

運用實驗最佳化分析醫用直線加速器光子 百分深度劑量之最佳調整參數

林佳平^{1,4} 傅筱如² 李沛霖⁴ *林佳輝³ *謝玲鈴¹

¹中臺科技大學 醫學影像暨放射科學系

²戴德森醫療財團法人嘉義基督教醫院 放射腫瘤科

³奇美醫療財團法人永康奇美醫院 放射腫瘤科

⁴久和醫療儀器股份有限公司

摘要

醫用直線加速器輸出光子射束(photon beam)對於深部腫瘤可給予較高劑量而殺死腫瘤，且對於皮膚表面的劑量極低，臨床治療效果極佳。加速器光子能量是利用微波推動電子接近光速；撞擊靶產生制動輻射，因此加速器光子能量調整參數對於光子的百分深度劑量(Percentage Depth Dose, PDD)分佈具有極大影響度。一般而言，調整PDD 僅憑經驗法則符合物理師臨床光子深度點劑量 2%內，常造成時間浪費與昂貴機器損耗，或常於更換相關零件後，對其參數影響光子能量的不了解，而花費時間去驗證或疏忽其重要性造成臨床誤差。本研究嘗試應用實驗設計法以最少的實驗組數評量光子能量條件所需最適參數條件，找尋 PDD 標準的最小誤差參數組合，可節省實驗時間，進階探討各參數間對光子能量影響程度，達到最佳的 PDD 分佈與提升機器效能運用目的。研究結果顯示最佳參數組合為電子槍電流(Gun I ctrl)：7.45，微波頻率(LP ph.ctrl)：16，偏轉系統(Bending C)：40，脈衝電壓(Chargerate)：27.5。以本研究所獲得最佳參數組合可使 PDD 誤差僅為 0.05%。另外，由變異分析(ANOVA)結果顯示偏轉系統因子貢獻度最大，電子槍電流貢獻度次之，而微波頻率與脈衝電壓為次要影響因子。因此從本研究結果可獲得量化的光子能量調整參數觀念，有助於日後醫用直線加速器操作及設定，以減少放射治療給予劑量之誤差。

關鍵字：醫用直線加速器，百分深度劑量，實驗設計法

前言

由於高能光子能給深部腫瘤給予較高劑量，且對於淺部皮膚表面劑量非常低，極具治療效果[1]，因此放射治療常以光子治療深部腫瘤。依據光子的百分深度劑量(Percentage Depth Dose, PDD)曲線特性[2]，提供最佳劑量分布，若光子的百分深度劑量分布與治療計畫系統(planning system)的光子射束模組(beam model)相異，將造成臨床上劑量分布的誤差。PDD 的分布，會隨著光子能量改變而變化[3]。現今的醫用直線加速器(Medical

Linear Accelerator, LINAC)其電子加速是從電子槍(electron gun)產生熱電子經過偏轉系統(bending system)的過程；產生微波共振頻率與脈衝電壓皆會影響其電子加速程度，進而造成光子能量輸出相異[4-5]。

電子槍的陰極加入負高電壓電源，陽極則接地。藉由磁控管(magnetron)所產生高功率微波脈衝加速電子，磁控管由電壓調變器(modulator)所提供的高電壓調整所需微波功率，做為進入加速管，對電子射束作加速的控制[6]。加速管是由一連串的空腔組成，其諧振頻率為 2,856 或 2,998 MHz[7]，而空腔會因為冷縮熱脹影