

## توموگرافی خطی با فیلم و Photostimulable Phosphor Plate در طرح درمان ایمپلنت در مندیبل

دکتر مهداد پنج نوش<sup>۱</sup>- دکتر مریم میرزایی<sup>۲</sup>- دکتر مجید تاری<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

۲- استادیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان

۳- پزشک پلی کلینیک تخصصی تامین اجتماعی رشت

### **Pre-implant linear tomography using film-screen and Photostimulable Phosphor Plate in mandible** Panjnoush M<sup>1</sup>, Mirzaey M<sup>2</sup>, Tari M<sup>3</sup>

1- Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

2-Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Hamedan University of Medical Sciences

3- General Practitioner Special Polyclinic of Social Security Organization, Rasht

**Background and Aims:** Radiographic examination prior to implant placement is often complemented with tomography for location of vital anatomic structures and evaluation of bone volume. The aim of this study was to evaluate the accuracy of Photostimulable Phosphor Plate system with that of conventional film-screen in mandibular pre-implant linear tomography

**Materials and Methods:** In this test evaluation study, tomograms of 2 dry human mandibles were taken using the both film-screen and Photostimulable Phosphor Plate. 10 sites were selected in each mandible and marked with gutta-percha. Distance of superior border to the mandibular canal and the total height and width of mandible were measured on the tomograms and also on the mandibles after sectioning. The radiographic values were compared with real ones.

**Results:** After correction of tomographic values by the magnification factor of the unit, the mean of absolute differences with reality in linear tomography using film-screen and Photostimulable Phosphor Plate for height of mandible were 0.59mm (SD=0.54) and 0.65mm (SD=0.72), respectively. The mean of absolute differences with reality in linear tomography using film-screen and Photostimulable Phosphor Plate for width of mandible were 0.34mm (SD=0.33) and 0.31mm (SD=0.33), respectively. In localization of the mandibular canal, the mean of absolute differences with reality were 0.54mm (SD=0.30 ) and 0.52mm (SD=0.56) for linear tomography using film-screen and Photostimulable Phosphor Plate, respectively. In linear tomography using film-screen, 100% of measurements for localization of the canal, 80% of height and 95% of width were with in  $\pm 1$ mm error limits. In linear tomography using Photostimulable Phosphor Plate, 75% of measurements for localization of the canal, 75% of height and 95% of width were within  $\pm 1$ mm error limits. There was no significant difference between linear tomography using film-screen and Photostimulable Phosphor Plate in localizing the mandibular canal and height and width estimation ( $P>0.05$ ).

**Conclusion:** The accuracy of linear tomography using film-screen and Photostimulable Phosphor Plate in height and width estimation and localization of the canal is within acceptable limits.

**Key Words:** Tomography; Implant; Mandible

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2010;23(2):128-133

+ مؤلف مسؤول: نشانی: همدان- دانشگاه علوم پزشکی همدان- دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی رادیولوژی دهان، فک و صورت

تلفن: ۰۹۱۹۸۱۶۴۷۷-۰۹. نشانی الکترونیک: [mirzaie\\_m@razi.tums.ac.ir](mailto:mirzaie_m@razi.tums.ac.ir)

### چکیده

**زمینه و هدف:** بررسی رادیوگرافیک قبل از جایگذاری ایمپلنت اغلب با توموگرافی برای مشخص کردن موقعیت ساختار آناتومیک حیاتی و ارزیابی استخوان کامل می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی دقیق توموگرافی خطی با استفاده از فیلم و Photostimulable Phosphor Plate جهت ارزیابی کمیت استخوان مندیبل برای استفاده در طرح درمان ایمپلنت بود.

**روش بررسی:** این مطالعه از نوع بررسی روش‌ها بود. توموگرام‌هایی از ۲ مندیبل خشک انسانی با استفاده از توموگرافی خطی با فیلم و Photostimulable Phosphor Plate تهیه شد. در هر مندیبل ۱۰ ناحیه انتخاب گردید و با گوتاپرکا عالمت‌گذاری شد. فاصله بین کرست فوقانی تا کanal مندیبل، ارتفاع کلی و بهنای مندیبل در هر توموگرام اندازه‌گیری شده و همینطور در مقاطع مندیبل نیز اندازه‌گیری شد. مقادیر حاصل از مقاطع توموگرافیک با اندازه‌های واقعی فواصل مورد نظر روی مقاطع استخوانی مقایسه شد.

**یافته‌ها:** با اصلاح مقادیر بدست آمده روی مقاطع توموگرافیک توسط ضریب بزرگنمایی عنوان شده توسط کارخانه سازنده دستگاه، میانگین مطلق اختلاف با واقعیت در توموگرافی خطی با استفاده از فیلم و Photostimulable Phosphor Plate برای تعیین ارتفاع مندیبل به ترتیب  $0.59 \pm 0.45$  میلی‌متر ( $SD = 0.45$ ) و  $0.66 \pm 0.72$  میلی‌متر ( $SD = 0.72$ ) و میانگین مطلق اختلاف با واقعیت در توموگرافی خطی با استفاده از فیلم و Photostimulable Phosphor Plate برای تعیین پهنای مندیبل به ترتیب  $0.34 \pm 0.33$  میلی‌متر ( $SD = 0.33$ ) و  $0.31 \pm 0.33$  میلی‌متر ( $SD = 0.33$ ) بود. میانگین مطلق اختلاف با واقعیت در توموگرافی خطی با استفاده از فیلم و Photostimulable Phosphor Plate برای تعیین موقعیت کanal مندیبولا به ترتیب  $0.54 \pm 0.56$  میلی‌متر ( $SD = 0.56$ ) و  $0.52 \pm 0.52$  میلی‌متر ( $SD = 0.52$ ) محاسبه شد. در توموگرافی خطی با استفاده از فیلم  $100\%$  از اندازه‌گیری‌ها جهت تعیین موقعیت کanal،  $80\%$  از اندازه‌های ارتفاع استخوان و  $95\%$  از اندازه‌های پهنای استخوان در محدوده خطای  $\pm 1$  میلی‌متر واقع شده بودند. در توموگرافی خطی با Photostimulable Phosphor Plate  $75\%$  از اندازه‌گیری‌ها جهت تعیین موقعیت کanal،  $75\%$  از اندازه‌گیری‌های پهنای استخوان در محدوده خطای  $\pm 1$  میلی‌متر واقع شده بودند. در تعیین موقعیت کanal مندیبولا و تخمین ارتفاع استخوان و پهنای مندیبل بین توموگرافی خطی با استفاده از فیلم و Photostimulable Phosphor Plate اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** دقیق توموگرافی خطی با استفاده از فیلم و Photostimulable Phosphor Plate در اندازه‌گیری ارتفاع و پهنای مندیبل و تعیین موقعیت کanal مندیبولا در محدوده قابل قبول است.

### کلید واژه‌ها: توموگرافی؛ ایمپلنت؛ مندیبل

وصول: ۸۹/۰۶/۰۲ تأیید چاپ: ۸۹/۰۵/۱۳ اصلاح نهایی: ۸۹/۰۷/۲۸

### مقدمه

درمان با ایمپلنت‌های دندانی نیاز به طرح درمان دقیق جهت سیستم‌های دیجیتال دوز تابشی را به میزان قابل ملاحظه‌ای در رادیوگرافی داخل دهانی کاهش داده‌اند و ثبت دیجیتالی رادیوگرافی خارج دهانی امروزه معمول‌تر شده که اغلب از تکنولوژی (PSP) Photostimulable Phosphor Plate (Digora PCT System, Sordex, Orion Corporation, Helsinki, Finland) استفاده می‌شود. در دیگر زمینه‌های تشخیصی، دوز تابشی به بیماران تا حدود  $50\%-20\%$  با کاهش جریان تیوب (mAS) یا ولتاژ تیوب هنگام استفاده از PSP کاهش یافته است (۶). در سال ۱۹۹۶ Grondahl و Borq، کیفیت تصاویر استفاده از PSP را مشابه تصاویر بدست آمده از فیلم اما با دامنه وسیع‌تری از اکسپوژور بیان کردند (۷). در سال ۲۰۰۳ در مطالعه انجام شده توسط Ekestubbe و همکاران در مقایسه کیفیت تصاویر توموگرافی PSP و Film-screen

درمان با ایمپلنت‌های دندانی نیاز به طرح درمان دقیق جهت حصول نتایج قابل پیش‌بینی دارد. رادیوگرافی جهت ارزیابی کمیت و مورفلوژی استخوان آلوئول باقیمانده در محل ایمپلنت دندانی و ساختارهای آناتومیک اطراف به ویژه موقعیت کanal مندیبولا و سینوس ماگریلا انجام می‌گیرد (۱،۲). هر دو تکنیک توموگرافی کانونشنال و کامپیوترا می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. از توموگرافی کانونشنال اطلاعات کافی با دوز تابشی پایین بدست می‌آید که قابل مقایسه با تصویربرداری داخل دهانی است. وقتی توموگرافی کامپیوترا (CT) استفاده می‌شود دوز تابشی بیشتر خواهد بود (۳،۴).

این سؤال مطرح است که آیا دوز تابشی در توموگرافی کانونشنال می‌تواند پایین آورده شود و کیفیت آن حفظ شود، در صورتی که از تکنیک دیجیتال استفاده شود. در توموگرافی، تنها تکنیک دیجیتال در دسترس در حال حاضر، بکارگیری

هر نیم فک از مندیبل در فاصله راموس تا میدلайн ۵ گوتاپر کا توسط موم چسب ثابت گردید. توموگرافی خطی با فیلم (Digora PCT System, Finland) و (Kodak, USA) T-Mat Planmeca PSP با شرایط مشابه موقعیت بیمار و در دستگاه PSP (Promax, Finland) تهیه شد. شرایط اکسپوزر ۵۴ کیلو ولت و ۰/۵ میلی آمپر و Slice ها ۳ میلی متر انتخاب شد. فیلم ها در دستگاه پراسسسور اتوماتیک (Hope USA) ظاهر و ثابت گردید و PSP در دستگاه Digora PCT Scanner خوانده شد. به این ترتیب از ۲۰ ناحیه در ۲ مندیبل، مقاطع توموگرافیک تهیه گردید (اشکال ۱، ۲). خطی که محور میانی ریج آلوئول را روی هر قسمت نشان می داد برای اندازه گیری ارتفاع ریج انتخاب شد و پهنه ای استخوان، خط عمود بر ارتفاع در نقطه میانی آن در نظر گرفته شد.

توسط اره برقی (Gerpuff Simex Sicherhert Germany) و تیغه شماره ۳، مندیبل ها در نقاط قرارگیری مارکر، برش زده شدن و فواصل مورد نظر توسط Mitutoyo Absolute Digimatic Caliper (Andover, UK) اندازه گیری شد.

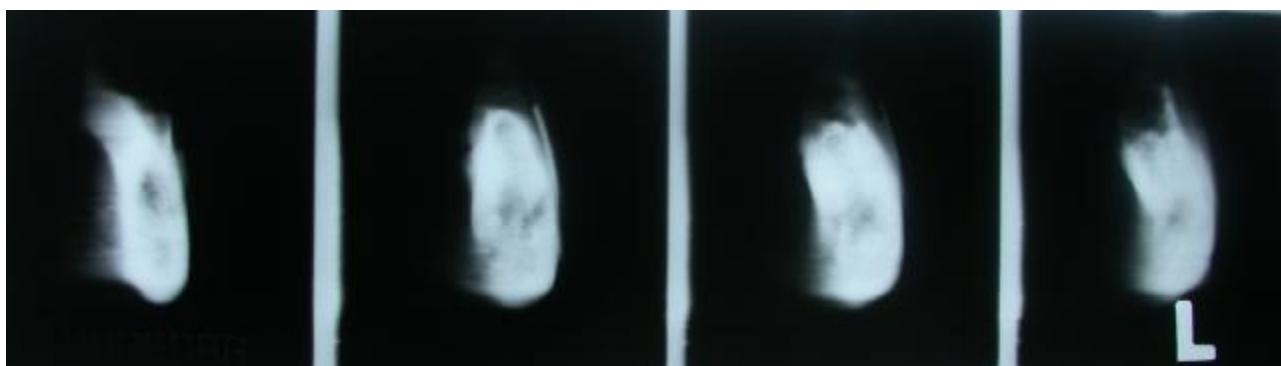
در دوز نرمال و پایین، کیفیت تصاویر PSP در ۱۳ مورد (۵۹٪) از ۲۲ تصویر به خوبی تصاویر Film-screen بود (۵). در سال ۲۰۰۴ در مطالعه انجام شده توسط Molander و همکاران در مقایسه کیفیت رادیوگرافی پانورامیک Film-based و PSP، تفاوت وضوح مقادیر PSP و Film-based کم بود و در ۱۹ مورد از ۳۰ مورد، کیفیت تصاویر برابر بود (۸).

هدف از این مطالعه، بررسی in vitro دقت توموگرافی خطی با استفاده از فیلم و Photostimulable Phosphor Plate در تعیین موقعیت کanal مندیبولار و نیز اندازه گیری عرض و ارتفاع استخوان مندیبل بود.

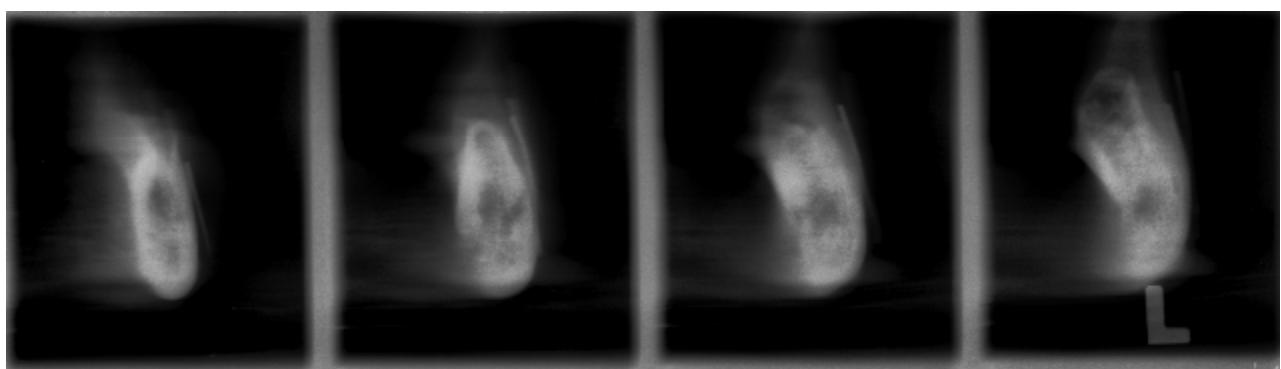
## روش بررسی

این مطالعه از نوع بررسی تست ها در محیط in vitro است و روی ۲ مندیبل خشک انسانی انجام گردید.

شرایط انتخاب مندیبل شامل بی دندانی کامل یا نسبی و سالم و فاقد ترک خورده گی بودن در ناحیه بین راموس و سوراخ منتال بود. در



شکل ۱- مقاطع توموگرافی تهیه شده با فیلم



شکل ۲- مقاطع توموگرافی تهیه شده با PSP

بررسی ارتفاع کلی استخوان مندیبل در توموگرافی خطی با PSP و در توموگرافی خطی با فیلم ۰/۶۳ بود.

در بررسی ارتفاع کلی استخوان مندیبل در توموگرافی خطی با PSP، ۳۵٪ underestimation در دامنه ۰/۱ تا ۱/۲۳ میلی‌متر، ۵۵٪ overestimation در دامنه ۰/۱۶ تا ۰/۲۷ میلی‌متر و در ۱۰٪ موارد ارتفاع کلی استخوان مندیبل بدون خطا اندازه‌گیری شد.

در بررسی پهنانی مندیبل در توموگرافی خطی با فیلم، ۵۰٪ underestimation در دامنه ۰/۴ تا ۰/۷۷ میلی‌متر، ۴۰٪ overestimation در دامنه ۰/۱ تا ۰/۰۷ میلی‌متر و در ۱۰٪ موارد، پهنانی مندیبل بدون خطا اندازه‌گیری شد. ارتفاع کلی استخوان مندیبل در هر دو روش توموگرافی خطی با PSP و توموگرافی خطی با فیلم یکسان بودند ( $P=0/63$ ).

در بررسی پهنانی مندیبل در توموگرافی خطی با PSP، ۷۰٪ underestimation در دامنه ۰/۰۲ تا ۱/۲۰ میلی‌متر، ۱۵٪ overestimation در دامنه ۰/۵۶ تا ۰/۶۴ میلی‌متر و در ۱۵٪ موارد، پهنانی مندیبل بدون خطا اندازه‌گیری شد. متوسط پهنانی استخوان مندیبل در توموگرافی خطی با PSP، با توموگرافی خطی با فیلم تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P=0/96$ ).

مقدار P-value در بررسی پهنانی استخوان مندیبل در توموگرافی خطی با PSP و در توموگرافی خطی با فیلم ۰/۹۶ بود. در بررسی فاصله کرست آلوئولار تا کanal مندیبولا در توموگرافی خطی با فیلم، ۵۰٪ underestimation در دامنه ۰/۰۴ تا ۰/۸ میلی‌متر، ۴۱٪ overestimation در دامنه ۰/۰۴ تا ۰/۹۸ میلی‌متر و در ۸/۳٪ موارد، فاصله کرست آلوئولار تا کanal مندیبولا بدون خطا اندازه‌گیری شد.

فاکتور بزرگنمایی برای توموگرامها (طبق پیشنهاد سازنده دستگاه) ۱/۵ در نظر گرفته شد. اندازه‌های بدست آمده از توموگرافی‌ها جهت ارزیابی دقت با Standard Gold مقایسه شدند. اندازه‌گیری‌های انجام شده روی توموگرام‌های خطی با استفاده از فیلم و PSP و مندیبل خشک توسط مشاهده‌گر روی فرم اطلاعاتی ثبت گردید. اندازه‌گیری توموگرافی‌های خطی با PSP با استفاده از قابلیت اندازه‌گیری نرم‌افزار Digora اندازه‌گیری شد و با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver 14 تجزیه و تحلیل آماری برای هر از دسته اندازه‌گیری‌ها انجام گرفت. از آنجا که یک مشاهده‌گر مقدادر را مورد سنجش قرار داده است و در حالیکه تکرار اندازه‌گیری بر روی هر متغیر ۲ بار صورت گرفته است (یعنی ۲ مقدار برای هر مقطع) لذا با استفاده از آنا لیز واریانس یکطرفه (ICC) میزان پایایی را مورد سنجش قرار دادیم. این روش برای سنجش پایایی همه متغیرها بکارگرفته شد و حداقل ICC (Intra-class correlation) محاسبه شده برابر با ۰/۷۳ محسوبه گردید (۹). برای مقایسه بین گروهی از آزمون آماری Wilcoxon Signed Ranks استفاده شد.

## یافته‌ها

پس از اعمال ضربی بزرگنمایی دستگاه بر روی مقدادر بدست آمده از مقاطع توموگرافیک نتایج زیر بدست آمد. در بررسی ارتفاع کلی استخوان مندیبل در توموگرافی خطی با فیلم، ۴۰٪ underestimation در دامنه ۰/۱ تا ۱/۱۵ میلی‌متر، ۵۰٪ overestimation در دامنه ۰/۱ تا ۰/۸۷ میلی‌متر و در ۵٪ موارد ارتفاع کلی استخوان مندیبل بدون خطا اندازه‌گیری شد. مقدار P-value در

جدول ۱- پراکندگی خطاهای در محاسبه فاصله رأس کرست آلوئولار تا بذر فوقانی کanal و ارتفاع کلی و پهنانی مندیبل در توموگرافی خطی با فیلم  
Photostimulable Phosphor Plate (PSP) و

دانمه خطاهای درصد						متغیر
>خطا			<خطا	-1mm	+1mm	تعداد درصد
۱۵	۳	۸۰	۱۶	۵	۱	ارتفاع کلی مندیبل در توموگرافی خطی با فیلم
۲۰	۴	۷۵	۱۵	۵	۱	ارتفاع کلی مندیبل در توموگرافی خطی با PSP
۵	۱	۹۵	۱۹	۰	۰	پهنانی مندیبل در توموگرافی خطی با فیلم
۰	۰	۹۵	۱۹	۵	۱	پهنانی مندیبل در توموگرافی خطی با PSP
۰	۰	۱۰۰	۲۰	۰	۰	فاصله رأس کرست آلوئولار تا بذر فوقانی کanal در توموگرافی خطی با فیلم
۱۶/۷	۲	۷۵	۹	۸/۳	۱	فاصله رأس کرست آلوئولار تا بذر فوقانی کanal در توموگرافی خطی با PSP

شده توسط Molander و همکاران در مقایسه کیفیت رادیوگرافی پانورامیک Film-based و PSP، تفاوت وضوح تصاویر underestimation در دامنه ۰/۰۰ تا ۰/۲۰ میلی‌متر، کم بود و در ۱۶ مورد از ۳۰ مورد، کیفیت تصاویر برابر بود. رادیوگرافی‌های PSP از نظر اکثر موارد آناتومیک مورد نظر بوردر تحتانی سینوس ماقزیلا، سطح استخوان پریودنتال، ساختار استخوان پری اپیکال، استخوان ترباکولار، کانال مندیبولا و متنال فورامن کیفیتی برابر با تصاویر Film-based داشتند (۸). در مطالعه Borq و Grondahl، کیفیت تصاویر بدست آمده توسط PSP، مشابه کیفیت تصاویر بدست آمده از فیلم اما با دامنه وسیع تری از اکسپوژر بود (۷).

در مطالعه Conover و همکاران، اندازه‌گیری‌های انجام شده روی تصاویر بدست آمده از فیلم و PSP به اکسپوژر کاهش یافته با اندازه‌گیری‌های کلینیکال ثبت شده یکسان بود (۱۰). در مطالعه Furhman و همکاران در مقایسه Resolution و Sharpness تصاویر حاصل از PSP کیفیتی مشابه و یا حتی بهتر از فیلم‌های رایج را ارائه دادند (۱۱). در این مطالعه، به طور متوسط ۷۵٪ از مقادیر بدست آمده از تصاویر PSP در تعیین ارتفاع کلی مندیبل، ۹۵٪ مقادیر بدست آمده در تعیین ضخامت مندیبل و ۷۵٪ از مقادیر بدست آمده در تعیین فاصله کرست آلوئولار تا کanal مندیبولا در محدوده دقت  $\pm 1$  میلی‌متر قرار گرفت. با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که توموگرافی خطی با استفاده از PSP در اندازه‌گیری ارتفاع کلی، پهنا و فاصله کرست آلوئولار تا کanal مندیبولا پیش از جایگذاری ایمپلنت‌های دندانی از دقت قابل قبولی برخوردار می‌باشد. همچنین توموگرافی خطی با فیلم نیز می‌تواند در اندازه‌گیری ارتفاع کلی، پهنا و فاصله کرست آلوئولار تا کanal مندیبولا پیش از جایگذاری ایمپلنت‌های دندانی از دقت قابل قبولی برخوردار باشد، با توجه به اینکه به طور متوسط ۸۰٪ از مقادیر بدست آمده در مورد ارتفاع کلی استخوان مندیبل و ۹۵٪ از مقادیر بدست آمده در مورد پهنا از استخوان مندیبل و ۱۰۰٪ از مقادیر بدست آمده در مورد فاصله کرست تا کanal مندیبولا در محدوده دقت  $\pm 1$  میلی‌متر قرار داشتند.

## تشکر و قدردانی

به این وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران که هزینه انجام این مطالعه را تأمین نمودند تشکر می‌گردد.

در بررسی فاصله کرست آلوئولار تا کanal مندیبولا در توموگرافی خطی با PSP٪۵۰ underestimation در دامنه ۰/۰۰ تا ۰/۲۰ میلی‌متر،٪۴۱/۷ overestimation در دامنه ۰/۰۳ تا ۰/۴۸ میلی‌متر و در٪۸/۳ موارد، فاصله کرست آلوئولار تا کanal مندیبولا بدون خطا اندازه‌گیری شد (جدول ۱). فاصله کرست آلوئولار تا کanal مندیبولا در توموگرافی خطی با PSP٪۰/۹۲ با توموگرافی خطی با فیلم تفاوت معنی‌داری نداشت (P=۰/۹۲). در تعیین موقعیت کanal مندیبولا و تخمین ارتفاع و پهنا Photostimulable مندیبل بین توموگرافی خطی با استفاده از فیلم و Phosphor Plate اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

## بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه به بررسی دقت توموگرافی خطی با استفاده از فیلم و Photostimulable Phosphor Plate در تعیین موقعیت کanal مندیبولا و ارتفاع کلی مندیبل و پهنا استخوان مندیبل، در مندیبل‌های خشک می‌پردازد.

بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان به این نتیجه رسید که تصاویر PSP تقریباً کیفیتی معادل با تصاویر حاصل از فیلم داشتند. تصاویر توموگرافی خطی با استفاده از فیلم در تعیین ارتفاع کلی مندیبل دارای دقت بالاتری نسبت به تصاویر توموگرافی خطی با PSP بود هر چند دقت تصاویر بدست آمده با PSP نیز در حد قابل قبولی می‌باشد.

تصاویر توموگرافی خطی با استفاده از فیلم در تعیین پهنا استخوان مندیبل دارای دقتی برابر با تصاویر توموگرافی خطی با PSP بود که دقت هر دو این روش‌ها نیز در حد قابل قبولی می‌باشد.

تصاویر توموگرافی خطی با استفاده از فیلم در تعیین فاصله کرست آلوئولار تا کanal مندیبولا دارای دقت بالاتری نسبت به تصاویر توموگرافی خطی با PSP بود هر چند دقت تصاویر بدست آمده با فیلم نیز در حد قابل قبولی می‌باشد. در مطالعه انجام شده توسط Ekestubbe و همکاران در مقایسه کیفیت تصاویر توموگرافی Film-screen و PSP در دوز نرمال و پایین، کیفیت تصاویر PSP در ۱۳ مورد (٪۰/۵۹) از ۲۲ تصویر بخوبی تصاویر Film-screen بوده است. وضوح ساختار استخوانی در تصاویر بدست آمده با PSP نسبت به تصاویر Film-screen پایین‌تر بود اما وضوح کanal مندیبولا، کرست مارجینال و ارزیابی کلی در تمامی تصاویر PSP خوب بود (۵). در مطالعه انجام

## منابع:

- 1- Hanazawa T, Sano T, Seki K, Okano T. Radiologic measurements of the mandible:a comparison between CT-reformatted and conventional tomographic images. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(2):226-32.
- 2- Jacobs R, Van Steenberghe D. Radiographic planning and assessment of endosseous oral implants. 1<sup>st</sup> ed. Berlin: Springer; 1998.
- 3- Lecomber AR, Yoneyama Y, Lovelock DJ, Hosoi T, Adams AM. Comparison of patient dose from imaging protocols for dental implant planning using conventional radiography and computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2001;30(5):255-9.
- 4- Dula K, Mini R, Van der Stelt PF, Sanderink GC, Schneeberger P, Buser D. Comparative dose measurements by spiral tomography for preimplant diagnosis: the Scanora machine versus the Cranex Tome radiography unit. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91(6):735-42.
- 5- Ekestubbe A, Grondahl HG, Molander B. Quality of digital pre-implant tomography: comparison of film-screen images with storage phosphor images at normal and low dose. *Dentomaxillofac Radiol.* 2003;32(5):322-6.
- 6- Axelsson B, Petersen U, Wiltz HJ. Digital skeletal radiography. Reduction of absorbed dose by adaptation of exposure factors and image processing. *Acta Radiol.* 2001;42(6):592-8.
- 7- Borq E, Grondahl HG. On the dynamic range of different X-ray photon detectors in intra-oral radiography. A comparison of image quality in film, charge-coupled device and storage phosphor systems. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996;25(2):82-8.
- 8- Molander B, Grondahl HG, Ekestubbe A. Quality of film-based and digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33(1):32-6.
- 9- Joseph L.Fleiss.The design and analysis of clinical experiments.(1986), John Wiley & sons,Inc.
- 10- Conover GL, Hildebolt CF, Yokoyama-Crothers N. Comparison of linear measurements made from storage phosphor and dental radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996;25(5):268-73.
- 11- Fuhrman CR, Gur D, Good B, Rockette H, Cooperstein LA, Feist JH. Storage phosphor radiographs vs conventional films: interpreters' perceptions of diagnostic quality. *AJR Am J Roentgenol.* 1988;150(5):1011-4.