

令和 6 年 5 月 23 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K18893

研究課題名（和文）ウェアラブルデバイスを用いた医師のストレスや情動状態による医療事故への影響の研究

研究課題名（英文）A study of the effects on human errors of physicians stress and emotional states using wearable devices

研究代表者

市川 理恵（ICHIKAWA, Rie）

日本大学・医学部・助教

研究者番号：00826761

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では初期臨床研修医を対象とし、ウェアラブルデバイスを用いて生体データによる感情分析を行った。時間帯や観察時期により、感情因子に変化があることが明らかとなった。感情とヒューマンエラー発生との関連について、自記式調査ではエラー発生前の情動因子として焦り・過緊張などを認めたが、感情分析ではエラー前後での差は明らかにならなかった。今回記録されたエラーの内容には偏りが見られたため、今後、様々なエラーの際のデータを蓄積し、詳細に検討する必要がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

疲労やストレス、感情などの心身の状態はヒューマンエラーの要因となることが指摘されているが、客観的に検証することは非常に困難である。本研究では、ウェアラブルデバイスを用いた生体データによる感情分析と自記式調査を併用し、初期臨床研修医の勤務中の感情因子とヒューマンエラーの発生状況を分析した。今後、対象者および観察期間を広げ、様々な状況下のデータを蓄積することで、将来の医療安全対策における新たな指標となる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：In this study, we conducted emotion analyses with biometric data using a wearable device on initial clinical residents. It was found that the emotional factors varied depending on the time of day and the period of observation. Regarding the relationship between emotions and the occurrence of human errors, the self-administered survey revealed that the emotional factors such as impatience and overstress were observed before the occurrence of errors. However, the emotion analysis did not reveal any differences between the before and after errors. Since there was some bias in the content of the errors recorded in this study, it is necessary to accumulate data on various types of errors and examine them in more detail in the future.

研究分野：医療管理学

キーワード：医療安全 研修医 ウェアラブルデバイス ヒューマンエラー インシデント 感情分析 心拍変動解析 (HRV)

1. 研究開始当初の背景

(1) 意思決定と感情に関する研究

意思決定と感情に関する研究は、2000年を過ぎてから急増している。感情が判断や選択に影響を与えるメカニズムの研究が進めば、意思決定理論が劇的に変化するかもしれないと言われている[1]。臨床医学においては、医師は数々の意思決定を頻繁に行っており、感情の影響が医療事故の一因となる場合がある。しかし、医療安全における感情の影響の重要性はまだ広くは認識されておらず、安全対策としてのアプローチはほとんど行われていない。本研究代表者は医療従事者の感情に起因するヒューマンエラーについて研究を進めており、以前の研究では「信頼」「楽観」「注意散漫」といった情動因子が医療事故の発生に関与していることを明らかにした[2]。また、医療従事者の疲労やストレスも情動因子に複雑に関与し、患者安全に影響することが指摘されている[3]。

(2) 心拍変動解析の現状

心拍変動解析は自律神経機能評価の指標として活用されている。近年、計測機器の小型化や情報処理の進歩によりデータのリアルタイム解析が可能となり、メンタルヘルスに対する社会的認識の高まりもあり、心拍変動解析は情報工学の分野で注目されている。ストレス計測だけでなく感情分析も可能となったウェアラブルデバイスが NEC と名古屋大学早野順一郎教授との共同研究[4]により 2019 年に製品化されており、本研究代表者はこのツールが医療安全対策に役立つ可能性に着目した。

2. 研究の目的

- (1) ウェアラブルデバイスを用いて、医療現場における医師の生体データから感情分析を行い、勤務状況とストレス・疲労・感情の変化を明らかにする。
- (2) 医師のヒューマンエラーと感情因子の関連を明らかにする。
- (3) 生体モニタリングがヒューマンエラーに対する医療安全対策の一つとなり得るか検討する。

3. 研究の方法

【研究対象者】

2021年9月～2022年3月に当大学附属病院小児科で研修を行い、本研究参加への同意が得られた初期臨床研修医 30名

【研究対象者の実施事項】

1. 勤務中にリストバンド型生体センサ「Silmee™ W22 (TDK製)」を装着
2. 勤務後に web 上の自記式質問票を用いて勤務状況を記録
3. 勤務中にヒューマンエラーを経験した場合、エラー状況も記録

【実施時期】

1クール5日間として、2021年9月～2022年3月（期間①）に初期臨床研修医計30名のデータ収集を行った。さらに、同一人物の異なる時期での比較のため、期間①に参加した初期臨床研修医のうち6名は、2023年1月～3月（期間②）にもデータ収集を行った（図1）。

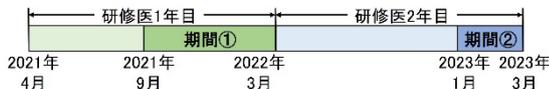


図1 実施期間

(1) 自記式質問票を用いた勤務状況・エラー状況の記録

専用の web アプリを用いて、研究対象者は以下の内容について web 上で記録を行った。

【勤務状況】

勤務開始・終了日時、勤務前の状況（睡眠不足・疲労、食事の欠食、遅刻の有無）、勤務後の疲労感（身体的疲労感、精神的疲労感）

【エラー状況】

ヒューマンエラー発生日時、エラーの内容、患者への影響、エラーの要因、エラー発生前の情動因子、エラー発生前の体調・勤務状況

● 本研究におけるエラーとは：

「業務を遂行する上で、うまくいかなかったことや失敗したこと。他者の失敗や偶発的事象は除く。」と定義し、エラーによる影響の大きさは問わないものとした。

(2) 生体データによる感情分析

感情分析には「NEC感情分析ソリューション」を使用した。生体センサから収集した脈拍デー

タを基に、自律神経機能評価の指標である心拍変動解析を行い、5 秒間ごとの Arousal(覚醒度)と Valence(快/不快)の推定値を 1 から-1 の範囲で算出した。さらに縦軸を Arousal(覚醒度)、横軸を Valence(快/不快)として、ラッセルの円環モデル[5]を基に、HAPPY(喜び/興奮)、ANGRY(ストレス/イライラ)、RELAXED(穏やか/リラックス)、SAD(疲労/憂鬱)の 4 つの感情に分類した。

① 時間帯による感情の違い

時間帯での感情の違いを明らかにするために、4 時間ごとの時間帯で区切り、それぞれの時間帯の Arousal(覚醒度)、Valence(快/不快)の中央値を算出し、時間帯 2 と他の時間帯を比較した。また、4 つの感情について、時間帯ごとに有効データ数を分母として感情ごとの割合を算出し、時間帯 2 と他の時間帯を比較した。

② エラー前後の感情の違い

ヒューマンエラー発生前後による感情の違いを明らかにするために、エラー前 30 分間、エラー後 30 分間、およびエラーのない日の同時間帯における Arousal(覚醒度)、Valence(快/不快)の中央値を算出し比較した。

③ 観察時期による感情の違い

観察時期(研修 1 年目と 2 年目)による感情の違いを明らかにするために、初期臨床研修医 6 名の期間①と期間②について、Arousal(覚醒度)、Valence(快/不快)の中央値を算出し比較した。同様に 4 つの感情が占める割合を算出し比較した。

統計分析は SPSS を用いて Wilcoxon の符号付順位検定、カイ二乗検定を行い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

4. 研究成果

(1) 結果の概要

対象者は 30 名(男性 25 名、女性 5 名)の初期臨床研修医で、期間①に 1 または 2 クールのデータ収集を行った。期間②にも参加したのは 6 名(男性 3 名、女性 3 名)で、1 クールのデータ収集を行った。記録勤務数は計 268 勤務(日勤帯 245、当直帯 23)、1 人当たりの記録勤務数は 3 - 16 勤務(中央値 10)であった。

(2) 自記式質問票を用いたヒューマンエラーの記録

分析対象のヒューマンエラー記録数は計 31 件、1 人当たりのエラー記録数は 0 - 8 件であった。

エラーの場面は、検査・処置の実施時が 16 件(うち 15 件が採血または静脈路確保の失敗)で一番多く、次にカルテ記載や文書に関わるエラーが 8 件、その他、検査・処置の準備、診察・情報収集時、患者受け入れ時などのエラーがあった(図 2)。患者の病態に影響を及ぼす有害事象は認めなかった。

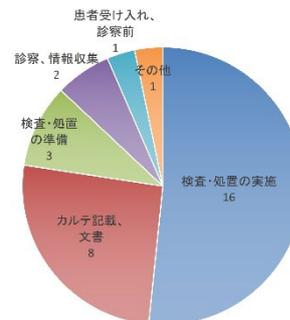


図2 エラーの場面

エラーの要因は、不慣れた操作が 11 件で一番多かった。その他、うっかりミス、やり忘れといった行動段階でのエラー、不十分な医学的知識、見落とし、勘違い、情報不足、誤った判断といった計画段階のエラーを認めた。どの要因もあてはまらないエラーが 9 件あった(図 3)。

エラー発生前の情動因子は、焦り・過緊張が一番多く 15 件に認め、その他、不安、注意散漫、苛立ち、違和感、楽観、思い込みがあった。11 件ではいずれの情動因子も認めなかった(図 4)。

エラー発生前の体調・勤務状況は、眠気・疲労感を 7 件に認め、その他、空腹・口渇、繁忙、体調不良を認めた。21 件ではいずれの状況も認めなかった。

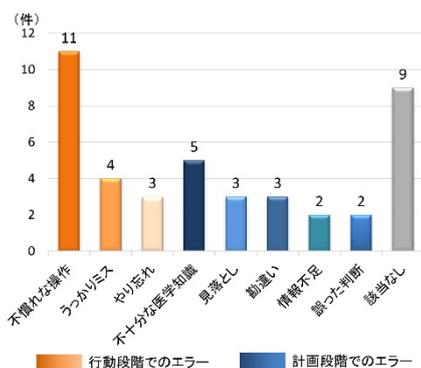


図3 エラーの要因(複数回答可)

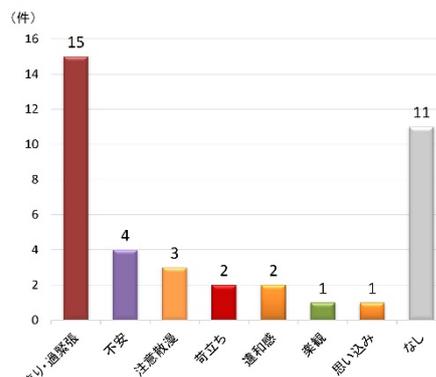


図4 エラー発生前の情動因子(複数回答可)

(3) 自記式質問票を用いた勤務状況の記録

勤務前の状況および勤務後の疲労感について、エラーがあった日となかった日で比較した。

勤務前の状況では、「食事の欠食あり」がエラーがあった日で多かった。勤務後の疲労感、身体的疲労感、精神的疲労感ともにエラーがあった日で多かった（表1）。

	エラーがあった日 (n=31)	エラーがなかった日 (n=232)	有意確率
勤務前の状況			
睡眠不足・疲労あり	8(25.8%)	46(19.8%)	0.439
睡眠不足・疲労なし	23(74.2%)	186(80.2%)	
食事の欠食あり	10(32.3%)	29(12.5%)	0.004**
食事の欠食なし	21(67.7%)	203(87.5%)	
遅刻あり	2(6.5%)	1(0.4%)	0.003**
遅刻なし	29(93.5%)	231(99.6%)	
勤務後の疲労感			
身体的疲労感			
非常に多い&多い	16(51.6%)	46(19.8%)	0.000**
少しあり&ほとんどなし	15(48.4%)	186(80.2%)	
精神的疲労感			
非常に多い&多い	17(54.8%)	51(22.0%)	0.000**
少しあり&ほとんどなし	14(45.2%)	181(78.0%)	

表1 エラーの有無による勤務前後の状況の比較
*p<0.05. **p<0.01

(4) ウェアラブルデバイスによる感情分析

① 時間帯による感情の違い

日勤帯を時間帯1（勤務開始～9時）、時間帯2（9時～13時）、時間帯3（13時～17時）、時間帯4（17時～勤務終了）の4つに分け、時間帯2と他の時間帯を比較した。

Arousal(覚醒度)は、時間帯1, 3より時間帯2で高かった。Valence(快/不快)は、時間帯1, 3より時間帯2で低かった。ANGRY(ストレス/イライラ)の割合は、時間帯1, 3より時間帯2で多かった。HAPPY(喜び/興奮)は時間帯2より時間帯1で多かった。RELAXED(穏やか/リラックス)は時間帯2より時間帯1, 3で多かった。

② エラー前後の感情の違い

31件のエラーについて、エラー前と後の比較では有意な差は認めなかった。エラーのない日の同時間帯と比較すると、Valence(快/不快)の中央値がエラー前で有意に高かった。エラーの約半数が処置中のエラーであることが関係している可能性があると考え、検査・処置の実施時以外のエラー15件を抽出し、同様に比較した。検査・処置の実施時のエラーを除くと、いずれも有意な差は認めなかった。

③ 観察時期による感情の違い

研修医1年目と2年目の比較をすると、2年目ではValence(快/不快)の中央値が全例で低下していた。

感情の割合の比較では、2年目で全例でHAPPY(喜び/興奮)の割合が減少し、ANGRY(ストレス/イライラ)とSAD(疲労/憂鬱)の割合が増加していた。(図5)

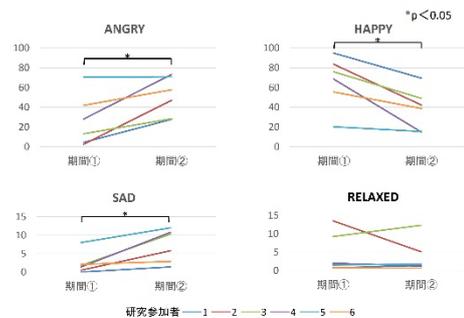


図5 期間①と期間②における4感情の割合の比較

今回の研究は、初期臨床研修医を対象として行った。

ウェアラブルデバイスによる感情分析では、時間帯や観察時期による感情因子の変化は認められたものの、ヒューマンエラーの前後では明らかな感情の変化は認めなかった。自記式調査では、エラー発生前の情動因子として「焦り・過緊張」「不安」などを認めており、生体データによる感情分析結果との解離を認めた。自記式調査によるエラー発生時間のずれや、想起バイアスの可能性、生体データの分析精度の問題などが考えられた。

生体モニタリングによる医療安全対策は、現時点では難しいと考えられる。ただし、今回記録されたエラーは採血等の処置の失敗が多く、患者の病態へ影響するようなエラーのデータは収集できなかった。様々なエラーの際のデータを蓄積することで、今後異なる結果が得られる可能性がある。

また、初期臨床研修医は1年目より2年目の方が不快の感情が増加していることが明らかとなった。より重い責任や業務の増加などの影響が考えられ、生体モニタリングはメンタルヘルス対策へ活用できる可能性が示唆された。経験年数や職種など、対象者を広げ、さらに詳細に検討する必要があると考える。

<参考文献>

[1] Lerner et al. Emotion and decision making. Annu Rev Psychol 66: 799-823, 2015.
 [2] Ichikawa Rie et al. Effect of Emotional Factors on Pediatric Medical Adverse Events: Analysis using a Japanese National Database. 日大医学雑誌 78(3):135-142, 2019.
 [3] Teng CI et al. Interactive effects of nurse-experienced time pressure and burnout on patient safety: a cross-sectional survey. Int J Nurs Stud 47(11): 1442-1450, 2010.
 [4] Hayano et al. Estimation of Emotions by Wearable Biometric Sensors Under Daily Activities. in 2018 IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE). IEEE:240-241, 2018.
 [5] Russell JA. A Circumplex Model of Affect. J Pers Soc Psychol 1980;39:1161-78.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 市川理恵、渋谷昭子、前田幸宏、田倉智之
2. 発表標題 ウェアラブルデバイスを用いた初期臨床研修医の感情分析 - 入職1年目と2年目の変化および感情とヒューマンエラーとの関連性 -
3. 学会等名 第61回日本医療・病院管理学会学術総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 市川 理恵、渋谷 昭子、前田 幸宏、根東 義明
2. 発表標題 ウェアラブルデバイスを用いた初期臨床研修医のヒューマンエラーに影響する情動因子の分析
3. 学会等名 第60回日本医療・病院管理学会学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 市川 理恵、渋谷 昭子、前田 幸宏、根東 義明
2. 発表標題 公開データベース上の医療事故報告を用いた研修医のヒューマンエラーの分析
3. 学会等名 第59回日本医療・病院管理学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市川理恵、中川富美子、杉本 環、早坂正敏、安藤智美、木下浩作、鈴木孝浩、根東義明
2. 発表標題 当院における医師によるインシデント報告の検討 - 5年前との比較分析 -
3. 学会等名 第18回日本臨床医学リスクマネジメント学会・学術集会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------