

2022 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

作品編號 130006
參展科別 行為與社會科學
作品名稱 如何坐才能學得好
得獎獎項

就讀學校 高雄市立高雄女子高級中學
指導教師 洪慧欣
作者姓名 蔡昀諮

關鍵詞 坐姿、認知、學習成效

作者簡介



我是就讀高雄女中的蔡昀諮，這次的研究從日常中發想，從中發現科學並不是狹義的物理或化學，而是能夠極其貼近我們生活的。一開始實驗時，常會出現小狀況，腦波雜訊、眼動儀校正失敗等等，但後來慢慢漸入佳境，愈來愈上手，也愈來愈流暢。

最後，感謝所有受試者的協助以及師長們的指導，讓本次的研究能夠順利進行與完成！

中文摘要

學校教室是一個學習環境，課桌椅是重要的物理元素。目前學校所採購的椅子皆以多數人來設計，因此無法量身訂作。然而學生每天在校有一半以上的時間都是坐在椅子上進行學習，在實務環境考量下，只能就調整學生坐姿的面積與倚靠方式進行調整。為此，本研究將探究不同的坐姿（深度與高度）對於學習成效的影響。

本研究採用二因子使用者內實驗法設計（深度與高度）針對成年人進行短時間高專注的學習任務：短期記憶、數字計算與邏輯判斷以及使用眼動儀與腦波儀紀錄長時間閱讀分心程度。

實驗結果顯示：短時間高專注任務中，坐姿深度與坐姿依靠高度具有交互作用影響。整體來說，坐姿 1/3 深度與椅靠下背部高度都具有不錯的學習效果；其次，在長時間閱讀分析中，坐姿 1/3 深度或椅背無倚靠，其分心次數相對來得高。

根據研究結果建議學校或教育機構，短時間高專注學習任務，可以短暫要求學生坐姿深度較淺且無倚靠椅背，但長時間下來建議以坐姿 2/3 以上深度，高度為下背部以上較為合適。其次，建議設計學校採購椅子時可以簡易改良移動式椅背或者請學生攜帶腰部靠枕調整座椅深度，對於教室課堂學習來說將有較佳的學習效果。

Abstract

The school classroom is the learning environment where desks and chairs are important physical elements. At present, school chairs are designed for most people and can't be tailor-made. However, students spend more than half of their time in school every day sitting on chairs to study. Considering the practical environment, only the area of the seat students occupy and the way of leaning on can be adjusted. To this end, this study will explore the impact of different sitting posture (depth and height) on learning effectiveness.

This study uses a two-factor within-subjects design experiment (depth and height) to conduct three behavioral experiments of memory, calculation, and logic judgment, and we use EEG and eye trackers to record the situation of distraction in the reading experiments for adults.

Experimental results show that in short-time highly-focused tasks, the depth we sit and the height we lean on have an interaction effect. Overall, sitting 1/3 depth of the seat and leaning on the chair with lower back make subjects perform well on learning effectiveness. Secondly, sitting 1/3 depth of the seat or leaning on nothing causes subjects to have more times of distraction when reading.

Based on the results, it is suggested that in schools or educational institutions students can sit in less depth of the seat and lean on nothing when they need short-time focus. For the long-time tasks, it's better for students to sit more than $\frac{2}{3}$ depth of the seat and lean on the chair with lower back or upper back. Secondly, when purchasing new chairs, schools can choose the ones with movable backs or suggest students bringing their own pillows to adjust the depth. In this way, students can perform better on the learning effectiveness in class.

壹、 前言

學校教室是一個學習環境，課桌椅是重要的物理元素。課桌椅的功能是促進學習並提供舒適，無壓力的環境。一旦教室的課桌椅設計不良，加上學生大部分時間都是坐著進行學習，長久下來將會造成學生坐姿不良 (Dianat et. al.,2013)。日本東京大學教授池谷裕二在接受 STAND 網站專訪時指出姿勢是培養專注力的關鍵 (Owen et. al., 2012)。一旦學生是長期的坐姿不良，使得肺部無法伸展、血液循環不良、腦中氧氣加速消耗，使得學生無法集中精力進行學習，妨礙他們的學習能力 (Moon et. al.,1996)。

由此可知，座椅的型態是非常重要的。但可調式的座椅價格與維護成本高，因此學校通常會選擇固定式桌椅，並且採用適合大多數的人為主要設計原則。然而，學生會因為年齡、性別、民族文化之間等，體型(身高、體重等)都會有很大的差異(Panagiotopoulou et. al.,2004)。學校課桌椅是學生學習的主要設備，課桌椅的高低、大小和結構形式又會影響學習效率，在無法量身定作條件下，加上學生又侷限坐姿方式進行學習，因此如何保持良好坐姿就成為重要探究的議題 (Yeats, 1997)。

椅背對於保護頭部及脊椎具有一定的重要性，它不僅讓腰可以得到休息，肩膀也可以得到休息，而休息與自我回饋間有交互作用，自我回饋的效果只有在有休息的情況中出現，顯示人在自我回饋時的認知負荷藉由休息得以緩和與消化吸收，並在休息過後產生學習效果 (Huang et. al, 2007)。過去在椅背高度的相關研究中，Lu 等人 (2005) 指出座椅設計的椅子靠背高度為 46~61 公分，寬 35~48 公分，座椅的設計必須提供正確的下背部曲度，使脊椎處於自然均衡狀態；Xu 等人 (2003) 指出辦公椅腰靠位置處於第三腰椎和第四腰椎部上下處較為舒適，主要支撐點應在椅座面以上 16.5~21cm。由此可知，椅背高度介於下背部到上背部之間，為此，本研究針對下背部與上背部對於學習的影響進一步探究為主要動機之一。

座椅深度對人體坐姿的舒適度影響很大，深度超過大腿水平長度，人體距離靠背將有很大的傾斜度，而下背部缺乏支撐點而懸空，加劇了下背部的肌肉活動強度而導致疲勞；同時座面過深，使膝窩處產生麻木的反應，並且也不利於起立。針對座椅深度的相關研究，Sun 和 Liu (2019) 提出學校的座椅深度為 38cm 最佳；然而座椅深度受到工作類型有所差異，從

7.6cm 到 38cm 的深度都有 (Ravindra et. al., 2001)。迪克知識網 (2021) 坐椅子的三分之一，是讓下身保持緊張狀態，有助於專注力；Angie (2019) 認為坐三分之一板凳，腹部與臀部會跟著坐姿出力，能加強這兩部分的肌肉緊實度，會讓你看起來很有精神，但是時間一久，後背和椅背的距離過遠，反倒是造成傷害。由此可知，不同的需求以及不同工作狀況下，如何選擇坐姿深度，有利學習效率又要讓身體更健康，讓學習者學習時更專注，為此，本研究探究不同學習任務下，何種坐姿深度是最佳狀態將是為本研究主要動機之二。

Pheasant (1991) 認為椅子設計必須同時考量椅背高度與座椅深度，將使臀部、大腿和背部的負擔低於不舒適的閾值。Lin (2012) 指出坐姿的舒適性會隨著時間的延長而遞減，因此座椅深度與高度必須同時調整。人坐在椅子上並非靜止不動，而是不斷地調整坐姿的細微動作，以消除脊椎部位的不正常壓力。學習時的坐姿主要影響是在座椅深度與椅背高度。由此可知，座椅深度與椅背高度對於學習認知具有交互作用的影響，為此，本研究探究不同學習任務下，座椅深度與椅背高度組合狀態是最佳狀態，將是為本研究主要動機之三。

目前坐姿對於健康的影響有相當多的研究，但在學習成效應用的研究上較少。為此，本研究將以學生在教室學習成效作為出發點，探究記憶、計算、邏輯判斷與長時間閱讀不同學習狀態下，何種坐姿是對於學習具有最佳狀態。希望本研究結果能夠提供學生在教室學習時，因應不同學習工作變換坐姿，既可具有學習成效又可避免久坐的傷害。

貳、 研究方法或過程

一、 實驗變數

本研究為二因子受試者內實驗法(within-subjects design)，自變數為坐在椅墊的深度(1/3、2/3、3/3) 與椅背高度 (無、下背部、上背部) (如圖 1)。深度主要臀部為起點到大腿膝蓋內側為終點，椅背高度是以雙肩到椅子的高度。而深度又分為全坐滿、2/3 與 1/3。而椅背高度是分為三種：沒有椅背、下背部 (肘間點下緣至坐面)、上背部 (肘間點下緣至肩峰)。

教室進行學習時，除了對於學習內容是否進入大腦短期記憶區外，也會用到數字計算與邏輯判斷；此外，課堂中對教師、黑板、講義等教材內容隨著時間增加，專注力下降，逐漸產分心的現象。為此，本研究學習成效依變數共有四項：記憶力、計算能力、邏輯判斷能力與分心狀況。

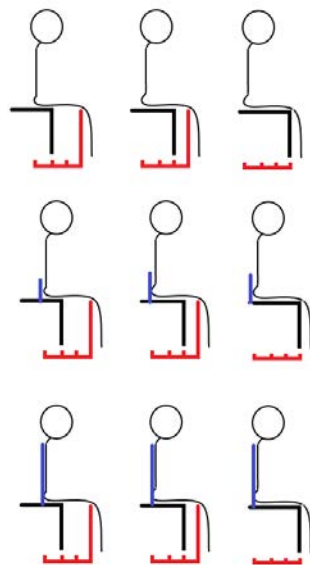


圖1：深度與高度坐姿

二、 受試者

本研究實驗對象為年滿 20 歲以上成年人 30 位 (男性 15 位，女性 15 位)。受試者必須符合正確坐姿的座椅深度與高度範圍內、兩眼視力 (含矯正) 超過 0.7 以上並且沒有肌肉骨骼疾病的病史。本研究實驗活動均告知整個實驗性質與流程，並在受試者同意之下簽署同意書。

三、實驗地點

為了獲取客觀的實驗數據與生理訊號，應盡量降低實驗過程環境干擾因素，其特徵：

(一) 實驗室具有密閉隔音空間，可以隔絕外界聲音。

(二) 實驗室建立有良好照明設備。

(三) 實驗室期間房間上鎖，降低環境干擾因素。

四、研究設備與材料

(一) 研究設備

1. 座椅

由於學校大部分都是木製或塑膠硬椅，因此本研究採用木櫃並擺放書籍加重，除了比擬學校椅子的材料外，並根據每位受試者的生理狀況，結合地墊調整雙腳與地面的高度與角度，均調整達到實驗的設計需求（如圖 2）。



圖 2：座椅設計示意圖

2. 眼動儀

本研究使用 Eye Tracking with Mangold Vision 測量受試者的眼動訊息（如圖 3），其受試者觀看 ViewSonic 19 吋標準比例的液晶螢幕（寬 412.2 × 高 434.9 平方公厘），最佳解析度為 1280 × 1024 像素，螢幕更新頻率 60 Hz。實驗過程使用書本固定眼睛至螢幕距離（600 公厘）。受試者下巴固定妥當後，其眼睛自側面估計之高度，大約位於自螢幕上緣往下約 1/3 左右的高度、注視定義為移動量小於 0.15 度，停留時間大於 100 毫秒。



圖 3：EyeTech TM3 眼動儀

3. 腦波偵測儀

本計畫採用群蘊科技 BR8 穿戴式無線腦波帽，主要以導電泡棉電極與頂針電極獲取醫療級的高精確度訊號品質，內建阻抗分析功能，用於評估量測電極的接觸好壞；訊號透過藍芽無線傳輸（如圖 4）。BR8 PLUS 的位置，符合國際腦機介面的標準，位置包含了整個頭部區域，可應用的範圍相當多。前額葉區域（Fp1、Fp2）：可偵測專注力、情緒、疲勞指數、喜好等指標；前額葉區域（Fz）：可偵測工作記憶、心理負荷、冥想等指標；中央溝區域（C3、C4）；頂葉區域（Pz）：可偵測長期記憶、熟悉度等指標；枕葉區域（O1、O2）：可偵測視覺刺激等相關指標；顳葉區域（C3、C4）：可偵測聽覺反饋、可偵測運動控制、學習效率等相關指標。



圖 4：BR8 無線腦波帽

(二) 研究材料

1. 數字記憶題型

數字記憶主要是由 0~9 的數字隨機組合而成，由於一般數字記憶廣度約 7 ± 2 個位元，因此，題目從一開始 5 個數字長度一直延伸 9 個數字長度，每種數字長度設計 2 題，一共有 10 題。當電腦螢幕中間出現「+」符號 0.5 秒，緊接著出現題目於電腦螢幕中央，經過 0.5 秒後，螢幕出現「？」，受試者姿勢不變，由口語說出答案，研究者紀錄。



2. 數字計算題型

數字計算題型為 2 位數（13~99）乘 1 位數（3~9）計算題，數字採用奇數，由電腦隨機出題。受試者姿勢不變，以口語回答其計算結果。成績計算方式在 5 分鐘內，受試者的答對題數與答對題數。

3. 邏輯判斷題型

邏輯測驗有三項：數字邏輯、文字邏輯、圖像邏輯。為了避免實驗題型受到次序的影響，三種題型採隨機方式進行。當電腦螢幕中間出現「+」符號 0.5 秒，緊接著出現題目於電腦螢幕中央，受試者姿勢不變，由口語說出答案，研究者紀錄。成績計算方式在 10 分鐘內，受試者的答對題數與答對題數。

表 1：邏輯推理題目

題型	題目	解答
數字	2, 8, 18, 32, 50, ____	(A) 76 (B) 70 (C) 72 (D) 64
文字	鉛筆之於____，好比____之於板擦	(A) 黑板...老師 (B) 工人...校長 (C) 橡皮擦...粉筆 (D) 樹木...河流
圖形		

4. 閱讀文本

本研究一開始選擇 5 本的小說，為了避免受試者先前看過產生誤差，因此事先都有進行確認，最後挑選「瑯琊榜」與海明威「老人與海」為閱讀文本。

五、實驗流程

(一) 實驗前

受試者參與實驗之前，已經詳細說明了本次研究目的和實驗步驟，並且在受試者同意之下，簽署同意書。而實驗開始前，先詢問受試者視力與當天身體狀況，接著請受試者依照實驗指導語，並告知程序及注意事項，說明實驗設備與程序。再進入實驗場域前，請受試者將口袋中的所有物品取出。

進入實驗室後，再次提醒受試者，實驗過程中，如果有身體不適的狀況，麻煩立刻告知我們，我們會立刻暫停實驗。其次，開始指導受試者調整坐姿（如圖 5），先依照受試者的身高進行木櫃的調整，其調整高度。使得受試者雙手肘與桌面平行，將腳凳放在腳下並進行調整，以使膝蓋角度為 90° ，使得電腦螢幕的頂部與受試者眼睛保持水平，距離為 60 公分（Pheasant & Haslegrave, 2006）（如圖 5b）；第三，根據受試者身高進行木櫃調整接著要求受試者以最舒適的坐姿坐在椅墊底盤上，椅墊深度將以受試者的從臀部到腳骨之全距設定三等份，各別為三種比例（ $1/3$ 、 $2/3$ 、 $3/2$ ）對應；當受試者坐定位後，開始進行調整雙腳接觸地板、膝蓋保持與臀部相同的高度、在膝蓋的後部和椅墊的前部之間留一個小縫隙；放鬆肩膀並將手臂放在桌子與地板平行；保持身體挺直（如圖 5a）。

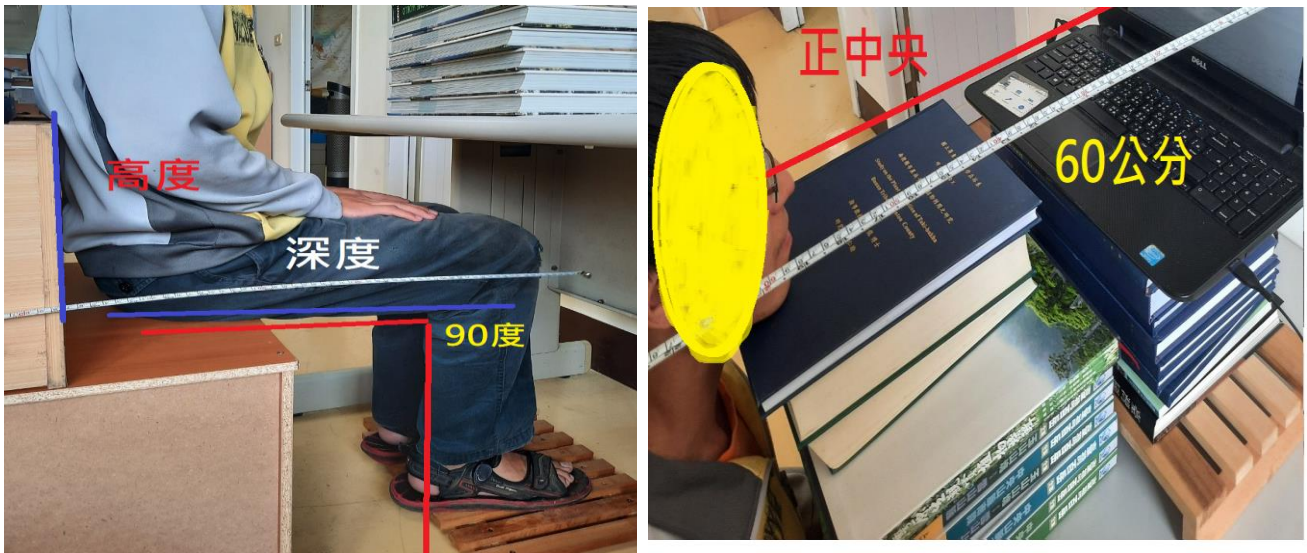


圖 5：受試者實驗坐姿調整

(二) 實驗中

本研究分兩次實驗，實驗一為認知能力測試：記憶力、計算能力與邏輯判斷能力；實驗二為長時間閱讀實驗。兩次實驗皆採用受試者內實驗設計，每位受試者必須參與 9 次實驗，步驟流程如下（表 2）：

表 2 實驗流程

實驗一：學習認知能力	
步驟	指導語
<ul style="list-style-type: none"> ● 請受試者填寫告知同意書，並填寫每一一次的時數和簽到。（說明鎖門事宜、實驗內容、程序、使用儀器、其他注意事項...等） ● 告知同意、簽到、量腿長度（屁股中到膝蓋內側） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 如有需要可以先去上個廁所。

-
- (只有第一次實驗需要)
-

- 請受試者進來並鎖門，並請受試者坐下。
 - 請您先到椅子上坐下，我們將會調整您的坐姿。
 - 開始調整椅子寬度、高度
-

- 調整受試者的椅子距離、坐姿。
 - 現在請您坐在椅子上，請盡量讓您的屁股依照
 - 椅子距離-1/3、2/3、1 (屁股到膝蓋的距離)
 - 尾椎能靠在背部的椅子上，抬頭挺胸，膝蓋盡量成九十度，在實驗過程中也盡量不要移動腳。
 - 座具-靠腰、靠腰、不靠 (將壓克力板靠在受試者的背部)
 - 3*3=9 次，隨機安排
 - 腳必須踩到地且膝蓋成 90 度
-

- 執行數字記憶測驗
 - 現在要做的是數字短期記憶。當螢幕畫面出現"+號"後，將會呈現一組數字，在數字消失，並出現"問號"時，請您立刻告訴我那組數字。
 - 紀錄答題
 - 回答後，請點擊滑鼠左鍵進入下一題。
 - 請按滑鼠左鍵進入練習題。
 - 有任何問題嗎？
 - 請按滑鼠左鍵開始實驗。
 - 實驗結束，請休息 1 分鐘。
-

-
- 進行計算力測驗
 - 紀錄答題
 - 現在要做的是計算力測驗。當螢幕畫面出現"+”的符號後，將會呈現一組二位數乘以一位數的乘法，在數字消失，並出現"？”問號時，請您立刻告訴我計算的答案字。
 - 回答之後，請點擊滑鼠左鍵進入下一題。
 - 整個實驗為 5 分鐘，在時間範圍內儘量答題。
 - 現在我們先練習一題。
 - 有任何問題嗎？
 - 實驗開始
 - 時間到！請休息 1 分鐘。

-
- 進行邏輯判斷力測驗
 - 紀錄答題
 - 現在要做的是邏輯判斷測驗。當螢幕畫面出現"+”的符號後，將會出現三大類型題目：文字、數字、圖形。
 - 整個實驗為 10 分鐘，在時間範圍內儘量答題。
 - 現在我們先練習一題。
 - 有任何問題嗎？
 - 實驗開始
 - 時間到！
 - 謝謝今天的實驗。

實驗二：閱讀測驗

- 調整受試者的椅子距離、坐姿。
- 現在請您坐在椅子上，請盡量讓您的屁股尾椎能靠在背部的椅子上，抬頭挺胸，膝蓋盡量成九十度，在實驗過程中也盡量不要移動腳。
- 椅子距離-1/3、2/3、1（屁股到膝蓋的距離）
- 座具-靠腰、靠腰、不靠（將壓克力板

靠在受試者的背部)

- 3*3=9 次，隨機安排
- 腳必須踩到地且膝蓋成 90 度

-
- 幫受試者戴上腦波儀
 - 打開 EEG 監控軟體
 - 調整受試者腦波儀電極片與頭皮接觸

- 我們現在為您戴上儀器並戴上頭套。在戴儀器的過程中如果有任何問題及不適，可以立即向我們反應。
- 為了調整電極片，我們會調整左右與上下束帶，太緊要立即反應。
- 如果因為髮量多關係，接觸感應不良時，會在頭髮上噴灑開水，增加導電性，因此頭髮會濕濕的，如果不舒服，可以隨時告知。

-
- 固定頭部高度讓眼睛與螢幕中緣切齊，眼睛距離螢幕 60 公分。

- 我們現在要紀錄眼睛觀看文件的位置。為了避免頭部移動導致注視位置錯誤，請你將頭部下巴放置前面架子。
- 我們要調整眼睛高度與螢幕距離，若有不舒服，請立即告知。

-
- 測量 30 秒的腦波基準線（不閉眼，正常狀態）。
 - 打開眼動儀 MangoldVision 進行雙眼具焦校正。
 - 播放閱讀文本 pdf 檔第一頁
 - 看完由使用者點選滑鼠接續下一頁。

- 我們現在進行腦波量測，請你不閉眼，向前注視，身體放鬆，時間 30 秒。
- 我們現在要確認眼動儀偵測眼睛精準度，請你配合螢幕紅點移動，將你眼光跟著移動，頭部不能亂動。
- 現在要開始紀錄，當你看完一頁後，請你告知，我會點選下一頁。
- 我們的實驗即將開始，總共有 6 次測驗，每 5 分鐘會結束一段。

-
- 每一段中間休息 3 分鐘，然後進入下一段測驗。

-
- 腦波 EEG、眼動儀紀錄存檔
 - 休息 3 分鐘
 - 現在休息 3 分鐘，請你仍然坐在位置上，將身體坐姿變換你輕鬆舒服的姿勢。
 - 為了下一段實驗紀錄，頭部 EEG 就暫時帶著，但有不舒服請立即告知取下休息。

-
- 第二段閱讀實驗
 - 開始進行第二段實驗。
 - 我們要微調校正你的姿勢，有不舒服狀態請立即告知，我們會暫停實驗。
 - 閱讀文本從下一頁開始讀起。
 - 如果你準備好了，我們就開始。

-
- 打開 EEG、播放閱讀文本。
 - 開始實驗，跟第一段實驗一樣，當你看完一頁後，請你告知，我會點選下一頁。

-
- 重複前面操作步驟，將後面四段完成。
 - 確認受試者身體狀況，若不舒服，實驗立即暫停。

-
- 六段閱讀實驗結束，跟受試者確定下次實驗時間。
-

(三) 實驗後

本研究兩次實驗，每一種實驗受試者各別來 9 次，實驗一的時間大約 30 分鐘，實驗二為 1 小時。實驗結束後，實驗一給予受試費 1000 元；實驗二給予受試費 2000 元，並且感謝受試者協助實驗進行。

五、資料分析

本研究實驗結束後，量化資料使用 SPSS 20 軟體進行二因子變異數分析。分析教室椅子設計之不同類型，對記憶力、專注力、辨識邏輯能力是否有顯著性差異。

- (一) 分心次數：採用 Mangold Vision 眼動儀的視線軌跡作分心度分析。一般閱讀電子書籍方向為由上到下、由左到右，假如軌跡有跳脫文字區域或違反上述移動方式，則表示有分心情形，計算其發生次數（如圖 6）。
- (二) 使用 SPSS 20 針對記憶力、計算力、邏輯判斷力與閱讀分心次數，進行二因子共變數分析、主效果分析等相關檢定。
- (三) 腦波分析：首先資料先進行編碼（data recording），本研究所使用的腦波帽共有八個位置，分別將八個位置 EEG 的訊號，透過 OpenVibe 軟體分析資料進行傅立葉轉換（Fast Fourier Transform；FFT）。本研究擷取 Low β 波（12-18Hz）是反應受試者放鬆但精神集中的狀態，其步驟如圖 7。

那條魚朝他身邊游過來，牠的嘴幾乎碰到了小船的船殼，在船邊來回游動着。牠，那麼高大，那麼壯碩，那麼美麗，銀光閃閃，鱗片像紫色的珠紋。在水裡看來實在是碩長到令人無法想像。

老人放下釣絲，把它踩在腳下，然後把魚又高高地舉起，舉到不能再高的高度，同時，使出全身的力氣，加上剛才鼓起的力氣，將它用力扎進魚身的一邊，就在大胸鰭後面一點兒的地方，這胸鰭高高地豎立着，高齊至老人的胸膛。當老人把鐵叉扎進魚身之後，便把身子倚在上面，再用全身的重量把它壓下去。

於是那魚開騰起來，激烈地展開了一次臨死前的掙扎。儘管死到臨頭了，牠仍從水中高高地躍起，把牠那驚人的體裁，牠的力量和美，全都展示了出來。牠彷彿懸在空中，就在老人的頭頂上空。然後，牠「轟隆」一聲掉到水裡，浪花濺了老人一身，濺滿了整條小船。

老人剎時感到頭暈、噁心，兩眼迷濛。但他還是立即放鬆了魚叉上的繩子，讓它從他劃破皮的雙手之間慢慢地溜出去。等他的眼睛好些，他看見那魚仰天躺著，銀花花的肚皮翻到上面來，魚叉的把子露在外面，和魚的前背構成了一個角度。海水被從牠心臟裡流出來的鮮血染紅了。起先，這灘血黑漆漆的，如同這一英里多深的藍色海水中的一塊礁石。然後像雲彩般擴散開來。

們在心中請求這條魚的原諒，並馬上把他宰了。」

「但願那孩子現在在這兒就好了。」他又大聲說，把身子緊靠在船頭邊緣那塊已被磨圓的木板上。他能夠清楚地感覺到這條大魚的份量，而牠此刻正朝著牠所選擇的方向游去。

「由於我設計欺騙了牠，因此牠不得不作出選擇。」老人在心中琢磨著。

「牠選擇的是待在黑沉沉的深水裡，遠遠地避開一切圈套，羅網和籠計。我選擇的是到誰也沒到過的地方去找牠，到世界上沒有任何人去過的地方。現在我跟他被拴在一起了，從中午起一直到現在，而且我和牠都沒有誰來幫忙。」

「也許我不該當漁夫。」他想，「但或許是上天的安排吧，這正是我生來該從事的行業。我一定要記住，天亮之前一定要吃掉那條金槍魚。」

離天亮還有段時間，老人感覺到有什麼東西咬住了他背後的一個魚鉤。他聽見釣竿「啪！」的折斷了，於是那根釣絲越過船舷往外直溜，他攔腰拔出鞘中的小刀，拼命用左肩擋住大魚所有的拉力，身子向後仰，就著木頭的船舷，把那根釣絲割斷，然後順便把另一根離他最近的釣絲也割斷，然後再攔腰把這兩個沒有放出去的釣絲卷兒的斷頭繫在一起。他用一隻手熟練地操作著，在打結時，他用一隻腳踩住了釣絲卷兒，免得移動了身子。同時，他這樣做也可以幫他把結子拉得更緊，到目前為止他已經有六卷備用的釣絲了。他剛才割斷的那兩根有魚鉤的釣絲各有兩卷備用釣絲，加上之前被大魚咬住魚鉤的那根釣絲上的那兩卷，現在它們全被接在一起了。

閱讀路徑非由左到右、由上到下

「好！我想你應該上床睡覺啦，這樣明兒早上才能精力充沛。我要把這些東西送回海濱酒店。」

「那麼，祝你晚安。早上我會來叫你起床。」

「你真是我的鬧鐘。」孩子說。

「年紀是我的鬧鐘。」老人說，「為什麼上了年紀的人都醒得特別早？難道是要讓白天長些嗎？」

「我醒不上來。」孩子說。「我只知道孩子們睡得沉。起得晚。」

「我會記得的。」老人說，「到時候我會去叫你的。」

「我不願讓船主人來叫醒我，那樣會讓我覺得自己很差勁。」

「我明白。」

「好好兒睡吧，老大爺。」

孩子離開了茅棚。由於他們剛才吃飯的時候，桌子上沒點燈。等孩子離去後，老人就脫了褲子，換黑上床。他把長褲捲起來當枕頭，把那張報紙塞在裡面，然後用毯子裹住身子。在茅棚墊上鋪著的其他報紙上睡下了。

「是的！」孩子用力地點頭。「我請你到海濱酒店去喝杯啤酒，然後再一塊兒回來把打魚的用具帶回家，好嗎？」

「那真是太好了！」老人說。「咱們打魚的都是家人啊！」

他們坐在酒店的露臺上，很多打魚的人拿老人開玩笑，但老人並不生氣。另外一些上了年紀的漁夫在一旁望著他，心裡替他難過，不過他們並沒有將心中的情緒顯露出來，只是斯文地談著海流，談述他們的捕魚經過，談述久久不變的好天氣，還談起他們的見聞。當天大豐收的漁夫都已經回來了，他們在岸邊割開他們的大馬林魚，把牠們整片兒橫排在兩塊木板上，每塊木板的兩端各由兩個人抬著，搖搖晃晃地送到製魚場去。在那裡等著冷藏車來把牠們運往哈瓦那的市場。捕到鯊魚的人們已把鯊魚扛到海灣另一邊的鯊魚加工廠去，吊在帶鉤的滑車上，開膛破肚，取出牠們的肝，割去牠們的膽，剝掉牠們的皮，再把魚肉切成一條一條，以備醃漬。

平日裡，每當刮東風的時候，就會從海港那邊的鯊魚加工廠裡飄來一股濃重的魚腥味；但今天只送來一些兒淡淡的氣息，因為風轉向了北方，而且這會兒已經逐漸平息，午後的陽光灑在酒店露臺上，天氣十分的宜人。

「聖地牙哥！」孩子說。

「呃？」老人回答。他把酒杯拿在手裡，正回想著多年以前的事情。

「我去替你弄些明天要用的沙丁魚來，好不好？」

回頭重複閱讀

視線偏離正常閱讀範圍

視線停滯在同一位置超過 2 秒

圖 6：視線偏離正常閱讀範圍

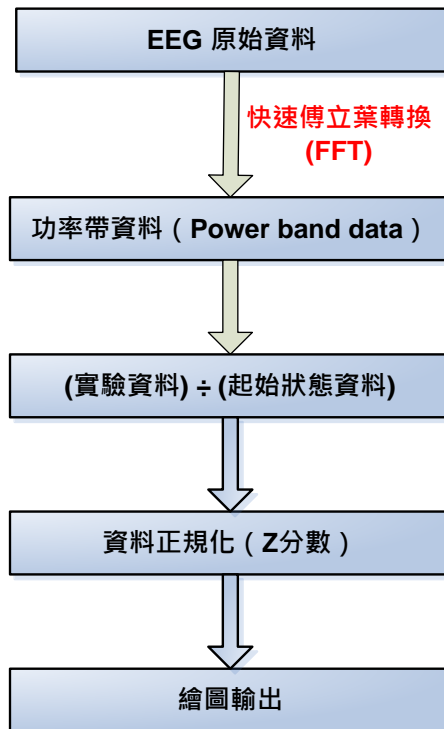


圖 7：腦波資料分析流程

參、 研究結果與討論

本研究針對實驗一，不同坐姿對於學習認知成效：記憶力、計算力、邏輯判斷能力進行敘述統計（表 3）與二因子完全相依變異數分析（表 4）。

表 3：深度與高度在學習認知實驗資料統計

深 度	高 度	數字短期 記憶		數字計算 答題數		數字計算 答對數		邏輯判斷 答題數		邏輯判斷 答對數	
		M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.
		無	8.00	1.46	61.50	12.82	56.40	14.14	35.83	6.76	33.80
1/3	下背	7.73	1.68	61.63	11.35	56.63	12.40	37.97	5.87	35.23	5.77
	上背	7.73	1.70	54.27	7.73	48.43	8.46	30.83	7.64	27.67	8.39
2/3	無	7.63	1.67	56.27	10.62	50.57	11.80	30.37	7.86	28.27	7.14
	下背	7.40	1.61	61.10	10.19	56.00	11.26	31.20	7.14	28.13	7.10
	上背	8.17	1.46	58.13	11.46	52.73	12.67	37.30	5.31	35.17	4.85
3/3	無	7.40	1.40	54.90	8.87	49.10	9.86	30.63	6.76	28.03	7.16
	下背	8.20	1.35	67.37	12.87	62.87	14.10	34.43	7.27	32.50	7.49
	上背	7.20	1.81	58.50	7.86	53.13	8.67	24.77	7.79	21.77	7.85

一、短期數字記憶：

不同坐姿在數字短期記憶中，記憶分數最高為坐姿 3/3 深度與下背部高度($M=8.2\pm 1.35$)；最差為坐姿為 3/3 深度與上背部高度 ($M=7.2\pm 1.81$)；接著進行二因子完全相依變異數分析 (Two-Way ANOVA, paired-sample)。在 Mauchly 球形檢定結果顯著值大於 0.05 顯示，資料符合二因子變異數分析假設條件；坐姿的「深度」與「高度」對於短期數字記憶具有交互作用 ($F = 6.754, p = 0.00 < 0.05$) (如表 4)，進一步分析「單純主要效應」與「事後比較」。

結果顯示，短期記憶在「固定坐姿深度 3/3」的單純主要效果檢定達到顯著水準 (p

=0.036 < 0.05)。亦就是說，在「坐姿深度 3/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於短期數字記憶強度是有差異；進一步進行事後比較發現，下背高度優於無依靠；下背高度也優於上背高度（如表 5）。

二、數字計算：

(一) 數字計算答題數

不同坐姿在數字計算答題數中，答題數量最高為坐姿 3/3 深度與下背部高度 (M=67.37±12.87)；最差為坐姿為 1/3 深度與依靠上背高度 (M=54.27±7.73)；接著進行二因子完全相依變異數分析 (Two-Way ANOVA, paired-sample)。在 Mauchly 球形檢定結果顯著值大於 0.05 顯示，資料符合二因子變異數分析假設條件；坐姿的「深度」與「高度」對於數字計算答題數具有交互作用 (F =5.755, p = 0.00 < 0.05)(如表 4)，進一步分析「單純主要效應」與「事後比較」。

結果顯示（如表 5），數字計算答對題數在「坐姿無依靠」、「坐姿依靠下背部」、「坐姿深度 1/3」、「坐姿深度 3/3」四種狀態的單純主要效果檢定達到顯著水準。首先，在「坐姿無依靠」條件下，三種不同依靠「深度」對於數字計算答題數是有差異；進一步事後比較發現，深度 1/3 優於深度 2/3；深度 1/3 優於深度 3/3；其次，在「坐姿依靠下背部」條件下，三種不同依靠「深度」對於數字計算答題數是有差異；進一步事後比較發現，深度 3/3 優於深度 2/3；深度 3/3 優於深度 1/3。

第三，在「坐姿深度 1/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於數字計算答題數是有差異；進一步事後比較，無依靠優於下背高度；下背高度也優於上背高度；最後，在「坐姿深度 3/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於數字計算答題數有差異；進一步事後比較，下背高度最佳，其次上背高度，最差為無依靠。

(二) 數字計算答對數

不同坐姿在數字計算答對數中，答對數量最高為坐姿 3/3 深度與下背部高度 ($M=62.87\pm 14.10$)；最差為坐姿為 1/3 深度與依靠上背高度 ($M=48.43\pm 8.46$)；接著進行二因子完全相依變異數分析 (Two-Way ANOVA, paired-sample)。在 Mauchly 球形檢定結果顯著值大於 0.05 顯示，資料符合二因子變異數分析假設條件；坐姿的「深度」與「高度」對於數字計算答對數具有交互作用 ($F = 5.691, p = 0.00 < 0.05$) (如表 4)，進一步分析「單純主要效應」與「事後比較」。

結果顯示 (如表 5)，數字計算答對數在「坐姿無依靠」、「坐姿依靠下背部」、「坐姿深度 1/3」、「坐姿深度 3/3」四種狀態的單純主要效果檢定達到顯著水準。首先，在「坐姿無依靠」條件下，三種不同依靠「深度」對於數字計算答對數是有差異；進一步事後比較發現，深度 1/3 優於深度 2/3；深度 1/3 優於深度 3/3；其次，在「坐姿依靠下背部」條件下，三種不同依靠「深度」對於數字計算答對數是有差異；進一步事後比較發現，深度 3/3 優於深度 2/3；深度 3/3 優於深度 1/3。

第三，在「坐姿深度 1/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於數字計算答對數是有差異；進一步事後比較，無依靠優於下背高度；下背高度也優於上背高度；最後，在「坐姿深度 3/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於數字計算答對數是有差異；進一步事後比較，下背高度最佳，其次上背高度，最差為無依靠。

三、邏輯判斷力

(一) 邏輯判斷答題數

不同坐姿在邏輯判斷答題數中，答題數量最高為坐姿 1/3 深度與下背部高度 ($M=37.97\pm 5.87$)；最差為坐姿為 3/3 深度與依靠上背高度 ($M=24.77\pm 7.79$)；接著進行二因子完全相依變異數分析 (Two-Way ANOVA, paired-sample)。在 Mauchly 球形檢定結果顯著值大於 0.05 顯示，資料符合二因子變異數分析假設條件；坐姿的「深度」與「高度」對於邏輯判斷答題數具有交互作用 ($F = 26.914, p = 0.00 < 0.05$) (如表 4)，進一步分析「單純主要效應」與「事後比較」。

結果顯示（如表 5），邏輯判斷答題數在「坐姿無依靠」、「坐姿依靠下背部」、「坐姿依靠上背部」、「坐姿深度 1/3」、「坐姿深度 2/3」、「坐姿深度 3/3」六種狀態的單純主要效果檢定達到顯著水準。首先，在「坐姿無依靠」條件下，三種不同依靠「深度」對於邏輯判斷答題是有差異；進一步事後比較發現，深度 1/3 優於深度 2/3；深度 1/3 優於深度 3/3。其次，在「坐姿依靠下背部」條件下，三種不同依靠「深度」對於邏輯判斷答題是有差異；進一步事後比較發現，深度 1/3 最佳，其次深度 3/3，最差深度 2/3。第三，在「坐姿依靠上背部」條件下，三種不同依靠「深度」對於邏輯判斷答題是有差異；進一步事後比較發現，深度 2/3 最佳，其次深度 1/3，最差深度 3/3。

第四，在「坐姿深度 1/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於邏輯判斷答題是有差異；進一步事後比較，下背高度最佳，其次無依靠，最差為上背高度。第五，在「坐姿深度 2/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於邏輯判斷答題是有差異；進一步事後比較，上背高度優於無依靠；上背高度優於下背高度。最後，在「坐姿深度 3/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於邏輯判斷答題有差異；進一步事後比較，下背高度最佳，其次無依靠，最差為上背高度。

(二) 邏輯判斷答對數

不同坐姿在邏輯判斷答對數中，答對數量最高為坐姿 1/3 深度與下背部高度 ($M=35.23\pm 5.77$)；最差為坐姿為 3/3 深度與依靠上背高度 ($M=21.77\pm 7.85$)；接著進行二因子完全相依變異數分析 (Two-Way ANOVA, paired-sample)。在 Mauchly 球形檢定結果顯著值大於 0.05 顯示，資料符合二因子變異數分析假設條件；坐姿的「深度」與「高度」對於邏輯判斷答對數具有交互作用 ($F=32.964$, $p=0.00 < 0.05$) (如表 4)，進一步分析「單純主要效應」與「事後比較」。

結果顯示（如表 5），邏輯判斷答對數在「坐姿無依靠」、「坐姿依靠下背部」、「坐姿依靠上背部」、「坐姿深度 1/3」、「坐姿深度 2/3」、「坐姿深度 3/3」六種狀態的單純主要效果檢定達到顯著水準。首先，在「坐姿無依靠」條件下，三種不同依靠「深度」對於邏輯判斷答對數是有差異；進一步事後比較發現，深度 1/3 優於深度 2/3；深度 1/3 優於深度 3/3；其次，在「坐姿依靠下背部」條件下，三種不同依靠「深度」對於邏輯判斷答對數是有差異；進一步事後

比較發現，深度 1/3 最佳，其次深度 3/3，最差深度 2/3；第三，在「坐姿依靠上背部」條件下，三種不同依靠「深度」對於邏輯判斷答對數是有差異；進一步事後比較發現，深度 2/3 最佳，其次深度 1/3，最差深度 3/3。

第四，在「坐姿深度 1/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於邏輯判斷答對數是有差異；進一步事後比較，下背高度最佳，其次無依靠，最差為上背高度；第五，在「坐姿深度 2/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於邏輯判斷答對數是有差異；進一步事後比較，上背高度優於無依靠；上背高度優於下背高度；最後，在「坐姿深度 3/3」條件下，三種不同依靠「高度」對於邏輯判斷答對數有差異；進一步事後比較，下背高度最佳，其次無依靠，最差為上背高度。

表 4：二因子完全相依變異數分析

	變異來源	SS	df	MS	F	p-value
短期數字 記憶	深度	2.252	2	1.126	0.977	0.383
	高度	0.496	2	0.248	0.216	0.806
	深度*高度	26.993	4	6.748	6.754	0.000**
數字計算 答題數	深度	142.274	2	71.137	1.572	0.216
	高度	2252.274	2	1126.137	17.076	0.000**
	深度*高度	1640.215	4	410.054	5.755	0.000**
數計算答 對數	深度	171.785	2	85.893	1.564	0.218
	高度	2767.385	2	1383.693	17.565	0.000**
	深度*高度	1994.370	4	498.593	5.691	0.000**
邏輯判斷 答題數	深度	1112.985	2	556.493	30.168	0.000**
	高度	585.830	2	292.915	14.474	0.000**
	深度*高度	2501.304	4	625.326	26.914	0.000**
邏輯判斷 答對數	深度	1065.274	2	532.637	22.139	0.000**
	高度	634.807	2	317.404	13.685	0.000**
	深度*高度	3049.681	4	762.420	32.964	0.000**

*p < 0.05 ** p < 0.01

表 5：單純主要效果檢定

	變異來源	SS	df	MS	F	p-value	事後比較
短期數字記憶	固定高度無依靠	5.489	2	2.745	1.101	0.334	
	固定依靠下背	9.689	2	4.845	1.943	0.145	
	固定依靠上背	14.067	2	7.034	2.820	0.061	
	固定深度 1/3	1.422	2	0.711	0.285	0.752	
	固定深度 2/3	9.267	2	4.634	1.858	0.158	
數字計算答案題數	固定深度 3/3	16.800	2	8.400	2.820	0.036*	下背>無；下背>上背
	固定無依靠	728.156	2	364.078	3.253	0.040*	深度 1/3>深度 2/3 深度 1/3>深度 3/3
	固定依靠下背	724.267	2	362.133	3.236	0.041*	深度 3/3>深度 1/3 深度 3/3>深度 2/3
	固定依靠上背	330.067	2	165.033	1.475	0.231	
	固定深度 1/3	1066.067	2	533.033	4.763	0.009**	無>上背；下背>上背
數字計算答案對數	固定深度 2/3	356.467	2	178.233	1.593	0.205	
	固定深度 3/3	2469.956	2	1234.978	11.036	0.000**	下背>上背>無
	固定高度無依靠	894.689	2	447.344	3.292	0.039*	深度 1/3>深度 2/3 深度 1/3>深度 3/3
	固定依靠下背	864.067	2	432.033	3.179	0.043*	深度 3/3>深度 1/3 深度 3/3>深度 2/3
	固定依靠上背	407.400	2	203.700	1.499	0.225	
數	固定深度 1/3	1307.622	2	653.811	4.811	0.009**	無>上背；下背>上背
	固定深度 2/3	448.867	2	224.433	1.652	0.194	
	固定深度 3/3	3005.267	2	1502.633	11.057	0.000*	下背>上背>無

	變異來源	SS	df	MS	F	p-value	事後比較
邏 輯 判 斷 答 題 數	固定高度無依靠	569.956	2	284.978	5.845	0.003**	深度 1/3>深度 2/3 深度 1/3>深度 3/3
	固定依靠下背	687.267	2	343.633	7.048	0.001**	深度 1/3>深度 3/3>深度 2/3
	固定依靠上背	2357.067	2	1178.533	24.173	0.000**	深度 2/3>深度 1/3>深度 3/3
	固定深度 1/3	804.356	2	402.178	8.249	0.000**	下背部>無依靠>上背部
	固定深度 2/3	859.756	2	429.878	8.817	0.000**	上背部>無依靠 上背部>下背部
	固定深度 3/3	1423.022	2	711.511	14.594	0.000**	下背部>無依靠>上背部
邏 輯 判 斷 答 對 數	固定高度無依靠	639.267	2	319.633	6.631	0.002**	深度 1/3>深度 2/3 深度 1/3>深度 3/3
	固定依靠下背	769.489	2	384.744	7.982	0.000**	深度 1/3>深度 3/3>深度 2/3
	固定依靠上背	2706.200	2	1353.100	28.073	0.000**	深度 2/3>深度 1/3>深度 3/3
	固定深度 1/3	969.267	2	484.633	10.055	0.000**	下背部>無依靠>上背部
	固定深度 2/3	970.956	2	485.478	10.072	0.000**	上背部>無依靠 上背部>下背部
	固定深度 3/3	1744.267	2	872.133	18.094	0.000**	下背部>無依靠>上背部

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

四、性別在學習認知差異

針對性別在「深度」與「高度」的影響，進一步三因子 ANOVA 分析結果顯示：「性別」與「深度」和「高度」在數字記憶 ($F=0.1$, $p = 0.982 > 0.05$)、數字計算答題數 ($F=0.092$, $p = 0.985 > 0.05$)、數字計算答對數 ($F=0.08$, $p = 0.988 > 0.05$)、邏輯判斷答題數 ($F=0.863$, $p = 0.487 > 0.05$) 與邏輯判斷答對數 ($F=0.329$, $p = 0.858 > 0.05$)。為此，性別在學習認知上的成效差異進行檢定，其結果顯示：在數字短期記憶、數字答對率與邏輯判斷答對率都沒有顯著性差異（表 6）。

表 6：性別、深度與高度在學習認知實驗變異數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p-value
數字短期	0.993	4	0.248	0.100	0.982
數字計算答題數	41.770	4	10.443	0.092	0.985
數字計算答對數	44.356	4	11.089	0.080	0.988
邏輯判斷答題數	166.444	4	41.611	0.863	0.487
邏輯判斷答對數	64.289	4	16.072	0.329	0.858

*p < 0.05 ** p < 0.01

五、閱讀分心次數

在坐姿深度的分心程度依序是 1/3 (M=9.46±10.28)、2/3 (M=8.15±8.05)、3/3 (M=8.16±7.95)；在坐姿高度的成效依序是無倚靠 (M=8.47±8.46)、下背部 (M=8.54±9.21)、上背部 (M=8.75±8.86) (表 7)，進一步二因子 ANOVA 檢定：「深度」和「高度」在閱讀分心次數上沒有顯著交互作用。進一步針對「深度」與「高度」各別進行主效果分析，深度 1/3 其分心次數都大於 2/3 深度與 3/3 深度其分心次數 (表 8)。

表 7：眼動分心次數平均數標準差

深度	高度	M	Std.
1/3	無	9.17	9.45
	下背	10.23	11.63
	上背	8.98	9.64
2/3	無	8.09	6.91
	下背	7.73	7.39
	上背	8.63	9.63
3/3	無	8.16	8.81
	下背	7.67	7.84

表 8：高度及深度在閱讀分心次數之變異數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p-value	主效果
深度	612.786	2	306.393	3.927	0.020*	深度 1/3>深度 2/3
高度	23.175	2	11.588	0.149	0.862	
深度*高度	303.677	4	75.919	0.973	0.421	深度 1/3>深度 3/3

*p < 0.05 ** p < 0.01

六、時段、性別在閱讀分心次數

針對不同閱讀時段在「深度」與「高度」的影響，進一步三因子 ANOVA 分析結果顯示：「時段」與「深度」和「高度」在分心次數 ($F=0.205$, $p = 1.0 > 0.05$) 沒有顯著交互作用 (表 9)。其次，性別在「深度」與「高度」的影響，進一步三因子 ANOVA 分析結果顯示：「性別」與「深度」和「高度」在分心次數 ($F=1.555$, $p = 0.184 > 0.05$) 沒有顯著交互作用 (表 9)。

表 9：時段、高度及深度在閱讀分心次數之變異數分析

	變異來源	SS	Df	MS	F	p-value
分心次數	深度*高度*時段	326.731	20	16.337	0.205	1.000
	深度*高度*性別	477.484	4	119.371	1.555	0.184

*p < 0.05 ** p < 0.01

七、分心次數在不同時段下變化

不同閱讀時段的分心次數，雖然在「深度」與「高度」沒有交互作用的影響。但從「深度」在 6 個時段觀察分心次數的變化 (圖 8)，其中可以發現 1/3 深度的分心次數明顯較高於 2/3 深度與 3/3 深度；其次，在「高度」在 6 個時段觀察分心次數的變化 (圖 9)，雖然整體來說，並沒有差異，但從圖形中可以觀察到，無靠背在中間時段比較容易分心，前後分心次數

較少。

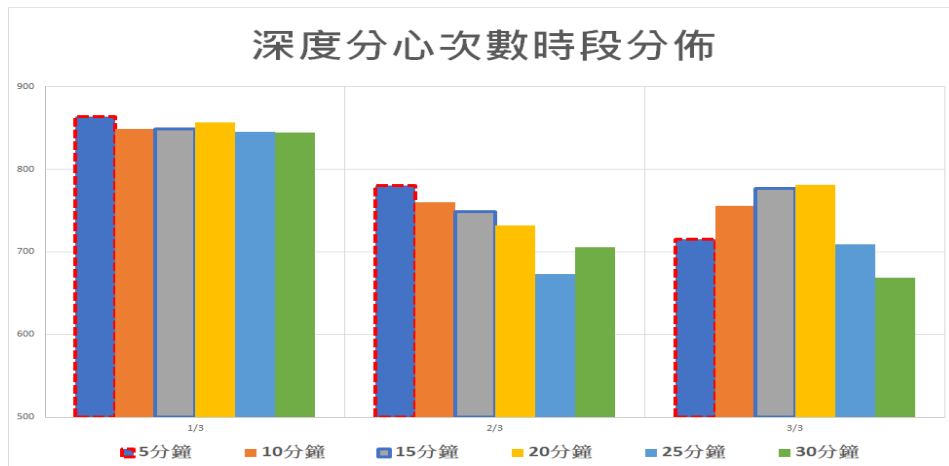


圖 8：「深度」不同時段的閱讀分心次數

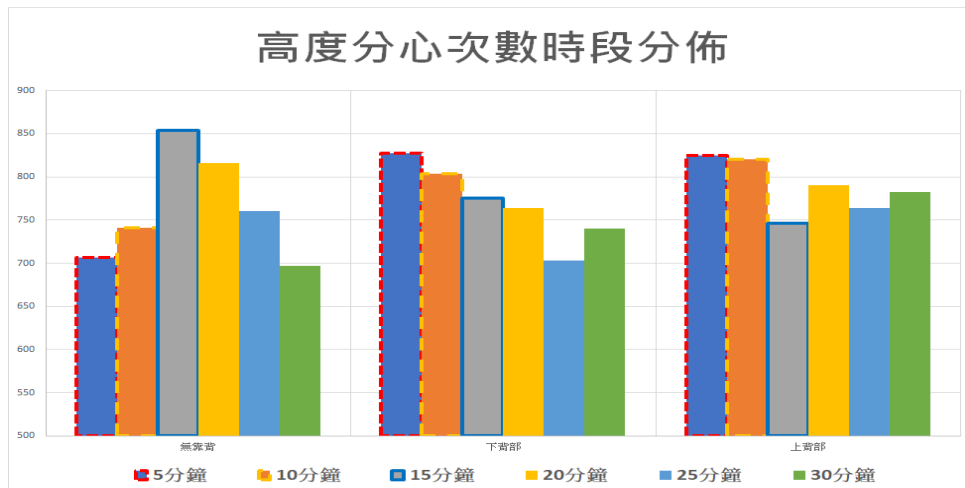


圖 9：「高度」不同時段的閱讀分心次數

進一步從 EEG 觀察閱讀時間的變化。在三種深度的 Low β 波圖（圖 10）可以觀察出，1/3 深度坐姿，EEG 強度隨著時間，強度分佈在大腦枕葉部分，但 2/3 深度或 3/3 深度在前額葉與枕葉區域較強，而前額葉屬於大腦專注部分、枕葉是負責視覺部分；亦就是專注程度隨時間下降。其次，在三種高度的 Low β 波圖（圖 11），無靠背在中間時段：10-20 分鐘，前額葉的 EEG 訊號相對較弱，顯示中間部分專注程度變差，而下背部與上背部則是中間時段前額葉。

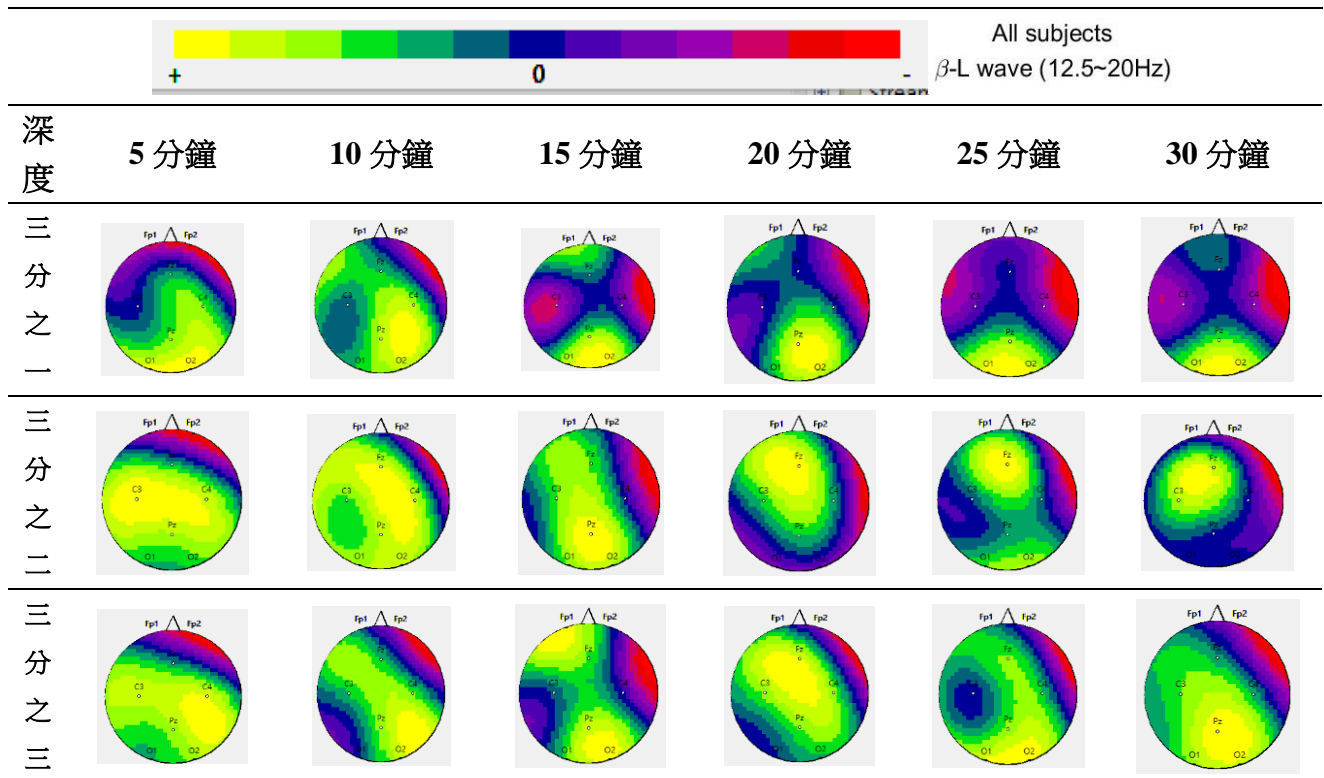


圖 10：「深度」不同時段 Low β 分布圖

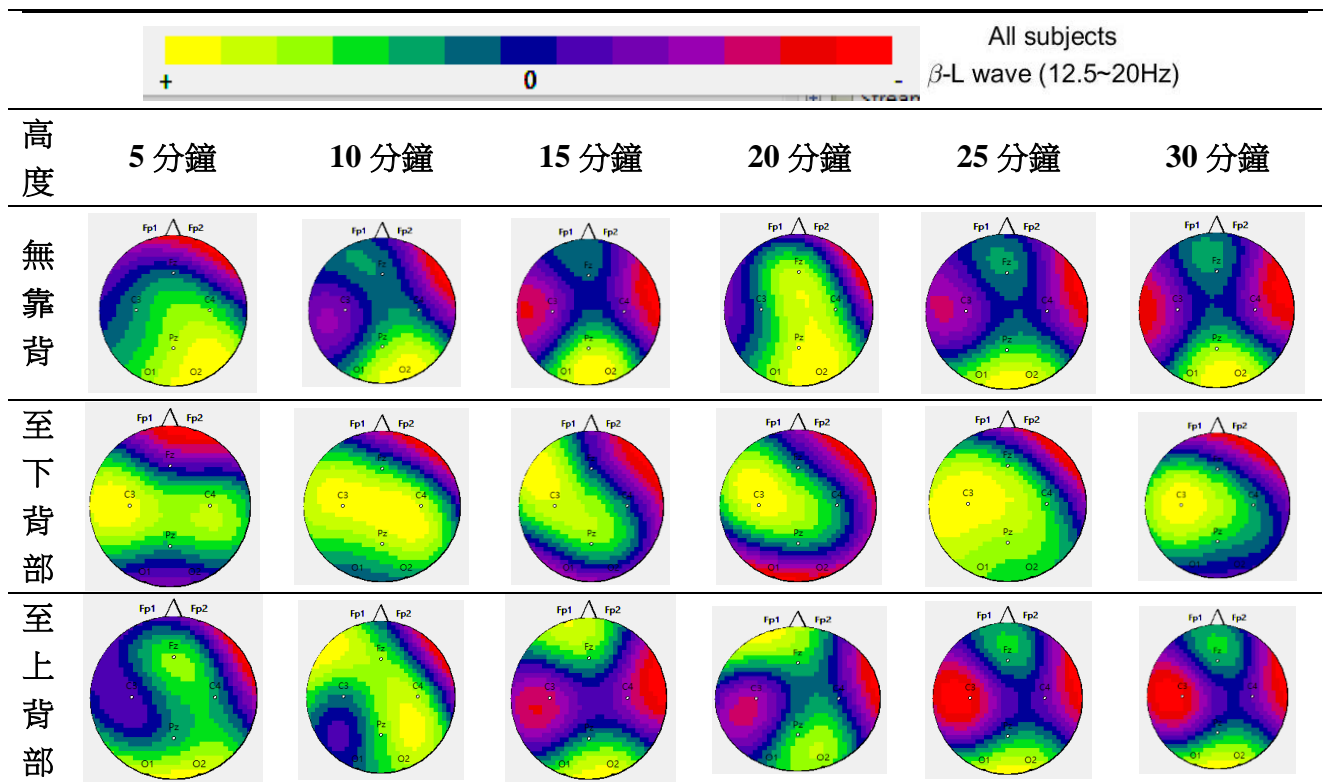


圖 11：「高度」不同時段 Low β 分布圖

肆、 結論與應用

課桌椅是學生在教室課堂進行學習的重要元素，但目前由於可調整的座椅價格與和維護成本較高，學校通常選擇固定式桌椅，而學生的坐姿侷限在這樣條件下，不僅造成肌肉的緊繃，尤其是長時間坐著或保持一種持續性的靜態姿勢，輕微導致生理疲勞或下腰痛，使得學生無法集中精力進行學習，妨礙他們的學習能力。

本研究在現有學校教室椅子條件下，針對座椅深度與椅背高度交互組合來進行探究對於學習成效的影響。整個研究分為兩大實驗：實驗一針對短時間需要高度專注力學習部分，主要分為短期記憶、數字計算與邏輯判斷；實驗二針對長時間閱讀的分心狀態，透過眼動儀與腦波偵測儀加以紀錄。

研究結果發現，坐姿深度與高度組合對於學習成效確實有所影響。整體來說，對於短時間需要大量專注學習任務，坐姿 1/3 深度與椅背下背部高度都具有不錯的學習效果。這樣的結果跟過去研究類似，當身體下半身保持緊張狀態有助於提升專注力；而椅背高度於下背部時具有較佳的舒適感，也有助於腰部休息，休息也讓認知負荷產生回饋。其次，在長時間的閱讀實驗結果，坐姿 1/3 深度或椅背無倚靠，分心次數相對來得高，而且大腦的前額葉反應相對較低，也說明為何分心行為。這樣結果跟過去研究指出，將身體壓力理想地分佈椅墊上，對於椎間盤產生的壓力將會最小，身體較容易放鬆，不容易分心。

根據本研究結果建議學校或教育機構，短時間高專注學習任務，可以短暫要求學生坐姿深度較淺且無倚靠椅背，但長時間下來建議以坐姿 2/3 以上深度，高度為下背部以上較為合適，並且每 5 分鐘變換姿勢一次，如此可以防止久坐的不適感，又不會降低學習成效。其次，建議設計學校採購椅子時可以簡易改良移動式椅背或者請學生攜帶腰部靠枕調整座椅深度。

椅墊設計上除了深度考慮外，椅墊傾斜角度對於腰部骨盆傾斜角度有關，而角度跟舒適感有關，因此未來針對椅墊傾斜角度可與本研究結果進行比較；其次，坐姿除了受到椅子的影響外，桌子設計也是一項重要因素，建議未來可結合桌子設計元素與本研究進行彙整研究。

伍、 參考文獻

迪克知識網 (2021) 為什麼只能坐椅子的三分之一，坐凳子坐三分之一有什麼效果??。

<https://www.diklearn.com/a/202101/122978.html>。

Angie (2019) 快學！正確坐姿 4 重點，告別粗腰肥臀。

<https://blog.worldgymtaiwan.com/best-posture-for-sitting-at-a-desk-all-day>。

Dianat, I., Karimib, M. A., Hashemic, A. A., Bahrapour, S. (2013). Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: proposed dimensions based on anthropometric data. *Appl Ergon*, 44 (1), 101-108.

Huang, F. Y., Horng, R. Y., Liao, C. N., Lu, P. H. (2007). The Effects of Self-feedback, Rest, and Information Support on Dynamic Decision Making Performance. *Human Factors*, 9(1), 11 - 19. doi:10.6273/JES.2007.9(1).0210.6273/JES.2007.9(1).02

Lin, Q.-Q. (2012). Research on comfort evaluation of improved seats. *Journal of Oriental of Technology*, 32, 91-100.

Lu, J.-X., Zhang, F.-C., Shen, L.-M. (2005). The Ergonomics Research of Sitting Posture Theory and Chair Designing Principles. *Journal of Southern Yangtze University Natural Science Edition*, 11(4), 44-46.

Moon, J. H., Lee, J. S., Kang, M. J., Kang, S. W., Kim, H. J. (1996). Effects of rehabilitation program in adolescent scoliosis. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 20(2), 424-431.

Owen, N., Healy, G. H., Matthews, C. E., Dunstan, D. W. (2012). Too Much Sitting: The Population-Health Science of Sedentary Behavior. *Exerc Sport Sci Rev*, 38(3), 105-113. doi:10.1097/JES.0b013e3181e373a2

Panagiotopoulou, G., Christoulas, K., Papanckolaou, A., Mandroukas, K. (2004). Classroom furniture dimensions and anthropometric measures in primary school. *Applie Ergonomics*.

35(2),121–128.

Pheasant, S. (1991). *Ergonomics Work and Health*. Aspen Publishers, MD, USA. p. 358.

Pheasant, S., Haslegrave (2006). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics, and the Design of Work* (3rd ed.), Taylor and Francis, London.

Ravindra, S. G., Song, F. (2001). A methodology to determine the optimum seat depth. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 27(4), 207-217.

Sun, Y., Liu, Z.-Y. (2019). Investigation and Analysis of College Students' Desks and Chairs Based on Ergonomics: Take Nanjing Forestry University as an example. *Art Science and Technology*, 5, 293 - 294.

Xu, J.-F., Zhang, H.-N., Cui, T.-J. (2003). Office Chair Design and Creation Based on Sitting Behavior. *Packaging Engineering*, 34(8), 52-56.

Yeats, B. (1997). Factors that may influence the postural health of schoolchildren (K-12). *Work*, 9(1), 45–55.

【評語】 130006

1. 此研究利用 8 channel EEG 來記錄腦波，能精準的呈現腦波變化以及 EEG mapping。
2. 圖 7 未進一步做統計分析，較為可惜。
3. 如何確認坐三分之一深度對於學習和專注度的影響不是因為壓力所造成的？
4. 研究利用木箱，探討不同坐姿(坐的深度與椅背的高度)是否對學習成效有影響，學習成效則以記憶計算，以及邏輯判斷三種作業做為行為評量，以及篇章閱讀的眼動追蹤（方向上是否有回視或偏離）當作閱讀分心的指標。參賽同學對於統計分析的掌握很好，知道如何使用 ANOVA 以及 simple main effect 的事後分析。但這三種行為作業，是否能代表能作為學習成效，還是受測者原本的認知能力，有待商榷。另外，採用眼動軌跡作為分心指標有創意，但這兩個指標受到 calibration 的影響比較大，建議使用其他凝視時間，閱讀速度等指標。
5. 研究主題新穎，但研究假設及結果的詮釋有問題。例如，分心的定義有問題。是否分心應有其他的測驗方式（跳脫

文字區域很可能是在思考，眼動模式也跟閱讀習慣有關)。

閱讀材料的設計是 6 次閱讀不同文章段落的難易度、情境等可能激發不同腦部活化反應，因此 EEG 顯示閱讀時段的腦波活動，作用很可能跟閱讀內容本身有關，是否能如引伸至坐姿的差異？需要更小心詮釋。