

2006 年工程科技與中西醫學應用研討會大會

9th Conference on Engineering Technology and Applications of Chinese and Western

Medicine

Taichung, Taiwan

Conference Proceeding 論文集 (Page 223-228)

模擬靜態駕駛環境下探討駕駛者駕駛任務前後生理指標之 變化 Variation in Physiological Indexes Before and After an Indoor Simulated Driving Task

梁文杰¹、阮約翰¹、林明漢²、孫德銓³

國立清華大學 ¹工業工程與工程管理學系

¹ National Tsing Hua University, Industrial Engineering and Engineering Management

大華技術學院 ²自動化工程學系

² Ta Hwa Institute of Technology, Automation Engineering

台灣科學地股份有限公司 ³

³ Taiwan Scientific Corporation

摘要

本研究主要探討駕駛者在模擬靜態駕駛環境下駕駛任務前後生理指標的變化，生理指標包括：收縮壓(SYS)、舒張壓(DIA)、心博率(HR)、心率變異(HRV)、副交感神經活性(HF%)、交感神經活性(LF%)、交感/副交感神經平衡指標(LF/HF)、VLF/HF及手掌表面溫度等，藉由新型腕式生理監視器心律大師 ANSWatch 作為量測工具。由研究結果顯示，駕駛任務 90 分鐘後心博率(HR)、副交感神經活性指標(HF%)、及手掌表面溫度有顯著下降的趨勢；心率變

異(HRV)、交感神經活性指標(LF%)、VLF/HF 比值有顯著上升的趨勢；這些指標在駕駛任務前後有顯著性的差異($P < 0.05$)。而收縮壓(SYS)、舒張壓(DIA)、及交感/副交感神經平衡指標(LF/HF)在駕駛任務前後沒有顯著性差異。結果顯示，由於長時間駕駛所產生的駕駛疲勞，使得心率變異(HRV)及交感神經活性指標(LF)有顯著上升的趨勢、副交感神經活性指標(HF)有顯著下降的趨勢，本研究認為心率變異(HRV)、副交感神經活性(HF%)、及交感神經活性(LF%)是精神負荷及循環不良之敏感指標，可定量評估駕駛疲勞。

關鍵字：駕駛、生理指標、心率變異、HRV

Abstract

The objective of this study was to monitor variation in physiological indexes before and after an indoor simulated driving task. The physiological indexes included systolic pressure (SYS), diastolic pressure (DIA), heart rate (HR), heart rate variability (HRV), sympathetic activity index (LF%), parasympathetic activity index (HF%), Sympatho-vagal balance index (LF/HF), the ratio of very-low-frequency band to high-frequency band (VLF/HF), and surface temperature of both palms. Physiological indexes were measured using a new wrist patient monitor ANSWatch which was recently approved by Department of Health, Taiwan. The study showed that HR, HF%, and surface temperature of palms decreased while HRV, LF% and VLF/HF increased following the 90-min simulated driving task. These changes in indexes were all statistically significant ($P < 0.05$). In contrast, no significant change was found for SYS and DIA. LF/HF increased but its change did not reach a significant level. Driving fatigue and poor circulation were thought to cause these physiological changes. We concluded that HR, HRV, LF%, and HF% were sensitive parameters for mental workload and immobility, and could be used to quantify and evaluate driving fatigue.

Keywords：Driving、Physiology Index、Heart Rate Variability、ANSWatch

1. 前言

駕駛疲勞是發生交通意外事故的一個重要因子，尤其在長時間駕駛及單調的駕駛環境中很容易造成厭煩及昏睡狀態，本研究主要探討在長時間(90分鐘)單調的駕駛，觀察駕駛任務前後生理指標：收縮壓(SYS)、舒張壓(DIA)、心博率(HR)、心率變異(HRV)、

副交感神經活性(HF%)、交感神經活性(LF%)、交感/副交感神經平衡指標(LF/HF)、VLF/HF及手掌表面溫度的變化程度與方向，駕駛任務前後是否有顯著的差異？並且作為未來駕駛相關研究的基礎。上述心率變異各參數之生理意義係依據 1996 年歐美國際標準(Task Force of the European Society of Cardiology, 1996)，而其中VLF(即頻譜分析中之極低頻)之生理意義在該標準中雖有討論但未界定。

過去有很多學者也作過很多相關的研究，Li Zeng Yong(2003)針對汽車駕駛員駕駛過程中觀察心率變異性(HRV)功率頻譜的變化，該研究應用心率變異性(HRV)功率頻譜分析並且結合主觀評估，分析模擬實際駕駛條件下實驗者的心臟自主神經功能狀態，該研究駕駛座椅是在振動實驗台上進行的，研究結果發現實驗者心率變異性(HRV)表現出明顯的變化，例如：交感神經活性 LF(%)增加、副交感神經活性 HF(%)降低、平衡性指標(LF/HF)增加，以上三個指標作統計性的檢定都出現顯著性的差異，實驗結果表明心率變異性(HRV)是精神負荷敏感的指標，可定量評估駕駛疲勞。

Yang Yu Shu(2002)等學者提到以心電圖指標來評估駕駛疲勞，該研究甄選 16 位受測者，在實驗室進行 90 分鐘之駕駛模擬，並且於駕駛的過程當中量測收集心電圖信號，針對實驗開始和結束 15 分鐘時段心電信號的七項頻域指標進行分析，該研究發現：有四項心電圖時頻域指標與疲勞程度有明顯相關，心率變異性時域測量指標中的 RR 間距的標準差(SD)明顯上升、低頻率功率值 LF(%)明顯上升、高頻率功率值 HF(%)明顯下降、LF 與 HF 之比值(LF/HF)明顯上升，因此該研究認為此四項心電圖時頻域指標，可以對駕駛者疲勞程度進行量化的反應與評估。

Zengyong Li (2005)等學者提到以針灸的方式來減緩駕駛者的駕駛疲勞，透過 HR(Heart Rate)、TP(Total Power)、LF(AU：Absolute Unit)、LF(%)、HF(AU：Absolute Unit)、HF(%)、LF/HF 等指標來評估針灸所帶來減緩的效果，該研究共抽取 29 位受測者，將受測者分成三組(A=10、B=10、C=9)，A、B 兩組同樣都執行 180 分鐘之駕駛模擬，主要的差異在

於針灸的位置不同；C組則不執行駕駛模擬，但仍然接受針灸。研究結果發現：A、B兩組受測者於駕駛任務180分鐘結束後，指標TP(Total Power)、LF(AU: Absolute Unit)、LF(%)、HF(AU: Absolute Unit)、LF/HF等指標有上升的趨勢，並且除了HF(AU: Absolute Unit)沒有顯著性差異之外，其餘TP、LF(AU: Absolute Unit)、LF(%)、LF/HF等指標有顯著性差異；而HF(%)指標有下降的趨勢，並且有顯著性差異。

另外Zengyong Li (2003)等學者提到以磁針灸的方式來減緩駕駛者的駕駛疲勞，透過LF(%)、HF(%)、LF/HF等指標來評估磁針灸的效果，共抽取40位男性受測者，將受測者分成A(Study Group)及B(Control Group)兩組，兩組人員都執行駕駛任務180分鐘，該研究結果發現：駕駛任務至150分鐘時(刺激前)，兩組受測者都有相同的結果，亦即LF(%)、LF/HF有顯著上升的趨勢，HF(%)有顯著下降的趨勢。

上述提到不同學者的一些相關研究，這些研究給我們方向與指引，本研究是在模擬靜態駕駛環境下探討駕駛者駕駛任務前後生理指標的變化，藉由市售新型腕式生理監視器心律大師ANSWatch生理監視器作為量測工具，心律大師ANSWatch生理監視器主要優點為攜帶方便、操作簡易、精確度高，量測參數包括：收縮壓(SYS)、舒張壓(DIA)、心博率(HR)、心率變異(HRV)、副交感神經活性(HF%)、交感神經活性(LF%)、LF/HF、及VLF/HF等生理指標。

2. 方法

本研究採取人因工程當中的實驗性研究方法，主要是考量實驗成本及實驗變數容易控制，並且可避免一些突發狀況的發生，自變項包括：駕駛環境、作業環境(溫度)、性別、年齡等，這些變數在實驗室當中可控制，但現場的研究則無法做到精確的控制，因此本實驗採取實驗性研究。

(1).受測者

為了避免性別及年齡因子對HRV造成影響(Duanping et al, 1995)，本研究甄選新竹清華及交通大學21位男性受測者，21位受測者為大學部或碩士班學生，年齡範圍是23±3歲(即20~26歲之間)，所有受

測者皆沒有因為疾病而接受藥物治療，並且健康良好，要求受測者前一天晚上不能熬夜，並且實驗前1小時不得吃任何東西，以確保實驗數據的客觀性，實驗完成後斟酌給予工讀費用，受測者基本資料如表1所述。

表1 受測者基本資料

項 目	平 均 值
年 齡	23.57 ± 2.23 (歲)
身 高	173.06 ± 5.47 (公分)
體 重	66.75 ± 6.91 (公斤)
體脂肪	21.33 ± 4.97 (%)

(2).實驗變項

本研究採用實驗性研究法，因此必須決定獨立變項與相依變項，獨立變項包括：性別(男性)、年紀(23±3歲)、環境溫度(22±1°C)、駕駛時間(90分鐘)；相依變項(生理指標)包括：血壓(BP)、心博率(HR)、心率變異(HRV)、交感神經活性(LF%)、副交感神經活性(HF%)、平衡性指標(LF/HF)、另一平衡性指標(VLF/HF)、及手掌表面溫度的變化。本實驗控制以上自變項，進而了解依變項之變化程度與方向。

(3).駕駛模擬器

靜態駕駛模擬器為一個模擬直線高速駕駛場景，場景是藉由單槍投影機投射出來的影像，受測者距離前方螢幕大約3~4公尺，受測者須注視前方的螢幕場景，螢幕尺寸大小為70inch*70inch，高速公路上左側有行道樹，右側有圍牆，受測者須藉由方向盤來操控車子於右側內側車道上，螢幕上有一紅色警示長條圖形，當車子偏離程度愈來愈大時，紅色警示長條圖的面積愈來愈大，反之愈來愈小，而當車子偏離程度過大甚至接觸到旁邊圍牆會發出漸進式Be Be警示聲音，以提醒駕駛者要修正車子的角度於內側車道上，如此追蹤此軌跡直到實驗時間90分鐘結束為止，靜態駕駛模擬場景如圖1所示。



圖 1 靜態駕駛模擬場景

(4).實驗設備與材料

實驗設備包括軟體及硬體設備，a.硬體：筆記型電腦、單槍投影機、心律大師 ANSWatch 生理監視器、靜態駕駛模擬控制方向盤、倒數計時器、體重體脂量測計、量測記錄暨主觀問卷調查表等。b.軟體：高速直線駕駛模擬器、Win XP、心律大師 ANSWatch 生理監視器資料下載及分析軟體、SPSS 統計軟體。

(5).實驗作業與程序

受測者前一天晚上不得熬夜且需充分的休息，實驗前 1 小時不得吃或喝任何東西，實驗前先填寫基本資料及量測體重體脂肪，接著充分休息 20 分鐘，然後量測生理指標，包括：血壓(BP)、心博率(HR)、心率變異(HRV)、交感神經活性指標(LF%)、副交感神經活性指標(HF%)、平衡性指標(LF/HF)、另一平衡性指標(VLF/HF)、及手掌表面溫度等指標，量測時間約 6~7 分鐘，量測結束且資料客觀則緊接著執行靜態駕駛任務 90 分鐘，靜態駕駛任務結束後立即執行生理指標的量測，量測結束立即下載記錄資料，以確認資料之正確性與客觀性，如沒有問題，最後填寫主觀問卷資料並酌的給予工讀費用；實驗時序如圖 2 所示。

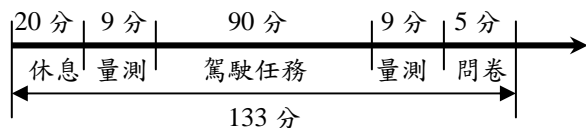


圖 2 實驗時序圖

(6).生理參數之記錄及分析

本研究是利用台灣科學地公司所開發的心律大師 ANSWatch 生理監視器(如圖 3 所示)來執行生理指標之量測。



圖 3 心律大師 ANSWatch 腕式生理監視器

量測參數包括：血壓(BP)、心博率(HR)、心率變異(HRV)、交感神經指標(LF%)、副交感神經指標(HF%)、平衡性指標(LF/HF)、及另一平衡性指標(VLF/HF)等生理指標。駕駛任務開始前及駕駛任務 90 分鐘結束後各量測一次，量測時需將心律大師 ANSWatch 生理監視系統適當佩戴並且固定於受測者手腕上，量測高度要與心臟位置約略同高，量測時間大約 6~7 分鐘，在量測過程中受測者不得有任何的移動或振動，以確保量測數據的品質與客觀性。根據心律大師使用手冊及該公司所提供之技術資料，血壓(BP：縮收壓、舒張壓)採用習知之震盪法(Oscillatory Method)，經人體試驗依水銀血壓校正後準確度為 ± 8 mmHg，心率變異(HRV)依據 1996 年歐美國際標準(Task Force of the European Society of Cardiology, 1996)將手腕橈動脈擷取之 5 分鐘血壓脈波訊號採用時域(Time Domain)及頻域(Frequency Domain)分析兩種方法，經人體試驗依醫院用心電圖機(ECG; Agilent A3 Patient Monitor)校正後準確度為 $\pm 5\%$ 。心律大師在分析過程中並依照標準將非由自律神經引起之不規則心跳(例如：身體移動、咳嗽、或心律不整(Cardiac Arrhythmia)等)排除於HRV分析之外，以提高心率變異各參數之準確度。

(7).統計分析

本研究使用統計學上小樣本 t 分配成對數據之假設檢定，檢定各個生理參數：血壓(BP)、心博率(HR)、心率變異(HRV)、交感神經指標(LF%)、副交感神經指標(HF%)、平衡性指標(LF/HF)、平衡性指標(VLF/HF)、及手掌表面溫度等生理指標，在駕駛任務前與駕駛任務 90 分鐘後變化的程度與方向，駕駛任務前與駕駛任務 90 分鐘後是否有顯著差異？顯著水準 α 設定為 0.05。

3. 結果

本研究主要在實驗室使用心律大師 ANSWatch 生理監視器來收集數據，實驗作業與程序依照先前所述來執行，駕駛任務前與駕駛任務 90 分鐘後之量測結果如表 2 所示。

表 2 靜態模擬駕駛任務前後之生理指標均值變化

生理指標	駕駛任務前均值	駕駛任務鐘後均值	t 值	P 值
SYS	107.76 ± 8.33	107.43 ± 8.56	-0.34	0.3690
DIA	69.67 ± 1.77	69.62 ± 1.76	0.18	0.4296
HR	67.76 ± 12.77	63.86 ± 10.64 *	3.50	0.0021
HRV	42.86 ± 15.14	53.29 ± 18.45 *	-4.13	0.0006
HF (%)	53.43 ± 17.13	46.86 ± 16.00 *	2.00	0.0309
LF (%)	41.81 ± 17.13	48.38 ± 16.00 *	-2.00	0.0309
LF / HF	0.97 ± 0.80	1.21 ± 0.82	-1.55	0.0719
VLF / HF	1.73 ± 2.04	3.58 ± 3.50 *	-2.55	0.0097
左手掌溫度	34.52 ± 0.78	33.25 ± 2.22 *	3.14	0.0082
右手掌溫度	34.56 ± 0.86	33.57 ± 2.28 *	2.54	0.0098

*：表有顯著性差異 (α 為 0.05)

由表 2 可知：心博率(HR)、心率變異(HRV)、副交感神經活性 HF(%)、交感神經活性 LF(%)、VLF / HF、左手掌溫度、右手掌溫度等生理指標於駕駛 90 分鐘後有顯著差異(t 絕對值大於 1.725； $P < 0.05$)；而收縮壓(SYS)、舒張壓(DIA)、及 LF / HF 等生理指標於駕駛 90 分鐘後沒有顯著差異，雖然 LF / HF 沒有顯著差異，但駕駛後仍有上升的趨勢。

(1).血壓(Blood Pressure)

由表 2 顯示，收縮壓(SYS)及舒張壓(DIA)於駕駛任務前後都沒有顯著的變化，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後沒有顯著的差異。(t 值分別為-0.34 與 0.18；P 值分別為 0.3690 與 0.4296)

(2).心博率(Heart Rate)

由表 2 顯示，心博率(Heart Rate)於駕駛任務 90 分鐘後有下降的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異。(t 值為 3.50；P 值為 0.0021)

(3).心率變異(Heart Rate Variability)

由表 2 顯示，心率變異(Heart Rate Variability)於駕駛任務 90 分鐘後有上升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異。(t 值為 -4.13；P 值為 0.0006)

(4).副交感神經活性指標 HF(%)

由表 2 顯示，副交感神經活性指標 HF(%)於駕駛任務 90 分鐘後有下降的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異。(t 值為

2.0；P 值為 0.0309)

(5).交感神經指標 LF(%)

由表 2 顯示，交感神經活性指標 LF(%)於駕駛任務 90 分鐘後有上升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異。(t 值為-2.0；P 值為 0.0309)

(6).平衡性指標(LF/HF)

由表 2 顯示，平衡性指標(LF/HF)於駕駛任務 90 分鐘後有上升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後沒有顯著性的差異。(t 值為-1.55；P 值為 0.0719)

(7).平衡性指標(VLF/HF)

由表 2 顯示，VLF/HF 於駕駛任務 90 分鐘後有上升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異。(t 值為-2.55；P 值為 0.0097)

(8).手掌表面溫度

由表 2 顯示，左右手掌表面溫度於駕駛任務 90 分鐘後有下降的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異。(t 值分別為 3.14 與 2.54；P 值為 0.0082 與 0.0098)

4. 討論

由表 2 知：心博率(HR)、心率變異(HRV)、副交感神經活性 HF(%)、交感神經活性 LF(%)、平衡性指標 VLF/HF、左手掌溫度、右手掌溫度等生理指標於駕駛 90 分鐘後有顯著差異($P < 0.05$)；而收縮壓(SYS)、舒張壓(DIA)、及 LF/HF 等生理指標於駕駛 90 分鐘後沒有顯著差異，雖然 LF/HF 沒有顯著差異，但駕駛後仍有上升的趨勢；詳細討論如下所述。

(1).血壓(Blood Pressure)

由表 2 顯示，收縮壓(SYS)或舒張壓(DIA)平均值於駕駛任務前後都沒有顯著的變化，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後沒有顯著的差異(t 值分別為-0.34 與 0.18；P 值分別為 0.3690 與 0.4296)；本研究是在實驗室進行，是屬於靜態的模擬實驗，駕駛者所承受的心智負荷較實際的道路駕駛要來得小，也因此導致駕駛者收縮壓(SYS)或舒張壓(DIA)平均值於駕駛任務前後都沒有顯著的變化，這與我們的

預期結果是一樣的。

(2).心搏率(Heart Rate)

由表 2 顯示，心搏率(Heart Rate)於駕駛任務 90 分鐘後有下降的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛前後有顯著性的差異(t 值為 3.50；P 值為 0.0021)；從研究中發現對大部份的受測者言，於駕駛任務 90 分鐘後都有下降的趨勢，每一位受測者下降的程度不一，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛前後有顯著性的差異，從這樣的結果我們認為，在單調的駕駛環境容易造成厭煩及昏睡狀態，而且本研究為靜態駕駛模擬，對駕駛者而言並未構成太大的心智負荷，因此受測者心情上較為輕鬆，因此心搏率大都降低。

(3).心率變異(Heart Rate Variability)

由表 2 顯示，心率變異(Heart Rate Variability)於駕駛任務 90 分鐘後有上升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛前後有顯著性的差異(t 值為-4.13；P 值為 0.0006)；從研究中發現，對於大部份的受測者而言，於駕駛任務 90 分鐘後心率變異(Heart Rate Variability)都有上升的趨勢，每一位受測者上升的程度不一，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛前後有顯著性的差異，從這樣的結果我們認為，駕駛者長時間處於單調無聊的駕駛環境當中，很容易產生厭煩與昏睡狀態，可是受測者又必須：(1)注視前方的螢幕場景、(2)雙手操作方向盤以完成駕駛任務，因此會啟動交感神經活性指標(LF)，而從結果得知，交感神經活性指標(LF%與 LF(AU))的確有上升的趨勢，因此造成心率變異(Heart Rate Variability)有升高的趨勢。

(4).副交感神經活性指標 HF(%)

由表 2 顯示，副交感神經活性指標 HF(%)於駕駛任務 90 分鐘後有下降的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異(t 值為 2.0；P 值為 0.0309)；一般而言，如果身體疲勞副交感神經活性指標 HF(%)應當會上升，但本研究結果剛好相反，亦即有顯著的下降趨勢，這樣的結果本研究的解釋為受測者都為年輕的學生，於駕駛任務 90 分鐘後並未感覺極度疲勞，否則在產生駕駛疲勞的狀況之下副交感神經活性指標(HF%與 HF(AU))應當有上升

的趨勢。

(5).交感神經指標 LF(%)

由表 2 顯示，交感神經指標 LF(%)於駕駛任務 90 分鐘後有上升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異(t 值為-2.0；P 值為 0.0309)；單調的駕駛容易產生厭煩及昏睡狀態的現象，本研究靜態駕駛任務的時間為 90 分鐘，對年輕的駕駛者而言，並未構成太大的負荷，對多數受測者而言，並未造成強烈的駕駛疲勞現象，因此交感神經指標 LF(%)於駕駛任務 90 分鐘後有顯著上升的趨勢，也因此促成心率變異(Heart Rate Variability)於駕駛任務 90 分鐘後有顯著上升的趨勢。

(6).平衡性指標(LF/HF)

由表 2 顯示，平衡性指標(LF/HF)於駕駛任務 90 分鐘後有上升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後沒有顯著性的差異(t 值為-1.55；P 值為 0.0719)；雖然由結果得知平衡性指標(LF/HF)駕駛任務前後沒有顯著性的差異，但本研究進一步將受測者區分比對分析時發現，當受測者駕駛前平衡性指標(LF/HF)<1.33(共 17 人)其平衡性指標(LF/HF)於駕駛 90 分鐘後有上升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異(t 值為-2.66；P 值為 0.0089)；而當受測者駕駛前平衡性指標(LF/HF)>1.33(共 4 人)，其平衡性指標(LF/HF)於駕駛任務 90 分鐘後有下降的趨勢，而由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後沒有顯著性的差異(t 值為 1.76)。由於平衡性指標(LF/HF)>1.33 之受測者樣本空間不夠大(只有 4 位)，此暫時性結論應於未來研究中進一步確認。

(7).平衡性指標(VLF/HF)

由表 2 顯示，平衡性指標(VLF/HF)於駕駛任務 90 分鐘後有上升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異(t 值為-2.55；P 值為 0.0097)，由於 VLF 之功率頻譜有顯著上升的趨勢，因此造成 VLF/HF 有上升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異(t 值為 -2.55；P 值為 0.0097)。由於 VLF(即頻譜分析中之極低頻)之生理意義在 1996 標準中未有界定，國際文獻解

釋不一，此平衡性指標(VLF/HF)駕駛前後變化之觀察暫不在這裡討論。

(8).手掌表面溫度

由表 2 顯示，左右手掌表面溫度於駕駛任務 90 分鐘後有下降的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛前後有顯著性的差異(t 值分別為 3.14 與 2.54；P 值為 0.0082 與 0.0098)；研究中發現，多數的受測者於駕駛任務 90 分鐘結束後左右手掌表面溫度都有下降的趨勢，由於長時間的駕駛造成受測者血液循環不良，也因此造成左右手掌表面溫度於駕駛 90 分鐘後有下降的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛前後有顯著性的差異

5. 綜合討論

由於長時間處於單調且空間侷限的駕駛環境當中很容易產生厭煩、血液循環不良、及駕駛昏睡的問題，本研究企圖了解駕駛任務前後生理指標：收縮壓(SYS)、舒張壓(DIA)、心博率(HR)、心率變異(HRV)、副交感神經活性指標(HF)、交感神經活性指標(LF)、交感神經活性(LF)/副交感神經活性(HF)、VLF/HF 及左右手掌表面溫度等是否有顯著的差異？本研究採用心律大師 ANSWatch 腕式生理監視器作為量測生理指標的工具，心律大師 ANSWatch 腕式生理監視器最大的優點是量測準確度高、攜帶方便、及操作簡易，本研究發現心博率(HR)、心率變異(HRV)、副交感神經活性 HF(%)、交感神經活性 LF(%)、VLF/HF、手掌溫度等生理指標於駕駛任務 90 分鐘後有顯著的差異(P < 0.05)，這些結果提供給我們未來在駕駛相關研究的一個基礎。

6. 結論

本研究發現心博率(HR)、心率變異(HRV)、副交感神經活性 HF(%)、交感神經活性 LF(%)、VLF/HF、手掌溫度等生理指標於駕駛任務 90 分鐘後有顯著的差異(P < 0.05)。

同時發現，當受測者平衡性指標(LF/HF)<1.33 時，其平衡性指標(LF/HF)於駕駛任務 90 分鐘後有上

升的趨勢，並且由小樣本 t 分配成對檢定得知駕駛任務前後有顯著性的差異(t 值為-2.66；P 值為 0.0089)。

7. 未來研究

本研究受測者是針對大學及研究所在學的學生，是屬於年輕族群，未來可考慮不同族群，例如：中年族群、銀髮族群、女性族群等，比較各族群是否有差異？以作為未來駕駛研究的一個參考與基礎。另外駕駛任務 90 分鐘似乎未能造成年輕受測者進入極度疲勞之境界，未來實驗設計將朝向”惡化環境模擬”，以加速駕駛疲勞。

8. 參考文獻

Fumio Kobayashi etc., 2002, Blood Pressure and Heart Rate Variability in Taxi Drivers on Long Duty Schedules, Journal of Occupation Health, Vol. 44, pp. 214-220.

Kun Jiao, Zengyong Li, Ming Chen, Chengtao Wang, Shaohua Qi, 2004, Effect of Different Vibration Frequencies on Heart Rate Variability and Driving Fatigue in Healthy Drivers, International Arch. Occupational Environment Health, Vol. 77, pp. 205-212.

LI Zeng-yong, JIAO Kun, CHEN Ming, Wang Cheng-tao, 2003, Power Spectrum Analysis of Heart Rate Variability of Driver During Simulated Driving, Chinese Journal of Biomedical Engineering, Vol. 22, No. 6.

Milosevic, S., 1997, Driver's Fatigue Studies, Ergonomics, Vol. 40, No. 3, pp. 381-389.

Saroj K.L. Lal* , Craig, 2001, A Critical of The Psychophysiology of Driver Fatigue, Biological Psychology, 55, pp.173-194.

Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and

Electrophysiology. Heart Rate Variability : Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical use Circulation. 1996; 93: 1043–1065

Zengyong Li, Chengtao Wang, Arthur F. T. Mark and Daniel H. K. Chow, 2005, Effect of Accupuncture on Heart Rate Variability in Normal Subjects Under Fatigue and Non-Fatigue, European Journal of Applied Physiology.

Zengyong Li, Kun Jiao, Ming Chen, Chengtao Wang, 2003, Effect of Magnitopuncture on Sympathetic and Parasympathetic Nerve Activities in Healthy Drivers – Assessment by Power Spectrum Analysis of Heart Rate

Variability, European Journal Applied Physiology, Vol. 88, pp. 404-410.

Zengyong Li, Kun Jiao, Ming Chen, Chengtao Wang, 2004, Reducing the Effects of Driving Fatigue with Magnitopuncture Stimulation, Accident Analysis and Prevention, Vol. 36, pp. 501-505.

Yang Yu-shu, YAO Zhen-qiang, LI Zeng-yong, JIAO Kun, Oct-2002, Investigation on Correlation Between ECG Indexes and Driver Fatigue, Machinery Design and Manufacture, No. 5.

