

出國報告（出國類別：考察）

②
赴阿根廷布宜諾斯艾利斯
參加第 63 屆粒子治療合作組織學術年會

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：阿根廷/布宜諾斯艾利斯

出國期間：114/5/31-114/6/6

報告日期：114/6/10

摘要

職於 2025 年 6 月 2 日至 7 日前往阿根廷布宜諾斯艾利斯，參加第 63 屆粒子治療合作小組年會 (PTCOG 63)。本次大會聚焦質子治療、重離子治療、BNCT (硼中子捕獲治療)、FLASH 放療與 AI 整合放射治療等最新國際趨勢，並設有跨領域教育課程、國際臨床與設施經驗交流論壇，以及青年學者互動平台。

會議期間，臺中榮總於 6 月 5 日正式通過大會成員投票，成功列名為 PTCOG 組織正式成員機構 (Member Institution)，象徵我院質子中心建置成果獲國際專業社群肯定，亦為我院邁向全球粒子治療網絡的重要里程碑。

本次參與不僅深化對先進放射技術與臨床策略的理解，亦觀摩南美新興中心之建置模式與跨部門營運機制。會後建議包括：一、強化本院跨職類培訓；二、設立 BNCT 發展小組；三、建構臨床試驗與數據整合平台；四、鼓勵青年學者參與國際發表。整體而言，本次參與對提升本院國際能見度與臨床發展策略提供關鍵助益。

關鍵字：(至少一組)

PTCOG 63、質子治療 (Proton Therapy)、硼中子捕獲治療 (BNCT)、FLASH 放療、放射腫瘤學 (Radiation Oncology)

目 次

一、 目的	1
二、 過程	2
三、 心得	4
四、 建議事項	5
(一) 強化跨領域人才培訓模組設計 建議依據 PTCOG 教育課程經驗，為本院粒子治療中心規劃跨部門模組課程（醫師、物理師、工程師、資訊人員），並與國內外中心進行交流。	
(二) 優先設立 BNCT 評估小組與國際合作平台 由於 BNCT 逐漸進入臨床化，建議成立由放腫科、核工、藥學、影像醫學等組成之 BNCT 發展小組，並主動與台灣與日本等成熟單位建立合作窗口。	
(三) 強化早期臨床試驗平台與數據共享能力 建議於中心初期即導入 IRB 流程與臨床試驗機制，並強化大數據架構，以利未來參與國際研究與出版，提升醫學中心能見度與影響力。	
(四) 建立青年人才國際學術交流與發表制度 建議設立青年醫師/研究員發表獎助計畫，鼓勵參與 PTCOG、ESTRO、ASTRO 等國際年會並投稿壁報或口頭發表，累積國際經驗與學術成果。	
五、 附錄	7

六、目的

第 63 屆粒子治療合作小組年會 (PTCOG 63) 於 2025 年 6 月 2 日至 7 日在阿根廷布宜諾斯艾利斯舉行，為南美首次舉辦。會議涵蓋教育課程與科學年會兩大主軸，超過 40 位國際專家授課。教育課程聚焦 FLASH 放療、BNCT、適應性放療與 AI 輔助規劃等新興技術，並深入探討粒子治療之物理與放射生物學原理。科學年會則包括臨床應用、設施建置、免疫聯合療法、腦瘤與兒童癌症等主題，同時設有青年學者專區與國際共識論壇。台中榮總預計於本次大會投票中通過，正式列名 PTCOG 組織成員，象徵本院在國際粒子治療領域的地位與貢獻獲得認可。整體而言，PTCOG 63 展現了粒子治療從理論研究邁入臨床擴展與全球化應用的趨勢，對我院質子中心啟用、人才育成及國際合作皆具重大參考價值。

職這次出國參加第 63 屆粒子治療合作小組年會，旨在掌握當前全球粒子治療之發展趨勢，特別是質子治療、重離子治療、BNCT (硼中子捕獲治療) 及新興放射技術如 FLASH 放療與適應性放射治療等的最新應用與研究成果。透過參與專家學者主導之教育課程與國際學術交流，汲取國際先進粒子治療中心於建置、運營、人才培訓、臨床決策及生物劑量學發展等實務經驗，以做為本院質子治療中心未來臨床啟用與跨領域合作之重要參考依據。

七、過程

(一) 會議基本資訊

1. 會議名稱：PTCOG 63
2. 主辦單位：Particle Therapy Cooperative Group (PTCOG)
3. 時間：2025 年 6 月 2 日至 7 日
4. 地點：Hilton Buenos Aires，阿根廷布宜諾斯艾利斯
5. 會議架構：(1) 教育課程 (Education Courses)：6 月 2 日至 3 日 (2) 科學年會 (Scientific Meeting)：6 月 4 日至 6 日 (3) 設施參訪與結語活動：6 月 7 日

(二) PTCOG 63 每日議程總覽

[1] 2025 年 6 月 2 日 (週一) - 教育課程 Day 1

- **基礎物理與放射生物學**：質子與碳離子物理特性、RBE 與 LET 理論
- **治療計畫技巧**：劑量計算方法、適應性治療策略、AI 輔助分割
- **臨床適應症實務**：肺癌、兒科、頭頸癌案例解析
- **新興技術介紹**：FLASH 放療初探、空間分割技術

- 互動單元：QA 辯論、臨床轉譯研究工作坊
- 午休間可逛展覽攤位、進行人脈交流

[2] 2025 年 6 月 3 日 (週二) - 教育課程 Day 2

- BNCT 實務與技術動向：硼劑使用、加速器設計
- AI 規劃工具與 AR/MR 導引策略
- 質子治療複雜案例分析：呼吸控制、進階影像融合
- 青年學者專屬時段設入 Scholar-in-Training 氛圍
- 教育課程結束後接待歡迎會

教育課程參與內容 教育課程為會議重點之一，針對不同專業背景與學經歷設計分層模組，涵蓋物理學、放射生物學、臨床應用與技術前瞻等多項主題。筆者主動選擇參與多個重點課程，內容摘要如下：

1. FLASH 放療的臨床潛力與基礎生物研究：討論目前動物模式與臨床前研究證據，並展示 FLASH 治療在減少正常組織損傷方面的優勢與機轉假說。
2. BNCT 應用與技術發展：由日本、台灣與歐洲中心講者介紹 BNCT 於頭頸癌、腦瘤及惡性黑色素瘤治療應用，並探討新一代加速器與硼藥劑進展。
3. 適應性放療與 AI 整合規劃：分析 AI 模型於影像分割、自動計畫與即時劑量調整之臨床應用可能性，並展示與 MR-Linac 整合的潛力發展。
4. 臨床案例導向質子治療規劃：透過實務案例檢視肺癌、食道癌與兒童腫瘤等不同適應症之質子規劃策略、RBE 考量與複雜定位技巧。
5. 全球設施規劃經驗分享：探討設施建置流程、工程挑戰與跨國合約模式，尤其針對資金來源與保險支付策略，對新興市場具有啟發性。

[3] 2025 年 6 月 4 日 (週三) - 科學年會 Day 1

主題議程：

- Plenary：BNCT 加速器應用與拉美影響 ptcog.online+7ptcog63.org+7ptcog63.org+7
- 臨床探討：復發腫瘤再照射、質子在胸腔/兒科應用
- 物理與放生物學：AI 導向劑量、機器學習、LET、微劑量計數
- 新興主題：FLASH 治療、粒子+免疫

展覽區開放時間：10:00 - 17:00

[4] 2025 年 6 月 5 日 (週四) - 科學年會 Day 2

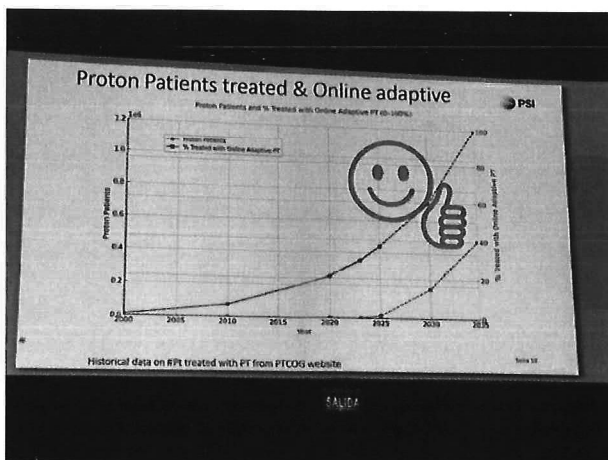
焦點專題：

- 腦瘤／頭頸癌粒子療法進展

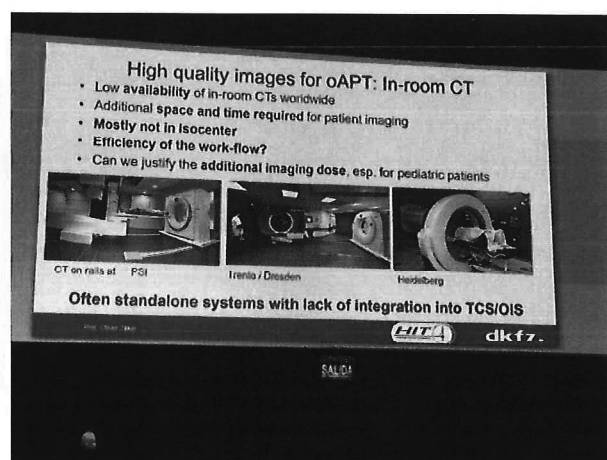
- 優化治療與影像導引 Adaptive proton therapy 實務
- Ocular/Gynecological 腫瘤粒子應用
- AI 與非適應性質子弧療法(proton arc therapy)
- Early-Career Plenary：如何處理「意外」研究結果
- ECR Social Event 歡迎酒會（青年學者交流）

學術會議參與重點 在科學年會階段，筆者全程參與多個分會議與主題論壇，重點參與如下：

1. 粒子治療與免疫治療結合的未來方向：探討質子/重離子與 ICIs（免疫檢查點抑制劑）合併的早期試驗結果及其潛在機轉與毒性管理方式。
2. 頭頸部與中樞神經系統腫瘤治療進展：介紹多家中心於腦膠質瘤、腦膜瘤與口咽癌之粒子治療應用經驗，並分享最新影像融合技術。
3. 設施建置與營運挑戰論壇：針對南美洲第一家質子中心建置過程進行專題演講，內容包括土地取得、電力與屏蔽設計、跨部門溝通與人才招募。
4. Scholar-in-Training 專場：青年學者進行壁報與 short lecture 交流，題目多樣，涵蓋影像引導治療、腫瘤微環境、數位生物標記與放射生物數據整合。
5. 國際指引與共識會議：參與粒子治療臨床試驗設計與報告標準化論壇，特別對 RBE 模型、LET 報告與結果分析標準提出實質建議。



Adaptive Proton therapy 將是未來主流



本院配有 In-room CT，發展 Adaptive Proton therapy 具有優勢

[5] PTCOG 63 的最新新聞進展彙整，含技術創新、專案資助、及人才培育動態：

1. RaySearch 展示創新粒子治療軟體

根據 PR Newswire 報導，瑞典軟體公司 RaySearch Laboratories 將於 PTCOG 63 展出針對粒子治療（包括質子、碳離子與 BNCT）的先進計畫工具，聚焦於高精度 Monte Carlo 劑

量計算、robust optimization (健全性評估) 和 upright treatment (直立體位治療) 等新功能。

這些功能包含：

- GPU 加速 Monte Carlo 模組 (2.3 秒完成三場頭頸 IMPT 計算)
- Proton Arc 計畫優化工具
- 支援動態不確定性評估機制
- Upright 治療支援流程，提升臨床能量配置選擇性與舒適度

這些技術可望加速粒子治療計畫之精準度與效率，並提升我院未來導入 AI 劑量優化及臨床驗證平台的可行性。

2. 阿根廷第一質子中心亮相

PTCOG 官方及 Kenes Group 新聞稿指出，本屆大會同時祝賀阿根廷首座粒子治療中心 CeArP 正式建置完成，並計畫於下半年啟動 Gantry 測試與臨床前驗證。

中心整合加速器 (C230 回旋加速器)、戶外屏蔽與研究實驗室 (LAIDEP)，成為拉丁美洲第一家具設備研發能力的蛋白治療中心。這對於新興市場之設置與對本院質子中心規劃具高度示範效應。

3. PTCOG 教育與研究計畫基金啟動

PTCOG 正式宣布 2025 年度教育與研究專案基金 (最高每年約 5 萬美元)，涵蓋科學研究、教育交流或旅費補助，評選申請截至 2025 年 3 月中旬，得獎項目將於 PTCOG 63 公佈。此將為我院提供潛在經費來源，以支持 BNCT、FLASH 等新興粒子技術研究，或青年學者跨國訪問補助。

4. Early-Career Researcher (ECR) 網路研討會啟動

PTCOG 63 宣布推出 ECR 線上研習系列，包括 2025 年 4 月舉辦的「Career Opportunities in Industry」主題，邀請 RaySearch、IBA 等業界專家分享產學轉換、工作機會與成長路徑。此展現 PTCOG 對青年人才投入的持續關注，並提供具有實務與職涯導向的交流平台。

八、心得

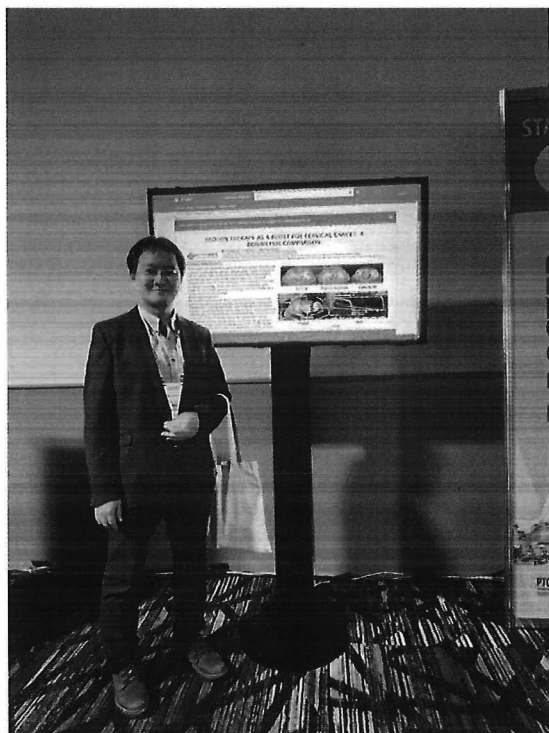
本次 PTCOG 63 年會充分學習與認識粒子治療國際發展已進入臨床廣泛應用與新技術快速推進的雙重階段。參與期間觀察到以下幾項重要趨勢：

1. FLASH 與 BNCT 為最受關注的新興放射技術，全球多個中心已進入臨床前試驗或早期人體研究階段，值得我院優先關注並設立專責團隊。
2. AI 與適應性放療整合之臨床導入已初具雛形，多數研究皆依賴跨領域團隊合作，包含影像醫學、資訊工程與放射治療專業人士。
3. 國際粒子中心建置均強調「醫療與產業合作」、「臨床應用與研究同步推進」，顯示建設初期若能同步設立臨床試驗平台，將有助於人才培養與中心品牌建立。
4. 南美洲首次舉辦此類會議，說明粒子治療正逐步全球化，非傳統醫療強權地區亦積極推動該技術導入，值得借鏡其政府政策與民間合資模式。

九、建議事項

- (一) 強化跨領域人才培訓模組設計 建議依據 PTCOG 教育課程經驗，為本院粒子治療中心規劃跨部門模組課程（醫師、物理師、放射師），並與國內外中心進行交流。
- (二) 優先設立 BNCT 評估小組與國際合作平台 由於 BNCT 逐漸進入臨床化，建議成立由放腫科、核工、藥學、影像醫學等組成之 BNCT 發展小組，並主動與台灣與日本等成熟單位建立合作窗口。
- (三) 建立適應性質子治療 (Adaptive Proton Therapy) 應用流程與技術平台 Adaptive Proton Therapy 將是未來質子治療之主流方向，可望有效克服體位變異、腫瘤體積改變與器官移動所造成的劑量不確定性。本院已配備 In-room CT，具備進行每日影像重建與位移追蹤之基礎條件，發展 Adaptive Proton Therapy 具有實質優勢。建議於質子中心啟用初期，即推動小規模適應性質子治療試點，整合日常影像（如 CBCT、MRI）進行影像重建與位移追蹤，並透過 AI 模型或輪替式再計畫(re-planning) 機制建立個案適應性計畫重建流程。可考慮與國內 AI 開發團隊合作，強化平台本地化能力。
- (四) 積極爭取 PTCOG Asia-Oceania (PTCOG-AO) 與 PTCOG 年會主辦權 本次大會已通過本院成為 PTCOG 正式會員，建議積極爭取 PTCOG-AO 區域性學術活動之主辦權，並中長期規劃於 3 至 5 年內由台中榮總承辦 PTCOG 國際年會，藉以強化我國粒子治療於亞太區與國際之影響力與學術地位。

十、 附錄



職此次發表的壁報 eposter



職與盧勇發物理師於 Hilton 會場外合影

PROTON THERAPY AS A BOOST FOR CERVICAL CANCER: A DOSIMETRIC COMPARISON



Weir Chiang You^{1,2}, Yung-Fa Lu^{1,3}, Mel-Chun Cheng¹

¹Department of Radiation Oncology, Taichung Veterans General Hospital, Taichung, Taiwan,

²Department of Post-Baccalaureate Medicine, National Chung Hsing University, Taichung City, Taiwan

³Brain Research Center, National Yang Ming Chiao Tung University, Taipei, Taiwan, ⁴Institute of Biophotonics, National Yang Ming Chiao Tung University, Taipei, Taiwan.

Purpose/Objective(s):

To evaluate the dosimetric performance of proton therapy as a boost treatment for cervical cancer when brachytherapy is not an option, with comparisons to external photon beam radiotherapy and CyberKnife radiosurgery as potential replacements for 3D-brachytherapy. The evaluation focused on target coverage, dose conformity, homogeneity, and organ-at-risk (OAR) sparing, including medium-to-low dose exposure to the bowel bag.

Materials/Methods:

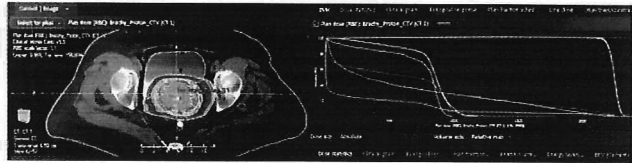
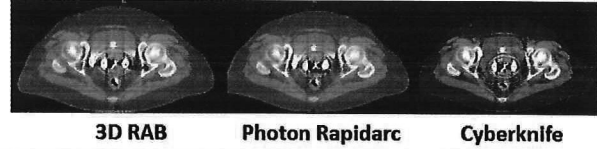
Dosimetric comparisons were conducted on 10 treatment plans from anonymous cervical cancer patients previously treated with 3D-brachytherapy, now redesigned for proton therapy, external photon beam radiotherapy, and CyberKnife radiosurgery as alternatives to brachytherapy (21.6 Gy in 3 fractions). Proton therapy plans were generated using RayStation 2023B, incorporating systematic uncertainties, including a 5mm isocenter setup error and a 3.5% range uncertainty calculated using the Sumitomo C230 line scan. Key dosimetric parameters analyzed included CTV D_{90%}, CTV D_{98%}, CTV_{V21.6Gy}, and D_{2cc} for the bladder, rectum, sigmoid, and bowel bag. Additionally, conformity and homogeneity indices were calculated to evaluate the precision and quality of dose delivery. The analysis focused on comparing the ability of each modality to achieve optimal target coverage while minimizing doses to organs at risk (OARs).

Results:

Proton therapy demonstrated superior dosimetric performance, achieving the highest CTV_{V21.6Gy} and consistent CTV_{D90%} (average: 21.88 Gy). Proton therapy significantly reduced high-dose exposure to critical OARs, including the rectum (D_{2cc}: 22.08 Gy), sigmoid (D_{2cc}: 22.09 Gy), and bladder (D_{2cc}: 21.6 Gy). Additionally, proton therapy exhibited a distinct advantage in reducing medium to low dose exposure to the bowel bag compared to external photon beam radiotherapy and CyberKnife radiosurgery, offering a critical benefit for minimizing gastrointestinal toxicities.

Conclusion:

Proton therapy provides a dosimetrically superior alternative to external photon beam radiotherapy and CyberKnife radiosurgery for boosting cervical cancer in patients where brachytherapy is not feasible. Its advantages in target coverage, OAR sparing, and reduced medium-to-low dose exposure to the bowel bag highlight its potential to improve treatment outcomes and minimize toxicities. These findings support the integration of proton therapy into clinical practice, with further validation through prospective studies recommended.



Proton											DVH												
NO.	Total dose	Dose /fr	Fraction size	CTV D _{90%} (Gy)	CTV D _{98%} (Gy)	Bladder D _{2cc} (Gy)	Rectum D _{2cc} (Gy)	Sigmoid D _{2cc} (Gy)	Bowel D _{2cc} (Gy)	CTV [cc]	CTV V _{21.6Gy} [cc]	NO.	Total dose	Dose /fr	Fraction size	CTV D _{90%} (Gy)	CTV D _{98%} (Gy)	Bladder D _{2cc} (Gy)	Rectum D _{2cc} (Gy)	Sigmoid D _{2cc} (Gy)	Bowel D _{2cc} (Gy)	CTV [cc]	CTV V _{21.6Gy} [cc]
1	2160	720	3	22.2	21.7	22.3	20.8	19.5	21	205.3	76.5	1	2160	720	3	22.1	21.7	21.6	20.8	19.2	19.4	205.3	90.5
2	2160	720	3	21.6	21.8	22.5	22.3	21.4	21.7	146.9	98.8	2	2160	720	3	21.9	21.5	21.5	21	20.5	21.9	146.9	98.8
3	2160	720	3	23.9	19.9	21.9	17.8	5.6	5.6	61.3	93.9	3	2160	720	3	21.8	21.4	21.7	21.7	2.6	2.9	61.3	93.9
4	2160	720	3	21.7	18	20.2	17.1	12.9	14.6	124.5	99.3	4	2160	720	3	22.1	21.7	21.9	21.1	15.1	21.3	124.5	99
5	2160	720	3	21.8	18.6	20	18.8	15.5	15.8	117.8	99.8	5	2160	720	3	22.2	21.9	21.6	19.5	11.2	21.3	117.8	99.4
6	2160	720	3	18	13.7	23.8	27.6	19.3	24.8	230.0	81.4	6	2160	720	3	22.3	21.9	21.9	22.3	8.6	23.6	230.0	99.6
7	2160	720	3	22.2	18.3	20.4	14.1	14.9	23.6	112.8	91.7	7	2160	720	3	22.2	21.6	20.4	18.7	20.6	15.2	112.8	93.5
8	2160	720	3	21.7	18.1	18	17	19.6	21.2	183.6	72.5	8	2160	720	3	22.7	22.3	19.9	20.2	22.3	24.4	183.6	99.9
9	2160	720	3	21.7	18.1	18	17	19.6	21.2	183.6	72.5	9	2160	720	3	21.9	21.6	21.2	21.6	23.1	23.3	83.1	97.8
10	2160	720	3	21.4	20.3	23.1	14.9	22	18.7	175.2	64.4	10	2160	720	3	21.9	21.6	22.5	20.4	22	23	175.2	99.2

Photon Rapidarc											Cyberknife												
NO.	Total dose	Dose /fr	Fraction size	CTV D _{90%} (Gy)	CTV D _{98%} (Gy)	Bladder D _{2cc} (Gy)	Rectum D _{2cc} (Gy)	Sigmoid D _{2cc} (Gy)	Bowel D _{2cc} (Gy)	CTV [cc]	CTV V _{21.6Gy} [cc]	NO.	Total dose	Dose /fr	Fraction size	CTV D _{90%} (Gy)	CTV D _{98%} (Gy)	Bladder D _{2cc} (Gy)	Rectum D _{2cc} (Gy)	Sigmoid D _{2cc} (Gy)	Bowel D _{2cc} (Gy)	CTV [cc]	CTV V _{21.6Gy} [cc]
1	2160	720	3	22.1	21.7	21.6	20.8	19.2	19.4	205.3	90.5	1	2160	720	3	22.8	22.6	19.9	20.2	21.8	22.6	205.3	100
2	2160	720	3	21.9	21.5	21.5	21	20.5	21.9	146.9	98.8	2	2160	720	3	23	22.3	21.9	21.1	22.4	21.9	146.9	99.3
3	2160	720	3	21.8	21.4	21.7	21.7	2.6	2.9	61.3	93.9	3	2160	720	3	23.7	23.1	20.5	20.3	4.3	4.4	61.3	100
4	2160	720	3	22.1	21.7	21.9	21.1	15.1	21.3	124.5	99	4	2160	720	3	22.6	22.3	20.3	19.5	21.1	22.3	124.5	100
5	2160	720	3	22.2	21.9	21.6	19.5	11.2	21.3	117.8	99.4	5	2160	720	3	23.5	23.1	20.9	19.9	18.6	22.7	117.8	99.9
6	2160	720	3	22.3	21.9	21.9	22.3	8.6	23.6	230.0	99.6	6	2160	720	3	22.5	21.5	25.2	18.7	8.7	24.3	230.0	97.8
7	2160	720	3	22.2	21.6	20.4	18.7	20.6	15.2	112.8	93.5	7	2160	720	3	22.7	21.9	21.7	19.8	14.6	23.8	112.8	98.6
8	2160	720	3	22.7	22.3	19.9	20.2	22.3	24.4	183.6	99.9	8	2160	720	3	23.3	22.6	21.1	20.4	22.5	25.3	183.6	99.9
9	2160	720	3	21.9	21.6	21.2	21.6	23.1	23.3	83.1	97.8	9	2160	720	3	23.3	22.6	22.3	22.3	26	24.3	83.1	99.8
10	2160	720	3	21.9	21.6	22.5	20.4	22	23	175.2	99.2	10	2160	720	3	23.9	22.8	22.6	23.2	24.5	25.8	175.2	99.6

Proton										
NO.	Dose /fr	Fraction size	CTV D _{90%} (Gy)	CTV D _{98%} (Gy)	Bladder D _{2cc} (Gy)	Rectum D _{2cc} (Gy)	Sigmoid D _{2cc} (Gy)	Bowel D _{2cc} (Gy)	CTV [cc]	CTV V _{21.6Gy} [cc]
1	720	3	21.91	21.6	21.15	22.37	22.31	-	205.3	88
2	720	3	21.91	21.6	21.6	22.43	22.46	20.05	146.9	88
3	720	3	21.91	21.6	19.15	22.44	2.72	0.14	61.3	88
4	720	3	21.93	21.74	21.84	21.87	21.21	14.6	124.5	99.6
5	720	3	21.85	21.6	20.84	21.88	21.38	19.11	117.8	88
6	720	3	22.04	21.69	19.95	22.9	21.87	22.83	230.0	99.5
7	720	3	21.88	21.6	21.64	20.83	22.14	22.24	112.8	88
8	720	3	21.86	21.6	21.29	21.77	21.83	22.56	183.6	88
9	720	3	21.87	21.6	21.87	22.88	22.52	22	83.1	88
10	720	3	21.88	21.6	21.85	22.22	22.08	22.66	175.2	88