

مقایسه کیفیت تشخیصی کلیشه‌های دیجیتالی شده غیر مستقیم به دو روش اسکن و دوربین دیجیتال

دکتر احسان حکمتیان^{*}، دکتر احمد بیگی^۱، دکتر جابر یقینی^۲

چکیده

مقدمه: ظهور تصویربرداری دیجیتالی، تحولی در رادیولوژی بر پا کرد. از جمله شاخه‌های این تحول، تکنیک دیجیتال غیر مستقیم است که در آن از اسکنر و یا دوربین دیجیتال برای دیجیتال کردن رادیوگرافی‌ها استفاده می‌شود. هدف از این پژوهش، مقایسه کیفیت تشخیصی کلیشه‌های پری‌اپیکال معمول و کلیشه‌های پری‌اپیکال دیجیتال شده توسط اسکنر و دوربین دیجیتال بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی - آزمایشگاهی از ۴۰ کلیشه رادیوگرافی معمولی توسط دو نوع دوربین دیجیتال و دو نوع اسکنر در شش روش مورد استفاده شامل دوربین دیجیتال فوجی ۵ مگاپیکسل، دوربین دیجیتال کانن ۵ مگاپیکسل، اسکنر اپسون ۶۰۰ dpi، اسکنر اچ پی ۶۰۰ dpi، اسکنر اپسون ۴۵۰ dpi و دوربین دیجیتال فوجی ۳ مگاپیکسل، تعداد ۲۴۰ تصویر دیجیتال تهیه گردید. از چهار دندان‌پزشک متخصص و عمومی خواسته شد به کیفیت چهار ناحیه آناتومیک (لیگامان، پریودنتال، آپکس، لامینادورا، استخوان اسفنجی) در تصاویر تهیه شده و همان ۴۰ کلیشه پری‌اپیکال معمولی در چک لیست تهیه شده از ۱ تا ۳ نمره دهند. تحلیل اطلاعات به دست آمده به وسیله نرم‌افزار SPSS توسط آزمون‌های فریدمن، Wilcoxon و آنالیز واریانس صورت گرفت.

یافته‌ها: کلیشه‌های رادیوگرافی معمولی نسبت به تصاویر حاصل از دو تکنیک دیجیتال غیر مستقیم، نمره تشخیصی بیشتری کسب کردند ($p \text{ value} < 0/001$) در عین حال تصاویر دوربین دیجیتال نسبت به اسکنر دارای ارزش تشخیصی بالاتری بودند ($p \text{ value} < 0/001$). **نتیجه‌گیری:** برتری کلیشه‌های معمولی نسبت به تکنیک دیجیتال غیر مستقیم در پژوهش حاضر مشهود بود. به نظر می‌رسد عادت مشاهده‌گران به دیدن فیلم‌های پری‌اپیکال معمولی، کیفیت و عمر دوربین‌های دیجیتال، اسکنرها و مانیتور استفاده شده در به دست آوردن نتایج مؤثر باشد.

کلید واژه‌ها: اسکنر، تکنیک دیجیتال غیر مستقیم، دوربین دیجیتال، رادیوگرافی پری‌اپیکال.

* استادیار، عضو مرکز تحقیقات دندان‌پزشکی ترابی‌نژاد، گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران. (مؤلف مسؤول) hekmatian @dnt.mui.ac.ir

۱: دندان‌پزشک، اصفهان، ایران.

۲: استادیار، عضو مرکز تحقیقات دندان‌پزشکی ترابی‌نژاد، گروه پرودنتیکس، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

این مقاله در تاریخ ۹۰/۹/۵ به دفتر مجله رسیده، در تاریخ ۹۰/۹/۱۶ اصلاح شده و در تاریخ ۹۰/۹/۲۹ تأیید گردیده است.

مجله دانشکده دندان‌پزشکی اصفهان
۱۳۹۰: ویژه‌نامه ۷(۵)، ۶۷۱ تا ۶۷۷

مقدمه

ظهور تصویربرداری دیجیتال در رادیولوژی تحول ایجاد کرده است. این تحول نتیجه تغییر تکنولوژی در روندهای تولید تصویر و ایجاد سیستم‌های ارتباطی کامپیوتری برای بازیابی و انتقال تصویر می‌باشد.

اگرچه پذیرش کامپیوتر و تکنولوژی‌های تصویربرداری دیجیتال در دندان پزشکی نسبت به پزشکی تا حدی عقب‌تر است اما یک افزایش پیوسته در استفاده از این تکنولوژی‌ها، بهبود نرم‌افزارها و معرفی محصولات جدید دیده می‌شود [۱].

به منظور مقابله با مشکلات متعدد پرتونگاری، تلاش‌هایی در جهت ساخت دستگاه‌های جدید پرتونگاری، تغییر در وسایل مورد نیاز و به کارگیری تکنیک‌های نوین پرتونگاری انجام پذیرفته است که از آن جمله می‌توان به تکنیک دیجیتال غیر مستقیم اشاره کرد. در این روش، کلیشه رادیوگرافی توسط اسکنر یا دوربین دیجیتال به کامپیوتر منتقل می‌شود یک تصویر دیجیتال و قابلیت تغییر کیفیت تصویر، امکان تغییر بزرگ‌نمایی، امکان استفاده از ابزارهای نرم‌افزاری برای اندازه‌گیری، امکان ذخیره تصویر در حجم کم و به تعداد دلخواه، امکان انتقال سریع آن به مراکز دیگر و دسترسی آسان به آن را دارد و نیز کیفیت تصویر حاصل شده در طول زمان دچار تغییر نمی‌شود [۱].

از سایر مزایای کلیشه‌های دیجیتال غیر مستقیم به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

۱- دندان پزشکی جهت مشاوره با همکاران خود و

متخصصین مربوط می‌تواند در کوتاه‌ترین زمان ممکن و بدون نیاز به وجود رادیوگرافی، از طریق مبادله تصاویر دیجیتال مشورت نماید.

۲- از آنجایی که این کلیشه‌ها به مانیتور منتقل می‌شود، این امکان فراهم می‌شود که از طریق نرم‌افزارهای متعدد برخی از خواص کلیشه‌ها مانند کنتراست، رنگ تصاویر، میزان سیاهی و وضوح را تغییر داد و نسبت به حذف Noise اقدام کرد.

۳- کلیشه‌های رادیوگرافی در بسیاری موارد به علت ناآگاهی یا غفلت بیمار مفقود شده و یا مخدوش می‌شود. یک رادیوگرافی دیجیتال غیر مستقیم

دسترسی همیشگی دندان پزشک به رادیوگرافی قابل تشخیص را فراهم می‌کند. دیجیتالی کردن تصاویر رادیوگرافی از دو طریق اسکنرها و دوربین‌های عکاسی امکان‌پذیر است و از آنجا که هر دو وسیله به راحتی در دسترس هستند معمولاً انتخاب راه دیجیتالی کردن به عهده خود عمل کننده بوده است و تصمیم‌گیری در این زمینه نیازمند اطلاعات اولیه می‌باشد و لزوم اجرای طرح‌های تحقیقاتی در مقام مقایسه این روش‌ها را توجیه می‌کند [۴-۱].

در راستای تولید تصاویر دیجیتال غیر مستقیم، می‌توان گفت اسکنرها و دوربین‌های عکاسی دیجیتال تقریباً در یک ردیف قرار دارند و فقط یک تفاوت مهم بین آن‌ها وجود دارد. دوربین‌های دیجیتال به نوعی عدسی مجهز می‌باشند که می‌تواند محدوده وسیعی را فوکوس کند؛ در حالی که فوکوس اسکنرها فقط به چند میلی‌متر محدود می‌شود؛ اما در عین حال تصاویر حاصل از اسکنر به دلیل نیاز به تنظیمات کمتر و موقعیت قابل تکرار آسان‌تر، از پایداری بیشتری برخوردار است [۲].

۴- از طرف دیگر می‌توان این رادیوگرافی‌های دیجیتال شده را به خود بیمار داد تا از آن جهت مراجعه به دندان پزشکان دیگر استفاده نماید. که این امر دوز اشعه دریافتی بیمار را به دلیل ممانعت از تهیه رادیوگرافی‌های متعدد کاهش می‌دهد [۱].

در تحقیق حاضر با توجه به امکانات موجود و معمول در کشور کلیشه‌های معمولی با کلیشه‌های دیجیتالی حاصل از دوربین دیجیتال و اسکنر مورد مقایسه گرفت.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی که در سال ۱۳۸۹ در دانشکده دندان پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و مرکز تحقیقات دندان پزشکی ترابی‌نژاد انجام شد پس از مشاوره آماری و محاسبه فرمول حجم نمونه ۴۰ کلیشه رادیوگرافی با کیفیت مطلوب از کلیشه‌های پری‌ایپیکال اولیه موجود در پرونده‌های بخش آندو به صورت کاملاً اتفاقی و تصادفی انتخاب گردید. برای ورود به مطالعه کلیشه‌ها باید دارای کیفیت ظهور و ثبوت کامل و فاقد خطاهایی مانند Foreshortening, elongation, ConeCut ظهور و ثبوت نامناسب و تیرگی یا روشنی بیش از

حد می‌بودند. هر کلیشه که دارای معایب تکنیکی و پردازش بود از مطالعه خارج می‌شد. سپس این کلیشه‌ها ابتدا توسط اسکنر اپسون G860B، ۱۲۰۰dpi، ۴۸bit- (Epson 48bit-) با رزولوشن‌های ۴۵۰bpi و ۶۰۰dpi به طور جداگانه اسکن شدند، همچنین همان رادیوگرافی‌ها پیش از اسکن کردن یکسان گردیدند. تصاویر اسکن شده توسط هر دو نوع اسکنر به کامپیوتر پنتیوم IV با گرافیک 64MB منتقل شدند.

مجدداً همان کلیشه‌ها اما این بار بر روی نگاتوسکوپ ساخته شده توسط پژوهشگر با شدت نور ۵۵۵۰ لوکس (هر لوکس شدت روشنایی است که از منبع نوری در فاصله یک متری توسط یک متر مربعی دریافت می‌شود یا بر آن سطح تابیده می‌شود) قرار گرفته است و توسط دوربین دیجیتال فوجی (Fuji Digital Camera 5MP S5600, Fuji, Japan) با دو رزولوشن ۳ و ۵ مگاپیکسل کانن (Canon Digital Camera 8 MP ProL Canon, Japan) با رزولوشن ۵ مگاپیکسل تصویربرداری شد و مجموعه تصاویر دیجیتال شده توسط هر دو نوع دوربین دیجیتال به کامپیوتر انتقال داده شد.

از مجموع تصاویر به دست آمده از دو نوع اسکنر مختلف و دو نوع دوربین دیجیتال متفاوت و در مجموع ۶ حالت رزولوشن مورد مطالعه، تعداد ۲۴۰ تصویر تهیه و بر روی لوح فشرده تحت فرمت JPEG و به صورت مخلوط و بدون نظم خاصی جهت Blind نمودن ذخیره شدند. این تصاویر برای تمامی مشاهده‌گران که شامل ۳ دندان‌پزشک متخصص و ۱ دندان‌پزشک عمومی بود، به وسیله نرم‌افزار ACD See 7.0 بر روی یک مانیتور رنگی ۱۷ اینچ

(Monitor 17 inch LG Korea) ۸۰۰ و کیفیت رنگ ۳۲ bit نمایش داده شدند، روشنایی محیط نمایش مطابق با نور محیط دندان‌پزشکی انتخاب گردید.

۴۰ کلیشه معمول نیز در نور محیط دندان‌پزشکی با استفاده از نگاتوسکوپ و شیلد ممانعت از عبور نور توسط همان مشاهده‌گران مشاهده گردیدند.

جهت بررسی کیفیت تشخیص بصری نگاره‌ها فرم ثبت اطلاعات تهیه شد. در این فرم ۴ ناحیه آناتومیک شامل اپکس دندان‌ها، لامینادورا، لیگامان پیرونتال و استخوان اسفنجی مشخص شده بود که ۴ نفر مشاهده‌گر به کیفیت این لندمارک‌ها در تصاویر نمرات عالی [۳]، خوب، برای مشاهده شدن نیاز به دقت و قابل مشاهده است [۲]. خوب، برای مشاهده شدن نیاز به دقت و صرف وقت دارد و باید چشم را بیش از حد به کلیشه نزدیک کرد [۱]. و بد با وجود صرف وقت و دقت زیاد و نزدیک کردن چشم به کلیشه قابل مشاهده نیست دادند.

سپس میانگین نمرات به دست آمده در روش‌های به کار برده شده توسط آزمون‌های ناپارامتری فریدمن و Wilcoxon برای داده‌های زوج و آنالیز واریانس در نرم‌افزار آماری SPSS مقایسه گردید تا ترتیب قدرت تشخیصی حالات مختلف تعیین گردد.

یافته‌ها

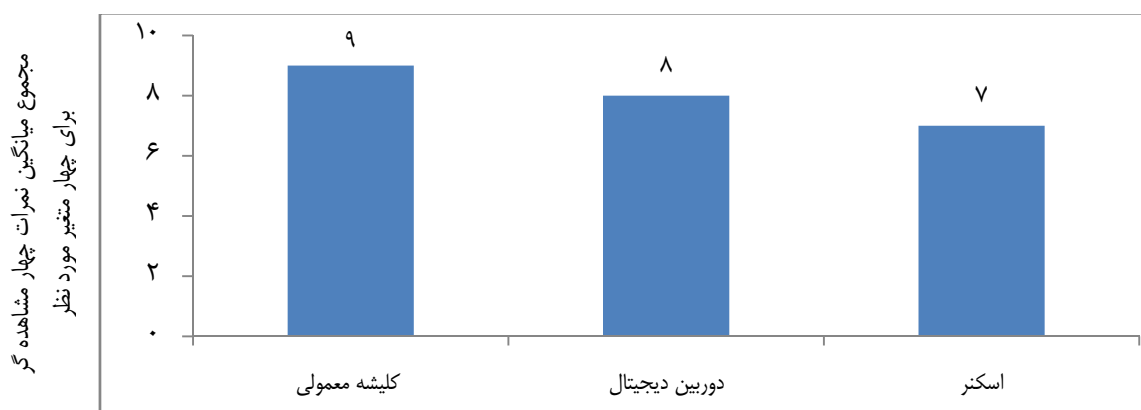
نتایج کلی به دست آمده از این مطالعه در (جدول ۱، ۲ و نمودار ۱) بیان شده‌اند. همچنین کیفیت تشخیصی چهار ناحیه آناتومیک مورد بررسی در نمودار ۲ نشان داده شده‌اند.

جدول ۱. مشخصات آماری کیفیت تشخیصی هفت روش مورد مطالعه برای مجموع نمرات چهار مشاهده‌گر و چهار متغیر مورد بررسی

روش	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
۱ دوربین دیجیتال فوجی، ۵ مگاپیکسل	۸/۵	۱/۱۶	۶	۱۰/۵
۲ دوربین دیجیتال کانن، ۵ مگاپیکسل	۸/۴	۱/۰۸	۵/۷	۱۰
۳ اسکنر اپسون، ۶۰۰ dpi	۸/۴	۱/۱۹	۵/۲	۱۰/۵
۴ اسکنر اچ پی، ۶۰۰ dpi	۵/۲	۰/۷۷	۴/۲	۷/۲
۵ اسکنر اپسون، ۴۵۰ dpi	۷/۸	۱/۱۰	۵/۷	۹/۷
۶ دوربین دیجیتال فوجی، ۳ مگاپیکسل	۸/۳	۱/۱۰	۶/۲	۱۰/۲
۷ کلیشه معمولی	۹/۳	۱/۳۱	۶	۱۱/۷

جدول ۲. نتایج مقایسه دو به دو روش‌ها بر حسب مقدار p آزمون، در رابطه با چهار مشاهده‌گر و چهار متغیر مورد بررسی

نوع تصویربرداری	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱	۰/۵۳۹	۰/۵۳۵	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۷۰	<۰/۰۰۱
۲	—	۰/۹۵۴	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۲۹۲	<۰/۰۰۱
۳	—	—	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۳۰۴	<۰/۰۰۱
۴	—	—	—	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
۵	—	—	—	—	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
۶	—	—	—	—	—	<۰/۰۰۱



نمودار ۱. میانگین کیفیت تشخیصی سه گروه کلیشه معمولی، دوربین دیجیتال و اسکنر برای چهار مشاهده‌گر و چهار متغیر مورد بررسی



نمودار ۲. مجموع میانگین نمرات کیفیت تشخیصی سه گروه کلیشه معمولی، دوربین دیجیتال و اسکنرها برای چهار مشاهده‌گر در تشخیص لندمارک‌های آناتومیک

بحث

در این پژوهش علاوه بر بحث و نتیجه‌گیری پیرامون دو مسأله کارایی بهتر دوربین دیجیتال یا اسکنر در تکنیک دیجیتال غیر مستقیم و نیز مقایسه کیفی دو تکنیک دیجیتال غیر مستقیم با کلیشه‌های معمول به بررسی و آنالیز موارد زیر پرداخته شد. تأثیر روش دیجیتال کردن شش روش مورد استفاده در این تحقیق در کیفیت تصویر ساختمان آناتومیک مورد بررسی، مقایسه کیفیت تشخیصی دو نوع دوربین دیجیتال متفاوت با رزولوشن یکسان، مقایسه کیفیت تشخیصی دو نوع اسکنر مختلف با رزولوشن یکسان، تأثیر تغییر رزولوشن در دوربین‌های دیجیتال بر کیفیت تصاویر دیجیتال شده و تأثیر تغییر رزولوشن در اسکنرهای به کار رفته بر کیفیت تصاویر دیجیتال شده.

با توجه به بررسی جداول و نمودارهای کلی پژوهش و نیز به تفکیک چهار ناحیه آناتومیک مورد بررسی در این مطالعه می‌توان گفت:

تصاویر رادیوگرافی معمولی نسبت به تصاویر دیجیتال شده به روش غیر مستقیم (با استفاده از اسکنر یا دوربین دیجیتال) کیفیت تشخیصی بالاتری داشتند و این نتایج در هر یک از ۴ ناحیه آناتومیک صدق می‌کند.

علاوه بر آن نشان داده شد که کیفیت تشخیصی تصاویر دوربین‌های دیجیتال به صورت معنی‌داری نسبت به تصاویر اسکنرهای تخت بهتر است ($p \text{ value} < 0/001$) در نتایج حاصل از بررسی هر ۴ ناحیه آناتومیک نیز همین نتایج مشاهده شد. این نتایج با مطالعه‌ای که توسط Goga و همکاران [۳] انجام گرفت، همخوانی دارد.

در مقایسه کیفی کاربرد دو نوع متفاوت اسکنر تخت با رزولوشن یکسان، نتایج حاکی از وجود اختلاف بین دو نوع اسکنر است. مقایسه کیفی تصاویر دو نوع دوربین دیجیتالی متفاوت با رزولوشن یکسان، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در مطالعه مشابهی که توسط Goga و همکاران [۳] انجام گرفت نیز همانند نتایج این پژوهش، هیچ تفاوت معنی‌داری بین کیفیت تشخیصی تصاویر دیجیتال شده توسط دو نوع دوربین دیجیتالی استفاده شده، دیده نشد.

نتایج کلی این مطالعه نشان داد که در دوربین‌های دیجیتالی، با افزایش رزولوشن کیفیت تشخیصی تصاویر افزایش

نمی‌یابد ($p \text{ value} = 0/07$) مطالعه مشابهی که نتایج این قسمت از مطالعه را تأیید نماید، موجود نیست؛ چرا که در اغلب مطالعات انجام شده، اعتقاد کلی بر آن است که هرچه رزولوشن دوربین بیشتر باشد تصویر عکس‌برداری شده از کیفیت و وضوح بیشتری برخوردار است [۸-۴]. این مسأله را می‌توان از طرفی به کم بودن تفاوت‌ها و از طرفی می‌توان آن را به محدودیت چشم در تشخیص ریزنمایی متناسب نمود. در کاربرد یک نوع اسکنر با دو رزولوشن متفاوت اختلاف معنی‌داری مورد انتظار است؛ چرا که در کار با اسکنرها هرچه میزان رزولوشن اسکنر، بالاتر انتخاب شود تصاویر اسکن شده از وضوح و کیفیت بالاتری برخوردار است [۹، ۸]. از عوامل دیگر مؤثر در این تحقیق و مطالعات مشابه می‌توان به جنس، نوع و کیفیت ساخت حس‌گرها و لنزهای به کار برده شده در دوربین‌های دیجیتال و اسکنرها اشاره کرد [۸، ۷].

تحقیق مشابهی که کیفیت تشخیصی رادیوگرافی‌ها توسط دو نوع اسکنر تخت مختلف را با رزولوشن‌های متفاوت مقایسه کرده باشد در دسترس نیست. در مورد نتایج این تحقیق و یا مطالعات مشابه صورت گرفته، می‌توان گفت این نتایج تنها به صورت نسبی ارزشمند می‌باشد؛ چرا که فقط در حیطه شرکت‌های بزرگ معتبر در زمینه دوربین دیجیتال و اسکنرها بیان می‌شود. تعداد زیاد شرکت‌های سازنده، مدل‌های بسیار زیاد ارایه شده با امکانات متنوع، ارایه محصولات مختلف جهت افراد و کارهای آماتوری، نیمه حرفه‌ای و حرفه‌ای و از سوی دیگر ارایه دوربین‌ها و اسکنرهایی با کیفیت بهتر لحظه به لحظه بر تنوع مدل‌هایی که به بازار ارایه می‌شود می‌افزاید [۱۰]. حالت‌های بسیار زیادی که در انتخاب نوع دوربین یا اسکنر همچنین شرایط اسکن کردن یا عکس گرفتن وجود دارد زمینه تحقیقات بیشتری پیرامون این موضوع را فراهم می‌کند و پیشنهاد می‌شود تحقیقات مشابهی با دوربین‌ها و اسکنرهای دیگر با رزولوشن‌های متفاوت انجام شود. محدودیت در انتخاب نوع دوربین، اسکنر و رزولوشن تصویربرداری صرفاً به دلیل افزایش متغیرها و نیاز به بالا بردن بیش از حد حجم نمونه از عوامل محدود کننده این مطالعه بوده که با مطالعات تکمیلی دیگر برطرف خواهد شد.

نتیجه‌گیری

برتری کلیشه‌های معمولی نسبت به تکنیک دیجیتال غیر مستقیم در پژوهش حاضر مشهود بود. به نظر می‌رسد عادت

مشاهده‌گران به دیدن فیلم‌های پری‌اپیکال معمولی، کیفیت و عمر دوربین‌های دیجیتال، اسکنرها و مانیتور استفاده شده در به دست آوردن نتایج مؤثر باشد.

References

1. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology: principles and interpretation. 5th ed. St Louis: Mosby; 2004.
2. Chen SK, Chiang TC. Digitizing of radiographs with a roller-type CCD scanner. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1997; 83(6): 719-24.
3. Goga R, Chandler NP, Love RM. Clarity and diagnostic quality of digitized conventional intraoral radiographs. Dentomaxillofac Radiol 2004; 33(2): 103-7.
4. Hildebolt CF, Vannier MW, Pilgram TK, Shrout MK. Quantitative evaluation of digital dental radiograph imaging systems. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1990; 70(5): 661-8.
5. Shrout MK, Potter BJ, Yurgalavage HM, Hildebolt CF, Vannier MW. 35-mm film scanner as an intraoral dental radiograph digitizer. I: A quantitative evaluation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1993; 76(4): 502-9.
6. Ohki M, Okano T, Nakamura T. Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs. Dentomaxillofac Radiol 1994; 23(2): 77-82.
7. Hoagland A. Digital camera. 3rd ed. 2002.
8. Busch DD. Digital photography: from camera to printer, print to computer, videotape to DVD, and more. New Jersey: Prentice Hall; 2004.
9. Blatner D, Fleishman G, Roth S, Chavez C. Real world scanning and halftones. 3rd ed. Neighborhood: Peachpit Press; 2004.
10. Ang T. Digital photographer's handbook. 3rd ed. London: Dorling Kindersley; 2006.

Comparison of diagnostic qualities of radiographs indirectly digitized using scan and digital camera techniques

Ehsan Hekmatian*, Ahmad Beigi, Jaber Yaghini

Abstract

Introduction: Advent of digital imaging technology revolutionized radiology science, one aspect of which is indirect digital imaging technique. In this technique scanners or digital cameras are used to digitize radiographs. The aim of this research was to compare diagnostic quality of conventional periapical radiographs digitized with scanners and cameras.

Materials and Methods: In this in vitro study 40 radiographs were digitized with two scanners and two cameras in the six following methods: 3- and 5-Megapixel Fuji digital cameras, 5 -MP Canon digital camera, 450 dot per inch and 600 dpi Epson scanners and 600 dpi HP scanners. A total of 240 images were prepared. Four specialists and general dental practitioners were asked to observe 4 anatomic landmarks (periodontal ligament, root apex, lamina dura and cancellous bone) on the conventional and digitized radiographs, score the qualities from 1 to 3 and record them in a check list. SPSS software was used for data analysis by ANOVA and Friedman and Wilcoxon tests. ($\alpha = 0.05$).

Results: Analog radiographs received higher scores compared to the two digitization techniques (p value < 0.001), with higher diagnostic value scores for the images of the digital cameras (p value < 0.001).

Conclusion: Analog images were superior to digital images in the present study. It appears the habitual and repeated visualization of conventional radiographs and the quality and age of the cameras, scanners and monitors used in this study all had an influence on the results.

Key words: Digital camera, Indirect digital imaging technique, Periapical radiography, Scanner.

Received: 26 Nov, 2011

Accepted: 20 Dec, 2011

Address: Assistant Professor, Torabinejad Dental Research Center, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Email: hekmatian @dnt.mui.ac.ir

Journal of Isfahan Dental School 2012; Special Issue 7 (5): 671-677.