

# 臺北榮總 3D 列印中心

臺北榮總 3D 列印中心

洪友誠治療師、黃璫瑩治療師、王德瀚助理、俞文展助理

臺北榮總東院區致德樓旁，身障重建中心一樓，抬頭「臺北榮總 3D 列印技術發展暨資源整合中心」字樣映入眼簾。此時，右手邊是一大片輔具展示櫥窗，而左邊，就是本院 3D 列印中心的所在地！

中心門後，數臺 3D 列印機正將特殊的塑料以高溫熔化，將噴頭移動至特定的位置，再將塑料擠出。塑料被擠出後，馬上因冷卻而再次固化，堆疊在先前固化的塑料之上，緩緩地，一個實體模型逐漸成形。這就是 3D 列印機的工作原理——根據電腦中準備好的 3D 模型，將熔化的塑料一層一層地堆疊起來，最後將電腦裡的 3D 模型建構出來。這種製造技術又被稱為積層製造(Additive Manufacturing)，與傳統上以切削一整塊原料為主的製作方式(Subtractive Manufacturing)不同。事實上，3D 列印領域中有各種成型技術，在成本、速度、使用材質上各異。例如，上述的技術稱為熔融沉積成型(Fused Deposition Modeling, FDM)，是較常見且平價的技術；本中心也有光固化(Stereolithography, SLA) 3D 列印機，可以製造出較精細，甚至是可列印出具有生物相容性的模型；其他還有選擇性雷射燒結(Selective Laser Sintering, SLS)、選擇性雷射熔化(Selective Laser Melting, SLM)等技術，甚至可做金屬列印，但因機器目前還是太過昂貴，本中心現階段尚未採用。

電話響起，另一頭的醫師詢問能否幫忙重建 3D 影像，這次是頭骨。首先，與醫師確認病例號與頭骨的範圍，再連上 PACS 中 3D 列印專用的伺服器，確認 CT 或 MR 的切層厚度是否足夠細緻[註：一般來說，切層厚度小於 1mm 才能做出較令人滿意的模型，否則模型的層紋會很明顯。]接著，以醫學影像重建軟體，根據影像灰階值自動抓取，或由研究人員手動圈選，建出頭骨的電腦 3D 模型。待醫師確認模型沒有問題後，就轉換成 3D 列印機可讀的格式，列印出與該病患頭骨影像相同的模型供醫師使用。這些模型通常被用在協助術前規劃、模擬手術或增進醫病溝通等。

頭骨模型才剛開始印，又有本院同仁來敲門，討論新式輔具的可能性。了解病患的需求與臨床使用情境後，若該輔具無需貼合病患體表，就直接以電腦輔助設計(Computer Aid Design, CAD)軟體繪製出初步的模型；若需要與病人體表貼合，則可使用體表掃描器(3D surface scanner)取得體表影像[註：利用光線反射之時間差反推感測器與目標間的距離，解析度可到 1mm。]，再以 3D 模型後處理軟體在其上繪製輔具。一般而言，設計新器具常會需要多次修改，如果可行，可嘗試在電腦設計軟體上修改，以避免列印出實體模型後才發現不符合需求，這就是 3D 列印的優勢，無需投入大量的資源來開模。而且，若有設計變更時，可只修改電腦中的模型，因而有機會降低新式輔具開發的時間與相關成本。

隔天，醫師來電關心頭骨模型列印情況，不好意思，還要稍等。雖然 3D 列印早期發展是為了「快速成形」(Rapid Prototyping)但實際看過 3D 列印機列印的過程之後，真的很難把眼前的景象跟「快速」聯想在一起[註：比起傳統的開模製造，也許可說是快速]。舉個例，一顆完整頭骨，可能需要連續列印 3 ~ 4 天，為了讓術前規劃時間更充裕，常建議醫師將此次手術不需要參考的部位刪除，盡量把模型列印時間壓縮在兩天左右。再則，列印的速度與模型解析度、列印材料、模型密度、模型本身大小等多個因素有關，通常要取得待印模型的 3D 檔，用專門的軟體分析才能得到較準確的時間。此外，列印過程中常會產生許多額外的「支撐」，列印完畢後由本中心人員手動拆除，其費時視支撐的複雜度而定，從數分鐘至半天都有可能。

第三天早上，頭骨模型列印完畢，通知醫師的研究助理前來領取模型。助理拿到模型後，好奇這輕巧且硬的質地是什麼材料，為什麼選擇這種材料列印。若無特殊需求，目前本中心最常使用之列印材料為聚乳酸(Polylactic Acid, PLA)。因其熔化的溫度較低[註：準確來說，是玻璃轉移溫度(Glass Transition Temperature, Tg)較低。描述一種物質在硬且脆的玻璃態(glassy state)與軟且稠的橡膠態(rubbery state)間轉換的溫度。]，是熔融沉積成型(Fused Deposition Modeling, FDM) 3D 列印機理想的列印材料之一。然而，因其硬且脆的材料特性，一般而言不適合製作需要承重的輔具。前述聚乳酸是常見的「硬料」，而本中心亦具備

「軟料」——熱塑性彈性體(Thermoplastic Elastomer, TPE)，可用於器官模型列印、輔具緩衝墊片等。而更高精準度的光固化(Stereolithography, SLA) 3D 列印機使用的則是光敏樹脂(Photopolymer Resin)，其下又可依強度、生物相容性等不同用途，選擇不同的樹脂以列印。

近一年多來，3D 中心積極與本院各部科合作，包括重建整形外科的頭骨模型用於眼眶骨折復位手術、乳房體積評估與乳房模具用於乳房重建手術；身障中心的功能性義指、手腕副木用於骨折固定、脊椎影像重建、足弓墊；復健部的手指復健器、拇外翻支架；口腔醫學部的正顎手術導板；胸腔外科的胸主動脈與食道相對位置重建用於術前規劃；胸腔重症加護室的新式可攜式抽痰器；骨科部的液態氮填充盒用於骨肉腫瘤治療、手術導板；放射科的乳癌術後局部控制組織填充物；心臟內科的肺靜脈與心導管術後復發率之研究等等。

3D 列印號稱是第三次工業革命，勢必將會改變日後產品的製造方式，只要是能夠建構出電腦模型，輸出成 stl 檔就可列印出來。然目前 3D 列印技術還是需要有相當的時間來列印，因此對於有病患特定性(patient specific)、傳統加工有技術困難性或只是想製作出原型(prototyping)來評估可行性，就會適合用 3D 列印技術。最後，無論您有 3D 影像重建之需求、新式輔具器械之構想、或是想更了解 3D 列印技術，都歡迎與本中心聯繫。尤其，本中心非常期望跟各部科相互合作，共同發展 3D 列印技術來帶給病人更好的服務！