

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 7日現在

機関番号：32661
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22592420
 研究課題名（和文）看護師の夜間勤務における中枢性および末梢性疲労の神経生理学的評価
 研究課題名（英文）Neurophysiological analysis of central and peripheral fatigue during night shift in nurses
 研究代表者
 田中 美穂 (TANAKA MIHO)
 東邦大学・看護学部・助教
 研究者番号：80385567

研究成果の概要（和文）：夜勤中の心拍変動解析データと、夜勤前・後の疲労テスト結果により、看護師の疲労の神経生理学的評価を試みた。その結果、夜勤による一過性疲労の発生のみならず、もとより蓄積性疲労を起こしている可能性のある群が検出された。本研究成果は、看護師の疲労の評価に示唆を与え、慢性疲労症候群を評価するための基礎資料が得られた。

研究成果の概要（英文）：We present novel findings on the central fatigue-related differences in reduced HRV relating to cumulative fatigue. The present study is the first to show that nurses with reduced HRV have an imbalance of sympatho-vagal activity but do not suffer from the effects of central fatigue as assessed by a maximal effort pinch-force test.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：看護学、基礎看護学

キーワード：夜間勤務、心拍変動解析、中枢性疲労、選択反応時間、最大ピンチ力

1. 研究開始当初の背景

日本の看護師は二交代制勤務・16時間夜勤に従事しているが、他の国では12時間を超える夜間労働は見られない。2008年に2名の看護師の過労死が認められ、翌年から看護協会は実態調査結果や声明を発表している。

しかし、これまでの研究は質問紙を用いた主観的な疲労感の調査が多く、身体の疲労を評価したものは少ない。2009年、研究者は脳機能の評価・診断を支援するタッチパネル・パソコン・システムを用いて、16時間夜勤

前後の看護師の中枢性疲労の測定を試みた。その結果、選択反応時間はすべての課題で夜勤後に延長したが、正答率は難しい課題ほど夜勤後に高まりを見せた。この小実験により、夜勤前後のパフォーマンスの変化を測定することで、看護師の疲労を客観的に評価できるという手がかりを得た。そこでさらに進んで中枢性疲労と末梢性疲労を双方から実験的に測定し、看護師の身体疲労の実態を客観的に評価する意義は大きいと考えた。

2. 研究の目的

看護師の夜勤による疲労を、神経生理学的手法を用いて中枢性・末梢性の双方向から評価する。

3. 研究の方法

(1) 中枢性疲労の評価①

分割されたパネルが点滅する順番を記憶し再生することで、脳の情報処理機能の評価する器機を用い、疲労の評価を試みた。

①対象：二交代制勤務に従事している女性看護師 25 名 (Age 29.6 ± 5.3)。

②計測：夜勤勤務前・後の選択反応時間 (CRT) を測定し比較した。反応時間は 0.001sec で計測・記録され、課題は分割画面 5 と 6 の 2 種類 11 題であった。体位は椅座位で楽な姿勢、静かな場所、自身のペースで問題に解答してもらった。計測は被験者が勤務する病院の面談室などで行い、所要時間は 1 回約 5 分であった。さらに、デモグラフィックデータと夜勤前の睡眠時間や夜勤中の仮眠、夜勤後の疲労感などを質問紙で尋ねた。

③分析：課題の難易度ごとに CRT の変化量を求めた。また、仮眠時間や前日の睡眠時間など、CRT の変化に影響を与える要因を検討した。

(2) 中枢性疲労の評価②

超小型軽量の R-R interval 計測・記録器機を用いて夜勤中の心拍変動 (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。

①対象：二交代制勤務に従事している女性看護師 10 名 (Age 30.9 ± 3.1)。

②データ収集施設：毎日の仕事の量・質ともに安定した地域密着型小規模病院を選定した。

③計測：夜勤前・中・後 (15:30-10:00) の連続した HRV および身体活動量、夜勤前後の中枢性疲労テスト 3 種 (フリッカーテスト、選択反応時間、最大ピンチ力)、デモグラフィックデータと疲労自覚症についての質問紙、自記式の行動記録を実施した。

④分析：夜勤前の安静座位 15 分間の HRV 成分をもとに、もとより変動が小さい群とノーマル群に分けた。その後、夜勤の活動時や睡眠時の HRV を 2 群間で比較検討した。

(3) 末梢性疲労の評価①

大腿部の加圧/解放による反応性充血モデルを夜勤労働後の擬似的な下肢浮腫の状態とみなし、末梢の液性変化が運動出力にどのように影響するか、脊髄反射 (H-reflex) の変化を観察し疲労の評価を試みた。

①対象：健康な女性 5 名 (Age 23.8 ± 4.5)。

②計測：H-reflex は、下腿にマンシエットを巻いた状態 (control)、90mmHg で 3 分間加圧

し阻血状態を呈している時、阻血解放後の 1 分の 3 つのタイミングで測定した。体位は立位であった。所要時間は約 1 時間、研究者が所属している大学の実験室にて行った。

③分析：測定した M および H-reflex の振幅から Max H-reflex の比をもとめ、測定タイミングごとに比較した。

(4) 末梢性疲労の評価②

看護師の夜間勤務前・後の脊髄反射 (H-reflex) の変化を観察することにより、身体疲労の評価を試みた。

①二交代制勤務に従事している 20-30 代の女性看護師 10 名。

②計測：平日 (control) と夜勤後の H-reflex を測定した。体位は座位・臥位・立位の 3 姿勢とした。所要時間は約 1.5 時間、研究者が所属している大学の実験室にて行った。

③分析：測定した M および H-reflex の振幅から Max H-reflex の比をもとめ、測定体位ごとに比較した。

4. 研究成果

(1) 中枢性疲労について

タッチパネルを用いた選択反応時間 (CRT) の変化を夜勤前 100% として夜勤後と比較した結果を示す (Fig.1)。分割画面数に関わらず夜勤後は %CRT が延長し、有意な差が見られた。

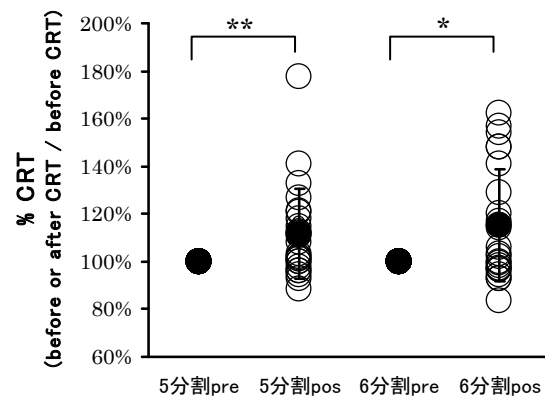


Fig.1 Comparison of change in Choice Reaction Time (CRT) before and after night shift. ●=average, ○=individual

夜勤中の仮眠時間の長さを 0 分、30 分未満、60 分未満、90 分未満、90 分以上の 5 つに分け、CRT の勤務前・後の比との相関を見た (Fig.2)。その結果、仮眠時間が長い被験者ほど CRT が延長していた ($r=0.778$)。

これら CRT の延長は、夜勤の疲労により看護師の前頭葉の情報処理機能が低下したといえる。また、仮眠が長く夜勤中に休息を得ている看護師ほど CRT が延長することに

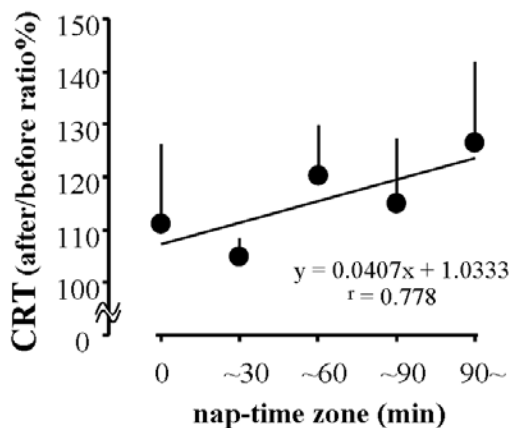


Fig.2 Correlation of nap-time during night shift and change of CRT

関して、疲労との関係が相反するように見える。仮説として、夜勤中に仮眠をしなかったもしくは仮眠時間が短い看護師は、夜勤終了後も中枢の興奮が高いレベルで維持されていると考えられた。

次に、夜勤前の HRV 成分から、もとより変動が小さい群 (Group Low: GL) とノーマル群 (Group Normal: GN) に分け、夜勤の活動時や睡眠時の HRV、疲労テストの夜勤前・後の変化を比較した。

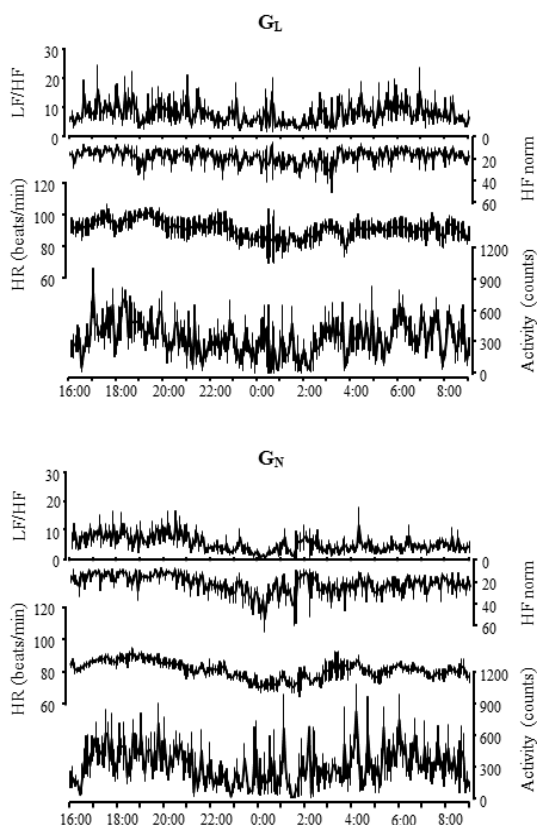


Fig. 3 Physical activity and HRV during night work except for during nap. All values are means \pm SE (n=5).

Fig.3 の波形は、上から LF/HF (交感神経活動の指標となる)、HFnorm (迷走神経活動の指標となる)、心拍数 (HR)、身体活動量 (Activity) を示す。上段が GL で下段が GN である。Fig.3 を見ると、どちらも Activity はほぼ同様であり、夜勤中の仕事量に大差がないことが判る。しかし、GL は Activity と連動して交感神経活動が高い状態で経過しており、結果として HR も高く推移している。一方 GN は、Activity と HFnorm が連動しており、迷走神経の活動が夜間を通して優位であることが判る。ヒトは微細な循環器系の調節を迷走神経でコントロールしていることから、GN は身体活動に対する自律神経の応答能が高くバランスが良い状態であり、勤務中の身体負担が少ないといえる。

Table1 は、仮眠中と仮眠から覚醒直後 10 分間の Activity、HR、HRV 成分の変化を表している。覚醒後に身体活動が急激に高まった場合、GL では LF を高め HF を低下させるという循環器応答が小さく、睡眠-覚醒で有意差が見られた GN より大きな身体負担が生じているといえる。

Table 1 Comparison of changes in HRV during sleep (nap) and the initial 10 minutes after waking up from nap (awakening) in the two groups.

	GL		GN	
	nap	awakening	nap	awakening
Activity	7 \pm 3	271 \pm 86	4 \pm 1	281 \pm 63
HR	72 \pm 2	88 \pm 5	67 \pm 3	84 \pm 2
LF	374 \pm 31	384 \pm 93	606 \pm 135	876 \pm 213*
HF	239 \pm 54	124 \pm 60	666 \pm 142*	135 \pm 45

* p<0.05

しかしながら、フリッカーテスト (CFFF)、選択反応時間 (CRT)、最大ピンチ力 (MPF) の 3 つの中樞疲労テストにおいて、GL からは疲労が検出されなかった。GN は CRT と MPF で夜勤後疲労が検出され、MPF に関しては群間に有意な差がみられた (Table2)。

夜勤中の自律神経バランスが悪く、身体負担が大きいとされる GL に疲労が検出されなかった結果は、前述のタッチパネルを用いた

Table 2 Comparison of changes in fatigue test before and after night work in the two groups.

	GL		GN	
	pre	post	pre	post
CFFF (Hz)	34.5 \pm 1.1	34.1 \pm 1.3	33.4 \pm 0.5	34.0 \pm 0.8
CRT (ms)	1.9 \pm 0.26	2.1 \pm 0.28	1.7 \pm 0.14	2.2 \pm 0.34*
MPF (Kg) [†]	4.7 \pm 0.39	4.4 \pm 0.21	4.7 \pm 0.43	3.9 \pm 0.39*

* and †; p<0.05

中枢性疲労の評価の仮説を支持することになる。つまり、GLは夜勤終了後も過剰な大脳皮質の興奮が継続している状態にあり、労働者の疲労評価として一般的なCFFFやCRTによる疲労の検出を期待できないことがわかった。

夜勤では敬遠されがちな“眠気”や“だるさ”は、ヒトに休息をとらせるためのサインである。GNのように、夜勤後に“疲労”を表出することは生体防御システムが正常に働いている結果であり、検出された疲労は夜勤による一過性の疲労と考えられる。一方、17時間の夜勤後にも関わらず中枢性疲労が検出できないGLは、蓄積性の疲労により一過性疲労がマスクされた状態であり、身体負担の高い状態で交代制勤務を続けている群である可能性が示唆された。

(2) 末梢性疲労の評価について

擬似的な下肢の浮腫を想定した実験では、頸骨神経の電気刺激により誘発されたM波および最大H波の比がすべての被験者で加圧/解放後に増加した(Fig.4)。増加率は平均 $37\pm 13\%$ であり($p > 0.05$)、脊髓運動ニューロンの興奮レベルが上昇していた。これは、加圧による静脈環流の滞りが下肢の化学受容体の変化をまねき、それが下肢からの感覚出力となって脊髓の運動出力を増大させたと考える。

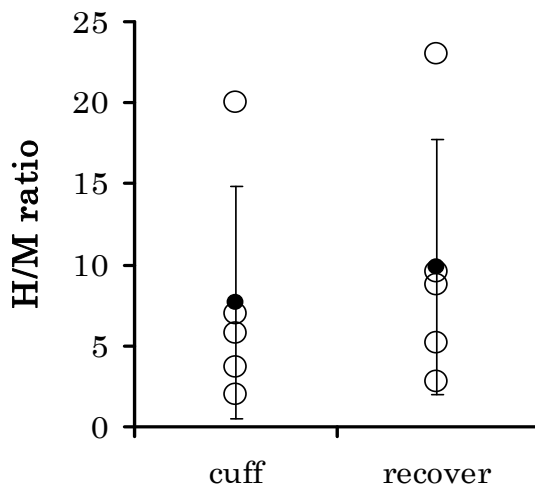


Fig.4 Comparison of changes in Acute Ischemia during pressurizes and recovers. ●=average, ○=individual

加圧実験の被験者は看護師ではないが、看護師の夜間勤務による身体負担を明らかにする研究の一環として実施された。本来眠っている時間帯での16時間以上に及ぶ労作や長時間の座位により、夜勤中の看護師は下肢浮腫を起こしやすい。そこで末梢の液性変化が脊髓の運動神経の興奮レベルに及ぼす影

響を明らかにすることで、夜勤中の看護師の身体負担を検出することができると考え実施した。しかし、H-reflex計測中の安定した立位の保持に課題が残り、検討に耐えうるデータが少なく、学会発表は果たしたが論文作成には至っていない。現在もデータ収集を継続中である。

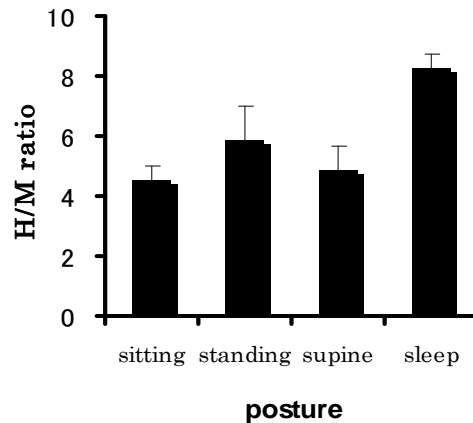


Fig.5 夜勤後の姿勢によるH-reflexの変化

また、看護師の夜間勤務前・後のH-reflexの変化による末梢-中枢性疲労の評価について、代表的な1名の夜勤後のデータをFig.5に示す。姿勢によるH-reflexの変化は、姿勢保持のための中枢からの指令と末梢感覚神経からの入力に関連している。通常は立位時に小さく臥位では増加するが、Fig.5の被験者は臥位時が立位時より小さい。また、睡眠時は著しくH-reflexが増加していた。これは夜勤による疲労が過剰な注意喚起を起こしていると考えられるが、現段階では被験者数が少なく、現在も継続してデータを収集している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

① Miho Tanaka, Mitsuko Hasegawa, Masuo Muro, Central fatigue and sympatho-vagal imbalance during night shift in Japanese female nurses, *BIOLOGICAL RHYTHM RESEARCH*, 2013, 査読あり.
DOI: 10.1080/09291016.2013.781420

[学会発表] (計3件)

① 田中美穂, 立位姿勢におけるヒラメ筋の一過性阻血後のH波の変化, 第11回日本健康行動科学会, 2012.10.10, 東邦大学

②田中美穂、療養型病院に勤務する看護師の
夜間勤務における生体負担－HR変動解析か
らの検討、第 9 回日本健康行動科学会、
2010.10.9、金沢大学

③田中美穂、看護師における夜間勤務の中枢性
疲労評価について、第 8 回日本健康行動科学
会、2009.10.3、桃山学院大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 美穂 (TANAKA MIHO)

東邦大学・看護学部・助教

研究者番号：80385567

(2) 研究分担者

室 増男 (MURO MASUO)

東邦大学・医学部・教授

研究者番号：80112887

(3) 連携研究者

該当者なし