

間接數位攝影：光激磷光儲存板 (Photostimulable Phosphor Storage Plate ; PSP) 之臨床操作影響因子文獻回顧

黃耀德, 陳木熊*

Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Department of Dentistry, School of Dentistry, National Taiwan University Hospital, Taipei, Taiwan



Cases Journal TAOMFR 2011; 3:1

* Corresponding author. Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Department of Dentistry, School of Dentistry, National Taiwan University Hospital, No.1, Changde St., Zhongzheng District, Taipei City 10048, Taiwan

Tel.: +886 2 23123456#66961. E-mail: hsiung@ntuh.gov.tw (陳木熊)

Keywords: PSP, impact factor, literature review

Received: 26 January 2011; Accepted: 11 February, 2011

牙科間接數位放射線攝影所需要用到的口內0~4號片為必要媒介。對比解析度 (contrast resolution)、空間解析度 (spatial resolution)、寬容度 (latitude)、靈敏度 (sensitivity) 等參數都會影響病人所受的輻射劑量及影像品質，更會因為操作情況、掃描讀取、存放環境與曝光時間等因子改變其結果，所以在最初影像的擷取扮演相當重要的關鍵，已經數位化的PSP板相較傳統的底片可以減少大量的輻射劑量和儲存空間，但由於重複使用關係到眾多變因可能會逐漸失去診斷的效力，一片上千元的高單價也變成一筆非同小可的耗材支出，如何使其有效率的使用，確保影像品質與減少重照實為一重要課題，更進一步能降低病人不適與成本的消耗，此篇則歸類幾篇國際近年來相關的研究以供參考。

文獻回顧

假影類型統計

臺灣的研究團隊考量到數位感應片多次重複使用，使用三位觀察者、643張有假影的影像分門別類，計有；操作疏失554張 (包括錐切 (cone-cut)、彎曲、放錯面、上下顛倒、曝光不正確、金屬遮蔽、太亮等等)、掃描疏失29張 (水平條狀假影、太白太亮、顯現不完全、消光不完全、太慢讀取、重疊

讀取等等) 及感應片缺陷60張 (抓痕或咬痕、snap-A-ray holder痕跡、外殼缺損等等)，在各種產生的情況下都做了細部的統計與成因分析，雖然這是使用PSP所不可避免的現象，統計經驗豐富的操作者與實習學生間的失誤率，明顯看出可以透過臨床經驗與繼續教育等方式減少因人為疏失所造成的失誤。而採用了改良式的雙層保護法

則大幅減少因產生假影而需要重照的次數，更降低了感應片更換的頻率 [1]。

影像擷取系統

美國的研究團隊考慮到環境的可見光在系統讀取前會影響訊雜比 (Signal-to-Noise Ratio; SNR)，經過 0.1s~0.32s 輻射曝露後使用 300, 150, 20 流明 (lux) 之照度單位從小於 10s~120s 再行計讀，用長條圖及 Turkey's HSD 法看是否有統計差異。DenOptix 及 ScanX 皆會因曝露於可見光時間及強度增加而降低訊雜比，兩者間並不存在顯著差異。雖然不用特地到暗房讀取感應片，環境光的強度與讀取前接受日光的時間越小越好，以維持影像品質 [2]。

臨床操作時間

承上，同組人馬的另一組實驗使用了類似跑臺的方式，比較臨床檢查若使用 DenOptix 及 ScanX 所需耗費的時間，以全口根尖片攝影為例，其項目包括：消光、包裝、照射、讀取、傳檔等步驟。雖然讀取時間 ScanX (3.9min) 比 DenOptix (7.8min) 快，但由於使用的軟體差異，在傳輸上則呈現相反結果 (3.9min VS 2.0min)，造成總平均時間儘管 ScanX 略佔優勢 (27.1min VS 31.2min) 但不存在顯著差異。由於讀取機器的設計方式及商用套裝軟體佔絕大因素，單齒攝影或咬合攝影的結果則會有所不同 [3]。

延遲讀取結果

英國的研究團隊考慮到感應片可能因放置的空間與時間影響到影像品質，在室溫、冰箱及低溼度環境下延遲 10 分、30 分、一小時、兩小時、三小時、四小時後讀取並做主觀三個層級與客觀像素密度比較。使用 Digora (Soredex) 與壓克力下顎假體及鋁濾器，對照組為照射後立即讀取，結果

顯示在四小時後讀取的影像會有客觀上的影像密度損失，但不會在主觀判讀上被發現，故臨床上不會因為單純延遲而造成影像不能判讀，且與其他研究相互佐證是可被信賴的 [4]。不過此作者的另一篇文獻比較照射後分析的時間至 6 小時、12 小時、18 小時、一天、兩天及三天，並多比較了 DenOptix 型號，結果發現不管在主觀、客觀分析上，DenOptix 就算長達三天讀取也不會造成影像判讀的失誤或有測量密度上的減少，Soredex 之 Digora 則明顯的會受環境及時間降低密度，雖然 18 小時內沒有統計上的差異，但是經過一天後則會有足以影響醫學影像詮釋的可能 [5]。

澳門的研究團隊也證實了 DenOptix 的能力，延遲讀取時間至七天 (168 小時)，由六位觀察者用 Vixwin2000 定義根尖做主觀分析，統計方法則使用 SPSS 蒐集一週像素密度的 ANOVA；皮爾森 (Pearson's r value) 分析法對於每位觀察者於不同延遲時間所做的結果有很高的相關性，且立即讀取與延遲讀取的在診斷品質上並無顯著差異，雖然多項研究指出 PSP 有立即的自發磷光現象或非自發的能量損失稱為信號衰弱 (signal fading)，但不會造成影像品質的喪失或影響臨床判讀的能力，結論提到廠商建議的立即讀取也非到至關緊急的地步，畢竟也可能有其他更重要的事情會造成延遲讀取，可以放心的是此型號在經過數天後其價值依然可被信賴 [6]。

消光秒數影響

巴西的研究團隊針對 DenOptix 的 PSP 感應片消光做了十組不同時間實驗，透過兩位觀察者比較銳化度、明亮度、對比度、琺瑯質定義能力、牙本質定義能力、牙本-琺瑯質交界定義能力等。由於目前尚無此 PSP 主觀的消光時

間影像品質相關文獻，故研究判斷將會關係到消光時間的最佳條件。結果顯示於日光盒 (light box) 1700流明消光25s~130s時為高影像品質且彼此無統計差異、90%位於信賴區間內；如果消光20秒以上並不會降低主觀診斷正確性，亦不會造成照射時重複曝光，此舉對於臨床工作者的工作負擔與病患的等候時間皆有所影響，往後還會比較客觀影像上的訊雜比等因子做臨床參考依據 [7]。

多牌系統評估

丹麥的研究團隊蒐集了大量齲齒患者，請四位觀察者用五點式信賴方法衡量與 ROC 曲線 (Receiver Operating Characteristic curve) 判別準確度，此方法常應用於醫學影像分析，由於X軸代表偽陽性、Y軸代表真陽性的點狀分布，所以用來測量連續性變數特別有效；使用 DenOptix, Cd-dent, Soredex 之 Digora (blue and white plates) 及傳統底片 Kodak Ektaspeed Plus 分析。在長時間的鄰接面蛀牙實驗中，DenOptix, Soredex 之 Digora (blue and white plates), Kodak Ektaspeed Plus 彼此沒有準確度的顯著差異，但皆優於 Cd-dent；長時間的咬合面蛀牙實驗中，Digora_{blue} 是最準確的，其原因可能是厚度較薄減少了散射之故。短時間的實驗中，傳統E底片的準確度皆優於其他數位感應片是由於後者較薄，需要多10%左右的時間達到最佳密度。Digora_{blue} 在鄰接面或咬合面蛀牙都會因受曝露時間增加而提升診斷準確度，而 DenOptix 僅在鄰接面蛀牙影響最大，所以在不考慮其他因子影響下，Digora_{blue} 被視為最適化的數位系統 [8]。

使用次數分析

土耳其的研究團隊考慮到大量被重複

使用的PSP會有所耗損，特別選用了五張未經曝照的 Soredex 之 Digora Optime PSP 進行實驗，放置一個間隔2mm鋁梯度輔助儀於2號片上，第一次照射當作對照組參考，其餘分別照射(20, 40, 60, 80), (100, 120, 140), (160, 180 200)次後，與減去對照組的灰階值(Mean Grey Values; MGVs)取正方形2500像素區做比較，也使用了 χ^2 test 及 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) 來看變異性，這是一種客觀性的影像評估工具，平均誤差小則PSNR數值越大，即代表失真越少。結果顯示不同照射次數與對照組的MGVs，照射第一次後不管再照20次甚至200次，儘管某次中有些微的劣化，與對照組相減後並不存在彼此差異性，也符合其他文獻的論點；作者們也說臨床的使用次數與變數更多，此實驗僅為先期研究，未來將做大量的實驗以鞏固他們的論點 [9]。

劑量降低品質

日本的研究團隊試想降低劑量至1/3、1/10 甚至是 1/20 的情況下，利用 DenOptix QST、VistaScan 及 Fuji CR XL-1 之讀取系統比較在主觀或客觀上是否不會減少影像品質。客觀上比較調制轉換函數 (Modulation Transfer Function; MTF)、量子等效雜訊數 (Noise Equivalent number of Quanta; NEQ) 及量子偵測效率 (Detective Quantum Efficiency; DQE)；主觀上用有經驗的六位觀察者以五個等級評分，考慮到組內及組間差隔一個月後再行對八個點圈選，結果出現顯著差異。在三種系統中對照組和1/3劑量的影像都比傳統影像有更高的診斷能力，透過多目標頻率處理 (Multiobjective Frequency Processing; MFP) 與可調雜訊控制 (Flexible Noise Control; FNC) 能使維持影像品質降低劑量，不過隨著劑量的減少，評分的總值也相對

遞減 [10]。

污染消毒感控

喬治亞的研究團隊注意到了PSP每次給不同患者使用會有細菌微生物感染的問題，而一般的瓦斯消毒 (gas sterilization) 可能會有不足的地方，所以討論了微生物污染的來源及發生率、若合併消毒與保護措施是否能改善加以實驗，對於目前臨床衛生有著實的幫助。使用50片PSP板進行實驗，其中25片有瓦消，將之壓在37度血液洋菜膠中培養並紀錄增殖的數量、大小、分布及變異，同時為了確認細菌是否從口腔滋生，選了17片做革蘭氏染色 (Gram stained)。結果顯示在全部50片中有28片 (56%) 產生細菌增殖，而17片染色中有13片 (76.47) 生長，69% 呈現革蘭氏陽性 (Gram positive)。作者提出目前為止口內攝影還沒有確實可免除感控的辦法，每天進行瓦消、隔離防護以及標準化感染控制技術將是適合診間的解決方案 [11]。

結論

雖然醫療數位化帶來了許多便利，諸如時間有效減少、劑量得以降低、環境受到保護及微量儲存空間；但相對的一片小小的PSP板可以延伸出受多項影像因子干擾，重複使用會有感染控制及假影產生的問題、延遲讀取會有影像人為判讀上的受限、讀取時間會有作業流程與品質保證的疑慮、存放的時間地點也受溫溼度及日光影響，更遑論市售廠牌與配合讀取的機型百家爭鳴，人為操作與病患配合程度也受臨床狀況影響，對於影像與照射次數、劑量也是個值得討論的議題。雖然牙科X光攝影為醫用診斷游離輻射最微小的 [12]，若常因角度或方式不對需要重照，皆攸關輻射醫療暴露

品質保證與病患權益。又攝影室牽涉到游離輻射防護法、從事醫療行為論及醫事放射師法不得輕忽，全國數千家牙醫診所坐擁上萬台牙科X光機可見一斑 [13]，科技的進步會造就更精密的設備與合乎需求的軟體，負責儀器操作、影像分析與輻防品保的醫事放射師人力需求勢必將持續成長，也有賴相關從業人員的把關，以締造更優質健全的醫療服務品質。☐

THE AUTHORS



黃耀德 is dental radiographic technician of Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Department of Dentistry, National Taiwan University Hospital, Taipei, Taiwan



陳木熊 is dental radiographic technician of Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Department of Dentistry, National Taiwan University Hospital, Taipei, Taiwan

This article has been peer reviewed

REFERENCES

1. Chiu HL, Lin SH, Chen CH, Wang WC, Chen JY, Chen YK, Lin LM. Analysis of photostimulable phosphor plate image artifacts in an oral and maxillofacial radiology department. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;**106**:749-56.
2. Ramamurthy P, Canning CF, Scheetz JP, Farman AG. Impact of ambient lighting and duration on the signal-to-noise ratio of images from photostimulable phosphor plates processed using DenOptix® and ScanX® systems. *Dentomaxillofac Rad* 2004;**33**:307-11.
3. Ramamurthy P, Canning CF, Scheetz JP, Farman AG. Time and motion study: a comparison of two photostimulable phosphor imaging systems used in dentistry. *Dentomaxillofac Rad* 2006;**35**:315-8.
4. Martins MGBQ, Whaites EJ, Ambrosano GMB, Haiter Neto F. What happens if you delay scanning Digora phosphor storage

- plates (PSPs) for up to 4 hours? Dentomaxillofac Rad 2006;**35**:143-6.
5. Martins MGBQ, Haiter Neto F, Whaites EJ. Analysis of digital images acquired using different phosphor storage plates (PSPs) subjected to varying reading times and storage conditions. Dentomaxillofac Rad 2003;**32**:186-90.
 6. Dan B. Ang, Christos Angelopoulos, Jerald O. Katz. How dose signal fade on photo-stimulable storage phosphor imaging plates when scanned with a delay and what is the effect on image quality? Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;**102**:673-9.
 7. Melo DP, Anjos Pontual A, Almeida SM, Campos PSF, Alves MC, Tosoni GM. Effect of alternative photostimulable phosphor plates erasing times on subjective digital image quality. Dentomaxillofac Rad 2010;**39**:23-7.
 8. Hintze H, Wenzel A, Frydenberg M. Accuracy of caries detection with four storage phosphor systems and E-speed radiographs. Dentomaxillofac Rad 2002;**31**:170-5.
 9. Ergün S, Güneri Hgüy D,İlgüy M, Boyacıoğlu H. How many times can we use a phosphor plate? A preliminary study. Dentomaxillofac Rad 2009;**38**:42-7.
 10. Sakurai T, Kawamata R, Kozai Y, Kaku Y, Nakamura K, Saito M, Wakao H, Kashima I. Relationship between radiation dose reduction and image quality change in photostimulable phosphor luminescence X-ray imaging systems. Dentomaxillofac Rad 2010;**39**:207-15.
 11. Sajitha Kalathingal, Alison Youngpeter, Jason Minton, Michael Shrouf, Douglas Dickinson, Kevin Plummer, Stephen Looney. An evaluation of microbiologic on a phosphor plate system: is weekly gas sterilization enough? Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;**109**:457-62.
 12. 行政院原子能委員會線上服務出版品索取醫療輻射劑量比較圖
<http://www.aec.gov.tw/www/service/other/images/20100422-2.jpg>
 13. 行政院原子能委員會管制動態輻射防護游離輻射應用與管理統計
http://www.aec.gov.tw/www/control/rad/files/index_11_1.pdf
-