

出國報告（出國類別：國際會議）

第三十屆美國神經腫瘤醫學會年會

**The 7th Quadrennial Meeting of the World Federation
of Neuro-Oncology Societies, conjunction with the 30th
Society for Neuro-Oncology Annual Meeting &
Education Day November 19 - 23, 2025**

服務機關：台中榮民總醫院 神經醫學中心 神經外科

姓名職稱：神經醫學中心主任醫師 沈焜祺

派赴國家地點：美國

出國期間：114.11.19~114.11.23

報告日期：114.12.23

摘要

第 30 屆美國神經腫瘤醫學會 (Society for Neuro-Oncology, SNO) 年會暨世界神經腫瘤學會聯盟 (World Federation of Neuro-Oncology Societies, WFNOS) 第七屆四年期國際會議，於 2025 年 11 月 19 日至 23 日於美國夏威夷檀香山聯合舉行。SNO 年會為全球規模最大且最具影響力之神經腫瘤專業學術會議，本屆吸引來自 50 個國家、逾 3,000 名神經腫瘤相關領域之臨床醫師與研究人員註冊參與，並徵集超過 1,800 篇研究論文投稿，充分展現其國際指標性與學術影響力。

本次會議台灣共有二十餘位學者與臨床專家與會，本人並與台中榮民總醫院另五位同仁，榮幸代表本院出席此次國際盛會，與全球神經腫瘤領域之頂尖學者進行學術交流。

為期五天之會議議程內容豐富且多元，涵蓋神經腫瘤基礎研究、腫瘤病理學、腦瘤惡性度與分子分類、原發性與復發性腦瘤、轉移性腦瘤、人工智慧 (AI) 於神經腫瘤診斷與治療之應用、以及免疫治療最新研究進展等重要議題。來自世界各地之專家學者透過專題演講、口頭報告及海報展示，分享最前沿之研究成果與臨床經驗，使與會者得以於短時間內全面掌握國際神經腫瘤診療與研究趨勢，宛如同時參訪多所國際頂尖醫學中心，獲益良多。

本次大會中，台中榮民總醫院共有六篇研究成果獲選為海報發表，內容涵蓋神經腫瘤之臨床研究與轉譯醫學成果，充分展現本院於神經腫瘤領域之研究能量與臨床實力。相關研究成果亦於會議期間獲得國際同儕關注與交流討論，成功提升台中榮總於國際神經腫瘤學界之能見度與學術影響力。

藉由此次參與國際大型神經腫瘤學術會議，不僅深化本人對神經腫瘤診斷與治療新趨勢之理解，亦有助於將國際最新研究成果與臨床實務經驗導入國內，作為未來臨床照護與研究發展之重要參考，進一步促進本院神經腫瘤醫療品質與學術發展。

關鍵字：

神經腫瘤醫學會 (Society for Neuro-Oncology, SNO)、神經膠質母細胞瘤 (Glioblastoma)、免疫治療 (Immunotherapy)、腦轉移 (Brain Metastases)、神經腫瘤治療反應評估準則 (RANO, Response Assessment in Neuro-Oncology)

目次

1. 目的.....	4
2. 過程.....	5
3. 心得.....	6
4. 建議事項	15

一、目的：

神經腫瘤醫學會（The Society for Neuro-Oncology, SNO）於民國 114 年 11 月 19 日至 23 日於美國夏威夷檀香山，與世界神經腫瘤學會聯盟（World Federation of Neuro-Oncology Societies, WFNOS）第七屆四年期國際會議聯合舉辦，並於會前另設兩日教育課程。SNO 年會為全球神經腫瘤領域最具規模與影響力之國際學術會議，匯集來自世界各國之基礎研究學者、臨床醫師、研究人員及相關產業代表，共同探討神經腫瘤學之最新研究成果與臨床治療進展。

本屆會議議程內容豐富且多元，涵蓋基礎科學、癌症神經科學、臨床試驗、中樞神經系統轉移、分子病理與分子分類、神經影像學、放射腫瘤學、免疫生物學與免疫治療、藥物開發與遞送系統、人工智慧（AI）於神經腫瘤診斷、預後與治療之應用、健康差距與生活品質、兒科神經腫瘤學，以及新興診斷與治療技術等重要議題。會議並安排全體大會演講、邀請講座、專題座談、工作坊及職涯發展與交流活動，促進跨領域學術交流與國際合作。

本次參與 SNO 年會之目的，主要歸納如下：

（一）掌握神經腫瘤學最新學術發展與知識更新

透過參與專題演講與學術發表，深入了解神經腫瘤基礎研究之新進展，包括腫瘤生物學、遺傳學與分子機制之最新發現；同時掌握尚未正式發表之臨床試驗結果，涵蓋新型藥物、手術策略與放射治療技術，並學習人工智慧、先進神經影像與藥物遞送等新興技術於臨床與研究之應用。

（二）建立國際專業人脈並拓展研究合作機會

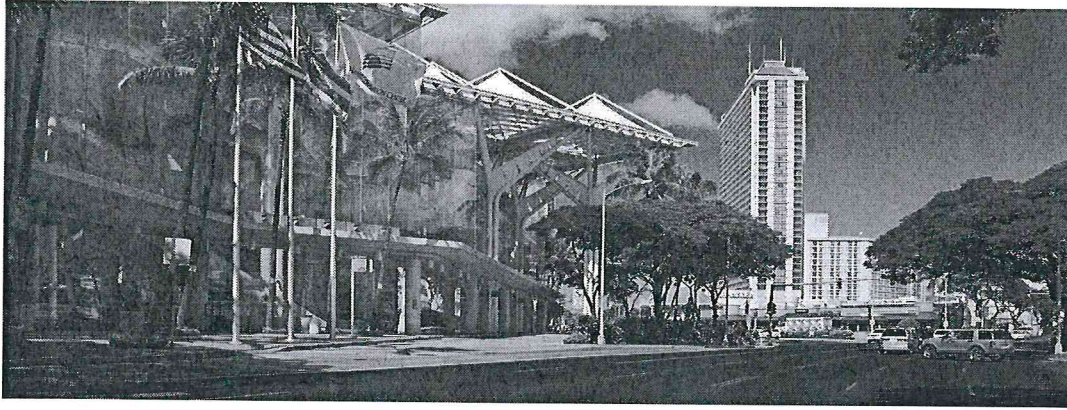
藉由與國際頂尖學者、臨床專家及產業代表之面對面交流，深化對神經腫瘤研究與臨床實務之理解，並尋求未來跨國研究計畫、臨床試驗及學術合作之潛在機會，同時掌握神經腫瘤相關產業發展趨勢。

（三）展示研究成果並提升學術影響力

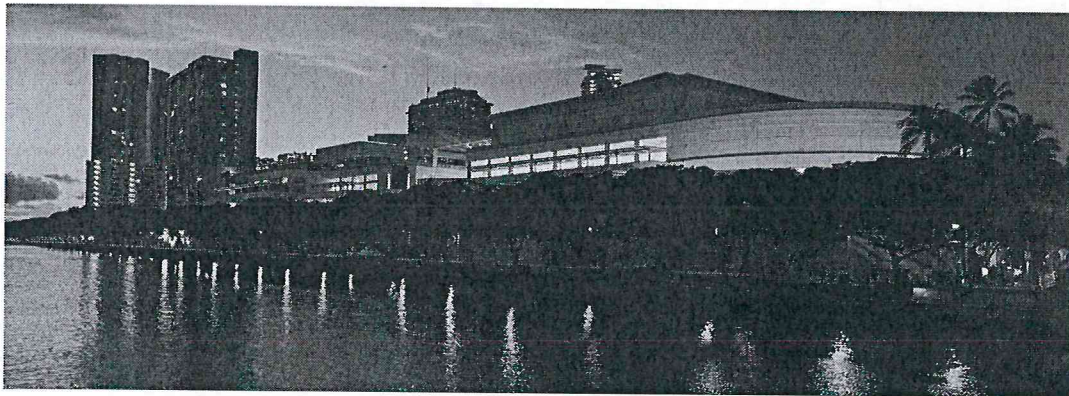
透過研究成果之國際發表與討論，取得來自國際同儕之專業回饋，提升研究品質與深度，並增加研究成果於國際學術社群之能見度與影響力。

（四）促進持續專業發展並精進臨床實務

參與教育課程、工作坊與專題討論，深化對神經腫瘤標準治療指引與最新臨床規範之理解，確保臨床照護策略與國際趨勢接軌，並作為未來臨床應用與研究規劃之重要參考。綜上所述，本次出席 SNO 年會之目的不僅在於汲取最新學術知識，更在於促進國際交流與合作、展示研究成果，並將國際前沿之研究與臨床經驗導入國內，以持續提升神經腫瘤臨床照護品質與研究發展。



1a.



1b.

Fig. 1a&b. Honolulu Convention Center

二、 過程

本次出國行程於民國 114 年 11 月 13 日自桃園國際機場出發，經日本成田國際機場轉機前往美國丹佛國際機場，並於民國 114 年 11 月 14 日至 16 日，參加在美國科羅拉多州丹佛市科羅拉多會議中心舉行之第 40 屆北美脊椎學會（North American Spine Society, NASS）年會。透過參與該會議，了解脊椎疾病與脊髓相關腫瘤之最新臨床治療與研究趨勢，作為後續神經腫瘤與脊椎轉移相關研究之重要參考。會後於民國 114 年 11 月 17 日轉機前往美國夏威夷檀香山，並入住大會指定飯店，接續參與於民國 114 年 11 月 19 日至 23 日聯合舉辦之第 30 屆神經腫瘤醫學會（The Society for Neuro-Oncology, SNO）年會暨世界神經腫瘤學會聯盟（World Federation of Neuro-Oncology Societies, WFNOS）第七屆四年期國際會議。大會期間全程參與各項學術議程、專題演講與海報展示，並與國際學者進行學術交流。

本次會議與會者主要來自美國，並涵蓋加拿大、南美洲、歐洲、亞洲、澳洲及泛太平洋地區等共 50 個國家，共有超過 1,800 篇研究論文投稿，實際註冊與會人數逾 3,000 名，顯示其高度國際性與學術影響力。會議討論主題涵蓋神經腫瘤相關之多項重要領域，包括腫瘤病理與惡性度分級、原發性與復發性惡性腦瘤、兒童腦瘤、轉移性腦瘤、脊椎與脊髓腫瘤、周邊神經腫瘤，以及放射治療、免疫治療、細胞治療等新穎治療策略與轉譯醫學應用，對於未來神經腫瘤臨床照護與研究發展具有重要參考價值。本次行程於 2025 年 11 月 24 日大會結束後搭機返抵桃園國際機場，圓滿完成出國研習與學術交流任務。



Fig. 2 台灣代表團於第 30 屆神經腫瘤醫學會 (SNO 2025) 年會會場入口合影。

三、心得：

本屆美國神經腫瘤醫學會 (Society for Neuro-Oncology, SNO) 年會為全球神經腫瘤領域具高度代表性之國際學術會議，會議議程內容廣泛，涵蓋基礎研究、臨床試驗、分子分型、神經影像診斷、外科治療、放射治療及藥物治療等重要面向，充分反映當前國際神經腫瘤診療與研究之最新發展趨勢。整體而言，本次會議顯示神經腫瘤醫療已逐步由傳統形態學分類，邁向以分子診斷為核心之精準醫療模式，並強調跨專科整合治療、創新藥物研發及人工智慧輔助臨床決策之應用。透過本次會議之參與，得以系統性掌握國際間神經腫瘤治療策略與研究方向之重要變化，對於未來國內臨床照護模式與研究發展，具有實質參考價值。

以下就本次會議中具代表性之學術重點，提出個人重要心得與觀察：

(一) 低惡性度與高惡性度膠質瘤之治療新進展:

本次會議中，與會專家普遍指出，分子分型已成為瀰漫性膠質瘤 (Diffuse glioma) 治療決策之重要依據，其中以 IDH 突變及 1p/19q 聯合缺失狀態最具臨床影響力。相關分子特徵不僅可作為預後評估工具，亦直接影響治療策略之選擇，包括放射治療、化學治療及新興標靶治療之應用。

依據世界衛生組織 (WHO) 2021 及 2024 年中樞神經系統腫瘤分類，已明確採用「分子診斷優先於傳統形態學」之原則，顯示分子分型對於腫瘤正確分類與後續治療規劃具有關鍵地位。會議中多項研究指出，未納入完整分子檢測之診斷，可能影響治療策略之適切性。在臨床實務層面，具 IDH 突變之膠質瘤患者，其整體預後相對較佳，治療策略得以依風險分層進行調整；相對而言，IDH 野生型腫瘤即使病理分級較低，仍可能呈現高度惡性之臨床行為，治療上多需及早介入放射治療與化學治療。另一方面，具 1p/19q 聯合缺失之寡樹突膠質細胞瘤，對特定化學治療方案之反應顯著較佳，顯示分子分型已成為治療選擇與療效預測之重要基礎。整體而言，會議內容顯示膠質瘤治療流程已由過去以病理分級為主，逐步轉變為結合手術、完整分子檢測及多專科討論之精準醫療模式，作為制定個別化治療策略之核心架構。

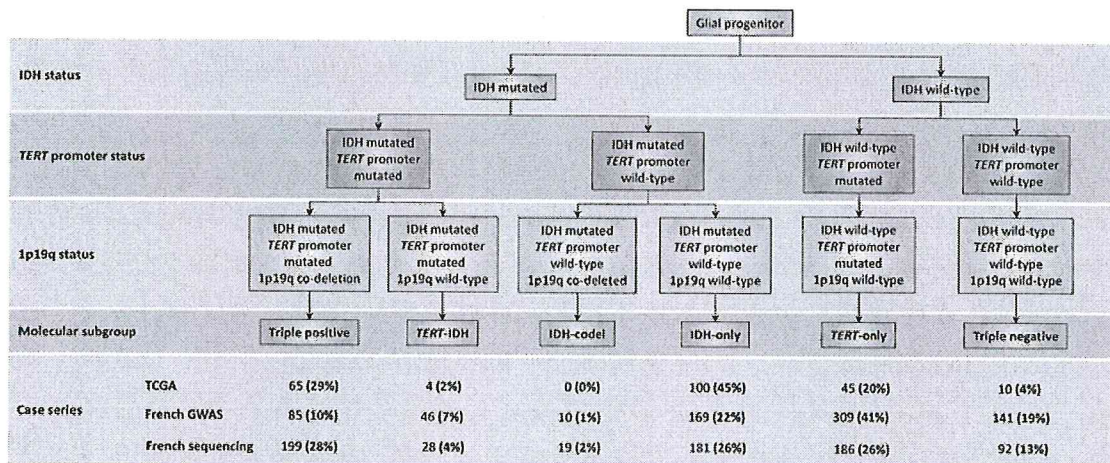


Fig 3. 瀰漫性膠質瘤之分子分型示意圖，顯示不同 IDH、TERT 及 1p/19q 分子組合之分類方式，並比較其於 TCGA 與法國大型病例資料庫中的分布情形。

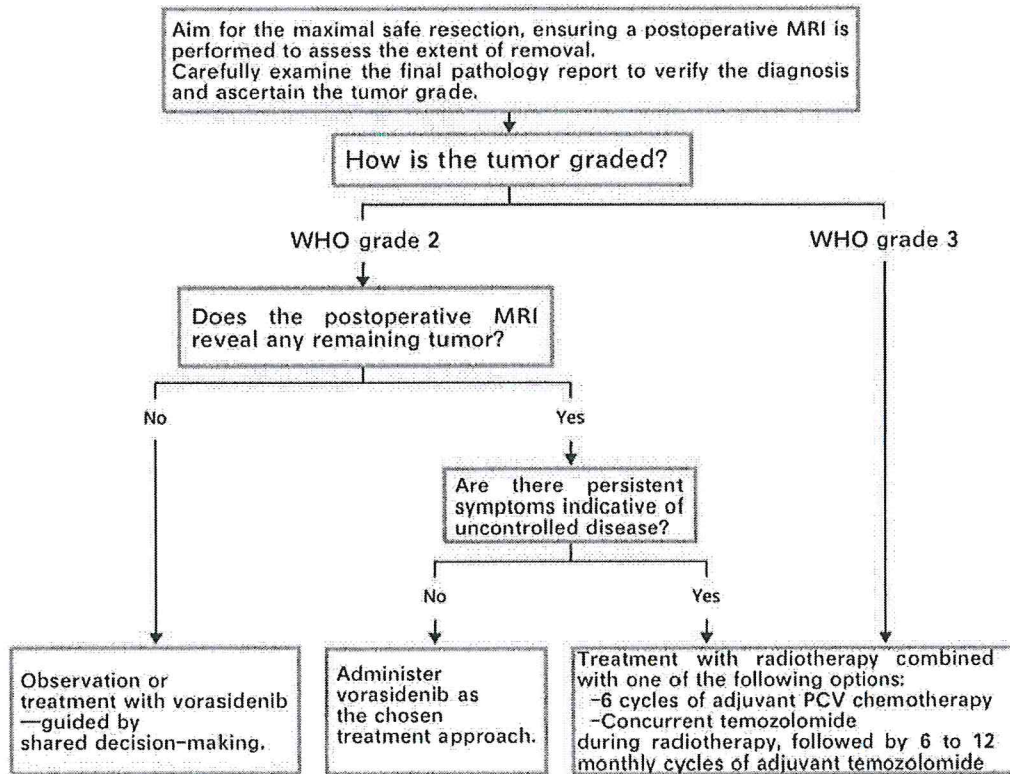


Fig4. IDH 突變且具 1p/19q 聯合缺失之寡樹突膠質細胞瘤初始治療策略示意圖

(二) Vorasidenib (IDH 抑制劑) 於低惡性度膠質瘤之臨床應用進展

本次會議中，低惡性度膠質瘤之治療進展為重要討論議題，其中針對 IDH 突變腫瘤之標靶治療藥物 Vorasidenib，引起廣泛關注。該藥物為口服小分子抑制劑，具良好中樞神經系統穿透能力，主要作用於突變型 IDH1 與 IDH2 酵素，藉以抑制腫瘤相關代謝異常。與會資料指出，第三期臨床試驗 (INDIGO 試驗) 顯示，Vorasidenib 可顯著延長具 IDH 突變之低惡性度膠質瘤患者之無惡化存活期，並有效延後放射治療或化學治療等後續介入時程。此結果對於年輕患者之生活品質與長期神經功能保留，具有實質臨床意義。依據會議所引述之國際規範，美國食品藥物管理局 (FDA) 已於 2024 年核準 Vorasidenib 用於特定條件之低惡性度膠質瘤患者，顯示其已逐步成為術後治療策略中之重要選項。會中亦提及該藥物整體安全性良好，惟臨床使用時仍需定期監測肝功能並注意潛在藥物交互作用。整體而言，Vorasidenib 的臨床應用象徵低惡性度膠質瘤治療由傳統觀察策略，逐步邁向以分子診斷為基礎之主動治療模式，對未來精準醫療發展具有指標性意義。

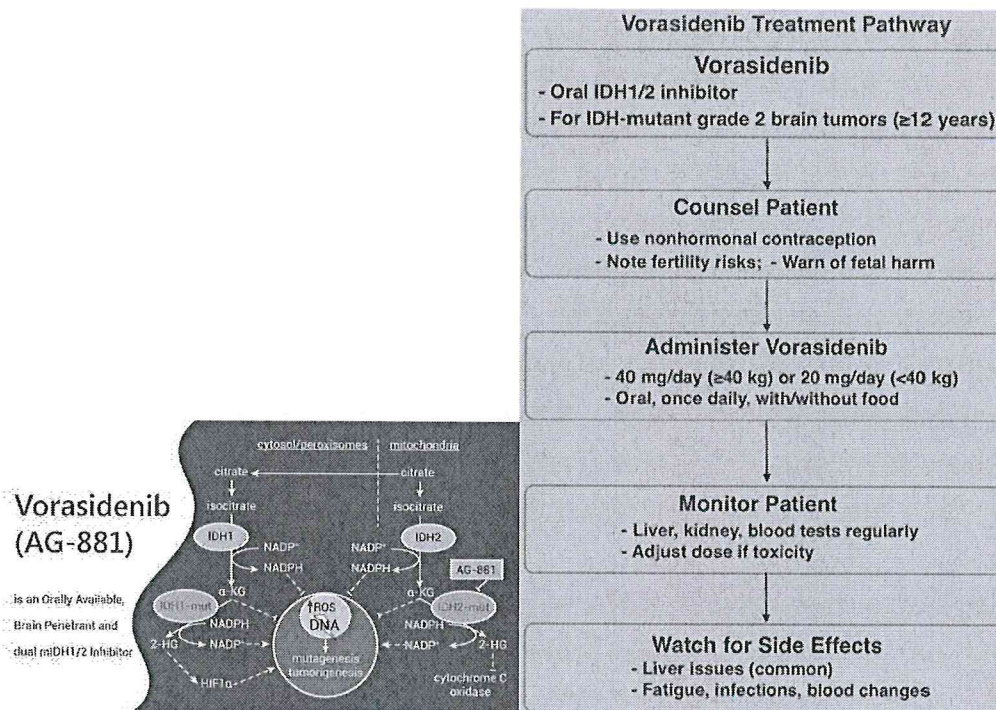


Fig.5 Vorasidenib 抑制突變型 IDH 酵素之作用機轉示意圖， Fig 6. Vorasidenib 於 IDH 突變低惡性度膠質瘤之治療流程示意圖

(二)、分子標靶治療於腦瘤之快速發展:

本次會議顯示，腦瘤治療已由傳統以組織學分類為主之模式，逐步轉向以分子診斷為核心之精準醫療策略。透過次世代定序 (Next-Generation Sequencing, NGS) 技術，臨床醫師得以更精確掌握腫瘤之分子特徵，作為診斷分類、預後評估及治療策略選擇之重要依據。與會專家普遍指出，NGS 不僅有助於尋找潛在治療標的，更已成為腦瘤正確分類與臨床決策的重要基礎。世界衛生組織 (WHO) 於 2021 年及後續更新之中樞神經系統腫瘤分類，已正式將分子特徵納入診斷標準，顯示分子診斷在臨床實務中的關鍵地位。在分子標靶治療方面，針對特定基因變異之藥物研發持續進展。例如，具 BRAF 變異、FGFR 變異或 NTRK 基因融合之腦瘤亞型，已有相對應之標靶藥物進入臨床應用或試驗階段，提供過往治療選擇有限之患者新的治療可能。此類治療策略強調依據腫瘤分子特性選擇藥物，而非僅以腫瘤位置或組織型態作為依據。此外，會議中亦提及多項技術發展，旨在克服血腦障壁對藥物遞送之限制，包括聚焦超音波暫時性開啟血腦障壁，以及奈米載體藥物傳遞系統等，作為提升標靶治療效益之輔助策略。整體而言，分子標靶治療的快速發展，正促使腦瘤臨床治療路徑由單一治療模式，逐步轉向結合分子診斷、手術、放射治療及藥物治療之整合性策略，對未來腦瘤精準醫療之推動具有重要參考價值。

(三) 免疫治療與腫瘤微環境之研究進展:

本次會議亦針對腦瘤免疫治療之發展現況與限制進行深入討論。與會學者指出，腦瘤，特別是膠質母細胞瘤 (Glioblastoma, GBM)，在免疫治療上的成效仍受多項生物學因素影響，其中以血腦障壁 (Blood-Brain Barrier, BBB) 及免疫抑制性腫瘤微環境 (Tumor Microenvironment, TME) 為主要挑戰。血腦障壁在生理上限制多數大分子藥物與免疫細胞進入中樞神經系統，使免疫治療藥物於腦內之有效濃度難以達成；同時，腦瘤微環境中常存在大量抑制性免疫細胞與代謝因子，進一步削弱免疫反應，使腫瘤呈現對免疫治療反應不佳之特性。針對上述限制，會議中彙整多項研究方向，顯示未來免疫治療之發展重點將聚焦於腫瘤微環境調控、血腦障壁突破技術及免疫反應增強策略。例如，透過調整腫瘤周邊免疫細胞組成、應用溶瘤病毒或新型免疫刺激策略，以提升免疫細胞對腫瘤之辨識與反應能力。

此外，個人化疫苗與細胞治療亦為會議中討論之重要方向，包括依據腫瘤分子特徵設計之疫苗策略，以及多靶點細胞治療技術，期望克服腫瘤異質性對治療成效之影響。部分研究亦指出，結合免疫治療與既有治療方式 (如手術、放射治療或標靶治療) 之多模態治療策略，可能為未來提升治療成效之重要方向。整體而言，腦瘤免疫治療正由單一治療模式，逐步轉向多層次、跨領域整合之治療策略。相關研究成果對於未來臨床應用仍需持續驗證，但已為腦瘤治療提供新的研究方向與發展契機。

(四) 多型性神經膠質母細胞瘤免疫治療: (Immunotherapy strategies for glioblastoma) :

本次會議中，多型性神經膠質母細胞瘤 (Glioblastoma Multiforme, GBM) 之免疫治療為重要討論主題之一。整體趨勢顯示，國際研究已由早期以單一免疫治療藥物為主之探索階段，逐步轉向結合多種治療方式之多模態 (multimodal) 整合策略，以因應 GBM 高度異質性及免疫抑制性腫瘤微環境所帶來之治療挑戰。

1. GBM 免疫治療主要研究方向之現況

會議中彙整之研究成果顯示，目前 GBM 免疫治療相關技術已由基礎研究逐步進入臨床試驗階段，部分策略亦納入特定臨床指引或治療建議，主要發展方向包括下列幾類：

(一) 嵌合抗原受體 T 細胞 (CAR-T) 治療

為因應單一標靶治療易產生抗藥性之限制，近年研究逐漸朝向多靶點 CAR-T 治療策略發展，透過同時辨識多個腫瘤相關抗原，以降低腫瘤免疫逃逸之可能性。部分研究亦嘗試以中樞神經系統直接給藥方式，提升治療細胞於腦內之分佈。

(二) 免疫檢查點抑制劑之應用策略調整

會議中指出，免疫檢查點抑制劑單獨使用於 GBM 的治療成效仍有限，近年研究逐步轉向於手術前或合併其他治療方式之使用策略，以期增強免疫反應並改善治療時機。

(三) 治療性疫苗之研究進展

治療性疫苗仍為 GBM 免疫治療的重要研究方向之一，包括以腫瘤組織製備之樹突細胞疫苗，以及依據分子特徵設計之個人化疫苗策略。相關研究顯示，此類治療方式有助於誘發腫瘤特異性免疫反應，惟其臨床角色仍需長期追蹤與驗證。

(四) 溶瘤病毒治療

溶瘤病毒治療係利用改造病毒選擇性作用於腫瘤細胞，促使腫瘤細胞破壞並釋放抗原，以調節腫瘤免疫微環境，相關研究仍持續進行中。

2. 未來發展方向與研究趨勢

會議中普遍認為，未來數年 GBM 免疫治療之研究重點，將聚焦於如何改善腫瘤免疫抑制微環境，並提升治療效果之穩定性。主要趨勢包括：

(一) 多模態整合治療策略

結合免疫治療與手術、放射治療、標靶治療或其他物理性治療方式，作為整體治療計畫之一部分。

(二) 血腦障壁突破技術之輔助應用

透過聚焦超音波等技術，暫時性提升藥物或免疫細胞進入中樞神經系統之能力，作為輔助治療策略。

(三) 腫瘤微環境調控

針對腫瘤相關免疫細胞之功能進行調整，以改善免疫抑制狀態，提升免疫治療之整體反應。

(四) 新型藥物與載體技術之探索

包括外泌體載藥技術及通用型細胞治療策略，期望在安全性與可及性方面提供更多治療選項。

整體而言，GBM 免疫治療仍處於持續發展與驗證階段，相關研究成果顯示，多模態整合與腫瘤微環境調控將為未來重要發展方向，對於提升治療策略之多樣性與可行性具有參考價值。

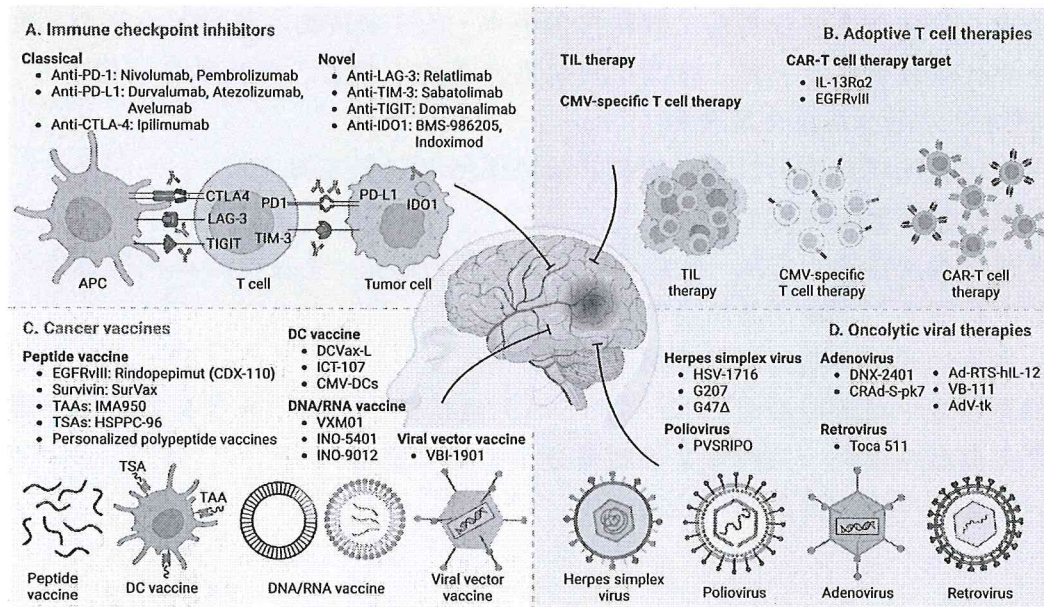


Fig7. 本圖概述目前國際研究中，針對多型性神經膠質母細胞瘤 (GBM) 所發展之主要免疫治療策略，依治療機制可概分為四大類型，包括免疫檢查點抑制劑、採用性 T 細胞治療、癌症疫苗，以及溶瘤病毒治療。各類策略係透過不同方式調節或活化免疫反應，作為腫瘤治療研究之方向示意。

(五) 對腦轉移 (Brain metastases) 當前治療和未來方向

本次神經腫瘤醫學會 (SNO) 年會中，腦轉移 (Brain Metastases, BM) 之治療策略為重要討論議題之一。會議內容顯示，隨著具中樞神經系統活性之全身性治療藥物發展，以及藥物穿透血腦障壁 (Blood-Brain Barrier, BBB) 能力之提升，腦轉移治療策略已逐步由以往以局部治療為主之模式，轉向結合全身性治療與局部治療之整合性精準醫療方向。

1. 當前治療原則與臨床實務趨勢

目前臨床治療腦轉移時，多採取多模態整合治療策略，並依據腫瘤數量、病竈大小、原發癌種、分子特性及病人整體狀況進行個別化決策。

(一) 立體定位放射手術 (Stereotactic Radiosurgery, SRS) 之角色

對於病竈數量有限之腦轉移患者，SRS 已成為重要治療選項之一，並逐漸取代全腦放射治療 (Whole Brain Radiotherapy, WBRT)，以降低對神經認知功能之影響。隨著影像技術與治療計畫系統之進步，SRS 已可同時處理多個病竈，並兼顧治療精準度與安全性。

(二) 具中樞神經系統活性之全身性治療

會議中指出，針對具特定分子變異之患者，選擇具良好中樞神經系統活性之標靶治療或免疫治療，已成為重要治療策略之一，並可在部分情況下延後或減少放射治療之使用。此一策略在肺癌、乳癌及黑色素瘤相關腦轉移中，已有相對明確之應用方向。

(三) 免疫治療於腦轉移之應用

免疫檢查點抑制劑在特定癌別之腦轉移治療中，已逐漸被納入整體治療規劃，並作為全身性治療策略之一環，惟其使用仍需考量病人整體狀況及潛在副作用。

2. 新興研究方向與未來發展重點

會議中亦提出多項可能影響未來腦轉移治療策略之研究方向：

(一) 腦膜轉移之治療探索

腦膜轉移過去治療選項有限，目前研究正朝向鞘內給藥、免疫治療及抗體藥物複合體等方向發展，以期改善治療可及性。

(二) 液態切片於疾病監測之應用

利用腦脊髓液中之迴圈腫瘤 DNA (ctDNA) 進行分子監測，未來有助於區分治療後變化與腫瘤進展，並即時掌握腫瘤分子特性之變化。

(三) 腫瘤微環境調控與輔助技術

研究亦顯示，腦轉移腫瘤與周邊正常腦組織之交互作用，可能影響治療反應。相關策略包含調整腫瘤微環境及利用聚焦超音波等輔助技術，提升藥物進入中樞神經系統之能力。

3. 臨床決策原則與整合照護模式

會議中強調，腦轉移治療之決策應優先考量病人之整體功能狀態與預期存活時間，並於多專科團隊（包含神經外科、放射腫瘤科、腫瘤內科及影像專科）共同討論下進行。對於體能狀態不佳或預期壽命有限之患者，最佳支持性照護仍為重要選項之一。

整體而言，腦轉移治療正由單一治療模式，逐步轉向以病人為中心之整合性精準治療策略，相關發展對未來臨床實務與治療指引之修訂具有重要參考價值。

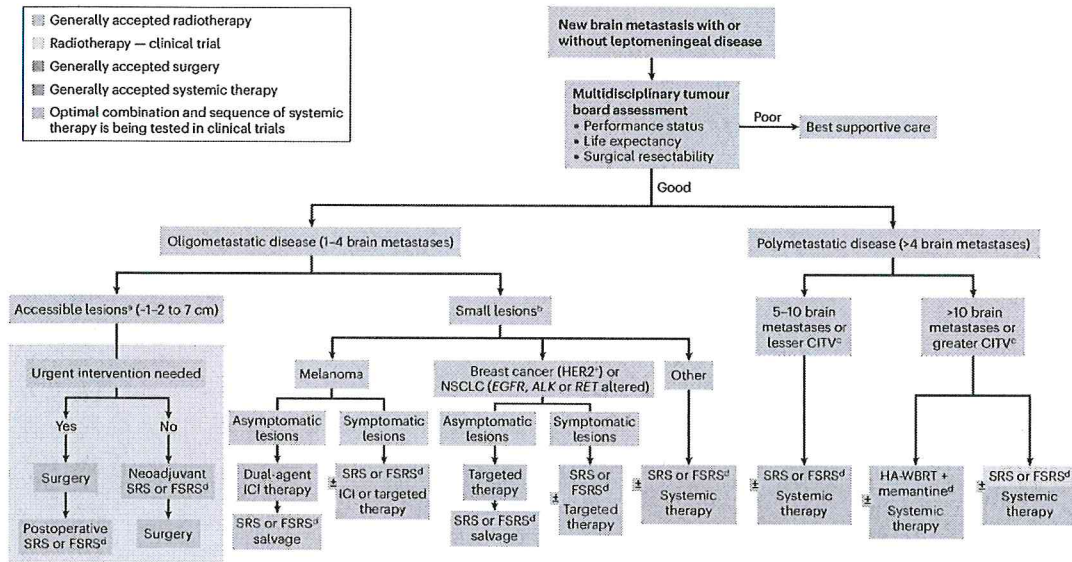


Fig8. 本圖示意腦轉移治療中，依據病竈數量、腫瘤體積、原發癌種、分子特性及病人整體狀況，進行治療策略選擇之概念性流程。治療方式可能包含手術、立體定位放射手術、全腦放射治療及全身性治療，並透過多專科團隊討論進行整合決策。本圖僅作為臨床決策架構之示意說明。

(六)、神經腫瘤影像與人工智慧 (AI) 應用:

在神經腫瘤學領域中，影像學為診斷、治療計畫制定及療效追蹤之核心工具。隨著人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 技術逐步由研究階段邁入臨床應用，神經影像之分析方式與臨床工作流程已產生明顯變化。

1. AI 於神經影像之主要應用方向

目前 AI 應用多集中於磁振造影 (MRI) 與電腦斷層 (CT) 影像之分析，將原本高度仰賴人工判讀之影像資料，轉化為可量化、可重複之臨床指標，主要應用方向包括：

(一) 自動化影像分割與定量分析

AI 系統可協助自動辨識腫瘤範圍、水腫區域及相關結構，作為手術規劃、放射治療標靶設定及治療後追蹤之輔助工具，有助於提升作業效率並降低人為差異。

(二) 影像體學與分子特徵預測

透過分析影像中細微的紋理與訊號特徵，AI 技術可提供腫瘤分子特性之輔助預測資訊，作為臨床決策與治療策略規劃之參考。

(三) 鑑別診斷與療效評估

AI 應用亦被用於協助區分治療後影像變化與腫瘤進展，並提升對微小病竈之偵測能力，對於疾病追蹤與治療評估具有輔助價值。

2. 臨床工作流程之整合趨勢

近年來，AI 系統已逐步與醫療影像平台及電子病歷系統整合，形成端到端之臨床工作流程。相關應用包含影像自動分析、術中導航輔助及放射治療計畫支援，協助臨床醫師在維持醫療品質之前提下，提高整體作業效率。此外，AI 技術亦被應用於腦腫瘤療效評估標準（如 RANO）之輔助分析，透過體積化與自動化量測方式，降低人工測量之誤差與主觀性。國際間亦成立相關工作小組，推動 AI 影像指標之標準化與跨中心驗證。

3. 台灣發展現況與未來挑戰

會議中亦提及，台灣於神經影像 AI 領域已具備一定研發能量，部分系統已進入臨床應用或驗證階段。然而，AI 技術於臨床全面導入仍面臨資料來源差異、模型可解釋性、法規與倫理規範等挑戰，相關制度與配套措施仍有待持續完善。整體而言，AI 技術在神經腫瘤影像中的角色，係作為臨床決策之輔助工具，而非取代醫師判斷，未來發展重點在於如何於臨床安全性與實用性之間取得平衡。

(七) 惡性腦瘤治療之瓶頸與未來發展方向：

惡性腦瘤，特別是多型性神經膠質母細胞瘤（Glioblastoma, GBM），長期以來為神經腫瘤治療中最具挑戰性之疾病類型。儘管精準醫療與新興治療策略持續發展，臨床治療仍面臨多項結構性與生物學層面之限制。

1. 主要治療瓶頸

(一) 血腦障壁對藥物遞送之限制

血腦障壁在生理上限制多數藥物進入中樞神經系統，降低全身性治療於腦部之有效濃度，為腦瘤治療之重要障礙之一。

(二) 腫瘤高度異質性

惡性腦瘤在空間與時間上均呈現顯著異質性，使單一治療策略難以全面控制腫瘤生長，亦增加抗藥性產生之風險。

(三) 侵襲性生長特性

腦瘤細胞常呈現滲透性擴散，與正常腦組織界線不清，限制手術切除範圍，亦為復發之重要因素。

(四) 免疫抑制性腫瘤微環境

腦部腫瘤微環境多呈免疫抑制狀態，影響免疫治療之反應性，增加治療難度。

(五) 分子演化與抗藥性機制

腫瘤細胞可透過多種代償性訊號路徑持續生長，並影響既有治療效果，使長期控制更具挑戰。

2. 未來發展方向

針對上述瓶頸，會議中歸納出多項可能的發展方向，包括改良藥物遞送方式、結合物理性技術提升藥物進入腦部之效率，以及發展多靶點治療與整合性治療策略，以降低腫瘤逃逸與抗藥性之風險。整體而言，惡性腦瘤治療仍需透過跨領域合作與長期研究累積證據，逐步改善現有治療限制。相關發展方向對於未來臨床治療策略與研究規劃，具有重要參考價值。

四、建議事項：

(一) 建立神經腫瘤分子分型病理診斷之標準化作業流程

建議持續推動並完善神經腫瘤分子分型之常規化診斷路徑，將 IDH、1p/19q、TERT、EGFR、H3 K27M、BRAF、ATRX、TP53 等重要分子標記，納入標準病理檢測項目，作為臨床診斷分類與治療策略選擇之依據，以提升精準用藥與治療一致性。

(二) 促進血腦障壁穿透技術之臨床應用與研究發展

建議支持高效血腦障壁穿透技術之臨床轉化研究，包含聚焦超音波 (Focused Ultrasound, FUS) 結合標靶治療或免疫治療之應用評估，逐步累積臨床經驗與安全性資料，作為未來治療策略之參考。

(三) 推動多模態免疫治療整合策略之臨床研究

建議鼓勵整合不同治療機轉之免疫治療策略，包含腫瘤疫苗、免疫調節藥物 (如 IDO 抑制劑) 及物理性治療方式 (如腫瘤電場治療 TFields)，於臨床研究架構下進行多模態組合評估，以探索提升治療成效之可行性。

(四) 強化人工智慧與神經影像分析之臨床常規化整合

建議持續發展 AI 輔助之神經影像分析技術 (如 AI-RANO)，協助腫瘤體積與治療反應之自動化量測，並建立本土神經影像 AI 驗證資料庫，以降低不同影像設備與條件所造成之判讀差異，提升臨床應用穩定性。

(五) 建立腦轉移治療之精準決策與優先順序原則

建議針對具特定分子特徵之腦轉移患者（如 EGFR、ALK 或 HER2 相關變異），於多專科討論基礎下，優先評估具中樞神經系統活性之全身性治療策略，適度延後全腦放射治療，以兼顧治療成效與神經認知功能之維護；並強化腦脊髓液液態切片（CSF-ctDNA）於疾病監測之應用。

(六) 持續探索因應腫瘤異質性之多靶點治療策略

建議於臨床研究與轉譯醫學架構下，持續評估多靶點治療策略之可行性，包括多靶點細胞治療及組合式標靶治療，以因應腫瘤異質性與抗藥性所帶來之臨床挑戰。