

牙科電腦斷層(Computed Tomography; CT)之發展現況

金屬工業研究發展中心 陳靖惠

出版日期：2009.02.25

一、前言

由於科技的進步，3D 電腦斷層影像已成為牙科診斷與治療的重要工具，對於提高臨床疾病的診斷與增加臨床牙科治療的品質，皆有相當的幫助。電腦斷層掃描(Computed Tomography)是由傳統 X 光攝影檢查所延伸出來，第一台醫用 X 光線設備於 1896 年 2 月 3 日誕生於美國，當時的外科醫師 Maurice Richardson 博士認為：一台診斷用的 X 光線設備就如同內科醫師的聽診器一樣不可缺少。現今的牙醫診所或醫院，數位全口 X 光機、根尖 X 光機就如同牙科口內鏡、探針、鑷子一樣的重要。

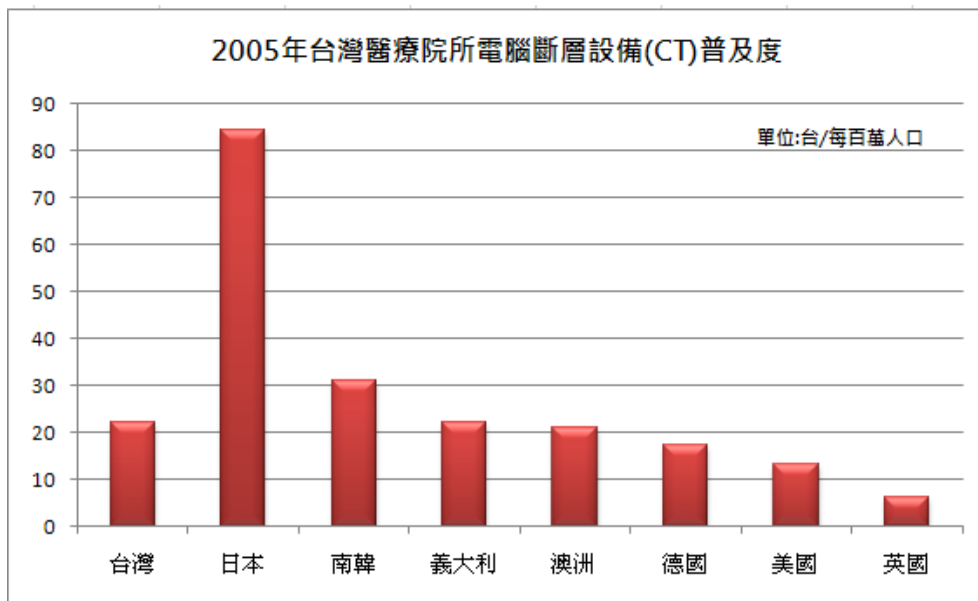
二、一般醫療電腦斷層掃描(Computed Tomography)

事實上，全球醫療器材產業的成長是呈現逐年攀升的趨勢，以日本 2007 年經濟成長率 3.5% 來看，醫療器材產業的成長率卻高達 8%，其中又以影像診斷儀器 (X 光裝置、CT、MRI 等) 排名第一，產值達 3,095 億日元。

另一方面，根據中央健保局 2008 年的統計資料顯示，2005 年全球各國醫療院所中，電腦斷層設備的普及情況也是以日本居冠，台灣與其他國家比較，每百萬人擁有的 21.9 台(如圖一所示)，雖屬中上水準，但其實也代表仍然存在成長進步的空間。

其實，一般臨床所提及的電腦斷層掃描(Computed Tomography)，指的是以 X 光為射源所建立的斷層圖，簡稱為 CT。CT 與傳統 X 光攝影不太相同，基本上在數位 X 光系統中大都局限於平面掃描；而 CT 是利用由各種角度攝取的 X 光資訊，重建口腔影像的剖面圖；因此，CT 系統的首要問題是如何獲取各種角度的訊息，這就有賴所謂的掃描系統。一般醫療用 CT 以「多環螺旋 CT」為主，X 光的管球會繞著病人旋轉，所以患者在拍攝時往往是以平躺的方式進行。

CT 在臨床的應用上，最初先由頭部斷層掃描，再發展到身體各部位，如脊髓，眼窩，顏面，鼻竇，軀幹等 CT 照射。對醫生而言，CT 確實可幫助他們對於病人的病情有更好的掌握度。



圖一 各國醫療院所電腦斷層設備的普及情況
資料來源：中央健保局統計資料, 2008

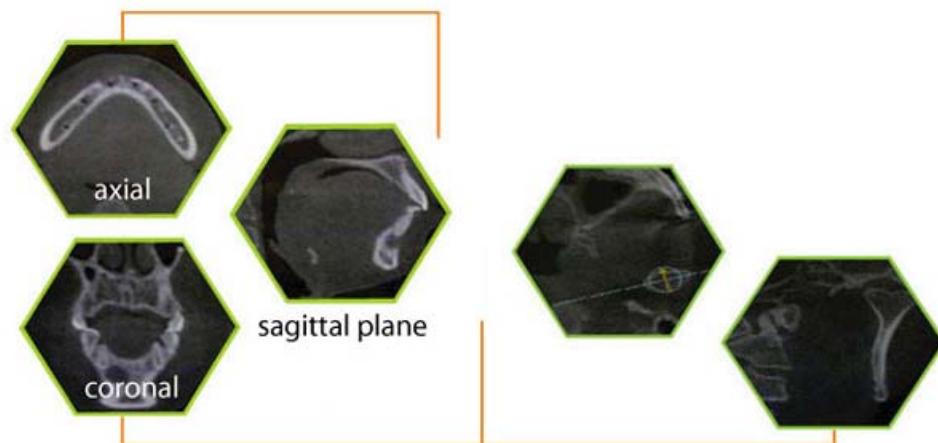
在最近一期的 New England Journal of Medicine 裡，對於醫療院所 CT 設備的普及需要性下了一個結論：「CT scan increase could mean more cancer down the road.」

三、牙科電腦斷層掃描(Dental Computed Tomography)

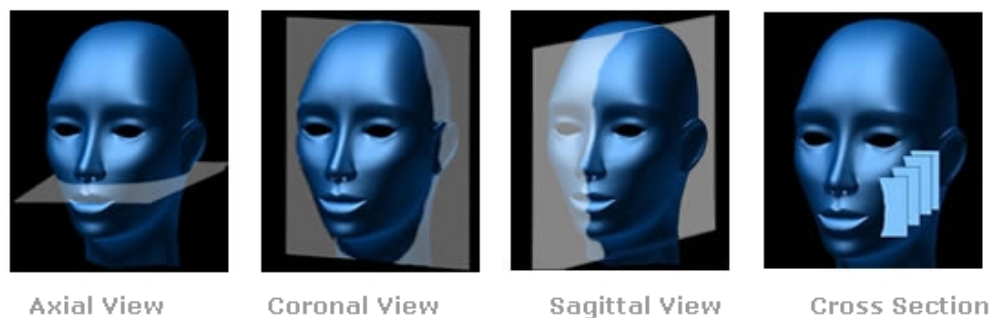
台灣在幾年前曾引進了牙科用電腦斷層設備，但當時礙於技術尚未成熟、機種較舊，造成影像解析度不足，必須使用價格昂貴、操作不易的軟體判讀，且患者負擔費用過高...等種種問題，以至於無法廣泛地被當時的牙醫師們認同與使用。現今牙科領域發展出牙科專用的電腦斷層，X 光管球是以圓錐狀的 X 光射線來擷取影像，短短數秒內就可以獲得一個完整立體口腔影像，拍攝部位針對口腔，患者拍攝時間大幅縮短，劑量相對也降低許多。

牙科 CT 進行一次 X 射線曝光後，所獲得的是被掃描範圍內的全部資訊，也就是可以獲得掃描範圍內所有立體像素的 X 射線吸收係數，這種掃描方式又稱為立體掃描 (Volume Scan)。相較於一般醫療用掃描方式，牙科 CT 立體掃描有以下幾項優勢：

1. 掃描覆蓋範圍大：Z 軸 (即人體垂直軸) 覆蓋寬度長達 19cm (視各家廠牌而有所不同)，包括了下自頰部上至額骨的全部顱顎面部分的骨組織，醫學影像資訊更加豐富，臨床應用範圍擴大。
2. 影像處理上具有更大的靈活性：如【圖二】及【圖三】所示，通過圓錐形光束重建演算法，可由電腦多層面重建出掃描範圍內的軸向(Axial)、矢狀(Sagitta)、冠狀(Coronal)和任意方向層面的 CT 圖像乃至 3D 立體影像。



圖二 電腦掃描範圍內的軸向示意圖



圖三 CT 多層面重建(Multi-Planar Reconstruction ; MPR)

3. 掃描速度大大提高、輻射劑量顯著降低：針對拍攝植牙手術範圍（FOV 12x7cm），僅需 15 秒即可完成數百張連續層面掃描，達到多排螺旋 CT 的成像效果，輻射劑量卻遠低於一般醫療用 CT。錐形光束 CT 的 X 光射線焦點 (Focal Spot) 尺寸為 0.5mm，焦點小可使半影相對於本影有顯著的縮小，成像清晰，影像銳利度大大改善；同時半影縮小使全部 X 射線光子均可進入探測器中，影像資訊更加豐富，X 射線利用率能有效提高。

除了上述的三項優點之外，最直接的就是，新型的牙科 CT 是專門位牙科診斷設計的，因此口腔影像上的清晰度也比醫療用的更加精細，拍攝方式也比醫用 CT 更加簡便，對牙科診斷而言，無異是一大福音。

四、一般醫學用 CT 與牙科專用 CT 比較

(一) 醫用扇形 CT 光束與牙科圓錐形光束(Cone Beam)CT 的比較

有別於目前在醫院被廣泛使用的傳統醫用線性扇形光束 CT；牙科圓錐光束 CT 運用了方形二維陣列感應器來擷取圓錐光束。所以，圓錐光束所提供的是物體體積的資訊，但是一般醫療用扇形光束 CT 僅能提供病患一系列的連續斷面。也因如此，圓錐光束 CT 儀器的低拍攝劑量及精簡的體積，使它成為非常適合用來做牙科診療的攝影工具。

(二) 牙科用電腦斷層的低輻射劑量

相較於傳統電腦斷層，牙科用電腦斷層的拍攝輻射劑量遠低於一般醫療用電腦斷層的使用。就診斷單一牙齒範圍而言，一般醫療用 CT 拍攝時所需的設定條件為管電壓 150kVp、管電流 200mA，且每一切片費時一秒。如果針對植牙手術的診斷需求時，最少需要 40 片切片，則拍攝時間耗費長；不同的是，牙科 CT 的拍攝只需要給予管電壓 80kVp 及管電流 5mA 的拍攝設定，只需要 12~24 秒，即可完成拍攝，而且拍攝輻射劑量也只有般醫療用 CT 的數十分之一至百分之一。【表一】

為各家牙科用 CT 與醫科用 CT 之曝射劑量比較；牙科 CT 和一般醫療用 CT 的綜合比較如【表二】所示。

表一 各家牙科用 CT 與醫科用 CT 之曝射劑量比較

Technique	Effective Dose in uSv 1990 ICRP Tissue Weights	Dose as Multiple of Single Panoramic Dose (ICRP-1990)	Dose in Days of Per Capita Background Dose	Dose in Terms of % Medical CT Equivalent	Dose in Terms of % Annual Per Capita Background Dose
Panoramic (OrthoPhos Plus DS)*	6	1	1	0.3%	0.2%
NewTom 3G - Full (12") FOV	45	7	4	2.1%	1.2%
NewTom 3G - Chin Tilt & Thyroid Shield	28	4	3	1.3%	0.8%
i-CAT - Full (12") FOV	135	21	13	6.4%	3.7%
i-CAT - Chin Tilt & Thyroid Shield	57	9	6	2.7%	1.6%
CB Mercuray - F (12") FOV 10 mA-100 kV	477	74	48	22.7%	13.2%
CB Mercuray - P (9") FOV	289	45	29	13.8%	8.0%
CB Mercuray - I (8") FOV	169	26	17	12.0%	4.7%
CB Mercuray - I (8") FOV with Chin Tilt	125	19	12	5.9%	3.5%
CT Maxillo-Mandibular**	2100	385	243	100.0%	58.3%
CT Maxillary**	1400	164	103	100.0%	38.9%

資料來源：Medical Technology, 2007.

表二 牙科用電腦斷層和一般醫療用電腦斷層綜合比較表

	Cone Beam	Fan Beam
輻射劑量	LOW	HIGH
拍攝時間	SHORT	LONG
硬體穩定性	HIGH	LOW
影像品質	HIGH	LOW

資料來源：Healthcare Human Factors, 2006.

五、Dental CT 未來的趨勢

(一) 未來的 CT 一定會沿著平板 CT 的方向發展

與其他牙科用電腦斷層常用的“影像倍增器(Image Intensifier, I I) + CCD”探測器不同最新牙科電腦斷層的 X 射線探測器外形類似 X 光膠片暗盒，呈平板狀，是一種半導體探測器。其基本工作原理是：把針樣結構的摻鉍碘化銫晶體放置在光電二極體矩陣上，每個光電管就是一個圖素，由薄膜非晶態氫化矽製成。當 X 光入射到閃爍晶體層時被轉換為可見光，由光電二極體矩陣轉換成電子信號，在光電二極體自身的電容上形成存儲電荷，電荷量與入射 X 射線強度成正比，通過薄膜電晶體 (Thin-Film Transistor, TFT) 檢測陣列，再經類比/數位轉換處理，最後獲得數位化圖像在顯示器上顯示。

另外，平板探測器成像對比度較高，影像清晰，密度解析度高，對微小的密度變化更加靈敏，有助於發現以密度改變為表現的早期病變。第一台平板探測器樣本在 1995 年 RSNA (北美放射學會) 會上展出至今，平板探測器正以其眾多領先的技術優勢逐步成為數位斷層機 (Digital Tomography) 的主要探測器材料，2009 年 1 月，佳能公司就宣布已開發出可查看動態 X 射線圖像和採集靜態 X 射線圖像的全新便攜式平板 DR (數字 X 射線成像) 系統，並計劃進軍醫用透視設備市場。

(二) 3D 輔助植牙技術因 CT 的應用而成為未來必走之路

電腦斷層掃描(CT)之影像轉檔後經由電腦輔助設計，能協助醫師進行植牙，可以藉此利用數位加工設備製造植牙引導版及牙橋及義齒，可以減少牙醫師的植牙失敗率，也減少印模的誤差，直接數位加工牙冠及牙橋，也可減少金屬鑄造的誤差及缺陷問題，故幾乎可以說 3D 輔助植牙技術，因 CT 的應用而成為未來必走之路。另外，整個醫學影像經處理後直接由數位加工設備進行加工，傳統的金屬鑄造流程勢必將逐漸被取代，雖然是一種進步，但相對的也使另一產業面臨淘汰。