

## بررسی و مقایسه‌ی دزیمتری ارگان‌های هدف و در معرض خطر در پرتودرمانی بیماران مبتلا به سرطان پروستات با استفاده از روش پرتودرمانی سه بعدی تطبیقی و پرتودرمانی با شدت تعدیل شده

حسام الدین باقری<sup>۱</sup>، محمد باقر توکلی<sup>۲</sup>، ایرج عابدی<sup>۳</sup>، علیرضا عموحیدری<sup>۴</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** این مطالعه، با هدف مقایسه‌ی دزیمتریک بین توزیع دوز جذبی پروستات و ارگان در معرض خطر، در دو روش کلی پرتودرمانی با شدت تعدیل شده IMRT (Intensity-modulated radiotherapy) و پرتودرمانی سه بعدی تطبیقی (3D-CRT (Three-dimensional conformal radiotherapy) استفاده از نرم‌افزار طراحی درمان و با استفاده از دزیمتری ترمولومینسانس (TLD (Thermoluminescence dosimetry) انجام شد.

**روش‌ها:** در این مطالعه، ۳۵ بیمار مبتلا به سرطان پروستات تحت درمان با پرتودرمانی در بیمارستان میلاد اصفهان گنجانده شده‌اند. پروستات به عنوان هدف و راست‌روده، مثانه و سر استخوان ران به عنوان بافت‌های سالم در معرض خطر (Organ at risk) OAR طبق معیارهای RTOG (Radiation Therapy Oncology Group) کانتور شدند. برای هر بیمار، دو برنامه‌ی دزیمتریک جداگانه IMRT و 3D-CRT ایجاد شده است تا بتوان وضعیت دزیمتری هر دو روش به طور مقایسه‌ای ارزیابی شود. این نتایج با نتایج حاصل از فانتوم نیز مقایسه شد.

**یافته‌ها:** دوز مثانه، راست‌روده و سر استخوان ران در روش IMRT به ترتیب ۵۰/۳، ۵۸/۶ و ۱۶/۴ و در 3D-CRT به ترتیب ۵۹/۶، ۶۸/۸ و ۳۴/۸ بود. دوز اندازه‌گیری شده توسط TLD در تمام ارگان‌ها در فانتوم بیش از دوز محاسبه شده توسط نرم‌افزار TPS در فانتوم به دست آمد.

**نتیجه‌گیری:** روش IMRT نسبت به 3D-CRT به دلیل پوشش بهتر حجم هدف و کاهش دوز تجمعی ارگان‌های در معرض خطر (OAR) روش بهتری می‌باشد. دوز اندازه‌گیری شده توسط TLDها بیش از دوز محاسبه شده توسط سیستم طراحی درمان بود که این اختلاف می‌تواند ناشی از این باشد که سیستم طراحی درمان سهم پرتوهای پراکنده را در دز جذبی ارگان‌ها محاسبه نمی‌کند.

**واژگان کلیدی:** پرتودرمانی؛ سرطان پروستات؛ پرتودرمانی با شدت تعدیل شده؛ پرتودرمانی سه بعدی تطبیقی

**ارجاع:** باقری حسام الدین، توکلی محمد باقر، عابدی ایرج، عموحیدری علیرضا. بررسی و مقایسه‌ی دزیمتری ارگان‌های هدف و در معرض خطر در پرتودرمانی بیماران مبتلا به سرطان پروستات با استفاده از روش پرتودرمانی سه بعدی تطبیقی و پرتودرمانی با شدت تعدیل شده. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۱؛ ۴۰ (۶۶۴): ۱۶۴-۱۵۹

### مقدمه

آن‌جا که یکی از اهداف پرتودرمانی، کاهش دوز بافت‌های سالم و حساس به پرتو و در نتیجه کاهش عوارض این بافت‌ها است، درک بهتر عوامل درمانی که به طور بالقوه بر افزایش سمیت ناشی از تشعشع تأثیر می‌گذارد، مورد نیاز است (۴، ۵). با هدف دستیابی به درک بهتر از چگونگی تأثیر انتخاب طرح درمانی بر پارامترهایی که می‌توانند نتایج درمان و سمیت را تحت تأثیر

سرطان پروستات، یکی از مهم‌ترین دلایل مرگ و میر ناشی از سرطان در مردان در سراسر جهان است و هر سال نیز بر تعداد افراد مبتلا به این نوع سرطان افزوده می‌شود (۱، ۲). پرتودرمانی، از مهم‌ترین روش‌های درمان سرطان پروستات است که می‌تواند به صورت جداگانه یا همراه با دیگر روش‌ها (جراحی، شیمی‌درمانی و غیره) مورد استفاده قرار گیرد (۳). از

- ۱- کارشناسی ارشد فیزیک پزشکی، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
- ۲- دکتری تخصصی فیزیک پزشکی، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
- ۳- دکتری تخصصی فیزیک پزشکی، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
- ۴- دکتری تخصصی آنکولوژی پرتویی، بیمارستان میلاد اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: محمد باقر توکلی؛ دکتری تخصصی فیزیک پزشکی، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران  
Email: mb.tavakoli@mui.ac.ir

بخش پرتودرمانی بیمارستان میلاد اصفهان مراجعه می‌نمودند صورت پذیرفت. در این مطالعه، تعداد ۳۵ بیمار دارای سرطان پروستات به صورت تصادفی انتخاب گردید. بیماران مبتلا به متاستاز، سابقه‌ی قبلی پروستاتکتومی و شیمی‌درمانی از این کارآزمایی حذف شدند. بیمارانی که در طول دوره‌ی مطالعه، تحت رادیوتراپی هیپوفراکتشن شده بودند نیز از این گروه حذف گردیدند.

با استفاده از تصاویر سی‌تی‌اسکن با ضخامت ۱/۵ میلی‌متر، اطلاعات مورد نیاز این مرحله را به دست می‌آوریم. سپس تومور باید به صورتی مشخص شود که بتوان اندازه‌ی دقیق و نحوه‌ی قرارگیری آن در بدن را تجزیه و تحلیل نمود. یک متخصص انکولوژی رادیوتراپی، ناظر بر برنامه‌ریزی و کانتورینگ برای تمام طرح‌های پروستات بود. حجم تومور بالینی (CTV) و اندام‌های در معرض خطر شامل: راست‌روده، مثانه و سر راست و چپ استخوان ران تعریف شد. برای تعریف PTV از پروستات به اضافه ۷/۵ میلی‌متر استفاده گردید. از دستورالعمل‌های پروتکل RTOG برای مشخص کردن راست‌روده، مثانه و سر استخوان ران استفاده شد.

طراحی درمان با استفاده از نرم‌افزار طراحی درمان PROWESS PANTHER نسخه‌ی ۵۰ مربوط به شرکت آمریکایی PROWESS توسعه‌دهنده‌ی نرم‌افزارهای طراحی درمان انجام گردید. در این مطالعه از یک روش 3D-CRT و یک روش IMRT بهره برده شد. طراحی درمان 3D-CRT به صورت یک پرتو مستقیم قدامی و یک پرتو مستقیم خلفی و دو پرتو جانبی با انرژی ۱۵ MV برای دوز کل ۷۲ Gy در ۳۶ جلسه طراحی گردید که همه‌ی پرتوها بدون گوه و در زوایای ۰، ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ درجه مرتب شده بودند. طراحی درمان IMRT به صورت Inverse planning و ۹ فیلد با زوایای ۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۴۰ و ۳۲۰ برای دوز کل ۷۸ Gy در ۳۹ جلسه به PTV و به همان نقطه ایزوستتر روش 3D-CRT برنامه‌ریزی گردید. جهت IMRT، ابتدا تعداد میدان و زوایای گانتری انتخاب شد، سپس محدودیت‌های دوز-حجم برای پروستات و اندام در معرض خطر بر اساس RTOG مشخص گردید و در نهایت بهترین توزیع دوز توسط سیستم طراحی درمان بهینه‌سازی شد.

در این مطالعه‌ی تجربی، دوز رسیده به راست‌روده، مثانه و سر استخوان ران با استفاده از دزیمترهای ترمولومینسانس (TLD) بر روی فانتوم اندازه‌گیری شد. این فانتوم نشان‌دهنده‌ی لگن انسان با ساختار انسانی است. پرسپکس با فرمول شیمیایی  $(C_5O_2H_8)_n$ ، چگالی جرمی ۱/۱۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب، چگالی الکترونی  $10^{23} \times 3/24$  الکترون بر گرم و عدد اتمی مؤثر ۶/۴۸ به عنوان ماده‌ی جایگزین بافت نرم فانتوم استفاده شده است. این فانتوم از ۲۸ برش

قرار دهند، CTV، حجم بافت طبیعی تحت تابش و دوز جذبی هر بافت را در دو روش درمانی (Intensity-modulated radiotherapy) و IMRT (Three-dimensional conformal radiotherapy) و 3D-CRT مقایسه می‌کنند (۶). رادیوتراپی سه بعدی تطبیقی (3D-CRT) و رادیوتراپی با شدت تعدیل شده (IMRT) معمولاً در دنیا بیشترین کاربرد را برای درمان سرطان پروستات از طریق پرتو دارند (۷). مقایسه برای برنامه‌های 3D-CRT در مقابل برنامه‌های IMRT برای همان بیماران، انجام شد. از آن‌جا که توزیع دوزهای IMRT و 3D-CRT دقیقاً یکسان نیستند، برنامه‌های دوز و تقسیم دوز نیز دقیقاً یکسان نیستند. دوز تجویز شده در هر بخش، ۲Gy بود که برای برنامه‌های سه بعدی تطبیقی به عنوان دوز در مرکز پروستات تعریف شده بود.

برای طرح‌های درمانی IMRT، که با ناهمگنی دوز بیشتر به هدف مشخص می‌شود، برنامه‌های درمانی انتخاب شده در صورت لزوم مجدداً نرمالیزه می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که دوز تجویز شده‌ی ۲ گری حداقل ۹۵ درصد از حجم هدف بالینی (Clinical target volume) CTV را پوشش می‌دهد. نماینده‌ی گرافیکی توزیع دوز تابشی بر حسب حجم بافت در طراحی درمان نمودار توزیع دوز-حجم (Dose-volume histogram) DVH می‌باشد. نمودار توزیع دوز-حجم به عنوان یکی از ابزارهای ارزیابی طرح درمان شناخته می‌شود که برای مقایسه‌ی دوز در طرح‌های درمانی و بافت‌های مختلف به کار می‌رود.

Goldin و همکاران نشان دادند که به عنوان درمان اولیه برای سرطان پروستات، IMRT در مقابل 3D-CRT با عوارض گوارشی کمتر و کنترل سرطان را بهبود بخشیده است، این حالت به احتمال زیاد ناشی از توانایی IMRT است که به طور ایمن اجازه می‌دهد مقادیر بالاتر تشعشع به سرطان پروستات منتقل شود (۸).

Uysal و همکاران، طرح‌های 3D-CRT و IMRT را از نظر دزیمتری مقایسه کردند، آن‌ها نشان دادند، طرح‌های 3D-CRT برای پوشش حجم هدف برنامه‌ریزی (Planning Target Volume) PTV و معیارهای دوز برای اندام‌های در معرض خطر مناسب بودند. پوشش PTV برای طرح‌های IMRT در مقایسه با طرح‌های 3D-CRT بهتر بود اما برخلاف مطالعه‌ی آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود (۹).

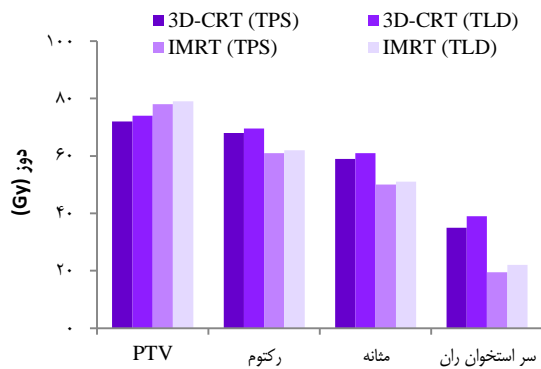
بنابراین، مطالعه‌ی حاضر به منظور مقایسه‌ی نتایج درمان با 3D-CRT یا IMRT گروهی از بیماران سرطان پروستات که با فراکشن معمولی با دوز پرتودرمانی ۷۲ Gy برای 3D-CRT و ۷۸ Gy برای IMRT درمان شده‌اند، طراحی شد.

## روش‌ها

این مطالعه‌ی مقطعی بر روی بیماران مبتلا به سرطان پروستات که به

D25, D35 راست‌روده، مثانه و سر استخوان ران، تجزیه و تحلیل شد (جدول ۲).

برای اندازه‌گیری دوز ارگان‌ها، TLDها در موقعیت مناسب درون فانتوم قرار می‌گیرند. سپس آن‌ها خوانش و داده‌های حاصل از TLD با داده‌های حاصل از TPS در نمودار ۱ مقایسه شدند.



نمودار ۱. میانگین دوز اندازه‌گیری شده توسط TLD و دوز محاسبه شده توسط نرم‌افزار TPS در فانتوم

### بحث

در این مطالعه، دوز پروستات به عنوان هدف پرتودرمانی و دوز راست‌روده، مثانه و سر استخوان ران به عنوان ارگان‌های در معرض خطر به دست آمد و با دو روش 3D-CRT و IMRT مقایسه شد، همچنین از فانتوم نیز برای اندازه‌گیری و مقایسه‌ی دوز استفاده گردید.

در سرطان پروستات، اخیراً درمان‌های جراحی و پرتوی جدیدتر و امیدوارکننده‌ای ایجاد شده است. همچنین روند افزایش استفاده از این روش‌های درمانی جدید بدون فایده‌ی اثبات شده نسبت به درمان‌های قدیمی وجود داشته است (۱۰، ۱۱). این روندها و هزینه‌های مربوط به آن‌ها برای سیستم مراقبت‌های بهداشتی، اهمیت تحقیق اثربخشی مقایسه‌ای را برجسته می‌کند (۱۲). استفاده از IMRT به جای 3D-CRT در مراکز درمانی به سرعت در حال افزایش است. دلیل این افزایش سریع ممکن است مربوط به انتظارات پزشکان و بیماران از کاهش عوارض درمانی IMRT باشد (۱۳). در عین حال مطالعات زیادی هم نشان می‌دهند که این انتظارات ممکن است بر اساس واقعیت بالینی نباشد. در واقع در نتایج حاصل از مطالعه‌ی آن‌ها بین دو روش رادیورای 3D-CRT و IMRT تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

این مطالعه گامی در جهت این سؤال بود که آیا در مطالعات بالینی تفاوت قابل توجهی بین دو روش وجود دارد؟

تشکیل شده که با استفاده از سی‌تی‌اسکن یک بیمار با وزن استاندارد (۷۵ کیلوگرم) ساخته شده است. در هر برش حفره‌هایی برای قرار دادن TLD تعبیه شد. محل جایگذاری TLDها در نخاع توسط پزشک و با کمک تصاویر رادیوگرافی تعیین گردید. در نهایت فانتوم به همراه TLDهای تعبیه شده در آن تحت تابش پرتو با دو روش IMRT و 3D-CRT قرار دادیم و TLDها توسط دستگاه TLD-Reader خوانش گردید. سپس داده‌های به دست آمده از TLDها با میانگین داده‌های به دست آمده از بیماران مقایسه شد.

همه‌ی شاخص‌ها بر اساس DVH محاسبه گردید. از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۶ (version 26, IBM Corporation, Armonk, NY) برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد. آزمون Paired t-test بر روی داده‌ها صورت پذیرفت. تفاوت بین دوز جذبی اندام‌های در معرض خطر در پرتودرمانی پروستات، در روش IMRT و 3D-CRT تجزیه و تحلیل گردید.

### یافته‌ها

یکی از مهم‌ترین عوامل دزیمتری جهت مقایسه و تعیین پوشش حجم بافت دوز میانگین دریافتی اندام‌ها است که می‌توان بعد از طراحی درمان با استفاده از نمودار توزیع دوز-حجم، دوز میانگین همه‌ی حجم‌ها را برای هر کدام از بیماران به دست آورد.

توزیع بهینه‌ی دوز و پوشش هدف، یکی از اهداف اصلی پرتودرمانی است. به همین دلیل، حداقل و حداکثر دوزهای PTV، GTV و CTV برای هر دو روش IMRT و 3D-CRT از نظر آماری مقایسه شدند (جدول ۱).

جدول ۱. میانگین مقادیر حداکثر و حداقل GTV، CTV، PTV برای

### IMRT و 3D-CRT

P	(Gy)IMRT	(Gy)3D-CRT	
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	
۰/۰۱	۷۷/۱ ± ۳/۵	۷۵ ± ۱/۱	ماکزیم PTV
۰/۰۱	۶۵/۸ ± ۳/۱	۶۷/۷ ± ۱/۷	مینیم PTV
۰/۰۱	۷۷/۳ ± ۳/۳	۷۵/۲ ± ۰/۹	ماکزیم CTV
۰/۰۱	۶۲/۳ ± ۴/۹	۶۹/۹ ± ۲/۸	مینیم CTV
۰/۰۱	۷۸/۳ ± ۲/۹	۷۶/۱ ± ۰/۷	ماکزیم GTV
۰/۰۱	۷۳/۲ ± ۴/۲	۷۰/۳ ± ۲/۲	مینیم GTV

ساختارهای مهم و اساسی که باید در رادیوتراپی سرطان پروستات در امان بمانند، راست‌روده، مثانه و سر استخوان ران است. میانگین ۷50، ۷60، ۷70، ۷75 و همچنین D2، D15.

جدول ۲. معیارهای دوز-حجم برای IMRT و 3D-CRT در راست‌روده، مثانه و سر استخوان ران

ارگان	شاخص	3D-CRT		IMRT	
		میانگین	حداکثر-حداقل	میانگین	حداکثر-حداقل
راست روده	D-mean (Gy)	۶۸/۸	۶۶/۸ - ۷۰/۱	۵۸/۶	۵۶/۳ - ۵۹/۹
	D <sub>35%</sub> (Gy)	۷۱/۱	۶۹/۳ - ۷۲/۱	۶۲/۷	۶۰/۱ - ۶۴/۹
	D <sub>25%</sub> (Gy)	۷۱/۸	۷۰/۳ - ۷۲/۹	۶۴/۵	۶۱/۳ - ۶۷/۵
	D <sub>15%</sub> (Gy)	۷۲/۶	۷۱/۲ - ۷۳/۷	۶۶/۳	۶۲/۶ - ۶۹/۸
	D <sub>2%</sub> (Gy)	۷۳/۳	۷۱/۸ - ۷۴/۷	۶۹	۶۴ - ۷۳/۶
	V <sub>30</sub> (%)	۱۰۰	۹۹/۷ - ۱۰۰	۹۹/۶	۹۹/۱ - ۱۰۰
	V <sub>50</sub> (%)	۹۹/۸	۹۹/۵ - ۹۹/۹	۹۸	۹۶/۸ - ۹۸/۹
	V <sub>60</sub> (%)	۹۹	۹۸/۲ - ۹۹/۴	۹۲/۵	۹۰/۱ - ۹۵/۲
	V <sub>70</sub> (%)	۹۵/۵	۹۳/۸ - ۹۷	۷۵/۳	۶۸/۲ - ۷۹/۴
	V <sub>75</sub> (%)	۹۴/۱	۹۱/۹ - ۹۵/۴	۵۷/۵	۴۶/۹ - ۶۸/۳
مثانه	D-mean (Gy)	۵۹/۶	۵۸ - ۶۱/۳	۵۰/۳	۴۸/۹ - ۵۲/۷
	D <sub>35%</sub> (Gy)	۷۱/۲	۷۰/۱ - ۷۲/۴	۵۸/۷	۵۴/۹ - ۶۰/۸
	D <sub>25%</sub> (Gy)	۷۱/۸	۷۰/۴ - ۷۳	۶۴/۹	۶۱/۲ - ۶۷/۵
	D <sub>15%</sub> (Gy)	۷۲/۱	۷۱/۳ - ۷۳/۵	۶۹/۳	۶۶/۵ - ۷۲/۱
	D <sub>2%</sub> (Gy)	۷۲/۹	۷۲ - ۷۴/۱	۷۲/۸	۷۰ - ۷۵/۲
	V <sub>30</sub> (%)	۱۰۰	۹۹/۸ - ۱۰۰	۹۳/۴	۹۰/۷ - ۹۶
	V <sub>50</sub> (%)	۹۹/۸	۹۹/۶ - ۹۹/۹	۷۸/۳	۷۲/۱ - ۸۲/۵
	V <sub>60</sub> (%)	۹۹/۲	۹۸/۵ - ۹۹/۶	۵۵/۵	۴۴/۹ - ۶۳/۷
	V <sub>70</sub> (%)	۹۸/۲	۹۷/۶ - ۹۸/۷	۴۱/۳	۳۶/۸ - ۴۹/۶
	V <sub>75</sub> (%)	۹۵/۶	۹۴/۹۷۳	۳۵/۳	۲۸ - ۴۱/۹
سر استخوان ران	D-mean (Gy)	۳۴/۸	۳۳/۷ - ۳۶	۱۶/۴	۱۵/۲ - ۱۷/۹
	D <sub>35%</sub> (Gy)	۴۰/۷	۳۶/۸ - ۴۳/۴	۲۰/۷	۱۷/۷ - ۲۳/۶
	D <sub>25%</sub> (Gy)	۴۱/۳	۳۸/۲ - ۴۴/۵	۲۲/۸	۱۹/۸ - ۲۶
	D <sub>15%</sub> (Gy)	۴۲/۲	۳۹/۸ - ۴۵/۳	۲۷/۱	۲۴/۹ - ۲۹/۳
	D <sub>2%</sub> (Gy)	۴۵/۵	۴۲/۵ - ۴۷/۸	۳۶/۵	۳۳/۹ - ۳۸/۲
	V <sub>30</sub> (%)	۸۲/۳	۷۴/۹ - ۸۹/۳	۲۳/۳	۹/۳ - ۴۰/۸
	V <sub>50</sub> (%)	۷۵/۴	۶۸/۴ - ۸۰/۱	۱/۴	۰/۹ - ۳/۷
	V <sub>60</sub> (%)	۴/۱	۲/۴ - ۷/۹	۰/۲	۰/۱ - ۰/۴
	V <sub>70</sub> (%)	۲/۱	۰/۷ - ۱/۹	۰	۰ - ۰/۱
	V <sub>75</sub> (%)	۰/۷	۰/۴ - ۱/۲	۰	۰ - ۰/۱

توسط TLD و TPS در روش IMRT به ترتیب برای PTV ۸۰ و ۷۸ گری، برای راست‌روده ۶۳ و ۶۰ گری، برای مثانه ۵۰ و ۴۸ گری و برای سر استخوان ران ۲۴ و ۱۹ گری بود. این اختلاف می‌تواند ناشی از این باشد که سیستم طراحی درمان، سهم پرتوهای پراکنده را در دوز جذبی ارگان‌ها محاسبه نمی‌کند. همچنین احتمال این می‌رود که در این نتیجه، خطا در خوانش دزیمترهای ترمولومینسانس بی‌تأثیر نباشد.

Zelefsky و همکاران در یک مطالعه‌ی مقایسه‌ای مشابه IMRT

مقایسه‌ی میانگین حداکثر و حداقل PTV، CTV و GTV دوز انجام هدف برای IMRT و 3D-CRT از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ).

دوز اندازه‌گیری شده توسط TLDها بیش از دوز محاسبه شده توسط سیستم طراحی درمان (TPS) بود به طوری که دوز اندازه‌گیری شده توسط TLD و TPS در روش 3D-CRT به ترتیب برای PTV ۷۵ و ۷۲ گری، برای راست‌روده ۶۹ و ۶۸ گری، برای مثانه ۶۲ و ۵۹ گری و برای سر استخوان ران ۳۹ و ۳۴ گری بود. دوز اندازه‌گیری شده

3D-CRT بود.

### نتیجه‌گیری

در بسیاری از مقالات، مقایسه‌ی روش‌های مختلف با یکدیگر انجام شده و از فائتوم استفاده نشده است اما در این مطالعه، از فائتوم استفاده شده بود. توصیه می‌شود در مطالعات بعدی از فائتوم‌های کاملاً استاندارد استفاده شود تا نتایج دقیق‌تر به دست آید.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه، برگرفته از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد به شماره طرح ۳۹۹۰۱۷ و کد اخلاق IR.MUI.MED.REC.1400.137 می‌باشد. این طرح توسط دانشگاه علوم پزشکی اصفهان مورد حمایت مالی قرار گرفت. بدین‌وسیله، از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و همچنین، از کارکنان و مسؤولان بخش پرتودرمانی بیمارستان میلاد اصفهان بابت فراهم آوردن امکانات لازم جهت انجام این طرح سپاسگزاری می‌گردد.

و 3D-CRT نشان دادند که IMRT از نظر درمانی، برتر از 3D-CRT در درمان سرطان پروستات است. دوز تجمعی سرهای استخوان ران در آن مطالعه، ۳۰ گری در IMRT و ۴۵ گری در 3D-CRT بود. به همین ترتیب، دوز تجمعی مربوط به راست‌روده، ۵۶ گری در IMRT و ۷۱ گری در 3D-CRT و برای مثانه، ۵۳ گری در IMRT و ۶۴ گری در 3D-CRT بود (۱۴). ما در این مطالعه دوز تجمعی سرهای استخوان ران را ۱۹ گری در IMRT و ۳۴ گری در 3D-CRT، دوز تجمعی مربوط به راست‌روده، ۶۰ گری در IMRT و ۶۸ گری در 3D-CRT و برای مثانه، ۴۸ گری در IMRT و ۵۹ گری در 3D-CRT به دست آوردیم که در مقایسه با مطالعه‌ی Zelefsky و همکاران (۱۴) دوز جذبی ارگان‌ها را کمتر محاسبه کردیم. Fenoglietto و همکاران نشان دادند، پوشش دوز PTV و OAR با IMRT برای هر بیمار نسبت به 3D-CRT بهتر بود (۱۵). در مورد PTV، نتایج ما نشان دادند که دوز میانگین در روش IMRT کمی بیش از روش 3D-CRT بود در صورتی که دوز ارگان‌های در معرض خطر در روش IMRT به طور قابل توجهی کمتر از روش

### References

- Jemal A, Siegel R, Ward E, Hao Y, Xu J, Thun MJ. Cancer statistics. *CA Cancer J Clin* 2009; 59(4): 1-25.
- Malone S, Croke J, Roustan-Delatour N, Belanger E, Avruch L, Malone C, et al. Postoperative radiotherapy for prostate cancer: A comparison of four consensus guidelines and dosimetric evaluation of 3D-CRT versus tomotherapy IMRT. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2012; 84(3): 725-32.
- Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, Jemal A. Cancer statistics, 2021. *CA Cancer J Clin* 2021; 71(1): 7-33.
- Maier J, Forman J, Tekyi-Mensah S, Bolton S, Patel R, Pontes JE. Salvage radiation for a rising PSA following radical prostatectomy. *Urol Oncol* 2004; 22(1): 50-6.
- Ost P, Fonteyne V, Villeirs G, Lumen N, Oosterlinck W, De Meerleer G. Adjuvant high-dose intensity-modulated radiotherapy after radical prostatectomy for prostate cancer: Clinical results in 104 patients. *Eur Urol* 2009; 56(4): 669-77.
- Jackson A, Marks LB, Bentzen SM, Eisbruch A, Yorke ED, Ten Haken RK, et al. The lessons of QUANTEC: recommendations for reporting and gathering data on dose-volume dependencies of treatment outcome. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2010; 76(3 Suppl): S155-60.
- Parker C, Sydes MR, Catton C, Kynaston H, Logue J, Murphy C, et al. Radiotherapy and androgen deprivation in combination after local surgery (RADICALS): A new Medical Research Council/National Cancer Institute of Canada phase III trial of adjuvant treatment after radical prostatectomy. *BJU Int* 2007; 99(6): 1376-9.
- Goldin GH, Sheets NC, Meyer AM, Kuo TM, Wu Y, Stürmer T, et al. Comparative effectiveness of intensity-modulated radiotherapy and conventional conformal radiotherapy in the treatment of prostate cancer after radical prostatectomy. *JAMA Intern Med* 2013; 173(12): 1136-43.
- Uysal B, Beyzadeoğlu M, Sager O, Dinçoğlu F, Demiral S, Gamsiz H, et al. Dosimetric evaluation of intensity modulated radiotherapy and 4-Field 3-D Conformal Radiotherapy in Prostate cancer treatment. *Balkan Med J* 2013; 30(1): 54-7.
- Sheets NC, Goldin GH, Meyer AM, Wu Y, Chang YK, Stürmer T, et al. Intensity-modulated radiation therapy, proton therapy, or conformal radiation therapy and morbidity and disease control in localized prostate cancer. *JAMA* 2012; 307(15): 1611-20.
- Hu JC, Gu X, Lipsitz SR, Barry MJ, D'Amico AV, Weinberg AC, et al. Comparative effectiveness of minimally invasive vs open radical prostatectomy. *JAMA* 2009; 302(14): 1557-64.
- Williams SB, Gu X, Lipsitz SR, Nguyen PL, Choueiri TK, Hu JC. Utilization and expense of adjuvant cancer therapies following radical prostatectomy. *Cancer* 2011; 117(21): 4846-54.
- AlDuhaiby EZ, Breen S, Bissonnette JP, Sharpe M, Mayhew L, Tyldesley S, et al. A national survey of the availability of intensity-modulated radiation therapy and stereotactic radiosurgery in Canada. *Radiat Oncol* 2012; 7(1): 1-6.
- Zelefsky MJ, Fuks Z, Happersett L, Lee HJ, Ling CC, Burman CM, et al. Clinical experience with intensity modulated radiation therapy (IMRT) in prostate cancer. *Radiation Oncol* 2000; 55(3): 241-9.
- Fenoglietto P, Laliberte B, Allaw A, Ailleres N, Idri K, Hay MH, et al. Persistently better treatment planning results of intensity-modulated (IMRT) over conformal radiotherapy (3D-CRT) in prostate cancer patients with significant variation of clinical target volume and/or organs-at-risk. *Radiation Oncol* 2008; 88(1): 77-87.

## Evaluation and Comparison of Target and At-Risk Organ Dosimetry in Radiation Therapy of Prostate Cancer Patients Using Three-Dimensional Conformal Radiotherapy (3D-CRT) and Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT)

Hesameddin Bagheri<sup>1</sup>, Mohammad Bagher Tavakoli<sup>2</sup>, Iraj Abedi<sup>3</sup>, Alireza Amouheidari<sup>4</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Background:** The goal of this study was to make a dosimetric comparison between the absorbed dose distribution of the prostate and the organ at risk (OAR) using two different approaches: three-dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT) and Intensity-modulated radiotherapy (IMRT), assessed via treatment planning system (TPS) and thermoluminescence dosimetry (TLD).

**Methods:** In this study, 35 patients with prostate cancer undergoing radiation therapy at Milad Hospital in Isfahan were included. Prostate as target and rectum, bladder and femoral head as healthy organ at risk (OAR) were contoured according to Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) criteria. Two separate dosimetry programs IMRT and 3D-CRT have been developed for each patient in order to evaluate the dosimetric status of both methods comparatively. These results were then compared with those of the phantom.

**Findings:** The doses to the bladder, rectum, and femoral head were 50.3, 58.6, and 16.4 in IMRT and 59.6, 68.8, and 34.8 in 3D-CRT, respectively. The dose measured by TLD in all organs in the phantom was higher than the dose calculated by TPS software in the phantom.

**Conclusion:** The IMRT method is a better method than 3D-CRT due to better coverage of the target volume and reduction of the cumulative dose of organs at risk (OAR). The dose measured by TLDs was higher than the dose calculated by the treatment planning system, which may be due to the fact that the treatment planning system does not calculate the share of scattered radiation in the absorbed dose of organs.

**Keywords:** Prostate cancer; Intensity-modulated radiotherapy; Three-dimensional conformal radiotherapy

**Citation:** Bagheri H, Tavakoli MB, Abedi I, Amouheidari A. Evaluation and Comparison of Target and At-Risk Organ Dosimetry in Radiation Therapy of Prostate Cancer Patients Using Three-Dimensional Conformal Radiotherapy (3D-CRT) and Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT). J Isfahan Med Sch 2022; 40(664): 159-64.

1- MSc in Medical Physics, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- PhD in Medical Physics, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- PhD in Medical Physics, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

4- Radiation Oncologist, Department of Radiation-Oncology, Milad Hospital, Isfahan, Iran

**Corresponding Author:** Mohammad Bagher Tavakoli, PhD in Medical Physics, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: mb.tavakoli@mui.ac.ir