

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PMN1100608

學門專案分類/Division：醫護

執行期間/Funding Period：2021.08.01 – 2023.01.31

**(探討創新 3D/VR 教材對解剖學學習成效與自主學習能力的影響/
Investigation of the effects of innovative 3D/VR teaching materials on
anatomical learning outcomes and self-learning abilities)**
(解剖學/Anatomy)

計畫主持人 (Principal Investigator)：陳永佳

執行機構及系所 (Institution/Department/Program)：高雄醫學大學醫學系

成果報告公開日期：

☐立即公開 ☒延後公開 (統一於 2025 年 1 月 31 日公開)

繳交報告日期 (Report Submission Date)：2023.03.16

**(探討創新 3D/VR 教材對解剖學學習成效與自主學習能力的影響/
Investigation of the effects of innovative 3D/VR teaching materials on
anatomical learning outcomes and self-learning abilities)**

一. 本文 Content (3-15 頁)

1. 研究動機與目的 Research Motive and Purposes

解剖學內容多且複雜，教師上課講解後，學生須利用課餘時間前往實驗室進行自主學習骨骼構造並熟記單字。學生大部分是靠死記各結構的名稱與位置，缺少整體、立體空間的理解。學生反饋意見提出，教師或助教的實際講解可促進學習效果。本計畫製作具有 360 度可觀看與立體 VR 效果的骨學構造講解影片，探討製作的教材與教學活動或作業對解剖學課程學習成效與自主學習能力的幫助。

2. 文獻探討 Literature Review

2.1 鷹架理論

鷹架 (scaffolding) 是指教師在學生學習和發展新概念或技能時為他們提供特定類型支持的方法 [1]。在教學鷹架模式，教師可以分享新知或示範解決問題的過程 [1]。最後教師可以退居幕後，讓學生自己練習。也可以讓學生在小組中合作練習 [1]。為了展示鷹架的資料，教師必須評估學生已經知道那些內容；然後再考慮學生學習目標和學習內容 [2]。教師可以製定計劃，讓學生逐步提升到掌握學習目標 [2]。

教師評估目前學生的程度之後可以模擬解決問題的過程或提出完成任務的方法 [2]。接著透過以下方式支持學生達到目標：將學習目標分級，在學生完成任務時與他們討論 [2]。學生分組討論完成任務並互相支持 [2]。給予參考範例，讓學生可以在其中收集更多信息 [2]。在學生的學習過程中為他們提供提示和技巧 [2]。以下幾個範例為鷹架理論套用在解剖學的教學模式 [3]。

1. 模式/模組：向學生展示如何達成某項學習目標是鷹架學習的有效方式，教師可以請學生做為其他同學的模特兒演示解剖學關節動作。
2. 導入先備知識：學生帶著許多不同的知識與經驗前往課堂聆聽課室講演，若教師將解剖學知識與學生已知事物連結則會幫助同學更容易了解和記憶新訊息。
3. 討論：學生在受到教師教導後需要時間反思學習成果，讓學生在小組內互相討論交談可以促進這種反思學習。
4. 科技學習：科技可以是幫助教師簡化鷹架搭建過程的好工具。教師製作解剖學講解的影片供學生們在課前或課後的觀看，讓學生可以個人化規劃適合自己的學習目標。其他的科技例如，AR（擴增實境）、VR（虛擬實境）或是遊戲式教學軟體也都是協助教師搭建鷹架的好方法。

2.2 認知負荷理論 (cognitive load theory)

認知負荷理論是一種對人類認知所發展的教學理論 [4]。認知負荷理論說明三種類型的負荷，內在認知負荷、外在認知負荷及有效認知負荷 [4]。人類的短期或工作記憶容量有限，若是一次處理過多訊息將導致超過負荷而理解、記憶和學習力皆會下降 [5]。在處理訊息時，艱深及枯燥的材料使學習者在學習過程也容易造成認知負荷 [5]。內在認知負荷與教學內容、教材本身的難易程度有關，跟教材如何呈現無較大關係，若學習者具有一些先備知識、經驗的話則有效降低內在負荷 [6]。外在認知負荷則跟教材的呈現方式有關[6]，教材設計不當將會占用工作記憶而對學習者產生不同的外在認知負荷 [6]。因此，教師透過教學活動的設計或使用多元方式呈現教材有助於降低外在認知負荷，進而提高學習成效 [4, 6]。第三種認知負荷稱有效認知負荷，為外在認知負荷的一種，適時的引入教學內容中雖增加外在認知負荷，但卻可輔助建構基模 (schema) 這樣的學習模式產生的負荷稱為有效

認知負荷[6]。

2.3 多媒體學習理論 (Multimedia learning theory)

多媒體學習可以被定義為利用電腦同時使用兩種模式的輔助教學形式。透過結合視覺效果（圖片、動畫和影片）和聽覺（旁白）來學習 [7]。Richard Mayer 在《多媒體學習》一書羅列多媒體學習 12 原則，詳細闡釋應如何更好地構建多媒體學習體驗來大幅提升學習者理解力 [7]。這 12 原則包含：（1）連貫性 （2）信號 （3）冗餘 （4）空間鄰近 （5）時間連續性 （6）分段 （7）預訓練 （8）模態 Modality （9）多媒體 （10）個人化 （11）聲音 （12）形像原則 [8]。

根據以上原則設計教材依序是教材內容應保持連貫性，教學時不可忽然講 A 概念之後又跳到 B 理論 [8]。教師可以在教材上以螢光筆或箭號等方式標記需要學生注視的重點 [8]。教材中儘量避免同時出現意義一樣的圖片與文字 [8]。圖片與文字說明應在鄰近位置讓學習者更容易處理訊息 [8]。教材中出現的視覺效果應該同步出現聲音來解釋影片教材 [8]。影片教材可以讓學習者自由調控影片速度，Mayer 發現這樣對學習者在回憶測試中的效果最佳 [7]。通常學習者若有一些先備或基礎知識那麼他們學習效率將會更高，因此教師可以透過給予學習單、學習指南供學習者進入實際課程前預先了解一些基礎知識 [8]。模態原則指出，人類從視覺和聽覺中學習的效果最佳而非從視覺文字，因此在教材中教師應該檢視整體螢幕上出現的文字量以免學習者不知所措 [8]。個性化與聲音原則認為教師可以透過傳遞自己的聲音，並減少口語傳遞時過多的專業文字或冗長的詞語[8, 9]。在傳遞重要知識訊息時，讓學習者看到相關動畫的視覺效果而非有著教師頭像的講解可能對學習會更有幫助。多媒體呈現資訊的方式除了吸引學習者的注意力，搭配得宜也能夠有效減少學生的認知負荷[8]，提高學習成效。由以上原則來思考解剖學教材的設計製作，教師透過設計互動與具變化性的解剖學視覺化工具（如：動畫搭配講解）

對於降低認知負荷是很有幫助的[9]。

3. 研究問題 Research Question

3.1 虛擬實境骨學講解影片、市售解剖互動裝置（後簡稱 HTC VR）、骨骼標本自我學習）對醫學大學生骨學學習成效如何？

3.2 探討不同任務（小組合作、骨學競賽、骨學作業、學習計畫書）分派對醫學大學生的自主學習成效為何？

3.3 教學活動是否影響骨學學習動機？

4. 研究設計與方法 Research Methodology

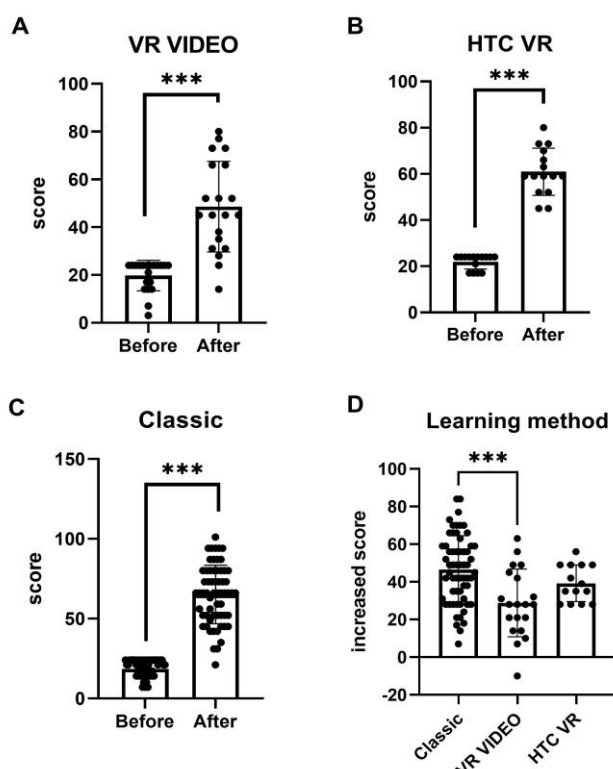
學習動機量表將以主成分分析斜交轉軸法測試因素性效度 factorial validity，信度分析測試信度。骨學測驗前後測分析以成對樣本 t 檢定檢查前後測分數差異是否具有顯著差異，再以成對樣本相關性檢測前後測分數是否與該教學活動使用有關。將利用問卷分析教學活動對自主學習的影響。

5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

本計畫主要搭配 110 學年度上學期護理系解剖學 2 學分課程展開研究。在學期初的時候（第一周）請全班同學自行分 10 組，在課程中我們也告知組員有那些工作項目請同學做責任分工，每組發放一套骨箱；同時分配給學生每人 1 個骨學作業的責任單字，小組 5 個責任單字。第二到六周，上課期間皆會在課堂上以提問方式請同學進行小組討論並上台發表。在第七周時同學將骨箱搬至互動教室，每位學生拿到一張骨骼學習單，上面將指引同學要骨骼構造觀察重點。另外，同學可利用時間同時進行個人與小組骨學作業的拍照。課後小組成員將依據評核指標進行線上互評與自評。

5.1 三種學習方式：骨箱自我學習、教師版 VR 骨學講解影片、HTC VR 對骨學學習成效的影響

在上述第七周上課當天，我們將同學分為三大組，一組同學留在原教室進行骨箱自我學習，一組帶至另一間教室以教師自製 VR 影片觀看骨頭講解（約 20 位），另一組同學（約 5-10 人）帶至另一間教室以 HTC VR 解剖互動裝置學習骨骼系統。在教學活動前後，進行骨學測驗 15 題以比較此三種學習方式對骨學學習成效的影響。測驗題目包含空間題 11 題：蝶竇、頸動脈管、鼻淚管的窩、卵圓孔、翼圖內側板、翼腭窩、下頷孔、上鼻甲、頸靜脈孔、距骨、橈神經溝。基本概念 4 題：請問豆狀骨（pisiform）是屬於？請問大、小結節（greater and lesser tubercle）是屬於？請問頸椎（cervical vertebra）第 1 塊的名稱？請問薦椎（sacrum）的形狀？由下圖一可知，三種學習方式 VR VIDEO（A，教師版 VR 骨學講解）、HTC VR（B）、Classic（C，骨箱自我學習）都可以促進骨學學習成效。比較三種學習方式則發現進步的成績以 Classic 骨箱自我學習最高，VR VIDEO 與 HTC VR 增加的分數則無顯著差異。骨箱自



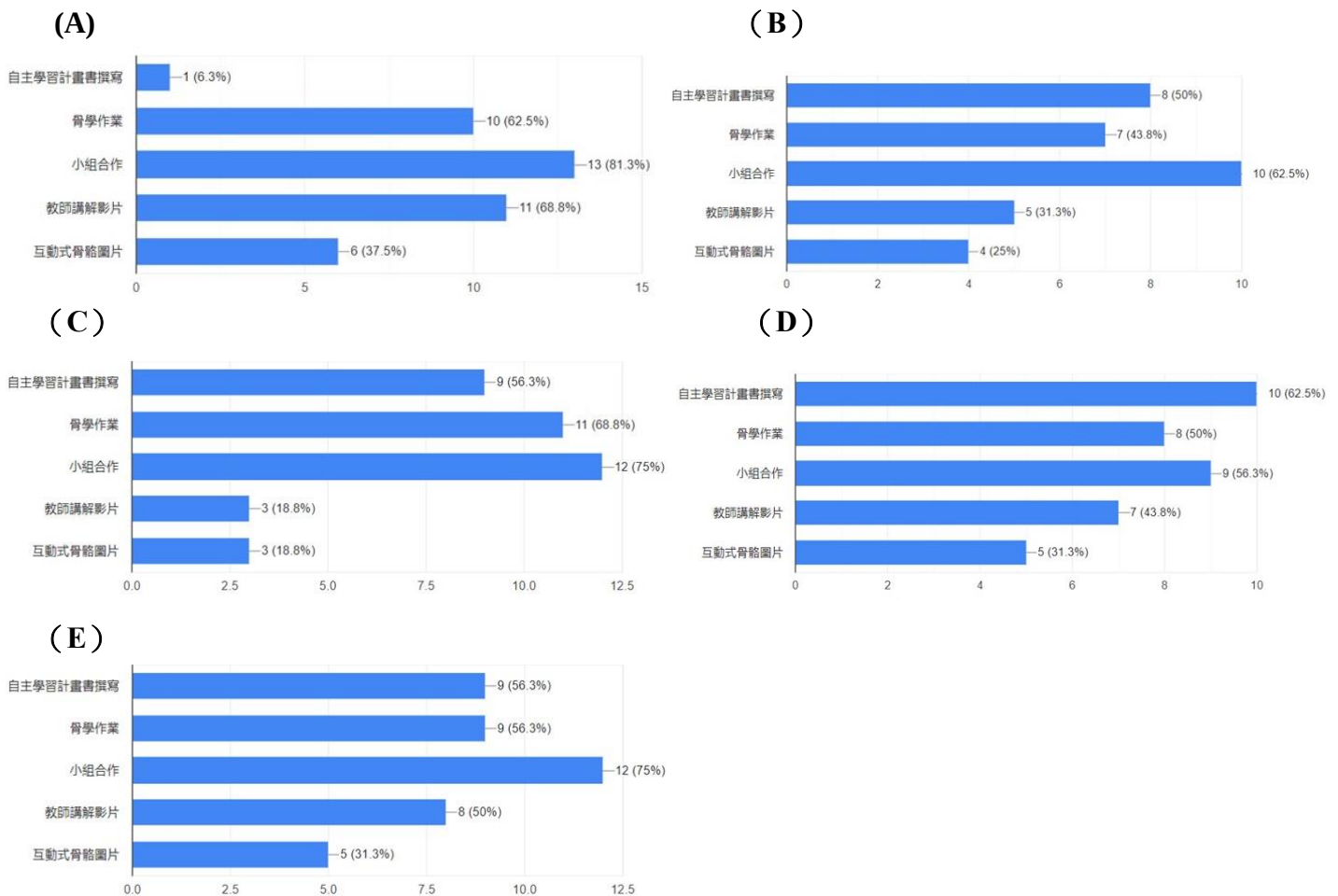
我學習與教師版 VR 骨學講解進步分數相比具統計差異 ($p < 0.001$),

圖一、學習方式對骨學學習成效的影響。教師版 VR 學習（VR VIDEO）人數：20 人；HTC VR 學習人數：24 人；骨骼標本自我學習（Classic）人數：61 人。***, $p < 0.001$ 具統計意義。

5.2 四種教學活動：小組合作、骨學作業、學習計畫書對自主學習的影響

在學生的調查問卷（16 份，5 分量表）中發現，對於教師設計的教學活動更讓我自動自發學習（A）、訂定適切的學習目標（B）、提升規劃能力（C）、調整學習步驟（D）、改善學習狀況（E）平均分數分別為：4.69、4.44、4.44、4.63、4.56。

對教師設計的教學活動中，有較高比例同學認為小組合作對自動自發（81.3%）、訂定適切的學習目標（62.5%）、提升規劃能力（75%）、調整學習步驟（56.3%）、改善學習狀況（75%）。超過五成的學生認為骨學作業對自動自發學習（62.5%）、規劃能力（68.8%）、調整學習步驟（50%）、改善學習狀況（56.3%）。超過五成的同學認為學習計畫書更幫助自己訂定適切的學習目標（50%）、提升規劃能力（56.3%）、調整學習步驟（62.5%）、改善學習狀況（56.3%）。超過五成的同學認為教師的講解影片對同學自主學習的幫助在於自動自發學習（68.8%）、改善學習狀況（50%）。互動式骨骼圖片對自主學習的影響（各面向）約在 18.8%-31.3%。



圖二、教學活動對自主學習的影響。期中教學活動結束後收集問卷數 16 份。

5.3 教學活動對骨學學習動機的影響

5.31 學習動機量表信度分析與因素分析（factor analysis）

信度分析（reliability analysis）即可靠度分析，以 110-1 上學期施測的問卷來看，原本有 13 個題目，經過信度分析與主成分分析後其 Cronbach's Alpha 值皆在 0.8 以上。由於主成分分析後兩個題目（我對解剖感到有興趣、我不清楚就讀的科系）在萃取後數值小於 0.5，故刪去此兩題重新再跑信度分析得知 Cronbach's alpha 值 0.875。

主成分分析後，量表 Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數 0.858 為良好，顯著性小於 0.05 表示進行主成分分析對萃取資料構面是有幫助的。

觀察值處理摘要			
		N	%
觀察值	有效	94	97.9
	已排除 ^a	2	2.1
	總計	96	100.0
a. 根據程序中的所有變數成批刪除。			
可靠性統計量			
Cronbach's Alpha	項目數		
0.875	11		

KMO 與 Bartlett 檢定		
Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數。		0.858
Bartlett 的球形檢定	近似卡方檢定	589.192
	自由度	78
	顯著性	0.000

解說總變異量		
旋轉平方和負荷量		
總計	變異的 %	累加 %
5.392	41.475	41.475
1.974	15.187	56.663

表一、骨學學習動機量表信度分析。問卷回收數 94 份。

我們進行主成分分析後將 11 個題目萃取出兩個成分，分別定義為自我努力與自我認知。學習動機題目中屬於自我努力構面的部分數值皆在 0.5 以上。屬於自我認知的部分數值在 0.6 以上。

成分矩陣 ^a			
	成分		
	1	2	
[上課時，我應該專心聽講。]	0.817	-0.222	自我努力
[身為一個大學生，我認為我應該努力用功。]	0.807	-0.082	
[若平時沒有用功讀書，我會感到對不起自己。]	0.791	-0.126	
[我應該準時上課。]	0.785	-0.148	
[平時努力用功，會使我感到心安。]	0.740	-0.048	
[如果我的學業成績不好，我會感到內疚。]	0.730	0.068	
[我應該準時交作業報告。]	0.721	-0.150	
[缺交作業會使我感到自責。]	0.696	-0.061	
[若上課時沒有專心聽講，我會感到慚愧]	0.656	-0.062	
我喜歡老師設計的教學活動	0.538	-0.065	

[我知道自己畢業後要做什么]	0.219	0.771	自我認知
[我確定自己的學業興趣與方向]	0.403	0.741	
[我了解自己的解剖學能力]	0.326	0.637	
擷取方法：主成分分析。	a. 已擷取 2 個成分。		

表二、骨學學習動機量表主成分分析

5.32 教學活動介入後提升骨學學習動機

將學習動機的兩項構面分別以計算變數合併數值再比較前後測差異。學習動機在自我認知方面在學習活動介入後，無顯著相關性 $p > 0.05$ ；前後測平

均數相比（前測 3.56，後測 3.93, $p < 0.01$ ）具有顯著差異，表示活動介入顯著增加學習動機中跟自我認知構面有關的項目。而學習動機中，自我努力構面在活動介入前後則會有顯著相關性（前測 4.19，後測 4.22, $p < 0.05$ ），但是比較前後測平均數則無差異。

成對樣本相關性				
		N	相關性	顯著性
配對 1	前測自我認知 & 後測_自我認知	80	-0.098	0.389
配對 2	前測_自我努力 & 後測_自我努力	80	-0.233	0.037

成對樣本檢定									
							t	自由度	顯著性（雙尾）
					下限	上限			
配對 1	前測自我認知 - 後測_自我認知	-0.36667	1.13579	0.12698	-0.61942	-0.11391	-2.887	79	0.005
配對 2	前測_自我努力 - 後測_自我努力	-0.01944	0.90915	0.10165	-0.22177	0.18288	-0.191	79	0.849

表三、學習動機前後測相關性與成對樣本 t 檢定。

經過活動介入之後，學習動機增加的子項目為：學生更了解自己的解剖學業能力（前測 3.2，後測 4.03, $p < 0.001$ ）與喜歡老師設計的活動（前測 3.85，後測 4.14, $p < 0.05$ ）。

(1) 教師教學反思

在教學的過程中我們發現大一的同學由於彼此尚未熟稔，在小組發表報告時前面幾周推派代表報告較容易有推託的情況，需要教師積極鼓勵帶動。

(2) 學生學習回饋

※ 對教師版 VR 骨學講解影片的回饋意見包含以下：

相輔相成：)
可以近距離觀看
可以更清楚老師講的位置
學習體驗不一樣
不懂的可以重複看
課本圖解有時比較難有完整的空間概念，而骨箱不是隨時都能夠學習，VR 能夠直接給與完整的空間概念，且隨時都能使用影片
3d 效果很好 很容易學

可以用喜歡的角度看
知道確切位置跟形狀
比一般講解影片更容易了解
可以看比較清楚正確到位置，但對於會頭暈的人是沒有幫助的
在家沒骨箱的時候也能更清楚的讀
比課本看的更清楚
可以 360 度觀察骨頭
講解 實際看清楚的骨頭
可以比較詳細的看見骨骼構造
感覺實際摸骨箱對我來說比較幫助記憶
感覺身歷其境
近距離了解
可用老師的視角觀察骨頭 能更了解老師在指哪
可以更清楚看到實際的位置

與傳統骨箱自我學習相比較，同學們認為觀看教師版 VR 講解可以以老師的視角更清楚的了解老師講的骨學構造位置，因為骨箱無法隨身攜帶，此講解影片是在家自主學習良好輔助工具。

※ HTC VR 骨學設備使用的回饋意見包含以下：

更實際的看到骨頭的樣子
可以看到真實骨頭看不到的部位
能感受到平常看不到的東西，但畫面有點模糊
可以從各個角度觀察構造
影像不是太清晰，但是能夠看見平時看不見的構造
能自己放大縮小
畫面較模糊 有些小孔就無法看清楚
可以看到骨箱裡比較難看到的構造
可以增加互動性讓人更想學習
操作過程算簡易，得以逐漸得心應手，個人所需適應的時間短
整體上操作蠻簡單的，只是要先熟悉放大、點取...的功能會比較好上手，還要選個空曠一點的地方才不會撞到。

在使用上有時候會受到軟體或場地限制，若有軟體人員在旁指導解決，會更快上手。
操作手感要經過經驗累積來習慣
沒有實際操作
我根本沒碰到
很有臨場感
未操作無法評分
講解有些過快、老師音量不夠，有點聽不清目前在講哪個位置、螢幕投影出的骨骼結構界線不清，無法看清正確位置和名稱。
對於方向感不是很強烈的人來說 VR 的使用沒有非常主觀方便，而且 VR 有時候在使用上會有他的範圍限制，導致操作時會跳到另外一個介面
介面很清楚

時間關係沒辦法好好操作 所以有些不是很了解
我自己的操作太爛但我覺得整體來說很容易了解人體的構造
第一次用 VR 看骨頭構造，很新穎，操作起來也很順利
可以利用透視的方式直接觀察鼻淚管的窩，不再是圖片上的一個孔，也可以從下頷孔透視進去看接到的地方，能利用 VR 更加了解立體結構

與傳統使用骨箱內骨骼標本自我學習相比較，同學們認為操作 HTC VR 具有互動性與可以看到更細微的構造。但因為 HTC VR 操作技術門檻較高，較多同學表示不好操作，而且因為場地、設備的限制沒有辦法允許一次多人使用。

在學生訪談的部分原定面對面訪談要了解學生對教師的教學活動的想法，由於 COVID19 疫情我們改以表單方式讓同學填寫，學生對本學期解剖學的學習方法表示肯定，認為達到自主學習的目的。對於教師提供小組合作的準則認為讓大家在報告能夠更順利分工，骨學的前後測則可以督促自己課前預習與檢視做的題目加強複習觀念，學習計劃書則可以讓自己確立整學期的學習方法與目標。互動的 3D 骨骼照片可以讓自己更加了解各個骨骼標記的位置。

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

教師版 VR 影片在觀看使用上與 HTC VR 相比較易上手，少數同學反應影像模糊問題，不過這是跟學校無線網路速度有關而非影片本身。比較三種學習方式，可以發現傳統以骨箱內標本進行自我學習對學習骨學幫助仍大，前測與後測差距為三組最多，在本研究中與教師版 VR 講解具有顯著差異。傳統以骨箱內標本進行自我學習與 HTC VR 學習之間並無顯著差

異；教師版 VR 講解與 HTC VR 學習之間也無顯著差異。教師版 VR 講解與 HTC VR 使用人數較少，約 20-24 人，可能會有抽樣的統計誤差，造成組別之間暫無明顯差異之因。未來將繼續收集使用人數以期能夠做更適當的比較。

科技進展至今已經開發出許多與教學相關的軟硬體如本篇計畫所作之虛擬實境，AI 人工智慧也漸萌芽並應用在各領域。我們從初步結果來看，不管那種學習方式，只要同學專注學習就會促進學習成效。就結果而言，傳統以骨箱內標本學習對骨學的學習幫助仍舊是很大的，3C 互動產品畢竟受到軟硬體（網路速度頻寬、設備、人員熟悉度等）的限制要能夠普遍應用在所有的學生上仍舊是挑戰。

雖然自主學習的問卷回收數較少僅 16 份，我們初步檢視可知小組合作對自主學習的幫助甚多，骨學作業對自主學習的影響也占一部分。小組合作對自主學習幫助多可能的原因是小組互評成績佔學期成績 10%，且小組成員需要共同完成一份小組骨學作業（作業不算分但需繳交），小組會一起進行骨學競賽（競賽不算分，但同學怕分數低害其他組員沒面子），小組組員上課時需坐在一起，且上課中回答問題需要一起討論（回答問題對錯皆不算分，但互動過程、小組分工會影響互評成績）。骨學作業對自主學習的幫助較大的原因也可能在於學期佔分比例 10% 有關。因此我們推論學期成績就是影響學生自主學習與骨學學習動機最主要的因素，未來教師可以藉由設計讓學生需要自主或同儕合作完成的學習作業或活動藉此達到提升學習動機甚至學習成效的目標。

二. 參考文獻 References

1. Zydney, J. M., *Scaffolding*. I: Boston, MA. , 2012.
2. Reiser, B. J., Scaffolding Complex Learning: The Mechanisms of Structuring and Problematizing Student Work. *THE JOURNAL OF THE LEARNING SCIENCES* **2022**, 13, (3), 273-304.
3. Larkin, M. J., Providing Support for Student Independence through Scaffolded Instruction. *TEACHING Exceptional Children* **2001**, 34, (1).
4. Szulewski, A.; Howes, D.; van Merriënboer, J. J. G.; Sweller, J., From Theory to Practice: The Application of Cognitive Load Theory to the Practice of Medicine. *Acad Med* **2021**, 96, (1), 24-30.
5. Sewell, J. L.; Boscardin, C. K.; Young, J. Q.; Ten Cate, O.; O'Sullivan, P. S., Measuring cognitive load during procedural skills training with colonoscopy as an exemplar. *Med Educ* **2016**, 50, (6), 682-92.
6. Sweller, J.; van Merriënboer, J. J. G.; Paas, F. G. W. C., Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review* **1998**, 10, 251-296.
7. Mayer, R. E., *Multimedia learning*. Cambridge University Press: 2001.
8. Mayer, R. E.; Moreno, R., Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, **2003**, 38, (1), 43-52.
9. Mayer, R. E.; Bove, W.; Bryman, A.; Mars, R.; Tapangco, L., When less is more: Meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology* **1996**, 88, (1), 64-73.