

出國報告（出國類別：開會會議）

113 年度出國進修研究_

**Robert Proton Center of UPENN 及 St.Jude Children's
Research Hospital 質子治療進修**

服務機關：臺中榮民總醫院 放射腫瘤部

姓名職稱：盧勇發 醫事放射師

派赴國家/地區：美國/費城/孟斐斯

出國期間：2024 年 09 月 11 日至 2024 年 09 月 29 日

報告日期：2024 年 10 月 04 日

摘要

(摘要約 200-300 字)

內容提要：(限 200-300 字)

本院質子治療中心的建築體於今年初已經動工開始建置，預計於 114 年 4 月質子設備進場安裝，114 年 10 月開始質子設施的試運轉，隨後將進行質子臨床前射束資料的收集和調校以及接收測試。為能加強職本身粒子治療技術的專業知識和技能，職此次質子治療受訓進修之旅主要分為兩個階段，第一階段到聖猶大兒童研究癌症中心（St. Jude Children's Research Hospital）的質子中心進行兩天的參訪學習，第二階段再到賓州大學羅伯茨質子治療中心（Roberts Proton Therapy Center）進行為期兩週的質子治療進修訓練。主要目的是讓本院醫療專業人員深入了解和掌握質子治療這一先進的放射療法技術。

羅伯茨質子治療中心(Roberts Proton Center)與聖猶達兒童研究醫院（St. Jude Children's Research Hospital）的質子治療中心是世界上最先進的質子治療和兒童癌症治療設施之一，專門提供精確且副作用更小的癌症放射治療。其中賓州大學羅伯茨質子治療中心(Roberts Proton Therapy Center)是美國和全球最先進的質子治療設施之一，該中心專注於使用質子療法來治療癌症，特別是那些位於精密和難以觸及部位的腫瘤。質子治療是一種放射治療技術，與傳統的 X 射線放療相比，它能更精準地將能量集中在腫瘤上，從而降低對周圍健康組織的損傷。羅伯茨質子治療中心擁有全球最大的單一設施，涵蓋了五個治療室(四間旋轉治療室和一間固定射束治療室及一間研究室)和 1.5T MRI Simulator、2 台 Dual energy CT (Siemens)以及一間 PET CT。羅伯茨質子治療中心他們創建了一個能夠適應新技術的設施。他們已經用筆尖式掃描 (PBS) 取代了雙散射束技術，這擴大了可以治療的不同類型的腫瘤。他們也正在努力增加 FLASH 質子治療，這是一項開創性的技術，有望增加可以治療的患者數量。

通過學習質子治療，職深刻體會到這種技術在癌症治療中的革命性作用。相較於傳統的 X 射線放射治療，質子治療能夠更精確地針對腫瘤部位，並且將對周圍健康組織的損傷降到最低。這對於兒童患者尤其重要，因為他們的身體還在發育，避免不必要的輻射損害可以顯著減少長期副作用。在學習過程中，職體會到為兒童患者提供放射治療時需要格外謹慎。由於兒童的發育尚未成熟，質子治療在降低神經系統及其他重要器官的副作用方面具有無可替代的優勢。這使質對個別化治療的重要性有了更深的理解：治療方案不僅僅是針對疾病，更要考慮患者的整體健康和未來的生活質量。

質子中心所使用的技術代表了現代醫療科技的最前沿，讓職深刻感受到科技創新對醫學的推動作用。從學習中，了解到質子束的物理特性及其在治療過程中的精確控制，尤其是 FLASH 技術和 ADPT 發展，這些技術不僅依賴高精度的設備，還需要高度專業的醫療團隊來操作。這啟示了我，醫學的進步不僅僅依靠理論知識，還需要與科技的緊密結合。羅伯茨質

子治療中心和聖猶達質子治療中心展示了多學科合作在現代醫療中的關鍵角色。質子治療涉及到放射腫瘤學、物理學、影像學、兒癌、麻醉和心理學等多個領域的專業知識。通過學習，我理解到這樣的合作對於確保治療的精確性、安全性以及患者的整體福祉是至關重要的。

治療癌症不僅僅是對抗疾病，更是一場身心的挑戰。聖猶達醫院強調為患者及其家屬提供全面的心理支持，這使職對患者照護有了更深刻的反思。對於患有重病的兒童來說，治療過程中良好的心理支持能夠幫助他們面對恐懼與壓力，這對治療效果有著潛在的積極影響。羅伯茨質子治療中心和聖猶達的質子治療中心，職發現這裡不僅有先進的技術，還有充滿關愛的人性化設計，這對患者的康復過程起到了重要作用。兒童癌症治療中心不僅提供高效的醫療服務，還通過設計溫馨的環境、提供遊戲空間等，減少孩子們的恐懼感，讓他們的治療旅程不再那麼艱難。通過對羅伯茨質子治療中心和聖猶達兒童研究醫院質子治療中心的學習，職不僅深入了解了質子治療的技術和應用，更對如何為成人及兒童患者提供更精確且人性化的醫療服務有了深刻的體會。這次學習讓職認識到醫學的核心不僅是技術的進步，更是對患者的關愛與支持。

關鍵字：羅伯茨質子治療中心、質子治療技術、兒童癌症治療、聖猶達兒童研究醫院、

FLASH

目 次

一、 目的	1
二、 過程	2
三、 心得	16
四、 建議事項	18
五、 附錄	20

一、目的

本院質子治療中心的建築體於今年初已經動工開始建置，預計於 114 年 4 月質子設備進場安裝，114 年 10 月開始質子設施的試運轉，隨後將進行質子臨床前射束資料的收集和調校以及接收測試。為能加強職本身粒子治療技術的專業知識和技能，接受外派至賓州大學羅伯茨質子治療中心（Roberts Proton Therapy Center）和聖猶大兒童研究癌症中心（St. Jude Children's Research Hospital）的質子中心進修，主要目的是讓本院醫療專業人員深入了解和掌握質子治療這一先進的放射療法技術。

進修目的可以總結為以下幾個方面：

1. 深入了解質子治療的基本原理和應用

質子治療是一種能夠精確攻擊腫瘤的放射治療方法，並能減少對周圍健康組織的損害。進修的主要目的是深入學習這一技術的基本物理原理及其在不同癌症治療中的應用，尤其是在治療難以接觸的腫瘤和兒童癌症中的優勢。

2. 提高臨床操作技能

進修者將有機會親身參與質子治療的計劃制定、操作和監控。這包括質子束的校準、定位、劑量分布設計以及治療過程中的精確調控。通過這些實踐經驗，進修者可以提升其質子治療的臨床操作技能，從而應用於未來的工作中。

3. 學習最新技術與方法

羅伯茨質子治療中心是世界上質子治療技術的領導者之一，因此進修者可以學習到最前沿的技術，例如筆尖式掃描（PBS）技術、影像導航放射治療（IGRT）、強度調控質子治療（IMPT）等。進修的目的是讓學員掌握這些技術，並了解其臨床應用，以便在自己的醫療環境中引入這些新技術。

4. 學習臨床研究與試驗

進修的一個重要目的還包括瞭解賓州大學正在進行的臨床研究和試驗項目，及質子治療在不同癌症類型中的效果。這些研究可能涉及質子治療的優勢和局限性、劑量分布、長期療效和副作用等方面，讓進修者對質子治療的最新科學發展有更深入的了解。

5. 多學科合作學習

在羅伯茨質子治療中心，進修者將有機會與放射腫瘤學家、醫學物理學家、放射技師、護理人員等多學科團隊緊密合作，這將提升他們的跨學科協作能力。這種合作不僅限於技術

操作，還包括整個治療過程中的臨床決策、患者管理和並發症處理等方面的合作學習。

6. 患者管理與個性化治療方案制定

質子治療常用於精密癌症治療，因此患者的管理至關重要。進修者可以學習如何根據不同患者的具體情況（如年齡、病情、腫瘤位置等）設計和實施個性化的治療方案，並了解如何提供全程的患者支持與關懷，確保治療的安全和有效。

7. 提升國際視野與專業素養

在國際頂尖的質子治療中心進修，進修者有機會與來自世界各地的專業人士交流，學習不同地區的治療經驗和方法，這對於提升進修者的國際視野和專業素養至關重要。進修結束後，學員可以將這些國際經驗和先進技術引入自己的醫療實踐中，促進質子治療技術的全球化發展。

8. 促進科研與學術發展

進修者不僅僅是學習臨床技能，還有機會參與科研項目。進修的目的之一是讓學員對質子治療的科學基礎和臨床應用有更深入的理解，並能夠進行質子治療相關的研究，推動該領域的學術發展。

9. 專為兒童設計及友善的治療環境

聖猶達的質子治療中心是專門為兒童設計的，根據每個兒童患者的特殊需求，量身定制個性化的治療計畫。而賓州大學羅伯茨質子治療中心也有專為兒童醫院設計的治療流程，他們的醫療團隊都擁有豐富的兒童癌症治療經驗，致力於提供最佳的治療結果。

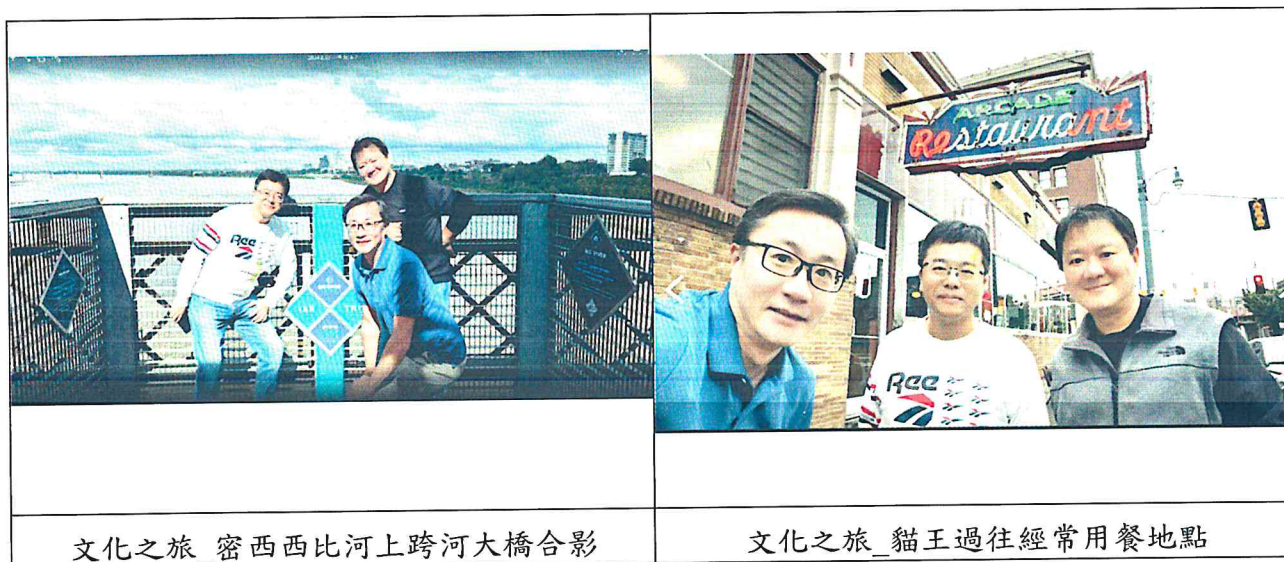
總的來說，賓州大學羅伯茨質子治療中心和聖猶達的質子治療中心的進修旨在提升進修者對質子治療的理解，掌握前沿技術，培養跨學科合作能力，並參與臨床研究和試驗，最終促進質子治療技術在全球的發展和應用。

二、 過程

職此次質子治療受訓進修之旅主要分為兩個階段，第一階段到聖猶大兒童研究癌症中心（St. Jude Children's Research Hospital）的質子中心進行兩天的參訪學習，第二階段再到賓州大學羅伯茨質子治療中心（Roberts Proton Therapy Center）進行為期兩週的進修訓練。

9月11日職與游惟強主任一同搭機前往美國孟菲斯(Memphis)，美國孟菲斯(Memphis)是位於田納西州西南部的一座歷史悠久的城市，位於密西西比河東岸，靠近阿肯色州和密西西比州的交界處。孟菲斯被譽為音樂的搖籃，是布魯斯、靈魂樂和搖滾樂的誕生地之一。著名的貝爾街 (Beale Street) 是全球知名的音樂街區，擁有眾多現場

音樂場地。搖滾樂傳奇人物貓王_埃爾維斯·普雷斯利 (Elvis Presley) 的故居——格雷斯蘭莊園 (Graceland)，也是世界各地音樂愛好者的朝聖地。其歷史與文化在美國內戰和民權運動中具有重要的歷史意義。1968 年，民權運動領袖馬丁·路德·金 (Martin Luther King Jr.) 在孟菲斯的洛林汽車旅館 (Lorraine Motel) 遭遇刺殺，這裡現已成為國家民權博物館 (National Civil Rights Museum)，記錄並展示美國民權運動的歷史。孟菲斯是全球物流巨頭聯邦快遞 (FedEx) 的總部所在地，並且憑藉其靠近密西西比河的地理位置，成為重要的物流和運輸樞紐。此外，孟菲斯國際機場也是全球最繁忙的貨運機場之一。擁有豐富的文化傳統，融合了南方黑人文化、藍調音樂、靈魂樂和福音音樂的元素，使這座城市充滿活力和藝術氣息，是一座音樂、文化與現代經濟相結合的城市。



(一) 聖猶大兒童研究癌症中心 (St. Jude Children's Research Hospital)

本次研習進修第一站聖猶大兒童研究癌症質子中心進行兩天的參訪學習。聖猶大兒童研究癌症中心是位於美國田納西州孟菲斯市的一家非營利醫療機構。憑藉先進的質子治療技術和以兒童為中心的醫療照護，成為全球領先的兒童癌症治療機構之一。該中心專注於研究和治療兒童癌症及其他危重疾病。由於其在臨床和基礎研究方面的卓越貢獻，聖猶大已經成為全球領先的兒童癌症研究和治療中心之一。其質子治療中心是美國孟菲斯市聖猶達兒童研究醫院的專門癌症治療設施。該中心於 2015 年啟用，致力於為兒童癌症患者提供最先進的質子治療技術。質子治療是一種極為精確的放射治療方式，尤其適合用於兒童，因為它能夠集中攻擊腫瘤，同時減少對健康組織的傷害。

聖猶達的一大特點是，它不向患者收取任何治療費用的慈善使命。所有治療、住宿和相關費用均由慈善捐款和資助支持。質子治療中心的患者也享有這一福利，確保所有兒童無論經濟狀況如何，都能夠獲得最優質的醫療照護。

9 月 12 日抵達 St. Jude Children's Research Hospital 質子治療中心，在臨床物理主管，同時也是本院質子顧問陳俊承教授介紹，了解到聖猶達兒童研究醫院質子中心的設施和發展。

上午進行聖猶達質子治療中心的介紹和里程碑以及游主任進行本院質子中心建置分享

聖猶達的質子治療中心是專門為兒童設計的，根據每個兒童患者的特殊需求，量身定制個性化的治療計畫。這裡的醫療團隊擁有豐富的兒童癌症治療經驗，其先進設施提供兒童友善的治療環境；中心的設計和氛圍專門為兒童打造，讓患兒在接受治療的過程中感到更加舒適和安心。並將研究與治療結合：作為聖猶達兒童研究醫院的一部分，質子治療中心不僅提供治療，還參與癌症研究，將研究成果迅速應用於臨床，幫助提高治療效果。聖猶達在質子治療領域處於全球領先地位，通過不斷的研究來推動技術的創新和療效的提升。質子治療被應用於多種兒童癌症，包括腦瘤、脊髓腫瘤和軟組織肉瘤等，尤其對於難治性腫瘤效果顯著。

以下是該中心的一些重要里程碑：

2015 年 - 質子治療中心啟用 聖猶達兒童研究醫院的質子治療中心正式啟用，成為全球首個專門為兒童設計的質子治療設施。該中心的成立標誌著醫院進入一個新的階段，能夠為更多兒童癌症患者提供精確且高效的治療。

2016 年 - 第一名患者完成治療 在質子治療中心開設一年後，聖猶達兒童研究醫院成功治療了第一名使用質子治療技術的患者。這是質子治療中心歷史上重要的一步，證明了該技術在兒童癌症治療中的實際應用價值。

2017 年 - 第一台筆尖式掃描 (PBS) 治療完成 聖猶達開始使用鉛筆束掃描 (PBS) 技術，這是一種高精度的質子束治療技術，能夠更準確地聚焦腫瘤，並減少對健康組織的傷害。這一技術在兒童癌症治療中尤其重要，因為它能減少成長中的器官和組織的長期副作用。

2018 年 - 國際合作研究 聖猶達質子治療中心與多個國際機構合作，開始開展大型國際臨床試驗，旨在比較質子治療和傳統放射療法的療效與副作用。這些研究幫助推動了質子治療在全球兒童癌症治療中的普及和應用。

2019 年 - 治療超過 1000 名患者 到 2019 年，聖猶達兒童研究醫院的質子治療中心已成功治療超過 1000 名兒童癌症患者，涵蓋各種癌症類型。這一成就使其成為兒童質子治療領域的全球領導者。

2020 年 - 擴大治療範圍與新技術應用 聖猶達質子治療中心進一步擴展其治療範圍，開始應用質子治療技術治療更多的腫瘤類型，包括腦瘤、眼部腫瘤和脊柱腫瘤。此外，該中心還引入了影像導航質子治療 (IGPT)，使治療的精準度達到更高水準。

2021 年 - 臨床研究突破 該中心在臨床研究方面取得重大突破，發現質子治療對兒童癌症患者的長期生存率和生活質量有顯著改善。這些研究結果進一步鞏固了質子治療作為兒童癌症標準治療的地位。

2023 年 - 質子治療與免疫治療相結合 質子治療中心開始探索將質子治療與免疫治療結合的可能性，這是全球質子治療研究的新前沿。該中心領導的臨床試驗顯示，

這種結合治療可能對某些復發性和難治性腫瘤有效，進一步擴展了質子治療的應用範圍。

下午：設備參觀與技術演示

- 質子治療中心參觀：

1. 參觀質子治療設備(Hitachi Synchrotron)，如同步迴旋加速器、治療室(兩間旋轉治療室和一間橫向固定射束治療室)和筆尖式掃描 (PBS) 技術的應用設施。
2. 了解 Hitachi Synchrotron 質子束的生成過程、傳輸以及如何精確定位至腫瘤位置。
3. 聖猶達質子治療中心引入了影像導航質子治療 (IGPT) 為獨立影像系統(如照片)，並非是固定在選轉治療基座上進行 CBCT 影像擷取。其影像擷取時間受限於設備需要到定位才能進行掃描，故所需時間較久(約 3-5 分鐘/每次)。

- 質子治療的臨床應用：

1. 質子治療對於兒童癌症不同類型癌症的效果，如腦瘤、脊柱腫瘤、兒童癌症等。
2. 兒童質子治療的適應症與禁忌症。

- 兒童質子治療計劃的制定：由劑量師(Dosimetrist) Mr. Julia LeBaron 進一步講解如何為患者制定兒童質子治療計劃(Eclipse Planning System)，包括劑量分布、目標腫瘤範圍的設計以及如何控制副作用。並進行案例討論與分析，探討一些實際案例，研究如何選擇治療方案以及如何根據患者病情和 Range uncertainties 考量設計個別化的治療計劃。

- 質子治療病患品質保證作業(Patient Specific QA)

由物理師助理(Physics Assistant) Mr. Sam Pelletier 執行兩位 Patient Specific QA，並說明如何從治療計畫準備到執行質子射束輸出量測與分析。

晚宴：Home – Tesunami, Memphis

晚上由聖猶達兒童研究醫院放射腫瘤科主任 Thomas E. Merchant, DO, PhD 招待於 Home – Tesunami 用餐，席間有 Clinical Faculty Carmen A. Perez, MD, PhD 和陳俊承物理師以及游惟強主任與職一同用餐和討論。Thomas E. Merchant, DO, PhD，是美國聖猶達兒童研究醫院 (St. Jude Children's Research Hospital) 著名的放射腫瘤學專家以及放射腫瘤科主任，專門從事兒童癌症的放射治療，尤其是在治療兒童中樞神經系統腫瘤方面擁有豐富經驗。他在放射腫瘤學領域中是國際知名的領導者，特別是質子治療的應用，這種精確的放射治療技術能夠減少對正常組織的傷害，同時有效治療腫瘤。其教育與專業背景 Dr. Merchant 獲得了醫學士 (DO) 和博士 (PhD) 學位，專精於放射腫瘤學。他在醫學領域擁有數十年的經驗，致力於為兒童提供最先進的癌症治療。他的工作不僅在臨床治療中有所突破，還在癌症放射治療的技術和理論發展上作出了重要貢獻。

席間 Dr. Thomas E. Merchant 分別詢問了在座的各位今天做什麼與分享心得，Dr. Thomas E. Merchant 同時分享自己一天的工作內容和心得，包含回到家中看到路樹倒下

擋到道路，如何自己動手拿起電動樹鋸一一將問題解決。讓職學習到其每天自我審視和檢討的作為，以及遇到問題自己如何主動解決問題態度，而不是日復一日和以消極作為面對事情。

9 月 13 日 Observation

• 質子治療中心 CT-Simulation room Observation :

1. 職一早在質子中心 CT-Simulation room 進行參訪學習，一位要進行 CSI 治療的五歲兒童進行定位，從小兒麻醉需要有麻醉科團隊進行到放射師模具製作和定位流程的進行，並如何進行麻醉病人的安全監控。其流程如下：

- (1) Patient alignment and 頭枕製作 and vac lag 製作 for legs and feet immobilization.
- (2) CT scan 2D imaging to ensure that patient alignment is good
- (3) To do the mask for patient after making sure patient alignment is ok.
- (4) Using marking pen to mark the isocenter for head, chest and abdomen and vac lag.
- (5) To do the first time CT scan for patient.
- (6) Reset the patient immobilization and align the lasers with the landmark .
- (7) To label the high density mark and scan the second time CT images for CSI patient.
- (8) Using the Civico tattoo markers instead of pen markers for patient.
- (9) Take photos from the patient on the CT couch and note the importance messages on each photo to let other people could well known how to setup the patient position as same as CT simulation.
- (10) MRI scan after CT simulation to get the soft tissue contrast images and spinal imaging. It depends on physician prescription.

2. 放射師從模具製作到定位都需要確實考量到如何降低擺位誤差和射程不確定性(Range Uncertainties)造成的影響，及與光子治療定位上的差異。
3. 完成定位後，該中心 95%以上病人都會選擇用 Tattoo 來進行患者中心點標記，比起用馬克筆標示造成美觀及容易脫落的缺點，值得本院借鏡學習。
4. 每位患者完成 CT 定位後，都會進行 MRI 影像擷取，以增加主治醫師進行患者靶區勾畫的精確度。

• 質子治療計畫的流程和 Plan Check :

緊接著由 Medical Physics Faculty Chia-ho Hua, PhD 進行該中心質子治療流程說明和當天當則物理師(Physics of the Day, POD)的工作內容，包含須完成的治療計畫前(Pre-plan Check)確認和治療計畫後(Post-plan Check)的確認。

1. Pre-plan Check 內容包括，CT 影像中不會出現在治療中的標記物將 BB、線材等從 BODY 中排除或覆蓋為空氣(HU=-1000)，將牙科顯著的成像偽影植體、牙齒、手術夾等的輪廓和覆蓋局部組織 HU 等會影響到射束射程的因素排除。

2. Final-plan Check 內容，包括劑量師在質子射束入射角度的選擇，危急器官(OAR)

勾畫正確性到射束不確定性考量及旋轉臂碰撞等病人安全等議題進行確認。

該質子中心透過 Programmer 進程式語言撰寫，執行自動化確認作業及報表輸出，非常值得本院借鏡學習。

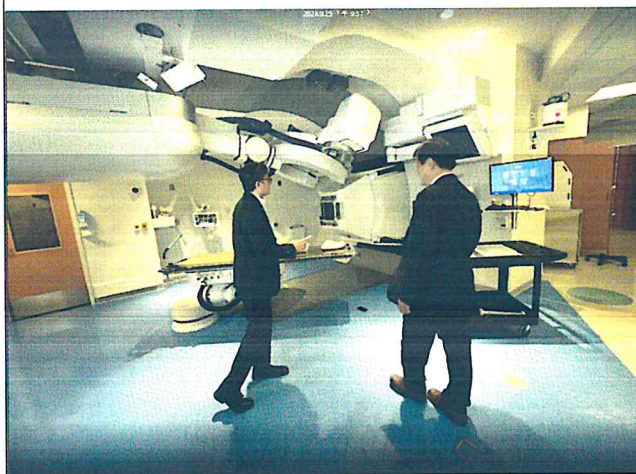
• 質子治療中心 Treatment room Obervation :

下午職到該質子中心治療室進行小兒癌症治療的參訪學習，小兒癌症治療需麻醉和不需麻醉的兒童占比約各 50%。麻醉的小兒患者會在麻醉準備室完成麻醉後，再到治療室進行治療，治療室內需要有完整的麻醉儀器設備，治療中全程需有麻醉護理師和醫師陪同並監控 Vital sign。放射師在治療室內的控制室完成 CBCT IGRT，經由 Doctor of the day, DOD 確認無誤，隨後到治療控制室進行癌症治療。

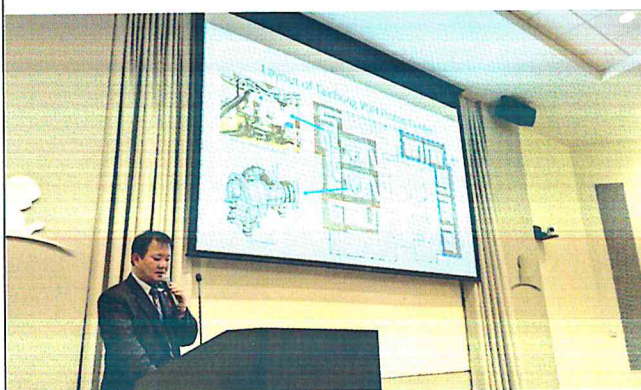
這兩天的學習過程既有理論知識的深入講解，也有臨床實踐的具體觀摩與操作。通過設備參觀、臨床觀摩、多學科合作和科研學習，職獲得小兒質子治療的知識，並提升實際應用的技能，從而更好地為本院小兒質子治療患者提供精確且個別化的治療方案。

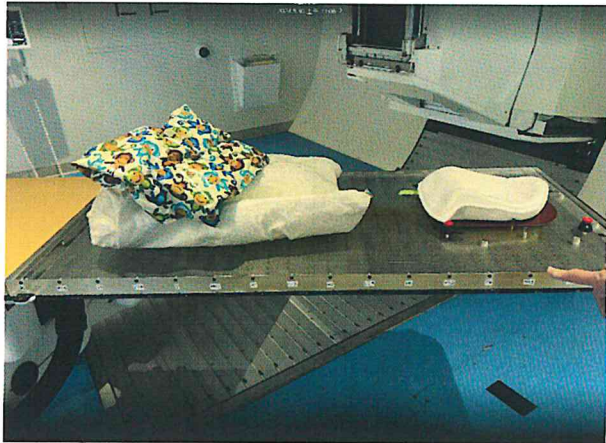


職抵達聖猶大兒童研究癌症中心



陳俊承教授進行聖猶大質子中心治療室設備簡介和引導說明



游惟強主任在聖猶大會議室進行本院質子中心建置分享演講	聖猶大會議室與會者照片包含 Dr. Thomas E. Merchant 與其他職員
	
治療室小兒患者治療前準備	治療室 IGRT 系統操作說明

(二) 賓州大學羅伯茨質子治療中心 (Roberts Proton Therapy Center)

- 賓州大學羅伯茨質子治療中心 (Roberts Proton Therapy Center) 是美國和全球最先進的質子治療設施之一，隸屬於賓州大學的佩雷爾曼醫學院和賓夕法尼亞醫院系統。該中心於 2009 年開設，並以一位著名慈善家羅伯茨 (Roberts) 的名字命名。其建置總經費為 2 千萬美元，其中 25% 經費來源為賓州兒童醫院 (CHOU)，羅伯茨質子治療中心專注於使用質子療法來治療癌症，特別是那些位於精密和難以觸及部位的腫瘤。質子治療是一種放射治療技術，與傳統的 X 射線放療相比，它能更精準地將能量集中在腫瘤上，從而降低對周圍健康組織的損傷。羅伯茨質子治療中心擁有全球最大的單一設施，涵蓋了五個治療室 (四間旋轉治療室和一間固定射束治療室及一間研究室) 和 1.5T MRI Simulator、2 台 Dual energy CT (Siemens) 以及一間 PET CT。羅伯茨質子治療中心他們創建了一個能夠適應新技術的設施。他們已經用筆尖式掃描 (PBS) 取代了雙散射束技術，這擴大了可以治療不同類型的腫瘤。他們也正在努力增加 FLASH 質子治療，這是一項開創性的技術，有望增加可以治療的患者數量。

另外有兩間衛星醫院質子中心，Lancaster General Health and Virtual Health 各建置單室質子治療設計的旋轉治療室 (Varian ProBeam 360)，目前每天各治療約 20 和 18 位質子治療患者。創新技術和對質子治療的貢獻使其成為許多患者的首選治療機構，同時也為癌症研究和治療技術的進步作出了重要貢獻。該中心的設計和設備能夠提供最先進的癌症治療技術，包括：

1. 誘導放射性損傷以摧毀腫瘤細胞。
2. 精密定位質子束，從而減少對健康器官的副作用。
3. 使用針對兒童和成人的專門方案進行個別化治療。

羅伯茨質子治療中心里程碑

2006 年：Signed a contract with IBA

2008 年：Started to Install Cyclotron (18 month)

2009 年：ATP and Commissioning for 6 months

2010 年：羅伯茨質子治療中心開幕，當時為全球規模最大的專門質子治療設施之一。

2012 年：該中心完成了其第 1000 例患者的治療，標誌著其在癌症治療領域的重要地位。

2015 年：全部治療室開始應用最新的「鉛筆束掃描」(PBS) 技術，這是一種更精確的質子束控制技術，使得質子治療能夠以更細的束線掃描腫瘤。

2018 年：完成了其第 5000 名患者的治療，並進一步擴展其治療選擇，包括增加更多的臨床試驗和研究。

2020 年：成功實施全球數千例複雜的質子治療，並發展 TREATMENT in a FLASH，成為質子治療領域的全球領導者之一。

在過去五年，每年質子治療超過 800 位患者，質子治療占 PENN MEDICINE 每年放射治療三成，

9 月 16 日職與游惟強主任和趙勇全醫師抵達位於賓州費城 Perelman Center 內地下一樓的羅

伯茨質子治療中心，進行為期兩週的質子治療訓練課程進修。由 Medical Physics Faculty Richard Maughan, PhD 說明羅伯茨質子治療中心的簡介和導覽，Dr. Richard 負責羅伯茨質子治療中心的建置和輻射安全規劃，期間分享了 PENN 的建置和輻防經驗分享。

職由於負責本院質子中心建置和質子設備接收測試(ATP)及臨床前調校(Commissioning)等任務，故職受訓分為線上和實體課程(兩週)，內容涵蓋下列課程：

1. 質子放射物理原理
2. 質子接機測試(ATP)和臨床前調校(Commissioning)
3. 質子治療品質保證作業和 Patient Specific QA
4. 各癌別質子治療計畫
5. 成人質子治療 Standard Workflow and Policies and Procedures
6. Dual Energy CT / Imaging & CBCT
7. 小兒質子治療計畫和 Standard Workflow and Policies and Procedures
8. 質子治療呼吸調控技術(Motion Management in Protons)
9. 質子治療室和 CT Simulation Observation
10. FLASH Presentation & Research Facility Tour

第一週課程由醫學物理兩位主管 Professor Lei Dong, PhD and Kevin Teo, PhD 帶領，各別主

講質子接機測試(ATP)和臨床前調校(Commissioning)以及 Dual Energy CT 臨床應用。

Professor Lei Dong 曾經任職於多家大型質子中心(MD Anderson Cancer Center, Houston、Scripps Proton Therapy Center, San Diego)，分享他豐富的質子接機測試和臨床前調校經驗以及度量設備使用上的注意事項和優缺點分析，讓職深感受益良多。Professor Lei Dong 更答應在未來本院進行質子設備系統調校時，非常樂意為本院提供諮詢和線上會議討論，讓我們質子中心建置上更無後顧之憂。

Professor Kevin Teo, PhD 建置了羅伯茨質子治療中心 Dual Energy CT，並

分享系統調校經驗，以及如何透過 Siemens Dual Energy CT 產生的 Direct Stopping Power image 成功將 Penn Medicine 頭頸癌和腦癌患者治療計畫上考量的 Range uncertainties 由 3.5% 降低到 2.0%，其最大的好處是可以有效降低周圍危急器官所接受到的劑量，降低副作用產生。其更分享他目前在應用 Lung Perfusion 的影像來預估胸腔部位質子治療患者未來產生肺部發炎的研究經驗和成果。

質子治療品質保證作業和 Patient Specific QA 課程由 Chief Medical Physicist, Proton Division Dr. Elizabeth Garver 進行闡述，分享了 PENN Medicine Daily QA、Monthly QA and Annual QA 以及 Patient Specific QA - Overview。內容概述了基於以下內容的機器和患者特定 QA，UPENN 協定和經驗，並建議每個用戶考慮自己的設備、臨床實務以及設計內部 QA 的經驗程式。在互相交流過程中，職對於本院質子中心試運轉計畫內容中，包含的品保作業內容的撰寫和設備的應用，提供了寶貴的建議和經驗分享。

Proton Therapy Specific Physics Chart Checks 由 Chief Medical Physicist, Proton Division Dr. Elizabeth Garver 分享 PENN 如何利用 Scripting 在 Aria 系統進行自動化程式的撰寫和應用，Dr. Elizabeth Garver 提及 PENN 有 3-4 位專門負責單位程式撰寫的人員，將 Chart Checks 充分整合在 Aria care path 臨床流程中。其優點為加速臨床流程，各治療計畫和 Patient specific QA 輸出報表電子化，讓單位人員從 Aria 系統即能清楚看到患者所有的放射治療資訊。

第二週課程由於羅伯茨質子治療中心迴旋加速器故障停修兩天，讓職深刻體認到當質子設備無法運轉時，質子治療患者是否有光子備案治療計畫(Backup plan)的重要性。在 PENN 標準作業流程中，每位質子治療患者的光子 Backup plan 是必要的。並且製作影片讓每位質子治療患者觀看，使其在接受治療前充分理解 Back plan 的必要性和重要性，同時 Back plan 的製作，也可以提供保險給付作為 Plan comparison 的依據，這部分讓本院質子中心運轉和臨床治療提供重要的參考樣本。

Patient Specific QA、Daily and Monthly Machine QA 在治療室中的實體操作也遞延到第二週，分別由 Dr. Shannon O'Reilly and Dr. Ali Kassae 實作和說明，在執行 Monthly Machine QA 過程中，由於發生異常情況，職和 Dr. Ali Kassae 一起討論並排除問題，最終順利完成品保量測作業。應用自身知識和邏輯跟同儕間腦力激盪完成任務，透過知識學習和實作交叉驗證，這是一個讓職深感身為物理師的成就感。

質子放射治療計畫由 Dr. Brett Hartl 等人進行 Penn Medicine 在不同癌別製作及規畫的經驗分享，包含 Lymphoma、Prostate、Pediatric Overview、Breast、Head & Neck、GI、Lung/Thoracic 及 CNS 等癌別。從治療流程 Simulation & Immobilization 執行、Contouring 勾畫、Beam Arrangement 考量(射程不確定性)和原則、Optimization Techniques (SFO and MFO) 的選擇到治療計畫的評估與完成，都做了詳細的說明和充分討論，職並且透過實際進行各癌別質子治療計畫的製作和學習，讓職在協助主治醫師規劃本院各癌別質子治療流程規劃提供了重要的參考依據。

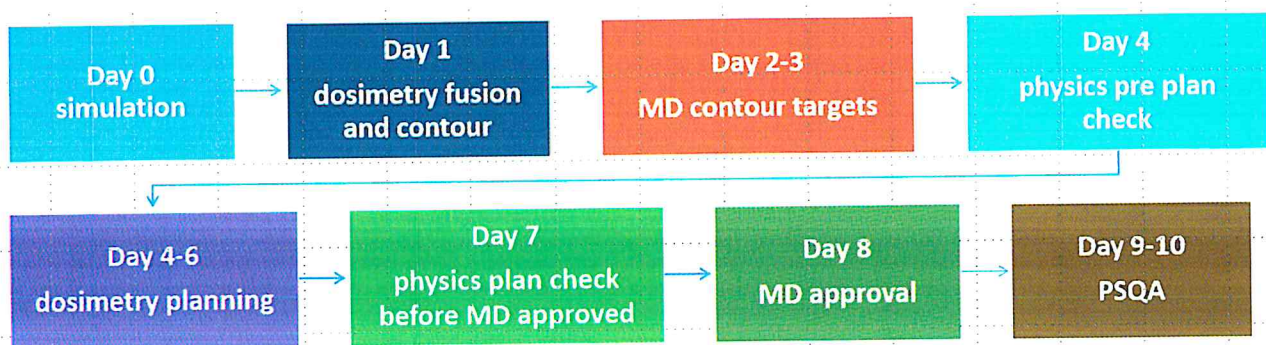
Penn Medicine 各癌別團隊 Chart Rounds 會議的參與，從新病人病歷說明、治

療靶區的勾畫到治療計畫的結果進行充分的溝通和討論。讓職學習到癌症治療真的是需要不同專業人員一起共同完成的 Team work，討論是為了讓每一位患者得到不同專業人員的審視，從而建立團隊共識，提升放射治療的品質。職也透過聆聽會議溝通討論，學習到不同癌別的臨床考量和規劃，以及同樣癌別但是不同期別在放射治療技術應用的選擇依據。

質子放射治療流程和質子治療呼吸調控技術 SDX/Compression Belt 由羅伯

茨質子治療中心由資深放射師 Meghan Minner 分享說明和示範，質子放射治療流程以十天法則進行病人的排程安排，每位患者從 Simulation 開始起算第十天後開始治療。未來可以依據 PENN 的總結經驗來進行本院質子中心放射治療流程基礎架構，再來因地制宜建立自己的治療流程。質子治療呼吸調控技術適用在橫膈附近胸腔和腹腔腫瘤治療，來減少呼吸造成的位移誤差，PENN 目前針對呼吸造成的位移誤差導致質子射束照射所產生的 Interplay effect 策略有呼吸調控系統(SDX)、腹部壓迫帶(Compression Belt)以及用 Repainting 技術等。呼吸調控系統(SDX)主要用在乳癌和胸腔腫瘤，當 SDX 不適用時則採用腹部壓迫帶和 Repainting 技術。示範過程是由本院鄭皓升醫師擔任模擬患者，親身體驗不同呼吸調控技術的差異，對於本院未來技術的應用能提出深刻的建議。

羅伯茨質子治療中心(Robert Proton Center)與聖猶達兒童研究醫院 (St. Jude Children's Research Hospital) 的質子治療中心目前都在嘗試導入體表偵測系統(Surface Guidance Radiotherapy, SGRT)於質子治療的應用，羅伯茨質子治療中心目前導入 C-ray 系統進行臨床前研究，職很榮幸參與聖猶達質子治療中心以 Version RT 系統成功應用在第一位小兒(whole lung irradiation)臨床呼吸調控技術(DIBH)的臨床質子治療。職建議未來本院質子中心亦可導入體表偵測系統(Surface Guidance Radiotherapy, SGRT)應用於需以呼吸調控技術降低呼吸造成的位移誤差的癌症部位，如乳癌、肺癌等。



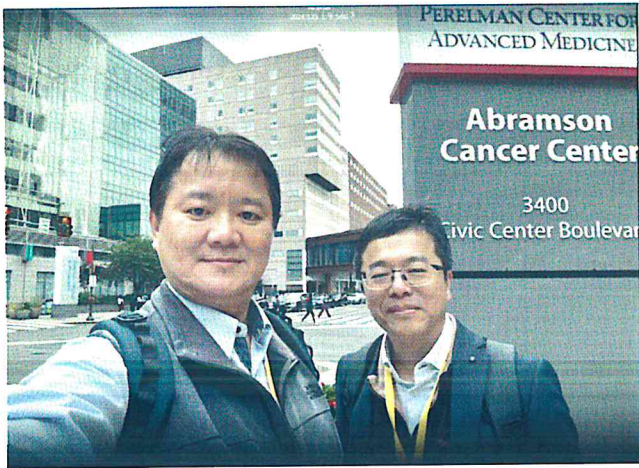
羅伯茨質子治療中心小兒質子治療團隊主要由賓州兒童醫院(CHOU)主導團隊合

作，由於賓州兒童醫院在羅伯茨質子治療中心贊助了 25%的建置經費，故整體質子治療患者的容額安排上，小兒治療占整體質子治療患者占比需要達到近 30%。小兒治療需麻醉和不需麻醉占比各 50%，羅伯茨質子治療中心內設置有一間麻醉室和四間恢復室，每間裝飾和名稱都是以小而友善環境來設計。職參與了兩位需要麻醉的質子治療患者從麻醉到定位，以及質子治療的流程，其中一位五歲的小女生，在麻醉室等待麻醉前，由父母陪同讓小兒慢慢熟悉環境以及工作人員，大約 30 分鐘後待小兒情緒穩定再進行麻醉。這部份對於本院質子中心

未來需麻醉的小兒治療提供了學習的標竿，尤其本院質子中心在小兒麻醉的空間規劃，只有一間麻醉室，明顯室不足的。

另外質子治療團隊和麻醉團隊之間的合作及時間安排更顯重要，這都要在未來跨部科合作上進行詳細的討論確認。緊接著麻醉兒童由麻醉團隊推送到 CT 模擬定位室進行治療前定位，從麻醉中小兒的模具製作到影像的擷取，都需要由豐富經驗的放射師來執行，其過程中會有麻醉團隊人員進行生理監控，模具製作和模擬定位的熟練度決定了麻醉小兒治療模擬定位的成敗，這就是為何 PENN 在電腦斷層模擬定位室的放射師的安排除了要求專業外，放射師在不同工作崗位的安排上，在電腦斷層模擬定位室的時間至少都會在半年以上才會進行輪值。另外不用麻醉的小兒治療流程，Meghan Minner 也分享了 PENN 的經驗，整個治療流程設計有幾項關鍵，收先要對小兒 Be honest 和平靜得交談，鼓勵深呼吸，讓他清楚知道接下來需要做什麼。緊接著使用適合年齡的分散注意力的方法，在 PENN 的設計是用 video distraction 來分散小兒的注意，這樣的流程設計讓羅伯茨質子治療中心完成了無數不需麻醉小兒質子治療。

Taking FLASH Research to the Next Level，在 Michele Kim, PhD. 分享下，了解到 PENN 在 2022 年 3 月取得的 NIH 五年期 1,230 萬美元撥款的支持下，在他們最初的 FLASH 研究結果的基礎上繼續發展。這包括與牛津大學、杜克大學和海德堡大學的同事合作，更深入地研究導致治療毒性的分子機制，以便我們可以幫助最大限度地減少對正常組織的影響。PENN 強化與 IBA 間的合作致力於 FLASH 技術的發展和研究，人類可能不是唯一受益於閃光放射治療的物種。自 2019 年以來，Penn Medicine 放射腫瘤學家 Keith Cengel 博士一直與賓州獸醫學院的專家合作，以確定 FLASH 是否可以為患有四肢骨肉瘤以及最近患有小型頭頸部腫瘤的犬科動物緩解症狀。通常，這種類型的姑息性放射治療需要治療數週或數月。使用 FLASH，只需幾次訪問即可看到其好處。如果在犬科動物中的結果證明有希望，那麼它可能會為在人類中使用該技術打開大門。一年一度的超高劑量率放射治療和粒子治療會議（FRPT）將來自世界各地的臨床腫瘤學專業人士聚集在一起，就這些技術的最新發展進行多學科討論。Penn Medicine 在每次會議上都表現出色。僅在 2023 年，就派出了 19 名代表並發表了 9 場不同的演講，突出了我們在 FLASH 領域的研究和思想領導力。Dr. Michele Kim 並且引導我們參觀他們的實驗室和 FLASH 照射及生物研究的設備，另職受益良多，深感未來單位人才和質子設備廠商合作開發新技術的重要性。



9 月 16 日抵達 Perelman Center at PENN

University of Pennsylvania Proton Therapy Education Program
WEEK 1: Yung-Fa Lu, Teaching Veterans General Hospital
Physicist

Monday 9/16	Tuesday 9/17	Wednesday 9/18	Thursday 9/19	Friday 9/20
8:00-9:00 Orientation Conference Room	8:00-9:00 Orientation Conference Room	8:00-9:00 Orientation Conference Room	8:00-9:00 Orientation Conference Room	8:00-9:00 Orientation Conference Room
9:00-10:00 Orientation Conference Room	9:00-10:00 Orientation Conference Room	9:00-10:00 Orientation Conference Room	9:00-10:00 Orientation Conference Room	9:00-10:00 Orientation Conference Room
10:00-11:00 Orientation Conference Room	10:00-11:00 Orientation Conference Room	10:00-11:00 Orientation Conference Room	10:00-11:00 Orientation Conference Room	10:00-11:00 Orientation Conference Room
11:00-12:00 Orientation Conference Room	11:00-12:00 Orientation Conference Room	11:00-12:00 Orientation Conference Room	11:00-12:00 Orientation Conference Room	11:00-12:00 Orientation Conference Room
12:00-1:00 Orientation Conference Room	12:00-1:00 Orientation Conference Room	12:00-1:00 Orientation Conference Room	12:00-1:00 Orientation Conference Room	12:00-1:00 Orientation Conference Room
1:00-2:00 Orientation Conference Room	1:00-2:00 Orientation Conference Room	1:00-2:00 Orientation Conference Room	1:00-2:00 Orientation Conference Room	1:00-2:00 Orientation Conference Room
2:00-3:00 Orientation Conference Room	2:00-3:00 Orientation Conference Room	2:00-3:00 Orientation Conference Room	2:00-3:00 Orientation Conference Room	2:00-3:00 Orientation Conference Room
3:00-4:00 Orientation Conference Room	3:00-4:00 Orientation Conference Room	3:00-4:00 Orientation Conference Room	3:00-4:00 Orientation Conference Room	3:00-4:00 Orientation Conference Room
4:00-5:00 Orientation Conference Room	4:00-5:00 Orientation Conference Room	4:00-5:00 Orientation Conference Room	4:00-5:00 Orientation Conference Room	4:00-5:00 Orientation Conference Room

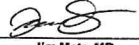
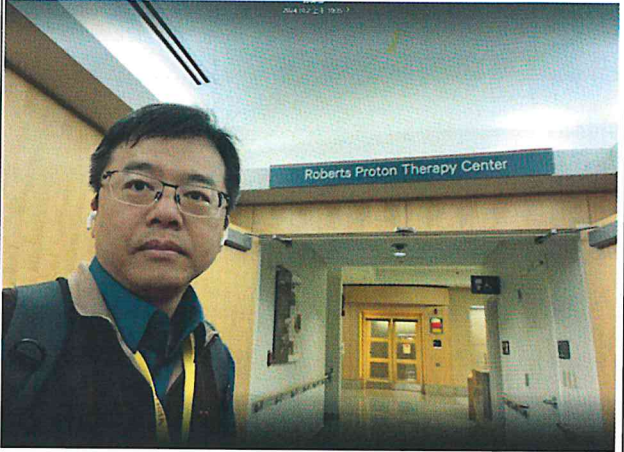
PENN Medicine 第一週實體課程 Programs

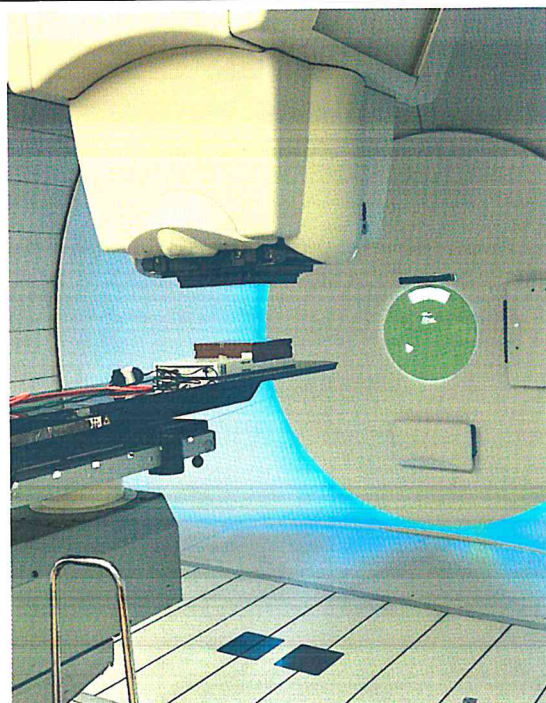
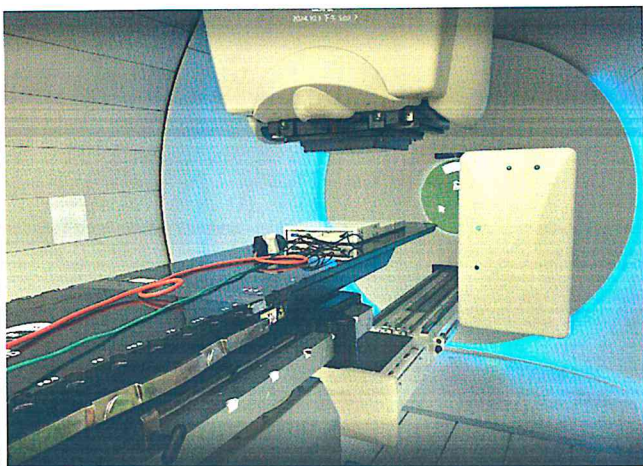
PENN MEDICINE BADGE

University of Pennsylvania Proton Therapy Education Program
WEEK 2: Yung-Fa Lu, Teaching Veterans General Hospital
Physicist

Monday 9/23	Tuesday 9/24	Wednesday 9/25	Thursday 9/26	Friday 9/27
8:00-9:00 Orientation Conference Room	8:00-9:00 Orientation Conference Room	8:00-9:00 Orientation Conference Room	8:00-9:00 Orientation Conference Room	8:00-9:00 Orientation Conference Room
9:00-10:00 Orientation Conference Room	9:00-10:00 Orientation Conference Room	9:00-10:00 Orientation Conference Room	9:00-10:00 Orientation Conference Room	9:00-10:00 Orientation Conference Room
10:00-11:00 Orientation Conference Room	10:00-11:00 Orientation Conference Room	10:00-11:00 Orientation Conference Room	10:00-11:00 Orientation Conference Room	10:00-11:00 Orientation Conference Room
11:00-12:00 Orientation Conference Room	11:00-12:00 Orientation Conference Room	11:00-12:00 Orientation Conference Room	11:00-12:00 Orientation Conference Room	11:00-12:00 Orientation Conference Room
12:00-1:00 Orientation Conference Room	12:00-1:00 Orientation Conference Room	12:00-1:00 Orientation Conference Room	12:00-1:00 Orientation Conference Room	12:00-1:00 Orientation Conference Room
1:00-2:00 Orientation Conference Room	1:00-2:00 Orientation Conference Room	1:00-2:00 Orientation Conference Room	1:00-2:00 Orientation Conference Room	1:00-2:00 Orientation Conference Room
2:00-3:00 Orientation Conference Room	2:00-3:00 Orientation Conference Room	2:00-3:00 Orientation Conference Room	2:00-3:00 Orientation Conference Room	2:00-3:00 Orientation Conference Room
3:00-4:00 Orientation Conference Room	3:00-4:00 Orientation Conference Room	3:00-4:00 Orientation Conference Room	3:00-4:00 Orientation Conference Room	3:00-4:00 Orientation Conference Room
4:00-5:00 Orientation Conference Room	4:00-5:00 Orientation Conference Room	4:00-5:00 Orientation Conference Room	4:00-5:00 Orientation Conference Room	4:00-5:00 Orientation Conference Room

PENN Medicine 第二週實體課程 Programs

 Penn Medicine  Yung-Fa Lu has successfully completed PRMI - Physics Principles of Proton Therapy from the Penn Radiation Medicine Institute  Jim Metz, MD Chairman, Department of Radiation Oncology 14-Aug-2024 Date	 Penn Medicine  Yung-Fa Lu has successfully completed PRMI - Dosimetry Principles of Proton Therapy from the Penn Radiation Medicine Institute  Jim Metz, MD Chairman, Department of Radiation Oncology 01-Sep-2024 Date
Certificate of Physics Principles of Proton Therapy_線上課程	Certificate of Dosimetry Principles of Proton Therapy_線上課程
 Penn Medicine  Yung-Fa Lu has successfully completed PRMI - An Introduction to Principles of Proton Therapy from the Penn Radiation Medicine Institute  Jim Metz, MD Chairman, Department of Radiation Oncology 31-Jul-2024 Date	
Certificate of An Introduction to Principles of Proton Therapy_線上課程	職抵達羅伯茨質子治療中心 (Roberts Proton Therapy Center)

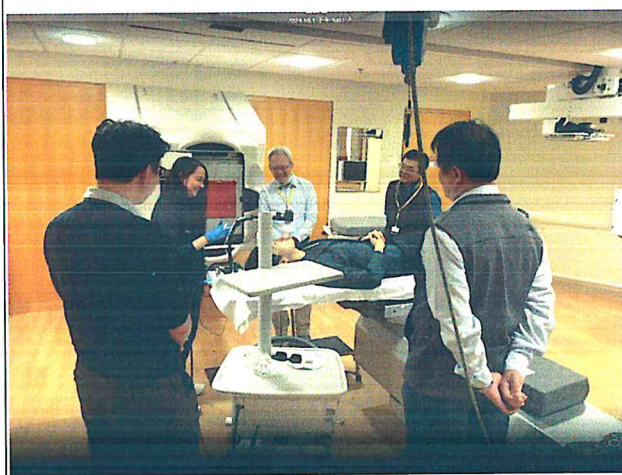


Patient Specific QA_用正交影像確認量測設備
中心點

Patient Specific QA_



鄭皓升醫師擔任模擬患者，SDX 呼吸系統準備



鄭皓升醫師擔任模擬患者，親身體驗不同
呼吸調控技術的差異



PENN MEDICINE 在 FLASH 發展的重要團隊成員右起 Jennifer Wei Zou, PhD, Eric Diffenderfer, PhD, Kevin Teo, PhD, Lei Dong, PhD and Michele Kim, PhD



Dr. Michele Kim 並且引導我們參觀他們的實驗室和 FLASH 照射及生物研究的設備 3



Chairman James Metz, MD 於 9 月 23 日安排午餐餐敘，歡迎本院游主任等同仁到 PENN 受訓，並互相介紹及交換名片。



Vice Chair Jeffrey Bradley and Dr. Richard 招待本院同仁進行晚宴，期間相談甚歡，互相分享建置經驗。

三、心得

羅伯茨質子治療中心(Robert Proton Center)與聖猶達兒童研究醫院 (St. Jude

Children's Research Hospital) 的質子治療中心是世界上最先進的質子治療和兒童癌症治療設施之一，專門提供精確且副作用更小的癌症放射治療。職在這樣高度專業化的醫療中心進行學習，尤其是其質子治療技術，能夠帶來許多深刻的心得與感想。

1. 質子治療的精確性與有效性

通過學習質子治療，職深刻體會到這種技術在癌症治療中的革命性作用。相較於傳統的X射線放射治療，質子治療能夠更精確地針對腫瘤部位，並且將對周圍健康組織的損傷降到最低。這對於兒童患者尤其重要，因為他們的身體還在發育，避免不必要的輻射損害可以顯著減少長期副作用。

2. 兒童患者的特殊需求

在學習過程中，職體會到為兒童患者提供放射治療時需要格外謹慎。由於兒童的發育尚未成熟，質子治療在降低神經系統及其他重要器官的副作用方面具有無可替代的優勢。這使質對個別化治療的重要性有了更深的理解：治療方案不僅僅是針對疾病，更要考慮患者的整體健康和未來的生活質量。

3. 技術創新與醫療進步

質子中心所使用的技術代表了現代醫療科技的最前沿，讓職深刻感受到科技創新對醫學的推動作用。從學習中，了解到質子束的物理特性及其在治療過程中的精確控制，尤其是FLASH技術和ADPT發展，這些技術不僅依賴高精度的設備，還需要高度專業的醫療團隊來操作。這啟示了我，醫學的進步不僅僅依靠理論知識，還需要與科技的緊密結合。

4. 多學科合作的重要性

羅伯茨質子治療中心和聖猶達質子治療中心展示了多學科合作在現代醫療中的關鍵角色。質子治療涉及到放射腫瘤學、物理學、影像學、兒科和心理學等多個領域的專業知識。通過學習，我理解到這樣的合作對於確保治療的精確性、安全性以及患者的整體福祉是至關重要的。

5. 患者及家屬的心理支持

治療癌症不僅僅是對抗疾病，更是一場身心的挑戰。聖猶達醫院強調為患者及其家屬提供全面的心理支持，這使我對患者照護有了更深刻的反思。對於患有重病的兒童來說，治療過程中良好的心理支持能夠幫助他們面對恐懼與壓力，這對治療效果有著潛在的積極影響。

6. 人性化的醫療環境

羅伯茨質子治療中心和聖猶達的質子治療中心，職發現這裡不僅有先進的技術，還有充滿關愛的人性化設計，這對患者的康復過程起到了重要作用。兒童癌症治療中心不僅提供高效的醫療服務，還通過設計溫馨的環境、提供遊戲空間等，減少孩子們的恐懼感，讓他們的治療旅程不再那麼艱難。

7. 持續學習與進步的動力

學習質子治療中心的先進技術，讓職意識到醫學是一個不斷進步的領域。通過不斷的研究和技術創新，像質子治療這樣的新技術才能不斷完善，最終造福更多患者。這激勵我在學習和工作中保持開放的心態，不斷追求新的知識和技能，以應對未來的醫學挑戰。

8. 社會責任與醫學使命

聖猶達兒童研究醫院的使命不僅僅是治癒疾病，更是致力於改善全球兒童的健康狀況。這讓我感受到醫療工作者所肩負的社會責任，不僅要治療患者，還要推動科學進步，幫助更多有需要的人群。這種無私奉獻的精神深深鼓舞了我，使我更加堅定自己在醫學領域的追求。

總結

通過對羅伯茨質子治療中心和聖猶達兒童研究醫院質子治療中心的學習，我不僅深入了解了質子治療的技術和應用，更對如何為成人及兒童患者提供更精確且人性化的醫療服務有了深刻的體會。這次學習讓我認識到醫學的核心不僅是技術的進步，更是對患者的關愛與支持。

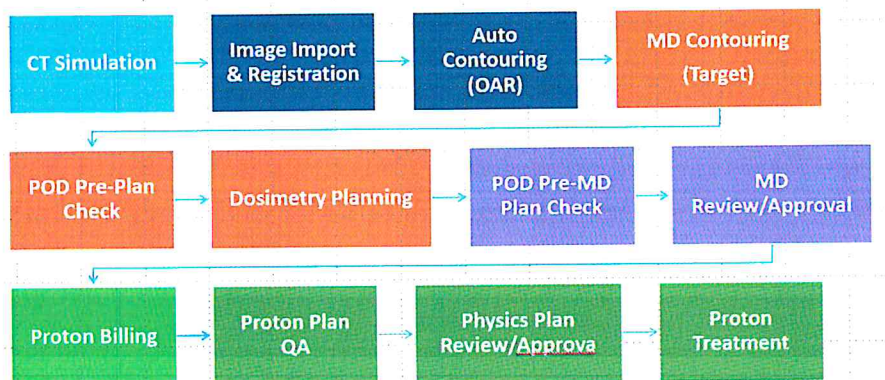
四、 建議事項

報告建議事項：(建議事項至少四項，僅需列出建議事項標題)

- (一)職於受訓期間與 Penn Medicine 物理主管 Dr. Lei Dong and Dr. Kevin 相談甚歡，取得受訓單位的正面回應，兩位皆表示非常樂意在未來本院質子中心安裝到接收測試(ATP)及臨床前調校(Commissioning)提供建議，甚至可以線上會議模式一起溝通討論。而 St. Jude 物理主管 Dr. Chen Chung Chen 原本就是本院質子中心顧問，故職建議應持續建立 Robert Proton Center 和 St. Jude Proton Center 聯繫與強化合作關係！
- (二)本院質子中心原訂人員外派受訓單位有 Penn Medicine 和 SMC，經此次職在 Penn 受訓前的線上課程安排，到精實的兩週實體課程內容，都是 Penn 近十年來的積累和精華。依據 Penn Medicine 數據統計全球到 Penn 受訓的單位，目前為止共計有 23 個質子中心，共計近 1000 位受訓人員，其中 350 位是進行 onsite training。故職建議本院明年後續人員受訓單位應將 Penn 列為首選。
- (三)本院質子中心外派受訓人員原訂有醫師、物理師和放射師，受訓期間 Penn Medicine 分享其質子中心的劑量師對於質子治療計畫觀念的建立和實務的操作，都需要有完整的受訓課程，故建議本院至少一位劑量師列為外派至 Penn 受訓的人員，職深感認同，經與游主任報告後，亦取得主任正面回應。
- (四)Penn Medicine Proton Therapy Specific Physics Chart Checks 由 Chief Medical Physicist, Proton Division Dr. Elizabeth Garver 分享 PENN 如何利用 Scripting 在 Aria 系統進行自動化程式的撰寫和應用，Dr. Elizabeth Garver 提及 PENN 有 3-4 位專門負責單位程式撰寫的人員，將 Chart Checks 充分整合在 Aria care path 臨床流程中。其優點為加速臨床流程，各治療計畫和 Patient specific QA 輸出報表電子化，讓單位人員從 Aria 系統即能清楚看到患者所有的放射治療資訊，並能大幅降低人為錯誤和人力成本。職

建議放腫部應學習 Penn Medicine 新增專門負責單位程式撰寫的人員，應用 Scripting 在 Aria 系統進行自動化程式的撰寫和應用。

PENN Care Path 流程



五、 附錄



Penn Medicine



Yung-Fa Lu

has successfully completed

Onsite Proton Clinical Training

from the

Penn Radiation Medicine Institute

Jim Metz, MD
Chairman, Department of Radiation Oncology

01-Oct-2024

Date

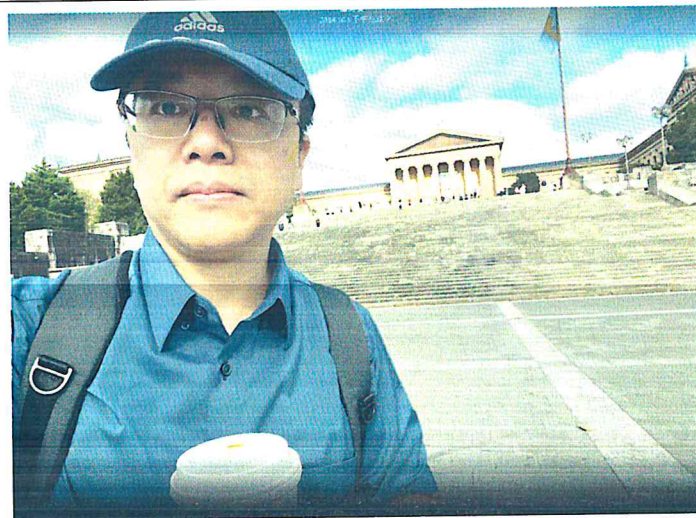
Certificate of Onsite Proton Clinical Training from the PENN



Philadelphia Independent Hall



Philadelphia Independent Bell



Philadelphia Art Museum