

運用智慧型穿戴偵測裝置於企業主管睡眠品質實證研究

**The Use of Intelligent Devices to Detect Wear Business Executives at Sleep Quality of Empirical Study**

徐雅媛<sup>1,2\*</sup> 白其卉<sup>2</sup> 蔡明杰<sup>3</sup> 高嘉宏<sup>3</sup> 洪琨景<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> 勞動部勞動及職業安全衛生研究所

<sup>2</sup> 台北醫學大學公共衛生學系

<sup>3</sup> 工業技術研究院服務科技應用中心

<sup>4</sup> 國立中山大學生物醫學研究所

Ya-Yuan Hsu,<sup>1,2\*</sup> Chyi-Huey Bai<sup>2</sup> Ming-Chieh Tsai<sup>3</sup> Chia-Hung Kao<sup>3</sup> Kun-Jing Hong<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Institute of Occupational Safety and Health, Executive Yuan Council of Labor Affairs

<sup>2</sup> Department of Public Health, Taipei Medical University

<sup>3</sup> Industrial Technology Research Institute

<sup>4</sup> Institute of Biomedical Science National Sun Yat-sen University

\* Corresponding author. Tel.: +886 2 26607600x7677; fax: +886 2 26607731.

E-mail address: yayuarn@mail.ilosh.gov.tw (Y.-Y. Hsu).

## 摘要

**背景:**台灣企業主管在長工時、擔任工作相關決策者精神負荷的心理壓力下,普遍有睡眠困擾的問題對睡眠品質的影響日益重要。

**目的:**運用資訊科技之智慧型穿戴偵測裝置,於企業主管睡眠品質進行實證研究。

**方法:**採橫斷性研究,針對國內3家公民營事業單位,進行企業主管之主觀睡眠問卷包含:匹茲堡睡眠品質指標量表 PSQI、睡前激發程度量表 PSAS、失眠嚴重度量表 ISI 及認知壓力量表 PSS 測量;並以自律神經 HRV 生理參數指標開發之智慧型穿戴偵測裝置,提供睡眠品質的實證量測。

**結果:**發現企業主管普遍睡眠品質不佳,PSQI 大於 5 分(睡眠品質不佳)佔 70%。睡眠問卷主觀量表與 HRV 相關參數的相關性,其中 PSAS 量表與 HRV 時域參數 RMSSD 具相對明顯關聯( $p$ -value=0.043),ISI 量表與 HRV 時域參數 SDNN 具相對明顯的關聯( $p$ -value=0.043)。另由睡眠中心之多頻道睡眠生理分析儀 PSG 檢測發現,睡眠期間可明顯看出隨睡眠狀態由醒進入睡眠階段,HRV 的高頻部份 HF 會逐漸增加,並在深睡期增加到最大。REM 快速動眼期 HF 會逐漸減少。心率變異 HRV 之相關頻域參數 HF,可評估提供作為切入不同睡眠狀態的重要觀察指標。

**結論:**本研究以智慧型穿戴偵測裝置於企業主管睡眠品質驗證,顯示方便簡易之穿戴睡眠偵測裝置與篩檢,可提供企業主管睡眠品質偵測與前期篩檢的服務,藉由職場之醫療保健服務單位進行企業主管與員工之內部健康管理,發展以資通訊為基礎架構睡眠管理服務能量更易規模化與個人化。

**關鍵詞:** 智慧型穿戴偵測裝置、企業主管、自律神經系統、睡眠品質

## 前言

企業主管在普遍長工時、重工作負擔的壓力下,普遍有睡眠困擾的問題。根據台灣睡眠醫學學會(2013)調查,台灣慢性失眠症盛行率約為 19.3%,約每五人有一人具睡眠困擾。職場工作壓力(work stress)會導致心血管(cardiovascular)問題風險增加, Mika Kivimäki et al.,(2006)以統合分析顯示,不同壓力模式(Stress Model)與冠狀動脈心臟疾病確有所關聯[1],日本與韓國針對工作者透過主觀睡眠品質問卷量表的 research 發現,不同工作壓力模式與失眠問題呈現正相關[2-3]。

職場工作壓力對自律神經影響,從生理學角度,探討由心跳間距(R-R Interval, RRI)演算心率變異(Heart Rate Variability, HRV)參數,受到自律神經中交感神經(sympathetic)與副交感神經

(parasympathetic)調控。心率變異分析分為時域分析(Time Domain)及頻域分析(Frequency Domain),頻域分析之頻譜中,高頻功率(HF, 0.15-0.4Hz),代表副交感神經活性的指標,低頻功率(LF, 0.04-0.15Hz),代表交感神經活性或交感與副交感神經同時調控的指標,低高頻功率比 LF/HF 則反應交感/副交感神經平衡的指標。交感與副交感神經的活性,與人當時的生理與心理狀態有關。另一方面,時域分析中,正常心跳間期的標準偏差 SDNN(Standard Deviation of Normal to Normal intervals)及心跳間期之差值的均方根 RMSSD(Root Mean Square of Successive Differences)也常作為自律神經活性的指標。

Adrian Loerbroeks et al.,(2010)利用 HRV 的量測與分析,包含時域及頻域的參數,研究不同工作壓力模型對自律神經的影響發現,「工作要求—控制模型」(Job-Demand-Control Model)或「付出一回饋失衡模型」(Effort-Reward Imbalance Model),與交感及副交感神經指標的下降有關。特別對中年工作者(35-44歲)引發較大的日間 RMSSD 值降低[4]。Marta Jackowska et al.,(2012)針對工作者在上班日的心率變異(HRV)與睡眠問題的關聯研究則指出,日常的 HRV 指標譬如 RMSSD 與睡眠的嚴重程度成反比關係[5]。

HRV 的量測與分析, Ingegård E. Malmros(2007)指出作為勞工主管因工作壓力所導致的自律神經與失眠問題之指標[6]。1997年, Bonnet 及 Arand[7]針對健康成人研究發現,在非快速動眼期(NREM)時,其 HRV 的頻域中高頻(HF)增加及低頻(LF)降低,而慢性失眠者(Chronic insomnia)變化則較小。M. H. Bonnet et al.(1998)及 Kai Spiegelhalter et al.,(2001)的研究也指出 HRV 的指標如心率(Heart Rate, HR)或心跳間距平均標準差值(SDNN)與睡眠階段有關[8][9]。在非快速動眼期(NREM)時,HR 及 SDNN 都會變低,在快速動眼期(REM)及清醒(Wake)時,則又會升高。但相對於正常人,失眠者的變化便較小。

隨著感測技術的進步及元件微小化,應用此類非 PSG 訊號作為睡眠品質的監測即成為近年研究的主題[10-13]。主要方法為使用單一生理訊號,例如 ECG 感測,取得心跳間距以及呼吸訊號,以萃取心率變異(HRV)以及呼吸特徵值,再透過心肺訊號的同調(Coherence)關聯,或使用諸多特徵值以自動分類器(Classifier),進行睡眠階段 Sleep Staging 與睡眠呼吸中止 OSA 事件的異常辨識[11-12]。

目前穿戴睡眠監測系統已有一些產品被推出,如 Sleep cycle, Actiwatch 等,這類產品通常利用慣性感測器偵測使用者於睡眠期間的動作。透過動作分析的演算法評估使用者醒(wake)或睡(sleep)及睡眠效率等資訊。

## 材料與方法

### 1. 研究對象及場所

本研究透過於事業單位舉辦睡眠衛教演講，共收集 24 位北部三家公民營通訊電信事業單位在職主管。研究對象排除嚴重內科疾病、嚴重精神疾病、物質濫用疾患及懷孕婦女，並當場填寫主觀睡眠評量問卷及參與穿戴睡眠監測裝置。

### 2. 資料收集與統計分析

以 SPSS for Windows 20.0 版作為資料統計工具。利用描述性統計瞭解受試者基本屬性及其主觀睡眠品質評量問卷次數分配、平均數；皮爾森積差相關探討主觀評量問卷與心率變異率及睡眠階段 HRV 相關參數變異性進行相關之分析。

## 結果

### 一、研究對象之人口學及主觀睡眠評量問卷特性

本研究個案性別男女性比例相同各佔 50%。年齡分佈介於 28~63 歲之間，個案整體的平均年齡為 52.5 歲。「一般睡眠困擾」以匹茲堡睡眠品質指標量表 (PSQI) 來評估，收取 24 份問卷研究結果顯示「一般睡眠困擾」的平均得分為 8.79 分，睡眠品質不佳 (> 5 分) 有 19 位佔 76%，顯示有七成的在職主管睡眠品質不佳。一般睡眠困擾七項分類，平均數最高的依次為主觀睡眠品質為 1.28 分 (SD=0.98)、睡眠干擾 1.15 分 (SD=0.47)、睡眠總時數 1.07 分 (SD=0.67)，平均數最低的是使用安眠藥物 0.06 (SD=0.31)。依失眠症狀及嚴重程度分類，20% (5 人) 為中度失眠，44% (11 人) 為輕度失眠。認知壓力量表平均得分為 14.71 分 (如表 1)。

表 1 受試者基本資料及主觀睡眠評量問卷分析

	個數	平均數	百分比	最小值	最大值
性別					
男	12				
女	12				
年齡	24	52.50		28	63
<30 歲	1		4		
31-40 歲	4		16		
41-50 歲	1		4		
51-60 歲	11		44		
>61 歲	7		28		
匹茲堡睡眠品質指標量表 PSQI	24	8.79		2	15
睡眠品質佳 (< 5 分)	5		20		
睡眠品質不佳 (> 5 分)	19		76		

失眠嚴重度量表 ISI	24	10.79	1	21
無 (0~7 分)	8		32	
輕度 (8~14 分)	11		44	
中度 (15~21 分)	5		20	
重度 (22~28 分)	0		0	
認知壓力量表	24	14.71	6	22

### 二、主觀評量問卷分析與心率變異率之關係

由四項主觀睡眠評量問卷，包含：匹茲堡睡眠品質量表 (PSQI)、睡前激發量表 (PSAS)、失眠嚴重度量表 (ISI) 與認知壓力量表 (PSS) 和心率變異率的相關，由表 2 皮爾森積差相關得知，睡眠評量問卷中的「匹茲堡睡眠品質量表 (PSQI)」與 HRV 時域參數 StdRR 有顯著性關係存在 (p-value=0.171)、「睡前激發量表 (PSAS)」與 HRV 時域參數 RMSSD 具相對明顯的關聯 (p-value=0.043)。「失眠嚴重度量表 (ISI)」與 HRV 時域參數 StdRR 具相對明顯的關聯 (p-value=0.141)。「認知壓力量表 (PSS)」與 HRV 時域參數 RMSSD, NN50, pNN50 及頻域 HF 具相對明顯的關聯。

表 2 PSQI/PSAS/ISI/PSS 與 HRV 參數差異檢定

	Mean RR	Std RR	RMSSD	NN50	pNN50	VLF	LF	HF	LF/HF
PSQI 分佈	.246	.171	.228	.318	.286	.868	.888	.887	.649
PSAS 分佈	.339	.189	.043	.222	.308	.553	.197	.808	.513
ISI 分佈	.761	.141	.787	.695	.578	.560	.643	.758	.725
PSS 分佈	.750	.436	.069	.042	.063	.324	.824	.069	.412

### 三、多頻道睡眠生理分析儀分析

由睡眠中心之多頻道睡眠生理分析儀 PSG 檢測發現，勞工主管 63% 其睡眠效率 (SE) 小於 85% 如圖 1。

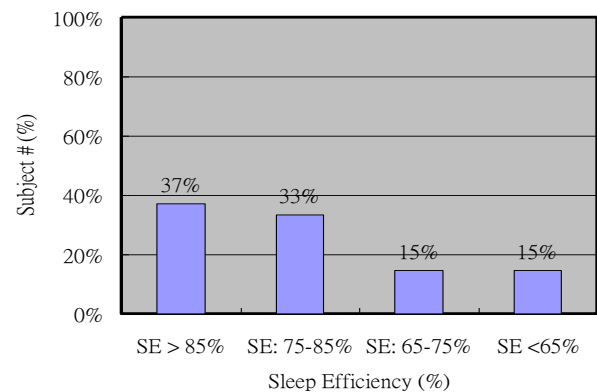


圖 1 受試者 Sleep Efficiency 分佈

PSG 檢測得到客觀睡眠品質指標 (如睡眠效率、深睡比例、WASO 等) 同樣反應睡眠不佳。相對應觀察 HRV 相關參數，顯示隨睡眠狀態變化

由醒進入睡眠階段，HRV 的高頻部份 HF 會逐漸增加，在深睡期增加到最大，在 REM 狀態 HF 會逐漸減少。HRV 之時域參數 mean RRI 與 SDNN 相對較小，其頻域參數 HF 相對較小，LF/HF 相對較高如圖 2。

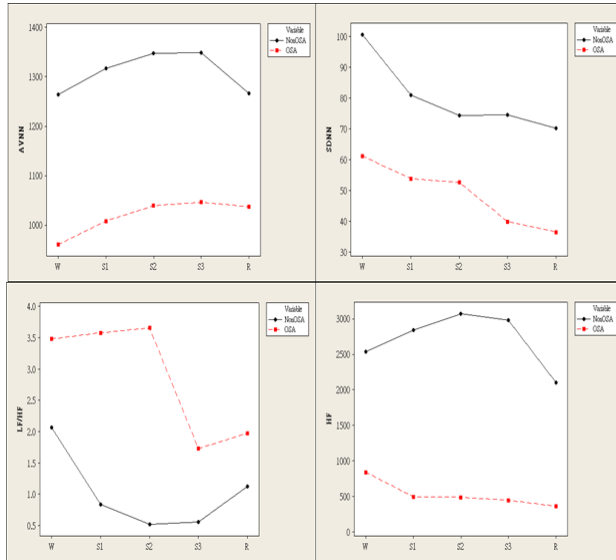


圖 2 受試者睡眠階段 HRV 參數變化比較圖

## 討論

本研究發現職場企業主管在長工時、擔任工作相關決策者精神負荷的心理壓力下，主觀睡眠評量問卷呈現睡眠品質普遍不佳。工作壓力對心血管健康及睡眠品質影響，由睡眠評量問卷與心率變異率在 StRR, RMSSD, NN50, pNN50 及頻域 HF 具關聯性。睡眠中心之多頻道睡眠生理分析儀 PSG 檢測到某些睡眠問題會反應在自律神經的變化上。透過生理學的實證學理，我們可以利用 ECG 所取得的 HRV 分析，作為自律神經的指標，自律神經相關指標可反應個體壓力的指標與睡眠狀態或睡眠的疾病有關。因此進一步評估作為勞工主管因工作壓力所導致的自律神經與睡眠問題之依據。

## 結論

本研究以智慧型穿戴偵測裝置於企業主管睡眠品質驗證，顯示方便簡易之穿戴睡眠偵測裝置與篩檢，可提供企業主管睡眠品質偵測與前期篩檢的服務，藉由職場之醫療保健服務單位進行企業主管與員工之內部健康管理，發展以資通訊為基礎架構之睡眠管理服務能量更易規模化與個人化。

## 參考文獻

[1] M. Kivimäki, M. Virtanen, M. Elovainio, A. Kouvonen, A. Väänänen, J. Vahtera, Work

stress in the etiology of coronary heart disease—a meta-analysis, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 2006, vol.32, pp. 431–442.

- [2] A. Nakata, T. Haratani, M. Takahashi, N. Kawakami, H. Arito, F. Kobayashi, S. Araki, Job stress, social support, and prevalence of insomnia in a population of Japanese daytime workers, *Social Science & Medicine*, 2004, vol.59, pp. 1719–1730.
- [3] H. C. Kim, B. K. Kim, K. B. Min, J. Y. Min, S. H. Hwang, S. G. Park, Association between job stress and insomnia in Korean workers, *Journal of occupational Health*, 2011, vol.53, pp. 164-174.
- [4] A. Loerbroks, O. Schilling, V. Haxsen, M. N. Jarczok, J. F. Thayer, J. E. Fischer, The fruits of ones labor: Effort–reward imbalance but not job strain is related to heart rate variability across the day in 35–44-year-old workers, *Journal of Psychosomatic Research*, 2010, vol. 69, pp. 151–159.
- [5] M. Jackowska, S. Dockray, R. Endrighi, H. Hendrickx, A. Steptoe, Sleep problems and heart rate variability over the working day, *Journal of sleep Research*, 2012, vol. 21, pp. 434–440.
- [6] Ingegård E. Malmros, A Review of Biomarkers in Leadership Research – Can Heart Rate Variability be a Suitable Method?, *Karolinska Institutet*, 2007, LIME.
- [7] M. H. Bonnet, D. L. Arand, Heart rate variability: sleep stage, time of night, and arousal influences, *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 1997, vol. 102, pp. 390-396.
- [8] M. H. Bonnet, D. L. Arand, Heart Rate Variability in Insomniacs and Matched Normal Sleepers, *Psychosomatic Medicine*, 1998, vol. 60, pp. 610- 615.
- [9] K. Spiegelhalter, L. Fuchs, J. Ladwig, S. D. Kyle, C. Nissen, U. Voderholzer, B. Feige, D. Riemann, Heart rate and heart rate variability in subjectively reported insomnia, *Journal of Sleep Research*, 2011, vol. 20, pp. 137-145.
- [10] M. O. Mendez1, M. Matteucci, V. Castronovo, L. F. Strambi, S. Cerutti, A. Bianchi, Sleep staging from Heart Rate Variability: time-varying spectral features and Hidden Markov Models, *International Journal of Biomedical Engineering and Technology*, 2010, vol. 3, pp. 246-263.
- [11] Y. Wakuda, Y. Hasegawa, T. Fukuda, A. Noda, F. Arai, M. Kawaguchi, Estimation of sleep cycle and quality based on nonlinear analysis of heart rate variability, *Micro-Nanomechanics and Human Science*, 2004 and The Fourth Symposium Micro- Nanomechanics for

- Information-Based Society, 2004, pp. 181-186.
- [12] R. Cabiddu, S. Cerutti, G. Viardot, S. Werner, A. M. Bianchi, Modulation of the Sympatho-Vagal Balance during Sleep - Frequency Domain Study of Heart Rate Variability and Respiration, *Frontiers in Physiology – Computational Physiology and Medicine*, 2012, vol 3, pp.1-10.
- [13] R. J. Thomas, J. E. Mietus, C. K. Peng, A. L. Goldberger, An Electrocardiogram-Based Technique to Assess Cardiopulmonary Coupling During Sleep, 2005, vol 28, pp. 1151-1161.