

## 3D 列印的應用

身障重建中心 3D 列印 黃瓏瑩物理治療師  
王世仁研究員

2012 年《Nature》以「三度空間的科學：列印的革命」為題，報導瑞士 Zurich 大學 Zillikofer 教授的實驗室，從 20 年前開始發展 3D 列印到今天的榮景。3D 列印的技術產生了顛覆世代的產品製作方式，其材料接合的製程係採用層層堆積的方式來產出立體的成品，3D 列印的材料可能是線材、液體、粉末的型式，其成型方式也不一樣，其中線材大都採用熔融沉積(Fused Deposition Modeling, FDM)的方式；液態可能是利用光照來固化(stereolithography, 簡稱 SLA)；而粉末則是用雷射燒結(selective laser sintering, 簡稱 SLS)或黏著劑成型等。

近年來，隨著 3D 技術的蓬勃發展與相關專利的到期，3D 列印機也隨之普及，而其應用範圍從原本的工業用途，也逐漸拓展至生活的用途，甚至是醫療相關之設計與製造。3D 列印目前在醫療的應用大致有解剖模型、手術導版、客製化植入物、義肢<sup>1</sup>、輔具<sup>2</sup>等，科別則有骨科、整外、牙科、心臟血管、泌尿和手外科<sup>3</sup>等。除了客製化的特色之外，3D 列印也能當成新式設計的原型(prototype)，在某方面可以取代過去需來回耗費時間與金錢的開模過程，也就是，3D 列印其實是一個可以很快地將想法實體化的工具。

本院在陳威明副院長的帶領下，在東院區身障重建中心一樓，成立了本院的 3D 列印技術發展暨資源整合中心，提供全院性的 3D 列印相關研究與發展。這幾年來在長官的支持與許多部科同仁的共同努力下，產出了許多合作之案例，像是護理部導尿模型、外科部一般外科的經口內視鏡甲狀腺切除手術安全裝置、骨科部與整形外科的肱骨巨大骨缺損惡性骨腫瘤的術後輔具、整形外科巨大骨瘤(osteoma)手術導板，以及配合防疫安裝在病房大門的手肘門把等。

## 1. 教具

臨床對於長期需要導尿的患者，為了降低尿道感染風險，護理人員常於臨床教導具有自理能力的病患或家屬執行導尿技術。過去護理人員學習導尿技術時，通常會透過專人解說、VCR 影片及假人模型來實際練習，然而原本訓練用之假人模型體積龐大、搬運不便，此種方式不利於臨床頻繁的衛教病人或家屬使用。於是本 3D 列印中心與神經修復科護理長合作研發協助教學的陰部模型，此模型長寬皆不超過一個手掌，相較於護理教學用之全身與半身人體模型，具更為輕巧與便於攜帶的優點。因此，患者及家屬在病床邊就可以透過護理人員配合導尿模型仔細講解、提供給患者練習直接操作。相信這種方式更能夠提升其自我照護的能力。

## 2. 手術安全裝置

傳統甲狀腺手術經由頸部切口進行，無法避免地會在脖子上留下長達約 7 公分的手術疤痕。隨著醫療技術進步，除了考量成功率與安全外，術式朝美觀方向發展，例如經由腋下或乳暈等隱藏方式，近年來則有經口內視鏡甲狀腺切除手術的發展，然而，經口內視鏡手術過程中，內視鏡器械有可能會造成骸神經的壓迫或損傷，透過 3D 列印技術製作客製化手術安全指示裝置，在導板上指示出顏神經孔，即可於術中以避免傷及神經。此研發為外科部陳瑞裕醫師、兒童外科葉奕廷醫師與北榮 3D 列印中心合作，成果除了發表於期刊上<sup>4</sup>，並取得經濟部智慧財產局的新型專利權，陳瑞裕與葉奕廷醫師也榮獲本院 2020 年度醫師創新獎的第三名。

## 3. 術後輔具

個案為骨肉瘤個案，術後裝有人工關節，後因感染而取出，整個肱骨有相當大的空隙而呈現不穩定，個案原有的石膏固定但是保護效果不彰，所以個案右手需要一直撐著左手。有鑑於此，我們為個案打造了客製化 3D 列印輔具。由於個案有傷口，我們採用不需接觸人體的體表掃描器掃描個案左上肢，進行

編修與設計，待列印完成、個案試戴後，根據個案口頭回饋再進行修正，並以黏扣帶給予固定。此一輔具較個案原本使用之輔具，不但能提供良好的支撐、幫助傷口癒合，且固定保護範圍更大更佳，同時因為提升懸吊效果不需額外使用三角巾協助固定，此外，個案可自行穿脫，而右手終於可以空出來做事情，個案於出院回診時給予高度肯定的評價，此研發成果也有論文發表在 SCI 期刊。

#### 4. 手術導板

患者頭骨表面有一直徑約 7cm 骨瘤，考量欲安全切除骨瘤與保留顱骨外觀，整形外科王天祥醫師與 3D 列印中心合作設計一 3D 列印導板，原理為將此導板覆蓋於腫瘤上，其頂面之曲度與原頭骨相同，並在頂部設若干導引孔，使電鑽鑽孔方向平行於頂面與原頭骨表面之垂直方向，透過導板來使得鑽孔深度只有鑽到原頭骨表面。因此，醫師在執行手術時，配合此導板使用電鑽，會在骨瘤上打出許多深度恰好至原頭骨表面的孔，再層層切削，若切削過程中孔洞消失，則代表已至原頭骨表面，也就是透過這些鑽孔在維持原本頭骨的外型下來切除此巨大骨瘤，而此手術成功的過程也發表於中華醫誌<sup>5</sup>。

#### 5. 防疫門把

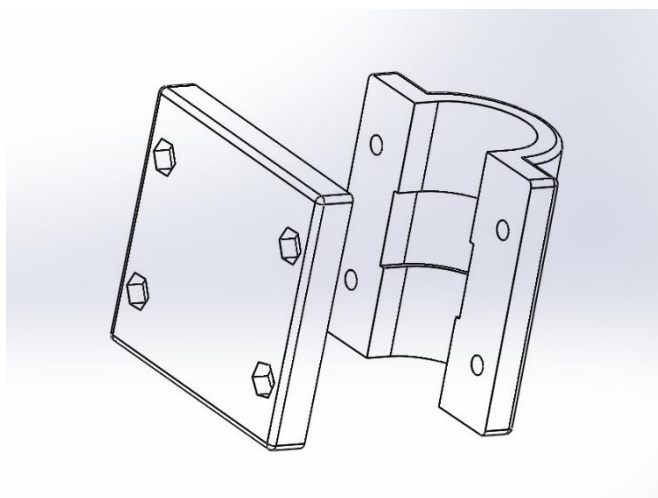
2020 年初，新冠病毒造成全球的大流行，本院的病房也配合管制，而關閉各病房的大門，從而走出病房時，就必須用手去拉門，雖然病房門口都配合有消毒用酒精，但是醫院長官們還是體恤醫護同仁們的辛勞，尤其更希望有進一步的防疫措施，來減少手去接觸門把的機率！當然裝設電動門是一勞永逸的作法，但是需要有時間規劃和配合的施工，退而求其次就是安裝手肘開門用手把，經過統計中正樓有 40 間病房，但其中有 4 間病房是從不同方向開啟，曾經想找廠商用射出成形來開模製作，但是因為所需數量不足以大量生產，而且開模所費不貲，於是轉而在 3D 列印中心設計與印製門把，由於成本考量只能選擇以 FMD 的 PLA 材質來印製，由於 PLA 材質的耐用性，所以偶而會有門把斷裂的問題，還請各位長官與同仁們見諒。再則，在感染科林邑聰老師與莊茜醫師

幫忙做感染管控的研究，本院的防疫手把也有文章也登在 The American Journal of Medicine。

而 3D 列印的應用除了上述的教具、手術輔具、術後輔具、手術導板等，3D 列印製作的便利性，甚至也有各種廣泛的運用，以下就是我們最近完成的簡單案例。

#### 1. 整形外科慢性傷口照護中心的燈具外支撐

整形外科慢性傷口照護中心有個照明用的落地燈，其支架處由軟硬管組成，其軟管功能為可彎折，可調整至想要的角度，然而當軟管使用次數超過負荷，其軟硬管銜接處呈現崩壞現象，使得燈具無法乖歸聽話固定所需的位置與角度。面對這個問題，本中心就設計了一個外支撐(如圖一)，透過 3D 列印機來製作出外支撐，使得原本的支撐軟管不會再不自主地晃動，讓原本可能無法固定位置與角度的燈架，能夠繼續使用和發揮其功能(如圖二)。



圖一：設計之 CAD 模型



圖二：完成實景照。

#### 2. 復健用傾斜床(tilting table)之防撞

傾斜床為復健科常用之器具，使用對象常為無法自主承重、又需要承重之個案，因為考量不同腳長的個案和搬運者的人因工程因素，此床係設計上下高度可以調整；而為了讓個案從平躺到站立，此床斜度可以漸進式調整；旁邊尚可加裝

活動式扶手。然則，也是因易於調整的特色，臨床人員在操作時，腳常會不小心撞倒傾斜床下的鐵造構造，常導致瘀青或疼痛等傷害，有鑑於此，我們設計一 3D 列印緩衝墊(如圖三)，此緩衝墊不需要額外的鑽孔或綁帶固定，可直接套住使用，達到緩衝之效果，可使得工作人員在不小心中碰撞時，減少受傷的風險性。



圖三：傾斜床防撞緩衝墊

結語：

綜上所述，3D 列印技術的普及可廣泛加以應用，如本文所述的護理部導尿管模型、外科部一般外科的經口內視鏡甲狀腺切除手術安全裝置、骨科部與整形外科的肱骨巨大骨缺損惡性骨腫瘤的術後輔具、整形外科巨大骨瘤(osteoma)手術導板，以及配合防疫安裝在病房大門的手肘門把等。尤其，透過 3D 列印技術可很快的把想法或概念加以實體化，而能夠做具體的呈現，進而達成良好的溝通。此外，3D 列印運用於醫療輔具與生活輔具，能輕鬆解決相關的問題，其中對於複雜手術或創新術式之開發，透過 3D 列印技術的協助，更是其優勢之一。期待各單位有興趣的長官與同仁與我們 3D 中心共同合作，持續各種腦力激盪的開發，造福更多的病友們。本院 3D 中心位於東院區身障中心一樓，院內分機 7534 轉 369，非常歡迎長官與同仁們蒞臨指導。

1. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomed Eng Online*. Oct 21 2016;15(1):115.
2. Lin KW, Hu CJ, Yang WW, et al. Biomechanical Evaluation and Strength Test of 3D-Printed Foot Orthoses. *Appl Bionics Biomech*. 2019;2019:4989534.
3. Matter-Parrat V, Liverneaux P. 3D printing in hand surgery. *Hand Surg Rehabil*. Dec 2019;38(6):338-347.
4. Yeh YT, Chen JY, Kuo PC, et al. Printing a Three-Dimensional Patient-Specific Safety Device for Reducing the Potential Risk of Mental Nerve Injury During Transoral Thyroidectomy. *World J Surg*. Feb 2020;44(2):371-377.
5. Wang TH, Ma H, Huang LY, et al. Printing a patient-specific instrument guide for skull osteoma management. *J Chin Med Assoc*. Oct 2020;83(10):918-922.