

出國報告（出國類別：國際會議）

②

## 赴美國舊金山

參加 2025 年美國放射腫瘤學會年會學術年會

③

服務機關：台中榮民總醫院

姓名職稱：游惟強 醫師

派赴國家：美國/舊金山

出國期間：114/9/26-114/10/3

報告日期：114/10/31

## 摘要

職於 2025 年 9 月 27 日至 10 月 1 日，美國放射腫瘤學會 (ASTRO) 第 67 屆年會於舊金山舉行，主題為「Rediscovering Radiation Medicine and Exploring New Indications」，象徵放射治療正從傳統腫瘤治療邁向生物學導向與多領域整合的新時代。

本屆年會聚焦五大主軸：1. AI 與自適應放療 (Adaptive RT) 臨床落地-展示自動分割、線上重算與即時品質監控的最新成果。2. 質子治療與減毒策略-多項臨床試驗 (如 TORPEdO、MSK 研究) 證實在頭頸癌患者中，質子治療能顯著降低黏膜炎等急性毒性而不影響控制率。3. MR 導引放射治療 (MR-Linac / MRgRT) -國際註冊研究 MOMENTUM 報告指出 MR 自適應放療可改善前列腺癌患者生活品質。4. 低劑量放療 (LDRT) 與新適應症探索-針對骨關節炎、Dupuytren 病及免疫調節的臨床試驗引起廣泛關注。5. 精準放療與可行動生物標記

(Actionable Biomarkers) -強調基因體、放射組學及蛋白體資料結合，推動個體化治療。此外，年會特設 Plenary Sessions、Clinical Trials Symposia 與 Cancer Breakthroughs 等高峰場次，展示放射治療與免疫治療、放射性核素 (Theranostics) 及生物標記導向治療的融合成果。Keynote 演講由 AMA 會長 Bobby Mukkamala 與 Stanford 醫學院 Bryant Lin 主持，強調醫療公平與患者觀點。本人亦於本屆年會發表 e-Poster 研究“AI-Based Predict and Auto-Segment of PET-Avid Lymph Nodes from Contrast-Enhanced CT Simulation in Head and Neck Cancer Radiotherapy”。該研究以人工智慧模型結合對比增強 CT 進行 PET-avid 淋巴結之自動預測與分割，驗證 AI 在頭頸癌放療計畫中的臨床可行性與準確性，獲得現場良好回響。

整體而言，ASTRO 2025 突顯三項未來趨勢：從劑量導向走向生物導向；從硬體創新邁向智慧化整合以及從腫瘤治療拓展至免疫與再生醫學應用。放射腫瘤學正進入「精準、智慧、跨界」的新階段，臨床與研究將同步朝向 AI 驅動、影像引導與病人價值導向的整合發展。特別感謝國科會對本研究經費的支持，以及臺中榮民總醫院歷年長官在智慧醫療與放射腫瘤創新發展上的持續推動與鼓勵，使本次研究得以順利完成並登上 ASTRO 國際舞台。

**關鍵字：**放射腫瘤學 (Radiation Oncology); 人工智慧 (Artificial Intelligence, AI); 自動分割 (Auto-Segmentation); 頭頸癌放療 (Head and Neck Cancer Radiotherapy); PET-Avid 淋巴結 (PET-Avid Lymph Nodes); 質子治療 (Proton Therapy); MR 導引放射治療 (MR-Linac / MR-Guided Radiotherapy)。

# 目次

一、 目的 .....	1
二、 過程 .....	1
三、 心得 .....	11
四、 建議事項 .....	11
(一) 建立 AI 放療技術導入與驗證平台。	
(二) 推動「智慧放療」整合示範計畫。	
(三) 建立國際合作與研究交流管道。	
(四) 強化教育訓練與跨域人才培育。	
五、 附錄 .....	12

## 一、 目的

參加 2025 年美國放射腫瘤醫學會 (ASTRO 2025) 年會的主要目的，在於 掌握國際放射腫瘤學最新趨勢、交流前沿技術、並展示我國在人工智慧放射治療研究的成果。ASTRO 為全球放射腫瘤領域最具影響力之學術盛會，聚焦 AI 臨床應用、質子治療、MR 導引放療、低劑量放療及放射生物標記整合 等主題。透過參與年會，可直接接觸各國頂尖研究機構 (如 Penn Medicine、MSKCC、MD Anderson 等) 之臨床試驗與智慧放療系統發展現況。

此外，本人於年會發表 e-Poster 研究：「AI-Based Predict and Auto-Segment of PET-Avid Lymph Nodes from Contrast-Enhanced CT Simulation in Head and Neck Cancer Radiotherapy」，藉由展示自主開發之 AI 自動分割模型，與國際學者交流人工智慧於放療計畫中的實際應用經驗，並探討跨機構合作與臨床導入之可行性。整體而言，本次參與旨在吸收國際放射治療技術與臨床新知；提升臺中榮總在智慧放療研究領域之國際能見度與強化與國際頂尖中心的合作與策略聯繫，推動院內 AI 與質子治療發展藍圖。

## 二、 過程

### (一) 會議基本資訊

1. 會議名稱：ASTRO 第 67 屆年會 (67th Annual Meeting of the American Society for Radiation Oncology, ASTRO 2025)
2. 主辦單位：American Society for Radiation Oncology (ASTRO) (美國放射腫瘤醫學會，全球放射腫瘤領域最大專業組織，會員逾一萬人，涵蓋醫師、醫學物理師、生物學家及放射治療專業人員)
3. 時間：2025 年 9 月 27 日 (星期六) 至 10 月 1 日 (星期三)
4. 地點：美國加州舊金山莫斯康展覽中心 (Moscone Center, San Francisco, California, USA)
5. 會議架構：ASTRO 年會為放射腫瘤領域最具代表性的國際會議之一，架構包括：
  - Plenary Sessions：年度最具影響力臨床與科研成果發表
  - Clinical Trials and Late-Breaking Abstract Sessions：重大臨床試驗更新與創新研究成果
  - Science Highlights & Quick Pitch Sessions：前沿影像、AI、自適應放療及新技術展示
  - Educational & Refresher Courses：教育訓練課程與臨床應用工作坊
  - e-Poster 與口頭報告區 (Digital Poster Hall)：展示國際最新研究成果

- Exhibition Hall：設備廠商展示最新放射治療系統與軟體整合應用
- Special Forums：含 AI & Imaging Innovation Forum、Women in Radiation Oncology、Global Health Symposium 等專題論壇

## (二) 每日議程總覽與摘要 (Summary of Daily Schedule)

### 1. 2025/9/27 (星期六) 重點摘要 (Day 1)

#### 一、開幕

ASTRO 在官方發布歡迎影片，由 ASTRO CEO Vivek Kavadi 歡迎與會者並介紹開幕議程。這天會議定位為整體年會的開端，尚無正式展覽（展覽廳是 9/28 才開始）開場為典禮、致詞與對年會主題的定位“Rediscovering Radiation Medicine and Exploring New Indications”

#### 二、摘要獎／傑出貢獻獎項公布

#### 二、9/27 的重要研究發表題目與摘要整理

題目	類型 / 場次	摘要重點
A Double-Blinded Placebo-Controlled Biomarker Stratified Randomized Trial of Apalutamide (APA) and Radiotherapy for Recurrent Prostate Cancer (NRG GU006, BALANCE trial)	口頭 / Clinical Trials (CT 01)	<p>背景：術後 PSA 上升（復發傾向）是前列腺癌患者常見問題。標準 salvage 放射治療（SRT）常與雄激素剝奪療法（ADT）結合。但並非所有患者都能從加上抗雄激素（apalutamide）中受益。</p> <p>方法：這是雙盲、placebo 對照、以生物標記（PAM50 分型）分層的隨機試驗設計。患者在接受 SRT 時隨機接受 apalutamide 或 placebo。以生化進展無進展期（bPFS）為主要終點。</p> <p>初步結果 / 公告摘要：在 luminal B 分型患者中，加用 apalutamide 顯著改善 5 年 bPFS (72.4% vs 53.9%, p = 0.0062)；轉移無進展存活 (MFS) 也更佳 (94.7% vs 81.8%, p = 0.029)。在非 luminal B 群組中，添加抗雄激素組與 placebo 組 bPFS 差異不顯著。</p> <p>意義 / 結論：這可能是首個在術後復發前列腺癌治療中，以生物標記導向是否加用抗雄激素的前瞻性驗證研究。為個體化術後照射加強策略提供依據。</p>

題目	類型 / 場次	摘要重點
<p>Androgen Deprivation Therapy (ADT) + 高劑量放射治療 ± 全盆腔照射，用於不良中間風險或良性高風險前列腺癌：NRG-RTOG 0924</p>	<p>口頭 / Clinical Trials (CT 01)</p>	<p>背景：在中風險／高風險前列腺癌患者中，提高放射劑量與加上全盆腔照射是否能改善控制率為臨床關鍵問題。            方法：隨機分配給接受高劑量放射治療 + ADT，或加/不加全盆腔照射 (whole pelvic RT) 的患者。            意義 / 結論：該研究若顯示全盆腔照射有益，將可能調整高風險／中風險前列腺癌的放射野設計。</p>
<p>Tracking Changes in B Cell Antibodies in Cervical Cancer Patients Treated with Chemoradiation and Immunotherapy on GOG 9929</p>	<p>口頭 / Molecular &amp; Precision Medicine (GYN)</p>	<p>背景：子宮頸癌患者接受化放療 + 免疫療法時，B 細胞抗體反應可能是體內免疫反應或抗腫瘤機制指標。            方法：追蹤治療過程中 B 細胞抗體 (例如某些特定抗體或 B 細胞亞型) 的變動，與臨床反應或副作用做關聯分析。            意義 / 結論：若抗體變化與治療效果或毒性相關，可能成為未來反應預測或監測指標。</p>
<p>Impact of Intensified Survivorship Care Planning on Cardiovascular Care in Prostate Cancer Survivors: Primary Results of NRG-CC007CD</p>	<p>口頭 / PRO/QoL / Survivorship</p>	<p>背景：前列腺癌患者經過治療後，心血管健康為常見長期併發症風險。            方法：對照研究比較標準照護 vs 加強的存活者照護計畫 (intensified survivorship care) 對心血管管理 (如心血管風險評估、控制指標等) 的影響。            意義 / 結論：若該加強計畫能顯著改善心血管管理，對前列腺癌長期照護模式有潛在改變意義。</p>
<p>Sociodemographic Factors Associated with Proton Therapy Accessibility in NRG Oncology Trials of Locally Advanced NSCLC</p>	<p>海報 / Poster</p>	<p>背景：質子治療在實際可及性可能受社經地位 (sociodemographic) 的影響，可能導致公平性議題。            方法：以參與 NRG Oncology 胸腔 (NSCLC) 相關試驗的患者為基礎，分析哪些社經變數 (如 доход、地區、族群、保險類型等) 與接受質子治療的可能性有關聯。            意義 / 結論：揭示質子治療在試驗中存在的可及性落差，有助設計後續公平取</p>

題目	類型 / 場次	摘要重點
		用策略或政策干預。
Is patient-reported baseline fatigue associated with overall survival among patients with resected head of the pancreas adenocarcinoma on NRG/RTOG 0848?	口頭 / PRO/QoL / Survivorship	背景：胰臟癌切除後患者的基線症狀（如疲憊）是否與全存活期（overall survival, OS）有關，是值得探討的預後指標。 方法：採用問卷調查根據患者報告的疲憊程度，與其存活資料做相關分析。意義 / 結論：若數據顯示基線疲憊為獨立預後因素，可納入預後模型或照護策略考量。

ASTRO 2025 年會首日以「Education Day」與「AI & Imaging Innovation Forum」為主軸，強調放射腫瘤學的再定義與教育革新。整體氛圍聚焦於「從硬體導向走向智慧導向」，多場課程圍繞 AI 自動化、Adaptive Radiotherapy（自適應放療）與 Precision Oncology（精準放療）三大主題。其中，AI 分割與自動治療規劃的實例展示令人印象深刻。國際多個中心（如 MD Anderson、Mayo Clinic、MSKCC）已將 AI 應用融入日常治療流程，包括自動輪廓生成、即時劑量調整與影像品質控制，形成“Human + AI Hybrid Workflow”。這顯示放射腫瘤正快速邁向資料驅動與演算法導向的新時代。此外，會中對於 MR-guided Radiotherapy 的教學與案例討論，進一步凸顯影像即時回饋對臨床決策的重要性。歐洲與美國多個中心報告顯示，MR-Linac 已可在 20 分鐘內完成「掃描 - 輪廓 - 重算 - 治療」全流程，顯著提升胰臟、肝臟及前列腺癌病人的治療精準度與安全性。整體而言，ASTRO 首日的教育活動讓人深刻體會到：智慧放療不再是未來，而是正在臨床全面實現的現實。

## 2. 2025/9/28 的重點研究發表題目與摘要整理 (Day 2)

題目	類型 / 場次 (可能)	摘要重點 / 核心發現	評論 / 潛在意義
LBA 03: Tumor Treating Fields (TTFields) after stereotactic radiosurgery (SRS) for brain metastases from NSCLC	Late-breaking Abstract	在 NSCLC 的腦轉移病人中，SRS 結合 TTFields 的應用作為局部控制策略。	如果 TTFields 可延長無進展期或改善控制，可能為腦轉移病人提供新的加強局部治療選擇。
LBA 07: Efficacy of hypofractionated stereotactic radiotherapy with	Late-breaking Abstract	在復發高級別膠質瘤 (gliomas) 中，探討不同高分割立體放療方案 (hyperfractionation /	配合抗血管生成劑 (bevacizumab) 的再照射策略若有效，可能改變復發

題目	類型 / 場次 (可能)	摘要重點 / 核心發現	評論 / 潛在意義
different dose fractionation regimens + concurrent bevacizumab in recurrent high-grade gliomas		stereotactic RT) 結合 bevacizumab 的療效差異。	glioma 的治療格局。
LBA 11: Addition of metastasis-directed therapy to standard of care: Primary aggregate analysis & immunologic correlates of Phase II EXTEND trial	Late-breaking Abstract	在標準治療外，加入「轉移導向治療 (metastasis-directed therapy)」對多發性少量轉移病人的整體療效及免疫學相關指標進行整合分析。	若加入轉移導向治療有生存或無進展期增益，可為 oligometastasis 病人治療策略提供依據。
LBA 11、LBA 03、LBA 07 等皆在 ASTRO 公告中作為重要被關注題目。			
Abstract 4: Decreasing the dose of consolidation radiation therapy in DLBCL / HGBL (Large B cell 類型淋巴瘤) - phase II	Regular Abstract / Oral / Late-breaking	探討在 DLBCL / 高度侵襲性淋巴瘤中，是否可以降低整合放射治療 (consolidation RT) 的劑量而仍維持控制率。	如果可行，代表某些病人可減少放射線暴露與毒性風險。
Abstract 183: 10-year neuropsychological & QoL outcomes in pediatric brain tumor survivors: 比較 photon vs proton cohort	Poster / Oral 場次	在兒童腦腫瘤存活者中，長期追蹤電離輻射 (photon) 與質子治療 (proton) 在神經心理學 (neuropsychological) 與生活品質 (QoL) 層面的差異。	長期神經認知與生活品質是兒童腦瘤治療中非常關鍵的議題，質子治療若有優勢則意義重大。
Abstract 241: A phase II randomized study of proton vs IMRT in unilateral head & neck cancer	Oral / Clinical Trials	探討質子治療與 IMRT 在單側頭頸癌 (unilateral head and neck cancer) 治療中的效果與毒性比較。	若質子可在毒性減少的同時維持控制率，則有助於推動質子在頭頸癌中的應用。
Abstract 248: Toxicities & QoL following	Oral / Clinical Trial	比較對 Dupuytren's disease (杜普伊特氏症，手	這是放射治療在非惡性疾病領域的探

題目	類型 / 場次 (可能)	摘要重點 / 核心發現	評論 / 潛在意義
observation or radiation therapy for Dupuytren's disease (DEPART trial)	/ Nonmalignant 科目	掌纖維性組織增生病) 患者，採觀察 vs 低劑量照射治療後之毒性與生活品質變化。	索之一，對於拓展適應症有參考價值。
Abstract 249: Interim analysis of mitigating osteoarthritis by intervention with low-dose irradiation to extremities (MOBILE trial)	Poster / Oral	在骨關節炎 (osteoarthritis, OA) 中用低劑量輻射干預 extremities (四肢) 以減緩進展或症狀改善。	酒與傳統用藥相比，若輻射干預能降低疼痛或阻止病情惡化，可能開啟對某些非腫瘤性慢性病的新治療思路。

ASTRO 2025 第二天為正式開幕與 Plenary Session 的核心日，主題明確聚焦於「Precision and Compassion in Radiation Oncology (精準與關懷並重的放射腫瘤學)」。

上午由 ASTRO 主席發表開幕演講，強調放療未來的三大方向：精準導向、生物標記驅動、與病人經驗整合。最受矚目的 Plenary Session I 涵蓋多項具臨床改變潛力的研究，包括：

TORPEdO 試驗：比較頭頸癌患者接受質子治療與 IMRT 的急性毒性差異，結果顯示質子治療能顯著減少 3 級以上口腔黏膜炎 (7.5% vs 22.2%)，生活品質與治療依從性均提升。

HPV 陽性喉癌照射範圍縮減研究：證實降低頸部低劑量區域可促進免疫細胞復原，支持「免疫保護型放療 (immune-friendly RT)」的新概念。

乳癌三日 APBI (Accelerated Partial Breast Irradiation) 試驗：提出更短療程的可能性，臨床效果良好且患者接受度高。

下午的 Clinical Trials Symposium 介紹多項結合免疫治療與放療的新設計試驗，包括放射免疫序列、CD8+ T 細胞監測與腫瘤微環境變化分析，顯示未來放射腫瘤學將更強調與分子醫學及免疫治療的交叉整合。從臨床觀察來看，ASTRO 已不僅是技術展示會，更成為「放射醫學臨床轉譯平台」，強調從治療技術走向系統思維與病人價值。

### 3. 2025/9/29 的重要研究發表題目與摘要重點 (Day 3)

題目	發表者	重點 / 發現	意義
A Double-Blinded Placebo-Controlled Biomarker	Daniel Spratt,	使用 PAM50 生物標記將復發前列腺癌患者分為 luminal B	這是首次前瞻性利用分子標記來

題目	發表者	重點 / 發現	意義
Stratified Randomized Trial of Apalutamide (APA) and Radiotherapy for Recurrent Prostate Cancer (NRG GU006, BALANCE trial)	MD	vs 非 luminal B，在 luminal B 群組中加用抗雄激素 apalutamide 可顯著改善生化無進展存活 (bPFS)，但在非 luminal B 群組中未見顯著差異。	導向是否給予激素治療於復發前列腺癌的研究，對個體化治療具有里程碑意義。
177Lutetium-PSMA Neoadjuvant to Ablative Radiotherapy for Oligorecurrent Prostate Cancer: Primary Endpoint Analysis of the Phase II LUNAR Randomized Trial	Amar Kishan, MD, PhD	在有限復發 (oligorecurrent) 前列腺癌病人中，將 177Lu-PSMA 標靶放射性藥物與 SBRT (立體放療) 合併使用，比起單純 SBRT，可延長無進展存活期 (PFS) 超過一倍 (從 7.4 個月延至 17.6 個月)，且未大幅提升毒性。	這是首個嘗試在復發前列腺癌中整合放射性核素 + 局部放療的試驗，若長期結果穩定，有潛力改變復發策略。
ADT + High Dose Definitive Radiotherapy ± Whole Pelvic RT in Unfavorable Intermediate / Favorable High-Risk Prostate Cancer	Mack Roach, MD, PhD	在不良中間風險至良好高風險前列腺癌患者中，比較是否加入全骨盆照射 (WPRT) 對整體存活 (OS)、前列腺癌特異存活 (PCSS) 的影響。初期結果顯示，在中期 (約 7.3 年中位追蹤) 並未顯示整體存活或前列腺癌特異存活的顯著改變；但在生化失敗 (biochemical failure) 上，兩組有約 4% 的差異 (17% vs 13%)。	

9 月 29 日聚焦在「AI+放射治療流程智慧化」與「MR-Linac/MR 引導自適應放療」兩大主題，給我以下深刻印象：多場節目展示 AI 在放療領域的實用化進展，包括自動勾畫 (auto-segmentation)、劑量預測、自適應治療計畫建議等，顯示 AI 已不再只是研究噱頭，而逐步融入臨床日常。

MR-Linac 系統的案例分享令人印象深刻，一些中心已能在 20-30 分鐘內完成從掃描、輪廓調整、劑量重算到治療執行的流程，尤其對肝臟、胰臟、泌尿系腫瘤的即時影像導引優勢明顯。「智慧放療流程」這一概念反覆被提及：從模擬、影像、計畫、執行到追蹤，整條治療流程數位化、自適應與即時回饋成為未來方向。與會中我也參與了自己發表的 e-Poster “AI-Based Predict and Auto-Segment of PET-Avid Lymph Nodes…” 的交流環節，收穫

不少來自國際學者對 AI 模型在頭頸癌放療的建議與討論，確認我們目前研究方向與國際同步。

總結而言，9/29 的內容讓我確信：本院在質子中心與 MR-Linac 的建設基礎已具備，接下來重點應轉向流程智慧化、AI 整合與高效臨床落地。

#### 4. 2025/9/30 的重要研究發表題目與摘要重點 (Day 4)

題目	發表分類	重點簡述
“Pulsed Low-Dose-Rate (PLDR) Chemoradiation Therapy in Oesophageal Cancer & NSCLC”	Phase I 臨床研究	在食道癌／局部晚期非小細胞肺癌中，使用分段極低劑量率放療，顯著降低毒性，同時維持治療效果。(
“Low-Dose Radiotherapy for Knee Osteoarthritis: 3 Gy/6 fractions Randomized Trial”	隨機臨床試驗 (非腫瘤適應症)	中度膝關節炎患者，低劑量放療顯著減痛、改善功能。
“Association Between AI-based Coronary Artery Calcium (CAC) Score and Heart Dose on Survival in LA-NSCLC (RTOG 0617 Secondary Analysis)”	次級分析 / AI 影像融合	在局部晚期肺癌中，利用 AI 推算冠狀動脈鈣化分數，再與照射心臟劑量關聯，以探討生存影響。
“Re-Examining Post-operative Chemoradiotherapy in Head & Neck Cancer - Long-Term Combined Analysis (RTOG 9501/EORTC 22931)”	口頭報告	在頭頸癌術後化放療經典試驗中長期追蹤，更新復發／存活資料。
“Reducing Radiation Dose in HPV-Positive Oropharyngeal Cancer to Protect Immune Recovery”	多中心回顧研究	在 HPV+ 喉癌患者中，較小照射範圍／劑量可保護免疫系統恢復較快。

ASTRO 2025 第四天的主軸聚焦於「質子治療臨床比較研究」與「低劑量放療 (LDRT) 新適應症」，是技術與理念兼具的一天。多項具代表性的臨床試驗與實證研究顯示，放射腫瘤學的焦點正在從「高劑量控制」走向「低毒性與系統性效益」的新階段。

##### 1. 質子治療臨床證據成熟化

最受矚目的 RadComp Phase III 試驗 首度報告結果，顯示質子與光子治療在乳癌全節段照射中的生活品質 (HRQOL) 相當，但質子治療在「呼吸困難改善」及「患者推薦意願」上具有優勢。此研究奠定質子治療在非中樞腫瘤領域的臨床定位，也凸顯減少心肺副作用的實際價值。

同場的 Proton FLASH & Spatially Fractionated RT Forum 更探討質子高劑量率照射與空間分割合 (SFRT) 的融合潛能，為未來縮短療程與提升正常組織保護開啟新思維。

## 2. 低劑量放射治療 (LDRT) 非腫瘤應用

韓國與歐洲團隊報告的膝關節骨關節炎隨機試驗顯示：一次 3 Gy × 6 分割的放療在 4 個月內可顯著減輕疼痛並改善功能 (反應率 70% vs 42%,  $p < 0.05$ )，且無治療相關毒性。此類研究使放療正式進入「功能醫學」與「慢性炎症控制」領域，重新定義了放射醫學的社會價值。

## 3. AI 與影像創新持續深化

Emory University 的“3D MRI Foundation Model”獲選亮點摘要，展示 AI 於多層影像特徵提取的潛力。AI-based 影像學與質子劑量分布分析的結合，正在形成「智慧放療決策輔助系統 (AI-RT DSS)」的新雛形。

整體而言，這一天的內容傳達一個明確訊息：放射腫瘤學的未來不僅在於照得更準，而在於「照得更聰明、更友善、更有全身效益」。

## 5. 2025/10/1 的重要研究發表題目與摘要重點 (Day 5)

題目	背景 / 目的	方法	結果	結論
RadComp trial — Phase III 隨機試驗：質子治療 vs 光子治療於非轉移性乳癌接受全面淋巴節照射	質子治療理論上可減低鄰近器官 (如心臟、肺臟) 輻射曝露，但缺乏大規模隨機對照試驗驗證其生活品質 (HRQOL) 與長期安全性。	共 1,239 名非轉移性乳癌患者隨機分配：質子治療組 vs 光子治療組。以 PROMIS-Fatigue、BREAST-Q、美學滿意度、FACT-B 等為 HRQOL 指標，在治療後 0、1、6 月完成追蹤。	6 月時兩組在主要 HRQOL 指標 (疲勞、乳房美觀、生活品質) 中無統計顯著差異。質子治療組在「願意再次選擇該治療」及「推薦該治療」方面具優勢 (OR 0.11、0.13, $p < 0.001$ )。	質子或光子治療在短期 HRQOL 表現均良好，且質子治療在患者主觀偏好方面具有優勢。治療選擇仍應因地制宜，並待長期控制率與器官毒性終點公布。
單一療程低劑量放射治療 (LDRT) 用於膝關節骨關節炎：隨機、假照	骨關節炎為常見慢性疾病，對藥物或手術的依賴高，而放射治療作為保守	在韓國 3 家中心，114 名 Kellgren-Lawrence 分級 2-3 的輕中度膝 OA 病人隨機分為模擬照射 (sham)、0.3 Gy/6 次、3	3 Gy 組反應率 70.3% 明顯高於模擬組 41.7% ( $p=0.014$ )；0.3 Gy 組為 58.3% ( $p=0.157$ vs sham)。	一次 3 Gy 低劑量放療在膝關節骨關節炎患者中可顯著改

題目	背景 / 目的	方法	結果	結論
射對照試驗	選項證據較少。此研究旨在評估低劑量放療在膝關節骨關節炎中的療效。	Gy/6 次。主要終點為 4 個月時 OMERACT-OARSI 反應率。	無顯著治療相關毒性。	善疼痛與功能，安全性良好。建議進一步長期追蹤與影像結合研究。
低劑量放射治療提供膝關節骨關節炎疼痛緩解/功能改善之臨床證據 (補充研究)	傳統關節痛治療選項僅限藥物或手術，此為放療新適應症的臨床探索。	同上研究框架，包括 sham 對照。	四個月內，3 Gy 組在至少兩項指標 (疼痛、功能、整體狀況) 有改善者 70%，sham 組 42%。無放療相關副作用。	該研究為低劑量放療在非腫瘤慢性疾病應用的重要里程碑，提示放療適應症可擴展至骨關節炎等炎症/退化性疾病。

ASTRO 2025 最後一天以「Integrating Biology, Data, and Humanity in Radiation Oncology」為主題，象徵放射腫瘤學正式進入「生物 × 數據 × 人文」三軸並進的新紀元。整場會議的核心思想，是如何在追求技術精準的同時，兼顧病人的身心體驗與社會價值。

### 1. 突顯生物導向放療的重要性

多場 Presidential Symposium 與 Late-Breaking Abstract 報告指出，未來放射治療將更重視生物放射感受性 (radiosensitivity) 與基因型導向治療。例如多個研究團隊利用多基因放射反應指標 (RSI, genomic signature) 預測放療反應，以調整實際照射劑量，實踐「生物劑量 (biologically individualized dose)」概念。

### 2. 放射治療與免疫治療整合 (Radioimmunotherapy)

MD Anderson、Yale 等機構報告的多項研究顯示，放療可作為免疫治療的「免疫啟動器」。部分晚期腫瘤病人在合併免疫治療後，系統性控制率顯著提升，支持「Abscopal effect」的臨床可行性。這也意味著未來放療應不再只是局部治療，而是全身治療策略的一環。

### 3. 人文與病人經驗的再定義

閉幕主講由美國醫學會 (AMA) 主席 Dr. Bobby Mukkamala 分享其腦瘤治療經驗，強調醫療人文的重要性；另一場由 Stanford 醫師 Dr. Bryant Lin 談「希望與科技的交錯」，提醒科技進步應最終回歸「以病人為核心」。這樣的思維轉折，也為放射腫瘤學帶來新的倫

理與價值討論方向。整體而言，10月1日的議程讓人深刻體會到，放射腫瘤學的未來不僅是技術革新，更是智慧、溫度與價值的整合醫學（Intelligent and Humane Oncology）。

### 三、心得

ASTRO 2025 年會以「Rediscovering Radiation Medicine and Exploring New Indications」為主題，完整展現放射腫瘤學在科技、臨床、生物與人文四個層面的整體躍進。五天的議程讓人深刻感受到：放射治療正從單純的局部能量傳遞，轉型為結合人工智慧、影像導引、生物資訊與免疫調控的整合醫學新時代（Integrated Precision Oncology）。

在技術層面，AI 與自適應放療的實際落地（如自動分割、自動重算、智慧 QA）已廣泛應用於國際中心，MR-Linac 與質子治療的臨床效益逐步被證實，顯示智慧放療正從「概念」邁向「標準實踐」。在臨床層面，RadComp 與 TORPEDo 等多項試驗提供了具體數據，強化「減毒性、提升生活品質」的治療價值觀。在學術層面，AI 驅動的影像分析、放射基因體學、低劑量放療新適應症（如骨關節炎、免疫疾病）皆為放療領域開啟新方向。而在人文層面，閉幕主題「Integrating Biology, Data, and Humanity」提醒全球放療專業：科技進步最終仍需以病人的尊嚴、體驗與長期幸福為核心。

對臺中榮總而言，此次參會的最大啟發在於硬體建設只是起點，智慧整合與臨床價值創造才是核心競爭力。質子中心、MR-Linac、AI 放療系統與 BNCT 若能協同運作，並結合病人報告結果（PRO）、生活品質追蹤及國際臨床研究連結，將使本院成為亞洲放射腫瘤智慧醫療的標竿。

### 四、建議事項

#### （一）建立 AI 放療技術導入與驗證平台

- [1] 以本次 e-Poster「AI-Based Predict and Auto-Segment of PET-Avid Lymph Nodes」成果為基礎，擴充為院內 AI segmentation / planning 驗證環境。
- [2] 鼓勵醫師、物理師與資訊工程師跨團隊合作，導入自動分割、AI 劑量預測與 QA 模組。
- [3] 制定 AI 模型臨床應用與品質控管流程（AI-QA SOP），確保模型在治療規劃與臨床使用的穩定性與安全性。

#### （二）推動「智慧放療」整合示範計畫

- [1] 以質子中心、MR-Linac 與臨床放療系統為三大核心，建構智慧放療示範環境（Smart RT Hub）。
- [2] 導入 AI、雲端與影像互聯技術，實現「從模擬 → 治療 → 追蹤」的一站式智慧化流程。
- [3] 可向國科會、衛福部或院內智慧醫療基金申請專案支持，作為放射腫瘤科智慧化里程

碑計畫。

(三) 建立國際合作與研究交流管道

- [1] 延續與 Penn Medicine、MD Anderson、Mayo Clinic、NCC Korea 等中心之合作模式，簽訂 臨床研究與人員交流 MOU。
- [2] 推動跨國 AI 放療資料庫共享，參與國際註冊研究（如 MOMENTUM、AIRO、Radiomics Consortium）。
- [3] 定期派員參與 ASTRO、PTCOG、ESTRO 等國際會議，維持前沿技術與臨床趨勢同步。  
強化早期

(四) 強化教育訓練與跨域人才培育

- [1] 導入放射腫瘤 AI 教育課程，培育醫師、物理師具備 Python / ML / 影像分析能力。
- [2] 鼓勵青年醫師參與國際會議、發表 e-Poster 或口頭報告，提升國際能見度。

## 五、 附錄



職此次發表的壁報 eposter 很開心名牌沒有再被標示 China

# AI-Based Predict and Auto-segment of PET-Avid Lymph Nodes from Contrast-Enhanced CT Simulation in Head and Neck Cancer Radiotherapy

W. C. You<sup>1,2</sup>, Y. T. Shao<sup>1</sup>, Y. Y. Hsu<sup>1</sup>, and Y. F. Lu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Post-Baccalaureate Medicine, National Chung Hsing University, Taichung City, Taiwan  
<sup>2</sup>Department of Radiation Oncology, Taichung Veterans General Hospital, Taichung, Taiwan

## PURPOSE / OBJECTIVES

Accurate delineation of PET-avid lymph nodes (LNs) is critical for radiotherapy planning in head and neck cancer (HNC) but often requires resource-intensive PET imaging. We developed and clinically validated a nnUNet-based deep learning model to predict and auto-segment PET-avid LNs directly from contrast-enhanced CT simulation scans to facilitate radiation oncologists in accurately identifying high-risk LN areas, aiming to improve clinical workflows and reduce dependency on PET scans.

## MATERIAL & METHODS

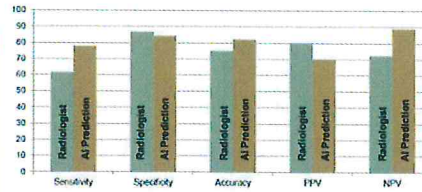
Our dataset included paired PET and contrast-enhanced CT simulation scans from 142 HNC patients. Ground truth labeling was performed by expert consensus, identifying 266 PET-avid and 255 PET-negative LNs. A 3D nnUNet deep learning network was trained to auto-segment PET-avid nodes based solely on the CT simulations. The model's performance was clinically validated on an independent cohort comprising 42 patients with 56 paired PET and contrast-enhanced CT simulations. Diagnostic metrics were calculated to assess predictive accuracy, including sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV), and accuracy. Additionally, we compared the model's performance against radiologist reports derived from CT scans.

## RESULTS

In clinical validation, the nnUNet-based model demonstrated a sensitivity of 77.8%, specificity of 84.2%, PPV of 70.0%, NPV of 88.9%, and overall accuracy of 82.1% in predicting PET-avid LNs. Compared to radiologist interpretation (sensitivity: 61.5%, specificity: 88.7%, PPV: 80.0%, NPV: 72.2%, accuracy: 75.0%), the AI model demonstrated higher sensitivity, NPV, and accuracy and reduced potential interpretation variability. This CT-based predictive approach substantially reduces the need for routine PET imaging during radiotherapy planning, offering significant advantages in clinical efficiency and resource management.



Radiologist			AI Model		
LAP +	PET+ (17)	PET- (25)	LAP +	PET+ (17)	PET- (25)
TP = 11		FP = 3	TP = 14		FP = 4
FN = 6		TN = 22	FN = 3		TN = 21
Sensitivity	61.5%		Sensitivity	77.8%	
Specificity	88.7%		Specificity	84.2%	
Accuracy	75.0%		Accuracy	82.1%	
PPV	80.0%		PPV	70.0%	
NPV	72.2%		NPV	88.9%	



## RESULTS

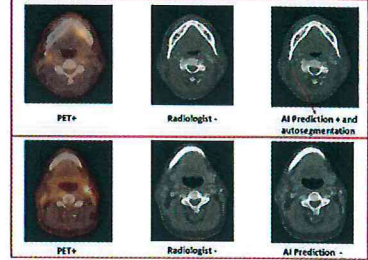


Figure. Representative cases of PET-avid lymph nodes (Top row) PET-CT fusion image shows a PET-avid lymph node (arrow). The radiologist's interpretation based on contrast-enhanced CT was negative, while the AI model correctly predicted the node as positive and provided an auto-segmentation. (Bottom row) Another PET-avid lymph node (arrow) missed by the radiologist on CT, and also missed by the AI model.

## SUMMARY / CONCLUSION

Our nnUNet-based predictive model accurately identifies and auto-segments PET-avid lymphadenopathy from contrast-enhanced CT simulations in HNC patients and outperforms traditional radiologist reporting. This AI-driven approach is feasible and has the potential to facilitate radiotherapy planning by reducing dependence on PET scans and optimizing clinical workflows by assisting radiation oncologists in clearly identifying high-risk lymph node regions.