

مقایسه کیفیت تشخیصی ساختارهای آناتومیک و کیفیت کلی تصویر با استفاده از روش‌های مختلف پردازش تصاویر پزشکی در رادیوگرافی پانورامیک دیجیتال مستقیم

آرش دباغی^۱، ساناز شریفی^۱، نسیم شمس^۱، سهیلا بیاتی^۱، آرمان فیض^۱، سید آرمان محقی^{۲*}

چکیده

۱-استادیار گروه رادیولوژی دهان و فک و صورت.

۲-دستیار تخصصی رادیولوژی دهان و فک و صورت.

زمینه و هدف: امروزه، اغلب سیستم‌های تصویربرداری دیجیتال انواع مختلفی از تکنیک‌های پردازش تصویر را در دسترس قرار می‌دهند. هدف از این مطالعه کلینیکی بررسی تأثیر روش‌های مختلف پردازش تصویر بر روی کیفیت تشخیصی لندمارک‌های آناتومیک مهم و کیفیت کلی تصویر در رادیوگرافی پانورامیک دیجیتال مستقیم می‌باشد.

روش بررسی: رادیوگرافی‌های پانورامیک به دست آمده از ۴۵ بیمار با روش‌های پردازش 3D Negative, Exponential, Sigmoidal, Sharpen, Shadow و به شکل پردازش نشده توسط ۴ مشاهده‌گر بررسی شدند. مشاهده-گرها به کیفیت تشخیصی لندمارک‌های آناتومیک کف سینوس ماگزیلاری، فضای لیگامان پریودنتال، کورتکس تحتانی مندیبل، DEJ، فضای کانال دندان، الگوی تراکولیشن استخوان، حدود فوقانی و تحتانی کانال مندیبولر و کیفیت کلی تصویر امتیاز دادند. نتایج توسط آزمون‌های آماری فریدمن و ویلکاکسون بررسی شدند. یافته‌ها: بهترین کیفیت تشخیصی برای تمام لندمارک‌های آناتومیک و کیفیت کلی تصویر توسط روش پردازش شارپن (Sharpen) به دست آمد. دومین رتبه پس از آن برای لندمارک‌های کف سینوس ماگزیلاری، فضای کانال دندان و DEJ مربوط به روش Negative و برای کیفیت کلی تصویر، حدود فوقانی و تحتانی کانال مندیبولر، فضای لیگامان پریودنتال، کورتکس تحتانی مندیبل و الگوی تراکولیشن استخوان روش بدون پردازش بود.

نتیجه‌گیری: برای مشاهده لندمارک‌های آناتومیک مورد مطالعه و کیفیت کلی تصویر با بیشترین کیفیت، از پردازش تصاویر با روش شارپن می‌توان بهره گرفت. روش‌های پردازش تصویر باید با توجه به نوع لندمارک آناتومیک مورد مطالعه انتخاب گردند.

کلید واژگان: رادیوگرافی پانورامیک، رادیوگرافی دیجیتال، پردازش تصویر، لندمارک آناتومیک، رادیوگرافی دندان.

۲- گروه رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

* نویسنده مسؤول:

سید آرمان محقی؛ گروه رادیولوژی، دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تلفن: ۰۰۹۸۹۳۵۷۰۲۰۰۱۱

Email: mohagheghi_dds@hotmail.com

مقدمه

سال‌هاست که رادیوگرافی دیجیتال به عنوان یک تکنیک متداول در پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما کاربرد تصویربرداری دیجیتال مستقیم در دندانپزشکی اخیراً مورد توجه قرار گرفته و استفاده آن توسط دندانپزشکان دائماً در حال افزایش است (۱). به همین دلیل شرکت‌های بیشتری در حال تولید نرم‌افزارها و سخت‌افزارهایی برای تصویربرداری دیجیتال مستقیم می‌باشند. واضح است که تشخیص رادیوگرافیک بیماری‌ها، نیازمند توان تشخیصی بالای آناتومی نرمال می‌باشد و از طرفی توان تشخیصی تحت تأثیر کاربرد مورد نظر (برای مثال: تشخیص پوسیدگی، ضایعات پرپودنتال و ایمپلنت)، کیفیت منبع داده و نوع روش پردازش تصویر مورد استفاده می‌باشد (۲).

امروزه تمام سیستم‌های تصویربرداری مستقیم دیجیتال انواع مختلفی از تکنیک‌های پردازش تصویر را در دسترس قرار می‌دهند. به طور کلی روش‌های پردازش تصویر، قابلیت تفسیرپذیری و درک اطلاعات موجود در تصاویر را برای انسان افزایش داده و اطلاعات خام بهتری را برای روش‌های پردازش تصویر اتوماتیک فراهم می‌آورند. هدف اصلی پردازش تصویر، بهبود دادن جنبه‌هایی از یک تصویر است به نحوی که آن را برای یک کاربرد یا یک مخاطب خاص مناسب‌تر و قابل درک‌تر بنماید. در این پروسه، یک یا چند جنبه از تصویر اصلاح می‌شوند. نحوه انتخاب این جوانب و شیوه اصلاح تصاویر بر اساس کاربرد مورد نظر تعیین می‌شود (۲).

تکنیک‌های بسیاری برای پردازش و بهبود یک تصویر دیجیتال بدون تخریب آن وجود دارد. این روش‌ها را می‌توان به طور کلی به دو دسته زیر طبقه‌بندی کرد:

روش‌های دامنه فضایی

۲- روش‌های دامنه فرکانسی

در روش‌های دامنه فضایی، به طور مستقیم با پیکسل‌های تصاویر سر و کار داریم، در حالی که در روش‌های

دامنه فرکانسی، ابتدا تصاویر به حوزه فرکانسی منتقل می‌شوند. روش‌های دامنه فضایی با تغییر در پیکسل‌ها، بر پایه هیستوگرام تعریف می‌شوند. هیستوگرام، توزیع فرکانسی مقادیر پیکسل‌ها (Gray scale) یا به عبارتی مقیاس خاکستری آنها) را بدون توجه به محل آنها، نشان می‌دهد (۳).

در این مطالعه، تمرکز بر روی بررسی پردازش تصویر با استفاده از روش‌های دامنه فضایی می‌باشد.

روش‌هایی که به شکل رایج جهت پردازش تصاویر رادیوگرافی دیجیتال در دندانپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌اند از: Sharpen, Shadow, Negative, Exponential, Sigmoidal و 3D Embossed (۳).

مسأله اینجاست که هیچ مقیاس هدفمندی برای نشان دادن کیفیت مورد نظر تصاویر برای مخاطب انسانی یا برای کاربرد تشخیصی معین وجود ندارد. به عبارت دیگر، ممکن است که تصاویر پردازش‌شده با یک روش در یک حالت به خوبی پاسخگوی نیازهای تشخیصی باشند، در حالی که در سایر موارد دارای کیفیت تشخیصی ناکافی باشند (۳).

تاکنون مطالعات بسیار کمی اثر روش‌های پردازش تصویر را بر روی افزایش کیفیت تصاویر پانورامیک مورد مطالعه قرار داده‌اند. فیلترها، کیفیت کلی تصویر را بهبود بخشیده‌اند، اما مشاهده ساختارهای مهم که در تشخیص موارد پاتولوژی از آناتومی نرمال کمک‌کننده هستند، به میزان کافی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند (۴).

با توجه به آشکار بودن تأثیر روش‌های مختلف پردازش تصویر بر توان مشاهده جزئیات تصویر و تشخیص پاتولوژی‌های مختلف از شرایط نرمال، بر آن شدیم تا توسط یک مطالعه کلینیکی تأثیرات روش‌های مختلف پردازش تصویر را بر روی توانایی تشخیصی لندمارک‌های آناتومیک مهم و کیفیت کلی تصویر مورد بررسی قرار دهیم

زمینه سیاه قرار گرفت. تصاویر به صورت یک سو کور (یعنی بررسی‌کنندگان از نوع فیلتر مورد پردازش آگاه نبودند) به نمایش گذاشته شد. جهت کدبندی تصاویر در هر اسلاید از سیستم کدبندی به وسیله حروف و اعداد استفاده شد. ۳۱۵ تصویر با ترتیب تصادفی در اسلایدها قرار داده شدند.

تصاویر بر روی یک مانیتور ۱۹ اینچی با وضوح ۸۰۰×۱۲۸۰ و صفحه LED بررسی شدند. تمامی متخصصان از یک مانیتور در یک اتاق و با یک نور مشابه جهت بررسی استفاده کردند. فاصله مشاهده‌گر تا مانیتور به صورت ثابت (۵۰cm) در نظر گرفته شد و نور اتاق جهت بررسی کم شده و برای تمام مشاهده‌گران ثابت بود. جهت ارزیابی کیفیت ذهنی تصویر و کیفیت تشخیصی ساختارهای آناتومیک، مشاهده‌گرها به میزان کیفیت کلی تصویر و ساختارهای آناتومیک امتیاز دادند.

ساختارهای آناتومیکی که مورد ارزیابی قرار گرفتند شامل ۷ لندمارک می‌باشند:

۱- کف سینوس ماگزیلاری در سمت چپ (Floor Of Maxillary Sinus or FMS)

۲- فضای لیگامان پیرونتال دندان مولر اول راست ماندیبل (PDL)

۳- کورتکس تحتانی مندیبل در سمت چپ (Inferior Mandibular cortex or IMC)

۴- DEJ دندان مولر اول راست ماگزیلا

۵- فضای کانال دندانی برای دندان مولر اول چپ مندیبل (Root Canal Space or RCS)

۶- الگوی تراپکولیشن استخوان

۷- حدود فوقانی و تحتانی کانال مندیبولر در ناحیه مولر راست

مشاهده‌گرها جهت امتیازبندی از ۳ امتیاز استفاده کردند:

۰=ساختارهای مهم قابل تشخیص نیستند (ضعیف)

تا بتوانیم فیلترها را بر حسب حداکثر سودمندی جهت مشاهده ساختارهای آناتومیک مهم طبقه‌بندی نماییم.

روش بررسی

تصاویر پانورامیک به وسیله دستگاه Cranex D Soredex (Soredex Corporation, Helsinki, Finland) از ۴۵ بیمار به دست آمد.

شرایط ورود به مطالعه

۱- عدم ابتلا به پاتولوژی‌های مخدوش‌کننده ساختارهای آناتومیک مانند: کیست‌ها، تومورها و آسیب‌های ناشی از ضربه

۲- دارا بودن حداقل شش دندان در هر ربع فک پس از تصویربرداری از بیماران، رادیوگرافی‌های به دست آمده توسط نرم‌افزار (DFW) Digora for Windows برای هر بیمار به صورت Original (فیلتر نشده) ذخیره شد. سپس تصاویر توسط نرم‌افزار DFW به ۶ شکل پردازش شدند که عبارت‌اند از: Shadow, Sigmoidal, Exponential, Sharpen و Negative. Embossed 3D

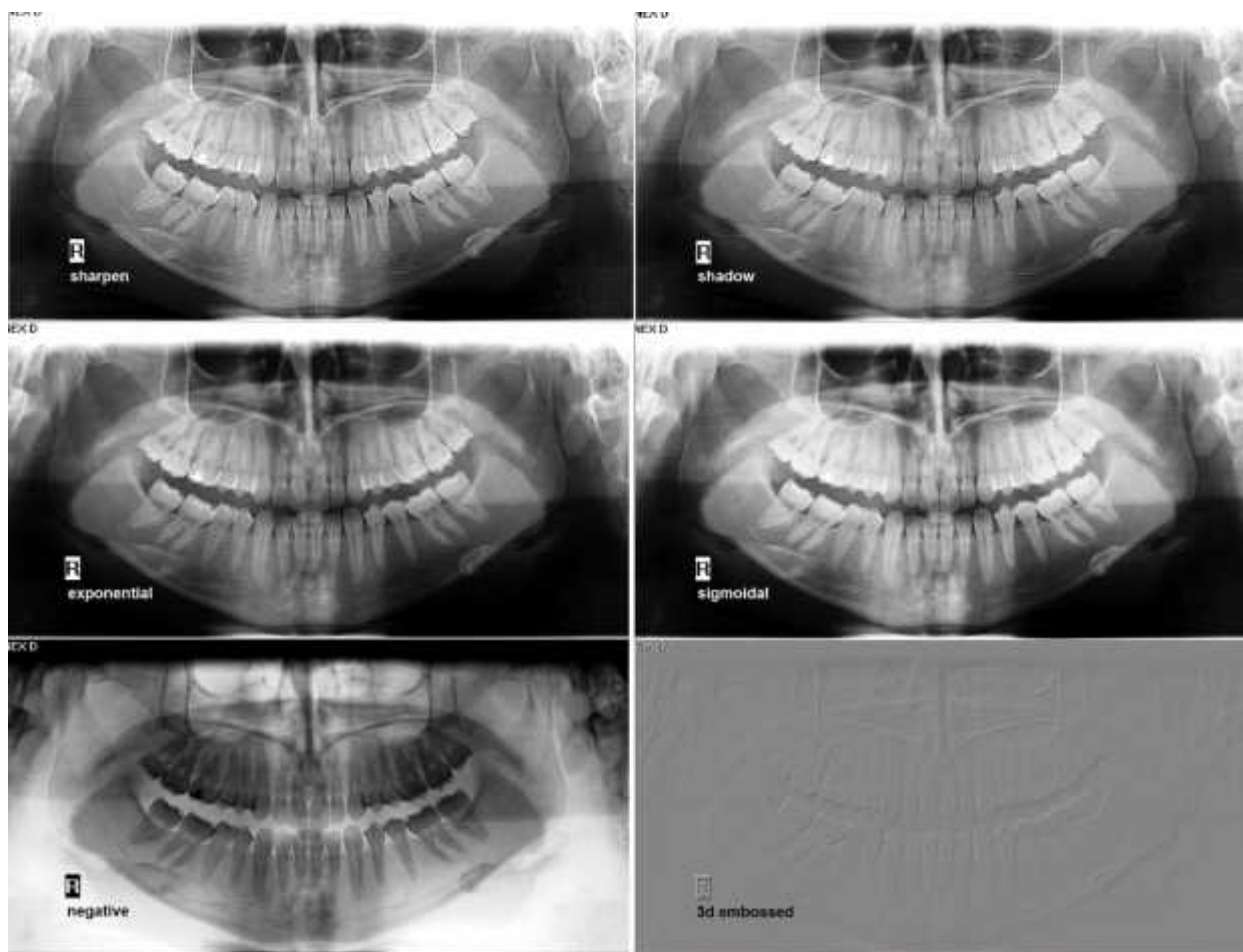
پارامترهای تصویربرداری به صورت ایده‌آل برای هر بیمار با توجه به جنس، سن و پارامترهای فیزیکی بیمار تنظیم گردید. تمام رادیوگراف‌ها به وسیله یک فرد (دستیار تخصصی رادیولوژی فک و صورت) گرفته شد.

نهایتاً برای هر بیمار ۷ تصویر به دست آمد (۶ تصویر پردازش شده و یک تصویر بدون پردازش). سپس تمام تصاویر به صورت غیر فشرده و به فرمت Tiff ذخیره شدند.

۴ نفر از متخصصان رادیولوژی فک و صورت تصاویر را مورد بررسی قرار دادند. تصاویری که به فرمت Tiff ذخیره شده است، وارد نرم‌افزار پاور پوینت 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, Wa) شده و در هر اسلاید یک تصویر پانورامیک در وسط اسلاید با

جهت مقایسه کیفیت تشخیصی ساختارهای آناتومیک و مقایسه کیفیت کلی تصویر از آزمون‌های ناپارامتر ویلکاکسون و فریدمن و جهت بررسی پایایی و توافق بین مشاهده‌گران از ضریب توافق کوهن (Cohen) استفاده شد. آنالیز داده‌ها به روش‌های ذکر شده با استفاده از نسخه ۲۱ نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

۱=ساختارهای مهم قابل تشخیص هستند، اما می‌توانند به شکل بهتری مشاهده شوند (متوسط)
 ۲=ساختارهای مهم به شکل ایده‌آل قابل مشاهده هستند (عالی)
 در نهایت اطلاعات به دست آمده حاصل از مشاهده متخصصان با توجه به سیستم کدبندی تصاویر وارد فرم‌های از پیش تهیه شده در نرم‌افزار Excel شد و سپس به نرم‌افزار SPSS انتقال یافت.



شکل ۱: تصاویر پانورامیک تهیه شده مربوط به یک بیمار که با ۶ فیلتر مورد مطالعه پردازش شده اند

يافته‌ها

Negative، تصاوير پردازش نشده، فيلترهاي 3D Exponential، Sigmoidal و Shadow Embossed از نظر امتيازات در جايگاه دوم به بعد قرار دارند.

در مورد حدود فوقاني و تحتاني كانال منديبولر، تصاوير پردازش نشده، فيلترهاي Exponential، Sigmoidal، Negative و Shadow 3D Embossed به ترتيب بهترين امتيازات را پس از روش شارپن كسب نموده و در پايان بالاترين امتياز از نظر مشاهده الكوى ترابكوليشن استخوان و كيفيت كلئى تصوير مربوط به روش شارپن و پس از آن به ترتيب: تصاوير پردازش نشده، فيلترهاي Exponential، Sigmoidal، Negative و Shadow 3D Embossed مي‌باشد.

نتيجه مقايسه تصاوير پردازش نشده و پردازش شده با انواع مختلف فيلترها به صورت دو به دو با استفاده از آزمون ويلكاكسون به تفكيك لندماركها به شرح زير مي‌باشد. p کمتر از $0/05$ از نظر آمارى معنادار در نظر گرفته شده است.

كف سينوس ماگزىلارى

در تشخيص اين ساختار، كيفيت تشخيصى تصاوير پردازش شده با فيلتر شارپن به طور معنادارى بهتر از تصاوير پردازش شده با فيلترهاي Shadow، Sigmoidal، Exponential و 3D Embossed تصاوير پردازش نشده است ($p < 0/05$). همچنين تصاوير پردازش شده با فيلتر Negative در رتبه دوم از نظر تشخيص لندمارك FMS به طور معنادارى بهتر از تصاوير پردازش شده با فيلترهاي Sigmoidal ($p = 0/004$)، Exponential ($p = 0/000$) و 3D Embossed ($p = 0/000$) و تصاوير پردازش نشده ($p = 0/000$) بوده و علاوه بر اين پردازش تصاوير با فيلتر Shadow باعث بالاتر رفتن كيفيت تشخيصى آنها نسبت به تصاوير پردازش شده با

امتيازات مربوط به تصاوير به دست آمده از هر بيمار با روش‌هاي مختلف پردازش و بدون پردازش با استفاده از روش‌هاي آناليز آمارى ناپارامتر فريدمن (Friedman) و ويلكاكسون (Wilcoxon matched-pairs signed rank test) توسط نرم‌افزار SPSS آناليز شدند تا مشخص شود، بهترين فيلترها از نظر كيفيت تشخيص هر لندمارك کدامند و آيا تفاوت معنادارى بين تصاوير پردازش شده با فيلترهاي مختلف و با تصاوير پردازش نشده از نظر كيفيت تشخيص هر لندمارك وجود دارد، يا خير.

نمودار 1-الف: نتايج مقايسه و رتبه‌بندي تصاوير پردازش شده با فيلترهاي مختلف و تصاوير پردازش نشده از نظر قدرت تشخيصى با استفاده از آزمون فريدمن را به تفكيك لندمارك‌هاي آناتوميك نشان مي‌دهد. بر طبق ميانگين امتيازات كسب شده در آناليز فريدمن توسط روش-هاي مختلف پردازش براي لندمارك‌هاي مختلف مي‌توان گفت كه براي تمامي لندماركها، بالاترين امتياز كسب شده مربوط به روش شارپن مي‌باشد. پس از آن براي كف سينوس ماگزىلارى به ترتيب فيلترهاي Negative، Shadow، تصاوير پردازش نشده و فيلترهاي Exponential، Sigmoidal و 3D embossed بهترين امتيازات را كسب نمودند. اين ترتيب براي فضاي ليگامان پريودنتال مربوط به تصاوير پردازش نشده، فيلترهاي Sigmoidal، Shadow، Exponential و 3D Embossed و Negative بوده و براي كورتكس تحتاني منديبل عبارت است از: تصاوير پردازش نشده، فيلترهاي Sigmoidal، Shadow، Negative، 3D Embossed و Exponential. همچنين بالاترين امتياز براي DEJ پس از روش شارپن به ترتيب به فيلترهاي Negative، Exponential، تصاوير پردازش نشده، فيلترهاي Sigmoidal، Shadow و 3D Embossed تعلق گرفته و براي فضاي كانال دندانى به ترتيب فيلترهاي

فیلترهای Shadow و Negative معنادار است ($p < 0/05$).

DEJ دندان مولر اول راست ماگزیلا

کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلتر Sharpen به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با تمامی فیلترها به جز Negative و تصاویر پردازش نشده می باشد ($p < 0/05$). همچنین کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلترهای Exponential, Sigmoidal, Negative و تصاویر پردازش نشده به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلترهای Shadow و 3D Embossed است ($p < 0/05$).

فضای کانال دندانی برای دندان مولر اول چپ

ماندیل

کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلتر Sharpen به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با هر یک از فیلترها و تصاویر پردازش نشده می باشد ($p < 0/05$). در رتبه‌ی دوم کیفیت تشخیصی، تصاویر پردازش شده با فیلتر Negative به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با سایر فیلترها (به جز Sharpen و تصاویر پردازش نشده) می باشند ($p < 0/05$). تصاویر پردازش شده با فیلترهای Shadow, Sigmoidal و Exponential به طور معناداری دارای کیفیت تشخیصی بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلتر 3D Embossed بوده‌اند ($p = 0/00$) و کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش نشده به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلترهای Shadow ($p = 0/006$), Exponential ($p = 0/014$) و 3D Embossed ($p = 0/00$) می باشد.

الگوی تراکولیشن استخوان

کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلتر Sharpen به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلترهای Shadow, Exponential, 3D Embossed

فیلترهای Exponential ($p = 0/016$) و 3D Embossed ($p = 0/00$) به طور معنادار می شود. در پایان کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش نشده و تصاویر پردازش شده با فیلترهای Sigmoidal و Exponential به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلتر 3D Embossed می باشد ($p < 0/05$).

فضای لیگامان پرپودنتال دندان مولر اول راست

ماندیل

کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلتر Sharpen به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با همه فیلترها به جز Sigmoidal و تصاویر پردازش نشده می باشد ($p < 0/05$). در حالی که کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلتر Sigmoidal به نوبه خود به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلتر Negative است ($p = 0/028$). از طرفی تصاویر پردازش نشده به طور معناداری کیفیت تشخیصی بهتری از تصاویر پردازش شده با فیلترهای 3D Embossed ($p = 0/009$) و Negative ($p = 0/018$) دارند.

کورتکس تحتانی ماندیل

از دیدگاه کیفیت تشخیصی این لندمارک، تصاویر پردازش شده با فیلتر Sharpen به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با تمامی فیلترها و تصاویر پردازش نشده می باشد ($p < 0/05$). و تصاویری که با فیلترهای Shadow و Sigmoidal مورد پردازش قرار گرفته‌اند به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلتر Exponential از نظر لندمارک فوق تشخیص داده شدند ($p = 0/046, p = 0/001$). کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلترهای 3D Embossed و Negative و تصاویر پردازش نشده به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلترهای Sigmoidal و Exponential بوده است و علاوه بر آن تفاوت فیلترهای 3D Embossed و تصاویر پردازش نشده به ترتیب با

(p=۰/۰۴۰).

کیفیت کلی تصویر

کیفیت کلی تصاویر پردازش شده با فیلترهای Sigmoidal ، Sharpen و تصاویر پردازش نشده به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلترهای 3D Embossed، Shadow و Negative بوده (۰/۰۵ < p) و تصاویر پردازش شده با فیلتر Exponential از این نظر به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلترهای Shadow (p=۰/۰۲۶) و 3D Embossed (p=۰/۰۱۲) می باشند. در پایان بین تصاویر پردازش شده با فیلتر Negative و تصاویر پردازش شده با فیلترهای Sigmoidal (p=۰/۰۲۱) و 3D Embossed (p=۰/۰۱۴) تفاوت معناداری از نظر برتری کیفیت تشخیصی وجود دارد.

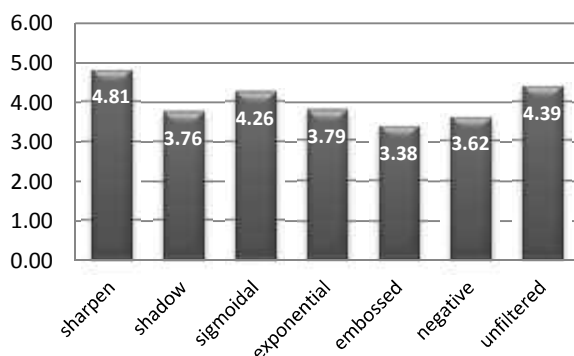
با توجه به نتایج هیچ تفاوت معناداری بین سایر زوج فیلترها یافت نشد (p>۰/۰۵). ضرایب توافق بین مشاهده گرها بین متوسط (۰/۴۳۱۴۸) و قابل قبول (۰/۷۴۵۳۷) متغیر می باشد.

Negative بوده (p=۰/۰۰) در حالی که تصاویر پردازش نشده از نظر تشخیص این لندمارک به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلترهای Shadow، 3D Embossed و Negative می باشد (p=۰/۰۰). همچنین کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلترهای Negative و Exponential، Sigmoidal، Shadow به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلتر 3D Embossed است (p=۰/۰۰).

حدود فوقانی و تحتانی کانال مندیبولر

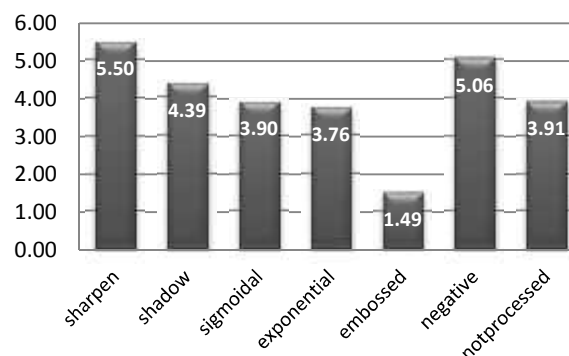
کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلتر Sharpen به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلترهای Shadow، Sigmoidal، 3D Embossed و Negative می باشد (p<۰/۰۵) از طرفی کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلترهای Exponential و Negative و تصاویر پردازش نشده به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلترهای Shadow و 3D Embossed بوده (p<۰/۰۵) و کیفیت تشخیصی تصاویر پردازش شده با فیلتر Sigmoidal به طور معناداری بهتر از تصاویر پردازش شده با فیلتر 3D Embossed است

Mean Ranks

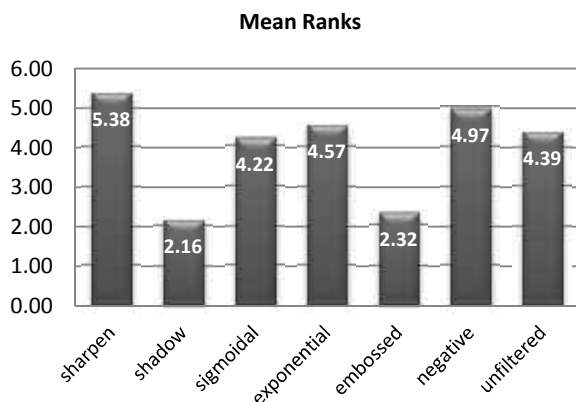


ب- فضای لیگامان پریدنتال دندان مولر اول راست ماندیبل (PDL)

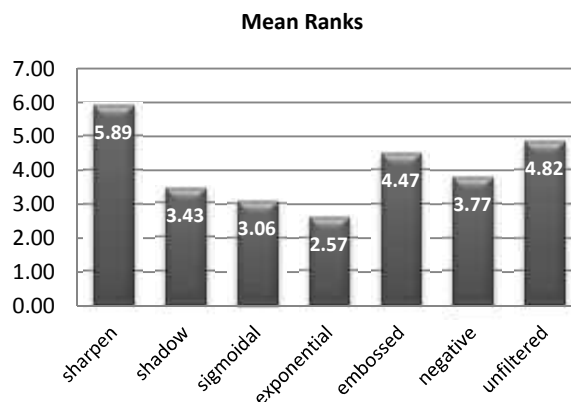
Mean Ranks



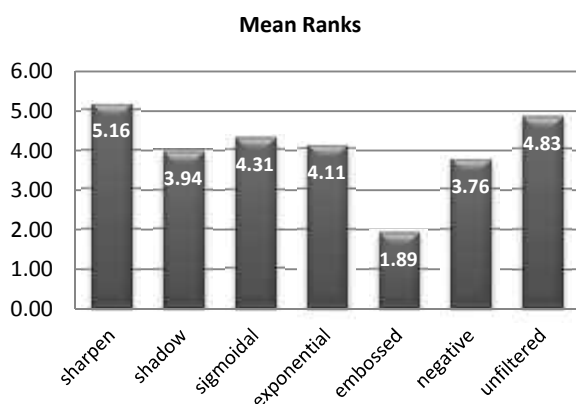
الف- کف سینوس ماگیلاری در سمت چپ (FMS)



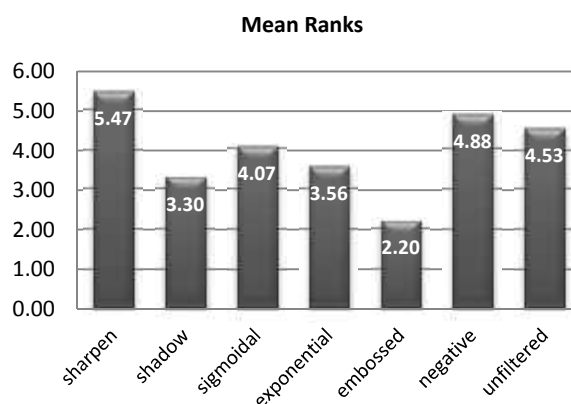
د- دندان مولر اول راست ماگزینا



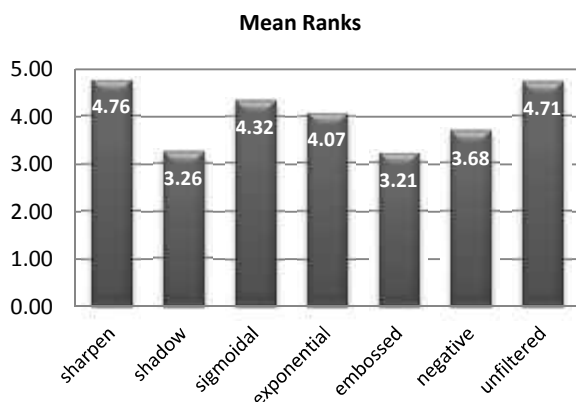
ج- کورتکس تحتانی ماندیل در سمت چپ (IMC)



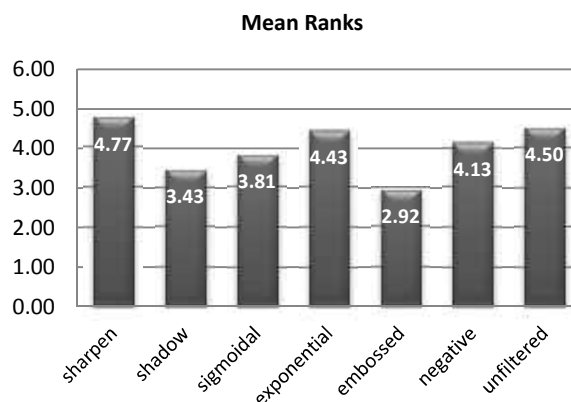
و- الگوی تراپکولیشن استخوان (Trabecular Pattern)



ه- فضای کانال دندانی برای دندان مولر اول چپ ماندیل (RCS)



ط- کیفیت کلی تصویر (Overall Image quality)



ی- حدود فوقانی و تحتانی کانال مندیولر (IAC)

نمودار ۱: رتبه‌بندی تصاویر پردازش شده با فیلترهای مختلف و تصاویر پردازش نشده از نظر قدرت تشخیصی به تفکیک لندمارک

آناتومیک

بحث

حدود فوقانی و تحتانی کانال مندیولر و کیفیت کلی تصویر مورد مشاهده قرار گرفت. نتایج امتیازات کسب شده توسط هر فیلتر برای لندمارک‌های آناتومیک ذکر شده توسط آزمون‌های آماری ویلکاکسون و فریدمن مورد بررسی قرار گرفت و در مورد تمام لندمارک‌ها و همچنین کیفیت ذهنی تصاویر فیلتر شارپن امتیاز بالاتری نسبت به سایر فیلترها و تصاویر پردازش نشده به دست آورد.

نتایج مطالعه حاضر مشابه نتایج مطالعه باکسی (Baksi) و همکاران می‌باشد که فیلترهای مشابهی را در رادیوگرافی پانورامیک جهت مشاهده لندمارک‌هایی به کار گرفته و به نتایج مشابهی رسیدند، البته در مطالعه حاضر نسبت به مطالعه باکسی دو لندمارک الگوی تراپکولیشن استخوان (Trabecular Pattern) و حدود فوقانی و تحتانی کانال مندیولر (IAC) اضافه شدند که از نکات برتری مطالعه ما حاضر می‌باشد.

آنچه مشخص است، این است که توانایی سیستم‌های تصویربرداری دیجیتال برای بازسازی ساختارهای آناتومیک تحت تأثیر Degradation غیر قابل اجتناب اطلاعات موجود در تصویر قرار می‌گیرد که این مسأله منجر به Blurring، افزایش صدا و کاهش کنتراست می‌شود (۵).

در مشاهده ساختارهای Low Contrast دو فاکتور فیزیکی نقش اصلی دارند: Spatial Resolution و Low Contrast Detectability (۵). چنانچه می‌دانیم Spatial Resolution رادیوگرافی دیجیتال کمتر از کانونشال است (۶) و همچنین در رادیوگرافی دیجیتال Noise افزایش می‌یابد (۳). با توجه به این نکات توانایی مشاهده جزئیات در نواحی Low Contrast پایین بوده و هر چه اندازه ناحیه مورد نظر کوچکتر باشد، تشخیص آن سخت‌تر می‌شود (۷).

با توجه به نکات گفته شده استنتاج حاصله از تحقیق ما قابل توجه می‌باشد. فیلتر شارپن رتبه بالاتری برای ساختارهای Low Contrast به دست آورد. از طرف

روش‌های پردازش تصویر با هدف تشخیص بهتر در تکنولوژی دیجیتال به کار گرفته می‌شوند. اساس این روش‌ها تغییر یک یا تعدادی از ویژگی‌های تصویر می‌باشد و با توجه به هدف تشخیصی مد نظر، نوع فیلتر انتخاب می‌گردد تا کیفیت تشخیصی تصاویر افزایش یابد. در واقع با هدف ارتقای قدرت تشخیصی رادیوگرافی‌های دیجیتال، فیلترهای مختلف در این تکنولوژی به کار گرفته شده است. ولی تا امروز مطالعات جامعی که به نتیجه‌گیری کلی در مورد استفاده از فیلترها منجر شوند، انجام نشده است. شاید کاربرد سلیقه‌ای فیلترها و نبودن معیار مشخص برای بهبود کیفیت تصویر از موانع موجود در تعمیم نتایج مطالعات اندک انجام شده و گزارش‌های کاربران باشد. در مطالعات اندکی هم که صورت گرفته‌اند، بیشتر از روش‌های Enhancement استفاده شده است و کاربرد جامع فیلترها در رادیوگرافی‌های پانورامیک کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

نظر به اینکه تشخیص لندمارک‌های آناتومیک از ارزنده‌ترین اهداف نمای رادیوگرافی پانورامیک ایده‌آل می‌باشد، در مطالعه حاضر به بررسی کیفیت تشخیصی لندمارک‌های آناتومیک و کیفیت کلی تصویر با استفاده از روش‌های مختلف پردازش تصویر پرداخته شده است. ۴۵ بیمار انتخاب شدند، از آنها نمای پانورامیک به صورت دیجیتال تهیه شد و در مجموع هفت تصویر از هر بیمار شامل تصاویر پردازش نشده و پردازش شده با فیلترهای Exponential, Sigmoidal, Sharpen, Shadow Negative و 3D Embossed توسط ۴ مشاهده‌گر جهت بررسی لندمارک‌های کف سینوس ماگزیلاری در سمت چپ، فضای لیگامان پرپودنتال دندان مولر اول راست مندیبل، کورتکس تحتانی مندیبل در سمت چپ، DEJ دندان مولر اول راست ماگزایلا، فضای کانال دندانی برای دندان مولر اول چپ مندیبل، الگوی تراپکولیشن استخوان،

فیلتر شارپن هیچ اثر قابل توجهی بر روی تصاویر پانورامیک CCD-based ندارد (۲).

در مطالعه‌ای که توسط یالسینکایا (Yalcinkaya) و همکاران انجام شد، از الگوریتم ویژه‌ای برای بهتر نمودن تصاویر پانورامیک استفاده شد که اختلال‌های با فرکانس بالا را کاهش می‌داد و آنها نتیجه گرفتند که این روش هیچ مزیتی بر رادیوگرافی با فیلم در تشخیص لندهمارک‌های آناتومیک ندارد. هرچند نتیجه مطالعه آنها برخلاف نتیجه مطالعه حاضر است، با توجه به اینکه از الگوریتم متفاوتی جهت بهتر کردن تصاویر استفاده کرده‌اند، تعمیم آن به کلیه تصاویری که از فیلتر شارپن با الگوریتم استاندارد استفاده کرده‌اند، صحیح نبوده است و از آنجا که محقق در واقع طبیعت عملکرد تقویت را به طور کامل مورد استفاده قرار نداده، نمی‌توان نتایج آن را روی نتیجه‌گیری سایر مطالعه‌ها اثرگذار فرض نمود (۱۲).

همچنین آکارسلان (Akarslan) و همکاران جهت مقایسه دقت تشخیصی تصاویر پانورامیک دیجیتال فیلتر شده با فیلتر نشده در ارزیابی ضایعات پوسیدگی در دندان‌های خلفی مطالعه‌ای با استفاده از فیلترهای شارپن، Embossed و Smooth انجام دادند (۴). در نتایج بررسی آنها تصاویر پردازش شده نسبت به تصاویر پردازش نشده از دقت تشخیصی بالاتری برخوردار بود که مشابه با بررسی حاضر است. هرچند که آنها لندهمارک‌های آناتومیک را بررسی نکردند، ولی با توجه به اینکه تشخیص DEJ در شناسایی پوسیدگی‌های پروگزیمال نقش با اهمیتی دارد، می‌توانیم نتایج مطالعه آنها را با مطالعه حاضر هماهنگ بخوانیم. البته بالاترین دقت تشخیصی در کشف پوسیدگی‌های پروگزیمال در مطالعه آنها مربوط به روش پردازش 3D Embossed بود که شاید این نتیجه‌گیری به علت هدف متفاوت مطالعه آنها با مطالعه حاضر بوده است. در مطالعه حاضر هم فیلتر 3D Embossed در مجموع از امتیاز بالایی برخوردار می‌باشد.

دیگر این فیلتر در نواحی High Contrast هم نسبت به تمام فیلترهای دیگر بالاترین امتیاز را دارا می‌باشد. در واقع در تمام مطالعات پیش هم همانگونه که گفتیم با توجه به این مهم که هدف، دستیابی به تصاویر ایده آل برای تشخیص لندهمارک‌های آناتومیک مورد توجه می‌باشد، استفاده از فیلترها به عنوان یک Modification که احتمالاً توانایی بهینه‌سازی تصویر را دارا می‌باشد، مورد مطالعه قرار گرفت. در مطالعه ویسمان (Weisemann) و همکاران (۸) به بررسی تأثیر توزیع پیکسل‌ها در هیستوگرام بر وضوح لندهمارک‌های آناتومیک در سفالوگرام‌های تهیه شده با سفسر حساس به نور (PSP) پرداخته شد و نتایج مشابهی به دست آمد. در مطالعه مذکور از تغییرات هیستوگرام در رادیوگرافی‌های سفالومتری استفاده شد و به این نتیجه رسیدند که این تغییرات تأثیر قابل توجهی بر توانایی مشاهده لندهمارک‌های آناتومیک دارد (۸).

هرچند در این زمینه تناقضاتی نیز وجود دارد، طبق تحقیق آنالویی (Analoui) و همکاران آزمایش‌های Psychological نشان می‌دهند که تصاویر فتوگرافیک و رادیوگرافیک با لبه‌های تقویت شده غالباً برای سیستم بینایی انسان خوشایندتر از تصاویر اصلی و پردازش نشده هستند (۹) ولی میزان آن برای افراد مختلف و از هر مشاهده‌گری به مشاهده‌گر دیگر متفاوت است. لذا مدرک مستندی برای سودمند بودن کاربرد آنها به دست نیامده است (۱۰).

در بررسی ونزل (Wenzel) و هینز (Hintze) بر روی استفاده از فیلترها در رادیوگرافی‌های داخل دهانی، چنین نتیجه گرفته شد که استفاده از فیلتر شارپن جهت شناسایی بهتر لندهمارک‌های آناتومیک، ضایعات استخوانی و پوسیدگی کمک قابل توجهی ارائه می‌دهد (۱۱). هرچند مطالعه آنها بر روی رادیوگرافی‌های داخل دهانی صورت گرفته بود، ولی نتایج آن با مطالعه حاضر همخوانی دارد، البته تناقضاتی هم در این زمینه وجود دارد. برای مثال گیبلس (Gijbels) و همکاران گزارش کردند که استفاده از

ساختارهای دارای High Spatial Frequency در تصاویر دیجیتال جزئیات ظریف تصویر را بازسازی می‌کنند، مثل تراکولهای استخوانی (۱۶). جهت مشاهده بهتر ساختارهای High Spatial Frequency باید کانتورهای آنها بهتر شوند (۱۶) و چنان‌که در مطالعه ما هم همین نتیجه حاصل شد و فیلتر شارپن بهترین فیلتر کاربردی برای این منظور است. در مطالعه ما مقام دوم برای DEJ، کف سینوس ماگزیلاری و RCS مربوط به فیلتر Negative بود که شاید علت آن را اینگونه بتوان بیان کرد که چشم انسان به تغییرات کم روشنایی در مناطق تیره حساس‌تر از مناطق روشن است. در نتیجه تصویر معکوس باعث تجسم واضح مرزهای با وضوح کمتر می‌شود. در مطالعه باسکی هم برای تشخیص DEJ، فیلتر Negative مقام دوم را به دست آورد. به هرحال با توجه به غیرمعارف بودن نمای Negative نسبت به تصاویر مشاهده شده روزانه برای مشاهده‌گر، شاید توجه به‌خصوصی به آن جلب شده و دقت بیشتری برای کشف لندمارکها در تصاویر حاصله به کار گرفته شده است (۵).

از جمله تفاوت‌های نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه باسکی امتیاز بالاتر فیلتر 3D Embossed در تحقیق ما بود که شاید در این مورد بتوانیم به گسترش زیاد و پیشرفت قابل توجه و سریع تکنولوژی 3D در طی چند سال گذشته اشاره کنیم که در نتیجه آن مشاهده‌گر به گونه دقیق‌تری نسبت به سال‌های گذشته در نماهای سه بعدی قادر به تشخیص جزئیات است. به هر حال در مطالعه آنها همانند مطالعه حاضر نقش مؤثر فیلترها، خصوصاً فیلتر شارپن در تشخیص لندمارک‌های آناتومیک تأیید شده است. شاید یکی از علل نتایج متناقض از گذشته تاکنون وجود سایه‌های متعدد بافت نرم در تصویر پانورامیک و انتخاب اشتباه الگوریتم‌ها و فیلترهای پردازش به کار گرفته شده بوده است (۲، ۱۷).

نتایج مطالعه ما مشابه مطالعه باسکی و همکاران می‌باشد. آنها نیز با هدف ارزیابی تأثیر فیلترهای مختلف پردازش تصویر بر توانایی مشاهده لندمارک‌های آناتومیک در رادیوگرافی پانورامیک تحقیقی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که در تمامی لندمارک‌ها فیلتر شارپن بهترین تأثیر را در توانایی مشاهده لندمارک‌ها دارا می‌باشد (۵). به علاوه، تشخیص جزئیات ظریف آناتومیک در رادیوگرافی‌های PSP-Based تهیه شده از Chest به اثبات رسیده است (۱۳). در مطالعه ما همانند مطالعه baksi پردازش با روش‌های Exponential و Sigmoidal در تصاویر پانورامیک عملکرد مشابهی در بهبود تشخیص ساختارهای آناتومیک و کیفیت کلی تصویر نشان دادند.

تغییرات کنتراست توسط تنظیمات غیرخطی LUT، بعد از فیلتر sharpen، امتیاز برجسته‌ای در تشخیص جزئیات Low Contrast و کیفیت کلی تصویر به همراه داشت [۵]. از آنجا که مطالعات قبلی در این زمینه صورت نگرفته است امکان مقایسه وجود ندارد ولی کاربرد تنظیمات غیرخطی در LUT باعث بهبود قابل توجهی در Contrast Enhancement رادیوگرافیهای Chest و اندامها شده است (۱۴).

تغییرات کلی کنتراست و Brightness توسط تنظیمات LUT در تشخیص بهتر ساختارهای High Contrast و DEJ نقش مؤثری نداشته و این تغییرات در مشاهده بهتر ساختارهایی که به آسانی دیده می‌شوند بی تأثیر هستند. همچنین در مشاهده DEJ به عنوان یک ساختار با High Spatial Frequency از تنظیمات LUT سودی نمی‌بریم زیرا عملکرد این تنظیمات بر اساس Global Process است. در Global Process، در همه پیکسل‌ها تغییر یکسانی صورت گرفته و در نتیجه تغییرات هر پیکسل باعث تفاوتی بین پیکسل‌های همسایه نمی‌شود و در تشخیص جزئیات بهبودی صورت نمی‌گیرد (۱۵).

نتیجه گیری

کیفیت تشخیصی تصاویر شود. بنابراین توانایی استفاده درست از فیلترها با توجه به هدف از بررسی رادیوگرافی‌ها در تشخیص بهتر تصاویر پانورامیک حائز اهمیت است و مطالعات بیشتری درباره تأثیر پردازش تصاویر در تفسیر ضایعات لازم است.

قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز است که با حمایت مالی این دانشگاه انجام شده است. بدین وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود و همکاران را اعلام می‌دارم.

بر طبق نتایج مطالعه حاضر، استفاده از روش پردازش شارپن جهت بهبود تصاویر دیجیتال باعث کسب بالاترین امتیاز برای مشاهده تمامی لندمارک‌های آناتومیک و کیفیت کلی تصویر شد. بنابراین جهت مشاهده تصاویر پانورامیک دیجیتال پردازش و بهینه‌سازی تصاویر با روش پردازش شارپن جهت بهبود مشاهده لندمارک‌های آناتومیک و کیفیت کلی تصویر پیشنهاد می‌گردد. با توجه به بررسی‌های انجام شده واضح است که پردازش تصاویر پانورامیک با فیلترهای مختلف الزاماً منجر به بهبود آنها نشده است، بلکه انتخاب اشتباه الگوریتم‌ها و فیلترها ممکن است که منجر به کاهش

منابع

- 1-Wenzel A, Moystad A. Experience of Norwegian general dental practitioners with solid state and storage phosphor detectors. *Dentomaxillofac Radiol* 2001 Jul; 30(4): 203-8.
- 2-Gijbels F, De Meyer AM, Bou Serhal C, Van den Bossche C, Declerck J, Persoons M, 'et al'. The overall image quality of direct digital and conventional panoramic radiography. *Clin Oral Investig* 2000 Sep; 4(3): 162-7.
- 3-Molander B, Grondahl HG, Ekestubbe A. Quality of film-based and digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004 Jan; 33(1): 32-6.
- 4-Akarlan ZZ, Akdevelioglu M, Gungor 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.
- 5-Baksi BG, Alpoz E, Sogur E, Mert A. Perception of anatomical structures in digitally filtered and conventional panoramic radiographs: a clinical evaluation. *Dentomaxillofac Radiol* 2010 Oct; 39(7): 424-30.
- 6-White SC, Pharoah MJ, editors. *Oral Radiology Principles and Interpretation*. St. Louis, Missouri: Mosby; 2009. P. 78-99.
- 7-Angelopoulos C, Bedard A, Katz JO, Karamanis S, Parissis N. Digital panoramic radiography: An overview. *Semin Orthod* 2004; 10: 194-203.
- 8-Weisemann R, Scheetz J, Silveira A, Farman T, Farman A. Effect of Pixel Histogram Distribution on Perceived Anatomical Landmark Clarity of Photostimulable Phosphor Cephalograms. *Int J CARS* 2006; 1(2): 97-103.
- 9-Analoui M. Radiographic image enhancement: Part I: spatial domain techniques. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30: 1-9.
- 10-Lehmann TM, Troeltschl E and Spitzerl K. Image processing and enhancement provided by commercial dental software programs. *Dentomaxillofac Radiology* 2002; 31: 264 - 272.
- 11-Wenzel A, Hintze H. Perception of image quality in direct digital radiography after application of various image treatment filters for detectability of dental disease. *Dentomaxillofac Radiol* 1993 Aug; 22(3): 131-4.
- 12-Yalcinkaya S, Kunzel A, Willers R, Thoms M, Becker J. Overall image quality of digitally filtered radiographs acquired by the Durr Vistascan system compared with conventional radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006 May; 101(5): 643-51.
- 13-Prokop M, Schafer-Prokop CM. Storage phosphor radiography. *Eur Radiol* 1997; 7: 58-65.
- 14-Bonciu C, Razaee MR, Edwards W. Enhanced visualization methods for computed radiography images. *J Digit Imaging* 2006; 19: 187-196.
- 15-Davidson RA. Radiographic contrast-enhancement masks in digital radiography. PhD Doctorate Thesis, University of Sydney, Australia, 2006.
- 16-Prokop M, Schafer-Prokop CM. Digital image processing. *Eur Radiol* 1997; 7: 73-82.
- 17-Ramesh A, Tyndall DA, Ludlow JB. Evaluation of a new digital panoramic system: a comparison with film. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30: 98-100.

Comparison of Different Medical Image Processing Techniques on Perception of Anatomical Structures and Overall Image Quality in Direct Digital Panoramic Radiographs

Arash Dabaghi¹, Sanaz Sharifi¹, Nasim Shams¹, Soheyla Bayati¹, Arman Feiz¹,
Seyed Arman Mohagheghi^{2*}

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:
Seyed Arman Mohagheghi;
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
Tel: +989357020011
Email: mohagheghi_dds@hotmail.com

Abstract

Background and Objective: Recently, most digital imaging systems provide the option of image post-processing with different techniques. This clinical study aims to compare these techniques on perception of anatomical structures and overall image quality in direct digital panoramic radiographs.

Subjects and Methods: Panoramic radiographs were acquired from 45 patients. The original and the processed images using shadow, sharpen, sigmoidal or exponential, Negative and 3D embossed filters were assessed by 4 observers and scored for perception of the floor of maxillary sinus, dentino enamel junction, root canal space, periodontal ligament space, inferior mandibular cortex, bone trabecular pattern, inferior alveolar canal and overall image quality. The results were statistically analyzed using Friedman and Wilcoxon tests.

Results: The best diagnostic quality in all anatomical structures and overall image quality was obtained using sharpen processing method. The negative filter earned the second place in floor of maxillary sinus, dentine -enamel junction and root canal space. The original images provided the second best diagnostic quality in periodontal ligament space, inferior mandibular cortex, bone trabecular pattern, inferior alveolar canal and overall image quality.

Conclusions: To perceive the anatomical structures and overall image quality the sharpened image processing method is recommended. It should be noted that the processing techniques should be chosen carefully considering the anatomical structure that is being studied.

Keywords: Panoramic radiography, Digital radiography, Image processing, Dental radiography, Anatomic landmark.

Please cite this paper as:

Dabaghi A, Sharifi S, Shams N, Bayati S, Feiz A, Mohagheghi SA. Comparison of Different Medical Image Processing Techniques on Perception of Anatomical Structures and Overall Image Quality in Direct Digital Panoramic Radiographs. *Jundishapur Sci Med J* 2014;13(4):375-387

Received: Nov 16, 2013

Revised: Mar 20, 2014

Accepted: May 15, 2014