

出國報告（出國類別：訓練）

## 尖端科技輔助復健

服務機關：國立臺灣大學醫學院附設醫院

姓名：陳健平

派赴國家：美國

出國期間：113年7月1日至113年7月26日

報告日期：113年10月7日

## 摘要

鑑於近年科技醫療的快速進步，各醫療機構都紛紛引進了先進的醫療設備和技術，本院復健部近年來積極引進尖端科技輔助復健(technology-assisted rehabilitation)。本次出國進修訓練計畫旨在深入了解尖端科技輔助復健的應用，學習相關技術並累積臨床經驗，以提升未來服務患者的能力。本人參訪了維吉尼亞聯邦大學復健部及其合作醫院，觀察了 Sheltering Arms Institute 復健醫院的高科技設備輔助復健，包括上肢與下肢復健機器人與先進的懸吊系統等，這些設備對於病人的復健成效提升顯著。此外，里奇蒙榮民醫院的輔助科技計畫不僅使用市面上現有的科技輔具，亦運用 3D 列印技術量身打造輔具，滿足患者的生活需求。總結而言，此次進修讓我拓展了視野，對未來臨床實務與研究發展有極大幫助，也強化了國際醫療合作的基礎。

# 目次

壹、目的.....	1
貳、過程.....	1
一、訓練機構介紹.....	1
二、Sheltering Arms Institute 高科技設備輔助復健.....	2
三、榮民醫院科技輔具與義肢計畫.....	5
參、心得.....	7
肆、建議事項.....	8

## 壹、目的

在復健醫學的領域中，科技輔助復健(technology-assisted rehabilitation)扮演重要的角色，有些輔助科技以訓練病患為目的，能夠提升復健治療成效，有些則是用以代償病患失去的能力，來達到更好的生活功能。

近年來醫療科技蓬勃發展，各醫療院所無不爭相引進先進醫療儀器與技術。臺大醫院復健部近年來亦不斷引進尖端科技輔助復健，並在兒童醫院早療中心推行智慧復健亮點計畫，其中引進的儀器設備包括上肢與下肢復健機器人、智能平衡暨本體感覺訓練系統、溝通輔助器、眼控平板電腦等。

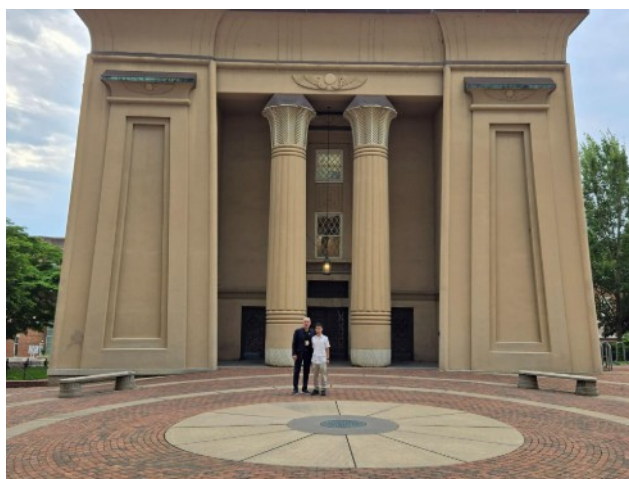
我國雖然在國際上是公認的科技強國，然而在尖端科技輔助復健的使用上，距離歐美先進國家仍有一段落差。希望藉此計畫，深入了解尖端科技輔助復健，學習相關知識，並累積相關臨床經驗，以利未來使用於病人服務與醫學研究上。

## 貳、過程

### 一、訓練機構介紹

本次訓練前往維吉尼亞聯邦大學 (Virginia Commonwealth University) 醫學系復健部受訓，該機構位於美國維吉尼亞州首府里奇蒙(Richmond, Virginia)，有許多間合作醫院，包括維吉尼亞聯邦大學醫學中心(VCU medical center)、里奇蒙榮民醫院 (Richmond VA Medical Center)、復健醫院 Sheltering Arms Institute 與里奇蒙兒童醫院 (Children's Hospital of Richmond)，本人有幸得以前往各間合作醫院參訪，見識不同的服務模式。

維吉尼亞聯邦大學醫學系復健部的主任 Cifu 教授為國際復健醫學界知名學者，領導多項聯邦政府資助的大規模榮民腦傷研究計畫，也是復健醫學領域權威教科書 Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation 的總編輯。該機構亦設有研究單位 CERSE (Center for Rehabilitation Science and Engineering)，能夠結合研究與臨床，研發最先進的科技輔助復健，並提供全面的復健醫療照護。



圖：與 Cifu 教授合照

## 二、Shelting Arms Institute 高科技設備輔助復健

### Shelting Arms Institute 簡介

Shelting Arms Institute 是一所專門的復健醫院，主要提供住院復健服務，亦提供少量門診病人復健服務，讓出院病人得以銜接治療。該院設有四個不同次專科病房——中風、腦傷、脊髓損傷/複雜照護 (SCI/Complex Care) 及多專長復健 (Multispecialty)，由 9 位主治醫師負責照顧，共有 114 張床位。在傳統住院復健常見的神經疾病(中風、腦傷、脊髓損傷)以外，多專長病房收治截肢及骨科術後需要住院復健的患者，而複雜照護病房則專門收治因內外科複雜問題導致功能喪失、需住院復健的病人，也包括心臟、肺臟、肝臟及血液腫瘤移植後的病患。除了臨床服務外，該醫院亦設立了研究單位 Virginia Celeste Ellett Science Lab，結合臨床與研究，致力於推動更進步的復健治療。

### 住院治療模式

住院復健的醫療團隊包含醫師、護理師、個案管理師、物理治療師、職能治療師、語言治療師、娛樂治療師等專業人員。每位主治醫師照顧約 12 至 15 位住院病患，多數醫師專職照顧住院病人，不用負責門診或檢查室業務，假日亦會有輪班的主治醫師查房。

住院復健病人每天(上班日)會接受 3 小時的復健治療，包括物理治療、職能治療、語言/吞嚥治療、娛樂治療等項目，平均住院復健為期 2 至 3 週。每週復健團隊會開個案討論會，不僅討論每位病人的醫療問題與復健進展，也會針對病人出院規劃做討論，決定病人出院日期與動向。

### 開闊且有許多先進復健設備的治療室

該復健醫院的一樓設有一間很大的復健治療室，大部分住院病人的物理與職能治療在此進行，治療室內有許多先進的科技輔助復健儀器，治療師會針對病人選用適合的設備進行訓練，病人使用這些高科技的復健設備不需要另外再額外付費，已包含在住院費用內。

對於最嚴重、能力最差的病患，可以使用 Hocoma Erigo Pro 傾斜床，該設備等同是傳統傾斜床(tilting table)再加上被動式的腳踏車(leg ergometer)與功能性電刺激(functional electrical stimulation)，讓病患不只是斜躺在傾斜床上，還能夠同時接受下肢的被動運動訓練，促進恢復。



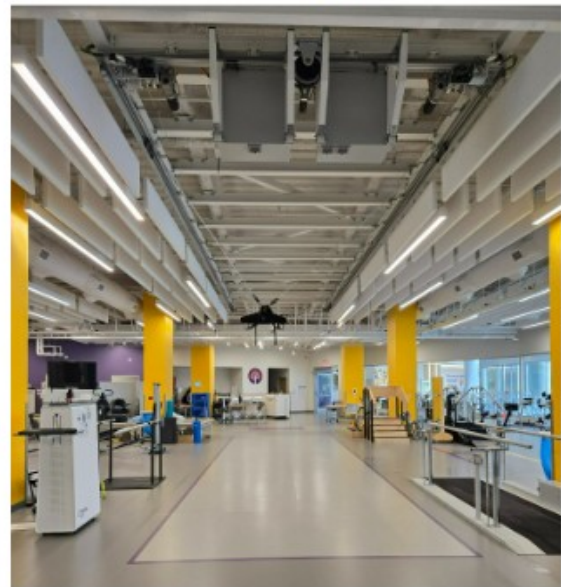
圖：Hocoma Erigo Pro 傾斜床

對於能力稍微好一些，但還沒有能力行走的患者，會考慮使用懸吊系統來協助者支撐部分身體的重量，讓這類在使用傳統復健設備無法練習行走的患者也能及早開始步行訓練，此外懸吊系統也能做為預防跌倒的保護。該機構除了傳統的懸吊系統以外，亦購置了 Motek Rysen，相較於傳統一維線性懸吊系統，這個先進的設備能夠讓病人在劃設的長方形空間內自由的二維移動，並支撐患者的重量，這能夠執行更進階的訓練，例如前後行走閃避障礙物，甚至是踢足球、用球拍打球等等。

## Bioness Vector



## Motek Rysen



圖：不同的懸吊系統

此外，該機構也有許多下肢外骨骼機器人，包含搭配跑步機的固定式外骨骼機器人系統 (grounded exoskeleton, Hocoma Lokomat) 與穿戴式的外骨骼機器人系統 (wearable exoskeleton, EksoNR)，能夠針對不同病人族群給予最適當的訓練。

在使用這些下肢外骨骼機器人復健的時候，除了需要一位物理治療師為病人提供訓練以外，還需要一為輔佐的技術人員(rehabilitation technician)。在開始治療前，要先根據事前量測好的病人身體數值(如: 大腿長度、骨盆寬度等)調整好治療設備，接著需要花數分鐘的時間穿戴設備，訓練過程中，治療師會給予病人指令，並與技術人員共同操作設備、保護病人安全。(醫療人員—病人比 = 2 : 1)

在上肢機器人復健方面，該機構亦有許多設備，其中許多訓練設備也能夠搭配遊戲，讓患者在訓練的過程中更有動機參與。下表是該機構的先進科技復健設備清單：

AlterG M300	HydroWorx® 750 Series™ Pool
AmpCare	iN2L (It's Never Too Late)
Attention Process Training 3 (APT-3)	Indego® Exoskeleton
Bioness BITs & BITs Balance	IOPI
Bioness H200	Modified Barium Swallow
Bioness L300 Go	Motek C-Mill
Bioness Vector Dynamic Body Weight Support System	Motek Rysen
Bioness Vector Elite	Natus SMART Balance Master®
BlazePods	Neofect Raphael SmartGlove
EksoNR Exoskeleton	Power Plate Vibration Platform
Electrolarynx	Respiratory Muscle Strength Trainers
FES Cycle RT300	RightEye Vision System™
FES Cycles by Restorative Technologies	SaeboFlex
FITLIGHT Trainer	SaeboGlove
Functional Endoscopic Evaluation of Swallow (FEES)	SaeboMAS
Hocoma Andago®	Speech Vive
Hocoma Arneo Power	STISIM Drive M300WS-Console Driving Simulation System
Hocoma Arneo®Spring	Tyromotion DIEGO®
Hocoma Erigo	Tyromotion Myro
Hocoma Lokomat	Virtualis-VR
Hocoma Lokomat® Pro	VitalStim
Hocoma Valedo®	Woodway Split-Belt Treadmill

表一：Shelting Arms Institute 先進科技復健清單

## 與本院之比較

在住院復健的服務提供模式方面，因為醫療保險制度與文化的不同，造成許多方面的差異。該復健醫院相對於本院或是我國任何其他醫院的復健病房，住院復健費用較高，因此保險給付每位病人的住院日數較短，但是住院期間每日復健的強度與品質

則較高，擁有較長的治療時間與較佳的醫療人員(治療師、護理師)一病人比，此外更常使用先進科技復健設備，不論是在早期能力較差的病患還是在已具有一定能力的病人，治療師在治療方法的選擇上都比較多元。

在設備方面，本院復健部近年來亦持續購置先進科技復健設備，在下肢機器人方面有上銀(固定式外骨骼機器人)與福寶(穿戴式外骨骼機器人)，此二者皆為本國公司所研發出的外骨骼機器人，本部的服務模式是讓病人自費使用，治療期間由一位治療師專門為病人提供訓練。然而相較於本次參訪單位，這兩種外骨骼機器人在使用上功能較為受限，上銀的外骨骼機器人僅能做被動步態訓練，福寶的外骨骼機器人在各關節的控制上沒有像本次參訪機構的穿戴式外骨骼機器人來得精密，因此曾有治療師說在使用上較為費力。

本部在兒童醫院早療中心的智慧復健亮點計畫亦有使用許多科技輔助復健設備，包含上肢復健機器人、智能平衡暨本體感覺訓練系統、溝通輔助器、眼控平板電腦等，在付費模式上包含在健保治療內，未額外向病患收費。治療師們反應大多數病童在使用智慧復健治療的狀況都不錯，不過缺點是穿戴裝置需要耗費時間。

整體而言，相較於該單位，本院的優勢在於醫療費用較便宜、能為更多病患提供服務，劣勢在於設備、經費與人力上較為缺乏，因此如何在現有的資源下創造出最大的價值是一個課題。

### 三、榮民醫院科技輔具與義肢計畫

#### 里奇蒙榮民醫院簡介

美國的榮民醫院體系與臺灣的榮總體系所提供的服務模式不同，服務的對象僅限於榮民與現役軍人。里奇蒙榮民醫院(Richmond VA Medical Center)是維吉尼亞州最大的榮民醫院，是一間綜合醫院。該機構的復健部提供住院與門診服務，並針對軍人/榮民常見的外傷所導致的失能設立多重創傷復健中心(polytrauma rehabilitation center)，提供更多元的復健醫療服務。

#### 輔助科技計畫的治療與服務模式

榮民醫院因為擁有政府經費的挹注，因此在治療上可以在不考慮商業保險給付的情況下，執行醫師與治療師認為最適當的治療，是一大特色。

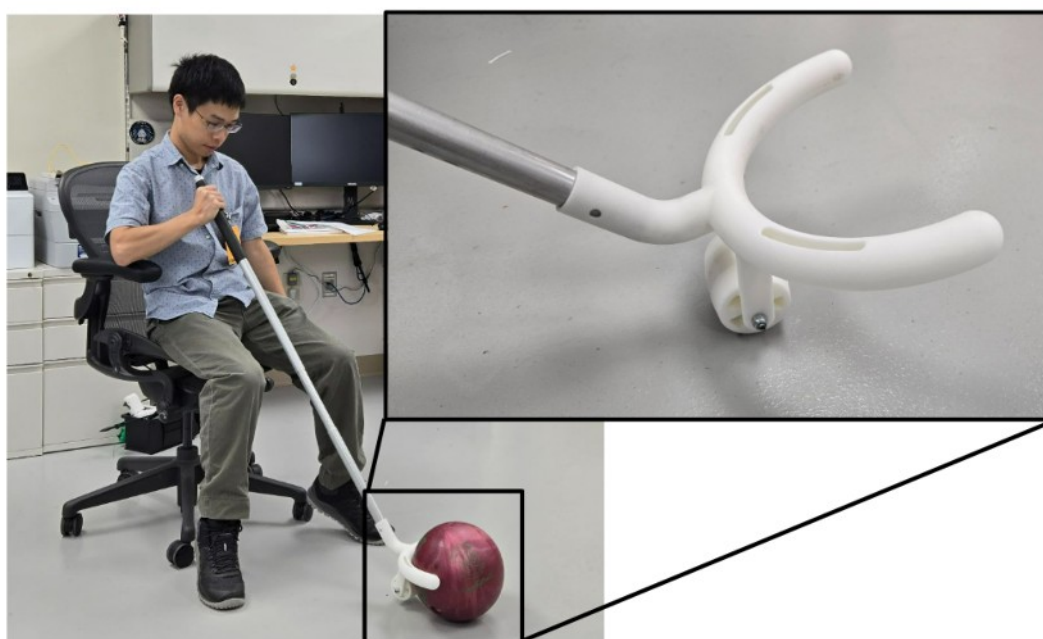
里奇蒙榮民醫院的輔助科技計畫(Assistive Technology Program)是全美國榮民醫院系統中的三大輔助科技計畫之一，成立於2009年，接受來自全國各地榮民醫院的照會。該計畫由職能治療師Melissa Oliver領導，團隊中有3至4位復健工程師，與臨床端的治療師、醫師及患者密切合作，會到多發性硬化症及漸凍人等特別門診直接跟患者及治療師們討論，致力於使用輔助科技滿足患者生活中的需求，以提升生活品質。

該計畫主要提供以下五個領域的輔助科技，包括溝通設備、家居自動化、適應性



電腦技術、複雜座椅與移動設備、以及適應性體育。該計畫不僅使用一些市面上現成的解決方案，也能透過自製或3D列印技術量身打造最適合每一位病患的科技輔具。該醫院設有專門的3D列印部門，部門中有7位專職的工程師，接受各地榮民醫院醫療人員/病人提出需求，印市面上沒有商業化販售但有需求的輔具與器材。

在我參訪的過程中，該團隊的工程師也展示他們自行開發的科技輔具，其中最特別的是因應病患的運動/娛樂需求，所開發出的適應性體育輔具，包括可在撞球桌上自由滑動的架桿器，與下圖所示的保齡球推進器，都是他們自行設計並使用3D列印製造的。



圖：里奇蒙榮民醫院輔助科技計畫團隊自行開發、使用3D列印製作的保齡球輔具

除了使用3D列印製造科技輔具，該團隊近期亦在研發使用3D列印技術製造義肢的套筒，然而目前在病人隱私與法規上仍有些顧慮，因為若要將病患的殘肢資料輸入3D列印設計軟體，會牽涉到軟體是否有資料外洩風險之考量，以及是否通過醫療器材認證等問題需要面對，因此目前仍在努力克服這些問題。

### 與本院之比較

相較於本院，里奇蒙榮民醫院的輔助科技計畫使用整合式的照顧模式，提供患者更全面的輔助科技服務。本部雖然未設立專門的輔助科技部門，但是職能治療師與語言治療師在治療期間能夠提供相關的醫療服務。若生活上有各種輔具需求，患者可以在門診與醫師討論，亦可以在職能治療時提出，請治療師給予建議，若需要製作特殊的輔具，職能治療師亦可提供協助。此外，本部的職能治療師亦會請患者拍攝家中環境照片，給予環境上改造或是輔助科技上的建議。在語言溝通有障礙的患者，本部的語言治療師會提供輔助溝通(Augmentative and Alternative Communication, AAC)上的建議，內容涵蓋從簡單的字卡，到較先進的溝通輔具，例如眼控式的鍵盤輸入或眼控選擇圖片的平板電腦裝置。

## 參、心得

感謝臺大醫院提供住院醫師短期出國訓練計畫的寶貴機會，能夠在住院醫師期間有為期一個月的海外進修經驗，對我來說是難能可貴的。這次進修不僅讓我學習到先進的科技輔助復健與多個次專科領域的復健知識，更深入了解不同文化背景下的醫療體系運作與差異。此外，與對方機構的醫師們建立的國際友誼，為未來的合作和交流打下了良好的基礎。這次經驗開拓了我的視野，對於未來的臨床實務、研究發展及專業成長都具有深遠的影響。



圖：與 VCU 復健部醫療人員的合照

這次出國進修期間，維吉尼亞聯邦大學復健部除了先進的科技輔助復健設備以外，另一個令我印象深刻的是對於患者生活自理與各方面獨立性的重視。足夠的科技設備與友善的環境規劃都是必要的。科技輔具讓患者得已從事原先不可能的事，例如四肢癱瘓的脊髓損傷的患者可以使用聲控的家中自動控制系統來操控電子設備，而對身障者友善的環境也是必要的，例如里奇蒙榮民醫院的停車場，不僅有大量(一整排)的身障車位，設置在最靠近醫院入口處，每個車位旁的空間都非常寬敞，讓輪椅使用者不用擔心上下車的問題，唯一的缺點是沒有遮雨。這次參訪期間，遇到的一位復健科住院醫師，本身也是脊髓損傷下肢癱瘓的患者，他有能力自行推輪椅，從輪椅轉位上車，並用雙手駕駛改造過的車子，往返住家與醫院的各院區，醫院中也有足夠的無障礙環境，讓他得以用輪椅自如的行動。



圖：里奇蒙榮民醫院停車場的身障車位，有非常足夠的大空間上下輪椅

## 肆、建議事項

目前本院在儀器設備上目前與美國先進醫院仍有一段不小的差距，雖然受限於醫療體系制度、經費與文化上的差異，無法購置並大量使用尖端科技復健設備，仍建議繼續積極發展尖端科技輔助復健，持續引進先進醫療設備，以避免與國際發展脫節。

在購置高科技復健醫療設備時，建議可以設計適合的服務提供模式，並考慮該設備對人力的影響(使用上會減輕或是增加治療師的人力需求)，設備的選擇上要找治療師與患者都願意使用的、治療效果良好的，以增加服務的使用率，造福更多病患。

在輔助科技方面，考量到保險給付模式，要模仿里奇蒙榮民醫院輔助科技計畫整合式的照護模式在施行上不容易，但可以做為參考的依據，建議可以加強病患、醫療人員、輔助科技提供者之間的溝通與連結，為病患提供最適切的輔助科技。

最後，再次感謝臺大醫院提供住院醫師短期出國訓練計畫，提供住院醫師出國進修的珍貴機會，若經費允許，建議繼續維持此計畫，並可考慮建立出國住院醫師之間的社群連結，互相分享醫療與經驗，可以學得更多。