

「實驗動物學導論」課程的教學歷程與成果

辜惠君*

摘要

以動物實驗模擬人類疾病模式是基礎醫學研究中不可或缺的。動物實驗在生技醫藥開發領域中是重要的一環，必須符合3R原則：替代、減量，及精緻化，但是實務上卻無法獲得足夠的訓練。本教學歷程是改革「實驗動物學導論」課程，以學生為主體的教學觀，開發創新課程、設計創新教案、錄製創新數位教材，及製作創新教具。改變舊有的全程講述上課方式，採取混成學習，增加數位學習、問題導向學習、實作、參訪，及分享座談等學習方式。課程目的在於訓練學生具有全方位之思考能力，以提升學生在動物實驗上相關知識及技術能力，培育動物實驗相關人才。

關鍵詞：實驗動物學，混成學習，創新課程，數位教材，3D列印教具



DOI : 10.6870/JTPRHE.202506_9(1).0004

投稿日期：2024年8月24日，2024年11月19日修改完畢，2024年12月2日通過採用
本作品於「2024年大學教師優良創新課程及教學競賽」獲獎為佳作

*辜惠君，輔仁大學生命科學系副教授，E-mail: 141655@mail.fju.edu.tw

壹、前言

生命科學領域很廣泛，導致許多學生對於各領域不熟悉，也不清楚自己的專長在哪。雖有實驗課，但多為一個口令一個動作，往往欠缺思考，學生並不理解這些實驗與未來研究或產業有什麼關聯。久而久之造成學生對未來茫然，缺乏學習興趣，容易迷失方向，不知如何選擇未來所從事的工作領域，畢業後馬上面臨尋找工作之困難。因此，生命科學人才之培養，不能再以傳統上課方式進行。改變現有的教學形式成為我國生命科學教育面臨之重要課題。將翻轉教室教學法，應用於生命科學領域相關教學，以提升學習效率，乃是現今迫切需要的解決方式。此外，訓練學生具有全方位之思考能力，並加強實作及解決問題能力，才得以應付現今日新月異的生技產業。

本系學生在課程中皆有接觸過實驗動物，惟這些實驗技巧都以觀察及解剖為主，並未加以整合；學生們不清楚解剖及切片等相關技術彼此間有什麼連結，能有什麼實際應用。舉例來說，在一年級的普通生物學實驗課程，學生以顯微鏡觀察各種器官組織切片構造，以及在二年級的比較解剖學實驗課程之動物犧牲後，學生解剖並觀察臟器構造和相對位置等，這些課程都以觀察為主，最後繳交書面手寫繪圖報告，以完成學習；然而，學生無法理解這些實驗技術能應用於科學研究，更不知道在生技醫藥開發的領域中，動物實驗最後會取出器官檢體做切片染色，以作為疾病診斷判讀依據，由此得知所開發的藥物是否具有治療效果。這種傳統學習方式缺乏與實務連結。由於動物實驗必須符合3R原則：替代、減量，及精緻化，但是實務上卻無法獲得足夠的訓練機會，因此，研究者在107學年度第一學期為大三學生新開設之「實驗動物學導論」，是一門完整地介紹動物實驗的選修課程：從基本的實驗動物倫理開始探討，再介紹實驗動物種類、動物照護，及動物實驗類型及方法等。學生對於此課程頗有好評，也表達期待該課程能對於動物實驗有更深入的認識，包含實際技術操作應用及與未來工作連結，而不是只有紙上談兵。

因此，研究者嘗試改革「實驗動物學導論」課程，採用設計創新教案、錄製創新數位教材、製作創新教具，及開發創新課程等方式，提

供學生混成學習動物實驗相關知識及技術，改變舊有的教師全程講述的上課方式，並增加數位學習、問題導向學習、實作、參訪，及分享座談等學習方式，以滿足學生對於動物實驗的好奇。本課程期待學生發掘自己的潛力，提升學習成效，並能與未來研究及產業接軌，以提升競爭力（圖1）。

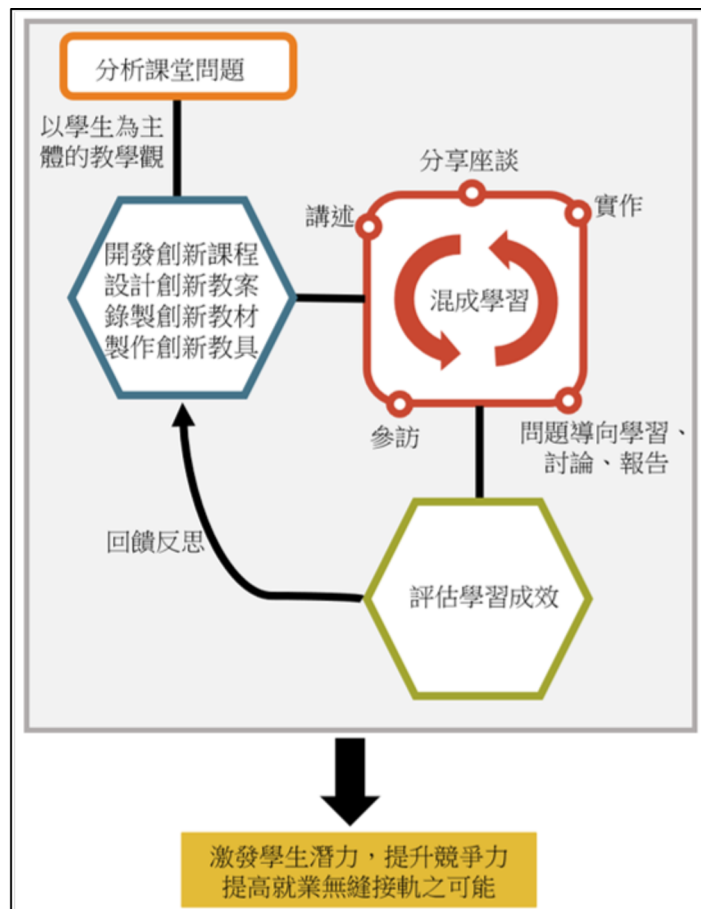


圖1 課程改革進行流程

貳、教學理念與特色

本創新課程藉由錄製創新教材、設計創新教案，及製作創新教具，激發學生瞭解動物實驗基本知識及倫理之後，熟悉基本的動物實驗技術，以培養解決問題能力，並提升就業競爭能力（圖2）。



圖2 課程特色

一、錄製創新教材

實驗動物廣泛使用於生醫研究、藥物及中草藥研發、醫療器材試驗、疫苗生產、健康食品研發等，造福人類健康（劉曉君，2019）。動物實驗在醫學及生技醫藥開發領域中是重要的一環。嚙齒類動物實驗是藥物在臨床試驗前必須操作的，有些健康食品上市前也必須執行嚙齒類動物實驗以確認功效。坊間雖然有相關原文教科書，但是內容普遍太過艱深，除了介紹動物照護原則，大多以介紹研究方法為主，對於沒有實際研究訓練的大學生而言難以理解。而且這些教科書鮮少從倫理議題開始論述，也未完整闡述現今動物實驗申請審查制度，受教者無法全盤體會動物實驗的宗旨，亦無法理解實驗必須多方評估才能正確執行的意義。

隨著網路世界的快速發展以及數位教學平臺科技的進步，改變了學習型態，同時也使教學不再受限於時間、空間，能擁有更多元化的設計（劉秀瑛，2004）。數位學習除了是具有方便性的及時學習，更具有幾項

特點：學習者可主控學習，並透過重複性來加強學習；教學者則可提供學習者個人化教學，並且錄製內容以供日後使用，得到最佳可及性（陳惠文，2006）。目前動物實驗技術相關數位教材，主要是以保定給藥等基礎技術為主，對於較困難抽象的手術過程較無完整描述，造成實務上只能獲得片段知識；而像是小鼠手術之類的學習，就不是這麼簡單的能夠理解操作位置。動物實驗必須學會實質操作並非紙上談兵，因此，數位化的動物實驗影片教材，仍舊是非常需要心力去開發。研究者在「實驗動物學導論」課程中錄製許多創新數位教材，如：「錯誤的實驗方式導致動物不適」、「疾病動物模式建立方式」，及「動物實驗手術相關技巧」等，以輔佐動物倫理議題及動物實驗知識技術之教學，並於課前上傳影片至tronclass系統（本校建置雲端教材放置空間），以供學生隨時隨處進行個人化學習。

二、設計創新教案

美國哲學家與教育家杜威（John Dewey, 1859-1952）說：

知識的獲得必須是一個實踐的過程，唯有透過實際活動，藉由做中學（learning by doing），學習才可能發生。（吳木崑，2009）

問題導向學習即是利用真實的問題來引發學習者討論；透過教師訂定教學目標與問題引導，學習者可小組思考、討論、批判，培養解決問題能力，有效提升學習者自主學習的動機，並進行目標知識的建構整合及分享（陳志銘，2012）。因此，本「實驗動物學導論」調整為部分課程採取教師全程講授，部分內容則採用問題導向學習。本課程所設計的創新教案包含「動物實驗倫理議題」、「如何判定實驗動物的不適及疼痛？如何處理？」，及「建立一種人類疾病動物模式」等。此教案提供學生分組討論和腦力激盪的機會，及促進團隊合作與口語表達能力，以激發學生對於實驗動物之人道處理精神的認識，並且有能力查詢文獻，閱讀專業英文期刊論文，瞭解建立疾病動物實驗模式的過程及方法。

三、設計創新教具

3D列印技術始於1984年，由Hideo Kodama科學家發展出以光硬化聚合物的增材製造3D塑料模型的方法，透過層層疊加的方式來製造實體（Shahrubudin et al., 2019）。3D列印能提高建造模型的效率，減少對環境的汙染，並大幅降低模型產出的能源消耗及成本，可說是21世紀的新興科技（Shahrubudin et al., 2019）。3D列印機製作教具已成教學與實務練習的利器，在醫學上已經有許多利用3D列印的例子，像是放射腫瘤科應用3D列印於固定、降低或改變臨床放射治療劑量之分布（Dipasquale et al., 2018），也有3D列印運用在植牙植體的訓練（Van Der Meer et al., 2016），及顱面重建等方面（Nyberg et al., 2017）。目前有許多3D列印應用於臨床醫學的教育訓練及手術模擬，卻少有3D列印應用於基礎研究的教育訓練。動物實驗必須符合替代、減量，及精緻化等3R原則，但是實務上卻無法獲得足夠的訓練機會。因此，利用3D列印製作嚙齒動物的相關模型，應用於「實驗動物學導論」課程中，教師以模型解說，學生採用模型學習，以熟知解剖位置，並先以模型模擬實驗技術，待熟悉實驗流程後，才進行真槍實彈之操作。

四、開發創新課程提供混成學習

混成學習是教育界最受矚目的學習方式之一（Boyle et al., 2003）。其混合二種以上不同之教學方法或媒體，結合各種學習方式，使優點互補，得到最佳的學習效果（陳姿伶，2008）。另外，以學生為主體的教學觀，並且針對學生之特殊性，設計彈性化的課程，讓學生透過經驗累積知識，與理論相輔相成（史美瑤，2014）。成功的混成學習在於學生能自主學習，不全靠教師的講授來取得新知，強化學生整體學習的參與感與學習成效（史美瑤，2014）。「實驗動物學導論」課程採取多元的授課方式，提供學生混成學習的機會，包含數位學習、問題導向學習，及實作練習等。教育不再是填鴨式的學習，透過這門課的訓練，從挖掘問題，尋找解決方法，到付諸實行，可增進學生解決問題的能力。像是本課程的學習重點之一是建立一種人類疾病動物模式，學生必須先思考

對於哪一種疾病研究有興趣之後，再自行去搜尋相關文獻、閱讀英文論文、整理重點以及口頭報告等，最後學習操作技巧，以成功誘導嚙齒動物成為人類動物疾病模式。另外，在課程末尾邀請業界專家到校演講及從事相關工作的校友分享實務經驗，以促進學生們對於動物實驗的認識，並瞭解動物實驗相關研究及產業人才技術需求，提高學生畢業後就業之無縫接軌的可能性。

參、課程內容與教學設計

本課程內容分為四大單元，分別為實驗動物介紹與照護、實驗動物倫理、建立疾病動物實驗模式、以及生技產業與動物實驗等。整體教學目標包含：使學生基於動物倫理的認知下，對於生技醫藥領域的實驗動物有所認識、有能力建立疾病動物實驗模式，及熟悉基本動物實驗操作技術，以幫助學生未來在動物實驗領域就業所需等。每單元教學目標如表1所示。詳細課程安排與設計如表2所示。錄製創新教材影片如表3所示。

表1

單元教學目標

單元名稱	教學目標
單元一 實驗動物介紹與照護	引導學生理解實驗動物對生技醫藥領域的貢獻，並對於實驗動物的種類及遺傳品系有基本認識，進而引發學生對實驗動物照護及使用上品質要求，以瞭解一個實驗動物基本設施及飼養管理上的需求，及有能力鑑定區分動物處於健康或是疾病的狀態。
單元二 實驗動物倫理	激發學生對於實驗動物之同理心，去感受動物的需求，理解動物福祉及動保法的主旨，發揮人道精神，以理解動物使用之替代、減量，及精緻化原則。並引導學生學會評估動物疼痛程度及處理方式，以減輕動物痛苦。並認識國內實驗動物使用與管理之法源及概況，以理解提交動物實驗計畫書之目的與應注意之重點項目。
單元三 建立疾病動物實驗模式	引導學生認識疾病動物模式建立方式，以理解動物實驗各步驟的意涵。並能體悟一個成功的動物實驗是建立在實驗前謹慎規劃，及伴隨熟練的實驗操作技術。藉由分組報告，期待能激發學生在動物實驗的潛力。
單元四 生技產業與動物實驗	藉由參訪動物中心及分享座談，讓學生實際瞭解動物實驗的工作環境及內容。並且綜合幾個單元的引導，學生應可初步評估自己是否有潛力往動物實驗之研究及產業發展。將有助於學生瞭解職場規劃及就業可能性，培養生技醫藥動物實驗相關人才。

表2

生命科學系「實驗動物學導論」各單元內容與教學設計

單元一：實驗動物介紹與照護（第一到五週，共五週）			
課程綱要：介紹實驗動物基本知識			
評量方式：個人傳統筆試測驗（單選題）			
學習內容	教學方法	教學教材	上課週數
1. 實驗動物種類與遺傳品系	1. 講述法	1. 教師自編投影片教材	1
1.1 動物實驗概論			
1.2 常見的實驗動物			
1.3 實驗動物遺傳品系			
1.4 實驗動物基本生物學			
2. 實驗動物的設施	2. 講述法	2. 教師自編投影片教材	1
2.1 動物設施基礎介紹			
2.2 設施安全衛生			
2.3 設施與物件潔淨			
3. 實驗動物飼養照護	3. 講述法	3. 教師自編投影片教材	1
3.1 基礎飼養環境			
3.2 實驗動物之營養			
4. 實驗動物健康與疾病	4. 講述法 + 影片教學法	4. 教師自編投影片教材+中華實驗動物學會公播影片「動物照護」	2
4.1 健康與疾病監測			
4.2 動物檢疫與病原			
單元二：實驗動物倫理（第六到八週，共三週）			
課程綱要：以動物福祉為角度，探討動物實驗倫理			
評量方式：小組口頭報告成績			
學習內容	教學方法	教學教材	上課週數
1. 實驗動物福祉	1. 講述法	1. 教師自編投影片教材	1
1.1 動物保護法介紹			
1.2 動物實驗申請原則（替代減量精緻化）			
2. 動物實驗之倫理道德	2.	2.	2
2.1 倫理議題	2.1 問題導向學習	2.1 教師自編投影片教材	
2.2 動物福祉如何評估？以「實驗動物情緒與疼痛辨識評估」為例	2.2 影片教學法+問題導向學習	2.2 教師自錄線上教材「錯誤的實驗方式導致動物不適」	

(續下頁)

單元三：建立動物疾病實驗模式（第九到十三週，共五週）

課程綱要：介紹常見的人類疾病動物模式之誘導方法，及實際操作技術

評量方式：小組口頭報告成績（教師評分，且學生互評）+ 小組書面報告成績 + 個人實作參與成績

學習內容	教學方法	教學教材	上課週數
1. 動物實驗流程	1. 講述法	1. 教師自編投影片教材	1
1.1 術前規劃準備			
1.2 無菌手術操作			
1.3 手術監控			
1.4 術後照護			
1.5 人道安樂死			
2. 疾病動物模式	2. 講述法 + 影片教學法 + 問題導向學習 + 個別化教學	2. 教師自編投影片教材 + 教師自錄線上教材「疾病動物模式建立方式」	2
2.1 自發模式			
2.2 實驗或誘發模式			
2.3 疾病動物模式建立之方式			
3. 動物實驗操作技術	3. 影片教學法 + 實作練習 + 個別化教學	3. 中華實驗動物學會公播影片「基本操作技術」+ 教師自錄線上教材「動物實驗手術相關技巧」	2
3.1 保定、灌食、注射、採血			
3.2 手術			

單元四：生技產業與動物實驗（第十四到十六週，共三週）

課程綱要：介紹與動物實驗相關的研究及就業市場

評量方式：課堂參與成績

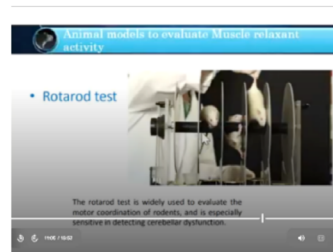
學習內容	教學方法	教學教材	上課週數
1. 動物中心參訪	1. 參觀教學法	1. 預約實地參訪 + 個別化教學	1
2. 專家演講	2. 講述法	2. 演講者自編投影片教材	1
3. 校友及研究生分享	3. 講述法+討論	3. 分享者自編投影片教材	1

註：本校從112學年開始，將原本一學期的18週，調整為16週，另兩週為彈性自主學習週。因此在個別化教學中，尤以動物實驗操作技巧相關訓練學習，安排在彈性自主學習週施行。

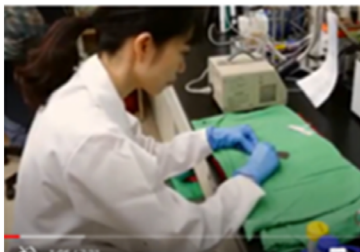
表3

錄製創新教材影片內容

錯誤的實驗方式導致動物不適 從飼養到實驗操作，引導思考如何對待動物	疾病動物模式建立方式 介紹嚙齒動物如何模擬人類疾病
--------------------------------------	------------------------------



術前準備 從器械耗材準備開始介紹	動物麻醉 氣麻機使用方式及注意事項
---------------------	----------------------



縫合技術 縫合方法及相關注意事項	心臟手術 介紹開胸技巧插管及觀察冠狀動脈
---------------------	-------------------------



(續下頁)

腹腔手術	缺血再灌流手術
介紹腹腔臟器位置及尋找血管技巧	以腎臟為例，介紹如何夾血管引發缺血損傷



肆、教學實踐歷程

一、單元一「實驗動物介紹與照護」

此單元教師先採用講述法，引導學生理解實驗動物對生技醫藥領域的貢獻，並對於實驗動物的種類及遺傳品系有基本認識之後，進而引發學生對實驗動物照護及使用上的品質要求，以理解一個實驗動物基本設施及飼養管理上的要求，及有能力鑑定區分動物處於健康或是疾病的狀態，最後再播放中華實驗動物學之公版影片「動物照護」，介紹動物中心環境及飼養概況，及如何照護動物。本單元完成後，學生已經對於實驗動物有大致認識。此單元是本課程唯一採用筆試評分的部分。

二、單元二「實驗動物倫理」

教師在此單元先採用講述法，引導學生先認識國內實驗動物使用與管理之法源及概況，及動物實驗申請原則（替代減量精緻化），接著採用問題導向教學模式。

第一個問題導向教學教案為「探討動物實驗之倫理」，學生發表對於動物實驗的想法，並且討論相關倫理議題，報告結束後教師再加以綜合評論。

第二個問題導向教學教案為「如何判定實驗動物的不適及疼痛？及如何處理？」，學生先線上觀看教師自錄動物倫理相關教學影片「錯誤的方式導致動物不適」。看完後學生再分組討論，報告結束後教師再進行綜合評論。

本單元完成後，已激發學生對於實驗動物之同理心，去感受動物的需求，理解動物福祉及動保法的主旨，發揮人道精神，且學會評估動物疼痛程度及處理方式，以減輕動物痛苦。此外，學生也理解動物實驗不易，紛紛表示將來有機會操作一定會珍惜及好好練習。

三、單元三「建立疾病動物實驗模式」

此單元教師先採用講述法，引導學生認識動物實驗準備及流程，如：藥品準備、麻醉、人道安樂死之時機等。為理解人類疾病動物模式之實驗方法，採用問題導向教學，教案為「建立一種人類疾病動物模式」。學生先自行分組，每組3至4人，並選定一個有興趣的人類疾病為主題，像是糖尿病、高血壓、高血脂、心衰竭、骨質疏鬆、癌症、肝損傷或是腎損傷等。有多組學生選定同樣的主題（如癌症），也剛好運用此機會要求學生在報告時互相觀摩學習。選定研究主題後，學生開始上網搜尋文獻，本課程特別要求論文必須出自SCI期刊，內容為闡述所屬疾病之藥物開發，且論文須經過教師確認後才能進行研讀。相較於先前的單元，這部分較具專業也較為困難，過程中教師不時給予個別化彈性教學，輔導學生如何查詢文獻，及教導期刊論文中看不懂的部分。接著，學生必須以組為單位，以簡報方式介紹人類疾病之實驗動物模式，且在報告之前，須先觀看教師自錄教學影片「疾病動物模式建立方式」，影片中教師有示範如何報告，學生再以此為範疇做準備。學生須以圖示法條列式介紹簡報內容（圖3），首先簡單介紹疾病的成因，接著介紹疾病動物誘導模式之操作步驟，最後說明採取什麼檢測方式證明實驗操作誘導成功與否。譬如說，肝臟損傷是以四氯化碳誘導，其結果可採用血液中GOT及GPT濃度升高作為誘導成功之依據，亦可進階採集肝臟檢體做切片染色，若發現檢體中有肝臟細胞凋零或是組織纖維化產生，也可判定為誘導肝損傷成功。由於組別眾多，加上必須在一週課程

兩小時完成報告，因此，每組報告時間限制為10分鐘；同時，為鼓勵學生勇於上臺報告，負責報告的同學會給予加分獎勵。



圖3 學生上臺發表「建立一種人類疾病動物模式」

註：上圖為前列腺癌動物模式介紹，下圖為肝纖維化動物模式介紹。

最後，為了激勵學生，並且鼓勵學生聽取他人報告吸收知識，除了教師評分，學生也參與評分。學生互評的進行方式為：「選出三組你覺得報告最棒的組別並且說明理由（不可以選自己的組別）」。待全體報告結束後統計，被全班同學推薦最高分的前三組將進行加分。本教案完成後，學生已具備搜尋文獻之能力，能理解動物實驗各步驟的意涵，並有能力統合成知識報告後發表，以備日後研究及產學所需。

此單元的最後還有一個重頭戲，就是給予學生實際操作的機會，學習動物實驗不再是紙上談兵。過程中藉由許多公播及自錄影片，讓學生可以在實際操作前不斷預習並在心中演練；同時運用3D列印技術印製創新教具：嚙齒類動物模型，這包含整體模型，及剖面的臟器模型（圖4）。相較於傳統憑空想像或看平面圖的方式，此模型教具更方便學生觀察器官相對應位置之後，再進行手術實驗模擬。學生首先觀看中華實

驗動物學會之公播影片「基本操作技術」，接著採用教師製作的模型學習，並練習基本保定抽藥注射等操作技巧（圖5）後，教師再藉由模型引導學生認識各臟器解剖的相對位置及器官構造，以完備日後學習侵入性手術所需的基本知識。

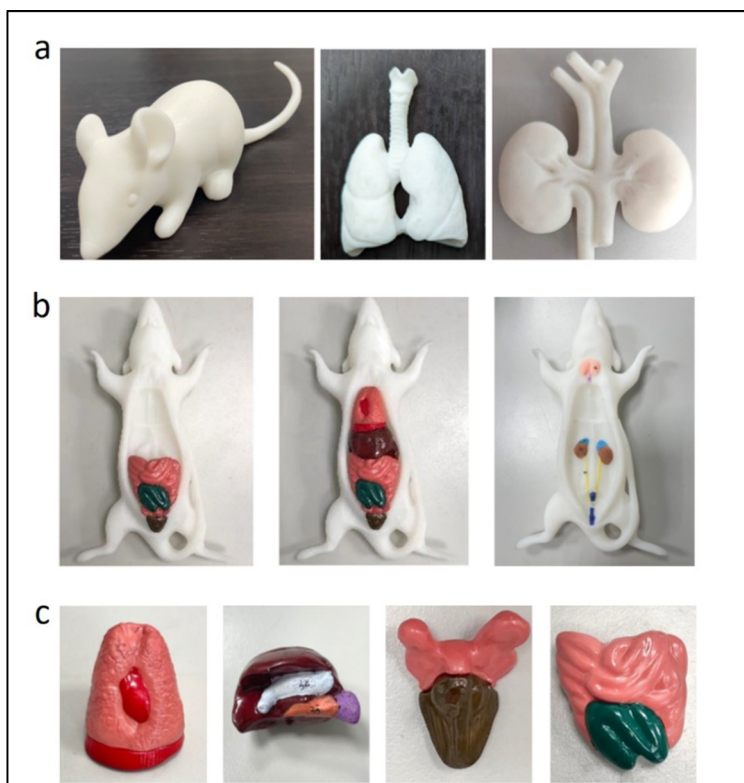


圖4 啮齒動物及其臟器模型

註：4a：由左至右依序為小鼠模型、其肺臟，及腎臟模型。4b：大鼠模型及其剖面。4c：由左至右依序為下列大鼠模型之臟器。心臟（紅色中間）+肺臟（粉紅）+橫膈膜（紅色下面）。肝臟（暗紅色）+胃（白色）+胰臟（橘色）+脾臟（紫色）。子宮（粉色）+外陰部（褐色）。小腸（粉色）+盲腸（綠色）。

接著進入比較抽象且複雜的侵入性實驗技術學習。學生以本單元先前報告主題「人類疾病動物模式」為主軸進行學習，再搭配教師錄製的「動物實驗手術相關技巧」影片，以分組方式進行。首先，以動物模

型討論該疾病模式誘導要如何操作（圖5），像是先觀察腎臟模型；接著，研究腎臟缺血再灌流模式如何進行，像是該綁哪條血管，以及要從哪個角度去勾取血管等；隨後，利用模型演練手術步驟。上述學習除了課堂時間尚需外加彈性時間，這是因為時間與模型都有限，有興趣的同學則可額外採取非課堂時間學習。



圖5 學生以模型模擬實驗操作

註：5a：觀察大鼠各器官模型。5b：觀察腎臟模型，討論腎臟缺血/再灌流如何操作。5c：以小鼠模型模擬保定注射。5d：以大鼠模型模擬檢體取出。

待學生能充分理解手術切入點，並且以模型仿真練習數次後，就會以退役鼠練習動物實驗。此部分的教學，並非每位學生都參與，而是給予有興趣進入實驗室做研究的學生每人至少一次的退役鼠練習。這種真槍實彈操作的演練是採取個別化彈性教學，礙於時間有限，參與的學生都利用非課堂時間練習。學生必須從保定活體動物開始，對於從未真

正操作動物實驗的學生而言非常具有挑戰性，但因為有了事前充分的練習，學生很快就能上手。後續也有學生以就讀研究所方式繼續學習。

四、單元四「動物實驗與生技產業」

課程的最後藉由分享座談，讓學生實際瞭解動物實驗的工作環境及內容。本校動物中心亦舉辦動物實驗人道管理訓練課程，課程內容除了介紹動物倫理、動物中心運作方式外，也介紹與時事相關的動物實驗：SARS-CoV-2的動物實驗模式誘導。另外，本課程還邀請在業界操作動物實驗的校友，介紹從研究所到生技公司工作，操作動物實驗的過程及心路歷程（圖6）。此外，為實際瞭解動物中心的運作，已進入實驗室進行專題研究的學生，也與獸醫師預約參訪動物中心，並領取動物中心門禁卡方便之後入內操作實驗。



圖6 邀請校友介紹操作動物實驗過程及心路歷程

綜合幾個單元的引導，學生應可初步評估自己是否有潛力往動物實驗之研究及產業發展，有助於學生瞭解未來研究方式，及職場規劃與就業可能性，達到培養生技藥學動物實驗相關人才目標。

伍、反思與建議

一、學生的學習成效

本課程在111學年第一學期完成全面性改革，有45位學生修課。只有課程的第一單元「實驗動物介紹與照護」為紙本測驗，全班平均分數為83.7分（標準差為10.9分），90分以上有12位，80～89分以上有16位，70～79分以上有11位，60～69分以上有5位，只有1位同學不及格。成績明顯比未改革時平均76.3分（標準差為12.8）高出許多（ $p < 0.05$, t test）。

二、學生反饋

（一）教學問卷

課程進行最後，分別針對錄製創新教材、設計創新教案、製作創新教具，及開發創新課程等項目實施線上問卷。此問卷為教師本人設計，學生採用李克特氏五點量表（1 非常不同意、2 不同意、3 普通、4 同意、5 非常同意）評分（如表4所示）。

表4

問卷面向分析結果

題目	非常同意 (5分)	同意 (4分)	普通 (3分)	平均	標準差
1 錄製創新教材					
(1) 我認為教師錄製創新教材有助於提升此課程的學習成效	77.78% (35)	22.22% (10)	0.00% (0)	4.78	0.82
(2) 我認為教師錄製的創新教材有助於我靈活運用學習時間	62.22% (28)	33.33% (15)	4.44% (2)	4.58	0.58
2 設計創新教案					
(1) 我認為小組討論分組報告之學習模式能提升此課程的學習成效	77.78% (35)	20.00% (9)	2.22% (1)	4.76	0.48
(2) 我認為小組討論分組報告之學習模式能提升蒐集資料、查詢文獻的能力	60.00% (27)	33.33% (15)	6.67% (3)	4.53	0.62
(3) 我認為小組討論分組報告之學習模式能提升口語表達等的能力	46.67% (21)	37.78% (17)	15.56% (7)	4.31	0.72
(4) 我認為小組討論分組報告之學習模式能提升時間分配管理及團隊合作精神	55.56% (25)	35.56% (16)	8.89% (4)	4.47	0.65
(5) 我認為小組討論分組報告之學習模式能提升對於動物倫理及福祉的認識	66.67% (30)	33.33% (15)	0.00% (0)	4.67	0.47
(6) 我認為小組討論分組報告之學習模式能提升對於疾病動物模式相關知識的認識	68.89% (31)	31.11% (14)	0.00% (0)	4.69	0.46
(7) 我認為同儕互評的評量方式，有激勵的效果	62.22% (28)	22.22% (10)	15.56% (7)	4.47	0.75

(續下頁)

3 開發創新教具					
(1) 我認為3D列印動物模型教具能降低動物實驗恐懼	82.22% (37)	17.78% (8)	0.00% (0)	4.82	0.38
(2) 我認為3D列印動物模型教具能幫助解剖位置理解	62.22% (28)	22.22% (10)	15.56% (7)	4.47	0.75
(3) 我認為3D列印動物模型教具能幫助學習手術方法	64.44% (29)	13.33% (6)	22.22% (10)	4.42	0.83
4 開發創新課程					
(1) 與傳統的教師講述相比，我更喜歡多元學習方式（討論、實作、問題導向學習、參訪，及分享座談）	84.44% (38)	15.56% (7)	0.00% (0)	4.84	0.36
(2) 我認為多元學習方式有助於提升學習成效	71.11% (32)	20.00% (9)	8.89% (4)	4.62	0.64
(3) 修完這門課，我明白動物實驗相關研究及產業在做什麼	48.89% (22)	31.11% (14)	20.00% (9)	4.29	0.78
(4) 修完這門課，我清楚自己適不適合往動物實驗相關領域發展	44.44% (20)	46.67% (21)	8.89% (4)	4.36	0.64

註：1. 括號內數字為勾選該題目的學生人數。

2. 因未有非常不同意（1分）及不同意（2分）的評分，故表格內容省略這兩個分項。

（二）針對學生反饋內容討論

在錄製創新教材部分，九成的學生認同可以提升學習成效，並且可以靈活運用時間。在設計創新教案部分，九成的學生認同可以提升學習成效，並且對於動物實驗相關素養有所提升，增進文獻搜尋能力。但對於增進口語表達能力的評分稍低，因為每組只推派一位同學上臺解說，日後應可再多增加一位同學報告，除了可增進口說能力，也能促進團隊合作默契。另一個值得注意的項目是，學生對於同儕互評具有激勵效果的認同感稍低，可能是學生習慣被動式思考，亦或想利用同學報告時放空或做自己的事情，不想參與。日後將提醒學生，同儕評量的意義是希望學生能藉此觀摩他人優點，當發現他人的圖表呈現或口說方式易於理解時，要將技巧學習起來，反之則要避免採用，這樣可以促進日後在職場中的簡報技能。

設計創新教具是所有反饋中評分較低的項目。雖然所有學生都認同使用3D列印模型教具可以降低對動物實驗的恐懼，但是對於解剖位置理解，及學習手術技能的方法，尚有進步的空間。原因可能是每位學生可利用模型學習的整體時間不足，有些時候必須用課外的時間做彈性學習；此外，還有一個很重要的因素，亦即並非每位學生都修習過比較解剖學實驗課程。本系「生物醫學專業」領域在實驗課程的安排，採取自八門實驗課選取四門課程修習即可，並沒有強制規定要選哪一門實驗課，造成學生的解剖相關背景知識有所落差。日後課程在進行動物實驗模擬操作之前，會先行加強學生的背景知識。另外，若只採用有使用退役鼠練習的學生族群之反饋去作分析，會得到不同的分析結果：他們全數給予創新教具所有項目5分的評分，表示非常同意所開發的創新教具對於實驗學習是有助益的，認為教具不僅能降低恐懼，亦能幫助解剖位置理解與學習手術方法。這些學生是先以動物模型教具練習後，再採用真實退役老鼠操作，故能實際比較模型與真實動物的差異。他們的修課表現也非常良好，且都曾修習過比較解剖學實驗，背景知識相當充足，學習態度十分積極，因而能夠正向學習。

最後，學生認同研究者所開發的創新課程，喜歡多元上課方式，認為可以促進學習成效。唯獨對於產業界的工作內容想再多些認識，這也

是結構性訪談中學生所提及的。日後希望能多邀請各方專家學者及校友演講以分享多廣性的實質工作內容。

（三）結構性訪談

訪談問題1：對於多元學習方式有什麼看法？

學生反饋整理：整體而言學生認同新型學習方式、多樣性教學方法與工具應用等方式，能提升學習專注度與樂趣。他們認為問題導向教學除了對於建立專業知識有所幫助外，亦增進自己的自信心，促進上臺發表能力與臺風。但也有少數學生持負面意見，像是看影片花時間，及分組討論時同組同學擺爛不知如何是好等。其實這幾項負面意見不太能有實質的解決方法，只能在第一堂課時告知學生此門課的學習目標，讓學生對於課程有所認知並做好心理準備。

訪談問題2：最喜歡哪一部分的課程內容或上課方式？

學生反饋整理：學生對於實作的部分，頗受好評，最喜歡這部分的課程內容，覺得動物實驗不再是紙上談兵，採用創新教具模型學習，讓人耳目一新。這也是他們第一次使用模型上課，覺得這樣的學習方式很有趣，比起傳統的講述授課方式，更有實質學到知識技巧的感覺。

訪談問題3：對於課程有沒有什麼建議？

學生反饋整理：關於校友與專家演講部分，學生都非常熱烈參與，反應良好，但是希望能再多一些校友演講。因為學生想要知道擁有動物實驗這項技能，對於未來就業有什麼幫助，才會知道自己必須加強哪個面向，並且做什麼樣的準備。另外，在實作時，學生希望分組人數再少一點，並希望延長實作課程的時間及機會。此外，本課程的修習者，大部分都是有意願在未來就讀研究所，或是對於動物實驗相關工作有興趣的學生，他們很擔心自己不合適讀生物醫學相關領域的研究所，並想確定自己未來能否勝任動物實驗相關研究及工作。因此，日後研究者將再多申請些經費，印製更多種類教具，並且讓學生採用模型學習的時間增加。

三、教師教學反思

現代學生的學習態度是自幼累積的，在學習習慣養成後，進行翻轉改變是不容易的。若一開始的課程就採用問題導向教學，容易造成學生對該課程產生排斥的心理，無法達到學習的目標。因此，本教學改革在一開始的第一個單元「實驗動物介紹與照護」，仍舊以教師講授的被動學習為主。由於學生知道日後的單元會有問題導向學習，反而會在教師講授課程更為認真，在此部分的筆試成績，也比尚未改革前進步。後續的第二與第三課程單元「實驗動物倫理」與「建立疾病動物實驗模式」，都有融入問題導向學習，學生也能勇於表達自己所搜尋的文獻內容。成就感可以增強學習的動機，並且建立學習者的自信。以3D列印開發新型教具模型輔助教學，讓學生眼睛為之一亮，比起先前採取圖片或是影片之2D影像教學，學生更有興趣，會主動參與討論。以模型代替屍體練習，亦能減少恐懼。3D列印開發新型教具模型，不僅在「實驗動物學導論」課程教學上能使學生較容易理解實驗動物生理解剖構造，更能減少不必要的動物犧牲，落實動物福祉；最重要的是，學生能做更多次的仿真練習。此教具也可運用於研究人員動物實驗的手術技術之訓練，有助於精進轉譯醫學及新藥開發領域之研究能量，並且提升學習成效，增強競爭力。唯獨需要再多建立各種器官的模型，有待日後的持續研發。而第四單元「動物實驗與生技產業」專家演講及校友分享，則有助於瞭解未來學界及業界工作，使學與用不脫節。

在整個教學改革過程中，授課教師的負擔明顯增加，因此，教學助理之配置是必要的，尤其是本課程的教學助理必須會操作動物實驗，門檻較高。同時，因為學生期待著未來修課能夠有更多實作的時數，亦會增加教師及教學助理的負擔，需要學校認同並增加相關的補助。

誌謝

本研究承蒙教育部教學實踐研究計畫補助（計畫編號：PAG1100123與PAG1110027），論文內容為計畫部分成果，特致謝忱。同時也感謝審查委員與編委會提供的寶貴建議，使本文更臻完善。

參考文獻

- 史美瑤（2014）。混成學習（Blended / Hybrid Learning）的挑戰與設計。評鑑雙月刊，**50**，34-36。
- 吳木崑（2009）。杜威經驗哲學對課程與教學之啟示。臺北市立教育大學學報，**40**，35-54。
- 陳志銘（2012）。圖書館學與資訊科學大辭典。漢美。
- 陳姿伶（2008）。混成學習：檢視現在、展望未來。游於藝電子報，89。http://epaper.hrd.gov.tw/89/EDM89-0501.htm
- 陳惠文（2006）。線上學習導入課堂教學之學習成效。網路社會學通訊期刊，56。https://www.nhu.edu.tw/~society/e-j/56/56-06.htm
- 劉秀瑛（2004）。從數位學習探討人力資源發展的可行性。就業安全半年刊，**2**，18-24。
- 劉曉君（2019）。實驗動物之國際發展趨勢。生物技術開發中心。https://www2.itis.org.tw/netreport/NetReport_Detail.aspx?rpno=567438375
- Boyle, T., Bradley, C., Chalk, P., Jones, R., & Pickard, P. (2003). Using blended learning to improve student success rates in learning to program. *Journal of Educational Media*, 28 (2-3), 165-178.
- Dipasquale, G., Poirier, A., Sprunger, Y., Uiterwijk, J. W. E., & Miralbell, R. (2018). Improving 3D-printing of megavoltage X-rays radiotherapy bolus with surface-scanner. *Radiation Oncology*, 13, 1-8.
- Nyberg, E. L., Farris, A. L., Hung, B. P., Dias, M., Garcia, J. R., Dorafshar, A. H., & Grayson, W. L. (2017). 3D-printing technologies for craniofacial rehabilitation, reconstruction, and regeneration. *Annals of biomedical engineering*, 45, 45-57.
- Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. J. P. M. (2019). An overview on 3D printing technology: Technological, materials, and applications. *Procedia Manufacturing*, 35, 1286-1296.
- Van Der Meer, W. J., Vissink, A., Ng, Y. L., & Gulabivala, K. (2016). 3D Computer aided treatment planning in endodontics. *Journal of Dentistry*, 45, 67-72.

Reforming the Teaching Process for the Course “Introduction to Experimental Animal Science”

Hui-Chun Ku*

Abstract

Animal experiments play a key role in medicine, biotechnology, and pharmaceuticals. Utilizing animal models to simulate human diseases is crucial for basic medical research. Because animal studies necessitate adherence to the 3R principles of replacement, reduction, and refinement, adequate training opportunities are scarce. This project aimed to reform the course “Introduction to Experimental Animal Science” by focusing on student-oriented pedagogical practices and developing innovative courses, teaching plans, and digital materials; in particular, 3D printing was used to design modules on animal experiments. In addition to conventional didactic instruction, multiple teaching modes were used for providing blended learning, such as digital learning, problem-based learning, practical skills, expert lectures, and alumni sharing sessions. The objective was to equip students not only with knowledge but also with skills for comprehensive thinking and practical problem-solving, particularly in animal experimentation, making students more competitive and aware of the relationships between biotechnology, industry, and medical research.

Keywords: experimental animal science, blended learning, developing innovative courses, digital materials, 3D printing modules



DOI : 10.6870/JTPRHE.202506_9(1).0004

Received: August 24, 2024; Modified: November 19, 2024; Accepted: December 2, 2024

* Hui-Chun Ku, Associate Professor, Institute of Life Science, Fu-Jen Catholic University, E-mail: 141655@mail.fju.edu