

電腦刀系統驗收測試程序

陳秋萍^{1,4} 邱仲峰^{1,2} 黃英強³ 黃光偉^{1,2} 林家瑋⁴ 傅曉梅⁴ 鍾道生¹ 蔡若婷¹

台北醫學大學·市立萬芳醫院 ¹放射腫瘤科 ⁴電腦刀治療中心

台北醫學大學附設醫院 ²腫瘤治療中心

美國史隆凱特琳癌症中心³

目的：電腦刀是一種影像導引式立體定位放射手術系統。本研究的主要目的為確認影像導引系統的準確性、機械手臂的準確性及劑量的準確性，以確保臨床治療品質。同時量測劑量參數作為臨床治療計劃的依據。

材料與方法：電腦刀是由一個機械手臂及兩組 kV 的 X-ray 影像系統所組成的影像導引立體定位放射手術系統。對於機械手臂之準確性的確認，係依照原廠提供的 Isopost 之紅外線來測試機械手臂的每個照射位置在不同的 SAD 距離下是否與等中心點吻合。影像導引系統 (Target Locating System) 的測試是將系統分成 6 維頭顱追蹤模組 (6D Skull Tracking Mode) 與 6 維顱外標記追蹤模組 (6D Fiducial Tracking Mode)，以假體來確認影像導引系統的準確性。至於整體電腦刀系統 (包括電腦治療計劃系統、機械手臂、影像導引系統、加速器的所有劑量輸出) 則以 End-to-End 測試方法來確認其準確度。

結果：機械手臂在不同的 SAD 距離下，所有照射點誤差都小於 0.5 mm；至於影像導引系統無論是 6 維頭顱追蹤模組 (6D Skull Tracking Mode) 或是 6 維顱外標記追蹤模組 (6D Fiducial Tracking Mode) 下的誤差皆小於 1 mm (包含平移軸及旋轉軸)。最後整體電腦刀系統的評估在使用 end-to-end 測試後其誤差值皆小於 1 mm。

結論：電腦刀系統可提供立體定位放射手術更精確的治療位置，同時透過影像導引的方式可確保病人在治療過程中的移動誤差落在可接受的範圍內。

[放射治療與腫瘤學2006; 13(3): 197-204]

關鍵詞：立體定位放射手術、電腦刀、機械手臂、影像導引系統、6 維頭顱追蹤模組、6 維顱外標記追蹤模組

前 言

立體定位放射手術 (Stereotactic Radiosurgery) 是一種單次給予高劑量的放射治療，早期是應用於腦部較小的病變；藉由固定式的頭架及三度空間的立體定位方式可以精準地命中腫瘤的位置，同時因為其劑量的迅速陡降可讓周邊的正常組織傷害減至最低 [5,6,10,16]。1951 年 Leksell 所研發的伽瑪刀 (Gamma Knife) 為最先發展的立體定位放射手術設備，伽瑪刀主要是由 201 顆的鈷六十射源所組成，利用 201 個不同的射束方向精準地命中腫瘤位置。1982 年 Betti 和 Colombo 將立體定位的技術引用至直線加速器上，即一般所

稱的 X 光刀 (X-Knife)，X 光刀是利用直線加速器所產生的高能輻射線透過弧形旋轉治療方式 (ARC) 將劑量完全集中於治療中心。1992 年 John Alder 參考國防工業巡弋飛彈技術之觀念，將直線加速器加裝於機械手臂上，利用即時影像導引追蹤腫瘤目標，此設備為電腦刀 (Cyberknife)。

使用於放射手術的電腦刀如圖一所示係由一組機械手臂與兩組 X 光顯像設備組成。機械手臂連接 6 MV 加速管可作六個自由度的運轉 [11]，加上可伸縮的等中心距離可以產生非常順形的劑量曲線分布，同時具有相當陡斜的劑量梯度，以保護靶區週遭正常組織，避免受到高輻射劑量傷害。患者於治療期間與治療中