

出國報告（出國類別：國際會議）

2024 年韓國首爾三星醫院質子訓練課程

服務機關：台中榮民總醫院

姓名職稱：謝合原 醫師

派赴國家：韓國

出國期間：2024. 10. 27 - 2024. 11. 09

報告日期：2024. 11. 13

目錄

摘要（含關鍵字）	6
一、 目的.....	7
二、 過程.....	8
三、 心得.....	16
四、 建議事項（包括改進作法）	19
五、 附錄.....	21

摘要 (含關鍵字)

本部預計新建質子放射治療設備，此次造訪韓國首爾三星醫院質子治療中心，接受專業質子教育訓練，對於個人專業及本部質子治療發展極有幫助。

於質子治療訓練期間，除了基礎的輻射物理學、輻射生物學外，我與同仁一起參與了質子治療機的治療式操作流程、特殊病患的質子治療(顱脊髓照射、小兒全身麻醉治療等等)、及質子治療機及病人的品保(quality assurance)流程。

此外，針對我自己臨床實務及治療病患族群，我深入請教了質子治療在頭頸癌及肝癌的適應症、臨床應用及治療上的多面向考量。特別是肝癌患者，這類病患於質子治療中可以獲得的好處更為顯著，有幸與三星醫院質子治療中心首席朴熙哲教授做深入的大師會談，朴教授為韓國內首屈一指的肝癌質子治療專家，在與他面談及請教後，我深感獲益良多，也對未來肝癌病人接受質子治療有了初步的規劃。

針對頭頸癌患者，三星醫院質子治療中心有其獨到的治療流程及準則。不同於傳統的放射治療劑量，三星醫院使用的治療策略是寡分次放射治療 (hypofractionated radiotherapy)，每次劑量略高一點，總次數則略少一點。此外考慮質子治療等待時間過久之狀況，他們亦擬定光子混合質子的放射治療策略，可以有效舒緩質子治療病人治療等待時間。我個人非常讚賞這個作法，我認為從這趟學習的過程中，讓我針對頭頸癌患者質子治療有了初步的規劃。這趟學習過程我學習到非常多質子治療與光子治療的差異及好處，也對我日後針對肝癌及頭頸癌患者的質子治療發展有了初步的規劃藍圖。

關鍵字：質子治療訓練課程、韓國三星醫院、質子治療中心、頭頸癌、肝癌

一、目的

此次造訪韓國首爾三星醫院質子治療中心，接受為期兩周的專業質子教育訓練，對於個人專業及台中榮總質子治療發展極有幫助。質子治療不同於目前常用的光子治療(即 x-ray)，具有極強大的治療優勢，也就是布拉格峰 (Bragg peak)，除了提供精準的腫瘤打擊外，更重要的是能有效降低腫瘤周邊正常組織的輻射劑量。也因為如此，質子治療需要更精準的前置作業及專業人員投入(尤其是具備相關專業的物理師團隊)，本部質子治療中心的建設已如火如荼的進行中，而培養具備質子治療專業知識與技能的醫療團隊顯更是刻不容緩，醫師團隊需要了解什麼樣類型的疾病適合質子治療，而物理師團隊則需要清楚了解與廠商間的機器交接、品質監控(機器及病人治療)及後續維修保養相關事宜等等。

此次派送的醫師將在韓國首爾三星醫院質子治療中心與多位質子治療專家(醫師及物理師)進行學術交流及探討，藉由講課及實作課程中了解質子治療的前置作業流程、機器對接流程 (commission)、臨床治療病患細節、治療計畫設計及考量、臨床應用及適應症等多個面向計行全方面的了解。此外，醫師及物理師會參與實際病例的討論與質子治療計畫的制定，同步了解醫師及物理師之間在臨床考量及治療計畫擬定上的差異及磨合，有助於讓質子病人的治療趨於完善。藉由這次的學習與討論，醫師端能更有效了解質子治療的臨床適應症，物理師端能更有效了解質子運作前的前端整備作業(非常重要且需要多位相關專業物理師協助)及後續質子治療計畫的設計細節。藉由這些寶貴的知識與經驗，讓台中榮總團隊能有更好的效率打造及營運質子治療中心，讓台中榮總的癌症治療大步向前。

二、過程

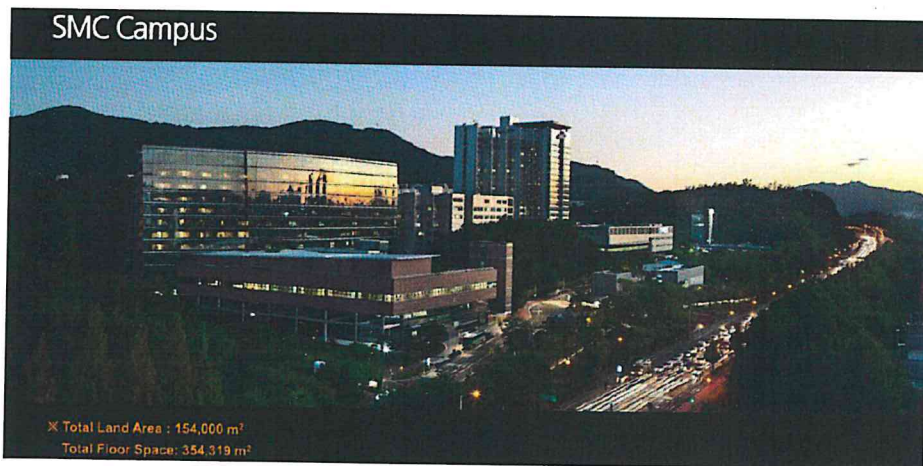
韓國首爾三星醫院質子治療中心（課表見附件一）

(1) 活動背景

首爾三星醫院自 1994 年成立以來，一直引領韓國醫療界的變化，涵蓋診療、研究、教育和醫療服務等各個領域，作為韓國的代表性醫院廣受人們的讚譽。近二十年來，三星首爾醫院收穫了廣泛的愛戴和鼓舞，並 15 次在國家客戶滿意度指數(NCSI) 中排名第一，21 次在韓國客戶滿意度指數 (KCSI) 中排名第一。連續 17 次在韓國標準 - 服務品質指數 (KS-SQI) 中排名第一。2024 年全球最佳專科醫院(World's Best Specialized Hospitals)排名全球第五、亞洲第一。2024 年年全球最佳智慧醫院(World's Best Smart Hospitals)排名全球第二十五、亞洲第一。

教育和培訓也是首爾三星醫院的核心組成，作為亞洲第一的智慧醫院及最佳專科醫院，該院提供相當多國外專科醫師的進修計畫。本次申請至該院進行為期兩周的質子治療訓練，行前三星醫院質子治療中心團隊醫師有事前參與及詢問本次參與培訓人員的臨床領域，除提供廣泛的質子治療基礎及臨床知識外，更針對培訓醫師領域做更深入的討論及回饋。

訓練期間的課程安排主要有講座教學、治療室參訪、臨床病人治療計畫及實作討論、質子治療計畫評估、治療計畫與機器品質校正及多專科討論會，整體課程安排洽當，符合臨床醫師及物理師對質子治療的臨床需求。



(2) 活動細節分享

第一天進行醫院簡介，根據 2019 年韓國癌症統計，當年度新發癌症個案數 254718 人，而其中有 11.9% 的病人在首爾三星醫院接受治療。首爾三星醫院質子治療中心於 2015 年 12 月治療第一例病人，隨著癌症病人每年接受質子治療的比例逐年增加，目前該院每年接受質子治療的人數約在 1200 人。而回顧所有質子治療病人中發現，肝癌所占比例最高 (23%)、其次為頭頸癌 (20%)，肺癌 (14%) 及腦癌 (11%)。

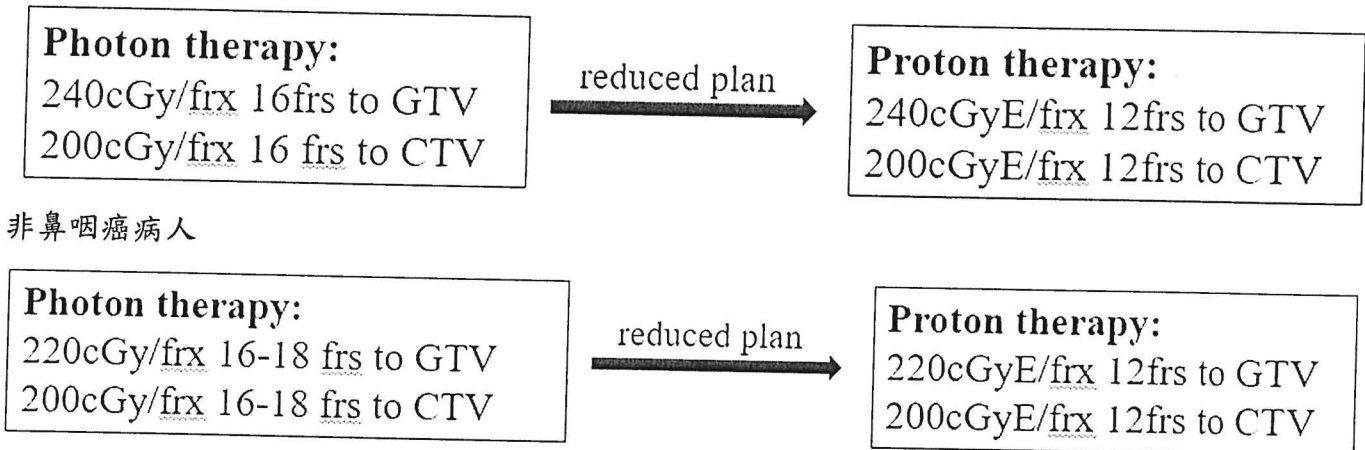
首爾三星醫院質子治療中心有兩間質子治療室，每日治療病人約 25-30 人，每日開機時間早上七點，治療結束時間大約在晚上 10 點至 11 點。物理師於病人治療結束後進行機器品保及新病人治療計畫品保。本次培訓課程，在講座課程中我了解到要執行質子治療前的整備作業是非常繁瑣且需要非常多專業的物理師同仁協助才能完成。除此之外，我與同行物理師更是在病人治療結束後參與了三星醫院物理師夜間機器及新病人治療計畫品保的流程，非常難得的經驗。

(3) 領域見習、交流及討論

在韓國，癌症放射治療是由醫療保險所涵蓋的，就連質子治療也不例外，但是乳癌及攝護腺癌病人卻被排除於質子放射治療的醫療保險之外，也因此這兩類病人較少比例接受質子治療。我針對我的臨床領域(頭頸癌及肝癌)與三星醫院多位資深醫師做進一步的學習及討論。

首先，針對頭頸癌病人，三星醫院的治療採用寡分次放射治療 (hypofractionated radiotherapy) 合併光子及質子放射線治療，這樣的治療方式非常的特別，與亞洲或是歐美國家的治療流程不同，我先將其治療療程及劑量約略說明如下：

鼻咽癌病人：



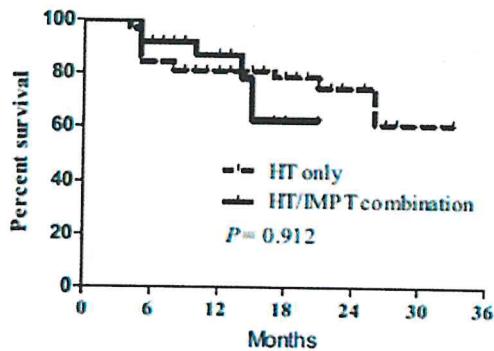
非鼻咽癌病人

根據三星醫院的論文報告，合併光子及質子的寡分次放射治療 (hypofractionated radiotherapy) 與單獨寡分次光子放射治療的療效是一致的。(Ref: Park SG. Early clinical outcomes of helical tomotherapy/intensitymodulated proton therapy combination in nasopharynx cancer. Cancer Sci 2019;110(9):2867-2874.)

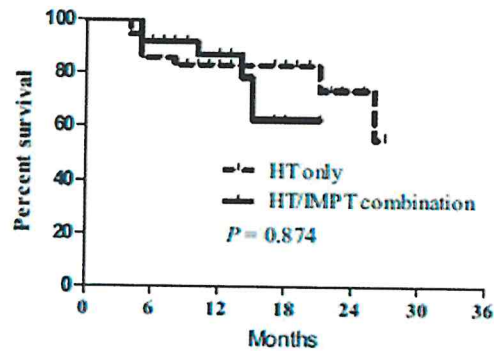
該資料顯示鼻咽癌病人接受光子及質子的寡分次放射治療與單純接受光子寡分次放射治療有一樣的局部控制率。但接受光子及質子的寡分次放射治療的患者有較低的急性治療副作用(≥2 級口腔黏膜炎: 69.8% vs 45.7%, P = .019) 和較少的止痛藥使用 (≥2 級鎮痛藥物使用: 54% vs 37.1%, P

= .110)。

(A) Progression-free survival among all patients



(B) Progression-free survival among matched patients

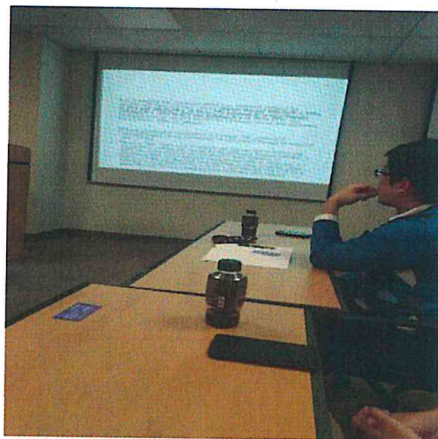


Progression-free survival among all patients (A) and matched patients (B) according to treatment group. HT, helical tomotherapy; IMPT, intensity-modulated proton therapy.

採用合併光子及質子的寡分次放射治療也被證實能有效降低口咽癌病人治療副作用。

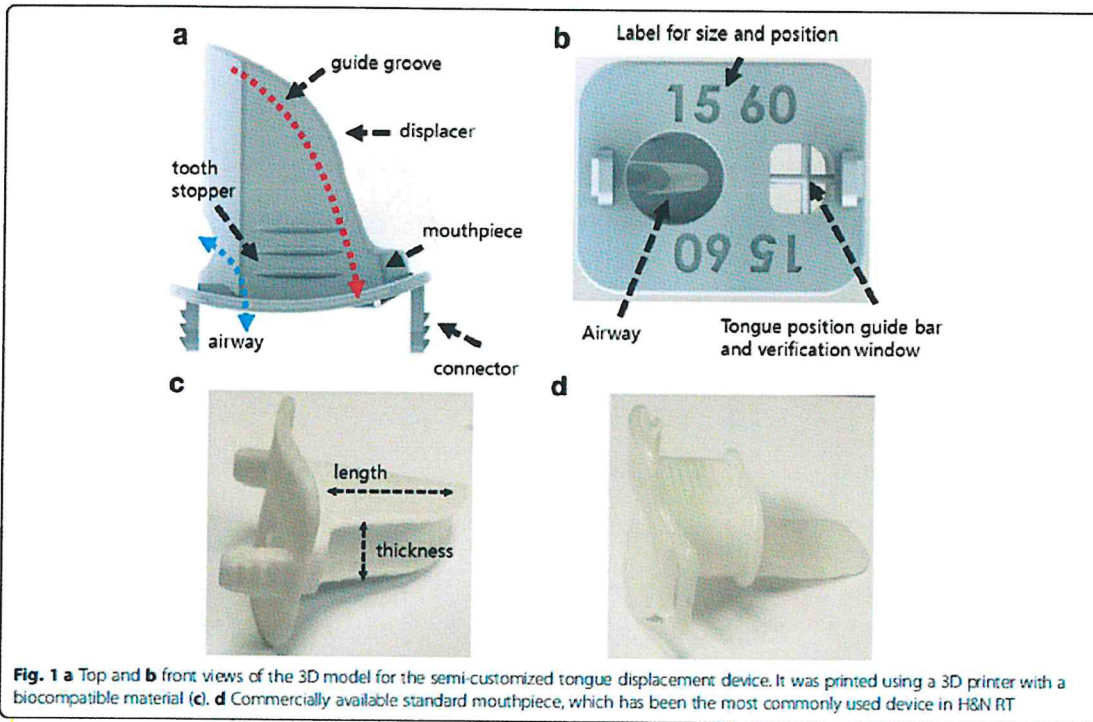
(Ref: Yoon HG. Early Clinical Outcomes of Intensity Modulated Radiation Therapy/Intensity Modulated Proton Therapy Combination in Comparison with Intensity Modulated Radiation Therapy Alone in Oropharynx Cancer Patients. *Cancers (Basel)* 2021;13(7):1549.)

該期刊顯示口咽癌病人使用合併光子及質子的寡分次放射治療與單獨寡分次光子放射治療在疾病總存活期和疾病無惡化存活期沒有顯著差異。而口咽癌病人使用合併光子及質子放射治療有較低的3級急性副作用[光子+質子及光子的放射治療黏膜炎分別為 37.0% 和 13.4% ($p < 0.001$)]。



圖一、針對頭頸癌的病例講解及後續 Q&A 討論

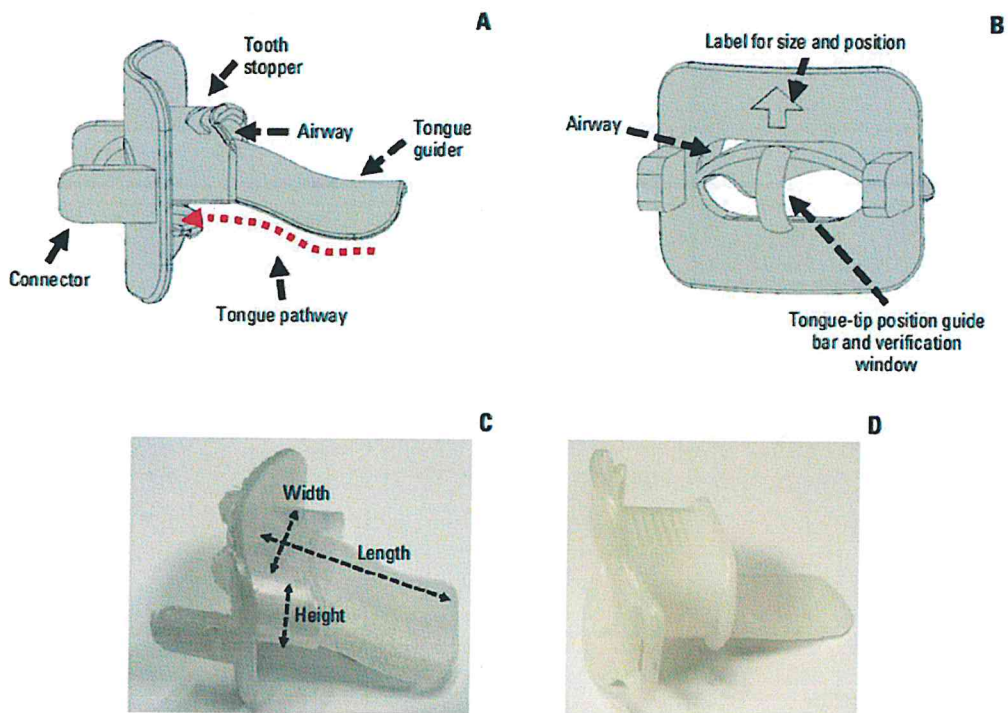
其次，在頭頸癌的放射治療過程中，我們必須要能對舌頭的位置進行固定，傳統上使用標準口腔內設備(如咬塊狀物或壓舌板)，通過壓迫或位移舌頭來確保或是降低舌頭的輻射劑量。然而，常見的設備存在局限性，因為它們並非專為治療設計，往往不能為特定情況(例如特別侷限於某一側的扁桃腺癌或口腔癌)提供足夠的舌頭位移或固定。在這些情況下，將舌頭移至照射區域的對側就非常的重要，但使用典型的口腔內設備難以實現這一目標。雖然這種口腔內設備在放射治療劑量學效果和患者舒適度上都極具優勢，但其通常成本高且並非所有放療中心都能提供。而三星醫院為了解決這些問題，研究人員開發了一種3D列印的半客製化舌頭位移裝置(semi-customized tongue displacement device, SCTDD)，可根據不同患者需求進行調整。



圖二、3D 列印的半客製化舌頭位移裝置

(Ref. Hong CS. Development of a semi-customized tongue displacement device using a 3D printer for head and neck IMRT. Radiat Oncol 2019;14(1):79.)

而對於需要雙側放療的鼻咽癌病人，三星醫院則是開發了一種獨特的半客製化舌頭固定裝置，目的是降低口腔/口咽前部的輻射劑量。



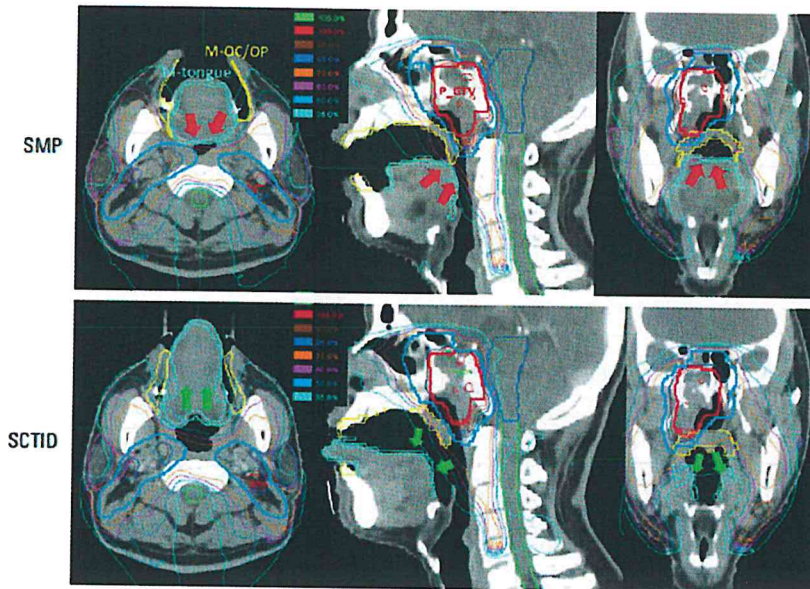


Fig. 2. Isodose distributions for the standard mouthpiece (SMP, upper) and semi-customized tongue immobilization device (SCTID plans, lower). The tongue was effectively stuck out along the tongue guider by using the SCTID, it led to displacement of the mucosa of the tongue (M-tongue) from target (green arrows) while a partial volume of the M-tongue received a high dose equivalent to the prescribed dose (red arrows) in the SMP plan because depression of tongue caused the tongue to push back toward posterior neck region.

圖三、半客製化舌頭固定裝置，可將舌頭拉出，降低鼻咽癌病人放射治療時口腔劑量。

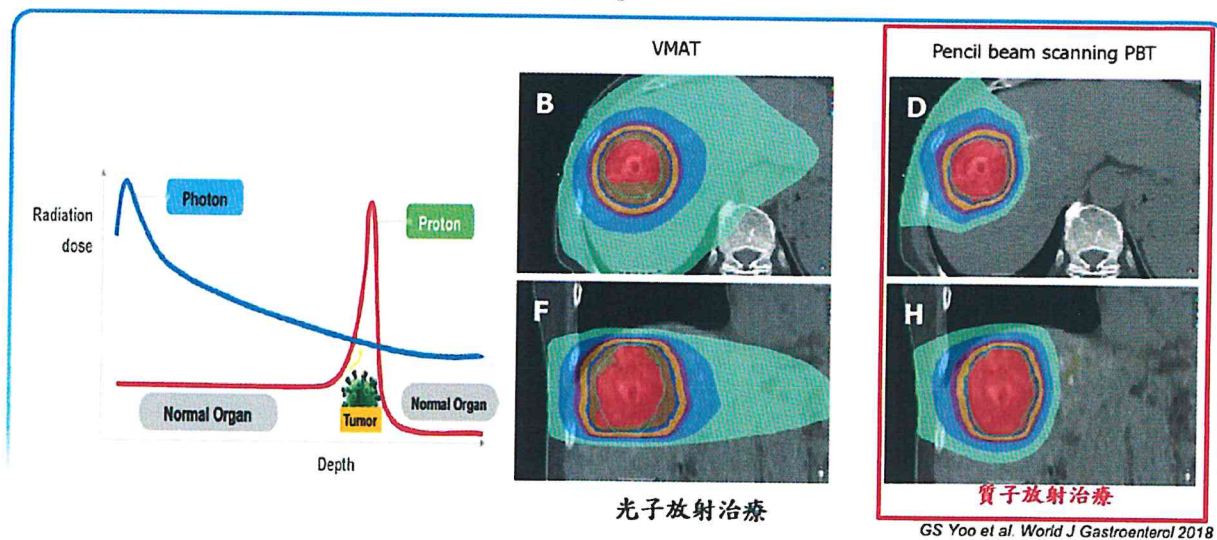
(Ref: Ju SG. Development of a Tongue Immobilization Device Using a 3D Printer for Intensity Modulated Radiation Therapy of Nasopharyngeal Cancer Patients. *Cancer Res Treat* 2021;53(1):45-54.)

最後，在肝癌的質子放射治療討論上，我非常榮幸能接受國際肝癌權威朴熙哲教授的指導，並於課後進行一系列的討論及談話。肝癌為台灣前三好發的癌症之一，加上B型肝炎為我國的國病，因此肝癌的病人盛行率一直居高不下，傳統的光子放射治療在本院多是屬於姑息性放射治療為主，最大的原因就在於光子在打擊腫瘤後仍會對後方正常的肝臟細胞造成傷害，而間接導致病人肝功能惡化。而如今的質子治療最大的優勢就在於肝腫瘤後的肝臟不會有輻射劑量的累積，可以很大程度的保留病患肝臟功能。

根據朴教授 2018 年發表的國際期刊 (Ref: Yoo SG. Proton therapy for hepatocellular carcinoma: Current knowledges and future perspectives. World J Gastroenterol 2018;24(28):3090-3100.)，質子射束治療具有幾個獨特的物理特性，使其劑量在遠端方向上具有有限的範圍，因此沿射束路徑到達腫瘤後方即沒有後方劑量。因此，與 X 射線治療相比，質子射束治療治療肝癌具有劑量學優勢。事實上，文獻中的各種報告都描述了與 X 光治療相比，質子射束治療肝癌患者俱有良好的臨床結果和更高的安全性 (見下圖四)。

Precision RT (Physics based Approach)

☑ Proton vs X-ray: PBT spares more surrounding non-tumor liver



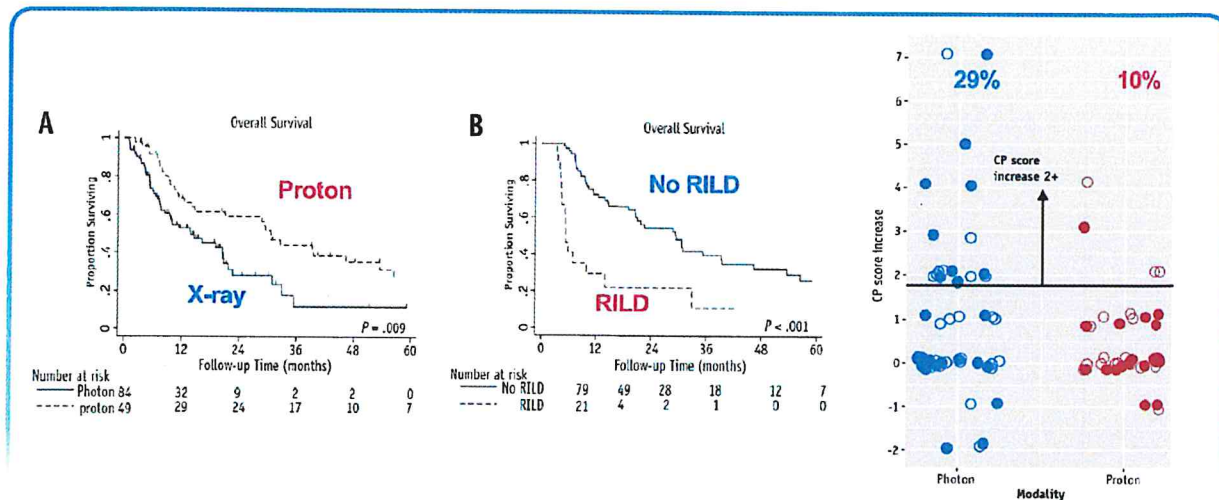
圖四、X 射線(光子)與質子的物理特性及接受治療時的放射治療劑量分布，可以看到質子治療(紅框)在腫瘤後外幾乎無任何累積輻射劑量。

質子治療對肝癌患者不僅帶來了存活率上的好處，也降低了病患在接受放射治療後的肝臟損傷 (radiation-induced liver damage, RILD) 機率。(Ref: Sanford NN. Protons versus Photons for Unresectable Hepatocellular Carcinoma: Liver Decompensation and Overall Survival. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2019;105(1):64-72.)

該篇文章中，133 名中位年齡為 68 歲、75% 為男性的患者中，有 49 名 (37%) 接受了質子放射治療。質子放射治療可以改善存活率 (調整後風險比, 0.47; $P = 0.008$) (圖五)。質子放射治療也與非經典放射誘發的肝損傷 (RILD) 風險降低有關 ($P = 0.03$) (圖五)。因此，肝炎患者接受質子放射治療與存活率的提高有關，這可能是由於治療後肝臟失代償的發生率降低所致 (見圖五)。

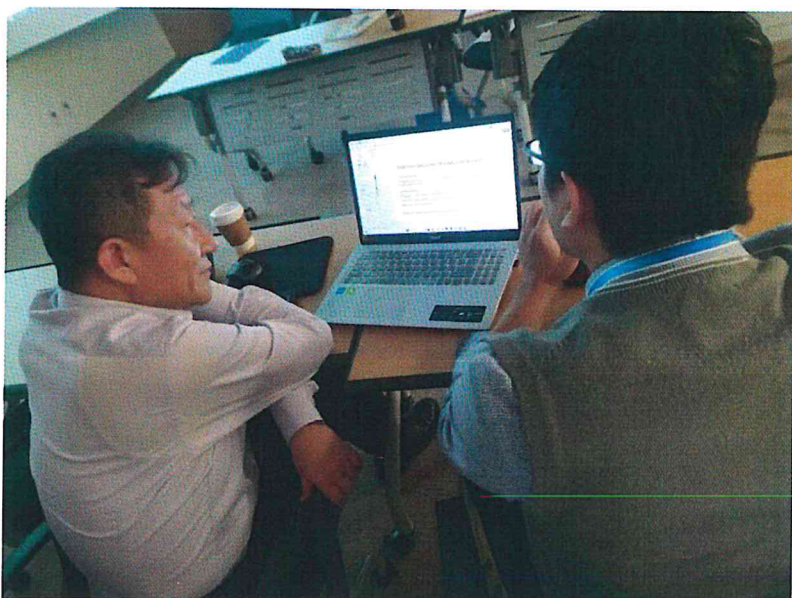
Proton & RILD minimization

☑ 133 pts, MGH



N. Sanford et al. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2019

圖五、肝癌病患接受質子治療相較於 X 射線治療有較高的存活率(圖 A、B)。最右邊圖點為病患平均肝臟劑量 (藍色點為 X 射線治療患者, 紅色點為質子治療患者), 平均肝臟劑量大於 21.6 Gy 的患者以實心點表示, 平均肝臟劑量小於或等於中位數的患者以空心點表示。黑色水平線代表肝硬化指數 (Child-Pugh score) 的分數增加 2 分(分數越高, 肝硬化程度越嚴重); 因此, 線上方的點代表符合非經典肝臟損傷(non-classic RILD)標準的患者, 可以看到病患接受 X 射線治療有較高的比例出現肝硬化指數的分數增加。



圖六、與肝癌權威朴熙哲教授討論臨床肝癌患者接受質子治療的相關細節, 朴教授知無不言而且給予非常多他從醫以來的經驗分享。



圖七、此次接受質子訓練的同仁與三星醫院朴熙哲教授及趙醫師於 2024/10/30 的歡迎晚會。非常感謝首爾三星醫院的專業團隊所帶來的知識饗宴及臨床實務分享，即使在韓國當前醫療壓力非常吃緊的情況下，仍盡可能的派出單位內所有專業團隊讓我們有充分的學習機會。

三、心得

這次赴韓國首爾三星醫院質子治療中心進行為期兩週的專業質子治療教育訓練，不僅對我個人的專業成長有深遠意義，對於台中榮總的質子治療發展也有巨大的推動作用。質子治療是一種具備高度精準性的腫瘤治療技術，擁有目前主流的光子治療所無法達成的輻射控制優勢。質子治療的核心在於利用布拉格峰 (Bragg peak) 的特性，可以將輻射能量集中在腫瘤區域，同時顯著降低對周邊正常組織的傷害。這種精確性不僅提升了治療效果，還減少了治療過程中的副作用和併發症風險。

然而，質子治療的精確性也意味著其技術門檻較高，需要高度專業的設備和人員投入。此次赴韓學習的主要目標，是充分了解質子治療的全流程，包括其理論基礎、臨床應用、前置作業、設備對接、品質控制、治療計畫設計等，為台中榮總即將建成的質子治療中心提供全面的專業支援。這樣的專業知識積累對於打造一支具備質子治療技術的醫療團隊至關重要，也為台中榮總未來質子治療中心的順利運營奠定了堅實的基礎。

質子治療與傳統的光子治療最大的不同在於放射線劑量的分佈。光子治療雖然廣泛應用於癌症治療，但其射線無法集中在特定區域，通常會穿透腫瘤並影響周圍的正常組織。這種無差別的穿透性，使得光子治療在攻擊腫瘤的同時，也給患者帶來了更多的副作用，特別是在腫瘤位於深層或鄰近重要器官時，治療的效果和安全性難以兼顧。而質子治療則不同，它利用質子射束的布拉格峰效應，在射入體內後能夠在特定深度釋放最大劑量的能量，實現高度精準的腫瘤攻擊，顯著降低對周圍正常組織的輻射劑量，這對患者的療效和生活品質無疑是一大福音。

在治療效果提升的同時，質子治療的操作和設備需求也更加複雜。質子治療設備包含多項先進技術，如質子加速器、治療計畫系統、射束輸送系統等，這些設備需要進行嚴格的調試和監控，以確保治療的精準性與安全性。因此，質子治療在正式開展之前，前期的準備工作和後續的品質管理至關重要。這包括設備的調校與對接、射束性能的監控、治療計畫的設計等工作。而整個質子團隊中，物理師團隊尤其重要，物理師團隊需要具備熟練的技術以確保機器的穩定性和治療的安全性，這也是質子治療不同於光子治療的原因之一。

台中榮總目前正積極籌建質子治療中心，此次赴韓的學習是為了讓我們的團隊更深入理解質子治療的技術細節及其臨床應用的實際情況。三星醫院的質子治療中心是一個先進的質子治療機構，擁有完善的設備和豐富的臨床經驗。在這裡，我們有機會與多位具備豐富經驗的質子治療專家深入交流，這些專家包括醫師和物理師，他們提供了從理論到實踐的全方位指導，讓我們能夠全面掌握質子治療的核心技術，進一步提升我們的專業能力。

這次培訓的課程內容相當豐富，包含理論講解、操作示範和實作練習。理論課程讓我們深入理解質子治療的基本原理，包括布拉格峰的概念、質子射束的能量分佈及其在不同深度的輻射釋放特性等。了解這些理論對於治療計畫的設計和實施至關重要。在實作課程中，我們深入學習了質子治療的前置作業，包括病患定位、影像檢查、治療劑量的設計和計算等，這些步驟都要求極高的精確性。特別是在機器對接流程 (commissioning) 中，物理師必須進行設備的調校和射束性能測試，確保質子束的能量、方向和覆蓋範圍符合治療需求，這些對於日後治療的穩定性和安全性尤為關鍵。

在這次的學習過程中，我們也參與了臨床案例的討論。透過這些實例，我們深入了解了質子治療在不同疾病中的適應症判斷標準，以及如何在不同情境下設計個別化的治療計畫。質子治療的應用範圍廣泛，包括腦部腫瘤、頭頸部癌症、肺癌、肝癌等多種腫瘤類型。透過這些案例，我們學習到了如何在不同的病情中選擇合適的質子射束參數，以達到最佳的治療效果。同時，我們也理解了醫師和物理師之間在治療計畫擬定上的協作和磨合，尤其是如何在保護正常組織的同時，確保腫瘤區域的充分打擊，這種跨專業的合作對於提高治療的整體效果和安全性至關重要。

這次赴韓學習的經驗也讓我們意識到質子治療設備維護和品質監控的重要性。質子治療的成功實施不僅需要高度專業的設備，還需要一支具備質子治療專業知識的醫療團隊。台中榮總在建設質子治療中心的過程中，除了硬體設施的配置，也在不斷強化人才的培養。醫師團隊需要充分理解質子治療的適應症及臨床應用，而物理師團隊則必須掌握設備的前期準備、質量控制以及治療計畫設計等細節，以確保治療效果的精確性和安全性。這次的培訓為我們提供了大量實踐經驗，使我們對於未來在質子治療中心的工作充滿信心。

回台之後，這些寶貴的經驗和知識將幫助我們更高效地打造和營運質子治療中心。台中榮總的質子治療中心建成後，將成為台灣腫瘤治療領域的重要里程碑，為更多癌症患者提供高效、安全的治療選項。質子治療的引入將不僅提升台中榮總的治療水準，也將改變台灣的癌症治療格局，為國內的癌症治療注入新的活力。透過這次的赴韓學習，我們也期望能將所學到的技術和經驗系統性地傳授給其他醫療人員，逐步提升國內其他醫療機構的質子治療水平，實現質子治療的普及化，造福更多患者。

質子治療的發展不僅僅是技術的突破，更是醫療服務提升的象徵。對於癌症患者來說，質子治療能夠提供更具針對性的治療，減少輻射對健康組織的影響，從而提升患者的生活品質。此次赴韓學習讓我們對質子治療的臨床應用充滿信心，也為台中榮總未來質子治療中心的順利運營奠定了基礎。透過引進這項新興技術，台中榮總將能夠在癌症治療的各個方面提供更優質的服務，為患者提供更精準、更安全的治療方案。

在未來，我們將把這些寶貴的經驗運用到臨床實踐中，以質子治療技術為台中榮總的癌症治療服務開拓新的里程碑。這次的學習和經驗對於提升個人專業能力和促進台中榮總質子治療中心的發展意義非凡，期待在不久的將來，能夠以此技術造福更多患者，讓台灣的癌症治療邁向新高峰。我們深信，質子治療將在未來的癌症治療領域中扮演越來越重要的角色，成為癌症患者的一道希望之光。

值得一提的是，非常榮幸能與國際肝癌權威朴熙哲教授面對面的請教，能參與這樣的討論並得到朴教授的指導，無疑是一個珍貴的經歷，也深具意義。肝癌在台灣屬於前三大高發癌症之一，其盛行率高居不下，原因之一便是B型肝炎的高發病率。台灣因B型肝炎的肝癌發病率顯著高於全球平均，促使肝癌的預防和治療成為公共衛生的首要議題之一。傳統的光子放射治療雖然是一種常見的治療方法，但其技術局限性導致其在肝癌治療中的應用多以姑息性放射治療為主。這種技術的核心問題在於光子放療的射線穿透特性，使其在擊中腫瘤之後，輻射依然會穿透正常的肝組織，對健康肝臟細胞造成損傷，這進一步影響了病人的肝功能。

而質子放射治療因其獨特的布拉格峰（Bragg Peak）特性，能在擊中腫瘤時實現最大劑量的集中，且在腫瘤後方的正常組織幾乎不會有劑量累積，這一優勢使其在肝癌治療中的應用潛力倍受矚目。這樣的治療特性不僅提升了治療的精準性，也大大減少了正常肝臟組織的損傷，能有效保護病人的肝功能，使病人能在接受放射治療後依然擁有良好的生活品質。

在過去，台灣的肝癌患者在接受傳統光子放療後常常面臨肝功能惡化的風險，這不僅限制了放療的適用範圍，也讓放療成為一項較為保守的選擇。醫師在考慮病人的整體健康狀況後，往往更傾向於採用手術、電燒、栓塞治療或標靶藥物治療，而將放療作為輔助性或姑息性治療手段。然而，隨著質子治療的發展，這一情況正逐步改變。質子治療的精準性使其可以對準肝臟內的特定腫瘤部位進行針對性放射，避免射線穿透周圍的健康組織，進而降低副作用的風險，這對於肝功能較弱或已受到肝硬化等其他疾病影響的病人尤其重要。

質子治療的另一個優勢是其對放療劑量的精確控制，使其成為治療複雜病例的理想選擇。對於那些不適合手術的肝癌患者，質子治療可以提供一種相對安全的高劑量治療選項。由於質子治療的射線分佈特性，醫師能夠在病人耐受範圍內將高劑量放射直接作用於腫瘤，而不會增加正常肝臟組

織的風險。這使得放療成為不適合傳統光子放療患者的潛在替代方案，特別是在台灣這樣的高肝癌發病率地區。質子治療的引入也為治療提供了更多的靈活性，例如多樣化的劑量分佈和精確的腫瘤定位，以應對不同類型的肝癌患者需求。

然而，質子治療雖然在理論上具備許多優勢，但其成本和技術要求也相對較高。這一技術需要專門的設備和設施，而全球僅有少數醫療中心具備這些條件，這也使得質子治療的可及性成為一個挑戰。在台灣，儘管部分醫療機構已經開始引進質子治療設備，但由於設備成本高昂、治療價格昂貴，導致目前質子治療尚未能普及到所有肝癌患者。此外，由於質子治療的技術門檻較高，操作及劑量控制的專業訓練也顯得尤為重要，確保治療的安全性和有效性，避免潛在的誤差。因此，除了設備之外，技術人員的培訓也是質子治療能否成功推廣的重要一環。

在朴熙哲教授的指導下，我更加深入了解到質子治療在肝癌治療中的潛力與挑戰，並討論了如何在臨床實踐中更好地應用這項技術。朴教授不僅分享了質子治療在全球不同地區的成功案例，也分析了質子治療在不同病期和病情的患者中的效果。我們討論了如何在未來進一步推廣質子治療，尤其是在高肝癌發病率的地區，提供更多元的治療選擇。

隨著質子治療的技術逐漸成熟，其潛在的治療效果和臨床應用價值將進一步得到證實。從目前的研究數據來看，質子治療在腫瘤局部控制和減少治療副作用方面都展現了不錯的效果。特別是對於無法接受手術的病人來說，質子治療成為一種相對安全且有效的替代方案。此外，質子治療的技術不斷進步，也開啟了與其他治療方式結合的可能性，例如與免疫療法或標靶治療的聯合治療，以期進一步提高治療的有效性。

總結來說，質子治療為肝癌患者帶來了全新的希望，特別是在台灣這樣的高肝癌發病率地區，這一技術有潛力成為肝癌治療的關鍵手段。隨著質子治療設備的普及和技術的進步，相信在未來幾年內，這項技術將更廣泛地應用於臨床，幫助更多患者改善生活品質。很榮幸能在朴熙哲教授的指導下深入探討這一技術，也期待質子治療能夠在不久的將來成為肝癌治療的主流選擇之一，造福更多的病患(謹附上質子受訓完訓證明於附件二)。

四、建議事項（包括改進作法）

1. 制訂頭頸癌病患的另一治療方案及流程

具體描述：頭頸癌患者除了可以接受單獨光子放射線治療或是單獨質子放射線治療外，考慮新增首爾三星醫院的寡分次混合光子及質子放射線治療療程。該治療方案讓頭頸癌患者先接受 16-18 次的光子放射線治療，接著追加 12 次的質子放射線治療。該治療方案的好處是可以讓病人總治療療程減少，從傳統的 33-35 次降成 28-30 次。此外，該方案的好處是可以將低病人接受質子治療的自費負擔，病人大約只需負擔單獨質子放射線治療的 1/3 費用。藉由這樣的治療方案，頭頸癌患者既可以享有質子治療所帶來的好處，也可以減輕質子治療鉅額費用所帶來的負擔。這樣的優勢也讓臨床醫師能將質子治療更有效的帶給頭頸癌患者。

2. 研發專屬於頭頸癌患者的客製化舌頭位移裝置

具體描述：頭頸癌的放射治療過程中，我們必須要能對舌頭的位置進行固定，而本院使用的口腔內設備僅是咬塊狀物或壓舌板，相對粗糙很多，而且這些常見的設備存在侷限性，因為它們並非專為治療設計，往往不能為特定情況提供足夠的舌頭位移或固定。我們發現三星醫院為這些頭頸癌患者專門設計 3D 列印的半客製化舌頭位移裝置，可根據不同患者需求進行調整。本科之前已有跟院內 3D 列印小組合作為腹部壓迫裝置作專門設計的經驗，因此本次也打算與 3D 列印小組討論客製化舌頭位移裝置的可行性，若能成功製造出來，不僅能為頭頸癌患者提供更專業且個人化的治療，也能成為台中榮總頭頸癌放射治療的一大特色及亮點。

3. 加強推廣院內質子使用適應症

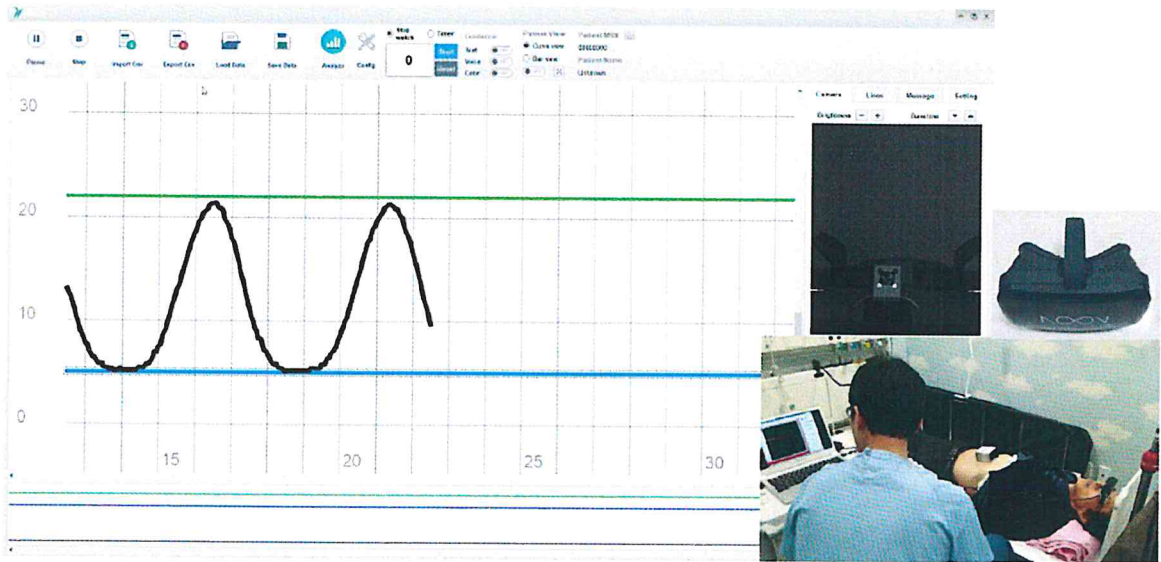
具體描述：質子治療相較於傳統 X 光放射治療具有極大優勢，尤其是肝癌患者更能從中獲得最大的利益，在本次韓國三星醫院質子訓練課程結束後，我將重點整理質子治療在肝癌病人治療上的優勢及國內外治療成果，預計於今年 12 月開始陸續與肝癌相關科部(重點於肝膽腸胃科及一般外科)進行報告。

此外，本部預計於民國 114 年 4 月裝設質子治療機，預計年底可進行初步運轉，因此預計於民國 114 年年底再次對相關科部進行質子治療在肝癌治療的優勢及宣導，以利增加本部質子治療的使用率。

4. 建議購買呼吸模擬裝置

具體描述：呼吸模擬裝置可以讓病人在治療前先訓練自己的呼吸，讓病人在放射治療過程中可以維持穩定的呼吸頻率，這對會因為呼吸而移動的腫瘤尤其很重要，特別是肺癌及肝癌患者。這類患者在接受如此高精準度的質子治療過程中，對腫瘤的位移也必須嚴格掌控，本部雖有呼吸調節的裝置，卻沒有呼吸模擬裝置的監測系統，若能購買呼吸模擬裝置，將可以讓質子治療的精準度發揮到最大效益。

呼吸模擬裝置及執行照片如下所示：



五、 附錄

附件一、 首爾三星醫院質子訓練課表

	28 Oct 2024 (Mon)	29 Oct 2024 (Tue)	30 Oct 2024 (Wed)	31 Oct 2024 (Thu)	1 Nov 2024 (Fri)
8:00	Program Orientation (B1) (Hee Chul Park)	Proton treatment under anesthesia (B1) (Sungkoo Cho)	Treatment planning session-Brain / Pediatric Cancer (B1) (Nalee Kim, Seokyeon Kang)	Multidisciplinary Tumor Boards – Head and neck cancer	Multidisciplinary Tumor Boards – Breast cancer
9:00					
10:00	Institute Tour (B1) (Kwangzoo Chung)	Treatment planning session-CSI (B1) (Sungkoo Cho)		Treatment planning session – Colon and rectal cancer (B1) (Eun Young Yang)	Proton Biology (B1) (Chang Hoon Choi)
11:00					
12:00	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch
13:00	Introduction : SMC PTC (B1) (Sung Hwan Ahn)	Proton treatment observation (B3) (Kwangzoo Chung)	Clinical Practicum: Brain / Pediatric Cancer (B1) (Nalee Kim, Seokyeon Kang)	IGRT Practicum (B1) (Eun Young Yang)	Proton treatment observation (B3) (Wonkung Cho)
14:00					
15:00	SMC Tour	Multidisciplinary Tumor Boards - GI	Liver tumor board	Treatment planning session – GU (B1) (Eun Young Yang)	Review of proton plans (B1) (Wonkung Cho)
16:00					
17:00					
17:30				Welcome dinner	

	4 Nov 2024 (Mon)	5 Nov 2024 (Tue)	6 Nov 2024 (Wed)	7 Nov 2024 (Thu)	8 Nov 2024 (Fri)
8:00	Treatment planning review – pediatric (B1) (Wonkung Cho)	Multidisciplinary Tumor Boards – GYN	Journal reading (B1)	Multidisciplinary Tumor Boards – Lung cancer	Treatment Planning review – Lung cancer (B1) (Kyungmi Yang)
9:00					
10:00	Treatment planning review (B1) (Dongryul Oh)	Clinical Practicum Head and Neck Cancer (B1) (Dongryul Oh)	Breathing training, 4D simulation (B1) (Sang Hoon Jung)	Clinical Practicum Thoracic Cancer (B1) (Kyungmi Yang)	Treatment Planning review – Head and neck cancer (B1) (Wonkung Cho)
11:00					
12:00	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch
13:00	Commissioning (B1) (Youngyih Han)	Proton QA (B1) (Kwanghyun Jo)	Clinical Practicum: GI cancer (B1) (Hee Chul Park)	Proton treatment observation (B3) (Wonkung Cho)	Summary discussion (B1) (Hee Chul Park)
14:00					
15:00	PTS management (B1) (Youngyih Han)	Clinical Practicum: GYN cancer (B1) (Wonkung Cho)	Proton treatment observation (B3) (Wonkung Cho)	Treatment planning review – HCC (B1) (Nalee Kim)	
16:00					
17:00					
23:00		Clinical practicum – patient QA (B3) (Kwangzoo Chung)			

No. 2024-082



SAMSUNG MEDICAL CENTER

Certificate of Completion

This is to certify that

Dr. He Yuan Hsieh

has successfully completed an Advanced Course for Proton Therapy Training Program
in the Department of Radiation Oncology, Samsung Medical Center,
affiliated with Sungkyunkwan University School of Medicine,
from October 28, 2024 to November 8, 2024

November 8, 2024

Hee Chul Park, MD, PhD
Professor & Director
Department of Radiation Oncology
Samsung Medical Center

Seung Woo Park, MD, PhD
President,
Samsung Medical Center

Yun-Mi Song, MD, PhD
Director,
Office of Education & Human Resources Development
Samsung Medical Center

直屬主管審查意見如下：

謝合原醫師 10 月 27 日至 11 月 9 日奉派去韓國首爾三星醫院參加質子治療訓練課短期受訓後，帶回來很多寶貴的經驗分享與建議。以下回復謝合原醫師的四項建議：

1. 「制定頭頸癌病患的另一治療方案及流程」

內文提議提到可考慮使用三星醫院質子治療的混合光子及質子放射治療於頭頸癌治療方案，以減輕質子治療鉅額費用所帶來的負擔。關於這一點要注意的是使用兩種本質不同的放射治療所帶來的生物效應及交互作用，對於引發腫瘤周邊正常器官副作用的狀況。目前世界上混合光子及質子放射治療於頭頸癌治療的研究報告不多，建議學習質子治療時，學員應多用心於學習單純質子治療為優先。我們未來的質子治療機是相對先進的機器，我們的機器的質子出束口是可以靈活轉動(rotational gantry)，可配合呼吸調控(respiratory gating)和適應性放射治療(adaptive radiotherapy)，並且利用筆尖式掃描(pencil beam scanning)的方式精準打擊腫瘤的位置，減少周邊組織的傷害、減少副作用。我們應該可以朝著利用這個優點，治療頭頸癌的病人時，有別於光子治療的長天期療程，改用增加單次劑量減少病人往返次數的低分次放射治療，來減少病人的治療時程和費用。建議未來努力開發頭頸癌質子低分次放射治療並建立本院的治療指引和治療 protocol。頭頸癌的病人很容易局部復發。對於曾經接受過合併放射化學治療的病人，一旦復發曾經接受過放射治療的周邊組織，往往經不起一再使用光子治療的副作用。針對治療頭頸癌復發的病人，質子治療有其優勢。建議針對曾經接受放射治療又復發的病人需重新接受放射治療的時候，研發質子治療指引並制定頭頸癌復發須接受放射治療的質子治療 protocol。

2. 「研發專屬於頭頸癌患者的客制化舌頭位移裝置」

這是很好的建議！鼓勵積極和院內 3D 打印小組合作，希望未來能夠成功製造出來，提供病人更專業更個人化的治療，讓它成為中榮頭頸癌放射治療的一大特色及亮點。

3. 「加強推廣院內質子使用適應症」

這是很好的建議！肝癌為國病，大家身邊或多或少都會遇到有親朋好友罹患肝癌。因此建議不但要去肝膽腸胃科及一般外科進行推廣，也應該去其他不相關的科別推廣，讓全院都能夠了解本院的質子治療和其他醫院不同的優勢和適應症。

4. 「建議購買呼吸模擬裝置」

本部未來在質子中心成立之後，所採購的機器已搭配表面導航放射治療(surface guided radiotherapy, SGRT)。此項裝置可主動式偵測病人呼吸起伏狀態，應該可代替呼吸模擬裝置。因此購買呼吸模擬裝置的建議，可等待新機器使用效果評估之後視需要再申請添購。

放射腫瘤部 葉慧玲 1120
科主任 葉慧玲 1500