

## ارزیابی توافق مشاهده‌کنندگان در تشخیص پوسیدگی‌های بین‌دندانی در رادیوگرافی بایت‌وینگ دیجیتال در دو نوع مانیتور LCD

مریم تفتنجی‌ها\*، عاطفه یوسفی\*\*، آتنا کریمی\*\*\*، مهین بخشی\*\*\*\*، آیدا مهدی پور\*\*\*\*\*#

\* دانشیار گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران  
 \*\* استادیار گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران  
 \*\*\* استادیار گروه رادیولوژی دهان فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران  
 \*\*\*\* دانشیار گروه بیماری‌های دهان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران  
 \*\*\*\*\* استادیار گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۹۳/۱۰/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۱۹

### Evaluation of Observer Agreement in the Detection of Inter Proximal Caries in Digital Bitewing Radiography with Two Types of LCD Monitor

Maryam Tofangchiha\*, Atefeh Yosefi\*\*, Atena Karimi\*\*\*, Mahin Bakhshi\*\*\*\*, Aida Madipour\*\*\*\*\*#

\* Associated Professor, Dept of Oral & Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Ghazvin University of Medical Sciences, Ghazvin, Iran

\*\* Assistant Professor, Dept of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

\*\*\* Assistant Professor, Dept of Oral & Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

\*\*\*\* Associated Professor, Dept of Oral Medicine, School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\*\*\*\*\* Assistant Professor, Dept of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Ghoam University of Medical Sciences, Ghoam, Iran

Received: 6 January 2015 ; Accepted: 11 October 2015

**Introduction:** Advances in Radiographic detection method lead to the development of several digital radiography systems and display technology of them. The purpose of this study was the evaluation of observer agreement in the detection of interproximal caries in the digital bitewing radiography with two type of LCD Monitor.

**Materials & Methods:** In this experimental study, 27 Bitewing digital radiography were evaluated by four observers on 2 monitors of Samsung sync mastery203B and EizoflexscanMX190. The depth of the caries on radiograms was classified into five grades. After 14 days, observers evaluated the same image to evaluate the repeatability. Kendall's correlation coefficient and Chi-square test were used for statistical analysis.

**Results:** According to Kendall's correlation, inter-observer agreement were 0.69 & 0.7 and inter observer agreement were 0.56 & 0.62 for the conditional & medical monitor respectively. According to the depth of the caries, there was a significant difference between two monitors only in detection of grade 0 and grade 1 carries ( $P < 0.01$ ).

**Conclusion:** There was no significant difference in intra & inter observer agreement between two types of the monitor. Therefore, conditional monitors with the minimum of resolution are enough to detect caries. No extra information is taken from the medical monitors.

**Key words:** Digital radio graphy, caries detection, monitor.

# Corresponding Author: mehdipoor\_aida@yahoo.com, amahdipoor@muq.ac.ir

J Mash Dent Sch 2015; 39(4): 315-22 .

# مولف مسؤول، نشانی: قم، دانشکده دندانپزشکی، گروه دندانپزشکی کودکان، تلفن: ۰۹۱۲۶۳۴۴۶۷۷

E-mail: mehdipoor\_aida@yahoo.com, amahdipoor@muq.ac.ir

## چکیده

**مقدمه:** پیشرفت در روش های ارزیابی رادیوگرافی، منجر به ایجاد انواع سیستم های رادیوگرافی دیجیتال و تکنولوژی نمایش آن ها گشته است. هدف از این مطالعه تعیین توافق مشاهده کنندگان در تشخیص پوسیدگی های بین دندانی در رادیوگرافی بایت وینگ دیجیتال بر اساس دو نوع مانیتور LCD بود.

**مواد و روش ها:** در این مطالعه آزمایشگاهی، ۲۷ تصویر رادیوگرافی بایت وینگ دیجیتال توسط ۴ مشاهده کننده، در ۲ مانیتور EizoFlexscan MX 190, Samsung sync Mastery 203B مورد ارزیابی قرار گرفتند. عمق پوسیدگی ها در رادیوگرافی ها در ۵ درجه طبقه بندی شد. بعد از ۱۴ روز به منظور بررسی تکرارپذیری، تصاویر مجدداً مورد ارزیابی قرار گرفتند. از کای-دو و ضرایب همبستگی کندال برای آنالیز آماری استفاده شد.

**یافته ها:** بر حسب ضریب همبستگی کندال، میزان توافق داخلی مشاهده کننده ها به ترتیب ۶۹/۰ و ۷/۰ و میزان توافق خارجی آن ها به ترتیب ۰/۵۶ و ۶۲/۰ برای مانیتور معمولی و پزشکی به دست آمد. بین دو مانیتور از لحاظ عمق پوسیدگی، تن ها تفاوت آماری معنی دار در تشخیص درجات 0 و Grade 1 پوسیدگی وجود داشت ( $P < 0.01$ ).

**نتیجه گیری:** بین دو مانیتور، از لحاظ توافق داخلی و خارجی تفاوت معنی داری وجود نداشت. بنابراین رزولوشن مانیتورهای معمولی برای تشخیص پوسیدگی کافی می باشد و اطلاعات بیشتری در این زمینه بوسیله مانیتورهای پزشکی حاصل نخواهد شد.

**واژه های کلیدی:** رادیوگرافی دیجیتال، تشخیص پوسیدگی، مانیتور.

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۴ دوره ۳۹ / شماره ۴: ۲۲-۳۱۵.

## مقدمه

مناسب دست یافت، چرا که خطر ناشی از انجام رادیوگرافی دقیق و بدون نقص به مراتب کمتر از تکرار رادیوگرافی مجدد است.<sup>(۴)</sup> مشاهده کلینیکی و ارزیابی رادیوگرافی معمولی دو عامل کمک کننده به دندانپزشک در تشخیص پوسیدگی است.<sup>(۵)</sup> این روش ها می توانند با رادیوگرافی دیجیتال که روش جدید تشخیص پوسیدگی است همراه شوند. پیشرفت در روش های ارزیابی رادیوگرافی منجر به ارائه انواع سیستم های رادیوگرافی دیجیتال گشته است. رادیوگرافی دیجیتال نسبت به فیلم، سرعت بیشتر و میزان اشعه کمتری را به همراه دارد. همچنین امکان دستکاری نمودن تصاویر رادیولوژی را فراهم می نماید. از طرفی امکان تهیه راحت تر تصاویر، جمع آوری و انتقال ساده تر آن ها در این روش رادیوگرافی موجود است.<sup>(۶)</sup> رادیوگرافی دیجیتال به معنای نوعی از عکسبرداری است که در آن به کمک یک گیرنده، تصویر به اجزاء الکترونیکی تبدیل شده و سپس توسط کامپیوتر نمایش داده شده و ذخیره می شود. در رادیوگرافی دیجیتال

پوسیدگی دندان بیماری شایعی است که کنترل آن یکی از مهمترین دستاوردهای حفظ سلامتی محسوب می شود.<sup>(۱)</sup> در دندانپزشکی مطالعات زیادی در ارتباط با پیشگیری و تشخیص زودهنگام ضایعات پوسیدگی، به خصوص پوسیدگی های بین دندانی صورت گرفته است. برای مدت زمان زیادی، تشخیص ضایعات پوسیدگی بین دندانی مشکل بود که یکی از دلایل اصلی آن سختی مشاهده کلینیکی در مرحله ی اول گسترش پوسیدگی بوده است زیرا این نوع پوسیدگی زیر نقطه تماس بین دو دندان قرار دارد.<sup>(۲)</sup> از زمان معرفی رادیوگرافی های بایت وینگ توسط Raper در سال ۱۹۲۵، آن ها به عنوان یکی از مهمترین وسایل کمک تشخیصی در شناسایی ضایعات پوسیدگی سطوح جانبی دندان های خلفی شناخته شده اند.<sup>(۳)</sup> نکته اساسی در کاربرد این وسیله تشخیصی آن است که کیفیت رادیوگرافی های تشخیصی باید به گونه ای باشد که با حداقل رادیوگرافی به تشخیص

گلاس Plexy glass به ضخامت ۸ میلی‌متر استفاده شد. فاصله مرکز تابش اشعه تا فیلم ۴۰ سانتی‌متر بود. هنگام تهیه تصاویر رادیوگرافی دوبلوک در مقابل هم قرار گرفته و نمایی مشابه رادیوگرافی بایت‌وینگ ایجاد کردند.

تصاویر دیجیتال در شرایط تابش 0.08S، 8mA و KVP 70 و با استفاده از دستگاه دیجیتالی CMOS (شرکت Schick - آمریکا) آماده و با فرمت JPEG ذخیره و بر روی دو مانیتور Samsung SyncMastery 203B و Scan MX190Eizoflex نمایش داده شدند. سپس توسط ۴ نفر مشاهده‌کننده (از متخصصان ترمیمی و رادیولوژی) که حداقل سابقه ۴ سال فعالیت تخصصی داشتند، تصاویر به صورت خام بررسی گشتند. یافته‌های مشاهده‌کنندگان (در یکی از درجات پنج‌گانه انواع پوسیدگی):

R0: بدون پوسیدگی، R1: پوسیدگی در حد مینا، R2: پوسیدگی در حد DEJ، R3: پوسیدگی عاج (کمتر از  $\frac{1}{2}$ )، R4: پوسیدگی عاج (بیش از  $\frac{1}{2}$ ) در جداولی که به همین منظور تهیه شده‌اند (در ضمیمه) ثبت گردیدند. شایان ذکر است پوسیدگی‌های ریشه و سطح اکلوزال مدنظر قرار نگرفتند. به منظور یکسان‌سازی شرایط نور محیط، مطابق با نور موجود در مطب دندانپزشکی، از لامپ فلورسنت و نور عبوری از پنجره استفاده گردید.

همچنین ارزیابی‌های مربوط به دو نوع مانیتور، به صورت مجزا و با فاصله یک هفته‌ای صورت گرفت. سپس بعد از گذشت ۱۴ روز این شرایط به منظور بررسی پایایی مجدداً تکرار گردید.

تحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزار آماری SPSS با ویرایش ۱۶ با استفاده از آزمون‌های Chi-squared و ضریب همبستگی Kendall انجام شد. سطح معنی‌داری در تمام آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

مثل رادیوگرافی معمولی بیمار در معرض تابش اشعه قرار می‌گیرد با این تفاوت که تصویر روی مانیتور نمایش داده می‌شود. در مطالعات بسیاری که درباره رادیوگرافی دیجیتال صورت گرفته است به اندازه‌گیری دقت گیرنده پرداخته شده ولی به تکرارپذیری (Reproducibility, reliability) که البته فاکتورهای مهمی در ارزیابی یک روش خاص به شمار می‌آیند توجه کمتری شده است.<sup>(۹)</sup> همچنین در استفاده از رادیوگرافی دیجیتال، مشاهده‌گر می‌تواند از میان چندین مانیتور انتخاب خود را انجام دهد که همین موضوع می‌تواند در میزان توافق بین مشاهده‌گرها تأثیر بگذارد.<sup>(۷)</sup> از آنجایی که مانیتورهای پزشکی، نسبت به سایر انواع مانیتورها قیمت بالاتری داشته و شرکت‌های سازنده این مانیتورها، در زمینه قدرت تشخیصی آن‌ها ادعای بیشتری دارند و با توجه به وجود تحقیقات اندک در این زمینه، ما نیز در این مطالعه بر آن شدیم تا با مقایسه تکرارپذیری این مانیتورها با مانیتورهای معمولی، تا حد امکان مقرون به صرفه‌ترین انتخاب را به کاربران معرفی نماییم.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی ۲۷ رادیوگرافی بایت‌وینگ دیجیتال، که به روش زیر تهیه شدند، صورت گرفت: ۲۰۸ دندان کشیده شده انسان (۱۰۴ مولر، ۱۰۴ پره‌مولر) که حداقل یکی از سطوح جانبی آن‌ها دارای پوسیدگی بود، انتخاب شدند. محدوده پوسیدگی آن‌ها شامل نواحی کوچک تغییر رنگ یافته تا حفرات مشخص پوسیدگی بود. دندان‌ها به گروه‌های چهارتایی تقسیم شدند که در هر گروه، ۲ دندان مولر و ۲ دندان پره‌مولر جای داشت. سپس این دندان‌ها در بلوک‌هایی از جنس استون خاک‌اره، با تماس‌های طبیعی ثابت شدند. هنگام تهیه تصاویر به منظور ایجاد سایه بافت نرم، از یک قطعه پلکسی

## یافته‌ها

میزان همبستگی مشاهده‌کنندگان بین دو نوع مانیتور، براساس ضریب همبستگی Kendall محاسبه شد. که باتوجه به طبقه‌بندی مورد نظر، توافق کلی بدست آمده در محدوده خوب گزارش گردید (جدول ۱).

سپس ضرایب توافق بین مشاهده‌کننده‌ها (Interobserver-agreement) در هر یک از مانیتورها مورد ارزیابی قرار گرفت که توافق کلی مشاهده‌کننده‌ها بر حسب ضریب کندال در مانیتور معمولی ۰/۵۶ و در مانیتور پزشکی ۰/۶۲ گزارش گردید. اگرچه میزان توافق در مانیتور پزشکی اندکی بیشتر بود ولی هر دو توافق در محدوده متوسط-خوب قرار داشتند (جدول ۲).

به منظور ارزیابی تکرار پذیری داخلی در تشخیص پوسیدگی اینترپروگزیمال، ضریب توافق داخلی بر حسب کندال برای هر یک از مشاهده‌کننده‌ها در هر دو نوع مانیتور مورد بررسی قرار گرفت. ضریب همبستگی برای مانیتور پزشکی ۰/۷۰۸ و برای مانیتور معمولی ۰/۶۹۱ گزارش شد که نتایج نشان می‌دهد تکرارپذیری مانیتورها در محدوده متوسط-خوب قرار دارد (جدول ۳).

جدول ۱: میزان همبستگی تشخیص پوسیدگی مشاهده‌کنندگان بین

دو نوع مانیتور	
مشاهده کننده	ضریب همبستگی بین دو مانیتور
۱	۰/۶۵۷*
۲	۰/۷۱۷*
۳	۰/۷۷۵*
۴	۰/۶۱۳*
کل	۰/۶۹۶*

\*  $P\text{-value} < 0.001$

جدول ۲: توافق نظر بین مشاهده‌کننده‌ها در مانیتور معمولی و

مانیتور پزشکی		مشاهده‌کننده‌ها
ضریب توافق	مانیتور معمولی	
۰/۶۶۶	۰/۶۳۹	۱و۲
۰/۶۴۱	۰/۶۰۲	۱و۳
۰/۶۲۵	۰/۵۵۲	۱و۴
۰/۶۵۶	۰/۶۵۸	۲و۳
۰/۵۸۴	۰/۴۸۷	۲و۴
۰/۵۷۰	۰/۴۴۰	۳و۴
۰/۶۲۳	۰/۵۶۰	توافق کلی

جدول ۳: ضریب توافق داخلی مشاهده‌کننده‌ها در تشخیص

پوسیدگی‌های اینترپروگزیمال در مانیتورهای معمولی و مانیتور

پزشکی		مشاهده کننده‌ها
ضریب توافق داخلی	مانیتور معمولی	
۰/۶۸	۰/۷۰	۱
۰/۸۱۷	۰/۸۰۶	۲
۰/۶۲۸	۰/۵۶۹	۳
۰/۷۰۸	۰/۶۹۱	۴

پس از اینکه توافق پوسیدگی، در طبقه‌بندی درجات پنج گانه پوسیدگی به دست آمد طبقه‌بندی تشخیص پوسیدگی را به ۳ درجه (بدون پوسیدگی، پوسیدگی در حد مینا و پوسیدگی عاج) خلاصه کرده و بار دیگر ضریب همبستگی محاسبه گردید که این ضریب همبستگی در مانیتور معمولی ۰/۷۰۴ و در پزشکی ۰/۷۲۲ به دست

در جدول ۵ سطح معنی‌داری، بر حسب درجه پوسیدگی ارائه گردیده است. نتایج نشان داد تنها در سطوح R0 و R1 (بدون پوسیدگی و پوسیدگی در حد مینا) اختلاف معنی‌داری بین دو مانیتور وجود داشته و در پوسیدگی‌های عمیق‌تر اختلاف معنی‌دار نبود.

آمد. سپس درصد تشخیص پوسیدگی در هر یک از درجات پنج گانه پوسیدگی محاسبه گردیده که اطلاعات مربوطه در (جدول ۴) برای دو مانیتور ارائه شده است و نتایج حاصله، در هر دو نوع مانیتور به لحاظ معنی‌داری بر اساس آزمون Chi-square و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ با یکدیگر مقایسه شدند.

جدول ۴: مقایسه درصد تشخیص پوسیدگی در مانیتور معمولی و پزشکی

مشاهده کننده	R <sub>0</sub> *	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
۱ معمولی	۶۱/۲	۵/۳	۳/۳	۱۸/۱	۱۲/۲
۱ پزشکی	۶۰/۱	۷/۹	۱۵/۲	۱۵/۷	۱۱/۲
۲ معمولی	۶۷/۵	۳/۸	۲/۸	۱۳/۵	۱۲/۴
۲ پزشکی	۶۹/۸	۳/۱	۳/۱	۱۳/۶	۱۰/۴
۳ معمولی	۶۸/۴	۳/۳	۱/۴	۱۰/۱	۱۶/۷
۳ پزشکی	۷۲/۲	۱/۲	۱/۹	۸/۱	۱۵/۷
۴ معمولی	۴۲/۱	۴/۵	۳/۱	۲۰	۳۰/۳
۴ پزشکی	۵۳/۳	۹/۸	۳/۳	۱۰	۲۳/۶

R<sub>0</sub>\*: بدون پوسیدگی R<sub>1</sub>: پوسیدگی در حد مینا R<sub>2</sub>: پوسیدگی در حد DEJ R<sub>3</sub>: پوسیدگی عاج (کمتر از  $\frac{1}{2}$ )، R<sub>4</sub>: پوسیدگی عاج (بیش از  $\frac{1}{2}$ )

جدول ۵: مقایسه سطوح در دو نوع مانیتور معمولی و پزشکی

P-value	نوع مانیتور		سطوح پوسیدگی
	پزشکی	معمولی	
<۰/۰۱	۶۳/۸	۵۹/۲	R <sub>0</sub>
<۰/۰۱	۵/۷	۴/۲	R <sub>1</sub>
۰/۷۹	۳/۳	۲/۶	R <sub>2</sub>
۰/۱۵	۱۱/۸	۱۵/۴	R <sub>3</sub>
۰/۷۹	۱۵/۲	۱۷/۹	R <sub>4</sub>

## بحث

این مطالعه با انتخاب دو نوع مانیتور با دو خانواده متفاوت که یک نوع از مطرح ترین برندهای مانیتور پزشکی و نوع دیگر از متداول ترین مانیتورهای موجود در بازار، با دو قیمت کاملاً متفاوت (مانیتور پزشکی قیمتی ۱۰ برابر مانیتور معمولی دارد) می‌باشند سعی در مقایسه این دو مانیتور نمود. طبق نتایج به دست آمده، همبستگی مانیتورها در تشخیص پوسیدگی در محدوده خوب عنوان شد. تکرارپذیری هر دو نوع مانیتور، متوسط- خوب بیان گردید و توافق نظر بین مشاهده کنندگان در هر دو نوع مانیتور قابل قبول بود. این نتایج نشان می‌دهد همبستگی نسبتاً خوبی در نتایج مانیتورها وجود دارد و در زمینه تشخیص پوسیدگی فقط در درجه پوسیدگی R0 و R1 بین دو نوع مانیتور اختلاف معنی‌داری وجود داشت و در سایر انواع پوسیدگی هیچ یک بر دیگری ارجحیت ندارد و با هم قابل قیاس هستند. با توجه به تکرارپذیری نسبتاً قابل قبول مانیتورها می‌توان بر قابل اعتماد بودن نتایج هر دو مانیتور تاکید کرد. مطالعات مشابه از جمله مطالعه Ludlow و همکاران<sup>(۸)</sup> و مطالعه اسماعیلی و همکاران<sup>(۹)</sup> که دقت تشخیص پوسیدگی در مانیتورها را مورد ارزیابی قرار دادند، تفاوتی در بین دو نوع مانیتور اعلام نمودند که این خود دال بر میزان همبستگی بالای این مانیتورها و در جهت تأیید نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. مطالعات Ilguy و همکاران<sup>(۱۰)</sup> و Isidor و همکاران<sup>(۱۱)</sup> که به مقایسه مانیتور پزشکی و معمولی پرداخته‌اند، در زمینه دقت مانیتورها در تشخیص پوسیدگی امتیاز بیشتری برای

مانیتور پزشکی قائل شدند، لیکن مطرح کردند که اگرچه دقت مانیتور پزشکی بیش از معمولی است، اما این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار نیست. بنابراین قیمت مانیتور، رابطه معنی‌داری با دقت تشخیصی مانیتور ندارد. به هر حال از جمله عوامل مؤثر در کیفیت تصویرهای دیجیتال، وضوح، روشنایی و اندازه مانیتورها است. محدوده وضوح نرمال برای مانیتورها از  $640 \times 480$  تا  $1600 \times 1200$  Bit تعریف شده است. که وضوح پایین تر از این میزان بر کیفیت تصاویر و دقت تشخیص اثرگذار خواهد بود. البته شایان ذکر است مطالعه Ludlow و همکاران<sup>(۸)</sup> کنتراست جسم در دقت تشخیص را مؤثرتر از وضوح نمایشگر می‌دانند. در توافق خارجی براساس درجه پوسیدگی، بیشترین توافق بین دو مانیتور در R2 و R4 کسب شد و در R0، R1 و R3 این مقدار کاهش یافت، که این نتیجه قابل انتظار بود زیرا تشخیص پوسیدگی های R0 و R1 نسبت به R2 مشکل تر می‌باشد، در ضمن تصمیم‌گیری میزان پوسیدگی بر حسب R3 و R4 می‌تواند تحت تأثیر تجارب و قضاوت فردی باشد. از جمله موارد قابل ذکر در این مطالعه، مشاهده تصاویر دیجیتال در شرایط خام رادیوگرافی بود. به طوری که به جهت مقایسه دو مانیتور، از قابلیت‌های نرم افزاری سیستم دیجیتال از جمله تغییرات کنتراست، روشنایی تصویر و بزرگنمایی اجتناب گردید. زیرا طبق مطالعه Hellen و همکاران<sup>(۱۲)</sup>، این موضوع به دلیل عدم تجربه مشاهده کننده می‌تواند اثر منفی بر تشخیص صحیح داشته باشد.

### نتیجه گیری

بین دو مانیتور، از لحاظ توافق داخلی و خارجی تفاوت معنی داری وجود نداشت. بنابراین مانیتورهای معمولی با حداقل رزولوشن برای تشخیص پوسیدگی کافی می باشد و اطلاعات بیشتری در جهت تشخیص پوسیدگی به وسیله مانیتورهای پزشکی حاصل نخواهد شد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان نامه به شماره ۴۹۳ می باشد که در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی قزوین انجام شده است.

### منابع

- Galcerá Civera V, AlmerichSilla JM, Montiel Company JM, Forner Navarro L. Clinical and radiographic diagnosis of approximal and occlusal dental caries in a low risk population. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2007; 12(3): 252-7.
- Abou Hala L, de Mello JB, Carvalho PL. Evaluation of the effectiveness of clinical and radiographic analysis for the diagnosis of proximal caries for different clinical experience levels: Comparing lesion depth through histological analysis *Braz J Oral Sci* 2006; 5(17): 1012-7.
- Eli I, Weiss EI, Tzohar A. Interpretation of bitewing radiography. Part I. Evaluation of presence of approximal lesion. *J Dent* 1996; 24(6): 379-83.
- Gibbs SJ. Biological effect of radiation from dental radiography. Council on Dental Material Instrument & equipment. *J Am Dent Assoc* 1982; 105(2): 275-81.
- Pereira AC, Eggertsson H, Moustafa A. Evaluation of three radiographic methods for detecting occlusal caries lesion. *Braz J Oral Sci* 2009; 8(2): 67-70.
- Rockenbach MI, Veeck EB, da Costa NP. Detection of proximal caries in conventional and digital radiographs: An *in vitro* study. *Stomatologija* 2008; 10(4): 115-20.
- Kang BC, Farman AG, Scarfe WC, Goldsmith LJ. Observer differentiation of proximal enamel mechanical defect versus natural proximal dental caries with computed dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod* 1996; 82(4): 459-5.
- Ludlow JB, Abreu MJr. Performance of film, desktop monitor & laptop display in caries detection. *Dento Maxillofac Radiol* 1999; 28(1): 26-30.
- Esmali F, Balaei E, Pouralibaba F. Influence of the display monitor on observer performance in detection of dental caries. *JODDD* 2007; 1(2): 40-6.
- Ilgüy M, Dinçer S, Ilgüy D, Bayirli G. Detection of artificial occlusal caries in a phosphor imaging plate system with two type of LCD monitors versus three different film. *J Digit Imaging* 2009; 22(3): 242-9.

11. Isidor S, Faaborg MA, Hintze H, Wenzel A. Effect of monitor display on detection of approximal caries lesions in digital radiographs. *DentomaxillofacRadiol* 2009; 38(8): 537-41.
12. Hellén-Halme K, Nilsson M, Petersson A. Effect of monitors on approximal caries detection in digital radiographs--standard versus precalibrated DICOM part 14 displays: An *in vitro* study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 107(5): 716-20.