

一般財団法人 土木建築厚生会助成金報告書

ウェアラブル端末を用いた睡眠・活動量  
測定によるメンタル支援の検討

日本大学医学部社会医学系公衆衛生学分野

研究代表者 大塚雄一郎

研究分担者 兼板佳孝・井谷修・金子宜之・松本悠貴

## 【要約】

メンタルヘルス不調者に対する支援対策は産業保健現場において重要である。の症状は多岐にわたるが、共通の症状として睡眠問題がある。しかしながら、日本においてウェアラブル活動量計を用いて睡眠を測定する研究は少ない状況である。そのため、本研究は、既存の知見を反映しつつ、ウェアラブル活動量計端末から取得される睡眠時間・質、活動量などの詳細なデータを用いて労働者が健康的な睡眠をとれているか判定を行うことを目的とした。研究方法として、関東地方の2つの事業所でポスターを掲示し、書面で同意を得た労働者を対象にした。対象者は睡眠障害やうつ病治療中の者、皮膚障害が起きやすい者を除外し、腕時計型の電子端末を1週間装着し、装着中にウェブ調査に回答する形式をとった。調査では、基本情報や生活習慣、睡眠、就業状況、メンタルヘルス、ストレスに関するアンケートを実施し、睡眠障害についてはピッツバーグ睡眠質問票（PSQI）や日本語版 Epworth Sleepiness Scale（ESS）などの妥当性の評価された質問票を用いた。統計解析では、高ストレス者群と非高ストレス者群を比較し、睡眠指標とストレスの関連性をロジスティック回帰分析や線形回帰分析で評価した。本研究には122名参加し、16名が高ストレス者であった。高ストレス者群では非高ストレス者群に比べ、PSQIのスコアが有意に高かった。活動量計データと自己申告の睡眠指標との関連性については一部の対象者で強い相関を認めしたが、個人差が大きかった、また、睡眠効率とESS得点には逆相関の関係を認めた。本研究から、睡眠と高ストレスとの関連性が示唆され、特にストレスが高いと睡眠障害が増加する傾向があることが示された。活動量計を用いた睡眠指標には個人差があり、その精度向上が今後の課題と考えられ、当面は睡眠日誌などの事故申告データとの併用が望まれる。

## 【背景】

近年、企業の規模に関わらず、メンタルヘルス不調者や休業者数の増加、また休業期間の長期化や休職を繰り返す事例の増加が産業保健の重要な課題となっている。そのためメンタルヘルス不調者に対する支援対策は重要である。メンタルヘルス不調の症状は多岐にわたるが、共通の症状として睡眠問題がある。

睡眠問題の代表的な疾患として、不眠症がある。特にうつ病における不眠症の有病率は84.7%と高い水準にあったとの報告もあり[1]、「うつ病」との関連が強い。不眠症とうつ病発症の縦断研究をまとめたメタ分析では、不眠症が将来的なうつ病発症リスクを有意に高めていたことが報告されている[2]。したがって、不眠症はうつ病発症の危険因子であることが示唆される。また、不眠症がうつ病における最も大きな残存症状であることや[3]、不眠症状の残存がある場合うつ病の再発リスクが高くなることも報告されている[4]。

日本人の睡眠時間は世界の中でも極めて短いことが報告されている。成人における短い睡眠時間と死亡リスクとの関連について調査された縦断研究 36 編に関するメタアナリシス結果では、通常の睡眠時間に比べて、短時間睡眠での死亡の相対危険度は 1.12 (95%信頼区間 1.08-1.16) と有意にリスクが高まった[5]。また、メタ回帰分析により、6 時間未満の睡眠は死亡リスク増加との相関が有意となった。他の健康アウトカムについてのメタアナリシス結果では、糖尿病・高血圧・心血管疾患・脳卒中・冠動脈疾患・肥満において、短時間睡眠が有意な発症リスク要因となっていた[5]。

これら睡眠問題は質問票で測定される主観的な情報で入手することが多いが、ポリソムノグラフィーによる客観的な情報と乖離を認めることもある。ポリソムノグラフィーは総合的な睡眠評価が可能ではあるが、電極の装着や寝具の変化など普段と異なる環境で測定が行われることから、第一夜効果の影響を受けやすいことが知られており、実態の睡眠を測定することが難しい。そのため、簡便に客観的な睡眠情報を得ることが求められている。ウェアラブル活動量計はポリソムノグラフィーに比べ、行動を拘束することなく睡眠を評価することが可能な機械である。内蔵された加速度センサーが感知する体動のみで睡眠判定を行うためその精度には限界があるものの、長期間装着による睡眠の縦断的観察に優れていることが報告されている[6]。

しかしながら、日本においてウェアラブル活動量計を用いて睡眠を測定する研究は少ない状況である。そのため、本研究は、既存の知見を反映しつつ、ウェアラブル活動量計端末から取得される睡眠時間・質、活動量などの詳細なデータを用いて労働者が健康的な睡眠をとれているか判定を行うことを目的とした。

## 【方法】

### 1. 対象者

関東地方の2つの事業所にポスターを掲示して研究対象者の募集を行った。本研究の目的、個人情報の保護、参加は任意であり、途中での辞退が可能であることを説明し、書面に

よって同意を得た。睡眠障害やうつ病治療中の者、ゴムバンドで皮膚障害が起きやすい者は研究対象者から除外した。本研究は日本大学医学部倫理審査委員会の承認を得て実施した。

## 2. 測定方法

同意を得た労働者に日本大学医学部社会医学系公衆衛生学分野より腕時計型ウェアラブル端末 (Axivity AX3)、使用説明書、アンケートの案内、返信用伝票を事業所に送付した。研究参加者は、1週間腕時計型の電子端末を装着し、装着期間中1日1回本人の電子端末からWEBアンケートフォームに回答する形式をとった。装着より1週間経過後、リストバンド型ウェアラブル端末を宅急便にて日本大学医学部公衆衛生学へ送付してデータを回収した。本研究の洒落として2500円相当のアマゾンギフト券を贈呈した。途中離脱者においては500円相当の同ギフト券を贈呈した。なお、この端末には、いかなる個人情報も記録されておらず、また外部との無線通信機能も備わっていないので、万一紛失された場合も個人情報等が漏洩する恐れはない。

## 3. 調査内容

初回調査では対象者基本情報 (年齢、性別、現在の身長・体重、家族構成、教育歴)、睡眠、就業状況 (通勤時間、労働時間、業務内容、勤続年数、管理職、休日日数)、生活習慣 (食習慣・運動習慣・喫煙、飲酒習慣)、メンタルヘルス・ストレスについて調査を行った。ウェアラブル端末装着中は睡眠に関する質問 (起床・就寝時刻、不眠症状、日中の眠気) を中心に実施した。

睡眠障害に関する質問は、国内外の臨床研究・疫学研究に汎用されている睡眠とその質を評価するピッツバーグ睡眠質問票 (PSQI) や日本語版 Epworth Sleepiness Scale (ESS) を用いた。PSQI には18の質問項目があり、睡眠の質 (睡眠の全体的な主観評価)、睡眠時間 (総睡眠時間の長さを評価)、入眠時間 (寝つきの良さを評価)、睡眠効率 (就寝時間に対する実睡眠時間の割合を評価)、睡眠困難 (中途覚醒の程度を評価)、眠剤使用 (眠るための薬の使用頻度を評価)、日中の眠気等による日常生活への支障 (睡眠問題に伴う眠気等を評価) の7つの要素から構成される。各構成要素の得点 (0~3点) を加算し、PSQI の総合得点 (0~21点) を算出する[7]。得点が高いほど睡眠が障害されていると判定され、6点以上を睡眠障害ありと判定した。また、ESS スコアが $\geq 11$  の回答者は、日中の眠気を有すると定義した[8]。

メンタルヘルスについては、PHQ-2 (Patient Health Questionnaire-2) を用いた[9]。最近2週間の「気分の沈み込み・抑うつ気分」と「興味の低下・消失」について確認し、合計点数が3点以上でうつ症状ありと定義した。ストレスについては Perceived Stress Scale-10 (PSS) を用い、生活状況における予測不可能、統制不可能、過重負担の経験10項目を調査し、得点範囲は0~40点で高得点ほどストレスありと判定される[10]。本研究では、27点以上を高ストレス者と定義した。

## 活動量計データ

ACCEL アルゴリズムで推定された総記録時間と中途覚醒時間から、睡眠効率や睡眠時間を算出した[11]。

### 4. 統計解析

対象者を高ストレス群と高ストレス者なし群に区分した。年齢、性別、BMI、教育歴、業務内容、勤続年数、時間外労働時間、通勤時間、生活習慣（食事、喫煙、飲酒、運動習慣）、睡眠指標、抑うつの有無について、t 検定または  $\chi^2$  検定を行い、比較した。高ストレスの有無あるいはストレス得点を従属変数とし、睡眠指標を独立変数として、共変量に基本属性や就業状況、生活習慣としたロジスティック回帰分析や線形回帰分析を行い、症例数が少ないためステップワイズ法を併用した。活動量計データと自覚的な睡眠指標との関連性の評価として、Pearson の相関係数を算出した。統計解析には Stata18.0 を用いた。有意水準は両側で 0.05 未満を有意とした。

#### 【結果】

表 1 は対象者 122 名について、その背景について高ストレス者群と高ストレス者なし群で比較した結果を示している。高ストレス者は 16 名で、全体の 13.1%であった。うつ症状や共同生活をしている者の割合は高ストレス者群で高い傾向を示していたが、各調査項目において統計学的な有意な違いのあるものは認めなかった。

表 2 は高ストレス者群と高ストレス者なし群について睡眠指標を比較した結果を示している。高ストレス者群における PSQI の総得点は高ストレス者なし群に比べ有意に高かった。不眠症状者の割合や日中の眠気の有症者の割合も高い傾向を認めたが、有意な結果とはならなかった。

ロジスティック回帰分析の結果では、高ストレスに対して、PSQI 得点のオッズ比が 1.37、95%CI 1.09-1.74 と唯一有意な指標となった。また、線形回帰分析においても、PSQI 得点、うつ症状、時間外労働時間、性別、夜食習慣が正の相関関係を示した。

活動量計データと自覚的な睡眠時間を評価した結果では、個別データとの関連を評価した相関は 0.3~0.9 と個体差が著しい結果となった。睡眠効率と ESS の得点の関係には負の相関関係を認め、睡眠効率が低いほど ESS の得点が高い傾向となった。

#### 【考察】

本研究では高ストレスの関連指標として睡眠障害が重要であることが示された。先行研究でも本研究と同様に、ストレスと睡眠の関連性は報告されており、例えば、自覚的なストレス度が高いと、そうでない時よりも睡眠時間は約 1 割短縮し、睡眠不足を感じる[12]。Doi らはホワイトカラー労働者において職場の人間関係などの心理的なストレスが睡眠の質と

最も強い関係が認められたと報告している[13]。また、離婚や配偶者の死亡などのライフイベントがストレスとなり、不眠症になる可能性も指摘されている[14, 15]。メンタルヘルス対策においてはストレス管理が重要であり、本研究は多くの生活習慣の中でも、睡眠の改善が鍵となることを示唆している。

本研究での活動量計データによる睡眠指標は自記式回答とのデータの乖離に個人差を強く認めた。一方、中途覚醒と日中の眠気に関する相関はあり、日中の眠気を有する代表的な疾患である睡眠時無呼吸症候群を早期発見できる可能性は示唆された。これは脳波を測定するポリソムノグラフィーの代替にはまだならないが、簡便性や連続測定を行う点において、活動量計の有用性を示唆している。活動量による睡眠は計測した体の動きから推定する仕組みであり、実際に寝ていない場合も睡眠として捉えられてしまうことがある。今後はデータの乖離における背景因子を考慮して、より精度を高める工夫が必要である。

本研究の限界として、活動量計データのみでは睡眠時間の正確な推定や不眠症症状の一つである入眠困難を指摘するのは困難であることが示された。そのため、今回のように自覚的な睡眠レポートと併用することが必要である。また、気温が高いときに装着すると、汗により端末の装着が困難となるケースを認め、季節的な影響も考慮される。今後の課題として、端末のフィット感の改善が求められる。本研究により、活動量計の睡眠情報によるセルフケア能力の向上と中途覚醒を探索することで早期発見が可能となることが期待される。

#### 【謝辞】

本研究は土木建築厚生会の助成を受けたもので、ここに謝意を表す。また、研究参加者や対象企業の窓口となってくださった大林信恵氏と榎田里美氏にお礼申し上げます。

#### 【参考文献】

- [1] Jindal RD. Insomnia in patients with depression: some pathophysiological and treatment considerations. *CNS Drugs*. 2009;23:309-29.
- [2] Baglioni C, Battagliese G, Feige B, Spiegelhalder K, Nissen C, Voderholzer U, et al. Insomnia as a predictor of depression: a meta-analytic evaluation of longitudinal epidemiological studies. *J Affect Disord*. 2011;135:10-9.
- [3] Fava GA, Fabbri S, Sonino N. Residual symptoms in depression: an emerging therapeutic target. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*. 2002;26:1019-27.
- [4] Tranter R, O'Donovan C, Chandarana P, Kennedy S. Prevalence and outcome of partial remission in depression. *J Psychiatry Neurosci*. 2002;27:241-7.
- [5] Itani O, Kaneita Y, Tokiya M, Jike M, Murata A, Nakagome S, et al. Short sleep duration, shift work, and actual days taken off work are predictive life-style risk factors for new-onset metabolic syndrome: a seven-year cohort study of 40,000 male workers. *Sleep medicine*. 2017;39:87-94.
- [6] Fatima Y, Bucks RS, Mamun AA, Skinner I, Rosenzweig I, Leschziner G, Skinner TC. Sleep

trajectories and mediators of poor sleep: findings from the longitudinal analysis of 41,094 participants of the UK Biobank cohort. *Sleep medicine*. 2020;76:120-7.

[7] Buysse DJ, Reynolds CF, 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*. 1989;28:193-213.

[8] Takegami M, Suzukamo Y, Wakita T, Noguchi H, Chin K, Kadotani H, et al. Development of a Japanese version of the Epworth Sleepiness Scale (JESS) based on item response theory. *Sleep medicine*. 2009;10:556-65.

[9] Richardson LP, Rockhill C, Russo JE, Grossman DC, Richards J, McCarty C, et al. Evaluation of the PHQ-2 as a Brief Screen for Detecting Major Depression Among Adolescents. *Pediatrics*. 2010;125:E1097-E103.

[10] Cole SR. Assessment of differential item functioning in the Perceived Stress Scale-10. *Journal of epidemiology and community health*. 1999;53:319-20.

[11] Katori M, Shi S, Ode KL, Tomita Y, Ueda HR. The 103,200-arm acceleration dataset in the UK Biobank revealed a landscape of human sleep phenotypes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2022;119:e2116729119.

[12] Hicks RA, Garcia ER. Level of stress and sleep duration. *Perceptual and motor skills*. 1987;64:44-6.

[13] Doi Y, Minowa M, Tango T. Impact and correlates of poor sleep quality in Japanese white-collar employees. *Sleep*. 2003;26:467-71.

[14] Cartwright RD, Wood E. Adjustment disorders of sleep: the sleep effects of a major stressful event and its resolution. *Psychiatry research*. 1991;39:199-209.

[15] Pasternak RE, Reynolds CF, 3rd, Hoch CC, Buysse DS, Schlermitzauer M, Machen M, Kupfer DJ. Sleep in spousally bereaved elders with subsyndromal depressive symptoms. *Psychiatry research*. 1992;43:43-53.

## Tables

Table 1. 研究対象者の背景

	高ストレスなし (N=106)		高ストレスあり (N=16)		p-value
	N	% or SD	N	% or SD	
Age	42.5	1.0	41.3	1.7	0.679
Sex, men	85	80.2	12	75.0	0.632
BMI	23.4	3.3	22.5	2.1	0.295
<b>業務内容</b>					0.055
事務職	67	63.2	11	68.8	
営業職	3	2.8	0	0.0	
現場管理監督	6	5.7	1	6.3	
製造・建設作業	30	28.3	4	25.0	
<b>勤続年数</b>					0.549
1年以上3年未満	3	2.8	1	6.3	
3年以上5年未満	4	3.8	1	6.3	
5年以上10年未満	20	18.9	2	12.5	
10年以上20年未満	41	38.7	9	56.3	
20年以上	38	35.8	3	18.8	
<b>月時間外労働時間</b>					0.617
30時間未満	5	4.7	2	12.5	
30時間以上50時間未満	71	67.0	9	56.3	
50時間以上60時間未満	25	23.6	4	25.0	
60時間以上	5	4.7	1	6.3	
<b>通勤時間/分</b>	37	26.7	40.9	27.2	0.601
<b>休日日数/月</b>					0.929
4日未満	9	8.5	1	6.3	
4日以下7日未満	9	8.5	2	12.5	
8日以上11日以下	71	67.0	11	68.8	
12日以上	17	16.0	2	12.5	
<b>管理職</b>	25	23.6	4	25.0	0.901
<b>独居</b>	28	26.4	2	12.5	0.228
<b>教育歴</b>					0.921
中卒あるいは高卒	23	21.7	4	25.0	
専門学校卒	24	22.6	3	18.8	
大学卒	59	55.7	9	56.3	
<b>うつ症状</b>	6	5.7	2	12.5	0.303
<b>運動習慣あり</b>	48	45.3	8	50.0	0.724
<b>夜食習慣あり</b>	38	35.8	8	50.0	0.701
<b>朝食欠食あり</b>	16	15.1	3	18.8	0.707
<b>喫煙習慣あり</b>	15	14.2	3	18.8	0.629
<b>飲酒習慣</b>	20	18.9	2	12.5	0.537

---

Data are presented as mean  $\pm$  standard deviation or number (%).

The chi-square statistical test for nominal variables and one-way analysis of variance for continuous variables were performed to assess whether there were significant differences among the groups stratified by distress.

Abbreviations: BMI, body mass index.

Table 2. 高ストレス有無による各睡眠指標の違い

	高ストレスなし (N=106)		高ストレスあり (N=16)		p-value
	Average or N	SD or %	Average or N	SD or %	
Global PSQI score	6.1	2.5	7.8	2.6	0.012
睡眠の質	1.44	0.7	1.8	0.6	0.083
入眠時間	0.78	0.8	1.2	0.8	0.058
睡眠時間	1.80	0.7	1.9	0.6	0.650
睡眠効率	0.44	0.7	0.4	0.5	0.975
睡眠困難	0.90	0.5	1.1	0.3	0.100
眠剤使用	0.02	0.2	0.3	0.8	0.010
日常生活への指標	0.72	0.8	1.2	0.9	0.034
不眠症状あり	58	54.7	12	75.0	0.126
ESS score	9.4	4.4	10.5	4.5	0.358
日中の眠気あり	43	40.6	7	43.8	0.809
平均睡眠時間	5.8	1.1	5.8	0.8	0.919
Social Jet lag	34.0	31.1	40.4	34.6	0.452

Data are presented as mean  $\pm$  standard deviation or number (%).

The chi-square statistical test for nominal variables and one-way analysis of variance for continuous variables were performed to assess whether there were significant differences among the groups stratified by distress.