)、酵素結合免疫吸着測定 (ELISA) 法と正の相関を示すことが明らかにされている。

各対象者は、唾液採取の詳細な方法について個別オリエンテーションを受けた (約1時間)。このオリエンテーションでは、唾液採取方法を記載したマニュアルを配布し、唾液採取は起床後5分間の安静後に実施するように十分に説明した。対象者は、これらの指示に従わなかった場合は研究者に報告すること、その場合は採取日を変更する必要性を理解し、同意した。実際に、唾液採取手順を違反したという報告はなく、説明した手順が遵守されていることを確認した。

3) バーンアウト

本研究では、日本語版バーンアウト尺度を使用した (久保, 2014)。17項目の本尺度は、原版の Maslach Burnout Inventory と同様に、情緒的消耗感、脱人格化、および個人的達成感の低下の3つの因子を5件法 (1: ない-5: いつもある) で測定するように構成されている。各因子のスコアとして、項目スコアの平均値を算出した。いずれの因子もスコアが高いほど、その状態が強いことを意味する。

4) 慢性疲労

日本語版 Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale を使用した。この尺度は、日本の交代制勤務看護師において、信頼性と妥当性が検証されている (Yamaguchi et al., 2022b)。本尺度は15項目で構成され、本研究では慢性疲労の5項目を分析に使用した。項目は7段階リッカート方

式（0：全くそう思わない-6：とてもそう思う）で構成される。因子標準化スコア（範囲：0-100）は以下の式で算出し、本研究では慢性疲労のスコアのみを使用した。

$$\text{慢性疲労に該当する 5 項目の得点の和} \div 30 \times 100$$

標準化スコアが高いほど慢性疲労の程度が強いことを示す。

5) 属性要因と労働状況

自記式質問票を用いて、対象者の属性要因と労働状況を評価した。要因には、年齢、看護師経験年数、body mass index (kg/m²)、配偶者の有無、子の有無、家庭での介護役割、飲酒習慣（飲む・飲まない）、喫煙習慣（ある・ない）を含めた。労働状況は、前月 1 ヶ月あたりの夜勤回数、前月 1 ヶ月あたりの総残業時間（10 時間未満、20 時間未満、20 時間以上）、前月におけるクイックリターン（ある勤務の終了から次の勤務の開始までの間隔が 11 時間未満）の有無、仕事量の変化の認識（前月比で減少、変化なし、増加）を評価した。

4. 統計解析

サンプルサイズは G*Power ver. 3.1.9.7 を用いて算出した。結果変数として就業継続困難感、予測変数を cortisol プロファイルとした線形回帰モデルにおいて、効果量 (f^2) = 0.20（中程度）（Yamaguchi et al., 2022a）、有意水準 = 0.05、検出力 = 0.80 とした場合、サンプルサイズは少なくとも $n = 42$ で十分であった。

データは平均値（標準偏差 [SD]）または度数（%）を用いて要約した。分布を正規化するために、すべての cortisol データは常用対数変換した。解釈を容易にするために、結果には対数変換前の濃度を示した。変数間の相関係数 (r) は Pearson の相関分析により算出した。各日勤 cortisol 濃度と 3 ヶ月後の就業継続困難感との間には一貫した相関は無かった（日勤 1： $r = -0.450$ 、日勤 2： $r = -0.256$ 、日勤 3： $r = -0.368$ ）。また、2 つの異なる日勤を通して唾液 cortisol 濃度が低いことは、看護師における慢性疲労に関連することが報告されている（Yamaguchi et al., 2022a）。加えて、他の先行研究では、2 日間の唾液 cortisol 濃度の平均値を指標としている（Steudte et al., 2011）。これに対して本研究では、上記の 2 つの研究よりも多くの測定時点を設定し（3 時点）、これらの平均値を唾液 cortisol プロファイルとして扱った。

就業継続困難感を結果変数として、4 つの線形回帰モデルを行った。まず、仮説に関連して、cortisol プロファイルと就業継続困難感との関連を単回帰モデルによって評価した（モデル 1）。次に、研究参加時の慢性疲労とバーンアウトを調整し、就業継続困難感と cortisol のプロファイルとの関連を評価した（モデル 2）。続いて、就業継続困難感と有意に関連した看護師経験年数（ $r = -0.425$, $P = 0.006$ ）、および慢性疲労とバーンアウトを説明変数とする重回帰モデルを作成した（モデル 3）。モデル 3 における主観的指標は、変数減少法（最小赤池情報量基準 [AIC]）に基づいて、慢性疲労と個人的達成感の低下の 2 変数が選択された。そして、cortisol プロファイルを説明変数に加えたモデル 4 において、就業継続困難感と cortisol プロファイルの関連性を評価した。すべてのモデルにおいて、決定係数 (R^2) と調整済み R^2 を算出した。統計分析は、JMP Pro Software ver. 16.0 (SAS) を用いて行い、 $P < 0.05$ を統計的有意とした。

III. 結果

1. 対象者属性および労働状況

40名の対象者のうち脱落例はなく、全員が分析対象となった。対象者の年齢は23-41歳で、看護師経験年数は平均(SD)5.3年(4.0年)であった(表1)。喫煙習慣のある者はおらず、飲酒習慣のある者は47.5%であった。属性および労働状況のうち、クイックリターンの有無は、cortisolプロファイルと有意に関連した。一方、クイックリターンを含め、表1に示したすべての変数は、3ヵ月後の就業継続困難感とは有意に関連しなかった。

表1. 参加時における対象者属性および労働状況 (n = 40)

	平均値 (SD)/度数(%)	範囲
年齢(歳)	28.3 (5.1)	23.0-41.0
看護師経験年数(年)	5.3 (4.0)	1.0-18.0
Body mass index (kg/m ²)	19.6 (1.8)	16.0-25.0
婚姻状況		
既婚	7 (17.5%)	
未婚	33 (82.5%)	
子の有無		
いる	1 (2.5%)	
いない	39 (97.5%)	
家庭における介護役割		
あり	1 (2.5%)	
なし	39 (97.5%)	
飲酒習慣		
あり	19 (47.5%)	
なし	21 (52.5%)	
喫煙習慣		
あり	0 (0%)	
なし	40 (100.0%)	
運動志向		
はい	11 (27.5%)	
いいえ	29 (72.5%)	
睡眠志向		
はい	24 (60.0%)	
いいえ	16 (40.0%)	
活動志向		
はい	10 (25.0%)	
いいえ	30 (75.0%)	
前月の夜勤回数	4.6 (0.9)	2.0-6.0
前月の残業時間		
< 10 時間	11 (27.5%)	
< 20 時間	17 (42.5%)	
≥ 20 時間	12 (30.0%)	
クイックリターン(前月)		
あり	12 (30.0%)	
なし	28 (70.0%)	
仕事量の変化の認識		
減った	3 (7.5%)	
変化なし	27 (67.5%)	
増えた	10 (25.0%)	

SD：標準偏差

^aクイックリターン：勤務と勤務の間の休息時間が11時間未満であることを指す。

2. 主要な変数の要約と相関

就業継続困難感, 慢性疲労, バーンアウト, cortisol プロファイルの記述統計量を表2に示す。慢性疲労とバーンアウトの平均値は, 大規模サンプルに基づく先行研究と同様であった (Sumi et al., 2018; Yamaguchi et al., 2022b)。研究参加時における主観的指標のうち, 慢性疲労 ($r = 0.565$, $P < 0.001$), 情緒的消耗感 ($r = 0.565$, $P < 0.001$), 脱人格化 ($r = 0.36$, $P = 0.022$), 個人的達成感の低下 ($r = 0.463$, $P = 0.003$) は, 就業継続困難感と中等度以上の相関を示した。

表 2. 主要変数の要約とピアソン相関係数 (n = 40)

	平均値 (SD)	範囲	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 就業継続困難感 (T1)	4.8 (2.0)	0-10		0.663	0.565	0.673	0.565	0.420	0.360	0.256	0.463	-0.375
2 慢性疲労 (T1)	52.8 (16.4)	0-100	< 0.001		0.796	0.801	0.709	0.483	0.525	0.228	0.439	-0.250
3 慢性疲労 (T0)	49.5 (18.2)	0-100	< 0.001	< 0.001		0.711	0.725	0.498	0.585	0.294	0.415	-0.056
4 BOS-EE (T1)	3.4 (0.9)	1-5	< 0.001	< 0.001	< 0.001		0.846	0.597	0.639	0.145	0.335	-0.341
5 BOS-EE (T0)	3.4 (0.9)	1-5	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001		0.640	0.756	0.319	0.445	-0.120
6 BOS-DP (T1)	1.9 (0.7)	1-5	0.007	0.002	0.001	< 0.001	< 0.001		0.819	0.263	0.222	-0.160
7 BOS-DP (T0)	1.9 (0.7)	1-5	0.022	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001		0.291	0.246	-0.177
8 BOS-PA (T1)	3.7 (0.6)	1-5	0.111	0.157	0.065	0.373	0.045	0.100	0.069		0.775	0.295
9 BOS-PA (T0)	3.7 (0.6)	1-5	0.003	0.005	0.008	0.035	0.004	0.168	0.125	<0.001		0.019
10 Cortisol プロファイル (nM)	6.6 (4.3) ^a	1-40	0.017	0.120	0.732	0.031	0.460	0.323	0.276	0.065	0.905	

相関行列上部：相関係数 相関行列下部：相関の P 値

T0：研究参加時， T1：3 ヶ月後， BOS：バーンアウト， EE：情緒的消耗感， DP：脱人格化， PA：個人的達成感の低下， SD：標準偏差

^a Cortisol プロファイルの値は常用対数変換前のものを示す。

3. Cortisol プロファイルと看護師の就業継続困難感との関連性

Cortisol プロファイルと看護師の就業継続困難感との関連を分析した重回帰モデルの結果は、表3に示す。モデル1では、cortisol プロファイルは3ヵ月後の就業継続困難感と負の相関を示した (b [非標準化回帰係数] = -2.97, 95%信頼区間 [CI] = -5.39, -0.56, $P = 0.017$)。主観的指標で調整した場合も (モデル2), cortisol プロファイルも就業継続困難感と負の相関を示した ($b = -2.83$, 95% CI = -4.74, -0.93, $P = 0.005$)。慢性疲労, 個人的達成感の低下, 看護師経験年数を用いた重回帰モデル (モデル3) では, 有意な予測因子は慢性疲労 ($b = 0.05$, 95% CI = 0.02, 0.08, $P = 0.020$) であり, $R^2 = 0.415$ であった。モデル4では, 慢性疲労 ($b = 0.05$, 95% CI = 0.02, 0.08, $P = 0.020$) と cortisol プロファイル ($b = -2.70$, 95% CI = -4.59, -0.82, $P = 0.006$) が有意な予測因子であった。このモデルでは, R^2 は 0.529 であり, モデル3より増加した ($\Delta R^2 = 0.114$)。

表 3. 就業継続困難感（結果変数）と慢性疲労，バーンアウト，cortisol プロファイルの関連（n = 40）

	Model 1			Model 2			Model 3			Model 4		
	b (95% CI)	β	P値	b (95% CI)	β	P値	b (95% CI)	β	P値	b (95% CI)	β	P値
Cortisol プロファイル	-2.97 (-5.39, -0.56)	-0.38	0.017	-2.83 (-4.74, -0.93)	-0.36	0.005				-2.70 (-4.59, -0.82)	-0.34	0.006
尺度得点 (T0)												
慢性疲労				0.04 (0, 0.08)	0.32	0.070	0.05 (0.02, 0.08)	0.47	0.020	0.05 (0.02, 0.08)	0.44	0.020
BOS-EE				0.77 (-0.24, 1.78)	0.34	0.130						
BOS-DP				-0.64 (-1.79, 0.51)	-0.21	0.268						
BOS-PA				0.76 (-0.11, 1.64)	0.24	0.086	0.30 (-0.95, 1.55)	0.09	0.632	0.48 (-0.66, 1.63)	0.15	0.399
共変量												
経験年数							-0.13 (-0.31, 0.05)	-0.25	0.162	-0.10 (-0.27, 0.07)	-0.20	0.229
R^2	0.141		0.017	0.542		< 0.001	0.415		< 0.001	0.529		< 0.001
調整済み R^2	0.118			0.475			0.366			0.475		

T0：研究参加時，T1：3 ヶ月後，BOS：バーンアウト，EE：情緒的消耗感，DP：脱人格化，PA：個人的達成感の低下，SD：標準偏差，b：非標準化回帰係数，CI：信頼区間， β ：標準化偏回帰係数， R^2 ：決定係数

IV. 考察

看護師の離職リスクの管理には、客観性の欠如という課題がある。本研究はこの課題を克服するための first step に位置づけられる研究として、臨床看護師における離職リスクの予測における cortisol プロファイルの可能性と有用性を検討した。本研究の結果から、最初の 1 ヶ月間の cortisol プロファイルは、3 ヶ月後の看護師の就業継続困難感と関連することが明らかになった。Cortisol プロファイルの関連性は、主観的指標と看護師経験年数で調整した重回帰モデルにおいてもなお有意であり、看護師の離職リスクの独立した予測因子であった。これらの結果は本研究の仮説を支持するものであり、複数の日勤を通した cortisol プロファイルと交代制勤務看護師の慢性疲労との関連など、既存の知見を拡張するものである (Yamaguchi et al., 2022a)。以上のことから、cortisol プロファイルは、疲労評価だけでなく、就業継続困難感といった看護師の離職リスクのスクリーニングにも応用できる可能性がある。

Cortisol プロファイルと看護師の就業継続困難感との関連を説明する 1 つのメカニズムは、持続的ストレスに対する HPA 系の負のフィードバック反応である (Jerjes et al., 2007)。ストレスは cortisol の分泌を促進し、この反応はストレスイベントが解消されると正常に戻る。しかし、ストレスが長期化すると、cortisol の分泌が異常 (すなわち低値) になると考えられている (Danhof-Pont et al., 2011 ; Kakiashvili et al., 2013 ; Roerink et al., 2018)。Cortisol の分泌は、エネルギー産生、代謝、気分を調節し、本来はストレス対処において重要な役割を果たす (Adam et al., 2017 ; Sapolsky et al., 2000)。このことから、一定期間において唾液 cortisol 濃度が低いということは、労働場面における課題への適切な対処に影響し、看護師の就業継続困難感に影響を及ぼす可能性がある。

重回帰モデルでは、主観的指標と cortisol プロファイルの組み合わせによって、看護師の就業継続困難感の予測性が向上する可能性が示唆された。この結果は、どちらか一方の指標のみに基づく場合、離職リスクを部分的にしか捉えられない可能性があること、すなわち、両方の指標を用いることの重要性を強調している。特に、cortisol プロファイルは、有効なバイオマーカーがこれまで発見されていない看護師の離職リスクの予測において重要な意義を持つ。先行研究では、バーンアウトやその他の心理的要因は、看護師の離職意向を部分的にしか説明しないことが示されている ($R^2 = 39\%$) (Leiter & Maslach, 2009)。また本研究においても、主観的指標と看護師経験年数に基づいて説明される就業継続困難感の分散は限定的であった ($R^2 = 42\%$)。このように主観的指標だけでは離職リスクを十分に予測できないという限界は、社会的期待に対する姿勢や使命感といった看護師の特性に起因している可能性がある (Baba et al., 2015)。以上のことから、cortisol プロファイルは看護師の離職リスクを予測する上で意義のある客観的指標となり得る。

本研究で得られた知見は、看護師の離職リスクを効果的に検出するためにいくつかの示唆をもたらすものである。第 1 に、cortisol プロファイルを用いたセルフモニタリングは、労働ストレスが就業継続困難感などの離職リスクに及ぶことを防ぐのに役立つ可能性がある (Johnstone, 1999)。従来、唾液 cortisol の測定には専門的な知識と設備を必要とする ELISA 法しかなかった。しかし、SOMA CUBE Reader は、持ち運びが可能で場所を選ばず、操作方法が簡単であるという

点で優れている。その簡便さ、非侵襲性、即時性を考慮すると、cortisol プロファイルは看護師が自身の離職リスクを把握するためのセルフアセスメントツールとなり得る。結果に基づく、具体的な測定時点は1か月あたり3回の日勤が目安となり得る。第2に、cortisol プロファイルは、3ヵ月後の看護師の就業継続困難感を予測した。この予測からアウトカムまでの比較的長いスパンは、高リスク者に対する支援と早期介入のための準備期間として活用できる。第3に、深刻な看護師不足において離職リスクに対処するためには、就業継続困難感の初期兆候を高い精度でスクリーニングする必要がある。本研究の結果から、就業継続困難感の高い看護師は、cortisol プロファイルによって特徴づけられる生理学的兆候や、バーンアウトや慢性疲労などの心理学的兆候を示すことが示された。Cortisol プロファイルと主観的指標の両方を用いる具体的な利点として、主観的指標で高リスク者を検出できなくても、cortisol を用いてスクリーニングすることができ、またその逆も然りである。したがって、従来の離職リスクのスクリーニングよりも高い感度で高リスク者を特定することに寄与することが示唆された。

1) 研究の限界

第1に、対象者は日本の1つの病院における看護師であり、対象者の特徴も限定的であった。本研究はCOVID-19の流行期に実施されたため、看護師の労働状況や慢性疲労、バーンアウトの程度は通常時とは異なっていた可能性がある。しかし、COVID-19患者の対応といった具体的な情報は収集していないため、パンデミックの影響を考慮することはできなかった。したがって、本研究の結果が、他の特徴を持つ看護師や、異なる状況にある他職種に適用できるかどうかは明らかではない。

第2に、唾液 cortisol の分泌は、不規則な勤務パターンによる概日リズムの変化 (Niu et al., 2015)、月経周期、その他様々な個人的要因の影響を受ける可能性がある。しかし、臨床現場をフィールドとした調査では、数多くの個人的要因や多様な勤務パターンを包括的に収集し、統制することは困難であった。したがって、これらの要因が結果に及ぼす影響を考慮する必要がある。上述の要因による唾液 cortisol 濃度の日間変動を緩和するために、3回の日勤における cortisol 濃度を平均した cortisol プロファイルを採用した。これにより、cortisol の日間変動を平滑化し、長期的な傾向を示すことが可能であった。また、この指標は、不規則な勤務パターン、月経周期、概日リズムの変化の影響に対して、ある程度頑健であるものと考えられる。

第3に、研究参加時にアウトカム（就業継続困難感）を測定しなかった。その理由は、本研究は3ヵ月後の就業継続困難感の予測に焦点を当てたことに加え、就業継続困難感の変化量の意義が不明確であったためである。さらに、研究参加時に就業継続困難感を質問することにより、その後の他の質問への影響やバイアスの発生が懸念された。そのため、cortisol プロファイルと就業継続困難感の横断的関連は検証できず、参加時の就業継続困難感の特徴を記述できなかった。

今後、より多くの看護師を対象とし、様々な影響因子を考慮した研究を行うことで、本研究の知見を強化し、cortisol プロファイルに関する閾値も提供することができると考えられる。今回の予備的知見に基づいて cortisol プロファイルを実用化するためには、月経周期や勤務パターンなどの情報を収集するとともに、これらの影響を調整する必要がある。このような多数の要

因に網羅的に対処するためには、より多くの看護師を対象とした追加の研究が不可欠である。これにより、cortisol プロファイルの有用性が向上し、看護師の離職リスクのスクリーニングの精度の改善、ひいては離職率の減少に寄与するであろう。

V. 結論

臨床現場をフィールドとした本予備的研究では、1ヵ月間の3回の日勤を通じた唾液 cortisol プロファイルが、看護師の就業継続困難感の予測因子となる可能性が示された。Cortisol プロファイルは、慢性疲労やバーンアウトのような主観的指標とは独立した就業継続困難感の客観的予測因子であることが明らかになった。さらに、cortisol プロファイルと主観的指標を組み合わせることで、就業継続困難感の予測性が向上することが示唆された。したがって、唾液 cortisol プロファイルのセルフモニタリングと主観的指標によるサーベイランスを組み合わせることは、看護師の離職リスクをより良く予測するための貴重な手段となり得る。

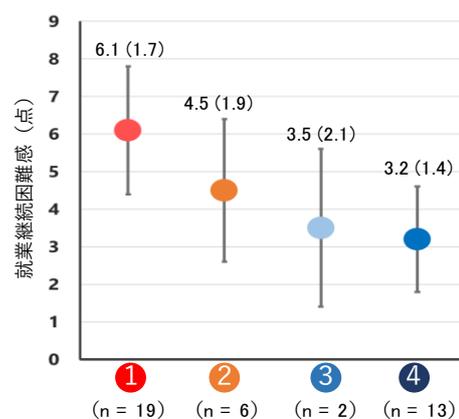
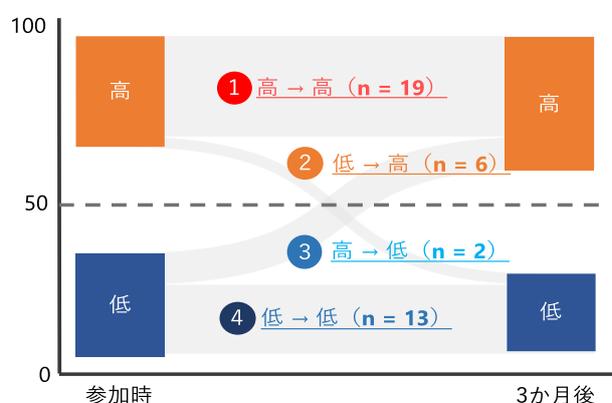
本章の内容は、以下の論文で公表したものである。

Yamaguchi, S., Fujita, T., Kato, S., Yoshimitsu, Y., Ito, Y. M., & Yano, R. (2024). Utility of salivary cortisol profile as a predictive biomarker in nurses' turnover risk: A preliminary study. *Journal of Physiology Anthropology*, 43 (1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40101-023-00349-w>

補足資料 対象者の慢性疲労の推移と就業継続困難感（3ヶ月後）の関連

本章において離職リスクとした就業継続困難感は、予測因子である慢性疲労の程度およびその増大に伴って高まる概念であると考えた。まず、OFER-Jの慢性疲労のスコア（0-100点、50点以上が高群）に基づき、調査開始時から3ヶ月後の期間における慢性疲労の推移に関して、対象者は4つのグループに分類された（補足資料 図1A）。この4グループにおいて3ヶ月後の就業継続困難感の程度を比較したところ、統計的有意差があり（ $P < 0.001$ ）、3ヶ月間を通して慢性疲労が一貫して高いグループ（ $n = 19$ ）、次いで慢性疲労が高い状態に移行したグループ（ $n = 6$ ）の順で就業継続困難感が高いという傾向が明らかになった。このことから、就業継続困難感は慢性疲労の増大と関連する看護師の離職リスクであることが確認された。

OFER-J（慢性疲労スコア）



補足資料 図1. 対象者の慢性疲労の推移と就業継続困難感の関連

- (A) 調査期間を通じた対象者の慢性疲労の推移（Sankey plot）。OFER-Jの慢性疲労スコアにおけるカットオフ値（50点）に基づいて、各時点の高群と低群を分類。
- (B) 調査期間を通じた対象者の慢性疲労の推移による就業継続困難感（3ヶ月後）の比較。
データ表記：平均値（SD）。P値：Kruskal-Wallis test.

引用文献

- Adam, E. K., Quinn, M. E., Tavernier, R., McQuillan, M. T., Dahlke, K. A., & Gilbert, K. E. (2017). Diurnal cortisol slopes and mental and physical health outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology*, 83, 25–41. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2017.05.018>
- Aiken, L. H. (2002). Hospital Nurse Staffing and Patient Mortality, Nurse Burnout, and Job Dissatisfaction. *JAMA*, 288(16), 1987. <https://doi.org/10.1001/jama.288.16.1987>
- Aiken, L. H., Sloane, D. M., Bruyneel, L., Van den Heede, K., Griffiths, P., Busse, R., Diomidous, M., Kinnunen, J., Kózka, M., Lesaffre, E., McHugh, M. D., Moreno-Casbas, M. T., Rafferty, A. M., Schwendimann, R., Scott, P. A., Tishelman, C., van Achteberg, T., & Sermeus, W. (2014). Nurse staffing and education and hospital mortality in nine European countries: A retrospective observational study. *The Lancet*, 383(9931), 1824–1830. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62631-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62631-8)
- Asakura, K., Asakura, T., Satoh, M., Watanabe, I., & Hara, Y. (2020). Health indicators as moderators of occupational commitment and nurses' intention to leave. *Japan Journal of Nursing Science*, 17(1). <https://doi.org/10.1111/jjns.12277>
- Austin, S., Fernet, C., Trépanier, S., & Lavoie-Tremblay, M. (2020). Fatigue in new registered nurses: A 12-month cross-lagged analysis of its association with work motivation, engagement, sickness absence and turnover intention. *Journal of Nursing Management*, 28(3), 606–614. <https://doi.org/10.1111/jonm.12962>
- Baba, M., Ohkura, M., Koga, K., Nishiuchi, K., C., L. R. H., Matsuse, R., & Inoue, T. (2015). Analysis of salivary cortisol levels to determine the association between depression level and differences in circadian rhythms of shift-working nurses. *Journal of Occupational Health*, 57(3), 237–244. <https://doi.org/10.1539/joh.14-0079-OA>
- Bani-Issa, W., Radwan, H., Al Marzooq, F., Al Awar, S., Al-Shujairi, A. M., Samsudin, A. R., Khasawneh, W., & Albluwi, N. (2020). Salivary cortisol, subjective stress and quality of sleep among female healthcare professionals. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 13, 125–140. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S229396>
- Blytt, K. M., BJORVATN, B., Moen, B. E., Pallesen, S., Harris, A., & Waage, S. (2022). The association between shift work disorder and turnover intention among nurses. *BMC Nursing*, 21(1), 143. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-00928-9>
- Dahlgren, A., Kecklund, G., Theorell, T., & Åkerstedt, T. (2009). Day-to-day variation in saliva cortisol—Relation with sleep, stress and self-rated health. *Biological Psychology*, 82(2), 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.07.001>
- Danhof-Pont, M. B., van Veen, T., & Zitman, F. G. (2011). Biomarkers in burnout: A systematic review. *Journal of Psychosomatic Research*, 70(6), 505–524. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2010.10.012>
- Dewanto, A., & Wardhani, V. (2018). Nurse turnover and perceived causes and consequences: A preliminary study at private hospitals in Indonesia. *BMC Nursing*, 17(S2), 52. <https://doi.org/10.1186/s12912->

- Ducker, K. J., Lines, R. L. J., Chapman, M. T., Peeling, P., McKay, A. K. A., & Gucciardi, D. F. (2020). Validity and reliability evidence of a point-of-care assessment of salivary cortisol and α -amylase: A pre-registered study. *PeerJ*, 8, e8366. <https://doi.org/10.7717/peerj.8366>
- Duffield, C., & O'Brien-Pallas, L. (2003). The causes and consequences of nursing shortages: A helicopter view of the research. *Australian Health Review*, 26(1), 186. <https://doi.org/10.1071/AH030186>
- Fisher RN, McLellan CP, Sinclair WH. (2015). The validity and reliability for a salivary cortisol point-of-care test. *Journal of Athletic Enhancement*, 04(04). <https://doi.org/10.4172/2324-9080.1000204>
- Han, K., Kim, Y. H., Lee, H. Y., & Lim, S. (2020). Novice nurses' sleep disturbance trajectories within the first 2 years of work and actual turnover: A prospective longitudinal study. *International Journal of Nursing Studies*, 112, 103575. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103575>
- Hayes, L. J., O'Brien-Pallas, L., Duffield, C., Shamian, J., Buchan, J., Hughes, F., Laschinger, H. K. S., & North, N. (2012). Nurse turnover: A literature review – An update. *International Journal of Nursing Studies*, 49(7), 887–905. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2011.10.001>
- Herane-Vives, A., Papadopoulos, A., de Angel, V., Chua, K. C., Soto, L., Chalder, T., Young, A. H., & Cleare, A. J. (2020). Cortisol levels in chronic fatigue syndrome and atypical depression measured using hair and saliva specimens. *Journal of Affective Disorders*, 267, 307–314. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.01.146>
- Hom, P. W., Mitchell, T. R., Lee, T. W., & Griffeth, R. W. (2012). Reviewing employee turnover: Focusing on proximal withdrawal states and an expanded criterion. *Psychological Bulletin*, 138(5), 831–858. <https://doi.org/10.1037/a0027983>
- Hu, H., Wang, C., Lan, Y., & Wu, X. (2022). Nurses' turnover intention, hope and career identity: The mediating role of job satisfaction. *BMC Nursing*, 21(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-00821-5>
- Jerjes, W. K., Taylor, N. F., Wood, P. J., & Cleare, A. J. (2007). Enhanced feedback sensitivity to prednisolone in chronic fatigue syndrome. *Psychoneuroendocrinology*, 32(2), 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2006.12.005>
- Johnstone, C. (1999). Strategies to prevent burnout. *BMJ*, 318(7192), 2–2. <https://doi.org/10.1136/bmj.318.7192.2>
- Joshi, S. P., Wong, A. K. I., Brucker, A., Ardito, T. A., Chow, S.-C., Vaishnavi, S., & Lee, P. J. (2022). Efficacy of transcendental meditation to reduce stress among health care workers: A randomized clinical trial. *JAMA Network Open*, 5(9), e2231917. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.31917>
- Kakiashvili, T., Leszek, J., & Rutkowski, K. (2013). The medical perspective on burnout. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 26(3). <https://doi.org/10.2478/s13382-013-0093-3>
- Ki, J., & Choi-Kwon, S. (2022). Health problems, turnover intention, and actual turnover among shift work female nurses: Analyzing data from a prospective longitudinal study. *PLOS ONE*, 17(7), e0270958. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270958>

- 久保真人 (2014) . サービス業従事者における日本版バーンアウト尺度の因子的, 構成概念妥当性. *心理学研究*, 85(4), 364–372. <https://doi.org/10.4992/jjpsy.85.13214>
- Kumari, M., Badrick, E., Chandola, T., Adam, E. K., Stafford, M., Marmot, M. G., Kirschbaum, C., & Kivimaki, M. (2009). Cortisol secretion and fatigue: Associations in a community based cohort. *Psychoneuroendocrinology*, 34(10), 1476–1485. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2009.05.001>
- Leiter, M. P., & Maslach, C. (2009). Nurse turnover: The mediating role of burnout. *Journal of Nursing Management*, 17(3), 331–339. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2009.01004.x>
- Marcil, M. J., Cyr, S., Marin, M. F., Rosa, C., Tardif, J. C., Guay, S., Guertin, M. C., Genest, C., Forest, J., Lavoie, P., Labrosse, M., Vadeboncoeur, A., Selcer, S., Ducharme, S., & Brouillette, J. (2022). Hair cortisol change at COVID-19 pandemic onset predicts burnout among health personnel. *Psychoneuroendocrinology*, 138, 105645. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2021.105645>
- Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Organizational Behavior*, 2(2), 99–113. <https://doi.org/10.1002/job.4030020205>
- Maslach, C., Schaufeli, W. B., & Leiter, M. P. (2001). Job Burnout. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 397–422. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.397>
- McEwen, B. S. (1998). Stress, adaptation, and disease: Allostasis and allostatic load. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 840(1), 33–44. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb09546.x>
- Mitsuishi, H., Okamura, H., Moriguchi, Y., & Aoki, Y. (2022). The Validity of the salivary cortisol analysis method using the Cube Reader in Japanese university students. *Japanese Psychological Research*, jpr.12402. <https://doi.org/10.1111/jpr.12402>
- Nakajima, Y., Takahashi, T., Shetty, V., & Yamaguchi, M. (2012). Patterns of salivary cortisol levels can manifest work stress in emergency care providers. *The Journal of Physiological Sciences*, 62(3), 191–197. <https://doi.org/10.1007/s12576-012-0197-8>
- Nater, U. M., Maloney, E., Boneva, R. S., Gurbaxani, B. M., Lin, J.-M., Jones, J. F., Reeves, W. C., & Heim, C. (2008). Attenuated morning salivary cortisol concentrations in a population-based study of persons with chronic fatigue syndrome and well controls. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(3), 703–709. <https://doi.org/10.1210/jc.2007-1747>
- Needleman, J., Buerhaus, P., Pankratz, V. S., Leibson, C. L., Stevens, S. R., & Harris, M. (2011). Nurse staffing and inpatient hospital mortality. *New England Journal of Medicine*, 364(11), 1037–1045. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa1001025>
- Niu, S. F., Chung, M. H., Chu, H., Tsai, J. C., Lin, C. C., Liao, Y. M., Ou, K. L., O'Brien, A. P., & Chou, K. R. (2015). Differences in cortisol profiles and circadian adjustment time between nurses working night shifts and regular day shifts: A prospective longitudinal study. *International Journal of Nursing Studies*, 52(7), 1193–1201. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2015.04.001>
- Obayashi, K. (2013). Salivary mental stress proteins. *Clinica Chimica Acta*, 425, 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2013.07.028>
- Özkan, A. H. (2022). The effect of burnout and its dimensions on turnover intention among nurses: A meta-analytic review. *Journal of Nursing Management*, 30(3), 660–669.

<https://doi.org/10.1111/jonm.13525>

- Pacetti-Donelson, V. (2023). Reliability of a point-of-care device for saliva analysis during aerobic exercise. *The Sport Journal*. <https://thesportjournal.org/article/reliability-of-a-point-of-care-device-for-saliva-analysis-during-aerobic-exercise/> (2023年10月23日参照)
- Roerink, M. E., Roerink, S. H. P. P., Skoluda, N., van der Schaaf, M. E., Hermus, A. R. M. M., van der Meer, J. W. M., Knoop, H., & Nater, U. M. (2018). Hair and salivary cortisol in a cohort of women with chronic fatigue syndrome. *Hormones and Behavior*, 103, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2018.05.016>
- Roth, C., Berger, S., Krug, K., Mahler, C., & Wensing, M. (2021). Internationally trained nurses and host nurses' perceptions of safety culture, work-life-balance, burnout, and job demand during workplace integration: A cross-sectional study. *BMC Nursing*, 20(1), 77. <https://doi.org/10.1186/s12912-021-00581-8>
- Rutledge, D. N., Douville, S., Winokur, E., Drake, D., & Niedziela, D. (2021). Impact of engagement factors on nurses' intention to leave hospital employment. *Journal of Nursing Management*, 29(6), 1554–1564. <https://doi.org/10.1111/jonm.13287>
- Sapolsky, R. M., Romero, L. M., & Munck, A. U. (2000). How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews*, 21(1), 55–89. <https://doi.org/10.1210/edrv.21.1.0389>
- Soo-Quee Koh, D., & Choon-Huat Koh, G. (2007). The use of salivary biomarkers in occupational and environmental medicine. *Occupational and Environmental Medicine*, 64(3), 202–210. <https://doi.org/10.1136/oem.2006.026567>
- Steutde, S., Stalder, T., Dettenborn, L., Klumbies, E., Foley, P., Beesdo-Baum, K., & Kirschbaum, C. (2011). Decreased hair cortisol concentrations in generalised anxiety disorder. *Psychiatry Research*, 186(2–3), 310–314. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2010.09.002>
- Sumi, N., Yoshida, Y., Sugimura, N., & Yano, R. (2018). Investigation of the burnout stages experienced by nurses working in hospitals and related factors. *Open Journal of Nursing*, 08(04), 257–271. <https://doi.org/10.4236/ojn.2018.84022>
- Waddill-Goad, S. M. (2019). Stress, Fatigue, and Burnout in Nursing. *Journal of Radiology Nursing*, 38(1), 44–46. <https://doi.org/10.1016/j.jradnu.2018.10.005>
- Winwood, P. C., Winefield, A. H., Dawson, D., & Lushington, K. (2005). Development and validation of a scale to measure work-Related fatigue and recovery: The Occupational Fatigue Exhaustion/Recovery Scale (OFER). *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(6), 594–606. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000161740.71049.c4>
- World Health Organization. (2022). Nursing and midwifery. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/nursing-and-midwifery>. (2022年11月8日参照)
- Yamaguchi, S., Sato, M., Sumi, N., Ito, Y. M., Winwood, P. C., & Yano, R. (2022b). Psychometric properties of the Japanese version of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale among shift-work nurses. *Journal of Occupational Health*, 64(1). <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12325>

- Yamaguchi, S., Watanabe, K., Sugimura, N., Shishido, I., Konya, I., Fujita, T., Yoshimitsu, Y., Kato, S., Ito, Y. M., & Yano, R. (2022a). Salivary biomarker profiles and chronic fatigue among nurses working rotation shifts: An exploratory pilot study. *Healthcare*, 10(8), 1416. <https://doi.org/10.3390/healthcare10081416>
- Yang, Y., Koh, D., Ng, V., Lee, F. C. Y., Chan, G., Dong, F., & Chia, S. E. (2001). Salivary cortisol levels and work-related stress among emergency department nurses. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 1011–1018. <https://doi.org/10.1097/00043764-200112000-00003>

終章

I. 総括

本研究では、看護師の離職リスクにおいて慢性疲労が強く関係することを踏まえ、OFER-Jと唾液 cortisol の有用性を検証した。その結果、OFER-Jと唾液 cortisol プロファイルは看護師の離職リスク予測において、それぞれ独立した予測因子であることが明らかになった。また、これらを併用することにより、離職リスクの予測性が向上することを示唆する重要な知見が示された。第5章に基づくと、将来的に高い就業継続困難感を抱える看護師においては、高い慢性疲労を認識しているだけではなく、生理学的変化として cortisol プロファイルが低値となることが明らかになった。したがって、看護師の離職リスクを十分に予測する上で、主観的指標として OFER-J、そして生理学的指標である唾液 cortisol は有用な指標であり、両者を併用することは、より高感度な離職リスクのスクリーニングに寄与する可能性が見出された。

第2章では、交代制勤務に従事する病院看護師を対象に、慢性疲労に関連するバイオマーカープロファイルは、1) 2回の日勤を通して cortisol が低濃度、2) 4回の勤務（日勤夜勤、各2回）を通して s-IgA が高濃度であることを明らかにした。

第3章では、労働者の慢性・急性疲労、そして勤務間回復を同時に測定できる15項目のOFERに着目し、OFER-Jの開発、および交代制勤務看護職における信頼性と妥当性を検証した。この研究により、日本の交代制勤務看護職に特化した疲労・回復指標を開発し、慢性疲労のリスクの管理において適用できる簡便なツールを示した。

第4章では、2交代制および3交代制に従事する交代制勤務看護職者の疲労と回復の特徴とともに、疲労回復が不十分なことによる重度の慢性疲労の関連要因を明らかにした。この研究では、両勤務体制において、残業時間を制限し、看護師が質の高い睡眠、家族役割、余暇活動を維持できるような支援の必要性が考えられた。また、勤務体制の選択や編成において、看護師の年齢を考慮することが、慢性疲労の抑制において有効である可能性を初めて示唆した。

第5章では、交代制勤務看護師の離職リスクの予測における唾液 cortisol プロファイルの有用性を検討し、cortisol プロファイルは新たな離職の予測因子になること、唾液 cortisol プロファイルと OFER-Jを併用することで、離職の予測精度が向上する可能性が示唆された。

II. 看護管理における離職リスク対策への示唆と今後の課題

OFER-J や看護師経験年数に基づくと、約40%のアウトカムの分散を説明できたものの、一方でその他半数以上の分散は説明できないという結果であった。ここに唾液 cortisol プロファイルを併用すると、離職リスクの説明率は50%を超え、予測性が向上する可能性が明らかになった。

従来の離職リスク管理は、サーベイランスなどに基づく管理者主導のものであったが、本研究で用いた唾液 cortisol は、簡便な装置を用いて看護師がセルフモニタリングできるように設計されている。例えば、看護師がセルフモニタリングした客観的な唾液 cortisol プロファイルの結果を管理者との面談に持ち寄ることで、管理者はより信頼性の高いリスク評価が可能になる。また、cortisol プロファイルは、個々の看護師の生理学的なストレス反応を反映するため、個別の対応やサポートプランを立案する際に役立つ可能性がある。さらに、看護師は、唾液 cortisol

プロフィールをもとに自身の疲労や離職リスクを把握し、その結果に応じては、業務調整の相談など、自らの働き方を調整するためのツールとして応用できる可能性がある。これは、離職リスクを管理者と看護師の双方で評価・管理し、より早期かつ高感度に離職の前兆を検知し、対処に移行する上で有用であると考えられる。これにより、看護管理者は高リスク者に対して早期に介入（面談や業務調整など）することができ、離職率の軽減に繋がることが期待される。

離職リスクは、その関連要因である交代制勤務や過剰な労働負担、ストレス、疲労が固定的なものではないことを踏まえると、定点的なスクリーニングでは不十分であり、モニタリングが必要である。その場合、予測因子の測定簡便性は一層重要となる。項目数が少ない OFER-J と操作性が簡便な装置で測定できる唾液 cortisol は、臨床看護師にとって負担が少ないという点で、有用性は高い。しかし、SOMA CUBE reader においては、いくつかの行程に渡る機器の操作、測定値の記録・保存といった操作煩雑性は、依然として課題である。また、測定試料は比較的高価であり、コスト面の課題もある。今後は、より操作性に優れた測定機器の開発が必要であり、IoT システムを活用したデータ管理や蓄積が可能になれば、看護師への実装可能性が高まることが期待できる。加えて、本研究を基盤として、看護師やその他労働者を対象としたエビデンスが蓄積されることで、唾液 cortisol へのニーズが高まり、より身近な指標になると考えられる。

これらの展望を実現するためには、今後取り組むべき課題がいくつかある。1 つ目に、唾液 cortisol プロファイルは看護師の就業継続困難感の予測因子であることを確認したが、離職リスクに関する唾液 cortisol プロファイルの閾値は不明であり、解釈可能性が低い。2 つ目は、看護師の多様な属性や勤務パターン、生活様式などを十分に考慮していないため、異なる看護職集団に本研究の知見を転用できるかどうかは不明である。このことに関連して、OFER-J と唾液 cortisol プロファイルに基づく回帰モデルでは、50%以上の離職リスクの変動を説明したが、依然として説明しきれない離職リスクが存在する。3 つ目は、唾液 cortisol プロファイルの長期的な変動を確認していないため、離職リスクの予測における唾液 cortisol の測定時点は不明のままである。また、測定時点に関して、1 ヶ月間 3 回の日勤が 1 つの目安であることが示唆されたが、数ある日勤の中から測定日を選択する基準は定かではない。これらの課題に対応するためには、より多くの看護職集団を対象とした大規模な縦断的研究が必要である。最後に、本論文は個々の看護師の離職リスクの予測に焦点を当てたが、看護師の離職リスクには、組織的要因（心理的安全性や周囲のサポートなど）、施設的要因の関連があると考えられる。今後は、看護師の離職リスク管理における主要な要因の階層性を考慮し、OFER-J や唾液 cortisol プロファイルの活用可能性を検討していく必要がある。

謝辞

本論文を執筆するにあたり、いつも丁寧な御指導・御鞭撻をいただきました指導教員である矢野理香教授、副指導教員の鷺見尚己教授に厚く御礼を申し上げます。

本研究を行う上で、多忙な臨床業務の中でご協力いただきました対象施設の看護職員の皆様、ならびに調査の調整にご協力くださった管理者の皆様に感謝いたします。

本研究の遂行を遂行するために、専門的な知識や唾液バイオマーカーの測定機器をご提供くださった NEC ソリューションイノベータ株式会社の藤田智子様、加藤信太郎様、好光有一様、白鳥行大様に感謝いたします。

統計解析では、北海道大学病院の伊藤陽一教授の的確かつ丁寧なご助言により、データの適切な解釈・提示、結果の厳密な検証を行うことができました。心より御礼を申し上げます。

OFER-J の開発や調査結果の解釈においては、南オーストラリア大学の Peter C. Winwood 博士による心理学の立場からのご助言を賜りましたこと、感謝申し上げます。また、OFER-J の開発や論文執筆において、的確なご助言をくださった保健科学研究院の佐藤三穂准教授にも心より御礼を申し上げます。

本研究の遂行にあたり、北海道大学 DX 博士人材フェローシップ（JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム Grant No. JPMJSP2119）の助成を受けました。深く感謝申し上げます。

最後に、ゼミやその他の場で親身に議論していただき、研究遂行に多大なるご支援をいただいた宍戸穂助教、矢野研究室の大学院生および技術補助員の皆様に心より感謝いたします。

研究業績一覧

I. 学会誌への論文掲載

- Konya I, **Shinya Yamaguchi**, Naotaka Sugimura, Chiyoumi Matsuno, Rika Yano. Effects of differences in wiping pressure applied by nurses during daily bed baths on skin barrier function, cleanliness, and subjective evaluations. *Japan Journal of Nursing Science*. 2019; 17 (3): 12316.
- Konya I, Watanabe K, Shishido I, Sugimura N, Matsushita Y, **Yamaguchi S**, Yano R. Post-work recovery from fatigue and sleep episodes among nurses who are engaged in 16-hour night shifts: A prospective observational study. *Healthcare*. 2022; 10(6):1089.
- Watanabe K, Sugimura N, Shishido I, Konya I, **Yamaguchi S**, Yano R. Effects of 90 min napping on fatigue and associated environmental factors among nurses working long night shifts: A longitudinal observational study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19(15):9429.
- **Yamaguchi S**, Fujita, T, Kato, S., Yoshimitsu, Y., Ito, Y. M., & Yano, R. (2024). Utility of salivary cortisol profile as a predictive biomarker in nurses' turnover risk: a preliminary study. *Journal of physiological anthropology*, 43(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40101-023-00349-w>
- **Yamaguchi S**, Sato M, Sumi N, Ito Y M, Winwood P C, Yano R. Psychometric properties of the Japanese version of the Occupational Fatigue Exhaustion Recovery Scale among shift-work nurses. *Journal of occupational health*. 2022; 64(1), e12325.
- **Yamaguchi S**, Watanabe K, Sugimura N, Shishido I, Konya I, Fujita T, Yoshimitsu Y, Kato S, Ito YM, Yano R. Salivary biomarker profiles and chronic fatigue among nurses working rotation shifts: An exploratory pilot study. *Healthcare*, 2022;10(8):1416.
- **Yamaguchi S**, Winwood P, Yano R. Chronic fatigue and recovery among nurses working two shift and three shift rotations. *Collegian*. 2023; 30, 786-794.
- **山口 真弥**, 穴戸 穂, 杉村 直孝, 安田 佳永, 丸山 朱美, 宮永 喜美子, 鈴木 美幸, 菱沼 典子, 矢野 理香. 高齢者への腰背部温罨法（丸山式）の安全性とその影響要因の検討. 日本看護技術学会誌, 2022; 21: 6-14.

II. 学会発表

- 紺谷一生, 杉村直孝, 穴戸穂, 渡部一拓, **山口真弥**, 鷺見尚己, 鏡山浩美, 吉田祐子, 矢野理香. 看護職のための快適な仮眠環境の構築（第1報）－夜勤後仮眠環境システム使用における疲労軽減効果－. 第24回日本看護管理学会学術集会, P28-6, 石川, 2020年8月
- 杉村直孝, 紺谷一生, 穴戸穂, **山口真弥**, 渡部一拓, 吉田祐子, 鷺見尚己, 鏡山浩美, 矢野理香. 看護職のための快適な仮眠環境の構築（第3報）－夜勤後仮眠環境システム使用における睡眠覚醒と今後の使用のニーズ－. 第24回日本看護管理学会学術集会, P28-7, 石川, 2020年8月.

- **山口真弥**, 矢野理香. 交代勤務看護師の疲労と回復の評価指標に関する文献レビュー. 日本看護研究学会第 48 回学術集会, P-047, 愛媛, 2022 年 8 月.
- 矢野理香, 紺谷一生, **山口真弥**, 渡部一拓, 安田佳永, 穴戸穂, 出塚望, 井部俊子. 看護職の夜勤に関わる睡眠・疲労研究の到達点. 第 43 回日本看護科学学会学術集会, K23, 山口, 2023 年 12 月.
- 矢野理香, 薄井孝正, 片岡寿夫, 渡部一拓, **山口真弥**, 穴戸穂, 井野明子, 根本文栄, 折出洋子. 2 交代制 (16 時間夜勤) 勤務における夜勤中の仮眠取得と仮眠環境を考える-看護職における仮眠文化の構築に向けて-. 第 27 回日本看護管理学会学術集会, IE13, 東京, 2023 年 8 月
- 矢野理香, 穴戸穂, 杉村直孝, 紺谷一生, **山口真弥**, 渡部一拓, 鏡山浩美, 吉田祐子, 鷲見尚己. 看護職のための快適な仮眠環境の構築 (第 2 報) -夜勤後仮眠環境システム使用における睡眠満足度-. 第 24 回日本看護管理学会学術集会, P28-5, 石川, 2020 年 8 月.
- 渡部一拓, 杉村直孝, 紺谷一生, 穴戸穂, **山口真弥**, 矢野理香, 16 時間夜勤を行う看護師の夜勤中仮眠取得に関連する環境要因. 第 24 回日本看護管理学会学術集会, P30-6, 石川, 2020 年 8 月.
- 渡部一拓, **山口真弥**, 杉村直孝, 穴戸穂, 紺谷一生, 矢野理香, 16 時間夜勤を行う看護師の夜勤中仮眠と疲労感の関連. 第 24 回日本看護管理学会学術集会, P30-4, 石川, 2020 年 8 月.
- Konya I, Watanabe K, Shishido I, Sugimura N, Matsushita Y, **Yamaguchi S**, Yano R. Post-work recovery from fatigue and sleep episodes among nurses who are engaged in 16-hour night shifts: A longitudinal study. The 25th East Asian Forum of Nursing Scholars, OA-06, Taipei, Taiwan, April 2022. (online)
- **Yamaguchi S**, Yano R. Exploring factors associated with fatigue and recovery among shiftwork nurses by shift type: A data mining approach. The 25th East Asian Forum of Nursing Scholars, OD-22, Taipei, Taiwan, April 2022. (online)
- **Yamaguchi S**, Watanabe K, Fujita T, Yoshimitsu Y, Kato S, Yano R. Profile of salivary chromogranin A, amylase, and oxytocin in several shifts and fatigue among shiftwork nurses: An exploratory study. The 7th International Nursing Research Conference of World Academy of Nursing Science, CS-13-3, Taipei, Taiwan, October 2022. (online)
- **Yamaguchi S**, Watanabe K, Sugimura N, Shishido I, Konya I, Fujita T, Yoshimitsu Y, Kato S, Yano R. Test-retest reliability of salivary cortisol in nurses working rotation shifts in an acute care hospital. The 24th East Asian Forum of Nursing Scholars, 228, Manila, Philippines, April 2021. (online)
- **Yamaguchi S**, Watanabe K, Sugimura N, Shishido I, Konya I, Fujita T, Yoshimitsu Y, Kato S, Ito M. Y, Yano R. The characteristics of longitudinal changes in salivary biomarkers and fatigue of nurses working rotation shifts: An exploratory pilot study. The 5th FHS International Conference, 1-38, Sapporo, Japan, September 2021. (online)

- Watanabe K, Sugimura N, Shishido I, Hiramori Y, Konya I, Yamaguchi S, Nishiya K, Hino M, Yano R. What is the indicator of nurses' busyness during night shift? The 5th FHS International Conference, 2-9, Sapporo, Japan, September 2021. (online)

III. 学会賞・学術賞の受賞

なし

IV. その他

- 北海道大学 DX 博士人材フェローシップ（JST 次世代研究者挑戦的プログラム Grant No. JPMJSP2119）．採択期間：2021年10月-2023年3月