

**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：PMN1080217

學門專案分類/Division：醫護學門

執行期間/Funding Period：2019/08/01~2021/07/31 (展延)

計畫名稱/

醫學教育中創新翻轉教室課程設計及其成效評估-以解剖學課程為例

配合課程名稱/

解剖學及解剖學實驗

計畫主持人(Principal Investigator)：陳淑華

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

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2021/0

## 目錄

壹、 中文摘要	II
貳、 英文摘要	III
參、 內文	
一、 研究動機與目的	1
二、 文獻探討	2
三、 研究問題	7
四、 研究設計與方法	8
五、 教學暨研究成果	12
1. 教學過程與成果	12
2. 教師教學反思	15
3. 學生學習回饋	15
六、 建議與省思	16
肆、 參考文獻	17

## 中文摘要

虛擬現實 (Virtual-Reality, VR) 技術已開始使用於教學和解剖學習上。本研究以醫學大學解剖學修課學生為對象，首先探究 VR 技術應用與學生學習成就間的相關性。結果顯示參與者使用 VR 設備後的學習成績，與設備使用率及使用設備時投入程度呈現顯著相關。

因此接著在解剖課程每週分別進行兩個小時的講授課和實驗中，採用團隊遊戲競賽方法讓參與者在每次課程中使用 VR。分別收集他們在學期中 (VR 使用 7 週後) 和學期末 (VR 使用 15 週之後) 的測試成績數據，以及使用 VR 設備之前和之後的空間能力測試成績，在持續 VR 介入解剖課程學習下確認空間能力表現是否與解剖學習表現增加有關。空間能力測試包括五個維度：空間感知，空間旋轉，空間組織，空間識別，空間切割。結果顯示參與者對“空間感知”的初始空間能力反應與其正課期中考和期末考成績顯著相關。而“空間組織”的表現則顯著與實驗期中考成績相關。之後將“空間感知”和“空間組織”合併作為課程的空間能力分析指標，發現在 VR 持續介入下期末空間能力及解剖學實驗成績有顯著性增加，但不影響解剖學正課成績。

因此推測持續解剖課程嵌入 VR 教學，可能伴隨著增加學生空間能力而影響其在解剖學實驗的學習成就。學生的空間能力可能與其 VR 促進解剖學學習表現有關。

關鍵詞：虛擬實境、解剖學、知覺

## 英文摘要

The virtual reality technology (VR) has been utilized in teaching and learning medical anatomy in addition to cadavers. This study aims at investigating the correlation between students' utilization of VR technology in medical anatomy and their learning performances. Nursing school students participating medical anatomy course were recruited. Participants' learning performance after using VR equipment are significantly correlated to their midterm test scores, and the VR usage. Then this study aims to investigate the correlation between dimensions of the spatial ability and student's learning performances. This course comprised lecture and laboratory two hours per week respectively. The instructor adopted the Team-Games-Tournament Method to involve students in using VR program in each session. Data of their test scores in midterm (after 7-weeks VR usage) and final (after 15-weeks VR usage), their spatial ability test scores prior to and after using VR equipment were collected for investigating their Spearman's rank correlation coefficient. The spatial ability test is consisted of five dimensions: spatial perception, mental rotation, spatial organization, spatial identifying, mental cutting. It display that participants' initial spatial ability responses to "spatial perception" were significantly correlated to their midterm test scores and final test scores of the lecture. The "spatial organization" were significantly correlated to their midterm test scores of the laboratory courses. Finally, the dimensions of "spatial perception" and "spatial organization" were used as spatial ability analysis indicators, and the results showed that there is a statistically significant increased the final spatial ability and anatomy laboratory scores, but no statistically significant difference between midterm and final test in anatomy lecture.

Although VR usage was imbedded in each course section, participants had a significant improvement in learning anatomy laboratory and their spatial ability but not in the lecture course. Students' spatial ability could be a covariable to their VR anatomy learning performance.

Keyword: virtual reality, anatomy, perception

# 醫學教育中創新翻轉教室課程設計及其成效評估-以解剖學課程為例

## 一、研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

### 1. 解剖的重要性

在全台醫學院校的科系中有 90%將解剖學課程列為必修專業課程，在臺北醫學大學的 10 學院 12 學系中也僅有公共衛生學系將其列為選修科目。解剖學更是各學系如內外科、病理學、基礎護理學等臨床課程的基礎，而根據錢宗良和王需等學者分別在 2001 和 2004 年分別評估醫學相關科系及護理系學生學習解剖學的成效，發現有 82%-97%學生也認知到修習解剖學對於將來學習本科系的專業科目或認識人體基本結構將有所助益[1, 2]。加上解剖學更是列為醫學、牙醫、物理治療、職能治療、呼吸治療、護理學系畢業生獲得國家執照的必考科目之一，因此可見解剖學教學的重要性。因此希望可以在此課程讓學生學習建立自知識、理解、應用、分析、評估到創造的核心能力，讓學生可以進而將其帶到臨床專業科目的學習上，相信其有助於未來的生涯規劃。

### 2. 我們要進行的研究動機

但是知識日新月異，解剖教師需傳授給學生的內容日益增加且專有名詞繁多艱澀，但授課時間則是逐漸減少 [3, 4]；而教學現場的教學方式多半停留在老師單一向的利用電腦進行傳統講授式教學法，而講授式教學法也常被批評如同工廠模式般教學[5]。在這樣的教學模式下，學生只能被動受教，適應由教師所選擇的教學內容，接受教師的訓練[6]。學生在學習過程中並不具有主體性，學習成為另一種被壓迫的經驗 [7]。然而這樣的學習模式並不在適用成長於資訊時代學生，會無法讓 3C 網路世代的學生與老師產生互動或增加學習的動機；加上解剖學的空間結構複雜，常使學生無法從 2D 平面圖像轉為 3D 立體構造[4]。因此如何規劃適當的教學模式以引起學生學習解剖學的興趣，進而願意主動學習是刻不容緩的事。

### 3. 解剖學的教學改革

在台灣，錢宗良等學者分別在 2001 和 2004 年分別評估醫學相關科系及護理系學生學習解剖學的成效發現有 14-24%同學在自我學習評估中誠實反應其研讀解剖學僅僅為了應付考試，而且逐年增加。但是 82%-97%學生卻認知到修習解剖學對於將來學習本科系的專業科目或認識人體基本結構將有所助益。因此如何規劃適當的教學模式，並導入合適的教學工具，以引起學生學習解剖學的興趣，進而願意主動學習是刻不容緩的事。而關於解剖學的教學改革，有台灣學者利用護理大學新生的英語聽講練習課程，將解剖學單字的學習融入溝通式英語教學法中的角色扮演活動，研究結果顯示受測者肯定角色扮演對解剖學單字的學習成效[8]，但缺乏對於解剖學學習的成效追蹤。另外在 2018 年，有學者透過課前學生觀看教師錄製的教學影片及做筆記的翻轉教學模式，並結合課堂中以即時反饋系統進行測驗及自行擬題等策略教授解剖生理學，發現與傳統講授教學相比，翻轉教學對學生學習成效具有明顯之提升的影響[4]。而關於科技-例如 VR、AR 等工具等入解剖教學，則直到 2008 年才開始有學者以回顧文獻的方式探討以科技-模型與動畫取代傳統大體解剖教學的利弊[9]，或是探討國內外以 3D 虛擬解剖擬真教學協助解剖教學的應用[10, 11]，但是目前關於在解剖教學上的運用，仍多半集中於解剖 VR 軟體的建置[12-14]，仍未有任何研究探討虛擬實境(virtual reality, VR)對於學生解剖學學習成效和學習動機的影響。因此本研究將已建置完成的解剖 VR 教學軟體規畫到課堂教學中，進一步分析在 VR 使用下對於解剖學習成效的影響，以及學生的心流變化。

## 二、文獻探討(Literature Review)

### 1. 學生認知學習歷程與課程內容安排

在 1956 年 Benjamin Bloom 發表了 Taxonomy of Educational Objectives: Cognitive Domain[15]，此後 Bloom 所提的六個層次的思考過程模式-知識、理解、應用、分析、綜合和評鑑便受到廣泛引用。但現代世界與 Bloom 提出分類法的年代已經不同，教育學者認為教學過程不僅僅涉及思考模式，還包括學生與教師的感情和信念，以及課堂的社會文化環境。因此 1999 年，Bloom 的學生 Lorin Anderson 等人考慮到影響教學有更廣泛因素存在，便修訂 Bloom 分類法，將「認知歷程」向度從最簡單到最複雜依序分為：(a) 記憶、(b) 理解、(c) 應用、(d) 分析、(e) 評鑑、(f) 創造[16]。根據以上所述，我們發現目前醫學院校多半課程採取的傳統講授式教學，只將學生思考認知歷程停留在最簡單的「記憶」，導致學生未能建立從「理解」到「創造」的學習歷程，而失去主動學習思考的能力，造成學習意願低落，因此創造出適當的學習環境才能改善教學現場的問題。目前關於學習環境的許多研究[17-22]都指出教師所營造的學習環境會影響學生的自我效能。關於學習環境互動要素，國外學者 Smith, Neisworth 與 Greer 提出了學習環境的基本三大要素：課程安排、教學互動和教材內容，說明三者的情境互動會造成個體在環境中的知覺反應，也會造成班級甚至學校層級的多元變化[23]。因此如何重新安排課程內容來進行教學成為提升學生學習成就的重要關鍵之一。經由不斷調整，Bybee 與 Landes 在 1988 年提出五個階段的「5E 探究教學模式」，其教學階段包括：引起動機(Engagement)、探索(Exploration)、解釋(Explanation)、精緻化(Elaboration)和評量(Evaluation) [24, 25]。

### 2. 創新性翻轉教室

除了重新設計教學內容，營造良好的教學互動模式也是影響學生學習的因素。傳統教室是一個由教師主導的教室，從教師的角度思考及設計教學活動，特別是用教學演講主宰全部教學時間，學生常常失去興趣而干擾教學進程。加上師生互動不多，教師也沒時間了解學生的學習情形，更遑論及時給予指導。如此一來學習成效當然難以達到預期目標，而成為教學改革的焦點。而目前很受矚目的教學改革-翻轉教室 (flipped classroom) 的教學模式則是主張教師講解和學生作業兩者翻轉，最早是由 Bergmann 與 Sams 兩位美國高中化學老師提出的概念[26]。而多位學者回顧整理相關文獻，認為翻轉教室有五大要素：學生須主動學習、以影片科技促進自我導向的學習過程、學生課前看影片、提供學生真實世界的問題、課堂面對面時間由教師引導互動活動[27]。學生可以在這個過程中成為更主動的學習者[28]，亦可促進學生學習和成就[29, 30]。

翻轉教學模式的出現受到科技革新因素和自導式學習 (self-directed learning) 成為學習的重心所影響。教育一直在變，尤其是在高科技時代的教學更需要運用科技，激勵學生的好奇心和學習熱誠[16]。類似於肯恩學院的免費或低收費的教學影片不斷增加，例如 MITx (edX) and Udacity，加上網路本位的工具普及，讓擁有電腦、平板、智慧型手機及其它個人媒體可做為教學溝通的媒介，也是翻轉教室普及的原因 (Frydenberg, 2012)。而且現在的學生生活在科技時代，遇到不會的事想學怎麼做，常要 Google 或 You Tube 一下，或者直接到網路論壇上請教懂的人，這皆可稱為自導式學習。加上認知心理學的發展，讓教育工作者更了解學生如何學習，渴望改變教學，在在都促成翻轉教學模式盛行[30]。近年來國外研究陸續探討利用翻轉教室(Flipped Classroom)顛覆解剖學教學模式的效益。根據 Dr. Whelan 的研究結果(2016)提出解剖學教學可部分應用翻轉教室教學法，能夠明顯減少課程的教學時間[31]。他們很認同學生為中心的學習的優點，但發現主動學習的環境在不同小組間差異甚大[32]。而 Quinn 等學者(2018)則探討修習大體解剖學的學生喜歡的學習風格。結果顯示他們愛好活潑、可

以有感知的活動，並且運用視覺的特色學習，而且課程內容並須有連貫性，所以翻轉教室就可加強這樣的學習特色[33]。如果將傳統的講授式學習配合翻轉教室的學習活動，學生則覺得是事前預習影片可以讓自己在課堂上比較活躍，在期末考試前複習比較容易。教師認為可以有效地減少“學生被動性”，並且可以讓學生在整個學期內分配自己的學習，從而增強學習效率[34]。在ECTS（歐洲學分轉換系統）中的課堂教學也比較了運用筆記和圖片說明、影片和虛擬實境增強方式來翻轉教學的差別，結果發現虛擬實境增強和影片皆能提高知識的獲取能力[35]。Fleagle等學者(2017)更在大體解剖實驗利用套裝3D解剖軟體，解剖重點提示，圖譜中關鍵圖片和錄製的解剖影片提供學生做課前預習，讓學生可以在進實驗室前預先準備，並比較在課程改革前3年和後3年的實驗室考試得分，發現第一次和第二次實驗室檢查的平均成績雖然沒有變化。然而在最後的實驗室考試檢查中，翻轉後的分數顯著高於對照組（ $P=0.04$ ），這些結果顯示應用翻轉課堂教學法對改善解剖教學是具有意義的。但更有一些研究指出翻轉教室教學法並沒有顯著性地，持續性地，或有意義地改善醫學生在考試的表現。例如，在解剖學實驗課，採以醫學生為中心的翻轉教室教學法/團隊為基礎的學習時的練習，他們的表現不如那些接受以教師為中心的教學法的同學們[36]。Dr. Ramnanan 與 Dr. Pound(2017)認為造成這種學習成果的差異，是評分工具 (Assessment tools) 的不同引起的[37]。而且分析期末解剖學考題表現後，Morton和Colbert-Getz (2016)學者發現翻轉教室的學生在需要應用或分析（高認知）的表現比傳統教學好，但在需要知識（低認知）的題目中兩者表現沒有差異[38]。不過仍有學者提醒若沒有完善且公平的評分機制會導致學生的學習成就被低估而產生爭議[31]。綜合以上研究顯示翻轉教室在解剖教學上的應用可行性很高，但是國內學生不若歐美學生主動積極，是否會因國情及學生特質不同而有所差異，值得進一步研究。而在台灣，翻轉教室一直到2018年才有學者在解剖生理學上進行教學介入。結果顯示採用課前觀看教學影片及做筆記的翻轉教學模式之實驗組，在最後一次總結性評量的成績，顯著優於以傳統講授方式進行教學的對照組。而且透過質性回饋和量化回應顯示，實驗組對於翻轉教學設計感到滿意，因此以翻轉教學對學生解剖生理學學習成效具有明顯之提升[4]。但是在教學過程中利用看影片、做筆記和擬題方式進行教學，仍然將學生停留在記憶和理解的認知歷程，缺乏對於應用、分析、評鑑和創造等認知歷程的培養。因此我們若能依據修訂過的Bloom認知分類[39]，利用「5E 探究教學模式」[24]，模擬翻轉教室以學生為學習主體的自我導向式學習過程，教師根據知識內容的屬性，有計劃地利用不同教學法進行教學互動以創新課程設計，讓學生有次序地培養出主動學習的模式，而期待可將其內化以延續至其他專業課程的學習，更甚至於有助未來職涯發展。

### 3. 教學方法介入

知識向度分為四大類：事實、概念、程序和後設認知知識。以解剖學為例：

知識向度	說明	分類與舉例	
事實知識	獨立的基本資訊	術語	中軸骨骼的定義
		細節和組成元素	中軸骨骼組成的名稱
概念知識	基本資訊系統構成	分類和類別	中軸骨骼依功能的分類
		原理和通則化	顱骨和顏面骨區分原理
		理論、模型與結構	顱骨骨骼之間關節和結構
程序知識	如何做一件工作	技能與演算	顱骨骨骼結構的功能
		技術和方法	邏輯推演理解顱骨骨骼結構的形成
		決定方法適用時機	歸納或邏輯推演區分顱骨骨骼結構
後設認知知識	如何有效操控思考過程	策略	記憶顱骨骨骼結構的方法
		認知任務（複雜度及適用的策略等）	骨骼系統空間概念為學習肌肉系統的基礎
		自我的知識	需要圖表幫助理解骨骼、肌肉、神經系統之間的關聯性

據此分類在不同知識向度下選擇不同的教學方法介入，讓知識產生過程可以充分被引導，成為教學變革的決定因素之一。因此發現觀察教學法、小組討論法、合作學習法和問題本位學習法可以符合學生認知歷程的發展，也可以應用到 5E 探究教學模式，達到不同知識學習的目的

#### (A) 觀察教學法 (observed-learning)

是指除閱讀外所有利用視覺以吸收知識之活動，特指對於實物、圖表、標本、模型、儀器等之觀察。不僅能加深印象，也能引起興趣、促進了解 [40]。經過資料探索有 2350 篇文章運用此教學法，在醫學領域亦有 90 篇使用在教學中，20 篇與解剖學教學有關[41, 42]。觀察教學法有益於促進學生進行思考，如動作、形態和立體面思考等，還能促進觀察能力、想像能力及表達能力的培養。適用於事實與概念知識的學習，運用引起動機和探索的教學歷程，讓學生達到記憶與理解的認知歷程。

#### (B) 小組討論法(Team learning)

Gall & Gall 認為小組討論係指一群人，聚集在同一時空下，彼此使用語言、非語言及傾聽的歷程交互溝通以協助教師達成教學目標的活動[43]。而王金國則依人數組成、主題、目的等因素定義小組討論為：「在一個五至八人的團體裡，成員在平等參與的情境下，針對一個主題，透過聽、說及觀察等方式，彼此交換意見的活動，其目的在協助教師達成教學目標。」[44]。小組討論普遍運用於醫學教育中(23110 篇)，在解剖學方面也有 11200 篇文章探討。小組討論式教學法應用在解剖學有良好的教學效果，有 80%的學生表示對教學效果非常滿意[45]。可以有效的激發學生的學習熱情和學習興趣，進而充分的增加學生學習的積極性，另一方面，對開發學生的創造性思維以及提高學生解決問題能力都有着很好的推動作用[46]。適用於概念與程序知識的學習，運用探索和解釋的教學歷程，讓學生達到應用與分析的認知歷程。

#### (C) 合作學習法(Cooperative Learning)

Johnson and Johnson 提出「合作學習」具有積極互賴、面對面助長互動、促進個人績效、培養社會溝通技巧、增進團體效能歷程五項特質[47]。因此合作學習是結合教育學、社會心理學、團體動力學等的一種分組教學設計，主要是利用小組成員間的分工合作、互相支援，去進行學習；並利用小組本身的評核及組間比賽的社會心理氣氛，以增進學習的成效。目的在使學習活動成為共同合作的活動，其成敗關係團體的榮辱。自 1970 年代開始，合作學習備受矚目，而發展出許多方法，如學生小組成就區分法(STAD)、小組遊戲競賽法(TGT)、學科遊戲競賽、能力系統、拼圖法(Jigsaw)、小組加速教學法或小組協力教學法(TAI)、團體探究法(G-I)、共同學習法(L.T.)、合作統整閱讀寫作法(CIRC)、協同合作法(Co-op Co-op) 等，教師可根據教材、年級或特殊需要採用不同的設計[48]。合作學習法運用於解剖學教學中能給學生提供更多的自主學習空間，學生互相討論、發現問題和合作解決問題的機會增多，並活躍課堂氣氛，激發學生學習主動性、增加自信心、提高學習興趣 [49, 50]。適用於程序與後設認知知識的學習，運用解釋和精緻化的教學歷程，讓學生達到分析與評鑑的認知歷程。

#### (D) 問題本位學習法 (Problem-Based Learning, PBL)

問題本位學習本來就是 1960 年代加拿大麥瑪斯特大學醫學院(McMaster University) 一群醫學院教師在解剖、藥理等基礎課程採用的教學模式。直至 1980 年，Barrows 與 Tamblyn 的定義才出現於文獻上：問題本位學習是一種藉由了解與解決問題的過程的學習方式[51]。在學習過程中，問題最先出現，但不易在教育情境中找到最好的問題解決方法。然而，在真實生活情境中，我們並未事先給予學生問題當作學習刺激，而是在學生已習得一些事實、原則、例子、重要知識或者應用知識的練習以後再給予學生問題。PBL 的特質包括以學生中心的學習、小組學習方式、教師是協助者與引導者、問題形成組織焦點並刺激學習、提問是問題解決技巧的要素、學生以自我導向學習的方式來獲得新訊

息[52]。在國外則已有學者應用「問題本位學習法」(PmBL)在解剖學教學中，發現問題本位學習法組的考試成績、學習態度和學習動力皆顯著高於傳統講授教學組(lecture-based learning, LBL) [53]。而且傳統教學法結合案例教學法(case-based learning, CBL)和問題本位學習法同樣地在學習成績和積極性明顯高於只進行傳統教學法的組別[54]。就以上敘述，其適用於程序與後設認知知識的學習，運用精緻化和評量的教學歷程，讓學生達到創造的認知歷程。

#### 4. 國內外解剖學的教學改革

分別在 2001 和 2004 年分別評估台灣醫學相關科系及護理系學生學習解剖學的成效發現有 14-24%同學在自我學習評估中誠實反應其研讀解剖學僅僅為了應付考試，而且逐年增加。但是 82%-97%學生卻認知到修習解剖學對於將來學習本科系的專業科目或認識人體基本結構將有所助益[1, 2]。因此如何規劃適當的教學模式以引起學生學習解剖學的興趣，進而願意主動學習是刻不容緩的事。雖然藉由大體老師解剖(cadaveric dissection)作為解剖教學工具已經有數百年的歷史[55]，但是大體老師解剖是否仍適合進行現代的醫學院學生培訓，解剖學界一直存在不同的看法。目前由於課程時間的限制，缺乏訓練有素的解剖學教師以及基於整體解剖學課程的資源不足等因素，導致許多醫學院放棄了昂貴且耗時的大體老師解剖，轉而採用其他教學工具。但根據研究認為教授現代解剖學的最好方法是將多種教學資源相結合，相輔相成，綜合多模式和基於系統的方法，學生似乎會更有效地學習[56, 57]。而於華人社會也開始有在解剖教學研究以多種教學資源進行的研究，同樣發現可以強化學生對基礎之地應用，並培養學生的臨床思維能力、自主學習能力、實踐操作能力、團隊協作能力和語言表達能力等[58-61]，

除此之外，在國外則已有學者應用「問題本位學習法」(PmBL)在解剖學教學中，發現問題本位學習法組的考試成績、學習態度和學習動力皆顯著高於傳統講授教學組(lecture-based learning, LBL) [53]。而且傳統教學法結合案例教學法(case-based learning, CBL)和問題本位學習法同樣地在學習成績和積極性明顯高於只進行傳統教學法的組別[54]。張煥芝等學者更提出多媒體教學、PBL 教學、案例分析及見習教學和結合影像等教學法在解剖教學的應用及優缺點，更提出多種教學方法的相互結合會有更好的教學效果[62]。

由於我國孩童的空間概念的成長可以概略的區分為四個階段：約六歲以前學前幼兒時期的拓樸空間概念至幾何空間概念發展期；女生約六歲至十歲，男生約六歲至八歲的區域性幾何空間概念或區域性參考座標系概念的發展期，然後是女生約從十歲至十五歲，男生約從八歲至十五歲的整體性幾何空間概念或整體性參考座標概念的發展期；最後是約在十五至十六歲以後的成長。而男女生在十四至十六歲皆表現出遲緩現象，此種遲緩的現象也表示一位孩童在十五至十六歲前如果錯過其發展的機會，那以後再發展的機會就很小了，因此 41%及 64%也可能就是社會上一般成年女性與男性的通過率[63]。然而林小慧、熊召弟與林世華(2006)利用具體影像空間教學策略 (CISC) 探討對中學生空間能力的影響。統計結果發現，CISC 策略不僅能提升學習者心像操作能力，使二維與三維表徵產生互動，並能透過辨認轉換以洞悉複雜抽象之化學分子結構，減少學習者的認知負荷，且能降低抽象概念的複雜度，有助於學生建構正確心像，以利科學概念的理解[64]。但對於科技介入解剖學教學的研究，一直到 2008 年才開始有學者以回顧文獻的方式探討以科技-模型與動畫取代傳統大體解剖教學的利弊[9]，或是探討國內外以 3D 虛擬解剖擬真教學協助解剖教學的應用[10, 11]，但是仍未提及對學生學習成效和學習動機的影響。

有研究以虛擬實境教學為例，對在學生與已畢業學生，進行傳統教學方式與多元智慧學習方式的問卷調查，以訪談方式呈現學生的學習成效和多元智慧學習方式的接受度，結果推論多元智慧學習方式能將學生的學習慾望、效率提高，加深學生學習上

的印象及學習[65]。檢視 VR、AR 與 MR 在醫護實務與教育上的應用，研究發現 VR、AR 與 MR 的運用能改善傳統醫療護理的不便利性，減少臨床上的生疏操作而所造成醫療疏失，降低醫護教學成本，有效提升醫護人員的訓練成效，與照護品質，改善護病關係，並增加臨床工作之執行效率[66]。但在虛擬實境在解剖教學上的運用，多半目前集中於利用不同虛擬實境技術建立解剖教學系統 [12-14]，缺乏對學習效果的檢視。而有研究探討虛擬實境與 App 不同人機互動介面、性別、年級等之空間能力評量表表現之差異。結果顯示，應用虛擬實境學習時，虛擬實境認知負荷與空間能力評量表表現具負向顯著相關；遊戲興趣與空間能力評量表表現具正向顯著相關。差異研究結果指出，不同人機互動介面、不同年級，皆在空間能力評量表表現有顯著差異[67]。而且人們進入虛擬實境時對於空間的認知可能會產生變化，比如某些在現實世界中輔助形成認知圖的生理信號與感知能力的改變 [68]。而解剖學教學上的困境包括學生對於解剖構造的空間認知問題，因此我們認為如果利用 VR 將解剖中複雜的空間結構加以具象化，應該可降低學生從 2D 平面轉為建立 3 維空間所產生的學習挫折感，進而增加學習成就。因此希望可以進一步確認虛擬實境技術的教學介入，是否可以增加學生的解剖學習成效，以及是否與空間認知能力有關？不過在國內尚未有任何研究探討虛擬實境在解剖學教學上應用和效益。

### 5. 解剖學實踐檢查

解剖學實踐檢查 (anatomic practical examination, APE) 是評估解剖學實踐知識的常用工具，主要作為總結性評估 (summative assessment) 進行 [69, 70]。傳統上涉及一些方式，例如跑台測驗 (spotter or bell ringer practical examination)，筆試 (written examinations) 和口試 (oral examinations) [69, 70]。隨著課程潮流的變化 [71]，解剖學評估常常被整合，並且在許多學校並不使用跑台來進行測驗。儘管有人認為跑台測驗比筆試更適合測試解剖學知識，但是傳統跑台測驗仍然因為許多因素而逐漸消失 [72]。儘管傳統跑台測驗被批評測試知識水平低，但是基本的構造的識別理解，在解剖學習過程中很重要 [73]。跑台測驗這種方式係利用事先解剖的大體老師、塑化的器官、可塑模型或其他可用教材，並在特定結構上用針或其他物品標示，然後在一定時間內回答包括要求學生識別標記的結構 [69]。更進一步地可以要求學生識別一種結構，然後簡單地陳述其作用或功能 (steplechase, practical examination) [74]，以增加學生的認知歷程程度。使用跑台測驗的一系列理由，其中包括 [73]：

1. 跑台測驗使用真實的人體標本，這對於臨床實踐非常重要。
2. 跑台測驗可測試三維空間理解。
3. 跑台測驗可測試學生對結構彼此之間關係的理解，這對於介入診斷和手術很重要。
4. 跑台測驗可以測試區分相似結構（例如神經和血管）的能力，這在臨床實踐中很重要。
5. 跑台測驗可用於測試對解剖變異的認識，這在臨床影像診斷和介入中很重要。

### 三、研究問題(Research Question)

本研究利用前實驗研究設計(pre-experimental design)的單組前後測設計(one-group pretest-posttest design)，重新依據 Bloom's Taxonomy 將解剖學課程內容區分成六個認知層次，依序導入觀察教學法(記憶與理解)、小組討論法(應用與分析)、合作學習法(分析與評鑑)和問題本位學習法(創造)等教學法，教學過程中輔以不同科技工具運用，包括導入虛擬實境(VR)協助空間認知，zuvio 輔以確認學生各單元的學習成效，以翻轉教室的教學設計模式增加學生課程參與度，希冀培養學生自主學習的能力，及增加學習成就。以期能高年級臨床科目介入時發揮自主學習能力，有助於未來醫療水準的進步。

在課程設計方面，研究對象於一年級上學期需上二學分解剖學和一學分解剖學實驗。考慮學生入學的生物科目學習程度會影響解剖學課程的成績，以及後續教學介入的成效，實驗組會在課程開始前進行生物學習狀態測驗，題目來源為當年度大學指考生物科目中與解剖學概念相關的題目。此測驗成績將做為起點成績。之後在期中考前以傳統講授式教學，期中考後以創新翻轉教學模式介入不同的教學法和 VR 教學工具之後，對於解剖學及解剖學實驗的期中和期末成績的影響。

因此本研究欲探討的問題是：

- (一) 發展創新的翻轉教室模式，對解剖學和解剖學實驗的學生學習態度和焦慮之影響
- (二) 虛擬實境(VR)教學工具的介入以使用頻率，對於解剖學和解剖學實驗的學生學習成效之影響

綜合以上所述，本研究的價值在於透過科技介入和教學改革，找到適合現在學生的學習模式，並培養學生的自主學習能力，希冀可供醫學院校教師解決學生課程參與差和學習低成就的問題。

## 四、研究設計與方法(Research Methodology)

### 1. 研究對象

研究對象為北部某醫學大學修習解剖學課程學生，含 1081 學期 56 人、1082 學期 46 人和 1091 學期 72 人。

### 2. 實驗設計

本研究採實驗研究設計(pre-experimental design)的單組前後測設計(one-group pretest-posttest design)。

第一階段係運用 108 學年度第一學期二學分的解剖學和一學分解剖學實驗課程，期中考前單元採取傳統講授方式，期中考後單元採取創新翻轉教室加上 VR 教學工具運用之教學方式。授課教師皆為研究者本人。學生學習成效包括期中和期末測驗成績，以及各單元 zuvio 測驗成績(形成性評量)。

第二階段則用 108 學年度第二學期的解剖學和解剖學實驗課程，學分數相同，單元依序採用傳統講授合併觀察教學法、小組教學法、合作學習法語問題導向教學法之創新翻轉教室，加上全學期 VR 教學工具運用之教學方式。學生學習成效包括期中和期末測驗成績，以及各單元 zuvio 測驗成績(形成性評量)。於期初和期末分別進行空間能力測驗，以及期中測驗和期末測驗前進行學習焦慮與學習態度評估。

第三階段沿襲第二階段之教學設計，空間能力測驗改取空間感知和空間組織作為測驗的維度。

週次	授課主題	教學大綱	正課授課方式	Zuvio測驗	實驗授課方式
1	課程簡介	介紹解剖方位及分類	課堂講授		使用骨箱(觀察教學法)
2	骨骼系統 1	介紹中軸及四肢骨骼			
3	骨骼系統 2	介紹中軸及四肢骨骼			
4	肌肉系統 1	介紹中軸及四肢肌肉		(骨骼小考)	
5	肌肉系統 2	介紹中軸及四肢肌肉			
6	神經系統 1	介紹中樞神經系統	小組討論	(肌肉小考)	使用塑化模型(觀察教學法)
7	神經系統 2	介紹週邊神經系統			
8	期中考	測驗	紙本單選測驗題		使用塑化模型舞台
9	心血管系統 1	介紹心臟構造	小組討論		VR(虛擬實境)合併塑化模型使用(小組討論)
10	心血管系統 2	介紹血管系統			
11	消化系統 1	介紹消化系統相關器官	翻轉教室+合作學習	(心血管小考)	VR(虛擬實境)並發表FB影片(合作學習)
12	消化系統 2	介紹消化系統相關器官			
13	呼吸系統	介紹呼吸道、肺和胸膈	合作學習	(消化小考)	
14	泌尿系統	介紹泌尿系統相關器官			
15	男性生殖系統	介紹男性生殖系統相關器官	問題導向學習		VR(虛擬實境)合併塑化模型使用(問題導向學習)
16	女性生殖系統	介紹女性生殖系統相關器官			
17	複習	實驗課考試不上課	實驗課考試不上課		使用塑化模型舞台
18	期末考試	正課考試	紙本單選測驗題		不上課

### 3. 實驗處理

全學期進行的教學設計說明如下：

#### (一)建置數位教材

包括錄製單元授課影片，和 zuvio 平台上建立各單元題目。錄製影片內容依據 Totoro 等人特別為生物醫學領域學生編撰之解剖學教材[75]，據此設計共 16 週之課程(如上表)。此教材亦為國家護理師執照考試命題參考用書之一[76]。Zuvio 是一種即時反饋系統，教師可以事前將課中討論和課後複習測

驗的題目鍵入，而學生可以藉由手機或 3C 產品上網或利用 APP 於靠堂進行學習回饋，讓老師可以掌握學生學習狀態。課中討論題目多為問答題，學生可以利用手機拍照上傳繳交，教師藉由繳交的答案進行評分。課後複習測驗則為單選題，以改編歷年護理師國考題為主，測驗結束立刻檢討題目，主要確認易錯誤的概念是否已經釐清。

## (二)創新翻轉教學模式

### 1. 1-5 週

教師在前一週提供上課教材內容，課堂上利用骨箱和塑化模型進行觀察教學來進行教學內容。

### 2. 6-7 及 9-10 週

教師同樣在前一週提供上課教材內容，課堂上給予核心概念題目或表格進行小組討論提供上課教材內容。

### 3. 11-14 週

#### 上課前

在系統單元上課前一周，給學生研讀教材及影片。教師就該單元的核心概念和護理師國考的出題模式，擬出 10 個問題，建立前測題庫。

#### 課堂中

在前測進行後，以前測測驗題目作為引導，將課程核心概念做深入的討論後，再給 2-3 個問題，提供小組思考及討論。小組再對問題進行發表

#### 課堂後

課堂後測驗於下一周進行。同樣依國考題目模擬出題。

### 4. 15-16 週

在系統單元上課前二周，給學生研讀教材及題目，請同學在組內討論要報告的內容，並就報告的範圍，擬出 2 個問題，並提供給老師。老師就該單元的核心概念和護理師國考的出題模式改寫學生所討論出的題目，建立 Kahoots 題庫。在進行系統單元時，小組依題目安排順序上台報告，形式不拘，演戲、海報、投影片皆可。並於報告完將擬出的問題詢問其他組別同學，答對者可以在平常成績加分。所有組別報告結束後，老師再就需強調或未提及的單元概念提醒同學。

### 5. VR 介入

於各單元課程內設計 VR 介入活動，包括小組錄製解說影片上傳 FB、小組找構造競賽、個人 VR 測驗等。

## (三)實驗組課程與教學評估

學校為了瞭解課程的進行狀況，分別會在期中和期末進行課程和教學評量，期中評量結果會寄送給授課教師作為課程改進參考。期末評量則對學生學習、課程和教師教學部分進行評量。最後為了瞭解實驗組對於新課程設計的接受度，教師於期末進行匿名調查，請學生就課程和教師等部分提供量化和質化的回饋，以利改進課程。

## (四)學習成效評量

### 1. 課程之學習成績考核方式

學習成效評量可以分形成性評量和總結性評量。解剖學形成性評量包括，4 次單元測驗、課堂表現和學生對自身學習成效的回饋。總結性評量包

括，期中和期末測驗成績表現。

形成性評量係在教學中進行，提供教師關於學生在授課過程中的學習狀態回饋，因此用 zuvio 進行的單元測驗可以視為一種形成性評量。另外教學過程中會不定時與學生進行的問答互動，或作小組討論，或請小組拍攝解剖構造說明影片等不同活動，教師在就分別就小組互動和課堂互動狀態給予平常表現的積分，做為形成性評量評分項目之一。

總結性評量則於教學後進行，針對教學目標和學生學習成果進行評估。在解剖學正課部分進行紙筆測驗，考題根據五年內考選部-專門職業及技術人員高等考試-護理師-基礎醫學(包括解剖學)題目之模擬題目和教學用書內測驗題目之模擬題目編製成考卷[77]。依 Bloom「認知歷程」分類法，將題目從最簡單的記憶佔 30%、理解佔 30%、應用佔 20%、到最複雜的分析佔 20%。期中考在進行學期二分之一時施測，1-7 周的課程內容為考試內容。期末考在學期結束時施測，以 9-16 周課程內容為主[77]。

實驗的總結性評估以跑台測驗進行基本的構造的識別理解，在解剖學習過程中很重要[73]。跑台測驗這種方式係利用事先解剖的大體老師、塑化的器官、可塑模型或其他可用教材，並在特定結構上用針或其他物品標示，然後在一定時間內回答包括要求學生識別標記的結構[69]。所以解剖學實驗目前仍採取跑台測驗。學生需在 1 分鐘內辨識出兩個構造並寫出其構造名稱或功能，總共 40 題。形成性評估則以各單元進行的小組合作和個人表現來進行。

#### (五) 虛擬實境教學工具介入與心流評估

##### (1) 虛擬實境教學工具

虛擬實境教學工具採用 8 台 3D Organon VR Anatomy (HTC Vive) 軟體，所以預先將學生分成 8 小組。第九週第一次使用先進行簡介及軟硬體熟悉，之後給課程任務，包括在 VR 環境內尋找解剖構造、虛擬實境環境中觀察人體構造並回答老師所提出的問題等不同活動，活動結束後，請學生填寫問卷並載明於活動中所扮演的角色，在角色轉變為數字以計算 VR 頻率，例如操作使用者:2；觀察者:1；未參加:0。

##### (2) 心流問卷

本問卷由唐功培老師所提供，在每次使用 VR 之後，請學生上 zuvio 填寫問卷。問卷調查使用虛擬實境技術次數和設備使用時投入狀態，使用 36 項 LONG 心流狀態量表 (FSS-2-General) 來測量學生虛擬實境設備學習投入狀況。FSS-2-General 包括 9 個領域：1.挑戰-技巧的平衡； 2.知行合一； 3.清晰的目標； 4.立即的回饋； 5.專注於手邊的工作； 6.掌控感； 7.失去自我意識； 8. 時間感的扭曲； 9. 自發的經驗。

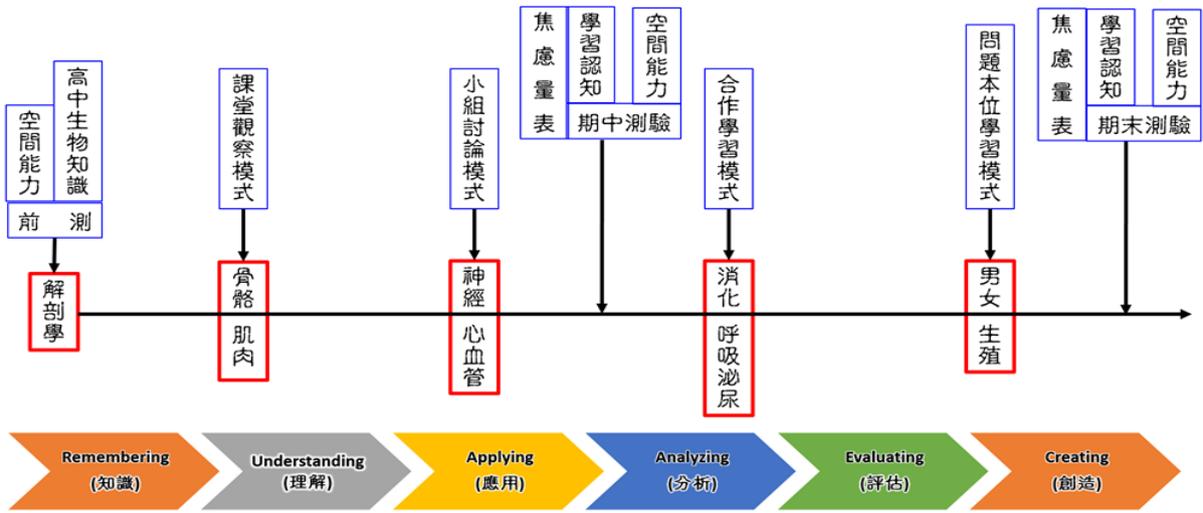
#### (六) 空間能力測驗

本問卷由賴良助博士所提供，在期初課程進行前及期末課程結束前分別以紙本方式施行前測和後測一次。空間能力測試包括五個維度：空間感知，空間旋轉，空間組織，空間識別，空間切割。以確認學生的空間能力變化，以及各項維度與解剖學學習表現的相關性。

#### 4. 資料分析方式

(1) 以 Spearman 等級相關係數分析進行心流及空間能力與解剖學習成效的相關性

(2) 成對 T 檢定分析空間能力和解剖學習表現在前測與後測間的差異



Blooms Taxonomy (分類法)

## 五、教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

### 1. 教學過程與成果

#### (1) 教學過程

##### A. 課程安排

依課程特性及 Bloom's 認知歷程依序運用觀察教學、小組討論、合作學習和問題導向學習導入解剖學，搭配方式如下表所示：

週次	授課主題	教學大綱	正課授課方式	Zuvio測驗	實驗授課方式
1	課程簡介	介紹解剖方位及分類	課堂講授		使用骨箱(觀察教學法)
2	骨骼系統 1	介紹中軸及四肢骨骼			
3	骨骼系統 2	介紹中軸及四肢骨骼			
4	肌肉系統 1	介紹中軸及四肢肌肉		(骨骼小考)	使用塑化模型(觀察教學法)
5	肌肉系統 2	介紹中軸及四肢肌肉			
6	神經系統 1	介紹中樞神經系統	小組討論	(肌肉小考)	
7	神經系統 2	介紹周邊神經系統			
8	期中考	測驗	紙本筆選測驗題		使用塑化模型舞台
9	心血管系統 1	介紹心臟構造	小組討論		VR(虛擬實境)合併塑化模型使用(小組討論)
10	心血管系統 2	介紹血管系統			
11	消化系統 1	介紹消化系統相關器官	翻轉教室+合作學習	(心血管小考)	VR(虛擬實境)並發表FB影片(合作學習)
12	消化系統 2	介紹消化系統相關器官			
13	呼吸系統	介紹呼吸道、肺和胸膈	合作學習	(消化小考)	
14	泌尿系統	介紹泌尿系統相關器官			
15	男性生殖系統	介紹男性生殖系統相關器官	問題導向學習		VR(虛擬實境)合併塑化模型使用(問題導向學習)
16	女性生殖系統	介紹女性生殖系統相關器官			
17	複習	實驗課考試不上課	實驗課考試不上課		使用塑化模型舞台
18	期末考試	正課考試	紙本筆選測驗題		不上課

##### B. 活動安排

###### (A) 觀察教學

在課程一開始時與傳統講授式教學配合，藉由課堂觀察骨箱和模型的方式進行，並適時給予問題以引導學生進行學習，目的讓學生在課堂上逐步習慣思考與討論，以利小組討論的進行。建立學生在記憶和理解上的連結性。

###### (B) 小組討論

小組間建立思考和討論的模式之後，在每次課程中給予小組合作的題目以協助學生釐清單元的核心概念，並建立小組內的合作習慣。建立學生分析的能力。

###### (C) 合作學習

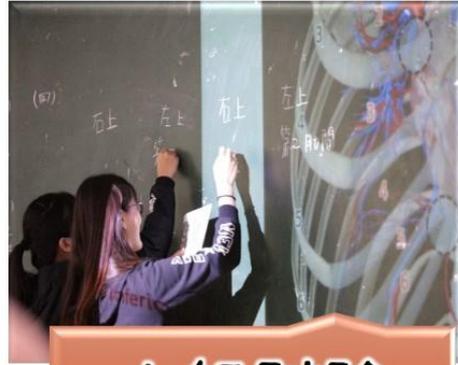
運用翻轉教室的模式，給予課前閱讀教材或影片後，再給予主題進行討論，合作討論出學習該單元的核心概念，並可以在課堂進行說明。建立學生應用的能力。

###### (D) 問題導向學習

將整個單元討論出適當的主題，再讓小組間進行討論，並決定發表與互動的模式，觀察互動的過程，再適時予以引導討論。建立學生評估和創造的能力。



課堂觀察



小組討論



合作學習



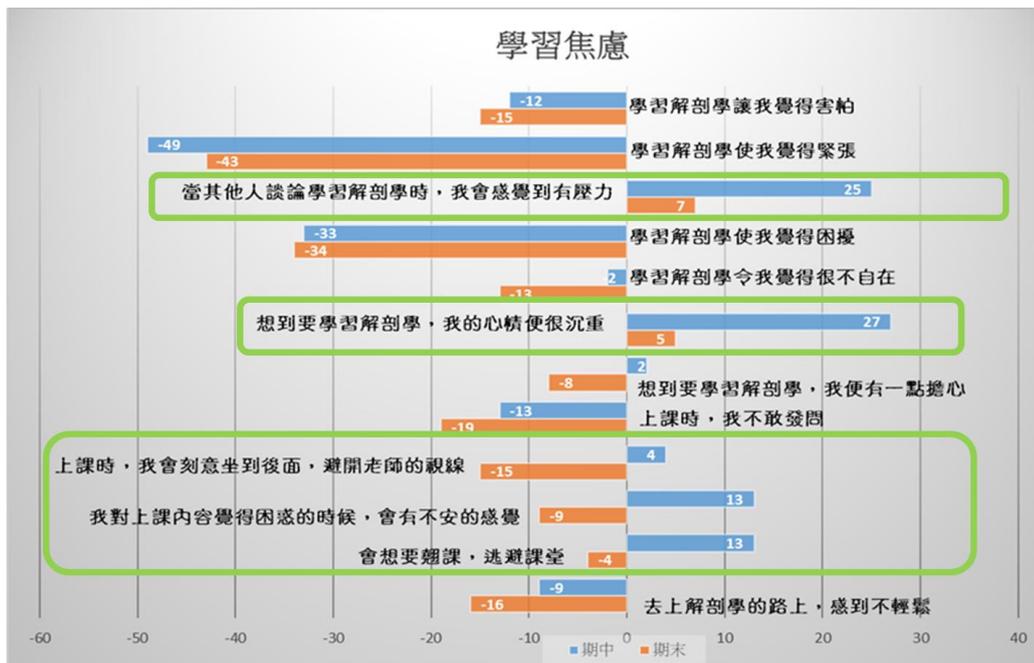
問題導向

(2) 教學成果

A. 學習態度與焦慮

學生在創新性翻轉教室的教學下，對於解剖學的學習態度顯著提升，而學習焦慮則顯著低於期中。





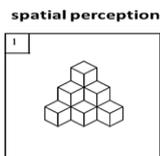
### B. VR 使用頻率與學習成效

結果發現參與者使用虛擬實境設備後的學習成績與使用設備前表現 ( $\rho=.445, p<.005$ ) 設備使用率 ( $\rho=.295, p<.05$ )，及使用設備時投入程度 ( $\rho=.289, p<.05$ ) 顯著相關。

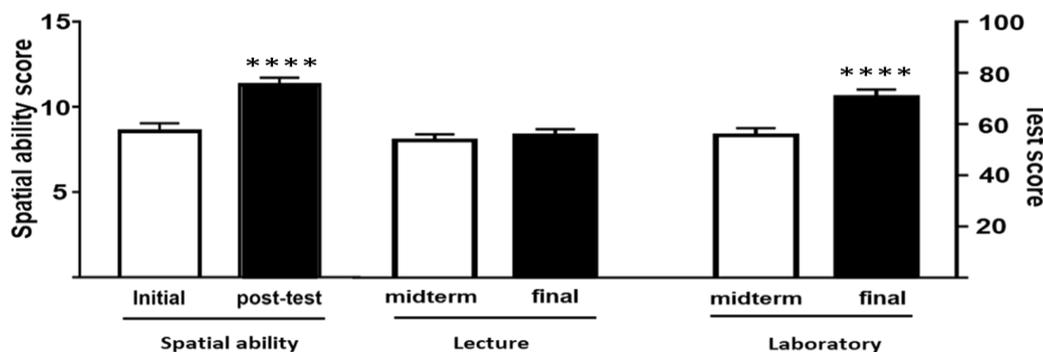
	Pre-test	Post-test	1.challenge/skill balance	2.emerging of action and awareness	3.clear goals	4.unambiguous feedback	5.concentration on the task at hand	6.sense of control	7.loss of self-consciousness	8.transformation of time	9.autotelic experience	Flow state	Frequency of Using VR
Pre-test	Person Correlation: 1	.445**	.239	-.060	.099	.071	.018	.188	.065	.090	.015	.106	.262
	Significance (Two-tailed): .56	.001	.076	.659	.466	.605	.895	.165	.634	.512	.911	.439	.051
Post-test	Person Correlation: .445**	1	.069	-.078	.015	-.029	.026	.289*	.030	.116	.121	.086	.295*
	Significance (Two-tailed): .001	.56	.615	.570	.912	.833	.849	.031	.827	.396	.375	.530	.027
Flow state	Person Correlation: .106	.086	.833**	.711**	.816**	.774**	.848**	.731**	.774**	.648**	.785**	1	.337
	Significance (Two-tailed): .439	.530	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.785	.785
Frequency of Using VR	Person Correlation: .262	.295*	-.080	.103	.152	.043	-.038	.113	-.046	.100	-.029	.037	1
	Significance (Two-tailed): .051	.027	.560	.451	.263	.735	.780	.407	.738	.465	.833	.785	.785
	N: 56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56

### C. 空間能力與學習成效

根據 Spearman 的等級相關係數，參與者使用 VR 設備後的期末實驗成績與他們的實驗期中考成績 ( $\rho=0.437, p<0.005$ ) 顯著相關，也與正課期中考 ( $\rho=0.481, p<0.005$ )，以及期末考成績 ( $\rho=0.762, p<0.005$ ) 密切相關。參與者對“空間感知”的初始空間能力反應與他們的正課期中考 ( $\rho=0.421, p<0.05$ ) 和期末考成績 ( $\rho=0.342, p<0.05$ ) 顯著相關。成對樣本 t 檢驗的結果表明，實驗期中和期末成績之間 ( $M=14.95, SD=19.1, p<.001$ )，以及空間知覺的測試前和測試後分數之間存在統計學上的顯著差異 ( $M=2.995, SD=.447, p<.001$ )，但解剖學正課的期中和期末考成績之間沒有統計學上的顯著差異。



說明：在上列之例題中，所示之圖形總共由 10 塊小立方所組成，故答案為 10，並將 10 填入答案紙中。



## 2. 教師教學反思

本研究自 108 學年度開始進行課程改革，雖然歷經新冠疫情而二次中斷實體課程，但在有限的實體課程過程中，我們持續收集學生對課程的反應，調整對於 VR 使用的方式，建立以下對於 VR 介入課程的流程，希望可以提供其他老師規畫相關課程參考。



## 3. 學生學習回饋

### A. 多元課程規劃的回饋

正向回饋：「老師利用多種資源鼓勵學生參與課程很棒！」、「Kahoot 來隨堂測驗學習成效的方式很棒，課堂還有影片解說」、「老師上課很認真，會用很多方式幫助我們學習」、「評分方法多元」、「老師教學認真，上課氣氛輕鬆，讓人投入學習！」、「讓我們拍解說影片，很幫助複習課堂內容」、「老師人很好，用很多方式讓我們學習」、「因為太多堂課被放掉，能夠理解老師加快講話速度，以免延遲課程進度～ 陳老師教學認真，講課清楚、專業，舉例/說明到位，在遇到比較容易搞混的部分也會適當停下為大家解惑，提升學生上課意願，受益良多！」、「老師會巡桌，確認每一組都有跟上她的進度，真的非常用心」

負向回饋：「我跟科技不合，考試會出事」、「希望除了作答紀錄外，可以增加評分結果（尤指作業）」、「太認真導致晚放學，少下課，太硬！」、「遠距課程影片講解不夠清楚，常常有雜訊」、「請考量到坐在後排上課的同學，有些東西(例如：老師示範動作、黑板上內容、麥克風聲音大小)後排比較不清楚」

### B. VR 介入課程的回饋

正向回饋：「覺得 VR 很好用，幫助蠻大的」、「多元 VR 學習。」

負向回饋：「希望能有充足時間讓每位同學都熟悉模型及 VR」

## 六、建議與省思(Recommendations and Reflections)

### 1. 需重新規畫解剖學線上學習課程

本課程在執行的過程中因為經歷新冠疫情肆虐，以致許多課程規劃的執行程度受到阻礙，雖然利用線上課程取代，但仍無法達到原本預期的結果。這也令人思考，如何在線上環境將解剖學這樣需要空間認知能力建立的課程，以線上課程的方式呈現。並且掌握學生的學習情況，讓課堂上的學生在學習上都能跟上進度。

### 2. VR 介入教學的時程安排與相關輔助設備

經過 1081-1091 共 3 個學期的 VR 導入，確認 VR 導入課程是有助益學生在解剖學上的學習，但 VR 使用仍有空間和時間上的限制，因此如何搭配其他工具來解決，就是未來要將課程運作持續下去的重要關鍵，也是本課程要持續努力的地方。

### 3. 多元教學熱情下多考慮學生學習狀況

對於解剖教學一直有持續的熱情，也很希望可以充分反映出學生的學習情況。因此多元的評分方式也反映出學生在參與課程能增加學習動機，讓未來教學上能更有動力持續改革修正。但在課程教學時間的掌握度一直都是教學者需要改進的地方，避免學生在課程進行中體力和精神不濟，是未來須持續改進的地方。

## 參考文獻(References)

1. 王霈, et al., 護理學系學生修習解剖學課程之成效評估. 醫學教育, 2004. **8**(1): p. 78-86.
2. 錢宗良, et al., 醫學相關科系學生修習解剖學課程之意見調查. 醫學教育, 2001. **5**(2): p. 124-134.
3. Moro, C., et al., *The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy*. Anat Sci Educ, 2017. **10**(6): p. 549-559.
4. 莊禮聰, 以翻轉教學設計提升五專護理科解剖生理學課程之學習成效. 教學實踐與創新, 2018. **1**(2): p. 1-38.
5. Harris M, C.R., *Leading the learner-center campus: An administrators' framework for improving student learning outcomes*. 2010, San Francisco: CA: Jossey-Bass.
6. Freire, P., *Pedagogy of the Oppressed*. 2000, NY: Continuum.
7. 蔡瑞君, 翻轉教室之過去、現在與未來。國家教育研究院教育脈動電子期刊, 2015. **1**: p. 1-11.
8. 章慧琴 and 周光儀, 台灣護理大學學生對解剖學單字的學習融入角色扮演活動的認知. 國立虎尾科技大學學報, 2013. **31**(2): p. 41-58.
9. 陳榮邦, et al., 大體解剖學教學的發展與演變. 醫學教育, 2008. **12**(2): p. 59-69.
10. 鄭泳松, 陳建宇, and 張俊彥, 從大體解剖實驗到虛擬實境: 談解剖學教學之新趨勢. 台灣醫學, 2015. **19**(1): p. 72-82.
11. 古雪鈴, et al., 3D 虛擬解剖擬真教學之應用與探討. 台灣擬真醫學教育期刊, 2017. **4**(1): p. 3-11.
12. 李松庭, 穿戴式虛擬實境互動裝置設計應用於醫療教學, in 應用設計研究所. 2016, 樹德科技大學: 高雄市.
13. 李松庭 and 陳定凱, 虛擬實境眼鏡互動技術應用於人體器官模型展示. 2015, 中華民國設計學會. p. 1261 – 1265.
14. 林季葦, 虛擬實境男性大體解剖網路教學系統, in 資訊管理系. 2007, 中臺科技大學.
15. Bloom, B., *Taxonomy of Educational Objectives*. 1956, Boston, MA: Pearson Education.
16. Leyden, A. *6 Teaching Techniques You Should Know! - ExamTime*. 2013; Available from: <https://www.examttime.com/blog/teaching-techniques/>.
17. 何仕仁, 學習環境知覺對自我效能及知識創造之影響-個人與班級層次在科學學習上的分析. 教育與心理研究, 2007. **30**(4): p. 199-223.
18. 何仕仁, 黃台珠, and 吳裕益, 科學學習歷程模式之建構及驗證. 科學教育學刊, 2009. **17**(1): p. 69-90.
19. 黃台珠, J. Aldridge, and B. Fraser, 台灣和西澳科學教室環境的跨國研究: 結合質性與量的研究方法. 科學教育學刊, 1998. **6**(4): p. 343-362.
20. 楊榮祥 and B. Fraser, 台灣和西澳科學教室環境的合作研究--研究架構、方法及對台灣科學教育的啟思. 科學教育學刊, 1998. **6**(4): p. 325-342.
21. Paris, S.G. and J.P. Byrnes, *The Constructivist Approach to Self-Regulation and Learning in the Classroom*, in *Self-Regulated Learning and Academic Achievement: Theory, Research, and Practice*, B.J. Zimmerman and D.H. Schunk, Editors. 1989, Springer New York: New York, NY. p. 169-200.
22. Wolters, C.A., *Understanding procrastination from a self-regulated learning perspective*. Journal of Educational Psychology, 2003. **95**(1): p. 179-187.
23. Smith, R., J. Neisworth, and J. Greer, *Evaluating educational environment*. 1978, Columbus, OH: Merrill Publishing Company.
24. Bybee, R.W. and N.M. Landes, *The biological science curriculum study (BSCS)*. Science and Children, 1998. **25**(8): p. 36-37.
25. 林琬縈, 周建和, and 蘇明俊, 以5E 學習環教學模式為基礎探討高職進修學校物理教學策略之行動研究-以摩擦力單元為例. 物理教育學刊, 2010. **11**(2): p. 19-30.

26. Tucker, B., *The flipped classroom*. Education Next, 2012. **12**(1): p. 82-83.
27. Becker, B., *Start flipping out with guide on the side*. Behavioral & Social Sciences Librarian, 2013. **32**(4): p. 257-260.
28. Brame, C.J. *Flipping 'the' Classroom*. 2013; Available from: <http://cft.vanderbilt.edu/files/Flipping-the-classroom.pdf>.
29. Chaplin, S., *Assessment of the impact of case studies on student learning gains in an introductory biology course*. Journal of College Science Teaching, 2009. **39**: p. 72-79.
30. 黃政傑, *翻轉教室的理念、問題與展望*. 臺灣教育評論月刊, 2014. **3**(12): p. 161-186.
31. Whelan, A., et al., *Student perceptions of independent versus facilitated small group learning approaches to compressed medical anatomy education*. Anat Sci Educ, 2016. **9**(1): p. 40-51.
32. 劉克明, *翻轉教室 (Flipped Classroom) - 醫學生的感受(1)*, in 高雄醫學大學 e 快報. 2017.
33. Quinn, M.M., et al., *What type of learner are your students? Preferred learning styles of undergraduate gross anatomy students according to the index of learning styles questionnaire*. Anat Sci Educ, 2018. **11**(4): p. 358-365.
34. Lochner, L., et al., *Combining traditional anatomy lectures with e-learning activities: how do students perceive their learning experience?* Int J Med Educ, 2016. **7**: p. 69-74.
35. Ferrer-Torregrosa, J., et al., *Distance learning ects and flipped classroom in the anatomy learning: comparative study of the use of augmented reality, video and notes*. BMC Medical Education, 2016. **16**(1): p. 230.
36. Fleagle, T.R., et al., *Application of flipped classroom pedagogy to the human gross anatomy laboratory: Student preferences and learning outcomes*. Anat Sci Educ, 2018. **11**(4): p. 385-396.
37. Ramnanan, C.J. and L.D. Pound, *Advances in medical education and practice: student perceptions of the flipped classroom*. Adv Med Educ Pract, 2017. **8**: p. 63-73.
38. Morton, D.A. and J.M. Colbert-Getz, *Measuring the impact of the flipped anatomy classroom: The importance of categorizing an assessment by Bloom's taxonomy*. Anat Sci Educ, 2017. **10**(2): p. 170-175.
39. Anderson, L. and D. Krathwohl, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. 2001, New York: Person Education.
40. 張添洲, *教材教法：發展與革新*. 2000, 五南: 台北.
41. 崔顏宏, et al., *解剖繪圖比賽在高職人體解剖學教學中的實踐*. 解剖學雜誌, 2018. **41**(4): p. 498-499.
42. 付撫東、饒莉玲, *直觀教學在人體解剖學教學中的應用*. 西部素質教育, 2017. **24**.
43. Gall, M. and J. Gall, *Teacher and Student Roles in Different Types of Classroom Discussions.*, in *Annual Meeting of the 1993, American Educational Research Association: Atlanta, GA*.
44. 王金國, *簡介小組討論教學法*. 教育研究, 2000. **8**: p. 137-147.
45. 羅孝美, et al., *TBL 教學在人體解剖生理學教學中的運用*. 現在醫藥衛生, 2017. **23**: p. 3665-3667.
46. 吳淑智 and 廖黔霖, *討論式教學法在人體解剖學教學中的應用探究*. 醫藥衛生(文摘版), 2017. **4**.
47. Johnson, D.W. and R.T. Johnson, *Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*. 1999: Allyn and Bacon.
48. 劉秀嫻, *合作學習的教學策略*. 公民訓育學報, 1998(7): p. 285-294.
49. 李建華 and 鄧愛民, *合作學習在教學中的應用對學生學習態度的影响分析*. 中華少年, 2018. **9**: p. 163.
50. 張小燕, *解剖學教學中合作學習對學生學習態度的影響*. 衛生職業教育, 2009. **7**: p. 61-63.

51. Barrows, H.S. and R.M. Tamblyn, *Problem-based learning: An approach to medical education*. Vol. 1. 1980: Springer Publishing Company.
52. 黃淑惠, 問題本位學習之設計與實施研究. 國民教育研究學報, 2007. **18**: p. 91-114.
53. 王學東, “以問題為中心”的教學模式在解剖教學中的應用. 中國傷殘醫學, 2013. **1**: p. 70-71.
54. 王璐, et al., *LBL 結合 CBL、PBL 在解剖教學中的應用*. 中華醫學教育探索雜誌, 2016. **4**: p. 375-378.
55. Azer, S.A. and N. Eizenberg, *Do we need dissection in an integrated problem-based learning medical course? Perceptions of first-and second-year students*. Surgical and Radiologic Anatomy, 2007. **29**(2): p. 173-180.
56. Estai, M. and S. Bunt, *Best teaching practices in anatomy education: A critical review*. Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger, 2016. **208**: p. 151-157.
57. Ghosh, S.K., *Cadaveric dissection as an educational tool for anatomical sciences in the 21st century*. Anatomical sciences education, 2017. **10**(3): p. 286-299.
58. 王艷秋, et al., 混合式教學的人體解剖學信息化教學實踐探究. 臨床醫藥文獻電子雜誌, 2019(66): p. 135.
59. 孫燕, et al., 混合式教學在系統解剖學教學中的實踐. 解剖學雜誌, 2019. **42**(6): p. 610-611.
60. 徐蘊, 崔利德, and 徐旭東, 混合式教學模式在人體解剖學課堂教學中的應用. 解剖學研究, 2017(3): p. 225-227.
61. 戴新文, et al., 混合式教學在系統解剖學中的應用. 科教導刊 (下旬), 2019(4): p. 56.
62. 張煥芝, et al., 解剖教學方法爭議. 中國組織化學與細胞化學雜誌, 2017. **2**: p. 201-204.
63. 黃湘武 and 邱韻如, 我國學生水平面及空間概念成長之研究. 科學教育學刊, 1995. **3**(2): p. 167-187.
64. 林小慧, 熊召弟, and 林世華, 具體影像空間教學策略與中學生空間能力之相關研究. 教育心理學報, 2006. **37**(4): p. 393-409.
65. 高浩軒, 虛擬實境對未來教育的影響, in 數位科技設計學系玩具與遊戲設計碩士班. 2017, 國立臺北教育大學.
66. 謝旻儕 and 林語瑄, 虛擬實境與擴增實境在醫護實務與教育之應用. 護理雜誌, 2017. **64**(6): p. 12-18.
67. 戴凱欣, 虛擬實境融入空間能力養成之研究, in 工業教育學系. 2018, 臺灣師範大學.
68. 曾唯哲, 周辰, and 蕭文信, 虛擬實境 (Virtual Reality) 之認知經驗設計初探. 工業設計, 2018(137): p. 7-11.
69. Inuwa, I.M., et al., *Anatomy practical examinations: how does student performance on computerized evaluation compare with the traditional format?* Anat Sci Educ, 2012. **5**(1): p. 27-32.
70. Smith, C.F. and B. McManus, *The integrated anatomy practical paper: A robust assessment method for anatomy education today*. Anat Sci Educ, 2015. **8**(1): p. 63-73.
71. Drake, R.L., *Anatomy education in a changing medical curriculum*. Anat Rec, 1998. **253**(1): p. 28-31.
72. Rowland, S., et al., *Assessment of anatomical knowledge for clinical practice: perceptions of clinicians and students*. Surg Radiol Anat, 2011. **33**(3): p. 263-9.
73. Smith, C.F., C. Martinez-Álvarez, and S. McHanwell, *The context of learning anatomy: does it make a difference?* J Anat, 2014. **224**(3): p. 270-8.
74. Chirculescu, A.R.M., M. Chirculescu, and J.F. Morris, *Anatomical teaching for medical students from the perspective of European Union enlargement*. Eur. J. Anat., 2007. **11**: p. 63-65.
75. Tortora, G.J. and M. Nielsen, *Principles of Human Anatomy, 14th Edition*. 2016: Wiley.
76. 考選部. 專技人員各應試專業科目命題大綱及參考用書: 護理師. 2017; Available from: [https://www.moex.gov.tw/main/content/wfrmContentLink4.aspx?inc\\_url=1&menu\\_id=154](https://www.moex.gov.tw/main/content/wfrmContentLink4.aspx?inc_url=1&menu_id=154)

77. 考選部考畢試題查詢平台. 專門職業及技術人員高等考試中醫師考試分階段考試. 2017; Available from: <https://wwwq.moex.gov.tw/exam/wFrmExamQandASearch.aspx>.