

電腦刀呼吸同步追蹤系統品質保證驗證程序

郭駿元^{1,3} 林招彭³ 傅曉梅² 林家瑋² 陳秋萍¹ 余孝緯¹ 鍾道生¹ *蔡若婷^{1,4}

¹台北醫學大學·市立萬芳醫院 放射腫瘤科
²台北醫學大學·市立萬芳醫院電腦刀治療中心
³元培科技大學影像醫學研究所
⁴國立陽明大學醫學工程研究所

摘要

本品保險證程序之目的，為當腫瘤器官因呼吸而造成一規律移動下，驗證電腦刀呼吸同步追蹤系統 (Synchrony respiratory tracking system) 之治療準確度，並評估電腦刀呼吸同步追蹤系統於臨床治療上之貢獻。電腦刀立體定位放射手術系統 (CyberKnife stereotactic radiosurgery system)，乃由一部 6MV 直線加速器裝載於一個具 6 維自由度之機械手臂上，一組影像導引系統 (TLS)，一個擁有 6 維校正功能之治療床，與一組紅外線呼吸同步追蹤系統所組成。原廠之移動假體 (Motion phantom) 可模擬病患的呼吸運動，同時執行胸腹部表面運動與內部器官移動兩種不同的運動模式。原廠驗證片 (Gafchromic dosimetry film-media type MD-55) 與原廠球型立方體 (Ball-cube)，供例行性品保險證程序使用。紅外線同步感應器 (IR-synchrony camera array) 與紅外線追蹤標記 (IR-tracking markers)，可偵測患者因呼吸造成之胸腹部體表處之運動。以移動假體 (Motion phantom) 模擬病患的呼吸運動，並執行電腦刀呼吸同步追蹤系統，將治療計畫以全系統測試 (End-to-End test) 實際執行於移動假體電腦刀呼吸同步追蹤系統例行之品保程序，在執行電腦刀呼吸同步追蹤系統時，其準確度誤差 (total targeting error) 皆小於 1.5 mm。依據先前品保測試數據，甚至皆小於 1 mm。三次品保險證程序所得之整體準確度誤差，相較於原廠訂定之品保容許限值 (<1.5 mm)，以 t-test 統計分析結果，P 值小於 0.005 (P = 0.0016)，顯見品保險證結果，明顯小於原廠訂定之品保容許限值。在臨床治療上與執行呼吸同步追蹤系統品保險證程序時，影響整體準確度誤差的因子，分別為機械因素與人為因素。例行之品保險證程序顯示，電腦刀之呼吸同步追蹤系統可降低呼吸運動的影響至理想程度，確實可有效地補償腫瘤因呼吸運動而造成的位移誤差。

關鍵詞：呼吸同步追蹤系統，移動假體，球型立方體，全系統測試

前言

立體定位放射手術 (Stereotactic Radiosurgery) 早期用於治療腦部病變，是一種單次劑量高，分次次數少的放射治療，其治療範圍邊緣劑量迅速陡降的特性，可讓周邊的正常組織傷害減至最低 [4,9,10,20]。1951 年 Dr. Lars Leksell 所研發的伽瑪刀 (Gamma Knife) 為最早的立體定位放射手術設備 [3,12]，伽瑪刀主要是

由 201 顆 Co-60 射源所組成，可選擇 201 種不同的射束方向治療腫瘤。1982 年 O. Betti 和 F. Colombo 將立體定位的技術配合直線加速器，發展成一般所稱的光子刀 (X-Knife) 光子刀是利用直線加速器所產生的高能放射線，透過弧形旋轉治療技術 (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