

## دوز رسیده به اسکروتوم در رادیوتراپی کارسینوم رکتوم با "آشکارساز ترمولومینسانس" و مقایسه با دوز محاسبه شده با نرم افزار نقشه کشی سه بعدی

### چکیده

دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۳۱ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۲۷ آنلاین: ۱۳۹۲/۱۰/۱۱

**زمینه و هدف:** کارسینوم رکتوم یک بدخیمی شایع در دنیا است. رادیوتراپی لگن نقش مهمی در درمان سرطان رکتوم دارد اما منجر به آواسپرمی می شود. هدف این مطالعه، تعیین دوز رسیده به بیضه‌ها با استفاده از روش دزیمتری ترمولومینسانس (Thermoluminescence Detector, TLD) و مقایسه آن با دوز نقطه‌ای محاسبه شده توسط نرم افزار نقشه کشی سه بعدی در رادیوتراپی سرطان رکتوم بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه توصیفی، ما دوز بیضه‌ها را با استفاده از روش دزیمتری TLD اندازه گیری کردیم. TLDها در شش نقطه مشخص روی اسکروتوم، طی دو جلسه از دوره درمان قرار داده می شدند. بیماران ۵۰-۵۰/۴ گری به لگن در وضعیت خوابیده به پشت، با فراکشن‌های استاندارد دریافت کردند. میانگین دوز اندازه گیری شده با TLD با میانگین دوز نقطه‌ای محاسبه شده توسط نرم افزار سه بعدی مقایسه شد.

**یافته‌ها:** در ۳۳ بیمار با میانگین سنی ۵۶ سال، متوسط دوز اندازه گیری شده بیضه به وسیله TLD، ۳/۷۷ گری، مساوی با ۷/۵۱٪ دوز کلی بود. میانگین دوز نقطه‌ای محاسبه شده به وسیله نرم افزار سه بعدی، ۴/۱۱ گری، مساوی با ۸/۱٪ دوز کلی بود. در آنالیز آماری ارتباط قابل توجهی بین لبه تحتانی فیله‌ها با میانگین دوز رسیده به بیضه دیده شد ( $P=۰/۰۴$ ). هم چنین ارتباط بین دوز اندازه گیری شده با TLD و مقادیر اندکس توده بدن (BMI) نیز قابل توجه بود ( $P=۰/۰۴۹$ ). **نتیجه گیری:** در این مطالعه، متوسط دوز رسیده به بیضه ۳/۷۷ گری بود. هم چنین متوسط دوز نقطه‌ای محاسبه شده به وسیله نرم افزار نقشه کشی سه بعدی با دوز TLD مشابه بود (۴/۱۱ گری). بر اساس یافته‌های مذکور توجه دقیق به دوز دریافتی بیضه‌ها در طی رادیوتراپی رکتوم برای بیمارانی که تمایل به حفظ زایایی خود دارند ضروری به نظر می رسد.

**کلمات کلیدی:** کارسینوم رکتوم، TLD، رادیوتراپی، آواسپرمی.

پیمان حداد<sup>۱\*</sup>، ژاله کریمی مقدم<sup>۱</sup>  
فرشید فرهان<sup>۱</sup>، مهبد اصفهانی<sup>۲</sup>  
مهديه افخمی<sup>۲</sup>، فرناز آموزگار هاشمی<sup>۱</sup>

۱- بخش رادیوتراپی - انکولوژی، انستیتو کانسر  
۲- بخش فیزیک رادیوتراپی، انستیتو کانسر

۱ و ۲- دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

\* نویسنده مسئول: تهران، انتهای بلوار کشاورز،  
بیمارستان امام خمینی (ره) تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۴۸۶۷۲  
E-mail: haddad@tums.ac.ir

### مقدمه

از مهم ترین قسمت‌های درمان سرطان رکتوم است که به صورت قبل یا بعد از جراحی (نئوآدجوانت یا آدجوانت) مورد استفاده قرار می گیرد.<sup>۱</sup> کاهش واضحی در عود موضعی با استفاده از رادیوتراپی قبل از عمل جراحی دیده شده و هم چنین با افزایش بهبود موضعی، بقای عاری از بیماری و بقای کلی نسبت به جراحی تنها همراه بوده است.<sup>۲</sup> دلیل دیگر استفاده از رادیوتراپی قبل از جراحی، افزایش شانس نگه داری اسفنکتر در تومورهای پایین رکتوم است. عود لوکورژیونال در سرطان رکتوم به علت بیماری باقی مانده در بافت نرم لگن و

سرطان رکتوم یک بیماری بدخیم شایع است که به طور تقریبی ۱،۲۰۰،۰۰۰ مورد جدید (۱۰٪ تمام سرطان‌های شایع) در هر سال تشخیص داده می شود و ۶۰۹،۰۰۰ نفر در هر سال به علت سرطان رکتوم فوت می کنند. در هر سنی در بزرگسالان می تواند رخ دهد. بیماران با سرطان رکتوم اگر فقط تحت جراحی به تنهایی قرار گیرند احتمال عود موضعی بالایی خواهند داشت.<sup>۱</sup> بنابراین رادیوتراپی یکی

انستیتو کانسر بیمارستان امام خمینی (ره) ارجاع داده شده بودند. درمان با استفاده از دستگاه شتاب‌دهنده خطی با انرژی فوتون ۱۸ MV انجام شد.

دوز تام استفاده شده ۵۰/۴-۵۰ گری با فراکشن‌های ۲-۱/۸ گری در هر جلسه و پنج جلسه در هر هفته بود. طراحی فیلد درمان با استفاده از سیستم کامپیوتری (Math Resolutions, RT Dose Plan (Three-dimensional planning LLC 5975 Gales Lane, Columbia, MD 21045) به صورت ۳- با سه یا چهار فیلد انجام گرفت. دزیمتری بیضه‌ها با استفاده (GR-200A) TLD که از قبل کالیبره شده بود، در دو روز تصادفی از دوره درمان بیمار صورت گرفت و در هر نوبت شش عدد TLD استفاده شد که سه عدد بر روی سطح قدامی اسکروتوم در خط وسط به فاصله یک سانتی‌متر از یک‌دیگر و یک سانتی‌متر پایین ریشه پنیس از بالا به پایین و سه عدد در سطح خلفی اسکروتوم و یک سانتی‌متر پایین‌تر نسبت به TLDهای قدامی چسبانده می‌شدند و سپس بیمار در وضعیت خوابیده به پشت تحت درمان قرار می‌گرفت. بعد از اتمام جلسه درمان TLDها توسط دستگاه TLD reader خوانده شده و برای جلسه بعدی درمان تحت Annealing قرار می‌گرفتند. با استفاده از سیستم کامپیوتری ذکر شده دوز نقطه‌ای بر روی شش نقطه معادل محل قرارگیری TLDها در عمق ۰/۲ سانتی‌متری از سطح پوست اسکروتوم با استفاده از تصاویر سی‌تی‌اسکن تعیین و محاسبه شد. آنالیز تمام داده‌ها با نرم‌افزار SPSS ویراست ۱۸ انجام شد. آزمون‌های آماری مورد استفاده شامل Sample paired t-test و Regression analysis بود.  $P < 0/05$  معنادار در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

تعداد ۳۳ بیمار مرد مبتلا به سرطان رکتوم وارد این مطالعه شدند. میانگین سنی ۶۵/۱۵ سال (۲۴ تا ۷۲ سال) بود. ۲۶ بیمار رادیوتراپی نئوآدجوانت و هفت بیمار رادیوتراپی آدجوانت دریافت کردند. ۱۵ بیمار با چهار فیلد و ۱۸ بیمار با سه فیلد درمان شدند. میانگین دوز تام اندازه‌گیری شده با TLD، ۳/۷۷ گری با انحراف معیار ۳/۴۹ (۱۵/۸۱-۴/۰۸ گری) بود. میانگین درصد دوز اندازه‌گیری شده با TLD نسبت به دوز تامی که بیمار در طی درمان دریافت کرده بود

همین‌طور بیماری باقی‌مانده در لئف‌نودها روی می‌دهد.<sup>۳</sup> بنابراین رادیوتراپی بعد از جراحی نیز در بیمارانی که خطر بالای عود موضعی را براساس مرحله پاتولوژیک دارند یک درمان انتخابی است. تکنیک‌های درمان با فیلدهای متعدد (ترجیحی با سه یا چهار فیلد) هم‌اکنون برای به‌حداقل رساندن دوز اشعه رسیده به بافت طبیعی استاندارد هستند.<sup>۳</sup> اثرات رادیوتراپی بر بیضه‌ها به فاکشن‌های رژیم درمانی وابسته است. در سایر ارگان‌ها فراکشنه کردن اشعه آسیب را کاهش می‌دهد در حالی‌که دوزهای اشعه‌ای که به اپیتلیوم ژرمینال بیضه در طی درمان‌های منقسم سه تا هفت هفته‌ای داده می‌شود سبب آسیب بیش‌تر گنادال نسبت به دوزهای منفرد می‌شود.

در رژیم‌های ناپیوسته معمول دوزهای رسیده به بیضه‌ها که حدود ۰/۱۵ گری باشد هیچ‌گونه کاهشی در تعداد اسپرم نمی‌دهد، دوزهای بین ۰/۱۵ تا ۰/۵ گری سبب الیگواسپرمی و دوزهای بالای ۰/۶ گری سبب آزواسپرمی می‌شود.<sup>۱</sup> درمان با استفاده از نقشه‌کشی سه‌بعدی (Three-dimensional planning) با سیستم کامپیوتری طراحی می‌شود و به‌وسیله شتاب‌دهنده خطی انرژی بالا انجام می‌گیرد که باعث انتقال دوز بالاتری به حجم هدف همراه با حفظ نسبی ساختارهای سالم اطراف می‌شود. منفعت ترکیب تکنیک فیلدهای متعدد و فوتون‌های با انرژی بالا در ایجاد توزیع دوز یکنواخت در حجم هدف و به‌حداقل رساندن دوز در بافت‌های سالم است.

تعیین دوز رسیده به گنادها از جهت امکان تخمین خطر کاهش زایایی (Fertility) بیمار بسیار بااهمیت است.<sup>۲</sup> با توجه به این‌که دوزهای بالای دو گری سبب الیگو یا آزواسپرمی دائمی می‌شود، در این مطالعه ما میزان دوز رسیده به گنادها را با استفاده از دزیمتری TLD اندازه‌گیری نموده و نتایج را با دوز نقطه‌ای که توسط سیستم RT Dose Plan بر روی شش نقطه مشابه با محل TLD روی گنادها در عمق ۰/۲ سانتی‌متری از سطح پوست اسکروتوم بود، اندازه‌گیری و مقایسه کردیم.

## روش بررسی

این مطالعه توصیفی بر روی بیماران مرد مبتلا به سرطان رکتوم انجام شد که نیازمند درمان رادیوتراپی به‌صورت نئوآدجوانت یا آدجوانت بوده و از تاریخ اول فروردین ۱۳۹۰ تا ۳۰ شهریور ۱۳۹۱ به

اغلب دوز گنادال از طریق فیلد خلفی - قدامی تحویل می‌گردد که به‌علت واگرایی اشعه از فیلد خلفی - قدامی به‌سمت جلو در گنادها می‌باشد.<sup>۴</sup>

در مطالعه Piroth دوز رسیده به گنادها در ۱۸ بیمار مبتلا به سرطان رکتوم که تحت جراحی قرار گرفته بودند و در وضعیت خوابیده به پشت با سه فیلد درمان رادیوتراپی را دریافت کردند اندازه‌گیری شد. دوز تام ۵۰/۴ گری در ۲۸ جلسه بود. متوسط دوز جمعی گنادال محاسبه شده بعد از ۲۸ فراکشن ۱/۶ گری (۳/۱۹-۰/۹۸) بود. تمام اندازه‌گیری‌ها توسط دزیمر TLD انجام شد.<sup>۵</sup> در مطالعه Mazonakis دوز بیضه‌ای (Testicular dose) در پنج بیمار تحت رادیوتراپی سرطان رکتوم اندازه‌گیری شد. برای تومور دوز ۴۵ گری، دوز بیضه‌ای ۲/۱۶-۰/۳۲ گری بسته به ابعاد فیلد و فاصله از نقطه ایزوستر فیلد بود.<sup>۲</sup>

در مطالعه Dueland، درمان رادیوتراپی با دوز ۴۶-۵۰ گری منجر به افزایش ۱۰۰٪ در FSH سرم، ۷۰٪ در LH و ۲۵٪ کاهش در سطوح تستوسترون شد. دوز متوسط اشعه رسیده به بیضه‌ها ۸/۴ گری بود. کاهش در سطوح تستوسترون بعد از متوسط دوز ۳/۲ گری (در ۱۰ جلسه) دیده شد.<sup>۶</sup> در مطالعه Yau، متوسط دوز رسیده به بیضه‌ها با دوز تام ۵۰/۴-۴۵ گری، ۱/۲۴ گری بود. میزان هیپوگنادیسم دو ساله مشاهده شده ناشی از درمان رادیوتراپی ۱۷/۶٪ برای تومورهای دو سوم تحتانی رکتوم بود.<sup>۷</sup>

۷/۵٪ بود. میانگین دوز نقطه‌ای محاسبه شده در سیستم نقشه‌کشی سه‌بعدی، ۴/۱۱ گری با انحراف معیار ۵/۲۸ (۲۳/۴-۰/۱۷) گری بود. میانگین درصد دوز اندازه‌گیری شده به‌صورت دوز نقطه‌ای ۸/۱٪ دوز کل بود. میانگین فاصله حد تحتانی فیلد درمان تا لبه تحتانی سوراخ ایتورتور ۱/۷۲ سانتی‌متر بود. فاصله حد تحتانی فیلد از لبه تحتانی سوراخ ایتورتور هم در میزان دوز در هر فراکشن اندازه‌گیری شده توسط TLD (P=۰/۰۵۶) و هم در دوز تام رسیده به بیضه موثر بود (P=۰/۰۴). وقتی فاصله حد تحتانی فیلد از سوراخ ایتورتور بیش‌تر از ۱/۷ سانتی‌متر بود (فیلد بزرگ‌تر) میانگین دوز تام TLD به ۴/۵۱ گری و وقتی این فاصله کم‌تر از ۱/۷ سانتی‌متر بود (فیلد کوچک‌تر) میانگین دوز تام TLD به ۳/۳۱ گری می‌رسید.

در تحلیل آماری بین دوز تام اندازه‌گیری شده با TLD و Body Mass Index (BMI) نیز ارتباطی به‌نسبت معنادار برقرار بود (P=۰/۰۴۹). میانگین BMI ۲۳/۴۵ (۲۸/۴-۱۸/۱۶) بود. در BMI <۲۳/۵ میانگین دوز تام TLD ۲/۶۰ گری و در BMI >۲۳/۵ میانگین دوز تام TLD ۵/۱۶ گری بود. مساحت فیلد در میزان دزیمری TLD تاثیرگذار نبود (میانگین مساحت فیلدهای درمان ۲۵۹/۱ سانتی‌متر مربع).

سن بیمار، درمان از جهت نئوادجوانت یا ادجوانت بودن و تعداد فیلدها تاثیر معناداری بر دوزهای اندازه‌گیری شده نداشت.

## بحث

مطالعات نه‌چندان پرشماری به اندازه‌گیری دوز بیضه در رادیوتراپی کارسینوم رکتوم پرداخته‌اند که نتیجه تعدادی از آن‌ها در جدول ۱ ذکر شده است. از جمله در مطالعه Robert که در ۱۱ بیمار مبتلا به سرطان رکتوم انجام شد، میانگین جمعی دوز رسیده به گنادها ۳/۵۶ گری (۸/۴-۰/۷) گری معادل ۷/۱٪ دوز کلی تجویز شده بود. ۵۸٪ از دوز اندازه‌گیری شده از طریق فیلد خلفی - قدامی به بیضه‌ها رسیده بود. میانگین سطوح LH و FSH به‌طور مشخص بعد از درمان افزایش یافت و سطوح تستوسترون تا ۷۸٪ کاهش یافت. این مطالعه این‌گونه نتیجه‌گیری نمود که رادیوتراپی در کارسینوم رکتوم سبب آسیب جدی به گنادها می‌شود که از طریق افزایش سطوح گنادوتروپین‌ها بعد از رادیوتراپی قابل نشان دادن است و

جدول ۱: دوز اشعه رسیده به بیضه و اسکروتوم با پرتودرمانی کارسینوم رکتوم در مطالعات انجام شده

| نام نویسنده | تعداد بیماران | دوز اشعه                  |
|-------------|---------------|---------------------------|
| Robert      | ۱۱            | ۳/۵۶ Gy                   |
| Piroth      | ۱۸            | ۱/۶ Gy                    |
| Mazonakis   | ۵             | ۰/۳۲-۲/۱۶ Gy              |
| Dueland     | -             | ۸/۴ Gy                    |
| Yau         | -             | ۱/۲۴ Gy                   |
| Buchli      | -             | ۰/۲۴-۸/۴ Gy               |
| Ahmadloo    | ۴۰            | ۱۶/۳ cGy in each fraction |
| Hermann     | ۱۱            | ۳/۵۶ Gy                   |
| مطالعه حاضر | ۳۳            | ۳/۷۷ Gy                   |

Mazonakis از اتاقک یونیزان در فانتوم<sup>۱۱</sup> و Hermann از اتاقک یونیزان در بیمار استفاده کرده‌اند.<sup>۱۰</sup>

در مطالعه Ahmadloo از دیود برای دزیمتری استفاده شده است.<sup>۹</sup> در هیچ‌کدام از مطالعات ذکر شده دوز نقطه‌ای با استفاده از نرم‌افزار نقشه‌کشی سه‌بعدی محاسبه نشده بود. تعیین دوز نقطه‌ای اساس ترسیم نمودار Dose Volume Histogram (DVH) است که نشان‌دهنده دوز اشعه رسیده به واحد حجم ارگان سالم در معرض دریافت اشعه می‌باشد. در مطالعه ما میانگین دوز تام نقطه‌ای رسیده به اسکروتوم ۴/۱۱ گری و درصد دوز معادل ۸/۱٪ دوز تام در طی درمان بود که تفاوت زیادی از دوز خوانش شده با TLD نداشت.

محدودیت انجام این مطالعه متحرک بودن بیضه‌ها از جهت محل قرار دادن TLD و به‌کار بردن شیوه‌ای بود که در هر ۳۳ بیمار قابل تکرار باشد. لذا TLDها در هر جلسه درمان بر روی یک کاور نایلونی شفاف به فاصله ۱ cm از یک‌دیگر چسبانده می‌شدند و در تمام بیماران ۱ cm پایین ریشه پنیس قرار داده می‌شدند.

در این مطالعه، متوسط دوز تام رسیده به بیضه براساس TLD ۳/۷۷ گری و متوسط دوز تام نقطه‌ای محاسبه‌شده با نرم‌افزار نقشه‌کشی سه‌بعدی ۴/۱۱ گری و بنابراین نتایج حاصله از دزیمتری TLD و سیستم نرم‌افزار نقشه‌کشی با هم مشابه بود. بر طبق مطالعات بررسی‌شده در صورت مواجهه بیضه‌ها با دوز بیش‌تر از دو گری بیمار دچار نازایی خواهد شد. بدین ترتیب می‌توان با رسم کانور بیضه‌ها به‌عنوان ارگان در خطر هنگام نقشه‌کشی رادیوتراپی سرطان رکتوم برای ارزیابی مقدار دوزی که به این ارگان خواهد رسید، قبل از شروع رادیوتراپی مقدار دوز را پیش‌بینی کرده ریسک ناباروری را تخمین زد.

براساس یافته‌های مذکور توجه دقیق به دوز دریافتی بیضه‌ها در طی رادیوتراپی سرطان رکتوم برای بیماران مردی که تمایل به حفظ قدرت زایایی خود دارند ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری: این مقاله حاصل پایان‌نامه تحت عنوان "تعیین دوز رسیده به اسکروتوم و بیضه‌ها در رادیوتراپی کانسر رکتوم" در مقطع دکترای تخصصی در سال ۹۲-۱۳۸۹ می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شده است. هم‌چنین بدین‌وسیله از همه زحمات همکاران بخش رادیوتراپی-انکولوژی و فیزیک رادیوتراپی انستیتو کانسر در انجام این مطالعه قدردانی می‌شود.

در مطالعه Buchli، مواجهه بیضه‌ها با ۸/۴-۰/۲۴ گری در طول درمان رادیوتراپی رکتوم سبب کاهش قابل توجه سطوح تستوسترون سرم شد.<sup>۸</sup>

در مطالعه انجام‌شده توسط Ahmadloo، ۴۰ بیمار مرد مبتلا به ادنوکارسینوم رکتوم تحت درمان رادیوتراپی با دستگاه کبالت ۶۰، با ۵۰ گری در ۲۵ فراکشن و چهار فیلد قرار گرفتند. دوز اشعه رسیده به گنادها در هر فراکشن ۱۶/۳ سانتی‌گری (۵/۵-۶۴/۸ سانتی‌گری) بود. سطوح LH و FSH به‌طور قابل‌توجهی بعد از رادیوتراپی افزایش و سطوح تستوسترون سرم کاهش یافت. در این مطالعه برای دزیمتری بیضه‌ها از دزیمتر دیود استفاده شده بود.<sup>۹</sup> در مطالعه Hermann بر روی ۱۱ بیمار مرد با میانگین سنی ۵۵/۲ سال، دوز رسیده به گنادها ۳/۵۶ گری معادل ۷/۱٪ دوز کلی بود.<sup>۱۰</sup> در مطالعه Budgell، دوز رسیده به گنادها در طی رادیوتراپی سرطان رکتوم با فوتون ۴ MV اندازه‌گیری شد. فاصله بین بیضه‌ها از لبه تحتانی فیلد بین سه تا ۱۱ سانتی‌متر بود. دوز رسیده به بیضه‌ها ۱/۹-۴/۱٪ دوز کلی تجویز شده بود.<sup>۱۱</sup>

در مطالعه Howell، بهبود اسپرماتوژنز به دوز اشعه بستگی داشت. بهبود کامل در پی دریافت دوز یک گری و کم‌تر، ۹ تا ۱۸ ماه، در پی دریافت ۲-۳ گری، ۳۰ ماه و در پی دریافت چهار گری و بالاتر پنج سال یا بیش‌تر طول می‌کشد. دوز اشعه بالای شش گری سبب آزواسپرمی دائمی شده بود.<sup>۱۲</sup> دوز بیش‌تر از چهار گری باعث آسیب دائمی به ژرم سل‌ها شد.<sup>۱۳</sup>

در مطالعه ما میانگین دوز تام اندازه‌گیری‌شده با TLD ۳/۷۷ گری (۴/۰۸-۱۵/۸۱) معادل ۷/۵٪ دوز کلی تجویز شده بود و نیز دوز اشعه اندازه‌گیری‌شده با فاصله حد تحتانی فیلد از سوراخ ابورتور ارتباط معناداری داشت و با افزایش این فاصله بیش‌تر از ۱/۷ سانتی‌متر دوز افزایش می‌یافت. هم‌چنین با کاهش BMI به کم‌تر از ۲۳/۵ دوز تام گنادها افزایش یافت. در سه مطالعه بین فاصله لبه تحتانی فیلد رادیوتراپی و دوز رسیده به گنادها ارتباط وجود داشته است که مشابه با یافته‌های مطالعه ما می‌باشد. هر قدر فاصله بین لبه تحتانی فیلد از بیضه‌ها کم‌تر باشد دوز رسیده بیش‌تر خواهد بود که ناشی از واگرایی اشعه از فیلد خلفی می‌باشد.

از مجموع مطالعات انجام‌شده مطالعه Piroth و Dueland مانند مطالعه ما از TLD جهت دزیمتری استفاده کرده‌اند،<sup>۶</sup> Budgell و

## References

1. DeVita VT, Hellman S, Rosenberg SA. DeVita, Hellman, and Rosenberg's Cancer: Principles and Practice of Oncology. 9<sup>th</sup> ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2011.
2. Mazonakis M, Damilakis J, Varveris H, Gourtsoiannis N. Radiation dose to testes and risk of infertility from radiotherapy for rectal cancer. *Oncol Rep* 2006;15(3):729-33.
3. Halperin EC, Perez CA, Brady LW, editors. Perez and Brady's Principles and Practice of Radiation Oncology. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams and Wilkins; 2008.
4. Hermann RM, Henkel K, Christiansen H, Vorwerk H, Hille A, Hess CF, et al. Testicular dose and hormonal changes after radiotherapy of rectal cancer. *Radiother Oncol* 2005;75(1):83-8.
5. Piroth MD, Hensley F, Wannenmacher M, Zierhut D. Male gonadal dose in adjuvant 3-d-pelvic irradiation after anterior resection of rectal cancer. Influence to fertility. *Strahlenther Onkol* 2003;179(11):754-9.
6. Dueland S, Guren MG, Olsen DR, Poulsen JP, Magne Tveit K. Radiation therapy induced changes in male sex hormone levels in rectal cancer patients. *Radiother Oncol* 2003;68(3):249-53.
7. Yau I, Vuong T, Garant A, Ducruet T, Doran P, Faria S, et al. Risk of hypogonadism from scatter radiation during pelvic radiation in male patients with rectal cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2009;74(5):1481-6.
8. Buchli C, Martling A, Arver S, Holm T. Testicular function after radiotherapy for rectal cancer: a review. *J S-ex Med* 2011 Nov;8(11):3220-6.
9. Ahmadloo N, Bidouei F, Mosleh-Shirazi MA, Omrani GH, Omidvari S, Mosalaei A, et al. Impact of scattered radiation on testosterone deficiency and male hypogonadism in rectal cancer treated with external beam pelvic irradiation. *Middle East J Cancer* 2010;1(3):115-22.
10. Hermann RM, Henkel K, Christiansen H, Vorwerk H, Hille A, Hess CF, et al. Testicular dose and hormonal changes after radiotherapy of rectal cancer. *Radiother Oncol* 2005;75(1):83-8.
11. Budgell GJ, Cowan RA, Hounsell AR. Prediction of scattered dose to the testes in abdominopelvic radiotherapy. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2001;13(2):120-5.
12. Howell SJ, Shalet SM. Spermatogenesis after cancer treatment: damage and recovery. *J Natl Cancer Inst Monogr* 2005;(34):12-7.
13. Dohle GR. Male infertility in cancer patients: Review of the literature. *Int J Urol* 2010;17(4):327-31.

## Delivered dose to scrotum in rectal cancer radiotherapy by thermoluminescence dosimetry comparing to dose calculated by planning software

Peiman Haddad M.D.<sup>1\*</sup>  
Zhaleh Karimimoghaddam  
M.D.<sup>1</sup>  
Farshid Farhan Ph.D.<sup>1</sup>  
Mahbod Esfahani M.D.<sup>2</sup>  
Mahdieh Afkhami Ph.D.<sup>2</sup>  
Farnaz Amouzegar-Hashemi  
M.D.<sup>1</sup>

1- Department of Radiation Oncology, Cancer Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2- Department of Radiation Physics, Cancer Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

\* Corresponding author: Department of Radiation Oncology, Cancer Institute, Imam-Khomeini Hospital, Keshavarz Blvd., Tehran, Iran.  
Tel.: +98-21-66948672  
E-mail: haddad@tums.ac.ir

### Abstract

Received: 21 Jun. 2013 Accepted: 19 Oct. 2013 Available online: 01 Jan. 2014

**Background:** Colorectal carcinoma is a common malignancy, in treatment of which pelvic radiotherapy plays an important role. But this may lead to azospermia. We designed a study to determine the delivered dose to the testis with thermoluminescence dosimetry (TLD) and compare it to the dose calculated by the Three-dimensional planning software.

**Methods:** We measured the testicular doses by TLD; the TLDs were fixed to the scrotum in six points anteriorly and posteriorly in two random fractions of the radiation course. All patients received a 50-50.4 Gy radiation dose to the pelvis in a prone position with standard fractionation and 3-dimensional planning, through three or four fields. The average dose of the TLD measurements was compared to the average of 6 relevant point doses calculated by the planning software.

**Results:** In 33 patients with a mean age of 56 years, the mean testis dose of radiation measured by TLD was 3.77 Gy, equal to 7.5% of the total prescribed dose. The mean of point doses calculated by the 3-dimensional planning software was 4.11 Gy, equal to 8.1% of the total prescribed dose. A significant relationship was seen between the position of the inferior edge of the fields and the mean testis dose ( $P= 0.04$ ). Also body mass index (BMI) was inversely related with the testicular dose ( $P= 0.049$ ).

**Conclusion:** In this study, the mean testis dose of radiation was 3.77 Gy, similar to the dose calculated by the planning software (4.11 Gy). This dose could be significantly harmful for spermatogenesis, though low doses of scattered radiation to the testis in fractionated radiotherapy might be followed with better recovery. Based on above findings, careful attention to testicular dose in radiotherapy of rectal cancer for the males desiring continued fertility seems to be required.

**Keywords:** azospermia, radiotherapy, rectal carcinoma, testicular radiation dose.