

بررسی دوز جذب اشعه در پرتونگاریهای مورد نیاز ایمپلنت‌های دندانی

دکتر فرزانه کاویانی

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

Title: Determination of absorbed radiation from dental implant radiography

Author: Kaviyani F. Assistant Professor

Address: Dept. of Oral & Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Tabriz University of Medical Sciences

Abstract: Concern for adverse effects must accompany any use of ionizing radiation. Such concern for the expanded use of CT scanning, conventional tomography and panoramic in dental implant radiology can be expressed by the establishment of absorbed radiation dose for critical tissues (resulting from these radiographic procedures). Potential patient benefit should be weighted against the risk and other disadvantages and/or advantages of a particular radiographic imaging technique. Measurement of dose values can act as a guideline for such risk determinations. The purpose of this study was to measure and compare the absorbed doses of various anatomic sites during these radiographic techniques. The absorbed radiation doses in bone marrow, thyroid gland, salivary gland, eye, brain and skin entrance were determined by placement of lithium fluoride thermoluminescent dosimeters (TLD, S) at selected anatomic sites within and on a humanlike x-ray phantom. The phantom was exposed to radiation from panoramic, linear tomographic and computer- assisted tomographic (CT) stimulated dental implant radiographic examinations. The mean dose was determined for each anatomic site. CT examination showed disruption dose, while panoramic radiography was generally the lowest. The mean absorption value by paratid gland was higher than of other salivary glands.

Key words: Panoramic- Linear tomography- CT scan- Implants- Absorbed dose

Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences (Vol. 14, No: 2, 2001)

چکیده :

به هنگام استفاده از هرگونه تابش یونیزان، اثرات مضر آن نیز باید مدنظر باشد. بطور کلی اطلاعات سودمند تشخیصی و درمانی حاصله از تکنیک‌های مختلف رادیوگرافی از جمله پرتونگاریهای مورد نیاز ایمپلنت‌های دندانی، باید در مقابل خطر و معایب آنها مورد ارزیابی قرار گیرد. اندازه‌گیری مقادیر دوز جذبی بافتهای بحرانی می‌تواند به عنوان یک راهنما برای تعیین چنین خطری استفاده گردد که یکی از اهداف این تحقیق می‌باشد؛ همچنین هدف دیگر این تحقیق مقایسه دوز جذبی نواحی آناتومیک مختلف در حین پرتونگاریهای مورد نیاز ایمپلنت‌های دندانی می‌باشد. در این بررسی که روی فانتوم نیم‌تنه انسانی Rando با استفاده از دوزیمترهای ترمولومینسانس لیتیوم فلوراید انجام شد، این نتیجه به دست آمد که دوز جذبی بافتهای بحرانی به واسطه سی‌تی‌اسکن بیشتر از توموگرافی خطی و دوز جذبی ناشی از این دو تکنیک بیشتر از پانورامیک می‌باشد. ارگان‌های بحرانی در این تحقیق عبارتند از: چشم، غده تیروئید، غده بزاقی، مغز، مغز استخوان و پوست. سایر نتایج به قرار زیر است:

- میزان جذب اشعه در غده تیروئید در حین انجام سی‌تی‌اسکن از فک پایین نسبتاً بالا بود و این امر استفاده از حفاظ

تیروئید را ضروری می‌سازد.

- در مورد غدد بزاقی، پاروتید بیشتر از دو غده دیگر جاذب اشعه بود و در مورد سی تی ماگزیلاری، توموگرافی خطی قدامی و خلفی و پانورامیک بیشترین دوز جذبی را در بین ارگان‌های بحرانی فوق تشکیل می‌دهد. بیشترین مقدار دوز جذبی اشعه این غده در مورد سی تی فک بالا بود (۲۷۹۳۰ میکروگری) که در مقایسه با مقدار ۱۰ گری که سبب ایجاد التهاب حاد در این غده می‌گردد ناچیز است.

- در مورد پوست بیشترین دوز جذبی مربوط به تکنیک سی تی فک پایین بود که زیر حد ایجاد اریتم و سرطانزایی می‌باشد.

- حداکثر میزان جذب اشعه در مغز استخوان در مورد سی تی فک پایین بود (لوسمی جزو بیماریهای غیر آستانه‌ای است).

کلید واژه‌ها: پانورامیک- توموگرافی خطی- سی تی اسکن- ایمپلنت- دوز جذبی

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۴، شماره ۲، سال ۱۳۸۰)

مقدمه :

در مورد دوز جذبی رادیوگرافی مربوط به ایمپلنت‌های دندان‌ی اطلاعات اندکی وجود دارد؛ اطلاعات موجود هم بی‌تناسب و گاهی مغایر نیز می‌باشند (۲)؛ به همین دلیل در این تحقیق دوز جذبی شش بافت بحرانی در حین انجام رادیوگرافی‌های مورد نیاز ایمپلنت‌های دندان‌ی را اندازه‌گیری و با یکدیگر مقایسه گردید.

روش بررسی :

در این بررسی که با استفاده از امکانات امور حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی ایران صورت گرفته است، از یک فانتوم نیم‌تنه انسانی^۱ Rando استفاده شد.

این فانتوم اسکلت مردی با قد و وزن مشخص بود که از لاستیک ایزوسیانات به جای بافتهای نرم آن استفاده شده بود. فانتوم به طور عرضی با فواصل ۲/۵ سانتی‌متر به ۳۳ قطعه تقسیم شده بود که در این تحقیق ۱۰ قطعه اول آن مورد استفاده قرار گرفت. در هر قطعه سوراخهایی وجود داشت که جایگاه قراردادن دوزیمتر جهت اندازه‌گیری

کشف اشعه ایکس در سال ۱۸۹۵ و کاربرد سریع آن در پزشکی، اولین قدم در دنیای جدید تصویرنگاری پزشکی می‌باشد. با اختراع رایانه و بکارگیری آن در تحلیل و بازسازی تصویری اطلاعات، پدیده سی تی اسکن نیز ایجاد گردید که می‌تواند تصاویر واضحی از نقاط مختلف بدن را ارائه دهد. این پدیده در آخرین نسل خود قادر است تصاویر سه‌بعدی از آناتومی دلخواه پزشک بخصوص از نسوج سخت ارائه دهد که در جراحی فک و دندان از جمله ایمپلنت‌های دندان‌ی کاربرد مؤثر و شناخته‌شده‌ای دارد (۱).

به طور کلی در رادیوگرافی‌های پانورامیک و داخل دهانی، محل ایمپلنت به صورت دو بعدی ارزیابی می‌شود ولی با استفاده از توموگرافی این تخمین به صورت سه بعدی انجام می‌شود.

این چنین تصاویری اطلاعات مهم تشخیصی و طرحهای درمانی در ارتباط با اندازه، محل و شکل کانال ماندیبولر، ریج مایلوهایوئید، سینوس ماگزیلاری و ریج آلوئولر که در رادیوگرافی‌های Plain-Film قابل دستیابی نیست، فراهم می‌کند (۳،۲).

^۱ Radiation Analog Dosimetry System

دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران و برای انجام سی‌تی‌اسکن از دستگاه SIEMENS SOMATOM DRH) در بخش سی‌تی‌اسکن بیمارستان شهید مصطفی خمینی تهران استفاده شد.

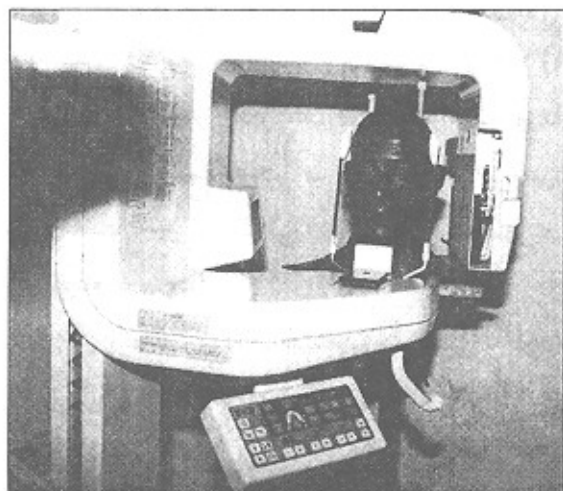
این مرحله طی دو قسمت شرح داده می‌شود:

الف- انتخاب نواحی جهت قرار دادن دوزیمترها

از آنجایی که اندازه‌گیری مقادیر اشعه در تمام نواحی بدن بیمار، جسد یا فانتوم غیر ممکن است، آن نواحی از بافتها که مقدار جذب اشعه در آنها نمایانگر مقادیر جذب اشعه در کل آن بافت باشد، برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ به عنوان مثال مغز استخوان فعال در نواحی مختلف بدن وجود دارد. مقدار متوسط جذب اشعه در مغز استخوان کل بدن با اندازه‌گیری مقادیر جذب اشعه در چند ناحیه سر و گردن که حاوی مغز استخوان فعال می‌باشند محاسبه می‌گردد.

ب- نحوه انجام تکنیک‌های فوق:

رادیوگرافی پانورامیک توسط دستگاه پلان‌مکا با مشخصات اکسپوژر به صورت زمان: ۱۸ ثانیه، mA: ۹ و KV: ۷۶ انجام شد (تصویر شماره ۱).



تصویر شماره ۱- موقعیت دستگاه پلان مکا و فانتوم جهت تهیه رادیوگرافی پانورامیک

پرتوگیری در تحقیقات رادیوگرافی بود.

دوزیمترهای مورد استفاده کریستال‌های ترمولومینسانس لیتیم فلووراید مربع‌شکل به ابعاد $\frac{1}{8} \times \frac{1}{8} \times 0.35$ اینچ بودند. این دوزیمترها به دفعات می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در هر مرحله از سی دوزیمتر و جهت کنترل اشعه زمینه‌ای نیز از دو دوزیمتر استفاده شد.

ابتدا کالیبراسیون دوزیمترها صورت گرفت. به این ترتیب که تعداد سی دوزیمتر در آزمایشگاه دوزیمتری کرج مورد تابش مقدار معینی اشعه قرار گرفتند. این مقدار با استفاده از اتاقک یونیزاسیون که وسیله‌ای برای اندازه‌گیری میزان تابش اشعه در هوا است، مشخص گردید؛ سپس طی محاسباتی میزان جذب اشعه برحسب سانتی‌گری اندازه‌گیری شد. به طور کلی مراحل کاری پس از کالیبراسیون دوزیمترها شامل مراحل زیر می‌باشد:

۱- مرحله استاندارد Anealing

۲- مرحله تابش

۳- مرحله Preheat

۴- مرحله قرائت دوزیمترها

دربارۀ هر یک از مراحل فوق شرح مختصری ارائه می‌شود:

۱- مرحله استاندارد Anealing:

تمامی دوزیمترها قبل از پرتوگیری ابتدا به مدت یک ساعت در حرارت ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد و سپس دو ساعت در حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. با اعمال این روند گرمایی، دوز باقیمانده در دوزیمتر از بین رفت و دوزیمتر صفر شد؛ به همین دلیل از کوره Thermolyne استفاده شد.

۲- مرحله تابش:

برای انجام تکنیک‌های پانورامیک و توموگرافی خطی از دستگاه PLANMECA 2002cc در بخش رادیولوژی

شدند و شماره‌های آنها یادداشت گردید و به مدت ۱۰ دقیقه در حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

۴- مرحله قرائت دوزیمترها:

بعد از خارج کردن دوزیمترها از کوره و سرد شدن آنها، دوزیمترها به کمک یک پنست، یکی‌یکی در دستگاه قرائتگر^۲ قرار می‌گرفتند؛ سپس دوزیمترها تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده می‌شدند. در اثر حرارت انرژی جذب‌شده در هر دوزیمتر آزاد می‌شد و به صورت امواج نوری ساطع می‌گشت. این امواج توسط فتومولتی پلایر تیوب اندازه‌گیری شد و به صورت یک عدد (بر حسب نانوکولمب) بر روی دستگاه ترسیم می‌شد.

بعد از یادداشت مقدار عددی هر دوزیمتر و سرد شدن دستگاه قرائتگر تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد، دوزیمتر از دستگاه خارج و دوزیمتر بعدی قرار داده می‌شد و پس از انجام محاسبات ذکر شده، دوز جذبی هر دوزیمتر برحسب سانتی‌گری و سپس میکروگری مشخص می‌شد.

مقدار اشعه جذب‌شده در بافت با جمع کردن اعداد دوزیمترهای مورد استفاده در آن بافت و تقسیم آن بر تعداد دوزیمترها حاصل می‌شد.

یافته‌ها :

دوزهای جذبی ارگانهای مختلف با استفاده از سه تکنیک پانورامیک، توموگرافی خطی و سی‌تی‌اسکن در جدولهای شماره ۱، ۲ و ۳ آمده است.

با توجه به این جدولها و انجام آزمون آماری، به جز سه مورد (مهره ششم گردنی، کالواریای چپ و کالواریای قدامی) در بقیه موارد تفاوت معنی‌دار در میانگین حاصله از اندازه‌گیری به روشهای مختلف مشاهده می‌شود؛ بنابراین با

در هر مرحله ۱۰ اکسپوژر صورت گرفت تا مقادیر دوز جذبی قابل خواندن توسط دستگاه قرائتگر باشد. تکنیک توموگرافی خطی (قدامی و خلفی) نیز توسط همین دستگاه انجام شد.

مشخصات فیزیکی تابش جهت انجام توموگرافی قدامی عبارت بودند از:

زمان: ۴/۵ ثانیه، ۹ mA و ۷۰ KV

تعداد تابشها ۲۰ عدد بود و فاکتورهای اکسپوژر برای توموگرافی خلفی عبارت بودند از:

زمان: ۴/۵ ثانیه، ۹ mA و ۷۴ KV

چهار برش که ضخامت هر برش (cut) دو میلی‌متر بود، بر روی یک کلیشه تصویر شد.

فاکتورهای اکسپوژر تکنیک سی‌تی‌اسکن عبارت بودند از:

$mAS=210$ $mA=52/5$ $KV=125$

برای سی‌تی‌اسکن فک پایین، ۳۴ برش اسکن شد. زاویه گانتری روی صفر تنظیم شد. فک پایین از قاعده (Base) به سمت بالا اسکن شد. لبه تحتانی فک پایین عمود بر میز اسکن و پلان اسکن موازی با لبه تحتانی فک پایین بود. ضخامتهای اسلایس ۲ میلی‌متر با فواصل ۱ میلی‌متر بود.

برای اسکن فک بالا از پروتکل مشابهی استفاده شد. فانتوم به نحوی قرار گرفت که ریج آلتول فک بالا عمود بر میز اسکن و کام سخت موازی با پلان اسکن بود. فک بالا با ۲۳ اسلایس، از ۳ اسلایس زیر ریج آلتول فوقانی تا ۳ اسلایس پس از کام سخت اسکن شد. شاخصهای اسکن مشابه فک پایین بود.

۳- مرحله Preheat :

پس از تابش اشعه، دوزیمترها از نواحی مربوطه خارج گردیدند؛ سپس با احتیاط از محفظه پلاستیکی بیرون آورده

^۱ نام این دستگاه Thermoluminescence Detector Model 200 c Harshaw بود.

مربوط به پانورامیک بود (۵۴ میکروگری).
 - از آنجایی که غده تیروئید در حین سی‌تی‌اسکن فک پایین مقدار نسبتاً زیادی اشعه جذب می‌کند و از طرفی مقدار نسبتاً کم اشعه سبب دو برابر شدن احتمال خطر سرطانزایی این غده می‌شود، یکی از بهترین و ساده‌ترین روشها جهت کاهش تابش اشعه غیر ضروری به این غده، استفاده از حفاظ تیروئید است؛ البته از نظر حساسیت اشعه، غده تیروئید بزرگسالان در رده حساسیت اندک قرار دارد.
 - بیشترین مقدار دوز جذبی غده بزاقی پاروتید در سی‌تی‌اسکن فک بالا (۲۷۹۳۰ میکروگری در پاروتید چپ) و کمترین آن در غده پاروتید راست (سمت غیر معاینه) در تکنیک توموگرافی قدامی بود (۱۰۶ میکروگری).
 - بیشترین دوز جذبی غده بزاقی تحت فکی در سی‌تی‌اسکن فک پایین (در غده سمت چپ ۱۵۳۲۰ میکروگری) و کمترین مقدار مربوط به تکنیک توموگرافی خطی قدامی (غده تحت فکی سمت راست، سمت غیر معاینه) بود (۴۶/۵۶ میکروگری).
 - بیشترین دوز جذبی غده بزاقی زیر زبانی به واسطه سی‌تی‌اسکن فک پایین (۱۰۱۵۰ میکروگری) و کمترین آن مربوط به پانورامیک (۱۳۵ میکروگری) بود.
 - غدد بزاقی به طور کلی در رده حساسیت اندک به اشعه قرار دارند و غده پاروتید از تحت فکی و زیر زبانی حساس‌تر می‌باشد.
 - بیشترین دوز جذبی هیپوفیز (مغز) در حین سی‌تی‌اسکن فک بالا (۳۳۵۲ میکروگری) و کمترین آن در توموگرافی خطی قدامی (۱۹۳/۶ میکروگری) بود.
 - بیشترین دوز جذبی پوست، به واسطه سی‌تی‌اسکن فک پایین (۱۰۹۱۷ میکروگری) و کمترین مقدار به واسطه پانورامیک بود (۴۹۱ میکروگری). پوست بافتی است که دارای یک حد آستانه در برابر اثر سرطانزایی اشعه می‌باشد؛

توجه به میانگین‌های بدست آمده، می‌توان دریافت که در کدام روش، کدام میانگین کمتر از همه می‌باشد و می‌توان آن را نسبت به روشهای دیگر ارجح دانست و توصیه نمود؛ البته کارایی هر تکنیک را نیز باید مد نظر داشت.
 با بررسی مقادیر دوزهای جذبی ارگان‌های مختلف مشخص نتایج زیر حاصل شد:
 - در سی‌تی‌اسکن فک بالا بیشترین دوز جذبی در غده پاروتید چپ (سمت معاینه) (۲۷۹۳۰ میکروگری) و کمترین آن در مهره ششم گردن (۲۱۰ میکروگری) بود.
 - در سی‌تی‌اسکن فک پایین، بیشترین دوز جذبی مربوط به مغز استخوان در ناحیه سمفیز (۲۹۴۳۵ میکروگری) و کمترین آن در مهره ششم گردن (۴۰۵ میکروگری) بود.
 - در تکنیک توموگرافی خطی- قدامی، بیشترین دوز جذبی در غده پاروتید چپ (۹۵۲۰ میکروگری) و کمترین آن در مغز استخوان در ناحیه کالواریای چپ (۴۱ میکروگری) بود.
 - در توموگرافی خطی- خلفی بیشترین دوز جذبی در غده پاروتید چپ (۱۲۴۹۶ میکروگری) و کمترین آن در مغز استخوان در ناحیه کالواریای راست (۳۴/۴ میکروگری) بود.
 - در تکنیک پانورامیک، بیشترین دوز جذبی در پاروتید چپ (۱۵۴۹ میکروگری) و کمترین آن در مغز استخوان در ناحیه کالواریای خلفی (۲/۲۳ میکروگری) بود.
 - بالاترین دوز جذبی چشمها (میانگین ۹۰۰ میکروگری) در سی‌تی‌اسکن فک بالا بود که در مقایسه با مقدار آستانه‌ای اشعه که ایجادکننده کاتاراکت می‌باشد و مقدار آن ۲ گری است ناچیز است و کمترین آن مربوط به تکنیک پانورامیک بود (با میانگین ۱۷/۷۵ میکروگری).
 - بالاترین دوز جذبی غده تیروئید مربوط به سی‌تی‌اسکن فک پایین (۱۸۷۰ میکروگری) و کمترین آن

تحقیق آنها در سمت چپ و راست فک بوده است (۳)؛ اگرچه جالب است توجه کنیم که بجز در محل غده پاروتید چنین دوزهای بالایی در حین سی‌تی‌اسکن فک بالا وجود ندارد. این امر ممکن است به این دلیل باشد که در فک بالا نسبت به فک پایین برشهای اگزالی کمیتری تهیه می‌شود (۲۳ برش در برابر ۳۴ برش) یا به این علت که هیچ دوزیمتری در محل‌های الوئل فک بالا قرار داده نشده است؛ زیرا این محلها به طور تیبیک محل‌هایی غنی از مغز استخوان در نظر گرفته نمی‌شوند.

در تحقیق حاضر در مورد اندازه‌گیریهای سی‌تی‌اسکن، KV پایین‌تر و mAs بالاتر از مطالعه Kassebaumet و همکاران وی بود؛ به همین علت مقادیر دوز جذبی در بیشتر ارگان‌ها در روش سی‌تی بیشتر از تحقیق آنان بدست آمد.

ذکر این نکته ضروری است که مقادیر دوز جذبی ارگان‌ها در تکنیک‌های توموگرافی خطی کمتر از سی‌تی‌اسکن در هر دو تحقیق می‌باشد؛ به این دلیل که در توموگرافی خطی از یک اشعه محدودشده (Collimated) استفاده می‌شود که فقط به ناحیه مورد نظر هدایت و محدود می‌گردد (۴).

در مورد توموگرافی خطی، کلیماسیون در این تحقیق به نحوی است که اندازه تصویر 5×13 سانتی‌متر بوده (ارتفاع هر تصویر ۱۳ و پهنای آن ۵ سانتی‌متر) و در مجموع چهار برش روی یک کلیشه شامل هر دو آرج تصویر می‌شد؛ در حالی که در تحقیق Kassebaumet ناحیه وسیعتری (10×12 سانتی‌متر) روی کلیشه تصویر می‌شد.

در مورد بیشتر ارگان‌ها، دوزهای جذبی توموگرافی قدامی در مطالعه حاضر کمتر و در تکنیک توموگرافی خلفی بیشتر از مطالعه Kassebaumet بود است و همان‌طور که قبلاً ذکر شد، این تنوع نتایج در مورد تکنیک توموگرافی خطی علاوه بر فاکتورهای اکسپوزر مختلف، به علت تنوع

به طوری که مقادیر کمتر از ۳ تا ۵ گری اشعه، هیچ خطری برای پوست ندارد؛ بنابراین بیشترین مقدار اشعه که در تکنیک سی‌تی‌اسکن فک پایین بوده (۰/۰۱ گری) زیر حد آستانه ایجاد اریتم و سرطانزایی اشعه می‌باشد.

- بیشترین دوز جذبی مغز استخوان مربوط به سی‌تی‌اسکن فک پایین و در ناحیه سمفیز فک پایین (۲۹۴۳۵ میکروگری) و کمترین آن مربوط به تکنیک پانورامیک و در ناحیه کالواریای خلفی بود (۲/۲۳ میکروگری).

مغز استخوان در رده حساسترین ارگان‌ها به اشعه قرار دارد و بیشترین میزان جذب اشعه در مغز استخوان در تحقیق حاضر (۰/۰۲۹ گری) در سی‌تی‌اسکن فک پایین بود (لوسمی جزو بیماریهای غیر آستانه‌ای است).

بحث :

دوزهای جذبی نواحی آناتومیک توسط تکنیک‌های رادیوگرافیک گزارش شده در این تحقیق می‌بایستی با توجه به متغیرهایی که تمامی مطالعات دوزیمتری را تحت‌الشعاع قرار می‌دهند، مد نظر قرار گیرند که عبارتند از : محل‌های انتخابی برای قرار دادن دوزیمترها، تجهیزات و پروتکل‌های رادیوگرافی، روش تعیین دوز و صحت و دقت سیستم دوزیمتری؛ به عنوان مثال تکنیک توموگرافی خطی از راه‌های مختلفی از جمله با تغییرات در موقعیت سر، عمق برش و نحوه کلیماسیون صورت می‌گیرد؛ به‌علاوه موقعیت کپسول‌های TLD نسبت به زوایا و عمق برش انتخابی برای تابش‌های توموگرافی قدامی و خلفی نیز باید در نظر گرفته شود.

جهت مقایسه نتایج تحقیق حاضر با تحقیقی که توسط Kassebaumet و همکاران وی صورت گرفته است، باید به این نکته اشاره کرد که در بررسی حاضر، در سی‌تی‌اسکن فک پایین، بیشترین دوز مورد استفاده در ناحیه سمفیز و در

مضر آن نیز باید مد نظر باشد و به طور کلی اطلاعات سودمند تشخیصی و درمانی حاصله از تکنیک‌های مختلف رادیوگرافی از جمله پرتونگاریهای مورد نیاز ایمپلنت‌های دندانی می‌بایستی در مقابل خطرات و معایب این روش‌های تصویربرداری مورد ارزیابی قرار گیرد. اندازه‌گیری مقادیر دوز جذبی بافت‌های بحرانی می‌تواند به عنوان یک راهنما برای تعیین چنین خطری استفاده گردد؛ از طرفی با انجام تکنیک‌های فوق به نحو صحیح و ایده‌آل، بیشترین میزان اطلاعات تشخیصی با حداقل تابش اشعه به بیمار حاصل می‌گردد؛ به عنوان مثال در مورد تکنیک سی‌تی‌اسکن فک بالا و فک پایین، پروتکل ذکرشده در این تحقیق می‌تواند به عنوان راهنمایی برای مراکز بیمارستانی باشد که بیماران نیازمند ایمپلنت به بخش سی‌تی‌اسکن آن مراکز ارجاع داده می‌شوند؛ البته لازم است مطالعات بیشتری در این زمینه صورت گیرد.

ذاتی دستگاه‌های مورد استفاده و نیز موقعیت فانتوم در حین پرتودهی می‌باشد.

دوز جذبی پانورامیک در تحقیق حاضر کمتر از دو تکنیک سی‌تی‌اسکن و توموگرافی خطی است که با نتایج Underhill و همکاران وی مطابقت دارد (۵)؛ البته با وجود دوز جذبی کمتر پانورامیک، اطلاعات حاصله از این تکنیک نیز کمتر از دو تکنیک دیگر است؛ بنابراین هنگام مقایسه دوز برای تمامی تکنیک‌ها می‌بایستی کمیت و کیفیت اطلاعات حاصله را نیز در نظر داشت.

دوز جذبی ارگان‌ها در مورد پانورامیک در بررسی حاضر عموماً (به علت فاکتورهای اکسپوزر) بیشتر است ولی در مورد بیشترین و کمترین دوز ارگان‌ها نتایج دو تحقیق مشابه می‌باشد.

خلاصه:

به هنگام استفاده از هرگونه تابش‌های یونیزان اثرات

جدول شماره ۱- میانگین دوز جذبی ارگان‌ها با تکنیک‌های مختلف (برحسب میکروگری) ($\bar{X} \pm 2SD$)

تکنیک	پانورامیک	توموگرافی خطی		سی‌تی‌اسکن	
		خلفی	قدامی	فک پایین	فک بالا
چشم	Ave=17/75	Ave=268	Ave=844	Ave=792/50	Ave=502/50
چپ	19/5 ± 0/44	396 ± 7/86	840 ± 16/18	910 ± 20/00	105 ± 7/20
راست	16 ± 0/060	140 ± 12/40	848 ± 10/94	675 ± 15/80	900 ± 13/62
غده تیروئید	54 ± 2/00	184 ± 13/24	112 ± 7/34	187 ± 38/08	402 ± 3/16
غده زیربانی	135 ± 3/74	408 ± 15/42	174/2 ± 10/24	10150 ± 29/14	1087 ± 12/48
غده تحت فکی	Ave = 278/50	Ave=439/20	Ave=588/56	Ave=15085	Ave=1032/50
چپ	315 ± 5/10	764 ± 16/44	1084 ± 11/04	1532 ± 31/62	1425 ± 12/24
راست	242 ± 3/16	114/4 ± 7/02	46/56 ± 3/72	1485 ± 103/18	1180 ± 6/32
غده پاروتید	Ave=1507	Ave=6441/20	Ave=4813	Ave=8170	Ave=24722/50
چپ	1549 ± 7/48	12496 ± 26/38	9520 ± 38/72	5040 ± 27/38	2793 ± 31/62
راست	1465 ± 5/84	286/4 ± 12/20	106 ± 6/32	11300 ± 25/48	21515 ± 14/06
هیپوفیز / منز	299 ± 4/48	281 ± 7/62	193/6 ± 5/94	2960 ± 20/44	2352 ± 21/40
اکسپوزر سطحی	491 ± 5/84	2876 ± 24/04	2692 ± 23/02	10917 ± 39/72	10706 ± 17/72

$\bar{X} \pm 2SD$ = فاصله اطمینان

SD = انحراف معیار

\bar{X} = دوز میانگین

جدول شماره ۲- میانگین دوز جذبی مغز استخوان با تکنیک‌های مختلف (برحسب میکروگری) ($\bar{X} \pm 2SD$)

سی‌تی‌اسکن		توموگرافی خطی		پانورامیک	تکنیک	ارگان
فک بالا	فک پایین	قدامی	خلفی			
Ave=۱۵۷۰	Ave=۱۸۱۱۱	Ave=۲۷۸۸	Ave=۲۱۱۲	Ave=۳۰/۵۰	فک پایین	
۱۷۱۲±۲۰/۷۴	۲۵۸۹±۲۴/۶۶	۷۷۷۲±۱۴/۷۶	۴۳۰۴±۹/۷۰	۴۸/۹۵±۱/۴۲	چپ	
۱۶۲۷±۲۰/۷۴	۲۲۳۱۰±۹۲/۴۶	۲۱۴±۷/۸۸	۱۳۶۸±۱۲/۸۸	۳۵/۷۵±۲/۵۰	راست	
۱۳۷۰±۲۳/۴۶	۲۹۴۳۵±۷۷/۷۸	۳۷۸±۱۳/۳۴	۶۶۴±۹/۲۸	۶/۸±۱/۰۸	سمفیز	
Ave=۵۴۰	Ave=۹۷۲/۵۰	Ave=۸۸۵	Ave=۴۲۹/۳۲	Ave=۱۳۴/۷۵	مه‌ره های گردنی	
۸۷۰±۲۲/۶۸	۱۵۴۰±۲۹/۱۶	۱۲۹۰±۱۵/۸۲	۴۶۴±۹/۲۸	۲۳۵±۳/۱۶	مه‌ره دوم	
۲۱۰±۹/۰۶	۴۰۵±۱۵/۸۲	۴۸۰±۱۵/۵۶	۳۹۴/۶۴±۳/۸۴	۳۴/۵±۲/۰۰	مه‌ره ششم	
Ave=۸۸۳/۷۵	Ave=۱۰۱۷	Ave=۱۴۸/۶۵	Ave=۵۹/۶۱	Ave=۳/۳۷	قسمت فوقانی جمجمه (کالواریا)	
۸۰۹±۱۵/۷۴	۱۱۱۰±۱۲/۲۴	۴۱±۸/۷۲	۴۶/۶۵±۵/۵۶	۲/۲۲±۰/۴۸	چپ	
۹۵۰±۲۳/۴۶	۸۳۵±۱۵/۸۲	۷۳/۶±۶/۱۰	۳۳/۴۰±۲/۷۶	۴/۰۹±۰/۳۴	راست	
۵۹۳±۱۵/۴۲	۶۲۰±۲۵/۵۰	۷۶±۷/۸۸	۱۰۴±۴/۴۸	۳/۹۶±۱۰/۹۴	قدامی	
۱۱۸۳±۱۳/۳۴	۱۵۰۳±۱۰/۵۸	۴۰۴±۸/۹۴	۵۴/۴۰±۵/۷۶	۲/۲۳±۰/۲۶	خلفی	

جدول شماره ۳- حداقل و حداکثر دوز ارگان‌ها به واسطه پرتونگاریهای مورد نیاز ایمپلنت‌های دندان

ارگان	حداقل دوز (میکروگری)	حداکثر دوز (میکروگری)
چشم	پانورامیک (۱۷/۷۵)	سی‌تی‌اسکن فک بالا (۹۰۰)
غده تیروئید	پانورامیک (۵۴)	سی‌تی‌اسکن فک پایین (۱۸۷۰)
غده پاروتید	توموگرافی قدامی (۱۰۶- سمت راست- سمت غیر معاینه)	سی‌تی‌اسکن فک بالا (۲۷۹۳۰- سمت چپ)
غده تحت فکی	توموگرافی قدامی (۴۶/۵۶- سمت راست- سمت غیر معاینه)	سی‌تی‌اسکن فک پایین (۱۵۳۲۰- سمت چپ)
غده زیربانی	پانورامیک (۱۳۵)	سی‌تی‌اسکن فک پایین (۱۰۱۵۰)
مغز	توموگرافی خطی قدامی (۱۹۳/۶μGy)	سی‌تی‌اسکن فک بالا (۳۳۵۲)
پوست	پانورامیک (۴۹۱)	سی‌تی‌اسکن فک پایین (۱۰۹۱۷)
مغز استخوان	پانورامیک (کالواریا) خلفی (۲/۲۳)	سی‌تی‌اسکن فک پایین (ناحیه سمفیز ۲۹۴۳۵)

منابع:

- Andersson L, Kurol M. CT scan prior to installation of osseointegrated implants in the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987 Feb; 16(1): 50-55.
- Clark DE, Danforth RA, Barnes RW, Burch ML. Radiation absorbed from dental implant radiography: a comparison of linear tomography, CT scan, and panoramic and intra-oral techniques. *J Oral Implantol*. 1990; 16(3): 156-64.
- Kassebaum DK, Stoller NE, McDavid WD, Goshorn B, Ahrens CR. Absorbed dose determination for tomographic implant site assessment techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992 Apr; 73(4): 502-509.
- Todd AD, Gher ME, Quintero G, Richardson AC. Interpretation of linear and computed tomograms in the assessment of implant recipient sites. *J Periodontol* 1993 Dec; 64(12): 1243-49.
- Underhill TE, Kimura K, Chilvarquer I, McDavid WD, Langlais RP, Preece JW, Barnwell G. Radiobiologic risk estimation from dental radiology. Part II. Cancer incidence and fatality. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988 Aug; 66(2): 261-67.