

出國報告（出國類別：進修）

## 人工電子眼的研究與植入

服務機關：台中榮民總醫院眼科部

姓名職稱：林耿弘醫師

派赴國家：美國

出國期間：民國 100 年 12 月 15 日至 101 年 12 月 14 日

報告日期：民國 102 年 1 月 18 日

## 摘要

色素性視網膜病變(*retinitis pigmentosa*)俗稱夜盲症，是一種與基因有關的眼睛退化性疾病。色素性視網膜病變會造成視網膜感光細胞及視網膜色素上皮細胞逐漸壞死。患者常在十幾二十歲時有夜盲及視野縮小的症狀，之後視力逐漸惡化，到四五十歲時，有部分的患者已近全盲，部分患者殘留少許視力，日常生活需人從旁照顧及協助。目前色素性視網膜病變仍然沒有治癒的方法。

“人工電子眼”英文叫作“*retinal prosthesis*”，正確的中文翻譯應該叫作“視網膜晶片”或是“人工視網膜”。Humayun 醫師研究視網膜晶片已經有二十年的時間，可以說是國際上視網膜晶片研究的先驅者及權威醫師。視網膜晶片主要由附著於眼鏡上的微型攝影機、感應線圈及視網膜晶片等結構所組成。利用微型攝影機將影像錄下，轉化成電子信號，再藉由眼鏡上及眼球內的線圈相互感應，將電子信號及能量傳入位於視網膜上方的晶片，再藉由晶片上的電極刺激視網膜上殘存的細胞，產生神經訊號，傳入大腦內產生視覺影像。

去年九月份，美國食品藥物管理局 FDA 通過第二代的視網膜晶片可以用於人體，這是一個重要的里程碑，視網膜晶片不再只是實驗室的實驗項目，它已經成爲一種可以改善病人生活品質的醫療方式。現階段第二代視網膜晶片的電極爲 64 pixels 解析度還不高，但是隨著科技的進步，256 pixels 甚至是 1024 pixels 的視網膜晶片都將可能會被研發出來；而我參與的部分是改進第二代視網膜晶片，使之可以替換更新。每當材料工程師研發出一種新的材質，便會交給我植入實驗動物中，觀察每一種新材質對於視網膜細胞所造成的影響或是損害。視網膜晶片的研究需要一個很堅強的團隊，包括眼科醫師、電子工程師、材料工程師以及獸醫師的配合，更需要有龐大的研究經費做後盾。我有機會能夠加入這個團隊貢獻自己的一份力量，感到非常榮幸。

回台灣前，我跟 Humayun 醫師討論，希望有機會邀請他到台灣訪問及演講，他欣然同意；日後等視網膜晶片技術更加成熟時，他也同意讓台灣引進，給台灣的視網膜色素性病患帶來光明的希望。

## 目次

● 摘要 .....	1
● 目的 .....	3
● 過程 .....	4
● 心得 .....	7
● 建議事項 .....	8

## 目的

色素性視網膜病變(retinitis pigmentosa)俗稱夜盲症，台語一稱“雞仔眼”，是一種與基因有關的眼睛退化性疾病。色素性視網膜病變會造成視網膜感光細胞及視網膜色素上皮細胞逐漸壞死。患者常在十幾二十歲時有夜盲及視野縮小的症狀，之後視力逐漸惡化，到四五十歲時，有部分的患者已近全盲，部分患者殘留少許視力，日常生活需人從旁照顧及協助。美國統計色素性視網膜病變的發生率約為 1/2,700，如此推算，台灣罹患色素性視網膜病變的人數約在 8,500 人左右。

目前色素性視網膜病變仍然沒有治癒的方法，可說是眼科中的絕症。患者往往診斷之後，便陷入絕望之中，隨之而來的是視力的逐漸喪失，終致失明。大多數患者常陷入重度的憂鬱及絕望之中，甚者有病患因自此輕生。有鑑於此，前台中榮民總醫院眼科主治醫師李世煌，於民國 94 年經內政部核准成立了“中華民國磐石視障重建協會”(圖一)，宗旨是希望提供這些低視力的患者醫療及精神上的協助。成立之後，每年舉辦多次的活動，讓病患藉由與其他病友的互動中，彼此加油打氣，走出人生的幽谷，頗獲病患好評。此外也常安排專人到病患家中探訪，關心其日常生活所遭遇的困難並盡可能提供協助。



圖一、中華民國磐石視障重建協會與視網膜色素病變協會聯合舉辦之活動合影

本人承蒙李世煌醫師的提攜及病患的推舉，擔任此協會的第三任理事長。在跟病患的互動中，更進一步了解病患的需要，以及他們對視力回復的渴望。然而這些病患中不乏高知識分子，有大學教授、公務機關高階主管等，他們因為罹患此症，失去工作上的競爭力，甚至升遷的機會。但也因為如此，他們對人生的態度更加豁達，但他們也從未放棄尋求治癒此病的機會，努力的經由各種管道了解現在對色素性視網膜病變的最新醫療技術，很多資訊比眼科醫師還要新，真是令人汗顏。在一次跟病患的交談中，他們告訴我現在國外有一種技術叫作”人工電子眼”，可以改善病患的視力，希望我能幫助他們多了解一些有關”人工電子眼”最新發展。因為這樣的因緣，我選擇到美國研習有關”人工電子眼”的相關研究。

## 過程

“人工電子眼”英文叫作”retinal prosthesis”，正確的中文翻譯應該叫作”視網膜晶片”或是”人工視網膜”。現階段對視網膜晶片研究較多的國家是美國跟德國。而美國又以”南加州大學 Doheny Eye Institute”的研究結果最為先進。Doheny Eye Institute 位於加州洛杉磯，是美國排名前 10 名的眼科醫學中心之一。而我進修的指導教授是 Mark S. Humayun (圖二)。Humayun 醫師畢業於美國約翰霍普金斯大學，並曾於該校眼科擔任教授，Humayun 醫師是一位極具國際聲望的知名學者，他既是一位眼科醫師，也是一位生物工程師，因為具備這樣的雙重條件，讓他得以在視網膜晶片的領域上展開研究。Humayun 醫師研究視網膜晶片已經有二十年的時間，可以說是國際上視網膜晶片研究的先驅者及權威醫師。



圖二、左圖為 Doheny Eye Institute。右圖為 Mark S. Humayun 醫師

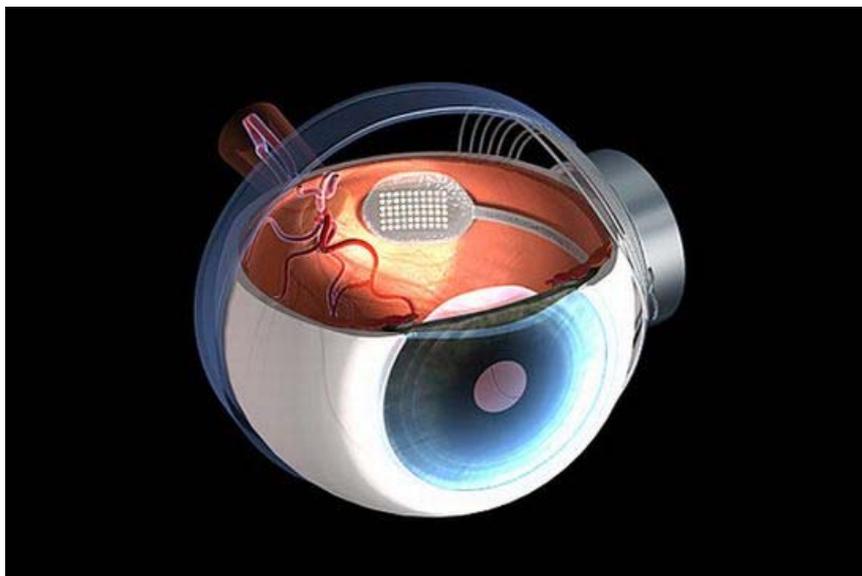
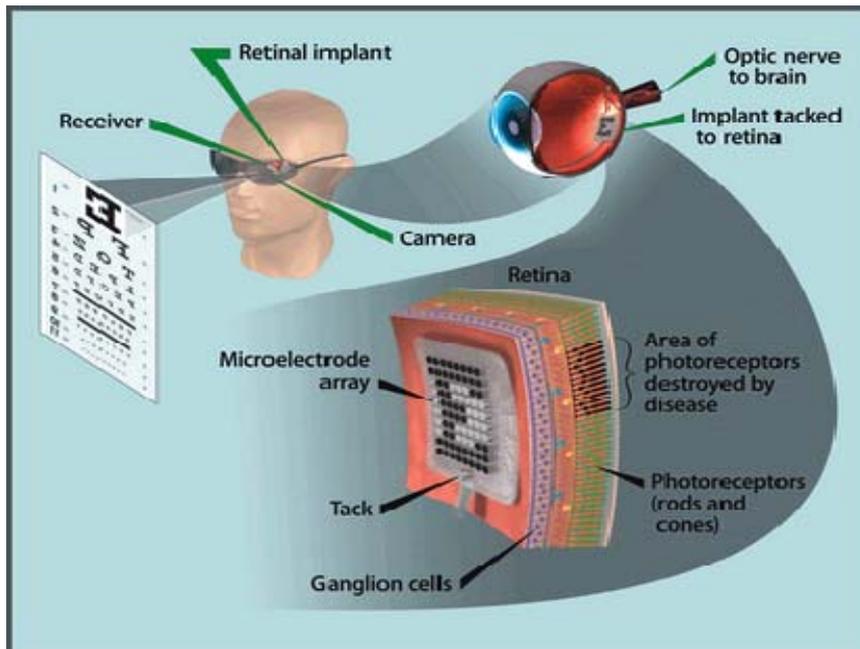
本人因為病患的鼓勵，寫了一封信給 Humayun 醫師，面對國際級的大師，心理頗為戒慎恐懼，不知信件會不會石沉大海。沒想到 Humayun 醫師在極短的時間內，便給我回信，並且答應我到 Doheny Eye Institute 擔任眼科玻璃體視網膜研究員，參與視網膜晶片及其他視網膜相關研究。能夠很快的得到國際級大師的應允，真是令人高興振奮。我想這應該歸功於磐石視障協會病患的鼓勵及後援，如果沒有他們，美國相關研究機構可能不會那麼快就核准我的申請。也因為這樣的機緣，督促自己到國外之後要更加努力的學習相關知識，才不辜負這些病患們的鼓勵及殷切的期望。

民國 100 年 12 月 12 日，我和太太搭機前往美國加州洛杉磯。要到一個全新的環境生活實在不是太容易，更何況是異鄉美國。所幸在當地朋友的協助之下，雖然有些波折，還是盡快的將生活安頓下來。12 月 15 日，依照預定的日期，我向 Doheny Eye Institute 報到。同時我也到的駐洛杉磯台北經濟文化辦事處報到，並將相關文件寄回本院人事室。一切就緒後，隨即展開在美國的研究工作。

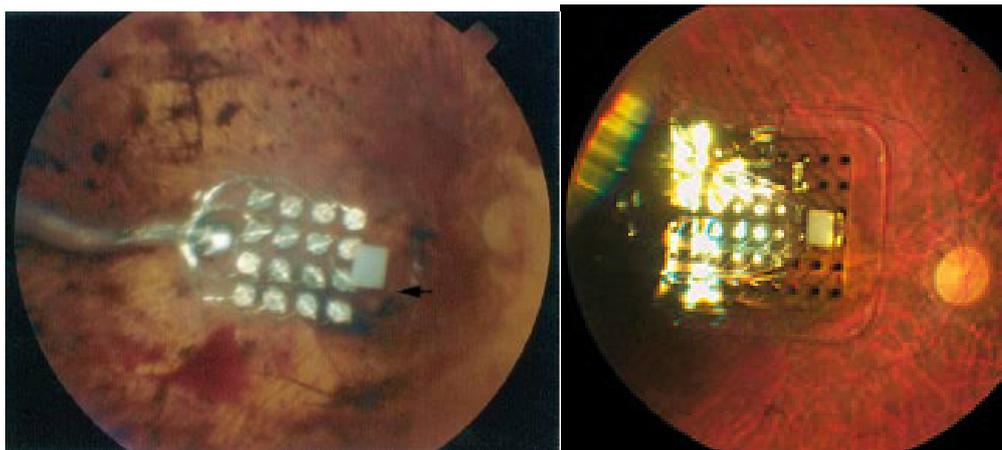
Doheny Eye Institute 位於洛杉磯市東方，有眼科專科醫院及研究大樓各一棟。研究大樓規劃完善，各項研究儀器種類齊全先進，實驗動物的管理也是極具特色。在研究開始時，所有的研究人員都必須參加由南加州大學獸醫所主持的 animal training。animal training 主要是要讓參與研究的人知道各種實驗用動物(諸如老鼠、兔子、狗、豬等)的習性、用藥方式及如何人道的對待這些動物。我覺得這樣的相關課程對研究者是一個很好而且必要的訓練，不但保護了研究相關人員，也善待了研究用動物，令我印象深刻。除 animal training 外，研究人員還要參加實驗室安全講習，認識實驗室的各項規定，及各種實驗廢棄物的處置方式。記得一堂課有一個黑人身穿實驗衣來跟我們上課，上課內容是各種實驗廢棄物的分類及丟棄方式，上課生動有趣，有時還夾雜幾句繞舌的口令。最後我才發現，他竟然是實驗室的工友，負責收實驗室的廢棄物。不過也因為如此，他對各種廢棄物的處理瞭若指掌。對於美國上課講求實際及效果的方式，令我印象深刻。

視網膜晶片不單只是一個晶片而已，而是除眼睛外另一套的視覺系統，主要包含附著於眼鏡上的微型攝影機、感應線圈及視網膜晶片等結構所組成。利用微型攝影機將影像錄下，轉化成電子信號，再藉由眼鏡上及眼球內的線圈相互感應，將電子信號及能量傳入位於視網膜上方的晶片，再藉由晶片上的電極刺激視網膜上殘存的細胞，產生神經訊號，傳入大腦內產生視覺影像(圖三)。視網膜晶片原理如前所述，看似簡單，但卻已經整整發展二十年了。這其中包含光學儀器、電子、材料科學的進步及微型化，還有眼科手術器械的改良，還有前前後後參與這項研究計畫的研究人員的努力，才有今天的結果。去年九月份，美國食品藥物管理局 FDA 通過第二代的視網膜晶片可以用於人體，這是一個重要的里程碑，視網膜晶片不再只是實驗室的實驗項目，它已經成爲一種可以改善病人生活品質的醫療方式。一個完全失明的患者，再接受視網膜晶片植入的手術後，已能沿著劃在地板上的白線自行走路前進。這聽起來或許沒什麼，但在當下還沒有任何技

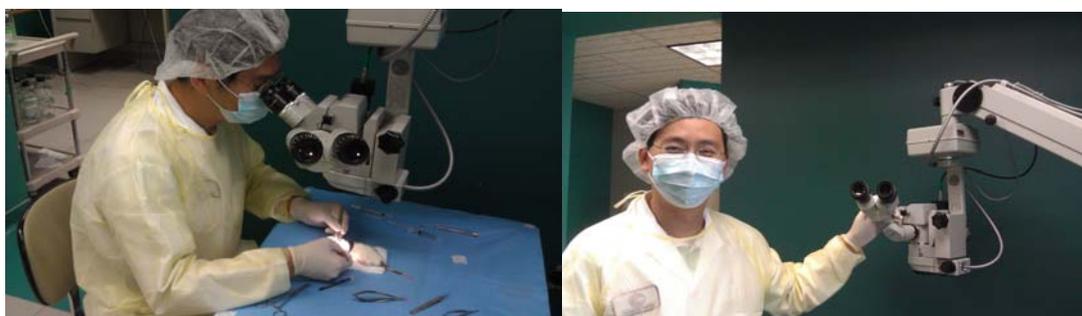
術可以使神經細胞再生的時代，已是很巨大的進步。現階段第二代視網膜晶片的電極為 64 pixels 解析度還不高(圖四)，但是隨著科技的進步，256 pixels 甚至是 1024 pixels 的視網膜晶片都將可能會被研發出來。而我參與的部分是改進第二代視網膜晶片，使之可以替換更新。每當材料工程師研發出一種新的材質，便會交給我植入實驗動物中，觀察每一種新材質對於視網膜細胞所造成的影響或是損害。視網膜晶片的研究需要一個很堅強的團隊，包括眼科醫師、電子工程師、材料工程師以及獸醫師的配合，更需要有龐大的研究經費做後盾。我有機會能夠加入這個團隊貢獻自己的一份力量，感到非常榮幸。



圖三、上圖為人工電子眼的概念圖。下圖為人工電子眼的裝置圖



圖四、左圖為第一代的視網膜晶片，僅有 16 pixels。右圖為第二代的視網膜晶片，已進步到有 64 pixels。



圖五、我在實驗室的照片

美國醫療法規規定相當嚴格，沒有美國醫師執照者，無法在美國行醫，不能接觸病患。因此，在 Humayun 醫師的同意下，我也找機會到眼科醫院見習，跟隨 Humayun 醫師門診及手術。美國的手術室陳設跟台灣很像，不過美國的設備及儀器新穎、人力充足，醫師開刀是一種愉快的事情；反觀我們醫院，由於經費不足，我們的玻璃體切除儀已經是美國十年前的產物，他們早已不再使用，我們卻依然還在服役；其他更先進的設備如眼球內視鏡、廣角顯微手術系統、附帶有光源的眼內雷射等，我們醫院更是付之闕如，非常不利於我們醫院維持中部眼科的領導地位。

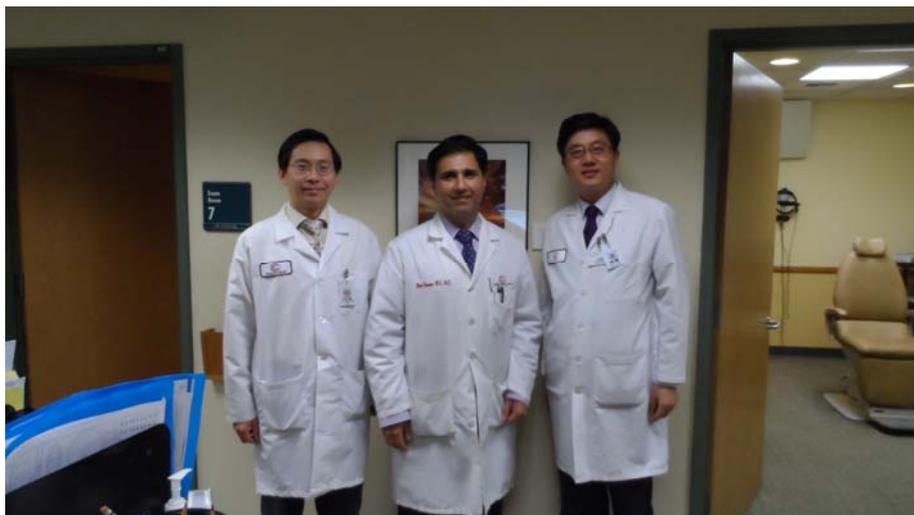
平心而論，就醫療技術而言，台灣並不會輸給美國，相反的，由於台灣因為全民健保普及，民眾就醫負擔輕，醫療的使用率高，使台灣醫師的醫療技術得到較多的操作機會。但是就醫療品質及病患隱私方面，台灣則遠不及美國，在美國每一位病患會被帶往個別獨立的診間等候，之後醫師再進入診間看診，看診結束後，醫師先行離開診間，之後病患可以有足夠的時間，從容不迫的整理儀容、離開診間。反觀台灣的門診，往往因為病患太多，無法確實照顧到病患的隱私，前一個病患才剛離開，下一個病患就要坐上去，身為病患感覺一定很不好。我們的全民健保，太方便、太廉價，導致民眾不知珍惜而濫用，造成醫院門庭若市，吵

雜不堪，醫護人員窮於應付。再者全民健保給付太低，導致醫療設備無法及時汰舊換新，影響醫護人員工作士氣，使得整體醫療品質無法提升。

## 心得

能夠出國進修一年，不論在學術上或生活上都是人生中難得的一次機會。也因為磐石視障重建協會病友的鼓勵，還有國家及醫院的幫助，我才得以成行。到了外國，就得面對與家人分開及適應國外生活的挑戰。在美國工作上的步調雖不如台灣的工作緊湊，但是生活上的無形壓力卻也是不小，諸如擔心帶到美國的生活費用不夠，所以買東西時總是精打細算，專挑便宜的買，生活必需品外的東西更是不敢多買。這樣的經驗，讓從小衣食無虞的我跟太太成長不少。如果沒有這一年在國外的生活，我們可能都還學不會如何省錢。

回台灣前，我跟 Humayun 醫師討論，希望有機會邀請他到台灣訪問及演講，他欣然同意；日後等視網膜晶片技術更加成熟時，他也同意讓台灣引進，給台灣的視網膜色素性病患帶來光明的希望。



圖六、我(左一)與 Humayun 醫師及另一位來自大陸的進修醫師合影

## 建議事項

台灣是一個島嶼，土地不大，人口卻很稠密；作為一個台灣人很辛苦卻也很幸福。身在台灣，放眼世界；或許我們永遠都不會有像美國那麼多的研究經費，那麼令人嚮往的醫療環境；但是我們的全民健保還是很讓外國人羨慕的。希望國家和醫院當局，能夠善用有限的經費，即使財政困窘，也別忘了要適時的對於醫療設備汰舊換新，改善醫護人員的工作環境及待遇，才能對整體的醫療品質有所提升，讓台灣的醫療環境跟上國際的腳步。