

對於癌症的治療，放射腫瘤醫師常徘徊於一個天秤的兩端，一方面加強照射的劑量可以更有效的控制腫瘤，但相對的也容易增加併發症機率。所謂的 IMRT，即 Intensity Modulated Radiation Therapy 之簡寫，一般翻譯為「強度調控放射治療」。其設計目的在於依據腫瘤本身形狀，以及周邊組織相關位置，調節放射劑量分布，以達到將高劑量區集中於腫瘤，並減少正常組織傷害之目標。在放射治療發展史上，最早由二維平面的概念開始：傳統的模擬攝影儀，僅能得到近似一般 X 光機之影像，再由醫師依據患者的其他檢驗資訊，畫出照射部位，原有的準直儀僅能依 XY 兩軸作移動，必須借助合金模塊將非照射區域擋住；當然會有較大的誤差可能。藉著電腦軟硬體的進步，後來有順形治療(CRT :Conformal Radiotherapy)的出現，也就是電腦斷層掃描所得資訊，將其輸入治療作業系統後，可以重組腫瘤形狀，並設計出合乎其外型之劑量分布，在不同的入射角度進行多個照野照射，而其每單一照野內劑量為平均分布。不過在應用上仍然尚有改善的空間。首先，有些腫瘤的形狀會因解剖位置特性，出現如凹形或 C 形之分布，例如鼻咽癌便常包著頸椎，造成治療上因擔心脊髓接受過量照射，變的投鼠忌器。同時對於一些正常組織如腮腺，仍難以避免較高劑量，使得副作用仍常出現。那麼，IMRT 又有什麼不同呢？在某方面我們可將其視為 CRT 的加強版。為了將射線強度 (beam intensity) 進行最適當的分配，必須依每個患者不同的情形，利用更先進的軟體設計系統來調整。在訂定治療計劃時，除了腫瘤與正常組織的形狀外，並輸入預先要求的條件，如耐受劑量上限等，由電腦計算出治療所需參數，再由醫師評選可行方式，也就是所謂的逆向計劃(Inverse planning)。運用一些 3D 立體的概念。基本上，正如生物體均由細胞組成，同樣的我們也可以把腫瘤及其他組織劃分為許多小單位。體積中接受照射的每一點，所接受劑量係由各入射角度其許多微小面積上的射束通量總合而成，也就是分成許多 beamlet 來加成。硬體上當然也需要有所修正。在預定的照野內，我們可利用多葉形準直儀(MLC: Multileaf Collimator)【圖一】，其細小葉片能依計劃需要，排列出不同形狀。為了滿足每個 beamlet 的劑量變化，所去執行 MLC 的每次運動，被稱為一個 segment。在相同角度的照野中，MLC 能以各不同運動分布組合成許多截面，因此可將以往均勻平整的輻射射束，加總變成依治療需要的非平坦射束截面【圖二】。通常越細膩的劑量調整，越需要更多的 segment，進一步將各角度之射線平面加以組合，就能得到理想的劑量分布。現有的技術包括 Step and Shoot、Dynamic Sliding windows 等幾種。完善的 IMRT 治療系統是需要許多方面的配合，才能達到最高的品質與效率。首先，患者的固定與定位是最基本的功夫，如果治療時與計劃時的位置有所誤差，即使再好的虛擬計劃也無法成功。電腦斷層模擬攝影儀(CT Simulator)目前是最主要的影像取得設備，在傳輸至作業系統時要避免出現誤差。治療計劃的擬定方面，理想上當然可設出極高的要求(如脊髓接受極低劑量，或設計許多的不同角度照野)，但必須考量可行性與成本效益。先進的網路作業系統(Network system)才能確保資訊的正確性。此外 IMRT 與傳統的放射治療相比，劑量驗證上需要有不同的觀念，配合如 TLD 系統及完善的假體測試，以避免意外的發生。目前在應用方面，理論上可適用於各部位的腫瘤，而在最早發展的美國，臨床經驗以攝護腺癌、頭頸部腫瘤、乳癌、肺癌、子宮頸癌等處最豐富。現有文獻均肯定 IMRT 在劑量分布上比起 CRT 可有效豁免正常組織，因此能更安全的加強腫瘤劑量。例如美國有名的 Memorial Sloan-Kettering 癌症中心便成功的將原先攝護腺的劑量由 70 格雷(Gy)提高至 80 格雷以上，增加局部控制率，也降低了如直腸出血、尿失禁等副作用出現的機會。對鼻咽癌等頭頸部腫瘤方面，報告上也一致確認能減少口乾、頸部僵硬、聽力障礙等問題的嚴重性。以往曾接受放射治療而不幸復發的病人，現在也可以較安全的再次治療。IMRT

也導入了新的治療概念，例如區域中加強(Field in field boost)，像在治療扁桃腺癌時，可考慮對於患側、對側及頸部淋巴結區域給予不同份量的照射劑量，針對原發部位等於同時進行加強，以縮短全程治療時間，減少癌細胞再增生機率。除了電腦斷層或利用磁共振造影(MRI)技術進行影像輸入外，現在的正子造影攝影(PET : Positron Emission Tomography)可提供另一種功能性攝影(Functional Imaging)，將癌細胞蔓延的可疑區域明白顯示。利用影像融合系統配合 IMRT，展望國內未來的應用，將可達到癌症治療的另一里程碑。IMRT 的治療劑量分佈，雖然可以設計到相當理想，但是其執行過程的驗證與確認則需耗費相當人力與精力〔即治療流程的 QA〕，所以有時會被忽略或“偷工減料”之情況而被用來廣告為快速又準確又高效率與高收入的治療。比 IMRT 更精確更迅速有效率與醫療經濟價值的斷層治療〔Tomotherapy〕即將用在臨床治療，不久將來〔1~2年〕會大規模取代 IMRT，因為美國 FDA 已於年初核准臨床使用。使用 X 射線之放射治療，對人體的正常組織都會給予一些劑量，而放射治療的終極理想射線—質子射線〔Proton beam〕，在一些先進國家〔主要為美國〕，已具備醫療之經濟價值。