

## 放射治療的進展之三 放射治療品質的提升及武器競賽的迷思（下集）

放射腫瘤科 蔡玉真醫師

### 放射治療品質的提升及武器競賽的迷思

近五十年來在儀器硬體及治療軟體上有許多的突破及進展。因為這些新設備及儀器的進展使得放射治療可以更精準的將必須劑量送到病人的惡性腫瘤區及附近之高危險區。接下來跟大家介紹一些歷史上提升放射品質之關鍵技術。

#### 一、Immobilization & portal films

放射治療要執行5~7週，就算是治標性的骨頭轉移也需要十次的治療，故而在病人姿勢的固定上是非常重要的。病人每天的治療姿勢必須與第一次一樣，這樣子才可以每次都是治療到我們一開始所設計的範圍，由於許多固定器材的進步使得目前執行放射治療、為病人量身打造適當的姿勢是輕而易舉。但是這些小小的發泡劑及固定模具的研發卻是多放射技術工作者智慧的結晶。Portal films是我們常跟病人說的驗證片，病人在治療前必須在機器上就真正治療位置及真正治療範圍照驗證片，由醫師確定與其設計無誤後才能執行治療，而在本院每週有重複驗證片的動作，主要是確保在7週的治療時、病人的固定都是完美的治療位置、沒有跑掉。驗證片也是放射治療品質提升上一大貢獻。由每週驗證片我們可以確知病人真正的治療位置。

#### 二、Gantries(治療機可轉動的手臂)

當我跟病人解放射治療的光線會從身體的背部往前照的時候，有些病人會很擔心的問說、他沒有辦法趴著，怎麼辦呢？其實這個問題，在四、五十年前真的是一個大問題，那個時代的治療機器是不會轉的，我們必須把病人要被治療的位置去牽就機器的位置，我們要照背部、病人就要趴過來，像煎魚一樣，病人要二邊翻面。幸運的是，這二十年來機器進步到手臂會轉，所以病人只要平躺在機器上。機器的床會動，而治療光線出來的頭也可以有許多方向的轉動，所以我們就可以彈性多角度的運用放射治療的光線。今天我們覺得這是理所當然，但是想想在二、三十年前人們得到癌症時，卻無法得到這樣的照顧。

#### 三、Simulators

這是模擬攝影機，我們用類似照X光的方式去標定病人治療的範圍，十五年來由於電腦斷層機器的進步，我們目前使用電腦斷層來進行模擬攝影，所以病人有就治療位置而做的電腦斷層，在這樣子的電腦斷層上醫師及物理師、劑量師可清楚明白的看到病人的腫瘤及附近相關的正常組織，進而可以設計放射治療將劑量盡量集中在惡性腫瘤處，而正常組織控制在放射治療可忍受的範圍內，以達到最佳的治療成果。

#### 四、鈷60機器及直線加速器 60 Co Units and Linear Accelerators

近十五年來，鈷60已經被市場淘汰，但是在50~15年前它是放射治療的主力，在

治療癌症病人上，有其一定的貢獻。因直線加速器的研發成功，所以現在的我們可以享受精準及便利的放射治療，直線加速器目前的所使用的射線是光子以及電子。大家常常在報章雜誌上看到光子刀，或其他一些新穎的名詞，其實機器本身都是直線加速器。射線的本質就是光子射線及電子射線。在門診時常常被病人問到某某醫院有一台最新的放射治療機器、聽說沒有副作用？目前在台灣並沒有質子治療的機器，任何的新機器還是以光子為主、也就是直線加速器，所以不可能沒有副作用的。機器的不同主要在於其軟體的差異，在治療計畫上有些許的不同，但是本質上並無太大之差異。

#### 五、電子射線:Electron Beams

電子射線也是由直線加速器所產生的，電子射線跟光子主要的不同在於其能量可以停在一定的深度，所以對於身體表面較淺層之腫瘤可以達到很好的治療效果，而不影響附近較深部組織，這在放射治療上也是一大突破。鈷60以及光子射線可以穿透較深的組織，適合治療身體深部腫瘤。

#### 六、CT、MRI、PET and US

對放射治療進步有很大的貢獻的不止是放射治療本身，一大部份必須歸功於電腦斷層、核磁共振、正子掃描、超音波的進步。由於這些影像的進步，使得放射腫瘤科醫師可以清楚明白的定位病人的腫瘤。而目前的軟體可以將電腦治療計畫影像與病人的核磁共振、正子掃描做合成的工作。而使得放射腫瘤科醫師定位病人的腫瘤更精準、而能夠做很好的治療計畫。

#### 七、電腦斷層治療計畫Computerized Treatment planning

電腦斷層治療計畫剛開始的時候為所謂的2D（二度空間）、而十五年前進步成為3D（三度空間）電腦治療計畫。二度空間電腦治療計畫與三度空間電腦治療計畫最大的差別就在於：2D治療計畫、可以把腫瘤治療劑量清楚明白標示、而三度空間電腦治療計畫除了可以清楚明白腫瘤接受到的放射治療劑量，也可以量化腫瘤週邊重要的器官如脊髓、肺、心、肝、腎臟等重要器官有多少體積接受多少的劑量。由這些重要資訊的組合，放射腫瘤科醫師可以決定如何修改治療計畫、以達到腫瘤得到足夠劑量而週邊正常組織仍可保有正常的功能之目的。

#### 八、Stereotactic Radiosurgery（立體定位放射手術治療）

這項技術之發展一開始是針對不適合開刀的深部腦動靜脈瘤，其原理是由上百個角度進行放射治療，放射劑量集中在腫瘤中心而其周圍的劑量平均分散。這樣的放射治療只執行一次，一次約12~20葛雷，也就是1200~2000雷德。這樣的單次治療就失去放射治療分次治療、控制惡性腫瘤的好處。所以原則上只適用於良性的腫瘤。但因為技術的普及，也有許多人也拿來做癌症的治療，最常見的是做為癌症腦部轉移，全腦照射之後加強局部劑量方式。

#### 九、IMRT: Intensity Modulated Radiotherapy強度調控放射治療

這是由1995年開始發展。到西元2000年幾乎已經是非常成熟之技術。其與三度空間放射治療最大的差別有二個部分。第一個部分是治療機器上必須要有多葉準質儀，由多葉準質儀來取代鉛塊的角色。三度空間是由六到七個照野所組成，

現在的強度調控在角度上是五到七個角度，但是在每個角度會有十到十五個不同視野。一個病人的整個療程由100 至150個不同的視野組成治療的範圍，如果都要用人工去換鉛塊，那一個病人治療下來至少要4個小時以上。所以必須發展多葉準質儀、由電腦控制機器來形成各式各樣鉛塊。而另一個最大的差異是：醫師及物理師劃出各重要器官及腫瘤，由**電腦程式**根據我們的**指令**跑出**最佳治療計劃**、而不像三度空間、醫師直接劃治療視野，這就是強度調控放射治療。好像堆樂高積木。為什麼要發展強度調控放射治療；主要是三度空間電腦治療計畫無法達到保留鼻咽癌的病人唾液腺的目的；或是降低腦幹脊髓劑量之目的，故而有這樣技術產生。強度調控應該是這十年來放射治療上**最大的突破**，雖然並不是所有的癌症都受惠這樣的技術，但是目前在頭頸癌及攝護腺癌的病人身上由於這項技術的成熟發展、病人已經可以得到許多的好處。比如：鼻咽癌的病人因強度調控放射治療得以保留腮腺的唾液功能，而攝護腺癌的病人可以經由提高腫瘤治療劑量，而得到更長的無疾病存活率。

#### 十、**IGRT : Image Guide Radiotherapy.**

目前正在發展中的IGRT是Image guide radiotherapy。目前還在起步，理想上希望達到在治療療程中可以隨著病人腫瘤大小的改變而改變治療計畫，以減少治療的副作用。目前臨床上我們碰到類似的問題，會重新做電腦治療計畫以修改治療計畫。目前IGRT的技術上還有待克服，因為我們在治療機器上所得到的影像，還是只能看到骨頭，對於軟組織的解析度還不甚完美，故而目前的image guide radiotherapy只是取代了傳統的驗證片，它可以每天去看病人的位置有沒有改變而做調整。如果病人在治療中體重沒有改變，在目前的immobilization下、治療位置並沒有太多的改變，故而IGRT在現階段來講不算是一個突破性技術。

#### 十一、**質子治療：**

質子治療從1940年哈佛開始研發一直到現在，在技術上、機器上、人力維護、以及治療軟體上都有所進展。目前在美國許多醫學中心已將其加入研究以及服務病人的一部分，但其價格昂貴，每次一個療程至少100~200萬台幣。為了服務我們的病人，應該是由國家來支持這樣的計畫。質子治療其最特殊的地方就是**bragg peak** 這是它跟光子最大的不同，它的光線穿過人體表面直到腫瘤的位置，能量才會大量釋出，而在通過腫瘤後又會快速減少。這是它相對光子射線最大的優勢。

以上跟大家介紹了這幾年來放射治療品質提升的許多關鍵技術，對於任何一項技術都需要從業的專家有計畫的執行，以及確實做驗證的工作，這樣才可以將機器硬體、軟體及所有的功能提到最高。這有賴**放射腫瘤團隊，從物理師、技術師、醫師、以及護理團隊**所有人的共同努力才能達成。