(مقالهٔ پژوهشی)

تأثیر فیلترهای مختلف پردازش تصویر در شناسایی پوسیدگی‌های راجعهٔ پروگزیمال در رادیوگرافی بایت‌وینگ دیجیتال

آرش دباغی[1]، علی حبیبی‌کیا[2*]، ثمره عباسی[2]، نغمه نیرومند[2]، سید آرمان محققی[1]، ساناز شریفی[1]

۱-استادیار گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت.
۲-دستیار تخصصی رادیولوژی دهان و فک و صورت.

۱و۲-گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکدهٔ دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی-شاپور اهواز، اهواز، ایران.

* نویسندهٔ مسؤول:
علی حبیبی کیا؛ دستیار تخصصی رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکدهٔ دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی-شاپور اهواز، اهواز، ایران.
تلفن: ۰۰۹۸۹۱۲۲۱۰۹۱۱۰
Email: alihabibikia@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: امروزه، اغلب سیستم‌های تصویربرداری دیجیتال انواع مختلفی از تکنیک‌های پردازش تصویر را در دسترس قرار می‌دهند. از این رو هدف از مطالعهٔ حاضر، مقایسه عملکرد رادیوگرافی دیجیتال با و بدون استفاده از فیلترهای پردازش تصویر در شناسایی پوسیدگی راجعهٔ پروگزیمال بود.

روش بررسی: در این مطالعهٔ آزمایشگاهی، در هر دو سطح پروگزیمال ۵۲ دندان پره‌مولر سالم، حفرهٔ جهت ترمیم کلاس ۲ آمالگام ایجاد شد. ضایعات پوسیدگی به‌صورت مصنوعی توسط فرز روند ۰/۵ میلی‌متر به‌صورت تصادفی درحفرهٔ مزیال یا دیستال هر دندان ایجاد شده و با آمالگام ترمیم شدند. رادیوگرافی‌های دیجیتال استاندارد با استفاده از سیستم Digora® Optime به‌عمل آمد. تصاویر بدون فیلتر و فیلتر شده (فیلترهای Low sharpen، Intermediate sharpen، High sharpen و Inversion) توسط ۲ مشاهده‌گر ارزیابی شدند.

یافته‌ها: حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی با استفاده از آنالیز تحت منحنی Roc (Az)، آزمون آنووا و ضریب همبستگی اسپیرمن محاسبه گردید. حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی تصاویر با فیلتر Low sharpen، تصاویر Original و تصاویر با فیلتر Inversion به طور معناداری بیشتر از تصاویر با فیلتر Intermediate sharpen و High sharpen بود ($P\leq ۰/۰۵$). تصاویر با فیلتر Low sharpen و تصاویر با فیلتر High sharpen به ترتیب بیشترین و کمترین میزان حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی را در بین تصاویر داشتند.

نتیجه‌گیری: فیلتر Low sharpen برای تصاویری که جهت شناسایی پوسیدگی راجعهٔ پروگزیمال استفاده می‌شوند، می‌تواند به عنوان یک فیلتر پردازش مورد پذیرش قرار بگیرد. تصاویر با فیلتر Intermediate sharpen و تصاویر با فیلتر High sharpen ضعیف‌ترین عملکرد را داشتند و جهت شناسایی پوسیدگی راجعهٔ پروگزیمال توصیه نمی‌شوند.

کلید واژگان: پوسیدگی راجعهٔ پروگزیمال، تصاویر فیلتر شده، رادیوگرافی دیجیتال، رادیوگرافی بایت‌وینگ.

دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۱۸ **دریافت مقالهٔ اصلاح‌شده:** ۱۳۹۳/۱۲/۱۰ **اعلام قبولی:** ۱۳۹۳/۱۲/۱۳

مقدمه

تشخیص پوسیدگی ثانویه یکی از مشکلاتی است که دندان‌پزشکان با آن مواجه هستند. پوسیدگی ثانویه شروع مجدد یا برگشت پوسیدگی در لبه‌های ترمیم است، که بلافاصله در مجاور ترمیم و به دنبال ریز نشت یا عدم گسترش کافی ترمیم یا برداشت ناکافی پوسیدگی‌های اولیه حاصل می‌شود (۱،۲). حدود ۷۵٪ کارهای دندان-پزشکی شامل جایگزینی ترمیم به علل مختلف می‌باشد که از این بین دندان‌پزشکان علت اصلی این جایگزینی را در اکثر موارد پوسیدگی ثانویه عنوان می‌کنند (۳). امروزه روش‌های تشخیص پوسیدگی ثانویه شامل بررسی بالینی در یک محیط خشک و تمیز، با نور کافی و مشاهدهٔ چشمی، حس لامسهٔ سوند دندان‌پزشکی، نخ دندان و رادیوگرافی است (٤). رادیوگرافی‌ها روش‌های مناسب و عالی جهت تشخیص پوسیدگی‌هایی هستند که از نظر بالینی آشکار نمی‌باشند (۵).

نکتهٔ اساسی در کاربرد این وسیلهٔ تشخیصی، آن است که کیفیت رادیوگرافی‌های تشخیصی باید به گونه‌ای باشد که با حداقل تعداد رادیوگرافی به تشخیص مناسب دست یافت، چرا که خطر ناشی از انجام یک رادیوگرافی دقیق و بدون نقص به مراتب کمتر از تکرار رادیوگرافی مجدد است(٦). ظهور تصویربرداری دیجیتال تحولی در رادیوگرافی ایجاد کرد. تصویربرداری دیجیتال ظهور و ثبوت شیمیایی و مواد زاید پر خطر مورد استفاده در آن را حذف می‌کند(۱). در سال‌های اخیر سیستم‌های رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی متعددی به عرصهٔ دندان‌پزشکی معرفی شده است. مهمترین مزایای این سیستم‌ها عبارت‌اند از: کاهش دوز اشعهٔ x، قابلیت تبادل اطلاعات، کاهش زمان کار و حذف ظهور و ثبوت با محلول. در تعدادی از مطالعات وضوح و دامنهٔ تصاویر دیجیتال پایین‌تر از رادیوگرافی معمولی ارزیابی شده است. اگرچه تصویر دیجیتال دارای این قابلیت ممتاز است که با کاربرد ابزار نرم‌افزار پردازش (پروسسینگ) تصویر، می‌توان اطلاعات با ارزش را بهبود بخشید و عوامل مخل در کیفیت تصویر را کاهش داد (۱).

الگوریتم‌های پروسسینگ متعددی وجود دارند که کیفیت تصاویر دیجیتال را بهبود می‌بخشند (۷، ۸)، از آنجا که حسگرهای دیجیتال میزان زیادی صدای مزاحم ایجاد می‌کنند، شیوه‌های پروسسینگ متفاوتی جهت بهبود کیفیت تصویر، ابداع شده است. Noise Reduction با استفاده از تکنیک‌های مختلف منجر به نسبت Signal / Noise بالاتر می‌شود. در تصویربرداری پزشکی نسبت Signal / Noise بالا در تشخیص کلینیکی یک امر اساسی در نظر گرفته می‌شود(۹) .Noise Reduction، Sharpening-smoothing وedge Enhancement\ (بهبود لبه‌ها) مثال‌هایی از این الگوریتم‌ها هستند. پذیرفته شده که کاهش صدای مزاحم اثر قابل توجهی در بهبود کیفیت تصویر دیجیتال دارد. اگرچه این فرایند می‌تواند منجر به از دست رفتن بعضی ساختمان‌های کوچک در تصاویر شود. مطالعات متعددی استفاده از الگوریتم‌های بهبود تصویر دیجیتال مختلف را مورد ارزیابی قرار داده‌اند (۱۰-۱٦). نتایج متناقضی در ارتباط با امکانات بهبود تصویر برای تشخیص پوسیدگی در رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی گزارش شده است. برخی نویسندگان گزارش کرده‌اند که بهبود کنتراست و افزایش پردازش تصویر، دقت تشخیص در شناسایی پوسیدگی‌ها را افزایش می‌دهد (١٤، ١٧، ١٨) در حالی که برخی دیگر خلاف این امر را گزارش کرده‌اند (١١، ١٩).

با توجه به این نکته که تأثیر فیلترهای مختلف در پردازش تصاویر می‌تواند بر روی نتیجهٔ تفسیر رادیوگرافیک و در نهایت بر طرح درمان مؤثر باشد و نیز وجود تناقض در مطالعات گذشته مبنی بر سودمندی استفاده از فیلترها، بر آن شدیم تا تأثیر فیلترهای پردازش تصویر شامل Sharpen با درجهٔ کم، Sharpen با درجهٔ متوسط، Sharpen با درجهٔ زیاد و Inversion را در شناسایی پوسیدگی‌های راجعهٔ پروگزیمال در رادیوگرافی بایت وینگ دیجیتال بررسی کنیم و گامی در بهتر شدن

عملکرد تشخیصی و به تبع آن سلامت و رضایت بیماران برداریم.

جامعه‌ی مورد مطالعه

این مطالعه‌ی آزمایشگاهی بر روی ۵۲ نمونهٔ دندانی انسان (پرمولر) که از میان دندان‌های کشیده شده در مطب‌های دندان‌پزشکی در سطح شهر اهواز انتخاب شده، انجام گرفت. تعداد نمونه‌ها بر اساس مقالات مشابه ۵۲ دندان و ۱۰٤ سطح در نظر گرفته شد (۲۰، ۲۱). دندان‌ها از نظر بالینی و با مشاهدهٔ چشمی سالم و بدون پوسیدگی یا ترمیم قبلی بودند(۲۰-۲۳). دندان‌ها به ۱۳ گروه ٤تایی به‌طور تصادفی تقسیم شدند تا در بلوک‌های مربوطه بازسازی شوند(۲۱). از آنجایی که نمونه‌های دندانی مورد مطالعه به دلایل درمانی کشیده شده بودند، نیاز به ملاحظهٔ اخلاقی خاصی احساس نشد. جهت تهیهٔ تصاویر اصول حفاظت در برابر اشعهٔ رعایت گردید.

روش بررسی

ایجاد پوسیدگی راجعه به صورت مصنوعی

در قسمت پروگزیمال دندان‌ها، باکس جهت ترمیم کلاس II آمالگام ایجاد شد: عرض BL (باکولینگوال) حفره در سطح اکلوزال ۲/۵ میلی‌متر، عرض BL حفره در ناحیهٔ جنجیوال ۳ میلی‌متر عمق آگزیال حفره در کف جنجیوال ۱/۲۵ میلی‌متر و لبهٔ جنجیوال در حد CEJ تعیین شد.

ضایعات پوسیدگی به‌صورت مصنوعی توسط یک فرز روند ۰/۵ میلی‌متر در نیمی از باکس‌های پروگزیمال در تقاطع بین دیواره‌های باکال و لینگوال و کف ژنژیوال یا در حد واسط بین دیواره‌های باکال و لینگوال ایجاد شده و توسط موم قرمز پر شدند. نیم دیگر هر کدام از نمونهٔ دندان‌ها به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. پوسیدگی‌های مصنوعی به‌صورت تصادفی در بعضی از نمونه‌ها در مزیال و در بعضی از نمونه‌ها در دیستال تهیه شده و با آمالگام پر شد (۲۱، ۲۲).

تهیهٔ بلوک‌های آکریلی

دندان‌ها به‌صورت تصادفی در گروه‌های ٤تایی و در شرایطی مشابه کلینیک در آکریل‌مانت شدند. ضخامت آکریل در همهٔ نمونه‌ها ثابت و برابر با ۲ سانتی‌متر بود. جهت موازی کردن نمونه‌ها، کف بلوک‌های آکریلی با تریمر صاف شد. هم‌چنین برای تشخیص بهتر در قسمت مزیال همهٔ نمونه‌ها به‌وسیلهٔ فرز حفرهٔ تهیه شده و با گوتا پرکا پر شد (۲۱).

تهیهٔ تصاویر

تصاویر بایت‌وینگ دیجیتال (برای هر قوس به‌صورت جداگانه مشابه پری‌آپیکال) با استفاده از PSP و با دستگاه Xgenus DC de Gotzen, (Italy) و شرایط اکسپوژر ٦۳kvp ، ۸mA ، زمان پرتوتابی ۰/۱۲s، با ضخامت فیلتراسیون کلی آلومینیوم ۲ میلی‌متر و فاصلهٔ منبع تا رسپتور تصویر (SID) ۳٤cm، تهیه شد. یک صفحهٔ آکریلی با ضخامت ۱/۵cm بین تیوب اشعهٔ x و دندان ها جهت بازسازی بافت نرم قرار داده شد. تصاویر رادیوگرافی بایت‌وینگ دیجیتال، به صورت بدون فیلتر (Original)، با فرمت Tiff(Tagged Image file format) ذخیره شدند (۱۸و۲٤-۲٦).

فرمت Tiff، اطلاعات را بدون از دست رفتن قسمتی از آن («Lossless) ذخیره می‌کند.

فیلتر پروسسینگ Sharpen با درجات کم، متوسط و زیاد (Low, Intermediate, High) و فیلتر Inversion، هریک به صورت جداگانه بر روی نسخهٔ کپی از تصاویر بدون فیلتر اعمال شدند و با فرمت Tiff ذخیره شدند. نمودار ۱.

در این مطالعه منظور از فیلتر Low sharpen اعمال یک بار فیلتر Sharpen 1، منظور از فیلتر Intermediate sharpen اعمال دو بار فیلتر Sharpen 2 و منظور از فیلتر High sharpen اعمال سه بار فیلتر Sharpen 3 بر اساس گزینه‌های نرم‌افزار Scanora®(version4.3.1) (Orion Corp.\Sordex, Helsinki, Finland) می‌باشد.

ارزیابی تصاویر

رادیوگرافی‌ها بر اساس شمارهٔ بلوک‌ها شماره-گذاری شدند. تصاویر حاصل به صورت یک سوکور (یعنی بررسی‌کنندگان از نوع فیلتر اعمال شده آگاه نبودند) به نمایش گذاشته شدند. تصاویر توسط دو رادیولوژیست با سابقهٔ کاری حداقل ۲ سال بر روی یک مانیتور msi ١٤ اینچی با وضوح ۷۶۸*۱۳۶۶ و صفحهٔ LED بررسی شدند. هر دو مشاهده‌گر، از یک مانیتور در یک اتاق بدون پنجره و نور کم (٢٤، ٢٧، ٢٨) و شرایط یکسان برای مشاهدهٔ تصاویر استفاده کردند. فاصلهٔ مشاهده‌گرها تا مانیتور ۷۰-۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. جهت جلوگیری از خستگی چشم، مشاهده‌گرها در هر نوبت ارزیابی بیش از ۲۰ تصویر را مشاهده نکردند. (۱۸) در طول مشاهدهٔ تصاویر، مشاهده‌گرها قادر به تغییر در تصاویر و تغییر در Brightness و Contrast و دیگر پارامترهای بصری نبودند.

رادیوگرافی‌ها با حروف اختصاری نام‌گذاری شده ، جهت مزیال نیز با استفاده از گوتا مشخص شد. مشاهده-گرها با مشاهدهٔ رادیوگرافی‌ها و اطلاع از شمارهٔ رادیوگرافی‌ها و شمارهٔ دندان‌ها به‌صورت کور وجود یا عدم وجود پوسیدگی راجعه را گزارش دادند. در نهایت با در نظر گرفتن نظرات هر دو مشاهده‌گر، حضور یا عدم حضور پوسیدگی در هر تصویر بدون توجه به هر مورد دیگری ثبت گردید.

نتایج این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ تجزیه و تحلیل شده است، به‌طوری که شاخص‌های برآورد اعتبار شامل: ارزش اخباری مثبت (Predictive Value Positive) و ارزش اخباری منفی(Negative Predictive Value) محاسبه گردیده است. هم‌چنین با استفاده از آزمون مک نمار (MacNemar Test)در جداول توافقی (Crosstabs) و آزمون کاپا (Kappa) در نرم‌افزار ذکر شده ارتباط معنادار بین تشخیص‌های انجام شده توسط مشاهده‌گر و واقعیت موجود مورد بررسی قرار گرفت. حساسیت (Sensitivity)، اختصاصیت (Specificity) و صحت کلی (Overall Accuracy) با استفاده از آنالیزهای تحت منحنی Roc (Roc curve) (Receiver Operating Characteristic) به‌دست آمد. هم‌چنین از آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن (Spearman rank correlation coefficient) برای بررسی حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی روش‌های مختلف پردازش تصویر در درون و بین مشاهده‌گرها استفاده گردید. با به‌کارگیری روش آنووا و با استفاده از آزمون توکی مقایسهٔ بین حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی فیلترهای مختلف رادیوگرافی و تصاویر Original، برای هر یک از مشاهده‌گرها انجام شد. حد معنادار بودن برای تمامی آزمون‌های آماری $P \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

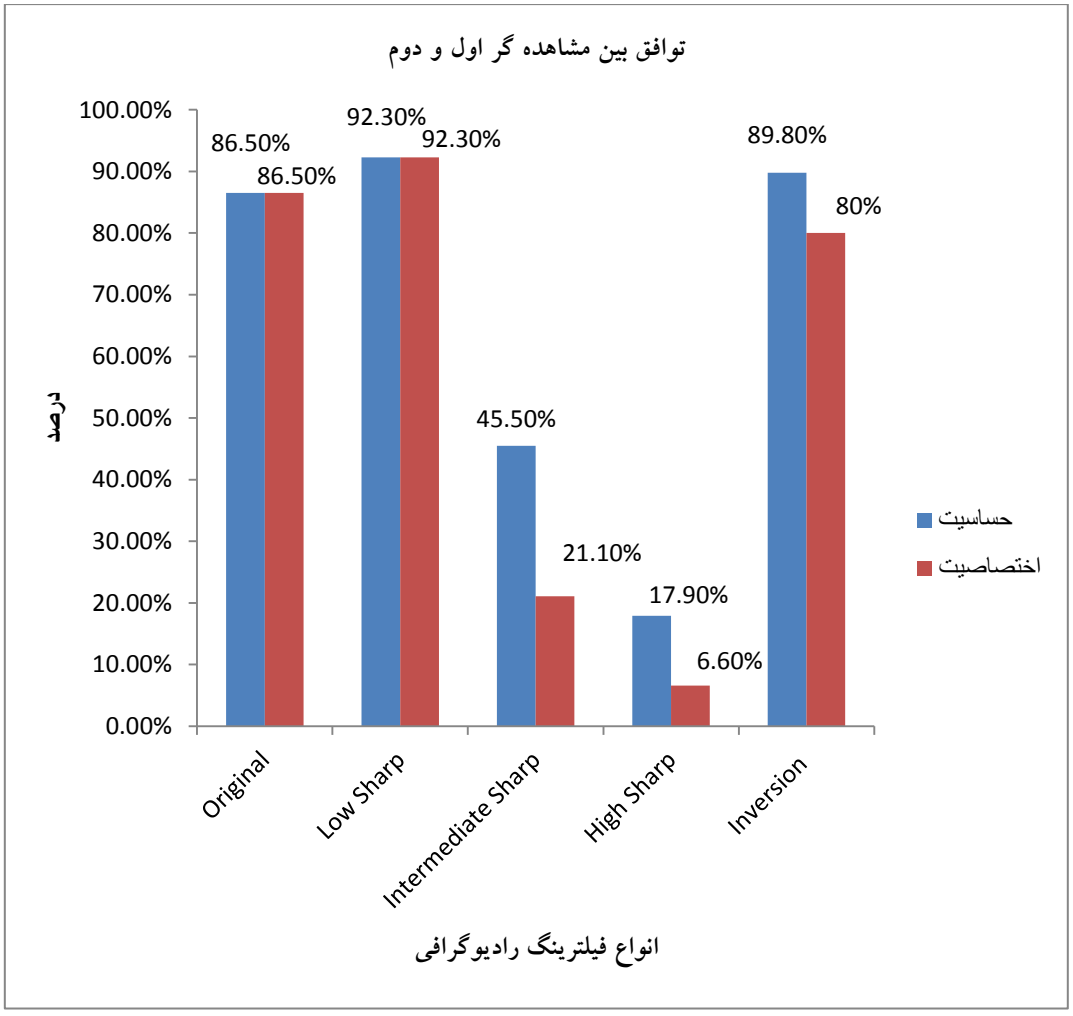
برای هر یک از سه حالت مشاهده‌گر اول، مشاهده-گر دوم و حالت کلی، نشان داده شد که بیشترین میزان حساسیت مربوط به تصاویر با فیلتر Low sharpen و پس از آن به ترتیب کاهش میزان حساسیت، مربوط به تصاویر با فیلتر Inversion، تصاویر Original، تصاویر با فیلتر Intermediate sharpen و تصاویر با فیلتر High sharpen بود. کمترین میزان حساسیت مربوط به تصاویر با فیلتر High sharpen بود(نمودار ۱).

برای هر یک از سه حالت مشاهده‌گر اول، مشاهده-گر دوم و حالت کلی، نشان داده شد که بیشترین میزان اختصاصیت مربوط به تصاویر Low sharpen و پس از آن به ترتیب کاهش میزان اختصاصیت، مربوط به تصاویر Original، تصاویر با فیلتر Inversion، تصاویر با فیلتر Intermediate sharpen و تصاویر با فیلتر High sharpen بود. کمترین میزان اختصاصیت مربوط به تصاویر با فیلتر High sharpen بود(نمودار۱).

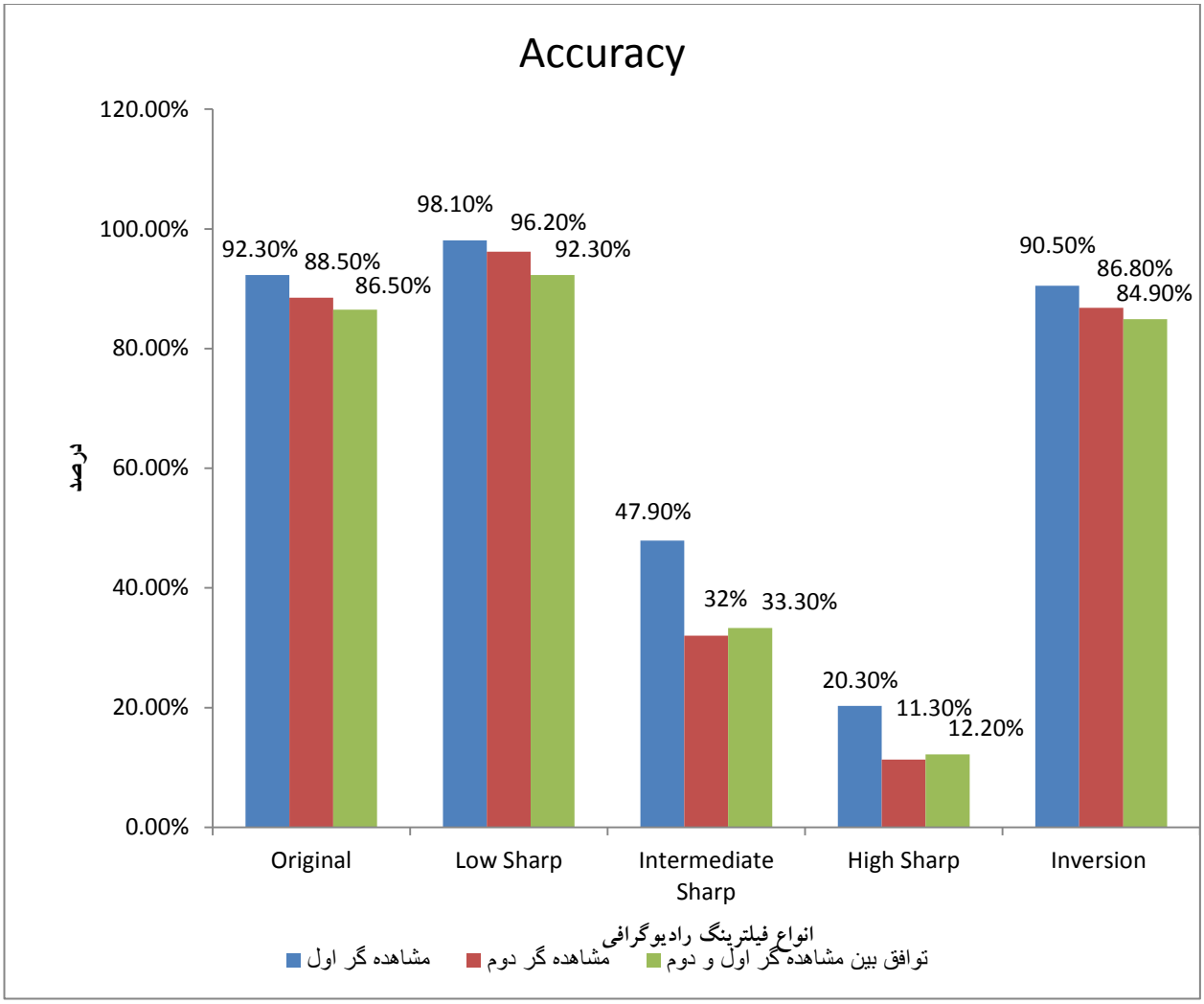
برای هر یک از دو حالت مشاهده‌گر اول و مشاهده‌گر دوم و نیز در حالت کلی (توافق بین مشاهده‌گر اول و دوم) نشان داده شد که بیشترین میزان صحت کلی

مربوط به تصاویر با فیلتر Low sharpen و پس از آن به ترتیب کاهش میزان صحت کلی، مربوط به تصاویر Original، تصاویر با فیلتر Inversion، تصاویر با فیلتر Intermediate sharpen و تصاویر با فیلتر High sharpen بود. کمترین میزان صحت کلی مربوط به تصاویر با فیلتر High sharpen بود(نمودار۲ و۳).

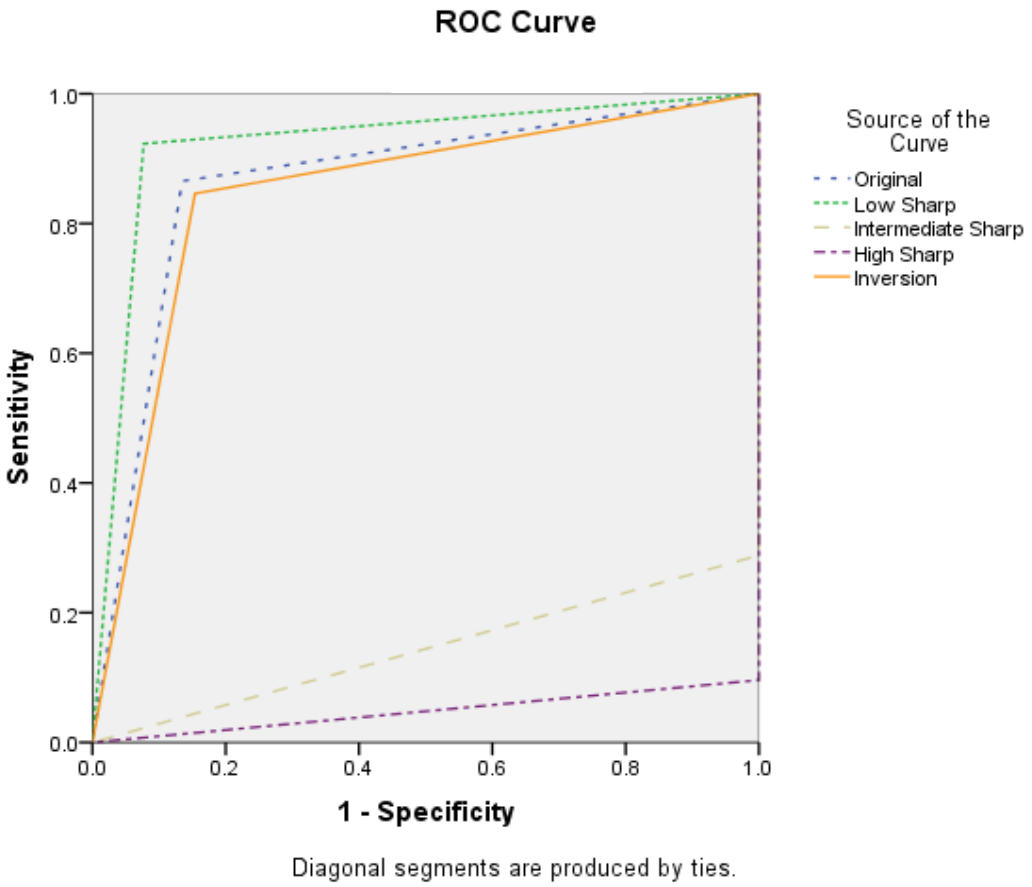
در نتیجه، بیشترین میزان حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با فیلتر Low sharpen و کمترین میزان حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با فیلتر High sharpen بود.



نمودار۱ : مقایسهٔ حساسیت و اختصاصیت در روش‌های مختلف فیلترینگ رادیوگرافی در تشخیص پوسیدگی ثانویه در حالت کلی (توافق بین مشاهده‌گرها)



نمودار۲ : مقایسهٔ Overall Accuracy (A_z) در روش‌های مختلف فیلترینگ رادیوگرافی و تصاویر Original در تشخیص پوسیدگی راجعه در بین مشاهده‌گرها و در حالت کلی



نمودار ۳: مقایسهٔ منحنی ROC در روش‌های مختلف فیلترینگ رادیوگرافی و تصاویر Original در تشخیص پوسیدگی راجعهٔ پروگزیمال در حالت کلی (توافق بین مشاهده‌گرها)

بحث

تشخیص پوسیدگی ثانویه یکی از مشکلاتی است که دندان‌پزشکان با آن مواجه هستند. پوسیدگی ثانویه، شروع مجدد یا برگشت پوسیدگی در لبه‌های ترمیم است، که بلافاصله در مجاور ترمیم و به دنبال ریز نشت یا عدم گسترش کافی ترمیم یا برداشت ناکافی پوسیدگی‌های اولیه به وجود می‌آید(۱و۲). حدود ۷۵٪ از کارهای دندان‌پزشکی شامل جایگزینی ترمیم به علل مختلف می‌باشد که از این بین دندان‌پزشکان علت اصلی این جایگزینی را در اکثر موارد پوسیدگی ثانویه عنوان می‌کنند (۳). در مورد میزان قدرت و صحت تشخیص پوسیدگی ثانویه توسط رادیوگرافی‌ها تناقضاتی مطرح است، که از جمله دلایل آن وجود مواد کف‌بندی رادیولوسنت که نمای رادیوگرافیک شبیه پوسیدگی ثانویه دارند، می‌باشد (۱). ترمیم‌های رادیواپک نیز اغلب باعث مخفی شدن ضایعات رادیولوسنت داخل عاج می‌شوند(۲۹). رادیوگرافی‌ها روش‌های مناسب و عالی جهت تشخیص پوسیدگی‌هایی هستند که از نظر بالینی آشکار نمی‌باشند (۵). در حال حاضر رادیوگرافی دیجیتال به طور وسیعی جهت شناسایی ضایعات پوسیدگی به کار برده می‌شود (۲۷). در سال‌های اخیر سیستم‌های رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی متعددی به عرصهٔ دندان‌پزشکی معرفی شده‌اند. مهمترین مزایای این سیستم‌ها عبارت‌اند از: کاهش دوز اشعهٔ X، قابلیت تبادل اطلاعات، کاهش زمان کار و حذف ظهور و ثبوت با محلول. از دیگر فواید رادیوگرافی

دیجیتال، امکان بهبود تصاویر بعد از اکسپوژر توسط نرم-افزارها و فیلترهای پردازش تصویر می‌باشد (۲۷). استفاده از فیلترهای نرم‌افزاری می‌تواند فقدان کیفیت تصویر که ناشی از اکسپوژر کم و یا صدای مزاحم می‌باشد را کاهش داده و همراه با کاهش در دوز اکسپوژر باشد (۳۰). در تعدادی از مطالعات وضوح و دامنهٔ تصاویر دیجیتال پایین‌تر از رادیوگرافی معمولی ارزیابی شده است. اگرچه تصویر دیجیتال دارای این قابلیت ممتاز است که با کاربرد ابزار نرم‌افزار پردازش تصویر، می‌توان اطلاعات با ارزش را بهبود بخشید و عوامل مخل در کیفیت تصویر را کاهش داد(۱).

الگوریتم‌های پردازش متعددی وجود دارند که کیفیت تصاویر دیجیتال را بهبود می‌بخشند (۷، ۸). از آنجا که حسگرهای دیجیتال میزان زیادی صدای مزاحم ایجاد می‌کنند شیوه‌های پردازش متفاوتی جهت بهبود کیفیت تصویر، ابداع شده است (۹). تا به امروز اطلاعات کمی در مورد عملکرد فیلتر Sharpen در نرم‌افزار Scanora (version 4.3.1)® در شناسایی پوسیدگی‌های راجعهٔ پروگزیمال در دسترس می‌باشد. در مطالعهٔ حاضر از فیلترهای Sharpen(به صورت Low، Intermediate و High) و Inversion، در نرم‌افزار دیجیتال Scanora®(version 4.3.1) استفاده شده است تا زمان انجام مطالعهٔ حاضر، در هیچ یک از مطالعات پیشین درجات مختلف از فیلتر Sharpen بررسی نشده و نیز در مورد میزان و چگونگی کاربرد این فیلتر بر روی تصاویر توضیحی ذکر نشده است (۱۵، ۱۸، ۱۹، ۲۵). در مطالعهٔ حاضر، نتایج حاصل از آزمون توکی نشان داد که از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین تصاویر Original، تصویر با فیلتر Low sharpen و تصاویر با فیلتر Inversion وجود ندارد (P>۰/۰۵). در حالی که از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین تصاویر با فیلتر Intermediate sharpen و تصاویر با فیلتر High sharpen وجود داشت(P≤ ۰/۰۵)؛ و نیز بین تصاویر با فیلتر Intermediate sharpen با سایر روش‌ها و هم-چنین بین تصاویر با فیلتر High sharpen با دیگر روش‌ها تفاوت از لحاظ آماری معنادار بود (P≤۰/۰۵). بنابراین، بر اساس این نتایج، می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از فیلتر Sharpen به میزان بیشتر (Intermediate sharpen, High sharpen)به شدت و به صورت معناداری از لحاظ آماری سبب کاهش در عملکرد مشاهده‌گرها می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از آنالیز ROC، نشان داده شد که حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با فیلتر Low sharpen، بیشترین و در مورد تصاویر با فیلتر Intermediate sharpen و High sharpen کمترین بود.

مطالعاتی که در زمینهٔ مقایسهٔ دقت رادیوگرافی دیجیتال با و بدون استفاده از فیلترهای پردازش تصویر در تشخیص پوسیدگی‌های راجعه انجام گرفته، بسیار محدودند. در مطالعه‌ای که انبیایی و همکاران در سال ۱۳۸۸ در دانشکدهٔ دندان‌پزشکی مشهد انجام دادند، نشان دادند که حساسیت، ویژگی و صحت کلی رادیوگرافی دیجیتال (بدون استفاده از فیلتر) به ترتیب: ۵۸، ۹۳ و۷۶ درصد بود. در این مطالعه از CCD استفاده شده درحالی که در تحقیق حاضر PSP به‌کار رفته است. شاید همین مسأله توجیه‌کنندهٔ تفاوت در حساسیت و صحت کلی در مطالعهٔ انبیایی و تحقیق حاضر باشد. (۲۳)

بلم و همکاران در سال ۱۳۸٦ در کشور برزیل کارایی رادیوگرافی دیجیتال با فیلترهای Enhancement را در تشخیص پوسیدگی‌های پروگزیمال بررسی کردند. تصاویر در شرایط بدون فیلتر و هم‌چنین با فیلترهای Negative، Sharpen و هر دو (Sharpen و Negative) در نرم‌افزار Windows Digora® for 2.6 package بررسی شد. یافته‌های مطالعهٔ بلم استفاده از فیلتر Sharpen را جهت بهبود تشخیص توصیه کرده است درحالی که در مقایسهٔ بین این روش‌ها فیلتر Inversion ضعیف‌ترین عملکرد را داشت. نتایج این مطالعه برای فیلتر Inversion

(Negative) بر خلاف و برای فیلتر Low sharpen در تأیید نتایج مطالعهٔ حاضر می‌باشد.

تاکاشیتا (Takeshita) و همکاران در سال ۱۳۹۲ در کشور برزیل کارایی رادیوگرافی دیجیتال مستقیم را با فیلتر Inversion در تشخیص پوسیدگی‌های پروگزیمال بررسی کردند (۳۱). تصاویر در شرایط بدون فیلتر و هم-چنین با استفاده از حسگر Kodak RVG 6100 و فیلتر Negative بررسی شدند. در مقایسهٔ بین این روش‌ها فیلتر Inversion عملکرد مطلوبی نداشت. نتایج این مطالعه برای فیلتر Inversion (Negative) بر خلاف نتایج مطالعهٔ حاضر می‌باشد. علت کاهش عملکرد مشاهده‌گرها به هنگام استفاده از فیلتر Inversion در مطالعهٔ بلم و تاکاشیتا می‌تواند مرتبط با نحوهٔ آموزش مشاهده‌گرها باشد، چرا که ضایعات پوسیدگی همواره به عنوان ضایعات رادیولوسنت معرفی و شناخته می‌شوند، در حالی که در تصاویر با فیلتر Inversion سایه‌های خاکستری، معکوس می‌شوند.

به طور کلی روش‌های تشخیص پوسیدگی که دارای حساسیت و اختصاصیت بالا می‌باشند، قابل قبول هستند. چرا که بنا بر تعاریف، روشی که دارای حساسیت بالا باشد، دارای تعداد پاسخ‌های منفی کاذب کمتر و روشی که دارای اختصاصیت بالا باشد، دارای تعداد پاسخ‌های مثبت کاذب کمتری است (۳٤). تفسیر منفی کاذب سبب عدم درمان و تفسیر مثبت کاذب در کلینیک سبب ترمیم غیر ضروری دندان‌های سالم می‌شود (۱) از این‌رو روشی با میزان حساسیت و اختصاصیت بیشتر مطلوب می‌باشد. با توجه به نتایج مطالعهٔ حاضر مبنی بر عملکرد قابل قبول فیلتر Low sharpen، می‌توان چنین نتیجه گرفت که این فیلتر می‌تواند به عنوان یک روش کمکی در تشخیص پوسیدگی‌های راجعهٔ پروگزیمال مفید باشد. بر این اساس در مورد حساسیت و اختصاصیت تصاویر Original و تصاویر با فیلتر Low sharpen، تصاویر با فیلتر Low sharpen به علت حساسیت و اختصاصیت بالاتر ارجحیت دارند.

از محدودیت‌های مطالعهٔ حاضر می‌توان به ایجاد پوسیدگی راجعه به شیوهٔ مصنوعی توسط فرز در زیر ترمیم‌ها اشاره کرد. در این حالت پوسیدگی‌ها حدود واضح دارند، در صورتی که در حالت طبیعی پوسیدگی‌ها دارای حدود غیر واضح و منتشر می‌باشند. از دیگر محدودیت‌ها می‌توان به عدم وجود تعریف واضحی از درجات مختلف فیلتر Sharpen نام برد. از جنبه‌های با ارزش این تحقیق می‌توان به کاربرد و بررسی تأثیر درجات مختلف از فیلتر Sharpen و Inversion در نرم‌افزار دیجیتال Scanora®(version 4.3.1) برای اولین‌بار در شناسایی پوسیدگی‌های راجعهٔ پروگزیمال اشاره نمود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی مربوط به تصاویر با فیلتر Low sharpen، بیشترین و در مورد تصاویر با فیلتر Intermediate sharpen و High sharpen کمترین بود.

فیلترهای Intermediate sharpen و High sharpen نامطلوب‌ترین عملکرد را در میان سایر روش ها به خود اختصاص دادند، در نتیجه استفاده بیش از حد از فیلتر Sharpen در تشخیص پوسیدگی‌های راجعهٔ پروگزیمال توصیه نمی‌شود.

منابع

1-White SC, Pharoah MJ. Oral radiology principle and interpretation. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2009.P.78-99, 270-281.

2-Mjör IA, Toffenetti F. Secondary caries: a literature review with case reports. Quintessence Int 2000 Mar ; 31(3):165–79.

3-Kidd EA, Joyston-Bechal S, Beighton D. Diagnosis of secondary caries: a laboratory study. Br. Dent. J 1994 Feb; 176(4):135–39.

4-Raberson Teodore M, Heyman H, Swift EJ, Sturdevant CM. Sturdevent's art and science of operative dentistry.4th ed. U S A: Mosby; 2002. P. 63-139.

5-Hewlett ER, Atchison KA, White Sc, Flack V. Radiographic secondary caries prevalence in teeth with clinically defective restoration. J Dent Res 1993; 72 (12): 1604-1608.

6-Gibbs SJ. Council on Dental Materials and Equipment: Biologic effect of radiation from dental radiography. JADA 1982; 275-81.

7-van der Stelt PF. Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. J Am Dent Assoc 2005; 136: 1379-87.

8-van der Stelt PF. Better imaging: the advantages of digital radiography. J Am Dent Assoc 2008 Jun; 139 Suppl: 7S–13S.

9-Brüllmann DD, Röhrig B, Sulayman SL, Schulze R. Length of endodontic files measured in digital radiographs with and without noise-suppression filters: an ex-vivo study. Dentomaxillofac. Radiol 2011 Mar ; 40(3):170–6.

10-Castro VM, Katz JO, Hardman PK, Glaros AG, Spencer P. In vitro comparison of conventional film and direct digital imaging in the detection of approximal caries. Dentomaxillofac. Radiol 2007 Mar; 36(3):138–42.

11-Eickholz P, Riess T, Lenhard M, Hassfeld S, Staehle HJ. Digital radiography of interproximal bone loss; validity of different filters. J. Clin. Periodontol 1999 May; 26(5): 294–300.

12-Koob A, Sanden E, Hassfeld S, Staehle HJ, Eickholz P. Effect of digital filtering on the measurement of the depth of proximal caries under different exposure conditions. Am. J. Dent 2004 Dec;17(6): 388–93.

13-Sund T, Møystad A. Sliding window adaptive histogram equalization of intraoral radiographs: effect on image quality. Dentomaxillofac. Radiol 2006 May; 35(3):133–8.

14-Møystad A, Svanaes DB, Risnes S, Larheim TA, Gröndahl HG. Detection of approximal caries with a storage phosphor system. A comparison of enhanced digital images with dental X-ray film. Dentomaxillofac. Radiol 1996 Sep; 25(4): 202–6.

15-Raitz R, Assunção Junior JNR, Fenyo-Pereira M, Correa L, de Lima LP. Assessment of using digital manipulation tools for diagnosing mandibular radiolucent lesions. Dentomaxillofac Radiol 2012 Mar; 41(3): 203–10.

16-de Molon, Rafael Scaf, Morais-Camillo JA, Sakakura CE, Ferreira MG, Loffredo LC, "et al ". Measurements of simulated periodontal bone defects in inverted digital image and film-based radiograph: an in vitro study. Imaging Sci Dent 2012 Dec; 42(4): 243-247.

17-Wenzel A. Digital radiography and caries diagnosis. Dentomaxillofac Radiol 1998 Jan; 27(1): 3–11.

18-Belém MDF, Ambrosano GMB, Tabchoury CPM, Ferreira-Santos RI, Haiter-Neto F. Performance of digital radiography with enhancement filters for the diagnosis of proximal caries. Braz Oral Res 2008; 27(3): 245–51.

19-Akarslan ZZ, Akdevelioğlu M, Güngör K, Erten H. A comparison of the diagnostic accuracy of bitewing, periapical, unfiltered and filtered digital panoramic images for approximal caries detection in posterior teeth. Dentomaxillofac. Radiol 2008 Dec; 37(8): 458–63.

20-Zangooei Booshehry M, Davari A, Ezoddini Ardakani F, Rashidi Nejad MR. Efficacy of application of pseudocolor filters in the detection of interproximal caries. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2010; 4(3):79–82.

21-Sharifi S. "A comparison of the accuracy of digital and conventional radiography in diagnosis of recurrent caries". Master's of Thesis. Faculty of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences 2013 .

22-Mahdi seyr F, Bahri Iraei A, Mehralizadeh S, Nemati S. Evaluating the accuracy of bitewing radiography in diagnosis of secondary caries in class II amalgam restorations. Journal of Research in Dental Sciences Fall 2009 , Volume 6 , Number 3 (21); Page(s) 61 To 67.

23-Anbiaee N, Mohassel AR, Imanimoghaddam M, Moazzami SM. A comparison of the accuracy of digital and conventional radiography in the diagnosis of recurrent caries. J Contemp Dent Pract 2010 Dec; 11(6): E025-032.

24-Pontual AA, de Melo DP, de Almeida SM, Bóscolo FN, Haiter Neto F. Comparison of digital systems and conventional dental film for the detection of approximal enamel caries. Dentomaxillofac. Radiol 2010 Oct ; 39(7): 431–6.

25-Belém MDF, Tabchoury CPM, Ferreira-Santos RI, Groppo FC, Haiter-Neto F. Performance of a photostimulable storage phosphor digital system with or without the sharpen filter and cone beam CT for detecting approximal enamel subsurface demineralization. Dentomaxillofac. Radiol 2013 Jan; 42(5).
26-Xavier CRG, Araujo-Pires AC, Poleti ML, Rubira-Bullen IRF, Ferreira O, Capelozza ALA. Evaluation of proximal caries in images resulting from different modes of radiographic digitalization. Dento axilla facial radiology 2011; 40(6): 338–43.
27-Haiter-Neto F, Casanova MS, Frydenberg M, Wenzel A. Task-specific enhancement filters in storage phosphor images from the Vistascan system for detection of proximal caries lesions of known size. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and Endodontics 2009;107(1):116–21.
28-Li G, Qu X, Chen Y, Zhang J, Zhang Z, Ma X. Diagnostic accuracy of proximal caries by digital radiographs: an in vivo and in vitro comparative study. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and Endodontics 2010; 109(3): 463–7.
29-Espelid I, Tveit AB, Erickson RL, Keck SC, Glasspoole EA. Radiopacity of restorations and detection of secondary caries. Dent. Mater 1991 Apr;7(2):114–7.
30-Haiter-Neto F, dos Anjos Pontual A, Frydenberg M, Wenzel A. Detection of non-cavitated approximal caries lesions in digital images from seven solid-state receptors with particular focus on task-specific enhancement filters. An ex vivo study in human teeth. Clinical oral investigations 2008; 12(3): 217–23.
31-Takeshita WM, Vessoni Iwaki LC, Da Silva MC, Filho LI, Queiroz ADF, Geron LBG. Comparison of the diagnostic accuracy of direct digital radiography system, filtered images, and subtraction radiography. Contemp. Clin. Dent 2013 Jul; 4(3): 338–42.

Efficacy of Different Image Processing Filters for the Detection of Proximal Recurrent Caries in Digital Bitewing Radiographs

Arash Dabbaghi[1], Ali Habibi Kia[2*], Samareh Abbassi[2], Naghmeh Niroomand[2], Seyed Arman Mohagheghi[1], Sanaz Sharifi[1]

1-Assistant Professor of Oral and Maxillofacial Radiology.
2-Postgraduate Student of Oral and Maxillofacial. Radiology.

1,2-Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

[*]Corresponding Author:
Ali Habibi Kia; Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
Tel: +989122109110
Email: alihabibikia@yahoo.com

Abstract

Background and Objectives: Recently, most digital imaging systems provide the option of image post-processing with different techniques. The aim of present study was to compare the performance of digital radiography with and without image processing filters in the detection of proximal recurrent caries.

Subjects and Methods: In this in vitro study,amalgam class 2 cavities were prepared on both proximal surfaces of 52 healthy premolar teeth. Artificial caries lesions were made by a round 0.5 mm bur in mesial or distal of the boxes randomly. Standardized digital radiographs were acquired using the Digora® Optime system. Unfiltered and filtered (low sharpen, intermediate sharpen, high sharpen and inversion) images were assessed by 2 independent observers.

Results: Sensitivity, specificity and overall accuracy evaluated with sub curve analysis of ROC (A_z), ANOVA/Tukey and Spearman rank correlation coefficient tests. The sensitivity, specificity and overall accuracy of the low sharpen, unfiltered images and inversion was significantly higher than intermediate sharpen and high sharpen filter images ($p \leq 0.05$). The low sharpen filter images had the highest sensitivity, specificity and overall accuracy. The high sharpen filter images had the lowest sensitivity, specificity and overall accuracy.

Conclusion: The low sharpen filter may be an acceptable processing filter for the detection of proximal recurrent caries. The intermediate sharpen and high sharpen filters had the worst performance than the other modalities and can not be recommended for the detection of proximal recurrent caries.

Keywords: Proximal Recurrent Caries, Filtered Images, Digital Radiograph, Bitewing Radiograph.

►*Please cite this paper as:*
Dabbaghi A, Habibi Kia A, Abbassi S, Shams N, Niroomand N, Mohagheghi SA, Sharifi S. Efficacy of Image Processing Filters in the Detection of Proximal Caries in Digital Bitewing Radiograph. Jundishapur Sci Med J 2015;14(2):157-168.

Received: Feb 7, 2015 **Revised: Mar 1, 2015** **Accepted: Mar 4, 2015**