

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：32661

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25463367

研究課題名(和文) 看護師の夜勤勤務および仮眠・断眠中のHRVにおける中枢性疲労の神経生理学的評価

研究課題名(英文) Neurophysiological evaluation of central fatigue in HRV during night shift, after nap and sleep in nurses.

研究代表者

田中 美穂 (TANAKA, Miho)

東邦大学・健康科学部設置準備室・講師

研究者番号：80385567

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：勤務中とその後の仮眠および夜間睡眠時の心拍変動解析データと疲労テストにより、交替制勤務に従事する女性看護師および管理者の疲労の蓄積とリカバリーの観察を試みた。その結果、夜勤中の仮眠、勤務終了後の仮眠とその夜の睡眠において、交感神経が高い自律神経バランスを保つ看護師がみられた。本来、睡眠中は副交感神経全般のトーンが高まり、循環器を休めるとともに消化活動を亢進させたエネルギーの蓄積が進む。しかし、被験者の幾人かは睡眠中の副交感神経の活動が小さく、睡眠による休息が得られていないことが示唆された。今回は交替制勤務後1日の自律神経活動を調査したが、今後はさらに長いタームで観察していく必要が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The sympathetic nervous system was higher than parasympathetic in some nurse during nap and sleep. In general, the parasympathetic tonus rises while sleeping, that causes work of the cardiovascular system declines and the digestive organs activity increases. However, some of the subjects suggested that parasympathetic nervous activity during sleep was small, and it was obtained that could not take a rest after labor. In this study, I investigated sleeping for one day after shifting work, further we need to observe the recovery of fatigue with longer term.

研究分野：基礎看護学

キーワード：自律神経 心拍変動解析 中枢性疲労 サーカディアンリズム 夜間勤務

1. 研究開始当初の背景

2008年に女性看護師2名の過労死が認定され、日本看護協会は夜勤に関する実態調査を経て、2013年に「夜勤・交替制勤務に関するガイドライン」による夜間の労働時間の短縮を啓蒙した。その後も重点政策として、看護職の労働環境の整備の推進に継続して取り組み、看護師のワーク・ライフバランスは見直されつつある。しかし、依然として二交代制勤務を実施している病院(病棟)では、上記ガイドラインの基準2「勤務の拘束時間は13時間以内とする」条件を満たすことができず、夜間の労働時間が13以上~16時間未満、さらには16時間以上におよぶ連続勤務を強いているところも少なくない。

研究者は、2009年より16時間夜勤に従事する女性看護師の疲労を、神経生理学の手法を用いて明らかにする研究を続けている。2010-12年には研究費の助成(基盤C)を受け、主には3つの調査を実施した。ひとつは、タッチパネル式の認知機能測定器機を用いて夜勤前と後の選択反応時間の変化を計測し、16時間夜勤の後に起こる中枢性の疲労を評価した。また、ヒラメ筋のH-reflex(脊髄反射)を電気刺激で導出する測定により、平日と夜勤後で測定・比較し、夜勤で起こる末梢性の疲労の評価を試みた。夜勤後の末梢性疲労の検討の一手法として、健常な大学生を被験者とし、大腿部をマンシエットで加圧/解放する反応性充血モデルにて夜勤労働後の下肢浮腫を擬似的に再現しH-reflexの変化を観察する模擬実験も実施した。

2010-12年の調査の3つめは、本研究につながる心拍変動解析(HRV)による調査である。超小型軽量の心拍計を用いて16時間におよぶ夜間勤務中のR-R intervalを連続計測し、自律神経バランスの変動をもとに疲労を評価した。その結果、夜勤開始前の自律神経活動が平均的である群(GN:心拍変動解析[周波数領域]の要素の和が2000以上)は夜勤中も身体活動量と迷走神経活動が連動していることがわかった。一方で夜勤開始前から自律神経活動が低下している群(GL:心拍変動解析[周波数領域]の要素の和が2000以下)は夜中の身体活動量の増減に自律神経優位で対応していた。つまり、GNに比してGLは夜間活動中の身体負担が大きいことが示唆された。そして、GLは夜勤終了後も過大な大脳皮質の興奮が継続している状態にあることがわかった。

これらの結果を踏まえ、夜勤中の覚醒や注意喚起を促す看護師の大脳皮質の興奮は何時まで継続するのか、それは一過性なのか、どの程度でリカバリーするのか、リカバリー速度と慢性疲労は関係するのかなどの疑問に基づき、2013-16年に夜勤後の睡眠(昼間の仮眠と夜間睡眠)におけるHRVの調査を行った。これら疲労の研究は、看護師の労働環境の整備はもちろん、看護の質の向上や安全な医療の提供の一助になると考える。

2. 研究の目的

本研究計画ではこれまでに獲得した基礎知識と研究手法を更に発展させ、夜勤や当直中の看護師の自律神経活動の変化(仮眠・断眠を含む)夜勤・当直後の仮眠・断眠・夜間睡眠中の看護師の自律神経活動の変化を比較し検討することにより、夜勤や当直による看護師の一過性疲労とその後のサーカディアン・リズムの乱れや、疲労からのリカバリー状況を観察することである。

3. 研究の方法

(1)16時間夜勤およびその後の仮眠、夜寝に関する調査

メモリーつき超小型軽量の心拍計を用いて、16時間夜勤中と夜勤後およそ24時間のR-R intervalから心拍変動(HRV)を計測し、自律神経バランスの変化と疲労の関係を検討した。

対象:二交代制勤務に従事している、看護師経験3年以上の女性看護師15名。

データ収集施設:日々の仕事量の変動が少ない、小規模専門病院の内科病棟を選定した。

計測:夜勤開始30分前~夜勤中~夜勤後の自宅(およびそれに準じた場所)での休息/仮眠、その後の夜間睡眠~翌朝の覚醒までのHRV、および身体活動量を連続して計測/記録する。中枢性疲労テスト3種(フリッカーテスト、最大ピンチ力、選択反応時間)疲労に関する質問紙2種(疲労自覚症調査、ヴィジュアル・アナログスケール)を夜勤前と後に実施する。

記録:被験者毎のデモグラフィックデータを実験開始前に聴取した。また、HRV計測中は被験者自記式の行動記録を用いた。

分析:活動量(Activity)と心拍(HR)の他はHRVの5分毎の周波数解析データ(LF/HF、HFnorm、LFnormなど)を主に分析対象として取り扱う。被験者ひとり1人の夜勤中のイベント毎(巡視、検温、食事、休憩、仮眠など)の交感神経および迷走神経の活動をグラフにて可視化し、自律神経バランスを評価する。また、睡眠3種(夜勤中の仮眠、夜勤後の仮眠、夜間睡眠)についてグラフに表し、変動を評価する。

疲労テスト、疲労に関する質問紙は夜勤前と後で比較し、被験者各自の主観的疲労感の目安とした。

(2)24時間管理当直およびその後の仮眠、夜寝に関する調査

メモリーつき超小型軽量の心拍計を用いて、16時間夜勤中と夜勤後およそ24時間のR-R intervalから心拍変動(HRV)を計測し、自律神経バランスの変化と疲労の関係を検討した。

対象:管理当直勤務に従事している、女性看護管理者15名。

データ収集施設:夜間の電話相談や救急対応により、仮眠・断眠が起こることが重要と

なるため、そうした病院を選定した。

計測：夜勤開始 15 分前～夜勤中～夜勤後の自宅（およびそれに準じた場所）での休息/仮眠、その後の夜間睡眠～翌朝の覚醒までの HRV、および身体活動量を連続して計測/記録する。中枢性疲労テスト 3 種（フリッカーテスト、最大ピンチ力、選択反応時間）疲労に関する質問紙 2 種（疲労自覚症調査、ヴィジュアル・アナログスケール）を夜勤前と後に実施する。

記録：被験者毎のデモグラフィックデータを実験開始前に聴取した。また、HRV 計測中は被験者自記式の行動記録を用いた。

分析：活動量（Activity）と心拍（HR）の他は HRV の 5 分毎の周波数解析データ（LF/HF、HFnorm、LFnorm など）を主に分析対象として取り扱う。被験者ひとり 1 人の夜勤中のイベント毎（巡視、検温、食事、休憩、仮眠など）の交感神経および迷走神経の活動をグラフにて可視化し、自律神経バランスを評価する。また、睡眠 3 種（夜勤中の仮眠、夜勤後の仮眠、夜間睡眠）についてグラフに表し、変動を評価する。

疲労テスト、疲労に関する質問紙は当直前と後と比較し、被験者各自の主観的疲労感の目安とした。

4. 研究成果

(1) 16 時間夜勤、およびその後の仮眠・夜間睡眠に関する調査

看護師の自律神経活動の比較

40 代の看護師 2 名の、3 種の睡眠（夜勤中の仮眠・夜勤後の仮眠・その後の夜間睡眠）中の自律神経バランスと、夜勤終了後 20 時間の連続自律神経活動を比較した。被験者の平均年齢は 42 ± 1.4 歳、交替制勤務の経験は平均 14 ± 1.1 年であった。勤務開始前の自律神経活動の Total power は平均 974 ± 163.3 であった。被験者 2 名（以下、被験者 6、被験者 12）の睡眠中の自律神経バランスを図 1 に示した。

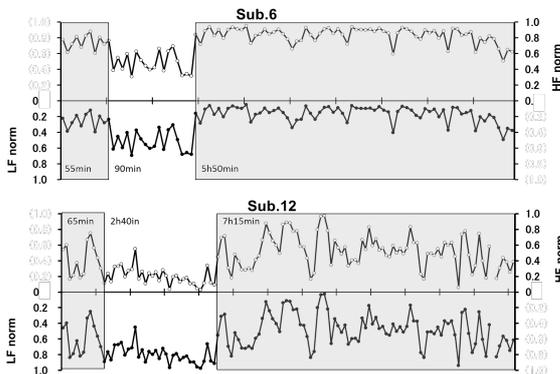


図 1. 睡眠中の自律神経バランス

3 つのフェーズはそれぞれ左から夜勤中の仮眠、夜勤後の仮眠、その後の夜間睡眠をさす。上段：HF norm および下段：LF norm は、HF を LF で、LF は HF でそれぞれ除してノーマライズしたものである。HF norm は迷走神経の、LF norm は交感神経活動の指標となる。

被験者 6・12 とともに夜勤中の仮眠と夜間睡眠時に迷走神経を高め休息している。夜勤後の仮眠では、被験者 6 は HF norm と LF norm がほぼ同程度のバランスで活動し休息を得ている。一方で、被験者 12 は約 3 時間の仮眠中のほとんどを交感神経優位で経過している。この現象に関しては、夜勤後の仮眠は昼間の睡眠であるため、昼行性のヒトとして交感神経活動優位の本来の自律神経活動が影響していると予測できる。続く夜間の睡眠は、被験者 6 に比して被験者 12 は自律神経バランスが大きく変動しており、7 時間以上の睡眠を取っているが安定しない。

次に、夜勤終了後 20 時間の自律神経活動を図 2 に示した。

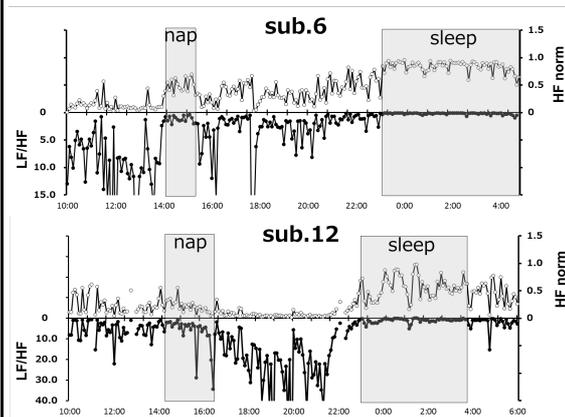


図 2. 夜勤終了後 20 時間の自律神経活動

下段：LF/HF は交感神経活動の指標となる。塗りつぶし部分は、夜勤後の仮眠(nap)と夜間睡眠(sleep)、Y 軸は時間を表す。

被験者 6・12 とともに仮眠や睡眠では迷走神経の活動を高めているが、被験者 6 の方が身体活動や睡眠に伴う自律神経バランスの切り替えが明瞭であることが分かる。仮眠後の午後から夜間睡眠までの活動時の自律神経バランスをみると、被験者 6 は終始迷走神経活動が優位で経過し、被験者 12 は非常に交感神経が優位な状態で過ごしている。

看護師の心拍数の比較

上記の結果を踏まえ、夜勤終了後の日中覚醒中の加算活動量と平均心拍数、LF/HF（平均）を表 1 にまとめた。

表 1. 覚醒中の活動量と心拍数および LF/HF (平均)

	活動量(加算)	心拍数(四分)	LF/HF
被験者 6	6533	71 ± 5.3	2.9 ± 4.3
被験者 12	6044	82 ± 12.3	21.4 ± 14.3

どちらも運動などせず室内で過ごし活動量はほぼ同じであるが、被験者 12 の LF/HF は図 2 から分かるように被験者 6 より大きく、そのため心拍も 10 回/分以上高く推移していた。この差が個人特性であるのか確認するため、それぞれの計測全過程の心拍数の変化を

まとめた(図3)。その結果、被験者6は夜勤開始後の夕方の活動時の心拍数がピークであり、その後は身体活動量に合わせて心拍数も変動しているのに対し、被験者12は夜勤後の仮眠、活動、夜間睡眠と徐々に心拍数が増加していた。夜勤における身体活動中(17:00-23:00)の心拍と夜勤後自宅での身体活動中(17:00-23:00)の心拍を比較すると、活動量が少ないにもかかわらず有意に心拍数が増加していた。また、同じ時間帯の交感神経活動を比較したところ、心拍同様に夜勤後方が有意に高まっていた。

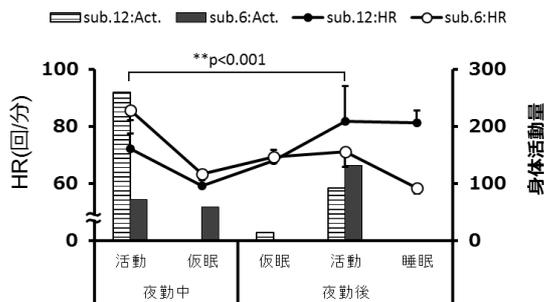


図3.夜勤中と夜勤後のHRと身体活動の推移

T-testは被験者12の夜勤中と夜勤後の活動時間帯(17:00-23:00)にHRのみ実施した。

看護師の疲労検査の比較

疲労検査の結果を表2に示す。

被験者12からは主観的な疲労が検出されなかった。中枢性疲労に関しては、タッチパネルによる選択反応時間の遅延はどちらにもほとんど見られなかったが、最大力発揮に関しては双方半減していた。

表2.疲労検査の結果

	自覚症調べ (post-pre)			中枢性疲労 (post/pre)	
	選択反応時間	選択反応時間	ピンチ力	選択反応時間	ピンチ力
被験者6	6	6	1	-2	-62
被験者12	0	0	0	4	-58

これらの結果から、被験者6は16時間夜勤の疲労を自覚的にも身体的にもみとめ、夜勤後の1日をやや迷走神経優位で過ごしていた。一方、被験者12は、夜勤後の疲労の自覚はなく、帰宅後の仮眠中・その後の活動中・夜間の睡眠中を交感神経優位で過ごし、徐々に心拍を高めていた。なかでも夜勤後の夜間睡眠時に心拍数が平均 81.3 ± 4.3 回/分と高まっていることから、16時間夜勤を終えた40代女性の循環器への負担が懸念される。

このように、被験者6と被験者12は異なる自律神経バランスで夜勤明けの1日を過ごしている。被験者12が慢性疲労症候群の予備軍であるかもしれないが、この差違が一過性である可能性もある。自律神経バランスのリカバリーは、40時間程度の観察では明らかにできなかった。今後はさらにロングタームの観察を検討する必要がある。

(2)24時間管理当直、およびその後の仮眠と夜間睡眠に関する調査

当直中25時間の自律神経活動バランス

当直開始8:30から終了の翌日9:30までの自律神経の活動バランスを図4に示した。

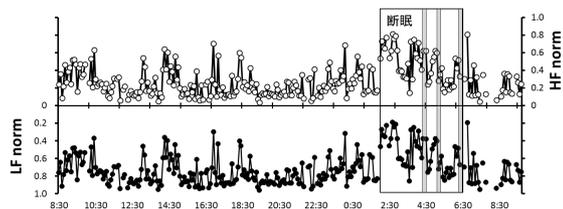


図4.当直勤務中の自律神経バランス

当直中の仮眠(2:00~6:30)を四角で囲い、その間の救急電話対応で覚醒した時間帯を塗りつぶして明示した。この部分を「断眠」とした。

朝の勤務開始後10:00までと会議中の14:30~15:00の時間帯以外は、ほぼ交感神経優位で活動している。2:00~6:30までは当直室にて臥床し仮眠を取っており、その時間帯は副交感神経が高まっている。ただし、3度の救急電話に対応しているためか、仮眠開始時より徐々にバランスが変化している。

断眠時の自律神経活動バランス

断眠時の仮眠-覚醒の心拍変動を解析し、自律神経バランスの変化を観察した(図5)。

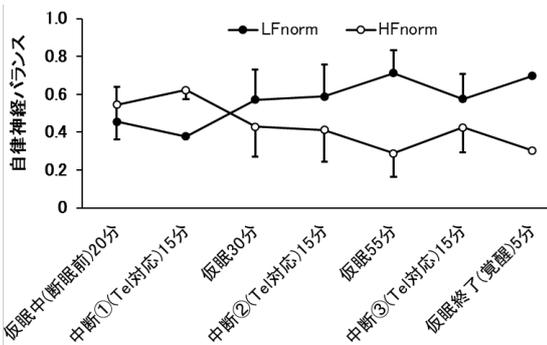


図5.断眠時の自律神経活動バランスの推移

最初の電話対応で覚醒する前の20分間から、3度目の電話対応で覚醒し、その後起床するまでの5分間をそれぞれ解析した。詳細はY軸の記述を参照。

1度目の電話対応で覚醒する前20分間と最初の電話対応時の自律神経活動バランスは、迷走神経優位であった。しかし、その後の仮眠からバランスは交感神経優位へとスイッチしており、その後2度の電話対応で覚醒する毎に徐々に交感神経支配が高まっている。つまり、1度目の電話対応で覚醒するまでは迷走神経優位で休息していたが、覚醒後の延べ2時間の断眠中は効果的な睡眠が得られないまま仮眠を終了し、朝の勤務に就いていることがわかった。

夜勤後の仮眠と夜間睡眠時の自律神経活動バランス

夜勤後の昼間の仮眠と、その後の夜間睡眠時の活動量、心拍数、自律神経活動を図6に示した。また、仮眠データに欠損が多く波形では捉え難いが、仮眠睡眠中のデータを1時間毎の平均値で図に表すと推移が観察できる(図7)。

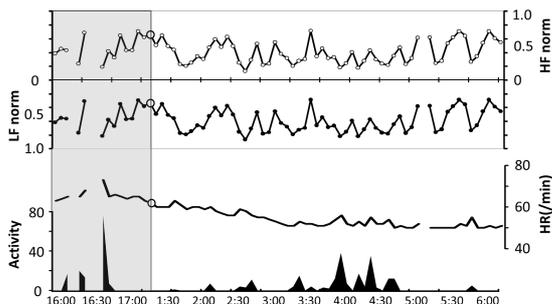


図6.夜勤後の仮眠と夜間睡眠の自律神経バランス
塗りつぶし部分は仮眠(16:00-17:20)、塗りつぶしなし部分は夜間睡眠(1:25-6:15)。グラフは下から身体活動量、心拍数、交感神経指標、迷走神経指標を表す。

図6により、睡眠中の被験者の自律神経は、睡眠周期90分の内に3~4度もバランスが目まぐるしくスイッチしている。16時間夜勤実験の被験者6(図1)が、夜勤明けの夜間睡眠中は迷走神経を優位に保ち休息を取っている様子との違いが顕著である。

仮眠と夜間睡眠を比較するため、平均化してバランスを図に表すと(図7)、心拍数は睡眠時間の経過とともに徐々に低下しているが、自律神経活動は交感神経優位で推移している。同被験者の勤務中の自律神経活動が交感神経優位で推移していることは当然であるが(図4)、仮眠・睡眠中のバランスとしては逆転が起きている。また、本来は覚醒に向けて徐々に交感神経活動が高まるものであるが、被験者は迷走神経の活動が高まりつつある過程で覚醒している。この後、被験者は日中の通常勤務に就いたが、自律神経バランスはどのような経過を辿ったのか、調査する必要がある。

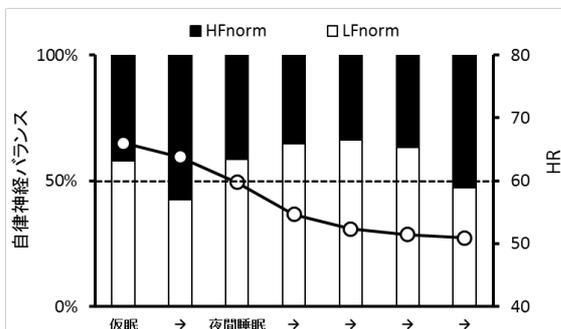


図7.仮眠・睡眠時の心拍および自律神経の推移
左から夜勤終了後の仮眠中、続いて夜間睡眠と、それぞれ約1時間の自律神経活動の平均を表す。折れ線は心拍数(HR)の推移を示す。

周知の通り、自律神経は常時休むことなく活動し、毎秒バランスを取りながら身体各器官に指令を出している。交感神経、副交感神経のどちらが緊張している活動状態をトーンズと呼ぶが、被験者は睡眠中も交感神経トーンズを高めている。本来、睡眠中は交感神経のトーンズが下がり、手足の血管抵抗や心拍、血圧、体温などの活動が低下する。一方で、副交感神経全般のトーンズが高まり、循環器を休めるとともに、消化器の活動の亢進とともにエネルギーの蓄積が進む。そうした24時間を積み重ね、人間は健康を維持して暮らしている。しかし被験者らの夜勤および当直後の自律神経は、通常とは異なり睡眠時も交感神経優位に活動していた。

今回の一連の調査を通じて、これは16時間夜勤や当直勤務直後の睡眠に限る現象なのか、看護師らは夜勤や当直により蓄積した疲労をさらに長いタームでリカバリーしているのか、幾つかの疑問が生じる。看護師に睡眠中の自律神経活動の逆転をもたらしたものが一過性の疲労なのか、もとより慢性疲労に陥っていたのか、それを明らかにするためにも、更なる検討が必要となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 3件)

- (1) 田中美穂, 交替制勤務に従事する女性看護師の仮眠・睡眠中の自律神経活動, 日本健康行動科学学会 第14回学術大会, 2015.9.19, 森ノ宮医療大学(大阪府大阪市)
- (2) 田中美穂, 2 交替制勤務により起こる中枢性疲労と勤務中の仮眠時間との関連について, 第19回日本看護管理学会学術集会, 2015.8.29, ビックパレットふくしま(福島県郡山市)
- (3) 田中美穂, 医療現場で働く看護師の健康や安全に焦点をあてた人的資源管理(人的資源管理のための疲労の管理), 第17回日本看護管理学会学術集会, 2013.8.24, 東京ビックサイト(東京都江東区)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0件)

○取得状況(計 0件)

〔その他〕
ホームページ等 なし

6 . 研究組織

(1)研究代表者

田中美穂 (TANAKA , Miho)
東邦大学・健康科学部設置準備室・講師
研究者番号 : 80385567

(2)研究分担者

松浦麻子 (MTSUURA , Asako)
東邦大学・看護学部・助教
研究者番号 : 50617313

(3)連携研究者

該当なし

(4)研究協力者

該当なし