مقاله تحقیقی

مجله دانشگاه علوم پزشکی بابل

دوره بیستم، شمارهٔ ۸، مرداد ۱۳۹۷، صفحه ۶۱-۵۵

بررسی اثر ایمپلنت های دندانی بر توزیع دوز رادیوتراپی به روش مونت کارلو

فاطمه سیف (PhD)[۱]، تهمینه سیف (MSc)[۲*]، میترا اطهری (PhD)[۲]، محمدرضا بیاتیانی (PhD)[۱]، صدف باقری (MSc)[۳]

۱- گروه رادیوتراپی و فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

۲- گروه مهندسی هسته ای، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران

۳- گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه اراک، اراک، ایران

دریافت:۹۶/۱۰/۲۵، اصلاح: ۹۶/۱۲/۲۸، پذیرش: ۹۷/۲/۱۷

خلاصه

سابقه و هدف: با توجه به وجود ارگان های مهم در ناحیه سر و گردن، درمان تومورهایی که در این ناحیه قرار دارند، بسیار حائز اهمیت است. از آنجائیکه وجود ایمپلنت های دندانی می تواند توزیع دوز رادیوتراپی را در منطقه تحت درمان دچار اختلال کند. لذا این مقاله به منظور، بررسی اثر جنس و ابعاد ایمپلنت های دندانی بر توزیع دوز رادیوتراپی به روش مونت کارلو انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، دستگاه شتاب دهنده خطی varian 2100C/D با انرژی ۶MV به وسیله کد مونت کارلو MCNPX شبیه سازی گردید. ایملنت های دندانی استوانه‌ای به طول ۱/۵cmو قطر ۰/۴cmو ایمپلنت استوانه‌ای به طول ۱/۳cm و قطر ۰/۷cmاز جنس های تانتالیوم، steel stain less 316l، زیر کونیوم اکسید، آلیاژ تیتانیوم، آلومینیوم اکسید و polytetrafuorethylen به برنامه شبیه سازی اضافه شدند. جهت بررسی صحت و دقت شبیه سازی، نتایج درصد دوز عمقی و پروفایل های دوز به دست آمده از شبیه سازی با مقادیر تجربی مقایسه شدند.

یافته ها: ایمپلنت دندانی با ابعاد بزرگتر افزایش دوز حداکثر ٪ ۵/۸۲، ٪ ۵/۰۳، ٪ ۴/۸۳، ٪ ۴/۴۲، ٪ ۳/۸۱ و ٪ ۳/۵۴ برای هر شش جنس ماده نام برده شده در فصل مشترک ایمپلنت با بافت و تغییرات بزرگتری را نسبت به ایمپلنت کوچکتر نشان داد و جنس تانتالیوم بیشترین ناهمگونی را نسبت به دیگر مواد ایجاد کرد.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج این مطالعه، تاثیر ایمپلنت های دندانی بر توزیع دوز رادیوتراپی به جنس و سطح مقطع آنها بستگی دارد.

واژه‌های کلیدی: توزیع دوز رادیوتراپی، شبیه سازی مونت کارلو، ایمپلنت دندانی.

مقدمه

به علت وجود ارگانهای حساس و مهم در ناحیه سر وگردن، بررسی دقیق توزیع دوز رادیوتراپی در این نواحی بسیار مهم است. از طرفی وجود مواد جاذب اشعه مانند ایمپلنت های دندانی می تواند توزیع دوز رادیوتراپی را در این نواحی دچار اختلال کند (۱). سرطان می‌تواند نزدیک ایمپلنت‌های دندانی اتفاق بیفتد که از جمله آنها می‌توان به تومورهای بدخیم در ناحیه نازوفارنکس، حفره دهانی و... اشاره نمود (۲). وجود ایمپلنت‌های دندانی می‌تواند روی مقدار دوز رسیده به ناحیه تومور اثر بگذارد. این اثر علاوه بر انرژی پرتو به نوع، اندازه، و جنس آنها بستگی دارد (۳). در مطالعه catli Serap و همکارانشان، اثر ایمپلنت های دندانی مختلفی بر دوز بررسی شد و نتایج نشان داد که ایمپلنت از جنس آلیاژ تیتانیوم کمترین ناهمگونی دوز را در فصل مشترک ایمپلنت با بافت ایجاد کرده که علت این امر کمتر بودن چگالی و عدد اتمی آلیاژ تیتانیوم نسبت به سایر مواد به کار برده شده بود (۴). در پژوهش kwo- ping chang و همکارانشان مشاهده کردند که هر چه عدد اتمی و چگالی ماده مورد نظر بیشتر باشد، افزایش دوز در مرز مشترک ایمپلنت با بافت بیشتر می‌شود (۵). از فلزات و آلیاژهای مختلفی از جمله تانتالیوم، Steel stain less 316l، زیرکونیوم اکسید، آلیاژ تیتانیوم، آلومینیوم اکسید و Polytetrafluorethylene در ساخت ایمپلنت‌های دندانی استفاده می‌شود. تحقیقات نشان داده است که حضور ایمپلنت‌های دندانی با عدد اتمی و چگالی بالا در فیلدهای درمانی، به عنوان یک ناهمگنی بر توزیع دوز تاثیر می‌گذارد (۸-۶). یکی از مسائل مهم در درمان با پرتوهای فوتونی در رادیوتراپی، تعیین دقیق میزان دوز دریافتی و مطابقت آن با دوز تجویزی می‌باشد که با وجود ناهمگنی(وجود ایمپلنت دندانی) در مسیر پرتو، این تطابق کاهش می یابد (۹). یکی از روش‌های مناسب برای بررسی توزیع دوز رادیوتراپی، شبیه‌سازی مونت

این مقاله حاصل پایان نامه تهمینه سیف دانشجوی رشته مهندسی هسته ای و طرح تحقیقاتی به شماره ۲۶۷۲ دانشگاه علوم پزشکی اراک می باشد.

* مسئول مقاله: تهمینه سیف

آدرس: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، گروه مهندسی هسته ای. تلفن: ۰۲۱-۴۴۸۶۵۱۵۴

E-mail: t.seif122@gmail.com

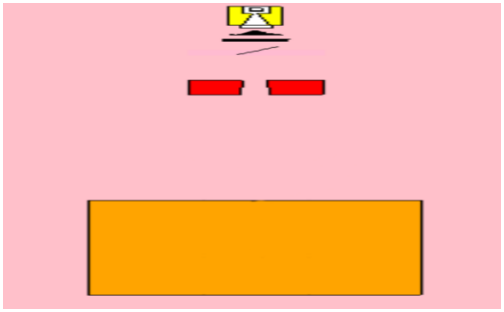
[DOR: 20.1001.1.15614107.1397.20.8.8.0]

[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.20.8.56]

کارلو می‌باشد که نتایج قابل قبولی برای محاسبه و بررسی دوز جذبی در رادیوتراپی می دهد (۱۰). ازآنجاکه برای درمان تومورهای ناحیه گردن معمولا از انرژی ۶ MV استفاده می شود در این مطالعه شبیه سازی در این انرژی فوتونی انجام شده است. ازآنجاکه وجود ایمپلنت سبب تغییر در دوز رادیوتراپی می‌شود لذا این تغییرات بایستی در طراحی درمان بیمار محاسبه و لحاظ شود. هدف از این تحقیق بررسی اثر ایمپلنت‌های دندانی با جنس‌ها و اندازه های مختلف بر توزیع دوز رادیوتراپی تومورهای ناحیه سر و گردن به روش مونت کارلو و همچنین بررسی دقیق توزیع دوز در اطراف ایمپلنت های دندانی می باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق سر درمانی دستگاه رادیوتراپی varian 2100C/D با استفاده از اطلاعات سازنده دستگاه به طور دقیق و با استفاده از نرم افزار MCNPX شبیه سازی شد. اجزای اصلی سر شتاب دهنده خطی برای فوتون با انرژی ۶MV شامل: چشمه الکترون، هدف، کولیماتور اولیه، پنجره خلاء، فیلتر مسطح کننده، اتاقک یونیزاسیون، آینه و کولیماتورهای ثانویه می‌باشد. به دلیل نزدیک بودن عدد اتمی آب با بافت بدن انسان فانتوم آب معادل بدن انسان در نظر گرفته شد، مکعبی به ابعاد cm^3 ۵۰×۵۰×۵۰ شبیه‌سازی و در قسمت پایینی سردستگاه رادیوتراپی قرار گرفت.



شکل۱. اجزای سر شتاب دهنده خطی varian 2100C/Dشبیه سازی شده توسط کد MCNPX

دستگاه در مد فوتونی با انرژی۶MV برای میدان cm^2 ۱۰×۱۰ شبیه سازی شد. انرژی قطع برای الکترون و فوتون به ترتیب ۰/۵۱۱ Mevو ۰/۰۱ Mev لحاظ شد. در تعریف چشمه الکترون برای دستگاه شتاب دهنده خطی از یک تابع توزیع گوسی استفاده شد.

جهت اعتبار سنجی مدل شبیه سازی از شتاب دهنده، منحنی درصد دوز عمقی در SSD =۱۰۰ cm و میدان cm^2 ۱۰×۱۰و پروفایل های دوز در همان SSD و میدان، در عمق ۵ cm در یک فانتوم آب به ابعاد cm^3 ۵۰×۵۰×۵۰، توسط روش مونت کارلو محاسبه و با اطلاعات اندازه‌گیری شده در دزیمتری عملی مقایسه گردید. دزیمتری عملی با فانتوم آب سه بعدی به ابعادcm^3 ۵۰×۵۰×۵۰ و همراه با اتاقک یونیزان استوانه‌ای (۰/۱۳ cc) با شعاع داخلی۰/۳ cm و حجم cm^3 ۰/۱۳ ساخت شرکت ScanditronixWellhofer انجام شد. پس از تطابق نتایج شبیه سازی و دزیمتری، از صحت شبیه سازی انجام شده اطمینان حاصل گردید و در مراحل بعد ایمپلنت های با جنسها و اندازه های مختلف که امکان دزیمتری عملی آنها در بدن وجود ندارد شبیه سازی گردید.

شبیه سازی فانتوم همراه با ایمپلنت دندانی: در مرحله دوم، دو ابعاد مختلف ایمپلنت و شش نوع ماده و آلیاژ متفاوت که برای ساخت آنها استفاده می‌شود در نظر گرفته شد. در مورد اول، ایمپلنتی استوانه‌ای شکل به طول ۱/۵cm، شعاع ۰/۲cm و در مورد دوم ایمپلنتی استوانه‌ای شکل به طول ۱/۳cm، شعاع ۰/۳۵cm از جنس تانتالیوم، Steel stain less 316l، زیرکونیوم اکسید، آلیاژ تیتانیوم، آلومینیوم اکسید و Polytetrafluorethylene شبیه سازی شدند. درصد دوز عمقی و پروفایل دوز در عمق ۳cm در راستای محور x در فانتوم آب دارای ایمپلنت در SSD =۱۰۰ cm و میدان cm^2 ۱۰×۱۰ محاسبه و نتایج محاسبات به دست آمده از شبیه سازی، در هر دو حالت، با و بدون حضور ایمپلنت مقایسه شد.

برای انجام محاسبات از تالی f8* استفاده شد و تعداد ۱۰^{۹}ذره شبیه سازی شد. تعداد ذرات با استفاده از روشvariance reduction محاسبه گردید. خطای محاسباتی توسط نرم افزار شبیه سازی محاسبه و در پایان هر اجرا و برای هر سلول اعلام گردید که زیر ۲٪ بود. از آزمون دو جمله ای جهت مقایسه پارامترهای کیفی بین دزیمتری و شبیه سازی و از t تست جهت پارامترهای کمی استفاده شد و $p<0/05$ معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

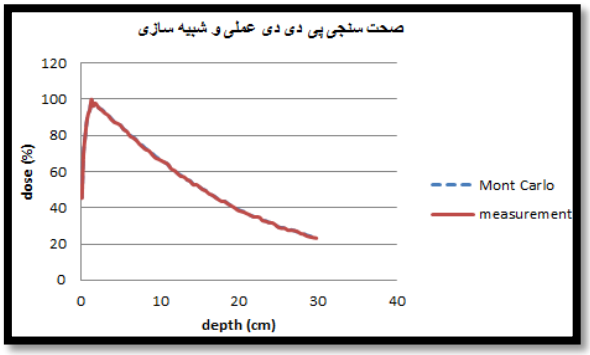
منحنی‌های درصد دوز عمقی و پروفایل های دوز محاسبه شده به روش مونت کارلو با مقادیر اندازه گیری شده در دزیمتری، انجام شد.

محاسبات تغییرات دوز ناشی از ایمپلنت‌های دندانی در فانتوم آب: توزیع دوز در فانتوم آب با و بدون حضور ایمپلنت‌های دندانی با شش جنس مختلف بررسی شد. با توجه به مقادیر درصد دوز عمقی برای ایمپلنت استوانه‌ای شکل به طول ۱/۵cm و شعاع ۰/۲cm، افزایش دوز حداکثر٪ ۵/۴، ٪ ۳/۲، ٪ ۲/۷۲ ، ٪ ۲/۲۹، ٪ ۲/۱۱ و۱٪ و کاهش دوز ٪ ۳۰/۲۹، ٪ ۴/۷۳، ٪ ۴/۳۶، ٪ ۱/۷۵، ٪ ۰/۶۵ و ٪ ۰/۶۲ برای ایمپلنت های فلزی از جنس تانتالیوم، Steel stain less 316l، زیرکونیوم اکسید، آلیاژ تیتانیوم، آلومینیوم اکسید و polytetrafluorethylene مشاهده شد.

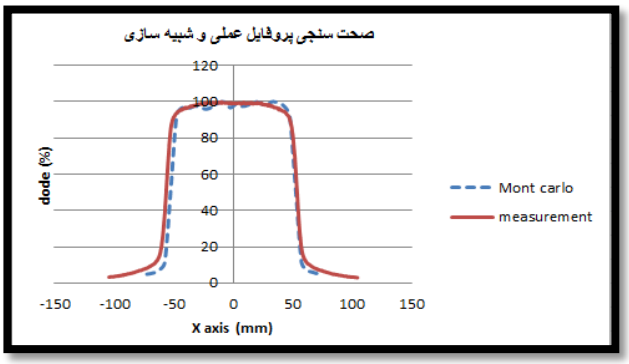
بیشترین کاهش دوز بر اساس مقادیر پروفایل های دوز، ٪۱۳/۲۹، ٪۴/۵۴، ٪۳/۹۹، ٪۲/۸۴، ٪۲/۸ و ٪۲/۷۸ به ترتیب برای هر شش جنس به دست آمد. همچنین مقادیر درصد دوز عمقی برای ایمپلنت استوانه‌ای شکل به طول ۱/۳cm و شعاع ۰/۳۵cm، افزایش حداکثر دوز ٪۵/۸۲، ٪۵/۰۳، ٪۴/۸۳، ٪۴/۴۲، ٪۳/۸۱ و ٪۳/۵۴ و کاهش دوز ٪۶۶/۹۴، ٪۳۱/۶۶، ٪۲۸/۳۳، ٪۲۲/۶۸، ٪۱۴/۵ و ٪۱۰/۰۹ برای هر شش جنس مشاهده شد.

بیشترین کاهش دوز براساس مقادیر پروفایل های دوز، ٪۱۴/۵، ٪۷/۵۶، ٪۶/۰۷، ٪۵/۱۲، ٪۵/۰۸ و ٪۳/۹۱ به ترتیب برای هر شش جنس مختلف ایمپلنت به دست آمد. یافته های این پژوهش نشان داد، که تأثیرایمپلنت دندانی بر توزیع دوز، تابع پیچیده ای ازجنس و ابعاد ایمپلنت است. هرچه عدد اتمی ماده به کار رفته در ایمپلنت بزرگتر و ابعاد بزرگتر باشد ناهمگونی دوز نیز بیشتر می شود و بایستی در محاسبات طراحی درمان بیمار لحاظ گردد (نمودار ۶-۱).

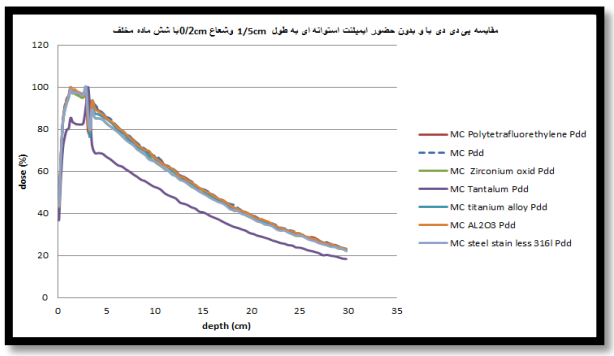
[DOR: 20.1001.1.15614107.1397.20.8.8.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.20.8.56]



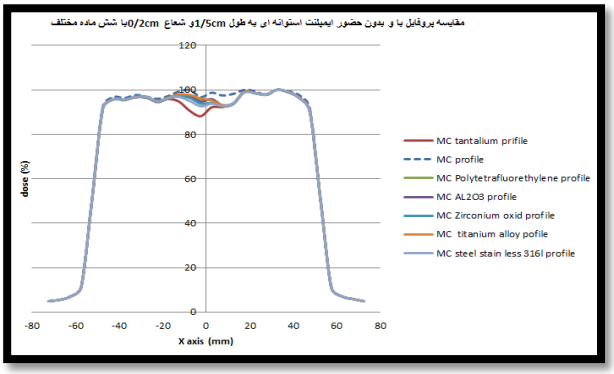
نمودار ۱. منحنی درصد دوز عمقی محاسبه شده توسط شبیه سازی و اندازه-گیری شده توسط دزیمتری



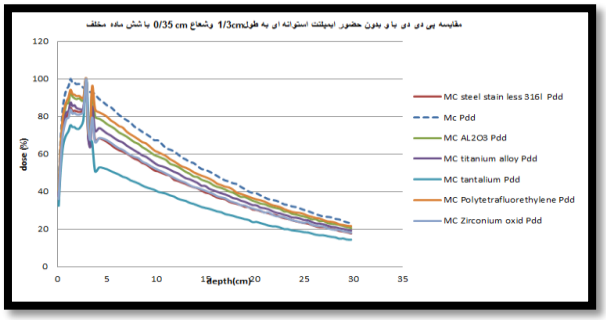
نمودار ۲. پروفایل های محاسبه شده توسط شبیه‌سازی و اندازه گیری شده توسط دزیمتری



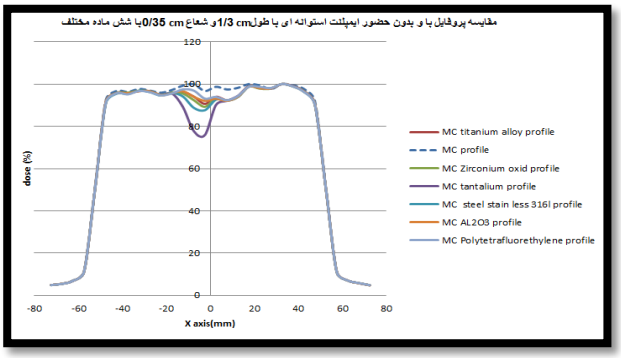
نمودار ۳. منحنی درصد دوز عمقی حاصل شبیه سازی با و بدون حضور ایمپلنت به طول ۱/۵cm و شعاع ۰/۲cm، با شش جنس مختلف



نمودار ۴. منحنی پروفایل دوز حاصل شبیه سازی با و بدون حضور ایمپلنت به طول ۱/۵cm و شعاع ۰/۲cm، با شش جنس مختلف



نمودار ۵. منحنی درصد دوز عمقی حاصل شبیه سازی با و بدون حضور ایمپلنت به طول ۱/۳cm و شعاع ۰/۳۵cm، با شش جنس مختلف



نمودار ۶. منحنی پروفایل دوز حاصل شبیه سازی با و بدون حضور ایمپلنت به طول۱/۳cm و شعاع ۰/۳۵cm با شش جنس مختلف

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق تاثیر جنس، نوع و ابعاد ایمپلنت های دندانی بر توزیع دوز رادیوتراپی تاثیر داشتند به گونه ای که برای ایمپلنتهای با جنس تانتالیوم و طول۱/۳cm، شعاع ۰/۳۵cm این تاثیر قابل چشم پوشی نیست و بایستی در محاسبات طراحی درمان بیمار محاسبه شود. حضور ایمپلنت‌های دندانی فلزی در میدان های پرتودرمانی، سبب آشفتگی دوز در بافت‌های اطراف می شود. در صورتی که ناحیه سرطانی در مجاورت فلز قرار گیرد، آشفتگی هم به صورت افزایش و هم کاهش رخ خواهد داد. مقایسه توزیع دوز در فانتوم آب با ایمپلنت‌های دندانی نشان داد که کاهش دوز، ناشی از تضعیف پرتو توسط فلز در ناحیه انتهایی ایمپلنت و همچنین افزایش دوز در مرز بین فلز و بافت(فانتوم آب) در ورودی پرتو به فلز، ناشی از الکترون‌های پس پراکن شده ایجاد شده است. شدت اثر کاهش و افزایش دوز به چگالی، عدد اتمی و ابعاد ایمپلنت بستگی دارد. با افزایش ابعاد و چگالی ایمپلنت، آشفتگی دوز در نواحی اطراف آن بیشتر می‌شود. در پژوهش Serapcatli و همکارانشان، ایمپلنت از جنس آلیاژ تیتانیوم در مرز مشترک ایمپلنت با بافت افزایش دوز ۶/۳٪ را نشان داد که کمتر از سایر مواد به کار برده در شبیه سازی ایمپلنت بود و علت این امر کمتر بودن چگالی و عدد اتمی آلیاژ تیتانیوم نسبت به سایر مواد به کار برده شده بود(۴). این نتایج با نتایج پژوهش ما همخوانی داشت. Russell wang و همکارانشان مشاهده کردند ایمپلنت از جنس آلیاژ تیتانیوم افزایش دوز۲۷٪ را در سطح مشترک ایمپلنت با بافت ایجاد کرده است. مشاهده کردند که مواد با چگالی بالاتر ناهمگونی دوز بیشتری را ایجاد می کنند(۸)، همچنین این نتایج با نتایج پژوهش ما همخوانی داشت. با توجه به نتایج، استفاده از موادی که دارای چگالی پایین‌تری نسبت به بقیه هستند

[DOR: 20.1001.1.15614107.1397.20.8.8.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.20.8.56]

مانند(polytetrafluorethylene) توصیه می‌شود. همچنین توصیه می شود بـه هنگام طراحی درمان بیمارانی که دارای ایمپلنت دندانی هســـتند در صـــورت امکان، پرتو به گونه ای تابیده شـود که ایمپلنت در مسیر تابش قرار نگیرد تا بتوان ناهمگونی دوز را به حداقل رساند.

تقدیر و تشکر

بدینوسـیله از آقای دکتر یاسر کاسه ساز جهت همکاری در این تحقیق تقدیر و تشکر می گردد.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1397.20.8.8.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.20.8.56]

Investigating the Effect of Dental Implants on Radiotherapy Dose Distribution Using Mont Carlo Approach

F. Seif (PhD)[1], T. Seif (MSc)*[2], M. Athari (PhD)[2], M.R. Bayatiyani (PhD)[1], S. Bagheri (MSc)[3]

1.Department of Radiotherapy and Medical Physics, Arak University of Medical Sciences, Arak, I.R.Iran
2.Department of Nuclear Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R.Iran
3.Department of Physics, Faculty of Basic Sciences, Arak University, Arak, I.R.Iran

J Babol Univ Med Sci; 20(8); Aug 2018; PP: 56-61
Received: Jan 15th 2018, Revised: Mar 19th 2018, Accepted: May 7th 2018.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: Considering the presence of important organs in head and neck area, treatment of tumors which are existing in this area is very important. The existence of dental implants will effect on dose distribution in radiotherapy. The aim of the present research was to study the effect of dimensions and materials dental implants on radiotherapy dose distribution using the Monte Carlo method.

METHODS: In this research study a Varian 2100 C/D linear accelerator with energy of 6MV was simulated using the Monte Carlo Code (MCNP). Dental implants with length 1.5 cm and diameter 0.4 cm dimensions and length 1.3 cm and diameter 0.7 cm dimensions made of tantalum, steel stainless 3161, zirconium oxide, titanium alloy, oxide aluminum and polytetrafluoroethylene were added to the simulation program. Then, in order to assess the simulation correctness and accuracy, the results of Percentage Depth Dose and the dose profiles obtained from the simulation were compared with the experimental dosimetry.

FINDINGS: Dental implants with larger dimensions increased the dose by a maximum of 5.82%, 5.03%, 4.83%, 4.42%, 3.81%, and 3.54% for each of the six mentioned materials and showed larger changes than the smaller implant, and the tantalum genus produced the greatest heterogeneity over other materials.

CONCLUSION: According to the results of this study, the effect of dental implants on dose distribution in cancer patients under radiotherapy depends on its gender and cross section.

KEY WORDS: *Radiotherapy dose distribution; Monte Carlo simulation; Dental implant*.

Please cite this article as follows:
Seif F, Seif T, Athari M, Bayatiyani MR, Bagheri S. Investigating the Effect of Dental Implants on Radiotherapy Dose Distribution Using Mont Carlo Approach. J Babol Univ Med Sci. 2018;20(8):56-61.

***Corresponding Author: T. Seif (MSc)**
Address: Department of Nuclear Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R.Iran
Tel: +98 21 44865154
E-mail: t.seif122@gmail.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1397.20.8.8.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.20.8.56]

References

1. Chin DW, Treister N, Friedland B, Cormack RA, Tishler RB, Makrigiorgos GM, et al. Effect of dental restorations and prostheses on radiotherapy dose distribution: a Monte Carlo study. J Appl Clin Med Phys. 2009 Feb 3;10(1):2853.

2. Halperin EC, Wazer DE, Perez CA, Brady LW. Perez & Brady's principles and practice of radiation oncology. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2018.

3. Friedrich RE[1], Todorovic M, Krüll A. Simulation of scattering effects of irradiation on surroundings using the example of titanium dental implants: a Monte Carlo approach. Anticancer Res. 2010 May;30(5):1727-30.

4. Çatli S. High-density dental implants and radiotherapy planning: evaluation of effects on dose distribution using pencil beam convolution algorithm and Monte Carlo method. J Appl Clin Med Phys. 2015. 16(5):46-52.

5. Chang KP, Lin WT, Shiau AC, Chie YH. Dosimetric distribution of the surroundings of different dental crowns and implants during LINAC photon irradiation. Radiat Phys Chem. 2014;104: 339-44.

6. Friedrich RE, Todorovic M, Heiland M, Scheuer HA, Krüll A. Scattering effects of irradiation on surroundings calculated for a small dental implant. Anticancer Res. 2012;32(5):2043-6.

7. Osman RB, Swain MV. A critical review of dental implant materials with an emphasis on titanium versus zirconia. Materials (Basel). 2015 Mar; 8(3): 932–958.

8. Wang R, Pillai K, Jones PK. Dosimetric measurement of scattered radiation from dental implants in simulated head and neck radiotherapy. Int J Oral Maxillofac Implants. 1998 Mar-Apr;13(2):197-203.

9. Cohen AJ, Koral KF. Backscattering and secondary-electron emission from metal targets of various thicknesses. Cleveland, Ohio: Lewis Reseurch Center; 1965.

10. Hammersley J, Handscomb DC. Monte carlo methods. Springer. 2013.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1397.20.8.8.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jbums.20.8.56]