

出國報告（出國類別：考察）

臺大醫院智慧醫療發展考察

服務機關：國立臺灣大學醫學院附設醫院

姓名：郭律成、李建璋、葉育彰、黃織芬、尚榮基、馬正芳

派赴國家：美國

出國期間：111年10月31日至111年11月6日

報告日期：111年12月28日

摘要

醫療知識與科技日新月異，各種智慧輔助系統，讓醫療作業更有效率，品質更為提升。為學習國外一流的醫院之最新智慧醫院相關規畫及技術，智慧醫療中心安排此出國考察，前往美國芝加哥市之芝加哥大學醫學中心、亞特蘭大市之埃默里聖約瑟夫醫院、波士頓市之麻省理工醫療科技學院及麻省總醫院等全美名列前茅的大學及醫院。考察成員包括本院智慧醫療中心、藥劑、基因醫學、資訊、麻醉重症醫學等各單位專家，主題涵蓋：醫院資訊系統之設計研發、研究資料庫之管理、臨床警示系統、藥物基因學之臨床決策輔助、重症加護病房之管理與研究等。

此次考察，獲得許多關於醫療決策輔助系統的觀念與技術，也學習美國各醫院關於醫療研究資料庫的設計與管理方式。這些所見所聞，都可以導入應用於本院，當有助於本院提升醫療品質及研究成果，也可擴展國際性的醫療研究合作，並加速晉升世界級的智慧醫院。

目次

壹、目的.....	1
貳、過程.....	1
一、芝加哥大學醫學中心 (University of Chicago Medical Center, UCM)	1
二、亞特蘭大埃默里聖約瑟夫醫院 (Emory Saint Joseph' s Hospital)	19
三、波士頓哈佛-麻省理工醫療科技學院 (Harvard-MIT Health Sciences and Technology).....	23
四、布萊根婦女醫院 (Brigham and Women's Hospital, BWH) 藥物流行病學 與藥物經濟學研究中心 (Division of Pharmacoepidemiology and Pharmacoeconomics, DoPE)、麻省總醫院 (Massachusetts General Hospital, MGH).....	27
參、心得.....	31
肆、建議事項.....	33
附錄	35

壹、目的

醫療知識與科技日新月異，愈來愈多的智慧輔助系統，讓醫療作業更有效率，品質更為提升。為學習國外一流的大學及醫院之最新智慧醫療相關發展及技術，並搭建交流溝通的平臺，以利未來雙方的交流合作，智慧醫療中心規劃此出國考察，前往美國芝加哥、亞特蘭大及波士頓，參訪全美名列前茅的大學及醫院。

貳、過程

一、芝加哥大學醫學中心 (University of Chicago Medical Center, UCM)

1. UCM 介紹：

UCM 及其醫療體系附屬醫院共有 1,296 床，及 10 個門診中心。員工共 12,417 位，其中主治醫師 1,390 位，住院醫師 981 位，護理師 3,011 位。每年有 80 萬人次門診，15 萬人次急診，28,000 人次手術，45,000 住院人次，共 27 餘萬住院人日。

UCM 在醫療方面是非常有成就的，世界首例 CAR-T 細胞治療即在此完成，每年執行兩百例骨髓移植，成功率居於全美之冠。在器官移植方面，多器官移植非常著名，全美國三分之一的心-肝-腎移植是在此完成的。除了醫療業務外，也有許多國際訓練課程。針對世界各國其他醫院的需求，設計教育訓練、遠距諮詢、規劃設計等課程。本次參訪，即由 UCM 安排藥物基因之決策輔助、臨床早期警示系統、醫療資訊系統等議題，由其資深之臨床或研究者講解與示範。

2. 病房科技運用

(1) 進入病室使用乾洗手之順從性

每間病室外均設有乾洗手，且會自動記錄被按壓的時間及次數。病室門內則設有人員感測裝置，可以記錄人員進入的時間。從這兩項數據的交叉比對運算，則可自動產生乾洗手之順從性指標，免除人工監看、抽查的方式，更能全面且客觀的產生數據。

(2) 病房品管指標

雖然資訊系統可自動產出定時之數據，但 UCM 病房並不將其公佈欄設為自動呈現數據，而仍維持紙本方式，在集合全員的場合下，在公佈欄上以筆繪製出每一個數據點、線。他們認為，用此方法比起螢幕自動更新顯示，更能讓人體會到每個數字的意義，更能將指標的精神深入每個人的心中。

(3) 臨床早期警示系統

在所有病房的病人清單電子看板上，均呈現病人即時之 E-CART 數據，預測其未來之惡化、院內心跳停止之機率。

3. 藥物基因體學與個人化治療、處方決策輔助系統

精準醫療為近年臨床治療的重要發展，藥品的選用及劑量調整，除了依循臨床試驗或相關研究給予建議劑量，實務上仍有一定比例的病人未能達到預期療效，或產生藥品不良反應。藥品的作用標的及代謝常與特定基因相關，除了所謂的標靶治療之外，藥品代謝相關酵素受基因型的影響則更為廣泛，如何應用藥物基因體學的知識，建構常規檢測及臨床決策輔助系統 (Clinical Decision Support System, CDSS)，對於精準用藥將有相當的助益。

雖然大部分醫師認為 CDSS 對於處方是有幫助的，但是實際醫療行為中，極少會在處方前給予病人基因的檢測，在各醫院的醫療資訊系統中，也多半欠缺相關的資料及輔助系統，本院目前也仍在建構中，此領域的交流和學習，也是本次參訪的重要任務。

Peter H. O' Donnell 教授為 UCM 的血液腫瘤科醫師，也是臨床藥學、藥物基因體中心之成員，本次的交流，他首先以兩個案例作為開頭，例如按時使用 tramadol，但仍無法有效控制疼痛，及 capecitabine 化療後嚴重副作用，以凸顯藥物基因的影響，及臨床決策需納入多種因素做評估和衡量。

(1) Pharmacogenomics 於臨床應用要注意解決的問題：

Test available? 基因檢測為藥物基因體學臨床應用的第一步，但並非所有機構均為常規執行項目，其技術門檻、驗證及收費也是尚未普及的重要因素。

Turn around time? 檢測方法及報告產出時間，也攸關臨床應用的可行性，目前隨著相關技術、研究及臨床應用經驗的累積，已逐漸開始發展 preemptive test，而非等到要用藥前才進行檢測，以至於未能及時於給藥前做最適當的決策。

Electronic medical record support for providers, within clinical flow: 藥物基因檢測必須要有適當的電子病歷紀錄，以利後續資訊應用，及臨床決策輔助系統的建置及運作。此外也要考慮臨床作業流程，需納入常規醫療過程，以確保被留意及應用於臨床決策。

Evolving PGx evidence base/what bar to change practice? 過去的研究發現，多數的醫師相信藥物基因影響藥品治療成效，但只有 13% 的醫師會開立 pharmacogenomic test，藥物基因的應用與臨床成效相關研究，將可佐證、支持並提升該領域的應用。

Is knowledge application in diverse settings? 醫療的多樣性是藥物基因體學臨床應用的挑戰，影響藥品代謝的因素除了藥品代謝相關基因，病人的共病、並用藥品、交互作用等等，以及專業分工，都是藥物基因體學能否於臨床妥適應用的重要關鍵。

Reimbursement? 藥物基因檢測應用於用藥的精準選擇，並減少副作用，據研究指出將可減少因不當處方而衍生之醫療浪費逾 10 億美元，相關檢測若能納入保險給付，將有利於臨床應用，提升藥品治療成效。

(2) 基因檢測晶片

Pharmacogenomics 在美國發展已逾 10 年，過去較常以單一藥品代謝酵素（如 CYP2C19, CYP2D6 等）基因進行檢測及應用，近年隨著臨床運用漸趨成熟，UCM 發展了 UChicago Custom PGx Platforms，採用 ThermoFisher 的 OpenArray+Invader(CYP2D6) with Taqman copy number，並以 preemptive testing model 進行，以符合臨床需求，並接續相關 CDSS 的建立和即時決策。

(3) 醫療處方系統與基因結果整合之 CDSS

The screenshot displays the Genomic Prescribing System (GPS) interface. At the top, there is a navigation bar with 'Patient Roster', 'PGx Drugs', 'FAQ', and 'Surveys'. Below this is a search bar and a 'Show Legend' button. The main content area is a table with columns for 'PGx Signal', 'Drug', 'PGx Alternatives', and 'Level of Evidence'. The table lists several drugs: Codeine (Level 1), Omeprazole (Level 2), Simvastatin (Level 1), and Clopidogrel (Level 1). A red arrow points to a dropdown menu for Simvastatin alternatives, which lists Atorvastatin, Colestipol, Fenofibrate, and Pravastatin. An 'IMPORTANT NOTE' is visible at the bottom of the table.

PGx Signal	Drug	PGx Alternatives	Level of Evidence
Red	Codeine	None	Level 1
Yellow	Omeprazole	Green / Yellow	Level 2
Yellow	Simvastatin	Green / Yellow / Red	Level 1
Green	Clopidogrel	None	Level 1

UCM 發展了 Genomic Prescribing System (GPS) 系統，並與處方系統整合，所以當醫師開立藥物時，系統可以針對每個藥物是否有療效、副作用的差異，自動判讀，以紅、黃、綠燈的方式進行 PGx signal 提示（上圖），特別是必須避免處方的紅色藥物，系統也會顯示詳細的說明（下圖），並提供文獻依據。此外也提供 PGx alternative 資訊，以輔助醫師進行藥品處方更換及選用（如上圖箭頭指示）。對於沒有危害的綠色，系統則不會彈跳出任何訊息，此設計目的可以清楚明瞭且不干擾醫師看診。

The screenshot displays the Genomic Prescribing System interface. At the top, it shows 'THE UNIVERSITY OF CHICAGO Genomic Prescribing System™' and a 'Logout' button. Below this are navigation tabs for 'Patient Roster', 'PGx Drugs', 'FAQ', and 'Surveys'. A 'PATIENTS' section includes filters for 'Current Meds', 'All Drugs', 'All Drugs (Compact)', and 'Yellow/Red', along with a search bar and 'Collapse All'/'Show Legend' options. The main content area shows a 'PGx Signal' of a red light, the drug 'Codeine', 'PGx Alternatives' as 'None', and a 'Level of Evidence' of 'Level 1'. A prominent red warning box states: 'Your patient's genotype in the cytochrome P450 2D6 (CYP2D6) gene is strongly associated with an increased risk of toxicity including CNS depression and potentially death when taking codeine. Codeine use should be avoided. The related drug tramadol, which also depends on CYP2D6, is also not recommended because of the same potential risk. Alternative analgesic(s) should be used. Note that mothers with this same genotype can confer the same risk to breastfeeding infants, and codeine should not be used.' Below this, text explains that Codeine is metabolized by CYP2D6 to morphine and morphine-6-glucuronide, and provides clinical data from a study of 26 healthy Caucasian males. It also mentions FDA drug label warnings and references to clinical pharmacology and pharmacogenomics literature.

(4) 以臨床試驗支持 PGx 於臨床應用之重要性及效益

Dr. Peter H. O' Donnell 也分享了 PGx 在住院病人的應用，包括臨床分工、介入成效及應注意事項。UCM 也和 University of Illinois 及 Northwestern Medicine 合作，進行住院病人用藥分析及 PGx 影響處方決策之改變。此外也分享了針對圍術期用藥 (perioperative medicine) 及腫瘤病人 PGx 應用的臨床試驗，分別為 ImPress trial 及 PhOCUS trial。具體成效的驗證將是 PGx 能否廣泛應用的重要關鍵。

4. 藥物資訊系統 (Pharmacy Informatics)

藥物資訊是支持整個藥品使用與管理及用藥安全相當重要的系統，美國 ASHP 也特別指出，藥師具備相關訓練、知識、背景及責任，在臨床資訊系統的建立承擔重要的角色。Pharmacy informatics 為 Clinical informatics 不可或缺的一環，是支持藥品使用過程中有效管理及用藥相關資料、資訊及知識傳遞的重要核心。本次 UCM 由 Seth W. Hartman 提供分享和簡介，他目前是 Executive Director of Enterprise Pharmacy Informatics & Clinical Communications，其同時對 Information 及 Pharmacy officer chief 負責，並帶領超過 20 人的團隊，包括 Pharmacy Informatics manager、Clinical Communication manager 及以下幾個分組：

- Hematology, Oncology and Research
- Outpatient Pharmacy
- Automation and Hardware
- Acute and Ambulatory
- Decision Support, Reporting and Analytics
- Ingalls Pharmacy Informatics
- Clinical Communications

Temperature Monitoring Solutions

由各分組的功能，不論在各醫療情境的處方系統開發、自動化設備的介接、臨床決策系統的建立及報表和效能或成效分析，跨系統或跨職類的溝通，甚至於藥品儲存單位的溫度監控等等，有相當完整的分工、人力配置及深入的規劃和執行。

(1) Medication Use Process



藥品的使用管理流程環環相扣，流程間的資料傳遞和系統串接相當重要，也是系統規劃設計時很核心的考量。藥品的供應 (Supply)、開方 (Order)、藥師覆核 (Verification)、調劑 (Dispense)、護理給藥 (Administration)、用藥後的監測 (Monitoring)，並透過監測和分析，提供更多資訊或系統修正，持續改善藥品開方，此外調劑資訊的彙整，將產生自動庫存管理，與物流端藥品庫存的補給，此完整的系統，確保整個藥品的使用與管理的效能與完備。

(2) Clinical Decision Support (CDS)

臨床決策輔助系統透過病人相關資訊及藥品資料庫的過濾與檢核，提供 CPOE 運作的提示，作為臨床決策的輔助，是目前資訊化及用藥安全很重要的工具。其建置需特別遵循以下五項正確 (right)：

- Right information
- Right person
- Right intervention format
- Right channel
- Right time in workflow

(3) Radio Frequency Identification (RFID)

無線射頻可分為主動式及被動式 tracking，主應應用於藥品管管理，可作為庫存管理、藥品點收、批號及效期管理等。目前透過藥品貼有 RFID tag，串聯訊息的方式，可以做庫存異動主動判斷、紀錄，以及效期管理。

相較於條碼，RFID 透過無線射頻可以大批量同時讀取訊息，管理效能更加，但成本也較高。

(4) Bar Code Medication Administration (BCMA)

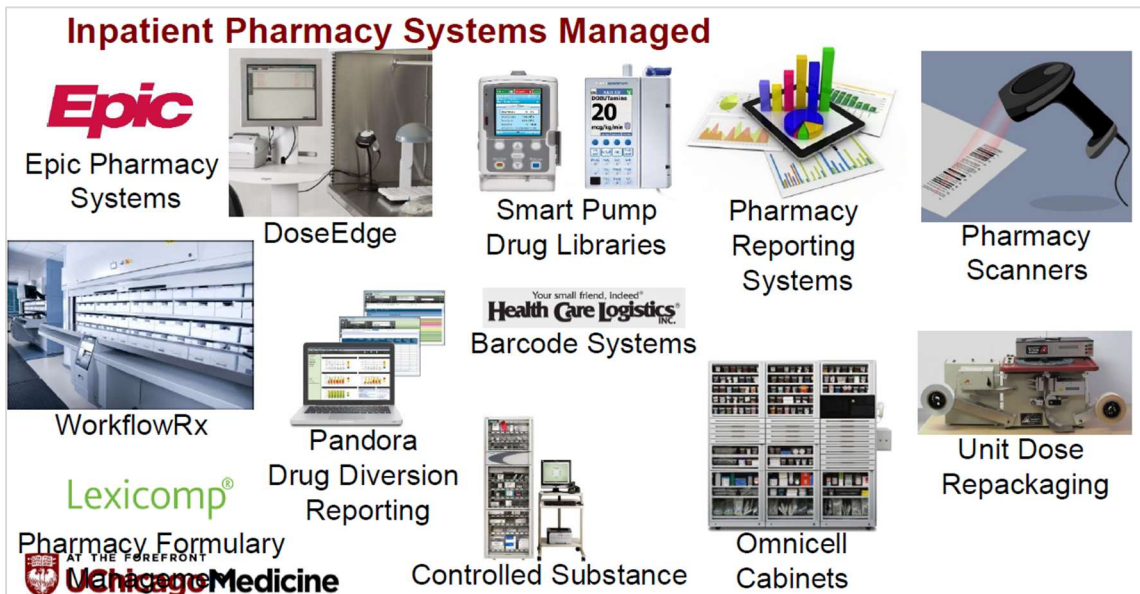
條碼目前已大量應用於臨床流程，給藥過程透過讀取病人手圈、執行人員識別條碼及藥品條碼，輔以系統功能，可以確保給藥過程給予對的病人、對的藥品、對的劑量、對的途徑、對的時間。此外也可以透過刷條碼過程，確認給藥後，連結給藥紀錄，並將相關資訊完整帶入電子病歷。

(5) Pharmacy Automation

結合資訊科技及機器設備，用以確保藥事作業的正確性並提升效率，均為藥局自動化範疇，例如錠劑自動調配機、粉劑或液劑自動分包機、庫存管理系統、智慧藥櫃 (Automated dispensing cabinets, ADC) 及自動調劑手臂等。

Outpatient Pharmacy Systems Managed

- Epic** Epic Outpatient Pharmacy Systems
- pitney bowes** Mail Order Manifesting & Payment System
- Integrated Voice Response**
- Compliance Packaging**
- RxLinc** Pharmacy Switch Integration
- Pharmacy Reporting Systems**
- High Speed Dispensing**
- ScriptCenter** Employee Kiosk Rx Pickup
- Payment System Integration**
- surescripts** The Nation's E-Prescription Network
- certified** E-Prescribing & Refill Integration
- UChicago Medicine** AT THE FOREFRONT OF Medicine Image Checking
- fdb** First Databank Data Vendor Integration

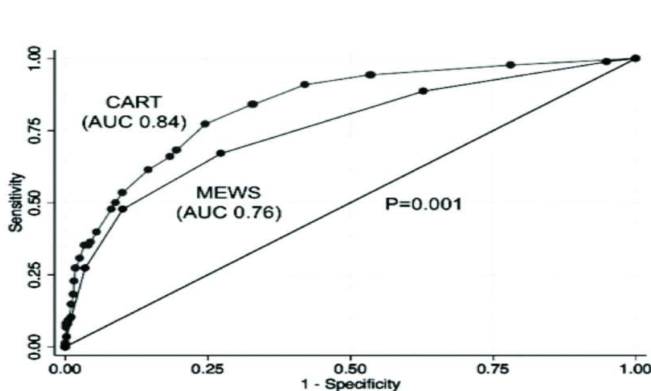


前述自動化系統本院多數已具備，或因國情或分工有其他相對應的系統或設備，仍有多項可以參考引進，例如 Integrated Voice Response, WorkflowRx, E- Prescribing & Refill Integration 等。

5. 早期警示系統 (E-Card)

目前世界上有許多不同的早期警示系統，可以預測院內心跳停止的發生。但是 UCM 開發的 E-CART 系統(目前為第三代)，之預測正確性(AUC=0.84)較其他模式為佳。目前該院所有病人的 E-CART 預測數值都顯示在病房病人清單看板，並即時更新數據。該系統的運作，乃將病人之資料傳輸至院外雲端伺服器運算，結果傳回醫院以後呈現於電子看板。

Predict Inpatient Cardiac Arrest



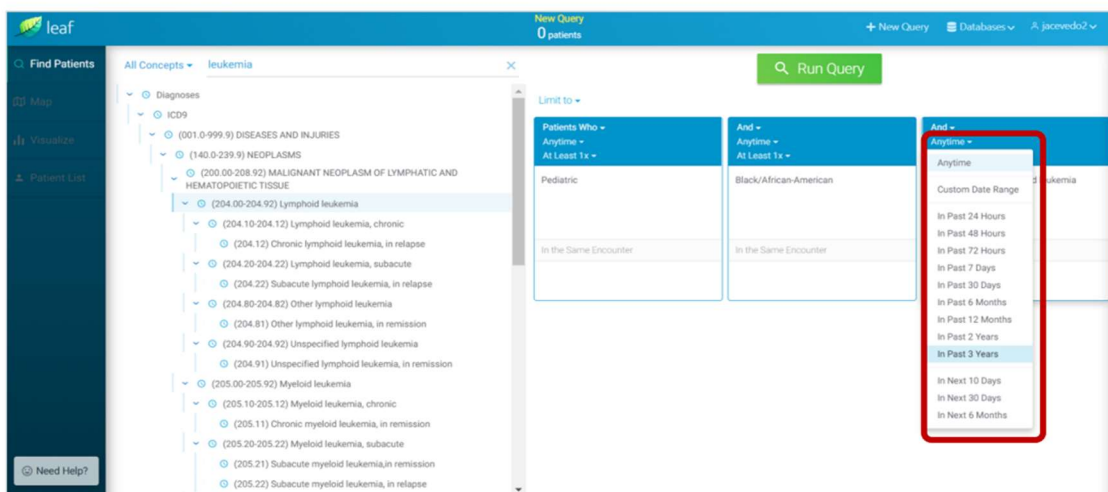
Variable	Cardiac arrest		ICU transfer	
	Estimate	P-value	Estimate	P-value
Time (hours)	0.00	0.41	0.00	0.99
Prior ICU stay (1=Yes, 0=No)	1.37	<0.001	0.12	0.02
Heart rate (beats/min)	0.03	<0.001	0.04	<0.001
Diastolic blood pressure (mm Hg)	-0.02	0.01	-0.01	<0.001
Respiratory rate (breaths/min)	0.14	<0.001	0.14	<0.001
Oxygen saturation (%)	0.07	0.14	-0.05	<0.001
Temperature (°C)	-0.31	0.03	-0.01	0.87
Mental status (AVPU)	0.43	0.27	1.16	<0.001
On room air (1=Yes, 0=No)	-0.64	0.02	-0.32	<0.001
Age (years)	0.03	<0.001	0.02	<0.001
BUN (mg/dL)	0.01	0.005	0.01	<0.001
Anion gap (mEq/L)	0.13	<0.001	0.07	<0.001
Hemoglobin (g/dL)	-0.17	0.007	-0.01	0.37
Platelet count (K/uL)	-0.002	0.007	-0.001	<0.001
Potassium (mEq/L)	0.17	0.31	0.13	<0.001
White blood cell count (K/uL)	0.01	0.01	0.01	<0.001

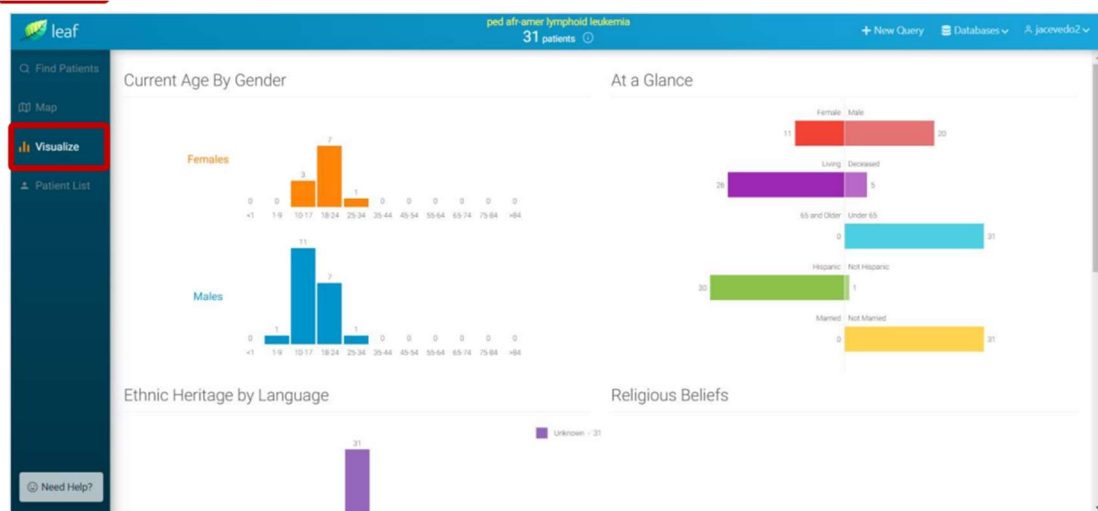
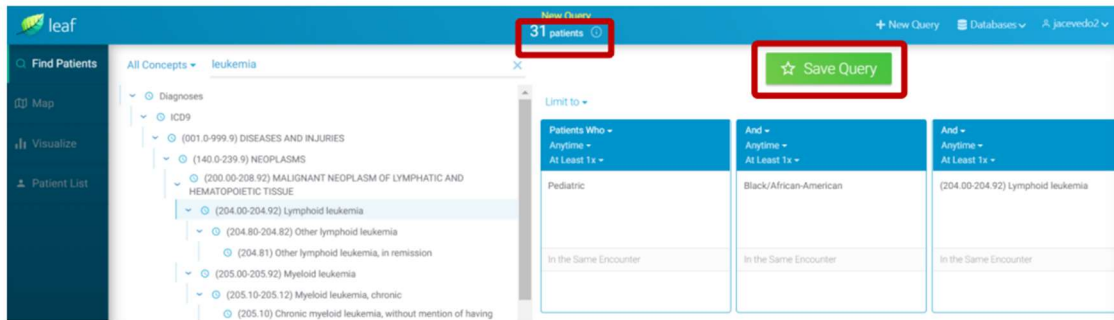


Source: 1. Churpek et al. Derivation of a cardiac arrest prediction model using ward vital signs. Crit Care Med. 2012;40(7):2102-2108.
 2. Churpek et al. Using Electronic Health Record Data to Develop and Validate a Prediction Model for Adverse Outcomes on the Wards. Crit Care Med. 2014;42(4):841-848.

6. 臨床研究系統

- (1) UCM 有多個研究用資料庫，並訂有申請使用審查流程。資料來源包括醫療系統 (Epic)，經過符合美國健康保險流通與責任法 (Health Insurance Portability and Accountability Act, HIPAA) 的去除個人隱私辨識處理後，即成為可供研究者使用之資料庫。
- (2) 資料倉儲 (data warehouse) 系統的資料，每周都會從線上資料進行更新及備份，因此，研究者可以取得最近期的資料進行研究，這對於研究像 COVID 這種新興的疾病非常有用。Epic 也有連結 REDCap 研究資料庫的模組功能，可讓研究者容易取得資料。
- (3) 不同類型的資料，例如儀器連線、影像資料，也都各有其轉置之研究資料庫。
- (4) 研究資訊中心 (Clinical Research Informatics, CRI)介紹：CRI 成立於 2011 年，是隸屬於芝加哥大學的獨立型研究單位，由統計、資訊、等各類專業人員組成，集中及擁有的各種研究所需要的資源，提供臨床數據資料庫、生物資訊學、客製研究應用程式、臨床試驗管理、HPC 和資料存儲，但沒有經費。CRI 也引入多種資料收集工具，像是 REDCap、LEAF、ITM LEAF。LEAF 平臺可呈現資料的基本統計情形，可用於查詢來自 UCM 病人去識別化病歷紀錄資料，直接與定期更新資料，資料源自 EHR，能夠及時構建和探索同類群組資料，簡單的拖放操作介面，資料包括人口統計、處置、診斷、檢驗資料、藥物資料，可以幫助研究人員研究設計規劃，例如可以幫助調研究員確定是否有足夠研究樣本人數。





CRI 為研究人員提供 4 項運算資源，包資料儲存空間、高效能 GPU、商業統計軟體工具、和 VM 環境，並由專業人員給予技術支援。

<p>SECURE DATA STORAGE</p> <p><i>with centralized, automated, encrypted backup and restore</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 3.4 petabytes of storage • Secured and HIPAA-compliant • Backed up nightly • Designed to work seamlessly with our HPC resources 	<p>HPC CLUSTER</p> <p><i>for fast, advanced data processing and analysis</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 120 compute nodes with 3 tiers of memory (3360 total cores) • 6 accelerator nodes with NVIDIA GPUs and Intel Xeon Phi Coprocessors • 350 TB scratch space • Measured performance: 97 TFLOPs 	<p>COMMERCIAL ANALYTICS PACKAGES</p> <p><i>use our licenses and computing power to run analyses with commercial software</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • SAS, Stata, MATLAB, Mathematica, RStudio • Windows and Linux environments available 	<p>SERVER VIRTUALIZATION</p> <p><i>provisioning application, web, and database servers</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • OS options: Windows, Linux • DBMS options: MySQL, Postgresql, SQL Server • Web server options: Apache, IIS
--	--	--	--

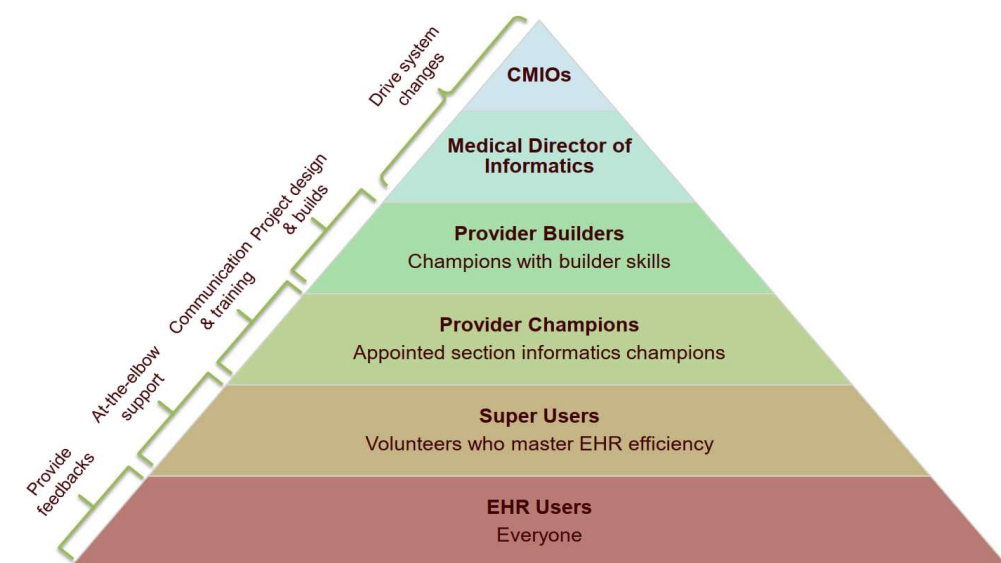
CRI 提供客製化應用程式的服務來支援研究進行，每個程式依需求特別客製，像是 web-based 程式軟體開發開發多平臺服務、資料傳輸介接、整合不同系統的病人資料、非結構化資料搜尋引擎，TRIDOM 專案完成了生物樣本資料庫建置，蒐集了 DNA、血漿和血清樣本，已完成 11,000 名和 7,000 名病人登記和樣本儲存；以 Comprehensive care program 專案為例，規劃讓高風險病人在門診及住院由同一位醫師

進行照護，來改善預後及成本，專案目的是透過的連續性護理將加強醫師與病人之間的關係，並減少不必要的急診就診、入院和再入院，在此專案中，CRI 開發了一個自定義儀表板和警報系統，儀表板與通報系統相結合，當參加計畫的病人進入急診或住院時，系統自動通知醫師和工作人員並發送電子郵件。

7. 醫療資訊系統

- (1) 在美國的專科認證 (American Board of Medical Specialties, ABMS)，臨床資訊學 (Clinical Informatics, CI) 自 2011 年起已成為正式的次專科，有其完整的訓練，並授予專科證書。UCM 自 2018 年起為可訓練該專科醫師的認證醫院。本次為我們介紹的高承楷醫師為此領域的專家，在 UCM 擔任 Chief Clinical Informatics Innovation Officer。
- (2) UCM 醫療資訊系統，採用美國最大的 Epic 系統。雖為外購商用系統，已具有符合法規的種種功能，但是 UCMC 仍有超過 200 人的院內資訊人員開發院內所需的功能。也就是 Epic 具有模組化及外接客製化的功能。例如：早期警示系統、處方藥物基因提示系統、臨床路徑整合病歷等都是這樣開發出來的。
- (3) UCM 開發資訊系統的架構：從管理者到使用者
UCM 有各種不同層次的人員角色，對於資訊系統管理設計的責任與貢獻度不同。最基層的每位使用者 (EHR users) 會提出使用的意見與建議；再上層有超級使用者 (superuser) 是更有經驗及投入者；再高則有程式建構設計能力的醫師及工程師；最上則是醫院統籌管理者 (Chief Medical Information Officer)。

Provider Roles at UCM Clinical Informatics Community

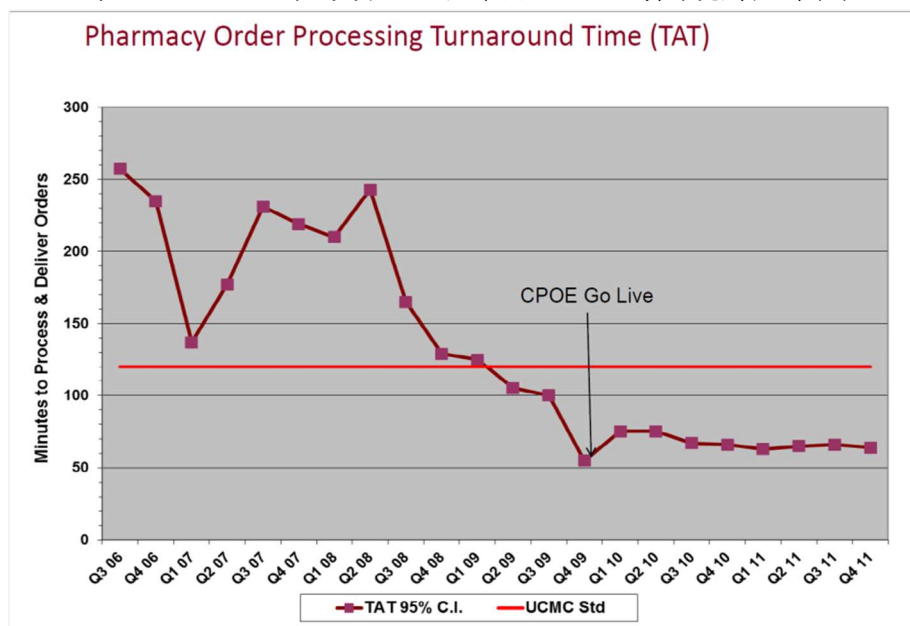


(4) EHR

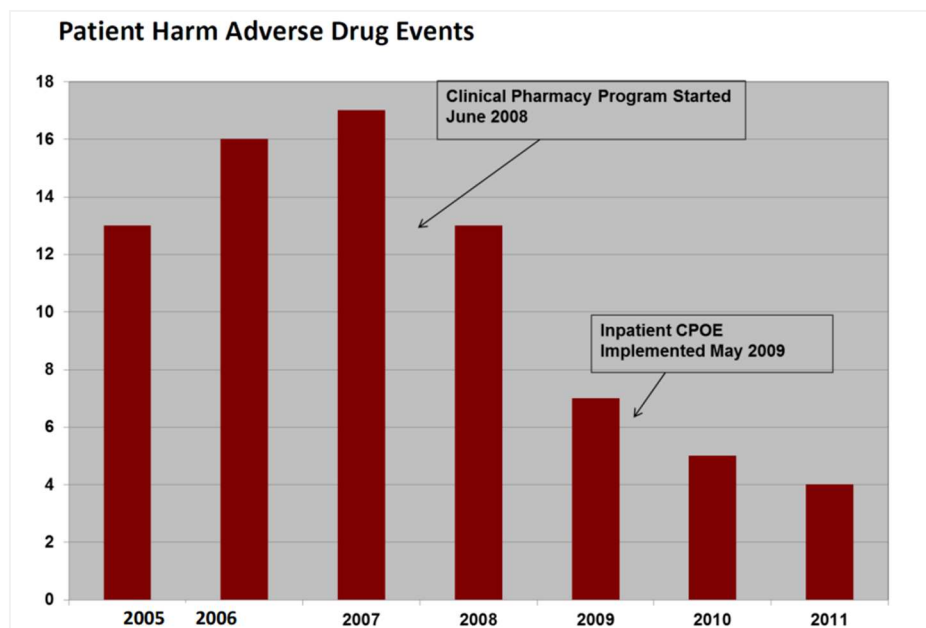
COPE (Computer-based Physician Order Entry) 是 EHR 系統的核心。醫師直接以電子化的設備輸入醫令，再傳至接收者。一個 COPE 系統包含了下面四個部分：

- ◆ Ordering: 輸入正確的藥品、劑量、頻率。
- ◆ Transcribing: 接收者可以很清楚即時的收到。
- ◆ Dispensing: 包含必要的藥品交互作用和過敏檢核，並交付正確的藥品。
- ◆ Administration: 在正確的時間、正確的藥品、正確的劑量給正確的病人服藥。

COPE 在 UCMC 上線的效益，以藥品 TAT 時間統計如下圖



異常事件改善如下圖



CDS (Clinical Decision Support) 是 EHR 另一項功能，UCMC 用了下面幾種方式，在系統中實踐 CDS 的功能，

- ◆ InfoButton: 對特定的病人提供治療指引和相關資訊，設計如下圖

InfoButton

3131313 • SANDIEGO, CARMEN • 1977-06-14 • 27y M • (-) • (BARROWS, RANDOLPH) MRN • Name • List • Add to list

Out Patient • Show • Active • Hold • • • Print • Print One-Time

S	U	Status	Drug Name	Dose	Last Changed	Provider
<input type="checkbox"/>	A	A	Abciximab Preparation	1 Tablet(s) QD/OD (ONCE A DAY) PO (BY MOUTH)	2004-10-11 12:49	Chen, Cynthia
<input type="checkbox"/>	A	A	Humulin 50/50 U100	40/16 Unit(s) (u) MIDNIGHT PO (BY MOUTH)	2004-09-24 14:43	Willoughby, Vonda
<input type="checkbox"/>	A	A	Bicillin La 600,000 U Tubex	1 Tablet(s) QD/OD (ONCE A DAY) PO (BY MOUTH)	2004-09-08 14:56	Hu, Yiping
<input type="checkbox"/>	A	A	Humulin R 100u/ml 10	40/16 Unit(s) (u) QD/OD (ONCE A DAY) PO	2004-08-24 11:42	Li, Jianhua

Rx Abciximab Preparations

Modify	Print	Status: A
Drug Dose Units:	1 Tablet(s)	Refills: 5
Route:	PO (BY MOUTH)	Quantity Dispensed: 30 Tablet(s)
Frequency:	QD/OD (ONCE A DAY)	Label In Spanish: N
Duration:		Non Child Proof: N
PRN:	N	DAW: N
Order Time:	2004-10-11	Provider: Chen, Cynthia
Doctor's Instructions:		
3131313 • SANDIEGO, CARMEN • 1977-06-14 • M		

- ◆ Calculations: 提供關於規則預測，劑量計算，疾病評估相關計算功能

EHR Calculator

Provider: [Dropdown] Hide YTB Tools Help Lock Logoff

Chart: Test, Cardiology MRN: 031226095332733 Sex: M H Phone: (802)985-0932 Alerts: No Restricted Data
 DOB: 01/01/1970 AKA: Allergies: Yes Pri Ins: [Select]
 Age: 42 Years PCP: Medici, James FYI: FYI Note: [Select]

Select Patient [Dropdown] [Info] [Warning]

Framingham Risk for General Cardiovascular Disease

Sex: Male
 Age: 42
 Total Cholesterol: 180 mg/dL
 HDL Cholesterol: 50 mg/dL
 Systolic BP: 120 mmHg
 Patient has diabetes:
 Patient smokes:
 Being treated for hypertension:

Heart/Vascular Age: 48 Years
 10 Year CVD Risk: 6.7 %
 Normal 10 Year CVD Risk: 4.6 %

Add to Chart Calculate

powered by Allscripts IDX

User: dsurrell Site: New World Health Enc Date: 12 Mar 2012 10:00 AM Enc Type: Appointment Done

- ◆ Smart Order Sets: 提供以實證為基礎，量身訂做的醫令集。

Smart Order Sets

- A carry-over from paper
- Promote care standardization
- **“Smart” order set:** use background logic to change options available to providers based on patient data.
- Examples:
 - We don’t prompt users to order pregnancy tests on male patients.
 - We don’t display admission order options in order sets if the patient already has one.

Order Sets

GEN: IP Acute Renal Failure - Labs Only

Laboratory

▼ Arrival

- 24 Hr Urine Creatinine Clearance ONCE
- Basic Metabolic Panel ONCE
- Complete Blood Count ONCE
- Cystatin C with Estimated GFR, S ONCE
- Differential ONCE
- Inorganic Phosphate ONCE
- Magnesium ONCE
- Urinalysis Chemistry Screen w/Microscopic ONCE
- Urinalysis Chemistry Screen w/Microscopic and Culture Reflex ONCE
- Urine Creatinine, Random
- Urine Potassium, Random
- Urine Potassium, Timed
- Urine Protein, Random
- Urine Protein, Timed
- Urine Sodium, Random
- Urine Sodium, Timed
- Urine Urea Nitrogen, Random
- Urine Urea Nitrogen, Timed

> Future

Order Set Details

▼ Review Details

This order set was Reviewed by Drs. Justin Boike and Cheng-Kai Kao. CPRC Review Completed on 2/10/16.

Ad-hoc Orders (Type to search)

You can search for an order by typing in the header of this section.

Close F9

- ◆ Alerts: 包含了
 - Medication alerts: 如藥品交互作用，藥品診斷，藥品年齡，過敏檢核等。
 - System alerts: 重複處置，或檢驗檢查之告警。
 - Conditional alerts (best practice advisories): 根據預先定義的條件或演算法提出告警。

Dashboards

COPD Readmission Program Registry Population: 35 Patients

Data collected: Sun 1/21 12:00 AM

This dashboard displays all patients who meet the criteria for the registry COPD Registry. This registry stores information related to the topic of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). This registry consolidates patient information from many subject areas including lab values, encounters, vitals, medications, diagnoses, and social history. Only patients that meet specific inclusion criteria have information stored in this registry.

COPD HOSPITAL Readmission Risk Score COPD Registry - Just now

Legend: High Risk Patients (red), Medium Risk Patients (yellow), Low Risk Patients (green)

COPD Readmission Rates COPD Registry - Just now

Legend: Readmissions (1-30 Days) (red), Readmissions (31-60 Days) (yellow), Readmissions (61-90 Days) (blue), Goal % (dashed line)

COPD Readmission Program Tracking Reports⁵ - Just now

Patient Phone Call Assessment

Pharmacy Education Assessment

COPD Readmission Program Reports⁵

High Risk Care Management Reports

Jump to...

- ▼ Encounters
 - Telephone Encounter
 - Patient Outreach Encounter
- ▼ Activities
 - Appointment Desk
 - My Reports
 - SmartPhrase Manager

COPD Consults & Clinic Visits COPD Registry - Just now

	Jul 17	Aug 17	Sep 17	Oct 17	Nov 17	Dec 17	YTD	MTD
Patients with an APN consult in the last 30 days	-	-	0%	0%	0%	0%	20%	20%
Completed POI Visits in the last 30 days	-	-	0%	-	0%	0%	0%	0%

COPD Pharmacy Education COPD Registry - Just now

	Jul 17	Aug 17	Sep 17	Oct 17	Nov 17	Dec 17	YTD	MTD
Patients who received pharmacy intervention during the index admission in the last 30 days	-	-	0%	0%	0%	0%	30%	30%

COPD Post Discharge Calls COPD Registry - Just now

	Jul 17	Aug 17	Sep 17	Oct 17	Nov 17	Dec 17	YTD	MTD
Patients with a 48 hour post d/c call attempt in the last 30 days	-	-	0%	0%	-	0%	0%	0%

BestPractice Advisory - Panice, Robert

Alerts

⚠️ Avoid IV CCB in Low LVEF

This patient has an LVEF value of $\leq 40\%$ or has no documented echo procedure result on file at UCM in the last two years. Calcium Channel blockers such as diltiazem and verapamil are contraindicated in patients with reduced LVEF and may precipitate cardiogenic shock.

Consider cautious use of a beta blocker as an alternative (oral formulation preferred when safe). Alternately, consider digoxin ([dosing here](#)). Consider Cardiology consultation ([page here](#)) to assist in alternative medication selection.

To avoid seeing this alert in the future, note the patient's LVEF before ordering IV calcium channel blockers. If LVEF $\leq 40\%$ or no LVEF on file, consider an alternate agent.

LVEF Date	Value	Ref Range	Status
04/18/2019	35-40%		Final
04/18/2019	30-40%		Final

Remove the following orders?

diltiazem (CARDIZEM) 5 mg/mL injection
Intravenous Push, ONCE, 1 dose Today at 1200

Apply the following?

Order	<input type="button" value="Do Not Order"/>	metoprolol tartrate (LOPRESSOR) tablet
Order	<input type="button" value="Do Not Order"/>	metoprolol tartrate (LOPRESSOR) 1 mg/mL injection
Order	<input type="button" value="Do Not Order"/>	digoxin (LANOXIN) 250 mcg/mL injection
Order	<input type="button" value="Do Not Order"/>	Consult to Cardiology

整合臨床路徑 (Integrated Clinical Pathway)

醫療的指引、準則很多，醫師經常需要翻查各種資料，也難以完全憑藉記憶不會遺漏，因此，把原本紙本的各种指引，化為資訊系統的路徑，可以減輕醫師負擔，並且增進醫療品質。

Integrated Clinical Pathways in EHR

AT THE FOREFRONT
UChicago
Medicine

48

在上方的資訊系統畫面可見，臨床路徑包含了各種判斷決策點，讓醫師在各種病況時，依據問題結果走向不同路徑，開立相關的檢查及藥物。而這些查閱結果、開立醫囑的動作，都集中在該路徑畫面完成，醫師無須進入各不同系統去操作，此設計相當直覺、有效率，也避免產生錯誤。

在兩年多來的 COVID-19 疫情，對於疾病的診斷、治療方式不斷改變，醫師往往無法趕上最新的知識，藉由非常有彈性的臨床路徑，可以讓醫師遵循最標準的診治方式。UCM 開發了二十餘種 COVID 臨床路徑，涵蓋急診、住院、產科、兒科等不同情境，並且將這些路徑藉由分享平臺給其他醫院參考使用。

Example: COVID-19 Adult Treatment Pathway

Disclaimer, Contacts, and Review Date

Copyright by The University of Chicago Medical Center. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced without permission in writing from The University of Chicago Medical Center.

Disclaimer: Clinical pathways are designed to standardize care of patients based on publicly available medical evidence and/or consensus of medical professionals at The University of Chicago Medical Center (UCM). Clinical pathways are not meant to replace clinical judgment and patients should be managed accordingly based on their individual needs. The application does not provide medical advice, does not make diagnostic, treatment, or other clinical decisions or judgments, and is not a substitute for the competent analysis and professional judgment of health care professionals. Clinical pathways may not represent the most recent evidence available. UCM is not responsible for any errors or omissions within the pathway or for any patient outcomes where a clinician consulted the pathway during patient care.

Pathway Contacts: Ethan Melitch-Hou, MD, Stephanie Kelly, MD, Michael O'Connor, MD, John Kress, MD, Cheng-Kai Kuo, MD, Emily Landon, MD and Rachael Marx, DNP, RN

QPI Contact: Danielle Bowersman

Last Updated: 05/11/2020

Resources and Updates

Link to External Resources

UCM Coronavirus (COVID-19) Resource Center
[For clinical questions regarding the care of COVID-19 or COVID patients, visit UCM COVID-19 Resource Center \(9/20/20\)](#)

Recent Updates:

- 5/11/2020
 - Updated guidance on considerations prior to discharge
 - Add lab add-on orders
 - Included link to the discharged to the Transfer to A Safe Haven pathway
 - Added additional instructions for patients discharged home and to PNC facilities
 - Added information on new process - Meds/fluids will deliver a mask for patient and caregiver to all COVID-19 positive patients who are enrolled in the program
- 5/6/2020
 - Added Diabetes Care to daily review of symptoms
 - Included guidance on support services for patients and families
 - Renewed discharge to McCormick Place information, as location is closing
- 4/29/2020
 - Added Support and Family Services information
 - Added link to ingested clearing pathway
- 4/21/2020
 - Added Abuteral MDI order

Placing Orders / Order Sets

Adult COVID-19 positive patient admitted to cohort unit

- Order: Enroll in Confirmed COVID-19 Pathway
- Floor Admissions: COVID Floor Admission Order Set
- Transfer from floor to COVID unit: COVID Transfer Order Set

↓

Assess Code Status

Code Status must be assessed, ordered and documented on each patient.

↓

Review Symptoms Daily

- Fever curve: monitor daily, recommended patients be afebrile x 24 hours prior to discharge
- Myalgias: Frequently present during initial fevers can be marker of inflammatory response, monitor CPK
- Renal dysfunction/AE: both due to disease itself and from fluid balance. Watch for renal dysfunction
- GI Symptoms: Frequently present. GI losses in volume and electrolytes are common reason for prolonged hospitalization
- Myelosuppression: monitor daily CBC
- Thrombotic: Monitor patients daily for signs and symptoms of acute clot. Resuscitate patient is on prophylaxis
- If all patients, recommended ppx dose is higher at 0.5mg/kg/day
- Psychiatric Assessment: assess for PTSD, Depression, Isolation and Grieving. See Support Services box for management
- If applicable, Diabetes Care: To limit need for SSI and additional nursing exposure, consider the use of oral agents (or resuming metformin) if renal function and reduced contrast exposure allow.
 - Discuss use of Insulights with pharmacy

↓

Monitor Respiratory Status

- Monitor daily O2 requirements, respiratory rate and O2 sat on Room Air
 - Goal for O2 saturation is 92%
 - Wear O2
- Check and document room air saturation on a daily basis
- When off of O2, check end-tidal CO2
- Consider early intubation
- Use a CONSERVATIVE fluid strategy. Maintain even if negative if patient can tolerate

Review Additional Info

Considerations for ICU Admission

Rapidly rising oxygen requirement (≤ 2 or more L in 12 hours)

- Requiring > 5 L O2
- Significant work of breathing not alleviated by current supplemental O2
- Underlying lung or systemic disease that would affect O2 requirement including volume status
- Signs of shock or hemodynamic instability
- Multiple clinical and laboratory risk factors may impact decision

↓

If ICU transfer required

ICU Admissions: COVID ICU Admission Order Set

Paging

From cohort floor

- Page 3004 for ICU eval
- If emergent intubation required, call 53011
- Once discussed with ICU, place transfer order specifying "Covid ICU in comments," and "Medical intensive care unit" as receiving service

From non-cohort floor

- The ICU will recommend which unit to receive patient, triage the patient to the correct unit, and will communicate your details to give signout to the right ICU team
- Page 3005 to discuss patient with ICU
- If emergent intubation required, page 7000 or overhead anesthesia. Specify covid-positive in page.
- Once discussed with ICU, place transfer order specifying "Covid ICU in comments," and "Medical intensive care unit" as receiving service.
- The ICU will triage the patient to the correct unit and will communicate your details to give signout to the right ICU team.

General Treatment Principles

Treatment of known or suspected COVID-19 cases

52

(5) FHIR 介接應用

FHIR 為新一代的醫療訊息傳輸規範，可用以在不同系統之間交換資料。

UCM 目前的用途如下圖：

FHIR at UCM

Adaptive
Adaptive Biotechnologies

LogiCoy PMPNow
LogiCoy PMPNow

Clinical

InterQual AutoReview

Quit Manager

Telehealth
Extended Care

Intrado: Housecalls Pro

System to System

Clinical Pipe

REDCap

Business
Intellipath
Intellipath

Patient
Apple Health

Zodoc

39 Total Apps
346,000,000 API Calls (2022)

21 Open.Epic Apps (Patient)
219,000 API Calls (2022)

AT THE FOREFRONT
UChicago
Medicine

61

(6) 居家醫院計畫 (Hospital at Home Program, H@H)

美國醫療費用昂貴，通常不會住院太長時間，因此，近年逐步試行居家醫療，讓許多原本應該在醫院才能執行的醫療行為，例如：氧氣、輸液、抗生素注射等，可以移轉至病人家中執行。這些醫療行為，則藉由每日的護理師居家訪視、醫師監督、及其他輔助的遠距診療模式執行。目前全美有 34 州的 215 家醫院參加此計畫，如下圖。


Hospital at Home - At a Glance

What is Hospital at Home?


Hospital at Home (H@H) is an innovative care model that provides hospital-level care in a patient's home as a full substitute for acute hospital care.¹

H@H programs provide patients with daily nursing visits and oversight by MDs and/or APPs. Providers are on call 24/7. A typical H@H program includes a combination of in-person visits, video visits, and telehealth monitoring. Oxygen therapy, IV fluids, and antibiotics can be administered through the program.


What is the history of the model?



H@H was first pioneered by the department of geriatric medicine at Johns Hopkins Medicine in 1995. From 1996 to 1998, the team ran a **17-patient pilot trial** to prove model's safety.



Through CMS grant funding in 2014, Mount Sinai tested a model of providing hospital-level care at home, called a **Mobile Acute Care Team (MACT)**.



Current approved facilities by state as of 5/1/22

CMS Waiver – “CMS Announces Comprehensive Strategy to Enhance Hospital Capacity Amid COVID-19 Surge” (11/25/20)

- **60 different acute conditions** can be treated appropriately & safely in home settings with proper monitoring and treatment protocols
- Approval allows hospital to **waive the CMS conditions of participation** requiring nursing services to be provided on premises 24/7 & the immediate availability of a RN for care
- Current list of approved hospitals: **95 systems, 215 hospitals in 34 states**
- UCMC received CMS waiver on **1/14/22**

84

此計畫的效益包括：增進病人體驗（增加病人活動度、減少住院心理壓力）、減少醫療費用、減少再次入院、改變醫療生態文化等。

照片

UCM 前留影



病房品質指標公佈欄



病房品質指標公佈欄



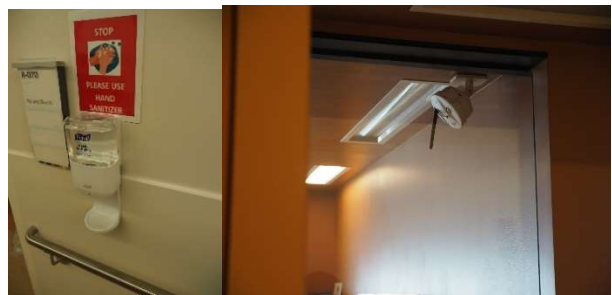
James Bae 介紹病房品管指標公佈欄



病房護理站一隅



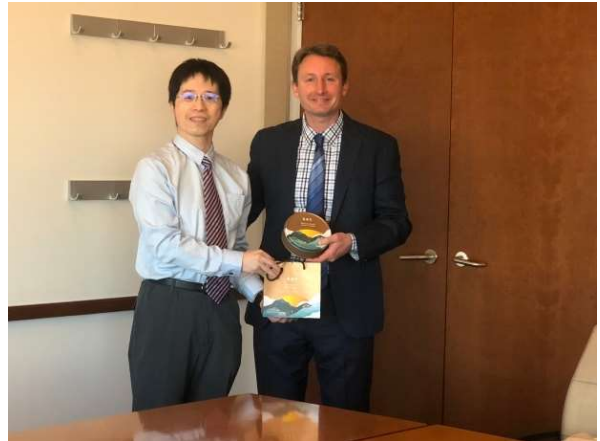
自動偵測乾洗手與人員進出



Dr. O' Donnell 介紹藥物基因學



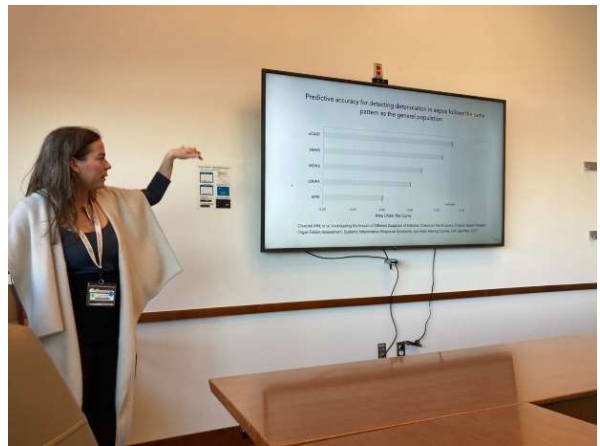
致贈禮品給 Dr. O' Donnell



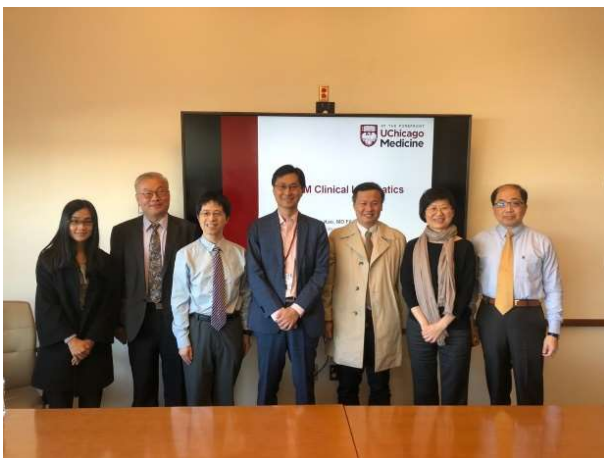
討論



D.P. Edelson 介紹臨床警示系統



與高承楷醫師合影



二、亞特蘭大埃默里聖約瑟夫醫院 (Emory Saint Joseph's Hospital)

1. 埃默里重症醫學中心 (Emory Critical Care Center, ECCC) 介紹

由 Timothy Buchman 教授於 2009 年創辦，Buchman 教授曾任美國重症醫學會理事長 (SCCM)，現為重症醫學知名期刊 Critical Care Medicine 的主編。ECCC 現任主任是 Craig Coopersmith 教授，也曾任 SCCM 理事長，也是戰勝敗血症治療準則的重要成員。ECCC 的副主任是 Craig Jabaley 教授。ECCC 的多學科工作人員包括重症醫師、重症護理師、重症專科護理師、藥劑師、呼吸治療師、營養支持專家和代表數十個醫學專業的顧問醫師。ECCC 負責 Emory 體系六家醫院 360 床的加護病房管理，ECCC 也創立了重症專科護理師訓練計畫和遠距加護病房控制中心 (eICU)，ECCC 也和 Emory 醫學院的生醫資訊部門 (Department of Biomedical Informatics, BMI) 有密切合作。

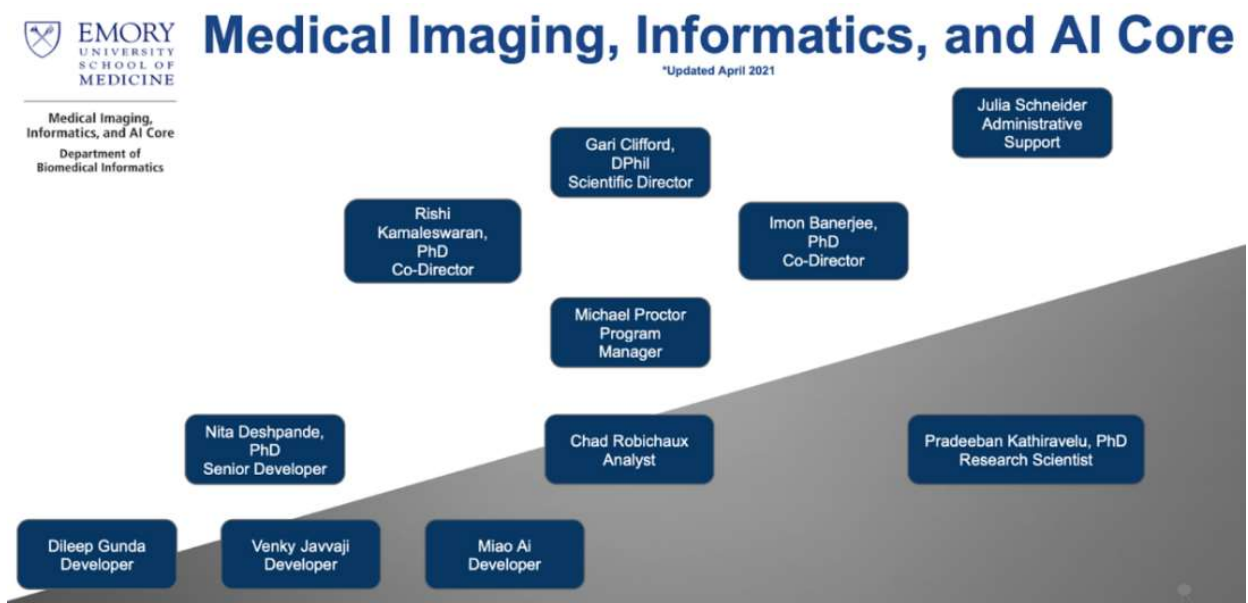
- (1) ECCC 是設計、測試和實施重症照護創新的領導者。在 Emory University Hospital 的大數據系統 (Big Data system) 可以讓臨床醫師以前所未有的速度獲取大量重症病人的醫療數據，並進一步分析與應用。
 - (2) ECCC 重點研究：ECCC 基礎研究著重於敗血症的腸道完整性和免疫宿主反應。臨床研究包含生理動力學、預測生物學、重症監測、多種潛在分子機制、多重器官功能損傷和重症臨終照護。
 - (3) ECCC 除了建置和 MIT MIMIC 一樣的資料庫外，也參與大型 NIH 多中心合作計畫 - Patient-Focused Collaborative Hospital Repository Uniting Standards (CHoRUS) for Equitable AI，CHoRUS 計畫主要目的是建置基礎設施來支持重症照護的人工智能和機器學習 (AI/ML)。開發高分辨率多中心資料合作是邁向可操作且值得信賴的 AI 之關鍵第一步。此計畫的協作醫院將以病人為中心建置資料庫統一標準的數據生成項目，以滿足 ML/AI 應用程序之需要，這些智慧模型將應用急重症疾病的預後預測、併發症預測及評估治療反應。
2. 遠距醫療中心 (eICU)：Emory 醫療體系提供了一種創新方式，為加護病房的病人提供第二層資深護理和醫師的諮詢服務。使用最新技術和私人高速數據線，eICU 的重症醫師和經驗豐富的重症護理師可與重症病人的醫師和護理師合作，提供全天候遠距監控，提供快速診療提醒與建議。目前 eICU 中心提供超過 160 床的第二層照護。eICU 的臨床效益是減少加護病房住院天數、血栓併發症發生率和重症醫療支出。

	Pre-eICU August 2014	Post-eICU February 2015	Current eICU November 2018
ICU Mortality	8.25	↓ 3.79% (54%)	↓ 3.6% (56%)
Critical Care Average Daily Census	7	↑ 11.8 (41%)	↑ 10.0 (30%)
Transfers from ICU to outside hospital	8.77	↓ 6.15 (30%)	↓ 4.6 (48%)
Medicare Case Mix Index	1.32	↑ 1.5449 (14%)	↑ 1.6131 (22%)
ICU Length of Stay	5.1	↓ 4.7 (18%)	↓ 3.56 (30%)

eICU 中心的臨床效益

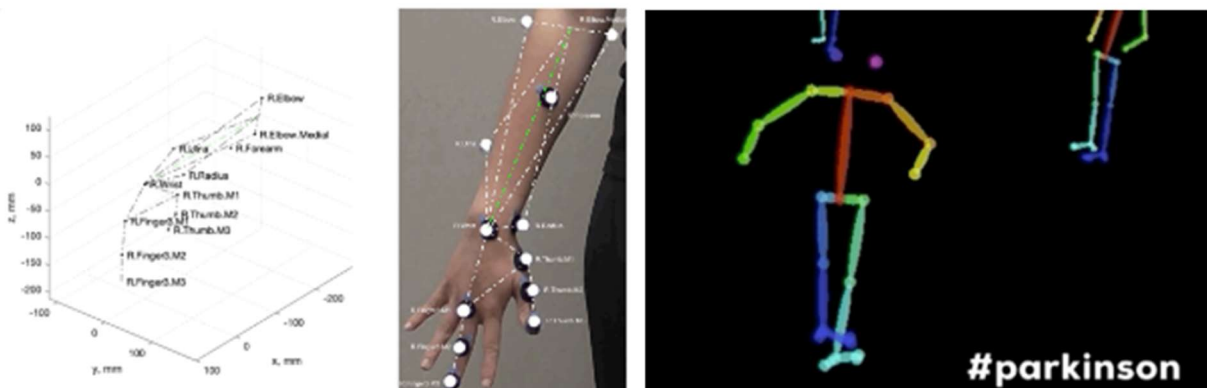
3. 生醫資訊部 (Department of Biomedical Informatics, BMI)

埃默里大學醫學院下設立了生醫資訊部 (BMI)，BMI 主任是 Gari Clifford 教授，他早期任職於 MIT 時帶領工程師創建了 MIMIC II 資料庫，因此很熟悉 MIMIC 資料庫的架構和運作，原 MIMIC 資料的波形處理工程師 Qiao Li 博士也跟著 Clifford 教授一起來到 Emory，他們正協助創建 Emory 醫療體系的資料庫，因為是多中心架構，未來每年的資料規模將大於 MIT MIMIC 資料庫。BMI 也和喬治亞理工學院 (Georgia Tech) 有密切合作。



Emory BMI 主要組織架構

- (1) BMI 任務: 教育訓練醫學生和住院醫師成為未來生醫資訊領袖，進行生醫和健康資訊進階研究和藉由創新醫療改善人民健康。
- (2) 埃默里大學在癌症、傳染病、敗血症、神經科學、病理學、精神病學、人類遺傳學、高通量藥物發現和放射學等領域擁有世界上最好的研究小組， BMI 和這些研究小組進行密切合作。
- (3) BMI 與埃默里大學的臨床部門合作，正在為加護病房開發資料串流的基礎建設，因為要解決敗血症預測和藥物劑量等複雜問題，機器學習模型都需要即時大量的資料才能做出即時的反應。BMI 在 EMR 系統方面的工作重點是使用新穎的信號處理提高數據捕獲的準確性，並開發演算法以提高醫療保健質量、成本效益和病人治療效果。
- (4) 研究亮點: 臨床資訊、醫學影像、行動式裝置智慧醫療、神經醫學資訊、自然語言處理和癌症基因體學。BMI 開發很多影像和聲音人工智慧監測，可用以輔助監視、診斷及評估治療效果。



Emory BMI 開發及應用醫學影像診斷疾病

照片

在 Emory 醫學院，和 Craig Jabaley 教授合影，ECCC 副主任



參訪 eICU 中控室



在 eICU 中心與 eICU 中心 Cheryl Hiddleson 主任和 Timothy Buchmann 教授合影



三、波士頓哈佛-麻省理工醫療科技學院 (Harvard-MIT Health Sciences and Technology)

1. David Sontag 教授實驗室參訪

David Sontag 教授是麻省理工學院電氣工程和計算機科學教授，也任教於醫學工程與科學研究所和計算機科學與人工智能實驗室。他的研究重點是推進機器學習和人工智能，以改變醫療保健。

(1) 智慧電子病歷 (Intelligent Electronic Health Records)

Sontag 教授的目標是為下一代智能電子病歷奠定基礎，內置機器學習和人工智能以幫助進行醫學診斷，自動觸發臨床決策支持，個人化治療建議，自主檢索相關既往病史，並期望在不良事件發生前可對其進行預測。一個主要挑戰是需要安全、可解釋、可以從少量標記訓練數據中學習、理解自然語言並在醫療環境和機構中強大機器學習算法。此外，Sontag 教授也認知到臨床資訊最好進行標記 (labeling) 的時間就是在寫病歷的當下，這也可藉由智慧電子病歷系統一起建置完成。

(2) 免費開放資源教學課程 - Machine Learning For Healthcare

Sontag 教授也有在 MIT 開放資源教學課程建置課程，可讓大家免費學習。Sontag 教授也期待未來在教學上也跟臺大醫院和臺大醫學院有進一步交流。課程網址如下：<https://ocw.mit.edu/courses/6-s897-machine-learning-for-healthcare-spring-2019/>

(3) 精準醫療

電子健康記錄的迅速發展創造了大量關於病人的新數據，這是提高我們對人類健康進一步理解的金礦。Sontag 教授的實驗室開發高維時間序列數據進行建模的新方法，特別是將概率建模和深度學習以及來自觀察數據的因果推理結合在一起的方法。使用這些數據訓練模型以了解疾病進展，並訓練出促進針對各種疾病的精確治療策略。

(4) 智慧模型落地與產品化

Sontag 教授未來一年將暫離 MIT 並投入業界實際從事智慧模型落地應用與產品化等工作，相信未來可再將這些寶貴的經驗帶回 MIT，傳授給更多學生。

2. MIT Laboratory of Computational Physiology (LCP) 團隊

Roger Mark 教授擁有電機博士學位和醫師資格，他創立了 LCP，並帶領團隊在 2000 年早期建置 MIMIC (Medical Information Mart for Intensive Care) 資料庫。Leo Celi 教授目前接任 MIMIC 資料庫的建置，並建置了 MIMIC III 和 MIMIC IV 資料庫，Leo 目前也是 PLOS Digital Health 的主編。

(1) MIMIC 資料庫

LCP、飛利浦醫療系統和貝斯以色列女執事醫療中心 (BIDMC) 一起合作獲得了 NIH 計畫資助 - Integrating Signals, Models and Reasoning in Critical Care，主要目標是建立一個龐大的重症照護研究數據庫。該研究得到了 BIDMC 和 MIT 的研究倫理審查委員會的批准。MIMIC 從 BIDMC 的多個成人內科和外科加護病房收治的所有重症病人收集全面的臨床和生理數據。每份病人記錄從入住加護病房開始，到最終出院結束，這些數據都依照 Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) 標準去識別化。資料包括臨床資料、生理資料、死亡紀錄、波形和影像等。只要受過線上訓練並通過考試，即可申請核准取得資料使用權。據 Leo 表示此資料庫已被引用及發表超過 1 萬篇研究。

(2) 數據松 (Datathon)

Leo 發明了 Datathon，Datathons 是 Data 和 Marathon 的合成詞，是一種以分析數據為中心解決問題的黑客馬拉松版本。Datathon 的核心精神就是聚集臨床專業領域專家、數據科學專家和行政品管專家在同一小組，共同討論分析問題，並應用數據訓練模型以找到解決問題的方法，許多人都被吸引參加 datathon，因為 datathon 很有趣，充滿挑戰，可認識跨領域朋友，而且提供機會學習，實現個人成長。

臺大重症醫療團隊曾在 2019 年和 2020 年辦過兩次數據松，後因 COVID 疫情，暫時停辦。2021 年臺大重症醫療團隊參加新加坡國際線上數據松大賽分別獲得第三名和最佳報告獎。我們也和 Leo 約定在 2024 年 10 月邀請 Leo 來臺共同舉辦 Datathon 及相關研討會。

(3) 醫學和電資雙聯課程

Leo 邀請參訪團隊上 MIT 的醫學和電資雙聯課程，跟臺大醫學院與電資學院的雙聯課程類似。此課程由 Ned McCague 教授開創及負責，已邁入第七年，廣受學生好評。在 11 月 4 日的課程中，第一位講師是 Mayo Clinic Platform 的主席 John Halamka 教授，實體講授 Designing Data Networks to Enable System，第二位講師是 Google 全球健康雲的產品經理 Vivian Neilly 經理，線上講授 Why it's smart to be on FHIG。第三堂課是各組學生的進度報告。






Mayo Clinic 是全球三百大智慧醫院排行中的第一名，關鍵勝出的原因之一是資料處理速度，John 提到他們在病人出院兩週後所有資料就可以去識別化地進資料庫，被索引訓練模型或驗證模型。即時資料的網路介接很重要，要能克服電子病歷系統、資料庫和智慧運算伺服器間的即時資料傳輸與交換訊息。Vivian 提到資料共通格式的重要性，未來可快速導入跨系統和跨體系間的應用合作。

(4) CHoRUS 計畫

這是一個 NIH 多中心合作計畫 - Patient-Focused Collaborative Hospital Repository Uniting Standards (CHoRUS) for Equitable AI，由 MGH 的 Eric Rosenthal 教授主持，

CHoRUS 計畫主要目的是建置基礎設施來支持重症照護的人工智能和機器學習 (AI/ML)。開發高分辨率多中心資料合作是邁向可操作且值得信賴的 AI 之關鍵第一步。此計畫的協作醫院將以病人為中心建置資料庫統一標準的數據生成項目，以滿足 ML/AI 應用程序之需要，這些智慧模型將應用急重症疾病的預後預測、併發症預測及評估治療反應。這計畫也將同時確保這些方法能促進隱私、問責制、臨床利益和公平，同時促進新一代人工智能臨床醫師和科學家的培養與發展。CHoRUS 計畫詳細資料網址為 <https://reporter.nih.gov/project-details/10472824#description>

照片

與 David Sontag 教授討論	致贈禮品給 David Sontag 教授
	
與 Roger Mark 教授、Leo Celi 教授和 LCP 團隊成員討論	與 Roger Mark 教授、Leo Celi 教授和 LCP 團隊成員討論
 	

與 Roger Mark 教授、Leo Celi 教授和 LCP 團隊午餐討論會



與 Leo Celi 教授和 LCP 團隊合影



Ned McCague 教授



John Halamka 教授



Vivian Neilly 經理，Google 全球健康雲



MIT Gallery



四、布萊根婦女醫院 (Brigham and Women's Hospital, BWH) 藥物流行病學與藥物經濟學研究中心 (Division of Pharmacoepidemiology and Pharmacoeconomics, DoPE)、麻省總醫院 (Massachusetts General Hospital, MGH)

BWH DoPE 是世界上最早利用大數據研究藥物在人群中作用和副作用的中心，新藥上市以後，即使經過了三期的臨床試驗，依然會發生很多罕見但可能致命的不良反應，這些必須依賴臨床大數據的分析，由於上市後的臨床大數據，從早期人工通報資料庫、中期醫療保險資料庫、到近期電子病歷資料庫，都屬於觀察性數據，無法進行隨機分配，所以必須有嚴謹的研究設計和統計分析，才能避免發生常見的偏誤。

三十多年來，DoPE 一直致力於觀察性研究設計方法的開發與教育，其中心主任 Sebastian Schneeweiss 發展了自動化的高維傾向計分 high dimensional propensity score，將傳統依賴專家知識選舉干擾因子的統計方法進行革命，一方面充分運用現代大數據提供豐富的資訊，做干擾因子的控制，另一方面也讓過去觀察性研究分析最為人詬病的不確定性，有標準化的可能。

觀察性研究的設計因為牽涉到很多流行病學的理论，一般臨床研就科學家，不容易掌握，Sebastian 將 DoPE 發展的方法，設計成一套自動化的分析軟體，成立新創公司 Action，目前該公司在全球各大主要城市都設有分公司，是臨床觀察性研究分析的領導軟體，大幅的提升觀察性研究的品質，美國食品藥物管理局，為了標準化真實世界分析方法，目前也和 DoPE 中心合作訂立分析指南，預計將成為全球分析真實世界資料的標準。

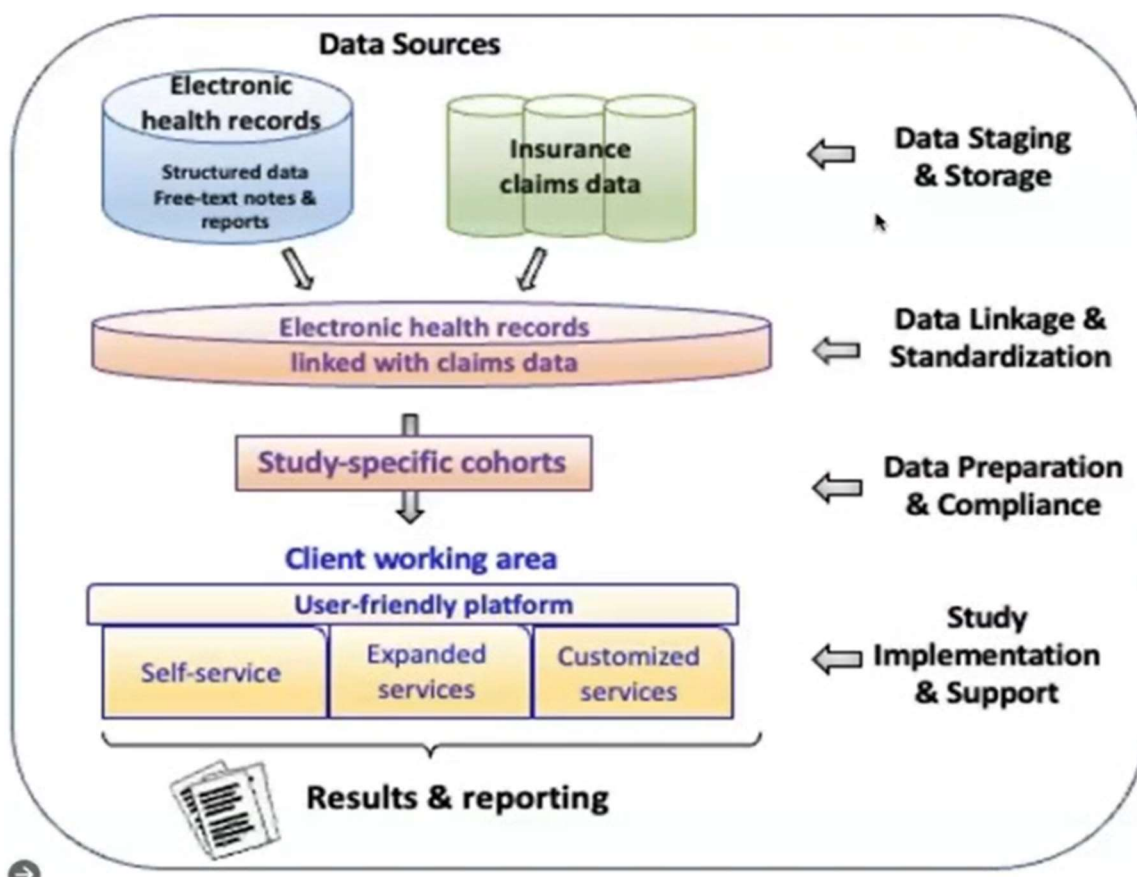
本次參訪，Sebastian 教授在德國慕尼黑，越洋透過視訊，和我們介紹 DoPE 的組織，DoPE 組織依照疾病分類 (例如 primary care, hospitalist care, geriatrics, rheumatology, cardiology, nephrology, anesthesiology)，由受過專業的藥物流性病學訓練的專科醫師擔任各次組織主持人，另外也有方法學研究的團隊，本校畢業生 Joshua Lin (林奎佑醫師) 擔任其中電子病歷部門的主持人，電子病歷的資料雖然豐富，但是因為病人在不同的機構流動，所以病歷有不連續的問題，對於研究造成資料缺失 (Missing data)，林奎佑發展一個方法用來評估電子病歷的連續性，這個方法未來可以用來篩選高品質的電子病歷資料，提高研究結果可信度。

DoPE 是全球分析臨床大數據 最有影響力的單位之一，來自 16 個國家 25 個研究主持人，執行超過 100 的研究計劃，每年發表 200 篇以上高品質的研究論文，從各項數據來看都是世界首屈一指的團隊。這個單位會有這麼高的研究生產力，和中心主任領導的方向非常有關，整體而言資料科學發展有四大要素 (資料庫、分析工具、方法學科學家、臨床科學家)，目前這四大要素分佈在不同的單位，資料庫來自政府部門或是商業醫療保險機構，以及醫院資訊部門，分析工具散佈在不同語言的程式，例如 python, R, SAS, STATA，一個人很精通著不同的程式語言，分析大數據的方法學，流行病學家專長研究設計、干擾的控制，生物統計學家專長於統計模型分析，電腦科學家專長人工智慧分析，在傳統的大學需要透過跨部門跨領域的合作才能夠達成不同專業的交流，臨床學家來自於各個不同的臨床部門。大部分的大學醫院，需要很花很長的行政程序，跨部門溝通，才能夠

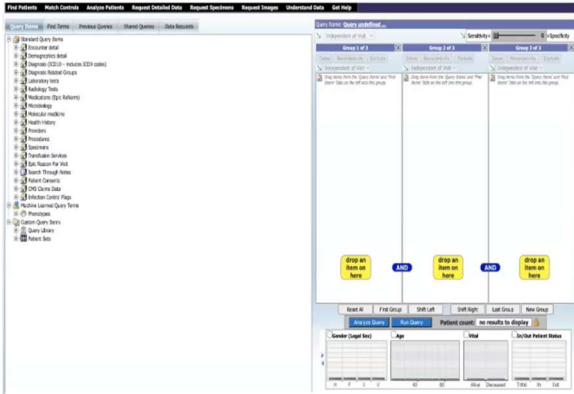
達成一個研究計劃的合作，但是 Sebastan 把這四個元素全部整個在中心中，省去了所有的行政程序，不同領域的專家在同一個機構工作也可以立刻溝通，才造就了如此強大的生產力。



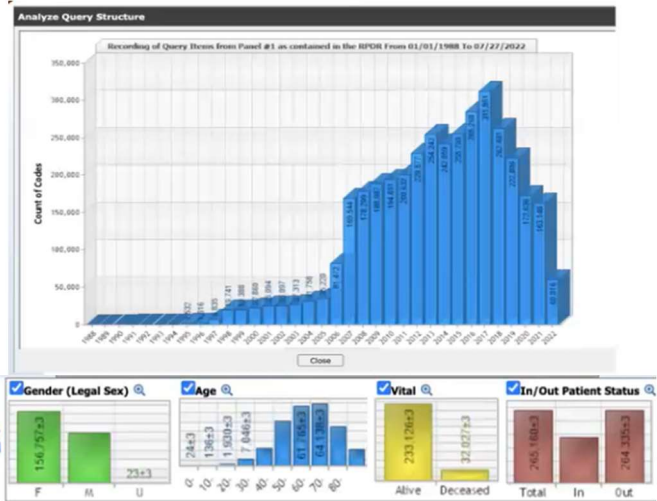
MGB 整合資料研究中心 (Center for Integrated Healthcare Data Research) 簡介：資料庫建置耗費 2 年時間，斥資超過 50 萬美金，自 2018 年起已支持 40 個研究計畫，其中 Accessible Research Commons for Health ARCH 計畫，由哈佛主導，聯合 8 個醫療院所，整和所有醫療院所的保險代碼與公保資料連結，讓醫療院所可申請取得公保資料，應連結醫療院所資料。大量減少跨院研究所需耗費龐大的資源。



MGB 電子病歷研究資料搜尋引擎：研究人員可以藉由平臺選擇不同搜尋條件，像是基本人口統計學資料診斷碼...等，瞭解病歷資料分布情形，初估研究人數。平臺作可以拖曳的方式操作，除人數統計外，亦可以統計圖的方式呈現搜尋結果。因平臺資料為統計資料，不涉及病人隱私，故不需要經過 IRB。平臺除了資料統計，也整合了研究 IRB 申請以及資料申請的功能。



MGB 電子病歷研究資料搜尋平臺



資料搜尋結果統計

IRB 申請

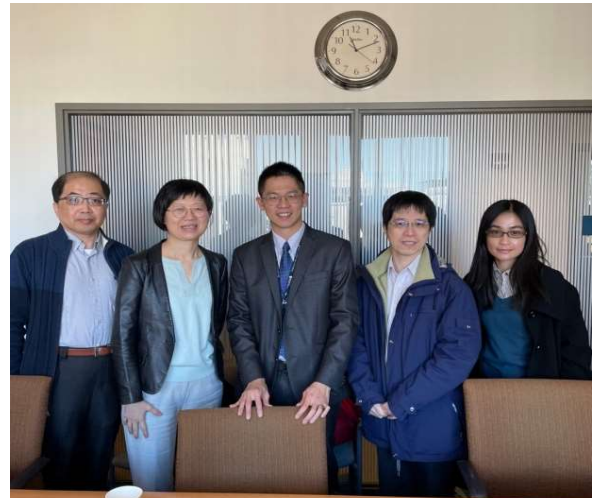
資料申請

照片

Sebastian 教授部門介紹及意見交流



與林奎佑醫師合影於 MGB



歷史性的 Ether Dome 講堂



與林奎佑醫師合影於 MGH



參、心得

一、藥物基因體學臨床應用

藥物基因體學為精準用藥很重要的發展，UCM 於臨床應用多年，近年並建立了臨床決策輔助系統，其 Genomic Prescribing System (GPS) 系統可以針對每個藥物是否有療效、副作用的差異，自動判讀，以紅、黃、綠燈的方式進行 PGx signal 提示，並以分層方式顯示詳細的說明，同時提供文獻依據。此外也以圖示提醒 PGx alternative 資訊，提供醫師進行藥品選用參考。其使用者介面設計相當清楚友善，提供本院後續建置很好的模式參考。

二、藥品處方與管理系統

UCM 已相當規模之人力及分工執行該項工作，兼具醫療專業及資訊邏輯的專業人才，是醫療資訊系統發展重要的資源，且系統各項功能的開發，其後續使用之效能均有追蹤及分析，在此機制下整體的發展必會穩定且專精，並符合臨床使用者的期待。

三、臨床警示系統

UCM 採用自行開發的 E-CART 臨床警示系統，具有專利，且已經將整個系統上雲端，也就是，臨床資料從院內外送到雲端運算，再將結果回傳醫療資訊系統呈現。此模式在我國尚未成熟，法規也才剛建立，醫院與公司間的運作不明。但從國外的經驗看來這是未來的趨勢，我們應該要及早準備。本院目前採用的是 MEWS 早期警示系統，此為公開使用授權，也無須建置雲端系統，所以並無前述之顧慮。雖然，MEWS 預測的準確性略低於 E-CART，但是在本院實際的情境是否優良，也有待本院使用一段時間之後的分析。

四、MIT LCP 團隊 MIMIC 資料庫合作

MIMIC 資料庫是重症資料庫公開資料的世界先驅，自 2003 年得到 NIH 計畫挹注後快速發展，至今已發展至第四代資料庫，超過 2000 多人申請使用，並發表將近一萬篇的研究論文。

五、Emory Critical Care Center (ECCC)

1. 臺大醫療體系可考慮學習 ECCC，建立實體單位負責管理及規劃體系重症照護的行政品管、教學研究和專科發展，訂定短中期的發展計畫，聘用專職人員處理專責業務。
2. eICU 是未來臺大醫療體系在因應需求而快速擴張加護病房時，將會有大量新進加護病房護理師，eICU 可用來彌補加護病房護理師平均資歷較淺的問題，可提升照護品質和病人安全，可降低醫療成本及縮短病人住加護病房天數。

六、資料串流的重要性:

1. 在 Emory Critical Care Center 及 Department of Biomedical Informatics 參訪時，感受到 Emory 在對建置即時資料串流處理的重視與積極投入，資料串流具有下列特徵: 時序、連續、異質(資料格式轉換)、不完美(有缺漏)、易變且不可重複和大量。花時間研究和建置資料串流處理可一舉兩得，一方面建置資料庫，一方面用來提供資料給機器學習模型，這也是模型落應用最重要且關鍵的一環。
2. 在 Mayo Clinic Platform 主席 John Halamka 教授的授課中也多次提到資料串流的重要性，同時此建設可一舉兩得，首先是資料可快速進入資料庫，其次是即時資料可供給智慧模型運算所需的參數，可即時快速得到結果，反饋重要資訊給臨床照護團度。
Mayo Clinic Platform 的網址: <https://www.mayoclinicplatform.org>.
3. 資料串流處理是數據科學的重要基礎建設，可效法頂尖智慧醫療醫院培養專業團隊，聘請專職工程師，成立專案及早積極推動基礎建設。

七、整合資料科學發展

資料科學發展有四大要素 (資料庫、分析工具、方法學科學家、臨床科學家)，臺灣大學、臺大醫院也擁有這四大元素，但卻分佈在不同的單位。因此，需要重新組織再造，把這四個元素整合在一個中心，賦予領導人權責，就能夠大幅提升臨床大數據的研究效率。這個是我們這一次哈佛醫院參訪最大收穫。

肆、建議事項

一、藥物基因決策輔助系統：

1. 本院已有符合認證之基因醫學實驗室，應該建立基因資料庫，就如同檢驗病歷一般，可將各種類型的基因定序及分析資料完整儲存，進而依據世界公認確定的基因與藥物資料庫及各種研究結果，建立本院之藥物決策輔助系統，在醫師開立處方時予以適當的提示，對於藥物療效有更直接的預測，或可以避免藥物副作用。此系統對於醫療品質將極有助益。
2. Preemptive test 為美國在臨床執行多年後即將發展的藥物基因檢測模式，本院目前 A1 計畫正在執行中，所建立之 NGS Panel 的構想及建置規劃，與此完全一致，甚至更具潛力，應支持並積極發展。

二、MIT LCP 團隊 MIMIC 資料庫合作

1. 臺大醫院於 2020-2022 年執行一個 A1 計畫已有初步規模，但資料量受限於資訊室工程師只能兼職利用下班空檔協助，本院 ICU 資料庫資料建置速度跟 MIT 有不同專責工程師協助處理各種資料相比，有很大的落差。同時 A1 計畫在 12 月 31 日結束後，請資訊室工程師幫忙的兼職聘僱經費也告終止。數據科學的根基是資料，建議本院可再尋求資源及組織團隊，延續及加速 ICU 資料庫的建置。這些資料將是本院未來發展急重症智慧醫療的寶貴資源。
2. 此外也建議院方把握 2024 年 10 月 MIT LCP 團隊來臺共同舉辦數據松的機會，尋求經費支援及編列預算支援此活動，除數據松之餘，可安排 Leo Celi 教授拜會衛福部長官，促進政府了解國外大數據資料處理的最新趨勢和管理辦法；可安排 LCP 團隊為本院同仁開辦相關課程；同時安排本院各領域專家和 LCP 團隊的專家進行交流與討論。

三、MIT 醫學和雙聯課程

建議可跟 Ned McCague 教授交流及討論彼此的雙聯課程，有機會提升我們的師資陣容及國際交流，也可開啟老師和學生間的跨國數據科學研究合作機會。

四、Emory Critical Care Center (ECCC) 合作

1. 建議跟 ECCC 安排線上會議，促進雙方的了解，因 Emory 聘請建置 MIMIC II 資料庫的 Gari Clifford 教授到 BMI 任職，因此他們也著手建置 Emory 醫療體系的

多中心 MIMIC 資料庫，正好跟本院加護病房管理委員會著手推動的臺大醫療體系的急重症資料庫不謀而合。雙方可從建置資料的基礎就開始合作。

2. BMI 除了重症智慧醫療，在其他臨床領域也有很多發展，建議可由智醫中心安排線上會議，促進雙方的了解。

五、Emory 和 Mayo Clinic Platform 交流學習

1. 建議可與 ECCC 舉辦線上會議，進一步交流及學習，討論未來互訪和一步密切合作等議題。
2. 建議可邀請 Mayo Clinical Platform 主席 John Halamka 教授來臺訪問交流或線上演講，進一步交流及學習，討論未來互訪和一步密切合作等議題。
3. 建議加護病房管理委員會的 A1 計畫在 2022 年 12 月 31 日結束後，院方能協助團隊繼續爭取經費與資源創建 ICU 智慧診療平臺，結合資料串流處理，智慧電子病歷，智慧資料標記和模型落地應用等功能，奠定本院重症照護數據科學長久發展創新卓越的根基。

六、研究資料庫

本院研究資料庫與線上醫療系統之資料，有延後兩年之落差。但比較此次考察的醫院，其資料落差約在 1~2 星期之內，更能符合研究者之需求。因此，建議本院之研究資料庫能更為即時，對於研究最近期的疾病 (如 COVID) 及診療 (如新藥物與治療方式) 當極有助益。

七、醫療資訊系統

1. 臨床路徑整合

本院醫療資訊系統目前有的功能為套餐，可以讓醫師依據預先設定好的情境，開立處方、檢驗。但是，醫師要選擇哪個套餐、醫令，並沒有將判斷依據融入系統之中。此次參訪看到 UCM 將各種準則合併於系統內，讓醫師無須另外查詢外部資料，更能節省醫師的時間，也更能將治療標準化，這也就是臨床路徑的精神。因此，建議本院也能朝此方向建置，初期可朝已有準則的疾病，例如：心肌梗塞、糖尿病危症等開發，當對醫療品質及病人安全大有助益。

2. FHIR 介接

從參訪 UCM 系統可見，其 FHIR 應用多屬不同資訊系統間的介接，比照本院，REDCap 資料庫為本院廣泛使用的研究收集資料系統，其已有 FHIR 介接之功能。因此，若能打造本院系統相容於 FHIR，可讓研究者輕易擷取研究資料，免除登打的錯誤與耗時。此功能應為很有效益的開發。

附錄

芝加哥大學醫院參訪行程表

- 9:00am Meet at the west lobby of Center for Care and Discovery (5700 S Maryland Ave, Chicago, IL 60637) James Bae
- 9:00-9:50am Overview of UChicago Medicine and Hospital Tour James Bae
- 10:00-10:50am Personalized Therapeutics and Pharmacogenomics Peter O'Donnell
- 11:00-11:50am Pharmacy Informatics Seth Hartman
- 12:00-1:00pm Lunch
- 1:00-1:50pm E-Cart Dana Edelson
- 2:00-2:50pm Clinical Research Informatics Julie Johnson
- 3:00-3:50pm Clinical Informatics and Hospital at Home program Cheng-Kai Kao
- 4:00-4:30pm Wrap-up meeting Cheng-Kai Kao
- 4:30pm End of Schedule