

穿戴 3D 列印技術製作豎腕副木之舒適度探討

梁文隆¹ 葉珊如¹ 蔡博宇² 韓雅雯¹ 楊育昇^{1,3,*}

摘要

3D 列印是一種以數位模型檔案為基礎，能直接製造三維實體的技術。結合 3D 掃描技術它可以實現模具高度客製化的貼合度和舒適度。據此，本研究的目的為探討經由 3D 列印技術所製作的豎腕副木，與傳統手工成型的豎腕副木，使用者穿戴舒適度的差異。共計 10 位健康受測者參與本研究。固定型豎腕副木分別透過傳統手工成型與 3D 列印成型製程完成後，受測者以一星期為時間間隔，依隨機順序來分別穿戴這兩款副木連續八小時。完成穿戴八小時後，受測者接受問卷調查來詢問穿戴該款副木的舒適度。

結果顯示這兩種豎腕副木製程方法對穿戴舒適性並無顯著的差異。本研究結果顯示利用 3D 列印技術來協助治療師製作手腕副木是可行的方案；此方案優點包含重製方便、造型美觀與提升質感；但其最大缺點為製作大型副木是十分費時。3D 列印技術未來針對製作體積較小手指副木應會有更多深化的延伸應用，值得後續關注與研究。

關鍵字：3D 列印，3D 掃描，副木

高雄醫學大學附設醫院復健科¹
高雄醫學大學附設醫院臨床教育訓練部²
高雄醫學大學職能治療學系暨研究所³

*通訊作者：楊育昇
高雄醫學大學職能治療學系
高雄市十全一路 100 號
電話：07-3121101 分機 2657
傳真：07-3215845
電子信箱：yusheng@kmu.edu.tw

受文日期：民國 110 年 07 月 25 日
接受刊載：民國 110 年 11 月 30 日

前言

副木 (splint) 為低溫熱塑型材質，可放在攝氏 60-70 度的熱水中軟化裁剪成型，是臨床上常用來做為一種固定、維持、控制和矯正姿態，或者是預防惡化、矯正關節變形、增進動作功能的輔助器材 (Duncan, 1989; Fess, 2002; Lannin & Ada, 2011)。美國手部治療師學會依副木主要的功能，將副木種類歸納分類成三種型態 (Wong, 2002)，分別為 (一)、固定型副木 (immobilization splint)：本體結構皆是固定無法移動，主要目的用來保護或支撐關節；(二)、動態型副木 (mobilization splint)：部份結構是可移動，主要目的透過利用一些動力元件 (如：彈性鋼絲、彈簧等) 來協助患者增加關節被動動作、協助增進主動動作或替代喪失的動作；(三)、限制型副木 (restriction splint)：主要目的限定關節活動度於特定範圍角度內，讓肌肉或肌腱得以修復或者保護關節穩定性。

在臨床上，職能治療師會考慮個案的動作功能表現需求與相關潛在危險因子 (如：是否有開放性傷口、壓瘡等)，依根據個案肢體的形狀，進行副木的成型製作。然在成型製作過程中，副木需要貼附身體表面接觸的部位進行塑型，以達到穿戴時舒適服貼之效果；由於低溫熱塑材料加熱軟化塑型過程中，若溫度掌控不好且放置於體表上過久，易有產生燙傷之虞，因此往往就有賴於臨床職能治療師的過去經驗與手法，Tan 等人 (2021) 透過質性研究模型分析便指出，合身舒適副木製作確實有賴於治療師的經驗與製作模式 (working model)，這包括在適當時機便從體表取下副木，完成大致上的塑型，再進行適當修飾，以達到最佳客制化、服貼個體肢體表面外型的副木。製作不良的副木不僅穿戴時會感到不舒服，甚至會有壓迫之疼痛感，功能也可能受到不當的擺位角度而大幅度降低其效果 (Agnew & Maas, 1995; Callinan & Mathiowetz, 1996)；個案也往往會因「穿戴不適」或「認為沒有用」而導致棄用之效應。Stefanovich 等人 (2012) 提出影響副木配戴滿意度的因素包括：低溫熱塑性材料的選擇、熱塑成型的時機與處置手法、修剪邊緣處理方式、塑型過程的熟悉度、及副木成品的品質。

近幾年來 3D 列印技術應用於復健領域已得到廣泛討論，因為使用此類技術可以依個案體形，打造客製化的醫療輔具或矯正器，並大幅度提高個案使用的滿意度。3D 列印，又稱為積層製造，是指可任何列印三維物體的過程。根據美國材料試驗協會 (American Society for Testing Materials; ASTM) 的定義，「積層製造技術」是一種材料製程接合的過程，此技術利用電腦輔助設計軟體 (computer aided design, CAD) 處理三維模型資料，運用粉末狀或液態的原料，將材料層層堆疊產出立體物件 (ASTM, 2012)。利用 3D 列印技術來製作副木，主要得益於 3D 數位技術。通過 3D 掃描方法，藉由光照或接觸方式，將實際物體的立體資訊數位化轉換為電腦能直接處理的數據資料，為實際物件運算出立體圖檔，可以數位化保存、編輯或直接用於 3D 列印製作生產。因此，若使用 3D 掃描設備來掃描手部體表外貌，應可將患者的的手部體表外觀數位化，實現高度客製化的貼合度和舒適度。據此，本研究的目的為探討經由 3D 掃描搭配 3D 列印技術所製作的豎腕副木，與傳統手工成型的豎腕副木比較之下，使用者穿戴舒適度的差異。我們的研究假說為：應用 3D 列印技術所製作的豎腕副木，可以增加穿戴者的舒適感。

方法

一、受測者

本研究採用方便取樣，共計有 10 健康受測者 (男性 5 位、女性 5 位) 自願參與本實驗，平均年齡為 35.4 ± 7.8 歲。所有受測者需符合下面收案條件使納入為受測者：(1) 年紀介於 20 歲到 65 歲之間；(2) 本身上肢無任何神經、肌肉或骨骼系統的疾病 (例如：腕隧道症候群)，足以影響到對上肢不舒適的感受。此外，受測者即使符合收案條件，但有下面排除條件亦排除參與實驗：(1) 本身接觸到塑膠材料之物品會產生過敏反應者；(2) 手腕或前臂皮膚有外傷或皮膚問題者。

二、研究流程

本研究採用重複測量設計 (repeated measures design)，受測者慣用手手腕將分別採用傳統手工成型與 3D 列印成型，這兩個不同的製程來製作臨床最常使用的固定型副木：豎腕副木 (Cock-up splint)。傳統手工製程方式皆由一位年資 10 年的治療師，採用測量繪型的製作方法進行手工製作，不使用預裁副木 (precut splint) 板來成型。首先依受測者手腕及前臂的體型，裁切所需要尺寸的低溫熱塑性副木 (Easy-Cast Splints™，磊信國際有限公司，新北市) 泡在 60~70 度的加熱箱數分鐘後，待其軟化成半透明狀時，拿起並移放到受測者手部進行塑型，此時受測者手部擺位於功能性位置 (functional position)，亦即手腕固定於在伸直 20 度的姿勢，並進行必要的修剪及邊緣平滑處置，當副木完全冷卻後，可用加熱槍及剪刀再加以最後的修飾平順，以達到穿戴服貼舒適之效果 (如圖 1a 所示)。

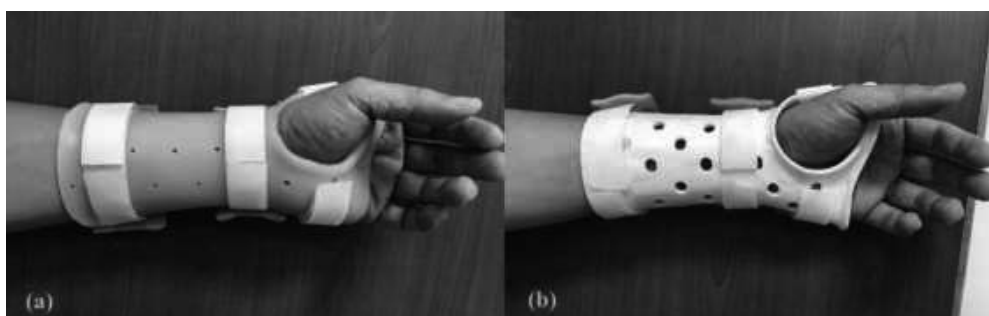


圖 1
不同製程之豎腕副木，左圖(a)為傳統手工製程、右圖(b)為 3D 列印製程。

3D 列印成型製程則皆由一位年資 8 年的治療師，使用 3D 掃描機 (SCANIFY 3D scanner, Fuel 3D Technologies, Chinnor, UK) 將受測者的手腕體表 (如圖 2a 所示)，逐一環繞掃描進行 3D 模型的重建，此時受測者手部擺位亦固定於功能性位置。3D 模型重建的方式是建立被掃描物體幾何表面的點雲 (point cloud)，藉由點雲建構出物體的表面形狀，點雲的密度越高，可建構出的模型精確度越高；之後透過 3D 電腦輔助設計軟體 (Autodesk Meshmixer, Autodesk Inc, San Rafael, CA) 進行後續手部 3D 模型的優化修飾後，再加以進行手部外殼成型步驟，以得出該手腕副木的 3D 模型檔案 (如圖 2b 所示)，接者將此檔案轉換成 3D 列印專用的立體

光刻 (stereolithography) 檔案格式，再由 3D 列印機開始列印製作出副木 (如圖 1b 所示)，其厚度與傳統手工製程的副木一致，皆為 3.2mm 厚。本研究所使用的 3D 列印機 (D-Force V2 300, 祥貿科技有限公司, 台北市) 是採用眾多 3D 列印技術其中之一的熱融沉積成型技術 (fused deposition modeling)，這是目前最被廣泛使用且平價的成型技術。其列印材料已製成細絲捆卷的樣式，透過細絲供給器，將材料送至列印噴頭，其列印噴頭加熱至 210~220 度高溫後，將細絲熔化並擠出 (擠出的材料寬度通常為 0.4 公厘)；其原理是將材料以熱熔的方式一層層的置放在設計的位置上再冷卻成型。本研究列印使用材質為丙烯腈丁二烯苯乙烯 (acrylonitrile butadiene styrene, ABS) 塑膠原料，是具有強度高、韌性好、易於加工成型的熱塑型高分子材料，且價格便宜，是 3D 列印機中最常用選擇的材料。

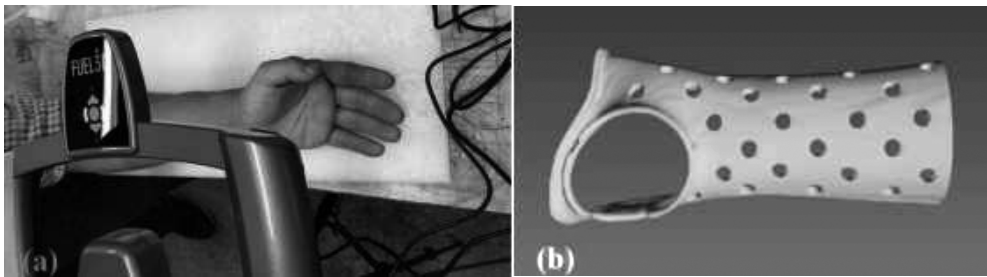


圖 2
3D 列印建模過程，左圖(a)為 3D 掃描步驟、右圖(b)為後製 3D 模型檔案。

待這兩款豎腕副木製作完成後，受測者被要求分別穿戴每一款豎腕副木連續 8 個小時，並於每一款副木結束穿戴後填寫一份舒適度問卷調查，來瞭解該款副木對於手部的舒適性影響；這兩款副木穿戴的前後順序會由研究者依電腦程式隨機抽樣決定之，且兩款副木穿戴時間間隔為一週以避免短期記憶效應。在舒適度問卷調查上採用視覺類比量表 (Visual Analog Scale, VAS)，在一條 10 公分長度的水平直線，以最左處作為零點 (0cm)，代表最不滿意，而直線的最右端 (10cm) 為最滿意。請受測者就下面穿戴豎腕副木可能出現壓點的部位進行逐一的評量：前臂、手腕橈側與尺側莖突、虎口、手掌處、與大拇指基底處 (掌指關節) 部位。受測者就每一部位分別在直線上以筆垂畫出舒適的感覺在幾公分處，之後研究者將所測量的公分值記錄下來，數值越高，表示該部位的滿意程度越高。最後也請受測

者就整體穿戴舒適度給予評價。整份問卷共計有七題，並提供一題開放性問題，讓受測者提供質性的回饋意見。

三、統計分析

使用描述性統計以平均值分析，了解受測者對於兩款不同製程的副木，穿戴後手部舒適度之滿意程度認知。此外，為比較受測者對於傳統手工與 3D 列印兩款不同製程所製作出來的副木，在整體穿戴舒適度差異性，以無母數統計中之魏克生符號檢定 (Wilcoxon signed-rank test) 方法，來檢定兩款的差異，顯著水準 α 設為 0.05。所有資料皆使用 IBM SPSS Statistics for Windows 套裝軟體 (IBM Corp., Armonk, NY) 進行相關統計分析。

結果

圖 3 為穿戴兩款不同製程副木後，在手腕區域部位舒適度問卷調查結果，兩款在這六個手腕區域部位的舒適度並無明顯的差異性。穿戴傳統手工與 3D 列印製程副木後，以平均分數 (\pm 標準差) 在手腕橈側舒適度而言，分別為 6.29 ± 0.99 與 6.90 ± 1.48 ；在手腕尺側舒適度而言，分別為 6.80 ± 0.85 與 7.32 ± 1.29 ；在虎口舒適度而言，分別為 6.35 ± 1.19 與 7.35 ± 1.23 ；在手掌處舒適度而言，分別為 6.84 ± 1.02 與 7.28 ± 1.3 ；在前臂處舒適度而言，分別為 6.83 ± 0.77 與 6.86 ± 1.56 ；在大拇指處舒適度而言，分別為 6.72 ± 0.94 與 7.57 ± 1.38 ；而就整體而言，受測者對穿戴兩款副木的舒適度皆達到約七分的舒適感受，分別為 6.71 ± 0.89 與 7.07 ± 1.35 ，兩者之間的評價並無達到統計上顯著的差異 ($p=0.26$)。在開放意見上，兩位參與者指出在 3D 列印製程過程中，「不會花很久時間完成」，「不用觸摸到我的手就可完成工作」，「但要等一陣子才能拿到手架，不像手工製作當場可拿到手架」；有三位參與者皆反應 3D 列印製程的副木，「孔洞比較大，感覺比較能通氣」，「可以選擇顏色很棒」。

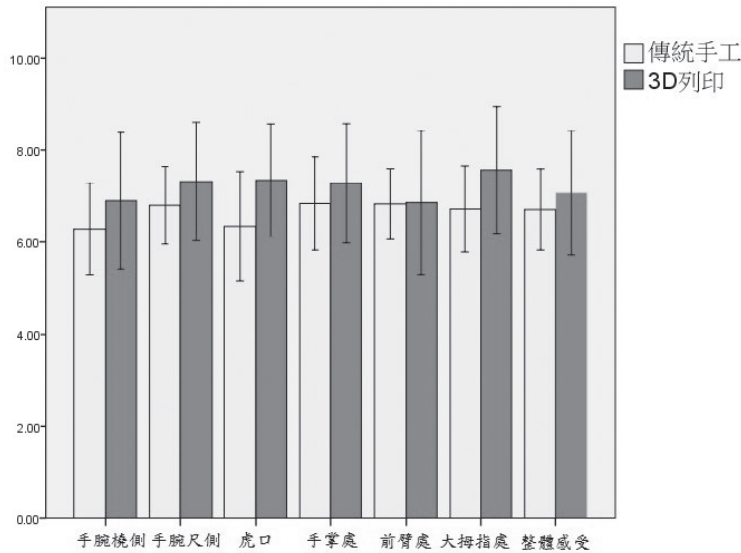


圖 3
穿戴兩款豎腕副木後，手腕區域部位舒適度問卷調查結果

討論

本研究的結果顯示搭配 3D 掃描以 3D 列印技術所製作出來的的固定型豎腕副木，相較於一般傳統手工製程所製作出來的副木，在整體穿戴舒適上並無顯著的差異。此外就該款豎腕副木在製作上最常出現壓點（如：手腕橈骨/尺骨莖突處、手掌虎口處等），易產生不舒適的部位，逐一進行調查，發現 3D 列印製程的副木，在這些區域穿戴的感受，與傳統手工製程的副木亦無明顯的差異。據此 3D 列印技術來製作現有固定型副木是可行的選項。相較於傳統手工製程需在患者手部體表直接成型加工製作的方式，3D 列印的特色是省去了需要透過實體模具加工的手續，可直接從 CAD 軟體的三維模型數據得到實體零件，並在電腦軟體上進行必要的修飾加工，大幅度的降低患者所需要現身暴露於製程的時間。在先前有關使用 3D 列印來協助治療師製作透明塑膠面罩的研究結果亦指出，3D 列印製程方案對患者而言是省時且較舒適（梁文隆，2018）。另為降低 COVID-19 感染風險而需要避免不

必要的接觸，3D 列印製程方案採用非接觸式的 3D 掃瞄方式取得手部模型數據，可成功達到防疫的要求。況且這些模型數據日後皆可用保留於電腦資料庫內，若患者因損壞或遺失等原因，需要重新製作全新副木，卻礙於其它可能因素（如：身處偏遠地區、或居家隔離/檢疫中），無法親自現身到場製作，臨床治療師則可採用 3D 列印製程方案，調出電腦資料庫內模型數據，在現場無患者情境下，直接進行重製的工作，這是傳統手工製程無法做到的一點。

客制化的美觀外型設計亦是 3D 列印的另一特色，透過 3D 電腦輔助設計軟體，可以依使用者喜愛或設計者需求進行各種外型的設計。以本研究的設計為例，在長時間的副木使用上，透氣度是影響穿戴舒適的主要因素之一；透氣性不好的話，患者穿戴時就會感到悶熱與潮濕，自然也就很難長期穿戴使用。儘管現有市售低溫熱塑副木材料皆有預先洞孔設計，增加材料透氣性，但因孔徑仍太小，透氣度仍嫌不足，在臨床上經常接受到患者的抱怨。因而本研究在 3D 模型設計上，在仍保持結構的支撐強度下，特意將前臂區域加大透氣孔徑，以期能改善原有透氣度不佳的問題。除此之外，因 3D 列印製程採用線料加熱後擠出堆積之原理，所以可以在製程過程中選用不同顏色與物料特性（如：木質線材、金屬類線材、碳纖維線材、熱塑性彈性線材等）的線材，達到多色美觀及不同強度與質感的效果 (Ganesan, Adel, & Luximon, 2016)，這都可以大幅度提高原有副木的美觀與質感。

然而 3D 列印製程雖具有上述的優點，但實際完成製作副木時間上，確實比傳統手工製程更費時完成。雖然在 3D 掃描取模上只需花費數分鐘即可完成，但後續軟體建模、平滑修飾與轉檔上的操作時間，卻需要依原始取模檔案的完整性來決定所需花費時間而定，平均從數十分鐘到一小時不等，而從 3D 列印機列印出副木成品則需約費時 4 小時左右，所以整體從掃描取模到豎腕副木成品製作完成，共約需 6 小時得以完成；相較於傳統手工製程，從手工量測、加熱軟化材量、服貼成型，豎腕副木大致可在半小時完成。這製作時間上的差異，大幅度限制了 3D 列印製程方案在臨床上的應用性。由於 3D 列印製程方案是採用熱融沉積成型技術，以每層 0.02~0.4 mm 厚度（依機種列印解析度設定）逐一疊積成型，故必然需要費大量時間完成大型樣式的副木製作。然而若針對製作體積較小的副木（如：鵝頸指矯正副木，或鈕扣指矯正副木等），則具有十分潛在的應用價值，最近已有不少研

究開始關注此課題 (Arulmozhi et al., 2018; Nam et al., 2018; Portnoy et al., 2020; Zolfagharian et al., 2020)，因為這類體積小的副本製作時間較短，依研究者的經驗，約半小時即可完成，且所需材料成本低廉，可事先預列印好不同尺寸的手指副本，讓患者試戴最合適他／她手指體形的副本，這些事先準備工作是可提昇 3D 列印製程方案在臨床的實用性。

臨床治療師多數對 CAD 製圖軟體不熟悉，也是另一個限制應用 3D 列印製程方案的主因。要讓一個 3D 物件被列印成型，最重要的第一步就是要學會製作 3D 建模，透過軟體的編輯及修正，便可設計出使用者想要的 3D 模型並快速輸出成 3D 實體物件。然而這畢竟不是每個人都具備相關能力，尤其是在職能治療師養成教育課程上更是缺乏。因此建議未來在養成教育課綱內及繼續教育課程中，可納入新興科技的相關軟體技能課題，讓臨床治療師及學生對於操作相關資訊軟體不會感到生疏而排斥學習。Benham 與 San 學者 (2020) 指出經過 12 週 3D 列印入門課程可增加職能治療學生對新興科技的接受度；Wagner 等學者 (2018) 已成功將此 3D 列印科技的知識導入到職能治療教育課程內，而就研究者所知，部份國內職能治療學系亦有開設相關選修課程，期望有更多的學校投入這新興科技教育，讓職能治療逐漸朝向科技化介入處置之發展。

本篇應用 3D 印列於手腕副本製作上仍處於早期研究階段，尚有許多研究限制。首先本研究結果僅反應出穿戴舒適度，整體研究的廣度與深度仍有不足之處。未來相關研究可就現有的 3D 副本模型使用有限元素法 (finite element method) 進行結構力學模擬分析，進而開發出創新造型、輕量化且具高強度結構設計的副本。其次，製作的時間並未被確實紀錄，實難佐證兩者製程之間製作時間的差異性；然而傳統手工低溫熱塑性副本具有加工方便，可依患者的狀態變化（例如：水腫），或者擺位角度不夠理想，隨時進行二次加工調整之優點，這是 3D 列印成品無法進行彈性修正的缺點。因本研究過程中著重於學習 3D 掃描、3D 建模與使用 3D 列印機製作出副本成品，故忽略了選用更佳問卷工具：「台灣版魁北克輔具使用者滿意度評量」(陳莞音, 2007)，該問卷可提供進一步的資訊，如：尺寸、重量、耐用度、與使用效果的反應，更全方面來評量使用者對手部副本配戴之滿意度，這可做為未來相關探討輔具研究之參考。

結論

採用 3D 列印來製作手部副木具有重製方便、造型美觀與提升質感的優點，在臨床應用有不容小覷的潛力。本研究研究結果已初步驗證 3D 列印製程所製作出來的手腕固定型豎腕副木，與傳統手工製作的同款樣式的副木在穿戴舒適上並無顯著的差異。相較手工製作副木穿戴的舒適性有賴於治療師的經驗與手法，3D 列印製程可藉由數位化的 3D 建模檔案進行製作或重製的步驟，不易受到人工經驗值的干擾而影響到最終副木成品的穿戴舒適性。就現有 3D 列印技術，大型副木的製作上仍十分費時，然而未來針對製作體積較小手指副木應會很廣泛的應用潛力。

誌謝

本研究獲高雄醫學大學附設中和紀念醫院專題研究經費補助 (KMUH105-5G08) 謹此致謝。

參考文獻

- 陳莞音 (2007)。台灣版魁北克輔具使用者滿意度評量於輪椅類輔具使用者之應用。臺灣大學職能治療研究所學位論文 (碩士論文)。台北市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/unpz5x>。
- 梁文隆、李萬盟、黃書鴻、張志仲、楊育昇 (2018)。運用 3D 列印技術製作全臉式燒傷壓力面罩之可行性研究，*職能治療學會雜誌*，36(2)，228-245。
[https://doi.org/10.6594/JTOTA.201812_36\(2\).0005](https://doi.org/10.6594/JTOTA.201812_36(2).0005)
- American Society for Testing and Materials. (2012). *Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies (ASTM F2792-12a)*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Agnew, P.J., & Maas, F. (1995). Compliance in wearing wrist working splints in rheumatoid arthritis. *Occupational Therapy Journal of Research*, 15(3), 165-180.
<https://doi.org/10.1177/153944929501500302>

- Arulmozhi, R.S., Vaidya, M., Poojalakshmi, M.G., Ashok Kumar, D., & Anuraag, K. (2018). 3D Design And Printing Of Custom-Fit Finger Splint. *Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications*, 30(5), 1850032. <https://doi.org/10.4015/S1016237218500321>
- Benham, S., & San, S. (2020). Student Technology Acceptance of 3D Printing in Occupational Therapy Education. *American Journal of Occupational Therapy*, 74(3), 7403205060p1-7403205060p7. <https://doi.org/10.5014/ajot.2020.035402>
- Callinan, N.J., & Mathiowetz, V. (1996). Soft versus hard resting hand splints in rheumatoid arthritis: pain relief, preference, and compliance. *American Journal of Occupational Therapy*, 50(5), 347-353. <https://doi.org/10.5014/ajot.50.5.347>
- Duncan, R.M. (1989). Basic principles of splinting the hand. *Physical therapy*, 69(12), 1104-1116. <https://doi.org/10.1093/ptj/69.12.1104>
- Farmer, S.E., & James, M. (2001). Contractures in orthopaedic and neurological conditions: a review of causes and treatment. *Disability and Rehabilitation*, 23(13), 549-558. <https://doi.org/10.1080/09638280010029930>
- Fess, E.E. (2002). A history of splinting: to understand the present, view the past. *Journal of Hand Therapy*, 15(2), 97-132. <https://doi.org/10.1053/hanthe.2002.v15.0150091>
- Ganesan, B., Al-Jumaily, A., & Luximon, A. (2016). 3D printing technology applications in occupational therapy. *Physical Medicine and Rehabilitation – International*, 3(3), 1085
- Lannin, N.A., & Ada, L. (2011). Neurorehabilitation splinting: theory and principles of clinical use. *NeuroRehabilitation*, 28(1), 21-28. <https://doi.org/10.3233/NRE-2011-0628>
- Nam, H.S., Seo, C.H., Joo, S.Y., Kim, D.H., & Park, D.S. (2018). The application of three-dimensional printed finger splints for post hand burn patients: a case series investigation. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 42(4), 634. <https://doi.org/10.5535/arm.2018.42.4.634>
- Portnoy, S., Barmin, N., Elimelech, M., Assaly, B., Oren, S., Shanan, R., & Levanon, Y. (2020). Automated 3D-printed finger orthosis versus manual orthosis preparation by occupational therapy students: Preparation time, product weight, and user

satisfaction. *Journal of Hand Therapy*, 33(2), 174-179.

<https://doi.org/10.1016/j.jht.2020.03.022>

Tan, X., Chen, W., Cao, J., & Ahmed-Kristensen, S. (2021). A preliminary study to identify data needs for improving fit of hand and wrist orthosis using verbal protocol analysis. *Ergonomics*, 64(2), 259–272.

<https://doi.org/10.1080/00140139.2020.1823490>

Stefanovich, A., Williams, C., McKee, P., Hagemann, E., & Carnahan, H. (2012).

Development and validation of tools for evaluation of orthosis fabrication.

American journal of Occupational Therapy, 66(6), 739–746.

<https://doi.org/10.5014/ajot.2012.005553>

Wagner, J.B., Scheinfeld, L., Leeman, B., Pardini, K., Saragossi, J., & Flood, K. (2018).

Three professions come together for an interdisciplinary approach to 3D printing: occupational therapy, biomedical engineering, and medical librarianship. *Journal of Medical Library Association*, 106(3), 370.

<https://doi.org/10.5195/jmla.2018.321>

Wong, S.K. (2002). Classification of hand splinting. *Hand Surgery*, 7(2), 209-213.

<https://doi.org/10.1142/s0218810402001199>

Zolfagharian, A., Gregory, T.M., Bodaghi, M., Gharaie, S., & Fay, P. (2020). Patient-specific 3D-printed splint for mallet finger injury. *International Journal of Bioprinting*, 6(2), 259.

<https://doi.org/10.18063/ijb.v6i2.259>

Evaluation of Wearing Comfort of the Cock-up Splint by 3D Printing Technology

OCCUPATIONAL THERAPY

Wen-Lung Liang^a, Shan-Ju Yeh^a, Bo-Yu Tsai^b,
Ia-Wen Han^a, Yu-Sheng Yang^{a,c,*}

Abstract

3D printing is a type of manufacturing process that uses a digital model to create a 3D object. The combined use of 3D scanning and 3D printing technologies creates a comfortable and custom fit mold. Therefore, the aim of this study was to investigate the differences of wearing comfort between cock-up splints fabricated with 3D printing technology and with conventional manual work. Ten able-bodied participants participated in this study. After fabrication of wrist cock-up splints by conventional manual fabrication and 3D printing was done, participants were assigned to wear these two types of wrist cock-up splints. The sequence of the wearing splint was randomly assigned with a one-week interval. After eight-hour wearing, participants were asked to indicate the comfort level. The results indicated that no differences of wear-comfort were noticed between these two molds. 3D printing technology appears to be a promising method to help therapists fabricate the wrist splint. The advantages of 3D printing include easy replication, aesthetic features, and good quality. However, the use of 3D printing to fabricate large splints is relatively time-consuming. Therefore, the application of 3D printing for fabrication of small finger splints deserves further attention and in-depth study.

Keywords: 3D Printing, 3D Scanning, Splints

^aDepartment of Rehabilitation Medicine, Kaohsiung Medical University Hospital, Taiwan

^bDepartment of Clinical Education and Training, Kaohsiung Medical University Hospital, Taiwan

^cDepartment of Occupational Therapy, Kaohsiung Medical University, Taiwan

*Correspondence: Yu-Sheng Yang
100 Shih-Chuan 1st Road, Sanming Dist.,
Kaohsiung 80708, Taiwan
TEL: 07-3121101 ext. 2657
FAX: 07-3215845
E-mail: yusheng@kmu.edu.tw

Received: 25 July 2021

Accepted: 30 November 2021