

---

# 兒童癌症

## —質子放射治療

長庚醫院詹頂立醫師 / 曾振淦醫師

### 一、兒童癌症概況

兒童癌症的發生率，不論國內外，都是逐年遞增，但死亡率卻逐年遞減，足以顯示兒癌的治療水平持續進步中。隨著疾病存活率上升，更多的病童在與癌症的戰鬥中獲得初步勝利，卻必須要付出勝利的代價——承受許多癌症治療的副作用：神經認知系統的損傷、心理或生理的生長發育受到影響、甚至次發性的腫瘤等，這些副作用隨著初診斷兒癌的年齡、腫瘤大小、病童接受的治療類型等而有程度上的差異。

### 二、兒癌放射治療

談及兒童癌症的放射治療，俗稱「電療」，必須先了解小朋友們並非單純是「縮小版的成人」，不能直接考量成人的生理狀況即認為小朋友亦可同樣推定。小朋友的身體組成和生理機能都和大人不同，由於處於快速生長發育的階段，他們的器官都較成人更易受放射線影響。比方幼兒的腦部在零至三歲間發展成熟的最為迅速，研究顯示，年紀越小接受放療，五年內智商下降幅度越大，故目前若非必要，對小小朋友會盡量避免或減少針對腦部之放療劑量。除中樞神經系

---

統外，放射線對於快速分裂的細胞也有較顯著的影響，因此如小朋友的身高、視力、以及生殖系統（卵巢或睪丸），都可能受到損害。最後，由於兒癌病童存活率上升，放射線更長期的副作用，也可能陸續在小朋友成長的過程中出現，比方心血管系統的冠狀動脈疾病、及中風機率上升。

因此，在擬定癌症病童的放射治療計畫時，醫師及放射師們需要由許多層面來進行考量。比方兒癌擁有非常分歧的類別、腫瘤可能出現在身體各處、各類腫瘤對於放射治療的敏感性差異極大、小朋友身形差異也大、還有兒癌患者通常需要接受化療和電療的搭配，種種因素，讓兒童癌症的放射線治療一直具有極高的複雜度與挑戰性。

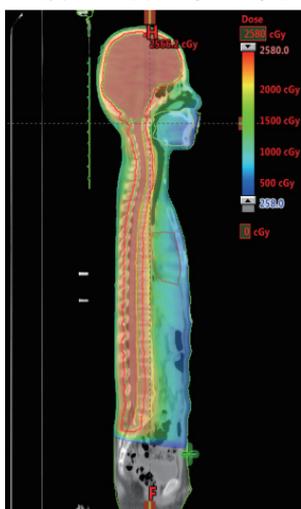
### 三、兒癌質子治療

隨著兒癌治療進步，病童的存活率上升，醫界開始更在乎存活下來的兒癌患者日後之生活品質，致力於減少治療帶來的副作用；因此，由於「質子放射治療」具備能夠減少散射劑量的優勢，可說是未來兒癌放射治療必然的趨勢。

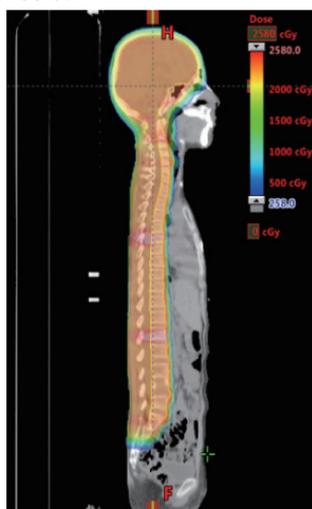
「質子」相對於傳統「X光」放射線治療之優勢在於，當質子射線抵達特定組織深度時，能夠產生布拉格峰 (Bragg peak) 釋放出近全部能量，而峰後的放射劑量趨近於零。有機會大幅減少非治療目標組織的放射暴露劑量、進而減少放療副作用。

以小兒小腦髓母細胞瘤 (medulloblastoma) 為例，標準放射治療的目標為全腦加上全脊椎，治療涵括範圍較大，質子治療的好處也更明顯。傳統 X 光放療在治療全腦全脊椎的同時無法避免會照到腹部器官、骨盆腔器官、甚至可能造成放

射線暴露器官的次發性腫瘤產生，相較之下，使用質子放療能有效侷限放射劑量於目標組織，而不波及非治療目標的其他器官。此外，在小兒小腦髓母細胞瘤的放射線療程中，為了盡量消滅所有癌細胞，會於病童後顛窩額外加強放射，傳統 X 光放療連雙側耳蝸都會受到照射劑量，會造成小朋友後續聽力減弱；若使用質子治療，則對耳蝸的放射劑量能夠趨近於零，病童放療之後的聽力得以保存。



▲全腦全脊椎 - X 光治療



▲全腦全脊椎 - 質子治療

除了小兒小腦髓母細胞瘤之外，傳統放射線治療也會造成腦癌病童的智商在放療後逐年下降，而對照使用質子治療的病童，智商在療程結束後數年影響會較小。質子治療能顯著減少放射線副作用的優勢，絕不僅限腦癌病童能受惠，其對於骨盆腔器官，比方生殖系統：如卵巢及睪丸、膀胱、直腸、以及股骨頭、生長板等，也都能降低器官接收的放射劑量，從而避免大部分非目標組織卻受到放射線波及的傷害。

---

## 四、兒癌質子治療的國外經驗

在歐美等先進國家所有癌症中，兒癌對質子治療的接受度可說是最高、轉介數最多的族群。由於小朋友們快速的生長發育，身體對放射劑量造成的副作用較為敏感，因此質子的好處在兒癌能格外凸顯。

在 2010 到 2012 兩年間，美國接受質子治療的兒癌病患大幅增加，能提供質子治療為選項的醫學中心也越來越多；以癌症類型及部位來看，影響生長發育及智力最為顯著的腦部腫瘤及中樞神經系統腫瘤，是兒童癌症應用質子治療的大宗；而若以接受治療的年齡分別，其中較多的病患族群是五歲以下的小小朋友，小小朋友們透過質子治療能得到的好處更多，因此，質子治療未來勢必會成為更多小小癌症病童治療的優先選擇。

## 五、結論

質子治療的優勢，在於不減少目標組織的放射劑量前提下，能大幅降低散射出去的中低濃度放射劑量，能夠閃避不該被照射到的身體器官，進而降低各種不必要的放射治療副作用、甚至次發性腫瘤的發生。

未來，質子治療在兒癌放射治療的角色將會越來越重要，越「小」的小朋友、治療範圍越「大」的小朋友，質子治療的好處都會更加明顯。在美國與德國，質子治療皆已經納入各種癌症的治療準則中；我們可以期待質子未來在兒癌團隊中扮演的角色以及進步。