

## 3D 列印協助醫療設備維修之案例報告

3D 列印中心 俞文展

109 年 11 月 13 日，週五下午，我們接到來自血管性頭暈中心的電話，表示其超音波探頭的固定零件損壞，詢問是否可能以 3D 列印製作該零件。本中心研究人員已多次處理類似事件，故隨即與頭暈中心表示需要實地調查，當場確認其外型、功能並當面討論是否有其它注意事項，才能進行後續設計。確認了地點在中正 16 樓而且馬上可以實地調查之後，我們隨即出發。

頭暈中心是間檢查室，一進門就可以看見檢查床以及一旁可移動式超音波儀器，儀器連接到一個外型類似耳罩式耳機的支架，其中一側有超音波探頭，如果戴上支架則超音波探頭會落在病患頸部側邊。超音波探頭與支架需要連接、需要可以拆卸又需要有活動度才能夠貼合不同病患的頸部外型，所以連接的方式比較複雜，零件也多種。簡單來說，超音波探頭裝在一個塑膠護套當中，並依賴護套外側的凸起與支架上的球窩關節(ball and socket joint)結合。問題是，包覆超音波探頭的護套常需要從球窩關節中取出，而每次取出的時候需要施力讓護套產生形變，然而其形變支撐處卻設計得非常脆弱，容易因為疲勞而斷裂了。

「那如果跟廠商買零件呢？」本中心的研究人員想確認有沒有介入的必要。

「廠商報價，一個零件新台幣 19000 元。」頭暈中心人員拎著已經斷裂，搖搖欲墜的護套。

仔細觀察護套，發現它的形狀特殊，左右不對稱、看似圓形的地方實為橢圓，又有多處為曲面。不只難以詳細記錄尺寸資訊，就算記錄了也不容易在電腦中畫出外型相同的模型。若真要以工程製圖仿製，估計要測試並修改非常多次。雖然 3D 列印中心配有手持式體表掃描器，可快速、方便地記錄物體外觀並轉換成 3D 電腦模型，在手部副木製作或乳房體積估算等臨床需求上很有幫助，不過此次超音波護套其內部構形會牽涉到與其他零件的配合需求，而體表掃描器沒辦法掃到內側結構。

一番討論之後，本研究人員暫定兩個解方：1. 用三秒膠將現有護套復位，並以錐狀束電腦斷層(Cone beam CT, CBCT)掃描以獲取護套整體結構，再將其電腦斷層掃描結果重建回電腦 3D 模型，並以 3D 列印機輸出為實體模型。2. 捨

棄現有護套，直接量測球窩關節直徑，設計一新護套能與之緊配合，且該護套能以螺絲控制夾緊或鬆開超音波探頭。由於不確定錐狀束電腦斷層掃描對於此種材質的成像品質如何，另一方面也擔心新設計護套會限制原球窩關節活動度而影響掃描進行，故決定兩種方法同時進行。本研究人員將復位後護套帶到錐狀束電腦斷層掃描室，請放射師以錐狀束電腦斷層掃描協助拍攝，並特別請求輸出成切層厚度為 0.15mm 的精細醫學影像以符合零件組合對精度的需求。取得 CT 掃描的影像後，本研究人員以醫學影像重建軟體 3D Slicer 順利地將原護套影像重建為電腦 3D 模型，並以 3D 模型後處理軟體 Meshmixer 將原模型脆弱之處強化，使其不容易因為疲勞而斷裂。而新式護套則由本中心的研究人員以電腦輔助設計，為一留有縫隙的厚長圓環，內外側分別能與超音波探頭與球窩關節配合，並以螺絲控制縫隙大小以調控夾住探頭的鬆緊度。

11 月 16 日，也就是委託日的下一個工作天，我們帶著兩種護套的實體模型到頭暈中心測試，並根據測試結果在尺寸、強度上稍作調整。11 月 17 日，也就是第三個工作天，兩種護套都能夠順利地與支架及超音波探頭結合，我們請頭暈中心接下來幾天交替使用兩種護套，看實際使用上是否有其它狀況。11 月 24 日頭暈中心回電，表示兩種護套都可以使用，不過新式護套還在球窩關節中的時候難以取出探頭，但由於其與球窩關節為緊密配合，擔心長期拆裝會磨損球窩關節中原有凹槽設計；而以錐狀束電腦斷層仿製的護套由於經過強化，組裝時需要出更多力氣，但可以理解先前的省力是用隨時都有可能斷裂的風險換來的，故認為以錐狀束電腦斷層仿製的護套較佳。11 月 25 日將護套內徑擴大一點讓超音波探頭更容易放入之後就卻認為最終版本，往後一旦有需要就可以用 3D 列印機重複生產一樣的零件。

3D 列印技術在醫院中除了與手術、輔具相關的應用，針對零件、或任何與「外型」相關的需求也常能幫上忙。而 3D 列印中心在院內的可貴之處就在於，配合 3D 列印技術可以快速打樣(rapid prototyping)的特性，我們可以迅速、低成本的在北榮各單位實地測試並修改，這是 3D 列印廠商或其他電腦輔助繪圖廠商難以辦到的。頭暈中心也曾試過將零件拍照請廠商繪製零件，不過面對這種許多曲面、不對稱的形狀，只看照片實在不容易繪製。就算可以，內部結構呢？就算畫得出來，實際測試能夠像本院 3D 中心如此頻繁嗎？我們電話確認之後 15 分鐘就到了，而且從頭暈中心來委託到確定護套版本也相隔不到兩週。而且就算避開上面可行性、效率不談，價格呢？

「那這一次預計收費多少呢？」頭暈中心問，如果單價沒有比廠商報價便

宜，似乎也沒有委託我們的必要。

「包含設計和列印 4 組護套，收 7500 元。如果之後還有需要，每個 1000 元即可。」我們認為院內單位就應該互相幫忙。

而我們必須在文末特別感謝放射線部許恆賓以及楊承閔放射師，他們的專業和熱心是這次任務能夠快速且順利完成的關鍵。



圖 1: 白色部分為 3D 列印護套。上方為新式環狀護套、下方為電腦斷層掃描仿製護套。