

بررسی کارایی سه نسخه از نرم افزار طراحی شده جهت شناسایی اثر مچ باند

احسان موعودی^۱ (DDS,MS)، سینا حقانی فر^۱ (DDS,MS)، حمید حسن پور^۲ (PhD)، علی بیژنی^۳ (MD)،
مریم عموزاده عمران^۴ (DDS,MS)*

۱- مرکز تحقیقات مواد دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل

۲- گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشکده فنی مهندسی شاهرود

۳- مرکز تحقیقات بیماریهای غیرواگیر، کودکان امیرکلا، دانشگاه علوم پزشکی بابل

۴- دانشگاه علوم پزشکی بابل

دریافت: ۹۱/۳/۳۰، اصلاح: ۹۱/۶/۸، پذیرش: ۹۱/۱۲/۱۶

خلاصه

سابقه و هدف: در تصاویر پانورامیک دیجیتال، در مرز بین پرکردگی و عاج دندانهای با پرکردگی آمالگام، ممکن است نوار رادیو لوستی مشاهده گردد که همان مچ باند (خطای بینایی) می باشد و میتواند با پوسیدگی ثانویه اشتباه شود. هدف از این مطالعه بررسی کارایی سه نسخه از نرم افزار طراحی شده جهت شناسایی مچ باند و پوسیدگی می باشد.

مواد و روشها: در این مطالعه ۲۳۳ دندان خلفی دارای پرکردگی آمالگام Class I و II در ۴۰ کلیشه پانورامیک دیجیتال انتخاب شدند. تصاویر توسط ۳ رادیولوژیست فک و صورت، مشاهده شده و در مورد وجود پوسیدگی، وجود اثر مچ باند و عدم وجود پوسیدگی در دندانها به توافق رسیدند. تمام نمونه ها در سه نسخه (A,B,C) version از نرم افزار طراحی شده جهت شناسایی پوسیدگی و مچ باند، به طور جداگانه بررسی شدند.

یافته ها: طبق توافق ۳ مشاهده گر از ۲۳۳ نمونه، ۱۷۸ دندان دارای اثر مچ باند و ۲۳ دندان دارای پوسیدگی و ۳۲ دندان سالم تشخیص داده شدند. میزان حساسیت و ویژگی و نسبت درستی مثبت و نسبت درستی منفی در شناسایی مچ باند برای version A به ترتیب ۹۴٪ و ۱۱٪ و ۱/۰۵ و ۵۷٪ و برای version B ۷۹٪ و ۴۷٪ و ۱/۵۰ و ۴۴٪ و برای version C ۸۲٪ و ۴۷٪ و ۱/۵۶ و ۳۸٪ بوده است. میزان حساسیت و ویژگی و نسبت درستی مثبت و نسبت درستی منفی در تشخیص پوسیدگی برای version A ۱۳٪ و ۹۶٪ و ۳/۴۲ و ۹۰٪ و برای version B ۵۷٪ و ۹۳٪ و ۷/۹۱ و ۴۷٪ و برای version C ۷۰٪ و ۹۱٪ و ۷/۶۹ و ۳۳٪ بوده است. بنابراین دقت تشخیصی version C در هر دو مورد تشخیص وجود پوسیدگی و نیز مچ باند بیشتر از دو version دیگر می باشد.

نتیجه گیری: با توجه به مطالعه حاضر این نرم افزار می تواند جهت تشخیص مچ باند و افتراق آن از پوسیدگی کمک کننده باشد.

واژه های کلیدی: رادیوگرافی پانورامیک دیجیتال، اثر مچ باند، پوسیدگی.

مقدمه

تشخیص اشتباه شکستگی افقی ریشه گردد. در دندانهایی که پرکردگی آمالگام دارند ممکن است در مرز بین پرکردگی و دنتین این پدیده رخ دهد که مشابه پوسیدگی به صورت یک منطقه رادیولوسنت زیر پرکردگی دیده می شود. از طرفی یکی از مزایای تصاویر دیجیتال، قابلیت enhancement تصویر جهت ارتقاء کیفیت آن می باشد. هنگامی که پرکردگی وجود داشته باشد با enhancement تصویر اثر مچ باند تشدید گردیده که مورد اخیر بیشتر دندانپزشک را در تشخیص پوسیدگی دچار گمراهی خواهد نمود. بنا به دلایل ذکر شده، وجود نرم افزاری جهت شناسایی اثر مچ باند ضروری به نظر می رسد. این نرم افزار توسط Hasanpour و همکاران (۳) طراحی شده است. تفاوت نسخه های (version) مختلف این نرم افزار در میزان سطح آستانه در نظر گرفته شده جهت شناسایی مچ

باند یک خطای بینایی است که به افتخار فیزیکدانی به نام Ernst Mach که اولین بار این پدیده را مطرح کرد با این اصطلاح نامیده شده است (۱). مچ باند بدلیل دیدن دو ناحیه با دانسیته اپتیکی متفاوت ایجاد می شود. تحریک رستپورهای شبکه با یک نور روشن سبب ممانعت از پاسخ عصبی رستپورهای طرفی مجاورش می شود. هر چه درجه تحریک بیشتر باشد، شدت ممانعت هم بیشتر خواهد بود. جهت اجتناب از تفسیر اشتباه نواحی رادیولوسنت مچ باند به عنوان پوسیدگی، ماسک کردن مینا در رادیوگرافی با یک کارت یا تکه کاغذ اپک می تواند مدرک قاطعی برای اثبات آن باشد (۲). اثر مچ باند میتواند در مجاور رستپورهای فلزی و اپلاینس ها نیز ایجاد شود. این اثر همچنین می تواند بدلیل اختلاف دانسیته دندان و کرسست استخوان آلوئولار منجر به

این مقاله حاصل پایان نامه مریم عموزاده عمران دستیار رادیولوژی دهان، فک و صورت دانشکده، دندانپزشکی و طرح تحقیقاتی به شماره ۳۱۴۴۹-۹ دانشگاه علوم پزشکی بابل می باشد.

* مسئول مقاله:

e-mail: maryamamouzade@yahoo.com

آدرس: امل، بیمارستان امام رضا امل، تلفن: ۰۱۲۱-۳۲۷۴۰۱۲

از بین نمی رفت، به منزله وجود پوسیدگی در نظر گرفته شد. سپس تمام نمونه ها در هر یک از سه نسخه نرم افزار بررسی شده و اطلاعات حاصله ثبت گردید. اطلاعات با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 19 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقادیر حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و منفی و نسبت های درست نمایی منطبق گردیدند. در ضمن از آزمونهای Chi-Square، McNemar، ضریب توافق کاپا (kappa agreement) نیز استفاده گردید و $p < 0.001$ معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

از ۲۳۳ دندان دارای پرکردگی کلاس I, II آمالگام در ۴۰ کلیشه پانورامیک دیجیتال انجام شده، ۱۷۸ دندان دارای اثر مچ باند و ۲۳ دندان دارای پوسیدگی و ۳۲ دندان سالم تشخیص داده شدند. Inter Item correlation دو به دو بین مشاهده گرها از ۰/۸۹۶ تا ۰/۹۲۶ بوده است. از نظر عدم توافق بین مشاهده گرها، تفاوت معنی داری دیده نشد. جهت بررسی دقت هر یک از version ها در تشخیص پوسیدگی، مچ باند و موارد سالم، جداول توزیع وضعیت تشخیصی هر یک از آنها بر حسب وضعیت تشخیصی gold standard (توافق مشاهده گرها)، با متغیر سه حالتی (عدم وجود پوسیدگی، وجود پوسیدگی و وجود مچ باند) رسم شد. بین version A در تشخیص پوسیدگی، مچ باند و موارد سالم بر حسب وضعیت تشخیصی gold standard ($p = 0.058$) 0.055 ± 0.077 ، بین version B و gold standard ($p = 0.000$) 0.065 ± 0.299 و بین version C و gold standard ($p = 0.000$) 0.066 ± 0.331 بوده است (جدول ۱). بین version A در تشخیص مچ باند بر حسب وضعیت تشخیصی توافقی بین مشاهده گرها (gold standard) ($p = 0.239$) 0.060 ± 0.062 ، بین version B و gold standard ($p = 0.000$) 0.070 ± 0.252 و بین version C و gold standard ($p = 0.000$) 0.071 ± 0.288 بوده است. همچنین بین version A در تشخیص پوسیدگی بر حسب وضعیت تشخیصی توافقی بین مشاهده گرها (gold standard) ($p = 0.047$) 0.090 ± 0.120 ، بین version B و gold standard ($p = 0.000$) 0.092 ± 0.450 و بین version C و gold standard ($p = 0.000$) 0.085 ± 0.491 بوده است (جدول ۲). دقت تشخیصی version C در هر دو مورد تشخیص وجود پوسیدگی و نیز مچ باند بیشتر از دو version دیگر می باشد.

باند و پوسیدگی می باشد. هدف از این مطالعه بررسی کارایی این نرم افزار به ازای سه مقدار آستانه متفاوت (۲۲-۱۲۱) تحت عنوان version A و (۵-۹۸) version B و (۳-۱۰۵) version C می باشد که عدد اول پراتر از سمت چپ نشاندهنده سطح آستانه در نظر گرفته شده برای شناسایی مچ باند و عدد دوم نشاندهنده سطح آستانه در نظر گرفته شده برای تشخیص پوسیدگی می باشد.

مواد و روشها

در این مطالعه تشخیصی ۴۰ کلیشه پانورامیک دیجیتال که توسط دستگاه (SOREDEX-Helsinki-Fin) cranexD در شرایط اکسپوژر kvp ۷۰-۸۰ و ۱۰ میلی آمپر با زمان اکسپوژر ۱۱ ثانیه تهیه شده و در آنها دندانهای پرمولر و مولر با پرکردگی آمالگام Class I و II وجود داشته، انتخاب شده است. این تصاویر توسط نرم افزار DFW با EXPO 20 و sharpness 50% و contrast 50% و 33 enhancement اصلاح گردیده و در فرمت JPEG در دیسک فشرده ذخیره شدند. سپس تصاویر حاصله توسط پرینتر کدک ۵۸۰۰ با فیلم کدک (dry film) با ابعاد ۱۰×۸ به صورت real size fit to page پرینت گرفته شدند.

در این کلیشه ها دندانهای مولر و پرمولر دارای پرکردگی کلاس I, II انتخاب شده (طوری که پرکردگی از مینا گذشته و شامل قسمتی از عاج بوده) و از ۱ تا ۲۳۳ کدگذاری شدند. سپس توسط ۳ رادیولوژیست فک و صورت، ابتدا به طور جداگانه، بر روی view box که با مقوای مشکی به ابعاد ۱۰×۸ از آن جدا گردیده، در محیطی با نور کم مشاهده شدند و نظر خود را در مورد وجود پوسیدگی، وجود اثر مچ باند و عدم وجود پوسیدگی در دندانها ثبت کردند. سپس مجدداً تمام دندانها تحت همان شرایط قبلی view box ولی این بار به طور همزمان توسط هر ۳ مشاهده گر دیده شده و در مورد وجود پوسیدگی، وجود اثر مچ باند و عدم وجود پوسیدگی در دندانها به توافق رسیدند و اطلاعات حاصله ثبت گردید. عدم وجود رادیولوسنسی زیر پرکردگی آمالگام، به منزله عدم وجود پوسیدگی و سالم بودن دندان بوده و در صورت وجود رادیولوسنسی با هر شدتی زیر پرکردگی، ناحیه پرکردگی کاملاً توسط مقوای مشکی پوشانده شد و سپس در مورد وجود پوسیدگی و عدم وجود پوسیدگی اظهار نظر شد. اگر با این کار رادیولوسنسی از بین می رفت، به منزله وجود مچ باند و در صورتیکه رادیولوسنسی

جدول ۱. تعیین ویژگی و حساسیت و ارزش اخباری مثبت و منفی و نسبت درستنمایی مثبت و منفی A, B, C version نرم افزار برای مچ باند

حساسیت	ویژگی	ارزش اخباری مثبت	ارزش اخباری منفی	نسبت درستنمایی مثبت	نسبت درستنمایی منفی
CI 95%	CI 95%	اخباری مثبت	اخباری منفی	درستنمایی مثبت	درستنمایی منفی
Version A	٪۹۴ (۹۰-۹۷)	٪۱۱ (۳-۱۹)	٪۷۷ (۷۲-۸۳)	٪۳۵ (۳۲-۵۸)	۱/۰۵ (۰/۲۲-۱/۴۶)
Version B	٪۷۹ (۷۳-۸۵)	٪۴۷ (۳۴-۶۰)	٪۸۳ (۷۷-۸۹)	٪۴۱ (۲۹-۵۳)	۱/۵۰ (۰/۲۹-۰/۶۶)
Version C	٪۸۲ (۷۶-۸۸)	٪۴۷ (۳۴-۶۰)	٪۸۳ (۷۸-۸۹)	٪۴۵ (۳۲-۵۸)	۱/۵۶ (۱/۲۰-۲/۰۲)

جدول ۲. تعیین ویژگی و حساسیت و ارزش اخباری مثبت و منفی، نسبت درستی مثبت و منفی version A,B,C نرم افزار برای پوسیدگی

حساسیت	ویژگی	ارزش	ارزش	نسبت	نسبت
CI 95%	CI 95%	اخباری مثبت	اخباری منفی	درستی مثبت	درستی منفی
Version A	%۱۳ (۱-۲۷)	%۹۶ (۹۴-۹۹)	%۲۷ (۱-۵۴)	%۹۱ (۸۷-۹۵)	۳/۴۲ (۰/۷۷-۱/۰۶)
Version B	%۵۷ (۳۶-۷۷)	%۹۳ (۸۹-۹۶)	%۴۶ (۲۸-۶۵)	%۹۵ (۹۲-۹۸)	۷/۹۱ (۱۴/۴۹-۴/۳۲)
Version C	%۷۰ (۵۱-۸۸)	%۹۱ (۸۷-۹۵)	%۴۶ (۲۹-۶۲)	%۹۶ (۹۴-۹۹)	۷/۶۹ (۴/۶۳-۱۲/۷۶)

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که روش ارائه شده برای شناسایی اثر مج باند و پوسیدگی در version C نرم افزار از دو version دیگر بهتر بوده است. با توجه به یافته ها، مقدار p-value برای version A نرم افزار معنی دار نبوده ولی برای version B,C نرم افزار معنی دار بوده است. حساسیت version A نرم افزار در شناسایی مج باند از بقیه بالاتر بوده (۹۴٪)، ولی در کل هر سه version نرم افزار دارای حساسیت بالایی در شناسایی مج باند می باشند، در نتیجه تعداد موارد منفی کاذب آنها در تشخیص مج باند کم می باشد. ویژگی version A نرم افزار در شناسایی مج باند بسیار پایین بوده (۱۱٪) ولی ویژگی دو version دیگر در یک حد متوسط (۴۷٪) می باشد که نشان دهنده وجود خطای مثبت کاذب کمتر در آنها نسبت به اولی می باشد. هر سه version نرم افزار ارزش اخباری مثبت بالایی در رابطه با شناسایی مج باند دارند ولی ارزش اخباری منفی آنها متوسط می باشد. نسبتهای درست نمایی version c نرم افزار در شناسایی مج باند از دو version دیگر بالاتر می باشد. در مجموع version C نرم افزار دارای دقت تشخیصی بالاتری در رابطه با مج باند نسبت به دو version دیگر می باشد که دلیل آن می تواند بنا بر ادعای طراحان نرم افزار به خاطر انتخاب سطح آستانه مناسب تر باشد. بدلیل اینکه تاکنون نرم افزاری جهت شناسایی مج باند گزارش نشده، لذا امکان مقایسه آن وجود ندارد. حساسیت version C نرم افزار در شناسایی پوسیدگی از بقیه بالاتر بوده (۷۰٪)، در نتیجه تعداد موارد منفی کاذب آن در شناسایی پوسیدگی کمتر از بقیه می باشد.

هر سه version نرم افزار دارای ویژگی بالایی برای شناسایی پوسیدگی هستند که نشان دهنده وجود تعداد موارد مثبت کاذب کم آنها در تشخیص پوسیدگی است. هر سه version دارای ارزش اخباری منفی بالا و ارزش اخباری مثبت متوسطی می باشند. نسبتهای درست نمایی version C نرم افزار در شناسایی پوسیدگی از دو نرم افزار دیگر بهتر می باشد. در مجموع version C نرم افزار دارای دقت تشخیصی بالاتری در شناسایی پوسیدگی نسبت به دو version دیگر می باشد که دلیل آن می تواند به خاطر انتخاب سطح آستانه مناسب تر برای پوسیدگی باشد. یکی از نرم افزارهایی که تاکنون جهت شناسایی پوسیدگی طراحی شده Logicon Caries Detector (Northrop Grumman Information Technology, Herndon, Va.) می باشد. در مطالعه ای که توسط Behere و همکارانش در سال ۲۰۱۱ جهت

تعیین reliability این نرم افزار در تشخیص پوسیدگیهای عاجی انجام شد (۴)، مقادیر حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی به ترتیب ۱۰۰، ۹۶، ۵۰، ۱۰۰ بوده است که این مقادیر در version C نرم افزار به ترتیب ۷۰، ۹۱، ۴۶، ۹۶ می باشد. خطا در نرم افزار می تواند به دو علت ایجاد شود. یکی مربوط به طراحی نرم افزار بوده و دیگری مربوط به اپراتور باشد. یکی از دلایلی که نرم افزار برخی از دندانهای سالم را دارای مج باند تشخیص می داد، می تواند این باشد که نرم افزار بر اساس تصویری که در کامپیوتر ذخیره شده طراحی شد، ولی توافق مشاهده گرها براساس تصویر پرینت شده روی فیلم بوده است و با توجه به اینکه تفاوت در نمایش تصویر در فیلم پرینت شده نسبت به مانیتور وجود دارد، در بعضی موارد در فیلم، مج باندی مشاهده نشده و سالم تشخیص داده شده، در صورتیکه در مانیتور وجود مج باند قابل شناسایی بوده است.

مطالعات بسیاری تفاوت های معنی داری در دقت تشخیصی پوسیدگی بین مشاهده گره های مختلف را نشان دادند (۷-۵). این تفاوت ممکن است در تجربه، آموزش یا ادراک بصری مشاهده گره های مختلف باشد (۸-۶). طبق مطالعات گذشته دندانپزشکان عمومی که تجربه کمتری در کار با سیستمهای تصویر برداری دیجیتال دارند، می توانند روی کارایی تشخیصی آنها تاثیر داشته باشند. در حالیکه رادیولوژیست ها، بدون توجه به مدالیتی تصویر برداری، بطور معنی داری بهتر از دندانپزشکان عمومی هستند و وجود ضایعات پوسیدگی را با دقت بیشتری تعیین می کنند (۶). لذا جهت به حداقل رساندن تداخل اختلاف نظر مشاهده گره های مختلف از دو متخصص رادیولوژی فک و صورت که عضو هیات علمی و با سابقه و تجربه کاری در این زمینه بودند و یک دستیار رادیولوژی فک و صورت جهت مشاهده رادیوگراف ها استفاده شد. تفاوت نظر مشاهده گره های مختلف در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت، از نظر عدم توافق بین مشاهده گرها، تفاوت معنی داری دیده نشد. به علاوه نظر نهایی در مورد دندانهای مورد بررسی از توافق بین نظرات آنها بدست آمد. در این مطالعه بدلیل نمونه گیری تصادفی، توزیع نمونه ها در گروههای دارای پوسیدگی، دارای اثر مج باند و گروه سالم یکنواخت نبوده، بطوریکه از ۲۳۳ دندان مورد بررسی، ۱۷۸ دندان دارای اثر مج باند و ۲۳ دندان دارای پوسیدگی و ۳۲ دندان سالم بودند. enhancement تصویر و تغییر کنتراست، gamma، brightness و هیسٹوگرام، نمایش تصویر را بوسیله تغییر در اطلاعات دیجیتال در حال نمایش، تغییر می دهد (۱۱-۹). این مطالعه روی تصاویر پانورامیک دیجیتال که توسط نرم افزار DFW با EXPO 20 و

مجدد بوجود می آورد و نیز بدلیل عدم آگاهی برخی از دندانپزشکان از پدیده میچ باند، لذا ارائه روشی برای شناسایی این اثر از پوسیدگی ضروری به نظر می رسد. این نرم افزار می تواند به دندانپزشکان و دانشجویان کمک شایان توجه ای بنماید. پیشنهاد می شود این مطالعه روی تصاویری که تحت شرایط دیگری از expo و sharpness و contrast و enhancement اصلاح گردیده اند نیز انجام شده و نتایج بررسی با مطالعه حاضر مقایسه گردد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بابل و همچنین از زحمات بی دریغ خانم سکینه اسدی و آقای دکتر فرشید علالدینی تقدیر و تشکر به عمل می آید.

sharpness 50% و contrast 50% و enhancement 33 اصلاح گردیده، انجام شده است. دلیل انتخاب این شرایط این بوده که تصویر با کنتراست بهتری حاصل شده که مطلوب دندانپزشکان می باشد و در عین حال میچ باندها مشخص تر می شوند. همچنین در تشخیص پوسیدگی، تصاویر enhance شده نسبت به تصاویر اریجینال، بطور معنی داری دارای دقت بالاتری می باشند (۱۲). بنابراین در enhancement 33 هم میچ باندها مشخص تر و هم تشخیص پوسیدگی با دقت بالاتری انجام می شود. نتایج حاصل از این مطالعه همچنین نشان داد که روش ارائه شده برای شناسایی اثر میچ باند و پوسیدگی در version C نرم افزار بهتر بوده و برای شناسایی اثر میچ باند دارای حساسیت ۸۲٪ و ویژگی ۴۷٪ و برای تشخیص پوسیدگی دارای حساسیت ۷۰٪ و ویژگی ۹۱٪ می باشد. با توجه به اینکه اثر میچ باند در رادیوگرافی بدلیل ایجاد رادیولوسنسی در مرز بین پرگردگی و دندان، مشکلات عدیده ای در تصمیم گیری دندانپزشک جهت درمان

Performance Evaluation of Three Versions of Software Designed to Detect Mach Band Effect

E. Moudi (DDS, MS)¹, S. Haghanifar (DDS, MS)¹, H. Hasanpour (PhD)²,
A. Bijani (MD)³, M. Amouzadeh Omran (DDS, MS)^{4*}

1. Dental Material Research Center, Faculty of Dentistry, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

2. Department of Computer Engineering, University of Shahrood Technology, Shahrood, Iran

3. Non-Communicable Pediatric Disease Research Center, Amirkola Children's Hospital, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

4. Emam Reza Hospital, Amol, Iran

J Babol Univ Med Sci; 15(4); Jul 2013; pp: 70-75

Received: Jun 19th 2012, Revised: Aug 29th 2012, Accepted: Mar 6th 2013.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: In digital panoramic images, amalgam filled teeth may be observed with a radiolucent band called mach band (a visual illusion) which can be confused with secondary caries. The purpose of present study is performance evaluation of three versions of software designed for identification of mach band effect and caries.

METHODS: In this study, 40 digital panoramic images with 233 class I and II amalgam filled posterior teeth were selected. Three observers evaluated these teeth and agreed about the presence or absence of caries and mach band in them. All the cases were evaluated in three versions (A, B, C) of the software

FINDINGS: On the basis of agreement of 3 observers, 178 teeth had mach band, 23 teeth had caries and 32 teeth was normal. Sensitivity, specificity, positive likelihood ratio and negative likelihood ratio in version A for mach band detection was 94%, 11%, 1.05, 0.57 and for version B was 79%, 47%, 1.50, 0.44 and for version C was 82%, 47%, 1.56, 0.38 respectively and in detection of caries for version A was 13%, 96%, 3.42, 0.90 and for version B was 57%, 93%, 7.91, 0.47 and for version C was 70%, 91%, 7.69, 0.33. So, version C was better than others in both detection of mach band and caries.

CONCLUSION: The results of this study indicate that this software can help users in detection of caries and mach band.

KEY WORDS: Digital panoramic images, Mach Band effect, Caries.

*Corresponding Author;

Address: Emam Reza Hospital, Amol, Iran

Tel: +98 121 3274012

E-mail: maryamamouzade@yahoo.com

References

1. Dafner RH. Pseudofracture of the dens: Mach band. *AJR Am J Roentgenol* 1997;128(4):607-12.
2. Berry HM Jr. Cervical burnout and Mach band: two shadows of doubt in radiologic interpretation of carious lesions. *J Am Dent Assoc* 1983;106(5):622-5.
3. Hasanpour H, Moudi E, Sadeghi Gharamelki A: Detection of mach band in dental radiographic images, Department of computer engineer, MA thesis, Sharood, University of Shahrood Technology 2011.
4. Behere RR, Lele SM. Reliability of Logicon caries detector in the detection and depth assessment of dental caries: an in-vitro study. *Indian J Dent Res* 2011;22(2):326.
5. Wenzel A. Dental caries. In: *Oral radiology principles and interpretation*. 5th ed. St Louis: Mosby 2004; pp: 297-313.
6. Syriopoulos K, Sanderink GCH, Velders XL, Vander Stelt PF. Radiographic detection of approximal caries: a comparison of dental films and digital imaging systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29(5):312-18.
7. Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, VavGinkel FC, Vander Stelt PF. The effect of developer age on the detection of approximal caries using three dental films. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28(4):208-13.
8. Syriopoulos K, Sanderink GC, Velders XL, Van Ginkel FC, Van der Stelt PF. The effect of developer age on diagnostic accuracy: a study using assessment of endodontic file length. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28(5):311-15.
9. Analoui M. Radiographic image enhancement. Part I: spatial domain techniques. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30(1):1-9.
10. Analoui M. Radiographic image enhancement. Part II: transform domain techniques. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30(2):65-77.
11. Khan EA, Tyndall DA, Ludlow JB, Caplan D. Proximal caries detection: sirona sidexis versus kodak ektaspeed plus. *Gen Dent* 2005;53(1):43-8.
12. Li G, Yoshiura K, Welander U, Shi XQ, McDavid WD. Detection of approximal caries in digital radiographs before and after correction for attenuation and visual response. An in-vitro study. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31(2):113-6.