

## بررسی و مقایسه‌ی فاکتورهای همگنی دز، دز استخوان ساکروم و بیشینه دز رکتوم در بیماران مبتلابه سرطان اندومتر و سرویکس با دو انرژی ۶ و ۱۵ مگاولتاژ

### چکیده

مریم بهادر، زهرا مومنی\*

بخش رادیوآنکولوژی، بیمارستان افضل‌پور،  
دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان،  
کرمان، ایران.

دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۱ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۸ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۴ آنلاین: ۱۴۰۴/۰۳/۰۱

**زمینه و هدف:** یکی از مدالیته‌های درمان سرطان‌های شایع سرویکس و اندومتر پرتودرمانی است اما آثار سویی همچون مشکلات گوارشی و تغییرات ناشی از تشعشع در استخوان ساکروم دارد. بنابراین در این مقاله فاکتورهایی که سمیت آثار جانبی پرتودرمانی برای دو انرژی ۶ و ۱۵ مگاولتاژ بررسی می‌کنند، مقایسه شدند.

**روش بررسی:** برای این مطالعه از داده‌های ۵۰ بیمار زن با میانگین سنی ۵۸/۵ سال مبتلابه سرطان‌های سرویکس و اندومتر استفاده شد. برای هر بیمار طرح درمان BOX با نرم افزار Eclips برای دو انرژی ۶ MV و ۱۵ با دز تجویزی کلی ۵۰ گری انجام شد و فاکتورهایی همچون همگنی دز، دز استخوان ساکروم و بیشینه دز رکتوم مقایسه شدند.

**یافته‌ها:** مقایسه نشان می‌دهد که بیشینه دز رکتوم برای انرژی ۶ MV به‌طور معناداری ( $P=0/001$ ) بیشتر از طرح درمان‌های با انرژی ۱۵ MV بود. برای حجمی از ساکروم که دز ۴۰ گری ( $V_{40}$ ) دریافت می‌کند دیده شد که برای انرژی ۶ MV ( $99/86 \pm 0/14$ ) به‌طور معناداری بیشتر از انرژی ۱۵ MV ( $99/83 \pm 0/17$ ) بود ( $P=0/026$ ). طبق بررسی اندیس همگنی تفاوت معناداری از لحاظ آماری برای مقدار به‌دست آمده از HI<sub>2</sub> و HI<sub>3</sub> به ترتیب برابر با ( $P=0/001$ ) بین انرژی ۶ MV و ۱۵ MV دیده شد که همگنی بیشتر طرح درمان‌های انرژی ۱۵ MV را نشان داد.

**نتیجه‌گیری:** استفاده از انرژی‌های پایین برای درمان سرطان‌های ناحیه لگن سبب افزایش عارضه‌های پرتودرمانی می‌گردد بنابراین توصیه می‌شود برای کاهش آثار سو از انرژی بالا همچون ۱۵ MV استفاده شود و بیماران تحت فالوآپ سه تا پنج ساله قرار گیرند تا بتوان به اطلاعات موثقی‌تری در زمینه دز ساکروم رسید.

**کلمات کلیدی:** سرویکس، اندومتر، همگنی دز، پرتودرمانی، رکتوم، ساکروم.

\* نویسنده مسئول: کرمان، دانشگاه علوم پزشکی کرمان،  
دانشکده پزشکی، بیمارستان افضل‌پور، بخش  
رادیوآنکولوژی.

تلفن: ۰۳۴-۳۳۲۰۷۲۳۶

E-mail: zahramomeni08@gmail.com

### مقدمه

مطالعات سرطان سرویکس در مراحل اولیه بقا و کنترلی به ترتیب حدود ۶۳٪ و ۸۰٪ و در مراحل پیشرفته بقا ۵۹٪ گزارش شده است. برای درمان سرطان اندومتر در تمامی مراحل جراحی مورد نیاز است که در مرحله IA عموماً پرتودرمانی نیاز نمی‌باشد. در مرحله IB, II جراحی و اکثراً براکی‌تراپی که اگر پر خطر باشد همراه با پرتودرمانی خارجی است و در مرحله III رادیو تراپی و جراحی پیشنهاد می‌گردد. بقا در مطالعات انجام شده‌ی مختلف برای مراحل اولیه‌ی این بیماری با درمان‌های جراحی و پرتودرمانی بین ۸۶ تا ۹۲٪ و برای مراحل

سرطان سرویکس و اندومتر جزو سرطان‌های شایع زنان می‌باشند.<sup>۱</sup> رادیوتراپی یکی از مدالیته‌های مهم درمان سرطان‌های ناحیه لگن است.<sup>۲،۳</sup> تقریباً نیمی از بیماران درگیر سرطان از آن برای درمان استفاده می‌کنند.<sup>۴-۹</sup> برای سرطان سرویکس در مراحل اولیه مدالیته درمان جراحی و شاید پرتودرمانی باشد اما در مراحل پیشرفته (IB<sub>2</sub>, IIB, IVA) شیمی درمانی به همراه پرتودرمانی است. براساس

نسبت درمانی می‌شود. برخلاف پیشرفت در طرح درمان و تحویل دز دز پرتودرمانی که سبب کاهش دز دریافتی بافت‌های سالم می‌گردند.<sup>۱۷</sup>

آثار دیر هنگام یک چالش بالینی باقی مانده‌اند. روش‌های جدید و نوآورانه‌ی پرتودرمانی همانند: رادیوتراپی محافظ عروق، اسپیسرهای رکتوم، قرار دادن دیلاتورهای داخل واژن در طول درمان، بهبود در درمان IMRT با فوتون و پروتون، تحت بررسی و مطالعه می‌باشند تا از بیماری‌های ناشی از آثار دیر هنگام پرتو جلوگیری گردد. لازم به ذکر است که تکنیک اصلی برای بررسی اثرات اشعه بر سمیت حاد دستگاه گوارش روده کوچک و رکتوم 3D-CRT است.<sup>۱۸</sup>

بنابراین با توجه به اینکه تکنیک اصلی مورد استفاده برای درمان سرطان‌های ناحیه لگن 3D-CRT است، باید عواملی که سبب افزایش سمیت این روش می‌شوند بررسی و شناسایی شوند و از آنها جلوگیری شود. یک راه برای کمتر کردن عوارض ناشی از رادیوتراپی استفاده از پرتوهای با انرژی بیشتر به دلیل داشتن DMAX بیشتر می‌باشد تا حفاظت از پوست و سایر اندام‌ها انجام پذیرد.<sup>۱۹</sup> اما از آنجایی که هنوز در برخی از بخش‌های پرتودرمانی کشور از انرژی‌های پایین برای درمان ناحیه‌ی لگنی استفاده می‌شود، این مطالعه با هدف بررسی و مقایسه‌ی چندین فاکتور موثر در عوارض ناشی از پرتودرمانی در بیماران که با دو انرژی پایین و بالای ۶ و ۱۵ مگاولتاژ طراحی درمان شدند انجام شد.

## روش بررسی

در این مطالعه، با کد اخلاق IR.kmu.REC.1397-486، ۵۰ بیمار زن مبتلابه سرطان سرویکس و اندومتر با میانگین سنی ۵۸/۵ سال که در سال‌های بین ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ در مرکز پرتودرمانی بیمارستان افضل‌پور کرمان درمان شده بودند انتخاب شدند و از داده‌های آنها در این مطالعه استفاده شد.

برای تابش پرتو به کل لگن، بیماران سرطان اندومتر و سرویکس از چهار فیلد خلفی-قدامی (PA)، قدامی-خلفی (AP)، با حد طولی از بالای مهره L5 تا زیر توبروزیته ایسکیوم و عرض میدان حدود ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر فاصله از ریم لگنی و جانبی چپ (LL) و جانبی راست (RL) با همان طول و با عرض، از پشت استخوان ساکروم تا

پیشرفته با اضافه شدن پرتودرمانی به جراحی کنترل موضعی به ۹۷/۲٪ و بقا بین ۷۹٪-۷۳٪ گزارش شده است.<sup>۱۰</sup>

گرچه استفاده از رادیوتراپی برای درمان سرطان بهبود بخش است اما با تاثیر روی سلول‌های سالم می‌تواند یکپارچگی‌های ژنومی و زنده ماندن سلولی را به خطر بیندازد. طبق آمار رادیوتراپی بر کیفیت زندگی ۲۵٪-۲۰٪ از بیماران تاثیر سویی می‌گذارد و احتمال ایجاد سرطان و بدخیمی با تابش دوزهای تکرارشونده افزایش می‌یابد.<sup>۱۱-۱۳</sup>

میزان آسیب بافت‌های سالم به حساسیت پرتویی بافت، اندازه دز و ناحیه تحت رادیوتراپی، فواصل بین دز، روش پرتودرمانی و فاکتورهای بیمار مثل بیماری‌های همراه بستگی دارد.<sup>۷</sup>

افزایش میزان دز و اندازه میدان بر آثار سو رادیوتراپی تاثیر می‌گذارد به طوری که با افزایش دز عارضه مزمن رادیوتراپی افزایش می‌یابد زیرا که عوارض با شیمی درمانی همزمان افزایش می‌یابد. به طور معمول آنکولوژیست‌ها برای اطلاع از میزان فراوانی تجمعی دز-حجم از هیستوگرام دز-حجم (DVH) استفاده می‌کنند تا میزان حجم تابش دیده هر ارگان با دز معین مشخص گردد و بررسی گردد که از حدود تحمل ارگان‌ها خارج نباشد.<sup>۱۱</sup>

آثار سو دیر هنگام رادیوتراپی می‌توانند پس از سه ماه تا دهه‌ها پس از پایان درمان پدیدار شوند.<sup>۱۴</sup> به علاوه اثرات جانبی رادیوتراپی لگن برای بیمار همچون مشکلات گوارشی، تناسلی، تغییرات ناشی از تشعشع در استخوان ساکروم و ران، پوست و بافت زیرپوستی می‌باشد.<sup>۱۵-۱۹</sup> ارگان‌های در خطر در این ناحیه شامل روده کوچک، کولون، رکتوم و استخوان ساکروم می‌باشند که تابش بیش از حد تحمل این ارگان‌ها سبب مسمومیت گوارشی و شکستگی می‌شود.<sup>۱۳</sup> علائم مسمومیت گوارشی شامل تهوع، استفراغ، اسهال گرفتگی شکم می‌باشند که اسهال شایع‌ترین علامت بین تمامی بیماران می‌باشد. کاهش دوز و کاهش حجم تابش دیده ارگان‌های در خطر می‌تواند بروز سمیت دستگاه گوارش را کاهش دهد.<sup>۱۶</sup> پیشرفت‌های اخیر در حوزه رادیوتراپی سبب ارایه تکنیک‌های جدید همچون IMRT و VMAT شده است که باعث حفاظت هرچه تمام‌تر از ارگان‌های سالم و کاهش اثرات مخرب رادیوتراپی است.

در روش IMRT انطباق ناحیه دز بالا به شکل هدف باعث کاهش بیشینه و میانگین دز به بافت‌های اطراف می‌شود که سبب افزایش

( $P=0/001$ ). به علاوه مشاهده شد که میانگین حجم  $107/1 \pm$  دز تجویزی ( $V_{107\%}$ ) در طرح درمان برای انرژی  $6 MV$  ( $165/93 \pm$   $268/74$ ) و برای انرژی  $15 MV$  ( $66/13 \pm 16/75$ ) به طور معناداری از لحاظ آماری بیشتر بود ( $P<0/001$ ).

مطابق مقایسه داده‌های جدول ۱ برای حجمی از ساکروم که دز  $40$  گری ( $V_{40}$ ) دریافت می‌کند دیده شد که برای انرژی  $6 MV$  ( $99/86 \pm 0/42$ ) به طور معناداری حدود  $0/29$  واحد بیشتر از درمان با انرژی  $15 MV$  ( $99/83 \pm 0/48$ ) را دریافت کردند ( $P=0/026$ ).

طبق بررسی اندیس همگنی (نمودار ۲ و ۳) برای این مطالعه تفاوت معناداری از لحاظ آماری برای مقدار به دست آمده از  $HI_2$  برای انرژی  $6 MV$  ( $1/044 \pm 0/036$ ) در مقایسه با انرژی  $15 MV$  ( $0/047 \pm 1/035$ ) دیده شد ( $P<0/001$ ).

با مقایسه‌ی اندیس همگنی به دست آمده از فرمول  $HI_3$  نیز تفاوت معناداری بین انرژی  $6 MV$  ( $01/0327 \pm 0/0218$ )  $15 MV$  ( $01/0112 \pm 0/0241$ ) دیده شد که طرح درمان‌های انجام شده با انرژی  $15 MV$  همگن‌تر از انرژی  $6 MV$  بودند ( $P=0/008$ ) اما در مقایسه‌ی  $HI_1$  برای دو انرژی  $6 MV$  و  $15 MV$  تفاوت معناداری مشاهده نشد.

## بحث

اندیس همگنی یک ابزار ساده و سریع برای آنالیز همگنی دز در ارگان هدف و مقایسه‌ی توزیع دز در طرح درمان‌های مختلف می‌باشد.<sup>۲۰</sup> هدف پرتودرمانی تحویل دز  $100\%$  همگن به ارگان‌های هدف است با این حال رادیوتراپی خارجی یک تعادلی بین تحویل دز تجویز شده به هدف و حد تحمل ارگان‌های سالم اطراف می‌باشد که به نتیجه ایده آل  $100\%$  همگنی دز نمی‌توان رسید.<sup>۲۱،۲۲</sup> این نکته باید در نظر گرفته شود که فاکتورهای همگنی دزی که از طریق فرمول‌ها محاسبه می‌شوند از چند نقطه از نمودار DVH به دست می‌آیند.<sup>۲۴</sup> بنابراین در این مطالعه از سه  $HI$  با فرمول متفاوت استفاده شد تا ارزیابی بهتر صورت پذیرد. به طور کلی در تمامی تعاریف اندیس همگنی نشان دهنده نسبت بین بیشینه به کمینه دز در حجم هدف است و هرچه این نسبت کمتر باشد نشان دهنده‌ی همگنی بیشتر توزیع دز می‌باشد.<sup>۲۵</sup>

جلوی سمفیز پویس برای هر بیمار با نرم افزار Eclips انجام شد. دز تجویزی روزانه دو گری و دز تجویزی کلی  $50$  گری بود و سعی بر این بود که بیشینه دز به ارگان هدف و کمینه دز به بافت‌های سالم برسد.

این طرح درمان برای هر بیمار با دو انرژی  $6$  و  $15$  مگاولت صورت گرفت و فاکتورهایی همچون میانگین و بیشینه دز رکتوم  $D_{max}$ ،  $D_{mean}$ ، حجم  $50\%$  دز ( $V_{50\%}$ ) رکتوم، حجمی از ساکروم که دز  $40$  گری می‌گیرد ( $V_{40}$ )، حجم تابش دیده که  $107/1 \pm$  دز را می‌گیرد ( $V_{107}$ ) و فاکتور همگنی ( $HI$ ) محاسبه و مقایسه شدند. فاکتور  $HI$  ابزاری عینی برای تجزیه و تحلیل یکنواختی توزیع دز در حجم هدف است که برای به دست آوردن آن چندین فرمول ارائه شده که در این مطالعه از سه فرمول زیر برای مقایسه استفاده گردید.

$$HI_1 = \frac{D_1 - D_{95}}{D_P \times 100}, HI_2 = \frac{D_5}{D_{95}}, HI_3 = \frac{D_{max}}{D_P}$$

که  $D_1$  کمینه دز به  $1/1$ ،  $D_{98}$  کمینه دز به  $98/98$ ،  $D_5$  کمینه دز به  $5/5$  و  $D_{95}$  کمینه دز در  $95\%$  حجم هدف، همچنین  $D_{max}$  بیشینه دز نقطه‌ای به حجم هدف و  $D_P$  دز تجویزی تعریف می‌شوند. برای تمامی داده‌ها میانگین و انحراف معیار گزارش شد و از SPSS software, version 22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) برای بررسی داده‌ها استفاده شد که آزمون آماری مورد استفاده در این مطالعه آزمون Paired-T test بود.

## یافته‌ها

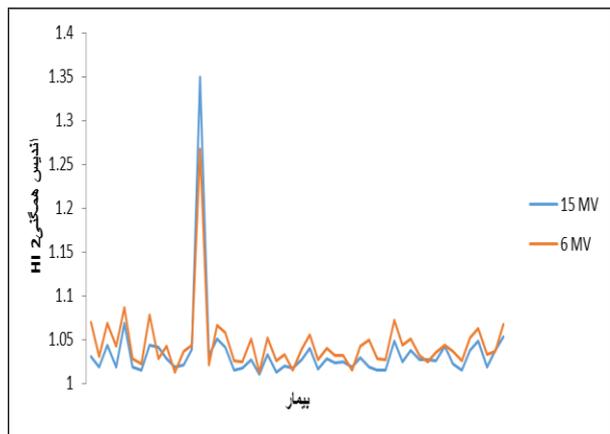
نتایج مقایسه‌ی بیشینه دز رکتوم برای تمامی بیماران با طرح درمان‌های مشابه با انرژی  $6 MV$  و  $15 MV$  در جدول ۱ آورده شده است. مقایسه نشان می‌دهد که بیشینه دز رکتوم برای انرژی  $6 MV$  ( $5202/09 \pm 12/3$ ) به طور معناداری ( $P=0/001$ ) بیشتر از درمان‌هایی بود که با انرژی  $15 MV$  طرح درمان شدند.

مطابق نمودار ۱ که حجم بیشینه دز برای رکتوم را نشان می‌دهد و همچنین داده‌های جدول ۱ دیده می‌شود که از مقایسه‌ی میانگین حجم  $D_{max}$  در طرح درمان با انرژی  $6 MV$  ( $0/017 \pm 0/02$ ) به طور معناداری کمتر از طرح درمان با انرژی  $15 MV$  ( $0/03 \pm 0/04$ ) بود

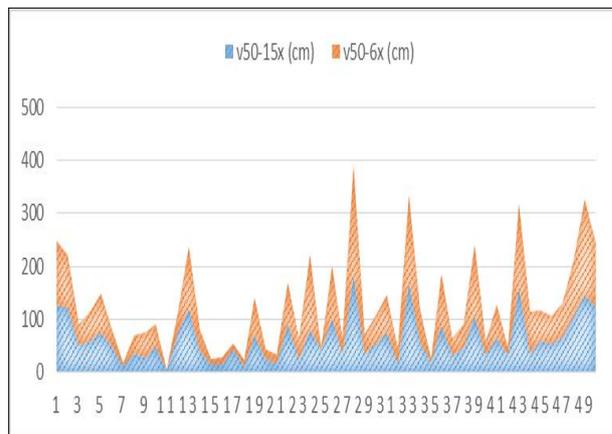
جدول ۱: مقادیر میانگین و انحراف معیار داده‌ها

متغیر	۶ MV		۱۵ MV	
	میانگین ± انحراف معیار	P	میانگین ± انحراف معیار	P
Dmax	۵۲۰۲/۰۹ ± ۱۱۲/۳۰۳	۰/۰۰۱	۵۱۵۲/۹۳ ± ۶۷/۷۸	
V of DMAX	۰/۰۱۷ ± ۰/۰۲		۰/۰۳ ± ۰/۰۴	
Dmin(N=48)	۵۰۸۱/۵۶ ± ۹۸/۳۴	۰/۰۰۵	۵۰۵۶/۱۸ ± ۵۹/۱	
V 107%	۲۶۷۷۴ ± ۱۶۵/۹۳	<۰/۰۰۱	۶۶/۱۳ ± ۱۸/۷۵	
SACRUM %	۹۹/۸۶ ± ۰/۴۲	۰/۰۲۶	۹۹/۸۳ ± ۰/۴۸	
HI 1	۰/۰۰۰۵۵ ± ۰/۰۰۰۰۵	۰/۲۱	۰/۰۰۰۰۵ ± ۰/۰۰۰۰۶۷	
HI 2	۱/۰۴۴ ± ۰/۰۳۶	<۰/۰۰۱	۱/۰۳۵ ± ۰/۰۴۷	
HI 3	۱/۰۳۲۷ ± ۰/۰۲۱۸	<۰/۰۰۸	۱/۰۲۴۱ ± ۰/۰۱۱۲	

آزمون Paired-T test و سطح معناداری (P<۰/۰۰۵)



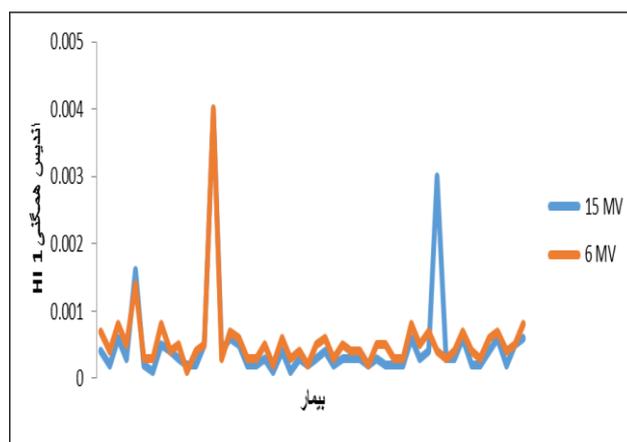
نمودار ۳: اندیس همگنی HI 2



نمودار ۱: نمودار حجم بیشینه دز برحسب سانتیمتر مکعب برای دوز انژی ۶ و ۱۵ مگاوات

همانگونه که در نمودار ۲ دیده می‌شود برای هر بیمار مقدار به‌دست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که مقدار به‌دست آمده از فرمول ابرای دوز انژی ۶ MV و ۱۵ در هر دو طرح درمان همگن می‌باشند و تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند. مقدار ایده آل به‌دست آمده از فرمول دو و سه، یک می‌باشد و هرچه HI به‌دست آمده از این فرمول به یک نزدیکتر باشد نشان می‌دهد که طرح درمانی همگن‌تر است.

با توجه به داده‌های این مطالعه دیده شد که طرح درمان انجام شده برای بیماران همگن بود و اما برای HI به‌دست آمده از



نمودار ۲: اندیس همگنی HI 1

میانه زمان ۸ تا ۳۹ ماه و ۷/۷، ۱۱ تا ۱۹ ماه پس از رادیوتراپی رخ داده است. متداولترین مکان شکستگی‌ها در نواحی حامل وزن مانند مفصل ساکروایلیاک (۶۰٪/۷۳/۶) و استخوان پویس (۱۳٪/۱۲) می‌باشد.<sup>۳۶</sup> این داده‌ها مستقیماً به دلایلی همچون دز و تکنیک متفاوت رادیوتراپی قابل مقایسه نمی‌باشند اما یکی از اثرات ناشی از رادیوتراپی ناحیه لگن را نشان می‌دهند.

براساس گزارشات سالانه نزدیک به ۳۰۰ هزار نفر مبتلابه سرطان‌های ناحیه ی لگن تحت رادیوتراپی این ناحیه قرار می‌گیرند. اثرات حاد پرتودرمانی برای رکتوم همچون درد، احساس اتساع مقعدی همراه با گرفتگی و تکرار، خون ریزی حین درمان و اثرات دیررس مانند کاهش انقباض رکتوم و کاهش ذخیره‌سازی ظرفیت همراه با اجابت مزاج مکرر و کم آسیب به ماهیچه آنال که موجب بی اختیاری مدفوع یا تنگی می‌گردد، ممکن است سه الی چهار سال پس برای بیمار رخ دهد. که چنین آسیب‌هایی کیفیت زندگی را مختل می‌کنند. مطالعات مختلف حجم-دز تعریف‌های متفاوتی از رکتوم را بیان کردند که در آنها حد بالایی رکتوم از خمیدگی رکتوسیگمویید است و حد پایینی آن حد آنال ورج، تریپوزیته ایسکیوم (یا دو سانتی‌متر زیر آن)، یا بالای آنوس می‌باشد.<sup>۳۴</sup> در این مطالعه کانتور رکتوم حد بالایی از خمیدگی رکتوسیگمویید و حد پایین از بالای آنوس انجام شد. لازم به ذکر است به دلیل تغییرات درونی ناشی از پر و خالی بودن مقعد و مثانه و گاز روده‌ای مکان دقیق رکتوم در زمان سی‌تی اسکن و زمان درمان یکسان نیست که در مطالعه حاضر این خطا لحاظ نشده است.

در این مطالعه بیشینه دز رسیده به رکتوم در بیماران مبتلابه سرطان رحم و اندومتر بررسی شد که از آنالیز نتایج به‌دست آمده دیده شد که میانگین بیشینه دز در بیمارانی که با انرژی شش مگاولتاژ (۱۲/۳ ± ۵۲۰۲/۰۹) درمان شده بودند به‌طور معناداری از انرژی ۱۵ مگاولتاژ (۶۷/۷۸ ± ۵۱۵۲) همان طرح درمان بیشتر بود (P=۰/۰۰۱). نتیجه‌گیری، در مطالعه اخیر دیده شد که در مراکز که از انرژی‌های پایین برای درمان سرطان‌های ناحیه لگن استفاده می‌کنند، درصد بیشینه دز رسیده به ارگان‌های سالم همچون رکتوم و درصد دز ۴۰ گری استخوان ساکروم بیشتر از انرژی‌های بالاتر است که سبب می‌شود بیماران پس و یا در حین پرتودرمانی دچار عارضه‌هایی همچون مشکلات گوارشی یا در طولانی مدت دچار شکستگی‌های

فرمول‌های سه و دو برای انرژی ۱۵ MV مقادیر به یک نزدیکتر بودند که نشان‌دهنده همگنی بیشتر برای این انرژی نسبت به انرژی ۶MV بود.

رادیوتراپی می‌تواند به سلول‌های تشکیل دهنده استخوان همچون استئوبلاست، استئوسایت و استئوکلاست آسیب برساند به گونه‌ای که پس از رادیوتراپی استخوان دیگر توان و قدرت پیش از آن را ندارد. همچنین رادیوتراپی سبب عروقی شدن استخوان می‌شود بگونه‌ای که سلول‌های ضروری مغذی خونی استخوان کاهش می‌یابند و جایگزین با بافت فیبروزه می‌شوند که سبب می‌شود استخوان از بین برود.<sup>۲۸-۲۶</sup> رادیوتراپی ناحیه لگن ریسک شکستگی‌های تنشی را افزایش می‌دهد این نوع شکستگی‌ها برخلاف شکستگی‌های معمول به‌طور ناگهانی و به یک باره رخ نمی‌دهد بلکه به تدریج بر اثر ضعیف شدن استخوان لگن و همچنین فشار وارد شده بر آن رخ می‌دهند. این خطر در زنان مسن که مبتلابه پوکی استخوان می‌باشند بیشتر است. ممکن است ریسک شکستگی در بیمارانی که برای درمان سرطان‌های ناحیه ی لگن (مانند رکتوم، سرویکس، پروستات و اندومتر و...) با رادیوتراپی درمان می‌شوند افزایش یابد زیرا استخوان‌های تحمل کننده‌ی وزن (weight-bearing bones) در میدان‌های درمانی این ناحیه قرار دارند و تحت تاثیر اشعه قرار می‌گیرند.<sup>۳۶</sup>

طبق مطالعه Baxter و همکاران در بیماران زن سرطان آنال که با رادیوتراپی درمان شدند خطر شکستگی لگن سه برابر شده بود درحالی که برای زنان مبتلابه سرطان سرویکس و رکتوم چون‌که میدان‌های درمانی همواره شامل سر استخوان فمور نمی‌شوند اثر اشعه زیاد خودش را نشان نداد.<sup>۲۹</sup>

در زنان با افزایش سن خطر این چنین شکستگی‌هایی افزایش می‌یابد همچنین وزن کم، روماتیسم مفصلی، کورتیکواستروئید درمانی، سیگار و پرکاری تیروئید نیز این احتمال را بالا می‌برد. مطالعه توکومار نرخ بروز دو ساله و مطالعه Oh میزان بروز پنج ساله را به ترتیب ۳۶/۹٪، ۱۹/۷٪ در شکستگی ناحیه لگن را برای بیماران سرویکس را گزارش دادند.<sup>۳۷،۳۰</sup>

براساس مطالعات انجام شده بیان شده که ممکن است دز کلی بیش از ۴۰۰۰ سانتی گری وقوع شکستگی‌ها را در این ناحیه افزایش دهد.<sup>۳۳</sup> در دو بررسی سیستماتیک مربوط به شکستگی‌های لگنی پس از رادیوتراپی دیده شده که بروز شکستگی ۹/۴٪ و ۱۴٪ به ترتیب با

سپاسگزاری: این مقاله حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی تحت عنوان " بررسی و مقایسه‌ی فاکتورهای همگنی دز، دز استخوان ساکروم و بیشینه دز رکتوم در بیماران مبتلابه سرطان اندومتر و سرویکس با دو انرژی شش و ۱۵ مگاولتاژ" در سال ۱۴۰۳ با کد ۱۳۹۷-۴۸۶ که در دانشگاه علوم پزشکی کرمان اجرا شده است.

استخوان‌های این ناحیه شوند. بنابراین توصیه می‌شود برای کاهش آثار سو پرتو از انرژی بالا همچون ۱۵ MV استفاده شود و بیماران تحت فالوآپ سه تا پنج ساله قرار گیرند تا بتوان به اطلاعات موثقی در زمینه دز ساکروم رسید و آثار مخرب پرتودرمانی در این ناحیه دست یافت.

## References

- Momenimovahed Z, Ghoncheh M, Pakzad R, Hasanpour H, Salehiniya H. Incidence and mortality of uterine cancer and relationship with Human Development Index in the world. *Cukurova Med J*. 2017;42(2):233-40.
- Kong A, Simera I, Collingwood M, Williams C, Kitchener H. Adjuvant radiotherapy for stage I endometrial cancer: systematic review and meta-analysis. *Annals of Oncology*. 2007;18(10):1595-604.
- Cecilia NC, Rosliza A, Suriani I. Global burden of cervical cancer: a literature review. *International Journal of Public Health and Clinical Sciences*. 2017;4(2):10-8.
- De Martel C, Plummer M, Vignat J, Franceschi S. Worldwide burden of cancer attributable to HPV by site, country and HPV type. *International journal of cancer*. 2017;141(4):664-70.
- Lukowiak M, Galant G, Jezierska K, Falco M, Woźniak P, Podraza W, et al. Evaluation of the rectal V30 parameter in patients diagnosed with postoperative endometrial cancer. *reports of practical Oncology and radiotherapy*. 2021;26(6):899-905.
- Zhang W, Bhatia SK, Sun W, Modrick JM, Kim Y. Bladder and rectum dose estimations on digitized radiographs for vaginal brachytherapy after hysterectomy. *Journal of applied clinical medical physics*. 2014;15(6):240-6.
- Chorbińska J, Krajewski W, Zdrojowy R. Urological complications after radiation therapy—nothing ventured, nothing gained: a Narrative Review. *Translational Cancer Research*. 2021;10(2):1096.
- Sorolla MA, Parisi E, Sorolla A. Determinants of sensitivity to radiotherapy in endometrial cancer. *Cancers*. 2020;12(7):1906.
- Strashilov SA, Nanev V, Slavchev S, Ivanova D, Kostov S, Yordanov A. Post-radiation soft tissue damage in endometrial carcinoma: a case report. *Menopause Review/Przegląd Menopauzalny*. 2021;20(1):61-3.
- Halperin EC, Brady LW, Perez CA, Wazer DE. *Perez & Brady's principles and practice of radiation oncology: Lippincott Williams & Wilkins*; 2013.
- Morris KA, Haboubi NY. Pelvic radiation therapy: between delight and disaster. *World journal of gastrointestinal surgery*. 2015;7(11):279.
- Khademi F, Jafarzadeh M, Rezaei F, Salehi Z. Evaluation of Monte Carlo Simulation Accuracy to Calculate PDD in Femoral Bone Marrow During Exposure to Low Energy Rays. *Armaghane Danesh*. 2021;26(4):527-35.
- Bahador M, Rajaei S, Mahmoodzadeh S, Larizadeh MH. Selenium Supplementation Reduces Chemoradiotherapy-Induced Adverse Gastrointestinal Effects in Pelvic Cancer Patients. *Clinical Cancer Investigation Journal*. 2022;11(1-2022):1-4.
- Dohm A, Sanchez J, Stotsky-Himelfarb E, Willingham FF, Hoffe S. Strategies to minimize late effects from pelvic radiotherapy. *American Society of Clinical Oncology Educational Book*. 2021;41:158-68.
- Kuku S, Fragkos C, McCormack M, Forbes A. Radiation-induced bowel injury: the impact of radiotherapy on survivorship after treatment for gynaecological cancers. *British journal of cancer*. 2013;109(6):1504-12.
- Huang E-Y, Wang Y-M, Chang S-C, Liu S-Y, Chou M-C. Rectal dose is the other dosimetric factor in addition to small bowel for prediction of acute diarrhea during postoperative whole-pelvic intensity-modulated radiotherapy in gynecologic patients. *Cancers*. 2021;13(3):497.
- Harzanji ZM, Larizadeh MH, Namiranian N, Nickfarjam A. Evaluation and Comparison of Dosimetric Characteristics of Semiflex® 3D and Microdiamond in Relative Dosimetry under 6 and 15 MV Photon Beams in Small Fields. *Journal of biomedical physics & engineering*. 2022;12(5):477.
- Holyoake DL, Partridge M, Hawkins MA. Systematic review and meta-analysis of small bowel dose-volume and acute toxicity in conventionally-fractionated rectal cancer radiotherapy. *Radiotherapy and Oncology*. 2019;138:38-44.
- Khan FM, Gibbons JP. *Khan's the physics of radiation therapy: Lippincott Williams & Wilkins*; 2014.
- Zare SA, Bahador M, Yazdani S. Comparison of lung and contralateral scattered breast dose between field-in-field and wedge techniques in patients with early breast cancer. *Frontiers in Biomedical Technologies*. 2024;11(3):486-91.
- Yan L, Xu Y, Chen X, Xie X, Liang B, Dai J. A new homogeneity index definition for evaluation of radiotherapy plans. *Journal of applied clinical medical physics*. 2019;20(11):50-6.
- Webb S, Nahum AE. A model for calculating tumour control probability in radiotherapy including the effects of inhomogeneous distributions of dose and clonogenic cell density. *Physics in medicine & biology*. 1993;38(6):653.
- Jackson A, Kutcher G, Yorke E. Probability of radiation-induced complications for normal tissues with parallel architecture subject to non-uniform irradiation. *Medical physics*. 1993;20(3):613-25.
- Bufacchi A, Arcangeli G, delle Canne S, Malatesta T, Capparella R, Fragomeni R, et al. Comparison between the ideal reference dose level and the actual reference dose level from clinical 3D radiotherapy treatment plans. *Radiotherapy and Oncology*. 2009;92(1):68-75.
- Kataria T, Sharma K, Subramani V, Karrthick K, Bisht SS. Homogeneity Index: An objective tool for assessment of conformal radiation treatments. *Journal of medical physics*. 2012;37(4):207-13.
- Sapienza LG, Salcedo MP, Ning MS, Jhingran A, Klopp AH, Calsavara VF, et al. Pelvic insufficiency fractures after external beam radiation therapy for gynecologic cancers: a meta-analysis and meta-regression of 3929 patients. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*. 2020;106(3):475-84.
- Oh D, Huh SJ. Insufficiency fracture after radiation therapy. *Radiation oncology journal*. 2014;32(4):213.
- Matcuk GR, Mahanty SR, Skalski MR, Patel DB, White EA, Gottsegen CJ. Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options. *Emergency radiology*. 2016;23:365-75.
- Baxter NN, Habermann EB, Tepper JE, Durham SB, Virnig BA. Risk of pelvic fractures in older women following pelvic irradiation. *Jama*. 2005;294(20):2587-93.

30. Tokumaru S, Toita T, Oguchi M, Ohno T, Kato S, Niibe Y, et al. Insufficiency fractures after pelvic radiation therapy for uterine cervical cancer: an analysis of subjects in a prospective multi-institutional trial, and cooperative study of the Japan Radiation Oncology Group (JAROG) and Japanese Radiation Oncology Study Group (JROSG). *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*. 2012;84(2):e195-e200.
31. Eastell R. Treatment of postmenopausal osteoporosis. *New England journal of medicine*. 1998;338(11):736-46.
32. Fu AL, Greven KM, Maruyama Y. Radiation osteitis and insufficiency fractures after pelvic irradiation for gynecologic malignancies. *American journal of clinical oncology*. 1994;17(3):248-54.
33. Razavian N, Laucis A, Sun Y, Spratt DE, Owen D, Schonewolf C, et al. Radiation-induced insufficiency fractures after pelvic irradiation for gynecologic malignancies: a systematic review. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*. 2020;108(3):620-34.
34. Michalski JM, Gay H, Jackson A, Tucker SL, Deasy JO. Radiation dose-volume effects in radiation-induced rectal injury. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*. 2010;76(3):S123-S9.

## Evaluation and comparison of dose homogeneity index, sacrum bone dose and maximum rectal dose in endometrial and cervical cancer patients with two energies of 6 and 15 MV

Maryam Bahadur M.D.  
Zahra Momeni M.Sc.\*

Department of Radiooncology,  
Afzalipour Hospital, Faculty of  
Medicine, Kerman University of  
Medical Sciences, Kerman, Iran.

### Abstract

Received: 10 Apr. 2025 Revised: 17 Apr. 2025 Accepted: 14 May. 2025 Available online: 22 May. 2025

**Background:** Radiotherapy is one modalities for common cancers like cervical and endometrial. Although radiation therapy has side effects such as digestive problems and radiation-induced changes in the sacrum. At the current article, the factors that evaluate the side effects of radiation therapy for two energies of 6 and 15 megavoltage were compared.

**Methods:** For this study, the data of 50 female patients with an average age of 58.5 years with cervical and endometrial cancers were used. For each patient, the BOX treatment plan was carried out with Eclipse software for two energies, 6 and 15 MV, with total prescribed dose of 50 Gy. Along with factors such as dose homogeneity, sacrum bone dose, and maximum rectal dose were compared.

**Results:** The comparison reveals that the maximum rectal dose for 6 MV energy was significantly (Pvalue=0.001) more than those planed with 15 MV.

For the volume of the sacrum that receives a dose of 40 Gy (V<sub>40</sub>), it was seen that for 6MV (99.86±0.42) energy, were significantly more than the treatment plan with 15 MV energy (99.83±0.48) (Pvalue=0.026). According to the homogeneity index for this study, a statistically significant difference was seen for the value obtained from HI2 and HI3 for 6 MV compared to 15 MV Pvalue<0.001, PValue=0.008 respectively which the treatment plans performed with 15 MV energy were more homogeneous than MV 6 energy.

**Conclusion:** In this article, it was observed that the use of low energies for the treatment of pelvic cancers, enhances the percentage of the maximum dose reached to healthy organs, which causes patients to suffer complications Therefore, it is recommended to use high energy, such as 15 MV, to reduce the side effects of radiotherapy, and also it has been suggested that patients should be followed up for 3 to 5 years in order to obtain more reliable information about the sacrum dose.

**Keywords:** cervix, endometer, homogeneity index, radiotherapy, rectum, sacrum.

\* Corresponding author: Department of Radiooncology, Afzalipour Hospital, Faculty of Medicine, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.  
Tel: +98-34-33257236  
E-mail: zahramomeni08@gmail.com

Copyright © 2025 Bahadur et al. Published by Tehran University of Medical Sciences.



work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).  
Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.