

精準治療： 伽馬刀（Gamma Knife）的創新與應用

文·圖／神經外科部 主治醫師 陳哲圃·伽瑪刀中心 主任 林宏霖

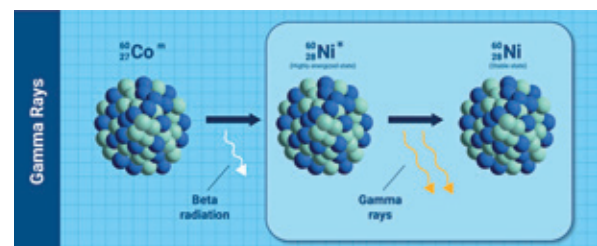
伽馬刀（Gamma Knife）是一種用於立體定位放射手術（Stereotactic Radiosurgery）的最先進醫療設備，主要用於治療腦腫瘤、血管畸形和其他神經系統的相關疾病。儘管有「刀」出現在它的名稱，伽馬刀並不像傳統手術，也不涉及任何實際的「刀」或「傷口」。與之相反，它可以直接向大腦內的目標區域提供高精度輻射劑量，並同時最大限度地減少對周圍健康組織的損害。

放射手術之父的開創性發明

伽馬刀由瑞典神經外科醫師拉斯·雷克塞爾博士（Lars Leksell）發明。在1950年代，雷克塞爾醫師提出利用伽瑪（ γ ）輻射的人體穿透性，以非侵入的方式治療顱內腫瘤和其他神經系統疾病的潛力，從而避免傳統

手術的風險。他開發出立體定位系統將輻射線精確地瞄準大腦中的深部腫瘤，同時避免對周圍健康組織造成永久性的損害。

1967年，雷克塞爾醫師與同事成功地開發了第一台伽馬刀原型機，它將百餘束來自鈷60（*註1）的伽瑪射線聚焦在顱內的特定點上，達成非侵入性的顱內腫瘤治療成果。雷克塞爾博士也因其伽馬刀方面的開創性研究工作，而經常被稱為「放射手術之父」。



伽馬刀的適應症已更為廣泛

自從發明以來至今的伽馬刀治療，主要用於破壞腫瘤分裂的能力與抑制腫瘤生長，對於輪廓清晰的中小型良性腫瘤（一般小於3-4公分），例如腦膜瘤、腦下垂體腺瘤特別有效。

另外，伽馬刀也常適合治療惡性多發腦轉移瘤，因為它能夠在單一次療程中治療多個腦部目標或病變。這節省了患者的時間和去醫院的次數。顱內的血管異常如動靜脈畸形，顱內靜脈瘤也可以透過伽馬刀治療。伽馬刀不但可以阻止腫瘤擴大，甚至可以使其縮小消失。

除了腫瘤以外，伽馬刀現在更廣泛地用於治療功能性腦部疾病和影響腦功能的病症，例如三叉神經痛、帕金森氏症和某些類型的癲癇。伽馬刀可以改善這些患者的症狀，並降低對藥物的需求量與依賴性。

伽馬刀的準確性與安全性

伽馬刀非常精確，它運用像放大鏡聚焦可見光線一樣的方式，將192束伽瑪輻射線傳送到目標的幾分之一毫米範圍內，通常約為0.5公釐（mm）。雖然每束射線本身都不強，但當所有射束在目標處相遇時，它們會匯集成足夠的輻射劑量來達到治療的效果。

此技術可確保輻射精確聚焦在目標上，而周圍的健康組織受到保護。這種高精確度與安全性，使得伽馬刀成為治療毫釐必爭的大腦內疾病最有效的放射手術設備。尤其是它能夠治療傳統手術難以到達的深層病變，像是位於腦幹、丘腦或其他深層大腦結構周圍的病變。

伽馬刀的非侵入性與優勢

由於伽馬射線可以直接穿透人體，不需要切口或全身麻醉就可以完成療程，患者通常在治療後當天就可以回家，不需住院。恢復時間通常很短，大多數患者可以在幾天內恢復正常活動，也少有副作用。因為沒有傷口，也幾乎沒有出血和感染的風險。

中醫大附設醫院伽馬刀中心已成立二十餘年，於2024年完成主機（Leksell Gamma Knife® Icon™）之更新，並配合最新版本的控制軟體系統。主要的新增功能包括：

▶ 高解析度影像的合成與定位

將患者的各種檢查影像，如磁共振造影（MRI）、電腦斷層掃描（CT），有時甚至合併整合血管攝影影像。一方面提供設計治療計劃的影像基礎，另一方面依據患者的實際位置，提供即時的空間座標來調整治療的方位與時間。

▶ 即時追蹤患者的位置

新的動作探知與追蹤系統不僅可以即時追蹤患者整體的位置，還可以追蹤在治療過程中的位移。這使得系統能夠動態調整放射劑量輸出，以適應患者隨時的輕微移動、呼吸，甚至咳嗽，從而確保卓越的治療精確度。

▶ 非侵入性、舒適的面罩系統

有別於使用傳統的剛性立體定位框架，每位患者可選用現場客製的面罩來固定。這款面罩更輕、更舒適、更容易使用，為患者特別是需要多次治療的患者提供更好的治療體驗。此外，它還允許治療順序被更靈活的調整。

▶ 單次或分次治療

對於大多數的患者，伽馬刀可以一次性的提供放射治療，但有了可以重複性使用的面罩後，醫師可以根據腫瘤類型和大小，為可能需要更漸進的放射治療的病例提供分次治療。分次治療可以提供目標高於一般容許的劑量，並保護周邊組織的安全。

▶ 增強的治療計畫軟體

新的計畫軟體使用劑量最佳化演算法，可以計算出最佳的輻射劑量分佈，進一步提高治療準確性並最大限度地減少副作用。使臨床醫生能夠在短時間制定高度客製化的治療計畫，確保輻射到達腫瘤，同時最大限度地減少健康腦組織的暴露，另外也大幅降低了患者等候治療的時間。

適合接受伽馬刀治療的患者

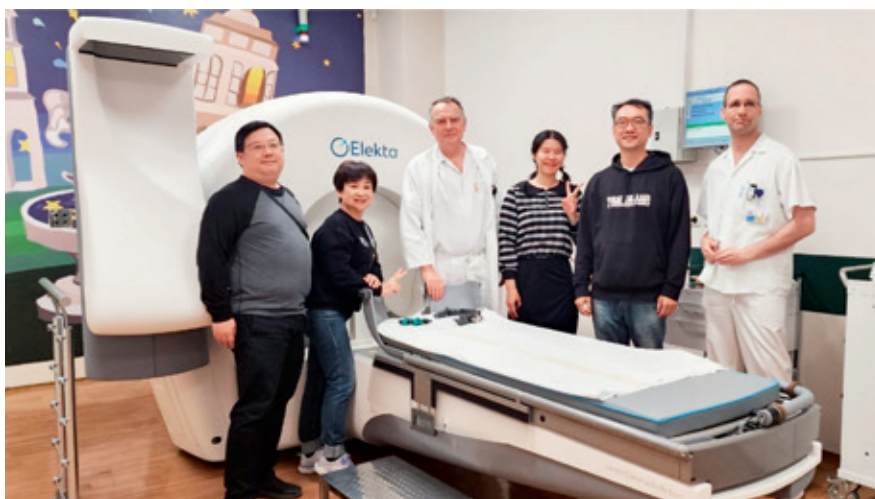
除了整體健康狀況相對較好的患者，但因年齡、慢性病或其他健康問題而可能不適

合接受傳統手術（心肺功能不佳 / 麻醉風險高）的患者，也可以接受伽馬刀的治療。

偏好非侵入性治療的患者是伽馬刀的良好候選人。由於它不需要切口、全身麻醉或長期住院，因此對於尋求快速康復和對日常生活影響最小的患者來說是理想的選擇。腫瘤位在重要或高風險部位（如腦幹、視神經、聽神經或涉及基本大腦功能的其他區域）的患者，也可以考慮先嘗試伽馬刀。在某些情況下，傳統手術難以觸及的區域（如腦深部結構），或視神經或腦幹等敏感區域附近的腫瘤，通常可以用伽馬刀有效治療。

伽馬刀治療的創新與應用

最新的伽馬刀功能包括即時運動追蹤、自動調節放射治療、客製化治療計畫、提高患者舒適度，以及擴大針對多種腦部病變和功能障礙的治療選擇。這些創新顯著提高了其治療更廣泛疾病的有效性。



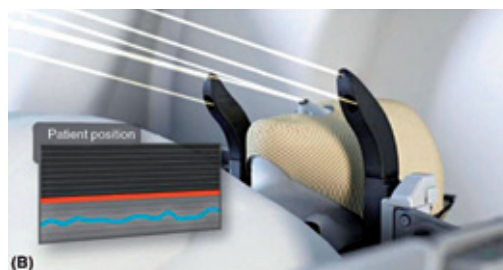
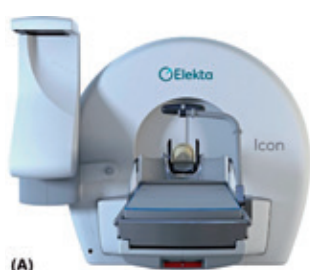
中醫大附設醫院伽馬刀中心已成立二十餘年，於2024年完成主機（Leksell Gamma Knife® Icon™）之更新，並配合最新版本的控制軟體系統。

與傳統手術相比，無需切口可降低感染風險並促進更快的康復時間。伽馬刀可提供精確的放射線照射，最大限度地減少對健康腦組織的影響。這對於位於大腦關鍵結構附近的腫瘤或病變特別有價值。大多數患者很少出現副作用，而出現副作用的患者通常只有頭痛或噁心等暫時症狀。與傳統手術相

比，長期併發症的風險相對較低。

此外，伽馬刀放射手術通常在門診進行，這意味著患者可以在當天回家，而無需長時間住院。由於它是非侵入性的，因此治療後幾乎沒有疼痛，且恢復時間要少得多。患者經常發現他們可以相對快速地恢復日常生活。🕒

Electa Icon[®] 主機



*註1：Cobalt-60 (Co-60) 是鈷的放射性同位素，一種強大的伽馬射線源，已在幾十年來廣泛應用於治療癌症的放射療法，是癌症治療的基石之一。