

3D 列印於牙科的應用

◎台北長庚一般牙科主治醫師 許淨嫻

● 3D 列印之優點

根據「全球 3D 列印市場分析與預測」研究，2016 年全球 3D 列印市場產值高達 3.7 億美金，並將於 2021 年成長至 10.4 億，其中牙科及醫療產業為重要的推動力。3D 列印將牙科數位化設計的概念帶到生產階段。通過結合使用口腔掃描、電腦輔助設計軟體／電腦輔助製造軟體設計和 3D 列印，牙科實驗室可以準確、快速的生產牙冠、齒橋、牙模和一系列的牙齒矯正器。使用 3D 印表機進行此繁重工作，從而牙科實驗室消除了手工建模的瓶頸，並能減少人作業的疏失增加整體精密度。

且在人工植牙方面，使用方便的高度精密治療規劃工具以及高度彈性化的掃描檔案來源與植體選擇的完美結合，清楚呈現病人口腔狀況與細節，搭配手術導板輸出，可以大幅縮減診療時間，並專業呈現治療前後狀況。

目前 3D 列印技術廣泛使用於下列口腔醫學臨床應用：

- 植牙手術導板
- 齒顎矯正維持器

- 正顎手術咬合導板
- 數位隱形牙套
- 醫療骨骼模型
- 口腔外科手術導板

3D 列印包含三個要素：

1. 軟體：3D 設計軟體。
2. 設計：列印物件設計。以咬合板為例，需考量上下齒列相對位置、厚度、排除不合理的結構。
3. 材料：可用於人體的生物性材料，如丙烯酸化合物。

3D 列印能夠客製化並利用最少的材料來合成符合各類型患者所需的成品，同時跨越大小、形狀的限制。進一步使用，更能在列印的成品上，設計協助手術用標記、定位點、切位等，這些運用使手術能具備更準確、更快速的優勢。

● 長庚醫院 3D 列印機規格及軟體

長庚醫院顏面醫學研究中心於 2012 年即引進丹麥 3Shape™ D700 牙模掃描儀，致力於傳統的石膏牙模數位化，並使用 3D 模擬進行手術評估、找出手術盲點、克服手術困難，並且開啟了患者客製化的高品質治療及後續的 3D 列印

服務。

並於 2015 年引進光固化技術的列印機，能夠印製手術所需的各種導引板，配合多套 3D 設計軟體（Simplant™、Geomagic Studio™、3DsMAX™、Amira™、CranMed™）的使用，進而縮短手術時間、提升手術精準度、降低醫療成本。2016 年，顱顏中心引進新型口內掃描機，結合現有的 3D 手術模擬、列印系統，將達到完全數位化的新時代，更快速更有效率地完成臨床檢測及手術設計。

● 長庚醫院 3D 列印機於牙科應用範圍

一、人工植牙手術導引板

首先取得病人顏面頭顱的錐狀電腦斷層掃描資料將 Dicom 格式數據輸入軟體，構建出形態曲面，重建三維模型後轉成檔案，使用口腔手術模擬軟體執行手術規劃並決定植體位置，確認手術計畫及植體位置後，將資料輸出並載入至 Amira&CranMed™ 軟體轉存 3D 檔案，之後載入進 3dsMax™ 軟體調整出齒模外圍的所需範圍，之後置入 Geomagic Studio™ 軟體進行編輯，最後使用 3Shape™ D700 輸出成品。於病人口中將列印出的手術模板定位後，即可根據手術模板的導引進行植牙。

二、3D 列印義齒製作

搭配特定的電腦輔助設計軟體可以實現義齒 3D 列印設計，包括牙冠、牙橋、貼片、鑲嵌體及活動義齒基座等，

皆可使用 3D 列印技術來製作，能實現高效並具備高密合度的義齒加工，針對複雜的臨床案例能實現空間、功能和美學的最佳效果。

使用 3D 列印技術的義齒製作，是以電腦輔助設計軟體／電腦輔助製造軟體及自動化的義齒切削流程，取代人工製造蠟型及鑄造的過程，控制精準度的任務全交由數位化的設計及加工設備，人工不需要做過多的判斷與考慮，從而減少了傳統義齒製作所造成的居高不下義齒返工率，並能提高牙科技工所的工作效率，增進患者配戴的舒適度，並可應用於氧化鋯及玻璃陶瓷等牙科材料的製作。

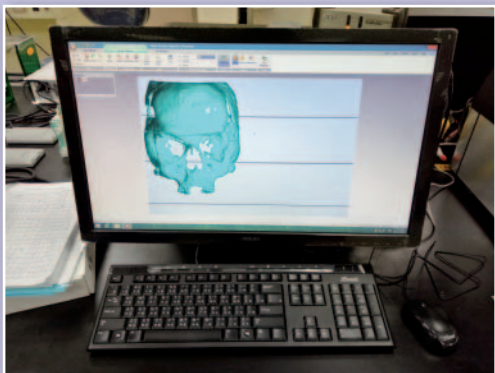
三、3D 正顎手術矯正治療模擬

手術模擬軟體的發展應用，使醫師能夠建構手術模型、設計三維手術計畫、預測術後美觀及外貌。（圖一、圖二）

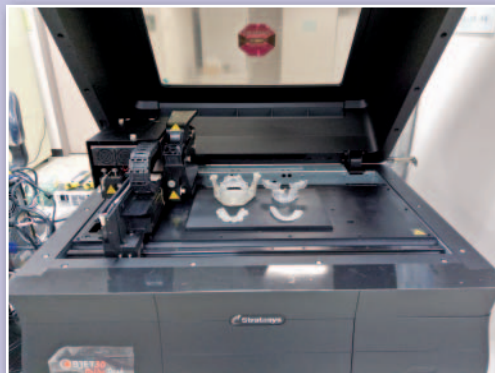
手術模擬的進程：

1. 臨床診斷評估
2. 牙模製作、斷層掃描、三維攝影
3. 手術規劃（模型建構／美觀及功能綜合評估／數據分析）
4. 模擬手術顎骨移動
5. 醫師患者溝通諮詢

手術模擬使外科醫師在手術台上能更全面預估並執行手術，來達到更理想的結果。矯正醫師以預先模擬的結果和患者溝通，使雙方更深入且正確地了解正顎手術所能達到的效果與治療極限。



▲圖一



▲圖二

四、3D 設計數位隱形牙套

3D 列印技術應用在牙齒矯正方面最火紅的莫過於所謂透明牙套的誕生（圖三），相對於以往讓人卻步的唇側式矯正器，可自行拿上拿下容易配戴的透明牙套對於一般大眾來說相對容易接受。美國男大學生 Amos Dudley 是紐澤西理工學院的學生，他利用自己的專業計算配合使用學校實驗室的 3D 列印機，成功的製造出 12 付隱形牙套做配戴，將稍微凸出的側門牙排列整齊，不但為自己省下一筆牙齒矯正的花費還因而聲名大噪。

一般的製作流程，從臨床的精細印模或數位印模，到醫師的臨床治療計畫提交經過與數位技師的無數次來回修

正三維齒列的模擬移動，到確認治療步驟，進行牙套列印，最後才能將隱形牙套交付至病人手中。

3D 列印技術配合 3D 影像的使用及 3D 模擬，讓我們在治療病人之前可以根據影像與病人解釋可能達到的效果，再經由精密的設計與臨床上病人充分的配合使用，即可達到預期中的最佳效果（圖三）。

● 3D 列印技術未來展望

整體牙科產業即將產生顛覆性的變革並進入數位化時代，3D 列印技術為基礎的技術革命，隨之而來的包括新型配套設備（例如口腔內掃描機）的研發、能配合 3D 列印技術的新生物材料研發及革新等，在各式各樣設備及技術的合作之下，顛覆傳統牙體技術師高勞力及高技術密集的產業，並能增進整體義齒的精準度及幫助植牙、矯正正顎手術導引，以減少病人負擔及增進病人舒適度，為社會提供更好的醫療品質，有利於恢復患者的牙齒健康與優質的生活品質，進一步更能實現人們對美的期盼。☞



▲圖三