

出國報告（出國類別：進修）

眼神經暨視覺電生理學研修計畫

服務單位：國立臺灣大學附設醫院 眼科部

姓名及職稱：陳達慶 主治醫師

派赴國家：美國 哈佛大學 暨 約翰·霍普金斯大學

出國期間：104年6月1日 - 106年5月31日

報告提交日期：106年7月18日

摘 要

視覺神經路徑就像相機底片與後製的功能，在視覺功能上扮演關鍵之角色，相關疾病也往往影響視力甚鉅。許多長期眼底疾病後所遺留的神經性退化，已成為當下最大宗的不可逆失明成因。而臨床上的神經眼科學更牽涉與眼部及視能相關之中樞神經系統疾病，在某種程度上也扮演眼科與神經內科之橋樑，此領域的發展，可幫助許多病患早期發現，診治其中樞神經甚而攸關性命之疾病。此學門隨著當今神經科學之進展，許多現在已可期待之新興治療方式，包括神經再生相關之幹細胞療法，皆日趨成熟。但想要達成這樣的醫療目標，需要從許多面向紮根，包括精準的臨床病情判斷，神經科學的研究基礎，以及細胞療法的研究執行能力。基於上述目標，筆者此次申請出國進修兩年，主要前往兩個兩處受訓機構，分別是 (1) 美國哈佛大學醫學院眼科 (Harvard University) 暨 麻州總醫院之眼耳鼻喉醫學中心 (MEEL, Massachusetts Eye & Ear Infirmary) 以及 (2) 美國約翰·霍普金斯大學 Wilmer 眼科中心 (Wilmer Eye Institute) 暨 神經科學研究所 (Neuroscience Institute, The Johns Hopkins University)。本次進修報告將主要呈現三個主題之學習經驗：(1) 在約翰·霍普金斯大學 Wilmer Eye Institute 眼科中心之神經眼科學臨床研修醫師訓練；(2) 在約翰·霍普金斯大學擔任神經科學基礎醫學研究員之訓練心得；(3) 在哈佛大學醫學院眼科 MEEL 進行視神經幹細胞與組織工程的再生醫學轉譯研究成果，以及期間受邀至加州參與「視網膜下腔幹細胞移植臨床試驗手術」的實地訓練心得。

目 次

一、目的	1
二、過程	3
三、心得	12
四、建議事項	14

一、目的：

診斷及治療造成視覺傷害之疾病，以保護病患視覺機能，是眼科醫師最重要的責任。視覺神經路徑從感光細胞，雙極細胞，以至於視神經及後傳至腦視覺皮質層，就像相機底片與後製的功能，在視覺功能上扮演關鍵之角色，相關疾病也往往影響視力甚鉅，且較難診斷與治療。臨床上，近年幸有眼底顯微手術的進展，已幫助了許多病患，包括小傷口視網膜剝離手術，微創黃斑部手術，抗血管生成因子眼內注射等技術，大幅降低（或減緩）了這些網膜神經系統的物理性傷害。然而，長期疾病後所遺留的神經性退化，已成為當下最大宗的不可逆失明成因。而臨床上的「神經眼科學」不只包含視覺路徑，更牽涉與眼部及視能相關之中樞神經系統疾病，在某種程度上也扮演眼科與神經內科之橋樑，此領域的發展，可幫助許多病患早期發現，診治其中樞神經甚而攸關性命之疾病。因此，本院基於大型醫學中心之使命，眼科部從多年以前即已開設每周一次之「眼神經學特別門診」，負責診治相關疾病之患者，也提供住院照會之管道，讓相關住院甚至加護病房之患者，能有共同照護之機制。

此學門隨著當今神經科學之進展，知識日新月異，並增添許多過去難以達成，但現在已可期待之新興治療方式，也包括神經再生相關之幹細胞療法。但想要達成這樣的醫療目標，需要從許多面向紮根，包括精準的臨床病情判斷，神經科學的研究基礎，以及細胞療法的研究執行能力。基於上述目標，感謝醫院與科部師長之支持，我於民國 104 年 6 月 1 日起，赴美國進行為期兩年之進修，希望能在此領域紮下穩健的根基，希望在將來回國服務時，也能帶給臺灣民眾與美國最頂尖醫學中心同等級之臨床服務與學術發展能力。

在這兩年進修的過程中，我主要申請的兩處受訓機構，分別是 (1)美國哈佛大學醫學院眼科 (Harvard University) 暨 麻州總醫院之眼耳醫學中心 (Massachusetts Eye & Ear Infirmary) 以及 (2)美國約翰·霍普金斯大學

Wilmer 眼科中心 (Wilmer Eye Institute) 暨 神經科學研究所 (Neuroscience Institute, The Johns Hopkins Univeristy)。這兩所學校在醫學界素負盛名，根據出國當時美國 US News 2015 年全美醫學院排名，哈佛大學是第一名，而約翰·霍普金斯大學則是第三名。此排名長年非常穩定，今年 2017 年仍然不變，足見兩校之悠久傳統，而在眼科學的部分，兩校之眼科中心也同樣是排名頂尖機構。對我們出國學習來說，最重要的是希望在有限的時間內，擇國外學者與機構各自之長處，學得紮實的知識與技術。因此雖然中途需要搬家移動，在國外有些辛苦，我仍在出國前，就事先規劃了兩年在不同機構的階段性學習。以下先簡短介紹我所受訓之各機構與指導教授團隊概況。

首先在約翰·霍普金斯大學的部分，我事先接受了當代眼神經學大師 Neil R. Miller 教授的親自面試，以國際醫師的身分被錄取為 2015-2016 年 Neuro-ophthalmology fellowship，得以親自參與臨床診療，視覺電生理檢查，學術會議，以及 Miller 教授所執行之臨床研究案。Neil R. Miller 教授堪稱是目前神經眼科界的世界級權威，也是目前此領域最經典教科書 Walsh & Hoyt's Clinical Neuro-Ophthalmology 的總編輯。能到他的門下接受臨床神經眼科學訓練，是我個人覺得非常幸運的事。

同時，為加強自己對於神經科學的研究能力，我也在中研院游宏祥助研究員的引薦下，在臨床工作之餘，有幸能進入 Alex L. Kolodkin 教授實驗室學習。Kolodkin 教授任教於約翰·霍普金斯大學的神經科學研究所，同時也是 Howard Hughes Medical Institute (HHMI) 院士，以及 American Association for the Advancement of Science (AAAS，期刊 Science 所屬的機構) 院士。教授的專長是神經迴路的建構與軸突導引，近年來將一部份心力，投注於視網膜神經層次與視刺激迴路的研究上，對視網膜內部層狀迴路，以及視迴路神經網路，都有相當程度的貢獻，成果幾乎年年在 Science, Nature, Cell, Neuron 等頂尖期刊上刊登。這段時間的研究訓練，對我有很大的啟發與幫助。想要在視覺神經路徑上做急性期神經保護，甚而慢性期神經再生的轉譯研究，了解迴路建構之機轉，可

說是必要的根基。

第二部分，我申請了哈佛大學醫學院眼科附屬之麻州眼耳醫學中心 (Massachusetts Eye & Ear Infirmary)，進行視網膜神經節細胞的幹細胞相關轉譯研究。哈佛大學醫學院位處波士頓，近年生醫發展蓬勃，尤其在幹細胞醫學與基因醫學發展驚人。指導教授 Dong-Feng Chen 副教授，多年來專注於視神經的保護機轉與再生療法，是此領域的意見領袖之一，常受邀於每年「視覺與眼科研究會議 (ARVO)」發表演說。還記得她行程非常忙碌但行事嚴謹，雖然經過校內師長的推薦，但她仍然約了我面試，想確認我們研發的目標，就在 ARVO 的會場旁完成。此計畫也感謝本校林唯芳特聘教授的支持，共同研發創新之生物相容性支架，讓我們的幹細胞研究，能從細胞分化的層次，更進一步走向組織工程。

另外，我非常感謝在這段進修期間，中研院鍾正明院士所提供的指導與協助。鍾院士長年旅居美國，任教於南加州大學 (University of Southern California)，是世界著名之發育生物學家，2014 年其研究獲選為科學期刊 (Science) 年度十大重要突破之一。鍾院士在得知我的發展領域後，他不但協助引薦我，到南加大眼科中心擔任一段時間的客座醫師，接受「視網膜下幹細胞移植臨床試驗手術」的實地訓練，並介紹我與多位加州再生醫學中心 (CIRM) 的學者交流，加強了我在幹細胞與相關基因調控的轉譯研究視野。

二、過程：

約翰·霍普金斯大學 (The Johns Hopkins University)，是一所主要校區及醫學院皆位於美國馬里蘭州巴爾的摩市的研究型私立大學，於 1876 年根據慈善家約翰·霍普金斯的遺囑用其遺產建立。約翰·霍普金斯大學是美國第一所研究型大學，並且帶動了此一風潮。美國國家科學基金會曾連續超過三十年將該校列為全美科研經費開支最高的大學。此校以醫學、公共衛生、空間科學、國際關係、文學及音樂等學科而聞名世界，尤其醫學領域長年名列全美前三名，至今已有近

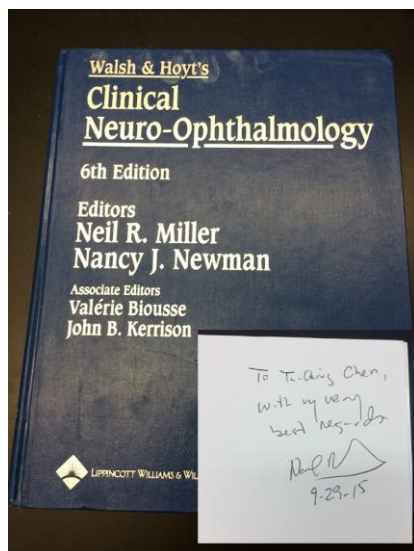
40 名校友獲諾貝爾獎，其中一位得獎者 Denial Nathans 教授，與其子 Jeremy Nathans 教授，從基因調控的觀點出發，在視覺神經系統與色覺感知的發育上，有重要的貢獻，Jeremy Nathans 教授至今仍在約翰·霍普金斯大學任教。也因此，約翰·霍普金斯大學在視覺相關的神經科學，一直是相當的蓬勃發展。

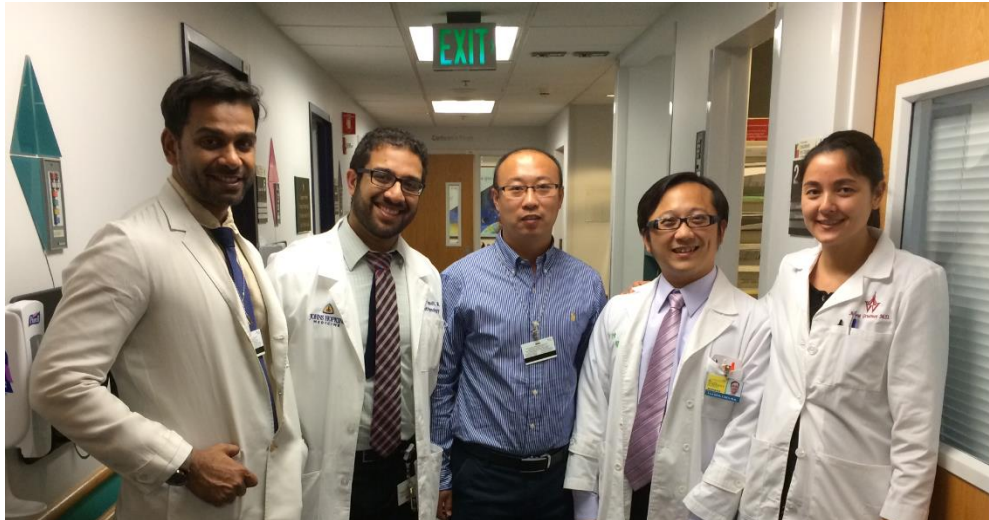
相信很多要到巴爾的摩 (Baltimore) 的留學生，都會聽到朋友善意的提醒，要注意關於治安的問題。的確，巴爾的摩市區並不算是治安很好的區域，而醫學院更是座落在治安較不佳的區域中間，這也和創校者的理念有關 - 希望把醫療帶給貧困而需要的人。雖然如此，並不減大家希望到此學習的熱忱，畢竟這真的是個具備頂尖生物醫學資源的寶庫！醫學院區也為了確保大家的安全，有許多保護的措施，包括可近性的車庫，以及在校區內的各個十字路口，都有小小的藍色崗哨及保全人員。前輩總會告訴我們，在有崗哨的範圍內行動，應該都是很安全的。美國醫學中心的各項教學活動總是排的很早，通常七點就開始，因此我總是天微亮時，就直接開車進來市區，快速把孩子送入醫院附設之幼兒園，然後就從車庫直奔會議室而去。

我的臨床指導教授 Neil R. Miller 教授，是當代神經眼科領域的大師級人物。我對他的第一次印象，就是在 2012 年參加在新加坡所舉辦的世界神經眼科學大會時，聽到他關於缺血性視神經病變的演講。當時才剛完成住院醫師訓練的我，對 Miller 教授清晰的思路與深入淺出的講解方式，印象深刻，因此一直希望有一天能接受他的指導。經過兩年多的準備，以及師長們的引薦，想不到真的有此夢想成真的機會，當然要把握每一天的機會努力學習。

Miller 教授雖已年近七十，但始終給人健康，開朗，且充滿對於醫學的熱情。過去的十幾年，他曾身兼國際神經眼科學會主席，北美神經眼科學會主席，美國眼科醫學會雜誌編輯，神經眼科學期刊總編輯等多項學術與行政職務，直到近期終於慢慢交棒給年輕一輩。我本來很擔心教授會想要卸下重擔，心生退休之意，所幸來得及赴美接受他的指導！有一次聊天談起，教授反而告訴我，他很喜歡現在的日子，可以回歸純粹享受治療病人，醫病互動的喜悅。教授目前仍維持

每周兩個全天的門診，及一個全天的手術，其餘是特別指定的照會病患，表上總是排著滿滿的病患。神經眼科學的精髓，在於對病情的分析與鑑別診斷，並常要搭配電生理學以及腦部影像的判讀，在眼科養成訓練中是比較思緒繁複的一部分。也因此，Miller 教授多年來，始終維持一個習慣，看完一整天（早上八點半到晚上五點半）的門診之後，他總會召集所有跟診的住院醫師與研修醫師，到他樓上的辦公室，坐下來討論今天的病患。而他的辦公室電腦就像是一個寶庫一樣，累積了他多年的珍貴病患資料與演講投影片。當討論比較有意思的病例時，他常常會順手開始找起他電腦中的資料，順便幫大家上一課。這樣的教學非常實用，有很多教科書上細微的觀念，經過教授的整合，可讓我們對臨床決策更清晰。教授常常一講就是一個半小時，還是很開心而無不耐，真的很令我欽佩這數十年如一日的大師風範，也期許自己也能保持這樣長久對醫療及教學的熱情。





[圖一：左上圖- Miller 教授在他所主編之神經眼科學經典教科書之內頁題字，贈與我留念；右上圖，例行之病例教學討論會後，與教授在他充滿獎牌的辦公室合照；下圖- 一起在 Wilmer 眼科中心工作的住院醫師及研修醫師們。]

除了臨床工作的時間，其他時間我大多在實驗室學習研究。約翰·霍普金斯大學的神經科學中心，具有優良及悠久的傳統，從建築也許不是最新穎，但設備齊全，不論何時皆燈火通明的態勢，即可略窺一二。Kolodkin 教授的實驗室位於 PCTB 大樓的十樓，是這層樓占地最大的實驗室。除了基本的實驗長桌，還擁有我們自有的手術操作空間，電生理實驗空間，行為實驗空間，各式攝影系統如共軛焦顯微鏡等配備，實在是相當完備方便。若真要挑一點缺點，大概只有動物房要走上一段比較長的路了。教授是一位非常具有學者風範的人，凡事就事論事，雖然實驗室規模龐大（我在的期間，大約有八位博士後研究員，四位博士生，以及數位碩士級技術員），但他堅持至少每兩周，就親自與每一位成員單獨討論實驗進度，即使是新來的我也不例外。由於我具有臨床醫師的背景，因此他也特別願意與我討論對於疾病實驗動物模型的建立。在我學習的這段期間，一方面他請一位非常聰明的 MD, Ph.D 博士生 Tim 帶我熟悉網膜神經生理學的各種實驗技術，另一方面我也協助他與合作者 Andrew D. Huberman 教授（當時在加州大學聖地牙哥分校，現已轉至史丹佛大學任職）的研究案，建立視神經受損後，突觸再生引導訊號的實驗。由於東西岸有三小時的時差，因此有時視訊會議常排的

很早，才能讓西岸的技術員可以早些開始作業。現在回想都是非常有趣的體驗。



[圖二：上左- 我與 Kolodkin 教授於美國實驗室合影；上右- 指導我許多神經生物學實驗技術的醫師博士生 Tim；中圖- 2016 年 11 月教授受邀來臺灣眼科醫學會年會演講，我也陪同教授回臺參加會議，當場座無虛席；下左- 在眼科醫學會會場門口合影，右一是主辦單位高雄醫學大學眼科賴昱宏醫師；下右- Kolodkin 教

授亦同時受邀至臺大醫學院演講，左起臺大眼科楊長豪教授，胡芳蓉教授，Kolodkin 教授與我。]

在巴爾的摩的日子，由於同時進行臨床與實驗研究的訓練，大部分時間都在忙碌中渡過。但還是有許多生活上難忘的美好回憶。這邊的臺灣留學生並不算多，但很多都是生物醫學相關，分外熟悉，幾位在這裡熟識的朋友也都已經成家，假日有時大家帶著小孩一起聚會，一邊聊科學一邊聊孩子，建立了很深厚的友情。許多新生代的本校教師，也都來自約翰·霍普金斯大學的神經科學中心，如生命科學系的陳示國助理教授，以及在進修前期常常一起聚會打球的姚皓傑博士後研究員，後來隔年（2016）也回到本校腦與心智研究所擔任助理教授。一起在國外生活的交情，分外深刻，現在回國後，我們也都保持聯絡，並希望將來有機會在科學上合作。也由於約翰·霍普金斯大學在醫學領域的突出表現，常有相關大型會議在此舉辦。當有師長或朋友來訪時，我當然也當仁不讓的擔任起地陪的角色！



[圖三：左圖- 陳沛隆醫師（左三），吳振吉醫師（右二）來訪並參加美國基因醫學年會，吳子丑院士（右三）就像在約翰·霍普金斯大學的臺灣大家長一般，總是給我們這些年輕學子溫暖的歡迎，（左二）黃傳翔助理教授也是本校醫學系畢業校友，現已在約翰·霍普金斯大學擔任助理教授；右圖- 陳信孚教授（右）及 林廷俞醫師（中）來訪並參加生殖醫學會年會，我們聚餐品嘗巴爾的摩特產的海鮮。]

除了完成在約翰·霍普金斯大學的神經眼科學臨床訓練與基礎研究訓練之外，此次進修的另一重要目標，就是來到了哈佛大學 (Harvard University) 醫學院眼科附屬之麻州眼耳醫學中心(Massachusetts Eye & Ear Infirmary)，進行視網膜神經節細胞的幹細胞相關轉譯研究。哈佛大學為一所本部坐落於麻薩諸塞州劍橋市的私立研究型大學。於 1636 年由當地的殖民地立法機關立案成立，迄今為全美歷史最悠久的高等學府，在各領域都是全美最難入讀的學府之一，若稱哈佛大學為世上最享負盛名的學府之一，應該也不為過，迄今已有 130 多名諾貝爾獎得主現在或曾經在哈佛學習或工作。

哈佛大學的醫學、公共衛生及牙醫學院位於波士頓的長木 (longwood)醫學區。在波士頓的幾間附屬醫學中心之中，最廣為我們所知的，大概就屬麻州總醫院 (MGH, Massachusetts General Hospital) 了。還記得當實習醫學生時，每個人口袋裡都有一本的，就是由麻州總醫院所出版的內科學小手冊。在美國，眼科通常是獨立的眼科中心，而在麻州總醫院也不例外，它是將眼科與耳鼻喉科合併為一個臨床醫學中心，建築獨立在總醫院的旁邊，就稱為麻州眼耳醫學中心 (MEEI, Massachusetts Eye and Ear Infirmary)。哈佛大學的整體研究動能自是不在話下，以眼科為例，MEEI 的主建築完全不足以容納教授們的實驗室空間，因此另外又有了一整棟的 Schpens 眼科研究中心 (Schpens Eye Research Institute)，整體軟硬體架構的強大與完整，從踏進的第一天起，就讓人相信，在這裡做研究實在是幸福的一件事。

幹細胞的相關研究在視網膜可謂相當的發展蓬勃，其中進度最快的，當然是分化成網膜色素上皮細胞，現在已經有臨床試驗進行視網膜下腔之移植手術。相對來說，將幹細胞往視網膜神經節細胞分化，以應用在視神經損傷後的再生與重建，是相對較新的研究領域。我在哈佛大學的指導教授 Dong-Feng Chen 副教授，多年來專注於視神經的保護機轉與再生療法，是此領域的意見領袖之一，常受邀於每年「視覺與眼科研究會議 (ARVO)」發表演說。如前文所述，在出發進修之前，Dong-Feng Chen 副教授，本校林唯芳特聘教授及我，就已經多次透過當面

或通訊會議討論，思考如何利用日漸成熟的誘導性多能幹細胞技術 (iPSCs, induced pluripotent stem cells)，幫助視神經損傷之病患有重見光明的機會。我們首先專注於分化技術的提升，參考了日本團隊在 2014-2015 年發表的誘導分化方法，再加以改良；同時我們研發具有神經誘導性之生物相容性支架，成功的開發出具有促進視網膜神經元分化效率，軸突誘導生長，以及提升分化成熟度之培養方法。這些令人驚喜的成果，目前已經進入專利保護的狀態，我們將繼續努力，希望早日進入臨床前期試驗。這部分的研究成果，我也因此在回臺灣的前夕，2017 年 4 月的時候，受邀在哈佛大學再生醫學中心專家會議中，發表一個簡短的演說，與大家分享我們團隊的研究心得與再來的方向。





[圖四：上圖- 研究前期，本校林唯芳特聘教授(左二) 也親自來到波士頓，共同研發並設計實驗方向，與 Dong-Feng Chen 副教授(左三) 研究團隊及我(右二) 於一日式料理餐廳合影；左下圖- 2017 年 4 月，我受邀於哈佛大學再生醫學中心專家會議發表演說，分享我們臺灣大學與哈佛大學兩校合作目前的研究成果與展望；右下圖- 演講後合影，左起 Dong-Feng Chen 副教授，我，Karen Chang 博士生，及 Anson Cho 講師。]

除了原先規劃好的進修行程，這兩年中還有一個美好的小插曲，那就是在中研院鍾正明院士的指導與協助下，我得以在第二年進修中增添一處進修機構，利用一段時間，到南加大眼科醫學中心擔任客座醫師，接受「視網膜下腔幹細胞移植臨床試驗手術」的實地訓練。南加大眼科醫學中心位於加州洛杉磯市，前身是 Doheny Eye Institute，也是全美排名前十的眼科醫學中心。此中心近年最為人廣知的，就是眼科再生醫學的發展，因為第一個成功商品化的視網膜人工晶片 Argus II，就是由這裡的視網膜科主任 Mark Humayun 教授領軍開發的。根據這樣的研究基礎，近年他們也積極投入幹細胞治療的臨床試驗，團隊中多位醫師各有專精，指導我許多的例如 Hossein Ameri 醫師專長於診斷與照護基因性視網膜退化之病患，以及 Amir H. Kashani 醫師具有多例執行幹細胞移植臨床手術之經驗。能夠有這樣的一段臨床手術訓練的時間，實在是很難得的機會，也非常謝謝南加大眼科中心，提供我從門診收案評估，到手術執行，及手術後的病況追蹤，整套的學習。



COPSC USC University Hospital O.R.						
O.R.	TIME	SURGEON	PROCEDURE	PT.	LOC.	ANES. ANES. STAFF O.R. STAFF
0700		Kachani	Stomach craniotomy	KY	General	Chang, Wang, Hwang, Chen
0730	Heur		PT eye cataract extraction	FM	MAC	
0800	Heur		PT eye cataract extraction	PM	MAC	
0830	Heur		LT eye cataract extraction	TM	MAC	
0900	Heur		LT eye cataract (manual & phaco) & Laser	HT	MAC	
0930	Heur		LT eye cataract extraction & Laser	NR	MAC	
1000	Heur		PT eye cataract extraction & Laser	BL	MAC	
1030	Heur		LT eye cataract extraction & Laser	QP	MAC	
1100	Heur		LT eye corneal transplant	BM	gen	
1130	Heur		PT eye cataract extraction & phaco extraction	AM	gen	
1160	Berry		LT eye cataract extraction & phaco extraction	CS	MAC	
0730	Pepper		LT nasal adenoid & bone graft revision	BO	gen	
1100	Pepper		Facial nerve to masseter transfer, RT brain to hand and forearm transfers	CA	gen	
0730	Johns		LT Maxillary sinusotomy & maxillary expansion	MA	gen	
0930	Johns		Maxillary sinusotomy & maxillary expansion	WO	gen	
1130	Tilone		LT shoulder arthroscopy, RT knee & arthroscopy	FR	gen	
0830	Quarant		LT shoulder arthroscopy, RT knee & arthroscopy	BM	gen	
1235	Quarant		LT shoulder arthroscopy, RT knee & arthroscopy	LF	gen	
0700	Quarant		PT knee ACL & BPO Arthro	TP	gen	
0830	Quarant		PT arthrosc. medial meniscus repair	CR	gen	



[圖五：左上- 參與手術的空檔時間，與團隊醫師合影；右上- 門診結束後，與專長基因性視網膜退化疾病的 Hossein Ameri 醫師合影；左下- 每當有幹細胞移植的臨床試驗手術要執行時，一定是當天的第一臺刀，七點半開始；右下- 要有好的再生醫學臨床治療，必有賴於堅強的研究團隊為基礎，圖為位於南加大醫學校區的加州再生醫學中心 - California Institute for Regenerative Medicine (CIRM)。感謝鍾院士在我到南加大參訪的期間，介紹我與多位加州再生醫學中心的學者交流，大大加強了我在幹細胞與相關基因調控的轉譯研究視野。]

三、心得：

如前文所述，視覺需要靠精細的神經系統傳遞，而長期疾病後所遺留的神經性退化，是現在與可見的未來幾年，最大宗的不可逆失明成因。這一部分由於神經系統的修復能力有限，過去往往令臨床醫師束手無策。但隨著如今神經科學之進展，許多具有潛力的新興治療方式如神經再生相關之幹細胞療法逐漸興起。但想要達成這樣的醫療目標，需要從許多面向紮根，不僅要有精確的臨床病情判讀

能力，還要有神經科學與電生理學的研究基礎，以及細胞療法的研究執行能力。非常感謝醫院與科部師長之支持，讓我能夠有這樣兩年出國進修的機會，來到美國頂尖醫學中心學習。

這段時間，除了學習到了臨床知識，手術技巧，實驗能力，及研究設計等專業面的成長，同時也觀摩這幾個頂尖機構的團隊運作，不管是硬體的安排，或軟體人事間的合作網絡，都讓我獲益良多。現代醫療的進步，有很多需要跨領域的團隊，結合各自的專長，才能產生最好的效果。轉譯醫學是當前的熱門名詞，其精華就在於希望將最前端的生物科學知識，應用到對人類健康有所助益的議題上。臨床醫師在這樣的工作上，自然有其角色，因為直接在第一線接觸病患，具有臨床的經驗，能夠了解病情與病患的需求；但另一方面來說，醫師養成教育的過程中，需花非常多的時間在臨床經驗的累積，在科學研究上所投入的精力自然無法與分子生物學家或其他生命科學領域學者相較。因此彼此相互的交流，連結雙方知識上與想法上的專長，是達成高效率轉譯醫學研究的重要關鍵；而醫師本身能夠越具備基礎科學研究的知識，自然有助於效率的溝通與合作。在美國，這樣的合作網絡非常普遍且運作良好，以我自身眼科為例，在美國所接受訓練的這幾間眼科醫學中心，都有自己非常完善的運作體系。在臨床方面，其實大多數的醫療技術，像是用藥邏輯與手術技巧，我們國內並沒有略遜一籌；但在研究資源方面，美國的醫學中心的確是比我們更為充裕。除了是經費的規模不同，另一個我們可以注意到的特點，是美國醫學中心的臨床科別中，其實也有許多研究型的教職，是由 Ph.D 科學家任職而非 MD。這點是和我們國內較為不同的生態，但或許也是我們將來可以參考的方向。由於有這樣的體制，美國許多知名大學附設之眼科醫學中心，其實都定位為「眼科學與視覺科學中心」，能將臨床醫療，與學術發展的距離拉的更近，專家之間保持緊密的團隊合作，也更具有促進新醫療技術發展的機會。

整體回顧，覺得這兩年出國進修的機會，給了我許多專業上的成長。並且能有機會在美國歷史悠久的約翰·霍普金斯大學醫學院以及哈佛大學醫學院接受訓

練，體驗不同城市的風貌與人文，也是自己人生中難得的美好回憶。如何將在美國所學到的經驗與技術，回到臺灣服務後，確實的應用到幫助病患，以及協助我們大學醫院的研究團隊有更好的運作，將是我回國後的首要課題。

四、建議事項：

幹細胞治療與基因治療，應用在視覺神經退化性疾病，皆有確實可行發展的空間，值得繼續努力發展，並期望讓本土也盡快進入臨床試驗階段，幫助病患。

美國許多知名大學附設之眼科醫學中心，如今都定位為「眼科學與視覺科學中心」，也有許多研究型的教職，是由 Ph.D 科學家任職而非 MD，如此可能加強團隊合作，將臨床醫療，與學術發展的距離拉的更近，也更具有促進新醫療技術發展的機會，或許也是我們將來可參考的方向。