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：PMN1100612

學門專案分類/Division：醫護

執行期間/Funding Period：2021.08.01 - 2022.07.31

創新翻轉牙醫專業技能養成教育與學習歷程評量

Flipped the professional skills education and learning process evaluation in dentistry

(固定補綴學實驗/Fixed Prosthodontics Lab)

計畫主持人(Principal Investigator)：劉嘉民

協同主持人(Co-Principal Investigator)：許民勳、楊惠雯、陳怡孜

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：中山醫學大學牙醫系

成果報告公開日期：

■立即公開 □延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2022.09.01

創新翻轉牙醫專業技能養成教育與學習歷程評量

一. 本文 Content

1. 研究動機與目的

固定補綴學實驗是牙醫系四年級上、下學期的課程，上學期主要教導學生如何修形牙齒、印模、灌石膏模型、雕刻牙齒蠟型，最後再鑄造出一顆金屬假牙。牙齒修形技術是牙醫系學生重要的基本功夫，需要反覆的練習。傳統的教學方法是先在教室教導學生牙齒修形步驟、要領以及規則，並撥放示範影片。然後到固定補綴學實驗室，老師再實際操作給學生觀看，學生在裝有膠牙假人頭模型口內練習操作。

在教學多年及學生的回饋發現這種教學方式有許多可以改善的空間。首先是教師方面：1：口腔內操作空間狹小、學生人數眾多，所以學生在修形牙齒時，教師很難清楚且全程觀看，所以無法立即指正學生修形牙齒所犯的錯誤。通常都要學生發現有問題或者作品交出來時，才能告訴學生作品的問題所在。教師只知道學生修形後作品的結果，無法了解學生修形牙齒的步驟、選用的鑽針是否正確以及是否全程在口內操作。2：評分標準雖然有條列評分項目、評分比重，但只用目測及簡單工具評分，學生有時無法看出問題所在，甚至覺得評分不夠客觀。學生方面：1：牙齒修形某些步驟希望可以重複練習，但傳統膠牙費用高(一顆費用是 80 元)，重複練習費用太高。2：希望老師可以立即指正錯誤。3：希望有更客觀的方法評分。

Simodont 牙科訓練儀是一台 3D 模擬虛擬影像操作機器，可以模擬口腔內部牙齒狀況，操作修形虛擬牙齒時有真實觸感回饋、聲音。操作手感已接近真實牙齒。

3shpe 口掃機可以掃描呈現牙齒影像，是牙科臨床上輔助印模的機器，其分析軟體可以運用在輔助牙齒修形評分。

本研究想探討學生在實際操作傳統教牙修形前，先操作 Simodont 牙科訓練儀，是否能改善傳統在假人頭口內模型操作的問題？是否對學生修形技巧更有幫助？使用 3shape 口掃機掃描儲存影像、分析學生作品，能否使評分更為客觀？

2. 文獻探討

牙醫養成教育與其他學系最大差別在於牙醫養成教育中臨床技工實際操作能力佔極重要的一環，目的在於培養學生未來的臨床專業技能。優良的牙醫師除了專業知識外尚需要細膩的專業技能。熟捻的專業技能是牙醫學生必備的能力，有助於克服未來困難重重的訓練。目前各院校牙醫系對學生專業技能的學習評量方式都是老師以目視方式對學生技工作品作為評量，此評量方式仍有可進步空間，也為無法提供學生學習歷程中各面向的學習成效。要執行牙醫專業技能的學習歷程評量，需要數位化與適當的軟硬體設備。於 21 世紀初本系開啟台灣牙科模擬器數位化篇章，首先引進以色列製的 DentSim 牙科模擬器。伴隨著科技的進步，虛擬與仿真技術以跳躍式的大幅進步，且大量應用於各學門的輔助教學。

近年廣泛應用於國外牙醫系的 Simodont 虛擬牙科訓練儀本系亦於 2018 年率先引進，作為傳統模擬器的輔助教學工具。以病人為中心的學習目標對傳統牙科模擬器仍

是一大挑戰，因其無法提供真實的臨床狀況。因此國外各牙醫系廣泛應用 Simodont 虛擬牙科訓練儀做為臨床前專業技能學習的輔助教學工具，其提供學生進入臨床面對真實患者之前能有機會先演練臨床真實的狀況與處理過程。本計畫創新與翻轉思維擬將 Simodont 應用於翻轉傳統技能教學的課前操作練習工具，並作為學習歷程評量工具。Simodont 是否能反映學生真實的操作能力?該設備是否適宜做為牙科技能學習歷程的評量工具?

Manogue(2018)研究指出 Simodont 學習成效因新舊生間傳統模擬器使用經驗不同而具顯著差異，亦即 Simodont 能真實反映學生於傳統模擬器的學習經驗與成效，對於測量牙科技能表現具良好的潛力。相關主題的研究可能導致牙科教育實踐發生重大變化[1]。Moran(2020)更以 Simodont 內建的檢測參數作為傳統模擬器學習成效的評量工具，結果顯示傳統模擬器與 Simodont 的學習成效具顯著的相關性[2]。以 Simodont 為學習輔助工具的學生於臨床技能表現較佳[3,4,5]，其與傳統牙科模擬器結合使用比單一使用對口腔醫學學生臨床操作技能訓練更有效[5]，且學習成效評量於教師人工評量及 Simodont 數位評量間並無差異[4]。Simodont 虛擬環境所習得的技能能夠轉移至臨床環境[6]。科學、有效、合理地利用 Simodont 數位化虛擬仿真牙醫培訓系統，使其成為助推口腔實踐教學效果的實戰利器[7]。藉由 Simodont 教師得以檢核學生處理過程的決策歷程與臨床技能[8]。牙醫學生必須具備可接受程度的專業技能實力。大部分的牙齒處理都是不可逆的，所以要在患者身上習得這些獨特的技能是不被接受與許可的。虛擬模擬器可讓學生重複練習直到專業技能達到應有的程度，而不需讓患者置身任何危險因子中。Bridge(2017)報告指出亞洲、歐洲與大洋洲等地區或國家的牙醫系傾向將虛擬模擬器技術併入課程中，北美地區學 校則具較高比例的傳統課程，不同區域存在課程結構合理的差異[9]。綜觀國外近年對 Simodont 的研究顯示 Simodont 在牙科專業技能學習上具有諸多的優點，然而 81%學生認 為虛擬的 Simodont 訓練儀無法完全取代傳統的牙科模擬器[3]，雖然該設備於牙醫課程提供嶄新的臨床教學潛能，然而在將 Simodont 併入課程前相關問題應先予以嚴謹驗證並詳細規劃。

3. 研究問題

此研究是要改善教師和學生兩方面在教學與操作遇到的問題。

在學生方面：1.如何在較少經濟負擔下多操作練習，達到學習成果。2.學生在操作時老師可以立即發現操作錯誤，立即改善。3.用更客觀的評分標準。

教師方面：1.如何用更客觀的方式作成績的評量。2.如何用更明確的方式讓學生了解問題所在。3.如何了解學生整個牙齒修形過程，而不是只看到最終的成品。4.如何呈現學生學習歷程並使學生能自我學習。

4. 研究設計與方法

本研究探討學生在傳統修形膠牙模型前先做 Siomodont 牙科訓練儀學習，是否能提升學習成效及改善問題？

首先按照傳統教學方式，全班一起上課，介紹牙齒如何修形，評分標準及項目，最後再撥放示範影片(圖一)。接下來把全班 80 位同學分成兩組，A 組甲班在固定補綴學實驗室直接操作做傳統膠牙模型牙齒修行。實驗組 B 組乙班在傳統膠牙模型牙齒修

形前先到牙醫系數位牙科教室做 Siomodont 牙科訓練儀練習，之後再做傳統膠牙模型牙齒修形。等二組皆做完傳統膠牙模型牙齒修形後，做傳統膠牙模型牙齒修形考試(2021/11/11 前測)。之後對照組甲班再做 Siomodont 牙科訓練儀練習，這樣兩組皆有做到 Siomodont 牙科訓練儀練習。最後再做一次傳統膠牙模型牙齒修形考試(2022/1/6 後測)，分析結果。所有考試膠牙模型皆用 3shpe 口掃機掃描存檔，並用軟體分析。



（圖一）課程流程圖

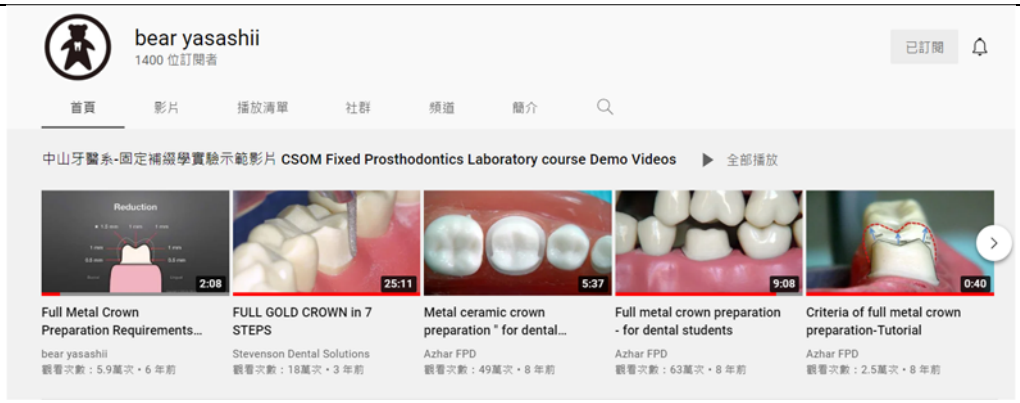
5. 教學暨研究成果

(1) 教學過程與評量方法

在教室全班一起上課，介紹牙齒如何修形，評分標準及項目(圖二)，最後再撥放示範影片(圖三)。固定補綴學實驗課有製作教學示範影片，存放在 bear yasashii youtube 頻道。



（圖二）評分標準與項目



（圖三）固定補綴學操作示範影片

接下來把全班 80 位同學分成兩組，A 組甲班在固定補綴實驗室做傳統膠牙模型牙齒修形(圖四)(圖五)。實驗組 B 組乙班在傳統膠牙模型牙齒修形前先在數位牙醫教室做 Simodont 牙科訓練儀練習(圖六)(圖七)(圖八)。第一節課操作 Simodont 牙科訓練儀練習前先觀看 Simodont 牙科訓練儀教學影片，並分別練習咬合面降低、邊緣修形以及牙齒臨接面修形共 30 分鐘。第二節課練習整顆牙齒的修形共 30 分鐘。第三、四節課再做傳統膠牙模型牙齒修形。等二組皆做完傳統膠牙模型牙齒修形後，做傳統膠牙模型牙齒修形考試(前測)。所有學生作品皆用 3shape 口掃機掃描存檔，利用分析軟體協助評分。評分由劉嘉民老師和許民勳老師依據全國牙醫系學生臨床模擬操作競賽評分標準稍作調整評分(表一)。之後對照組甲班再做 Siomodont 牙科訓練儀練習，這樣兩組皆有做到 Siomodont 牙科訓練儀練習。最後在學期末再做一次傳統膠牙模型牙齒修形考試(後測)。由劉嘉民老師和許民勳老師擔任評分。並用 3shape 口掃機掃描作品、存檔並輔助分析結果(圖九)。學期末再填寫學習問卷表單。



（圖四）膠牙模型牙齒修形



（圖五）固定補綴學實驗室



（圖六）數位牙醫教室操作 Simodont 牙科訓練儀



（圖七）Simodont 牙科訓練儀操作



(圖八)操作觀看時影像



（圖九）3shape ㄖ掃機

評分標準
1. 整體外觀　20%
2. 咬合面齒質修磨量多寡　20%
3. 固位性與固持性　20%
4. 邊緣清晰性與連續性　20%
5. 支台齒倒凹量多寡 10%
6. 鄰牙之完整性　10%

(表一)評分標準

(2)　數位設備輔助評分

傳統是依據老師目測打分數，有時不同老師目測經驗和檢查模型時角度不同，所以成績有時會有落差。數位設備正好可以輔助這方面的問題。下頜第一大臼齒金屬牙冠的修磨評分標準有:1. 整體外觀。2. 咬合面齒質修磨量多寡。3. 固位性與固持性。4. 邊緣清晰性與連續性。5 支台齒倒凹量多寡。6. 鄰牙之完整性(表一)。這些都可以使用數位設備輔助評量。

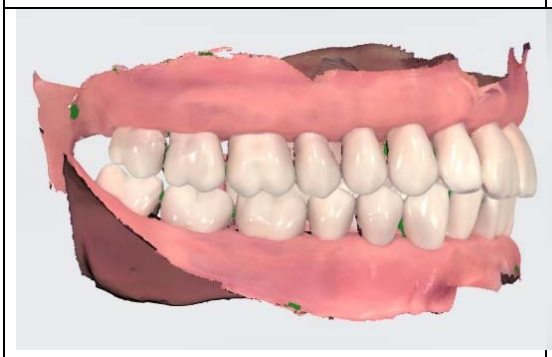
A. 咬合面齒質修磨量多寡:在咬合面修型標準是 functional cusp 降 1.5mm，non functional cusp 及 groove 降 1 mm。以往只能把上下頷對咬用目視看對咬牙之間的空間來評量修磨多寡（圖十），或輔助工具來測量齒質修磨量(圖十一)。而利用數位化輔助評分，可以用影像很明確地告訴學生哪個位置修磨過多，哪個位置修磨太少。在還沒修行之前上下顎牙齒咬合是接觸的(圖十二)，用軟體分析可以清楚知道咬合狀況(圖十三) 。圖十四對咬修磨量不足，但無法很明確告訴學生確實位置。以數位分析則可以精準地讓學生了解(圖十五)。(圖十六)是空間距離對照表。



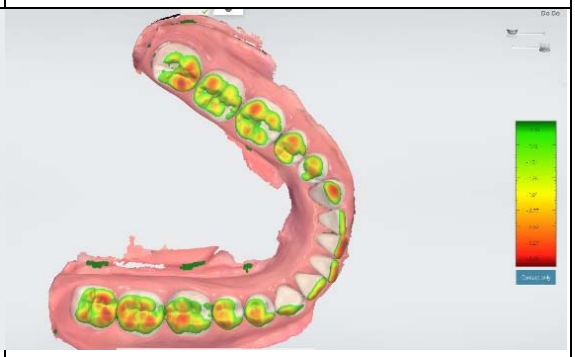
(圖十)目視檢查咬合面修磨高度



(圖十一)輔助工具檢查咬合面修磨量



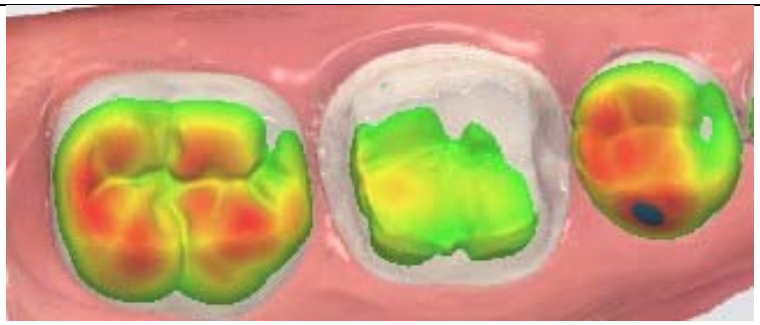
(圖十二)未修磨前咬合狀態



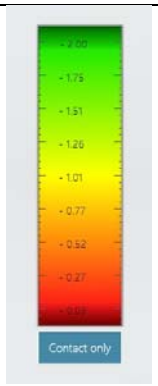
(圖十三)軟體分析咬點



(圖十四)遠心頰側咬頭修磨量不足



(圖十五)軟體分析遠心頰側咬頭修磨不足

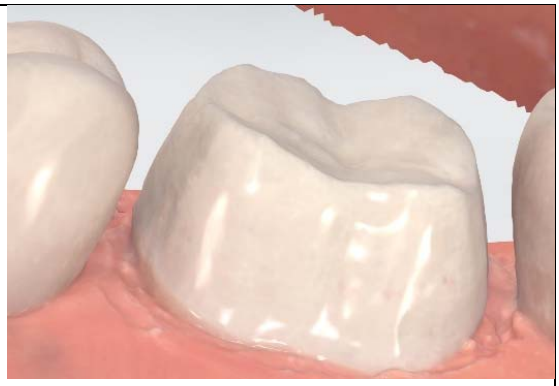


(圖十六)距離對照表

B. 邊緣正確、清楚與連續性:使用數位分析可以放大影像，使我更清楚判斷邊緣正確、清楚與連續性（圖十七）。經由放大可知邊緣修形不足(圖十八)。



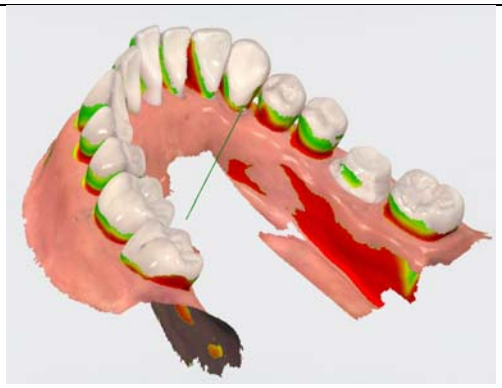
圖十七 檢查邊緣連續性



圖十八 邊緣修形未完成

C. 支台齒倒凹量多寡判斷：以目視判斷倒凹，因目測者觀看角度不同，有時會有誤差。以數位分析較為精準。(圖十九)為以數位分析判斷出有倒凹的區域。

D. 鄰牙之完整性：由影像可以清楚判斷鄰接牙被修形破壞(圖二十)



(圖十九)以軟體分析倒凹位置，綠色是有倒凹位置。



(圖二十)修磨到鄰接牙

(3) 教學成果

甲班學生是傳統教學方式，講解操作方法及評分標準後就在假人頭膠牙模型上做牙齒修形練習，一開始沒有用 Simodont 牙科訓練儀器訓練。而經過 Simodont 牙科訓練儀器訓練後，其前後測作品分數，由統計學分析(Wilcoxon signed rank test)可知，甲班(表二)在整體外觀、咬合面齒質修磨量多寡、固位性與固持性、邊緣清晰性與連續性、鄰牙之完整性以及總分都有顯著的進步。乙班(表三)先做 Simodont 牙科訓練儀器訓練，在做傳統假人頭膠牙模型上做牙齒修形練習，所以差異比較不明顯，但在鄰牙之完整性還是有顯著的進步。

由此可知，在傳統假人頭膠牙模型上做牙齒修形練習之前，先給予學生做 Simodont 牙科訓練儀器練習，對於學生的練習成果是有幫助的。

學生經由這種訓練模式參加全國牙醫學系臨床模擬操作競賽獲得個人組第二名及團體組第二名(附件一)。

甲班

	前測		後測		前後比較
項目	Mean	SD	Mean	SD	p-value
整體外觀	14.45	2.56	15.22	1.5	<0.05
咬合面齒質修磨量	15.78	2.67	17.14	1.27	<0.05
固位性與固持性	15.56	2.5	16.56	1.58	<0.05
邊緣清晰性連續性	13.87	3.27	15.21	2.31	<0.05
支台齒倒凹量	9.12	1.64	9.6	0.8	>0.05
鄰牙之完整性	8.53	2.56	9.63	1.31	<0.05
總分	76.9	10.22	83.43	4.98	<0.05

(表二)

	乙班				
	前測		後測		前後比較
項目	Mean	SD	Mean	SD	p-value
整體外觀	15.41	2.22	15.74	2.22	>0.05
咬合面齒質修磨量	15.68	2.12	15.76	2.07	>0.05
固位性與固持性	15.66	2.65	16.12	2.07	>0.05
邊緣清晰性連續性	15.12	2.53	15	2.75	>0.05
支台齒倒凹量	9.43	1.69	9.84	0.53	>0.05
鄰牙之完整性	9.1	2.25	10	0	<0.05
總分	80.23	9.85	82.43	7.73	>0.05

（表三）

(4) 教師教學反思

數位化機器輔助教學，可以讓教師了解學生操作步驟和學生的思考模式，而不是只是最後呈現的作品。傳統教學一次只能觀看一位學生操作，但結合simodont 牙科訓練儀和電腦螢幕，教師可以同時觀看多位學生同時操作(圖二十一)，如果有操作問題，可以立即教導改正。這可以提升教學品質，成為優質的牙醫學課程。

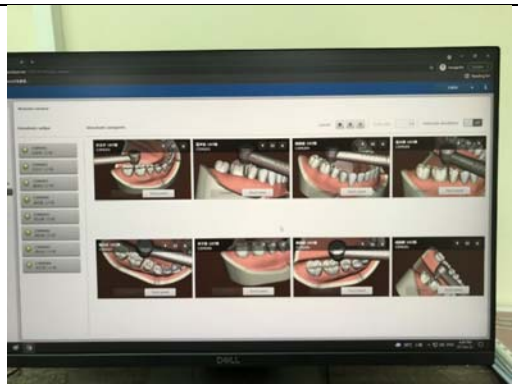
數位化機器輔助教學，學生可以一個步驟重複練習，練習過程也不會產出任何廢棄物，也不需要購買任何耗材，這可降低因貧富差距所導致的學習落差。傳統修形膠牙費用昂貴，不能重複使用，學生有時因費用關係捨不得練習。數位機器學生可以反覆練習，使操作技能更為精進。

學生減少膠牙的使用，也減少膠牙製作所耗費的能源及材料。這可以節能減碳，對地球永續發展盡一份力量，也讓中山牙醫學系朝綠色環保醫療目標前進。

數位化儀器輔助評分，可以使評分更為公正。數位化儀器使教師了解目視評分的不足與盲點，且不同教師的目視結果有時會有落差。也使學生對於作品評量覺得更公正。數位化機器分析作品，可以藉由分析結果，讓學生自我學習(圖二十二)，並增加學習熱忱。

因為新冠肺炎疫情使教學受影響，然而數位化機器讓我們可以分流上課。一半學生先以傳統操作方式上課，另一半學生可以使用數位化機器操作上課，達到分流上課的效果。

數位化口掃機儲存影像，可以保存學生作品，製作學生的學習歷程，了解學生學習成效(圖二十三)，永久保存於學校資料庫，教師也可以做教學研究運用。



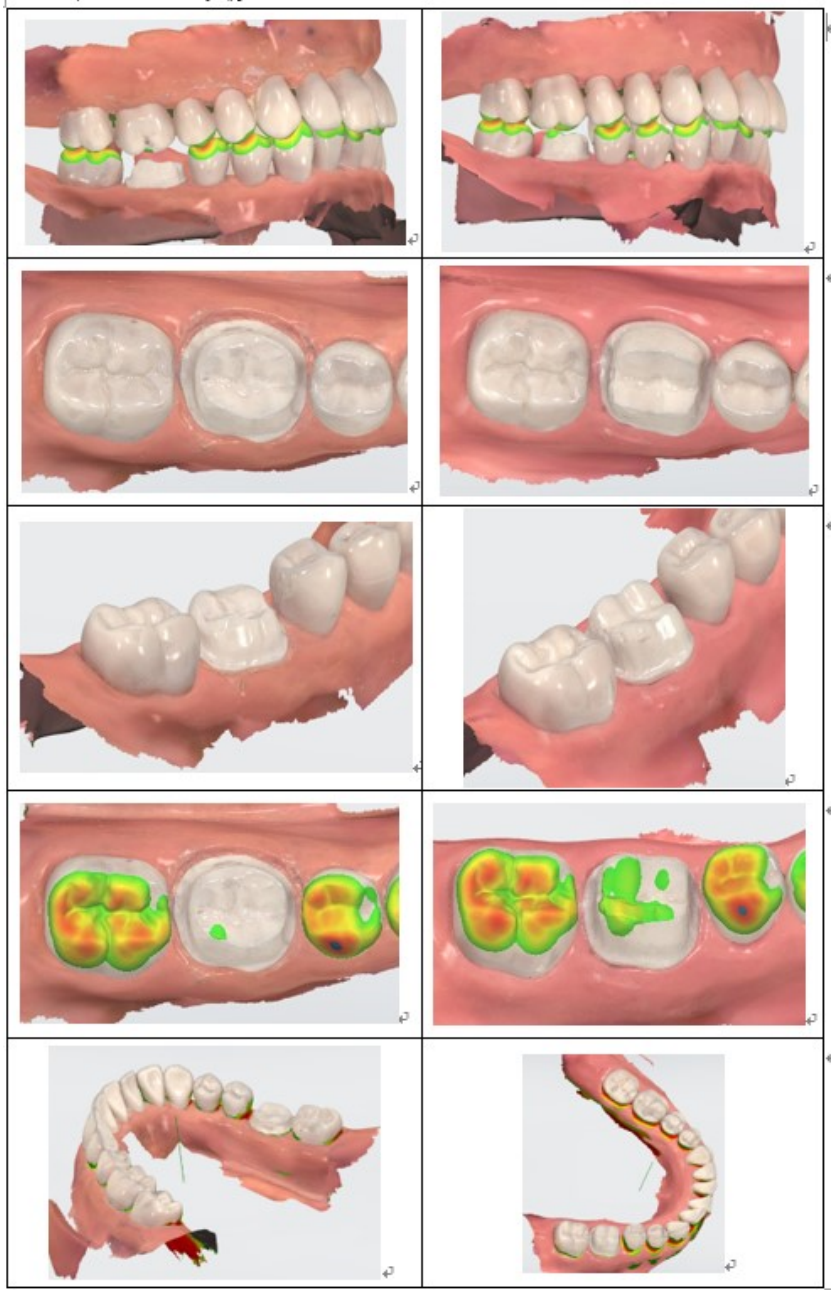
(圖二十一)透過螢幕可同時觀看八位同學操作



(圖二十二)學生自己分析作品，進而修正，達到自我學習目標。

學習歷程(固定補綴學實驗)

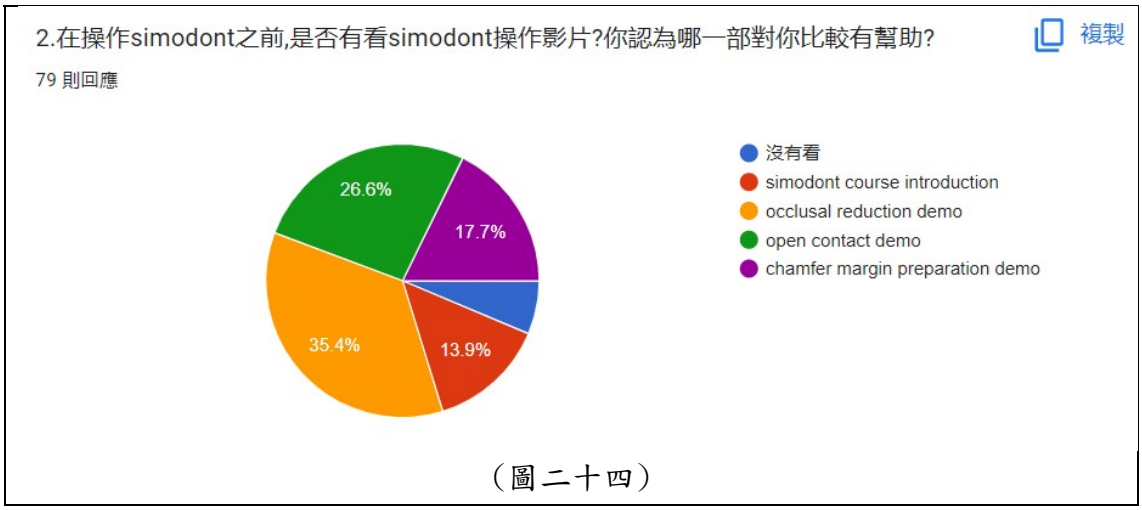
姓名:張X文　　學號:0730001



(圖二十三)學習歷程，了解學生前後測作品差異。

(5) 學生學習回饋

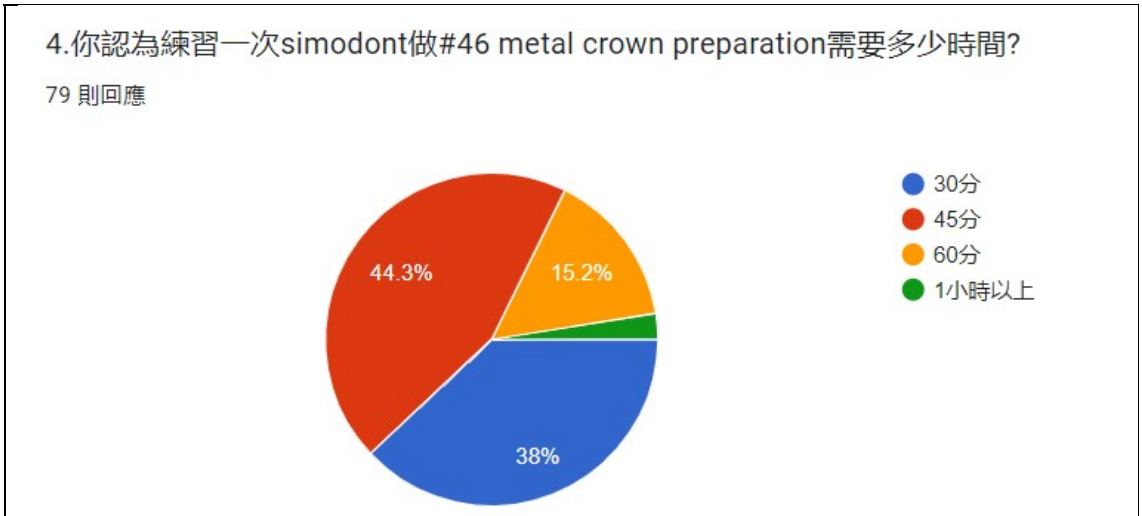
學期結束前有作學生學習問卷，問卷以 Google 表單方式呈現。了解學生學習狀況與需求，做為未來教學改進方向。學生八十位，有效問卷有七十九份。在操作 simodont 牙科訓練儀器之前我們有製作四部影片，教導學生如何使用 simodont 牙科訓練儀器及牙齒修形的技巧，分別為如何修形咬合面、如何修形牙齒邊緣以及如何修形二顆牙齒交界鄰接處。這些是之前作問卷學生最常問的問題。學生回饋是認為如何修形咬合面及如何修形二顆牙齒交界處最有幫助(圖二十四)



(圖二十四)

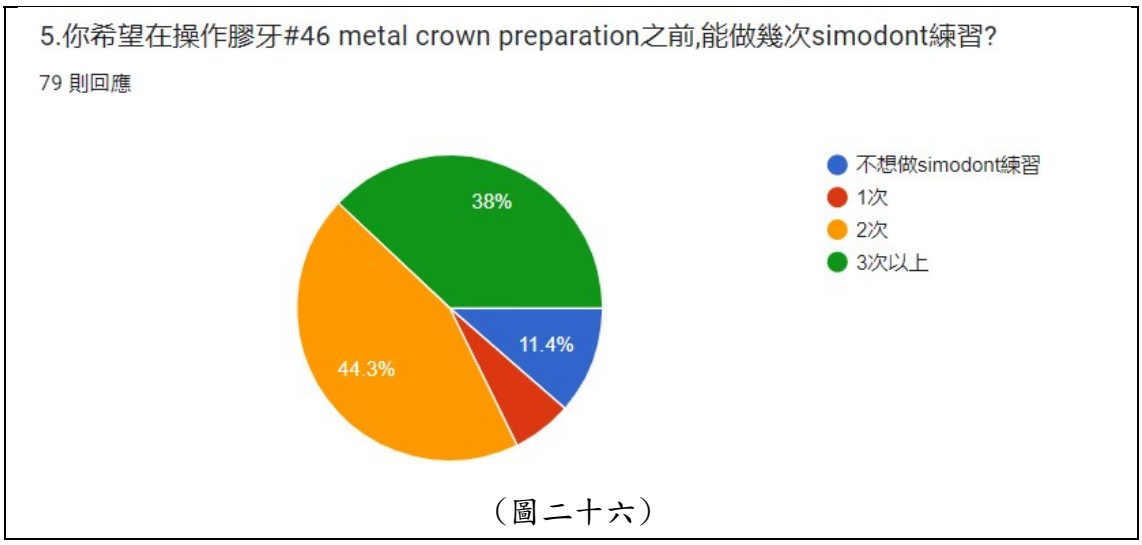
為了瞭解學生還需要老師要拍攝示範什麼影片？學生的回饋有口鏡的操作使用、座姿、牙齒修形時各種鑽針研磨角度。

為了瞭解學生練習修形一顆牙齒所需要的時間？學生的回饋是 45 分鐘和 30 分鐘為大多數(圖二十五)，而我們這次讓學生練習的時間為一次 30 分鐘。



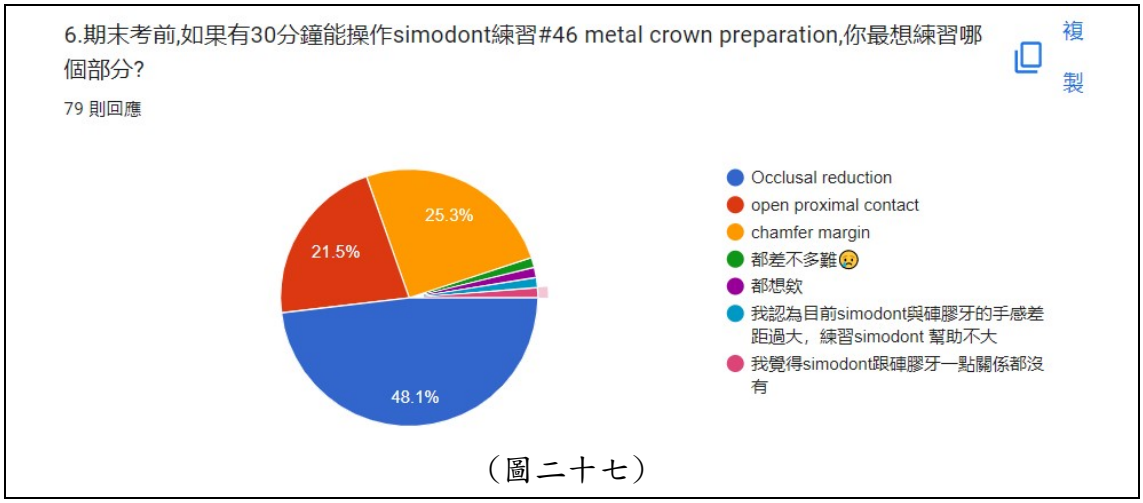
(圖二十五)

想了解學生覺得在修形傳統膠牙練習之前，操作幾次 simodont 牙科訓練儀器對他們有幫助？大部分學生回饋為 2-3 次(圖二十六)。這次讓學生練習 2 次。



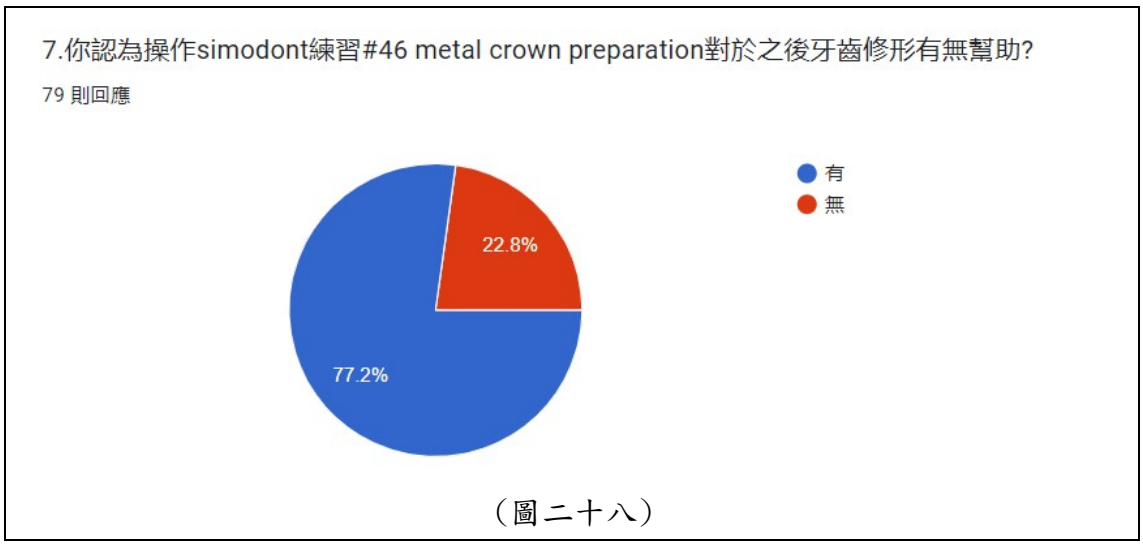
（圖二十六）

因為 simodont 牙科訓練儀器可以重複練習修形技巧，想了解學生最想練習是什麼技巧？學生的回饋主要是咬合面的修形(圖二十七)。



（圖二十七）

有將近百分之八十的學生認為在修形傳統膠牙練習之前，操作 simodont 牙科訓練儀器對他們有幫助(圖二十八)。



（圖二十八）

最後是學生對於操作 simodont 牙科訓練儀器的整體回饋：有幾位學生覺

得 simodont 牙科訓練儀器的牙齒修形時感覺比較軟、有學生認為可以牙三就開始練習、有學生認為技巧還沒熟練之前先用 simodont 牙科訓練儀器練習可以減少膠牙的使用量、希望老師可以教導操作姿勢、因為分兩組操作，有學生希望先操作 simodont 牙科訓練儀器再操作傳統假人頭牙模牙齒修形，而不是操作完傳統假人頭牙模牙齒修形再操作 simodont 牙科訓練儀器。

6. 建議與省思

在傳統的教學操作模式下導入數位牙科來增進學習成效和學生自主學習是可行的方向，數位牙科模式也減少耗材的使用，減少資源的耗損。利用數位牙科機器也可保存學生作品，製作學習歷程，了解學習成效，並成為教學教材的資料庫。

未來全國牙醫學系如果要實施臨床操作技能國家考試，運用數位牙科儀器來協助評分以及保存考試作品，可以使考試評分更公正、客觀。

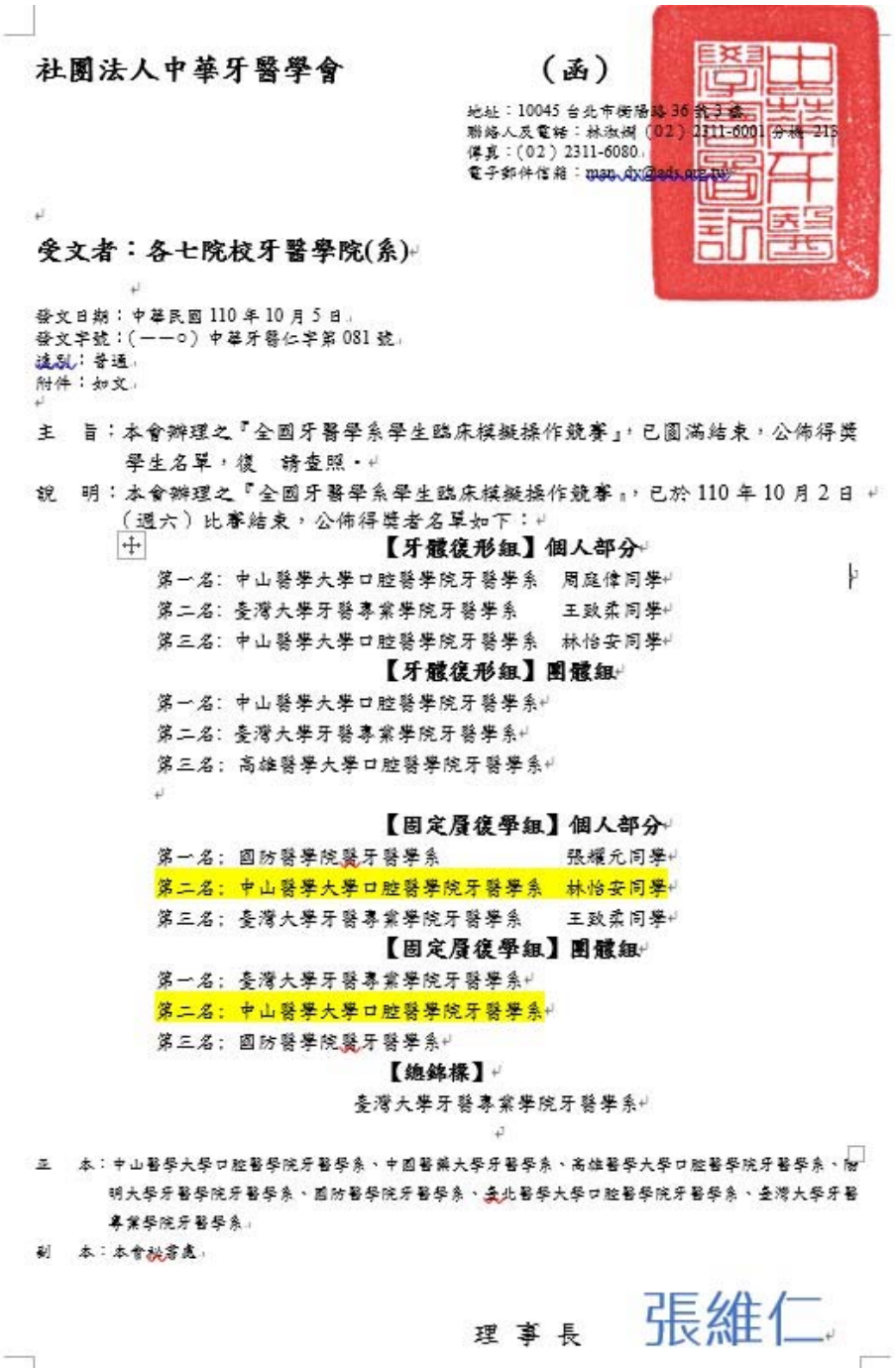
傳統操作模式或數位牙科模式經由不斷練習都可以精進操作技能，但畢竟都還是機器不是真的病人，所以在教導學生操作技巧時，同時也要灌輸醫學倫理、病人感受及看診姿勢，使課程更為完善。

二. 參考文獻 References

1. Mirghani I, Mushtaq F, Allsop MJ, Al-Saud LM, Tickhill N, Potter C, Keeling A, Mon-Williams MA and Manogue M. Capturing differences in dental training using a virtual reality Simulator. Eur J Dent Educ 2018;22:67-71.
2. Aliaga I, Pedrera-Canal M, Vera V, Martín SR, Barbero EG, Leal-Hernández O and Moran JM. Preclinical assessment methodology using a dental simulator during dental students' first and third years. J Oral Sci 2020;62:119-121.
3. Zafar S, Lai Y, Sexton C and Siddiqi A. Virtual Reality as a novel educational tool in pre-clinical paediatric dentistry training: Students' perceptions. Int J Paediatr Dent 2020;00:1-7.
4. Murbay S, Chang JWW, Yeung S and Neelakantan P. Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course. Eur J Dent Educ 2020;24:5-16.
5. 贾又菱, 楊春, 黃丹, 羅维青, 錢石兵, 岳政, 陳西雲, 楊禾豐. Simodont 虛擬教學系统 及口腔仿真頭模在臨床技能培訓中的應用.全科口腔醫學電子雜誌 2019;7
6. Bakker D, Lagerweij M, Wesselink PR and Vervoorn JM. Transfer of manual dexterity skills acquired on the Simodont, a dental haptic trainer with a virtual environment, to reality. A pilot study. Bio-Algorithms and Med-systems 2010;6:21-24.
7. 左艷萍, 唐成芳, 崔曉明. Simodont 數字化虛擬仿真牙醫培訓系统在口腔醫學實驗教学中的應用思考. 亞太教育 2019;3.
8. Serrano CM, Wesselink PR and Vervoorn JM. First experiences with patient-

centered training in virtual reality. J Dent Educ. 2020;84:607-614.
9. Perry S, Burrow MF, Leung WK and Bridges SM. Simulation and curriculum design: a global survey in dental education. Aust Dent J 2017;62:453-463.

三. 附件 Appendix



社團法人中華牙醫學會　　（函）

地址：10045 台北市衡陽路 36 [illegible]
聯絡人及電話：林淑娟（02）2311-6001 分機 218
傳真：（02）2311-6080
電子郵件信箱：man.dx@ads.org.tw

受文者：各七院校牙醫學院(系)

發文日期：中華民國 110 年 10 月 5 日
發文字號：（一一〇）中華牙醫仁字第 081 號
速別：普通
附件：如文

主　旨：本會辦理之『全國牙醫學系學生臨床模擬操作競賽』，已圓滿結束，公佈得獎學生名單，復　請查照。

說　明：本會辦理之『全國牙醫學系學生臨床模擬操作競賽』，已於 110 年 10 月 2 日（週六）比賽結束，公佈得獎者名單如下：

【牙體復形組】個人部分
第一名：中山醫學大學口腔醫學院牙醫學系　周庭偉同學
第二名：臺灣大學牙醫專業學院牙醫學系　王致柔同學
第三名：中山醫學大學口腔醫學院牙醫學系　林怡安同學

【牙體復形組】團體組
第一名：中山醫學大學口腔醫學院牙醫學系
第二名：臺灣大學牙醫專業學院牙醫學系
第三名：高雄醫學大學口腔醫學院牙醫學系

【固定屬復學組】個人部分
第一名：國防醫學院醫牙醫學系　張耀元同學
第二名：中山醫學大學口腔醫學院牙醫學系　林怡安同學
第三名：臺灣大學牙醫專業學院牙醫學系　王致柔同學

【固定屬復學組】團體組
第一名：臺灣大學牙醫專業學院牙醫學系
第二名：中山醫學大學口腔醫學院牙醫學系
第三名：國防醫學院醫牙醫學系

【總錦標】
臺灣大學牙醫專業學院牙醫學系

正　本：中山醫學大學口腔醫學院牙醫學系、中國醫藥大學牙醫學系、高雄醫學大學口腔醫學院牙醫學系、陽明大學牙醫學院牙醫學系、國防醫學院牙醫學系、臺北醫學大學口腔醫學院牙醫學系、臺灣大學牙醫專業學院牙醫學系
副　本：本會祕書處

理事長　張維仁

附件一　學生參加全國牙醫學系學生臨床模擬操作競賽獲獎