

ウェアラブル測定機器による睡眠評価の妥当性 —環境騒音による睡眠妨害の客観的な調査方法の検討—

Validity of assessing sleep stage with wearable measuring devices -investigation of objective evaluation methods of sleep disturbance due to environmental noise-

安田・森長研究室 古田 純暉

研究背景: 住宅の音環境問題の一つとして、騒音による睡眠妨害が挙げられるが、騒音による睡眠影響に関する従来の研究は、アンケートによる主観的データに基づくものがほとんどであり、客観的なデータでの検討事例が少ない。客観的にデータを収集する方法として睡眠ポリグラフ検査 (PSG) が知られるが、PSG の実施には多大なコストと労力を要し、多数のデータの入手が困難である。客観的データを容易に収集できるウェアラブル機器を使用した調査方法が有益であると考えられるが、それらによる睡眠評価の妥当性は担保されていない。

研究目的: 本研究では、簡易に実施できる睡眠の評価手法として、スマートウォッチ型の脈拍計 (PPG) とポータブル心電計による睡眠実験を行い、その評価の妥当性を検討した。

研究成果: ウェアラブル機器で推定する睡眠段階が、PSG による睡眠段階とどの程度一致するか検討するため、PSG と PPG 及びポータブル心電計を同時に用いた睡眠実験を行った。実験参加者の体に PSG, PPG 及びポータブル心電計を同時に装着し、一晚寝てもらった。PSG 及び PPG は 30 秒間隔を 1 エポックとして睡眠段階を記録した。心電計は時々刻々の心拍を記録し、PSG 及び PPG と同じ時刻を中心とした 5 分間の心拍変動 (HRV) の周波数領域での解析値 (LF/HF) を 1 エポックごとに算出した。実験参加者は 10 名である。

(1) PPG による睡眠段階の推計: 睡眠時間の全エポックを対象として、PSG と PPG の睡眠段階の一致割合を算出し、PPG での睡眠段階の推定精度を評価した。その結果を Table 1 に示す。心電計で得られた各種の指標を用いた機械学習による先行研究では、Accuracy が 45%~61%、カッパ係数が 0.236~0.483、F-measure の平均が 45%~61%であり、本研究結果はいずれの指標においてもこれらの指標の幅の上端、もしくはそれを上回っていた。

(2) 心電計の LF/HF による睡眠段階の推計: PSG における睡眠段階ごとに、心電計で計測した HRV の LF/HF を整理し、各睡眠段階での LF/HF の中央値を算出し、睡眠段階間の差について統計的検定を実施した。その結果を Fig. 1 に示す。Bonferroni の多重比較を行った結果、REM と N1 以外の全ての組み合わせにおいて、5%の水準で有意差が認められた。しかしながら、データの分布が明らかに重複していることから分かる通り、心電計のみで睡眠段階を正確に推定することは困難であると考えられる。

騒音による睡眠妨害に関して、日本独自の客観的かつ大規模なデータを収集するためには、評価精度の高いウェアラブル機器を装着したフィールド調査が必要である。本研究で得られた成果は、今後、我が国で実施される、騒音による睡眠影響の検討を目的としたフィールド調査の実施に極めて重要な役割を果たすと期待している。

Table 1 PSG と PPG の一致度

		PPG			Total	Recall
		0: Wake	1: REM	2: NREM		
PSG	0: Wake	498	168	512	1178	42%
	1: REM	38	1094	304	1436	76%
	2: NREM	399	682	6097	7178	85%
Total		935	1944	6913	9792	-
Precision		53%	56%	88%	-	-
F-measure		47%	65%	87%	-	-
Accuracy		79%			-	-
重み付きカッパ係数		0.466			-	-

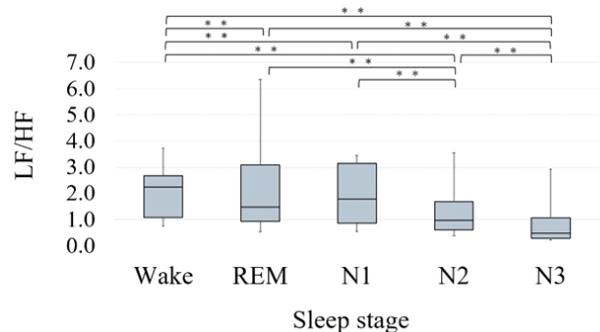


Fig. 1 各睡眠段階における LF/HF

感想: コロナウイルスにより睡眠実験の現場に携わることができず、睡眠実験の雰囲気の把握に苦労しました。しかし、結果として良い結果が得られたのでそこに関しては素直に嬉しかったです。