

## 2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

大專/社會組 科學文章表單

文章題目： 仿生腦模擬器應用於腦神經外科臨床手術教育訓練

摘要：近年來，隨著科技蓬勃發展，在生醫科技與臨床檢驗的領域上有著重大的發展，但是在基礎訓練新進醫師的訓練器材卻鮮少有技術上的突破，而外科醫師必須一直面臨著須對人體的複雜結構進行手術的任務。這也使得往往需要耗費大量的時間及精力在訓練出一位神經外科醫師。

早期的醫師在進行手術時，不外乎就是手中拿著書，根據書上所寫的手術過程一步步地進行，而唯一的訓練方式也是在實際的手術過程中學習。隨著時代的演進，無訓練手術的器材這項問題也漸漸的被重視。也因此大體老師也就出現了，而隨著科技的發展，AR、VR、3D 列印等等技術也被當作手術訓練的設備[1]。

而這些手術訓練方法也都有其自身的優點和侷限性，由於發現到了實習醫師的訓練方式需要非常急迫的改良，我們也因此而開始進行了 3D 列印技術的研究和著手模擬出腦部各部分應有的觸感及構造，使實習醫師們在學習手術的過程中有更好的訓練方式。

文章內容：

在經過許多文獻探討後發現了現今的「科技輔具」的幾種訓練方式各自的優缺，像是大體老師的訓練方式雖然說非常真實、手部的回饋感也非常充足，但是大體老師的保存方式卻非常不易，且以冷凍處理無法呈現出一般人血液流動、心臟跳動等的真實性，也只能夠給一位實習醫師作為代表來訓練而其他位醫師卻只能在一旁觀摩，而且隨著疫情日漸嚴重大體老師的取得也越來越困難，若大體老師仍帶有病毒，可能會造成醫生在練習時的染疫風險，這也使得大體老師成為了醫療教學器材經費的一項負擔 [2-3]。

使用 VR 雖然可以完美的模擬出真實人體的構造，雖然可以完美的模擬出真實人體的構造，各個部位的區別也有註解和顏色差異可以清楚知道其相對位置 [3-5]，然而手部的回饋感卻幾乎等於零，在訓練的過程也過於順利而無法展現出真實開刀時會遇到的情形，往往會有訓練時和真實開刀時的感覺落差過大。3D 列印也因使用材料的限制，只能用來作為觀察模型並無法作為實際開刀訓練。

而本團隊便致力於開發不同的頭顱內各項器官的模擬器研發

### 一、大腦製作流程

1. 在製作的過程中我們和三軍總醫院取得一位年紀約 40 歲的男性頭骨，便將其做 CT(電腦斷層掃描)建模至 3D 繪圖檔上進行修改，圖 1-1 為將其檔案傳送至 Meshmixer 進行修改，修改完畢後將其檔案傳送至 3D 列印機台並將其列印，列印出的成品如圖 1-

2

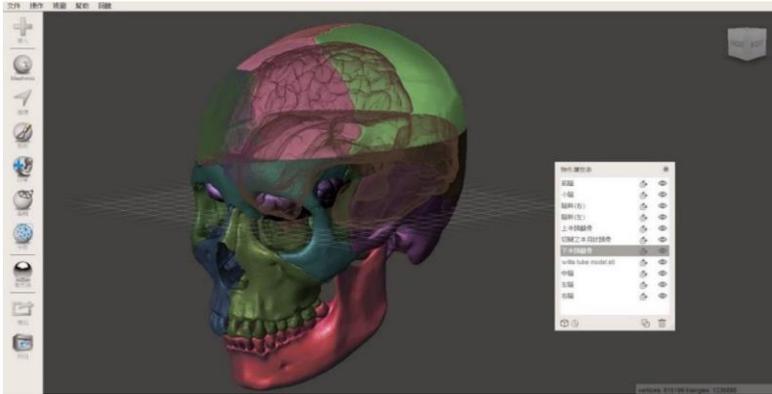


圖 1-1



圖 1-2

之後使用圖 1-2 中列印出的成品來進行二次翻模，且將大腦的各個部位如：前腦、中腦 ... 個別翻模，然而翻模出來的成品如圖 1-3 會將各個部位分別進行翻模是因為方便之後將大腦中的腦室、腦幹放入，且如有哪些地方在灌模時有些小缺陷則可以將該部分重新灌模即可，不需要將整個大腦重新灌模一次。



圖 1-3 二次翻模出的矽膠模具

而之後並加入由本團隊所研發出以果凍蠟為基底的材料來進行灌模，等待所有部位皆凝固後便將其脫模並組裝，即可得到如圖 1-4 之成品

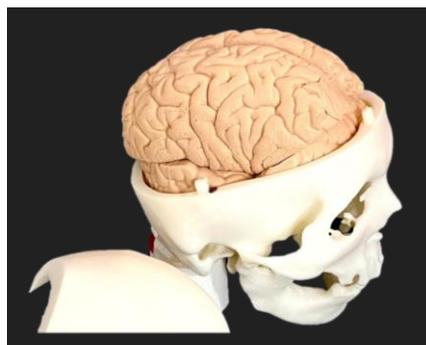


圖 1-4 組裝之成品

## 二、腦室模擬器製造

人體的腦室是一具有中空腔室的器官，其中也具有腦脊髓液充滿這其中，而腦室也因為在大腦的正中間而無法以直接觀看來進行腦室引流，因此是一個非常需要有練習器具來進行練習的一項手術，為使腦室模擬器更加逼真，本研究調整了澆鑄系統，因為需要將腦室設計為中空腔室，因此必須研發出一套具有上下模具的澆鑄系統，當上下模具中的模型皆以凝固後即取出並使用與先前所提及之大腦相同成分的材料進行黏合，圖 2-1 為製造流程圖



圖 2-1

## 三、腦膜模擬器製造

人體的腦膜是具有多層的結構相互組成的，由外到內分別為最外層的硬腦膜，中間的蛛網膜及最內層的軟腦膜組成，而當中的硬腦膜是一層強韌、不具彈性的薄膜，緊貼於顱骨下方，也是保護大腦的最重要的一層結構，而真實腦膜的厚度大約是在 0.6mm 左右且在頭骨內部、大腦外部、圖 3-1 為人類大腦剖面圖[4]，而在與神經外科實習醫師合作的過程中也得知腦膜是具有薄、韌、可縫紉等特性，因此本團隊也將朝此方向進行研發

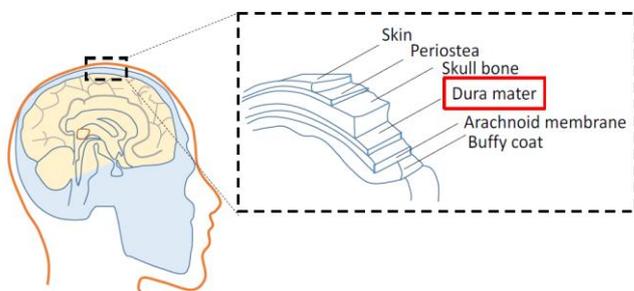


圖 3-1



圖 3-2 白色部分為真實腦膜

藉由文獻蒐集大量的腦膜材質性能數據，以及專業腦神經外科醫師的經驗與建議，利用矽膠的特質搭配其他添加物模擬出真實腦膜的觸感以及該有的彈性，且在矽膠薄膜中加入一支撐材料模擬其堅韌的特性使醫生能順利進行腦膜縫合練習。

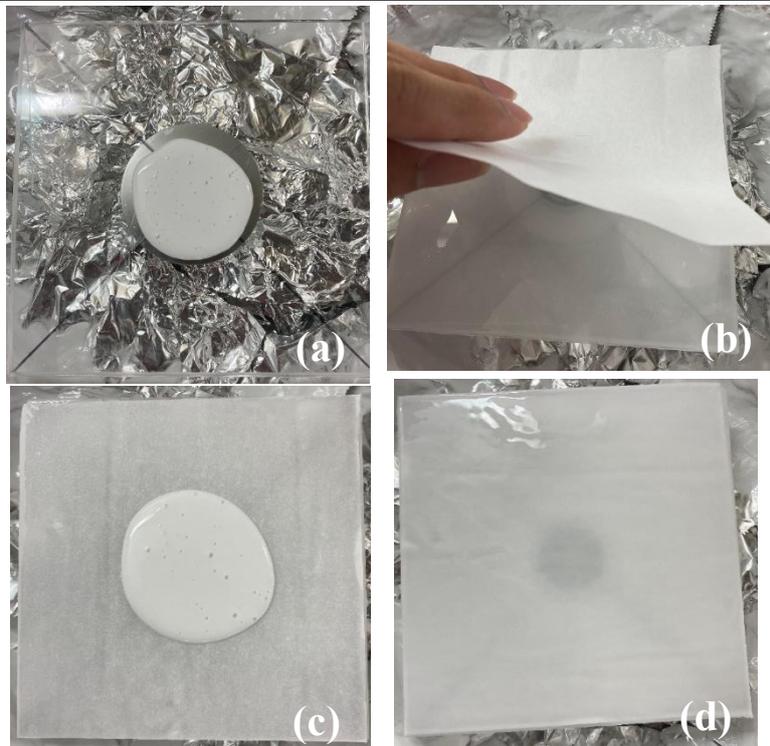


圖 3-3 腦膜模擬器製作流程

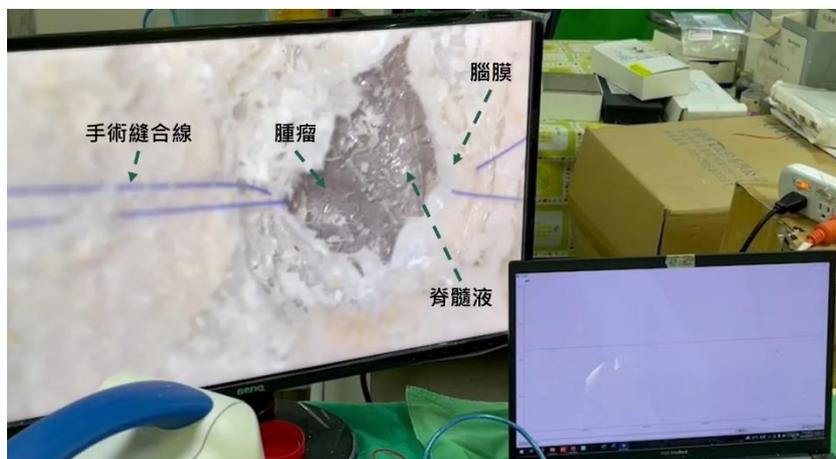


圖 3-4 腦膜模擬器請醫師實際操作過程

#### 四、結語

首先真的非常感謝指導教授陳品銓教授和劉偉修醫師，很感謝教授級醫師在進行實驗及研究實不停給予方向及支持，且非常重視我們的想法，使我們在製作專題時都能充分表達自己的意見且在預期的時間內完成我們的專題。

在未來我也希望能夠繼續往不同方向的腦部位進行模擬，並搭配先前所製作出的所有成果進而打造出一個更逼近人腦的手術訓練模擬器，並使神經外科醫師在練習手術訓練方面器材能夠更加進步使其手術技術更加成熟，病患也能更加的有信心。

## 參考資料

- [1] Ghajar, J. (2000). Traumatic brain injury. *The Lancet*, 356(9233), 923-92
- [2] Chamelian, L., & Feinstein, A. (2004). Outcome after mild to moderate traumatic brain injury: the role of dizziness. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(10), 1662-1666.
- [3] Young, RJ, & Destian, S. (2002)。外傷性顱內出血的影像學表現。神經影像學診所，12(2)·189-204。
- [4] Delorme, S., et al., NeuroTouch: a physics-based virtual simulator for cranial microneurosurgery training. *Operative Neurosurgery*, 2012. 71(suppl\_1): p. ons32-ons42.
- [5] Moreno-Ger, P., et al., Application of a low-cost web-based simulation to improve students' practical skills in medical education. *International journal of medical informatics*, 2010. 79(6): p. 459-467.

## 註：

1. 未使用本競賽官網提供「科學文章表單」格式投稿，將不予審查。
2. 字數沒按照本競賽官網規定之限 500 字~1,500 字，將不予審查。  
PS.摘要、參考資料與圖表說明文字不計入。
3. 建議格式如下：
  - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
  - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
  - 字體行距，以固定行高 20 點為原則
  - 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖