

東 海 大 學

工業設計學系碩士在職專班

碩士論文

以互動自行車訓練台為運動介入之腦波
與情緒變化研究

Research on Brain Wave and Emotional Changes in
Exercise Interactive Bicycle Training Platform

研 究 生：許仁勇

指 導 教 授：郭炳宏

中 華 民 國 一 百 零 八 年 七 月

中文摘要

隨著社會多元化帶來的個人電子化裝置的盛行，「缺乏運動」無疑是現代人最關注的活動之一。適當的運動確實會改善生、心理的狀態：因此為了讓室內運動過程更有趣，吸引生活者有規律運動的習慣為本研究的主要旨。本研究以坐式上班族群為對象，探討自行車騎乘對互動遊戲與運動之間的放鬆與專注程度影響。實驗上；以 brainlink 腦波儀檢測上班族群騎乘實驗 2.5 小時中的腦波情緒變化，當檢測受測者腦波、心律後，輔以感覺量測的計量表，同時檢視受測者在自行車騎乘時，運動高、低強度與感官知覺之間的關聯。結果顯示受測者在高強度運動「無」互動軟體到高強度運動「有」互動軟體之間的腦波與感覺量表「成對樣品分析」中，發現在騎乘自行車遊戲的互動有顯著的「專注」效果。易言之；騎乘自行車對於外部的「遊戲競合」的刺激，確實有效引起騎乘者的「專注」與「興致」，對於騎乘者的持續性具有相當之影響。據上；自行車騎乘時若能輔以外部競合的遊戲等刺激因素，可以提升騎乘者的專注與持續的效果。對於上班族群欠缺運動的情形藉此可以提升運動的意願，同時也可以改善身心疲憊與情緒達到確實的運動效果。研究成果可以提供室內運動器材結合網際網路線上的競合模式在產品開發設計時的參考。

關鍵詞：互動遊戲、腦波、專注度、運動程度與情緒

Abstract

With the prevalence of personal electronic devices brought about by social diversification, "lack of exercise" is undoubtedly one of the most important subjects. Appropriate exercise does improve the physical and psychological states of individual, therefore the gist of this research is to make the indoor exercise process more interesting and attract more regular users to build the habit of exercise.

This research is aimed at office worker as the object of study ,the rider by comparing the degrees of exercise and relaxing during the bicycle riding with interactive game. Experimentally, the brainlink wave sensor was used to detect the emotional changes of brain waves after 2.5 hours of riding by the rider. When the brain wave and heart rhythm of the rider were detected, added the meter was measured with the sensory measurement, then the association between the high-low intensity of exercise and sensory perception of the rider was observed during the bicycle riding. The results show that the difference analysis between the rider in high-intensity exercise "without" interactive software and the rider in high-intensity exercise "with" interactive software, which shows that there is a significant "focus" effect under the interaction of the bicycle riding game. It is easy to say that bicycle riding with the external stimulation of "competitive game" does effectively cause the rider's "concentration" and "interest" which has a considerable impact on the rider's sustainability .

According to the above; if the bicycle riding can be supplemented by external competitive games and other stimulating factors, it can enhance the rider's focus and its continuous effect, improve the lack of exercise of office workers, also can enhance their

willingness to exercise, and at the same time, improve the physical and mental exhaustion and emotions to achieve a definite exercise. The research results can provide reference for the development of indoor exercise equipment combined with the internet online competition mode in product development design ◦

Keywords: Interactive games, brain waves, concentration, athleticism and emotions

誌 謝

在研究所兩年的學習裡，碩士論文能如期完成，需要感激許多人，在此獻上最大的敬意。

首先感謝我的指導教授郭炳宏博士的諄諄教誨，在整個研究過程中，均不厭其煩的給予指導與協助，提供了研究建議方向；其開明的作風，因此對老師的風範感到由衷的敬意。

其次要特別感謝的昱凱學長，與同事勝翔、宏維、明祥、夢葦、儷芬、玉秋為論文研究的協助；同時也要感謝昱凱學長，在我最需要幫助的時候適時提出援助，對於論文與研討會進度和重點有莫大的提點。接著要感謝宏維在文獻收集與電腦文件設定的傳授和經驗上的分享，給予我諸多幫忙。

在此感謝國立成功大學蕭世文教授、國立雲林科技大學李傳房教授以及東海大學的羅際鉉副教授於口試時的指正與建議。

最後更要感謝家人的支持，讓我能安心地完成最終的學業，達成人生階段性的理想。有了他們的協助，使我的論文能順利地完成，如果這份薄薄的論文能帶來一些貢獻，請將榮耀歸於他們。

目 錄

中文摘要	I
ABSTRACT	II
誌 謝	IV
目 錄	V
圖 目 錄	VII
表 目 錄	IX
第一章 緒論	1
1-1 研究背景與動機	1
1-2 研究目的	4
1-3 研究論文架構	5
1-4 研究範圍	6
1-5 研究限制	6
第二章 文獻探討	7
2-1 腦波	7
2-2 腦電圖的分類	8
2-3 運動與腦波	11
2-4 情緒自我感覺量表	14
2-5 自行車練習台	15
2-6 急性運動	16
第三章 研究方法	17

3-1 研究對象.....	17
3-2 實驗地點，時間與環境.....	18
3-3 實驗儀器與設備.....	19
3-4 實驗方法與步驟.....	27
3-5 資料統計與分析.....	31
第四章 結果.....	33
4-1 高低強度運動中有無遊戲介入腦波情緒變化.....	33
4-2 運動引起的感覺量表遊戲介入運動之情緒變化.....	47
4-3 盤斯心情量表遊戲介入運動之情緒變化.....	49
第五章 討論.....	51
5-1 高低強度運動中有無遊戲介入腦波情緒變化.....	51
5-2 自我感覺量表方面.....	52
第六章 結論與建議.....	53
6-1 結論.....	53
6-2 建議.....	54
參考文獻.....	55
附錄一.....	59
附錄二.....	60
附錄三.....	61
附錄四.....	62
附錄五.....	76

圖目錄

圖 1 2005~2016 台灣地區 13 歲以上規律運動人口比率.....	3
圖 2 專心度分析結果圖(上圖為使用本篇研究結果下圖為原廠晶片).....	10
圖 3 固定式練習台.....	15
圖 4 滾筒式練習台.....	16
圖 5 實驗地點與環境.....	18
圖 6 國際 10-20 制腦波電極位置.....	19
圖 7 BRAINLINK 腦波儀.....	20
圖 8 BRAINLINK 腦波儀腦波.....	20
圖 9 GET EEG 腦波軟體.....	22
圖 10 GET EEG 腦波原始檔案.....	23
圖 11 GRAVAT 智能功率訓練台.....	24
圖 12 藍芽運動心率帶.....	25
圖 13 ZWIFT 結合單車及遊戲社群軟體.....	26
圖 14 ZWIFT 互動軟體的訓練程式.....	28
圖 15 目標心跳區間.....	29
圖 16 實驗流程圖(藍色為低強度運動有無互動軟體，紅為色高強度運動無互動軟體).....	30
圖 17 六人_10 段時間區間_專注波變化平均折線.....	33
圖 18 六人_10 段時間區間_放鬆波變化平均折線.....	34
圖 19 六人_前測與運動中_專注波變化平均折線.....	35
圖 20 六人_前測與休息中_專注波變化平均折線.....	35
圖 21 CM01_成對樣本 T 檢定_運動中_專注度比較 ☆P<.05.....	36

圖 22	HM03_成對樣本 T 檢定_運動中_專注度比較 ☆P<.05.....	37
圖 23	HM04_成對樣本 T 檢定_運動中_專注度比較 ☆P<.05.....	37
圖 24	LM05_成對樣本 T 檢定_運動中_專注度比較 ☆P<.05.....	38
圖 25	LW01_成對樣本 T 檢定_運動中_專注度比較 ☆P<.05.....	38
圖 26	WW02_成對樣本 T 檢定_運動中_專注度比較 ☆P<.05.....	39
圖 27	六人_前測與運動中_放鬆波變化平均折線	41
圖 28	六人_前測與休息中_放鬆波變化平均折線	41
圖 29	CM01_成對樣本 T 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆P<.05	42
圖 30	HM03_成對樣本 T 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆P<.05.....	43
圖 31	HM04_成對樣本 T 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆P<.05.....	43
圖 32	LW01_成對樣本 T 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆P<.05.....	44
圖 33	LM05_成對樣本 T 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆P<.05.....	44
圖 34	WW02_成對樣本 T 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆P<.05.....	45

表 目 錄

表 1 研究論文架構	5
表 2 腦波代表頻率與精神狀態	8
表 3 受試者基本資料 (M±SD)	17
表 4 eSENSE 狀態表	22
表 5 六人專注波加總平均_低強有無遊戲測得分比較*P<.05 (M±SD)	40
表 6 六人專注波加總平均_高強有無遊戲測得分比較*P<.05 (M±SD)	40
表 7 六人放鬆波加總平均_低強有無遊戲測得分比較*P<.05 (M±SD)	46
表 8 六人放鬆波加總平均_高強有無遊戲測得分比較*P<.05 (M±SD)	46
表 9 運動引起的感覺量表_前後測得分比較 *P<.05 (M±SD)	47
表 10 運動引起的感覺量表_低強度有無遊戲測得分比較*P<.05 (M±SD)	48
表 11 運動引起的感覺量表_高強度有無遊戲測得分比較*P<.05 (M±SD)	48
表 12 盤斯心情量表_前後測得分比較 *P<.05 (M±SD)	49
表 13 盤斯心情量表_低強有無遊戲測得分比較 *P<.05 (M±SD)	50
表 14 盤斯心情量表_高強度有無遊戲測得分比較 *P<.05 (M±SD)	50

第一章 緒論

1-1 研究背景與動機

隨著社會多元化帶來的個人電子化裝置的盛行，「缺乏運動」無疑是現代人最關注的活動之一。適當的運動確實會改善生、心理的狀態：因此為了讓室內運動過程更有趣，吸引生活者有規律運動的習慣為本研究的要旨。

而科技不斷的進步，為人類帶來更舒適和便利的生活，也帶來更多潛在危害身心健康的風險。如生活作息不正常，暴飲暴食等，而讓身心產生，免疫力下降，患心血管疾病風險增加，生活壓力、緊張與焦慮的侵蝕，嚴重地影響生活與身心健康；相對，每年花費在健保醫療相關費用也逐年增加，讓越來越多促進身心健康有關的問題受到關注。

運動有助於身體健康，例如降低心血管疾病的發病率和增加肌肉骨骼系統的能力。過去，有許多文獻資料研究證實，最近還有人提出，身體活動可能會降低某些癌症的發病率。運動被認為可以促進生心理上的健康（United State Department of Health Service,1996），過去有關運動與情緒的研究，就發現運動能改善情緒使感覺良好((Biddle, 2000; McAuley, 1994; Morgan, 1985)。運動可以增加正面情緒(活力／高興)，且降低負面情緒（生氣／緊張）外，還可以減低焦慮的程度（Landers & Petruzzello, 1994; Petruzzello, Landers,Hatfield, Kubitz, & Salazar, 1991)。

盧俊宏(1998)指出:從事規律運動所帶來5 大方面的好處(內含106 項利益)分別為:

1. 身體的結構與組成
2. 身體的機能與活動能力
3. 疾病的預防與控制
4. 生活安寧(well-being)與舒適
5. 提昇精神與心智活動

如何保持運動之持續性並達到運動效果進而促進身心健康便是個大眾關心的議題。世界衛生組織(World Health Organization WHO, 2018)研究發現,全球逾14億成年運動量不足,且近年來台灣2005年至2016年13歲以上規律運動人口比率有上升但全國百分比只有33%(圖 1)富裕國家的現代人,生活型態改變多為久坐不動,WHO研究指出,全球有1/3的女性和1/4的男性處於罹患心臟疾病,糖尿病及癌症等致命的風險中,降低風險的方式就是增加運動量。WHO建議每位成人每周至少要有150分鐘的「中等強度」運動,如游泳、快走或騎自行車,或是進行「高等強度」運動75分鐘。運動已成為人們追求健康的重要指標。

專注與放鬆是忙碌的現代人所關注精神情緒，不論是精神恍惚、生活壓力、憂鬱等，藉由運動改善生活中的情緒狀態是較佳的選擇。使運動與科技相互結合，透過使用穿戴式科技裝置，將運動時的大量數據進行儲存與運算分析，尋找出對於運動價值資訊。為了瞭解與研究腦波專注度與放鬆度於運動的影響與運動結合科技趨勢，本研究使用腦波裝置與互動練習台，研究運動介入後腦波變化。

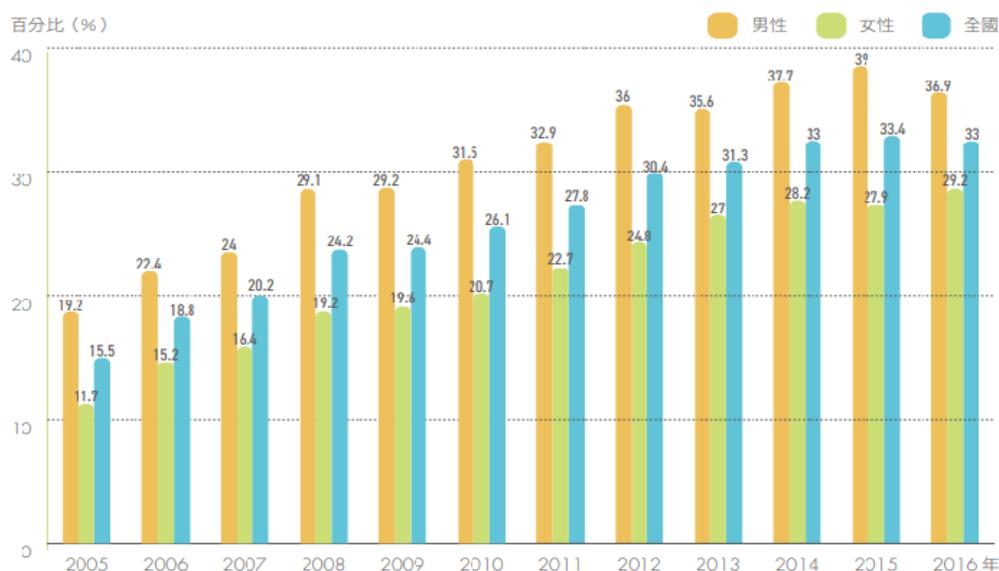


圖 1 2005~2016 台灣地區 13 歲以上規律運動人口比率

(資料來源:體育署 2005~2015 年「運動城市調查」及 2016 年運動現況調查)

1-2 研究目的

本研究結合單車及遊戲的社群軟體 Zwift(以下統稱互動遊戲)。透過單車、螢幕及訓練台等硬體的數位結合，讓室內運動過程更有趣，讓大眾有規律運動的習慣，以 brainlink 腦波儀檢測，腦波情緒變化，同步進行運動感覺量表問卷調查預期目的如下。

1. 探討自行車互動遊戲，在高低強度運動後腦波所產生情緒變化及影響。
2. 探討自行車互動遊戲介入運動後腦波專注度與放鬆度的變化及影響。
3. 透過運動引起的感覺量表，探討自行車互動遊戲介入運動之情緒變化及影響。
4. 透過盤斯心情量表，探討自行車互動遊戲介入運動之情緒變化及影響。
5. 總和探討互動遊戲介入急性運動中的情緒刺激成效。

1-3 研究論文架構

研究方法分以二大方向，一.為客觀驗證是不透過個人的意識，而利用外在的儀器設備來瞭解個人對於某些事物的知覺，「腦波(electroencephalogram, EEG)」即是心生理學領域中，測量情感的方式。二.主觀驗證主要是透過個人的意識、思想或認知來呈現個人對於某些事物的主觀知覺，最常見的即為自我陳述測量。(表 2)。使用統計軟體 SPSS 25 中文視窗版，套裝軟體進行統計分析。

表 1 研究論文架構

研究題目	以互動自行車訓練台為運動介入之腦波與情緒變化研究	
一.緒論	研究背景與動機	
	研究目的	
二.文獻探討	腦波理論	運動介入
三.研究方法	客觀驗證 ▽ 腦波驗證 ▽ 自行車訓練台騎乘 ▽ 腦波紀錄與心律紀錄	客觀驗證 ▽ 問卷前側 ▽ 自行車訓練台騎乘 ▽ 問卷施測
四.結果	腦波實驗結果與問卷實驗結果	
五.討論	腦波實驗分析與問卷分析討論	
六.結論	研究結論與建議	

1-4 研究範圍

本研究是以介於 30-46 歲之有固定工作的上班族男女，以自行車互動訓練台加單車用遊戲社群軟體之室內運動，穿戴上測量用腦波儀與藍芽運動心率監測器，來進行實驗流程中內含運動引起的感覺量表與盤斯心情量表的受測後問卷填寫之得分變化，腦波儀(Brainlink 腦波儀)檢測出，專注波(Attention)，放鬆波(Meditation)，Delta 波，Theta 波，High Alpha 波，Low Alpha 波，High Beta 波，Low Beta 波，Low Gamma 波，High Gamma 波。

1-5 研究限制

1. 本研究受試者的生活型態或體適能無法控制標準化，此為研究限制。
2. 本研究實驗所用之自行車為單一尺寸公路車，只能做實驗前受試者座高調整，無法滿足公路車最佳人因尺寸。
3. 無法取得神念科技的 eSense 專利腦波軟體之腦波轉換程式，無法得到腦波轉換的比例。

第二章 文獻探討

本章為本研究相關文獻之探討，分為六節：第一節 腦波，第二節 腦電圖的分類，第三 運動與腦波，第四節 情緒自我感覺量表，第五節 自行車練習台，第六節 急性運動。

2-1 腦波

腦波研究開始於 19 世紀末，當時的德國生理學家漢斯伯傑（Hans Berger）觀察發現到電鰻身上會發出電波(林三永,2012)，他猜測人類身上也會有相同的現象；英國的生理學家理查德柯頓（Richard Cotton）從兔子的大腦皮質表面也記錄到一種電波，這個和呼吸、心跳都無關，但會隨著動物被麻醉而產生變化，在動物死亡後就消失。

1924 年，伯傑首次在人類的頭蓋骨上成功記錄到第一個人類腦電圖，他花了五年的時間在 1929 年發表了，人類史上第一次發表腦波記錄論文，命名為「腦電波圖」（electroencephalogram，簡稱 EEG、腦電圖）。由於腦波和人類的意識活動有關係，許多研究者都很感興趣，在醫學領域的應用也隨之而生。例如研究憂鬱症、阿茲海默症患者睡眠時的腦波，可針對患者進行長期記錄，以了解其和未患病者的腦波有何不同，進而研究病理和病因。

2-2 腦電圖的分類

腦波可根據頻率高低分別命名為

β 波通常出現於清醒時思考及注意力集中時之狀態，心理上不適、緊張、焦慮、不舒服。

α 波8-9Hz，表是處於想睡、意識模糊的狀態；分部在9-12Hz，身體和精身都處於較放鬆地狀態；12-13Hz，表是處於注意力集中之狀態。

θ 波通常出現於即將進入睡眠時之放空狀態，淺層睡眠或深度思考時或失眠時也可能出現。

δ 波是一種於無意識層面的波，則通常出現於深層睡眠期。（Niedermeyer, 2005）（國際腦波學會International Organization of Societies for Electrophysiological Technology）

表 2 腦波代表頻率與精神狀態

腦波類型	頻率範圍	精神狀態
Delta波	0.1Hz 到3Hz	沉睡, 非快速動眼睡眠, 無意識 狀態
Theta波	4Hz 到7Hz	直覺的, 創造性, 回憶, 幻想, 想像, 淺睡
Alpha波	8Hz 到12Hz	放鬆但不困倦, 平靜, 有意識地
低頻Beta波	12Hz 到15Hz	運動感覺節律, 即清鬆又專注, 有協調性
中頻Beta波	16Hz 到20Hz	思考, 對於自我和周圍環境意識清楚
高頻Beta波	21Hz 到30Hz	警覺, 激動

(資料來源 NeuroSkyInc 2011 神念科技)

2-2-1 腦波儀的分類

腦波可由腦波儀測得，一般可分為兩大類，最常見的是以前額式感應器偵測腦電波的單點感應器，而另一種常用於醫療、分區腦電波感應器，兩種各有不同用途，內容如下：

1. 單點感應器

主要以單一感應器測量技術，將一個乾電極放在使用者的前額偵測使用者的腦電波。最大好處是耗電量低及方便攜帶，但由於收集數據少，通常大部分是進行簡單的腦機互動開發。(本研究所使用為單點式腦波儀)。

2. 分區腦電波感應器

感應器形狀似帽或頭盔，頭套內有多個電極片接觸頭皮，施測時頭皮上需塗上濕黏的導電膠，以增進訊號蒐集效果。分區感應器可準確偵測腦部不同位置的活動頻率。加上必須連接電腦配對大量腦電波數據，因此可攜性低。

2-2-2 專注力

專注力是個人學習事物的重要機制，也是不可或缺的行為。關於專注力一詞，各個學者有不同的解釋(Eysenck & Keane 1995)。學者們認為，專注力是一種複雜的神經和心理現象，有著許多不同的形式，涉及到許多不同的大腦結構和機制(Dayan 2000)。在面向的部分，許多學者提出各種不同的類型。

將專注力分成數多種不同維度，分別有：方向性、選擇性、分散性、持續性、重視性、集中性及交替性。(Sohlberg & Mateer 1987; Coull 1998; Moran 2004; David 2005)。

而腦波中的低頻 β 波 12Hz -15Hz 運動感覺節律, 即清鬆又專注, 有協調性。 α 波 12-13Hz, 表是處於注意力集中之狀態。(資料來源:NeuroSkyInc 2011神念科技)。
專注力與 α 波的關聯, 參考(黃上銘2012、以腦波為基礎之無線醫療輔助系統), 以 α 波資料, 透過512 階快速傅立葉變換 (Fast Fourier Transform, FFT) 將原始腦波資料轉成, 將離散資料從時間域轉換至頻率域, 將單位時間內的訊號, 抽取出各頻率點的訊號強度。使用Matlab分析腦波頻譜結果。取得之專心度(Attention)與原廠晶片取得之專心度做一比較以驗證系統之準確性, 比較結果(如圖 2)所示。所以專注力與 α 波有極高的關聯性。

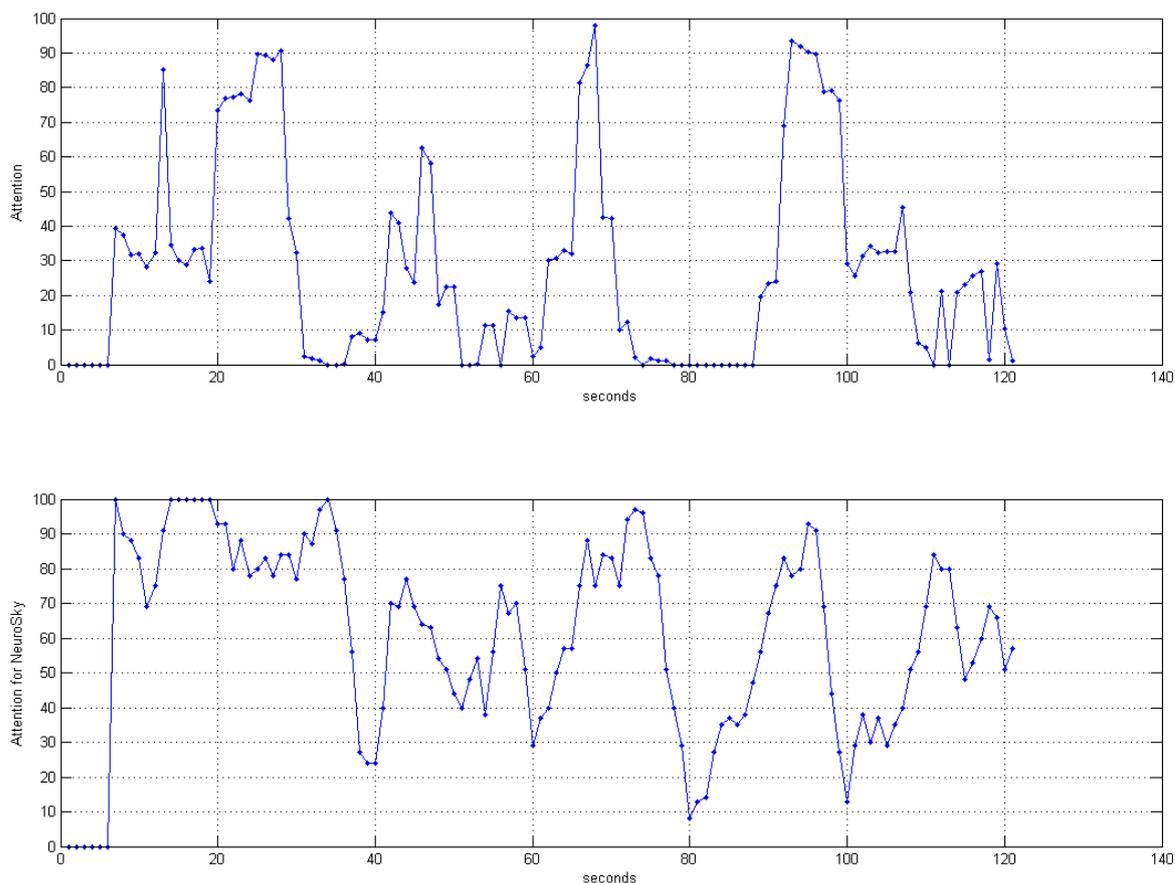


圖 2 專心度分析結果圖(上圖為使用本篇研究結果下圖為原廠晶片)

(資料來源黃上銘 2012、以腦波為基礎之無線醫療輔助系統, 國立勤益科技大學)

2-3 運動與腦波

而腦波是客觀的測量，不是透過個人的意識，是利用外在的儀器設備測量，某些事物知覺。探討短期運動對腦波的影響時，是必要觀察短期的運動對腦波的直接影響。但由於儀器或場地的限制，很少研究能直接紀錄運動期間腦波的變化。

早期探討運動強度與情感反應的模式是「倒 U 模式」，認為中等強度的運動，對於個體的正向情緒提供最理想的刺激；而且因為刺激不足，低強度運動不能引發情感的變化，高強度運動導致個體產生負向的情緒(Kirkcaldy & Shephard, 1990; Ojanen, 1994)。但許多研究的結果與倒 U 模式不一致。

由於倒U模式似乎不足以完全解釋運動強度與情感反應間的關係，因此Ekkekakis (2001) 提出「雙元模式理論」 (dual-mode theory)。雙元是指認知性(cognitive) 與內感受性(interoceptive) 等因素，運動強度與情感反應的關係會受到此兩因素交互影響；並以無氧閾值(anaerobic threshold) 為切點，形成下列的劑量反應關係：

- (一) 運動「強度低於」無氧閾值時：情感反應一致高度傾向「正向」，受認知性因素低至中度影響；
- (二) 運動「強度介於」無氧閾值時：情感反應「無一致性」的傾向，正負向都有可能，受認知性因素高度影響；
- (三) 運動「強度高於」無氧閾值時：情感反應一致高度傾向「負向」，受知覺性因素高度影響。

一般多是針對「運動前」與「運動後」進行比較(Crabbe & Dishman, 2004) 有研究探討運動對腦波變化的影多數研究結果顯示，運動會使腦部 α 波活性增加 (Crabbe, Smith, & Dishman, 2007; Fumoto et al., 2010; Hall, Ekkekakis, Van Landuyt, &

Petruzzello, 2000)。然而不同強度的運動結束後，腦波的后續變化會有所差異，例如高強度運動後，休息時 α 波強度一開始會顯著的增加，但隨著休息時間延長，可以觀察到 α 波強度呈現減小趨勢；而低強度運動後所增加的 α 波之強度，可以維持較長時間 (Schneider, Askew, et al., 2009)。此外受試者對運動項目的喜好、感受或是受試者情緒狀態的改變亦會影響運動後腦波的變化 (MSchneider, Brummmer, et al., 2009)。在前述的研究中發現運動會提高腦部 α 波的活性，而 α 波的增加又反映出大腦的放鬆狀態以及焦慮狀態的改善 (洪聰敏、石恒星，2009; Schneider et al., 2010)。然而在國內外關於運動與腦電波的相關研究中，為了以健康體能為目的，在「運動過程中加入情緒的刺激」之設計下，研究運動過程中大腦的即時變化。

2-3-1 運動強度的測量方法

美國運動醫學學會 (ACSM) 指出，健康成人的運動處方為一週 3~5 天，強度 55~90% 最大心跳率或 40~85% 儲備攝氧量/儲備心跳率，時間由運動強度而定，建議執行 20~60 分鐘或片段 10 分鐘累計 30 分鐘以上，強度越強運動時間理所當然會縮短。所以「攝氧量」及「心跳率」是一般界定運動強度的指標，

1. 攝氧量 (oxygen uptake) 是指一個人從事運動時，身體組織細胞每分鐘所能攝取或消耗的氧氣量 (王順正，1999d)。人體隨著運動強度的增強，攝氧量也會隨之增加，當人體進行大肌肉群增加的力竭性運動中，人體在單位時間內所能攝取的最大氧氣量，我們稱之為最大攝氧量 VO_{2MAX} (吳鑒鑫、黃超文，2001)。這運動強度測量方式，必須在運動生理學實驗室中進行。是專業運動員評定心肺耐力的重要校標。

2. 心跳率 (heart rate) 利用最大心跳率 (HRMAX) 的百分比來代表運動強度，是最簡單的運動強度測量方式，也是一般人最容易操作的一種方法。首先，運動者必須先確

立最大心跳率的次數，最簡單也是最普遍的公式是「每分鐘的最大心跳率=220-年齡」，而需要更精確數值如美國運動醫學會（ACSM，1995）與許多學者建議可以採用心率儲備法 HRR（heart rate reserve）計算式，比較具備精確的價值。

$$\text{心率儲備法 } HRR = (HR_{\max} - HR_{\text{rest}}) \times X\% + HR_{\text{rest}}$$

HR_{\max} =最大心跳率 HR_{rest} =休息心跳率 $X\%$ =訓練強度百分比

2-3-2 運動強度的界定

心率和運動強度之間的關係非常接近。透過運動時心跳的反應，我們可以理解身體的負荷是動態的，非常容易測量，因此通常用於評估運動強度。當強度達到最大值時，心率將出現一段高原期，即心率不再遵循運動強度而增加，此時心率的最高值稱為最大心率。最大心率(Maximum heart rate, HR_{\max})，將該值的百分比來區分運動的強度，該值的60%~70%屬於低強度運動，達到70%~80%屬於中強度運動，而達到80%以上則屬於高強度運動(林正常，2005, 林貴福，2002)。本研究以上來界定實驗運動強度。

2-4 情緒自我感覺量表

2-4-1 運動引起的感覺量表

主觀測量主要是通過個人的意識，思想或認知來呈現個體對某些事物的主觀感受。本量表是要測量試驗者因運動所引起的情緒感覺程度，收集試驗情境中的實際感覺。本量表為Gauvin 和Rejeski(1993)所編制，共12題，以12個自我感覺之形容詞測量因健身運動所產生的感覺狀態。共分四個向度：活力恢復、平靜與放鬆、正面情緒與生理的耗竭，並以沒有感覺、感覺輕度、感覺中等、感覺強烈及感覺非常強等五量尺來評估受測者的情緒的感覺程度，因運動互動遊戲感覺度做了形容詞上的調整，將「活力恢復」改為「專注度」、「生理的耗竭」改為「沉浸度」的問卷。根據各向度平均得分進行分析。關於效度方面，其內部一致性Cronbach's α 係數為.80(盧俊宏、卓國雄、陳龍弘，2005)。

2-4-2 盤斯心情量表

本研究中用來評估受試者心情狀態的問卷，乃採用張鏡鐘與盧俊宏(2001)修訂自Grove 與Prapavessis(1992)的簡式盤斯心情量表。Morgan(1979)曾以盤斯心情量表測量1976年參加加拿大奧運的美國體操、划船和長跑代表隊選手，發現入選奧運代表隊的選手代表隊的選手在活力(Vigor)一項之得分很高，而其他負面心情因素低於未入選的選手，因此提出優秀運動員利用驗證性因素分析來驗證盤斯心情量表的建構效度，資料經LISREL8.3分析處理，其結果顯示，盤斯心情量表具有建構效度，可供後續研究者進行相關研究。

此量表包含37 題， 共有七個分項： 活力、緊張、困惑、憤怒、疲勞、沮喪及自尊。各問題採用五點量尺的方式(0 至4)， 讓受試者選擇(0 = 一點也不， 1= 有一點， 2= 差不多， 3= 常常是， 4=幾乎是)。活力和自尊代表正向心情， 而另外五個分項則為負向心情。整個心情干擾的計算則是負向心情減去正向心情的總分， 然後再加上常數100， 較高的心情干擾總分， 代表較差的心情狀態。

2-5 自行車練習台

位於高緯度國家在下雪與氣候不佳時，無法進行自行車運動，練習台是將消費者現有之自行車，轉換為室內自行車騎乘訓練器材，自行車練習台基本分兩種：

- (1)固定式練習台(如圖 3)
- (2)滾筒式練習台(如圖 4)。

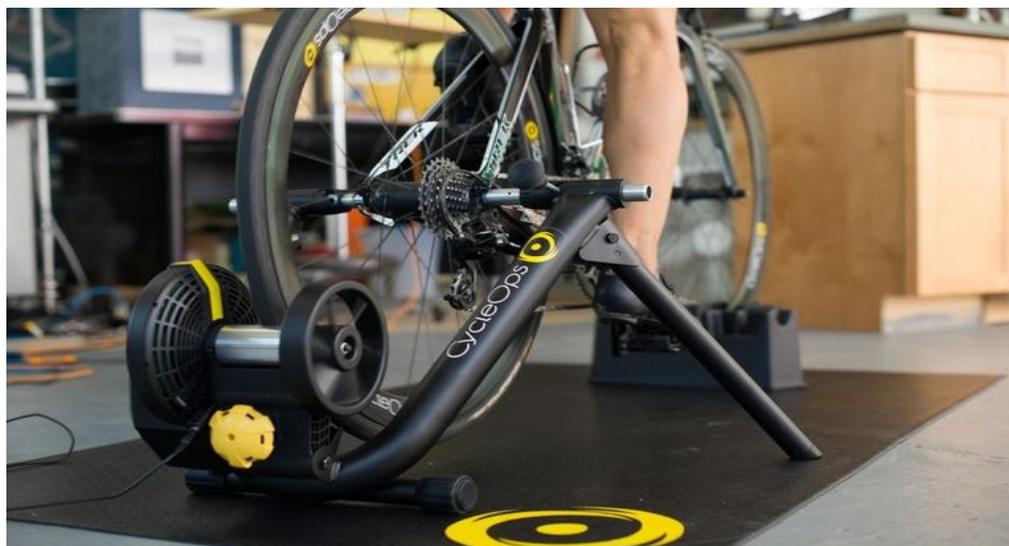


圖 3 固定式練習台



圖 4 滾筒式練習台

2-6 急性運動

急性健身運動(acute exercise)，指一次性或單次相對短期健身運動之介入，許多研究結果多支持急性健身運動後對認知功能產生積極益處(張育愷、吳聰義，2011; 張育愷、林珈余，2010)。本研究為急性運動讓受測者騎乘自行車練習台於不同強度加上互動有戲軟體。不同強度 15 分鐘。

第三章 研究方法

本章為本研究相關文獻之探討，分為五節：第一節 研究對象，第二節 實驗地點，時間與環境，第三 實驗儀器與設備，第四節 實驗方法與步驟，第五 資料統計與分析。

3-1 研究對象

本研究招募6名坐式生活型態的健康上班族無規律運動習慣(規律運動定義為每週3次運動以上，運動時間30分鐘以上，每次身體活動強度為中等程度以上)，文獻建議探討運動強度與情感反應的關係時，宜優先選擇坐式生活者，目的是降低個人背景經驗與認知因素的干擾(季力康,張育凱,蔣憶德,2011)。共計男生4人與女生2人，年齡30歲~46歲。(如表 3)

表 3 受試者基本資料 (M±SD)

性別	人數	年齡	身高(cm)	體重(kg)
男	4	36.0±3.3	171.0±4.0.	77.7±3.9
女	2	40.5±7.7	159.0±1.4	53.0±1.4
所有受試者	6	37.5±6.7	167.0±8.8	69.5±14.1

3-2 實驗地點，時間與環境

- 1.實驗時間:民國 107 年 12 月至 108 年 4 月
- 2.實驗地點:為固定位置之會議室內。(圖 5)
- 3.實驗環境條件:以空調開啟，溫度為 24 度正負 0.5 度。
- 4.實驗中每位受測者均佩戴同款的腦波偵測儀器與心律帶。
- 5.並個別搭配一台筆記型電腦，在網路穩定的環境下施測，使每次實驗的環境品質能穩定。



圖 5 實驗地點與環境

3-3 實驗儀器與設備

3-3-1 腦波儀

經過一個世紀的實驗，神經科學領域專家們已經確定了控制大腦的具體活動例如，部分控制肢體的區域位於大腦的頂部和負責視力的區域位於大腦後部。從發展理論的角度。隨著人們進化到更高級別的物種，大腦前額這個地方的皮層產生更高水平的思考，人類的情感，精神狀態及專注狀態都受這個區域的控制。因此本研究所使用的腦波偵測儀器，其電極位置於前額的FP1處(參考如圖 6 的國際10-20 制腦波電極位置)。

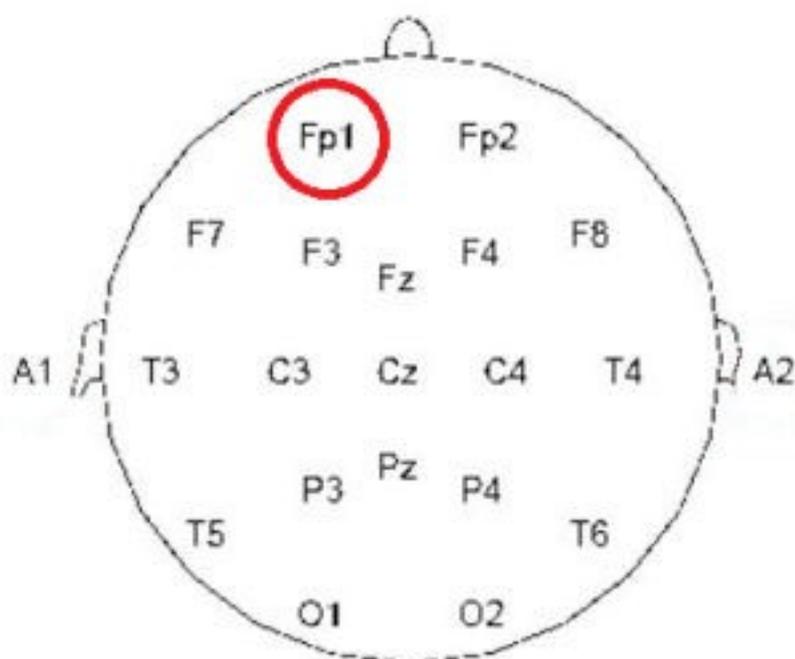


圖 6 國際 10-20 制腦波電極位置

測量用 Brainlink 腦波儀，支援神念科技的 eSense 腦波指標，一款非侵入性的腦電波設備，它可以檢測人體的專注與放鬆狀態，可通過放置在頭皮上的感測器，測量到大腦神經元所發出的生物腦的模式和頻率，感測器位在大腦前額葉的位置上，前額葉幫助我們解讀、判斷和行為的決定，愈是需要理解他人的態度、情緒和行為等思維能力時，前額葉就顯得格外重要。(圖 8)。

一些研究也指出 brainlink 是具信效度的腦波資料蒐集裝置，被證明運用於遊戲、教育與社會科學等領域有其信效度（Rebolledo-Mendez et al., 2009; Guðmundsdóttir, 2011）。(如圖 7，圖 8)所示。



圖 7 brainlink 腦波儀



圖 8 brainlink 腦波儀_腦波感測器

3-3-2 腦波軟體

腦波偵測儀器可從大腦中檢測出微弱腦波訊號，腦波儀所接收到的訊號經過系統程式處理過予以數據化後由以無線傳輸的方式回傳到電腦上的數值(α 波與 β 波)，透過 eSense™ 專利算法將腦電波解讀為 eSense™ 參數，可以幫助辨別受測者此刻的精神狀態，eSense 指數以1到100之間的具體數值來指示用戶的專注度水準和放鬆度水準。數值在40和60之間表示此刻該項指數的值處於一般範圍，這一數值範圍類似於常規腦電波測量技術中確定的“基線”。（但是ThinkGear的基線測定方法是自有的專利技術，與常規腦電波的基線測定辦法不同）。經過 eSense 運算過後的值(Attention、Meditation)所表示的意義(如表 4)。

eSense是用於以數位化指數方式對人的當前精神狀態進行度量的專利演算法。NeuroSky ThinkGear技術首先對原始腦電波信號進行放大並過濾了環境噪音及肌肉組織運動產生的干擾，然後通過對處理後的信號應用eSense演算法進行計算，得到了量化的eSense指數值。需要注意的是，eSense數值不是用於描述當前精神狀態的一個絕對的數值，而是描述當前精神狀態活動的波動範圍相對的數值。

Brainlink腦波儀開機步驟:

- 1.訊號校準：對不同的使用者腦波訊號進行計算及同步輸出，以達到訊號的準確度。
- 2.訊號採集：採用 NeuroSky單導幹電極技術，使得腦電訊號採集變得簡單易用且準確。
- 3.訊號提取：ThinkGear™從噪音環境中分離出腦電波信號，經過放大處理，產生清晰的腦電波訊號。
- 4.信息解讀：通過 eSense™專利算法將腦電波解讀為 eSense™參數，表示用戶目前的精神狀態。
- 5.人機交互：將 eSense™參數傳遞給電腦，手機等智能設備，進而可以通過腦電波進行人機交互。

(資料來源 NeuroSkyInc 2009 神念科技)

表 4 eSense 狀態表

狀態程度		
eSens值	專注波(Attention)	放鬆波(Meditation)
80-100	注意力高	放鬆度高
60-80	注意力中等	放鬆度中等
40-60	分散注意力	情緒激動或異常
40 以下	16Hz 到20Hz	思考，對於自我和周圍環境意識清楚

(資料來源 NeuroSkyInc 2009 神念科技)

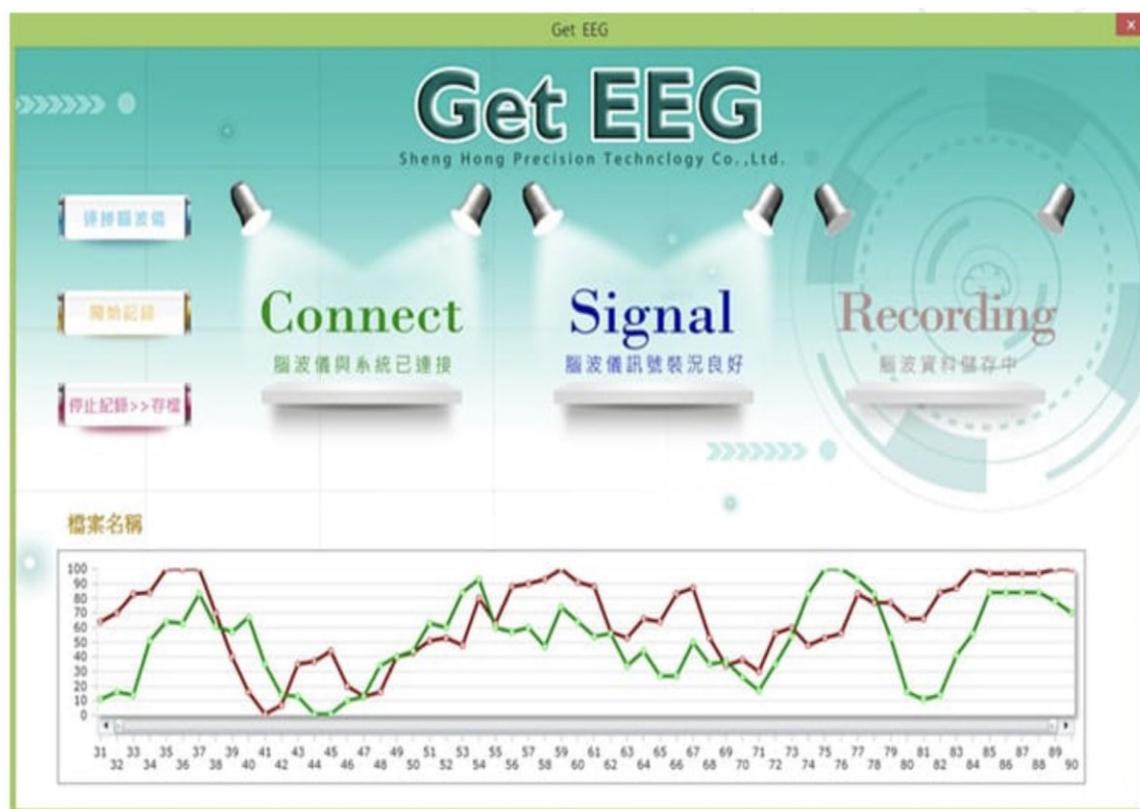


圖 9 Get EEG 腦波軟體用於訊號接收

Get EEG 腦波軟體_每秒可記錄原始腦波值，產生 Delta 波，Theta 波，High Alpha 波，Low Alpha 波，High Beta 波，Low Beta 波，Low Gamma 波，High Gamma 波。(圖 9 圖 10)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	時間戳記	訊號品質	專注	放鬆	Delta	Theta	Low Alpha	High Alpha	Low Beta	High Beta	Low Gamn	High Gamma
2	1.33E+09	0	20	100	961828	74110	32158	23571	11431	8332	5985	4300
3	1.33E+09	0	35	64	510530	395637	48120	23115	30787	31060	8039	1891
4	1.33E+09	26	35	64	233808	6710	1583	1370	1066	480	141	82
5	1.33E+09	0	14	60	1359774	63768	20796	10680	5970	4528	3938	1385
6	1.33E+09	0	30	57	1812454	29478	4854	11487	8643	6023	2075	720
7	1.33E+09	0	17	57	2628265	579237	208885	204978	54024	39445	10069	9583
8	1.33E+09	0	21	88	1326268	73464	17937	28713	8347	9666	4359	4632
9	1.33E+09	0	16	60	199911	47286	3028	1369	4485	1819	1100	705
10	1.33E+09	0	23	77	744343	9081	11239	7634	2179	4918	1626	888
11	1.33E+09	0	35	47	1578643	679738	60893	53238	128365	53170	34685	12906
12	1.33E+09	0	35	40	295350	12439	1428	6695	4806	1756	4782	1619
13	1.33E+09	0	34	61	2941407	174088	30423	23847	10749	6482	8966	2952
14	1.33E+09	0	35	47	119730	6399	6263	2722	10613	3257	657	755
15	1.33E+09	0	64	80	93412	9473	621	29431	10206	10783	3831	1388
16	1.33E+09	0	44	70	355008	96471	16203	6972	6926	3062	2015	1144
17	1.33E+09	0	81	78	334602	75691	15490	34680	8172	24636	14913	6223
18	1.33E+09	0	53	69	89849	75430	8286	15745	6311	4204	2089	757
19	1.33E+09	0	20	60	2083835	105296	21318	54357	31579	7355	14223	5290
20	1.33E+09	0	20	44	103560	49467	1275	3552	841	554	1254	408
21	1.33E+09	0	1	26	548552	119987	12733	7545	8111	3112	1879	984
22	1.33E+09	0	1	21	2199382	431595	57804	37423	15572	15903	8336	4615

圖 10 Get EEG 腦波軟體轉出之原始檔案

3-3-3 互動訓練台

GRAVAT 智能功率訓練台（內含 Ant+轉 USB 接收器）訓練台本身還會模擬在騎爬坡路段時增加阻力，可根據訓練軟體模擬坡度自動調整阻力，感受真實騎乘的效果內部還有功率計讓你了解在騎乘過程的輸出，有效的踩踏才是訓練台的目的。（邁金智能科技設備，如圖 11）



圖 11 GRAVAT 智能功率訓練台

3-3-4 心率帶

藍芽運動心率監測器，以心率監測器來控制實驗者之運動強度。(圖 12)

將該值的百分比來區分運動的強度，該值的60%~70%屬於低強度運動，達到70%~80%屬於中強度運動，而達到80%以上則屬於高強度運動(林正常，2005, 林貴福，2002)。本研究以上來界定實驗運動強度。



圖 12 藍芽運動心率帶

3-3-5 結合單車及遊戲社群軟體

Zwift 是一款結合單車及遊戲的社群軟體。透過單車、螢幕及訓練台等硬體的數位結合，將你真實努力踩踏的速度轉化為功率數值，使你在室內中與世界各地同樣使用 Zwift 的車友一同騎乘或比賽。公路車，山地車或三鐵自行車放在訓練台上。Zwift 也可結合室內跑步機做虛擬街景訓練。2014 年創辦至今，Zwift 已經是全球規模最大的虛擬騎乘軟體，註冊會員數突破 100 萬人，其中台灣約有 1.1 萬名用戶。透過極細緻的 3D 動畫重現紐約、倫敦等 5 大區域街景，喜愛騎車的玩家能在室內和超過 150 國的夥伴同樂(如圖 13)。只要擁有最基本的訓練台（固定自行車架並提供模擬路感）與功率計，連接手機、平板或電腦，Zwift 就能根據你的踩踏速度，轉換功率瓦數，並隨著身高、體重的不同，將數字變成虛擬世界裡的移動速度；若搭配新型的智慧訓練台，則可以自動隨著坡度改變阻力。（吳元熙，數位時代 2019）



圖 13 Zwift 結合單車及遊戲社群軟體

3-4 實驗方法與步驟

受測者「基本資料」調查問卷所有受測者在實驗進行前皆已充分了解實驗流程與注意事項，並經過足夠時間的考慮後，簽署「受測者參與研究同意書」及基本資料（含簡易健康狀況問題項），隨後再安排受測日期。本研究根據受測者自我回報之健康狀況，排除影響運動的生心理狀況（輕如扭傷，重如癲癇、心臟病等），亦排除精神病患者，及有無規律運動的調查。實驗中每位受測者均佩戴同款的腦波偵測儀器與心律帶。並個別搭配一台筆記型電腦，在網路穩定的環境下施測，使每次實驗的環境品質能穩定。

(1).再來執行(圖 16 實驗流程圖)，「前測(NO:01)」、低強度運動無互動軟體(NO:02)，運動後休息(NO:03)，低強度運動有互動軟體(NO:04)」、運動後休息(NO:05)，高強度運動無互動軟體(NO:06)，運動後休息(NO:07)高強度運動有互動軟體(NO:08)」、運動後休息(NO:09)，以及暖身運動後測(NO:10)」。共十段時間區間，各段時間區間分別擷取 200 秒的腦波資料，(實驗過程共 10 段腦波資料)。

(2).運動引起感覺量表共 12 題，分為專注度、平靜與放鬆、正面情緒、沉浸度四個向度，由受試者量表上之沒有感覺、感覺輕度、感覺中等、感覺強烈及感覺非常強等五量尺來評估受測者的情緒的感覺程度。((實驗過程共 6 張問卷))

(3).盤斯心情量表具有建構效度，可供後續研究者進行相關研究。此量表包含 37 題，共有七個分項：活力、緊張、困惑、憤怒、疲勞、沮喪及自尊。各問題採用五點量尺的方式(0 至 4)，讓受試者選擇(0 = 一點也不，1 = 有一點，2 = 差不多，3 = 常常是，4 = 幾乎是)。編號為:前測(NO:0A)，運動後休息(NO:0B)至後測(NO:0F)，共七段感覺量表問卷。(實驗過程共 6 張問卷)

實驗中的運動強度高低以心率監測器來控制受測者，也加上 Zwift 互動軟體的訓練程式(如圖 14)，訓練程式左圖為低強度運動標準，右圖為高強度運動標準。

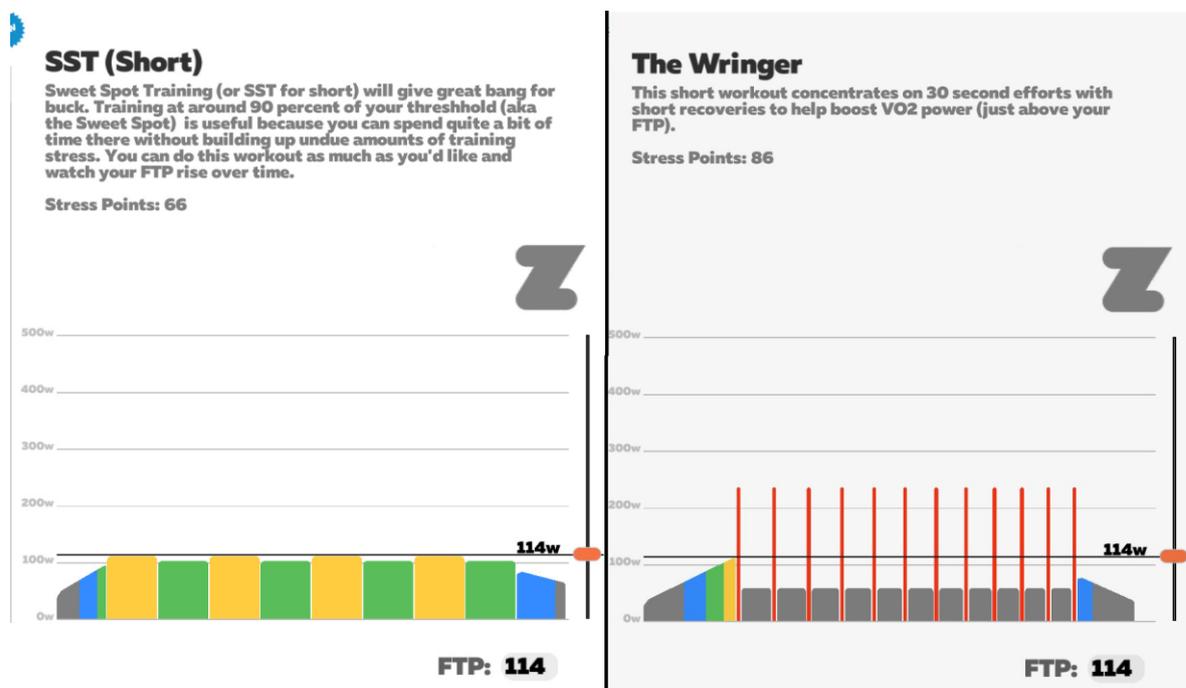


圖 14 Zwift 互動軟體的訓練程式

最大心跳率計算方法為最大心跳率=220-年齡(國健署 2016 運動的指引)。本研究實驗設定兩種不同強度為，低強度心跳區間 220-年齡*60%~70%，高強度心跳區間 220-年齡*80%~90%)(如圖 15)。

目標心跳區間一覽

年齡	最高心跳	輕強度	輕~中強	中強度	高強度
	220-年齡	55%~65%	60%~70%	70%~80%	80%~90%
20	200	110-130	120-140	140-160	160-180
25	195	107-127	117-136	136-156	156-175
30	190	105-124	114-133	133-152	152-171
35	185	102-120	111-129	129-148	148-166
40	180	99-117	108-126	126-144	144-162
45	175	96-114	105-122	122-140	140-157
50	170	94-111	102-119	119-139	136-153
55	165	91-107	99-115	115-132	132-148

圖 15 目標心跳區間

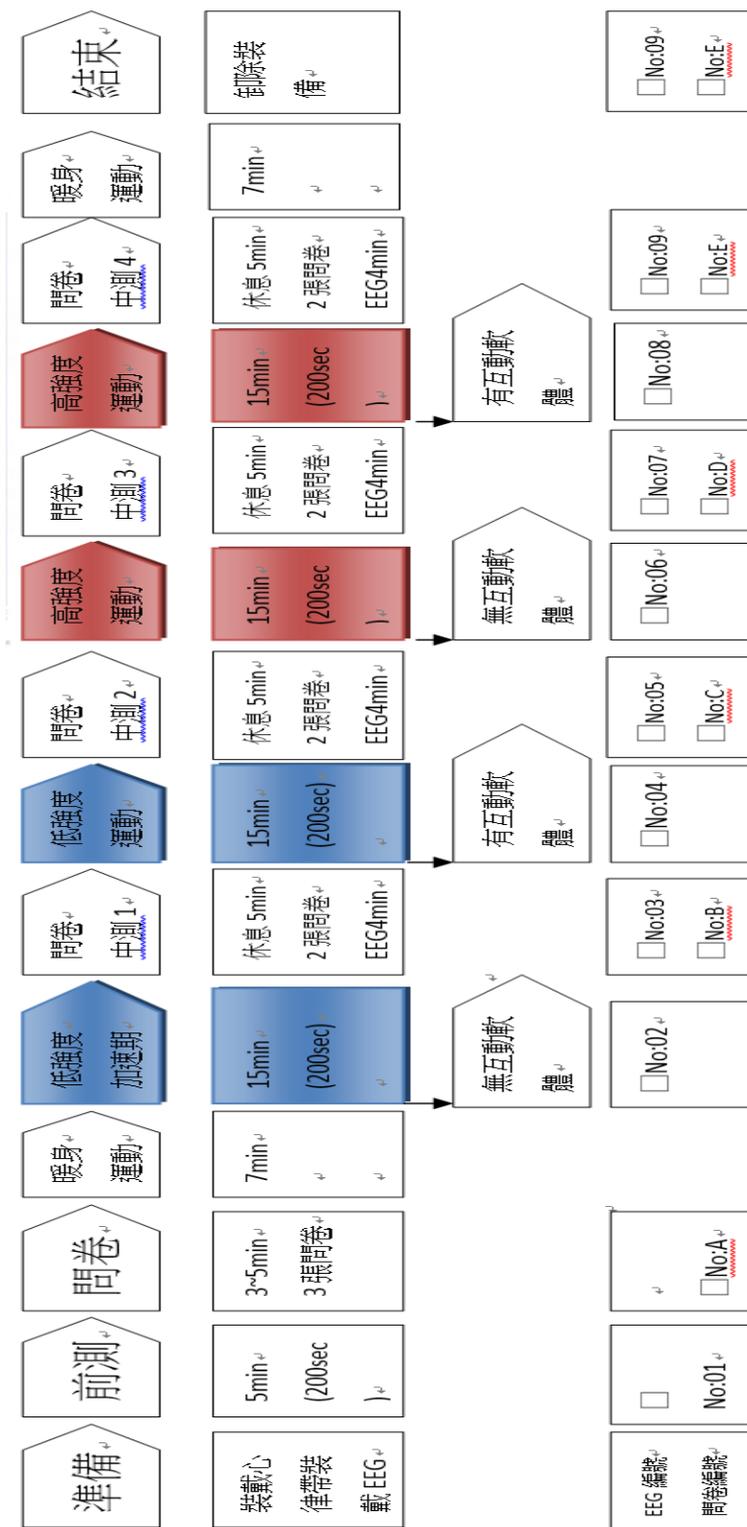


圖 16 實驗流程圖(藍色為低強度運動有無互動軟體，紅為色高強度運動無互動軟體)

3-5 資料統計與分析

本研究使用套裝軟體 SPSS 25 中文視窗版，套裝軟體進行統計分析。實驗過程將 Brainlink 腦波儀經由 eSenseTM 專利演算法後產生，共十段時間區間，擷取的專注波 (Attention) 波形圖與放鬆波 (Meditation)。十段腦波資料先以人工檢視去除干擾過大的點 (Get EEG 腦波程式計算出干擾點)。各段時間區間分別擷取 200 秒的腦波資料，接著進行專注度與放鬆度的腦波分析，因考量受測者個體差異會造成分析之差異，因此以受測者前後測資料，來進行成對樣本 t 檢定。所有顯著水準定為 $P < .05$ 。

(1) 先將十段腦波資料，使用軟體 SPSS 25 中的敘述統計 (descriptive statistics)，產生「平均值」以 Excel 繪製為十段折線圖。

(2) 步驟二，實驗過程中有分「運動中」與「休息中」的腦波折線圖。

「運動中」五組為前測 (NO:01)、「低強度運動無互動軟體 (NO:02)，低強度運動有互動軟體 (NO:04)，高強度運動無互動軟體 (NO:6)，高強度運動有互動軟體 (NO:08)」以 Excel 繪製「運動中」折線圖。

「休息中」的腦波紀錄檔，六組為「前測 (NO:01)」，運動後休息 (NO:03)、運動後休息 (NO:05)，運動後休息 (NO:07)，運動後休息 (NO:09)，以及暖身運動後測 (NO:10)」。以 Excel 繪製「休息中」折線圖。

(3) 步驟三，受測個人每段放大_運動前中後段比較圖
運動中四個區間:「低強度運動無互動軟體 (NO:02) 對低強度運動有互動軟體 (NO:04) 加上高強度運動無互動軟體 (NO:6) 對高強度運動有互動軟體 (NO:08)」每個區間再分三段，(每個運動區間 15 分鐘是 900 秒，0~149 秒去除，150~349 秒 400~599 秒 650~849

秒為運動前中後段各 200 秒其他去除，去除前後較不穩定的腦波值) 再將 4 區間乘 3 段=12 段專注波進行成對樣本 t 檢定(Paired Sample t-test)。

(4).最後將運動，前中後三個區間，將六人加總平均後再做，成對樣本 t 檢定。

(5) 運動引起的感覺量表

分為四個向度：專注度（1,6,9 題）、平靜與放鬆（2,5,10 題）、正面情緒（4,7,12 題）、沉浸度（3,8,11 題），分別予以加總再根據各向度的平均得分進行分析。

(6) 盤斯心情量表

POMS 分為七個向度：困惑（6,23,26,29,32,34,36 題）、活力（5,10,13,18,21,30,33 題）、疲勞(4,7,17,19,24,27題)、憤怒(3,8,12,25,28 題)、自尊(15,31,35,37 題)、緊張(1,2,11,22 題)、沮喪(9,14,16 題)，分別予以加總再根據各向度的平均得分進行分析。

本研究所有資料以 SPSS 25 中文視窗版及 Microsoft Excel 2016 軟體進行統計與分析，所有顯著水準定為 $P < .05$ 。

第四章 結果

本章主要依據研究的問題，研究目的，所得資料經統計分析後，將結果分以下幾節說明和討論。

4-1 高低強度運動中有無遊戲介入腦波情緒變化

本研究所定義之十段時間區間的腦波經由 eSense™ 專利演算法轉化過處理後，呈現之專注波(Attention)波形圖與放鬆波(Meditation)。SPSS 軟體統計不同時段時間區間所測得的腦波，再將「平均值」繪製為十段區間折線圖（如圖 17）。

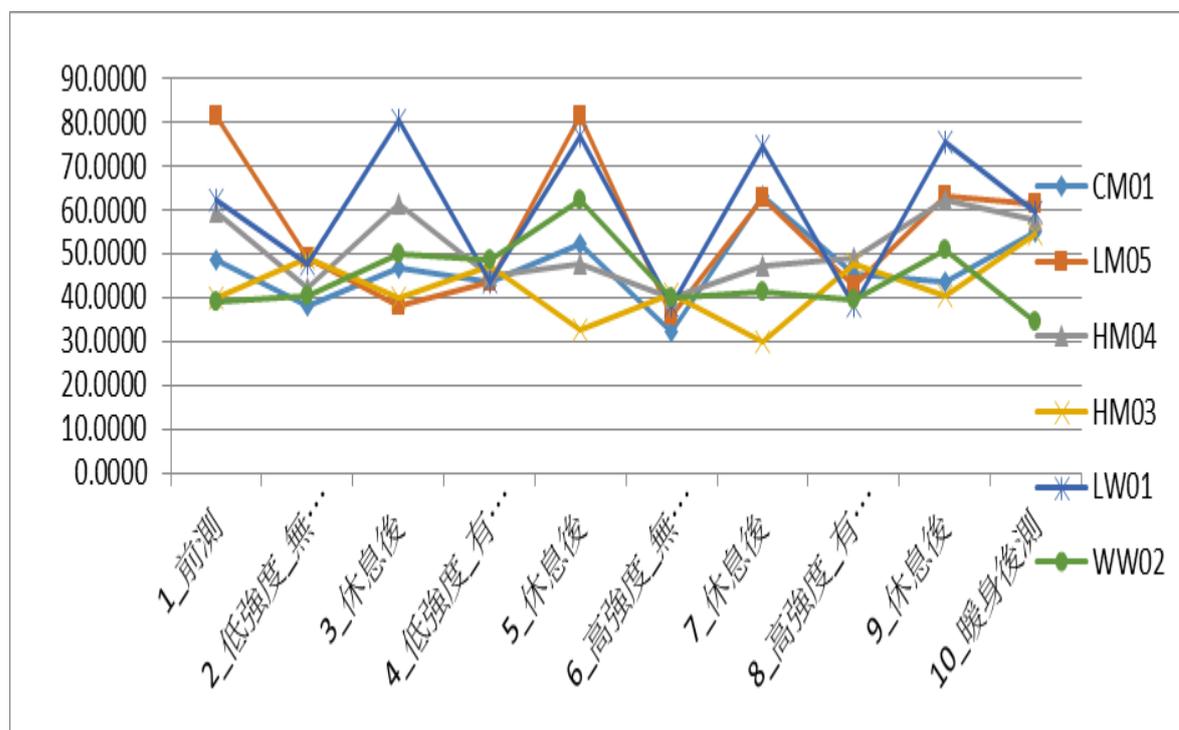


圖 17 六人_10 段時間區間_專注波變化平均折線

將放鬆波(Meditation) 「平均值」繪製為十段區間折線圖(圖 18)。

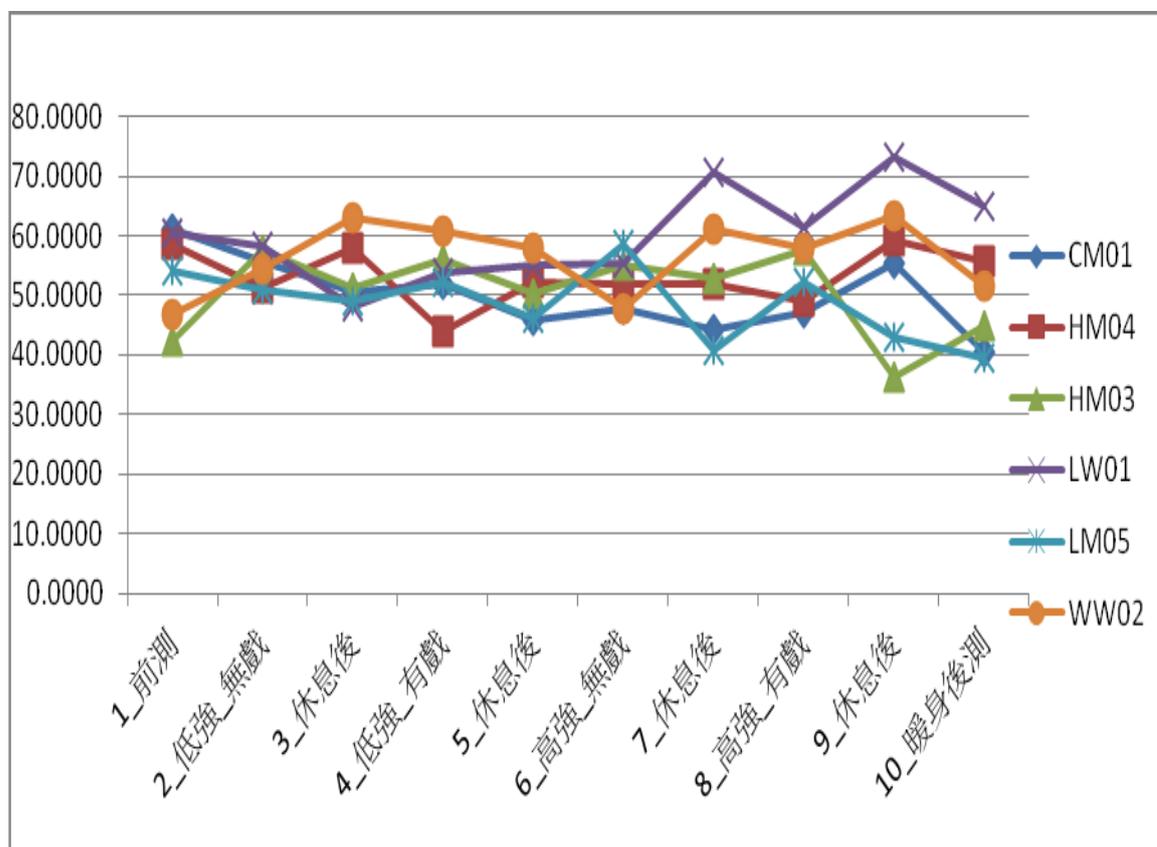


圖 18 六人_10 段時間區間_放鬆波變化平均折線

4-1-1 高低強度運動有無遊戲介入的專注波

因此再將十段區間折線圖，畫出六人_前測與運動中_專注波變化平均折線(圖 19)與六人_前測與休息中_專注波變化平均折線(圖 20)。

下圖(圖 19)前測與運動中專注波變化平均折線的線條變化比(圖 4-4)前測與休息中專注波，變化平均折線較為規律，運動中高低強度有遊戲專注波比無遊戲專注波有上升的趨勢(下圖箭頭方向)。

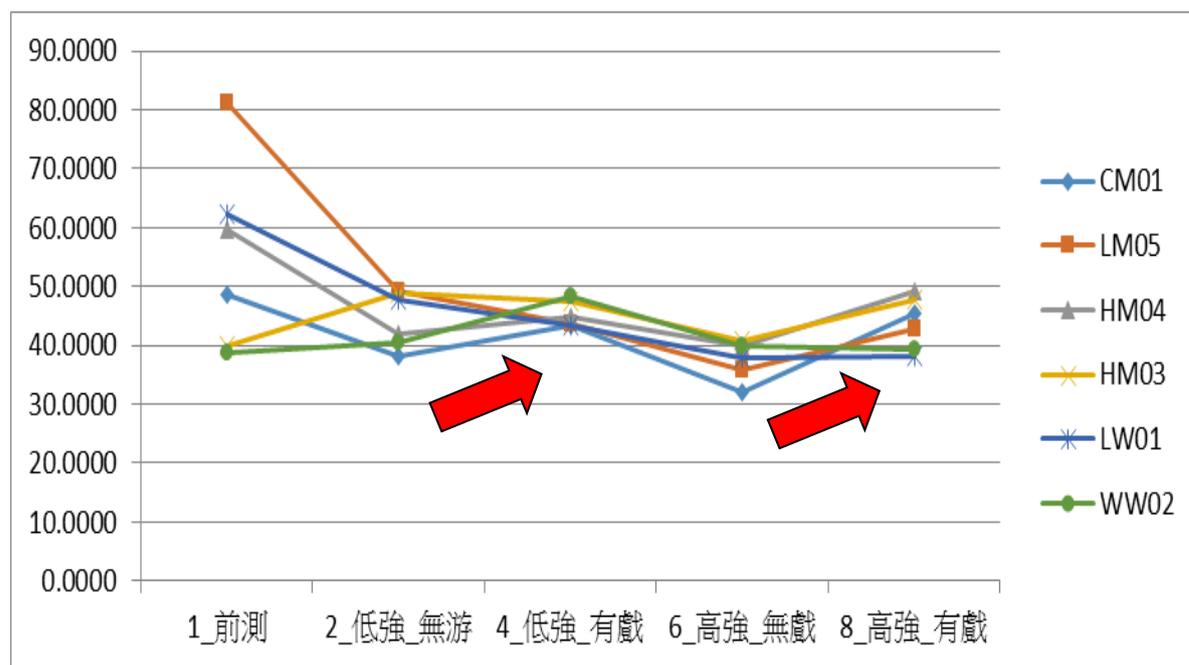


圖 19 六人_前測與運動中_專注波變化平均折線

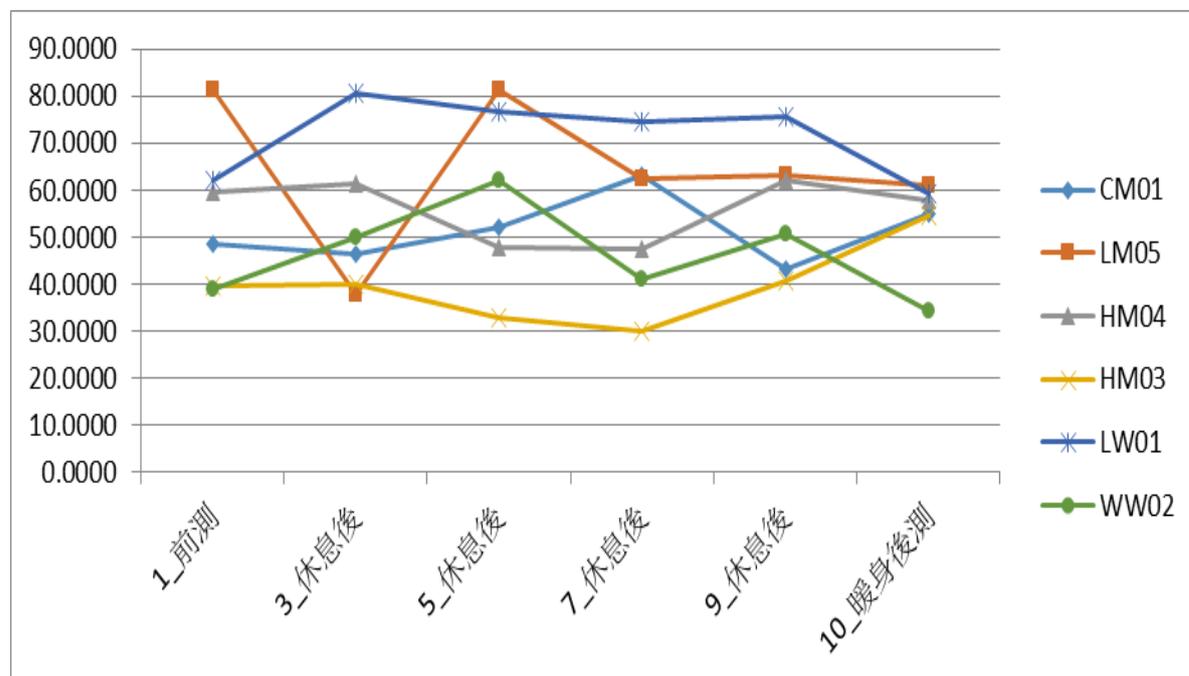


圖 20 六人_前測與休息中_專注波變化平均折線

主要以受測者六人各自專注波，共十段時間區間，以運動中四個區間：「低強度運動無互動軟體(NO:02)對低強度運動有互動軟體(NO:04)加上高強度運動無互動軟體(NO:6)對高強度運動有互動軟體(NO:08)」每個區間再分三段，運動前中後各 200 秒專注波進行成對樣本 t 檢定(Paired Sample t-test)。

男性受測者，在高強度運動有無互動軟體_運動前中後段比較圖，有顯著性(圖 21 圖 22 圖 23 圖 24，圈起處)。

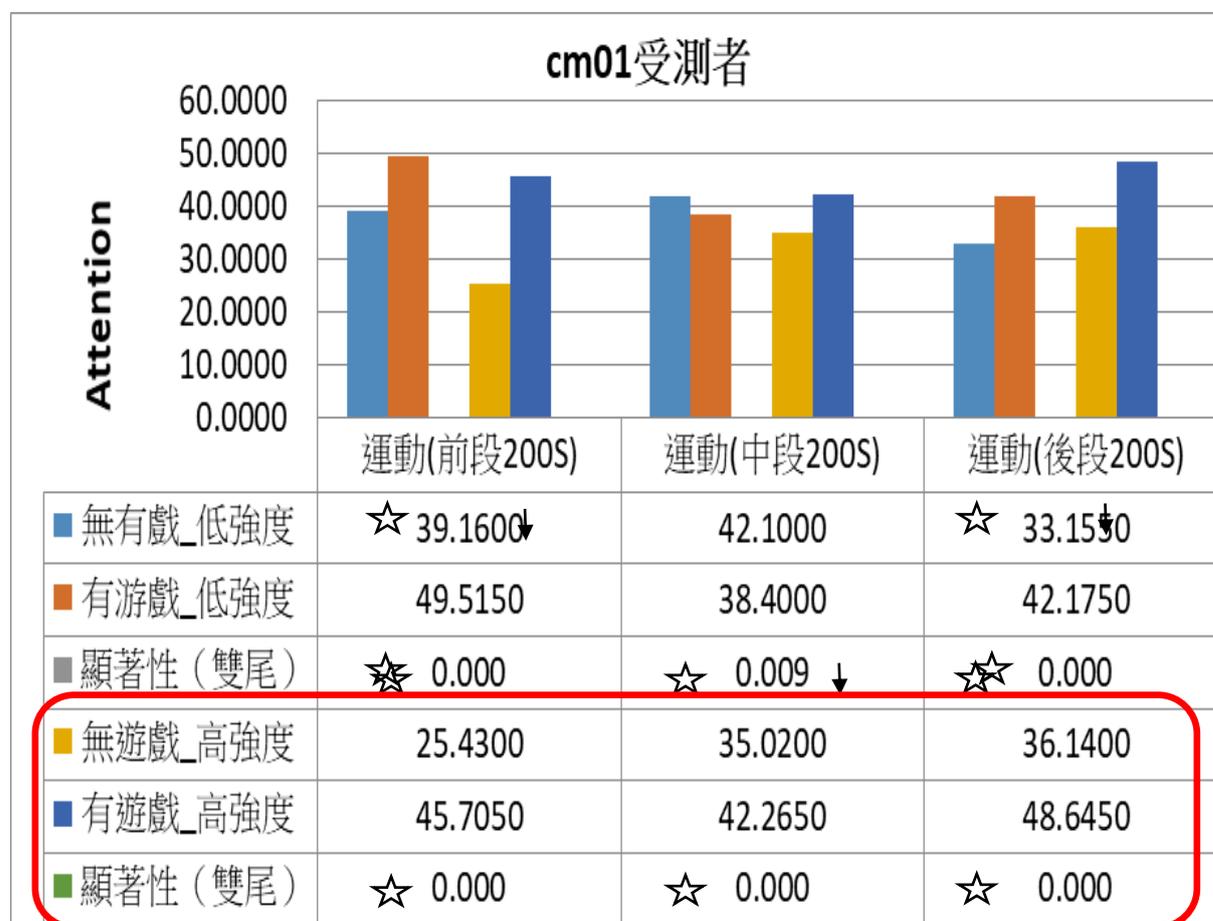


圖 21 cm01_成對樣本 t 檢定_運動中_專注度比較 ☆p<.05

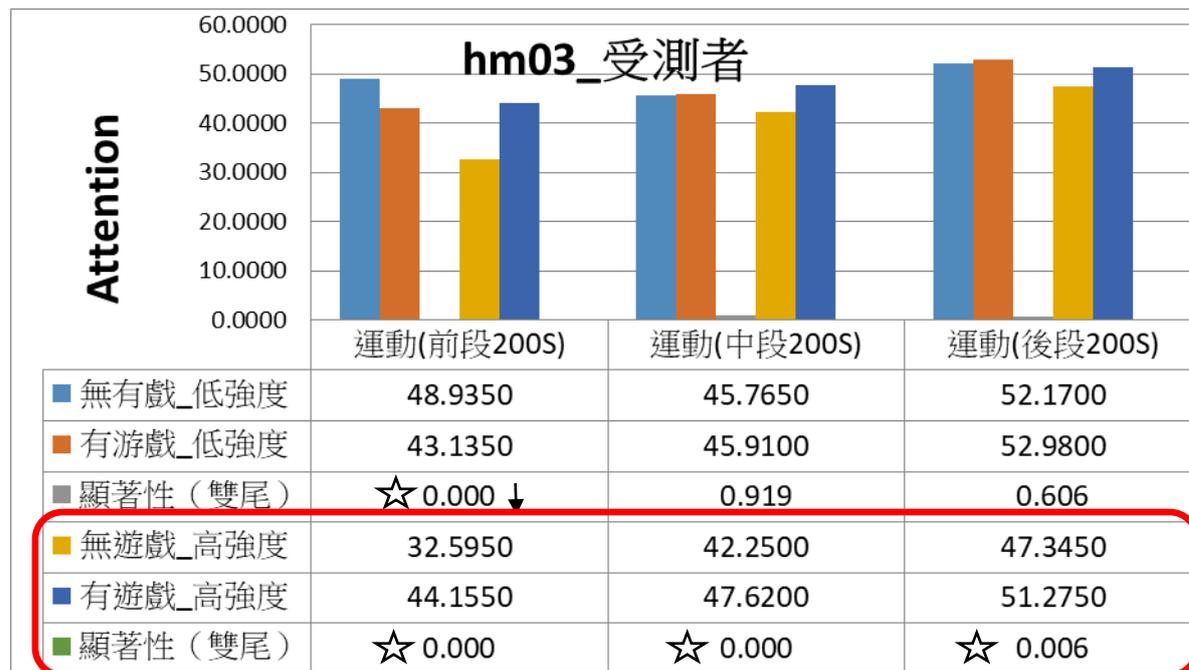


圖 22 hm03_成對樣本 t 檢定_運動中_專注度比較 ☆p<.05

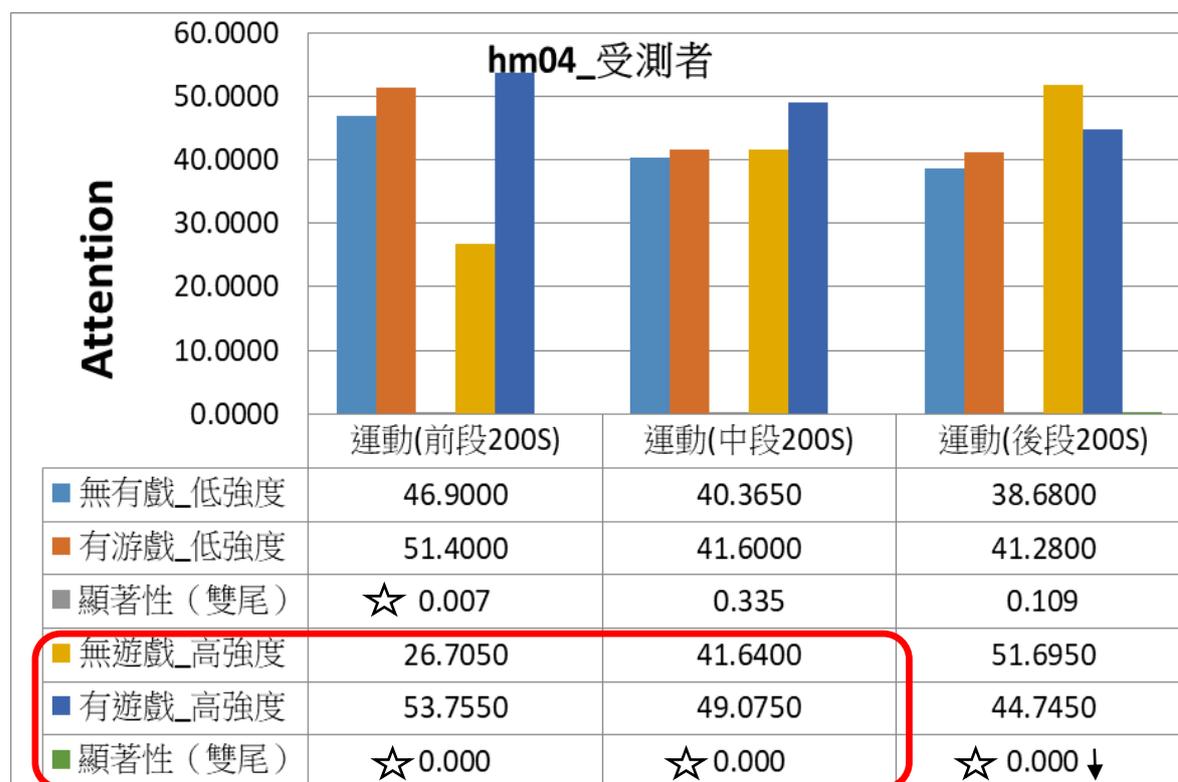


圖 23 hm04_成對樣本 t 檢定_運動中_專注度比較 ☆p<.05

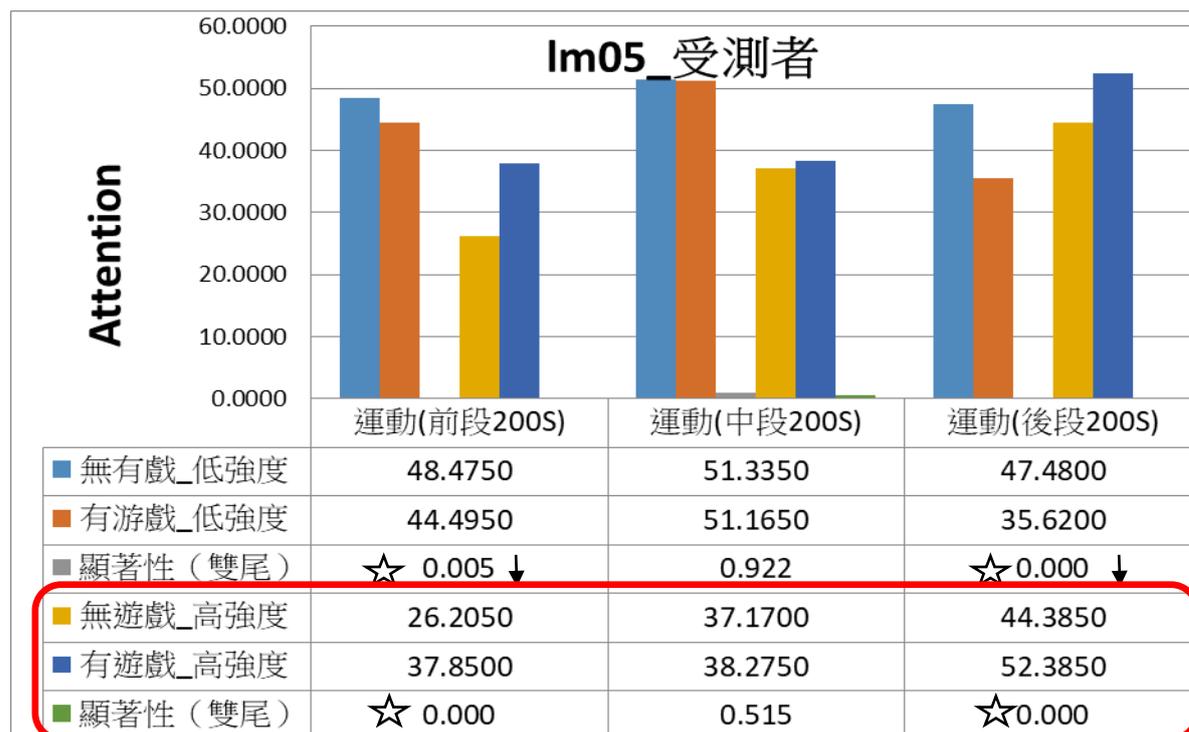


圖 24 Im05_成對樣本 t 檢定_運動中_專注度比較 ☆p<.05

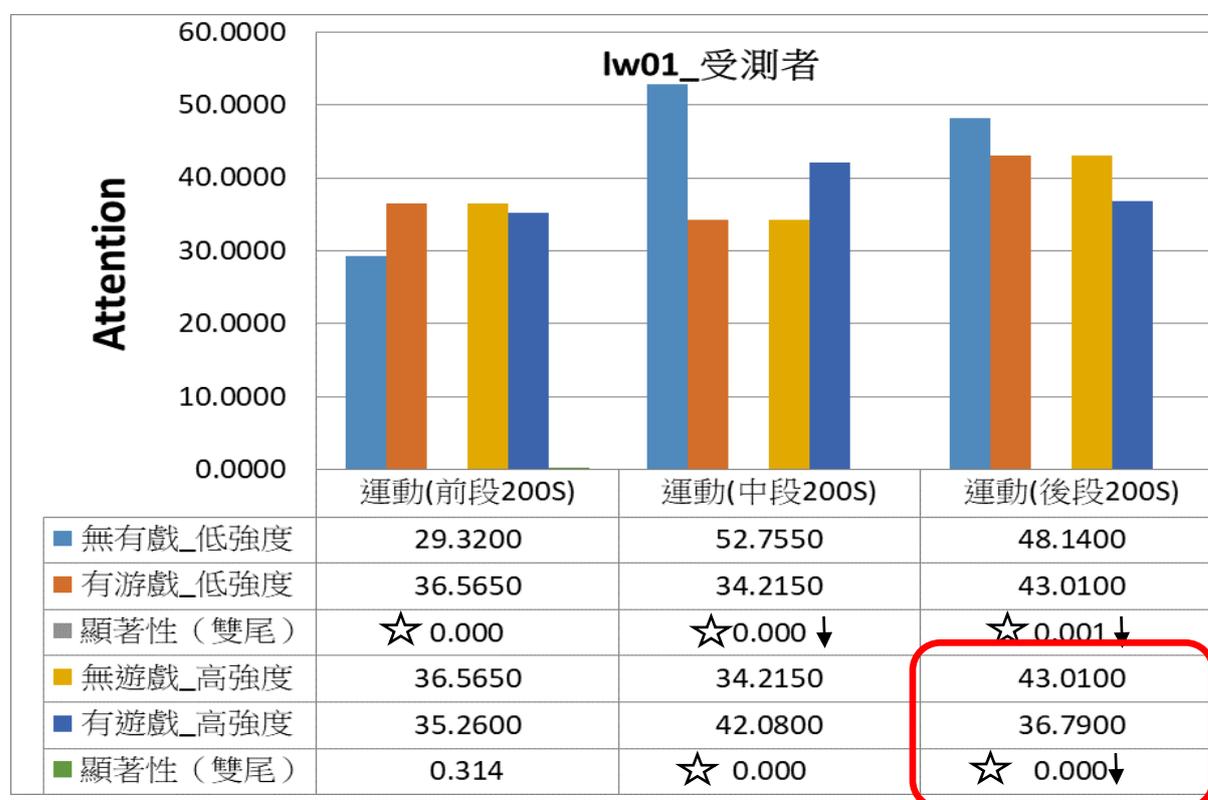


圖 25 lw01_成對樣本 t 檢定_運動中_專注度比較 ☆p<.05

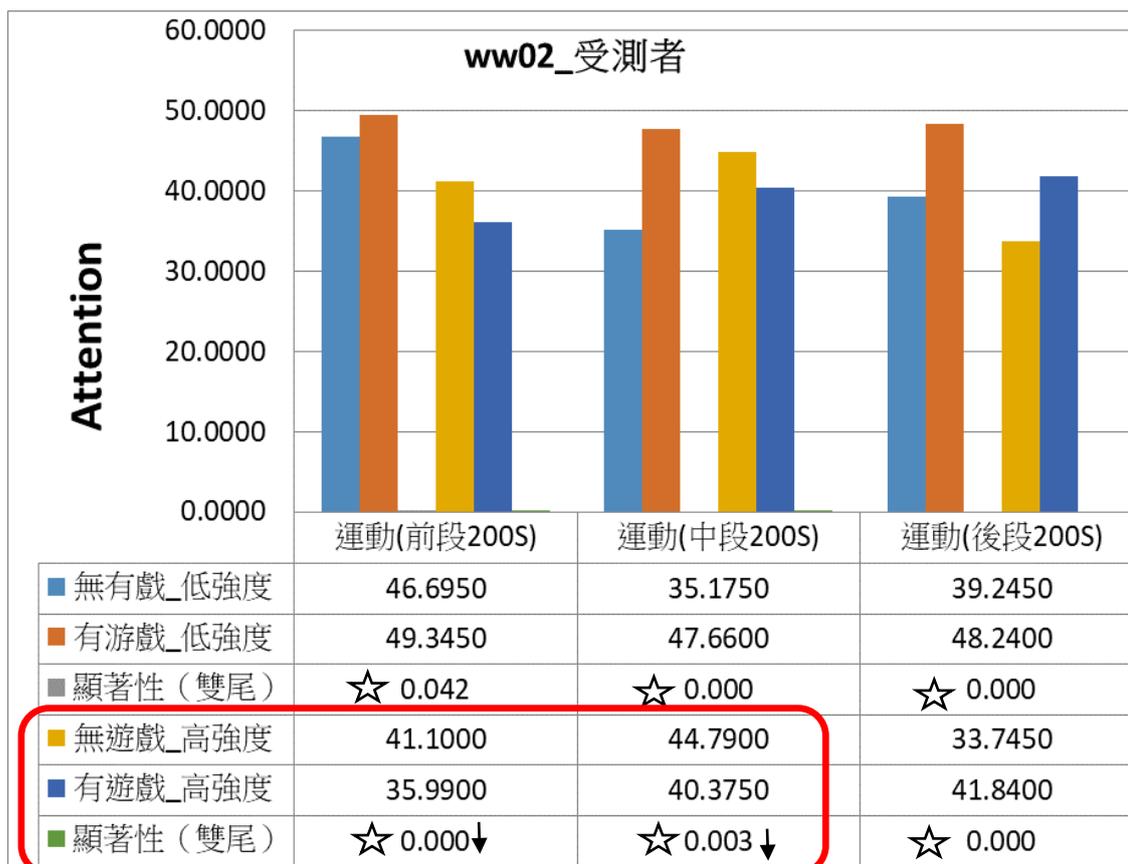


圖 26 ww02_成對樣本 t 檢定_運動中_專注度比較 ☆p<.05

女性受測者，在高強度運動有無互動軟體_運動前中後段比較圖，顯著性向下。
 如圖 25 圖 26

最後以運動中三個區間，將六人專注波加總平均後做，成對樣本 t 檢定結果如(表 5 表 6，圈起處)，高強度有無遊戲測得分比較中 P 值<.05，到達顯著性。

表 5 六人專注波加總平均_低強有無遊戲測得分比較*p<.05 (M±SD)

變項	低強度無遊戲	低強度有遊戲	t 值	P 值顯著性
前段運動中	47.81±5.16	44.53 ± 5.45	6.43	.000 * ↓
中段運動中	44.68±6.63	46.24±5.70	-2.47	.014*
後段運動中	40.63±5.18	44.73±5.03	-7.35	.000*

表 6 六人專注波加總平均_高強有無遊戲測得分比較*p<.05 (M±SD)

變項	高強度無遊戲	高強度有遊戲	t 值	P 值顯著性
前段運動中	31.43 ± 5.75	42.11±5.78	-19.35	.000*
中段運動中	39.18±7.23	43.28±5.28	-6.68	.000*
後段運動中	42.72±5.36	45.94±8.09	-5.73	.023*

4-1-2 高低強度運動有無遊戲介入的放鬆波

同前將十段區間折線圖，畫出六人_前測與運動中_放鬆波變化平均折線(圖 27)與六人_前測與休息中_放鬆波變化平均折線(圖 28)。

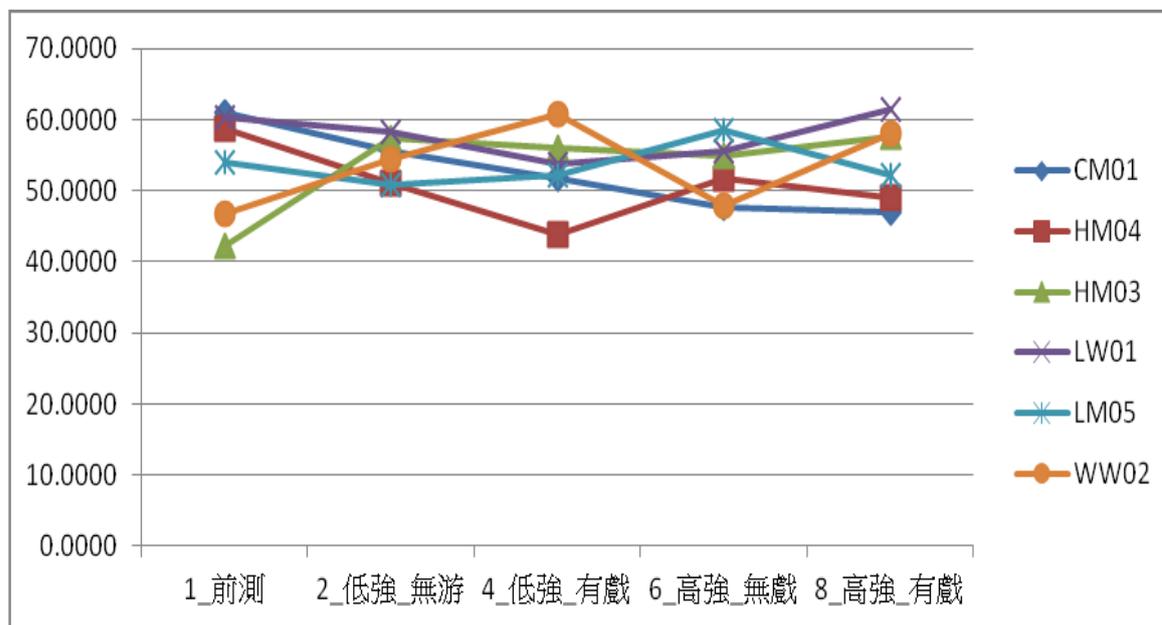


圖 27 六人_前測與運動中_放鬆波變化平均折線

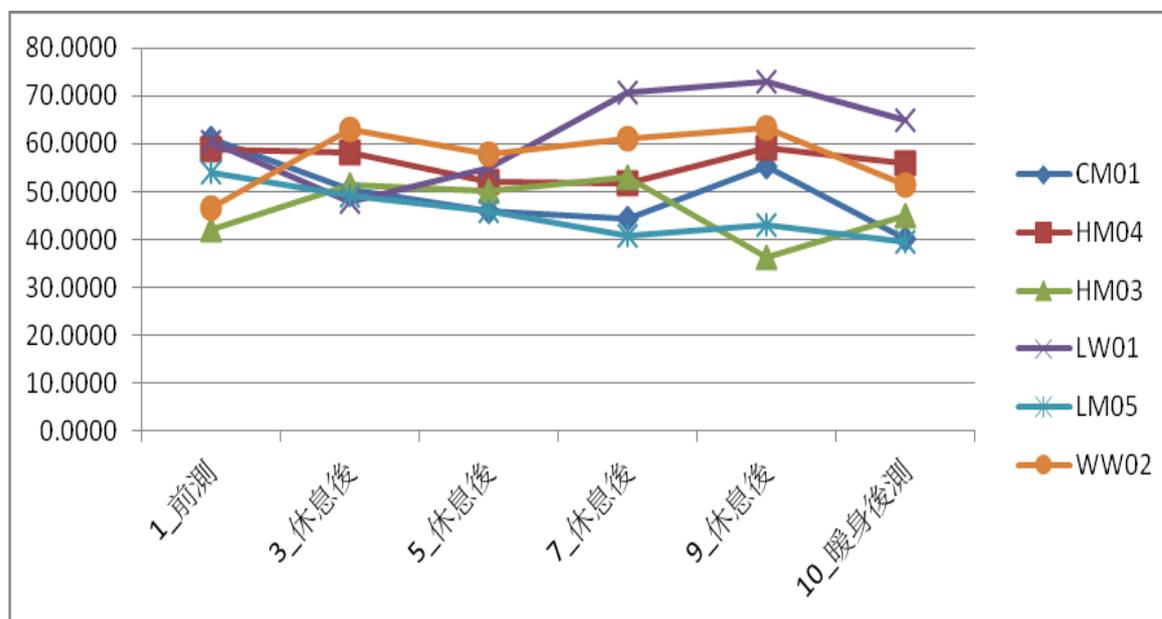


圖 28 六人_前測與休息中_放鬆波變化平均折線

主要以受測者各自放鬆波(α 波反映大腦的放鬆狀態)，共十段時間區間，以運動中四個區間:「低強度運動無互動軟體(NO:02)對低強度運動有互動軟體(NO:04)加上高強度運動無互動軟體(NO:6)對高強度運動有互動軟體(NO:08)」每個區間再分三段，運動前中後各 200 秒放鬆波進行成對樣本 t 檢定(Paired Sample t-test)。

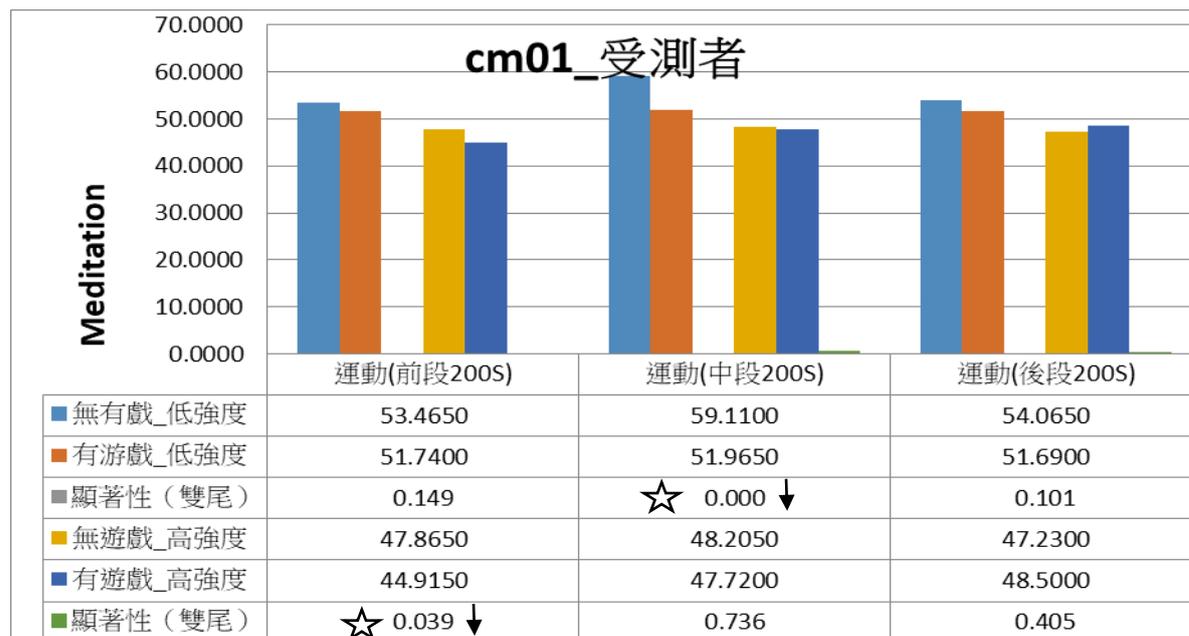


圖 29 cm01_成對樣本 t 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆p<.05

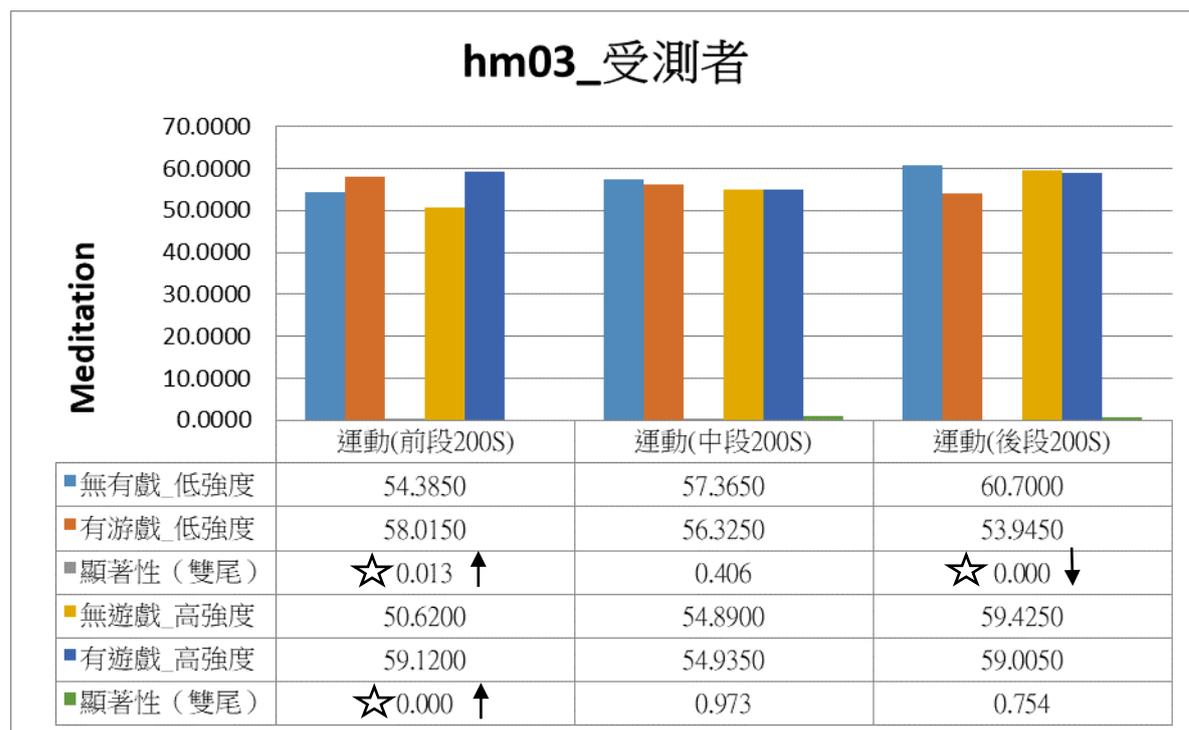


圖 30 hm03_成對樣本 t 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆p<.05

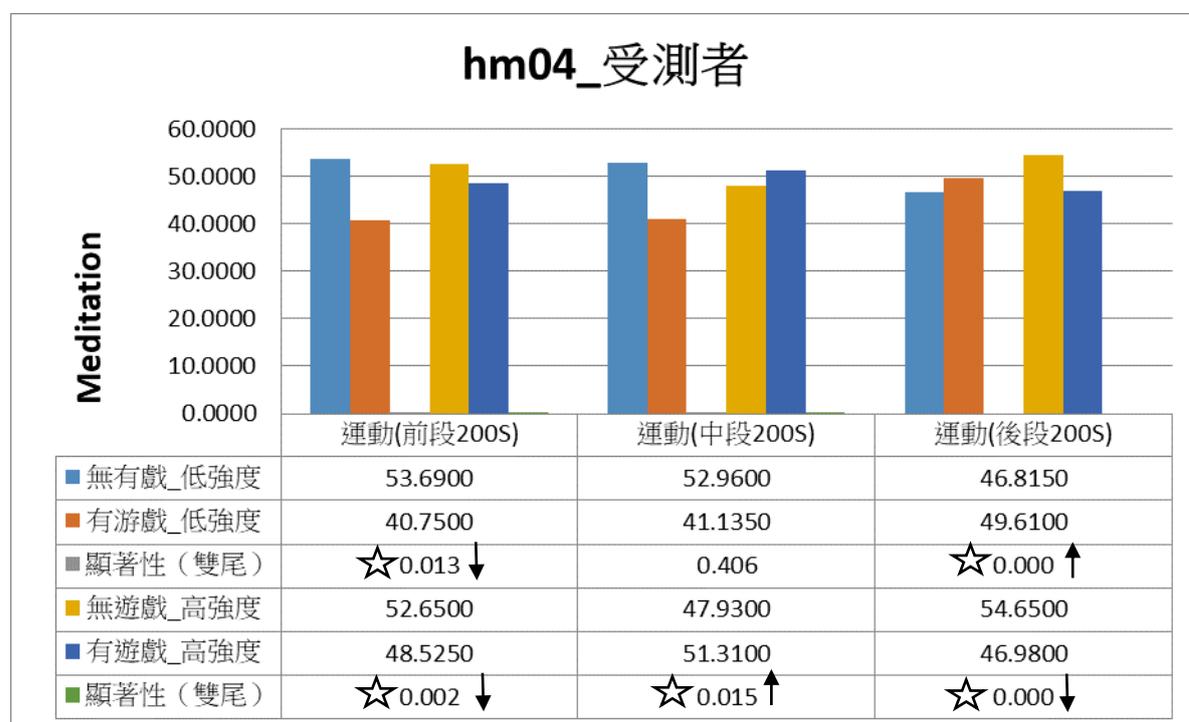


圖 31 hm04_成對樣本 t 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆p<.05

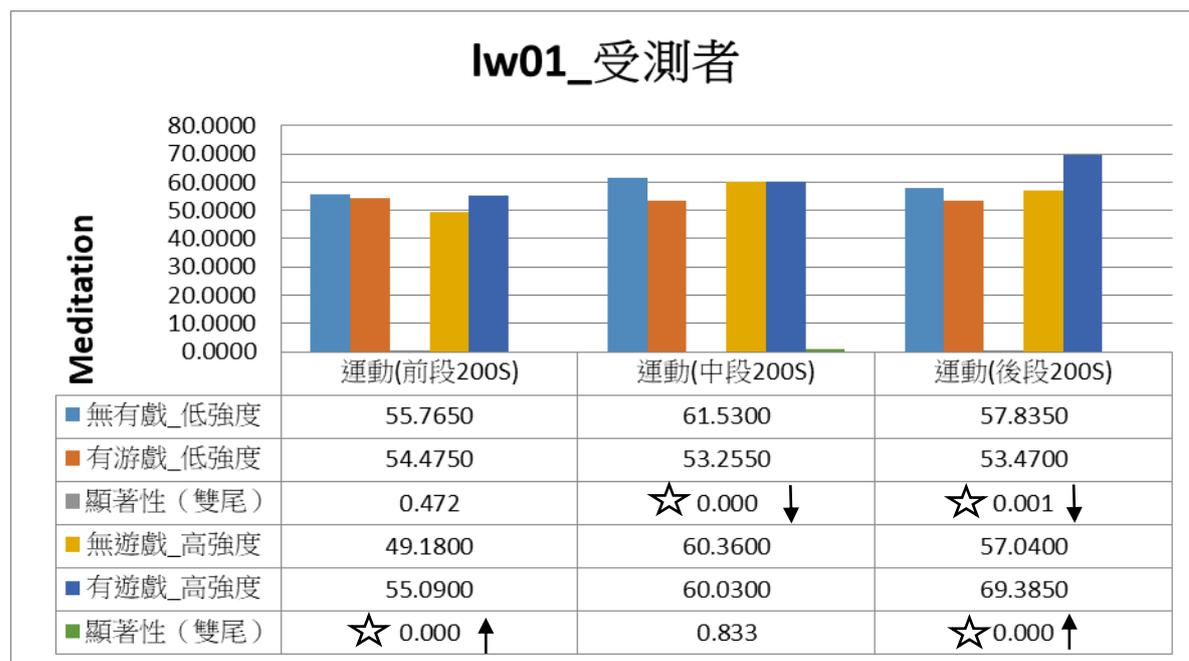


圖 32 lw01_成對樣本 t 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆p<.05

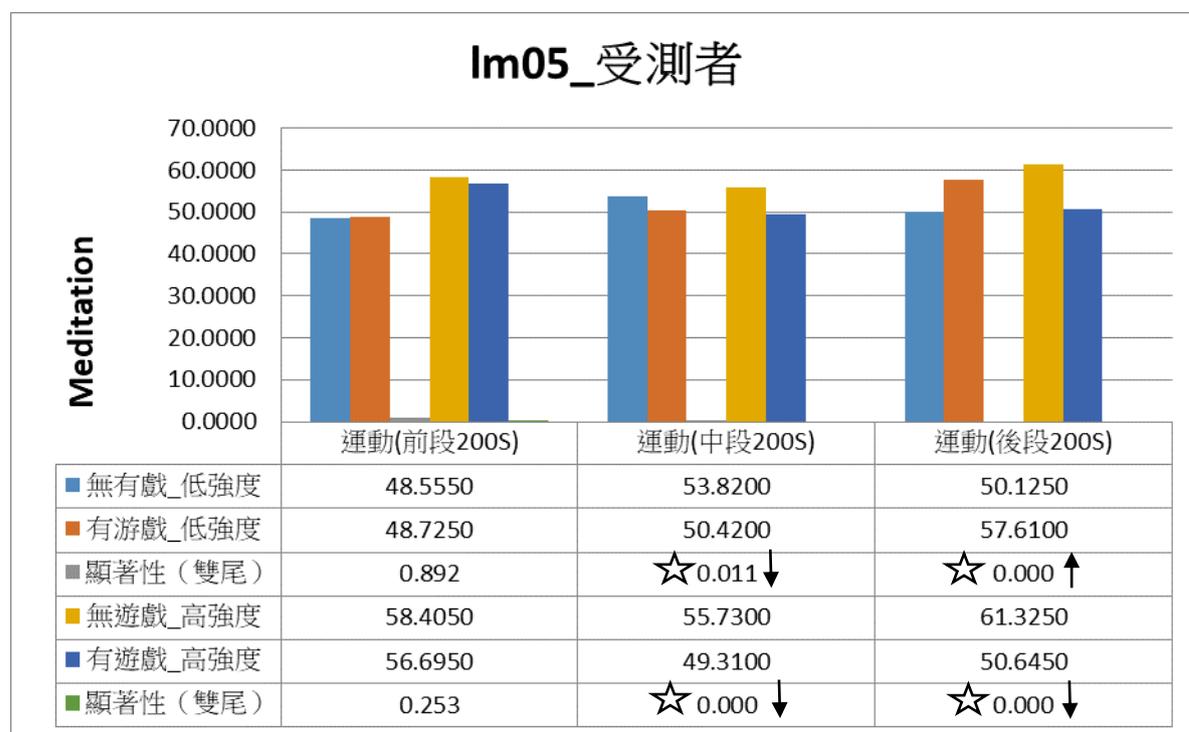


圖 33 lm05_成對樣本 t 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆p<.05

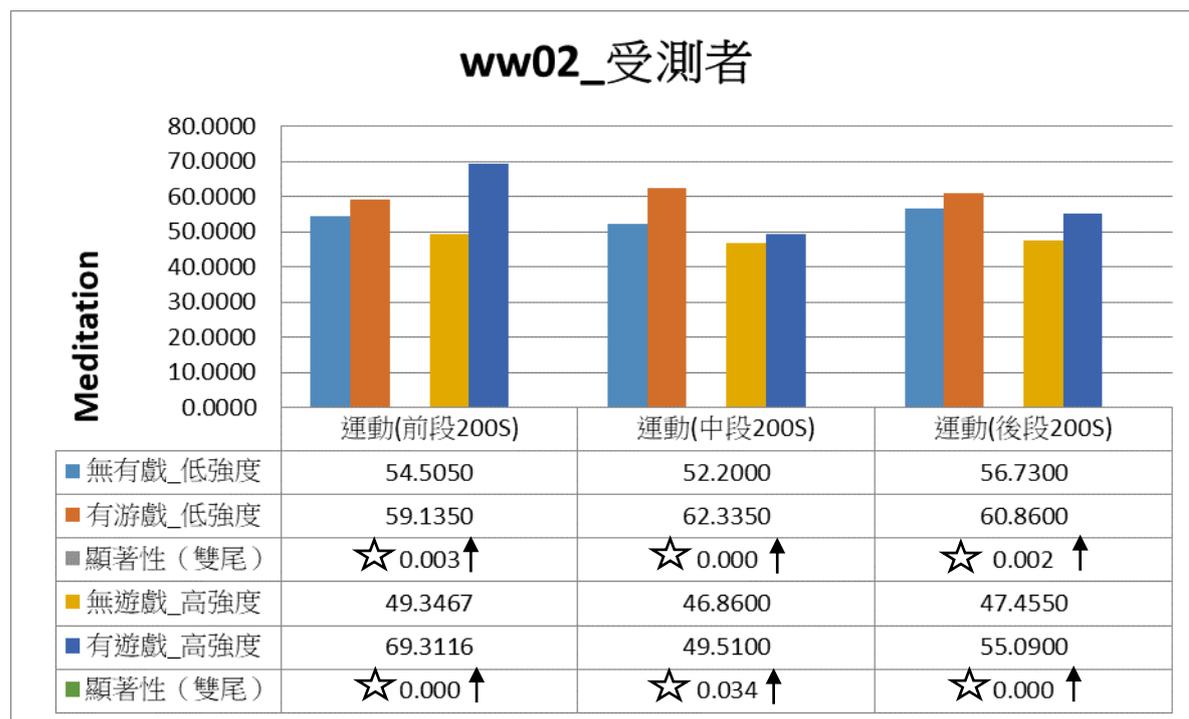


圖 34 ww02_成對樣本 t 檢定_運動中_放鬆度比較 ☆p<.05

表 7 六人放鬆波加總平均_低強有無遊戲測得分比較*p<.05 (M±SD)

變項	低強度無遊戲	低強度有遊戲	t 值	P 值顯著性
前段運動中	53.39±5.58	52.14 ± 5.86	2.13	.034 * ↓
中段運動中	56.16±6.44	52.57±5.35	5.69	.000* ↓
後段運動中	54.37±5.63	54.53±4.89	-0.27	.786

表 8 六人放鬆波加總平均_高強有無遊戲測得分比較*p<.05 (M±SD)

變項	高強度無遊戲	高強度有遊戲	t 值	P 值顯著性
前段運動中	51.33 ± 6.38	55.60±5.69	-7.97	.000*
中段運動中	52.32±5.28	52.13±5.67	0.34	.734
後段運動中	54.52±5.43	54.93±4.57	-0.88	.380

最後以運動中三個區間，將六人專注波加總平均後做，成對樣本 t 檢定結果如(表 4-3 表 4-4，圈起處)，高強有遊戲_前段運動測得分數比較中 P 值<.05，到達顯著性。其他項目無顯著性。

4-2 運動引起的感覺量表遊戲介入運動之情緒變化

「運動引起的感覺量」分四個變項度是，「專注度」，「平靜放鬆」，「正面情緒」，「沉浸其中」，實驗過程中，因為有無介入遊戲的運動，所以將問卷區分為「前後測」如表 9，「低強度有無遊戲」如表 10，「高強度有無遊戲」如表 11。

如表 9 所示，前後測得分比較中，「專注度」與「沉浸其中」後側比前測有顯著提升($p.015 < .05$ ， $p.023 < .05$ ，圈起處)。

如表 10 所示，低強度有無遊戲測得分比較中，「正面情緒」低強度有遊戲比無有戲，有顯著提升($p.008 < .05$)。而「平靜放鬆」(a. 因為差異的標準誤為零，所以無法計算相關性和 t。)

如表 11 所示，高強度有無遊戲測得分比較中，「專注度」，「正面情緒」與「沉浸其中」變項中高強度有遊戲比無有戲，有顯著提升($p.024 < .05$ ， $p.010 < .05$ ， $p.011 < .05$ ，圈起處)。

表 9 運動引起的感覺量表_前後測得分比較 * $p < .05$ (M±SD)

變項	前測	後測	t 值	P 值顯著性
專注度	1.50±0.28	3.10±0.96	-8.04	.015 *
平靜放鬆	2.44±0.25	3.11±0.25	-2.61	.120
正面情緒	1.77±0.41	2.77±0.82	-3.92	.059
沉浸其中	1.61±0.19	3.05±0.19	-6.50	.023*

表 10 運動引起的感覺量表_低強度有無遊戲測得分比較*p<.05 (M±SD)

變項	低強度無遊戲	低強度有遊戲	t 值	P 值顯著性
專注度	2.22±0.69	3.22±0.34	-3.92	.059
平靜放鬆	2.16 ^a	2.88 ^a	/	/
正面情緒	2.33±0.33	2.94±0.25	-11.00	.008*
沉浸其中	2.50±0.28	3.27±0.25	-3.88	.060

(a. 因為差異的標準誤為零，所以無法計算相關性和 t。)

表 11 運動引起的感覺量表_高強度有無遊戲測得分比較*p<.05 (M±SD)

變項	高強度無遊戲	高強度有遊戲	t 值	P 值顯著性
專注度	2.27±0.41	3.5±0.96	-6.37	.024*
平靜放鬆	2.16±0.16	2.88±0.19	-3.60	.069
正面情緒	2.77±0.96	3.38±0.254	-10.00	.010*
沉浸其中	2.16±.00	3.55±0.25	-9.44	.011*

4-3 盤斯心情量表遊戲介入運動之情緒變化

「盤斯心情量表」分七個變項度是，「困惑」，「活力」，「疲勞」，「憤怒」，「自尊」，「緊張」，「沮喪」實驗過程中因為，有無介入遊戲的運動，所以將問卷區分為「前後測」如表 12，「低強度有無遊戲」如表 13，「高強度有無遊戲」如表 14，圈起處。

如表 12 所示，前後測得比較中，「困惑」與「憤怒」後側比前測負向情緒好轉(負向情緒分數越高分越差)所以後測分數往下，有到達顯著性($p.038 < .05$)。而「沮喪」(a. 因為差異的標準誤為零，所以無法計算相關性和 t。)

如表 13，所示，低強度有無遊戲測得分比較中，「活力」與「自尊」為正向情緒，變項中有遊戲比無有戲到達樣本檢定的顯著提升($p.007 < .05$ ， $p.036 < .05$ ，圈起處)。

如表 14 所示，高強度有無遊戲測得分比較中，「活力」與「自尊」為正向情緒，變項中有遊戲比無有戲到達樣本檢定的顯著提升($p.015 < .05$ ， $p.002 < .05$)。但「困惑」有遊戲比無有戲負向情緒好轉，有顯著性($p.003 < .05$)。「憤怒」負向情緒轉壞，分數向上，有到顯著性($p.025 < .05$ ，圈起處)。

表 12 盤斯心情量表_前後測得分比較 * $p < .05$ (M \pm SD)

變項	前測	後測	t 值	P 值顯著性
困惑	1.21 \pm 0.18	1.04 \pm 0.96	2.64	.038 * ↓
活力	3.16 \pm 0.19	3.42 \pm 0.23	-2.00	.091
疲勞	1.86 \pm 0.34	1.88 \pm 0.46	-0.12	.903
憤怒	1.16 \pm 0.14	1.00 \pm 0.00	2.73	.041* ↓
自尊	3.37 \pm 0.28	3.70 \pm 0.43	-1.12	.343
緊張	1.33 \pm 0.30	1.00 \pm 0.00	2.19	.116
沮喪	1.00 ^a	1.00 ^a	/	/

(a. 因為差異的標準誤為零，所以無法計算相關性和 t。)

表 13 盤斯心情量表_低強有無遊戲測得分比較 *p<.05 (M±SD)

變項	低強度無遊戲	低強度有遊戲	t 值	P 值顯著性
困惑	1.33±0.19	1.38± 0.18	-0.50	.631
活力	2.90±0.16	3.21±0.20	-4.04	.007*
疲勞	1.55±0.25	1.52±0.24	0.20	.849
憤怒	1.30±0.16	1.36±0.19	-0.50	.638
自尊	3.08±0.44	3.70±0.45	-3.63	.036*
緊張	1.12±0.15	1.20±0.20	-0.77	.495
沮喪	1.16±0.28	1.22±0.19	-0.37	.742

表 14 盤斯心情量表_高強度有無遊戲測得分比較 *p<.05 (M±SD)

變項	高強度無遊戲	高強度有遊戲	t 值	P 值顯著性
困惑	1.42±0.21	1.14±0.14	4.76	.003* ↓
活力	2.76±0.31	3.11±0.08	-3.38	.015*
疲勞	2.02±0.28	2.38±0.77	-1.18	.290
憤怒	1.38±0.17	1.66±0.00	3.16	.025* ↑
自尊	3.25±0.31	3.91±0.44	-9.79	.002*
緊張	1.08±0.09	1.08±0.16	0.00	1.00
沮喪	1.11±0.09	1.11±0.19	0.00	1.00

第五章 討論

5-1 高低強度運動中有無遊戲介入腦波情緒變化

以往受限於腦波儀器設備不方便性，對於運動中腦波之研究多是為「運動前」和「運動後」的比較(Crabbe & Dishman, 2004)。運動強度的高低其本身對於情緒所產生的刺激非常小，但運動過程中的刺激卻對於情緒的誘發，扮演了重要的角色(洪聰敏、龍喬夫 2010)。本研究因使用無線傳輸之腦波儀器設備，使得受測者較為方便活動，能記錄運動中腦波的變化，所以在運動中加入結合單車訓練台及遊戲社群軟體，讓運動中情緒產生直接的變化。多元性運動內容比單一運動內容，對運動情緒產生更大的變化。

本研究結果顯示，「六人_10段時間區間_專注波變化平均折線」的線條變化比「六人_10段時間區間_放鬆波變化平均折線」較為規律，所以將實驗過程中有分成「運動中」與「休息中」的腦波紀錄檔，而「運動中」腦波紀錄檔有四組資料和「休息中」的腦波紀錄檔，六組資料。「運動中，高低強度有遊戲專注波」比「運動中，高低強度無遊戲專注波」有上升的趨勢(如圖 19)。

提取的意義是為了呼應過去文獻談到沉浸狀態是一種處於全心投入、高專注且感到莫大愉悅感的一種狀態。(Ellis et al., 1994; Hoffman and Novak, 1996)，高低強度運動腦波分析所得之量化數值則進行成對樣本 t 檢定(Paired Sample t-test)。受測者專注波(Attention)與 放鬆波(Meditation)。每秒腦波值用 Excel 作圖可以了解一段時間內上下變動的腦波曲線，橫軸是實驗時間，縱軸是腦波值。這些所蒐集到的腦波值

受測者六人各自專注波，共十段時間區間，以運動中四個區間，每個區間再分三段，運動時前中後各 200 秒專注波進行成對樣本 t 檢定(Paired Sample t-test)。本研究結果顯示，受測者男性，高強度運動時前中後的專注波有到達統計分析，顯著性(雙尾) $p < .05$ ，

受測者女性，高強度運動時前中後的專注波有到達統計分析顯著性，較受測者男性低，最後將受測者六人各自專注波與放鬆波，以加總再平均後，進行成對樣本 t 檢定分析，結果，高強有無遊戲對比，達統計分析顯著性(雙尾) $p < .05$ 。

運動介入與前額腦波側化、情緒狀態之關係(洪聰敏、龍裔夫，2010，中華體育季刊)內談道，運動強度是否真的影響運動後的情緒反應?運動強度是操控的自變項，運動強度會對情緒產生影響，運動時的覺醒程度也是影響情緒的關鍵，就是對運動類型的喜愛度，運動過程的感受、運動強度與個人適能。對應前說，六人_10段時間區間_放鬆波變化平均折線(如圖 18)圖形較不規則。

5-2 自我感覺量表方面

本研究將個運動心理研究問卷分為兩種，運動引起的感覺量表共分四個向度，盤斯心情量表_共有七個分項。

運動引起的感覺量，發現實驗前測與實驗後測，得分比較中，「專注度」與「沉浸其中」後測比前測有顯著提升。與高強度有無遊戲測得分比較中，「專注度」，「正面情緒」與「沉浸其中」變項中高強度有遊戲比無有戲，有顯著提升。與急性健身運動相關的研究中有40篇急性運動，針對於運動前、運動中或運動後的健康成年人認知表現，結果也顯示運動後認知表現的正面影響（效果量= 0.20）(Lambourne & Tomporowski, 2010)

盤斯心情量表方面，高強度有無遊戲測得分比較中，「活力」與「自尊」為正向情緒，變項中有遊戲比無有戲到達樣本檢定的顯著提升。

第六章 結論與建議

6-1 結論

本研究為驗證坐式生活型態的健康上班族群為對象，在自行車騎乘互動遊戲，以腦波儀檢測上班族群騎乘實驗中的腦波情緒變化，當檢測實驗者腦波、心律後，輔以感覺量測的計量表，檢視實驗者在自行車騎乘時，運動高、低強度與感官知覺之間的關聯。騎乘自行車對於外部的「遊戲競合」的刺激，確實有效引起騎乘者的「專注」與「興致」，對於騎乘者的持續性具有相當之影響。

其結果經分析比較後，結論以下：

1. 探討自行車互動遊戲，高低強度運動後腦波所產生情緒變化。

本研究結果顯示，實驗內，十段時間區間專注波變化平均折線與十段時間區間放鬆波變化平均折線，較為規律，顯示運動中的刺激，加入互動遊戲提升情緒的變化。

2. 透過腦波分析，探討自行車互動遊戲介入運動後腦波專注度與放鬆度的變化。

高低強度運動中有互動遊戲介入後，專注波(Attention)有上升的趨勢。

高低強度運動中有互動遊戲介入後，放鬆波(Meditation)無顯著差異。

3. 透過運動引起的感覺量表，探討自行車互動遊戲介入運動之情緒變化。

透過運動引起的感覺量表，高強度有無遊戲測得分比較「專注度」，「正面情緒」與「沉浸其中」有顯著提升與腦波專注度試驗方向一致顯著性。

4. 透過盤斯心情量表，探討自行車互動遊戲介入運動之情緒變化。

透過盤斯心情量表，「活力」與「自尊」為正向情緒有向上顯著性。

5. 總和探討互動遊戲介入急性運動後的情緒刺激成效。

互動遊戲介入急性運動後，這些刺激提升個體覺醒程度，或是提升正面感受。

6-2 建議

本研究在探討在自行車騎乘互動遊戲的運動程度上與情緒的比較，具體建議如下：

(1). 本研究在進行腦波檢測時發現，專注波(Attention) 放鬆波(Meditation)的產生是念科技的 eSense 腦波專利演算的結果，無法得知 α 波或 β 波上升的細節，需要更深入腦波資料或其它腦波儀的研究。

- (2). 研究成果可以提供室內運動器材結合網際網路線上的競合模式在產品開發設計時的參考。讓室內運動器材使用有更多向性。

•

- (3). 多元性運動內容比單一運動內容，對運動情緒產生更大的變化。(如運動用腦波穿戴裝置產品的開發)。

(4). 運動中的情緒刺激除了能夠直接影響情緒的產生，運動項目的喜好會是情緒的誘發的因子，後研究者可加入運動項目喜好度，未來另一個值得探討的地方。

參考文獻

中文部分

1. 王順正 (1999b)。運動強度的判定 (自覺量表)。運動生理學週訊, 18 頁。
2. 林三永, “何謂腦波”, Scientific American, September, 14, 2012.
3. 林正常, 運動生理學, 台北: 師大書苑, 2005。
4. 林貴福, 運動生理學—體適能與運動表現的理論與應用, 臺北: 藝軒圖書, 2002。
5. 行政院衛生福利部國民健康署。(促進健進體能的方法2014)。
6. 季力康、張育凱、蔣憶德(2011)。中、低強度急性運動對坐式生活者情感反應之影響: 腦波之研究, 國立體育大學。
7. 洪聰敏、龍裔夫 (2010)。運動介入與前額腦波側化、情緒狀態之關係。中華體育季刊, 24卷第3期, 10頁
8. 張育愷、吳聰義(2011)。急性健身運動對認知功能的影響: 事件相關電位的文獻回顧。中華民國體育學會體育學報, 44(1), 1-28頁。
9. 張育愷、林珈余(2010)。身體活動對孩童認知表現的影響。中華體育季刊,
10. 黃上銘(2012)、以腦波為基礎之無線醫療輔助系統, 國立勤益科技大學, 資訊工程系研究所, 碩士論文, 2012年7月。15頁。。
11. 盧俊宏、卓國雄、陳龍宏著(2005): 健身運動心理學: 理論與概念。台北縣蘆洲市: 易利圖書有限公司。397頁。
12. 吳鑒鑫、黃超文(2001)。運動生理學。台北市: 亞太圖書。
13. 吳元熙, 數位時代2019。https://meet.bnnext.com.tw/articles/view/44733 2019/5/23。
14. 盧俊宏(1998)。從事體適能運動所帶來的106種利益。台灣省校體育, 8(5), 17-22頁。
15. Brainlink腦波儀, 由深圳市宏智力科技有限公司開發, 支援神念科技的eSense腦波

指標，一款非侵入性的腦電波設備。

英文部分

16. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. G. Berntson (Eds.), *Handbooks of psychophysiology*(2nd ed., pp. 27-52). New York, NY: Cambridge University.
17. Crabbe, J. B. & Dishman, R. K. (2004). Brain electrocortical activity during and after exercise A quantitative synthesis.
18. Crabbe, J. B., Smith, J. C., & Dishman, R. K, (2007). Emotional and electroencephalographic responses during affective picture viewing after exercise. *Physiology and Behavior, 90*, pp. 394-404.
19. Coull, J. T. “Neural correlates of attention and arousal: Insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology,” *Progress in Neurobiology* (55), 1998, pp. 343-361.
20. David, L. “Sustained attention and apical dendrite activity in recurrent circuits,” *Brain Res. Rev* (50), 2005, pp. 86-99.
21. Dayan, P., Kakade, S., Montague, P. R. “Learning and selective attention,” *Nat. Neurosci* (3), 2000, pp. 1218-1223.
22. Ellis, G. D., Voelkl J.E., and Morris, C. 1994. Measurement and analysis issues with explanation of variance in daily experience using the flow model *Journal of Leisure Research. 26*(4), pp. 337-356.
23. Eysenck, M. W., and Keane, M. T. *Cognitive Psychology: A Student's Handbook*. Lawrence Erlbaum Associates, East Sussex, UK, 1995.
24. Ekkekakis, P. (2001). A dose-response investigation of patterns and correlates of affective responses to acute exercise: The dual-mode hypothesis. *Dissertation Abstracts International Section A: Humanities & Social Sciences, 61*(10-A), pp. 3938.
25. Fumoto, M., Oshima, T., Kamiya, K., Kikuchi, H., Seki, Y., Nakatani, Y., Yu, X., Sekiyama, T., Sato-Suzuki, I., & Arita, H. (2010). Ventral prefrontal cortex and serotonergic system activation during pedaling exercise induces negative mood improvement and increased alpha band in EEG. *Behavioural Brain Research, 213*, 1-9.
26. Gauvin, L. & Rejeski, W. J. (1993). The exercise-induced feeling inventory: Development and initial validation. *Journal of Sport & Exercise Psychology. 15*, pp. 403-423.

27. Hall, E. E., Ekkekakis, P., Van Landuyt, L. M., & Petruzzello, S. J. (2000). Resting frontal asymmetry predicts self-selected walking speed but not affective responses to a short walk. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(1), pp. 74-79.
28. Hoffman, D.L., Novak, T.P., and Peralta, M. 1999. Building Consumer Trust Online Commun. *ACM*,42 (4), pp. 80-85.
29. Kirkcaldy, B. C., & Shephard, R. J. (1990). Therapeutic implications of exercise. *International Journal of Sport Psychology*, 21, pp. 165-184.
30. Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain research*, 1341, pp. 12-24.
31. Landers, D.M., & Petruzzello, S. J. (1994). Physical activity, fitness, and anxiety. In C. Bouchard, R. J. Shephard, & T. Stevens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health* (pp. 868-882). Champaign, IL: Human Kinetics.
32. McAuley, E. (1994). Physical activity and psychosocial outcomes. In C. Bouchard, R. J. Shephard, & T. Stephens (Eds.), *Physical activity fitness health: International proceedings and consensus statement* (pp. 551-568). Champaign, IL: Human Kinetics.
33. Moran, A. "Attention and Concentration Training in Sport," *Encyclopedia of Applied Psychology*, 2004, pp. 209-214.
34. Morgan, W.P. (1985). Affective beneficence of vigorous physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, pp. 94-100.
35. Niedermeyer, E. (2005). The normal EEG of the waking adult. In E. Niedermeyer & F. L. da Silva (Eds.), *Electroencephalography* (5th ed., pp. 167-192). Philadelphia, PA
36. Ojanen, M. (1994). Can the true effects of exercise on psychological variables be separated from placebo effects? *International Journal of Sport Psychology*, 25, pp. 63-80.
37. Petruzzello, S. J., Landers, D. M., Hatfield, B. D., Kubitz, K. A., & Salazar, W. (1991). A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. *Sports Medicine*, 11, pp. 143-182.
38. Rebolledo-Mendez, G., Dunwell, I., Martínez-Mirón, E.A., Vargas-Cerdán, M., De Freitas, S., Liarokapis, F., & García-Gaona, A. R. (2009). Assessing neurosky's usability to detect attention levels in an assessment exercise. *Human-Computer Interaction New Trends*, 5610, pp. 149-158.
39. Schneider, S., Askew, C. D., Diehl, J., Mierau, A., Kleinert, J., Abel, T., Carnahan, H., & Strüder, H. K. (2009). EEG activity and mood in health orientated runners after different exercise intensities. *Physiology and Behavior*, 96, pp. 709-716.
40. Sohlberg, M. M., and Mateer, C. A. "Effectiveness of an attention training program,"

Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology (9), 1987, pp. 117-130.

附錄一

受試者同意書

編號：_____

本問卷資料僅供論文研究與分析，請您本身的看法與事實回答即可。感謝您百忙之中給予協助，致上最深的謝意!

研究生:許仁勇

指導教授:郭炳宏

東海大學工業設計學系在職專班

本問卷資料僅供論文研究與分析，請您本身的看法與事實回答即

個人資料

姓名:_____性別:_____出生日期:西元_____年____月____日

聯絡資料:手機:_____登記受測日期:西元_____年____月____日

e-mail:_____

身高:_____公分體重:_____公斤 吸菸習慣:無 有_____根/天

疾病史:可複選(敬請詳實回答以免因實驗造成不良影響)

無 2 個月內腰部以下(腰、臀、下肢肌肉或關節)有運動傷害或受傷

心血管疾病(心臟病、高血壓等) 糖尿病 癲癇 精神疾病

氣喘 其他呼吸道過敏問_____

其他_____

有無規律運動(規律運動定義為每週 3 次運動以上，運動時間 30 分鐘以上，每次身體活動強度為中等程度以上。)

無規律運動有規律運動

其他_____

附錄二

盤斯心情量表

(Profile of Mood State, POMS)

敬愛的參與者您好：以下37 個形容詞人感覺，請您仔細查看每一個形容詞， 然後圈選一個可以代表您目前心理感覺最適當的數字。謝謝您的用心與忠實填答。

	一點也不	有一點	差不多	常常是	幾乎是		一點也不	有一點	差不多	常常是	幾乎是
01. 不好意思的 (害羞)	0	1	2	3	4	21. 有精神的	0	1	2	3	4
02. 緊張的	0	1	2	3	4	22. 神經緊張	0	1	2	3	4
03. 生氣	0	1	2	3	4	23. 困惑的	0	1	2	3	4
04. 疲倦的	0	1	2	3	4	24. 很累的	0	1	2	3	4
05. 有活力的	0	1	2	3	4	25. 不爽快的	0	1	2	3	4
06. 迷惑的	0	1	2	3	4	26. 不確定的	0	1	2	3	4
07. 沒精打彩的	0	1	2	3	4	27. 一點力氣 也沒	0	1	2	3	4
08. 氣惱的	0	1	2	3	4	28. 狂怒的	0	1	2	3	4
09. 悲傷的	0	1	2	3	4	29. 不知如何 是好的	0	1	2	3	4
10. 很有精神的	0	1	2	3	4	30. 精神飽滿的	0	1	2	3	4
11. 害怕的	0	1	2	3	4	31. 有能力的	0	1	2	3	4
12. 壞脾氣的	0	1	2	3	4	32. 心神不寧的	0	1	2	3	4
13. 充滿生命力的	0	1	2	3	4	33. 有元氣的	0	1	2	3	4
14. 沒有希望的	0	1	2	3	4	34. 放心不下的	0	1	2	3	4
15. 有尊嚴的	0	1	2	3	4	35. 自己是有 價值的	0	1	2	3	4
16. 一無是處的	0	1	2	3	4	36. 焦灼的	0	1	2	3	4
17. 疲憊的	0	1	2	3	4	37. 滿意自己的	0	1	2	3	4
18. 有體力的	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4
19. 累極了的	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4
20. 憤慨的	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4

附錄三

運動引起的感覺量表

(Exercise - Induced Feeling Inventory, EFI)

敬愛的參與者您好: 請您依照現在情境中的實際感覺, 圈選下列各題所代表情緒的 感覺程度。感謝您的用心與忠實填答。

	沒有感覺	感覺輕度	感覺中度	感覺強烈	感覺非常強
1. 感到融入其中	0	1	2	3	4
2. 感到冷靜的	0	1	2	3	4
3. 感到有趣的	0	1	2	3	4
4. 狂熱的	0	1	2	3	4
5. 放鬆的	0	1	2	3	4
6. 感到忽略了時間	0	1	2	3	4
7. 快樂的	0	1	2	3	4
8. 感到舒適的	0	1	2	3	4
9. 感到專注的	0	1	2	3	4
10. 平和的	0	1	2	3	4
11. 印象深刻的	0	1	2	3	4
12. 樂觀的	0	1	2	3	4

測量日前： 年 月 日 受測姓名：

附錄四

實驗數據

受測者-六人加總平均數據_運動引起感覺量表

變數 受測者	前測問卷	低強度無遊 戲問卷	低強度有遊 戲問卷	高強度無遊 戲問卷	高強度有遊 戲問卷	後測問卷
cm01_1 題	1.00	3.00	5.00	4.00	5.00	5.00
cm01_2 題	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
cm01_3 題	1.00	3.00	4.00	3.00	5.00	5.00
cm01_4 題	2.00	3.00	4.00	3.00	5.00	3.00
cm01_5 題	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
cm01_6 題	2.00	3.00	5.00	3.00	5.00	5.00
cm01_7 題	2.00	3.00	4.00	3.00	5.00	4.00
cm01_8 題	2.00	3.00	5.00	3.00	5.00	4.00
cm01_9 題	2.00	5.00	4.00	3.00	5.00	4.00
cm01_10 題	2.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00
cm01_11 題	2.00	4.00	4.00	3.00	5.00	4.00
cm01_12 題	2.00	4.00	4.00	3.00	5.00	4.00
hm03_1 題	1.00	3.00	4.00	3.00	5.00	4.00
hm03_2 題	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
hm03_3 題	1.00	4.00	5.00	3.00	5.00	3.00
hm03_4 題	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	1.00
hm03_5 題	3.00	1.00	3.00	3.00	5.00	3.00
hm03_6 題	3.00	1.00	1.00	2.00	5.00	3.00
hm03_7 題	3.00	4.00	5.00	3.00	5.00	4.00
hm03_8 題	3.00	4.00	4.00	3.00	5.00	3.00
hm03_9 題	3.00	4.00	4.00	3.00	5.00	3.00
hm03_10 題	3.00	4.00	4.00	3.00	5.00	3.00
hm03_11 題	2.00	4.00	5.00	3.00	5.00	4.00
hm03_12 題	3.00	4.00	4.00	3.00	5.00	4.00
hm04_1 題	1.00	1.00	2.00	1.00	3.00	2.00
hm04_2 題	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00
hm04_3 題	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00	2.00
hm04_4 題	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	1.00
hm04_5 題	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	3.00

hm04_6 題	1.00	2.00	3.00	1.00	3.00	3.00
hm04_7 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
hm04_8 題	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00
hm04_9 題	1.00	1.00	3.00	2.00	3.00	2.00
hm04_10 題	3.00	1.00	2.00	1.00	1.00	3.00
hm04_11 題	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00
hm04_12 題	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00
變數 受測者	前測問卷	低強度無遊 戲問卷	低強度有遊 戲問卷	高強度無遊 戲問卷	高強度有遊 戲問卷	後測問卷
lm05_1 題	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
lm05_2 題	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00
lm05_3 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lm05_4 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lm05_5 題	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
lm05_6 題	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
lm05_7 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
lm05_8 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
lm05_9 題	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00
lm05_10 題	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lm05_11 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lm05_12 題	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
lw01_1 題	2.00	2.00	5.00	3.00	4.00	5.00
lw01_2 題	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	5.00
lw01_3 題	2.00	3.00	5.00	2.00	5.00	5.00
lw01_4 題	1.00	3.00	4.00	2.00	5.00	4.00
lw01_5 題	2.00	3.00	1.00	1.00	4.00	5.00
lw01_6 題	1.00	2.00	5.00	1.00	5.00	5.00
lw01_7 題	1.00	3.00	4.00	2.00	5.00	5.00
lw01_8 題	2.00	2.00	3.00	1.00	5.00	4.00
lw01_9 題	1.00	4.00	5.00	3.00	5.00	5.00
lw01_10 題	2.00	3.00	3.00	1.00	5.00	4.00
lw01_11 題	1.00	4.00	5.00	1.00	5.00	5.00
lw01_12 題	1.00	3.00	5.00	1.00	5.00	5.00
ww02_1 題	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00
ww02_2 題	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00
ww02_3 題	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00

ww02_4 題	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00
ww02_5 題	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ww02_6 題	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ww02_7 題	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ww02_8 題	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ww02_9 題	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ww02_10 題	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ww02_11 題	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00
ww02_12 題	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00

實驗數據-受測者-六人加總平均數據_盤斯心情量表

變數 受測者	變數						變數 受測者	變數					
	前測 問卷	低強 度無 遊 戲 問卷	低強 度有 遊 戲 問卷	高強 度無 遊 戲 問卷	高強 度有 遊 戲 問卷	後測 問卷		前測 問卷	低強 度無 遊 戲 問卷	低強 度有 遊 戲 問卷	高強 度無 遊 戲 問卷	高強 度有 遊 戲 問卷	後測 問卷
cm01_1 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_1 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_2 題	3.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	hm03_2 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_3 題	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	hm03_3 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_4 題	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_4 題	2.00	2.00	2.00	3.00	5.00	3.00
cm01_5 題	5.00	5.00	5.00	2.00	5.00	5.00	hm03_5 題	4.00	4.00	2.00	3.00	1.00	3.00
cm01_6 題	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	hm03_6 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
cm01_7 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_7 題	3.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00
cm01_8 題	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_8 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
cm01_9 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_9 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
cm01_10 題	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	hm03_10 題	4.00	4.00	4.00	3.00	1.00	3.00
cm01_11 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_11 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_12 題	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	hm03_12 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_13 題	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	hm03_13 題	4.00	4.00	4.00	3.00	2.00	4.00
cm01_14 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_14 題	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00
cm01_15 題	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	hm03_15 題	4.00	4.00	4.00	3.00	5.00	4.00
cm01_16 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_16 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_17 題	3.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	hm03_17 題	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00	3.00
cm01_18 題	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	hm03_18 題	4.00	4.00	4.00	3.00	1.00	3.00

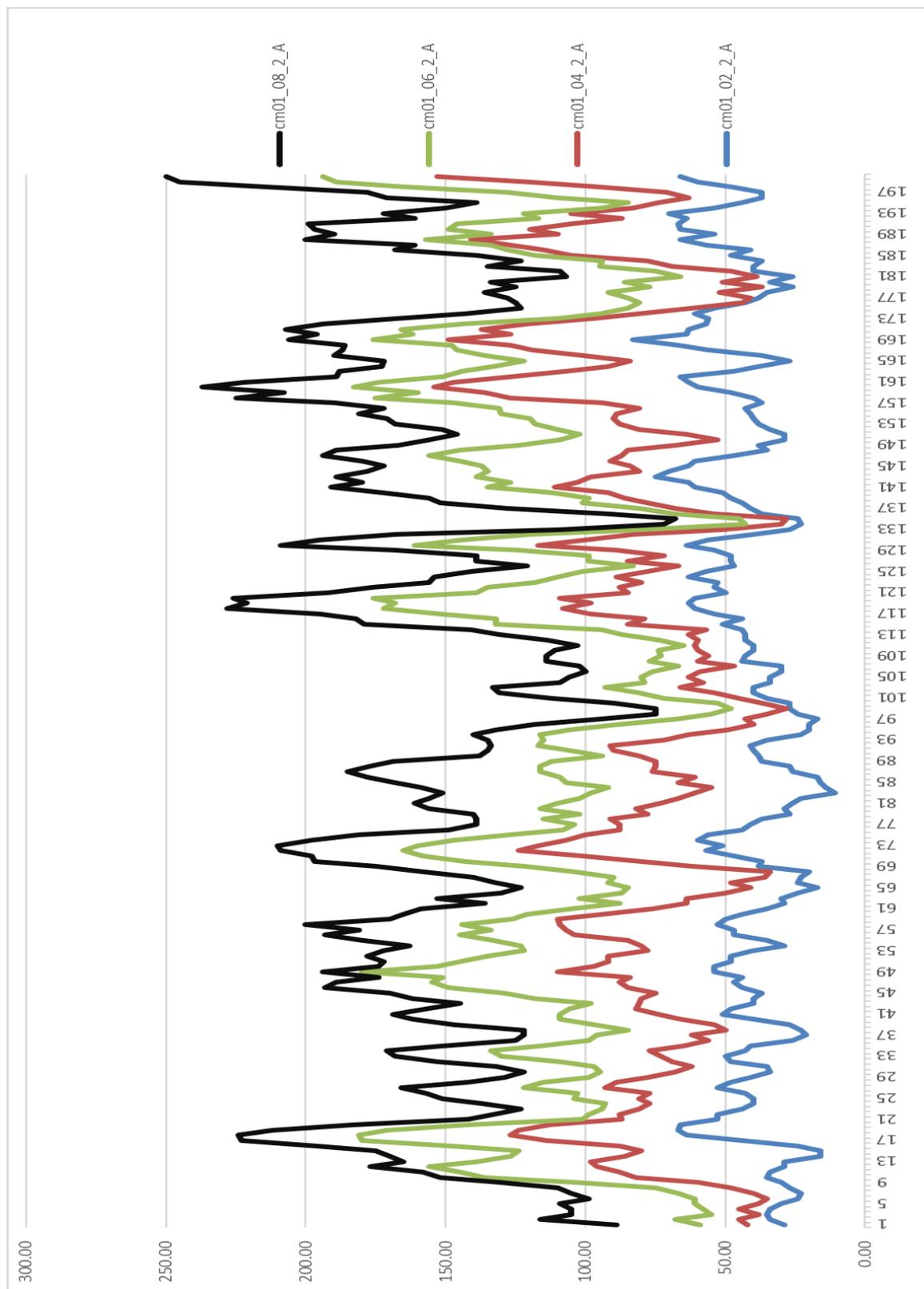
cm01_19 題	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	hm03_19 題	1.00	1.00	1.00	2.00	5.00	3.00
cm01_20 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	hm03_20 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_21 題	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	hm03_21 題	4.00	4.00	3.00	3.00	1.00	3.00
cm01_22 題	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_22 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_23 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_23 題	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00
cm01_24 題	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	hm03_24 題	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00	3.00
cm01_25 題	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	hm03_25 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_26 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	hm03_26 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_27 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_27 題	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00	3.00
cm01_28 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_28 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_29 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_29 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_30 題	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	hm03_30 題	4.00	4.00	4.00	3.00	2.00	3.00
cm01_31 題	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	hm03_31 題	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
cm01_32 題	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_32 題	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	1.00
cm01_33 題	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	hm03_33 題	4.00	4.00	4.00	3.00	2.00	3.00
cm01_34 題	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	hm03_34 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_35 題	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	hm03_35 題	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00
cm01_36 題	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	hm03_36 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
cm01_37 題	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	hm03_37 題	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00
變數 受測者	前測 問卷	低強 度無 遊 戲 問 卷	低強 度有 遊 戲 問 卷	高強 度無 遊 戲 問 卷	高強 度有 遊 戲 問 卷	後測 問卷	變數 受測者	前測 問卷	低強 度無 遊 戲 問 卷	低強 度有 遊 戲 問 卷	高強 度無 遊 戲 問 卷	高強 度有 遊 戲 問 卷	後測 問卷
hm04_1 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_1 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
hm04_2 題	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	lm05_2 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
hm04_3 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_3 題	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
hm04_4 題	3.00	3.00	1.00	4.00	4.00	3.00	lm05_4 題	4.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00
hm04_5 題	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	lm05_5 題	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	2.00
hm04_6 題	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	lm05_6 題	1.00	1.00	2.00	3.00	2.00	1.00
hm04_7 題	2.00	3.00	1.00	2.00	1.00	1.00	lm05_7 題	4.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
hm04_8 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_8 題	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
hm04_9 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_9 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
hm04_10 題	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	lm05_10 題	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00
hm04_11 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_11 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
hm04_12 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_12 題	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
hm04_13 題	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	lm05_13 題	5.00	4.00	2.00	3.00	2.00	2.00

hm04_14 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	lm05_14 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
hm04_15 題	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00	2.00	lm05_15 題	5.00	1.00	1.00	3.00	2.00	2.00
hm04_16 題	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_16 題	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00
hm04_17 題	2.00	3.00	2.00	4.00	5.00	3.00	lm05_17 題	4.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
hm04_18 題	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	lm05_18 題	5.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00
hm04_19 題	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00	2.00	lm05_19 題	5.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00
hm04_20 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_20 題	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00
hm04_21 題	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	lm05_21 題	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
hm04_22 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	lm05_22 題	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
hm04_23 題	2.00	3.00	1.00	2.00	2.00	1.00	lm05_23 題	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
hm04_24 題	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	2.00	lm05_24 題	4.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00
hm04_25 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_25 題	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
hm04_26 題	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	lm05_26 題	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00
hm04_27 題	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	1.00	lm05_27 題	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00
hm04_28 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_28 題	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00
hm04_29 題	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	lm05_29 題	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
hm04_30 題	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	lm05_30 題	4.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00
hm04_31 題	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	lm05_31 題	5.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
hm04_32 題	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	lm05_32 題	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
hm04_33 題	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	lm05_33 題	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00
hm04_34 題	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	lm05_34 題	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
hm04_35 題	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	2.00	lm05_35 題	5.00	3.00	5.00	5.00	4.00	5.00
hm04_36 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	lm05_36 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
hm04_37 題	1.00	1.00	2.00	1.00	3.00	2.00	lm05_37 題	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00
變數 受測者	前測 問卷	低強 度無 遊戲 問卷	低強 度有 遊戲 問卷	高強 度無 遊戲 問卷	高強 度有 遊戲 問卷	後測 問卷	變數 受測者	前測 問卷	低強 度無 遊戲 問卷	低強 度有 遊戲 問卷	高強 度無 遊戲 問卷	高強 度有 遊戲 問卷	後測 問卷
lw01_1 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ww02_1 題	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_2 題	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	ww02_2 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_3 題	1.00	2.00	1.00	3.00	1.00	1.00	ww02_3 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_4 題	1.00	2.00	1.00	3.00	1.00	5.00	ww02_4 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_5 題	2.00	3.00	5.00	2.00	5.00	5.00	ww02_5 題	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00
lw01_6 題	3.00	1.00	3.00	1.00	1.00	2.00	ww02_6 題	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_7 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	ww02_7 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_8 題	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	ww02_8 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

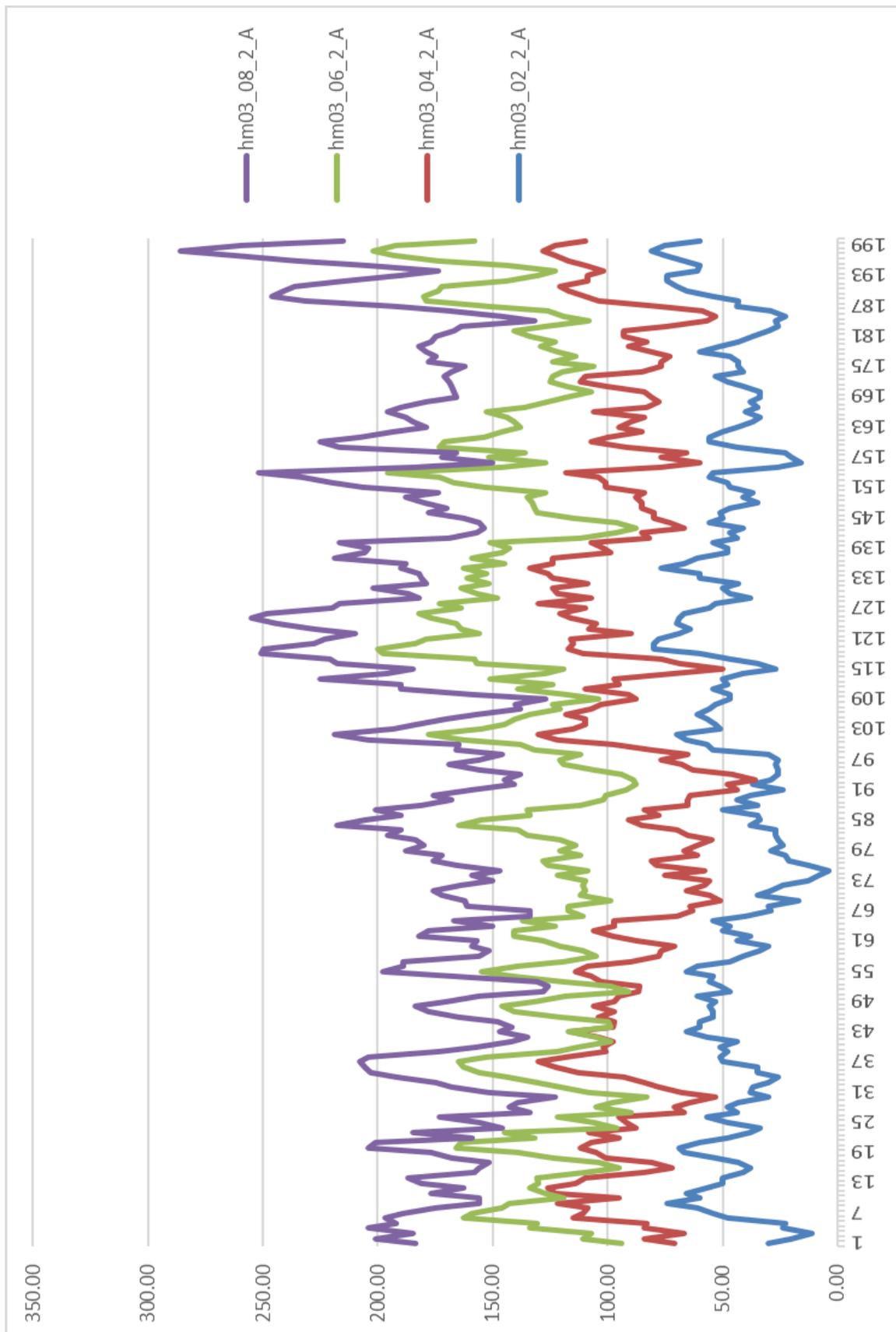
lw01_9 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ww02_9 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_10 題	3.00	3.00	5.00	3.00	5.00	5.00	ww02_10 題	3.00	2.00	3.00	4.00	4.00	4.00
lw01_11 題	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	ww02_11 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_12 題	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	ww02_12 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_13 題	2.00	2.00	5.00	3.00	4.00	5.00	ww02_13 題	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00
lw01_14 題	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	ww02_14 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_15 題	1.00	1.00	5.00	3.00	5.00	4.00	ww02_15 題	5.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00
lw01_16 題	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ww02_16 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_17 題	1.00	2.00	2.00	1.00	5.00	4.00	ww02_17 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_18 題	2.00	2.00	3.00	2.00	5.00	5.00	ww02_18 題	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00
lw01_19 題	1.00	2.00	4.00	2.00	5.00	4.00	ww02_19 題	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00
lw01_20 題	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	ww02_20 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_21 題	2.00	2.00	5.00	1.00	5.00	5.00	ww02_21 題	5.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00
lw01_22 題	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	ww02_22 題	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_23 題	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	ww02_23 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_24 題	1.00	1.00	3.00	2.00	5.00	4.00	ww02_24 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_25 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ww02_25 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_26 題	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	ww02_26 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_27 題	1.00	1.00	1.00	2.00	4.00	4.00	ww02_27 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_28 題	1.00	1.00	4.00	2.00	2.00	1.00	ww02_28 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_29 題	1.00	1.00	3.00	2.00	1.00	1.00	ww02_29 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_30 題	3.00	3.00	4.00	2.00	5.00	4.00	ww02_30 題	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00
lw01_31 題	2.00	2.00	4.00	3.00	5.00	5.00	ww02_31 題	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00
lw01_32 題	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	ww02_32 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_33 題	1.00	3.00	4.00	3.00	5.00	5.00	ww02_33 題	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00
lw01_34 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	ww02_34 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_35 題	3.00	3.00	5.00	3.00	5.00	5.00	ww02_35 題	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00
lw01_36 題	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	ww02_36 題	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
lw01_37 題	1.00	3.00	5.00	3.00	5.00	5.00	ww02_37 題	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

實驗數據-受測者-六人運動中_專注腦波圖

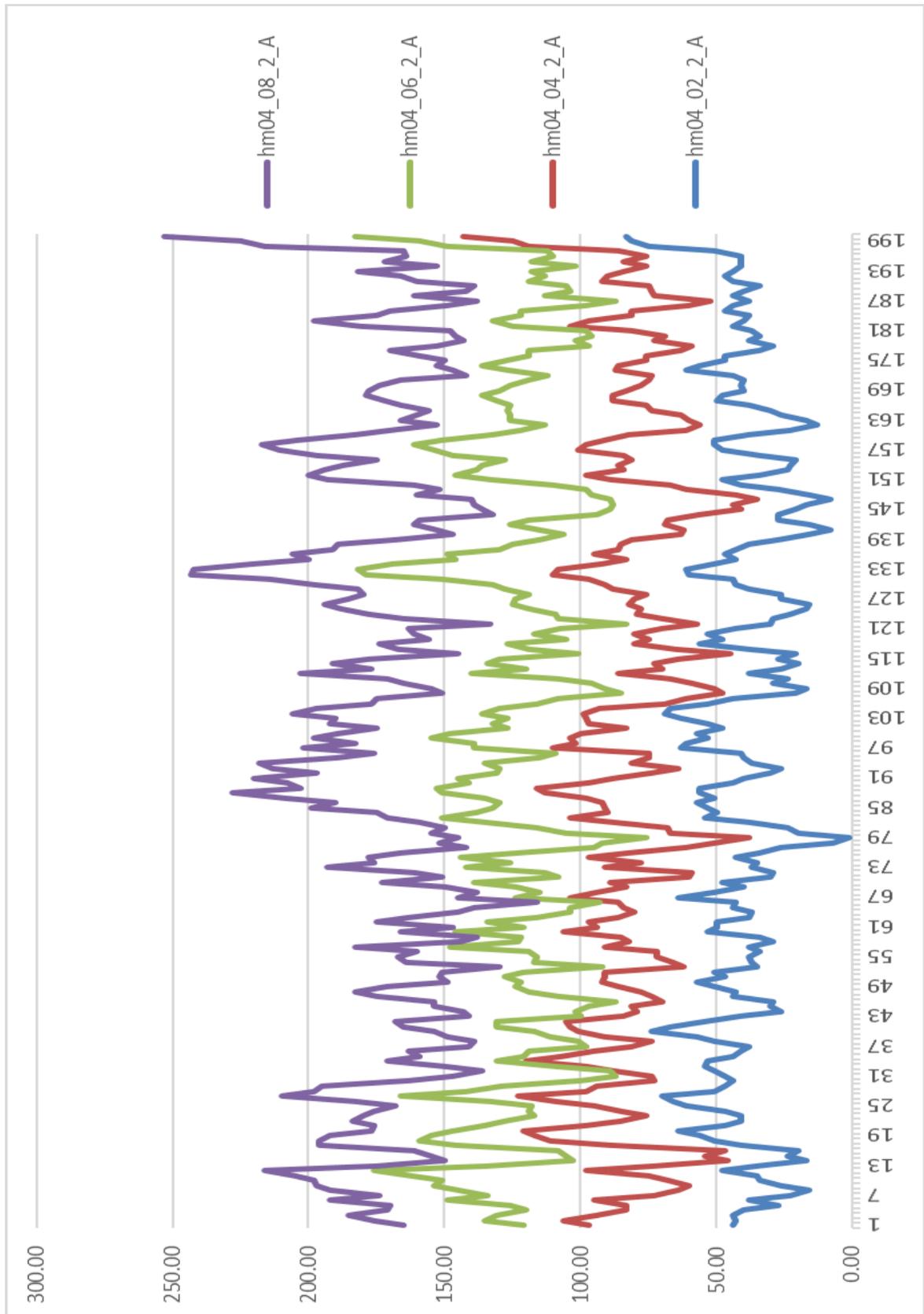
cm01受測者



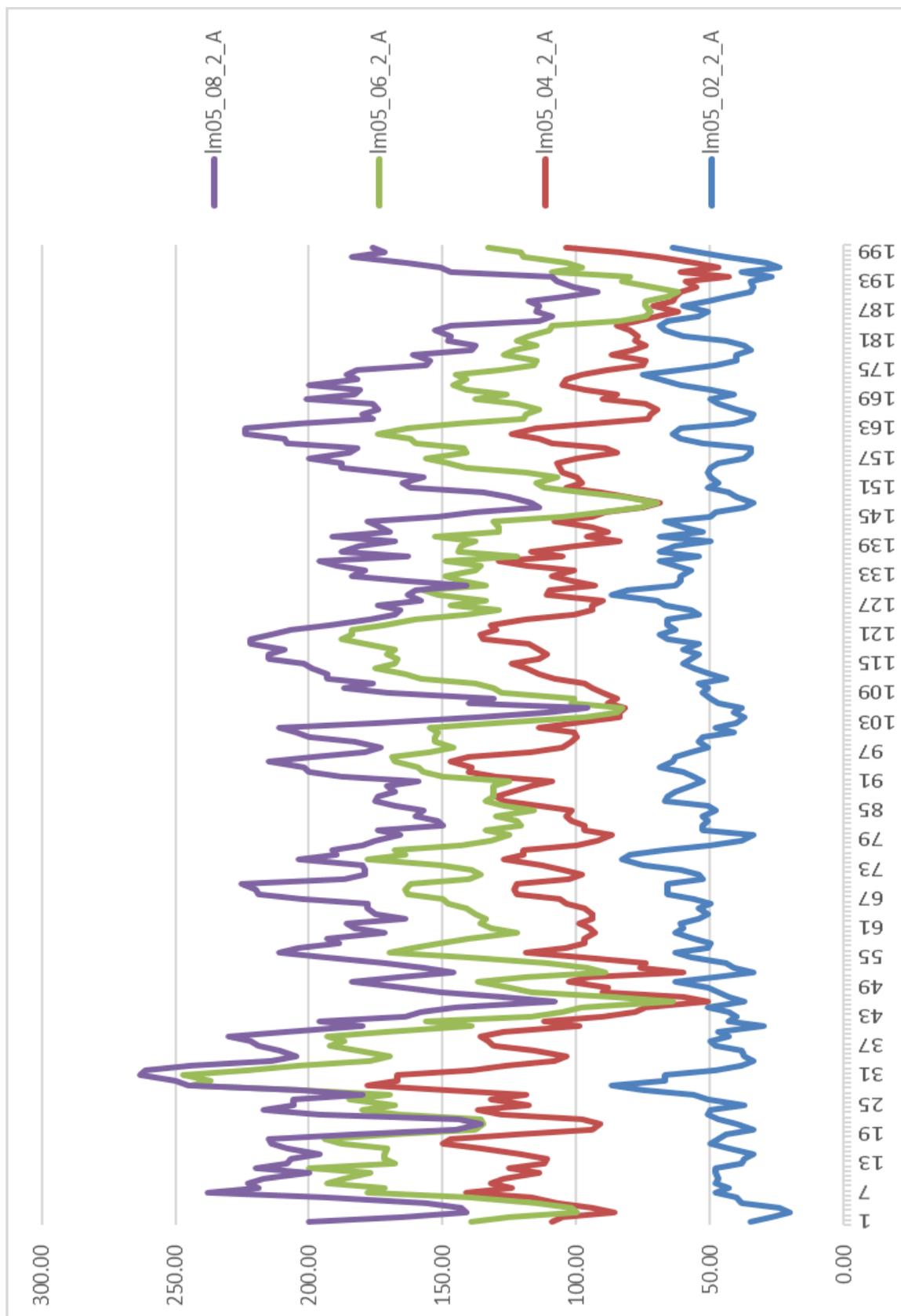
hm03受測者



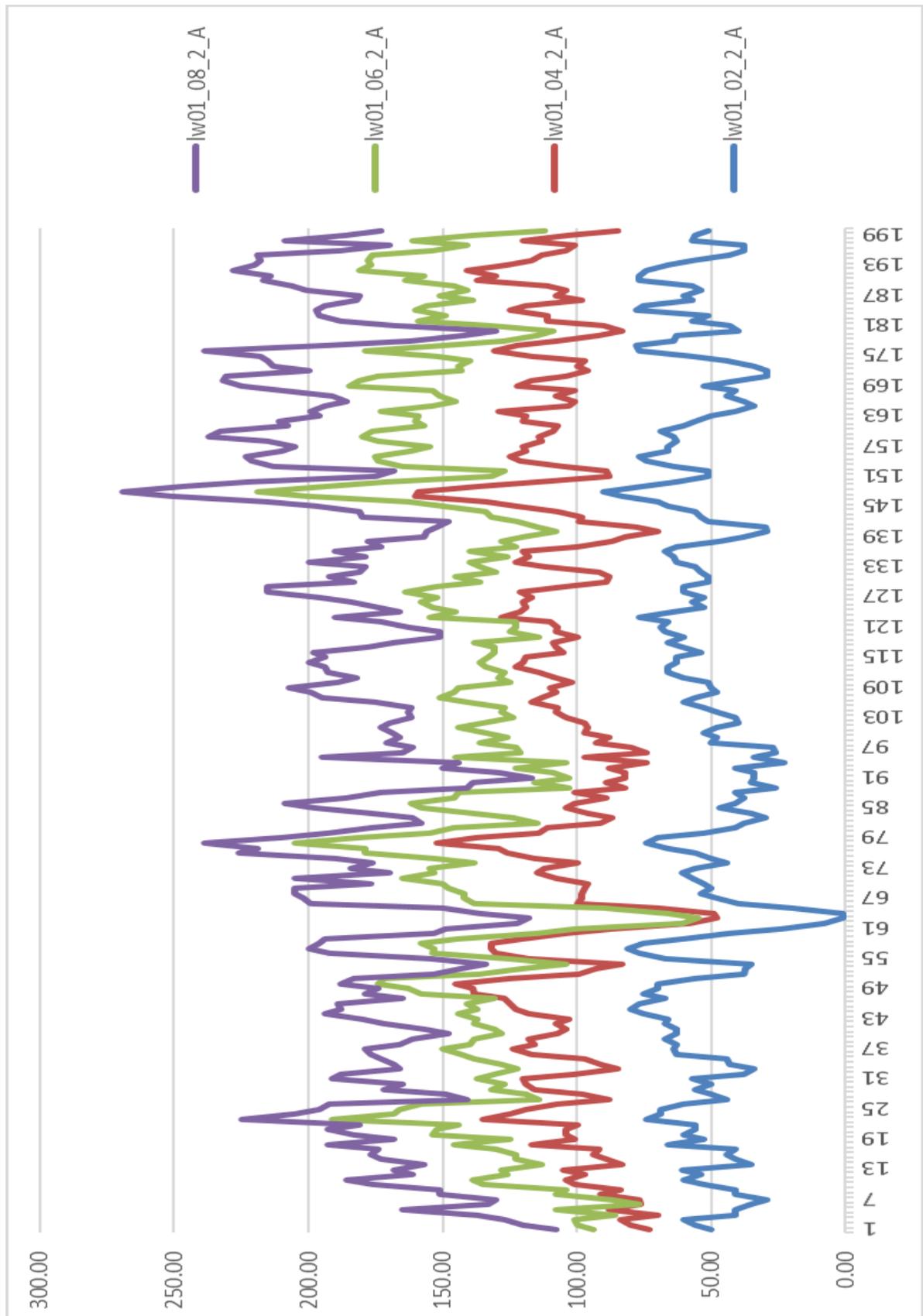
Hm04受測者



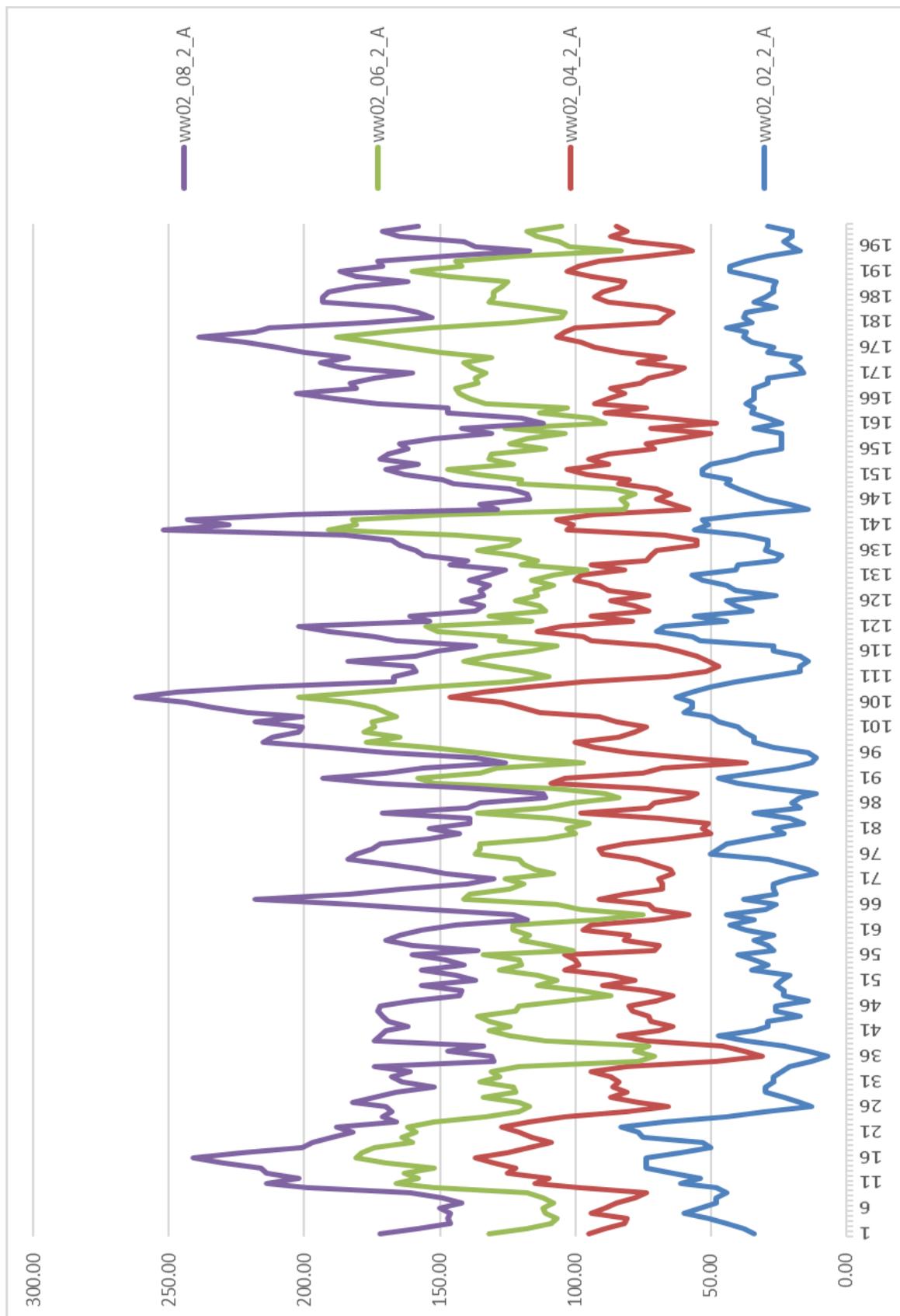
hm05受測者



lw01受測者



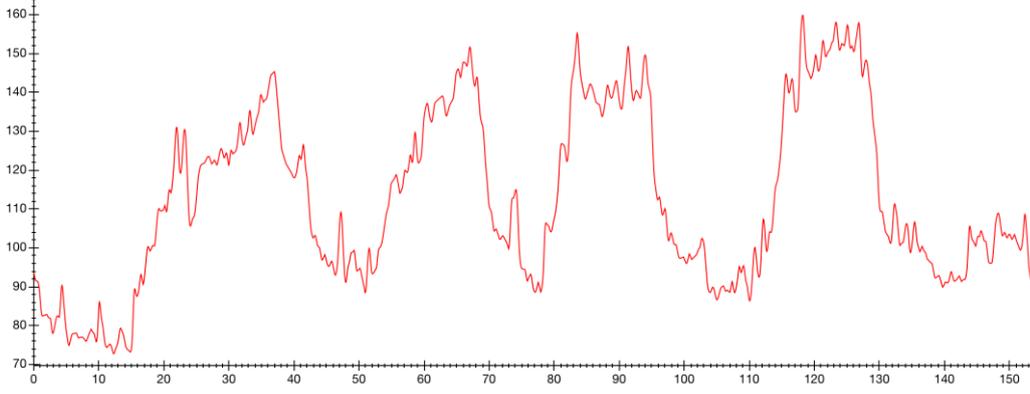
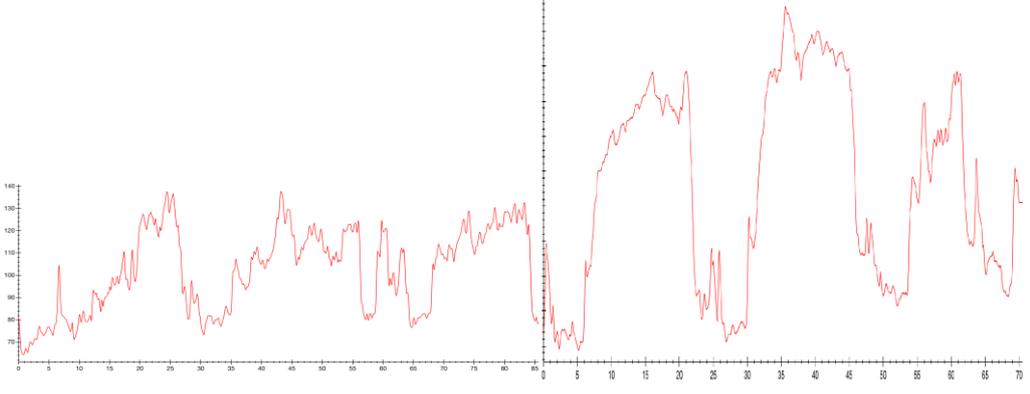
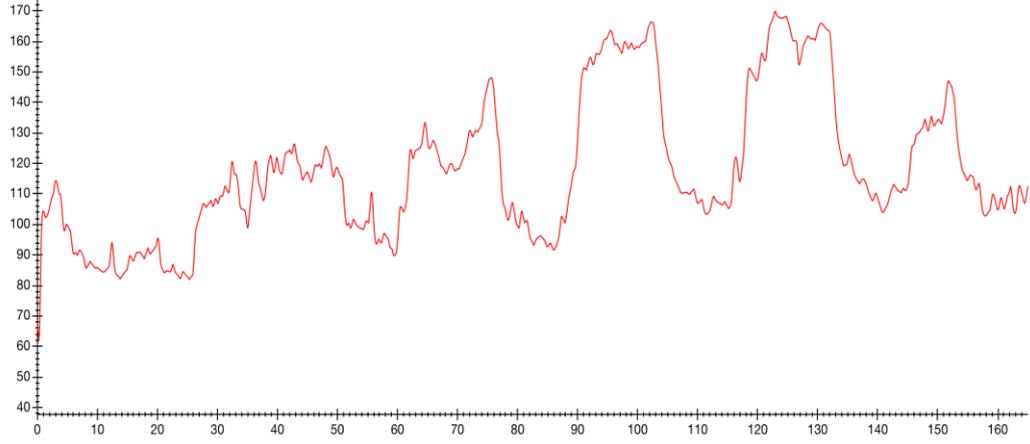
ww02受測者



實驗數據-受測者-心律-1

受測者	實驗全程心律
cm01	<p>The graph for subject cm01 shows heart rate (bpm) on the y-axis (80-160) and time (min) on the x-axis (0-130). The heart rate starts around 80 bpm, rises to a peak of approximately 150 bpm at 35 minutes, then fluctuates between 100 and 150 bpm until 130 minutes.</p>
hm03	<p>The graph for subject hm03 shows heart rate (bpm) on the y-axis (80-170) and time (min) on the x-axis (0-120). The heart rate starts around 80 bpm, rises to a peak of approximately 160 bpm at 80 minutes, then fluctuates between 100 and 160 bpm until 120 minutes.</p>
hm04	<p>The graph for subject hm04 shows heart rate (bpm) on the y-axis (80-150) and time (min) on the x-axis (0-100). The heart rate starts around 80 bpm, rises to a peak of approximately 150 bpm at 65 minutes, then fluctuates between 100 and 150 bpm until 100 minutes.</p>

實驗數據-受測者-心律-2

受測者	實驗全程心律
lm05	 <p>The graph for subject lm05 shows heart rate (bpm) on the y-axis (70-160) and time (min) on the x-axis (0-150). The heart rate starts at approximately 85 bpm, fluctuates between 75 and 100 bpm until 20 minutes, then rises to a peak of about 145 bpm at 40 minutes. It then drops to around 90 bpm at 50 minutes, rises again to 155 bpm at 85 minutes, drops to 95 bpm at 110 minutes, and reaches a final peak of 160 bpm at 125 minutes before declining to 100 bpm by 150 minutes.</p>
lw01	 <p>The graph for subject lw01 shows heart rate (bpm) on the y-axis (70-160) and time (min) on the x-axis (0-70). The heart rate starts at 70 bpm, rises to 100 bpm at 10 minutes, 130 bpm at 25 minutes, and 140 bpm at 40 minutes. It drops to 80 bpm at 50 minutes, rises to 130 bpm at 60 minutes, and then to a peak of 160 bpm at 35 minutes of the second segment. It drops to 80 bpm at 50 minutes of the second segment, rises to 140 bpm at 60 minutes, and ends at 100 bpm at 70 minutes.</p>
ww02	 <p>The graph for subject ww02 shows heart rate (bpm) on the y-axis (40-170) and time (min) on the x-axis (0-160). The heart rate starts at 100 bpm, drops to 80 bpm at 10 minutes, rises to 110 bpm at 20 minutes, and 120 bpm at 30 minutes. It drops to 90 bpm at 40 minutes, rises to 140 bpm at 50 minutes, and 150 bpm at 60 minutes. It drops to 90 bpm at 70 minutes, rises to 160 bpm at 80 minutes, and 170 bpm at 90 minutes. It drops to 100 bpm at 100 minutes, rises to 160 bpm at 110 minutes, and 170 bpm at 120 minutes. It drops to 100 bpm at 130 minutes, rises to 140 bpm at 140 minutes, and ends at 100 bpm at 160 minutes.</p>

附錄五

口試委員意見與修正紀錄表

口試委員	建議		論文修正
羅際鉉 副教授	A1	緒論內文不要出現結論	已於緒論中做修正
	A2	腦波與運動介入後情緒變化的文獻須補強	已於 3-3-1 中加上
	A3	論文格式需依 APA 格式調整	已於全文中做修正
	A4	研究架構名稱需調整，實驗流程圖要在說明清楚，	已於緒論中加上
	A5	低強度運動與高強度運動界定的緣由	已於 2-3-2 中加上
	A6	腦波儀轉出之專注波與放鬆波原始程式是如何？腦波儀校正程式？	已於 3-3-1 中加上
	A7	受測者女生信度方面？	已於 5-2 中加上
	A8	章節數須符合格式	已於全文中做修正
	A9	盤斯心情量表問卷內文時間文字需調整	已於量表中做修正
李傳房 教授	B1	腦電圖說明須更清楚	已於 3-5 中加上
	B2	Brainlink 腦波儀相關文獻須補強	已於 3-2 中做修正
	B3	eSense 腦波參數與基礎腦波的關聯性	已於 3-3-2 中做修正
	B4	實驗流程圖要更清楚說明細節	已於 3-5 中加上
	B5	實驗運動強度的心跳圖須補上	已於附錄四中加上
	B6	腦波資料應用區間要說明清楚	已於 3-3-2 中加上
蕭世文 教授	C1	緒論內在加上研究背景	已於緒論中加上
	C2	論文格式需依章來排滿版面	已於全文中做修正
	C3	研究目的論文為 4 項，報告 5 項需補上	已於研究目的中加上
	C4	論文內無研究限制，報告有需補上	已於緒論中加上
	C5	研究架構名稱需調整，改為論文架構	已於緒論中加上
	C6	表與圖之”一-1”需修改為 1-1	已於全文中做修正
	C7	心跳方程式用數學式方式呈現	已於 2-3-1 中加上
	C8	參考文獻依 APA 格式調整	已於全文中做修正
	C9	腦波可以傅立葉或高斯濾波做轉換	已於 2-2-2 中加上
郭炳宏 教授	D1	研究結果再加上時間序列來說明	已於 3-5 中加上
	D2	研究細節與相關定義需在說明清楚	已於全文中做修正
	D3	論文結構與格式要調整完善	已於全文中做修正