

出國報告（出國類別：進修）

# 氣道創傷之新治療與人工氣管結合 幹細胞組織之再生醫學應用

服務機關：國立臺灣大學醫學院附設醫院

姓名：廖先啟

派赴國家：美國

出國期間：108 年 09 月 24 日至 109 年 05 月 26 日

報告日期：109 年 08 月 08 日

## 摘要

我此次出國進修的地點為美國加利福尼亞州的史丹佛大學附設醫院及癌症中心（Stanford University School of Medicine / Stanford Cancer Institute），預計進修日期為 2019 年 09 月 24 日至 2020 年 09 月 23 日。但因為進修期間，全世界爆發新冠肺炎的緣故，加州地區亦受到輕重不一的疫情影響，故於 2020 年 05 月 26 日結束進修，提早返國報到。

本次進修的指導教授為史丹佛醫院胸腔外科主任 Professor Joseph B. Shrager（圖 1），他是 Stanford Health Care 胸腔外科醫療團隊領導人，並主持多項醫療研究計畫，同時負責國外訪問學者之交流及教育工作。在此次行程中，Professor Shrager 為我安排了以下幾項研究行程，依序如下：



史丹佛醫院胸腔外科主任 Professor Joseph B. Shrager（圖 1）

1. 參與 Stanford 胸腔外科現行之各種手術進行、儀器設備、病患照護、以及科內之各種例行會議、多科團隊會議與學術研討會議。
2. 跟隨 Stanford Hospital 肺臟移植小組，參加多次肺臟摘取與植入手術過程，並學習照顧術後病人，為回國後取得肺臟移植醫師資格做準備。
3. 機動參加 Stanford Hospital Trauma team，學習氣道創傷傷患之治療與最新處理方式，並與相關研究團隊學習幹細胞組織工程之應用。
4. 先行接受各種醫學倫理的教育課程，包括 Stanford Training and Registration System 的 STARS 認證，Stanford University 的 Collaborative Institutional Training Initiative（CITI Program，圖 2）的認證，以及 VA Medical Center（VAMC）的實體教育課程等等。
5. 加入位於 Department of Veterans Affairs（VA，圖 3）之 Palo Alto Hospital 附設實驗室，VA 是美國的退伍軍人機構，該醫院則類似臺灣退輔會下轄的榮民醫院體系。在這裡有 Professor Shrager 的研究室及研究團隊。



圖 2



圖 3

# 目 次

壹、	目 的.....	P.3
貳、	過 程.....	P.4
	一、 進修機構介紹	
	二、 Stanford 胸腔外科團隊	
	三、 Thoracic Surgery 例行會議	
	四、 Stanford 肺臟移植團隊	
	五、 Stanford Lung Transplantation Program	
	六、 創傷與氣道處理團隊之經驗	
參、	心 得.....	P.11
	一、 肺臟移植團隊跨州摘取器官	
	二、 與臺大醫院肺臟移植術式的差異	
	三、 腦死（Brain Death）和循環停止（DCD）兩種不同的捐贈	
	四、 Veterans Affairs 基礎研究室	
	五、 幹細胞組織工程的經驗	
	六、 建立其他領域人脈與與增廣見聞	
	七、 美國生活的新體驗	
	八、 新冠肺炎的影響	
肆、	建議事項.....	P.19

## 壹、 目 的

肺臟是人體不可或缺的重要器官，因為呼吸功能是維持生命的最重要生理機能之一。若因為疾病因素，而導致了嚴重的肺臟衰竭，病人便可能永久失去正常呼吸功能。此時，惟有接受肺臟移植手術，重新植入他人的肺臟，才能使患者恢復健康。

論起肺臟移植的歷史，人類史上首例單肺移植並擁有長期的存活預後，是 1983 加拿大 Toronto University 的 Dr. Cooper 成功報告，至今已三十多年的時間。而臺大醫院本身，則是在 1996 年的 2 月，完成全國首例雙肺移植手術；在 1998 年的 3 月，完成亞洲首例成功之二度肺臟移植手術；並在 2006 年 7 月，完成全國首例藉由葉克膜體外循環系統支持下，成功施行雙側肺臟移植。

由於現代醫療的進展，特別是在手術技術、照護品質、葉克膜設備、藥物研發和免疫抑制劑上的突飛猛進，使得肺臟移植被廣泛應用在治療末期肺病變患者，且可說是該類病變最後一線的解方。畢竟當臨床上遇到了肺臟持續惡化且不可逆的病變，而且對於藥物治療等方式無效時，我們便考慮尋求肺臟移植手術以延長病人生命。

因此，我此行的目的之一，就是希望透過 Stanford Hospital 胸腔外科主任 Professor Shrager 的引介，瞭解並尋求機會成為 Stanford Health Care 肺臟移植團隊的一員，深入瞭解他們的工作內容。包含適應症的診斷、治療方針的擬定、替代療法的選擇、手術流程的進行等等，期望將這些經驗應用在本院在末期肺病患者的治療上，提升本院肺臟移植團隊水平，與國外一流的醫療機構齊頭並進。

另一個目的，我也希望加入 Professor Shrager 的基礎研究團隊，與科研人員一同認識 Stanford 大學及其衛星醫療機構的研究室狀況，期盼藉由該團隊豐富的醫療資源與尖端設備，針對某些世界上尚有瓶頸的胸腔外科疾病加以研究，相信可以獲得些許的成果。並將這些成果和目前臺大的研究資源做比較，利用雙向交流的機會，建立本院未來與 Stanford University School of Medicine 的接軌橋梁。

最後，若能將上述的臨床心得和基礎研究，以論文撰寫的方式呈現，除了銜接我本身臨床博士的研究主題外，也可以提供更多經驗給相關領域的研究人材，促進臺大醫院甚至國內醫療體系，對於移植醫學和相關研究領域的進展。

## 貳、 過 程

### 一、 進修機構介紹

史丹佛大學（Stanford University，圖 4），為坐落於美國加利福尼亞州（California）聖塔克拉拉郡（Santa Clara County）帕羅奧圖（Palo Alto）的私立研究型大學，地理位置臨近矽谷（Silicon Valley）的西北方。Stanford 因其學術聲譽和眾多傑出校友，因此被公認為世界上最知名的高等學府之一。截止 2020 年 3 月為止，史丹佛大學的校友、教授及研究人員中，共產生了 83 名諾貝爾獎得主，影響力之大由此可知。



史丹佛大學（Stanford University）（圖 4）

Stanford Hospital 的前身起源於 1911 年成立的史丹佛兒童康復中心，而 Stanford 醫院除了一般的醫療業務之外，也在器官移植、癌症診療、心血管內外科以及神經科學等尖端醫療領域，飽享盛譽。

而我本次臨床進修的機構為史丹佛大學醫療體系（Stanford Health Care），包括醫院和癌症中心（Stanford Cancer Center，圖 5）。其中胸腔外科日常的活動地點則位於 Falk Cardiovascular Research Building，這是一幢心臟外科和胸腔外科共同使用的研究大樓，包含一樓的基礎人員實驗室，和二樓的辦公室及會議室，我們每週四的上午 7：00 便準時在此舉行科內晨會。

幸運的是，Stanford Hospital 恰巧於 2019 年底正式啟用全新的醫療大樓，這間佔地 824,000 平方呎的新醫院，包括 368 間單人病房，與舊醫院相比，病房數增加了一倍。還有 76 間創傷治療中心，和 20 間現代化手術室。我躬逢其盛，有幸參



與這所全世界最尖端的新醫院啟用。



史丹福大學新醫學中心 (Stanford Health Care) (圖 5)

## 二、 Stanford 胸腔外科團隊

除了 Professor Shrager 主任之外，該團隊一共有五位主治醫師，含了 Dr. Mark Berry、Dr. Leah Backhus、Dr. Natalie Lui、Dr. Douglas Liou 等五人，分別為兩位美籍、一位非裔、兩位華裔，加州地區民族大熔爐的特色在科內也可見一斑。

胸腔外科的醫師陣容除了主治醫師之外，尚有總醫師 (Dr. Jeff Yang)、住院醫師 (PGY1~PGY6)、實習醫師，以及一位專職的 Research Fellow (Mr. Deven Patel)。總醫師負責統整科內臨床業務，並在每天早晨 6:00 帶領住院醫師查房，7:00 參加晨會，8:00 再跟主治醫師查房，之後便是一整天的手術和其他業務，日常生活非常忙碌。

Research Fellow 的身分通常是其他醫學領域或非醫學相關的學生，從學士到博士都有，若畢業後有興趣報考 Stanford 醫學系就讀，便需要申請到醫院或大學中的教授團隊，從事研究工作一至兩年。一方面可以熟悉醫療環境確認興趣，另一方面則增加資歷和人脈。分析型的 Research Fellow 通常負責各主治醫師的臨床研究案件、蒐集資料、統整分析、撰寫論文等等，發表文章時亦享有作者身分，對未來研究生涯非常具有幫助。

### 三、 Thoracic Surgery 例行會議

胸腔外科的例行晨會，固定在週四上午，每週的主題各有不同，例如團隊會議 (Staff Meeting)、文獻討論 (Journal Reading)、個案討論 (Case Discussion) 等等。Stanford 非常重視教學和研究，醫療業務相對比較其次，因此 Staff Meeting 的內容，涵蓋了臨床 (Clinical)、研究 (Research)、教育 (Education)、計劃 (Program) 等等，也會針對全美國有胸腔及肺臟手術的醫院進行排名檢討 (表 1)，其中臨床和研究議題條列如下：

#### I. Clinical

- A. Floor Issues (病房議題)
- B. OR Issues (手術室議題)
- C. Clinic Issues (門診議題)
- D. Valley Care (針對 Palo Alto 及灣區 Stanford 附屬醫療機構的議題)

#### II. Research

- A. New clinical research fellow Catherine Byrd
- B. Retrospective Clinical Research
- C. Basic/Translational intergroup studies
- D. Collaborative studies to remember
- E. Tissue Banking
- F. Grant plans
- G. Upcoming Meetings

#### Top Pulmonology & Lung Surgery Hospitals

2019 Rank	2018 Rank	2017 Rank	Hospital	U.S. News Specialty Score	Mortality			Discharging Patients to Home			Reputation		Number of Patients	
					Score	RE Value	Ranking	Score	RE Value	Ranking	Score	Ranking	Value	Ranking
1	1	1	National Jewish Health, Denver-University of Colorado Hospital, Aurora	100.0	10	0.3413	73	10	0.7744	80	40.2	1	5,851	214
2	2	2	Mayo Clinic, Rochester, Minn.	97.1	10	0.3455	67	9	0.5053	295	24.3	2	10,904	18
3	9	10	UCLA Medical Center, Los Angeles	88.0	10	0.3274	81	10	0.8452	65	7.9	12	9,439	35
4	14	20	Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles	87.3	10	0.4186	27	10	0.9329	41	1.9	28	14,776	3
5	4	4	Massachusetts General Hospital, Boston	85.3	10	0.2461	187	9	0.4804	308	12.2	5	8,256	57
6	5	14	Mayo Clinic-Phoenix	84.3	10	0.4788	9	10	0.8401	66	3.2	21	6,275	171
7	3	3	Cleveland Clinic	83.7	9	0.172	358	9	0.3753	436	21.8	3	6,154	180
8	7	6	UCSF Medical Center, San Francisco	82.0	9	0.1963	286	10	0.8142	71	10.1	6	4,407	410
9	12	11	Johns Hopkins Hospital, Baltimore	81.8	8	0.1173	518	10	0.9321	43	16.0	4	3,524	642
10	5	6	University of Michigan Hospitals-Michigan Medicine, Ann Arbor	80.4	10	0.2678	150	8	0.3501	472	6.4	16	4,927	316
11	264	334	Kaiser Permanente Anaheim and Irvine Medical Centers, Anaheim, Calif.	79.2	10	0.4614	16	10	1.373	11	0.6	70	6,499	145
12	13	15	Scripps La Jolla Hospitals, La Jolla, Calif.	78.4	10	0.4059	32	9	0.4359	360	0.2	133	5,386	260
13	30	39	St. Cloud Hospital, St. Cloud, Minn.	78.4	10	0.4562	18	8	0.3115	540	0.0	247	10,386	26
14	47	61	Abbott Northwestern Hospital, Minneapolis	78.3	10	0.4643	14	9	0.5019	288	0.1	164	8,169	60
14	17	13	UC San Diego Health-Jacobs Medical Center	78.3	9	0.1999	274	10	0.699	148	6.7	15	4,896	318
16	23	19	Yale-New Haven Hospital, New Haven, Conn.	78.1	10	0.2853	124	7	0.2133	732	3.0	23	13,176	7
17	25	21	Northwestern Memorial Hospital, Chicago	77.4	10	0.2644	153	10	1.0031	31	2.3	26	5,023	307
18	19	22	Besumont Hospital-Royal Oak, Mich	77.3	10	0.3309	79	9	0.5204	264	0.8	58	11,426	11
18	61	100	OHSU Hospital, Portland, Ore.	77.3	10	0.4248	22	10	0.6221	180	0.2	133	3,276	749
18	8	5	UPMC Presbyterian Shadyside, Pittsburgh	77.3	8	0.1323	475	7	0.184	791	8.6	11	9,429	36
21	70	129	Mercy Hospital-Coon Rapids, Minn.	77.1	10	0.5231	7	9	0.4788	310	0.0	247	12,380	8
21	190	203	North Shore University Hospital, Manhasset, N.Y.	77.1	10	0.3055	99	10	0.7833	79	1.0	49	9,338	37
23	73	68	Avera McKennan Hospital and University Health Center, Sioux Falls, S.D.	76.8	10	0.4221	24	8	0.2971	565	0.0	247	4,294	437
24	23	15	Houston Methodist Hospital	76.7	10	0.3968	36	8	0.2943	573	0.9	55	6,126	61
25	34	23	St. Luke's Regional Medical Center, Boise, Idaho	76.6	10	0.4221	24	10	0.9714	35	0.0	247	7,035	108
26	32	26	NYU Langone Hospitals, New York, N.Y.	76.5	9	0.2323	212	9	0.5227	266	3.2	21	10,117	28
27	38	100	University of Iowa Hospitals and Clinics, Iowa City	76.3	10	0.3503	65	9	0.3741	438	1.5	32	3,305	735
28	38	39	Brigham and Women's Hospital, Boston	75.8	8	0.1072	548	9	0.5385	248	7.5	13	6,348	161
28	11	9	Hospitals of the University of Pennsylvania-Penn Presbyterian, Philadelphia	75.8	7	0.0572	749	8	0.3539	464	9.9	7	7,337	90
30	21	17	New York-Presbyterian Hospital-Columbia and Cornell, N.Y.	75.4	7	0.0764	674	9	0.4491	340	9.1	10	17,333	2
31	37	37	Stanford Health Care-Stanford Hospital, Palo Alto, Calif.	74.8	8	0.1287	489	10	0.6783	140	4.2	18	5,866	209

RE = Random Effects (see details in appendix)

全美國胸腔及肺臟手術的醫院進行排名 (表 1)



此外，每星期還會有一次的胸腔多科團隊會議（圖 6），包含了胸腔內科、胸腔外科、腫瘤科、放射科、影像科、病理科等，針對每週遇到的困難或特殊個案進行討論。在該會議中，除了臨床醫師報告病人治療進度外，影像科醫師會進行各種影像判讀，外科醫師會檢討手術過程，腫瘤科醫師會說明放、化療進度，而病理科醫師則會利用會議室中的投影式顯微鏡，直接將病人的組織玻片呈現在螢幕上講解，最後再由眾人決定下一步的治療方針。



胸腔多科團隊會議（圖 6）

一場多科團隊會議下來，主題精采紛呈，內容十分豐富。而且各領域的專家雲集，也由於從各面向討論病情，所以非常具有教育性和啟發性。我認為本院目前的胸腔腫瘤多科團隊會議，尚缺乏影像科醫師與放射科醫師的參與，另外病理科醫師解說的時候，無法立刻透過病理玻片投影上告訴眾人，非常可惜。因此 Stanford 團隊的作法，值得本院未來參考借鏡。

#### 四、 Stanford 肺臟移植團隊

由於我本次到 Stanford Health Care 的主要目的之一，就是取得肺臟移植醫師資格，目前臺灣衛服部所頒定的資格條件如下（表 2）。而臺灣地區現有資格進行肺臟移植的醫院，每年手術總數都遠未達 30 例，因此欲取得符合標準的訓練數，只有到國外大型醫療機構才能實現。

醫院資格條件(106 年 4 月 12 日衛部醫字第 1061663605 號訂定發布施行) 應備文件	附註
一、為胸腔外科專科指導醫師。	1. 應檢附該專科學會之證書或相關證明文件。
二、需有主持肺葉、氣管或支氣管切除重建手術一百五十例以上之經驗，並取得訓練證明。	2. 訓練證明應加蓋醫院關防或大印，訓練案例清單應加蓋醫院騎縫章。
三、於國內、外主要執行肺臟移植醫院，接受肺臟移植訓練六個月以上，並取得訓練證明。	3. 國外訓練單位出具之訓練證明，應同時檢附參與移植手術之佐證資料。
四、前項主要執行肺臟移植醫院，每年執行肺臟移植需達三十例以上。	4. 手術紀錄文件應至少包含病人姓名、病歷號碼、診斷病名、手術名稱、手術日期及手術醫師等資訊。 5. 手術醫師顯示之資訊，應能直接判斷或辨識為指導醫師、主刀醫師或第一助手。



## 肺臟移植醫師資格申請條件及應備文件對照表（表 2）

特別的是，Stanford Health Care 的肺臟移植團隊，並不局限於某位專門醫師負責，而是一個龐大的組織，其中負責肺移植手術的醫師，則多隸屬於心臟外科底下。這是因為 Stanford 現行的住院醫師訓練，仍未將心臟外科與胸腔外科分開，因次無論心、胸專科醫師，都有接受過一段時間的另一科的訓練，在手術方式和治療模式上都有一定的認知，不會產生心臟外科不熟悉肺臟，或是胸腔外科不熟悉心臟的狀況。

其中，負責肺臟移植的主治醫師除了 Stanford 總院的醫師之外，還有一些來自周邊的衛星醫院，這些衛星醫院平時可以分層治療各級病人，減少醫學中心的壓力和負擔，也可以讓 Stanford 總院集中資源治療困難個案。一旦肺移植個案出現時，無論是 Donor 或是 Recipient，鄰近的衛星醫院皆有醫師可以支援器官摘取和器官種植，所以可以充分運用所有潛在的捐贈器官。



### Stanford 自從 1981 年進行心肺移植開始，第一千例個案（圖 7）

幸運的是，在我訓練的期間，恰好遇到了 Stanford 自從 1981 年進行心肺移植開始，所進行的第一千例個案（圖 7）。在臺大醫院的肺臟移植手術病友，目前絕大部分都是單獨接受肺臟移植，鮮少有心、肺同時移植的個案，因為適應症的不同，所以參與這些手術的過程，和醫療團隊的整合模式，也讓我大開眼界，不虛此行。

## 五、 Stanford Lung Transplantation Program

在 Stanford 的年度移植計畫中，會詳列該年初的 Waitlist 人數及年底的 Waitlist 人數。以我進修的 2019 年為例，一月初的 Waitlist 上有 29 人，在這一年中新增了 74 位等候移植病人，但也減少了 50 位（其中 35 位病人成功接受移植，6 位病人惡化，2 位病人死亡，一位病人轉至其他醫學中心），所以 2019 年底的時候，在等候移植名單上的病人數為 53 名。（圖 8）

Figure A1. Waiting list and transplant activity

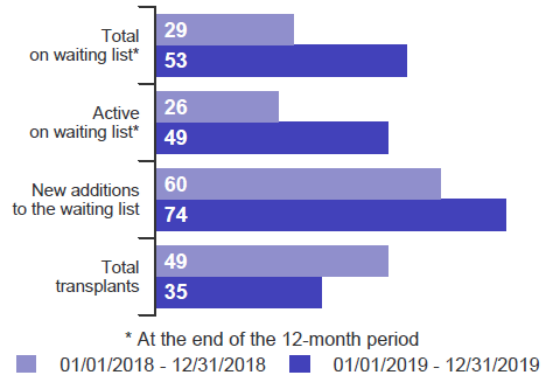


Table A1. Census of transplant recipients

Recipients	01/01/2018-12/31/2018	01/01/2019-12/31/2019
Transplanted at this center	49	35
Followed by this center*	225	253
...transplanted at this program	214	244
...transplanted elsewhere	11	9

\* Recipients followed are transplant recipients for whom the center has submitted a post-transplant follow-up form for a transplant that took place before the 12-month interval for each column.

### Stanford 肺臟移植 Waiting List (圖 8)

在等候移植過程中的死亡率比較方面，Stanford 平均每百年有 11.5 位病人死亡，而美國全國的每百年平均死亡人數為 15.7 人，因此 Stanford 的 Waitlist Mortality Rates 優於全美國平均（圖 9）。

Figure B4. Observed and expected waiting list mortality rates: 01/01/2018 - 12/31/2019

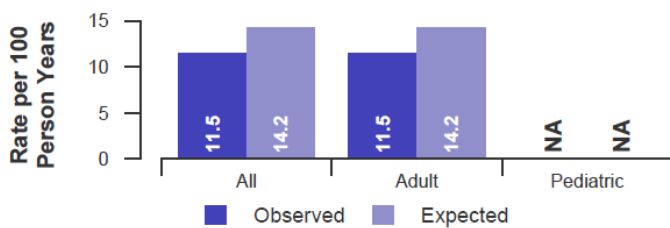


Figure B5. Waiting list mortality rate ratio estimate

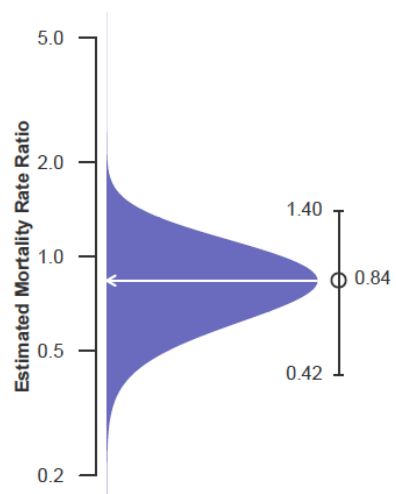
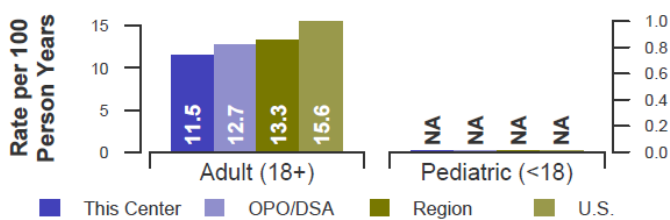


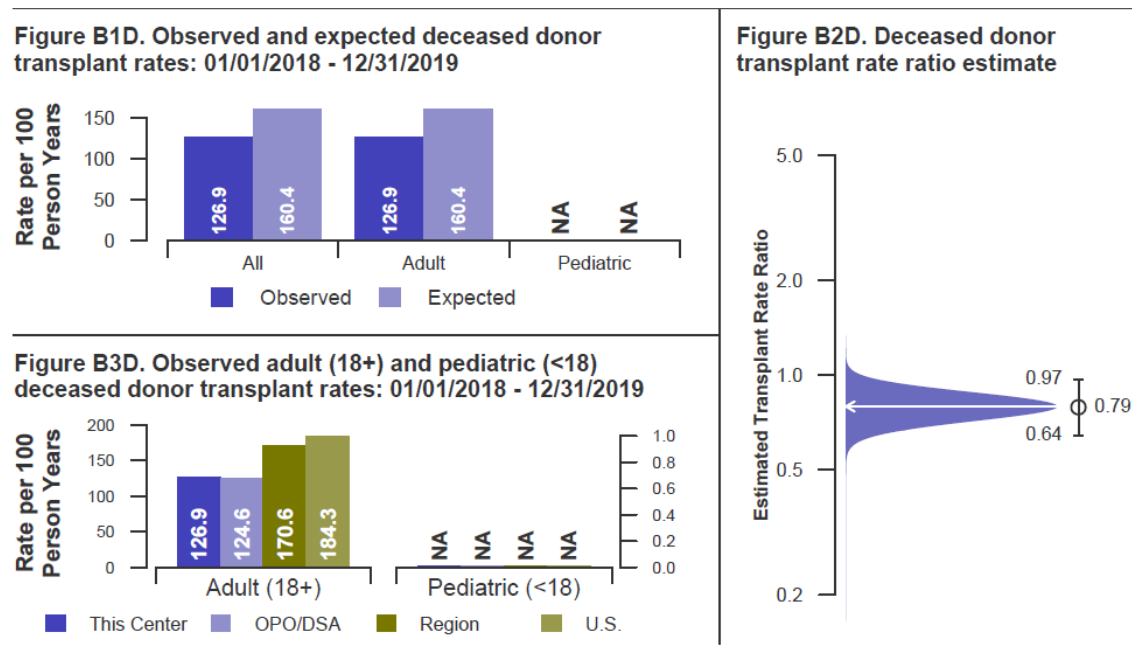
Figure B6. Observed adult (18+) and pediatric (<18) waiting list mortality rates: 01/01/2018 - 12/31/2019



### Stanford 肺臟移植 Waiting List Mortality Rate (圖 9)

而成功等到肺臟移植手術的比例方面，Stanford 在 30 天內接受移植的比例為 17.8%，低於全國的 27.6%；Stanford 在一年內接受移植的比例為 65%，低於全國的 69.9%；Stanford 在兩年內接受移植的比例為 73.9%，低於全國的 75.6%；Stanford 在三年內接受移植的比例為 78.3%，低於全國的 77.5%。

單就每年每百人次，成功接受肺臟移植的比例而言，Stanford 為 126.9%，略低於全國性的 160.4%。此外，所有的病人族群皆為成人（18 歲以上）。（圖 10）



Stanford 肺臟移植 Waiting List Deceased Rate (圖 10)

## 六、創傷與氣道處理團隊之經驗

由於 Stanford 之 Trauma Team 是一個依據緊急狀況發生時的臨時編組，平時創傷小組成員依附於各專科領域底下，成員有急診室醫師、外科醫師、麻醉科醫師、ECMO 小組等等，一但有重大創傷病患出現時，便會由急診室檢傷判斷是否緊急啟動 Trauma Team，集合各科人員會診治療，這點與本院現行制度頗為類似。

在 Stanford 研修的日子裡，我實際能參與緊急啟動的次數並不多，原因是該類傷患病況通常危急，而且多半出現在非上班時間，因此我從接獲通知到抵達現場時，病患多半已進入下一階段的治療工作，其中呼吸道的治療處置機率更是稀少，這點十分可惜，不過也是預期中的事。

儘管如此，我們明白呼吸道傷害一直是死亡率偏高、併發症眾多、處理困難的醫療項目，因此找到機會時，我仍會和 Stanford Trauma Team 分享彼此的案例和工作經驗，檢討如何有效治療呼吸道創傷，發掘彼此是否有值得借鏡的優點。相信這對於本院的呼吸道病患而言，也是未來希望能夠解決的問題。

## 參、心 得

### 一、 肺臟移植團隊跨州摘取器官

在美國，器官移植是一項費用非常高昂的重大醫療，這牽涉到每個州不同的法律、種族、捐贈風氣，以及五花八門的醫療保險制度。因此，很難用單一醫學中心的結果，去推行出全美國的肺臟移植狀況。

然而，我還是在 Stanford 學習到了很多寶貴的經驗，包括首次跟著移植小組搭乘專用包機（圖 11），半夜從加州的聖荷西民營機場（San Jose, State of California）飛行到相距一千多公里之外的愛達荷州首府波伊西（Boise, State of Idaho）去取器官，立刻再飛回到 Stanford 種植。移植團隊雖然來自各個不同科別，但是彼此合作無間，在分秒必爭的器官運送過程中，仍可感受美國醫療人員詼諧樂觀的處世態度。縱使我們一夜未眠，千里迢迢回到 Stanford 醫院的時候已經是破曉時分，這些雙眼佈滿血絲的移植團隊依然充滿熱情，令人敬佩。



移植小組搭乘專用包機跨州摘取器官（圖 11）

### 二、 與臺大醫院肺臟移植術式的差異

我出發前往美國進修的前一年，臺大醫院胸腔外科移植團隊剛好慶祝第一百例肺臟移植。雖然臺灣因為民情關係，器官捐贈風氣不如國外盛行，但也可說是難能可貴的成就，而且本院的肺移植術後照護計畫日益進步，該類病患的預後發展和存活率非常不錯。

在參與 Stanford 肺臟移植手術的過程中，我訝異於他們有一部分病人採取的是



正中開胸（Median Sternotomy）的術式，相較於本院慣用的蚌式開胸（Clamshell）術式，甚為不同。尤其正中開胸速度較快、病人創口較小，這些優點大幅縮短了手術時間和需要人工心肺機輔助的時間，對術後疼痛和恢復也有一定的幫助，值得參考。

**Table 1. Recipients' Baseline Characteristics**

	Clamshell Thoracotomy		Median Sternotomy		P Value
	n	Mean ± SD or n (%)	n	Mean ± SD or n (%)	
Recipients' baseline characteristics					
Age (y)	45	48.51 ± 13.23	147	50.29 ± 14.79	.4716
Sex, male, n (%)	39	22 (56)	140	83 (59.3)	.7471
Height (cm)	39	168.9 ± 8.81	127	169.07 ± 9.68	.9226
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	45	25 ± 4.29	147	24.8 ± 5.07	.7289
Comorbidities					
Diabetes mellitus, n (%)	39	14 (35.9)	139	32 (23)	.10224
Total bilirubin (mg/dL)	45	0.56 ± 0.58	147	0.53 ± 0.35	.885
Creatinine (mg/dL)	45	1.07 ± 0.83	147	0.82 ± 0.24	.81
Cigarette usage, n (%)	39	12 (30.8)	139	61 (43.9)	.1411
Lung allocation score (%)	39	53.03 ± 19.68	140	53.66 ± 19	.8567
Diagnosis					
Interstitial lung disease, n (%)	45	18 (40)	147	60 (40.8)	.9442
Cystic fibrosis, n (%)		14 (31.1)		36 (24.5)	
Chronic obstructive pulmonary disease, n (%)		5 (11.1)		22 (15)	
Hypersensitivity pneumonitis, n (%)		4 (8.9)		12 (8.2)	
Pulmonary arterial hypertension, n (%)		2 (4.4)		8 (5.4)	
Others, n (%)		2 (4.4)		9 (6.1)	
Operation					
Allograft ischemic time of left lung (min)	45	260.22 ± 38.08	145	254.7 ± 56.85	.4568
Allograft ischemic time of right lung (min)	45	322.36 ± 56.61	145	308.47 ± 57.17	.1552
Cardiopulmonary bypass time (min)	45	247.2 ± 51.22	147	222.4 ± 59.07	.0119
<b>Operative time (min)</b>	<b>45</b>	<b>492.27 ± 79.01</b>	<b>147</b>	<b>399.76 ± 95.17</b>	<b>&lt;.0001</b>
Donors' characteristics					
Age (y)	39	40.54 ± 13.71	140	36.91 ± 13.44	.1399
Sex, male, n (%)	39	20 (51.3)	140	80 (57.1)	.5145
Height (cm)	39	170.02 ± 10.38	140	169.41 ± 10.33	.7428
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	39	26.04 ± 4.59	140	25.68 ± 4.4	.6542
Comorbidities					
Diabetes mellitus, n (%)	38	7 (18.4)	138	10 (7.2)	.0374
Total bilirubin (mg/dL)	39	1.02 ± 2.2	139	0.92 ± 1.17	.7879
Creatinine (mg/dL)	39	1.38 ± 1.38	139	1.23 ± 1.4	.568
Cigarette usage, n (%)	38	1 (2.6)	137	8 (5.8)	.6858
Cocaine usage, n (%)	38	6 (15.8)	137	15 (10.9)	.4165
Heavy alcohol usage, n (%)	38	5 (13.2)	138	31 (22.5)	.2601
Cause of death					
Intracranial hemorrhage, n (%)	45	10 (22.2)	147	39 (26.5)	.0719
Cerebrovascular accident, n (%)		23 (51.1)		48(32.7)	
Head trauma, n (%)		12 (26.7)		60 (40.8)	
Outcome					
Length of hospital stay (d)	39	26.27 ± 36.16	126	23.86 ± 23.44	.7562
Prolonged intubation, n (%)	20	4 (20)	87	22 (25.3)	.776
Tracheostomy, n (%)	45	4 (8.9)	147	21 (14.3)	.4521
Extracorporeal membrane oxygenation usage, n (%)	20	2 (10)	87	3 (3.4)	.2327
Primary graft dysfunction, n (%)	45	8 (17.8)	143	27 (18.9)	.8683
Acute rejection episode, n (%)	45	1 (2.2)	145	3 (2.1)	>.99
Airway dehiscence, n (%)	45	0 (0)	145	1 (0.7)	>.99
Wound dehiscence, n (%)	45	4 (8.9)	147	8 (5.4)	.4805
Cerebrovascular accident, n (%)	44	1 (2.3)	145	5 (3.4)	>.99
Acute kidney injury requiring dialysis, n (%)	44	1 (2.3)	135	10 (6.9)	.4632

SD, standard deviation.

### Stanford 正中開胸（Median Sternotomy）和蚌式開胸（Clamshell）的統計（表 3）

從 Stanford 發表在 2019 年的 Transplantation Proceedings 期刊中，我們可以發現正中開胸的平均手術時間為 399.76 ± 95.17 分鐘，遠低於蚌式開胸的 492.27 ± 79.01 分鐘（表 3）。此外，對比於兩種術式的五年存活率而言（圖 12），兩者並沒有顯著的統計差異。因此，我覺得如果熟悉解剖構造之後，本院可以嘗試採用正中開胸（Median Sternotomy）進行肺臟移植，這對於心臟外科醫師而言，更是熟

悉且慣用的手術視角。

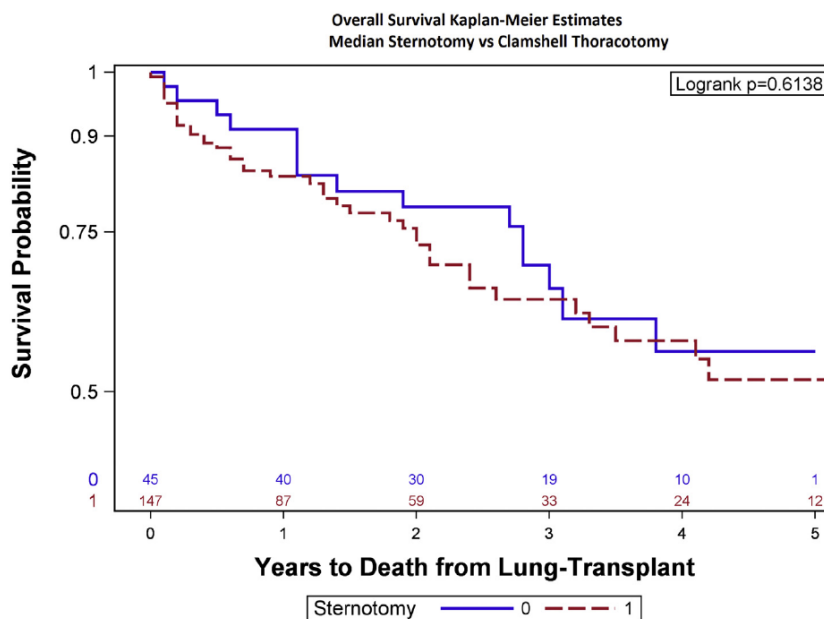


Fig 1. Kaplan-Meier curves exhibiting overall survival after double lung transplantation by 2 surgical approaches: median sternotomy (red) and clamshell thoracotomy (blue).

Stanford 正中開胸（Median Sternotomy）和蚌式開胸（Clamshell）的統計（圖 12）

### 三、 腦死（Brain Death）和循環停止（DCD）兩種不同的捐贈

在臺灣地區現行的法律下，肺臟移植的器官全部來自於腦死（brain death）病患，但此類病人數量稀少，同時肺臟狀態良好者更是鳳毛麟角，這也大大限制了國內肺臟捐贈器官的來源。在加州地區，心臟停止，也就是已沒有血液循環的病人，是被允許作為器官捐贈者的（donation after circulatory death, DCD），這類病人相對腦死患者多出很多，因此器官來源就能大幅增加。

然而，腦死病人因為體內臟器仍持續有血液供應，因此各器官之灌流狀態仍與生前相差無幾；相對的，心死病人由於血液停止灌流，這些滯留於臟器之中的血液便開始凝固，進入我們所謂的缺血時間（ischemia time），對於移植之後的器官功能和病人預後，會有非常巨大的影響。

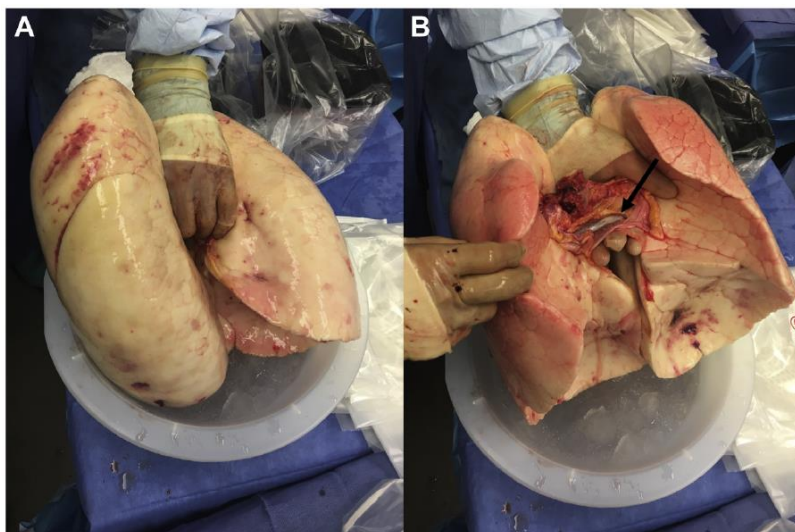


Fig 2. En bloc bilateral lungs. (A) Anterior surface of lung graft. (B) Posterior surface of lung graft displaying right atrial cuff (arrow) that contains all 4 pulmonary vein ostia.

## 針對心死病人（DCD）快速完整取下肺臟及周邊構造（圖 13）

也因此，Stanford團隊根據經驗，提供了一些針對心死（DCD）病人器官摘取的技巧，包括快速的開胸、對心臟進行減壓、快速進行插管、有效建立灌流管路、移除可能的血栓組織，完整取下肺臟及周邊構造（圖13）等等，可以讓DCD的器官摘取更有效率。

另外，Stanford團隊也建議在呼吸道部分進行支氣管鏡檢查，並有效進行沖刷和清洗，以減少術後感染機會，降低肺炎風險。Stanford發表在2020年的Transplantation Proceedings期刊中，提到手術中可能採用的特殊器械和管路如下(表 4)，可望增加速度和成功率。

**Table 1. Side Table Equipment for DCD Procurement**

---

10 blade scalpel
11 blade scalpel
Sternal saw
2 Army-Navy retractors
Sternal retractor
Metzenbaum scissors
Pack of silk pop-off sutures
2 hemostats
Needle driver
Debaquey forceps
4-0 proline on an SH needle
Suture tourniquet
Vascular clamp
Schmidt tonsil clamp
Antegrade pulmonary artery cannula
Pulmonoplegia tubing

---

The essential equipment should be placed on a side table for rapid sternotomy and mPA cannulation during DCD procurement to limit the lung warm ischemic time.

Abbreviations: DCD, donation after circulatory death; mPA, main pulmonary artery.

## 針對心死病人（DCD）可能用到的特殊設備（表 4）

我認為這些經驗非常寶貴，而且可以將其引用至臺灣地區，促進未來器官移植法案的調整與更新，為器官的獲取增加來源，並減少可能遭遇的阻力和技術上的困難，為國內苦苦等待肺臟移植的病友們，創造另一線生機。

#### 四、 Veterans Affairs 基礎研究室

除了肺臟移植的學習之外，我在 Professor Shrager 的帶領下，參加了位於 Department of Veterans Affairs (VA) Palo Alto Hospital 的實驗室 (圖 14)。VA 是美國的退伍軍人機構，該醫院則類似臺灣退輔會下轄的榮民醫院體系。在這裡有 Professor Shrager 的研究室及研究團隊，其中一項剛起步的研究，是進行藥物對於人體橫膈肌纖維剝離及收縮力測試實驗，可測試某種藥物對治療插管病患早期呼吸衰竭之影響，並提供未來胸腔手術前的參考。

我在實驗室裡擔任的工作之一，是將取自病患橫膈膜的肌肉標本，在顯微鏡底下分離出單一肌纖維 (single muscle fiber)，然後將它放置到一臺精密的拉力測試儀器上，讓儀器分析在不同的溫度、藥物和其他條件下，橫膈肌纖維的最大拉力是否有所改變 (圖 15)，藉以了解我們如何透過藥物控制，避免呼吸器治療時間過長所造成的呼吸衰竭現象。

這個過程對於長期從事臨床工作的我而言，不但訓練了很多研究室的概念，認識了很多設備和儀器的使用方式，同時更明白如何組織一項基礎研究，針對某些臨床瓶頸的議題進行實驗，是一項很難得的學習過程。



VA 實驗室 (圖 14)

橫膈肌纖維拉力測試 (圖 15)

#### 五、 幹細胞組織工程的經驗

我在 Veterans Affairs 實驗室的同時，也認識了其他研究團隊的許多科研人員，其中就有專長於幹細胞培養和應用的團隊。我和他們分享了我們目前對於幹細胞組織工程與仿生氣管之結合，並表示未來希望有機會導入臨床應用。對方也很熱心的提供了 Stanford 目前人工仿生組織與器官的經驗，尤其是心血管材料方面，已經十分成熟且廣泛應用於臨床治療上。

由於我們遭遇的困難處境，是如何將間質幹細胞誘導分化而來的軟骨細胞，置換到因長期結核病而嚴重受損的氣管上，企圖改善了病人的呼吸功能。對方也



提供了寶貴的意見，包括植體的選擇、材料的處理、還有其他美國境內相關研究機構的現況，讓我們有一些新創意得以進行研發。

雖然在短暫的交流過程中，無法真正獲得研發成果，但我會將這些經驗帶回院內，嘗試應用於仿生支架材料與各種幹細胞的特性與臨床應用潛力，譬如經去細胞處理之氣管、以家豬軟骨粉末製作之支架、3D 列印之聚己內酯支架、間質幹細胞等，期望能強化人工氣管於移植後的氣管上皮再生以及血管再生，以更趨近真正氣管的結構與功能。

## 六、 建立其他領域人脈與與增廣見聞

在來到美國之前，我原先的設想，都把重心放在 **Stanford** 醫院之中，尤其是胸腔外科和肺臟移植團隊，每天重複著到醫院開會、上班、開刀，然後到實驗室做實驗，參加各種演講的日子。

但開始漸漸融入這裡的生活之後，我們逐漸認識許多來自臺灣各領域、各種計劃的之交換學者與研究人員，例如 **Stanford-Taiwan Biomedical Fellowship Program (STB)** 計畫之學者，和科技部推動「博士創新之星計畫」(**LEAP**) 的科研人材。大家定期舉辦聚會(圖 16)，透過深化人脈的連結、科研機構的新創活動，他們得以培養產學合作能力並開拓職業生涯。



與 **STB** 和 **LEAP** 計畫之學者交流聚會 (圖 16)

**STB** 是國研院承辦執行的「臺灣史丹福醫療器材產品設計之人才培訓計畫」。主要是希望透過與美國 **Stanford** 大學合作，甄選並培訓、醫學、生命科學、工程、商務、管理等各領域人才。有別於傳統的博士後研究或參訪，**STB** 藉由 **Stanford** 所

提供的特殊培訓，提供工程設計、實務運用、創新醫材、專利申請等實務操作，讓學員透過專案執行、臨床觀察、產品專利、法規認證等，與產業界互動之過程，尋找創新價值，並進而產生創意和發展機會。在認識他們之後，我才深刻領悟到除了醫院之外的生活，其實有無限開拓的領域，臨床醫療只是這片創意無限的天地當中的冰山一角。

我們有幸結交了許多位矽谷的工程師家庭，經常聚會分享。聊天之下，發現每個家庭都有不同的背景和旅美心得、工作經驗，矽谷可說是集中全世界最多科技產業的一個地區：Facebook 總部就在我們住處不遠；Google 總部旁邊的 COSTCO 是我們每週採買的地方；Amazon 總部是我們假日洗衣行程的必路過的路線；TESLA 總部則是我們日常散步慢跑的場所之一。這些舉足輕重的大企業，集合了全世界無數飄洋過海來到美國發展的開拓者，他們的研究結晶，讓全人類的生活有著跳躍式的大成長，可謂是掌握世界脈動的關鍵地區。

## 七、 美國生活的新體驗

在美國居住的這幾個月裡，我順利的取得社會安全代碼（Social Security Number, SSN），也通過筆試、路考後，取得等同美國身分證的加州駕照（real ID），這些經歷讓我們進入美國生活更為深入。不但有機會在整個加州地區進行觀光旅遊、採買購物、訪友交流等等，更有機會建立房屋租賃、銀行帳號、投資理財、汽車過戶、申報稅款這些更貼近美國人的生活經驗。

由於有友人的帶領，我和家人們將整個灣區（Bay Area）整個走訪得十分徹底。例如舊金山市區的金門大橋（Golden Gate Bridge）、漁人碼頭（Fisherman's Wharf）、Pier39 等常見觀光景點，都是帶著小孩增廣見聞的去處。趁著閒暇，我們也陸續造訪過美西最著名的優勝美地國家公園（Yosemite National Park）、北加州最大的避暑和滑雪勝地太浩湖（Lake Tahoe）、以盛產葡萄酒和酒莊聞名於世的納帕峽谷（Napa Valley）。

後來也利用了新年假期，駕車沿著美西的國道五號，一路南行到洛杉磯，參觀了加州迪士尼（Disney Land）、好萊塢（Hollywood）、星光大道、比佛利山莊（Beverly Hills）等著名景點，與家人體驗了美西風光。這些美好的體驗，為本次美國進修的過程，增添了許多樂趣和回憶。

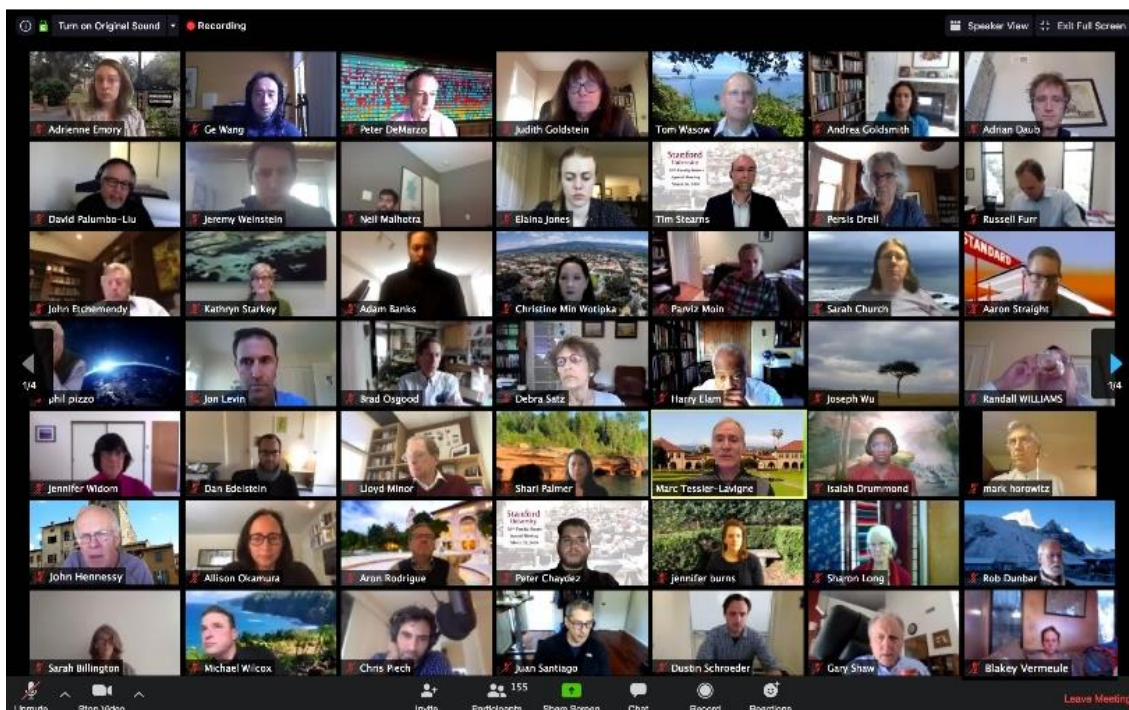
## 八、 新冠肺炎（COVID-19）的影響

不幸的是，2020 年的 3 月 17 日起，加州地區開始因為美國新冠肺炎（COVID-19）爆發的因素，州長宣布進入居家避疫（shelter in place）狀態，短短不到幾星期，全美國各州陸續宣布進入緊急狀態。由於疫情嚴峻，雖然加州灣區尚未大規模感染，但為了避免病毒進一步的擴散，舉凡醫院、實驗室、學校等各

級單位，依舊陸續進行管制和停課。

雖然政府採取了大規模的措施，但由於年初亞洲地區爆發感染的時候，美國政府錯估了形勢，也因此舉凡口罩、醫療級個人防護用品（personal protective equipment, PPE），呼吸器（Ventilator）等等重要醫療設備都嚴重匱乏，導致健康的人缺少防護，生病的人缺乏治療，以致疫情全面失控。此外，美國政府對於病毒的政策也一日三變，從原本呼籲健康的人無需戴口罩，到後來不僅要戴口罩，甚至關閉多數公園、餐館、海灘、娛樂場所等等，未能汲取亞洲地區的錯誤經驗，也讓美國付出了慘痛代價，一躍成為全世界感染人數最多的國家。

絕大多數 Stanford 大學和醫院同樣採取了史無前例的停課、遠距離教學和視訊會議，原本每天可以見面的同事、師生，忽然都變成了螢幕上的影像，咫尺天涯的感覺，讓人感覺非常不真實（圖 17）。也因為考慮疫情擴散的因素，我在家人、醫院討論權衡之後，決定提早在五月結束進修，回到臺灣報到。



Stanford 取消全學期課程，全面採取視訊會議和線上教學（圖 17）



## 肆、 建議事項

1. 由於美國醫療保險制度複雜而且金額很高，對於常年使用臺灣健保的我們，需要花費很多精力研究。此外，J VISA 訪問學者身份必須要取得符合資格的保險，才能獲准居留美國，我建議後續訪問學者進修前，能先加以研究並購買適合自己的醫療保險方案。如果醫院能提供一些參考資訊，讓學員出發前能有醫定的認知，會更有保障。
2. 我認為在出國計劃審核通過後，除了學員本身須積極和國外對口單位聯繫之外，醫院也可適度提供一些溝通管道，促進對口醫院或學術單位，給予安排相應的課程或訓練計劃，可以讓整個進修過程更有組織與效率。我見到許多醫院出國進修的學員，每天安排的參訪課程十分充實緊湊，詢問之下才知道兩個醫院早已有排定的計劃，值得借鏡。
3. 加州無法使用臺灣國際駕照換證，因此需要在當地考照，但美國公務機關效率冗慢，需等待很長時間。建議未來學員抵達後，能盡快取得 SSN、駕照等重要文件，對於許多生活事宜的申請會很有幫助。
4. 因為近幾個月 COVID-19 的影響，導致美國許多地區開始執行活動限制，對於各種人際交流影響很大，例如開會或是參訪行程。因此如果有未來梯次的參訪學員，希望能預先了解當地疫情狀況、防疫措施、政府封閉程度，才能保障自身健康，同時也希望疫情能早日獲得控制。

