

	銳速刀 RapidArc	諾力刀 Novalis	射波刀 Cyberknife	螺旋刀 Tomotherapy	伽瑪刀 GammaKnife
適應症 (治療範圍)	全身 (40 cm)	全身 (10 cm)	全身	全身 (較無限制)	僅頭部 (3 cm)
固定效果	普通	普通~最佳	普通	普通	最佳
機器精確度	佳	佳	佳	佳	最佳
劑量分布	佳	佳	稍不均勻	佳	較不均勻
分次治療	可	可	可	可	較為困難
低劑量區域	普通	普通	普通	稍多	普通
治療時間	< 5 分	<30 分	20 分~2 小時	<30 分	20 分 ~ 1 小時
非同平面治療	可	可	一定	無	一定
影像導引 (IGRT)	有	有	有	有	無
優點	快速完成 360 度全體積弧形放射治療減少長時間治療產生之不適	微細多葉準直儀。適合治療小腫瘤	治療中使用 x 光定位。可立刻修正誤差	治療前使用電腦斷層定位	固定及治療精準度高
缺點	計畫複雜需較久的時間做治療規畫	僅能治療約 10 公分範圍	許多定位照增加治療時間及低能量之輻射曝露	無法立刻完全修正因位移所造成之治療誤差	僅適合做頭部的治療。放射核種隨時間衰變會增加治療時間
位移誤差	佳	佳	佳	良	
修正能力	各式放射手術用來替換原來的治療比較				

放射治療(俗稱電療)的進步，在這幾年由報章雜誌的報導頻率，便可見一般。治療的機器，過去刻板印象中的鈷 60，早已被直線加速器所取代。直線加速器可提供較高能量的放射線，可穿透較深的組織，且對體表的傷害較低。然而隨著科技的進展，機器的精細及治療計畫的複雜程度，皆非 10 年前所能比擬。廠商們也根據不同原理，設計出各有特色的治療機器，希望能提供患者最好的治療效果。

經過加裝相關設備，傳統的直線加速器也可施行大多數的特殊的放射治療。例如在射束出口加上多葉準直儀，及有合適的治療計畫系統，便能進行強度調控 (IMRT) 的治療。所謂強度調控，意指在同一照野下，有不同的放射線強度。這種治療方式，對於深度不一或是形狀不規則的腫瘤，有較好的包覆性，且對正常組織傷害較小，腫瘤內的劑量分布也較為均勻。而影像導引放射治療，可藉由再次的影像確定治療位置及範圍，減少治療的誤差。

然而傳統機器較不適用於單次高劑量的治療，例如放射手術。長時間的治療，若無很好的固定方法，會引起相當大的誤差，所以伽瑪刀便利用腦部手術定位的頭架固定方式，來達到最佳的固定效果。伽瑪刀使用二百多顆固定角度的鈷 60 射源，其射束集中至一點，治療時將病灶移到劑量集中點，便可在短時間給予相當高的劑量。而好的病患固定系統加上固定

角度的射源，給予伽瑪刀在各種腦部放射治療機器中，最小的治療誤差。但是其高劑量區成一圓球形，若腫瘤形狀為不規則形，便 需要利用多個中心點的圓球劑量分布來組成治療所需形狀，這種治療方式導致伽瑪刀常是劑量分布最不均勻的治療方式。另一方面，伽瑪刀因其設計為頭盔式的射 源，故僅能運用於腦部或頭部治療，而射束大小也限制其適合病灶約在 3 公分左右。運用跟伽瑪刀相似的原則，傳統的直線加速器若加上相關配備也可施行放射手術 治療，其劑量分布甚至優於伽瑪刀，但是因機器上的限制，其準確度稍差，但多還在 2mm 之內。

為進一步改善傳統直線加速器治療機用於放射手術的缺點，諾力刀使用較精細的機器使誤差降低到 1mm 左右，高劑量輸出來減少治療時間，而微細多葉準直儀使利 用單一中心點治療不規則形狀的腫瘤成為可能，進而有很好的劑量分布，而非頭架的固定方式可運用於多次治療，以減少高劑量單一次照射所可能引發的副作用。若 運用於顱外的治療，諾力刀可運用互成直角的兩個 X 光射源做影像導引的放射治療 (IGRT)，來校正治療的位置。然而其影像導引僅用於治療前的定位，但並無 法即時修正位置，故在諾力刀的治療中，選擇好的固定系統仍然相當重要。

目前僅有電腦刀可在治療中監測病患位置。電腦刀同樣利用兩個 X 光射源做影像導引的根據，在治療中會再擷取影像作為定位的修正參考，每次治療可能會照數十到 上百張 X 光，稍增加低劑量的輻射曝露，也會因多次再對位而使治療時間延長。電腦刀利用機器手臂控制小型直線加速器的位置，在空間中運用類似伽瑪刀的圓錐狀 射束，可從上百個不同角度來做治療。因其可選擇角度眾多，對正常組織有不錯的閃避能力，但是其射束形狀及強度固定，所以劑量均勻性稍差。

而螺旋刀是運用電腦斷層的概念，將高能的放射線束用來治療及造影。螺旋刀的治療是將射束如同螺旋般繞病患治療，利用快速多葉準直儀控制劑量的給予，這種繞 轉的治療方式，可在同平面上產生相當好的高劑量分布曲線，但是同時也有較廣泛的低劑量區域，而且並沒辦法進行非同平面的治療。在影像導引方面，不同於諾力 刀及電腦刀利用骨骼來定位，螺旋刀可在每次取像中直接看見腫瘤所在位置，以減少治療誤差。但因其治療計畫需時甚久，現仍無法根據斷層所顯示腫瘤變化更改治 療參數，且因其機械結構關係，並不能像諾力刀或電腦刀輕易修正病患位置。

整體而言，現今的放射治療技術已較過去有長足的進步，一般的治療機器誤差多在 5mm 以內，而上述介紹的機器誤差皆在 2mm 以內，能夠符合高精確程度治療的 需求。但是腫瘤治療並不是僅有好的機器便可，一個好的治療團隊，包括內外科、診斷科、放射治療科，及物理師平時對這些機器的保養及品質管控，才能確保治療 的品質，否則號稱最準確的伽瑪刀治療後發現位置有明顯誤差，也偶有所聞。選擇治療機器前，尤其是高劑量少次數精密治療，多聽多看才能確保自身的權益。