

牙科開業醫師使用於口內放射線攝影 之影像接收器的數據

陳木熊¹ 高誌廷¹ 陳建勳² 王鈺雯²

徐佩瑜² 陳曉怡² *徐春仕³ 林立德^{1,4}

¹ 國立臺灣大學醫學院附設醫院 牙科部

² 國立臺灣大學醫學院附設醫院 影像醫學部

³ 苗栗縣大湖鄉衛生所

⁴ 國立臺灣大學 牙醫專業學院

摘要

放射線是臨床診斷以及治療計劃和追蹤的重要工具。由於牙科 X 光是最常見的檢查程序之一，因此輻射危害成為重要的公共衛生議題。即使與其他放射學影像檢查相比，口內放射線攝影的相對風險較小，但是病患可能會經歷多次放射線檢查，因此應考慮輻射曝露的累積效應(cumulative effect)。近來，X 光儀器設備和成像系統的技術進步，使得病患的輻射劑量顯著減少。但為了使病患的輻射劑量可以更進一步降低及避免不必要的輻射曝露，採取適當的影像接收器對於牙醫師是必要的措施。此研究蒐集 402 位牙醫師使用之口內 X 光機所搭配之影像接收器類型。調查結果顯示，在所有的影像接收器中，57.7% 的牙醫師使用數位影像接收器中，42.3% 牙醫師使用傳統底片。在數位影像接收器中，有 86.2% 的牙醫師使用光激磷光板(Photostimulable Phosphor Plates, PSP)、13.8% 牙醫師使用電荷耦合器件(charge coupled devices, CCD)。在傳統底片中，有 72.3% 的牙醫師使用 D 速度底片(D-speed film)、20.6% 的牙醫師使用 E 速度底片(E-speed film)、7.1% 的牙醫師使用 F 速度底片(F-speed film)。調查數據中，超過一半的開業牙醫師使用數位影像接收器，但在使用傳統底片的牙醫師中，大都沒有遵循輻射防護措施建議，快速底片使用比率偏低，使病患接受不必要的輻射曝露。

關鍵字： 口內放射線攝影，影像接收器，底片，光激磷光板，電荷耦合器件

前言

牙科放射線攝影在診斷和治療計劃中的應用顯著增加。根據最新的聯合國原子輻射效應科學委員會(UNSCEAR)2008 年報告，牙科 X 光攝影檢查的年度頻率在醫療保健服務一級國家(healthcare Level I countries)中保持相當穩定，每千人中有 275 例；在醫療保健二級國家大幅度增加，達到每千人口有 74 例。UNSCEAR 報告還指出，全世界每年進行 4.8 億次牙科 X 光攝影檢查，幾乎所有檢查都在醫療保健服務一級國家進行[1]。

國內近 7 年來，牙醫診所之牙科型 X 光機設備證照數逐年增加，行政院原子能委員會於 106 年游離輻射應用與管理統計調查報表為 12,361 部，佔所有牙科醫療院所 9 成以上，如表 1 [2]。因此，大多數牙科 X 光片是由牙醫診所拍攝。根據衛生福利部提供之統計資料，100 至 105 年度全民健康保險醫療服務給付項目及支付標準目執行件數中，扣除口外放射線攝影，每年所拍攝口內 X 光片約為 1,200 萬張左右，如表 2、表 3 [3]，低於日本 1999 年調查估計的 8,200 萬張[4]，超過英國

於 2002 年估計的 1,000 萬張[5]，為單一最大影像學檢查族群之一。

考慮到牙科放射線攝影使用量大幅增加，牙醫從業人員應確保患者在所有受到放射攝影檢查的安全性，因此有必要對輻射防護措施有全面的了解。本研究的目的是調查一般的牙科開業醫師對於輻射防護的態度，針對使用於口內放射線攝影之影像接收器，包括，D、E 和 F 速度底片、CCD、PSP 的數據。

材料與方法

本研究收集 100 至 106 年衛生福利部基層醫事機構放射品質訪查計畫中，針對醫療機構內放射設備 3 部以上且其中 1 部機齡 10 年以上之牙醫診所，委派放射專家至北、中、南、東部地區之牙科診所執行實地訪查與輔導作業訪視時，親自填寫 402 位牙醫師(男性 359 人，女性 43 人；牙醫師分為三個年齡組：40 歲以下，41-50 歲和 50 歲以上)所使用的口內 X 光機之放射線設備資料表，主要調查問卷是與輻射劑量相關的影像接收器類型。影像接收器型態，包括數位及傳統影像接收器。數位影像接收器包括光激磷光板 (Photostimulable Phosphor Plates, PSP) 及電荷耦合器件 (charge coupled devices, CCD)；傳統影像接收器，包括，D-speed、E-speed、F-speed 三種底片。

此次調查問卷之填答率為 100%。統計分析方法以卡方檢定(chi square tests)和 Fisher 檢定進行分析，顯著水準採用 $\alpha = 0.05$ 。

結果與討論

使用 PSP 及 CCD 數位影像接收器者共 232 人，佔所有影像接收器 57.7%。使用 D、E、F-speed 傳統底片者共 170 人，佔所有影像接收器 42.3%。數位及傳統底片影像接收器與性別及年齡等變項， p 值均 <0.05 ，達統計上的顯著差異。男性在使用數位及傳統底片影像接收器的人數相對較高，分別為 97.1%，83.6%；在年齡的部分，51 歲以上年齡層，使用傳統底片影像接收器

的人數相對較高(60.0%)；而在 41-50 歲的年齡層則使用數位影像接收器之人數相對較高(39.2%)，如表 4。

分析數位影像接收器，使用 PSP 者共 200 人，CCD 者共 32 人，分別佔數位影像接收器 86.2%、13.8%。數位影像接收器與性別變項， p 值 <0.05 ，達統計上的顯著差異。男性在使用 PSP 及 CCD 的人數相對較高，分別為 86.0%，68.8%。數位影像接收器與年齡變項， p 值 >0.05 ，未達統計上的顯著差異，如表 5。

分析傳統底片之影像接收器，使用 D-speed、E-speed、F-speed 分別為 123、35、12 人，佔所有傳統底片的比例為 72.3%、20.6%、7.1%。傳統底片與性別變項， p 值 >0.05 ，未達統計上的顯著差異。傳統底片與年齡變項， p 值 <0.05 ，達統計上的顯著差異。51 歲以上年齡層，使用 D-speed 及 E-speed 傳統底片的人數相對較高(分別為 69.9%，42.9%)，而 41-50 歲的年齡層則使用 F-speed 傳統底片的人數相對較高(58.3%)，如表 5。

自從 1895 年發現 X 射線以來，傳統底片一直是擷取、顯示和存儲放射線影像的主要媒介，也是最廣泛使用於口內放射攝影的影像接收器。隨著底片製造技術的進步加速了底片的發展。目前口內放射線攝影所使用傳統底片速度包括，D-speed、E-speed、F-speed，其中 D-speed 為慢速底片、E-speed 屬快速底片、F-speed 為目前最快速的底片。使用 E-speed 代替 D-speed，輻射劑量可以降低高達 40%[6,7]。F-speed 具有等於或大於 E-speed 的對比度，曝光劑量減少至少 20%[8-10]。

儘管研究指出，E-speed 和 D-speed 在齲齒[11]和牙周疾病[12]的診斷準確性類似，且使用更快速的底片，影像品質不受影響[13]。但除了比利時[14]、伊朗[15]的牙醫師使用 D-speed 比例較低外，慢速 D-speed 底片仍然是最常被使用的[16-21]，此研究調查結果也發現有較高的比例(69.92%)。沒有使用更快速底片的原因，可能是影像品質被主觀地認為拙劣。因為增加底片速度可能會使霧化(fog)增加，且使影像對比度降低而影響診斷的品質[13]。國內有較多比例使用 D-speed 的原因，可

表 1. 國內醫用可發生游離輻射設備-牙科型 X 光機證照數

機構	年度	100	101	102	103	104	105	106
		10,215	10,529	11,463	11,770	12,157	12,048	12,361
牙醫院所		10,215	10,529	11,463	11,770	12,157	12,048	12,361
公立醫療院所		233	331	322	310	347	304	308
私立醫療院所		77	111	115	142	142	120	60
軍方醫療院所		108	13	61	64	59	55	48
醫療財團法人		244	42	51	62	63	59	60
醫療社團法人		39	309	212	225	242	249	323
檢驗放射所		25	28	28	32	32	26	29
合計		10,941	11,263	12,252	12,605	10,342	12,861	13,189

表 2. 100 年-105 年全民健康保險醫療服務給付項目及支付標準牙醫診療項目之執行件數統計表

序號	診療項目名稱	100 年	101 年	102 年	103 年	104 年	105 年
1	年度初診 X 光檢查	333,817	308,074	296,064	278,624	254,586	245,250
2	高齶齒罹患率族群年度初診 X 光片檢查	1,923	1,268	1,068	799	653	636
3	根尖周 X 光攝影	2,107,548	1,143,730	2,197,539	2,333,634	2,433,533	2,538,241
4	咬翼式 X 光攝影	177,953	176,652	209,563	256,821	311,990	370,767
5	咬合片 X 光攝影	5,325	6,967	6,964	9,143	10,166	11,645
6	複雜性拔牙	1,288,927	1,392,302	1,492,667	1,569,603	1,634,926	1,655,209
7	單純齒切除	95,362	100,857	107,741	112,883	119,392	123,100
8	複雜性切除	151,997	168,533	177,445	182,244	196,428	202,398
9	齒間暫時固定術，每齒	26,645	29,436	28,422	28,043	23,954	18,655
10	牙齒再植術	484	507	506	492	447	427
11	乳牙斷髓處理	41,632	36,112	32,631	28,175	24,432	23,009
12	根管開擴及清創	2,370,564	2,335,536	2,317,514	2,280,999	2,208,681	2,158,077
13	橡皮障防濕裝置	820,061	875,437	924,491	985,420	1,049,184	1,100,323
	拍攝 X 光片總數	7,422,238	6,575,411	7,791,548	8,066,880	8,268,372	8,447,737

表 3. 100 年至 105 年全民健康保險醫療服務給付項目及支付標準牙醫診療項目之執行件數統計表

序號	診療項目名稱	100 年	101 年	102 年	103 年	104 年	105 年
1	診療項目名稱	100 年	101 年	102 年	103 年	104 年	105 年
2	恆牙根管治療(單根)	961,657	946,383	947,098	936,202	913,288	891,228
3	恆牙根管治療(雙根)	363,976	362,663	362,534	359,003	350,291	344,916
4	恆牙根管治療(三根以上)	482,260	479,735	475,991	471,154	456,282	442,727
5	恆牙根管治療(四根)	50,734	54,371	56,380	58,022	59,033	60,893
6	恆牙根管治療(五根以上)	230	173	182	244	267	363
7	去除鑄造牙冠	393,527	394,392	403,487	409,704	410,947	405,339
8	去除釘柱	32,683	33,059	35,373	38,013	38,299	39,468
9	大臼齒(C-Shaped)根管	11,616	12,811	13,552	14,866	15,082	15,858
10	乳牙根管治療	112,376	105,194	97,314	88,766	81,128	75,398
11	乳牙多根管治療	186,792	185,129	183,707	180,758	169,496	170,690
	拍攝 X 光片總數	7,422,238	6,575,411	7,791,548	8,066,880	8,268,372	8,447,737

註: *需附治療前與治療後 X 光片

表 4. 牙醫師使用影像接收器(detector)之百分比

性別	Detector		
	D/E/F-speed		p-value
	n=170	42.3%	
男	165(97.1)	194(83.6)	<0.0001*
女	5(2.9)	38(16.4)	
年齡			
40 歲以下	20(11.8)	59(25.4)	
41-50 歲	48(28.2)	91(39.2)	<0.0001*
51 歲以上	102(60.0)	82(35.4)	

註: *p-value<0.05

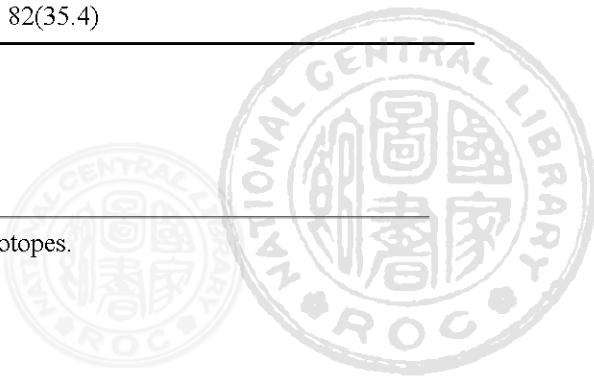


表 5. 牙醫師使用影像接收器(detector)之百分比

性別	數位			傳統底片			p-value
	PSP n=200 86.2%	CCD n=32 13.8%	p-value	D-speed n=123 72.3%	E-speed n=35 20.6%	F-speed n=12 7.1%	
	男	172(86.0)	22(68.8)	122(99.2)	35(100.0)	8(66.7)	0.1231
年齡	女	28(14.0)	10(31.2)	1(0.8)	0(0.0)	4(33.3)	
40 歲以下	49(24.5)	10(31.3)		9(7.3)	7(20.0)	4(33.3)	
41-50 歲	78(39.0)	13(40.6)	0.5885	28(22.8)	13(37.1)	7(58.3)	<0.0001*
51 歲以上	73(36.5)	9(28.1)		86(69.9)	15(42.9)	1(8.4)	

註: *p-value<0.05

能是由於大多數底片銷售公司只提供了 D-speed，致使這種類型底片的市場可用性影響牙醫師的選擇；也可能是由於牙醫師對於速度更快底片的資訊不足。因此需要加強廠商引入快速底片的銷售，增加推廣使用快速底片的可行性。

輻射防護對醫療人員和病患的安全至關重要。美國口腔顎顏面放射線學會[22]和美國牙科協會[23]推薦使用最快速的影像接收器，包括 E-speed 或更快速的底片和數位影像接收器。然而，有研究報告指出，使用 E-speed 快速底片的比例並不高，包括，西班牙 (0.8%)[24]、北卡羅萊納洲(9%)[19]、紐約(13%)[16]、土耳其(10.2%)[20]等。本研究的調查只有 20.6% 使用 E-speed 底片，和烏干達(22%)[25]、丹麥(25%)[17]、芬蘭(24%)[26]、密歇根 24%[27]結果相似，但低於比利時 (40%)[14]、伊朗(62%)[28]、加拿大(64.6%)[29]希臘 (66%)[30]、印度(70%)[31]、北美牙科學校(86%)[32]等的調查。

研究指出，F-speed 與 E-speed 底片產生相同的平均梯度(average gradient)，並在耗盡的藥水溶液中顯示更穩定的對比度特性，同時減少病患輻射劑量[8]。但除了北卡羅萊納洲超過半數牙醫師(53%)使用 F-speed 外[33]，其他國家使用率普遍偏低，本研究調查中，只有 7.1% 使用 F-speed，和印度(2%)[31]、土耳其 (2.3%)[20]、比利時(5%)[14]、西班牙(9.6-12%)[21,24]、

伊朗(9%)[28]研究的結果類似。由於美國和加拿大許多牙科學校多年來聘請全職或兼職的牙醫師任教，可能較熟悉快速底片的優點，因此使用比例較高[29]。較少使用快速底片的原因，可能是牙醫師在其職業生涯中使用與學校教育期間相同類型的底片；也可能是因 F-speed 於 2000 年才於市面販售，診所在此之前就已開業多時，不知有該項新產品，而使得這類型的底片使用率最低；或對於底片速度影響輻射劑量差異的認知不足。類似研究，土耳其和烏干達的調查中，各有 65.8% 及 40% 的牙醫師不了解底片速度[20,25]，這說明需要為開業醫師提供在職教育課程，以便牙醫師可及時了解和輻射防護有關產品的最新發展。

隨著技術日益融入牙科診所，更多的牙醫師使用數位影像接收器取代傳統底片。數位影像接收器類型分為兩類：(1)直接數位系統和(2)間接數位系統。互補金屬氧化物半導體(CMOS)或電荷耦合器件(CCD)是直接數位系統。光激磷光板(PSP)是間接數位系統[34]。數位影像相較於傳統底片有許多優點，包括：減少顯影及定影液化學藥劑的使用、改善影品質、影像強化、方便儲存、透過螢幕可即時影像向病患解釋疾病[35]等。與傳統底片相比，數位系統的初始投資費用雖然昂貴，但是在日常的忙碌的工作中，若考慮到傳統底片、化學藥品、X 光片套、有害事業廢棄物處理費用，與傳統底片相比，數位系統實際上大幅降低成本，並可增加患者滿意度。

簡化工作流程和改進轉診合作[36]。

數位影像接收器相較於 E-speed 底片，輻射劑量減少 50-94%，並產生高品質的影像[22,24]。在診斷齲齒根尖周病變和牙周病方面與傳統底片一樣準確[37-39]。牙醫師使用數位系統的比例因國家而異，包括，伊朗(2%)[28]、西孟加拉(8%) [40]、土耳其(2005 年 14%) [20]、挪威(14%) [41]、西班牙(19.3%) [24]、比利時(2004 年 34%、2005 年 30%、2010 年 38%) [14,42,43]、印度(35.6%) [44]、德國(36%) [45]、英國(49%) [46]。此調查研究中，有超過一半(57.7%) 的牙醫師使用數位影像接收器，和紐西蘭(58.0%)的結果相似[47]，低於土耳其(2011 年 67.0%) [48]、韓國(77.2%) [49]、印地安納州(78.3%) [50]、比利時(2016 年 80%、2018 年 90%) [51,52]的調查。我們觀察到，數位影像接收器的使用率逐漸增加，在幾年的時間內，土耳其從 14% 增加至 67%；比利時從 30% 增加至 90%。

由於 PSP 影像接受器在大小、形狀、彈性方面和傳統 X 光片相似，並且具有非常寬廣的曝光寬容度 [53,54]，因此，除了瑞典 98% 的牙醫師使用 CCD 外 [55]，有較高比例的研究調查是使用 PSP，包括：比利時、德國、英國、挪威有三分之二的牙醫師使用 PSP[14,42,43,45,46,56]。此調查結果也顯示，使用 PSP 佔絕大多數。CCD 的使用比率較低可歸因於幾個因素，例如，設備的初始成本較高[20,24,50,57]、影像接收器較硬造成病患口腔軟組織的不適[24,57,58,59]及影像接收器的反應區域較小[34]。因為 CCD 接收影像的區域較小，使得一個區域需要拍攝較多張 X 光片，且較厚、硬，造成放置於口底較淺或小孩病患的困難。另外，CCD 之訊號線妨礙了嘴巴閉合，因此，咬翼(bite-wing)攝影也較難執行，也發現易嘔吐的病患使用 CCD 比 PSP 更難忍受[60]。

此調查顯示，使用數位影像接收器的牙醫師比使用傳統 X 光底片來得更多。一方面，牙醫師正在接受新的技術，轉而使用數位影像系統，但另一方面，在使用傳統底片中也存在一些必須關注的輻射防護議題。年齡層較長的牙醫師傾向於使用 D-speed 底片，而 E-speed、

F-speed 等快速底片的使用偏低，這個調查意味著資深牙醫師可能對於傳統底片速度影響輻射劑量的信息不足。

結論

使用快速度底片和數位放射線影像系統是降低輻射曝露的重要因素。這項調查顯示，超過一半牙醫師報告使用數位影像接收器，這是一個令人鼓舞的好消息。但在使用傳統底片的醫師中，大多數者沒有選擇正確的快速底片，以至於患者接受不必要的輻射曝露。無論如何，一位牙科專業人員需通盤了解放射線相關的儀器設備，並且確實執行輻射防護。未來，除了繼續提高數位影像接收器的使用率外，如果可以透過繼續教育課程說服更多的開業牙醫師使用快速底片，也將會大幅降低病患輻射劑量。

致謝

感謝中華民國醫事放射師公會全國聯合會提供牙醫診所訪視資料，也感謝臺大醫院臨床試驗中心提供統計協助。

參考文獻

- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) 2008 Report to the General Assembly, Volume I: (Sources) Report to the General Assembly, Scientific Annex A, United Nations, New York, 2010.
- <https://www.aec.gov.tw/輻射安全/輻安管制/統計報表/游離輻射應用與管理統計>
- 衛生福利部中央健康保險署全民健康保險研究資料庫。
- Iwai K, Nishizawa K, Maruyama T, Satomi C, Kawashima S, Hashimoto K. Nationwide survey of dental radiographic examination and estimation of collective effective dose in Japan 1999. *Dental Radiol*

- 2005;45:132-142.
5. Hart D, Wall BF. Radiation exposure of the UK population from medical and dental X-ray examinations. National Radiological Protection Board Report, 2002.
 6. Ludlow JB, Platin E. Densitometric comparisons of Ultra-speed, Ektaspeed, and Ektaspeed Plus intraoral films for two processing conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79:105-113.
 7. Thunthy KH, Weinberg R. Sensitometric comparison of Kodak EKTASPEED Plus, Ektaspeed, and Ultra-speed dental films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79:114-116.
 8. Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, van der Stelt PF. Sensitometric and clinical evaluation of a new F-speed dental x-ray film. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30:40-44.
 9. Bernstein DI, Clark SJ, Scheetz JP, Farman AG, Rosenson B. Perceived quality of radiographic images after rapid processing of D-, and F-speed direct-exposure intraoral x-ray films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:486-491.
 10. Schulze RK, Nackat D, D'hoedt B. In vitro carious lesion detection on D-, E-,and F-speed radiographic films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97:529-534.
 11. Waggoner WF, Ashton JJ. Comparision of Kodak D-speed and E-speed x-ray film in detection of proximal caries. *J Dent Child* 1988;55:459-462.
 12. Grōndahl K, Grōndahl HG, Olving A. A comparision of Kodak Ektaspeed and Ultraspeed films for the detection of periodontal bone lesions. *Dentomaxillofac Radiol* 1983;12:43-46.
 13. Svenson B, Grōndahl HG, Lindwall AM. Influence of film fog on radiographic caries diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol* 1990;19:105-108.
 14. Jacobs R, Vanderstappen M, Bogaerts R, Gijbels F. Attitude of the Belgian dentist population towards radiation protection. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:334-339.
 15. Kaviani F, Esmaeili F, Balayi E, Pourfattollah N. Evaluation of X-ray protection methods used in dental offices in Tabriz in 2005-2006. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2007;1:49-52.
 16. Goren AD, Sciubba JJ, Friedman R, Malmud H. Survey of radiologic practice among dental practitioners. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989;67:464-468.
 17. Hintze H. Radiographic screening examination: frequency, equipment, and film in general dental practice in Denmark. *Scand J Dent Res* 1993;101:52-56.
 18. Svenson B, Petersson A. Questionnaire survey on the use of dental X-ray film and equipment among general practitioners in the Swedish Public Dental Health Service. *Acta Odontol Scand* 1995;53:230-235.
 19. Platin E, Janhom A, Tyndall D. A quantitative analysis of dental radiography quality assurance practices among North Carolina dentists. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;86:115-120.
 20. C 20. Ilguy D, Ilguy M, Dincer S, Bayırlı G. Survey of dental radiological practice in Turkey. *Dentomaxillofac Radiol* 2005;34:222-227.
 21. Alcaraz M, Navarro C, Vicente V, Canteras M. Dose reduction of intraoral dental radiography in Spain. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35:295-298.
 22. White SC, Heslop EW, Hollender LG, Mosier KM, Ruprecht A, Shrout MK. Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2011;91:498-511.
 23. ADA Council on Scientific Affairs, An update on radiographic practices: information and recommendations. *Journal of the American Dental Association* 2001;132:234-238.
 24. Alcaraz M, Parra C, Martínez Beneyto Y, Velasco E,

- Canteras M. Is it true that the radiation dose to which patients are exposed has decreased with modern radiographic films? *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38: 92-97.
25. Mutyabule TK, Whaites EJ. Survey of radiography and radiation protection in general dental practice in Uganda. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:164-169.
26. Havukainen R. Survey of dental radiographic equipment and radiation doses in Finland. *Acta Radiol* 1988;29:481-485.
27. Nakfoor CA, Brooks SL. Compliance of Michigan dentists with radiographic safety recommendations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;73:510-513.
28. Shahab S, Kavosi A, Nazarinia H, Mehralizadeh S, Mohammadpour M, Emami M. Compliance of Iranian dentists with safety standards of oral radiology. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:159-164.
29. Geist JR, Katz JO. The use of radiation dose-reduction techniques in the practices of dental faculty members. *J Dent Education* 2002;66:697-702.
30. Syriopoulos K, Velders XL, van der Stelt PF, van Ginkel FC, Tsiklakis K. Mail survey of dental radiographic techniques and radiation doses in Greece. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:321-328.
31. Math SY, Murugesappa DG, Annigeri R, Kalra D. Compliance of Indian dentists with oral radiology safety measures. *J Oral Maxillofac Radiol* 2013;1:104-110.
32. Geist JR, Katz JO. Radiation dose-reduction techniques in North American dental schools. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 93:496-505.
33. Deeba Kashtwari, Enrique Platin, Sally Mauriello, Ceib Phillips. Survey of the current radiographic practice among general dentists in North Carolina. *Journal of Dental and Medical Sciences* 2016;15:101-108.
34. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology: principles and interpretation. 6th ed. St Louis: Mosby; 2009.
35. Versteeg CH, Sanderink GCH, van der Stelt PF. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J Dent* 1997;25:215-24.
36. Tuggle H. Switching from Film to Digital Radiography: Many Benefits for Dentists to Reap. *Business of dentistry* 2013;34(5).
37. Furkart AJ, Dove SB, McDavid WD, Nummikoski P, Matteson S, Direct digital radiography for the detection of periodontal bone lesions *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;74:652-660.
38. Naitoh M, Yuasa H, Toyama M, Shiojima M, Nakamura M, Ushida M, et al. Observer agreement in the detection of proximal caries with direct digital intraoral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;85:107-112.
39. Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions: overall comparison between conventional and direct digital radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996;82:344-350.
40. Pal S, Bhattacharya PT, Sinha R. Radiation protection in dentistry-Do we practice what we learn? *Journal of Advanced Clinical & Research Insights* 2015;2: 155-159.
41. Wenzel A, Møystad A. Decision criteria and characteristics of Norwegian general dental practitioners selecting digital radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30:197-202.
42. Gijbels F, Debaveye D, Vanderstappen M, Jacobs R. Digital radiographic equipment in the Belgian dental office. *Radiat Prot Dosimetry* 2005;117:309-312.
43. Aps JK. Flemish general dental practitioners' knowledge of dental radiology. *Dentomaxillofac Radiol* 2010;39:113-118.
44. Shah TN, Pagare SS, Shetty N, Vahawala S. Digital Radiography- A Cutting Edge in the Dental Practice: A Survey. *Indian Journal of Contemporary Dentistry* 2014;2(1):73-75.
45. Anissi HD, Geibel MA. Intraoral radiology in general dental practices - A comparison of digital and

- film-based x-ray systems with regard to radiation protection and dose reduction. *Fortschr Röntgenstr* 2014;186:762-767.
46. Mauthe PW, Eaton KA. An investigation into dental digital radiography in dental practices in West Kent following the introduction of the 2006 NHS General Dental Services contract. *Prim Dent Care* 2011;18:73-81.
47. Ting NA, Broadbent JM, Duncan WJ. Dental radiography in New Zealand: digital versus film. *N Z Dent J* 2013;109:107-114.
48. Dolekoglu S, Fisekcioglu E, İlguy M, İlguy D. The usage of digital radiography and cone beam computed tomography among Turkish dentists. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40:379-384.
49. Lee BD, Ludlow JB. Attitude of the Korean dentists towards radiation safety and selection criteria. *Imaging Sci Dent* 2013;43:179-184.
50. Brian JN, Williamson GF. Digital radiography in dentistry: a survey of Indiana dentists. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:18-23.
51. Van Dyck J, Willemen E, Helsen L, Jacobs R, Bottenberg P, Jacquet W. De Belgische tandarts en radiologie. In: *Het tandheelkundig jaar 2017*. Houten: The British Institute of Radiology 2016;235-246.
52. Snel R, Van De Maele E, Politis C, Jacobs R. Digital dental radiology in Belgium: a nationwide survey. *Dentomaxillofac Radiol* 2018;47:20180045.
53. E. Borg, H.G. Gröndahl. On the dynamic range of different X-ray photon detectors in intra-oral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1996;25:82-88.
54. Hayakawa Y, Farman AG, Kelly MS, Kuroyanagi K. Intraoral radiographic storage phosphor image mean pixel values and signal-to-noise ratio: effect of calibration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;86:601-605.
55. Svenson B, Ståhlnacke K, Karlsson R, Fält A. Dentists' use of digital radiographic techniques: Part I - intraoral X-ray: a questionnaire study of Swedish dentists. *Acta Odontol Scand* 2018;76:1-8.
56. Wenzel A, Møystad A. Experience of Norwegian general dental practitioners with solid state and storage phosphor detectors. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30:203-208.
57. Gordon JC. Why switch to digital radiography? *J Am Dent Assoc* 2004;135:1437-1439.
58. Berkhout WE, Sanderink GC, Van der Stelt PR. A comparison of digital and film radiography in Dutch dental practices assessed by questionnaire. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:93-99.
59. Versteeg CH, Sanderink GC, van Ginkel FC, van der Stelt PF. An evaluation of periapical radiography with a charge-coupled device. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:97-101.
60. Farrier SL, Drage NA, Newcombe RG, Hayes SJ, Dummer PMH. A comparative study of image quality and radiation exposure for dental radiographs produced using charge-coupled device and phosphor plate system. *Int Endod J* 2009;42:900-907.



Data of Image Receptors that Dental Practitioners Use in Intraoral Radiography

Mu-Hsiung Chen¹ Chih-Ting Kao¹ Chien-Hsun Chen² Yu-Wen Wang²

Pei-Yu Hsu² Hsiao-Yi Chen² *Chun-Shih Hsu³ Li-Deh Lin^{1,4}

¹ Department of Dentistry, National Taiwan University Hospital

² Department of Medical Imaging, National Taiwan University Hospital

³ Health Center of Dahu Township of Miaoli County

⁴ Graduate Institute of Clinical Dentistry, School of Dentistry, National Taiwan University

Abstract

Radiography is an important tool for clinical diagnosis, treatment planning and tracing. Since taking X-ray is one of the most common dental examination procedures, radiation hazard has become a crucial public health issue. Although the risk of intraoral radiography is relatively lower than other types of radiographic examinations, patients might have to go through several times of dental radiographic examinations. Therefore, the cumulative effect of radiation exposure should be taken into consideration. Recently, the technical improvement in X-ray equipment and imaging systems significantly reduced the radiation exposure to patients. However, in order to lower the radiation dosage furthermore and to avoid unnecessary exposure, it's necessary for dentists to choose appropriate image receptors. This survey investigated the types of image receptors along with intraoral x-ray machines used by 402 dentists. The result revealed that 57.7% of the investigated dentists used digital image receptors while 42.3% of them used traditional x-ray films. In terms of digital image receptors, 86.2% of the dentists used photostimulable phosphor plates (PSP); 13.8% of them used charge coupled devices (CCD). In terms of traditional films, 72.3% of the investigated dentists used D-speed films; 20.6% of them used E-speed films; 7.1% of them used F-speed films. According to the survey data, more than half of the investigated dental practitioners used digital image receptors. However, from the low utilization rate of fast speed films it's revealed that most of the dentists who used traditional films didn't follow the radiation protection suggestions, causing unnecessary radiation exposure to the patients.

Keywords: Intraoral Radiography, Image Receptor, X-ray Film, PSP, CCD

