

出國報告（出國類別：開會）

第 22 屆國際人類與動物真菌學會大會
ISHAM 2025

服務機關：臺中榮民總醫院 內科部 感染科

姓名職稱：黃薇媛 5 主治醫師

派赴國家/地區：巴西/伊瓜蘇（Iguaçu Falls, Brazil）

出國期間：2025 年 5 月 18 日至 2025 年 05 月 26 日

報告日期：2025 年 06 月 30 日

摘要

2025 年 5 月 18 日至 26 日赴巴西伊瓜蘇市參加第 22 屆國際人類與動物黴菌學會 (ISHAM 2025) 年會，期間以壁報展示者身份發表一則罕見麴菌腦膿瘍病例報告，並透過與來自全球之醫師與學者交流，深入了解醫療黴菌學領域的最新進展。本次會議聚焦麴菌 (Aspergillus) 抗藥性問題與 One Health 框架 (人類醫療、動物及環境健康) 的挑戰、新興診斷工具如聚合酶連鎖反應 (PCR) 與基因體定序 (Metagenomics) 技術、以及新型抗黴菌藥物的研發進展、人工智慧 (AI) 技術於黴菌診斷之應用等議題。透過參與多場專題演講與討論會，獲得豐富學術收穫，瞭解氣候變遷正加劇全球黴菌疾病的傳播與演變、學習 AI 輔助診斷真菌感染的實例與潛力、以及認識各國在麴菌抗藥性監測及環境源頭管理上的經驗。

關鍵字：氣候變遷與真菌疾病、One Health、黴菌抗藥性、Metagenomics(基因體定序)、PCR (聚合酶連鎖反應)、AI 診斷技術。

目 次

一、 目的.....	3
二、 過程.....	3
三、 心得.....	12
四、 建議事項.....	15
(一) 促進臨床教育與知識傳承機制	
(二) 建構跨專科合作的臨床討論平台	
(三) 逐步建立黴菌菌株保存之基本流程	
(四) 逐步優化黴菌感染診斷工具之佈建與整合	
五、 附錄.....	17

一、 目的

此次參與「第 22 屆國際人類與動物黴菌學會」(22nd ISHAM Congress 2025) 年會，主要目的有二：其一，代表本院前往國際醫學會議進行學術交流，病例報告一例罕見 *Aspergillus flavus* Brain Abscess in Alcoholic Liver Cirrhosis，以分享臨床經驗並獲取專家意見。其二，藉由參與此次盛會之全程議程，瞭解當前醫療黴菌學領域的最新趨勢與進展，特別關注本院業務相關的重點主題，包括：人工智慧 (AI) 在黴菌感染診斷中的應用、麴菌屬真菌 (如 *Aspergillus fumigatus*) 抗藥性之全球現況與防治策略、新興分子診斷技術 (例如 PCR 和定量核酸擴增) 於臨床上的實用性、氣候變遷對真菌疾病流行病學的影響、基因體定序 (metagenomics) 在真菌感染診斷與監測中的角色、以及近年研發之新型抗黴菌藥物及其臨床試驗結果等。透過對以上議題的學習與討論，期望將國際最新知識帶回國內，強化本院在真菌感染診療與抗黴菌藥物管理方面的能力，同時尋求未來可能的跨國研究合作契機，以提升本院科研水準並促進臨床照護品質。

二、 過程

會議概況與重點議題

本次會議於 2025 年 5 月 20 日至 24 日在巴西伊瓜蘇市舉行。大會由國際人類與動物黴菌學會主辦，每三年舉辦一次，匯聚全球醫療黴菌學領域的臨床與科研專家。會議地點選在巴西與阿根廷、巴拉圭交界處著名的伊瓜蘇大瀑布附近，會議主辦方亦強調該地壯麗的自然風光和多元文化背景將為與會者帶來難忘的經歷。本次大會議程豐富多元，除主題演講和各專題研討會外，還結合了第 23 屆 INFOCUS 年會及美洲地方性黴菌會議等聯合活動。大會開幕式上，ISHAM 主席 Arnaldo Colombo 教授致歡迎辭，介紹會議主題涵蓋醫療與獸醫黴菌學主要挑戰，鼓勵與會者積極交流並建立長期合作關係。

此次會議重點議題包括：(1) 氣候變遷與真菌疾病：討論全球暖化和極端天氣對黴菌病地理分布和爆發的影響；(2) 抗黴菌藥物抗藥性：聚焦於臨床重要真菌 (特別是麴菌與念珠菌屬) 產生抗藥性的機制及一體健康 (One Health) 觀點下的人畜環境交互影響；(3) 分子診

斷技術的應用與探討；(4) 基因體定序 (Metagenomics) 應用研討；(5) 人工智慧在黴菌診斷的應用：探討 AI 技術如機器學習、深度學習和 ChatGPT 等在醫療黴菌學中的創新應用；(6) 新藥研發：介紹處於研發或臨床試驗階段的新型抗黴菌藥物，以及現有藥物的新劑型與免疫治療策略等。以下將按照參與的主要議程場次，分主題敘述會議過程及重點內容。

(一) 氣候變遷與真菌病論壇

1. 伊瓜蘇瀑布雄偉壯麗的自然景觀為會議提供了獨特的背景。大會特別關注氣候與環境對真菌病的影響，正如伊瓜蘇周邊豐富的生態系統所體現的人與自然緊密聯繫。氣候變遷對黴菌疾病的影響是會議期間引人深思的議題之一。在真菌病原與氣候變遷專題研討中，多位領域專家分享了相關研究成果。首先，來自澳洲 Sydney University Dee Carter 教授以「全球氣候變遷與新興真菌病」為題，概述了全球暖化如何打破真菌感染人類的天然屏障。她引用研究指出，隨著平均氣溫攀升，過去不感染人體的環境真菌開始適應人體體溫並成為病原，*Candida auris* 可能就是由環境中熱適應酵母經鳥類傳播至醫院而突然崛起的人類新病原。此外，Carter 教授也提及高溫與乾旱使美洲的 *Coccidioidomycosis* 球孢子菌病 (Valley Fever) 流行區向北擴張，在未來數十年內，美國西部更廣大的地區恐將面臨此黴菌病威脅。
2. 美國 MD Anderson Cancer Center 的 Dimitrios Kontoyiannis 教授闡述了極端天氣事件與黴菌爆發之間的聯繫。他以具體案例說明：龍捲風造成外傷後土壤毛黴菌 (如 *Apophysomyces*) 植入引發壞死性皮膚黴菌病；海嘯與洪水導致環境真菌污染傷口、洪災後潮濕房屋滋生黴菌引起慢性肺黴菌症；野火將大量孢子捲入濃煙，消防員及下風處居民中出現球孢子菌病和麴菌感染的高峰；沙塵暴則捲起土壤中休眠孢子，造成局部地區球孢子菌病病例激增。這些資料顯示氣候驟變和災害正在作為「促進因子」，加速某些黴菌病的出現和傳播。
3. 德國柏林查理特醫院的 Danila Seidel 博士則探討「極端環境如何催化真菌疫情」。她強調，氣候變遷不僅影響真菌本身，也通過影響人類社會和生態環境而間接促進黴菌病。例如乾旱導致營養不良人口增加，使得黴菌感染易感人群擴

大；森林砍伐和都市化使人類更頻繁暴露於以前偏遠生態位中的真菌。Seidel 博士呼籲採取預防措施，如建立「真菌病氣候風險地圖」，將易感族群分布與真菌流行區和氣候預測模型結合，以提前預警並部署公共衛生資源。

4. 透過此論壇，對氣候與真菌病的關聯有了全新視角。氣候變遷正重塑真菌疾病地圖。對臺灣而言，雖處熱帶亞熱帶，本地尚無大型環境真菌疫情，但仍須警惕全球變暖帶來的新風險，如熱帶黴菌向北擴散、極端天氣後的黴菌感染病例增加等。此議題提醒我們醫療單位應加強跨領域合作，例如與環保及氣象單位分享資料，並在臨床上提高對非常規真菌病的警覺，以因應未來可能出現的新挑戰。

(二) 麴菌抗藥性與 One Health 挑戰

1. 抗黴菌藥物的抗藥性議題是此次會議焦點之一。其中特別針對 *Aspergillus* 麴菌的抗藥性問題做深入探討。來自阿曼 Al-Hatmi 教授發表「跨領域角度下的感染與抗藥性：One Health 視角」演講。他指出農業上廣泛使用的含 azole 類殺菌劑對環境中麴菌產生了選汰壓力，導致演化出能耐受醫用 azole 抗黴菌藥的麴菌菌株。環境中的抗藥性孢子透過空氣傳播，進而感染從未接受 azole 治療的人類宿主，這樣的環境-患者傳播途徑已在多國被證實。Al-Hatmi 教授強調，人類醫療領域單獨努力不足以解決抗藥性問題，必須結合環境科學與農業管理的 One Health 策略，包括限制農業殺菌劑濫用、監測土壤與空氣中的抗藥性菌株，以及跨領域合作建立全球抗黴菌藥物抗藥性監測網絡。
2. 研討會中另一重點為由荷蘭 Radboud 大學醫學中心的研究團隊分享的最新數據。該隊列研究顯示，在侵襲性肺麴菌症（IPA）患者中，約 10% 出現 azole 抗藥性 *A. fumigatus* 感染，這些患者常需接受 voriconazole 合併另一種藥物的聯合治療，否則療效不佳。荷蘭因為早在臨床指引中即建議對可能的抗藥性病例採經驗性合併治療，使得抗藥性 IPA 患者的死亡率與易感菌感染者相當，凸顯早期針對抗藥性進行治療調整的重要性。報告也指出，比利時、荷蘭等地超過一

成的 *Aspergillus* 分離株帶有環境典型的抗藥突變（如 TR34/L98H 或 TR46/Y121F/T289A），顯示環境來源的抗藥菌株相當普遍。值得注意的是，其他 *Aspergillus* 物種如 *A. flavus* 目前抗藥比率仍低，推測主要在慢性感染宿主內才出現耐藥突變，環境源頭相對不明顯。

3. 透過這場研討會，深刻了解到黴菌抗藥性已成為全球公共衛生議題，而非單一醫院的孤立問題。以 OneHealth 視角來看，醫療體系應與農業及環境單位協調，共同應對。例如荷蘭近年舉辦多方工作坊，倡議成立全球抗黴菌藥物抗藥性協調機構、整合農業與臨床的抗藥性監測資料，以及推動在聯合國層級提升黴菌抗藥性議題的能見度。這些策略對臺灣也極具啟發性，提醒我們面對國內偶見的 *A. fumigatus* 耐藥株（如 TR34/L98H）時，應追查患者生活環境並強化院外環境監測，同時建立多部門合作機制以防範抗藥真菌的擴散。

(三) 分子診斷技術（PCR）之最新進展

1. 在黴菌感染的診斷方面，分子檢驗技術的進步是會議熱烈討論的主題。該場由荷蘭抗真菌權威 Paul Verweij 教授主持。首先，來自英國 Leeds 教學醫院的 Lottie Brown 博士報告了 PCR 在肺囊蟲肺炎（*Pneumocystis Pneumonia*, PCP）診斷策略中的作用。Brown 博士指出，相較於傳統鏡檢，PCR 對 *P. jirovecii* 的偵測靈敏度更高，尤其在 HIV 陰性的免疫抑制患者中，可提高早期診斷率。不過她也提醒 PCR 的結果需結合臨床評估，因為少量 colonization 可能導致假陽性。法國巴斯德研究所的 Alexandre Alanio 博士探討 *Pneumocystis jirovecii* 的 PCR 檢測優化。Alanio 博士比較了不同標本類型（支氣管肺泡灌洗液 BAL versus 誘導痰）進行 PCR 的陽性率，以及描述一種新穎定量反轉錄 PCR 方法，可同時評估 *P. jirovecii* 的負荷量及表達活性，以區分活動感染與潛在帶菌。他強調在臨床實驗室內建立標準化的 PCR 流程和品質控制的重要性，尤其對於跨院比較結果以及未來制定共識指引而言。
2. 法國 Besançon 大學的 Laurence Millon 教授分享了 Mucorales 黴菌的 PCR 新進展。

此部分強調針對毛黴菌目（例如 *Mucor*、*Rhizopus*）的特異性 PCR 引子與定量 PCR(qPCR)技術的開發，可望改善侵襲性毛黴菌症（俗稱黑黴菌病）的早期診斷。Millon 教授展示了一項多中心研究結果，證實血清樣本 qPCR 可在臨床症狀出現前檢出 *Mucorales* DNA，比傳統培養提早數日，對於免疫低下高危險族群有潛在預警價值。

3. 在會議期間也關注到其他關於分子診斷的報告。例如有研究匯報針對孢子絲菌症（*Sporotrichosis*）的即時 PCR 和環介導等溫擴增（LAMP）技術評估，顯示在組織活檢中 PCR 的敏感度遠優於傳統培養，可縮短診斷時間。這些討論凸顯分子診斷已逐漸成為真菌感染臨床診斷的新標準，有助於早期治療介入。透過學習國際經驗，認識到本院檢驗部門可考慮引進如泛真菌 PCR、特異性 qPCR 等檢測，以提升侵襲性黴菌感染的診斷時效和準確度。

(四) 基因體定序（Metagenomics）應用研討

1. 伴隨著新世代定序技術的進步，基因體定序（metagenomics）在感染診斷中的應用也是本次會議的重要議題。來自美國 CDC 的 Nancy Chow 討論了黴菌參考基因體的現況，強調病原基因體學與宏基因體學（metagenomics）的發展進展。她指出，高品質的參考基因體對於準確診斷與疫情調查至關重要

Item	Interpretation
Goal	目前 <i>fungus genome</i> 全貌，找出關鍵缺口，以改善 metagenomics 在公共衛生領域的應用。主講人為 Elizabeth Misas, PhD (CDC Mycotic Diseases Branch) 與 Barbara Robbertse, Ph (NCBI/NLM/NIH)。
Dataset	共彙整 146 種病原性黴菌物種資料，其中 12 種物種 / 5 屬為 WHO Fungal Priority Pathogens List (FPPL) 成員，亦涵蓋 <i>Eumycetoma</i> 與 <i>Mucorales</i> 。
Assembly	<ol style="list-style-type: none"> 1. No assembly 2. Below minimum standard 3. Below gold standard 4. Species diversity requires >1 assembly
Minimum standard	<ul style="list-style-type: none"> - Contig count < 10 % of gene count - < 1 000 scaffolds

Item	Interpretation
	- Scaffold N50 > 1 % of total genome size
Gold standard	- Chromosome-level assembly and contig N50 > 1 Mb or - Complete (closed) genome
Current coverage	- 97 % of species (142 / 146) have at least one assembly → 4 538 assemblies total. - species with no assembly: <i>Blastomyces helicus</i> , <i>Falciformispora senegalensis</i> , <i>Madurella pseudomycetomatis</i> , <i>Rasamsonia argillacea</i> .
Gap	- 29 species lack a minimum-standard assembly. - 69 species lack a gold-standard assembly.
Future Plan	- 對 FPPL 物種建立多株 <i>gold-standard assemblies</i> - 補齊現有基因體資料的 <i>annotation gaps</i> - 提高社群對資料缺口的認識 (Raise awareness) - 建立跨機構合作機制 (Communicate & collaborate) 以彌補資料缺口

2. 加州大學舊金山分校的 Charles Chiu 教授分享了基因體定序在臨床及公衛領域診斷真菌感染的應用。中樞神經系統感染 (CNS infections) 如腦膜炎及腦炎，因傳統「有目標」檢驗 (培養、抗原、血清學、PCR 等) 對難培養或未知病原體常偵測不到，致 40 – 60 % 病例仍成病因不明。Metagenomic next-generation sequencing (mNGS) 以「無目標」方式一次偵測 DNA/RNA 級別的細菌、真菌、病毒與寄生蟲，特別適合臨床表現重疊或常規檢驗陰性的疑難個案。臨床上 mNGS 對免疫抑制、生命威脅性或培養陰性之不明感染 (如培養陰性心內膜炎、發熱性中性白血球減少症) 具高價值；一次檢測血漿或 CSF 即可，流程約 24 小時完成 (樣本前處理 6 h、定序 15 h、分析報告 3 h)。然其對地方性真菌 (例 *Cryptococcus*) 靈敏度仍有限，並可能受背景污染影響，因此結果須結合臨床與其他實驗室資料判讀。輔以機器學習建立的 RNA host-response 分子特徵，可進一步區分感染性與非感染性 CNS 疾病，提升診斷決策精準度。整體而言，mNGS 與 AI-based host-response 分析正成為疑難、重症及免疫抑制患者感染診斷的關鍵利器，能提高診斷率、縮短時程並改善預後，但須與傳統檢

驗互補並謹慎解讀。Vicente 教授分享了巴西利用後基因體定序研究地方性深部黴菌病-組織胞漿菌(Histoplasmosis)、芽生菌病(Blastomycosis)流行病學的成果。她強調在血清學和培養有限的資源環境中，定序技術提供了流行病學監測的新利器，透過分析環境土壤和患者檢體的真菌序列，可描繪區域內地方菌種的分布和演化，進而指導公共衛生策略。

3. 這場研討讓我體認到 metagenomics 雖然目前成本較高，但在特定臨床情境下已展現無可取代的診斷效益，例如找出未預期的病原或同時多重感染。臺灣醫療機構未來可望逐步導入此技術於特殊案例，並可考慮與研究單位合作建立本地環境真菌的序列資料庫，用於院內感染管制及流行病學研究。此外 metagenomics 資料的解讀需要跨學科專業，這提醒我們培養相關人才並加強醫檢與臨床之協作，才能充分運用此新興工具造福病患。

(五)人工智慧於黴菌診斷之應用

「Fung-AI：如何運用人工智慧提升黴菌診斷」的專題研討會，來自美國 Ilan Schwartz 教授討論 AI 應用於黴菌診斷所需的「真實資料」(ground truths)，強調建立高品質的真菌影像和基因數據庫對訓練 AI 模型的重要性。來自英國 Neil Stone 醫師分享了一個名為「Could be fungal」的 AI 模型如何自動判讀胸部影像以偵測侵襲性黴菌感染，展示 AI 輔助放射診斷在臨床上的潛能。隨後，新加坡 Tan Mei Gie 博士介紹了她開發的「FungAI」系統，能利用人工智慧進行顯微鏡黴菌培養影像的自動分類與菌種鑑定。

在討論環節中，與會者針對 AI 技術的應用前景踴躍提問。有專家詢問 AI 模型在訓練時如何取得足夠具代表性的真菌數據；講者們回應強調國際合作分享數據、建立開放資料庫的重要性。亦有討論涉及 AI 輔助診斷的法規與責任歸屬，以及醫師如何將 AI 工具融入實務流程。透過此場研討，深刻體會 AI 在黴菌診斷的發展方興未艾：例如 AI 判讀 CT 影像偵測真菌球、AI 分析培養皿照片鑑定菌種等，都有望協助臨床醫師更早期、更精準地診斷真菌感染。

(六) 新抗黴菌藥物研發與臨床試驗

抗黴菌治療的進展是與會者密切關注的另一焦點。新藥研發公司 Basilea 與 Scynexis 共同介紹了多項在研抗黴菌藥物。首先，Basilea 公司的 Mark Jones 博士介紹了一種新型廣譜抗黴菌藥 Fosmanogepix (亦稱 APX001)。這是首個針對 Gwt1 酵素的抑制劑，具有口服與靜脈劑型，可對抗念珠菌、麴菌及某些抗藥黴菌。臨床試驗已進入第三期，用於念珠菌血症及侵襲性黴菌感染，初步結果顯示對一些對 Fluconazole 和 Echinocandin 抗藥的菌株仍具良好活性。

奧地利 Innsbruck 大學醫院的 Martin Hönl 教授代表 Scynexis 介紹了另一項候選新藥 SCY-247。這是一種次世代的口服/靜脈給藥 triterpenoid 抗真菌藥，結構類似現有的 ibrexafungerp 但具有不同結合位，因此對已產生 FKS 突變而對 Echinocandin 的抗藥菌株仍有效。Hönl 教授強調 SCY-247 對 *Candida auris* 等多重抗藥酵母有抑制作用，同時在麴菌感染的動物模型中雖屬抑菌性但與 azole 類合用有協同效果。該藥已進入 I 期試驗，口服生體可用率高，未來可作為門診長程治療選項。

除了上述新藥，會議學術議程亦有多場討論抗黴菌治療的新策略。新抗黴菌藥物臨床試驗中，Oliver Cornely 教授回顧了近年幾項關鍵臨床試驗的進展。他提及新的長效配方 Amphotericin B 水霧吸入製劑正在研究，可望減少傳統靜脈給藥的毒性。此外，大會的 MSG/ERC-ISHAM 聯合環節也討論了免疫治療在機會性感染中的應用，包括單株抗體治療麴菌症的最新進展等。

透過這些報告，了解到未來抗黴菌治療領域充滿希望與挑戰。雖然傳統三大類藥物 (Polyenes, azoles, echinocandins) 仍是主力，但對付抗藥與新興病原需要全新作用機轉的藥物。Fosmanogepix 與 SCY-247 等正代表這樣的新方向，若能上市將提供臨床醫師更多工具。同時，新藥發展需面對長期的臨床試驗考驗和成本效益評估。在臺灣，我們應密切關注這些國際研發進展，適時參與國際試驗或在國內展開臨床試驗，為病患爭取新藥使用機會。

(七)壁報展示與討論

本次會議共安排三場壁報展示時段，我的 Poster 主題為(Aspergillusflavus)腦膿瘍於酒精性肝硬化患者：罕見臨床案例」。該患者非嗜中性血球缺乏但有末期肝硬化，初期因敗血症住院後合併延遲性神經症狀，MRI 發現多發性腦膿瘍並經開顱引流取得 A.flavus 陽性培養。解釋了治療過程採用兩性黴素 B 誘導治療一個月、再以 isavuconazole 維持治療，最終患者病情好轉出院。此案例突顯出在非典型高危病人中發生侵襲性麴菌症的可能性，以及早期 MRI 診斷與積極外科干預加抗真菌藥物並用的重要性。

Abstract 整理

標題	研究機構與作者	心得
Addressing outbreaks in real-time: CLADE-FINDER FTIR analysis evaluation on Candida auris	De Carolis E et al. Gemelli Medical Center (Rome, Italy), Niguarda Hospital (Milan, Italy), CWZ Hospital (Nijmegen, Netherlands),	隨著 C. auris 在全球迅速擴散，醫療體系需即時掌握菌株來源與傳播路徑。CLADE-FINDER 提供了一種快速且低成本的解決方案，可輔助監測不同譜系的引入情形並採取對應的感染控制策略。
Drug Resistant Dermatophytosis in Japan	Kano R et al. Department of Bioresource Sciences, University of Tokyo (Japan)	皮膚癬是台灣常見的皮膚真菌感染，而南亞興起的 T. indotineae 耐藥株已有跨國傳播趨勢。此研究提醒我們需強化對臨床皮膚癬治療無效病例的監測，尤其是旅遊史或特殊接觸史患者，及早辨識可能的抗藥菌株。
Novel Glucan Synthase Inhibitors and Gwt1 Inhibitors	Sedik S et al. Medical University of Graz (Austria)	隨著抗真菌藥物研發進展，ibrexafungerp 已在某些國家核准用於陰道念珠菌症，rezafungin 亦於近期獲 FDA 批准用於念珠菌症預防，本研究證實這些新藥在治療難治性念珠菌和麴菌感染上展現希望，未來若在台取得藥證，可為傳統抗黴藥效果不佳的患者提供新的治療選項。

Culture-Negative Trichosporon inkin Meningitis in a Pediatric Patient	Phillips K et al. Cornell University (USA), and collaborators	傳統培養對某些真菌（尤其是已用過抗生素或抗黴藥的情況）敏感度有限，此案例突顯了 mNGS 在臨床感染診斷上的重大價值。通過廣泛偵測病原體核酸，mNGS 成功確診罕見真菌感染並導引正確治療，挽救患兒生命。台灣有多家醫學中心具備次世代定序能力，可考慮建立臨床 mNGS 檢測流程，用於原因不明的腦膜炎或深部感染病例，加速取得診斷。
Surveillance of Aspergillus fumigatus azole resistance in France	Garcia-Hermoso D et al. French Mycology Surveillance Network (France)	麴菌廣泛存在於環境，殺菌農藥的長期使用被認為導致環境中產生對醫用抗黴藥有抗性的菌株。本研究證實 One Health 觀點的重要性：人類臨床耐藥真菌可能源自環境壓力。台灣農業使用含 azole 成分農藥亦相當普遍，相關單位應警覺環境中的抗藥性麴菌風險，主動展開環境樣本調查和臨床監測。
Pan-Mucorales antigen TG11 as biomarker for mucormycosis	Hudson A et al. University of Exeter (UK) and ISCA Diagnostics (UK)	這項研究提供了一種鑑別毛黴菌感染的新工具。TG11 單株抗體可在組織切片中專一性地標記毛黴菌菌絲，幫助病理醫師快速區分毛黴菌病與麴菌感染。對於糖尿病酮酸中毒或免疫低下患者，毛黴菌病常進展迅速且需要及早手術治療，TG11 有望成為早期診斷的關鍵生物標誌。

三、心得

(一) 學術收穫與反思

此次會議提供了一次全面充實的學習體驗。透過連續數日的議程洗禮，在醫療黴菌學領域汲取了最新知識與理念，對自身的臨床實務和研究方向均有所啟發。首先，在診斷方面，深刻體會到精準醫學的潮流已延伸至黴菌感染領域——從 PCR 到

metagenomics，新技術的應用正大幅提高早期診斷的可能性。例如會中了解到的先進 PCR 和核酸擴增方法，提示本院實驗室可逐步引進並建立相關檢測，以縮短檢驗時間、提昇敏感度，讓臨床醫師更早獲得診斷線索。同時，也注意到技術再好都需結合臨床判斷，正如國外專家強調 PCR 結果需防範偽陽性，本院在應用新檢測時也須制定適當判讀標準與流程。

在治療方面，對抗黴菌藥物抗藥性的全球現況有了更深刻的認識，也反思目前本院抗真菌藥物管理的策略。One Health 觀點的引入，提醒我們傳統上將真菌抗藥性視為單純醫院內問題的思維需要改變。過去一年本院已有針對 *A. fumigatus* 抗藥性個案進行用藥調整的經驗，但透過此次會議分享，認為應更主動地與國內公共衛生和農業單位合作，追蹤耐藥真菌在環境中的來源。例如對出現 TR34/L98H 突變的臨床菌株，可詳細詢問調查患者居家附近是否有溫室、農場等可能的環境來源。

會議亦促使反思自身研究方向的調整，AI 技術在黴菌診斷和知識管理上的應用，讓我看到跨領域創新的巨大潛力。過去較少接觸人工智慧在黴菌診斷與資料管理上的應用，但演講中展示的影像判讀與風險預警案例，顯示跨領域合作的潛力遠超想像。

在此次會議中累積的學術收穫豐碩。無論是在臨床實務知識、實驗診斷技巧抑或研究視野上，都得以更新並拓寬。特別值得一提的是，透過與世界各地專家的互動討論，對許多問題有了更全面的理解。例如過去僅從文獻了解氣候變遷與黴菌病的連結，此次親聽專家分析後印象深刻，未來也將更關注相關議題並思考如何在臺灣情境下提前防範。這些收穫將在日後逐步轉化為改進臨床工作的動力，以及激發新的研究問題以造福病患。

(二) 國際交流

在 ISHAM 2025 國際會議中發表主題演講後，我積極參與了會後的國際交流，與多位來自不同國家的學者深入討論，包括來自 Côte d'Ivoire 的 David Koffi、來自 Thailand 的 Arsa Thammahong、來自 Brazil 的 Igor Marinho，以及來自 USA (Weill Cornell Medicine) 的 Thomas Walsh 等。

在經驗交流中，各國學者分別介紹了其國家面臨的臨床真菌感染現況與困境。來自 Côte d'Ivoire 的 David Koffi 提到，由於當地診斷資源相對有限，西非許多真菌感染病例未能及時確診，現有真菌感染負擔的資料亦相當缺乏。在 HIV 高盛行率的背景下，隱球菌症（Cryptococcosis）組織胞漿菌病（Histoplasmosis）等嚴重真菌感染對當地醫療體系構成了巨大挑戰。

來自 Thailand 的 Arsa Thammahong 則分享了東南亞的相關經驗。泰國由於免疫受損患者（如糖尿病患和器官移植者）人數增多，醫院內侵襲性真菌感染的發生率近年明顯上升。例如，在曼谷一所大型醫學中心中，2006 年至 2011 年間便累計確診了 69 例侵襲性曲霉感染病例，顯示熱帶氣候環境下真菌病病例正不斷增加。此外，Arsa 提到毛黴菌症（mucormycosis）等機會性感染在東南亞亦需特別警惕，因其診斷不易且進展迅速。

來自 Brazil 的 Igor Marinho 醫師，帶來了拉丁美洲的視角。他指出，巴西醫院中念珠菌血症（candidemia）等侵襲性感染依然普遍，且具有相當高的病死率，說明加強感染控制與診斷的迫切性。Igor 也提到了近年在巴西迅速蔓延的貓傳播孢子絲菌病（sporotrichosis）疫情；這種由 *Sporothrix brasiliensis* 引起、經由家貓傳染的真菌病已在巴西成為人畜共患的大規模流行並構成重大公共衛生威脅。透過 Igor 的分享，我了解到拉丁美洲在真菌感染方面面臨的獨特挑戰，從院內常見的念珠菌感染到區域性的特殊真菌病，均亟需投入更多資源來研發快速診斷和有效治療。

USA 的 Thomas Walsh 教授（Weill Cornell Medicine）則介紹了北美先進醫療體系在真菌感染診治上的經驗。他提到美國已建立完善的侵襲性真菌感染診療指引和多中心合作機制，並廣泛應用各種新興診斷技術（如真菌抗原、生物標誌檢測及分子生物學方法），以提升早期診斷的準確性。這些先進手段的運用，大幅改善了免疫低下患者中侵襲性感染的識別率，為及早治療爭取寶貴時間。

國際交流帶來的思想激盪不僅啟發了我的研究靈感，也增進了我對全球真菌病挑戰的宏觀認識，更深刻體會到學術合作的價值。現今醫學議題如真菌感染之挑戰往往跨越國界，單憑一地之力難以全面研究；而透過與不同國家專家的對話，不僅

讓我理解自身研究在全球圖景中的定位，展望未來，我將把此次交流所收穫的知識和理念帶回工作崗位，並持續與這些國際夥伴保持聯繫，期盼能在共同撰寫報告、參與國際試驗或定期資訊交流中不斷成長，進而為提升全球臨床真菌感染診斷與治療水準，為本院及國家爭取更多能見度與貢獻。

四、建議事項

(一) 促進臨床教育與知識傳承機制

國外醫療機構普遍重視「日常即教育」的概念，將最新知識自然融入臨床流程，讓醫護人員能夠在繁忙中也不斷更新觀念。對照本院，目前已有良好的晨會、午餐會與線上課程平台，建議可進一步發揮其功能，持續強化醫護同仁對侵襲性黴菌感染的敏感度與應對能力。

未來在內容規劃上，可從以下三個方向著手：一是將國際會議與新指引中的核心重點轉譯為易吸收的臨床要點（如圖表、短影音）；二是邀請不同專科醫師分享實例，說明新診斷工具或治療策略在本院實務應用上的具體觀察；三是納入藥物濃度監測（TDM）、藥物交互作用與劑量調整等主題，讓討論更貼近第一線需求。透過這樣的方式，能在不額外增加臨床負擔下，逐步提升團隊對真菌感染的處理信心。

(二) 建構跨專科合作的臨床討論平台

侵襲性真菌感染的診治成效，取決於影像學、實驗室檢驗、病理判讀與藥物濃度監測等多面向資訊的整合。國際上已有醫療中心以「主題式跨科會議」作為固定交流平台，確保相關專科能自然且持續地交換關鍵訊息。對照本院現況，可考慮定期邀集血液腫瘤科、與病理部等單位，針對單一焦點議題召開討論會。會前先彙整病理影像、PCR/Galactomannan 檢驗結果與藥物 TDM 數據，會中凝聚共識，快速對焦關鍵臨床決策，以促進不同專科之間的資訊共享與互信協作。

(三) PCR 即時診斷網絡擴充

目前院內已具備 Aspergillus PCR、Mucorales PCR、PJP PCR 及 Aspergillus GM 等檢測能力，並已在臨床決策中展現顯著效益。為進一步優化檢驗時程，建議將真菌 PCR

檢測網絡延伸至高風險病房（如血液腫瘤科、重症加護病房），並導入批次上機策略及自動化結果匯入 EHS 系統，此舉將大幅縮短報告完成時間，協助臨床醫師在感染早期即判斷是否啟動或停用抗黴菌治療，有效減少藥物副作用與醫療成本。

Real-time PCR 技術具備快速、高敏感度、可半定量及避免污染等優勢，配合自動驗證系統與高風險病房採檢流程整合，將確保重症患者能及時獲得精準診斷。

(四) 逐步建置 mNGS 精準診斷平台

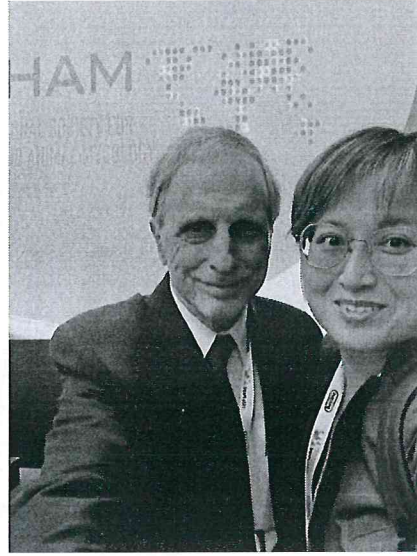
次世代定序（mNGS）技術在常規檢測陰性或罕見病原情境中，展現高靈敏度與廣泛病原偵測能力，可將病原檢出率從 26% 提升至 88%，可採分階段實施策略。

短期目標：與學術研究單位共建聯合平台，累積判讀經驗並建立本土細菌與黴菌序列庫。中期規劃：針對疑難個案（如免疫功能低下患者、中樞經感染及傳統檢測困難的特殊病原）採取「外送檢測+院內解讀」模式，以兼顧成本控制與專業人員培訓。長期發展：視資料解析標準化進度，評估於院內設置獨立 mNGS 檢測管道，並將抗黴菌藥物抗藥突變監測納入定序流程，形塑完整的真菌感染精準診斷監控網絡。此平台建置將顯著提升本院真菌感染診斷的精準度與時效性，為患者爭取寶貴治療時機，同時促進抗微生物藥物的合理使用，並強化院內感染防控能力。

五、 附錄



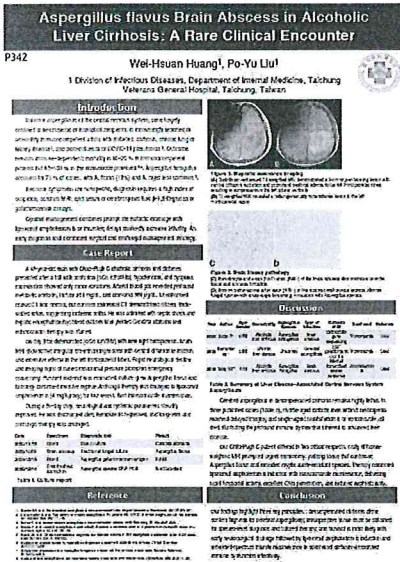
David Koffi
Côte d'Ivoire



Thomas Walsh
Weill Cornell Medicine of
Cornell University
USA



Arsa Thammahong
Department of Microbiology,
Faculty of Medicine,
Chulalongkorn University



Case Report



Igor M. Marinho
Hospital São Camilo SP



與大會場合影