

2025 年 2 月 28 日



養和杏林手記

《質子治療結合影像導航 精準追擊移動腫瘤》

| 撰文：張天怡醫生



養和質子治療中心主任、
臨床腫瘤科專科醫生

文章刊於 2025 年 2 月 28 日《信報財經新聞》健康生活版《杏林手記》專欄

質子治療是最先進用於癌症的放射治療技術，其原理是利用高能量粒子束攻擊癌細胞，惟高能量輻射必須配合精密的量度及規劃，方可把療效最大化，同時減少副作用或後遺症。

放射治療方案設計概念已與從前有所不同，特別是腫瘤位於會移動或改變形狀的器官，以往在規劃射線位置及範圍時，需要把腫瘤移動幅度的不確定性計算在內，意味着照射範圍會比腫瘤實際體積大，容易傷及附近器官及健康組織，但現時放射及造影科技的進步，已能縮小包圍腫瘤的射線範圍，更精準地消滅癌細胞而減少傷及周邊的器官。

傳統而言，進行放射治療前一段時間，會先進行造影檢查再設計方案，但及至治療時，影像往往已有滯後問題，未能反映實時情況。

以前列腺癌為例，前列腺組織及腫瘤位置會因附近器官變化而每天也有所改變，因此醫生在規劃放射治療方案時，照射範圍一般會比腫瘤本身稍大，以免腫瘤位置的變化而導致部分癌細胞沒法被射線照射。加上前列腺附近的腸道、膀胱膨脹程度也並非固定，故此在缺乏影像導航情況下，難以掌握腹腔內情況，若健康及正常器官或組織受損傷，或會引致腸炎或膀胱炎等副作用。

針對放射治療的影像局限，現時已有磁力共振導航放射治療機（MRI-guided linear accelerator），這種技術配備全方位腫瘤移動追蹤功能，能夠實時、持續及準確地追蹤腫瘤位置及其周邊組織，確保足夠的射線劑量可覆蓋腫瘤。

磁力共振導航配合質子治療

影像導航技術有所躍進的同時，放射治療的革新亦一日千里。與傳統光子放射治療相比，質子獨特

的物理特性「布拉格峰」，讓放射線進入人體時只釋放極低輻射量，直至到達腫瘤深處才一次過釋放，集中消滅癌細胞，然後輻射能量隨即下降至零，這種特性顯著降低了腫瘤附近正常組織所接收的輻射量，減少了放射治療引致的副作用及併發症，特別適用於接近重要器官的腫瘤。

質子治療系統的加速器，可釋出高能量輻射線，因此醫生及醫護人員更需要清晰影像，惟部分質子治療系統本身只配備 X 光造影，單靠骨骼及關節位置核對高能量射線需照射的腫瘤位置，難免有所不足。因此，現時質子治療可結合磁力共振作導航，每次治療前均以當天的造影與質子治療機的 X 光影像作雙重核對，磁力共振導航可追蹤腫瘤移動的位置和幅度，使醫生能根據器官的移動和變化，相應地調整質子射束的深度和強度，有助確保質子射束準確地瞄準目標腫瘤範圍，讓腫瘤接受最多的輻射劑量，同時大大減低對健康組織的損害。

目前質子治療於世界各地廣泛應用，大灣區首個質子治療系統於 2023 年率先於本港啟用，並可結合磁力共振導航技術作導航。同時亦採用較新穎的適應性放射治療技術（Adaptive radiotherapy），即在治療過程中，定時進行正電子電腦掃描或磁力共振。以頭頸癌為例，質子治療療程大約 30 至 35 次，但治療期間患者的體型、器官及腫瘤位置也會有所變化，因此醫生會安排每周於進行質子治療前進行造影，以觀察治療劑量所引起的腫瘤變化及重新規劃治療方案，根據患者最新情況更精準地調整治療劑量及位置，有助增加癌症治癒機會及提升存活率。

電療次數大幅降至 5 次

磁力共振導航質子治療應用有助大幅減少質子治療療程次數，實現「大劑量、少次數」（Hypofractionation）。一般而言，放射治療療程需要進行 20 至 30 次，過往受限於影像精準度不足問題，輻射劑量不能太高，以免引起嚴重副作用。現時經準確精密的規劃，可按個別情況調整質子射束的深度和幅度，如病情合適，可把放射治療次數降至 5 次，大幅降低患者於治療期間需要花費的時間及成本。同時，相比傳統的放射治療，質子治療引致的副作用較輕微，能夠幫助患者維持較佳的生活質素。

治療三管齊下增效果

展望未來，正電子電腦掃描（PET-CT）亦有望可用作質子治療的影像導航，除腫瘤位置、大小外，其造影更能顯示癌細胞活躍程度，醫生及醫護團隊所得的資料將更全面，有助醫生制定更個人化治療方案。例如正電子掃描影像顯示腫瘤某部分的癌細胞較頑強，便可針對地加大放射劑量，以進一步提升質子治療成效。綜觀整體癌症管理，除頂尖的質子治療配合精準的導航系統，有效的藥物治療同樣舉足輕重，當中包括免疫治療，其副作用較傳統治療少，若把三者互相配合及使用，可為患者帶來更理想的癌症治療效果。

撰文：張天怡醫生

養和質子治療中心主任、臨床腫瘤科專科醫生