● مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دورهٔ بیستم، شمارهٔ ۴، ص ۳۸۶-۳۷۴، ۱۳۹۲

مقالهٔ پژوهشی

ارزیابی دقت تکنیک توموگرافی خطی در تعیین کمیت استخوان فک بالا

سید حسین حسینی زارچ[۱]، زهرا محمدزاده[۲*]

خلاصه

مقدمه: ایمپلنت‌های دندانی در طول سال‌های اخیر موفقیت روزافزون داشته‌اند. برای پی‌ریزی یک طرح درمان دقیق در قرار دادن ایمپلنت و همچنین تعیین پیش‌آگهی درمان، نیاز به تصویربرداری دقیق از ناحیه می‌باشد. توموگرافی خطی به دلیل توانایی ارائه اطلاعات از بعد باکولینگوالی (علاوه بر ارتفاع))، دوز اشعه بسیار پایین‌تر نسبت به توموگرافی کامپیوتری معمولی، هزینه کمتر و در دسترس بودن در مقایسه با توموگرافی کامپیوتری اشعه مخروطی (Cone beam computed tomography یا CBCT) می‌تواند، در موارد قرار دادن تعداد محدودی ایمپلنت، تکنیک تصویربرداری انتخابی باشد. البته این روش باید دقت قابل قبولی داشته باشد. در این مطالعه سعی دقت این تکنیک در تعیین کمیت استخوان فک بالا بررسی شد.

روش: این مطالعه از نوع بررسی روایی روش‌های تشخیصی بود. ۴ جمجمه خشک انسان انتخاب شد و بر روی هر فک بالا مکان دندان‌های ۱۳۵۷ ۷۵۳۱ انتخاب و با نشانگر اپک مشخص گردید (۳۲ عدد). در هر مکان مشخص‌شده ۳ گویچه فلزی با ابعاد ۳ میلی‌متر بر روی لبه کرست آلوئول- کورتکس استخوانی باکال و کورتکس لینگوال، در فواصل متفاوت از لبه کرست قرار داده شد. از این نواحی تصاویر توموگرافی خطی توسط دستگاه تصویر برداری Promax (Planmeca) تهیه گردید. سپس فواصل مرتفع‌ترین نقاط گویچه‌های موجود بر کرست آلوئول تا نقاط مشابه بر روی گویچه‌های باکالی و لینگوالی و همچنین فواصل مرتفع‌ترین نقاط بر روی گویچه‌های باکالی تا گویچه‌های لینگوالی اندازه‌گیری شد. فواصل ذکرشده به طور مستقیم بر روی استخوان‌های فک بالا به طریقه مشابه محاسبه گردید. مقادیر حاصل از اندازه‌گیری‌های مستقیم و اندازه‌گیری بر روی توموگرام‌ها توسط آزمون آماری Wilcoxon آنالیز شد.

یافته‌ها: بر اساس آزمون آماری Wilcoxon در ۳ مورد ارتفاع باکالی، ارتفاع لینگوالی و ضخامت داده‌های حاصل از توموگرافی به طور معنی‌دار کمتر از اندازه‌های حقیقی بود. در ۸۱/۳ درصد اندازه‌گیری‌ها، فواصل بر روی توموگرام‌ها کمتر تخمین زده شدند، البته در تمام موارد محاسبه‌شده تفاوت‌ها در مقادیر اندازه‌گیری شده در محدوده ۱± میلی‌متر بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصل از توموگرافی خطی در تعیین کمیت استخوان فک بالا، با استفاده از این تکنیک اندازه‌های حاصل کمتر از مقادیر حقیقی می‌باشد. اما با توجه به میانگین تفاوت‌ها، در طرح‌ریزی درمان ایمپلنت، به خصوص در موارد قرار دادن تعداد محدود ایمپلنت، در صورتی که امکان استفاده از تکنیک CBCT وجود نداشته باشد، توموگرافی خطی قابل استفاده می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: توموگرافی خطی، کمیت استخوان فک بالا، ایمپلنت

۱- استادیار، گروه رادیولوژی فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد ۲- متخصص دندانپزشکی کودکان، گروه دندانپزشکی اجتماعی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

* نویسنده مسؤول، آدرس پست الکترونیک: mohammadzadehz@mums.ac.ir

دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۳/۳ دریافت مقاله اصلاح شده: ۱۳۹۱/۱۱/۳۰ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۱۲/۹

مقدمه

درمان با ایمپلنت در طول سال‌های اخیر افزایش قابل توجهی داشته است (۱)؛ به طوری که امروزه ایمپلنت‌های پیچی شکل تیتانیومی که نتایج مطلوب آن‌ها در دراز مدت ثابت شده است، کاربرد فراوان دارند (۲). از آن جایی که نیروهای فانکشنال بر روی ایمپلنت می‌توانند زیاد باشند، مهم است که ایمپلنت در موقعیتی که در تماس کامل با استخوان کورتیکال باشد و با زاویه‌ای که نیروها در عمودی‌ترین حالت ممکن وارد شوند قرار گیرد (۳). می‌توان بخشی از موفقیت سیستم‌های ایمپلنت امروزی را به دلیل تکنیک‌های تصویربرداری پیشرفته‌ای دانست که در تمام مراحل درمان ایمپلنت مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴).

ارزیابی‌های تصویربرداری مورد استفاده باید اطلاعاتی از کیفیت و کمیت استخوان و موقعیت ساختارهای آناتومیک همچون کانال فک پایین، حفره بینی و نقاط دیگر و همچنین اطلاعاتی از مقدار استخوان موجود در سمت پالاتال سینوس فک بالا و شکل و تمایل کرست آلوئول به خصوص در نواحی که نگرانی‌های زیبایی وجود دارد و یا در فک‌های به شدت تحلیل رفته، فراهم آورد (۵).

برای کسب اطلاعات لازم، تکنیک‌های مختلف تصویربرداری در ۳ مرحله قبل از درمان ایمپلنت، حین جراحی و پس از درمان پروتز، استفاده شدند. در بیمارانی که در ناحیه خلفی استخوان فک بالا دارای ارتفاع کافی استخوان نمی‌باشند، تهاجم به سینوس فک بالا یک مشکل شایع در جای‌گذاری ایمپلنت است. این موضوع گاهی منجر به بروز سینوزیت می‌گردد. همچنین، پس از گذشت مدتی از عملکرد ایمپلنت، مواردی از مهاجرت آن به داخل حفره سینوس فک بالا گزارش شده است. مواردی از رینوسینوزیت عودکننده نیز متعاقب سوراخ‌شدگی کف حفره بینی توسط ایمپلنت نیز گزارش شده است (۶).

از تکنیک‌های مختلفی برای تعیین موقعیت ساختارهای آناتومیک فک بالا و کمیت استخوان این فک استفاده می‌شود که هر کدام مزایا و معایب خاص خود را دارند. در میان این تکنیک‌ها، توموگرافی معمولی با توانایی ارائه تصاویر باکولینگوالی از ناحیه مورد نظر، در ضمن دارا بودن هزینه و دوز اشعه پایین (در مقایسه با توموگرافی کامپیوتری)، می‌تواند تکنیک تصویربرداری پیشنهادی، به خصوص در موارد جای‌گذاری تعداد محدود ایمپلنت باشد. مطالعات مختلفی دقت بیشتر این تکنیک را در مقایسه با پانورامیک ثابت کرده‌اند (۸، ۷).

از جمله معایب این تکنیک بر اساس مطالعات، Technique sensitive بودن روش و در نتیجه نیاز به مهارت و تجربه بالا در تصویربرداری و تفسیر تصاویر(۵)، عدم امکان ارزیابی کیفیت استخوان (۹)، نیاز به زمان طولانی تصویربرداری در موارد نیاز به تهیه تصاویر از چند ناحیه (۱۰)، ایجاد تصویر کاذب یا خط پارازیت در نواحی خارج لایه تصویر (۱۱) دانست.

از جمله مزایای این تکنیک تصویربرداری می‌توان به امکان مشاهده ساختارهای آناتومیک و بازسازی دقیق ریج آلوئول که با روش‌های تصویربرداری قدیمی ۲ بعدی ممکن نیست، اشاره کرد. اطلاعات دقیق در مورد شکل و موقعیت ریج آلوئولار باقی‌مانده و کمیت آن را می‌توان از تصاویر توموگرافی معمولی به دست آورد (۱۲). Butterfield و همکاران ارائه اطلاعات دقیق در مورد ضخامت و کمیت استخوان موجود توسط تصویربرداری توموگرافی خطی را از جمله مزایای این تکنیک دانستند (۱۲). Tyndall و Brooks (۱۳) و Ekestubbe و همکاران (۱۴) نیز توموگرافی معمولی را روش انتخابی و پر کاربرد در میان روش‌های تصویربرداری برای کسب اطلاعات در مورد محل ایمپلنت دانستند. همچنین AAOMR (American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology) ارزیابی هر مکان ایمپلنت را با تصاویر مقطعی توسط توموگرافی معمولی و یا توموگرافی کامپیوتری (CT) پیشنهاد می‌کند. این انجمن، توموگرافی معمولی را تکنیک انتخابی در اغلب موارد می‌داند و در مواردی که بیماران نیاز به ۱۰-۸ و یا تعداد بیشتری ایمپلنت و یا مواردی که جراحی پیوند استخوان مورد نیاز است، توموگرافی کامپیوتری را مناسب‌تر تشخیص داده است (۱).

با روی کار آمدن تکنیک تصویربرداری CBCT (Cone beam computed tomography) بسیاری از مشکلات تکنیک توموگرافی کامپیوتری معمولی از جمله دوز بالای اشعه رفع گردیده است، اما کماکان پاره‌ای از مشکلات از جمله در دسترس نبودن این تکنیک و هزینه به نسبت بالای آن تا حدودی رفع نشده، باقی مانده است (۱۵). در حال حاضر از میان تکنیک‌های تصویربرداری ۳ بعدی موجود، شاید بتوان توموگرافی معمولی را در دسترس‌ترین و کم هزینه‌ترین تکنیک دانست. البته در صورت ایجاد امکانات تهیه تصاویر CBCT، این تکنیک می‌تواند انتخاب مناسبی جهت تصویربرداری از مناطق مورد نظر جهت ایمپلنت‌های دندانی باشد.

با توجه به مسایل ذکرشده، روشن است که بررسی دقت تکنیک توموگرافی معمولی خطی در تعیین کمیت استخوان فک بالا (شامل ارتفاع و ضخامت آن) امری ضروری و مفید می‌باشد. هدف از این مطالعه، بررسی دقت تشخیصی این تکنیک به عنوان تکنیک تصویربرداری انتخابی جهت تعیین کمیت استخوان فک بالا در موارد جای‌گذاری تعداد محدود ایمپلنت بود.

روش بررسی

در این مطالعه تکنیک تصویربرداری توموگرافی خطی از نظر دقت اندازه‌گیری‌های کمی با استاندارد طلایی (اندازه‌گیری مستقیم بر روی استخوان جمجمه انسان) مقایسه شد. ۴ جمجمه خشک‌شده انسان انتخاب گردید و با کدهای ۴ تا ۱ مشخص شد. حجم نمونه با توجه به مطالعات مشابه (۱۷، ۱۶، ۸) و همچنین کمبود جمجمه سالم ۴ عدد در نظر گرفته شد. به این دلیل تعداد نواحی بیشتری بر روی هر جمجمه انتخاب گردید. بر روی هر فک بالا مکان دندان‌های ۱۳۵۷ ۷۵۳۱ انتخاب و مشخص گردید. در مجموع حجم نمونه مورد بررسی شامل ۳۲ مکان بود.

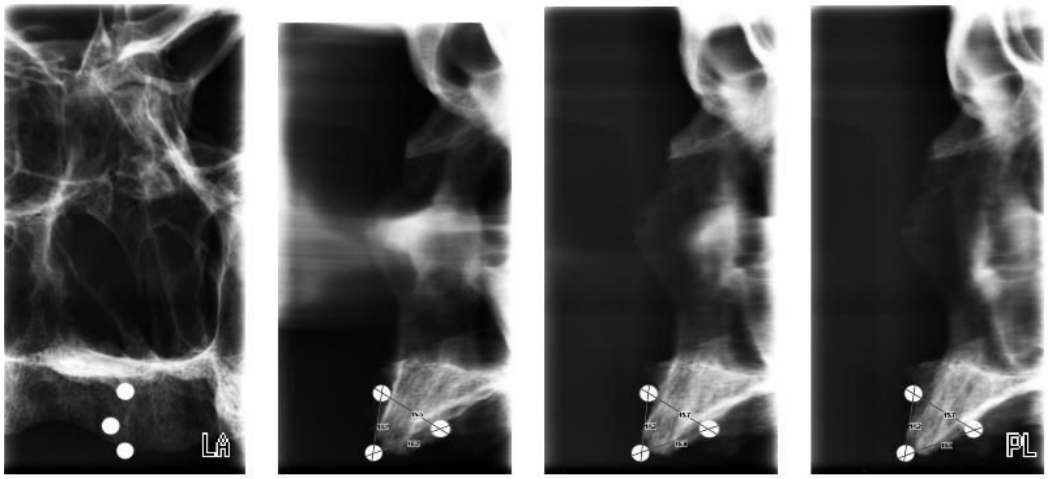
در مکان‌های مشخص‌شده ۳ گویچه فلزی به قطر ۳ میلی‌متر قرار داده شد، به این صورت که یک گویچه بر روی لبه کرست آلوئول و دو گویچه دیگر در فواصل مختلف از کرست آلوئول در نواحی مورد مطالعه بر روی صفحات استخوانی باکال و لینگول قرار داده شد. فاکتور بزرگ‌نمایی اعلام شده دستگاه (۱/۵) با اندازه‌گیری‌های خطی بر روی تصاویر نشانگرهای خطی اپک با اندازه معلوم که در مسیرهای افقی و عمودی در مکان‌های مختلف جمجمه‌ها قرار داده شده بودند، تأیید شد. آزمایشات اولیه برای به دست آوردن شرایط ایده‌آل تصویربرداری صورت پذیرفت و در نهایت حداکثر ولتاژ تیوب (Kilovoltage peak یا kVp) برابر ۶۰ و شدت جریان برابر mA ۱ به عنوان مناسب‌ترین kVp و mA انتخاب گردید. پلن توموگرافیک در جهت افقی، موازی با استخوان کام و در جهت عمودی به صورتی که نشانگرهای قرار داده شده در هر ۲ سمت بر روی هم به طور کامل تطبیق داده شوند، در مورد هر مکان مورد بررسی به طور جداگانه تنظیم شد. تصاویر توموگرافی معمولی توسط دستگاه Promax "planmeca, Finlad" با ضریب بزرگ‌نمایی ۱/۵ از مکان‌های مورد نظر تهیه گردید. مقاطعی به ضخامت ۳ میلی‌متر توسط دستگاه از هر ناحیه تهیه شد. از هر مکان ۳ مقطع با ۳ زاویه متفاوت تهیه شد. همچنین ۱ مقطع طولی نیز برای مشخص کردن محل تهیه مقاطع عمودی از هر ناحیه تهیه گردید. به این ترتیب، تصویر برداری از هر محل شامل ۴ تصویر بود (اشکال ۴-۱).

اندازه‌گیری‌های خطی بر روی هر ۳ مقطع عمودی توموگرافی به صورت دیجیتالی (با محاسبه فاکتور بزرگ‌نمایی دستگاه) صورت پذیرفت. فاصله گویچه موجود بر روی کرست آلوئول از گویچه باکالی، فاصله گویچه موجود در کرست آلوئول از گویچه لینگوالی و همچنین فاصله گویچه باکالی از لینگوالی، در نواحی مشخص‌شده بر روی مقاطع توموگرافی محاسبه شد. به این صورت که در هر مورد از بین ۳ اندازه حاصل از ۳ مقطع توموگرافی، برای محاسبه ضخامت، کمترین مقدار که نشانه صحیح‌ترین زاویه پرتودهی می‌باشد انتخاب گردید. سپس در همان مقطع عمودی انتخاب شده، مقادیر مربوط به ارتفاع باکالی و لینگوالی مشخص گردید. برای به دست آوردن

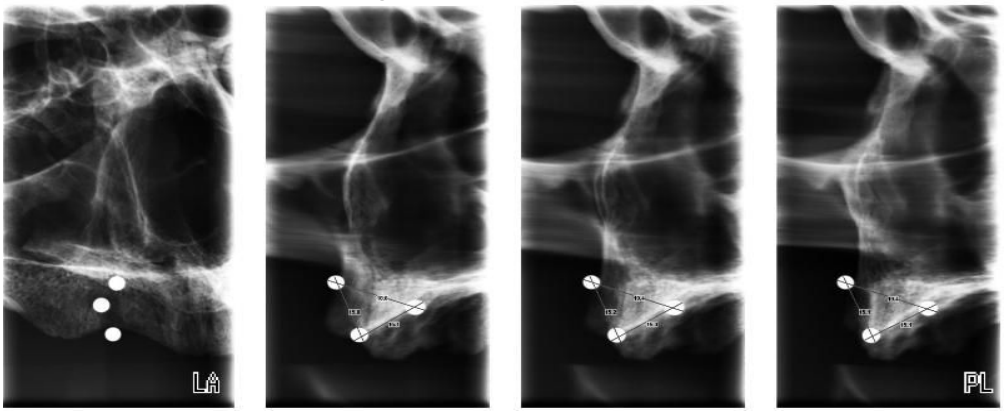
مقادیر حقیقی (Gold standard) در مورد ضخامت، کمترین فاصله گویچه قرار داده‌شده بر روی صفحه استخوانی باکال از گویچه موجود بر روی صفحه استخوانی لینگوال به طور مستقیم بر روی استخوان جمجمه‌ها توسط کالیبرسنج تا دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. در مورد ارتفاع باکالی و ارتفاع لینگوالی نیز به همین طریق، کمترین فاصله گویچه باکالی و همچنین گویچه لینگوالی از گویچه موجود بر روی کرست آلوئول، به طور مستقیم، بر روی استخوان جمجمه‌ها در نواحی مشخص‌شده اندازه‌گیری شد. شایان ذکر است که اندازه‌گیری‌ها هم بر روی توموگرام‌ها و هم بر روی استخوان‌ها در هر ناحیه از مرتفع‌ترین نقطه هر گویچه تا مرتفع‌ترین نقطه گویچه مقابل و در همان مسیر صورت پذیرفت. به دلیل وجود گویچه در نواحی مورد بررسی، خطای احتمالی موجود در اندازه‌ها تنها محدود به خطای اندازه‌گیری بود، که احتمال این گونه خطا با ۲ بار اندازه‌گیری منتفی شد.

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های استخوانی و توموگرافی در ۳۲ مکان مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به این که آزمون Shapiro–Wilk نرمال نبودن توزیع داده‌ها را نشان داد، لذا برای مقایسه بین توموگرام‌ها و اندازه‌گیری‌ها بر روی استخوان‌ها از آزمون Wilcoxon استفاده شد.

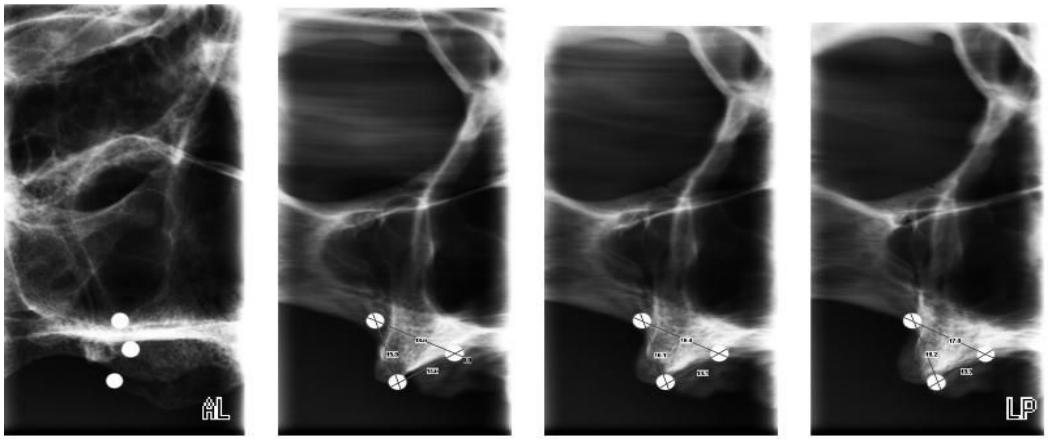
شکل ۱. *تصویر توموگرافی خطی از ناحیه دندان ۱ و اندازه‌گیری ارتفاع باکالی و لینگوالی و ضخامت استخوان*



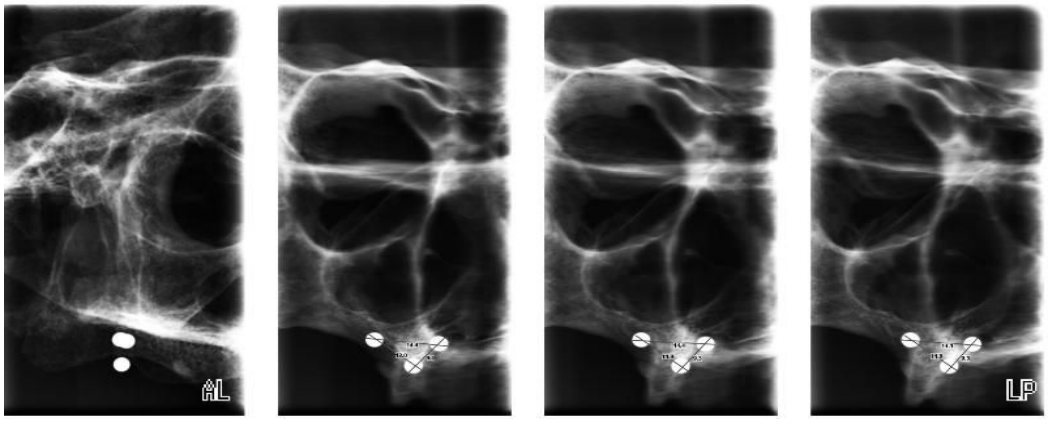
شکل ۲. *تصویر توموگرافی خطی از ناحیه دندان ۳ و اندازه‌گیری ارتفاع باکالی و لینگوالی و ضخامت استخوان*



شکل ۳. *تصویر توموگرافی خطی از ناحیه دندان ۵ و اندازه‌گیری ارتفاع باکالی و لینگوالی و ضخامت استخوان*



شکل ٤. *تصویر توموگرافی خطی از ناحیه دندان ۷ و اندازه‌گیری ارتفاع باکالی و لینگوالی و ضخامت استخوان*



نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های مربوط به ارتفاع باکالی و لینگوالی و همچنین ضخامت استخوانی بر روی توموگرام‌ها (T) و استخوان (B) در ۸ مکان اندازه‌گیری شده (۷۵۳۱ ۱۳۵۷) در ۳ جدول ارائه شده است. اعداد ۱ تا ۴ مربوط به شماره جمجمه‌های مورد بررسی می‌باشد (جداول ۱تا ۳).

جدول ۱. *نتایج مربوط به ارتفاع از کرست آلوئول تا گویچه باکالی برای داده‌های حاصل از اندازه‌گیری بر روی استخوان و بر روی توموگرام‌ها به تفکیک محل استخوان در جمجمه‌های شماره ۱ تا ٤ بر حسب میلی‌متر*

شماره جمجمه / شماره دندان	۱B	۱T	۱B-T	۲B	۲T	۲B-T	۳B	۳T	۳B-T	٤B	٤T	٤B-T
۱	۱۴/۸	۱۴/۲	۰/۶	۹/۶	۹/۵	۰/۱	۷	۶/۸	۰/۲	۹/۷	۹/۶	۰/۱
۱	۱۲/۵	۱۲/۲	۰/۳	۹/۴	۹/۵	۰/۱	۷/۳	۷/۴	۰/۱	۹/۱	۸/۹	۰/۲
۳	۱۵/۴	۱۵	۰/۴	۸/۳	۸	۰/۳	۱۴/۶	۱۴	۰/۶	۱۰/۱	۱۰/۳	۰/۲
۳	۹/۳	۹/۶	۰/۳	۸/۵	۸/۶	۰/۱	۱۳	۱۲/۶	۰/۴	۸/۹	۹/۲	۰/۳
۵	۱۶/۱	۱۵/۸	۰/۳	۹	۸/۷	۰/۳	۱۵/۲	۱۴/۹	۰/۳	۷/۸	۷/۵	۰/۳
۵	۱۰/۴	۱۰/۲	۰/۲	۸/۵	۸/۳	۰/۲	۱۴/۳	۱۴	۰/۳	۸/۵	۸/۳	۰/۲
۷	۱۲	۱۱/۹	۰/۱	۱۱	۱۰/۷	۰/۳	۱۱/۱	۱۱	۰/۱	۹/۵	۹/۶	۰/۱
۷	۸/۱	۷/۵	۰/۶	۱۰/۵	۱۰/۲	۰/۳	۸/۵	۸/۳	۰/۲	۹/۸	۹/۵	۰/۳

B استخوان، T: توموگرام

جدول ۲. *نتایج مربوط به ارتفاع از کرست آلوئول تا گویچه لینگوالی برای داده‌های حاصل از اندازه‌گیری استخوان و بر روی توموگرام‌ها به تفکیک محل استخوان در جمجمه‌های شماره ۱تا ٤ بر حسب یلی‌متر*

شماره جمجمه / شماره دندان	۱B	۱T	۱B-T	۲B	۲T	۲B-T	۳B	۳T	۳B-T	٤B	٤T	٤B-T
۱	۱۶	۱۵/۷	۰/۳	۹/۲	۹/۱	۰/۱	۷/۴	۷/۳	۰/۱	۹/۵	۹/۳	۰/۲
۱	۱۳/۲	۱۳	۰/۲	۹/۶	۹/۵	۰/۱	۶/۹	۷	۰/۱	۹/۳	۹/۲	۰/۱
۳	۱۴/۷	۱۵/۱	۰/۴	۹	۹/۴	۰/۴	۱۵/۸	۱۵/۶	۰/۲	۱۰/۶	۱۰/۴	۰/۲
۳	۸	۷/۶	۰/۴	۸/۷	۹/۱	۰/۴	۱۳/۸	۱۳/۵	۰/۳	۸/۶	۸/۴	۰/۲
۵	۱۵/۱	۱۴/۱	۱	۸/۸	۸/۶	۰/۲	۱۶/۳	۱۵/۴	۰/۹	۸/۱	۷/۵	۰/۶
۵	۱۰/۸	۱۱	۰/۲	۹/۲	۸/۸	۰/۴	۱۳/۵	۱۳/۱	۰/۴	۸/۹	۸/۶	۰/۳
۷	۹/۶	۹/۳	۰/۳	۱۱/۳	۱۱/۵	۰/۲	۱۰/۳	۱۰	۰/۳	۹/۱	۸/۶	۰/۵
۷	۷/۵	۸/۳	۰/۸	۹/۸	۹/۵	۰/۳	۸/۷	۸/۴	۰/۳	۹/۳	۹/۵	۰/۲

B استخوان، T: توموگرام

جدول ۳. *نتایج مربوط به ضخامت برای داده‌های حاصل از اندازه‌گیری بر روی استخوان و بر روی توموگرام‌ها به تفکیک محل استخوان در جمجمه‌های شماره ۱ تا ٤ بر حسب میلی‌متر*

شماره جمجمه / شماره دندان	۱B	۱T	۱B-T	۲B	۲T	۲B-T	۳B	۳T	۳B-T	٤B	٤T	٤B-T
۱	۱۵/۶	۱۵/۵	۰/۱	۸	۸/۲	۰/۲	۶	۵/۹	۰/۱	۸/۳	۸	۰/۳
۱	۱۴/۵	۱۴/۳	۰/۲	۸/۴	۸/۵	۰/۱	۷/۲	۷/۱	۰/۱	۶/۵	۶/۴	۰/۱
۳	۱۸/۶	۱۸/۸	۰/۲	۶/۳	۶/۶	۰/۳	۱۵/۳	۱۵/۲	۰/۱	۸/۷	۸/۵	۰/۲
۳	۱۱/۳	۱۱/۱	۰/۲	۷/۱	۶/۹	۰/۲	۱۵/۱	۱۴/۸	۰/۳	۷/۹	۷/۷	۰/۲
۵	۱۸/۲	۱۷/۸	۰/۴	۹/۲	۸/۹	۰/۳	۱۸/۴	۱۷/۹	۰/۵	۹/۱	۹/۳	۰/۲
۵	۸/۴	۸/۱	۰/۳	۹/۷	۹/۵	۰/۲	۱۱/۹	۱۱/۱	۰/۸	۸/۴	۸/۱	۰/۳
۷	۱۴/۳	۱۴/۱	۰/۲	۱۴/۷	۱۴/۱	۰/۶	۱۲/۲	۱۲/۱	۰/۱	۱۴/۴	۱۴/۱	۰/۳
۷	۹	۸/۸	۰/۲	۱۳/۱	۱۳/۵	۰/۴	۱۱/۵	۱۱/۳	۰/۲	۱۲/۷	۱۲/۲	۰/۵

B: استخوان، T: توموگرام

هم در مورد ارتفاع باکالی و لینگوالی و هم در مورد ضخامت، تنها در ۱۸/۷ درصد موارد داده‌های حاصل از توموگرافی نسبت به اندازه‌گیری مستقیم بر روی استخوان بزرگ‌تر بود. در هر ۳ مورد اندازه‌گیری‌شده (ارتفاع باکالی، ارتفاع لینگوالی و ضخامت) در ۱۰۰ درصد موارد، اختلاف داده‌ها با مقادیر حقیقی کوچک‌تر و یا مساوی ۱ میلی‌متر بود. در محاسبه ارتفاع استخوان فک بالا تنها در ۹/۳ درصد موارد، اختلاف اندازه‌گیری‌ها بزرگ‌تر از ۰/۵ میلی‌متر بود. این عدد در مورد ضخامت استخوانی کمتر بود (۶/۲ درصد موارد). دامنه خطاهای اندازه‌گیری در موارد بزرگ‌نمایی (Overestimation) در زمینه ارتفاع در حد ۰/۸ میلی‌متر تا ۰/۱ و در محاسبه ضخامت در حد ۰/۴–۰/۱ میلی‌متر بود. در موارد تخمین کمتر از واقعیت اندازه‌ها (Underestimation)، حد خطاها در محاسبه ارتفاع استخوان در دامنه ۱–۰/۱ میلی‌متر و در مورد ضخامت استخوان در حد ۰/۸–۰/۱ میلی‌متر بود.

یافته‌های این مطالعه حاکی از وجود تفاوت آماری بین اندازه‌گیری‌های خطی بر روی استخوان و بر روی توموگرام‌ها در سنجش کمیت استخوان فک بالا (هم اندازه‌گیری ارتفاع و هم ضخامت استخوان) بود. طبق آزمون Wilcoxon، متغیر ارتفاع در ناحیه باکال در روش توموگرافی به طور معنی‌داری اندازه‌ها را کمتر از مقدار حقیقی نشان داد ($P < ۰/۰۰۱$). همچنین متغیر ارتفاع در ناحیه لینگوال نیز در روش توموگرافی به طور معنی‌داری اندازه‌ها را کمتر از مقدار حقیقی نشان داد ($P = ۰/۰۱۸$). متغیر ضخامت نیز در روش توموگرافی به طور معنی‌داری اندازه‌ها را کمتر از مقدار حقیقی نشان داد ($P < ۰/۰۰۱$). در تمامی‌موارد محاسبه شده تفاوت‌ها بین مقادیر حقیقی و اندازه‌های حاصل از توموگرام‌ها در محدوده ۱± میلی‌متر قرار داشت (جدول ۴).

جدول ٤. *میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر فواصل اندازه‌گیری‌شده به دو روش توموگرافی و اندازه‌گیری واقعی*

متغیرها	روش اندازه‌گیری	تعداد	کمترین	بیشترین	انحراف معیار ± میانگین	مقدار P
ارتفاع در باکال	مقدار واقعی	۳۲	۷	۱۶/۱	۱۰/۵۶± ۲/۶۰	<۰/۰۰۱
	توموگرافی	۳۲	۶/۸	۱۵/۸	۱۰/۳۷ ± ۲/۵۰	
ارتفاع در لینگوال	مقدار واقعی	۳۲	۶/۹	۱۶/۳	۱۰/۵۲ ± ۲/۷۳	۰/۰۱۸
	توموگرافی	۳۲	۷	۱۵/۷	۱۰/۳۶ ± ۲/۶۳	
ضخامت	مقدار واقعی	۳۲	۶	۱۸/۶	۱۱/۲۶ ± ۳/۷۷	<۰/۰۰۱
	توموگرافی	۳۲	۵/۹	۱۸/۸	۱۱/۰۷ ± ۳/۷	

بحث

در مطالعه حاضر، دقت تصویربرداری توموگرافی خطی در تعیین کمیت استخوان فک بالا (ارتفاع و ضخامت استخوان) بر روی ۴ جمجمه خشک انسان بررسی شد. یافته‌های ما حاکی از تخمین کمتر از واقعیت (Under estimation) فواصل خطی اندازه‌گیری‌شده در ۸۱/۳ درصد موارد محاسبه شده بود. در ۱۰۰ درصد موارد محاسبه ارتفاع و ضخامت استخوانی دامنه خطای ۱± میلی‌متر بین داده‌های حقیقی و مقادیر محاسبه‌شده بر اساس توموگرام‌ها وجود داشت.

دقت تصاویر توموگرافی معمولی با حرکات مارپیچی (Scanora)، در مطالعه Hanazawa و همکاران در سمت‌های غیر از سمت لینگوال به دقت تصاویر توموگرافی کامپیوتری multi planar reconstruction (MPR-CT) بوده است (۱۸). در مطالعه ما حد خطاها در مقایسه با مقادیر حقیقی در سمت باکال در اندازه‌گیری‌های ارتفاع استخوانی ۰/۶-۰/۱ میلی‌متر و در سمت لینگوال ۱-۰/۱ میلی‌متر بود. با توجه به مطالعه Qurynen و همکاران که دامنه خطای ۰/۶-۰/۴ میلی‌متر را برای تصویربرداری توموگرافی کامپیوتری ذکر کرده‌اند (۱۹)، نزدیکی دقت تصویربرداری توموگرافی خطی مورد بررسی در مطالعه حاضر با دقت تصویربرداری توموگرافی کامپیوتری تأیید می‌شود که این یافته‌ها مطابق با یافته‌های Hanazawa و همکاران (۱۸) بود.

از معایب مهم تصویربرداری توموگرافی خطی می‌توان به عدم وضوح کامل حدود ساختارهای آناتومیک و همچنین مناطق دارای تحلیل (همچون لبه کرست آلوئول بعد از کشیدن دندان‌ها) اشاره کرد. به علاوه، به دلیل هم‌پوشانی (Super imposition) نواحی مجاور در مناطقی که حدود آناتومیکی مقعری وجود دارد (مانند فرورفتگی موجود در ناحیه دندان لترال) حدود فرورفتگی در این نواحی، به طور مشخص قابل ارزیابی نیست. این موارد نیاز به مهارت و تجربه بالا در تفسیر این تصاویر را می‌طلبد.

از آن جا که مطالعه ما در اندازه‌گیری فواصل خطی بین گویچه‌های قرار داده شده در نواحی کرست آلوئول و صفحات استخوانی باکال و لینگوال، از تعیین حدود ساختارهای آناتومیک و همچنین تفسیر تصاویر بی‌نیاز بوده و تنها دقت تصویربرداری توموگرافی خطی در اندازه‌گیری‌های مربوط به سنجش کمیت استخوان فک بالا را مورد بررسی قرار داده است، از معدود بررسی‌های انجام‌شده در این زمینه می‌باشد؛ چرا که این بررسی به تعیین دقت تصاویر حاصل از تکنیک مورد بررسی، بدون اثرپذیری از اشکالات و تفاوت‌های حاصل از تفاوت‌ها در مهارت و تجربه مشاهده‌گران پرداخته است. همچنین تصاویر توموگرافی دستگاه مورد بررسی در این مطالعه (Promax, planmeca) تاکنون کمتر مورد ارزیابی دقت اندازه‌گیری‌های خطی قرار گرفته است که این موارد خود

گویای اهمیت بررسی انجام‌شده می‌باشد. به علاوه، Gold standard مطالعه ما، اندازه‌گیری‌های مستقیم بر روی استخوان فک بالا بود. این قضیه اعتبار اندازه‌گیری‌ها را در مقایسه با مطالعات مشابه که بر روی بیماران انجام شده است و Gold standard آن‌ها تصاویر توموگرافی کامپیوتری و یا تصویربرداری در حین و یا بعد از عمل جراحی بوده است، بسیار بیشتر می‌نماید. شایان ذکر است در این مطالعه به دلیل وجود نشانگر در نواحی مورد نظر، کنتراست تصاویر در بررسی‌های انجام‌شده بدون تأثیر بوده است و نیازی به بازسازی بافت نرم بر روی جمجمه‌های خشک وجود نداشت.

در مطالعه حاضر، به دلیل این که محاسبات هم بر روی جمجمه‌ها و هم برروی توموگرام‌ها از مرتفع‌ترین نقطه هر گویچه تا مرتفع‌ترین نقطه گویچه مقابل انجام شده است، مسیر و زاویه اندازه‌گیری‌ها به طور کامل مشخص می‌باشد. همچنین خطای اندازه‌گیری‌ها در انتخاب دقیق نقاط مورد نظر در هر ناحیه برای اندازه‌گیری بر روی توموگرام‌ها و استخوان‌های فک بالا که در برخی مطالعات وجود دارد در این مطالعه حذف شده‌اند و در هر ۲ اندازه‌گیری بر روی توموگرام‌ها و استخوان‌های فک بالا این نقاط مشابه می‌باشند. این مورد دقت اندازه‌گیری‌ها را بیشتر کرده است. از دیگر تفاوت‌ها در این بررسی با بررسی‌های مشابه انجام شده وجود تصویربرداری دیجیتال توموگرافی خطی در مطالعه حاضر می‌باشد که این امر باعث شده است تمام اندازه‌گیری‌ها و اعمال فاکتور بزرگ‌نمایی دستگاه به صورت کامپیوتری انجام شود. این قضیه خطای موجود در اندازه‌گیری را بر روی توموگرام‌ها با استفاده از کایبرسنج، آن گونه که در مطالعات مشابه وجود دارد، حذف می‌کند.

حجم نمونه مورد بررسی در مطالعه حاضر، ۳۲ مکان در نواحی قدامی و خلفی فک بالا بود. این حجم نمونه از اغلب مطالعات مشابه انجام‌شده بر روی فک بالا بیشتر می‌باشد. از جمله طلایی‌پور و همکاران ۱۲ مکان در فک بالا (۶)، Bou و همکاران ۱۸ مکان در فک بالا(۱۷)، Cavalcanti و همکاران ۸ مکان در فک بالا (۲۰)، Allen و Smith ۲۵ مکان در فک بالا (۲۱)، Bou Serhal و همکاران ۱۸ مکان در فک بالا (۱۶) را مورد بررسی قرار دارند. بیشتر بودن حجم نمونه مورد بررسی در مطالعه حاضر نسبت به بررسی‌های مشابه، امتیاز دیگری در مورد بررسی انجام شده می‌باشد.

اطلاع دقیق از ضخامت زائده آلوئولار و زاویه آن در نواحی قدامی اهمیت بسیار زیادی در موفقیت ایمپلنت‌های قرار داده شده در نواحی قدامی (هم از نظر زیبایی و هم از نظر عملکرد) دارد، اما بررسی‌های بسیار معدودی در زمینه ارزیابی و مقایسه دقت تصویربرداری و همچنین میزان بزرگ‌نمایی‌ها در نواحی قدامی در مقابل نواحی خلفی انجام شده است. در بررسی ما دقت اندازه‌گیری‌ها هم در محاسبه ارتفاع و هم درمحاسبه ضخامت استخوان فک بالا در نواحی قدامی (۱ و ۳) نسبت به نواحی خلفی (۵ و ۷) بیشتر بود، اما طلایی پورو همکاران بیشتر بودن دقت اندازه‌گیری‌های ارتفاع استخوان فک بالا را در نواحی قدامی (ناحیه دندان لترال) و بیشتر بودن دقت اندازه‌گیری‌های ضخامت استخوان فک بالا را در نواحی خلفی (ناحیه دندان مولراول) نتیجه‌گیری کردند (۶). شایان ذکر است این موضوع مورد بررسی مشابه دیگری قرار نگرفته است.

به علاوه، در بررسی ما اگر چه تنها در ۱۸/۷ درصد موارد تخمین بیشتر از واقعیت (Over estimation) صورت گرفته است، اما این موارد بزرگ‌نمایی اغلب مربوط به ناحیه قدامی (۱ و ۳) می‌شوند. به صورتی که ۷۵ درصد موارد بزرگ‌نمایی در محاسبه ارتفاع و ۶۶/۶ درصد موارد بزرگ‌نمایی در محاسبه ضخامت استخوانی به نواحی قدامی مربوط می‌شود. این موضوع نیز مورد بررسی مشابه دیگری قرار نگرفته است، تنها در مطالعه Quirynen و همکاران با بررسی تصاویر Direct CT، مشاهده شده بود که اغلب Over estimation در تعیین کمیت استخوانی در نواحی کانین

و پرمولر رخ داده است. البته در این بررسی میانگین مطلق انحراف (Mean absolute deviation) برای این تصاویر ۱/۴ میلی‌متر به دست آمد (۱۹).

در مطالعه حاضر داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های مستقیم بر روی استخوان‌های فک بالا و بر روی توموگرام‌ها در موارد اندازه‌گیری ارتفاع باکالی و لینگوالی و همچنین در مورد محاسبه ضخامت استخوانی کمتر از مقادیر حقیقی می‌باشند. تخمین مقادیر به صورت کمتر از مقادیر حقیقی موجب مشکلات کمتر نسبت به Over estimation می‌گردد؛ چرا که در صورت ایجاد خطا به صورت Over estimation احتمال پرفوراسیون کورتکس و یا کف سینوس ماگزیلا وجود دارد.

در مجموع، در بررسی‌های تصویربرداری بیمار قبل از جراحی ایمپلنت باید دو عامل مهم دقت و کارایی روش مورد استفاده در تخمین دقیق کمیت و کیفیت استخوان فک و میزان دوز دریافتی بیمار در اثر استفاده از یک روش تصویربرداری خاص مورد ارزیابی قرار گیرد و نفع و زیان آن برای هر بیمار سنجیده شود (۲۲). تصمیم‌گیری در مورد تصویربرداری از بیمار بر پایه نیازهای بالینی وی می‌باشد. روش انتخابی باید در عین داشتن کمترین خطر رادیولوژیک، تأمین کننده اطلاعات تشخیص ضروری مربوط به نیازهای بالینی هر بیمار باشد. به حداکثر رساندن نسبت سود به زیان در تصویربرداری همیشه یک اصل اساسی می‌باشد (۲۳).

نتیجه‌گیری

مقایسه یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های خطی بر روی توموگرام‌های خطی حاصل از دستگاه تصویربرداری مورد بررسی (Promax, planmeca) با یافته‌های مربوط به اندازه‌گیری مستقیم بر روی استخوان‌های فک بالا (Gold standard) در تعیین کمیت استخوان فک بالا نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین داده‌ها بود. در هر ۳ مورد ارتفاع باکالی و لینگوالی و ضخامت استخوان فک بالا، مقادیر حاصل از توموگرافی کمتر از مقادیر حقیقی استخوانی بود. با توجه به محدوده خطای ۱ میلی‌متر (که اغلب شامل تخمین کمتر از میزان حقیقی می‌گردد)، این تکنیک تصویربرداری برای کسب اطلاعات در مورد کمیت استخوان فک بالا در طرح‌ریزی درمان ایمپلنت در مواردی که نیاز به کنتراست بالایی نیست و همچنین در مناطقی که مشکلاتی همچون تحلیل در لبه کرست آلوئول و یا تقعر در ناحیه مورد بررسی وجود ندارد، قابل استفاده می‌باشد. البته این مسأله در شرایطی است که امکان استفاده از سایر تکنیک‌های دقیق‌تر ۳ بعدی از جمله CBCT وجود نداشته باشد.

References

1. Frei C, Buser D, Dula K. Study on the necessity for cross-section imaging of the posterior mandible for treatment planning of standard cases in implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15(4): 490-7.
2. Brief J, Edinger D, Hassfeld S, Eggers G. Accuracy of image-guided implantology. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16(4): 495-501.
3. Bhat S, Shetty S, Shenoy KK. Imaging in implantology. *J Indian Prosthodont Soc* 2005; 5: 10-3.
4. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology: principles and interpretation. 6th ed. New York, NY: Elsevier Health Sciences; 2008.
5. Veyre-Goulet S, Fortin T, Thierry A. Accuracy of linear measurement provided by cone beam computed tomography to assess bone quantity in the posterior maxilla: a human cadaver study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008; 10(4): 226-30.
6. Talaeipour AR, Panjnoush M, Zargarpour R. Evaluation of linear tomography accuracy in localization of nasal fossa and maxillary sinus. *Journal of Dental Medicine* 2004; 20(3): 201-4.
7. Bolin A, Eliasson S, von Beetzen M, Jansson L. Radiographic evaluation of mandibular posterior implant sites: correlation between panoramic and tomographic determinations. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7(4): 354-9.
8. Silverstein LH, Melkonian RW, Kurtzman D, Garnick JJ, Lefkove MD. Linear tomography in conjunction with pantomography in the assessment of dental implant recipient sites. *J Oral Implantol* 1994; 20(2): 111-7.
9. Mish CE. Dental implant prosthetics. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2004. p. 53-70.
10. Whaites E. Tomography. In: Whaites E, editor. Essentials of Dental Radiography and Radiology. 4th ed. Oxford, UK: Elsevier Health Sciences; 2006. p. 179-85.
11. Mupparapu M, Singer SR. Implant imaging for the dentist. *J Can Dent Assoc* 2004; 70(1): 32.
12. Butterfield KJ, Dagenais M, Clokie C. Linear tomography's clinical accuracy and validity for presurgical dental implant analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84(2): 203-9.
13. Tyndall DA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89(5): 630-7.
14. Ekestubbe A, Grondahl K, Grondahl HG. The use of tomography for dental implant planning. *Dentomaxillofac Radiol* 1997; 26(4): 206-13.
15. Danforth RA, Dus I, Mah J. 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension. *J Calif Dent Assoc* 2003; 31(11): 817-23.
16. Bou Serhal C, Jacobs R, Persoons M, van Steenberghe D. A comparison between panoramic radiographs, scanograms and conventional tomograms in locating the maxillary sinus. Dentomaxillofac Radiol 1998; 27(Suppl 1): S24.
17. Bou SC, Jacobs R, Persoons M, Hermans R, van Steenberghe D. The accuracy of spiral tomography to assess bone quantity for the preoperative planning of implants in the posterior maxilla. *Clin Oral Implants Res* 2000; 11(3): 242-7.

18. 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.

19. Quirynen M, Lamoral Y, Dekeyser C, Peene P, van Steenberghe D, Bonte J, et al. CT scan standard reconstruction technique for reliable jaw bone volume determination. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990; 5(4): 384-9.

20. Cavalcanti MG, Yang J, Ruprecht A, Vannier MW. Accurate linear measurements in the anterior maxilla using orthoradially reformatted spiral computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 1999; 28(3): 137-40.

21. Allen F, Smith DG. An assessment of the accuracy of ridge-mapping in planning implant therapy for the anterior maxilla. *Clin Oral Implants Res* 2000; 11(1): 34-8.

22. Talaei Pour AR, Mehralizadeh S, Mesgarzadeh A. Comparison between conventional tomography & radiovisiography methods for assessment of presurgical dental implants. *J Dent Med Tehran Univ Med Sci* 2005; 18(1): 69-73.

23. Hosseini Zarch H, Mohammadzadeh Z. Evaluation of accuracy of conventional tomography in determination of mandibular canal position. *J Mashad Dent Sch* 2009; 33(1): 25-33.

Evaluation the Accuracy of Lineartomography in Determining the Quantity of Maxillary Bone

Hosseini Zaroch S.H., DDS. [1] Mohammadzadeh Z., DDS.[2*]

1. Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

2. Pedodontist, Department of Community Dentistry, School of Denistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

* Corresponding author; Email: mohammadzadehz@mums.ac.ir

(Received: 24 May 2012 Accepted: 28 Feb. 2013)

Abstract

Background & Aims: The accuracy of dental implants has increased in recent years. An accurate radiography from the region is needed for precise treatment planning in implants and for determining prognosis of treatment. Because this technique can demonstrate the buccolingual aspect, and due to its lower radiation dose, lower cost, and availability, in comparison with computed tomography, lineartomography could be the most suitable technique in cases with restricted implant sites. In this study we evaluated the accuracy of this technique in determining the quantity of maxillary bone.

Methods: This study was a kind of diagnostic test validity. 4 dry human skulls were selected and on each maxilla locations of teeth 7531 1357 were selected and marked with opaque markers (n = 32). On each site, 3 metal bullets, with the diameter of 3 mm, were placed on the alveolar crest to buccal cortex and lingual cortex in different distances from the alveolar crest. Conventional linear tomography was provided by Promax (Planmeca) radiographic unit. Then, the distances from the highest points of the bullets on the alveolar crests to similar points of bullets on the buccal and lingual cortices, and distances from the highest points on the buccal bullets to lingual bullets were measured. These distances were directly measured on maxillary bones in a similar way. The measurements obtained from tomograms and maxillary bones were analyzed by Wilcoxon test.

Results: According to Wilcoxon test, measurements on tomograms in buccal height, lingual height, and thickness of the bone were significantly smaller than the gold standard. In 81.3% of measurements distances on tomograms were underestimated; however, in all measurements, differences in results were in the range of ± 1 mm.

Conclusion: Regarding the observed results of linear tomography in determining the quantity of maxillary bone in this study, the gained measurements were smaller than the gold standard. However, considering the mean differences in preoperative treatment planning of implants, especially in placing a limited number of implants, and if it is not possible to use the cone beam computed tomography (CBCT) technique, linear tomography can be used.

Keywords: Linear tomography, Quantity of maxillary bone, Implant

Journal of Kerman University of Medical Sciences, 2013; 20(4): 374-386