

## 全數位化的活動式局部假牙 (RPD)

**Renishaw** 和卡迪夫大學牙醫院 (**Cardiff University Dental Hospital**) 攜手組成一個研究 **CoCr** 活動式局部假牙的團隊，目標是能在未來廣泛提供平價的牙骨框架。

在數位化牙醫的時代，假牙似乎已經不再是主流。但豐富的植牙業務及與其密切相關的 CAD/CAM 配件世界，卻讓平價活動式假牙慢慢變成主流。嚴格來說，這並非全然正確。以圍繞式牙桿和四顆特殊設計的植牙支撐全口假牙仍有其市場，但其軟硬組織支撐配件，似乎沒有獲得相同程度的大幅改造。

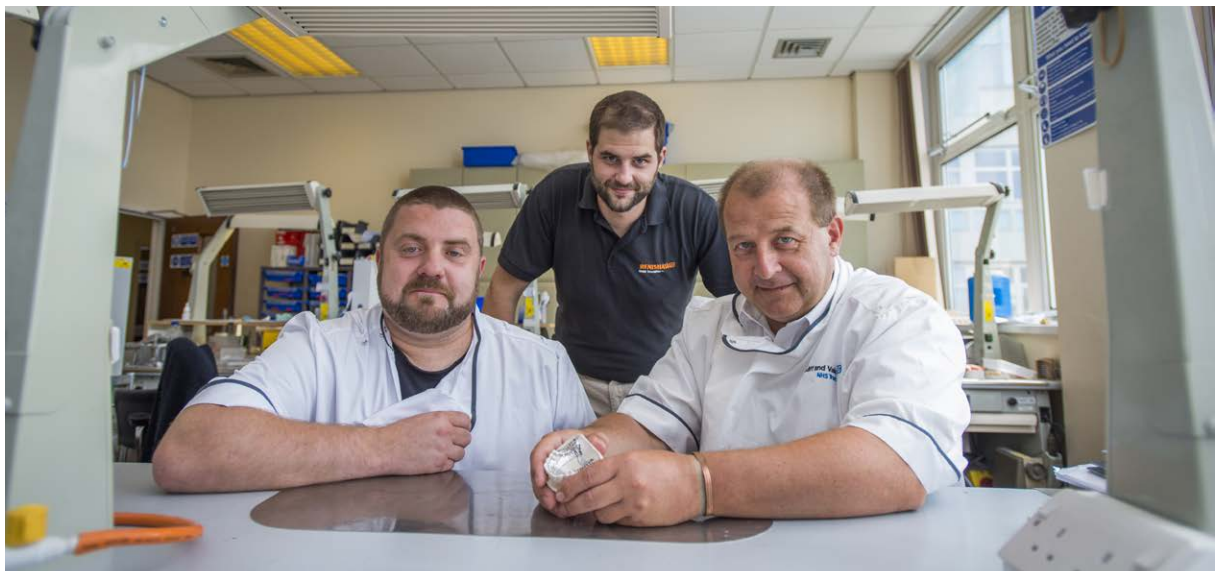
植牙業務逐年持續成長—人口老化促使大幅修護齒列的病患者數穩定成長，而如雨後春筍般出現的美容方案，也有助於讓潛在病患意識到市場上有哪些選擇。

即使是健康的飲食習慣，其實也沒有什麼幫助—之前以為具有排毒功效的蘋果汁也一樣。《每日電訊報》宣稱，一杯150ml 的蘋果汁，就有 4 茶匙的糖。

先不談其他的健康關聯，此對牙齒已是重大的警訊，讓自認為很健康的人，也需要及早進行口腔保健（包括拔牙）。

因此在治療齒列缺失時，植牙顯然仍是十分受歡迎的治療方式。然而，不是每個人都能支付得起植牙費用（除非有醫療需求，否則 NHS 不負擔），而且，只有少數的保單提供這樣的保障。事實上，不是每個人都想接受需要植牙這種侵入性手術。因此假牙仍是一種需要不斷開發、嘗試和測試的治療方式。許多病患皆十分樂意裝上 CoCr 假牙，這種假牙在長時間使用而發生結構性變化後也可以更換，因此它現在仍有市場，而且它的客服市場也同樣重要。但正如先前所述，假牙大部分是以 CAD/CAM 電路所生產製造。

活動式假牙仍非常受歡迎，在成本有限時，是十分實用的工具。



實驗室團隊從左至右分別為：卡迪夫大學牙醫院的 Paul Clark，Renishaw PLC 的 David Cruickshank 和 CUDH 的 Roger Maggs

## 局部數位化的侷限

在現今 RPD 的市場中，生產假牙的選擇極為有限。最常見的選項是：

- 堆積法雕蠟並手動鑄模。
- 以數位方式設計，根據資料以臘列印，然後自行鑄模。
- 以數位方式設計，根據資料以臘列印，然後額外付費委外鑄模。

因此數位假牙流程已近乎成真，但仍無從設計階段到生產製造，都不需要手動輸入的垂直整合工作流程。

目前卡迪夫大學牙醫院 (CUDH) 每年能生產製造 380 到 400 組鉻合金，雖然誤鑄情況維持在極低的水準，但仍無法完全避免，而他們也一直努力想要降低此一數字。延宕的工作流程和 RPD 的複雜性質等許多變數，都會造成誤鑄的情況。除了誤鑄之外，還有許多其他因素，如設計變更，預約之間的有效性和／或在教育機構的實習牙醫學生經驗不足，所造成的印象不準確等，都可能會影響是否需要重做。業界實務調查顯示，大約有 14 至 20% 鑄模需要重做，而這對大部分其他製造業而言，是一個難以想像的數字。

在環境和經濟壓力不斷增加的情況下，能夠充分控制此情況，以便進一步提升實驗室效率，並對更廣大的民眾提供高品質牙齒保健非常重要。

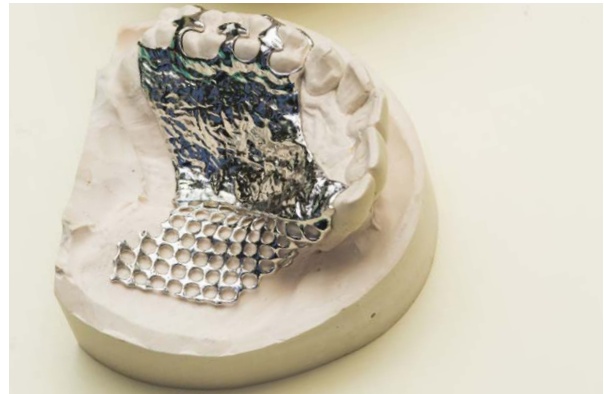


卡迪夫大學牙醫院的 Roger Maggs 和 Paul Clark 正在檢視後期齒模

## 學術機構，商業和臨床機構共同合作

為解決上述各項問題，並將 RPD 完全帶入數位時代，需要以結構化的方式處理許多問題。數位假牙設計正是 Renishaw 的 David Cruickshank 的博士專攻科目。David 畢業於卡迪夫都會大學（其前身為威爾斯大學卡迪夫學院）專攻牙科技術。他對研發假牙具有極高的熱忱，並且每天在 Renishaw 進行金屬 3D 列印工作，而此領域也是最適合他的博士論文主題。

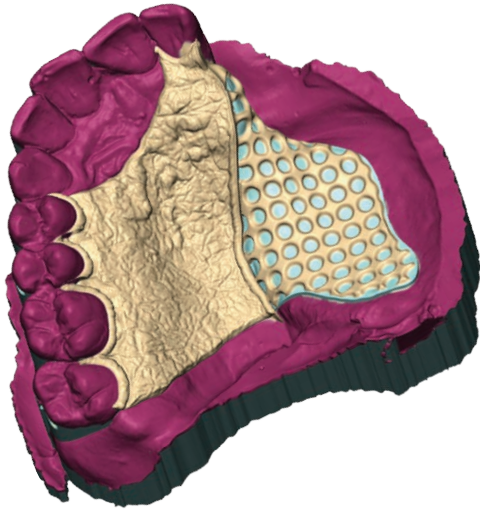
David 與 CUDH 的資深牙科實驗室主管 Roger Maggs RDT、贖復牙科的顧問 Liam Addy 先生及資深牙科技師 Paul Clark RDT，共同負責處理此一新的生產製程。研究的確切領域包括如何在數位環境設計假牙，哪些材質能提供最佳的效能，以及如何有效地使用積層製造 (AM) 機製造假牙。



3D 列印的假牙，已拋光及可進行構建

## CUDH 認為數位假牙勝過傳統假牙的優點

- 降低昂貴鍋爐和鑄模設備的維護成本
- 減少浪費的合金材料
- 不會浪費蠟
- 不會浪費包覆材料
- 改善健康和安全的功能
- 因為減少浪費而可能降低對環境所造成的影響
- 不須重新啟動整個流程，就能重新呼叫、變更設計及重新製造
- 透過網際網路／電子郵件在技師和臨床醫師之間分享設計，以協助提高生產力
- 縮短製程工作流程



假牙設計示意圖

## 設計

雖然現在設計套件的數目已不斷增加，然而其選擇性與牙冠及牙橋和植牙術相比，仍十分有限。在本研究中，為了擁有最大的彈性，該團隊使用 Freeform™ 軟體，搭配 Sensable® 觸覺回饋裝置。Sensable® 觸覺回饋裝置是 Geomagic® 的產品，以 Touch™ X 之名銷售。

掃描完主模型之後，資料就會直接匯入 Freeform 軟體中。操作人員可從此處開始辨識插入軸和定出模型凹穴。模型凹穴可稍加變化，以提供較緊或較鬆的黏合度。另外，在此時會微調牙齦的間隙，以適應壓克力厚度。

遵守此一設計流程，即可真正正式開始。可將全套的間接和直接牙架，主連接體和壓克力黏合功能，皆設計至假牙中。

使用者剛開始使用觸覺臂時，或許會覺得怪異，但其實很快就能適應，並快速地以精密的穩定臂和固位臂設計出咬合面座。

正如傳統 RPD 般，也可以使用各種不同的網格選項和表面修改，來自行設計壓克力黏合性。

## 製造

現今製程中，有許多數位 RPD 皆是以蠟列印，再進行包覆和鑄模。但 CUDH 和 Renishaw 使用 Renishaw 的 AM250 積層製造 (AM) 機，就可跳過此程序，直接製造出牙醫等級，CE 標章認證的 CoCr。最簡單的 AM 構形是一層 20 微米厚的薄金屬粉，並搭配超細雷射光束，逐層建構出牙框架；

它極為擅長於製作高細節的複雜表面。幾乎所有在設計過程中的功能皆可複製，而不會錯過任何細節。

對 CUDH 而言，最主要的優點是其可以將 .stl 資料寄送至 Renishaw 進行製造，並繼續進行下一項工作，而不需要自行完成高技巧的包覆鑄造流程。這可協助實驗室流程變得更有效率且符合成本效益。

## 評估

在研究的階段中，CUDH 的團隊則會透過 Liam Addy 博士的評估，致力調整並讓病患能舒適佩戴假牙。本階段會對超過十個案例進行評估。每個案例都同時具有以相符的設計特性所製造的傳統和數位 RPD 框架。接著，框架就完成了，準備由 Addy 博士進行評估。

Addy 博士會在每個案例中，同時針對上述兩項變數審核病患。透過他豐富的經驗和病患對舒適度和黏合性的意見反應，即能計算出最佳的方法。根據 CUDH 表示，在 10 件案例評估中，對數位 RPD 助益的得分都是 10 分（滿分）。

若想瞭解更多關於 Renishaw 完整牙科產品的資訊，請造訪 [www.renishaw.com.tw/dental](http://www.renishaw.com.tw/dental)



觸覺臂和 DS20 牙技掃描器



## 關於 Renishaw

Renishaw 在產品的開發與製造上堅持著多年以來積極創新的歷史傳統，已確立其在世界上工程技術領域不可撼動的領導地位。自1973年創立至今，公司不斷地提供尖端科技之產品，除了可以提高加工製程產能與改善產品品質外，並提供高經濟效益的自動化解決方案。

遍佈全球的子公司及經銷商網路為客戶提供優質便捷的全方位的服務與支援。

### 產品包括：

- 堆疊快速成型製造、真空鑄造、及微型射出成型之技術 - 用於設計開發、原型測試及生產等之應用
- 牙科 - CAD/CAM 假牙掃描系統及結構材料之供應
- 光學尺 - 高精度線性、角度及旋轉定位回饋系統
- 夾治具系統 - 應用於 CMM(三次元量床)及多功能檢具系統
- 多功能檢具系統 - 應用於加工零件之比對量測
- 高速雷射量測與探測系統 - 應用於險峻的地理環境
- 雷射干涉儀及循圓測試系統 - 應用於工具機性能診斷與量測校正
- 醫療儀器 - 腦神經外科手術應用
- 工具機測頭系統與軟體 - CNC 工具機工件座標設定、刀具檢測及工件量測之應用
- 拉曼光譜儀系統 - 非破壞性材料分析應用
- 測頭與軟體系統 - CMM(三次元量床)量測之應用
- 測針 - CMM 與工具機測頭系統之應用

有關全球聯繫之相關資訊，請上網站 [www.renishaw.com.tw/contact](http://www.renishaw.com.tw/contact)。



RENISHAW 盡力確保在發佈日期時，此份文件內容之準確性及可靠性，但對文件內容之準確性及可靠性將不做任何擔保。RENISHAW 概不會就此文件內容之任何不正確或遺漏所引致之任何損失或損害承擔任何法律責任。

©20xx Renishaw plc. 保留所有權利

Renishaw 保留更改產品規格之權利，恕不另行通知。

RENISHAW 及 RENISHAW 公司徽標中的測頭符號是 Renishaw 公司在英國及其他國家或地區的註冊商標。

apply innovation 及其他 Renishaw 產品和技術的名稱與命名是 Renishaw plc 及旗下子公司的商標。

本文件中使用的所有其他品牌名稱和產品名稱為各自所有者的商品名稱、商標或註冊商標。



H - 5489 - 9139 - 01 - A

版本：062015 文件訂貨號 H-5489-9139-01-A