

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

第一名

080309

樂不思「眠」－探討睡前娛樂對睡眠、學習和社交的影響

學校名稱： 新北市板橋區中山國民小學

作者： 小六 林綾瑩 小四 林威綸	指導老師： 黃如君 黃俊維
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞： 睡眠延遲、學習記憶、社交傾向

得獎感言

樂不思眠，從生活中找研究題目

一開始決定參與科展，我們對所有的事情都充滿好奇，很想趕快找到一個厲害的主題進行研究。花了一個月的時間，天馬行空地想了很多種題目，查了許多資料後，發現題目不是已經有人做過，就是無法設計實驗來證明。這時候，老師給了我們一個很重要的建議：「最好的研究題目其實就在日常生活中」，要我們仔細觀察，學生生活中最常遇到什麼樣的問題？大家都面臨的困擾是什麼？最後我們終於從自身經驗中，想到晚上的睡眠跟白天的學習，都是很重要的事情，才終於訂下研究主題。這也是整個過程中，我們覺得最腦力激盪的時候。

在這次的參展過程中，我們學會了將生活中的疑惑轉變成研究主題、寫實驗記錄簿的重要性、問卷調查的方法、實驗進行的技巧，還有安排時間的能力。讓我們印象最深刻的是，在跨年夜的晚上和元旦的早上，我們都還在努力做實驗跟計算結果，現在想起來是很珍貴的一段過程。在新竹比賽的五天裡，我們也認識了一些其他作品的選手，發現大家真的都很厲害，而且每一篇主題都好有趣，能夠參與全國科展真的讓我們大開眼界，太幸福了！

能在這一次的科展比賽中獲得佳績，我們真的好開心，一方面是努力有了成果，另一方面是我們學會克服緊張的感覺，完整的將作品說明給評審老師聽。非常感謝一路陪伴我們的兩位老師，帶著我們一步步向前走，犧牲假期來指導我們。也很感謝給我們很多建議與培訓機會的專家學者，有了你們的耐心引導與寶貴建議，才能讓我們的作品更加完整。也要感謝家人和同學的鼓勵，在我們遇到困難時，給予我們鼓勵，讓我們能夠持續堅持下去。

未來，我們希望不只是探討娛樂活動與睡眠、學習之間的關聯，更期望將研究成果轉化為實際應用。例如結合資訊科技，設計一款互動式的應用程式，讓使用者可以記錄自己的睡前活動、學習狀況與睡眠品質，並獲得睡眠改良建議，幫助更多學生建立良好作息與自我管理能力。

這次的經驗讓我們發現，只要用心觀察生活，就能發掘許多值得探討的現象，而透過實驗與分析，這些問題也有機會被解答並產生實際價值。



從無到有，利用壓克力板來製作觀察箱



感謝兩位老師一路指導跟陪伴我們



能在這一次的科展比賽中獲得佳績，我們真的好開心

摘要

本研究探討因娛樂導致的睡眠延遲，對學習記憶、社交傾向及任務執行的影響。首先以線上問卷調查國小中高年級及國中學生，了解睡前娛樂項目與頻率，以及自我評估對睡眠、學習與社交的影響。接著規劃小鼠睡眠干擾實驗，分為正常睡眠、環境探索、飲食吸引與藍光刺激四組，並透過水迷宮、Y 迷宮、物體辨識、社交偏好及築巢任務，觀察其學習與社交行為。問卷結果顯示，逾五成學生認為睡前娛樂不會影響睡眠、學習或社交能力，但小鼠實驗結果顯示，受到睡眠干擾的組別在成長、睡眠、學習記憶、社交傾向與任務表現皆顯著下降，尤以藍光組最為明顯。本研究證明，睡前娛樂會對小鼠學習與社交產生負面影響，並為探討青少年睡眠與認知問題提供重要實驗基礎。

壹、前言

一、研究動機

不論是健康教育或是家長的叮嚀都一直提到，擁有充足的睡眠對於維持我們的身體健康、學習能力和人際交流都非常重要。然而，現代社會中不論是成年人或是青少年，都常常因為工作或課業壓力影響了睡眠。近期報導則指出，因為娛樂項目越來越多樣化，許多人睡覺前會使用 3C 產品、吃宵夜或接觸新奇事物(例如玩具、漫畫等)，這些活動會導致大腦中產生多巴胺 (dopamine)，使人體快速產生興奮與愉悅感，直接影響到入睡時間及後續睡眠週期。長期因娛樂而干擾睡眠，有可能會影響到日常生活中的學習效率與人際關係，導致記憶力、專注力及任務執行力變差。過去的研究主要是針對因為工作或課業壓力而產生的「睡眠剝奪」，但對於因睡前娛樂而過度興奮導致的「睡眠延遲」，對學生在學習與人際交流的改變仍缺乏完整探討。因此，本研究先以線上問卷來了解青少年的睡前娛樂項目及自我評估睡眠影響。因為小鼠的行為模式與人類具有可類比的特性，因此本研究進一步規劃小鼠實驗，模擬青少年因睡前娛樂刺激而影響睡眠的狀況，探討睡眠延遲如何改變學習表現及社交行為。

二、研究目的

- (一) 問卷調查國小中、高年級及國中學生 (10-15歲) 睡前娛樂項目與頻率。
- (二) 問卷調查10-15歲學生對於睡前娛樂影響睡眠、學習與社交的自我評估。
- (三) 探討三種睡前娛樂刺激對小鼠睡眠週期的影響。
- (四) 探討因娛樂導致睡眠延遲後，對小鼠學習記憶與社交傾向的影響。

三、文獻回顧

（一）睡眠的意義與功能

睡眠對於維持生理及心理功能都很重要，包含恢復精神與體力、記憶形成、調節情緒、人際社交等等。以下是睡眠的重要功能：

1. 睡眠期間，人體會修復組織和細胞的損傷，同時降低新陳代謝率，節省能量消耗，讓身體在醒來時恢復精神與保持一天的活力。此外，充足的睡眠可增強免疫力，讓身體更能抵抗細菌跟病毒的侵害（櫻井武，2019）。
2. 睡眠過程分成快速動眼期（Rapid Eye Movement, REM）與非快速動眼期（Non-Rapid Eye Movement, NREM）。在快速動眼期中，大腦會整理白天學習到的資訊，將短期記憶轉變成長期記憶，對學習與情緒調節都非常重要。在非快速動眼期中，是身體真正休息的時候，這時候肌肉會放鬆，呼吸與心跳變慢，有助於身體能量恢復（沃克，2023）。
3. 根據美國睡眠醫學學會（American Academy of Sleep Medicine, AASM）的建議，6至12歲的兒童每日應睡眠9至12小時，13至18歲的青少年則應睡眠8至10小時，以促進最佳的生理與心理健康。長期睡眠不足會導致注意力不集中、學習困難與情緒失調問題（Paruthi *et al.*, 2016）。

（二）睡眠干擾的因素

人類生活中常見影響睡眠的因素有看電視、玩手機、處理工作或課業、喝茶或咖啡、睡前吃太飽、噪音振動等等，分別會因為產生壓力、咖啡因刺激，還有娛樂興奮而干擾正常睡眠。相較於壓力所導致的睡眠剝奪屬於緊張狀態，娛樂活動主要是自己決定的愉快經驗，所影響的睡眠延遲屬於獎勵性質，會讓「快樂因子-多巴胺」釋放出來。多巴胺是重要的神經傳導物質，當外出旅遊、品嚐美食、收看節目、比賽獲獎、逛街購物等活動都會讓大腦產生多巴胺，讓人感到心情愉悅（Szalavitz, M., 2022）。小鼠也具有相同反應，以下是小鼠的說明：

1. 小鼠天生具有高度的好奇心，當牠們被放到新環境或接觸新物品時，會表現出強烈的探索行為，這種行為與多巴胺有關。
2. 小鼠攝取到美味食物，如乳酪或糖水，會刺激大腦的獎賞系統，導致多巴胺的釋放，使牠們感到興奮與愉悅。
3. 照射波長 400-500nm 的藍光也會讓小鼠興奮，活動力上升。可以模擬人類觀看 3C 造成的刺激影響。

（三）利用小鼠實驗模擬人類行為

小鼠一天約有 12-14 小時處於睡眠狀態，牠們是夜行性動物，會在亮週期（白天）睡覺，暗週期（夜晚）活動（中華實驗動物學會，2020）。小鼠與人類有約 99% 的基因相似性，且小鼠的神經系統跟睡眠狀態，都與人類有相似之處。也因為小鼠對人類的睡眠干擾因素有類似的反應，因此能夠由行為實驗呈現出睡眠、記憶、社交與執行任務等行為。透過觀察小鼠對行為實驗的反應，可以推測在人類上可能的反應（林妤庭，2020）。

（四）歷屆科展的相關作品表格

表1. 科展相關研究主題作品分析表

屆數	臺灣國際科學展覽會	中華民國第 61 屆中小學科學展覽會
作品內容	探討睡眠剝奪對青少年學習與記憶的影響－以小鼠為模式探討生理、心理與大腦變化。（林冠婷、郭妙真，2019）	「光」芒非你莫「鼠」（陳郁潔、王宥鈞、林立喆等，2021）
研究方法	以問卷調查青少年壓力來源，選定「睡眠剝奪」為主題，使用小鼠進行實驗，分為控制組與睡眠剝奪組，透過曠野實驗、新奇事物測試及巴恩斯迷宮測試評估短期與長期記憶，並分析 ERK 與 pERK 蛋白質變化。	以能量代謝及行為分析方法，來探討大規模改變的晝夜節律、小規模破壞的環境光照，以及不同波長光照下的影響。
研究結論	實驗發現長期睡眠剝奪抑制青少年期小鼠的體重成長，也影響小鼠的短期記憶，使其在新奇事物測試中較不偏好探索新物體。	實驗發現在不同波長的光照實驗裡，照射藍光與紫光的小鼠，在生理數據與行為模式比起紅光或黃光的組別，受到比較大的影響。

透過文獻回顧可以了解到睡眠的基本功能，以及人類睡前的娛樂活動會產生多巴胺，導致過度愉悅與興奮，改變入睡時間與睡眠品質。此外，小鼠因為可以表現出與人類相似的學習與記憶行為，以及與同類接觸的行為，很適合作為研究對象。歷屆科展相關主題作品內容（表1）顯示，因為壓力導致的睡眠剝奪對記憶有負面影響，而藍光也會影響到晝夜節律系統及睡眠。但由於

國小中高年級及國中階段，壓力還不像高中生或是成年人那麼巨大，反而是有越來越多時間接觸 3C 產品及社群媒體，或是玩具與桌遊等娛樂項目。因此本研究小組想要探討因為娛樂活動造成的人睡時間延遲，導致睡眠時間變少，經過一段時間後，是否也會造成學習跟社交的影響。本研究以10-15歲兒童與青少年作為問卷調查對象。此外，選用小白鼠作為實驗對象，並給予明確時間的睡眠干擾，像是換籠造成新環境、乳酪與糖水的吸引，以及藍光刺激來讓小鼠產生愉悅與新奇感。再透過記錄小鼠睡眠週期，以及利用迷宮實驗來偵測學習與記憶的能力，用陌生小鼠以及築巢實驗來探討社交行為與日常任務執行能力是否有改變。

貳、研究材料

本研究所有實驗相關照片與圖片都為作者/指導教師所拍攝或軟體繪製。

一、實驗小鼠（屬種名：*Mus musculus*）

（一）小鼠照護與使用

本研究使用的 ICR 小鼠由中央研究院協助提供，這是一種廣泛應用於科學研究的小白鼠品種。在實驗過程中，我們遵守行政院農業委員會（現在是農業部）所訂定的「實驗動物照護與使用指引」，並依這個規範進行小鼠的日常照顧以及實驗操作（行政院農業委員會，2018）。同時，我們也根據國家實驗動物中心的「3R 與5F 準則」重視動物福利，為小鼠提供舒適的飼養環境及健康照護。在整個實驗過程中，由作者負責小鼠的日常照顧與行為實驗，獸醫師則負責監督小鼠的基本照護，並由專業科學家指導小鼠行為實驗的進行。

（二）行為實驗選擇

本研究以「觀察小鼠的本能行為」來評估睡眠干擾對學習記憶、社交傾向、任務執行的影響。我們選擇科學界公認的行為觀察方法，並在實驗過程中遵循獸醫師的監督，確保不進行任何形式的小鼠解剖或可能引起傷害的操作。此外，每週都會進行小鼠健康狀況的檢查，並經由科學影片的學習操作與專家培訓指導，讓選擇的行為實驗結果，都能具有科學有效性。









1. 水迷宮：利用小鼠天生的游泳能力，測試學習記憶力。
2. Y 型迷宮：利用小鼠自發性探索行為，測試空間記憶力。
3. 新物品辨識：利用小鼠天生高度好奇及探索性，測試物品記憶力。

4. 社交空間偏好：利用小鼠自發性探索行為，測試社交傾向。
5. 築巢行為：利用小鼠自發性築巢，測試任務執行力。

（三）小鼠資訊

1. 本研究選用較不具地域性的雌性小鼠，避免打架影響睡眠與行為表現。
2. 為了模擬人類的學齡階段，選用 5 週齡，體重約為 14-16 公克的年輕小鼠開始進行實驗。此時期約為人類 5-10 歲，具有成長快速與學習力旺盛的特性。
3. 依照睡眠干擾的實驗設計方式，總共分成 4 組（表2）。
4. 每組需要 3 隻小鼠進行重複性實驗，總共需要 12 隻。
5. 用奇異筆在尾巴進行編號，標示不同顏色跟數目。
6. 睡眠干擾結束後，所有組別回復成正常的睡眠狀態。

表2. 小鼠實驗分組

組別	A	B	C	D
隻數	3	3	3	3
睡眠干擾	正常睡眠	環境探索	飲食吸引	藍光刺激
				
早上7:00 干擾條件	沒有干擾	墊料/物品	乳酪/糖水	400-500nm
				

二、睡眠干擾方式（表2）

（一）正常睡眠組

1. 正常日夜週期：7:00 開燈，19:00 關燈。
2. 正常食物飲水：一般飼料，飲用水。
3. 正常換籠頻率：每周一更換全新墊料。

（二）環境探索組

1. 正常日夜週期：7:00 開燈，19:00 關燈。
2. 正常食物飲水：一般飼料，飲用水。
3. 增加換籠頻率：每天 7:00 更換全新墊料及放入新奇物品。

（三）飲食吸引組

1. 正常日夜週期：7:00 開燈，19:00 關燈。
2. 添加乳酪/糖水：每天 7:00 額外加入 6 克乳酪塊及 6 毫升 1%果糖水。
3. 正常換籠頻率：每周一更換全新墊料。

（四）藍光刺激組

1. 增加藍光照射：每天 7:00-9:00，開啟 15 分鐘，關閉 15 分鐘，共 4 循環。
2. 正常食物飲水：一般飼料，飲用水。
3. 正常換籠頻率：每周一更換全新墊料。

參、研究方法

一、線上問卷調查對象

過去的研究主要針對壓力產生的睡眠剝奪，但對於自主性高的睡前娛樂興奮影響，目前缺乏完整探討。因此，本研究小組首先透過線上問卷來了解學生的睡前娛樂項目及對睡眠影響的認知。問卷訪問對象為國小中、高年級至國中 (10-15歲) 的學生，因為此年齡段的學生正處於身心發展與學習力旺盛的關鍵期，且睡眠干擾與學習表現、記憶力等有直接的關聯。透過了解這個群體的睡前娛樂活動習慣，可以進一步分析睡前娛樂如何影響睡眠及學習表現，並為改善學習效果提供科學依據。

二、線上問卷調查方法

在問卷調查開始之前，本研究小組根據臺大醫院所刊登的「受試者同意書撰寫注意事項」(李桃森、戴君芳，2024)，設計出受試者同意書(附錄一)，並以 Google 表單設計出 10 題問卷(附錄二)。調查對象的取得是透過學校以及家長的協助，將線上表單連結提供給學生，採自由決定是否參與。在問卷調查開始之前，學生與法定代理人會先了解問卷的目的與方法，並於受試者同意書簽名，同意進行填答。上線後將以匿名方式回覆表單，因此回覆的資料將不包含受試者姓名，且僅用於科展統計結果，維護受試者隱私。統計結果將用於探討睡眠狀態對於學習能力等的影響。

三、小鼠實驗方法

小鼠實驗的研究架構及時間規劃如 (表3)。小鼠自實驗週數第 0 週起 (年紀 5 週齡) 開始每週進行體重秤重及飲食記錄至第 15 週實驗結束；於第 4 週進行正常睡眠記錄，並在第 5 週開始進行睡眠干擾至第 10 週。期間陸續進行干擾後睡眠記錄、水迷宮、Y 型迷宮、新物品辨識、社交偏好以及築巢任務。自第 11 週開始回復正常睡眠型態，並於第 15 週再次進行築巢任務。小鼠日常照顧與攝影設備如下圖 (圖1，圖2)，亮週期：7:00-19:00；暗週期：19:00-7:00，光照強度維持在 230-320 lux 的標準。

表3. 實驗架構與時間安排表

實驗週數	第0週	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週	第6週	第7週	第8週	第9週	第10週	第11週	第12週	第13週	第14週	第15週
體重記錄(每週)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
飲食記錄(每週)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
正常睡眠	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
睡眠記錄(前)					■	■										
睡眠干擾						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
睡眠記錄(後)							■	■								
水迷宮(學習)								■	■							
Y迷宮(記憶)									■	■						
物體辨識(記憶)										■	■					
空間偏好(社交)											■	■				
築巢能力(任務)												■	■			■
AI 軟體分析						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
實驗結果統整													■	■	■	■







小鼠尾巴編號	每週稱重	充足飼料與飲水
		
小鼠飼養籠架	光度計偵測飼養空間光照度	自動燈光週期: 7:00-19:00
		

圖1. 小鼠編號、秤重、光線與日常照顧



第一視角攝影機		可連續錄影5天
第二視角攝影機		
		

圖2. 攝影記錄設備-可夜視攝影機與記憶卡

四、小鼠觀察籠組裝與睡眠記錄 (圖3，圖4)

(一) 以攝影機完整記錄 24 小時。

(二) 以三小時為一單位，分析每隻小鼠移動/清醒時間及靜止/睡眠時間。

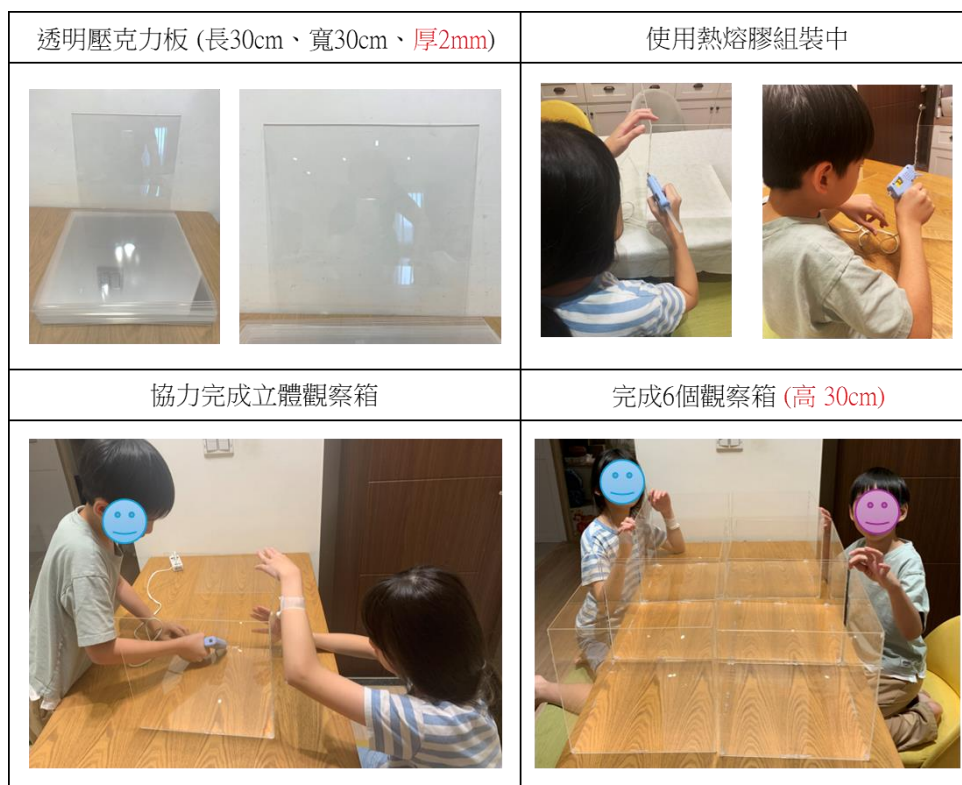


圖3. 小鼠觀察籠組裝

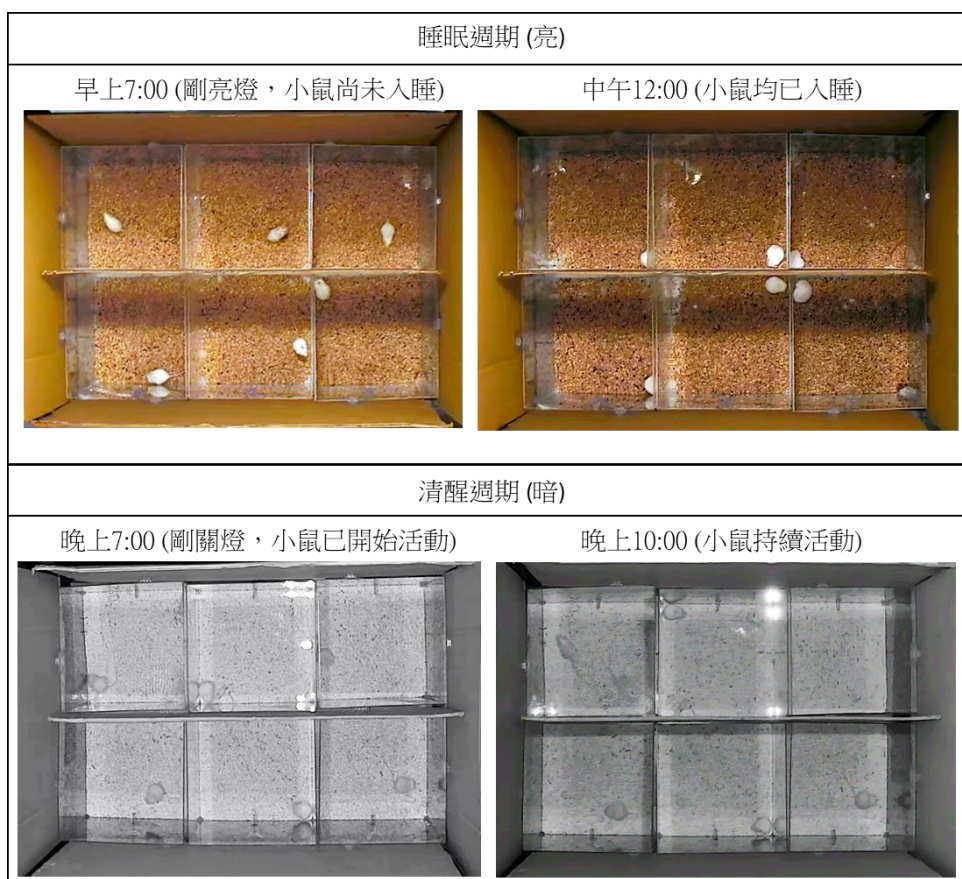


圖4. 小鼠睡眠記錄

五、水迷宮實驗 (圖5)

水迷宮是一種神經行為實驗方法，常用於評估小鼠的學習與記憶能力。本實驗利用小鼠天生的游泳本能與對離開水域的動機，讓牠們透過辨識標誌圖案來記住水下隱藏平台的位置，測試學習與記憶表現。以下是水迷宮實驗的基本步驟：

- (一) 自 3 個不同下水點放入小鼠，並開始攝影記錄。
- (二) 每隻小鼠每天進行 3 次行為學習，每次間隔至少休息 30 分鐘。
- (三) 若小鼠在 60 秒內站上平台，讓小鼠停留在平台上 10 秒觀察標記圖案。
- (四) 若小鼠在 60 秒內找不到平台，則由人員協助上平台停留 10 秒觀察標記。
- (五) 記錄小鼠每次尋找到平台的時間，連續記錄 5 天，繪製各組學習曲線。
- (六) 以 Tracker 影像分析軟體繪製小鼠代表性游泳軌跡，以評估記憶能力。

六、Y 型迷宮實驗 (圖5)

Y 型迷宮是一種常用於評估小鼠空間記憶與探索行為的實驗方法。在此迷宮中，小鼠通常傾向於探索新的區域，而非停留在已經熟悉的地方，這種行為來自天生的「探索本能」。可透過觀察小鼠進入特定區域的時間來評估記憶能力，若探索陌生區域的時間高於平均值，則表示記憶表現較佳。以下為 Y 型迷宮實驗步驟：

- (一) 自限制區域自由探索 5 分鐘。
- (二) 返回原籠休息 2 分鐘。
- (三) 在所有開放區域自由探索 5 分鐘。
- (四) 記錄小鼠每次進入新區域的時間。
- (五) 以 Tracker 影像分析軟體繪製小鼠軌跡，以評估記憶能力。

七、新物品辨識實驗 (圖5)

新物品辨識實驗是一種用於評估小鼠識別記憶的行為測試。利用小鼠對新事物的自然好奇心，在熟悉物品與新物品之間做出選擇。通常小鼠會花較多時間探索新物品，若其辨識記憶正常，會表現出對新物品的明顯偏好。透過觀察小鼠探索新物品的時間，就可以評估記憶能力與認知功能。以下為新物品辨識實驗步驟：

- (一) 在觀察箱中自由探索 10 分鐘。
- (二) 放入兩個相同物品，自由探索 10 分鐘。
- (三) 返回原籠休息 60 分鐘。
- (四) 放入一個新物品，自由探索 10 分鐘。
- (五) 以 Tracker 影像分析軟體偵測小鼠移動，以評估記憶能力。

八、三室社交偏好實驗 (圖5)

三室社交實驗是一種用於評估小鼠社交行為與社交記憶的行為測試。實驗裝置包含相連的三個區域，中間房間供小鼠適應，兩側房間則分別放置另一隻陌生小鼠或無生命物品。透過觀察小鼠在不同區域停留的時間，可評估社交互動的動機。以下為社交偏好實驗的基本步驟:

- (一) 自由探索 10 分鐘。
- (二) 返回原籠休息 3 分鐘。
- (三) 放入陌生小鼠，在所有區域自由探索 5 分鐘。
- (四) 記錄小鼠接觸陌生小鼠的時間。
- (五) 以 Tracker 影像分析軟體偵測小鼠移動，以評估社交能力。

九、築巢實驗 (圖5)

築巢行為不是生殖或育兒期的專屬行為，而是雄性與雌性小鼠皆具備的本能行為。透過觀察小鼠築巢的動機、撕咬與搬運棉塊的活動力，以及對巢穴結構的規劃能力，可評估執行任務與神經功能。本實驗使用壓縮的棉片，藉由分析小鼠建造巢穴的品質 (分數1-5，由三位不同評分員獨立評分)，作為執行任務的評估指標。


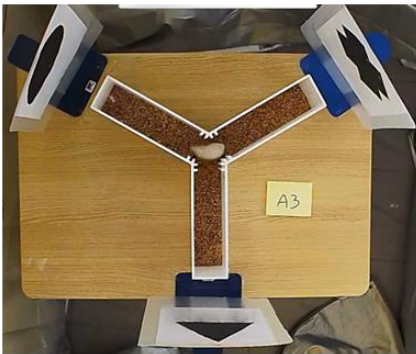
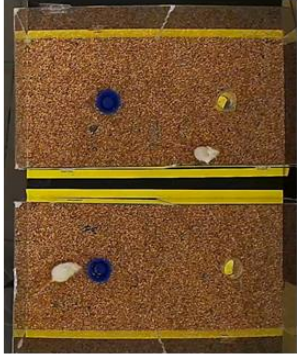

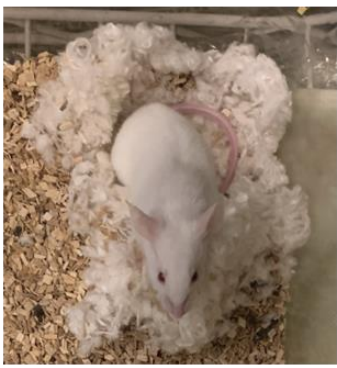
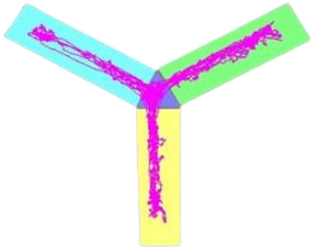
水迷宮	Y迷宮	新物品辨識
		
社交空間偏好	築巢試驗	軟體分析
		

圖5. 行為實驗總覽

肆、研究結果

一、問卷調查：睡眠行為概況

本次問卷調查共收到 246 份，其中中年級占比最高（58.9%），性別分布則是女生較高（54.7%）。在作息調查中，大多數學生平日於晚上8點-10點間入睡（57.4%），但假日入睡時間會延後至10點以後者高達 66.2%。顯示許多學生有「延遲入睡」的習慣。從一週中進行睡前娛樂的頻率來看，約有 46.2% 的學生屬於高頻率（5-7天），顯示高比例學生幾乎天天有睡前娛樂行為。在自我評估中，儘管 47.4% 的學生認為沒有因娛樂活動而延後入睡，但也有 47.4% 的學生已表示會因睡前娛樂而有延後入睡情況。這表示學生對睡前娛樂的依賴與沉迷已逐漸擴大（圖6-1）。

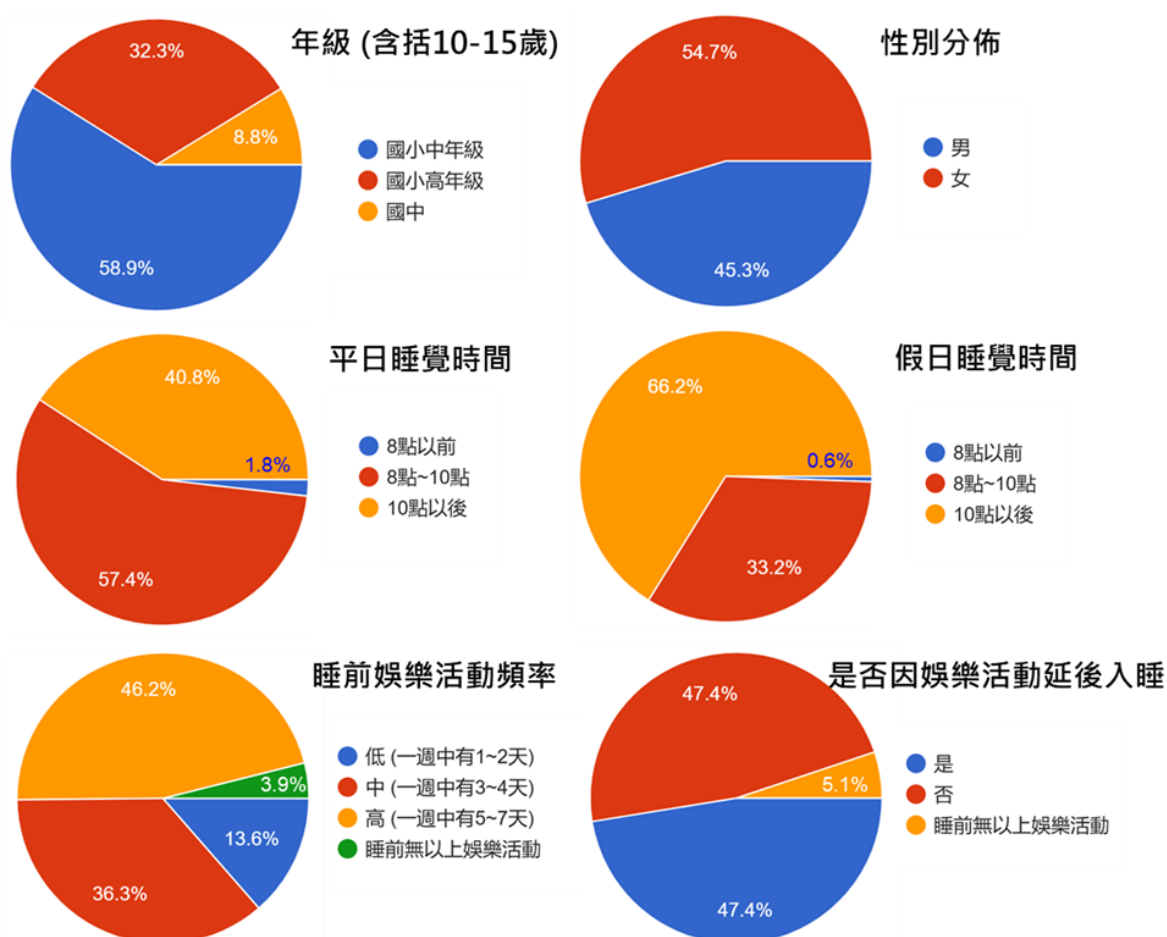


圖6-1. 問卷調查結果-睡前娛樂頻率 (246份)

二、問卷調查：娛樂活動型態

從娛樂內容來看，最常見的項目為使用3C 產品（如手機、電視、電玩），其次為進食宵夜、閱讀課外書或漫畫、桌遊與社群媒體使用（圖6-2）。

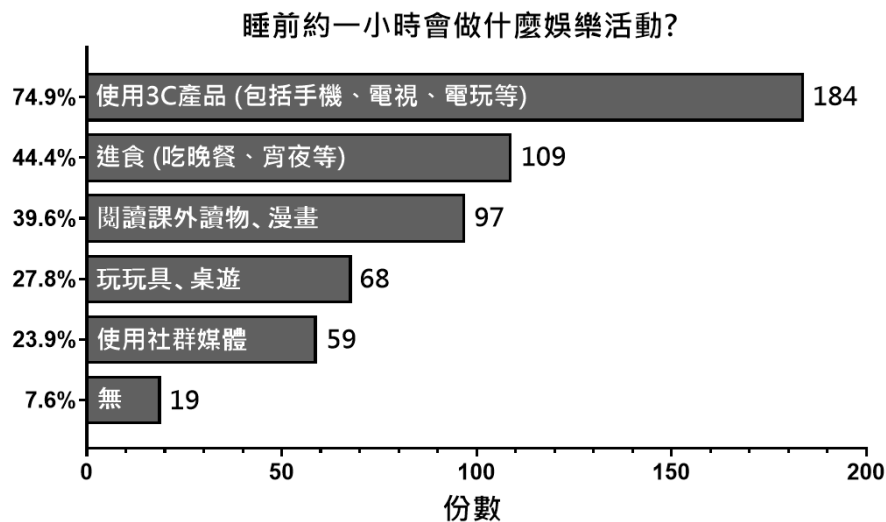


圖6-2. 問卷調查結果-睡前娛樂項目 (246份)

三、問卷調查：對睡眠與學習社交影響的認知態度

在自我感受評估中，有 49% 的學生認為睡前娛樂不影響隔天狀況，不會有疲倦、注意力下降等情況，這表示學生對睡前娛樂的影響認知分歧，部分學生可能低估了娛樂行為對身心的實際影響。在主觀判斷上，有約 55%-61% 學生不確定及不認為睡前娛樂會影響學習與社交表現，其中近 30% 學生選擇「不確定」，代表仍有認知模糊的比例存在。也有近 30% 學生不認同長期睡眠延遲的潛在風險。因此，本研究後續會透過小鼠實驗驗證這些干擾對學習記憶與社交傾向的實質影響，補足主觀評估與行為結果間的落差（圖7）。

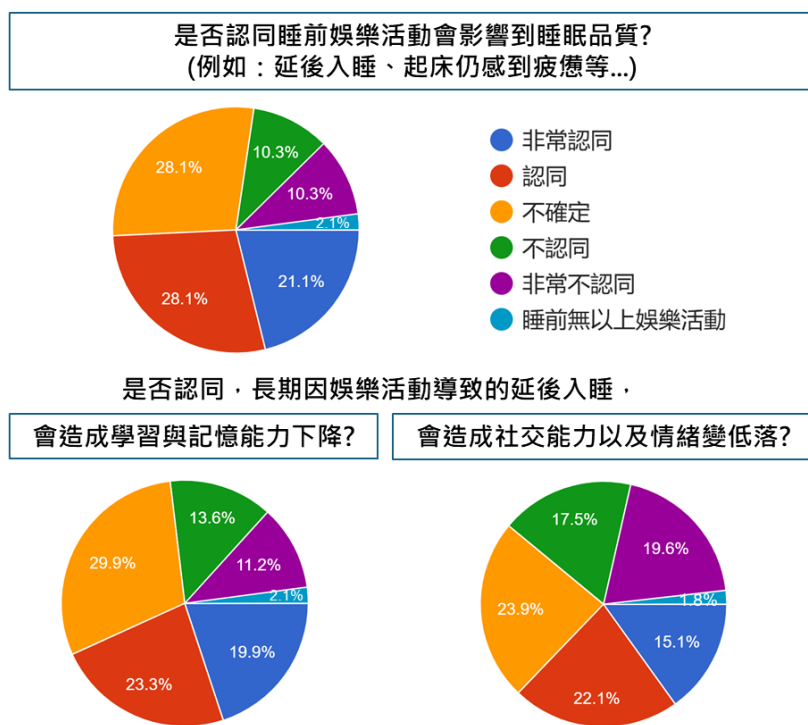


圖7. 問卷調查結果-對睡眠與學習社交影響的認知態度 (246份)

四、體重結果分析

測量小鼠的體重主要是為了觀察其成長變化，並比較睡眠週期對小鼠發育的影響。透過體重數據，可以評估不同睡眠干擾如何影響小鼠的生長趨勢（表4、圖8、圖9）。A 組的體重呈現穩定成長，是這次實驗中的對照組。而 B 組與 C 組，雖然也有成長，但都明顯受到實驗影響，體重變化有出現波動。D 組的體重成長則非常緩慢，跟其他組別拉開了明顯差距。D 組的成長狀況是整體落後的，而 A、B、C 組則維持穩定的上升趨勢。結果顯示，睡眠干擾的組別中，以藍光刺激影響最大。

表4.小鼠每週體重記錄表 (共12隻)

	小鼠週齡	5週	6週	7週	8週	9週	10週	11週	12週	13週	14週	15週	16週	17週	18週	19週	20週	
	實驗週數	第0週	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週	第6週	第7週	第8週	第9週	第10週	第11週	第12週	第13週	第14週	第15週	
睡眠狀態		正常睡眠環境						**睡眠干擾**						恢復正常睡眠				
組別	睡眠干擾	編號	體重(公克)															
A	沒有干擾	A1	16.9	23.7	26.2	26.1	26.4	26.7	27.4	27.6	30.0	29.6	30.2	30.2	30.1	30.4	31.0	31.8
		A2	13.1	21.3	25.1	27.0	27.1	27.6	29.2	29.2	30.9	31.8	31.6	32.5	33.3	33.5	33.6	34.3
		A3	13.6	19.8	21.5	23.7	23.4	24.8	26.6	26.8	26.9	27.0	27.3	27.5	27.6	29.0	29.8	30.6
		平均值	14.5	21.6	24.3	25.6	25.6	26.4	27.7	27.9	29.3	29.5	29.7	30.0	30.3	31.0	31.5	32.2
		標準差	2.1	2.0	2.5	1.7	2.0	1.4	1.3	1.2	2.1	2.4	2.2	2.5	2.9	2.3	1.9	1.9
B	環境探索 (換籠) (物品)	B1	21.9	27.6	27.6	26.9	27.8	29.4	30.2	30.3	31.5	32.3	33.2	33.2	33.2	33.4	33.4	33.4
		B2	13.5	21.4	24.3	24.5	24.2	25.9	27.2	26.3	26.2	27.6	28.0	30.1	32.1	32.4	32.6	32.6
		B3	13.0	22.3	26.5	25.6	26.1	28.6	29.6	28.9	29.1	30.9	31.2	31.3	31.3	31.5	31.8	31.5
		平均值	16.1	23.8	26.1	25.7	26.0	28.0	29.0	28.5	28.9	30.3	30.8	31.5	32.2	32.4	32.6	32.5
		標準差	5.0	3.4	1.7	1.2	1.8	1.8	1.6	2.0	2.7	2.4	2.6	1.6	1.0	2.0	3.0	4.0
C	飲食吸引 (乳脂) (糖水)	C1	14.4	22.8	23.5	26.0	26.3	28.2	28.7	27.8	30.5	30.6	30.8	30.4	29.9	30.6	30.3	30.8
		C2	19.1	22.8	24.7	27.3	27.8	29.7	29.7	28.3	30.2	29.7	31.2	30.7	30.2	30.8	30.9	31.2
		C3	13.8	22.3	23.7	26.4	26.1	26.0	28.2	26.9	29.2	29.4	29.2	30.1	30.9	30.9	31.6	32.1
		平均值	15.8	22.6	24.0	26.6	26.7	28.0	28.9	27.7	30.0	29.9	30.4	30.4	30.3	30.8	30.9	31.4
		標準差	2.9	0.3	0.6	0.7	0.9	1.9	0.8	0.7	0.7	0.6	1.1	0.3	0.5	0.2	0.7	0.7
D	光線刺激 (藍光)	D1	12.7	19.1	20.1	21.5	21.7	21.7	22.6	22.2	25.2	25.5	26.0	24.6	23.1	23.9	25.1	25.8
		D2	18.4	21.8	24.6	26.8	26.8	26.8	27.0	26.5	28.3	29.1	29.0	29.3	29.6	29.8	29.4	29.6
		D3	15.9	19.6	23.6	25.9	26.5	25.5	27.0	25.8	26.9	27.3	27.9	28.5	29.0	29.2	29.0	29.5
		平均值	15.7	20.2	22.8	24.7	25.0	24.7	25.5	24.8	26.8	27.3	27.6	27.4	27.2	27.6	27.8	28.3
		標準差	2.9	1.4	2.4	2.8	2.9	2.7	2.5	2.3	1.6	1.8	1.5	2.5	3.6	3.2	2.4	2.2

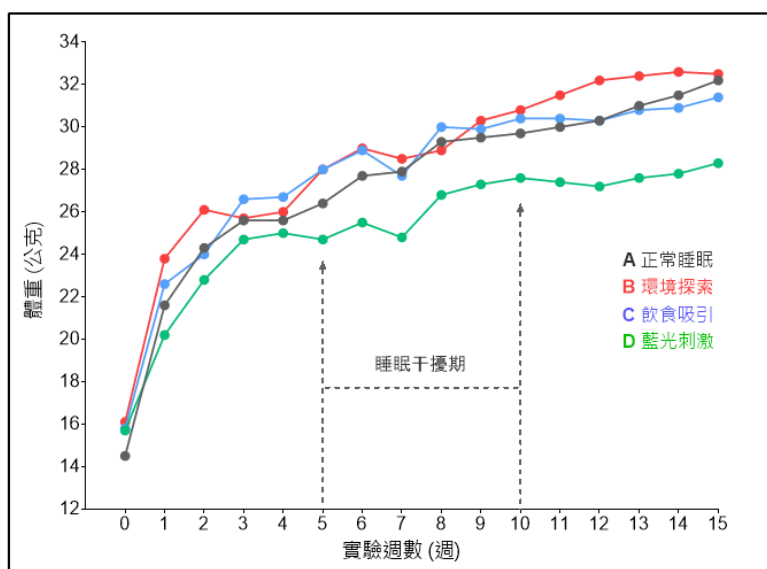


圖8.小鼠每週體重成長曲線

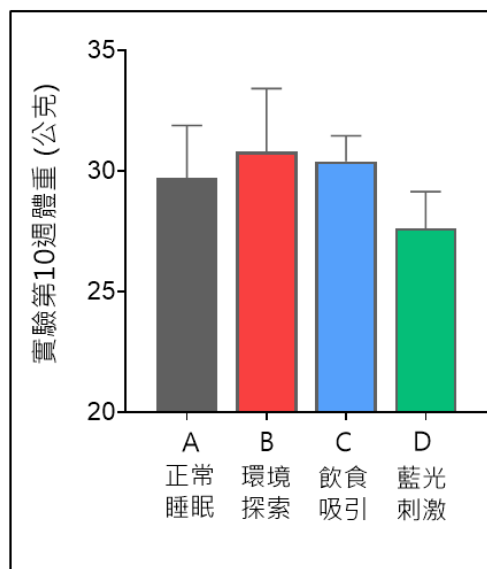


圖9.長期睡眠干擾後體重比較

五、睡眠結果分析

接下來是睡眠週期的觀察結果。這部分主要是用來觀察小鼠的睡眠是否受到實驗影響。A 組維持原本正常的日夜節律，也就是夜晚活動、白天休息。但 B、C、D 三組在經歷睡眠干擾後，睡眠週期出現明顯變動。其中以 D 組影響最為明顯：牠們白天的活動頻率上升，休息時間縮短；到了夜間，反而出現疲勞、休息的狀態。在干擾前的睡眠週期圖表中，四組的睡眠狀況幾乎一致；但在干擾後的圖表中可以看到，睡眠干擾對小鼠的睡眠週期確實產生了影響。結果顯示，睡眠干擾前，四組呈現類似結果，但睡眠干擾介入後，BCD 組的睡眠型態與睡眠時間受到很大的影響。其中以藍光刺激影響最大（圖10、圖11、圖12、圖13）。

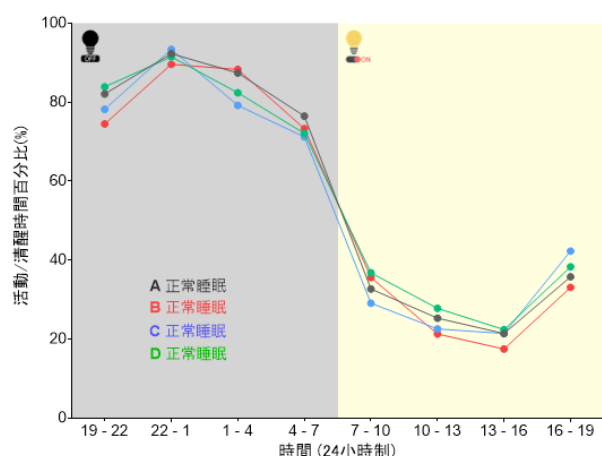


圖10. 正常活動週期(睡眠干擾前測量)

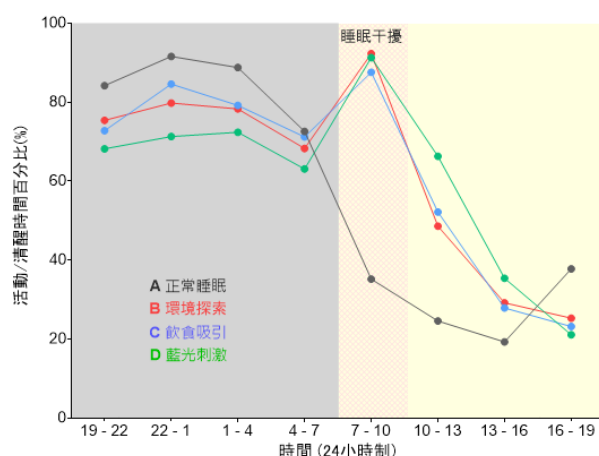


圖11. 異常活動週期(睡眠干擾後測量)

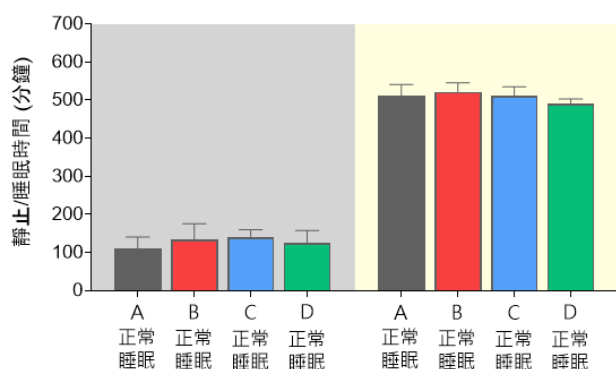


圖12. 正常睡眠時間(睡眠干擾前測量)

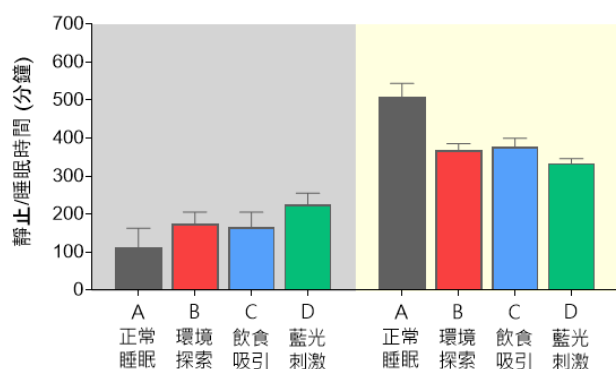


圖13. 異常睡眠時間(睡眠干擾後測量)

六、水迷宮結果分析

水迷宮實驗透過小鼠的游泳本能與尋找安全地點的動機，訓練小鼠學習依靠環境中的視覺線索，找到隱藏於水面下的平台。A 組在每一次測試中都能夠縮短尋找平台的時間，代表牠們的記憶力最好。相較之下，B 組與 C 組的學習速度明顯變慢，需要花費較多時間找到平台。而其中 D 組表現最差，記憶力受到了嚴重干擾。從游泳路徑圖可以更清楚地看出：A 組游動的路線很快就能找到平台；B、C 組則是在水中繞了一段時間才找到；受到藍光刺激的 D 組情況最明顯，跟其他三個組別有很大的距離（圖14、圖15、圖16、圖17）。

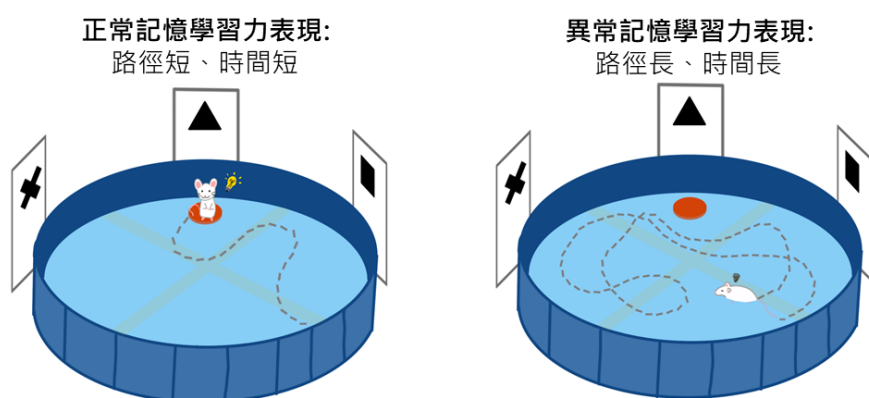


圖14. 水迷宮記憶學習結果示意圖

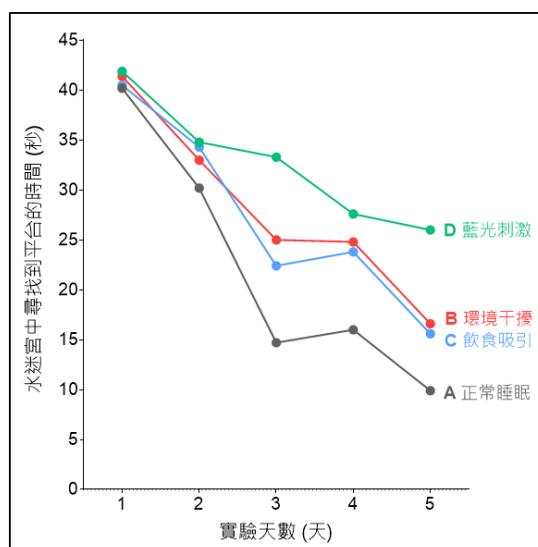


圖15. 水迷宮記憶學習曲線圖

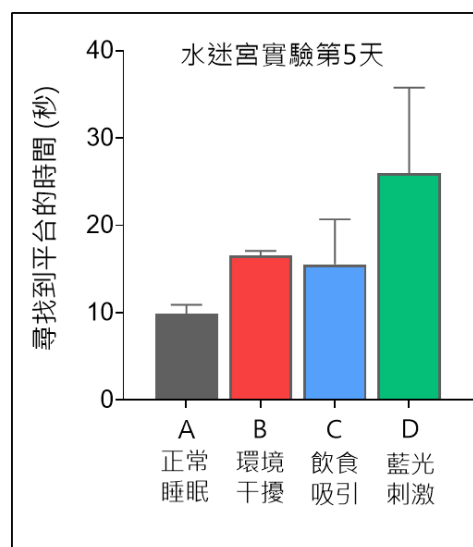


圖16. 尋找平台時間比較圖

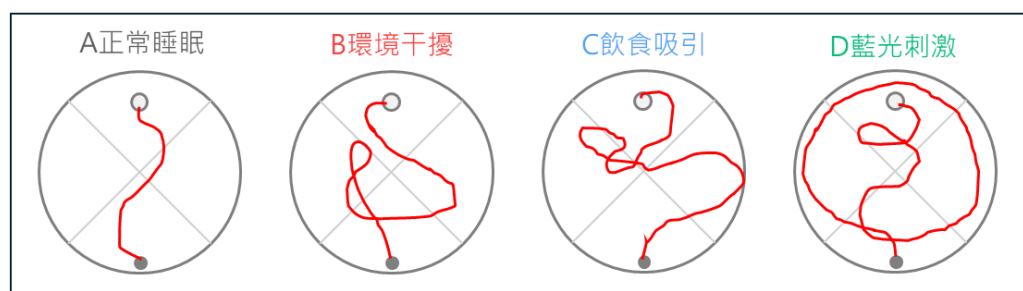


圖17. 各組別水迷宮游泳路徑代表圖 (最接近平均值)

七、Y 迷宮結果分析

Y 型迷宮利用小鼠天生對新環境的好奇心，觀察小鼠在學習過程中找到尚未探索過的區域，記錄每隻小鼠在適應期與探索期後，進入新開放區域所需的時間，以評估其學習與適應能力。A 組會主動探索新開放的區域，展現出良好的環境適應與學習能力。B、C 組則偏好停留在熟悉的區域，不太願意探索。D 組的環境探索力與空間記憶力表現最差。從各組的探索熱區圖來看，A 組在新區域停留的時間最長，熱區呈現深紅色；B、C 組則依照自己偏好進行部分移動；受到藍光刺激的 D 組則是隨機移動，缺乏方向性與探索目的（圖18、圖19、圖20、圖21）。

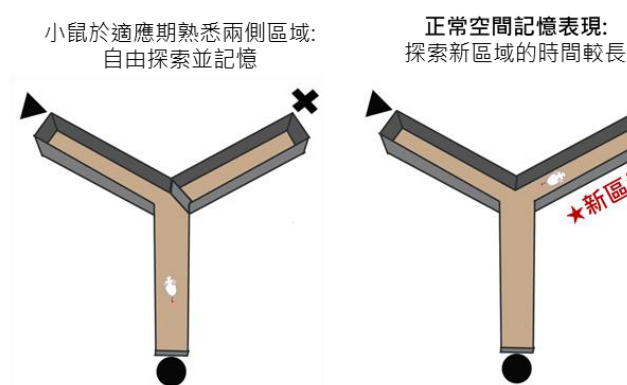


圖18. Y迷宮空間記憶結果示意圖

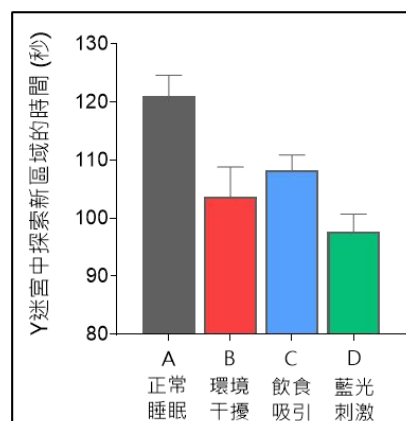


圖19. 探索新區域時間比較

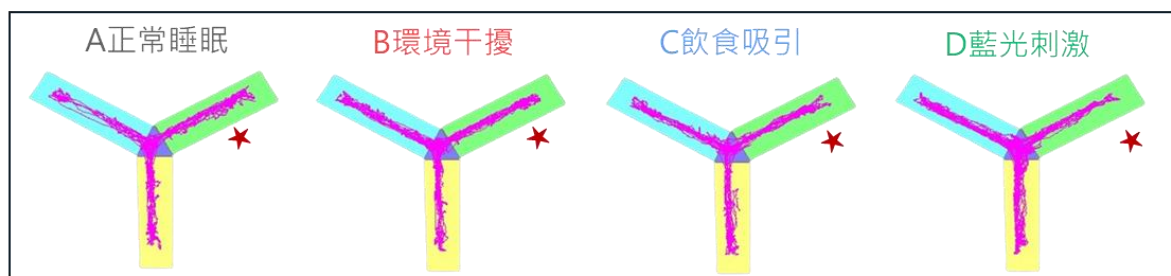


圖20.各組別小鼠探索路徑累積圖 (最接近平均值)

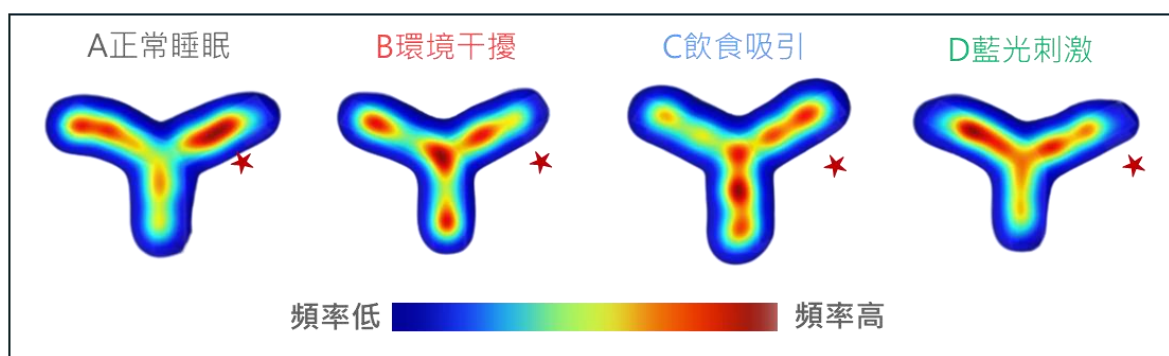


圖21.各組別小鼠探索頻率成像圖 (最接近平均值)

八、新物品辨識結果分析

新物品實驗是一種常用來測試小鼠探索行為與記憶的實驗方式。此實驗利用小鼠天生對新物品的好奇心，觀察牠們在學習過程中如何對新物品做出反應。記錄每隻小鼠在適應期與探索期後，接觸新物品所需的時間，以及其探索行為的頻率，以評估其學習與記憶能力。A 組的小鼠花更多時間接觸新物品，表示牠們記得舊的物品，也對新事物有興趣。相較之下，B 組和 C 組的小鼠辨識能力稍微下滑，探索能力也明顯下降。至於 D 組，小鼠的反應力最差，辨識的時間和次數都受到明顯影響，顯示認知能力有較大的退步。結果顯示，沒有受到睡眠干擾的 A 組是記憶力最好的，而食物影響的 C 組和新物品影響 B 組有受到影響，受到藍光刺激的 D 組，差別則是最大的（圖22、圖23、圖24）。

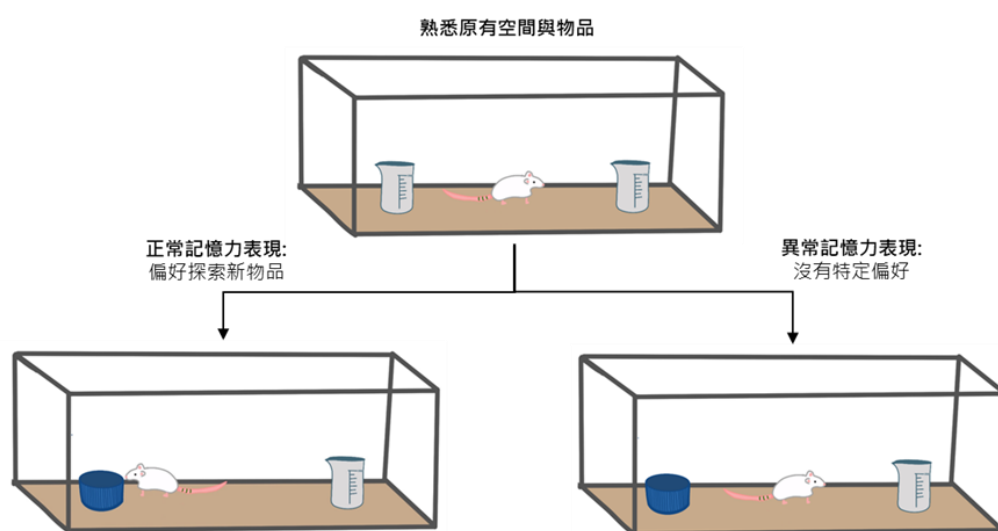


圖22. 新物品辨識，記憶力結果示意圖

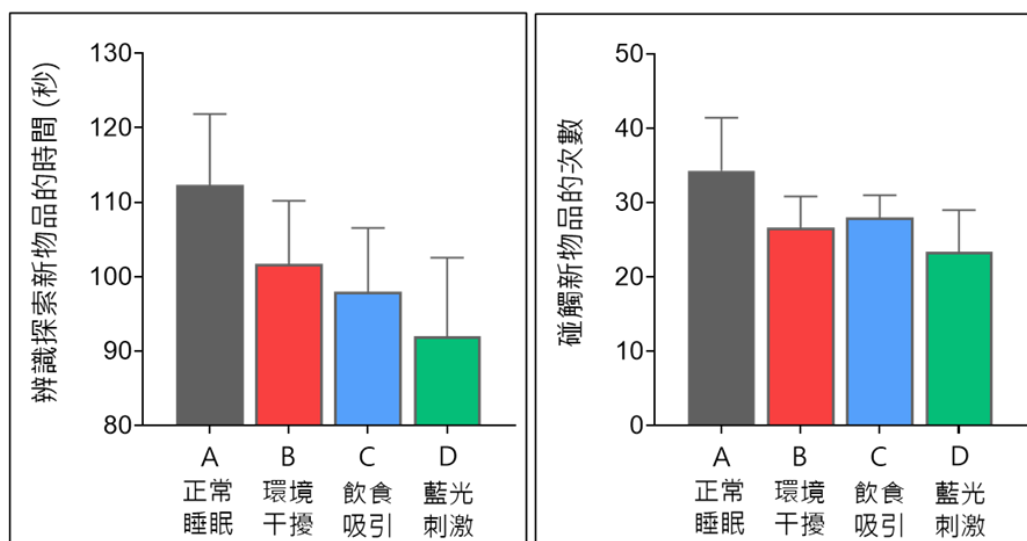


圖23. 新物品辨識探索時間圖

圖24. 新物品辨識鼻尖碰觸次數圖

九、社交傾向實驗結果分析

三室社交實驗是一種常用來測試小鼠社交行為與記憶的實驗方式。此實驗利用小鼠天生對社交互動的好奇心，觀察牠們在學習過程中如何對不同的小鼠或做出反應。將小鼠分別置於三個區域，其中一個區域包含一隻陌生的小鼠，另一個區域則保持空白。記錄每隻小鼠在適應期與探索期後，接觸陌生小鼠所需的時間，以及其社交互動的頻率，以評估其社交行為和記憶能力。A 組的小鼠會主動接近陌生同伴，顯示出明顯的社交意願。相比之下，B、C、D 組的小鼠在社交互動時間和鼻尖碰觸次數上都有所減少，這說明牠們的社交意願下降（圖25、圖26、圖27）。

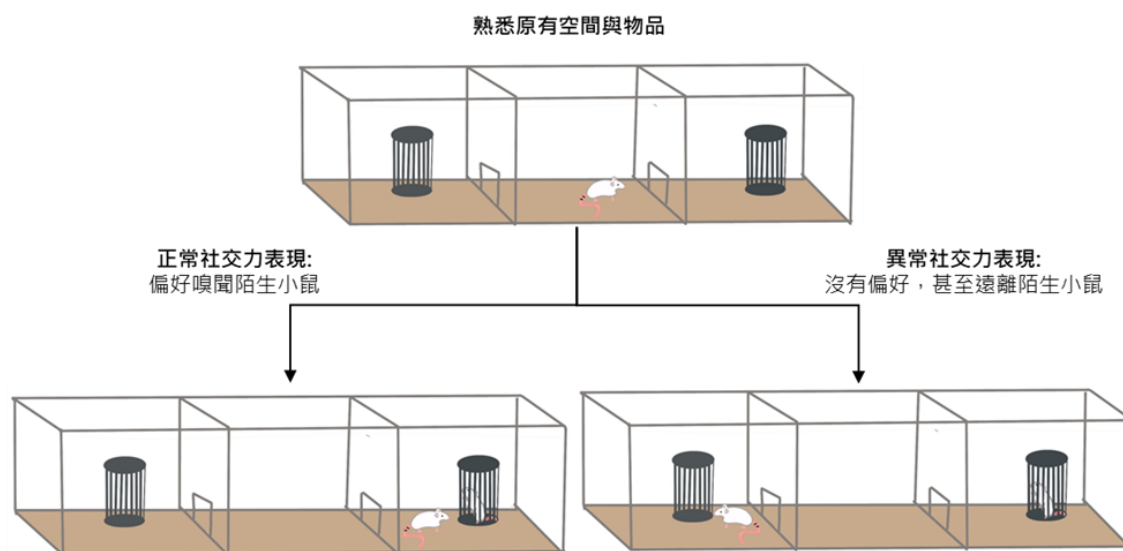


圖25. 小鼠社交能力結果示意圖

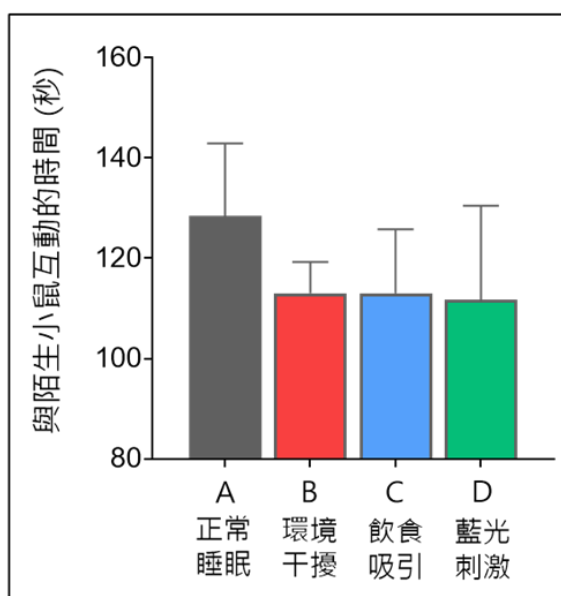


圖26. 與陌生小鼠互動時間圖

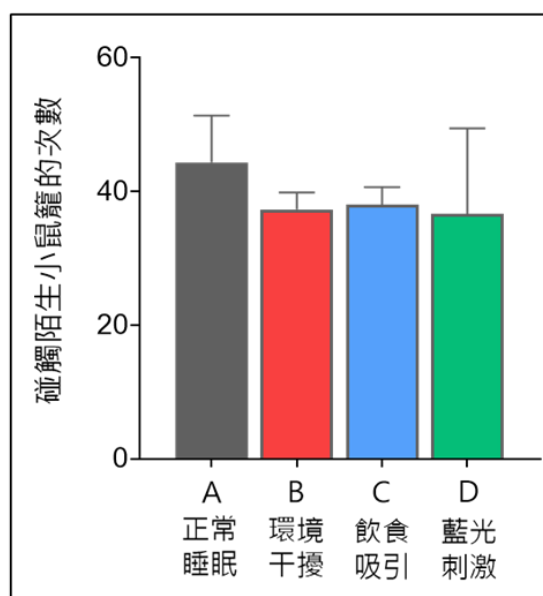


圖27. 鼻尖碰觸陌生小鼠籠次數圖

十、築巢行為實驗結果分析

築巢行為可用來評估小鼠的自理能力及神經功能狀態。本實驗使用壓縮的巢料片，觀察小鼠搭建巢穴的能力與結構品質。在提供巢料片 10 小時後，仔細記錄築巢結果，並詳細紀錄巢穴的特徵。隨後由 3 位評分員根據巢穴品質進行評分，且評分過程為盲測，每個人都不清楚各組別的實驗條件。最終，透過記錄表呈現每隻小鼠的平均評分，以便分析築巢能力與相關行為指標。A 組能在一定時間內完成結構良好的巢穴，而 B、C、D 組的築巢品質明顯下降，巢穴鬆散且不完整，顯示牠們的執行能力都降低。即使在恢復正常睡眠五週後，曾受睡眠干擾的小鼠仍無法完全恢復到正常狀態。結果顯示，沒有受到睡眠干擾的 A 組，執行任務成績是最好的，而藍光刺激的 D 組表現最差。恢復正常睡眠後，還是不能回到原本的狀態（圖28、圖29、圖30）。

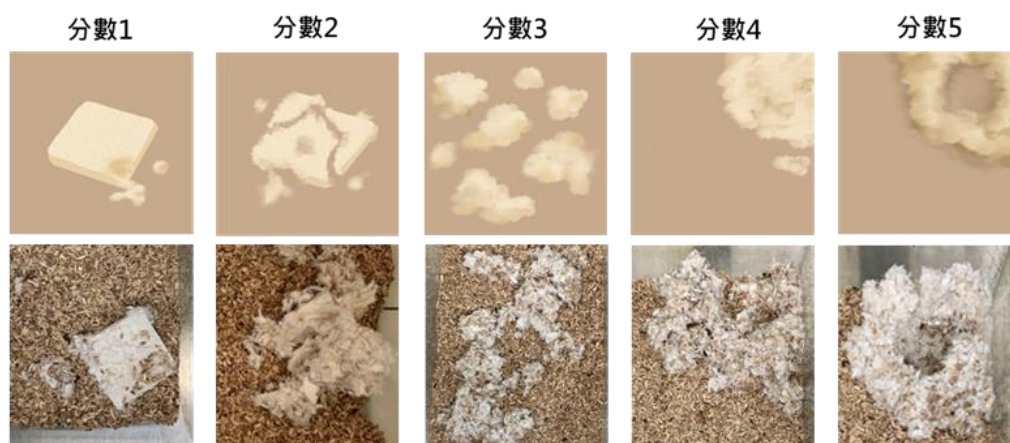


圖28. 小鼠築巢分數對照表 (連續記錄小鼠築巢過程)

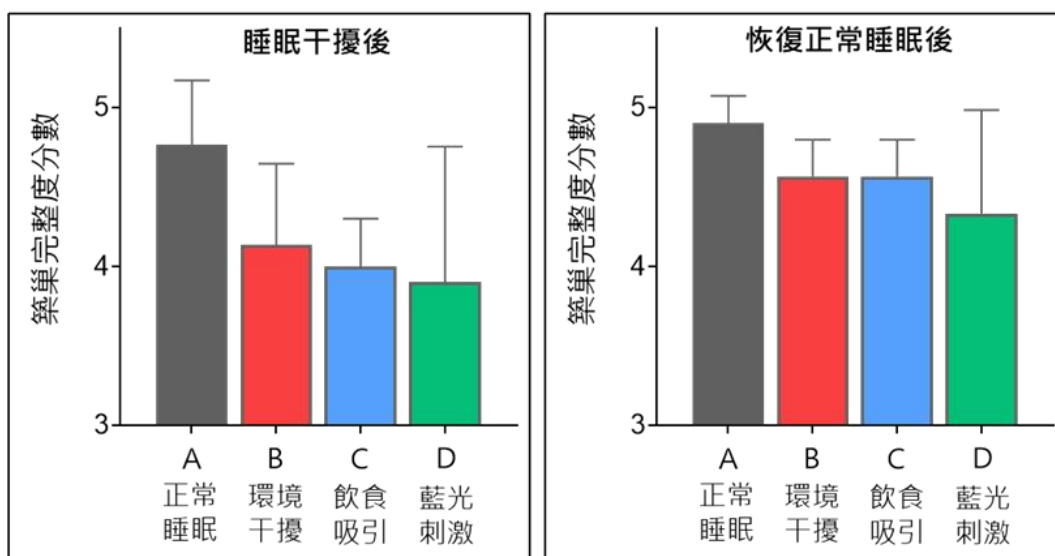


圖29. 睡眠干擾後築巢完整度

圖30. 恢復正常睡眠後築巢完整度

十一、行為實驗綜合比較

以 A 組作為基準(100%)，比較三種睡前娛樂干擾對小鼠行為的影響（圖31、圖32）。

（一）成長發育(基準體重最好，太高或太低都不好)

1. A、B、C 三組的體重相近，差距在 2-4%，但整體趨勢穩定。
2. C 組雖然為高糖高脂飲食添加組，但給的份量很少，因此沒有明顯變化。
3. D 組體重比例降低 7%，成長緩慢，與其他三組產生差距。
4. 睡前藍光刺激會影響 D 組小鼠的成長速率，顯示藍光不僅影響到睡眠週期，也會對成長發育有實質影響（圖31、左上）。

（二）睡眠時間(基準時間最好，太高或太低都不好)

1. A 組睡眠時間為對照組，呈現正常睡眠時間。
2. B、C、D 組睡眠時間均明顯下降，其中 D 組下降 34% 為最多。
3. 所有受干擾的小鼠（B、C、D）都出現睡眠時間減少的情形，代表睡前刺激確實會干擾睡眠週期，其中又以藍光刺激組 D 組最明顯（圖31、右上）。

（三）學習記憶(水迷宮中尋找平台時間，越低代表記憶力越好)

1. A 組所花時間為對照組，結果顯示時間比例最低，代表有良好學習效率。
2. B、C 組需要增加 57-67% 的時間才能找到目標平台。
3. D 組需要花最多時間才能找到目標平台，比對照組多出 163% 的時間。
4. 受到睡前干擾的小鼠學習效率都會變差，尤其藍光刺激組 D 組表現最差，顯示睡眠週期改變確實會降低小鼠的學習速度與記憶能力（圖31、左下）。

（四）空間記憶（Y 迷宮中探索新區域時間，越高代表記憶力越好）

1. A 組所花時間為對照組，結果顯示最常探索新區域，代表空間記憶力良好。
2. B、C 組減少了 10-14% 的時間去探索新區域。
3. D 組減少最多時間去探索新區域，比對照組少了 19% 的時間。
4. 睡前受到干擾的小鼠，空間探索跟記憶能力都會變差，而其中藍光刺激組 D 組的空間記憶與探索動機最顯著下降（圖31、右下）。

（五）物品記憶（新物辨識時間，越高代表記憶力越好）

1. A 組所花時間為對照組，結果顯示辨識力最高，代表物品記憶力良好。
2. B、C 組減少了 9-13% 的時間去辨識探索新物品。
3. D 組減少最多時間去探索新物品，比對照組少了 18% 的時間。
4. 睡眠干擾會降低小鼠辨識新物品的能力，反映出短期記憶與物品辨識能力受到影響，尤其以 D 組藍光刺激影響最大（圖32、左上）。

(六) 社交傾向 (與陌生小鼠互動時間, 越高代表社交能力越好)

1. A 組所花時間為對照組, 結果顯示出最多的接近與互動, 代表社交活躍。
2. B、C、D 組社交傾向均明顯下降, 下降 12-13%。
3. 所有經歷睡前娛樂刺激的小鼠都表現出社交意願下降, 表示睡眠影響會降低社交動機與面對陌生小鼠的適應能力。(圖32、右上)。

(七) 任務執行 (築巢能力展現, 分數越高代表任務執行能力越好)

1. A 組分數為對照組, 結果顯示為最佳任務執行力。
2. 睡眠干擾後 B、C、D 組均明顯下降, 下降 13-18% (圖32、左下)。
3. 恢復正常睡眠後, B、C 組略有回升, 下降 7%, 但 D 組仍顯著落後, 下降 12% (圖32、右下)。
4. 所有睡眠干擾都會降低小鼠的築巢執行能力, 而在恢復正常睡眠後, 雖然築巢分數稍有改善, 但仍然無法恢復到正常狀態, 尤其是 D 組藍光刺激, 顯示睡前娛樂刺激造成的影響具有累積性與較長期的干擾效應。

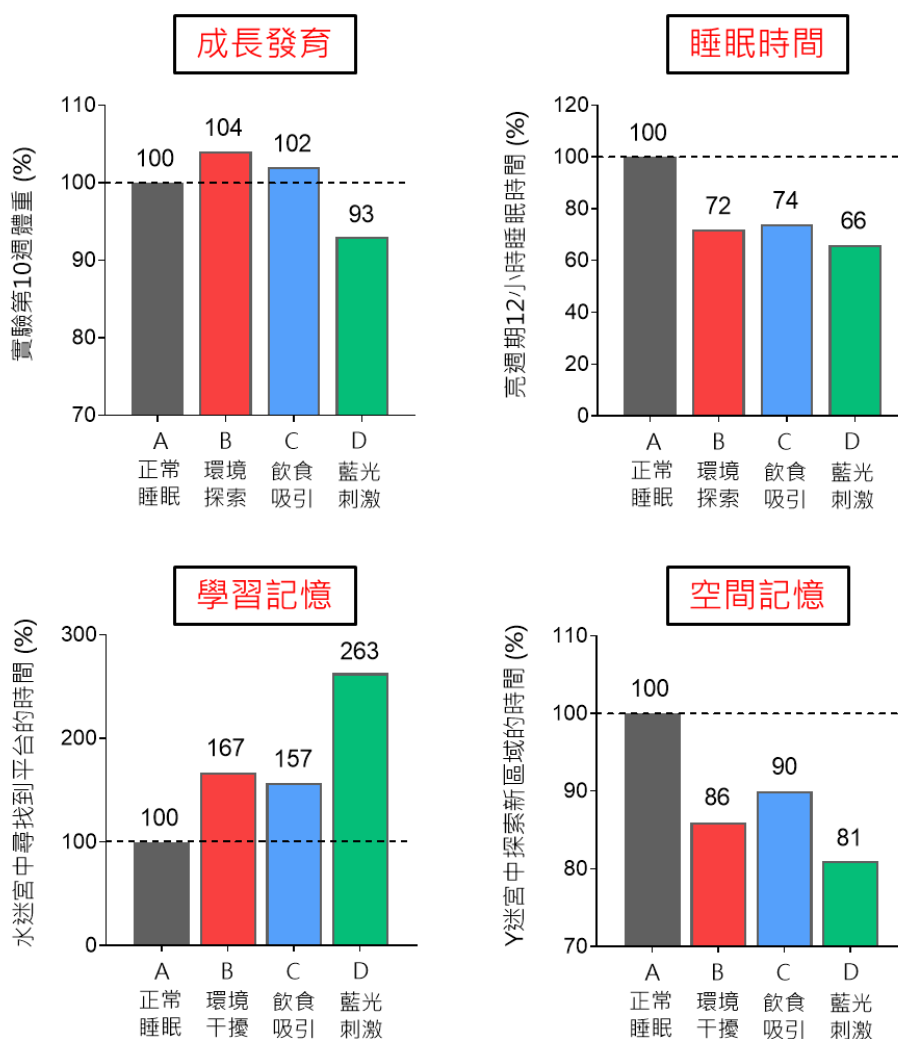


圖31. 行為實驗綜合比較-成長、睡眠與記憶

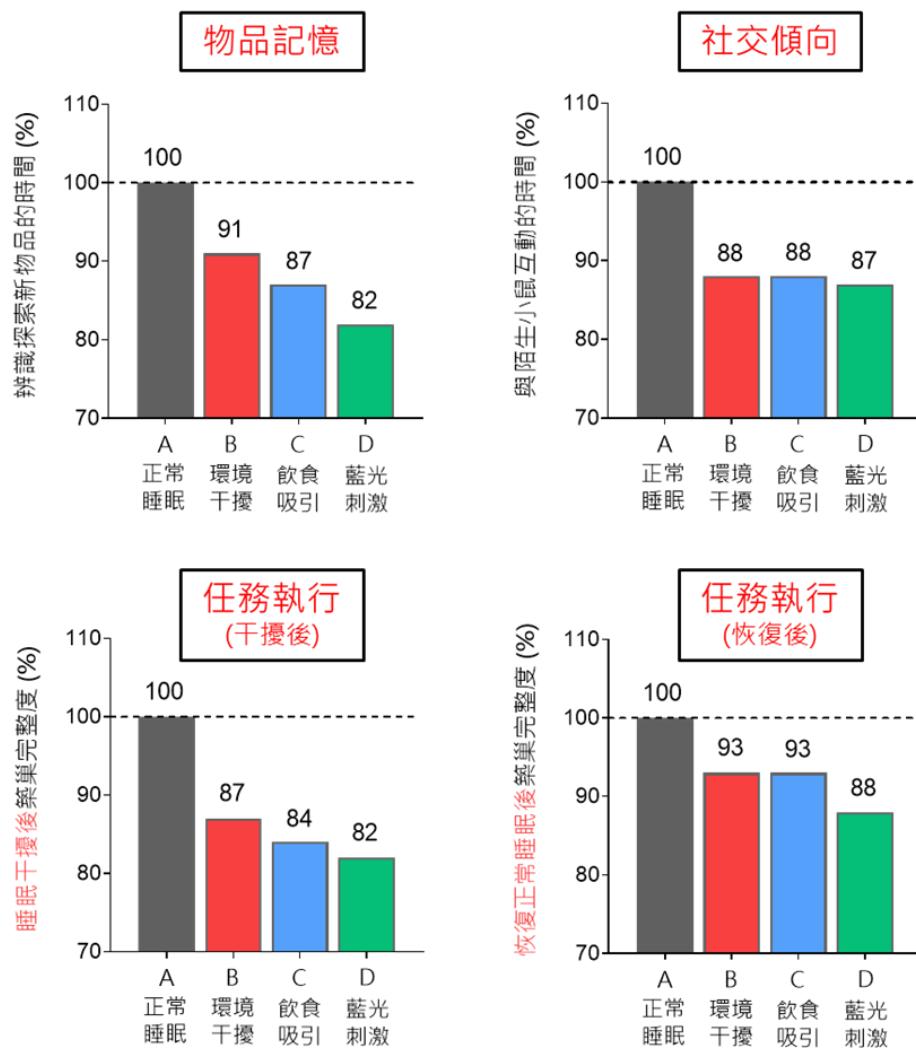


圖32. 行為實驗綜合比較-記憶、社交與任務執行

伍、討論

一、學生問卷調查代表的意義

根據問卷調查結果，多數學生認為睡前娛樂雖會導致延遲入睡，卻不會對自己的學習記憶與社交能力造成明顯影響。此結果反映出學生已經習慣睡前娛樂活動，但低估了睡前娛樂對睡眠品質與認知功能的實際影響。未來，不論是學校或是家長在推動睡眠教育時，不能只有觀念傳遞，更應透過科學數據與行為實驗來引發關注。使學生意識到「感覺不到影響」並不代表「真的沒有影響」，進而培養更正確的生活管理能力。

二、小鼠行為實驗代表的意義

比較本研究所有小鼠行為實驗的結果，證明睡前娛樂帶來的刺激（無論是新環境、食物或藍光）確實會影響小鼠的生長發育、睡眠時間、學習效率、空間與物品記憶

表現、社交傾向與任務執行能力，其中藍光刺激組在各項指標都呈現顯著下降。顯示出睡前娛樂造成的睡眠延遲與週期改變，不僅會影響發育，也會降低學習、社交與任務執行能力。這樣的現象與人類青少年在睡眠不足後常出現的「記憶力下降、學習效率退步、社交情緒低落、任務執行率差」相符。因此，本研究所設計的小鼠睡前娛樂刺激與行為觀察，具有良好的跨物種對照性與實驗代表性，也對人類青少年問卷中的睡眠與認知問題提供了重要的實驗依據。

三、齧齒類（小鼠）與靈長類（人類）的跨物種相似反應

小鼠與人類都對有對藍光的感光能力，因為小鼠視網膜中的錐狀細胞中有一類對藍光特別敏感，與人類對藍光反應的機制相似。另一方面，小鼠有極為敏銳的嗅覺，能辨識氣味、探索環境、尋找食物與社交互動，與人類反應也類似。本研究採取雙重感官設計，一方面利用藍光作為視覺刺激，另一方面則以糖水與起司作為食物吸引，提供小鼠偏好的嗅覺與味覺刺激。這樣的設計可以符合人類的多樣化感官娛樂環境，也結合小鼠的行為特性，使實驗結果更具跨物種的說服力。

四、睡眠干擾所造成的長期影響

本研究發現，即使在恢復正常睡眠條件五周後，先前睡眠干擾所造成的影響仍持續存在，顯示睡眠延遲帶來的後果不僅是短暫性的疲勞，更可能有神經功能的改變。睡眠的影響並非「睡一覺就能恢復」那麼簡單，長期的睡眠延遲與干擾會累積影響大腦的運作與學習表現。因此，若希望維持穩定的學習效率與記憶力，應避免睡前過度刺激的娛樂活動，並建立良好且規律的睡眠習慣。

五、主觀認知與客觀驗證的落差與校正

本研究結合問卷與小鼠實驗，從主觀認知與客觀驗證兩個方向探討睡前娛樂的影響。從結果發現，問卷調查與小鼠實驗之間有明顯差異，多數學生認為睡前娛樂不會影響學習或社交，但小鼠在受干擾後的學習與行為表現明顯下降。除了真的低估影響以外，也有可能是因為學生在自我評估時，受到習慣或偏好影響，甚至擔心若承認問題，可能導致娛樂時間被取消，進而影響填答的真實性。為了改善這種落差，未來可以考慮同步讓家長填寫相同的問卷，透過學生與家長的答案交叉分析，補足單一角度可能產生的偏差，提升問卷的真實度。也可再延伸到睡前刺激下的睡眠監測與腦波觀察 (Electroencephalography, EEG)，測量 α 波、 β 波、 θ 波等客觀數據變化，了解睡前藍光刺激、探索新環境或進食刺激對睡眠結構（如 REM 或 NREM）的實際影響，讓整體分析更完整。

六、睡前娛樂潛在的成癮影響與未來方向

睡前娛樂行為（如藍光刺激、探索新環境或進食），會使小鼠產生短暫的愉悅與興奮，導致延遲入睡與睡眠品質下降，進而影響學習與社交表現。這與人類使用手機、追劇或吃宵夜後難以入睡的現象相似。若長期重複這些刺激，大腦可能產生依賴，形成類似成癮的傾向。本研究階段目前僅能以「行為觀察」來進行，未來研究方向可進一步探討多巴胺與睡前娛樂造成的成癮風險，了解睡前娛樂對行為與神經系統的長期影響。

七、學習策略的調整依據

根據問卷結果與小鼠實驗觀察，研究小組認為學校與家庭應更加重視對青少年學生睡眠習慣的宣導，特別是在睡眠時段規劃與睡前活動管理方面。本研究聚焦於10-15歲年齡層，除了與作者年齡相符合，是從生活取材之主題，此群體也是身心快速發展的關鍵期。充足且高品質的睡眠與大腦功能、學習效率及情緒穩定都有密切相關，為改善學生的睡眠品質與學習效率，研究小組提出以下幾點具體建議：

- (一) 限制睡前使用 3C 產品時間：避免在睡前滑手機、追劇或玩電動，給予大腦足夠的放鬆時間，有助於進入睡眠狀態。
- (二) 避免睡前攝取刺激性食物：特別是甜食、高油脂宵夜等，避免因血糖升高或消化活動影響入睡與睡眠品質。
- (三) 維持規律作息時間：平日與假日保持固定的睡覺與起床時間，穩定生理時鐘。
- (四) 選擇低刺激的睡前活動：如聽輕音樂、寫日記等，有助於放鬆心情，穩定情緒。

陸、結論與亮點

根據本研究所設定的研究目的與所獲得的問卷調查與小鼠行為實驗結果，歸納出以下「四點主要結論」：

一、國小中、高年級及國中學生的睡前娛樂行為普遍且頻繁

進行完問卷調查國小中、高年級及國中學生（10-15歲）睡前娛樂項目與頻率後，問卷結果顯示，大多數學生在睡前從事觀看影片、滑手機、玩遊戲、閱讀漫畫及進食等娛樂活動，其中超過一半以上的學生每週進行超過三天，顯示睡前使用 3C 產品已成為常態。

二、青少年學生傾向以自我合理化的方式評估因娛樂導致的睡眠延遲影響

問卷調查10 - 15歲學生對於睡前娛樂影響睡眠、學習與社交的自我評估後，多數學

生自評認為這些睡前習慣對其學習與社交能力並無明顯影響，顯示青少年族群普遍合理化自己的睡前娛樂行為，需加強健康觀念的宣導。

三、睡前娛樂刺激會影響小鼠的睡眠週期與入睡時間

在小鼠實驗中，睡前接受視覺（藍光）、嗅覺與味覺（食物與氣味）或新奇環境等刺激後，出現明顯入睡延遲與睡眠週期變動。這顯示類似人類的娛樂刺激確實會干擾睡眠，也可作為人類研究的參照模型。

四、睡眠延遲降低小鼠的學習表現與社交傾向

經連續睡前娛樂干擾後，小鼠在水迷宮與 Y 迷宮中的學習能力與記憶力都下降，同時物品辨識與社交行為也減少。這代表睡眠延遲不僅影響學習表現，也會抑制社交動機與環境適應力。

本研究所設定的主題為青少年日常生活正面臨到的問題，具有以下「三大亮點」：

一、創新且貼近生活的主題設定

本研究聚焦於現代學生常見的睡前娛樂行為（如滑手機、看影片、吃宵夜等），將日常行為連結到睡眠與學習，並以小學生與國中生作為問卷對象，具有高度的生活關聯與教育實用性。

二、多角度資料收集與實驗驗證

本研究結合問卷調查與動物實驗兩種方法，一方面蒐集10-15歲學生的「主觀認知」，另一方面透過小鼠行為實驗進行「客觀驗證」，從睡眠週期、學習表現到社交行為，完整呈現睡前娛樂的潛在影響。

三、提供具體可行的學習與生活對策

根據實驗與調查結果，研究小組提出四點具體建議：限制 3C 使用、避免宵夜、維持作息規律與改採低刺激活動，幫助學生建立良好的睡眠習慣，進而提升學習與社交表現。

柒、參考文獻

- 一、櫻井武 著，高慧芳 譯（2019）。睡眠的科學。晨星出版有限公司。
- 二、沃克，馬修（Walker, M.）著，姚若潔 譯（2023）。為什麼要睡覺？睡出健康與學習力、夢出創意的科學。遠見天下文化。（原著出版於 2017 年）
- 三、Paruthi, S., Brooks, L. J., D' Ambrosio, C., Hall, W. A., Kotagal, S., Lloyd, R. M., Malow, B. A., Maski, K., Nichols, C., Quan, S. F., Rosen, C. L., Troester, M. M., & Wise, M. S. (2016). Recommended amount of sleep for pediatric populations: A consensus statement of the American

Academy of Sleep Medicine. Journal of Clinical Sleep Medicine, 12(6), 785 – 786.
<https://doi.org/10.5664/jcsm.5866>

四、Szalavitz, M. (2022). Dopamine: The currency of desire. Scientific American.
<https://www.scientificamerican.com/article/dopamine-the-currency-of-desire/>

五、中華實驗動物學會（2020）。實驗動物科學－基礎篇。中華實驗動物學會出版。

六、林好庭（2020）。人鼠之間：生醫研究的幕後英雄－實驗鼠。科技大觀園。

七、林冠婷、郭妙真（2019）。探討睡眠剝奪對青少年學習與記憶的影響－以小鼠為模式探討生理、心理與大腦變化。臺灣國際科學展覽會，高中組，行為與社會科學科。

八、陳郁潔、王宥鈞、林立喆等（2021）。「光」芒非你莫「鼠」。中華民國第61屆中小學科展作品說明書，國小組，生物科。

九、行政院農業委員會（2018）。實驗動物照護與使用指引。取自
<https://animal.moa.gov.tw/download/file/181205-1.pdf>

十、李桃森、戴君芳（2024）。受試者同意書撰寫注意事項。臺大醫院倫理季刊，第2期。

附錄一

親愛的家長/同學您好：

我們是[]國小科展團隊，想調查學生在睡前使用 3C 產品和其他娛樂活動的情況。本次調查為「匿名線上問卷」，大約 3 分鐘即可完成，所蒐集的資料僅用於本次科展，請安心填答。

-----本調查為自由參加，完成作答後，再請將此同意書簽名後交回**教務處**-----

《學生睡前娛樂活動與睡眠品質之調查》

受試者同意書

科展主題： 樂不思「眠」－探討睡前娛樂對睡眠、學習和社交的影響	
執行單位： []	電話： []
執行學生： []	指導教師： []
1.研究背景 許多人睡覺前會使用 3C 產品、吃宵夜或接觸新奇事物(例如新玩具)，而這些活動會令人產生興奮跟快樂的感覺，影響到入睡時間。長期的睡眠干擾，有可能會影響學習效果與人際關係。過去的研究主要針對壓力產生的睡眠干擾，但對於睡前娛樂的影響，目前缺乏完整探討。因此，團隊將透過線上問卷來了解青少年的睡前娛樂項目及睡眠狀態。	
2.研究目的 問卷調查國小中、高年級及國中學生（10-15歲）睡前娛樂項目與頻率以及自我評估。	
3.研究方法 (一) 透過學校以及家長的協助，將線上問卷連結提供給學生，採自由決定是否參與。 (二) 本問卷共有 10 題，約需 3 分鐘時間進行線上回答，不涉及醫療資料。	
4.資料處理 (一) 學生與家長先了解本研究的目的與方法，並於本同意書簽名，同意進行填答。 (二) 上線以 <u>匿名方式回覆表單</u> 。 (三) 回覆資料不包含受試者姓名，僅用於科展研究，維護受試者隱私。	
5.問卷連結或掃描 QR code []	[]
6.受試者簽名 以上資訊我已了解且同意參與此項研究計畫。 學生簽名: _____ 家長(法定代理人)簽名: _____	

中 華 民 國 年 月 日

附錄二 (第1頁/共3頁)

學生睡前娛樂活動與睡眠品質之調查

家長與同學您好，我們是[]國小的科展小組，正在進行睡眠與學習相關的研究。

本問卷聚焦於國小中高年級至國中(10-15歲)，目的是為了調查學生睡覺時間、睡前娛樂活動，以及睡眠品質。統計結果將用於探討睡眠狀態對於學習能力等的影響。

此問卷採不記名統計，請安心作答，感謝您的填寫 ❤️

* 表示必填問題

1.你的年級? (單選) *

單選。

☐ 國小中年級

☐ 國小高年級

☐ 國中

2.性別? (單選) *

單選。

☐ 男

☐ 女

3.您的平日睡覺時間通常為晚上幾點? (單選) *

單選。

☐ 8點以前

☐ 8點~10點

☐ 10點以後

Google 表單 1

附錄二 (第2頁/共3頁)

4.您的假日睡覺時間通常為晚上幾點? (單選) *

單選。

- ☐ 8點以前
- ☐ 8點~10點
- ☐ 10點以後

5.您在睡前約一小時會做什麼娛樂活動? (可複選) *

(可複選)

- ☐ 使用3C產品 (包括手機、電視、電玩等...)
- ☐ 使用社群媒體 (包括Instagram、Tiktok、臉書、Line等...)
- ☐ 進食 (吃晚餐、宵夜等...)
- ☐ 閱讀 (課外讀物、漫畫，不包含學業內容)
- ☐ 玩玩具、桌遊
- ☐ 睡前無以上娛樂活動

6.您在一週中，睡前娛樂活動出現頻率為何? (單選) *

單選。

- ☐ 低 (一週中有1~2天)
- ☐ 中 (一週中有3~4天)
- ☐ 高 (一週中有5~7天)
- ☐ 睡前無以上娛樂活動

7.睡前娛樂活動是否延後了您的睡眠時間? (單選) *

單選。

- ☐ 是
- ☐ 否
- ☐ 睡前無以上娛樂活動

Google 表單 2

附錄二 (第3頁/共3頁)

8. 您是否認同睡前娛樂活動會影響到睡眠品質? (例如：延後入睡、起床仍感到疲憊等...) (單選) *

單選。

- ☐ 非常認同
- ☐ 認同
- ☐ 不確定
- ☐ 不認同
- ☐ 非常不認同
- ☐ 睡前無以上娛樂活動

9. 您是否認同，長期因娛樂活動導致的延後入睡，會造成學習與記憶能力下降? (單選) *

單選。

- ☐ 非常認同
- ☐ 認同
- ☐ 不確定
- ☐ 不認同
- ☐ 非常不認同
- ☐ 睡前無以上娛樂活動

10. 您是否認同，長期因娛樂活動導致的延後入睡，會造成社交能力以及情緒變低落? (單選) *

單選。

- ☐ 非常認同
- ☐ 認同
- ☐ 不確定
- ☐ 不認同
- ☐ 非常不認同
- ☐ 睡前無以上娛樂活動

Google 表單 3

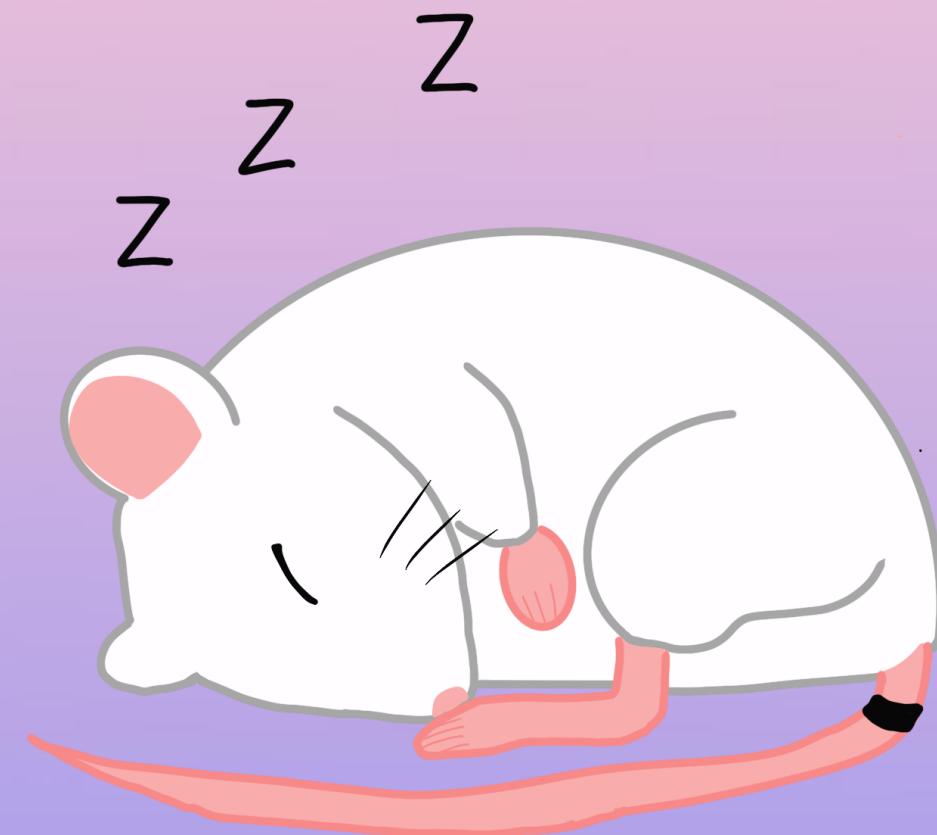
【評語】 080309

1. 本作品先以問卷調查國小中高年級及國中學生，了解睡前娛樂的項目、頻率及自我評估對睡眠、學習和社交的影響。主題貼近現代學生生活，關注睡前娛樂對睡眠與學習的影響，具有高度的生活連結與教育意義。
2. 研究團隊進一步以小鼠進行睡眠干擾實驗，分為正常睡眠、環境探索、飲食吸引及藍光刺激四組，觀察不同睡前刺激對小鼠的睡眠週期、學習記憶、社交行為及任務執行能力的影響。
3. 綜合問卷與小鼠實驗結果，分析睡前娛樂延遲入睡對學習與社交的潛在影響，並提出具體改善建議。
4. 數據整理與圖表呈現清楚，能以科學方式驗證假設，並以多種行為指標評估學習與社交能力。
5. 建議在小鼠行為實驗中，進一步加強對環境條件（如光照、溫度、飼養密度等）的控制，讓實驗設計更嚴謹。

作品海報

樂不思「眠」

探討睡前娛樂對睡眠、學習和社交的影響



摘要

本研究探討因娛樂導致的睡眠延遲，對學習記憶、社交傾向及任務執行的影響。首先以線上問卷調查國小中高年級及國中學生，了解睡前娛樂項目與頻率，以及自我評估對睡眠、學習與社交的影響。接著規劃小鼠睡眠干擾實驗，分為正常睡眠、環境探索、飲食吸引與藍光刺激四組，並透過水迷宮、Y迷宮、物體辨識、社交偏好及築巢任務，觀察其學習與社交行為。問卷結果顯示，逾五成學生認為睡前娛樂不會影響睡眠、學習或社交能力，但小鼠實驗結果顯示，受到睡眠干擾的組別在成長、睡眠、學習記憶、社交傾向與任務表現皆顯著下降，尤以藍光組最為明顯。本研究證明，睡前娛樂會對小鼠學習與社交產生負面影響，並為探討青少年睡眠與認知問題提供重要實驗基礎。 (#本研究所有照片與圖表，均由作者與指導老師拍攝或繪製)

壹、研究動機

從小我們都被提醒「要早睡」，但是現在青少年常因睡前娛樂如滑手機、吃宵夜、接觸新鮮事物等行為而過度興奮，導致入睡延遲與睡眠品質下降。過去的研究聚焦於壓力造成的睡眠剝奪，但較少探討娛樂引發的睡眠延遲，對學習效率與社交表現的影響。因此，我們透過線上問卷了解學生的睡前娛樂習慣，再結合小鼠實驗模擬人類行為，觀察睡眠干擾對學習記憶與社交傾向的影響，期望大家重視睡前活動對日常表現的重要性。

貳、研究目的

- (一)、調查10-15歲學生的睡前娛樂項目與頻率。
- (二)、調查睡眠延遲影響學習與社交的自我評估。
- (三)、探討睡前娛樂刺激對小鼠睡眠週期的影響。
- (四)、探討睡眠延遲對學習記憶與社交傾向的影響。

參、研究對象

一、國小中、高年級及國中學生

- (一)、設計 Google 線上問卷。
- (二)、10-15歲的學生正處於身心發展的關鍵期。
- (三)、通過學校及家長的協助，將問卷提供給學生。
- (四)、調查睡前娛樂活動項目與自我評估。

學生睡前娛樂活動與睡眠品質之調查

家長與同學您好，我們是 的科展小組，正在進行睡眠與學習相關的研究。

本問卷聚焦於國小中高年級至國中(10-15歲)，目的是為了調查學生睡覺時間、睡前娛樂活動，以及睡眠品質。統計結果將用於探討睡眠狀態對於學習能力等的影響。

此問卷採不記名統計，請安心作答，感謝您的填寫

表1. Google 線上問卷調查表 (問題在結果部份一起呈現)

二、實驗小鼠 (ICR品系)

- (一)、具備游泳、探索、記憶、社交與築巢能力。
- (二)、實驗由獸醫師與科學家審核，遵守動物福祉。
- (三)、日夜週期12小時亮(7:00)/12小時暗(19:00)。
- (四)、光照強度：230-320 流明的日常亮度。
- (五)、換籠頻率：每周更換一次全新墊料。




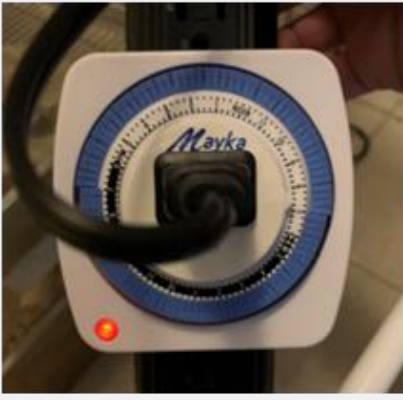
充足飼料與飲用水	光度計偵測飼養空間光照度		自動燈光週期: 7:00-19:00
			

圖1. 小鼠飼養與照顧條件









組別	A	B	C	D
隻數	3	3	3	3
睡眠干擾	正常睡眠 	環境探索 	飲食吸引 	藍光刺激 
早上7:00 干擾條件	沒有干擾 	墊料/物品 	乳酪/糖水 	400-500nm 

表2. 小鼠實驗分組表

肆、實驗流程與方法

★、實驗流程規劃

實驗週數	第0週	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週	第6週	第7週	第8週	第9週	第10週	第11週	第12週	第13週	第14週	第15週
體重記錄(每週)																
飲食記錄(每週)																
正常睡眠																
睡眠記錄(前)																
睡眠干擾																
睡眠記錄(後)																
水迷宮(學習)																
Y迷宮(記憶)																
物體辨識(記憶)																
空間偏好(社交)																
築巢能力(任務)																
AI 軟體分析																
實驗結果統整																

表3. 研究流程規劃

一、體重變化與行為記錄

尾巴用馬克筆編號分組	每週測量體重	可夜視攝影機 (架設於天花板)
		

圖2. 小鼠編號、秤重

圖3. 攝影設備

二、睡眠記錄

- (一)、自19:00開始，完整記錄 24 小時。
- (二)、以3個小時為單位，分析小鼠清醒/睡眠時間。

透明壓克力板 (長30cm、寬30cm、厚2mm)	使用熱熔膠組裝中	完成6個觀察箱 (高 30cm)
		
暗週期: 19:00 ~ 7:00		亮週期: 7:00 ~ 19:00
		

圖4. 睡眠週期實驗設計

三、水迷宮實驗

- (一)、評估小鼠學習和記憶能力的方法。
- (二)、利用小鼠的游泳本能和離開水域的動機。
- (三)、透過記憶特定圖案來尋找隱藏的水中平台。




平台設置	視覺標記圖案	進行實驗	觀察標誌
			

圖5. 水迷宮實驗設計

四、Y 迷宮實驗

- (一)、評估小鼠空間記憶和探索行為的方法。
- (二)、利用小鼠愛探索陌生空間的特性。
- (三)、透過進入特定區域的時間來評估記憶能力。

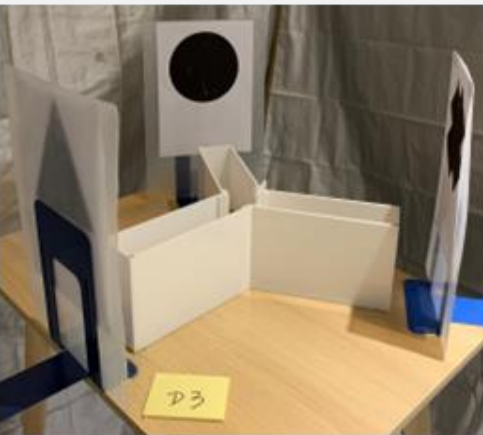



迷宮設置	進行實驗	適應期	探索期
			

圖6. Y型迷宮實驗設計

五、新物品辨識實驗

- (一)、評估小鼠識別記憶的方法。
- (二)、利用小鼠愛探索新奇事物的好奇心。
- (三)、透過探索新物品的時間來評估記憶能力。



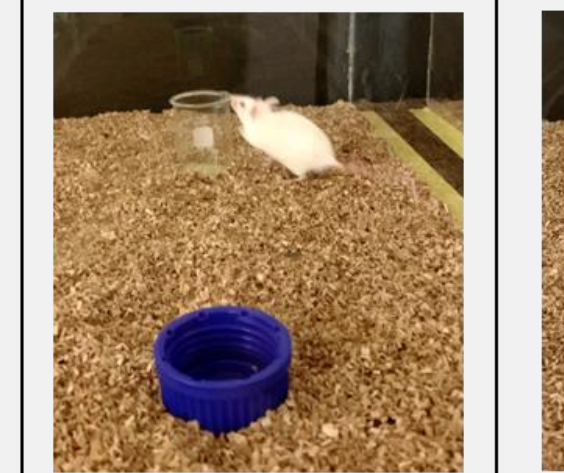



改造壓克力箱 (長60cm、寬30cm、高30cm、厚2mm)	探索舊物品	探索新物品
		
適應期: 沒有物品	訓練期: 相同物品	測試期: 新奇物品
		

圖7. 新物品辨識實驗設計

六、三室社交實驗

- (一)、評估小鼠社交行為的方法。
- (二)、利用小鼠喜愛認識同類的社交互動。
- (三)、透過觀察在不同區域的時間來評估社交互動行為。

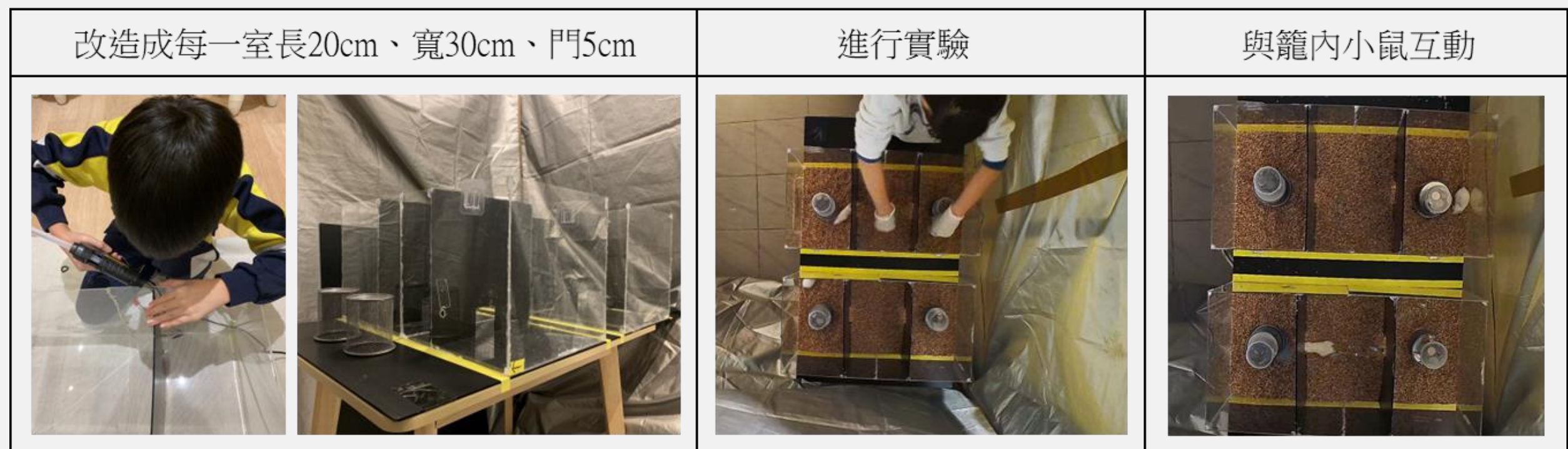


圖8. 三室社交實驗設計

七、築巢實驗

- (一)、評估小鼠執行日常任務的活動力與功能。
- (二)、利用小鼠喜愛築巢的動機與搬運棉塊本能行為。
- (三)、透過觀察巢穴結構的規劃力來評估執行任務能力。



圖9. 築巢實驗設計

伍、實驗結果

一、學生問卷調查結果 (246份)

本問卷聚焦於國小中高年級至國中(10-15歲)，目的是為了調查學生睡覺時間、睡前娛樂項目與頻率，以及睡眠影響自我評估。用於探討睡眠狀態對於學習與社交的影響。

- 平日時間：有 40.8% 的學生在平日晚上10點後才入睡。
- 假日時間：有 66.2% 的學生在假日晚上10點後才入睡。
- 娛樂頻率：有 46.2% 的學生**每週超過5天**從事睡前娛樂。
- 延遲入睡：有 47.4% 的學生因為睡前娛樂而延後入睡。

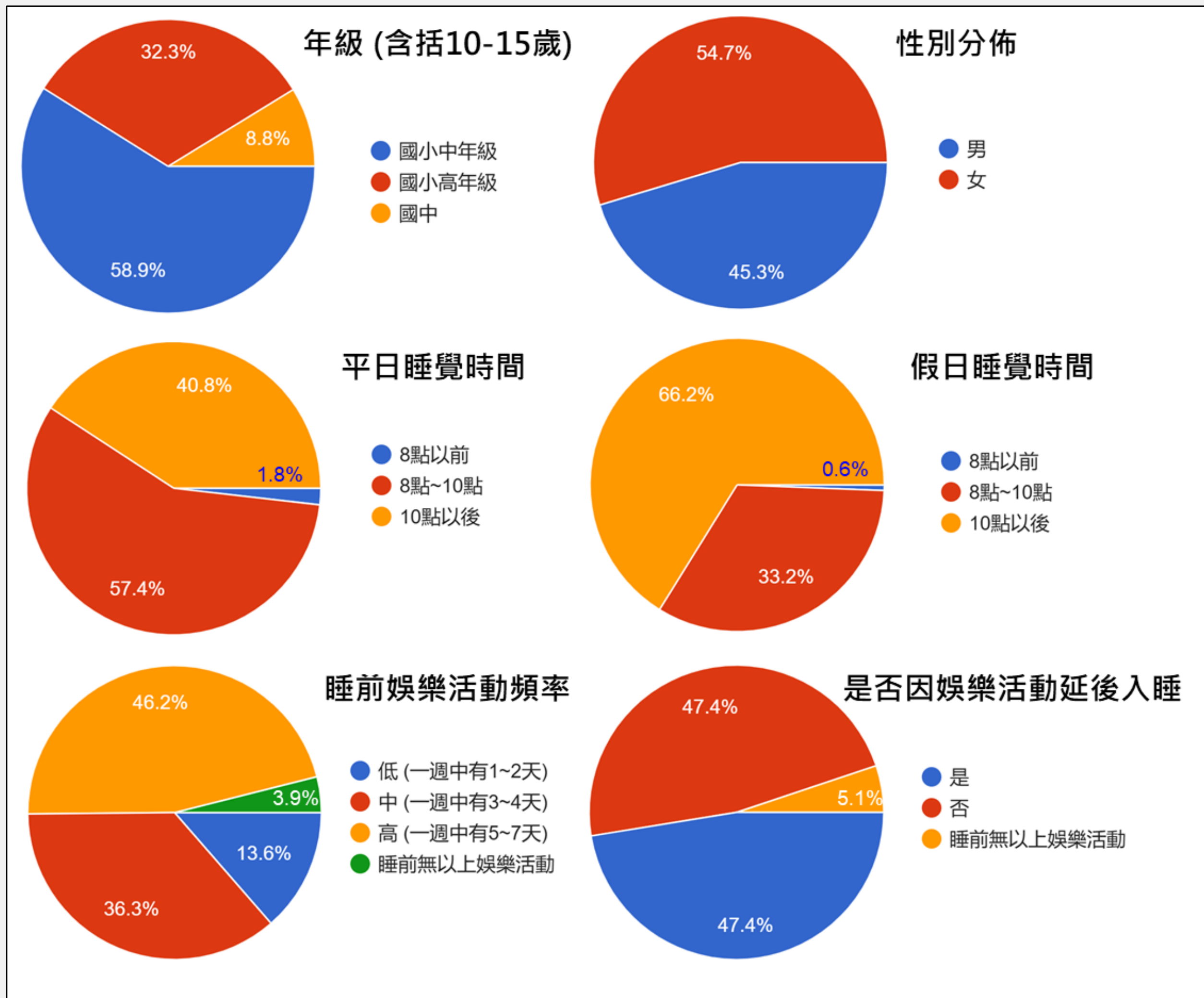


圖10. 問卷調查結果-睡覺時間與睡前娛樂活動頻率

調查睡前娛樂活動項目：

- 第一高：有 74.9% 使用 3C 產品 (例如手機、電視等等)。
- 第二高：有 44.4% 吃東西 (例如吃宵夜)。
- 第三高：有 39.6% 讀課外讀物 (例如看漫畫)。

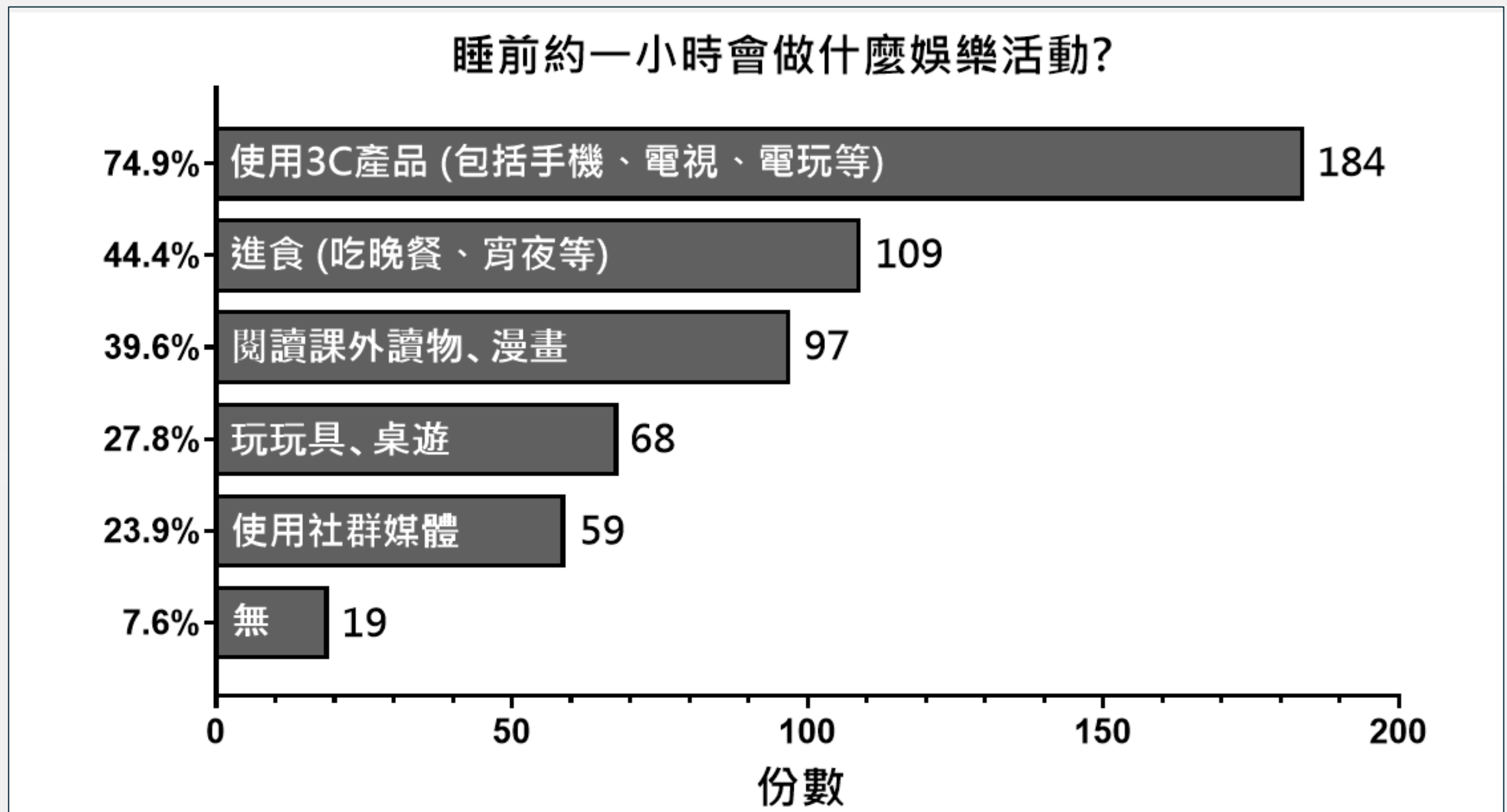


圖11. 問卷調查結果-睡前一小時進行的娛樂項目(可複選)

調查對睡眠影響的自我評估：

- 49~61% 的學生不確定或不認同睡前活動會影響到睡眠品質、學習效率或社交表現，顯示多數學生並沒有察覺到，睡前娛樂已經開始影響了日常的學習與生活狀態。
- 主觀認知與真實影響之間，可能存在很大的落差。
- 進一步使用小鼠行為實驗，來觀察「看不見的影響」。

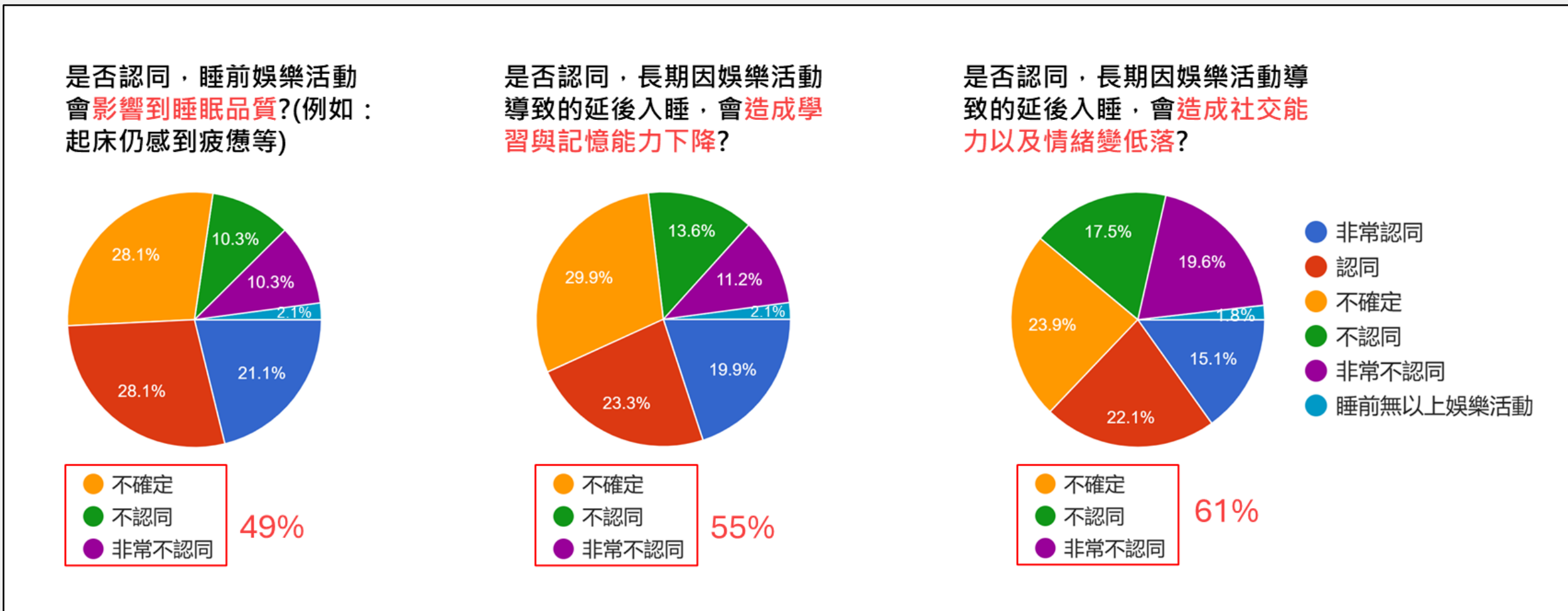


圖12. 問卷調查結果-睡前娛樂項目對睡眠、學習及社交的影響 (自我評估)

二、小鼠體重變化觀察 (12隻)

- A組 (正常睡眠) 體重穩定成長，是所有實驗的對照組。
- B組 (環境探索) 的小鼠因活動量增加、食慾變好，後期體重甚至超過A組，但因為其他行為變差，顯示體重增加不代表行為正常。
- C組 (飲食吸引) 只有提供 6 克乳酪以及 6 毫升1%糖水，沒有造成高糖高脂肪的影響。
- D組 (藍光刺激) 的小鼠體重明顯成長緩慢，和其他組別拉開差距，代表睡眠週期改變可能影響生理發育。

	小鼠週齡	5週	6週	7週	8週	9週	10週	11週	12週	13週	14週	15週	16週	17週	18週	19週	20週	
	實驗週數	第0週	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週	第6週	第7週	第8週	第9週	第10週	第11週	第12週	第13週	第14週	第15週	
	睡眠狀態	正常睡眠環境					**睡眠干擾**					恢復正常睡眠						
組別	睡眠干擾	體重(公克)																
A	沒有干擾	A1	16.9	23.7	26.2	26.1	26.4	26.7	27.4	27.6	30.0	29.6	30.2	30.2	30.1	30.4	31.0	31.8
		A2	13.1	21.3	25.1	27.0	27.1	27.6	29.2	29.2	30.9	31.8	31.6	32.5	33.3	33.5	33.6	34.3
		A3	13.6	19.8	21.5	23.7	23.4	24.8	26.6	26.8	26.9	27.0	27.3	27.5	27.6	29.0	29.8	30.6
		平均值	14.5	21.6	24.3	25.6	26.4	27.7	27.9	29.3	29.5	29.7	30.0	30.3	31.0	31.5	31.8	32.2
		標準差	2.1	2.0	2.5	1.7	2.0	1.4	1.3	1.2	2.1	2.4	2.2	2.5	2.9	2.3	1.9	1.9
B	環境探索 (棉繩) (棉島)	B1	21.9	27.7	27.6	26.9	27.8	29.4	30.2	30.3	31.5	32.3	33.2	33.2	33.2	33.4	33.4	33.4
		B2	13.5	21.4	24.3	24.5	24.2	25.9	27.2	26.3	26.2	27.6	28.0	30.1	32.1	32.4	32.6	32.6
		B3	13.0	22.3	26.5	25.6	26.1	28.6	29.6	28.9	29.1	30.9	31.2	31.3	31.3	31.5	31.8	31.5
		平均值	16.1	23.8	26.1	25.7	26.0	28.0	29.0	28.5	28.9	30.3	30.8	31.5	32.2	32.4	32.6	32.5
		標準差	5.0	3.4	1.7	1.2	1.8	1.8	1.6	2.0	2.7	2.4	2.6	1.6	1.0	2.0	3.0	4.0
C	飲食吸引 (乳酪) (糖水)	C1	14.4	22.8	23.5	26.0	26.3	28.2	28.7	27.8	30.5	30.6	30.8	30.4	29.9	30.6	30.3	30.8
		C2	19.1	22.8	24.7	27.3	27.8	29.7	29.7	28.3	30.2	29.7	31.2	30.7	30.2	30.8	30.9	31.2
		C3	13.8	22.3	23.7	26.4	26.1	26.0	28.2	26.9	29.2	29.4	29.2	30.1	30.9	30.9	31.6	32.1
		平均值	15.8	22.6	24.0	26.6	26.7	28.0	28.9	27.7	30.0	29.9	30.4	30.4	30.3	30.8	30.9	31.4
		標準差	2.9	0.3	0.6	0.7	0.9	1.9	0.8	0.7	0.7	0.6	1.1	0.3	0.5	0.2	0.7	0.7
D	光線刺激 (藍光)	D1	12.7	19.1	20.1	21.5	21.7	21.7	22.6	22.2	25.2	25.5	26.0	24.6	23.1	23.9	25.1	25.8
		D2	18.4	21.8	24.6	26.8	26.8	26.8	27.0	26.5	28.3	29.1	29.0	29.2	29.6	29.8	29.4	29.6
		D3	15.9	19.6	23.6	25.9	26.5	25.5	27.0	25.8	26.9	27.3	27.9	28.6	29.2	29.0	29.5	29.5
		平均值	15.7	20.2	22.8	24.7	25.0	24.7	25.5	24.8	26.8	27.3	27.6	27.4	27.2	27.6	27.8	28.3
		標準差	2.9	1.4	2.4	2.8	2.9	2.7	2.5	2.3	1.6	1.8	1.5	2.5	3.6	3.2	2.4	2.2

表4. 小鼠每週體重記錄表 (共12隻)

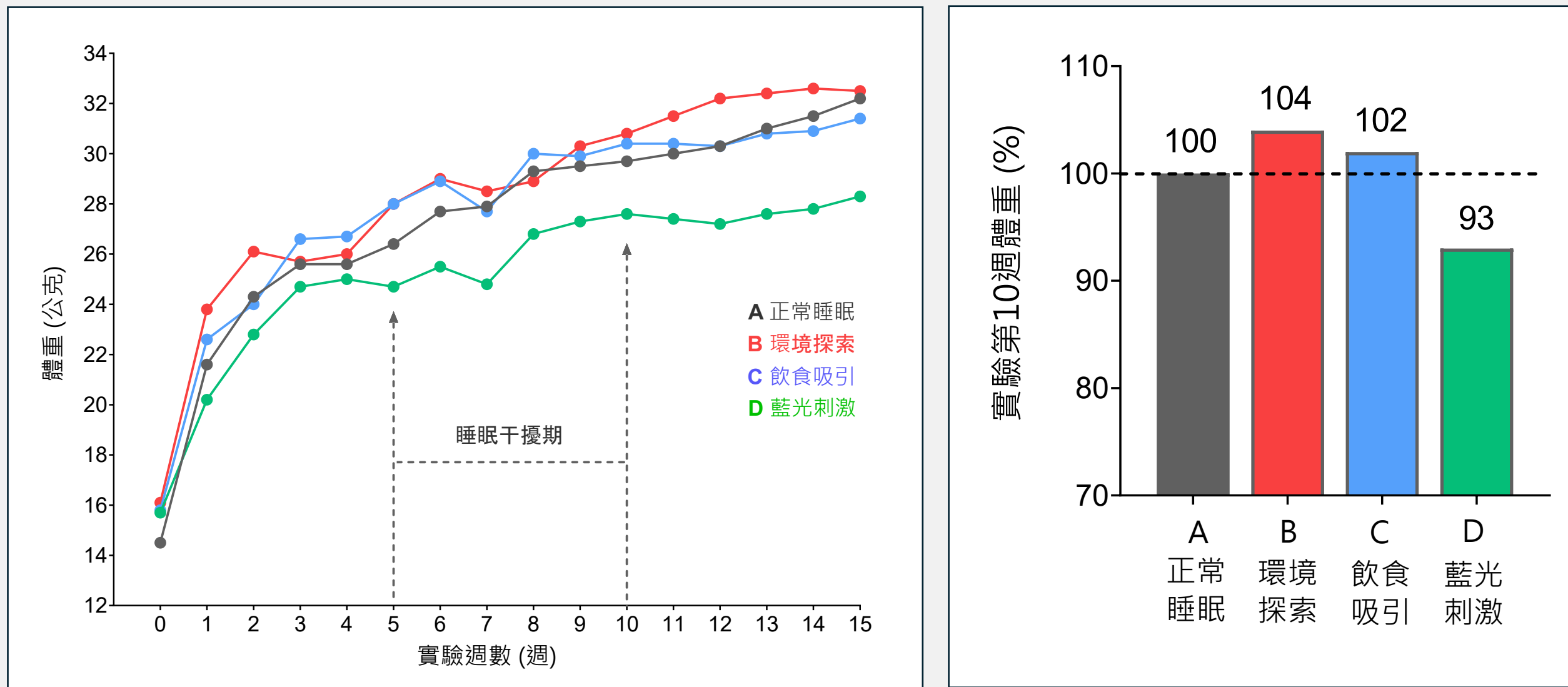


圖13. 小鼠每週體重成長曲線

圖14. 睡眠干擾後體重比較 (%)

三、睡眠週期觀察結果

- 透過觀察小鼠的活動時間與休息狀態，記錄睡眠週期。
- 睡眠干擾前，四組小鼠睡眠週期都類似。
- A組 (正常睡眠) 在夜晚活動、白天休息的模式很穩定。
- B, C, D 三組受到睡眠干擾後，睡眠週期出現變動。
- D組 (藍光刺激) 影響最嚴重。小鼠白天活動頻率變高、休息時間縮短，夜間反而呈現疲勞休息的狀態。

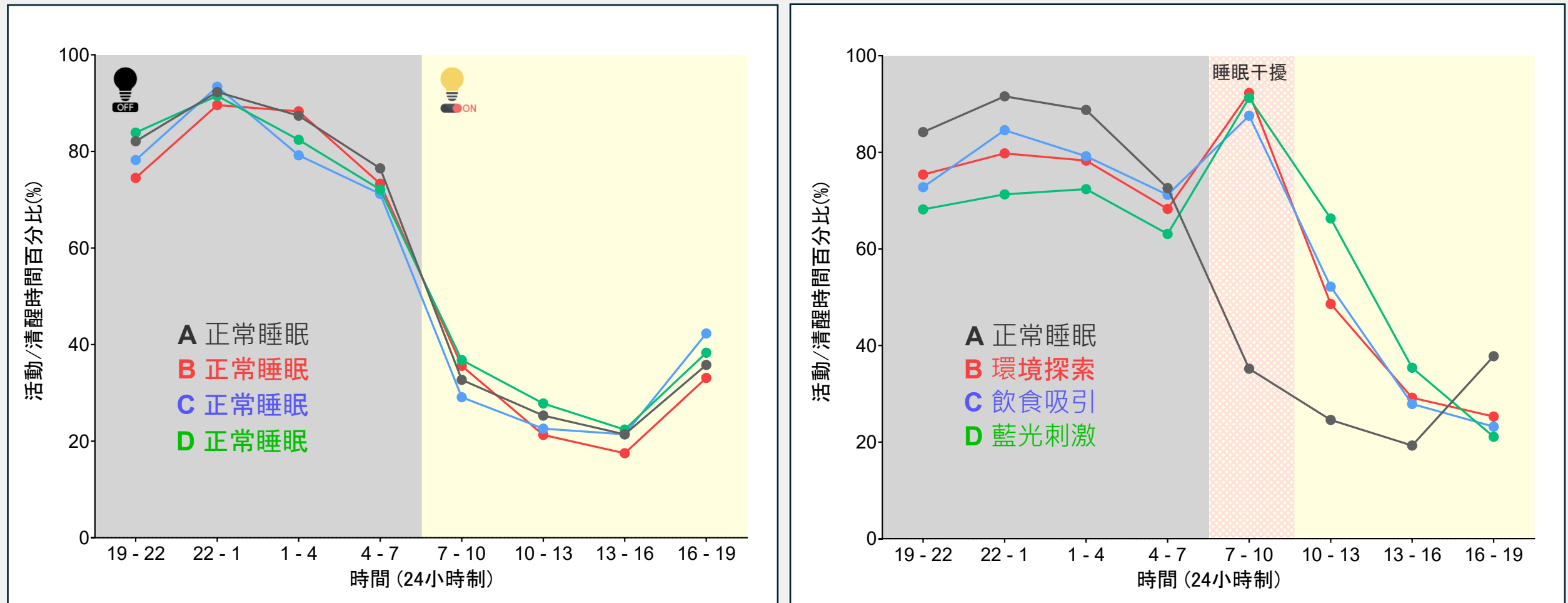


圖15. 睡眠週期 (睡眠干擾前測量)

圖16. 睡眠週期 (睡眠干擾後測量)

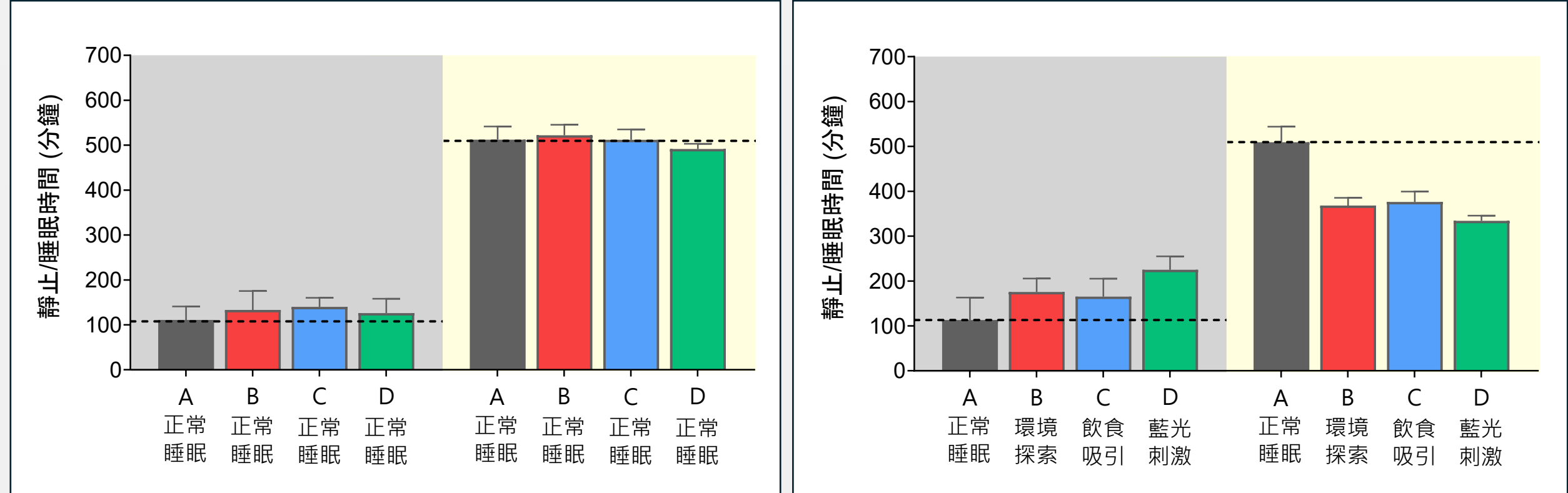


圖17. 正常睡眠時間 (睡眠干擾前測量)

圖18. 異常睡眠時間 (睡眠干擾後測量)

四、水迷宮實驗結果（空間學習與記憶）

- A組（正常睡眠）時間持續縮短，記憶力最好。
- B, C 兩組學習速度明顯變慢，要花較多時間。
- D組（藍光刺激）表現最差，記憶受嚴重干擾。

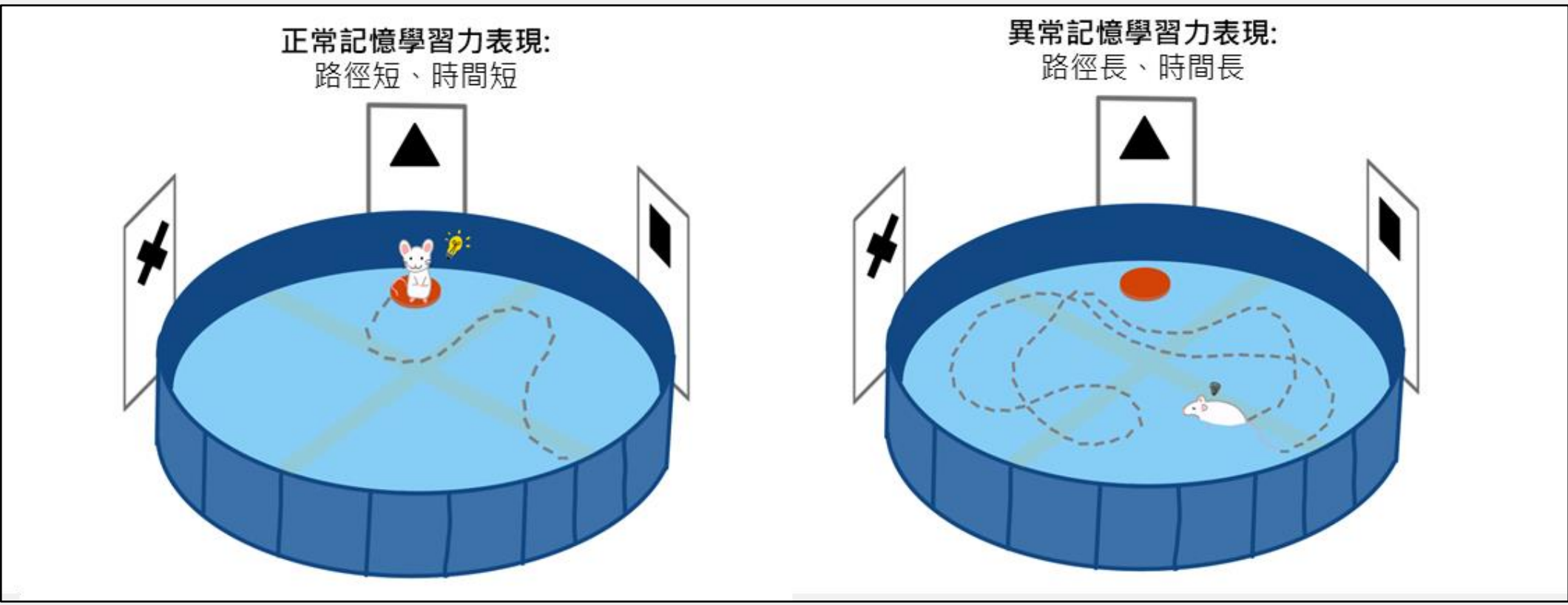


圖19. 水迷宮記憶學習結果示意圖

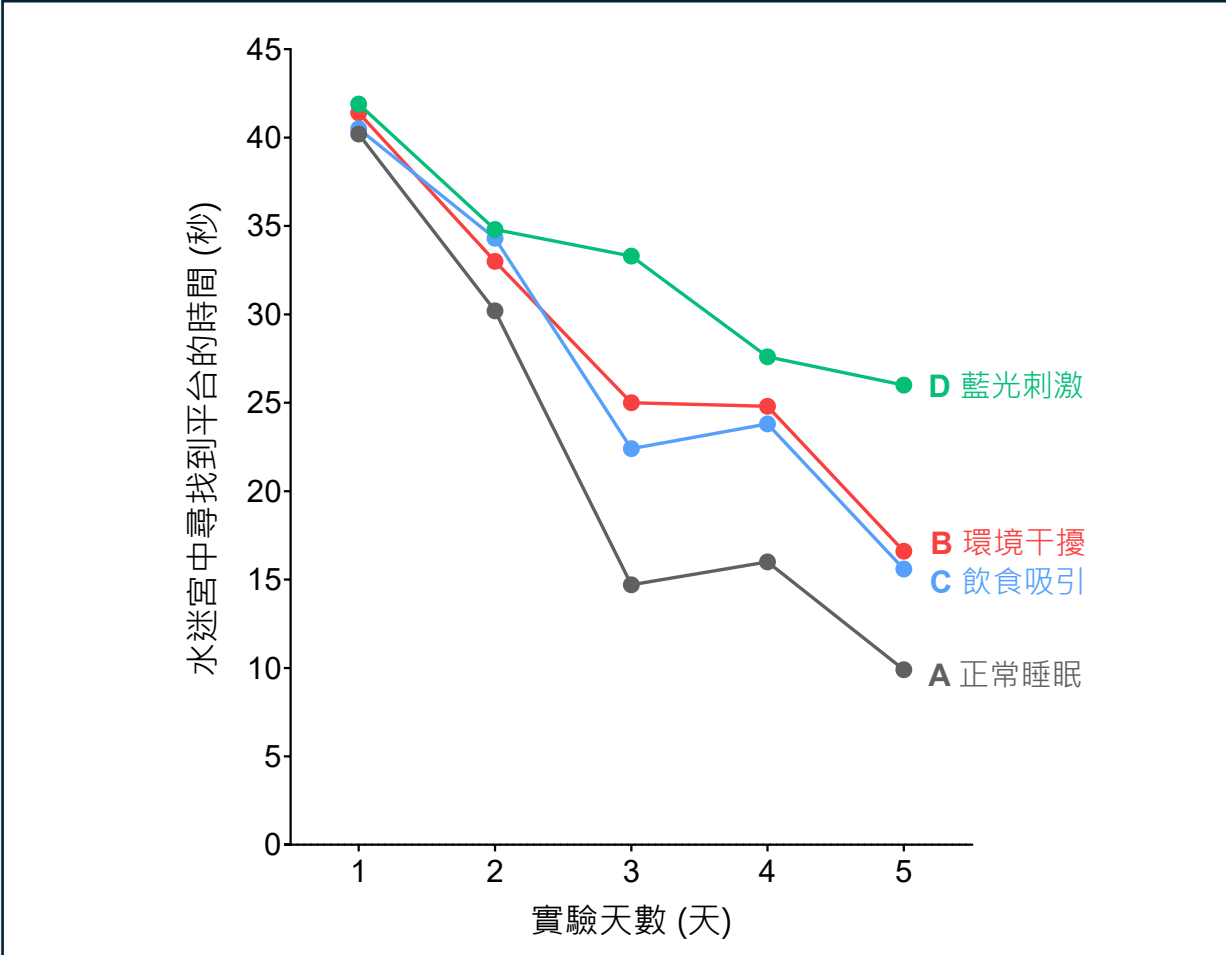


圖20. 水迷宮記憶學習曲線圖

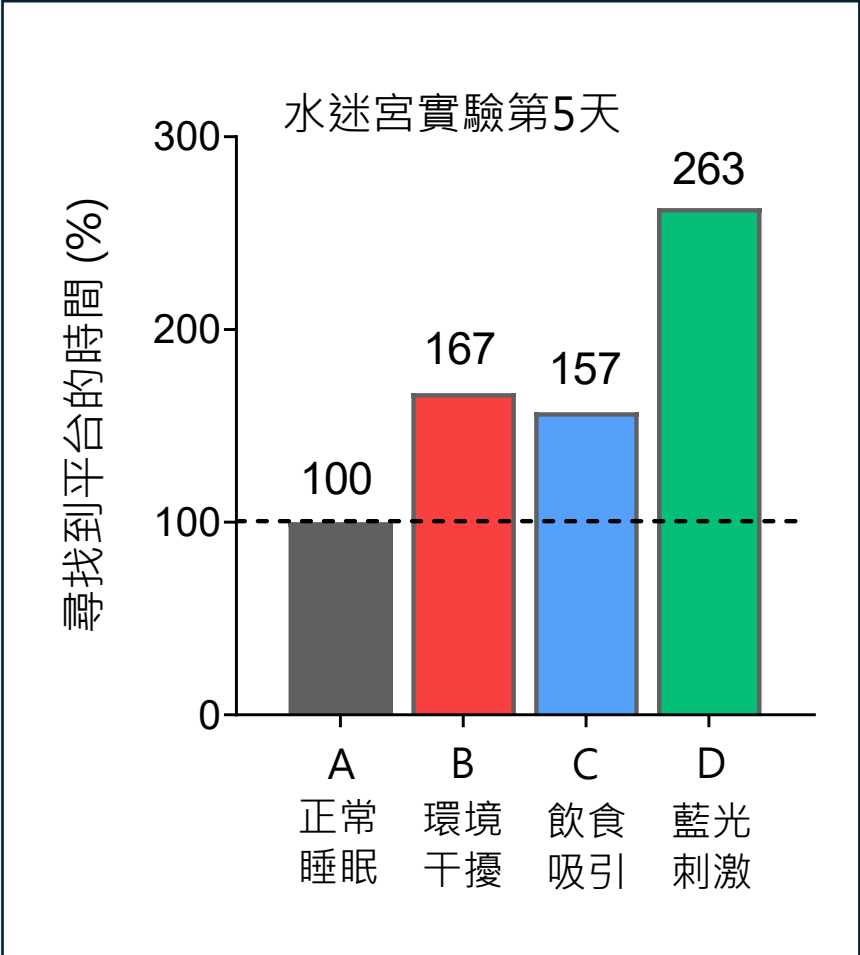


圖21. 尋找平台時間比較圖 (%)

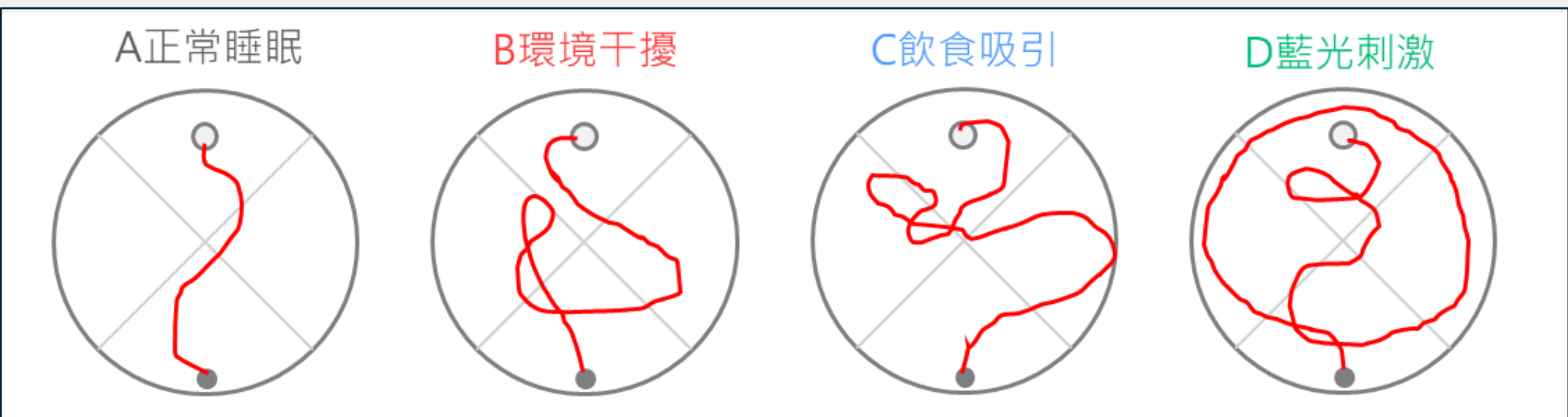


圖22. 各組別游泳路徑代表圖 (以Ethovision軟體繪製)

五、Y迷宮實驗結果（探索與空間記憶）

- A組（正常睡眠）會主動前往新開放的區域。
- B, C 兩組偏好待在熟悉區域。
- D組（藍光刺激）環境探索力與空間記憶最差。

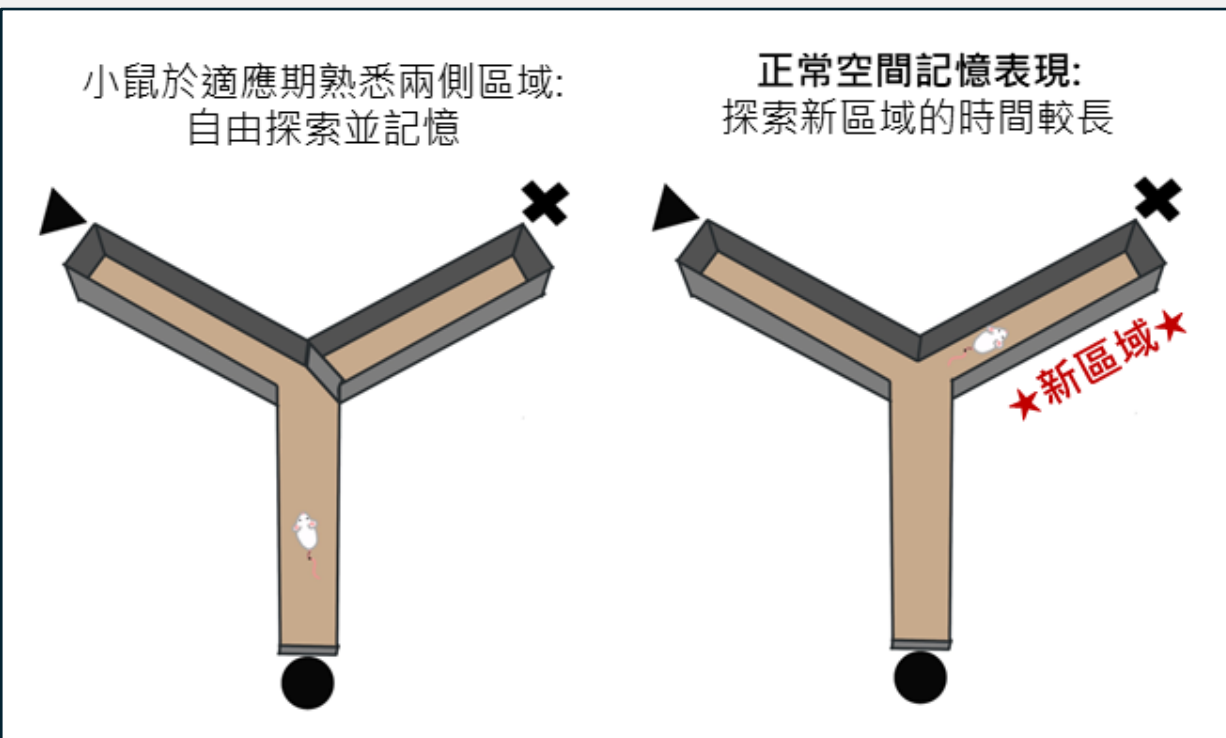


圖23. Y迷宮空間記憶結果示意圖

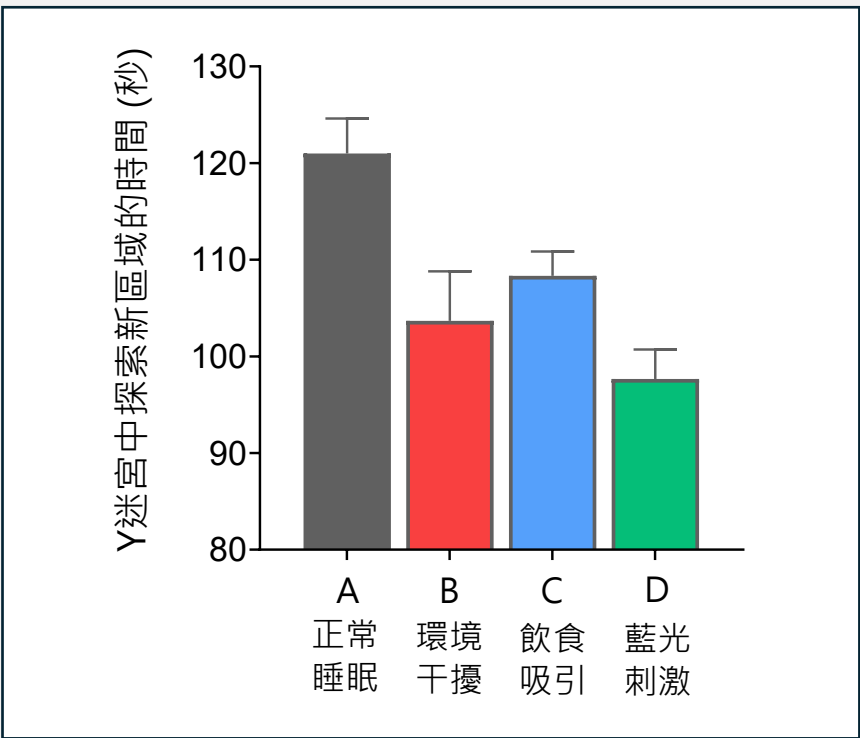


圖24. 探索新區域時間比較

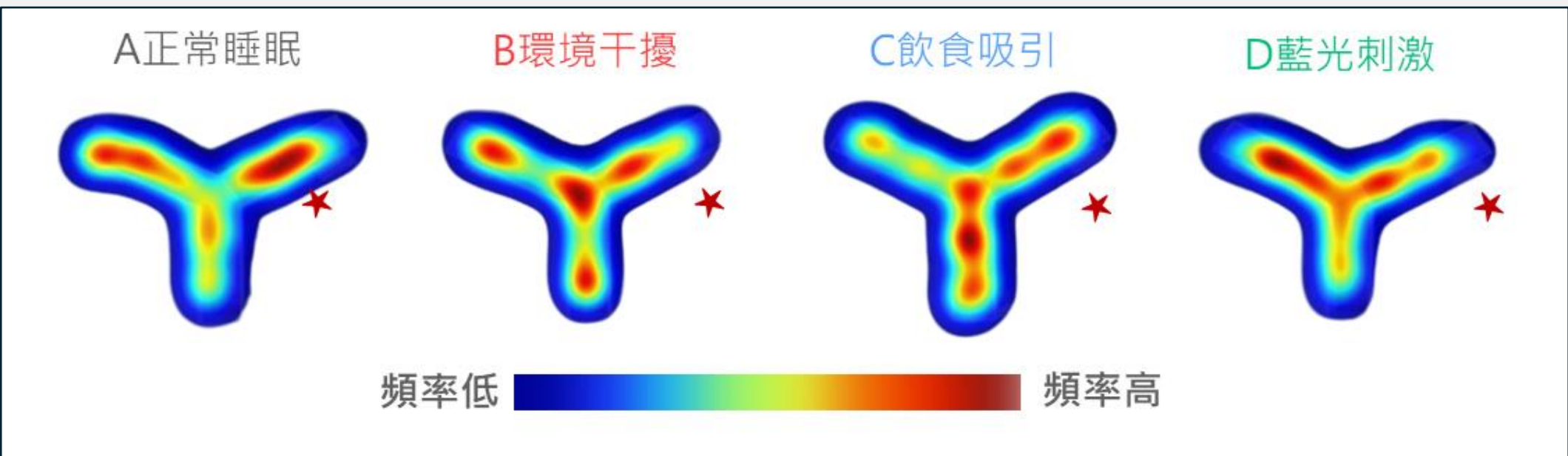


圖25. 各組別探索頻率代表圖 (以Ethovision軟體繪製)

六、新物品辨識實驗（物品記憶與注意力）

- A組（正常睡眠）花較多時間接觸新物品。
- B, C 兩組辨識能力稍有退步，接觸時間降低。
- D組（藍光刺激）反應最差，辨識力明顯降低。

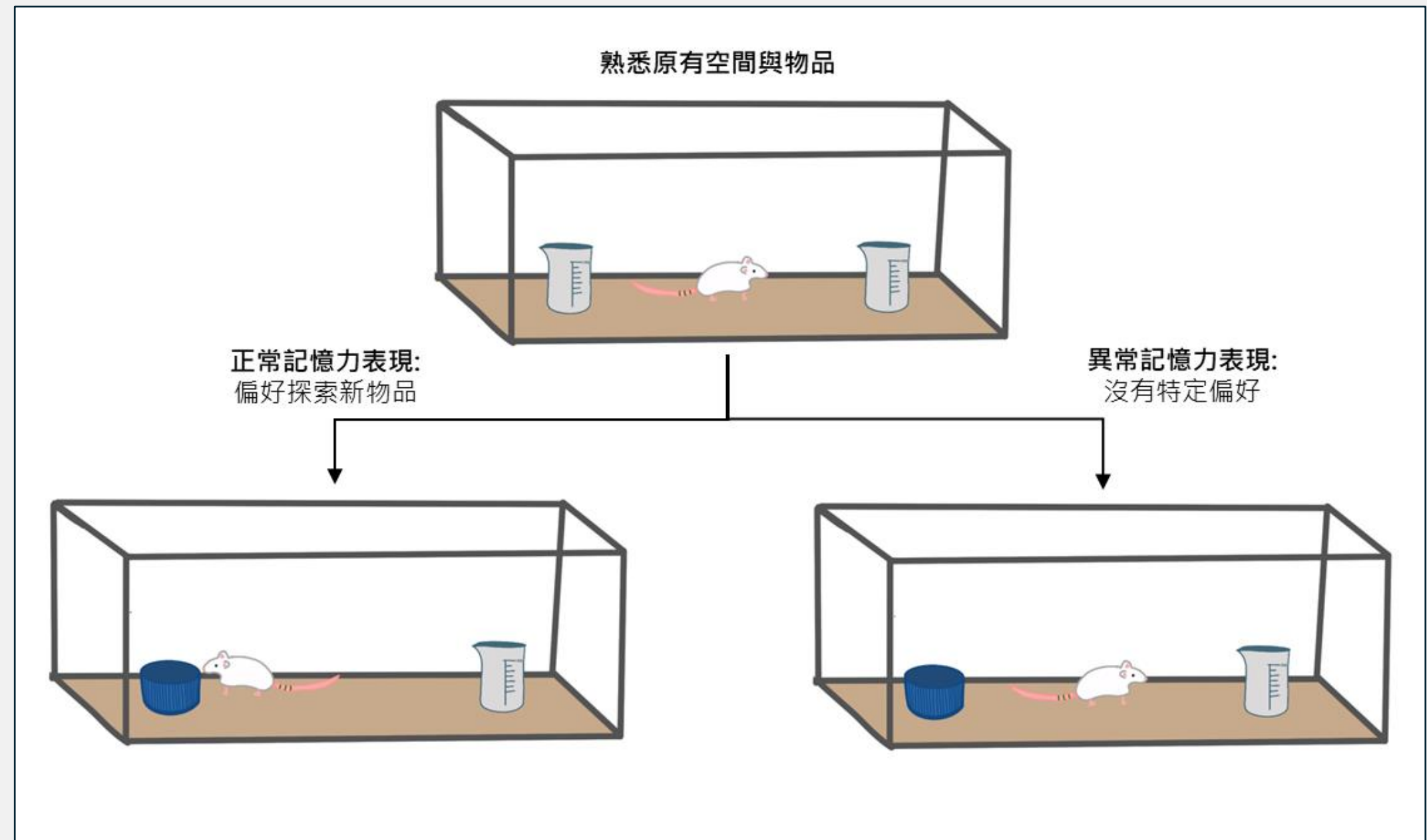


圖26. 新物品辨識，記憶力結果示意圖

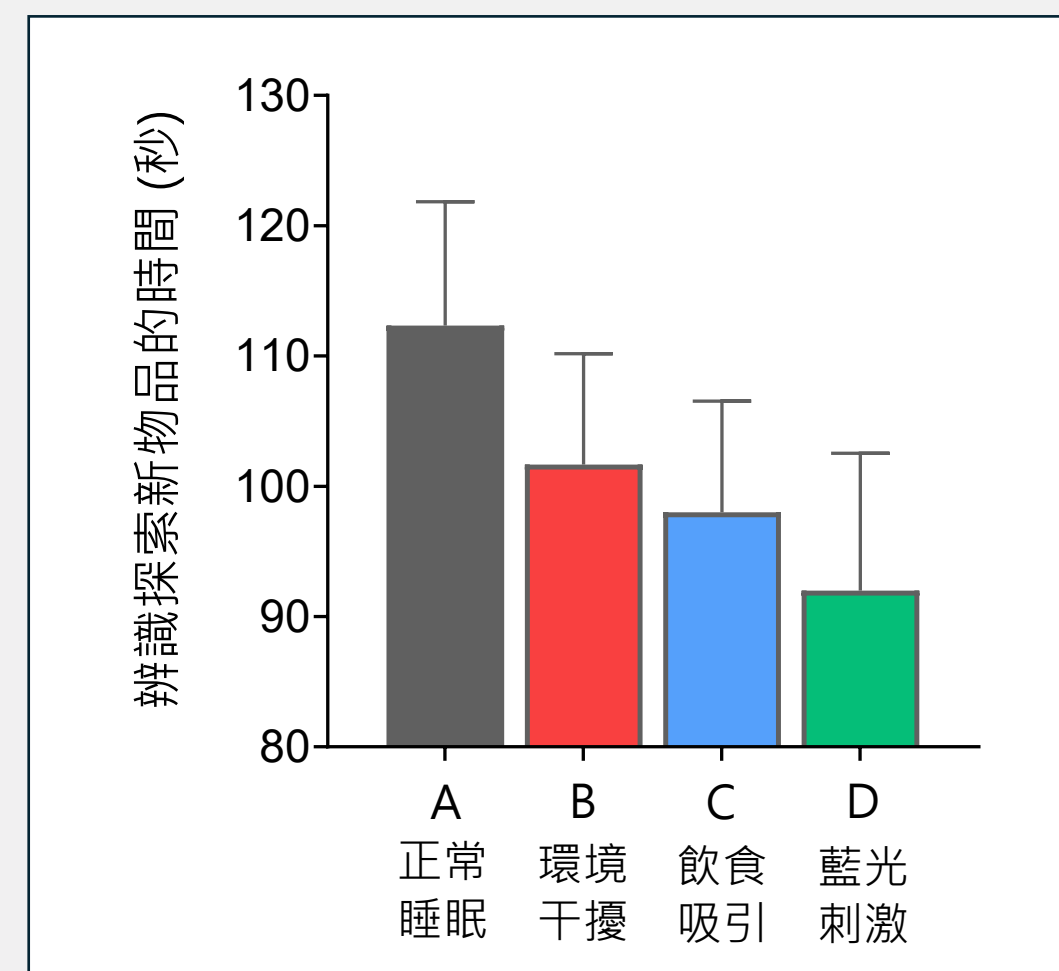


圖27. 新物品辨識探索時間圖

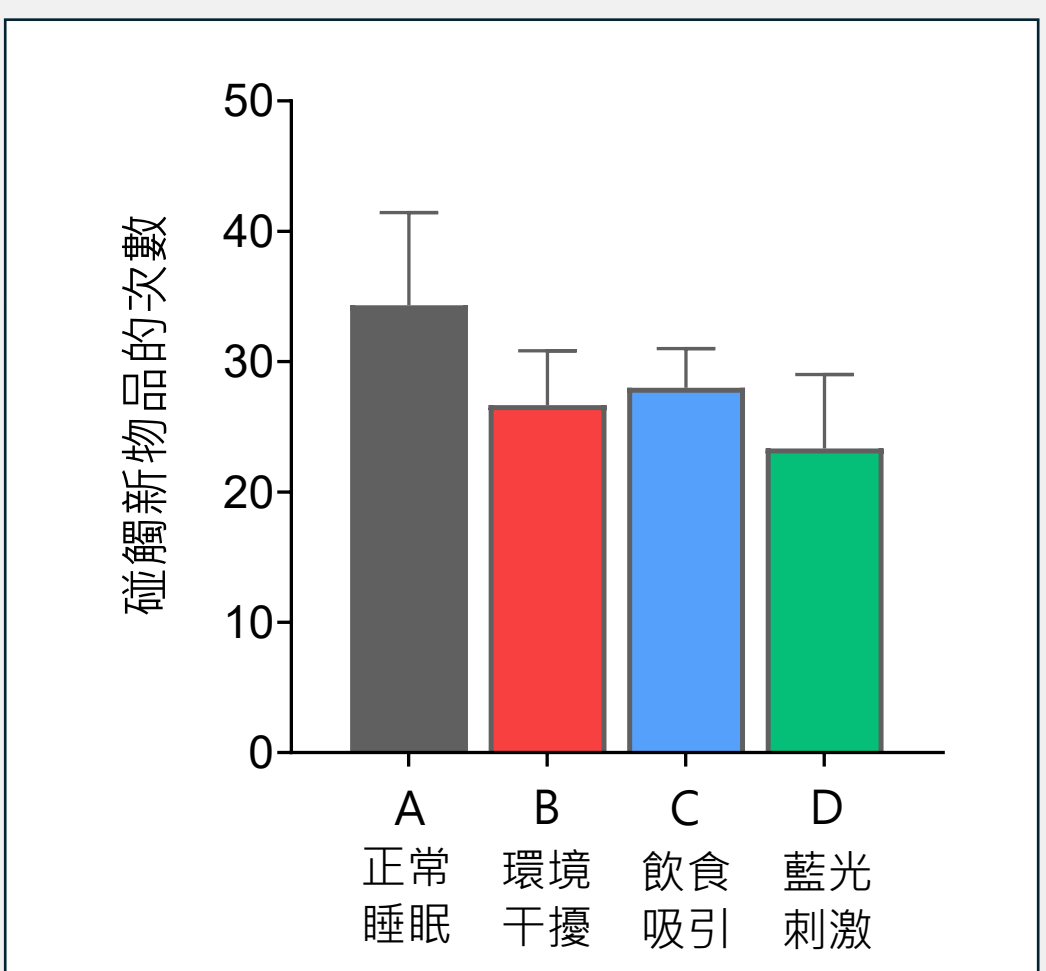


圖28. 新物品辨識鼻尖碰觸次數圖

七、三室社交實驗結果（社交傾向）

- A組（正常睡眠）會主動靠近陌生小鼠。
- B, C, D 三組社交傾向與互動意願降低。

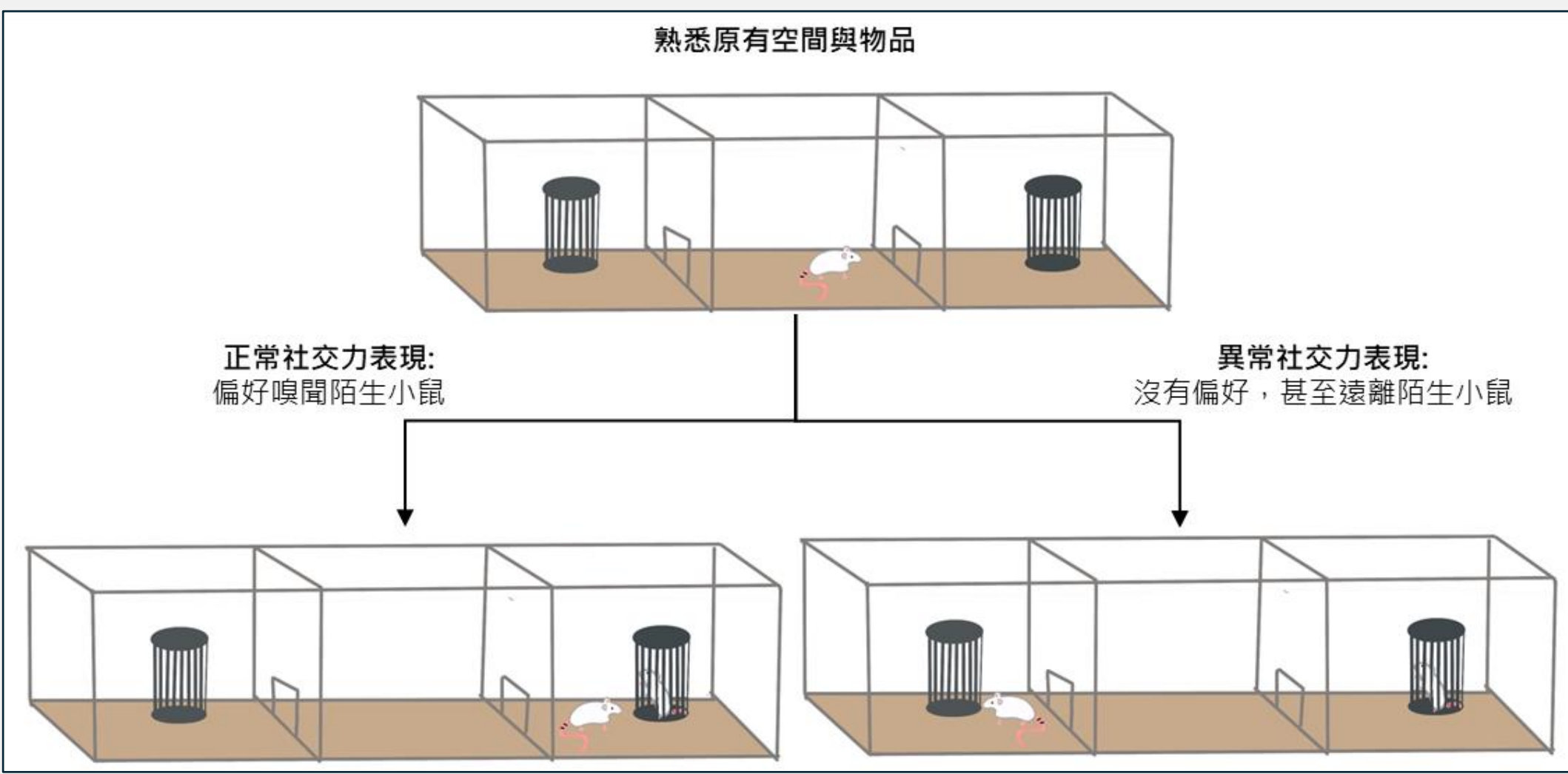


圖29. 小鼠社交能力結果示意圖

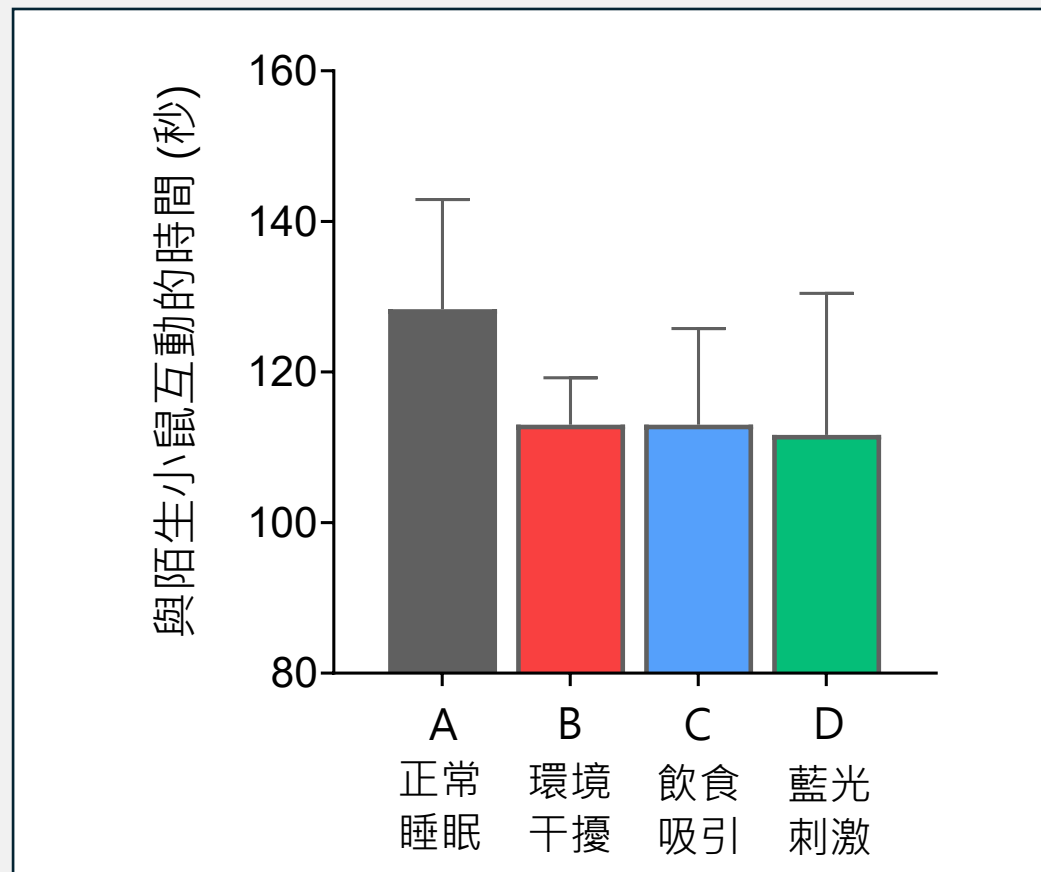


圖30. 與陌生小鼠互動時間圖

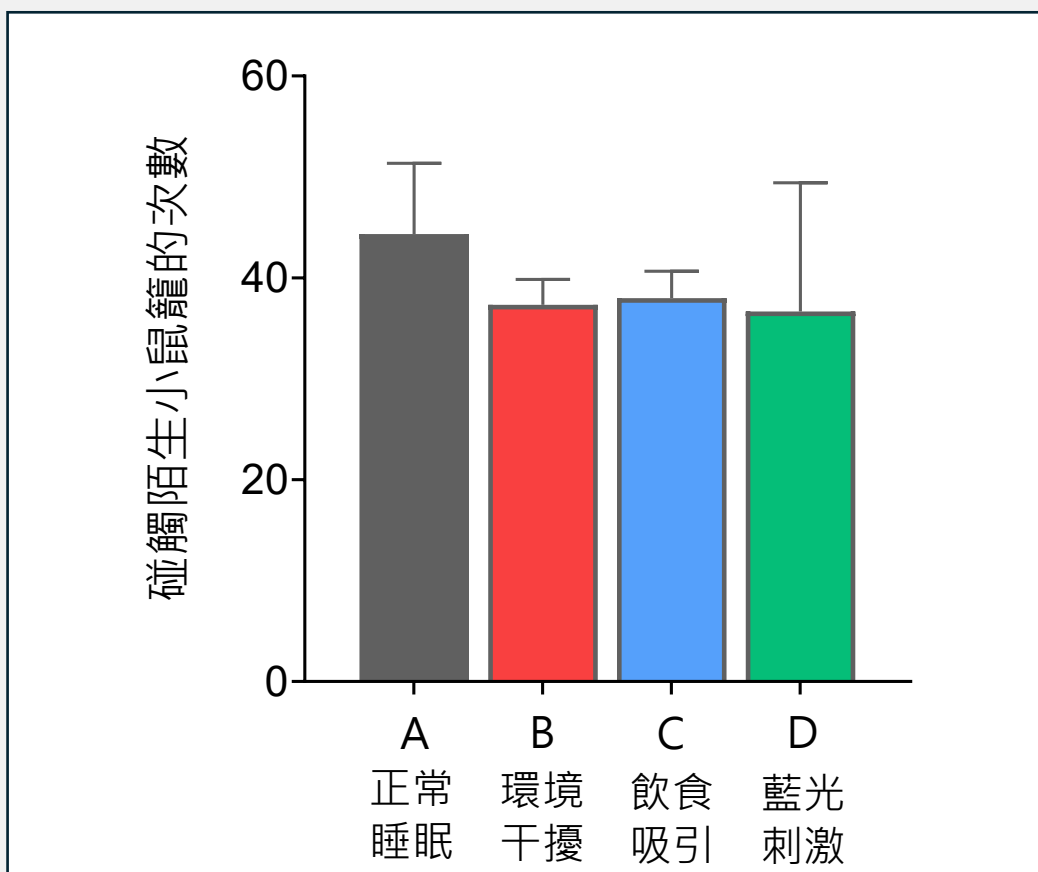


圖31. 鼻尖碰觸陌生小鼠籠次數圖

八、築巢實驗結果（任務執行能力）

- A組（正常睡眠）能完成結構良好的巢穴。
- B, C, D 三組築巢品質下降。
- 恢復正常睡眠後，築巢能力仍無法完全回復。

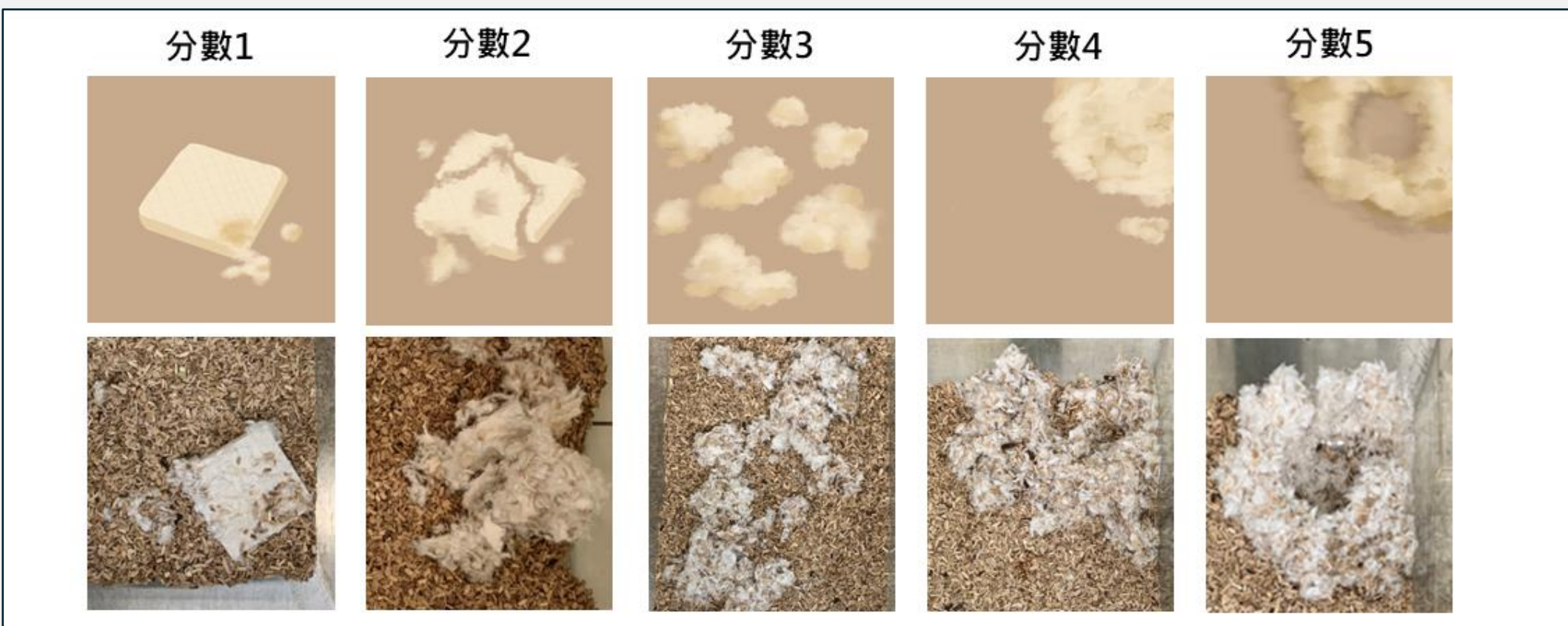


圖32. 小鼠築巢完整度圖

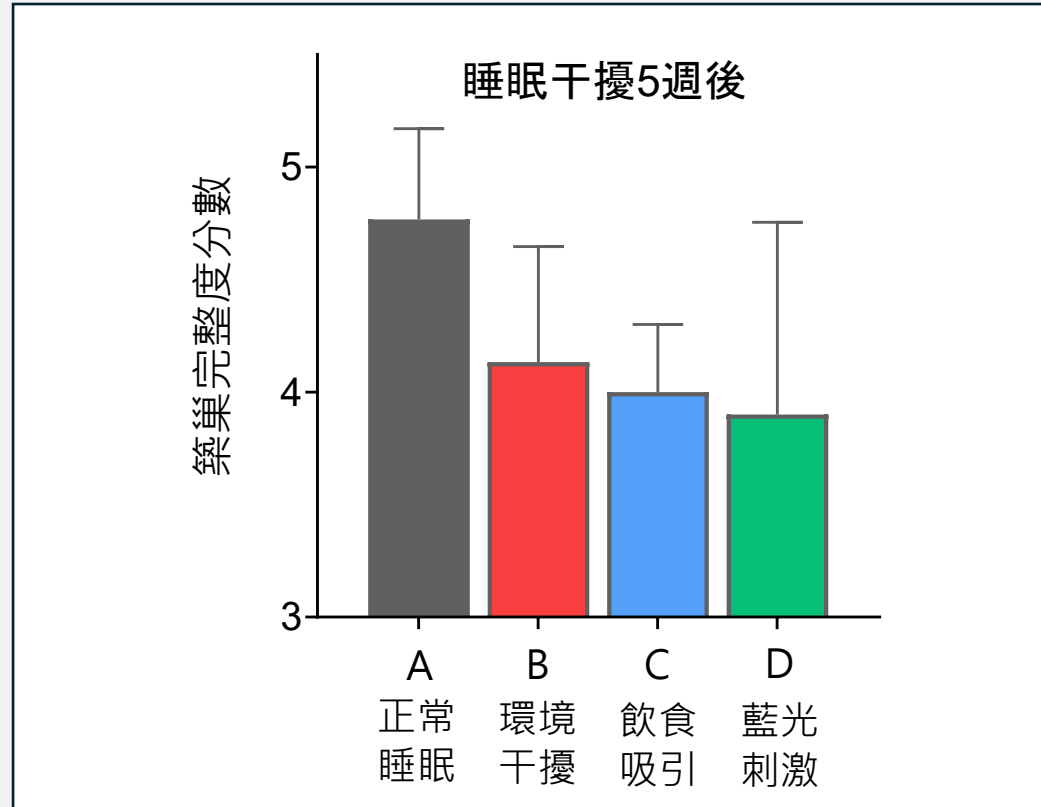


圖33. [睡眠干擾後] 築巢完整度

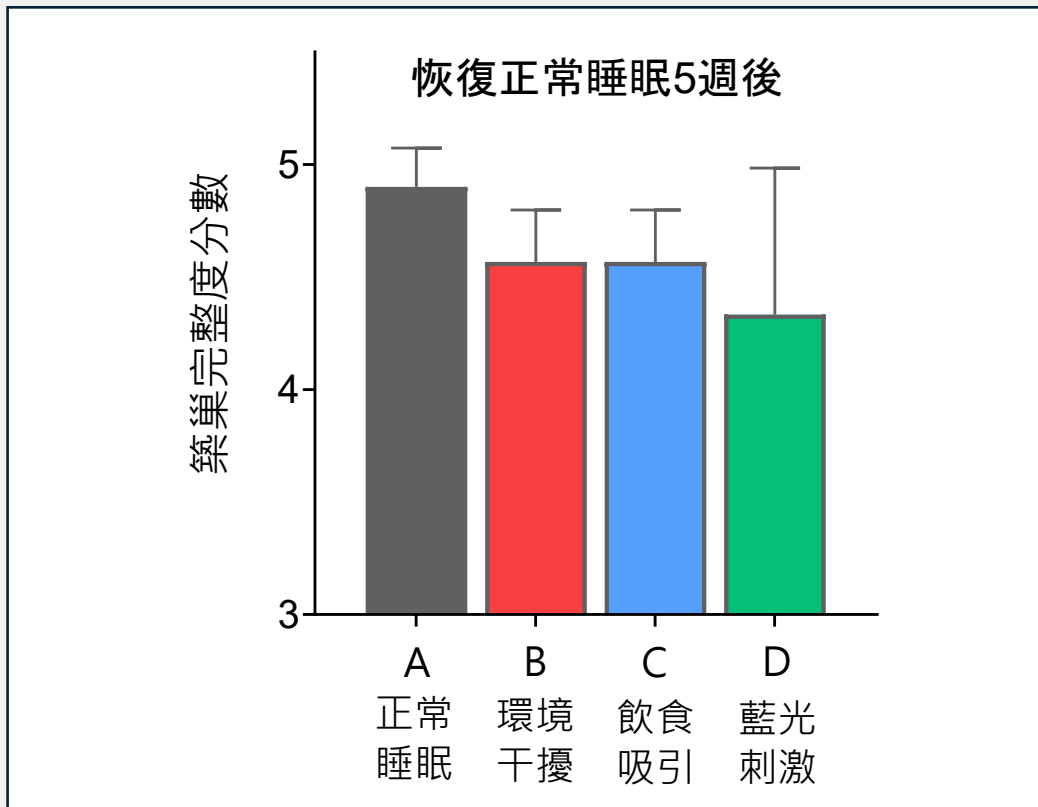


圖34. [恢復正常睡眠後] 築巢完整度

陸、討論與結論

一、討論與建議

- (一)、主觀認知：學生已經習慣睡前娛樂活動，但低估了睡前娛樂對睡眠與認知功能的實際影響。
- (二)、客觀驗證：睡前娛樂造成的睡眠干擾，不只是暫時性的疲勞，還會帶來長期的負面影響。
- (三)、改善方法：睡前限制3C使用時間、避免高糖高油脂宵夜、避免高刺激活動來維持作息規律。

二、研究結論

- (一)、學生睡前娛樂行為普遍且頻繁。
- (二)、學生以自我合理化方式評估睡前娛樂影響。
- (三)、睡前娛樂刺激會影響小鼠的睡眠週期。
- (四)、睡眠延遲降低小鼠的學習記憶與社交傾向。

三、亮點與貢獻

- (一)、貼近生活：本研究對建議學生睡前習慣和**改善學習策略**具有重要意義。
- (二)、整合研究：結合線上問卷與小鼠實驗，從**主觀認知**與**客觀驗證**進行探討。
- (三)、教育價值：連結**樂不思眠**與睡眠、學習、記憶、社交與執行力的關聯性。

柒、參考文獻

- Paruthi, S., Brooks & Wise, M. S. (2016). Recommended amount of sleep for pediatric populations: A consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine. Journal of Clinical Sleep Medicine, 12(6), 785-786.
- Szalavitz, M. (2022). Dopamine: The currency of desire. Scientific American.
- 櫻井武 著，高慧芳 譯（2019）。睡眠的科學，晨星出版有限公司。
- 沃克，馬修（Walker, M.）著，姚若潔 譯（2023）。為什麼要睡覺？睡出健康與學習力、夢出創意的新科學。遠見天下文化。
- 中華實驗動物學會（2020）。實驗動物科學—基礎篇，中華實驗動物學會出版。
- 林好庭（2020）。人鼠之間：生醫研究的幕後英雄—實驗鼠，科技大觀園。
- 林冠婷、郭妙真（2019）。探討睡眠剝奪對青少年學習與記憶的影響 - 以小鼠為模式探討生理、心理與大腦變化。臺灣國際科學展覽會，高中組，行為與社會科學科。
- 陳郁潔、王育鈞、林立話等（2021）。「光」茫非你「鼠」。中華民國第61屆中小學科展作品說明書，國小組，生物科。
- 行政院農業委員會（2018）。實驗動物照護與使用指引，取自<https://animal.moa.gov.tw/download/file/181205-1.pdf>
- 李桃森、戴君芳（2024）。受試者同意書撰寫注意事項，臺大醫院倫理季刊，第2期。