

### ポイント

疲労は、医療エラーにおける人的エラーの要因の一つである。ここでは疲労の患者安全への直接的影響を検討した。医療以外の職場では、睡眠不足は仕事の作業やパフォーマンスを低下させることを示すデータが報告されているが、医療においてはそのようなデータはまだ確認されていない。安眠に関する教育や夜勤前の仮眠は、疲労を減らし、パフォーマンスを向上させるかもしれないので、志向的妥当性、低い有害性、導入の簡便さなどから、これらの戦略を医療現場に導入しても良いだろう。医療従事者も他の職種と同じ人間であるから、疲労や睡眠不足を減らすように仕向けられるべきである。

### はじめに

疲労は、医療過誤の要因のうち人的エラーに関係する[1-3]。研修医は長時間勤務を強いられ、しばしば睡眠を奪われる[4]。夜勤はサーカディアンリズムを乱して疲労を助長する。病棟職員の疲労に焦点を当てて、医療エラーとの関係を検討した研究はほとんどないが、医療以外の産業における研究は疲労とパフォーマンスの低下との直接的な関係を示し、医療にも適用できそうな安全対策を提案している。急性疲労と慢性疲労のどちらも、医療従事者の健康に悪影響を及ぼす[5-7]が、ここでは、患者安全性に対する疲労の直接的影響に焦点をあてる。我々は医療従事者の睡眠不足、睡眠不足がパフォーマンスに与える影響、睡眠不足解決のための介入に関する文献をレビューする。この章の範囲を越えるが、睡眠不足以外に疲労に寄与する因子（仕事のストレス仕事の過重な負担）などに対する対策も疲労に対する多角的な戦略として考慮すべきである。

### 背景

疲労や眠気は様々な機序によって、患者安全に悪影響を及ぼす。注意力・記憶力・統合能力の低下は、医療従事者のパフォーマンスに悪影響を及ぼし、有害事象の発生につながる。必要な睡眠量や睡眠パターンは個人によって異なるので、このような有害事象を効果的に予防するための介入をデザインするためには、睡眠不足や問題となる眠気の兆候頻度、その影響を理解する必要がある。

### 睡眠不足

睡眠必要量は、個人により異なる（多くは24時間中8時間、範囲は6～10時間）[8, 9]。

睡眠時間が 24 時間中 5 時間より少なくなると、最大知能が低下する[2]。睡眠不足が短期間（2～3 日）でも、反応時間は延長し自発性が低下する[10]。一晚徹夜すると認知能力は 25%、二晩連続の徹夜では 40% 近く減少する[11, 12]。

睡眠不足（至適睡眠時間より、2～3 時間睡眠が不足）の結果、睡眠の負債（sleep debt）が生じる[2]。睡眠の負債が 5～10 日間続くと、最大限覚醒していることができなくなり、一般的な業務能力、特に認知能力が悪化する。また反応時間が遅くなり、感情や意欲を変化させたり、士気や自発性が低下する。睡眠不足とパフォーマンスの関係を検討したメタ分析によると慢性的睡眠不足の人では睡眠が十分な人の 9 パーセントイルまで機能が低下する[9]。

### 夜勤・交代制勤務

交代制勤務とは、朝以外の時間帯に開始される勤務のことである。エクソンバルディーズ号座礁事故、ボパール有毒ガス漏出事故、チェルノブイリ原子力発電所事故、スリーマイル島原子力発電所事故などの大災害は夜間就業者の疲労によりもたらされたことが良く知られている[14]。航空機事故[15]やトラック運転者の事故[16]への疲労の関与も指摘されている。病院では、看護婦の 35% が、日勤以外の勤務を要求される[13]。交代制勤務者は、サーカディアンリズムに障害をきたすため[17]、夜勤明けの睡眠は日勤後の睡眠よりも時間が短く、睡眠不足が蓄積する[18～20]。交代制勤務者の睡眠の質は悪く、覚醒後の爽快感が得られにくい。交代制勤務者の 60～70% が睡眠障害や眠気を訴えている[21]。調査によると、交代制勤務の多くが勤務中の眠気を訴えている。仕事の敏捷性も、夜勤者において侵害されている[24]。また交代制勤務者は論理的考察や単調な仕事がうまくできなくなる[18, 19, 22, 23]。

### **頻度と重大性**

疲労や睡眠不足は医療従事者にしばしばみとめられる。インターンやレジデントの長時間勤務は古くからの因習であり、レジデントのほとんどが週に 85～100 時間働き、時には 36 時間連続して勤務する[25～30]。このような状況下で睡眠は断続的で、しばしば中断される[27]。1991 年の全米のレジデント（2 年目）を対象とした全国調査によると、レジデント 1 年目の平均最長連続勤務時間（睡眠時間無し）は 37.6 時間であり、週に 80 時間以上オンコール下にあったレジデントは全体の 25% を占めていた[26]。若い女性の死亡[28]がきっかけとなり、1980 年代後半に起こった運動の結果、ニューヨーク州では法的規制により、レジデントの勤務時間は一週間最大 80 時間、連続勤務時間は最長 24 時間、勤務シフト間は少なくとも 8 時間とされた[29]。それにも拘わらず、ニューヨーク州内の 12 の教育病院を

1988年3月に抜き打ちで査察したところ、レジデントの37%は週85時間以上勤務していたことが明らかにされた。また週95時間以上働いたレジデントは、全レジデントの20%、外科レジデントでは60%を占め、24時間を超える連続勤務は、全レジデントの38%、外科レジデントでは67%に見られた[30]。卒後医学教育認定評議会（Accreditation Council for Graduate Medical Education）が2000年に研修プログラムや研修施設を監査したところ[31]、8%に労働時間要求事項の違反がみられた。勤務時間の要求の違反は一般外科（35%）、小児科（16%）、内科（10%）などで顕著であった。

レジデント修了後も、医師は収入を増やすために日勤終了後に当直（内職）することが多く、超過勤務や睡眠不足が続く[32, 34-37]。変則的な勤務が日常茶飯事となると、睡眠のパターンが侵害される。外科チームは12~20時間要することも複雑な手術に立ち会わなければならないこともあるので、外科医には疲労がつきものである[36, 37]。

疲労が医療従事者のパフォーマンスに与える影響を検討した研究は多いが[38]、その多くが研究デザインの稚拙さや、医療過誤と関連のないアウトカムという限界を抱えている。看護師を対象にした研究の結果、疲労がエラーを増加させる可能性が示唆された[39]。睡眠不足状態にある医師に様々な標準的テストを実施すると、言語的能力[40]、計算能力[40]、情報保持[41]、短期記憶力[42]、集中力[43]が低下することが示された。しかし、標準的テストの結果は、必ずしも医療行為におけるパフォーマンスを反映しているわけではない。外科系レジデント[44]、麻酔科レジデント[45]、救急医[19]などを対象にした研究によると、徹夜後医師はミスを犯しやすくなったり、パフォーマンスが低下することが示された[19, 44, 45]。一方、睡眠不足がレジデントの認知能力に影響を及ぼさないことを示した研究もある[46-48]。しかしシミュレーションは実際の臨床パフォーマンスを必ずしも反映しない。（第45章）精神運動機能のパフォーマンスは睡眠不足の影響を受けやすいが、疲労が認知能力に影響を及ぼすかどうかについて一貫したデータはなく、診療パフォーマンスに対する影響を検討するにはデータが不十分である。

病院職員の疲労が有害事象の発生に及ぼす影響を検討した研究はほとんどない[49]。Haynesらが6,371名の外科患者を対象に施行した後ろ向き調査[49]によると、外科レジデントの睡眠不足と術後合併症リスクの増加に関連はなかった。しかしこの結果は以下の理由で驚くに値しない。第一にこの研究はレジデントのエラー率を測定しておらず、またレジデントがエラーした時に事態を改善するために常勤医や手術室スタッフが果たす役割を把握していない。監督システムは個人的エラー減少（エラー予防）およびエラーの回避できないときの有害事象減少（エラー吸収）に役立っている[1]。さらに手術合併症には至らなかった有害事象（ニアミス）が過少報告された可能性がある。医療過誤や有害事象に対する疲労の影響を検討するためには、デザインの優れた研究が必要がある。また疲労と患者

アウトカムの関連を示すデータが存在しないからといって、医療従事者の疲労の問題から目をそむけるべきではない。

## 実践内容

### 勤務時間

我々は勤務時間に関する 2 つの重要な安全行為、 8 時間勤務と 12 時間勤務、 最長勤務時間に関するエビデンスをレビューした。パフォーマンスを最大にしながら疲労を最小限に抑えるための至適勤務時間に関する観察研究のほとんどは、医療産業以外を対象としたものであり、結果は一貫性がない。勤務時間が 8 時間を越えると事故が劇的に増加し、夜間から深夜にかけての勤務を開始する勤労者に最も多い結果が示されている[50]。我々は 8 時間を越える労働は労働者の疲労を助長し、事故のリスクを増加させるかもしれないという結論に達した。発電所勤労者を対象に 8 時間勤務と 12 時間勤務を比較した研究では、眠気・パフォーマンスともに差がみられなかった[51]。しかし、職種によって業務内容は大きく異なるので、ある業種に適切な勤務時間が他の業種では不適當であることも考えられる。

我々は、医療従事者の 8 時間交代制と 12 時間交代制を比較した研究を 9 つ検索した。10 の病棟で看護ケアを検討した研究によると、12 時間交代制はケアの量[54]、質[55]ともに劣っていた。また看護婦[56-61]、医師[62]を対象に覚醒状況やパフォーマンス、労働満足度についての自己申告制の調査を行ったところ、2 つの研究において長時間交代制で自己申告によるパフォーマンス、覚醒度、満足度が低かったが[56,57]、ICU の看護婦では、パフォーマンス・満足度とも 12 時間交代制の方が良好であった[60]。その他の研究では勤務時間の違いは満足度・パフォーマンスに影響しなかった[58, 59, 61]。このような主観的アウトカムの指標と、医療過誤の関係は不明である。

疲労によるエラーを減らすための勤務時間規制は、医療以外の領域では標準的に行われている（例えば、トラック運転手の 1 回の勤務時間は 10 時間以内、週 60 時間以内）。パイロットや航空管制官の勤務時間は制限されており、勤務時間が長くなるほどパフォーマンスが衰えることを示した研究もある[24, 63-65]。医療従事者の多くは勤務時間規制の対象から外れているが、トレーニング中の医師の多くは、法的に許可されたプログラムで研修を受けている。前述したように Laine らの研究によると、ニューヨーク州のレジデントの勤務時間の規制は死亡率や ICU への転床率などの患者のアウトカムに影響を及ぼさないばかりか[66]、逆に医師の勤務時間が規制され、医師間での医療ケアの継続性が乏しくなったために、合併症や診断の遅れなどが増加した。Peterson らのケースコントロール研究によると元来の主治医であるレジデントではなく医師が診療した場合、防止可能な有害事象が 6 割多くなる[67]。このようにレジデントの勤務時間を制限すると治療の継続性が失われ、有害

事象や患者のアウトカムの変化をきたしやすい。

一方 Gottlieb らは、睡眠不足を減らし、かつ新規入院患者数を週を通じて平均的にならし、入院患者ケアを改善できるような医療スタッフの勤務スケジュールを検討した[68]。その結果、在院日数が短縮し、補助的検査や投薬エラーが減少した。同時に他の事項も変更されたため、この改善を勤務時間内の変更だけに帰することはできないが、結果患者の成果に悪影響を及ぼすことなく勤務時間を変更することが可能であることを示唆している。医療従事者の疲労を軽減するために勤務時間を変更するあらゆる試みを考慮すべきであるが、治療継続性喪失のコスト、合併症、不必要な入院日数などを継続的にモニターし、これらの要因が患者ケアを損なうことがないように配慮する必要がある。ただし、医師の勤務時間短縮に対して十分にスタッフを確保するために必要な費用は、ニューヨーク州だけでも3億6千万ドルと推定されている[69]。しかしこれには他のコストや法の規制により削減されるコストは含まれていない。

レジデントの勤務時間を制限することは、研修の質と医師の職業意識の低下につながりかねないとする者もいる[70]が、これを十分に立証するデータは存在しない。

#### 勤務シフトの向きとスピード（交代の間隔）

交代制勤務のローテーションの方向は、勤務者の疲労に影響する可能性がある。交代制勤務の方向には、前向きローテーション（日勤 準夜帯勤 深夜勤務）と後ろ向きローテーション（日勤 深夜 準夜帯勤）がある。前向きローテーションの方が、後ろ向きローテーションよりも疲労が少ないといわれる[71-74]。自然なサーカディアンリズムは前向きに動くことや通常の入眠時間よりも早く眠ることが難しいことなどから、前向きのローテーションの方が生理学的に耐えやすい[2,12,75]。しかし、この前向きローテーションと後ろ向きローテーション間に差はないという研究もある[76,77]。これらの研究は、いずれも勤務者のパフォーマンスやエラーの発生率を測定しておらず、また、医療従事者の勤務ローテーションの向きを評価した研究は一つもない。

勤務計画における他の変数は、ローテーションのスピードである。1~2 週毎のローテーション（遅いローテーション）の方が、2~3 日毎のローテーション（速いローテーション）よりも、サーカディアンリズムに適応しやすい[71,73,74,78,79]。遅いローテーション家で十分な睡眠時間が確保でき、勤務中の眠気が少なく、自己報告によるパフォーマンスが優れ、エラーが少ない[74,79]。速いローテーションが勤務者の就業満足度を高めるという報告もあるが[80]、この高い満足度が安全に及ぼす影響は評価されていない。極端に遅いローテーションは固定シフトあるいはローテーションのないシフト（日勤あるいは夜勤）とほぼ同じであり、ローテーションよりもサーカディアンリズムへ適応や作業パフォーマンス

が良い[78,79]。しかし、日中に働きたいという希望や、世間的な付き合いとのかね合いなどから、永久的夜勤に完全に適応するのは難しく、勤労者の満足度は低い[71]。

#### 睡眠の改善：教育と睡眠環境

アルコールやカフェインを就寝前に避け、健康的な睡眠環境を維持するなどの良好な睡眠を保つ生活習慣は、睡眠の負債や疲労の軽減に役立つ。睡眠環境の研究は、不眠症・慢性睡眠障害の患者の治療を対象としてきた[81-83]。従って交代制勤務者の睡眠環境を検討した臨床研究は検索できなかった。一般に、多くの雇用者は非番の時間にどのように過ごしているか把握することができず、勤告の遵守度は低いと考えられる。交代制勤務をローテーションしている警察官を対象にした研究によると、トレーニング後は睡眠環境に関する意識や知識が有意に増加するが、1ヵ月後の睡眠後テストには変化がみられなかった[84]。交代制勤務者のパフォーマンス改善に対する睡眠環境に関する教育プログラムの効果をさらに検討する必要がある。

#### 職場の照明

サーカディアンリズムの体内調節には、明暗効果が介在している。1986年の調査によると、全米で730万人が夜間勤務をしている。夜間に勤務して昼間に睡眠を取る夜勤労働者は、勤務スケジュールしかサーカディアンリズムと同調しないために、しばしば慢性的な睡眠不足に陥って健康被害に悩んでいる[85]。計画的な光への曝露は、内分泌のサーカディアンリズムの段階をシフトさせる可能性があるため、職場や仮定の照明を変化させて交代サイクルに適合させる実験が行われてきた[71, 86]。夜間に明るい照明に曝露させると、主観的な覚醒レベルが改善し[87]、夜間に明るい照明に曝露させ、昼間完全な暗闇に置くと認知機能や覚醒度が改善し、日中の睡眠時間も長くなることが示された[88]。

実験室では明暗の操作は簡単であるが、現実的環境では難しい[89]。実際の環境下では強い光の曝露を意図せずに受ける時もあり、これが労働者のサーカディアンリズムを乱す可能性がある。NASAのスペースシャトルの宇宙飛行士を対象にした研究によると、サーカディアンリズムは夜間の照明により変えることができる[89,91]。アメリカ原子力規制委員会は夜間労働者に対して強い照明を与えることを求めており、そうすることで疲労感が減少し、勤務中の覚醒度が改善することを発見した[92]。どの程度の人工的照明が医療従事者のパフォーマンスや医療エラーの客観的指標に影響を及ぼすのか、現場調査が必要である。強い照明が病院中のあらゆる場所で必要とは限らない。Bulloughらの研究によると、新生児室で働く医療従事者のために明るい照明は適切かもしれないが、患児にとっては有害であるかもしれない[93]。

照明を使った介入は、既存の設備を利用することができ、比較的安価な介入法である。夜間でも照明を明るくして、家では厳密に光よけをする教育を施すと、夜勤者のパフォーマンス向上に効果があるかもしれない。

## 仮眠

交代制勤務者は仮眠をとることが多く、仮眠は疲労の予防法と考えられている[94,95]。製鉄所で働く交代性勤務者を対象にした調査によると[94]、過半数がシフトの前または後で仮眠をとっていた。仮眠の効果は 3 つのセッティングにおいて研究されている。すなわち睡眠不足の前にとる仮眠（予防的仮眠）、睡眠不足期間中にとる仮眠（治療的仮眠）、就業中にとる仮眠（維持的仮眠）である。これらの殆どは、若い健常男性を対象に実験室で実施された研究である。

予防的仮眠の効果についての研究は、非医学論文に数多く報告されている。8 人の男性を対象にした研究では夜間に 4 時間しか睡眠をとることを許されなくても、前日に 30 分間仮眠を取ることを許可すると、仮眠をとらない場合と比較して主観的覚醒感は良好で、覚醒度パフォーマンスが 20%改善し、さらに全体的な眠気も少なかった[96]。他の研究も、睡眠不足が予定されている健康な被験者に対する予防的仮眠が主観的・客観的覚醒度やパフォーマンスに対し効果をもたらすことを報告している[97-101]。研修医の睡眠パターンを擬して 24 時間睡眠をとらない研究では一群は夕方に 4 時間の予防的仮眠をとり 24 時間勤務中にカフェインを摂取した。また他群は 24 時間勤務中に 1 時間仮眠をとりカフェインを摂取しなかった。その結果予防的仮眠とカフェインを使用した群は、短時間仮眠群より全体的な主観的覚醒度が 15%増加した[101]。医療従事者を対象とした研究によると、看護婦や看護助手が夜勤に入る前に仮眠をとると、仕事の疲労が少なかったという結果が示されている[95]。

多くの研究が睡眠不足の場合に治療的仮眠を取ると、取らない場合よりも有益であると報告している[102 - 108]。しかし睡眠不足のトラック運転手を対象に、前夜に 30 分の仮眠をとった群と取らなかった群のシミュレーションによる運転を比較した研究によると、両群の間に差はみられなかった[109]。

維持的仮眠とは勤務中にとる仮眠のことであり、日中の睡眠不足を補い、夜間の生理的な眠気を克服する働きがある[101]。日本の多くの産業は、労働者に勤務中の仮眠を取らせていて、夜間労働者の半数はその恩恵を受けている[111]。交代制勤務労働者に対する維持的仮眠の影響を系統的に検討した研究はなかったが、真夜中に短時間の仮眠を取ると残りの就業時間中のパフォーマンスが改善するとの報告がある[98]。シフト中連続して仮眠をとった場合の効果は研究されていない[110]。

仮眠を考える際の重要な現象として、覚醒直後の惰性的状態（sleep inertia）がある[112]。これは、覚醒後約30分間続く、覚醒の力低下、混乱、行動見当識障害、認知能力障害などである[112-118]。仮眠中の深い睡眠の期間、サーカディアンサイクルとの関係が睡眠後惰性の程度に間接するといわれる[8]。疲労減少のために仮眠導入を検討する際には、睡眠覚醒直後の悪影響を避けるようなデザインが考慮されるべきである。長い仮眠の潜在的な害は、その後の睡眠の量や質を損なう恐れがある[119]。

治療的仮眠や維持的仮眠が疲労や睡眠不足の改善に効果があるという強いエビデンスが存在する。しかし、医療現場における仮眠の効果はよくわかっていない。予防的仮眠や治療的仮眠は家庭における社会的時間を損なうのに対し、維持的仮眠は労働時間を減少させる。しかし、仮眠に関連する費用についての報告はない。また仮眠による疲労改善の経済的效果は、医療分野では評価されていない。

### 医学的治療

メラトニンはサーカディアンリズムを調節する主要なホルモンである。布良と任経口補充の医療従事者のサーカディアンリズムや夜勤への適応に対する効果が検討されたが、効果は認められなかった[120-123]。現在のところ、交代制勤務による疲労改善を目的としたメラトニン服用を推奨するだけの、効果に関するエビデンスは存在しない。

交代制勤務による短期的な睡眠不足に対するベンゾジアゼピン系や、他の鎮静剤の潜在的利便性が、いくつかの研究で検討されているが、長期的使用に関する研究はない。精神興奮剤やカフェインは短期的にパフォーマンスを高めるが、睡眠不足を根本的に解決するわけではない[124]。さらに副作用、中毒、パフォーマンス低下の恐れがあるため、これらの薬物を安全行為として使用するの難しい。

### コメント

睡眠不足やサーカディアンリズムの障害により疲労、覚醒度の低下、標準的試験におけるパフォーマンスの低下が起こる。医療以外の職場では、睡眠不足が仕事のパフォーマンスを低下させることを示すデータが報告されているが、医療においてはそのようなデータはまだ確認されていない。医師の勤務時間を制限すると、患者ケアの継続性に悪影響を及ぼす可能性があることを考慮しなければならない。後ろ向きローテーションよりも前向きローテーションを実施し、安眠環境に関する教育や夜勤前の仮眠をとることで、疲労を減らし、パフォーマンスを向上させる可能性がある。医療におけるこれらの介入の効果について根拠を示すことは重要であるが、外見的妥当性の高さ、有害性の低さや、導入の簡便さを考慮すると、これらの戦略は有望性が高い。



大部分の高度危険産業には疲労や常軌を逸した勤務がパフォーマンスの低下をもたらすという仮定が存在するが、これを証明する義務はそのような勤務状態も安全であると主張する人々に課すべきである。医療従事者も他の職種と同じ人間であるから、疲労や睡眠不足を減らすように仕向けられるべきである。医療従事者の疲労は十分に癒されることはなく、その結果、人的エラーは避けることができなくなっている。医療組織にとっての最終的解決策は、潜在的な人的エラーをコントロールすると同時に、発生してしまったエラーが患者に到達する前に遮断されるようなシステムに基づくアプローチである。