

## مقایسه‌ی دوز حلزون گوش در بیماران مبتلا به سرطان سر و گردن تحت درمان با رادیوتراپی سه بعدی انطباقی و توموترابی حلزونی

حسین رست<sup>۱</sup>، سیمین همتی<sup>۲</sup>، ناهید شامی<sup>۳</sup>، محسن صائب<sup>۴</sup>، محمد باقر توکلی<sup>۵</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** سرطان سر و گردن (Head and neck cancer) جزء ده سرطان شایع در سراسر جهان است. به دلیل پیچیدگی آناتومی سر و گردن، در هنگام پرتودرمانی اندام‌های زیادی دوز دریافت می‌کنند. هدف این مطالعه، مقایسه‌ی دوز رسیده به حلزون گوش در دو روش 3D-CRT (Three-Dimensional Conformal Radiotherapy) و HT (Helical Tomotherapy) بود.

**روش‌ها:** مطالعه‌ی حاضر کاربردی و مقطعی است. ۲۸ بیمار که دارای سرطان نازوفارنکس بوده و به بیمارستان سیدالشهدا (امید) برای درمان بین سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۱ مراجعه کرده و کاندید درمان با یکی از دستگاه‌های 3D-CRT و یا HT می‌باشند؛ در این مطالعه قرار گرفتند. طرح درمانی برای هر بیمار در دو دستگاه، شبیه‌سازی شده و سپس متغیرهای مطالعه مانند حداکثر و میانگین دوز و شاخص‌های همگنی و انطباق مورد بررسی قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** با مقایسه‌ی طرح‌های درمانی HT و 3D-CRT، میانگین دوز قابل دریافت حلزون گوش و سایر اندام‌های در معرض خطر در روش HT نسبت به روش 3D-CRT کاهش یافته و تفاوت قابل‌توجهی داشته‌اند، که نشان می‌دهد اختلاف معنی‌داری بین دو روش وجود دارد.

**نتیجه‌گیری:** طبق داده‌های مطالعه‌ی ما روی بیماران مبتلا به سرطان نازوفارنکس، نتایج نشان داد که HT از همگنی و انطباق هدف بهتری برخوردار است و دوز تحویلی به OAR (Organ At Risk) ها را در مقایسه با 3D-CRT معمولی کاهش می‌دهد.

**واژگان کلیدی:** سرطان سر و گردن؛ نازوفارنکس؛ پرتودرمانی تطبیقی؛ توموترابی؛ حلزون گوش

**ارجاع:** رست حسین، همتی سیمین، شامی ناهید، صائب محسن، توکلی محمد باقر. مقایسه‌ی دوز حلزون گوش در بیماران مبتلا به سرطان سر و گردن تحت درمان با رادیوتراپی سه بعدی انطباقی و توموترابی حلزونی. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۲؛ ۴۱ (۷۱۰): ۱۳۰-۱۲۴

### مقدمه

RT (Radiation therapy) اصلی‌ترین درمان برای بیماران مبتلا به سرطان سر و گردن است (۲، ۶) که تقریباً به ۷۵ درصد از کل بیماران با هدف درمانی یا تسکینی ارائه می‌شود (۲). در طول پرتودرمانی سرطان سر و گردن، کل دستگاه شنوایی و یا قسمت‌هایی از سیستم شنوایی در طی درمان، دوزهای بالایی از اشعه را دریافت می‌کنند، که می‌تواند منجر به آسیب‌های مختلف ناشی از اشعه به گوش خارجی، میانی و داخلی شود (۲). کاهش شنوایی یکی از رایج‌ترین عارضه‌ی بافت طبیعی در پرتودرمانی با

در ایران، سرطان، سومین عامل اصلی مرگ و میر است (۱). HNC (Head and neck cancer) جزء خطرناک‌ترین تومورها (۲) و یکی از ده سرطان شایع در سراسر جهان است (۳). پوشش مخاطی کانال‌های دهان و بینی، سینوس‌های پارانازال، لب‌ها، گلو، حنجره و غدد بزاقی همگی تحت تأثیر سرطان‌های سر و گردن قرار دارند (۴). روش‌های درمان سرطان HNC شامل: شیمی‌درمانی، جراحی و رادیوتراپی به تنهایی یا هم‌زمان با روش‌های یاد شده می‌باشد (۵).

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
  - ۲- دانشیار، گروه رادیونکولوژی، دانشکده‌ی پزشکی، بیمارستان سیدالشهدا، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
  - ۳- کارشناسی ارشد فیزیک پزشکی، بیمارستان سیدالشهدا، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
  - ۴- دکتری فیزیک پزشکی، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، اصفهان، ایران
  - ۵- استاد، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
- نویسنده‌ی مسؤول: محمد باقر توکلی؛ استاد، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: mbtavakoli@mui.ac.ir

از دستگاه زیمس ۲۰ برشی با ضخامت ۲ میلی‌متر در کل قفسه‌ی سینه و سر و گردن گرفته شده و سپس برای برنامه‌ریزی درمان به صورت الکترونیکی به سیستم طراحی درمان ارسال می‌شود.

**کانتورینگ هدف و حجم طبیعی بافت:** تمام تصاویر سی‌تی در سیستم برنامه‌ریزی درمان برای کانتورینگ آپلود شدند. متخصصان آنکولوژی برای تعیین هدف و اندام‌های در معرض خطر (Organ At Risk) طبق دستورالعمل‌های گروه آنکولوژی پرتودرمانی در سال ۲۰۰۹ برای تعیین حجم هدف سرطان نازوفارنکس عمل کرد. حجم اولیه‌ی تومور (Gross tumor volume) با استفاده از آنالیز تصاویر توموگرافی کامپیوتری (Computed tomography) یا تصویربرداری تشدیدی مغناطیسی (Magnetic resonance imaging) محاسبه شد. حجم هدف بالینی (Clinical target volume) شامل حجم اولیه‌ی تومور و همچنین هر ساختار نزدیکی به آن که می‌توانست درگیر شود. اگر غدد لنفاوی گردن درگیر بودند، گردن همان طرف تحت تابش قرار می‌گرفت. تمام طرح‌های درمانی بر اساس حجم هدف برنامه‌ریزی (Planning target volume) برنامه‌ریزی شده بودند. حجم PTV که فیزیسیست بر روی آن پلن طراحی درمان را انجام می‌دهد؛ حجم هدف بالینی به اضافه ۳ میلی‌متر تعریف شد.

**سیستم برنامه‌ریزی درمان:** سیستم طراحی درمان، جهت تولید شکل دسته پرتوهای درمانی و توزیع دوز با هدف کنترل بهتر و بیشتر تومور و کاهش آسیب به بافت‌های سالم مورد استفاده قرار می‌گیرد. پلن‌های درمانی دو روش توموتراپی و سه بعدی با دز کلی ۶۶/۶ Gy در ۳۷ جلسه برای تجویز به PTV طراحی و شبیه‌سازی گردید. به همه‌ی بیماران دوز تجویز شده ۶۶/۶ گری که در ۳۷ قسمت (طرح اصلی در ۲۵ جلسه و ۲ دوره بوست (دوز اضافی)، یکی در ۷ جلسه و دیگری در ۵ جلسه) با دوز روزانه ۱۸۰۰ cGy به آن‌ها داده شد.

۲۵ جلسه‌ی درمان اصلی و ۱۲ جلسه بوست در دو مرحله که مرحله اول، ۷ جلسه که به تجویز پزشک نخاع و گاهی قسمتی از حجم هدف از درمان خارج شده و در مرحله‌ی بوست دوم که شامل ۵ جلسه است دوز فقط به حجم هدف می‌رسد.

طرح‌های درمانی بر روی تصاویر سی‌تی اسکن بیماران برای دو روش توموتراپی و سه بعدی، شبیه‌سازی شده تا دوز قابل دریافت اندام‌های خواسته شده محاسبه گردد.

طراحی درمان 3D-CRT با دستگاه Elekta مدل Compact و با استفاده از نرم‌افزار TiGRT به صورت Forward planning انجام می‌شود؛ یعنی ابتدا پارامترهای درمانی انتخاب شده، سپس توزیع دوز توسط نرم‌افزار طراحی درمان رسم می‌گردد و در نهایت توزیع دوز به دست آمده ارزیابی می‌شود. در صورت مناسب بودن توزیع دوز، طراحی درمان مورد قبول واقع می‌گردد. طراحی درمان 3D-CRT از

پرتوی خارجی در سرطان سر و گردن و ناحیه‌ی جمجمه است (۷). کاهش شنوایی شامل از دست دادن شنوایی رسانا و کم شنوایی حسی عصبی یا ترکیبی از این دو نوع طبقه‌بندی شده است (۷-۹).

روش رادیوتراپی ۳ بعدی تطبیقی یا (Three-Dimensional Conformal Radiotherapy) 3D-CRT یک تکنیک پرتودرمانی است که بیشتر برای تومورهای که شکل منظم دارند؛ بکار می‌رود (۱۰). برنامه ریزی درمان سه بعدی تطبیقی، یک فرایند دستی است که در آن پارامترهای پرتو، تعداد و جهت گیری پرتو، اندازه و شکل میدان، وزن، زاویه‌ی گوه و سایر عوامل به صورت دستی تنظیم می‌شوند (۱۱). در عمل، سه بعدی تطبیقی امکان افزایش دوز تومور را در چندین موقعیت مانند سرطان پروستات، ریه، مری، لوزالمعده، سر و گردن و کبد فراهم کرده است (۱۲). توموتراپی حلزونی یا (Helical tomotherapy) HT یکی از پیشرفته‌ترین فناوری‌های رادیوتراپی با شدت تعدیل شده (Intensity-modulated radiation therapy) است که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۳). توموتراپی حلزونی یک سیستم انتقال دوز پرتوی با تکنولوژی پیشرفته است که بر اساس یک شتاب دهنده‌ی خطی ۶MV برای درمان و یک سیستم تصویربرداری کامپیوتری مگا ولتاژ (Mega voltage computed tomography) که روی گانتاری نصب شده است و از بیمار قبل درمان، حین درمان و بعد از درمان در حین حرکت تخت از گانتاری، در اطراف بیمار می‌چرخد و در نهایت یک مسیر ماریچ برای تحویل دوز تشعشع ایجاد می‌کند (۱۴). در این مطالعه هر دو دستگاه درمانی از انرژی ۶MV برای درمان استفاده می‌کنند.

هدف از این مطالعه، مقایسه‌ی دوز قابل دریافت حلزون گوش و سایر اندام‌های در معرض خطر در دو روش درمانی توموتراپی و سه بعدی تطبیقی در بیماران سرطان نازوفارنکس می‌باشد، تا میزان بهینه کردن دوز در دو روش را باهم مقایسه کنیم.

## روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر کاربردی و از نوع مقطعی می‌باشد که از سال ۱۳۹۹-۱۴۰۱ بر روی بیماران مبتلا به سرطان سر و گردن که کاندید درمان به روش رادیوتراپی بودند و به بخش رادیوآنکولوژی بیمارستان امید اصفهان مراجعه کرده بودند، انجام شد. در طی این مطالعه، ۲۸ بیمار مبتلا به سرطان نازوفارنکس (شامل ۱۷ بیمار زن و ۱۱ بیمار مرد) که در مرحله‌ی اول بیماری و بدون متاستاز اولیه بودند، به طور تصادفی انتخاب شدند.

**شبیه‌سازی توموگرافی کامپیوتری:** بیماران برای انجام توموگرافی شبیه‌سازی، بر روی یک تخت در وضعیت خوابیده به پشت قرار گرفته و با استفاده از ماسک ترموپلاستیک قسمت فوقانی قفسه سینه و سر ثابت نگه داشته شده و تصاویر توموگرافی کامپیوتری با استفاده

PTV دریافت کرد (۲۳). مقادیر پایین HI نشان می‌دهد که دوز هدف به طور یکنواخت توزیع شده است.  $HI = 0$  قابل قبول‌ترین مقدار است. مقادیر  $D_{max}$  و  $D_{mean}$  برای مقایسه‌ی OARها (مانند حلزون گوش، چشم، لوز، کیاسم بینایی، اعصاب بینایی، ساقه‌ی مغز و نخاع) استفاده شد. اندام‌های در معرض خطر دارای محدودیت‌های دوز می‌باشند که در جدول ۲ آورده شده، نشان می‌دهد که اندام‌ها نباید بیش از این دوز دریافت کنند.

تمامی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۳ (version 23, IBM Corporation, Armonk, NY) تجزیه و تحلیل شدند. با توجه به نرمال بودن داده‌های مطالعه، از آزمون t زوجی برای تعیین معنی‌داری حداکثر دوز، میانگین دوز برای اندام‌های در معرض خطر و CI و HI برای PTV استفاده شده است.

این مطالعه در سال ۱۳۹۹ در گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تصویب گردیده و در سال ۱۴۰۰ کد اخلاق آن با شماره‌ی IR.MUI.MED.REC.1400.130 برای انجام پایان‌نامه تخصیص داده شده است.

### یافته‌ها

نتایج حاصل از این مطالعه شامل پوشش حجم هدف، شاخص همگنی، شاخص انطباق و محاسبه‌ی دوز اندام‌های در معرض خطر در پرتودرمانی نازوفارنکس با استفاده از تکنیک‌های 3D-CRT و HT می‌باشد که از روی نمودار DVH طرح درمان هر بیمار در هر روش درمانی به دست آمده است. جدول ۱ مشخصات بیماران را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مشخصات بیماران

مشخصات	HT	3D-CRT
سن (سال)	۴۵	۴۵
میانگین	۸۱-۱۶	۸۱-۱۶
محدوده‌ی سنی		
جنسیت		
مرد	۱۷	۱۷
زن	۱۱	۱۱
نوع سرطان (تعداد)	نازوفارنکس (۲۸)	نازوفارنکس (۲۸)

در تمام طرح‌های درمانی PTV، ۹۵ درصد دوز اصلی درمان را دریافت کرده و طرح درمانی از لحاظ پاس کردن دوز مورد تأیید قرار گرفته است.

میانگین دوز رسیده به اندام‌های در معرض خطر در دو روش درمانی، در جدول ۳ بیان شده است. با توجه به داده‌های جدول ۲ که نشان‌دهنده‌ی میزان دوز محدود برای هر ارگان است؛ در هنگام مقایسه

یک تکنیک چند فیلد با فوتون ۶MV استفاده می‌شد. در این مطالعه برای بیماران درمان اصلی با چهار میدان با زاویه‌های موازی‌ساز ۰، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و پوست (دوز اضافی) اول مانند درمان اصلی و پوست دوم فقط دو میدان جانبی در زاویه‌های ۹۰ و ۲۷۰ طراحی شدند. همچنین در صورت صلاح‌دید و برای بهتر شدن طرح درمان از وج‌های ۱۰ یا ۱۵ نیز استفاده شد.

طراحی درمان HT با دستگاه Accuray مدل Radixact X9 و با استفاده از نرم‌افزار Percision به صورت inverse planning انجام می‌شود. توموتراپی ماریپیچ، یک روش رادیوتراپی با هدایت تصویر است که شامل برنامه‌ریزی توموگرافی کامپیوتری مگاولت (MVCT) و IMRT چرخشی پویا است. در ابتدا، برخی از پارامترها مانند عرض میدان، گام، فاکتور تعدیل (MF)، اهمیت و خطر برای همه ساختارها مشخص می‌شود. بسته به اندازه هدف، کاربر می‌تواند از میان سه فن بیم ۱، ۲/۵، ۵ سانتی‌متری یکی را انتخاب کند، که در این مطالعه از فن بیم ۲/۵ سانتی‌متری استفاده شده است.

**معیارهای ارزیابی طرح‌های پرتودرمانی:** انطباق دوز به یکنواختی توزیع دوز در داخل حجم هدف اشاره دارد و همگنی دوز نسبت به PTV به حجم تابش شده در دوز تجویز شده است. بر اساس کمیسیون بین‌المللی واحد و اندازه‌گیری تشعشع (ICRU (International Commission on Radiation Units) انطباق دوز و یکنواختی ارزیابی و برآورد شد (۲۲). داده‌ها از هیستوگرام حجم دوز هر بیمار (Dose-volume histogram) DVH تجزیه و تحلیل شد. پوشش دوز با استفاده از حداقل دوز ( $D_{min}$ )، حداکثر دوز ( $D_{max}$ )، میانگین دوز ( $D_{mean}$ )،  $V_{95\%}$  (درصد حجمی که ۹۵ درصد دوز را دریافت می‌کند)، شاخص انطباق (Conformity index) CI و شاخص همگنی (Homogeneity index) HI محاسبه شد. CI معیاری است که برای ارزیابی میزان تناسب هدف با حجم ایزودوز تجویز شده استفاده می‌شود (۲۱). CI به صورت زیر تعریف شد:

$$CI = \frac{V_{95\%}}{PTV}$$

$V_{95\%}$  حجمی از PTV است که حداقل ۹۵ درصد از دوز تجویز شده را پوشش می‌دهد. هر چه CI به عدد ۱ نزدیکتر باشد، نشان می‌دهد که حجم سطح ایزودوز تجویزی برابر با حجم PTV است. در زیر نحوه‌ی تعریف HI آمده است (۲۳):

$$HI = \frac{D_{2\%} - D_{98\%}}{D_{50\%}}$$

$D_{98\%}$  دوزی که ۹۸ درصد حجم PTV دریافت کرد،  $D_{50\%}$  دوزی که ۵۰ درصد حجم PTV و  $D_{2\%}$  دوزی که ۲ درصد حجم

جدول ۲. محدودیت دوز اندام‌های در معرض خطر به دنبال دستورالعمل RTOG و پروتکل برای پرتودرمانی سرطان نازوفارنکس

محدودیت دوز	ارگان
حداکثر دوز $\geq 54$ گری	ساقه‌ی مغز
میانگین دوز $> 50$ گری	حلزون گوش
میانگین دوز $> 35$ گری	چشم
حداکثر دوز $> 5$ گری	عدسی
حداکثر دوز $> 54$ گری	اپتیک کیاسما
حداکثر دوز $> 54$ گری	عصب بینایی
حداکثر دوز $> 45$ گری	نخاع

میزان دوز رسیده به حلزون گوش راست و چپ در روش HT به ترتیب ۲۴/۶ و ۲۲/۵ گری و در روش 3D-CRT به ترتیب برابر با ۴۶ و ۴۹/۱ گری است. می‌توان دریافت که تفاوتی در حدود دو برابر در میزان دوز رسیده به حلزون گوش در روش 3D-CRT نسبت به روش درمانی HT وجود دارد که این خود می‌تواند در کاهش شنوایی بیماران تأثیر بسزایی داشته باشد؛ از این جهت، روش HT برتری نسبت به 3D-CRT دارد. با مقایسه‌ی دوز رسیده به سایر اندام‌های در معرض خطر که در جدول ۳ آمده است؛ درمی‌یابیم که در روش HT دوز کمتری به اندام‌ها نسبت به 3D-CRT رسیده است و از محدودی تعیین شده برای اندام‌ها عبور نکرده و کمتر باعث آسیب رسیده به اندام‌ها می‌شود.

جدول ۳. مقایسه‌ی دوز رسیده به اندام‌های در معرض خطر در دو روش رادیوتراپی سه بعدی انطباقی و توموتراپی حلزونی

P	HT (n = ۲۸)		3D - CRT (n = ۲۸)		ارگان
	میانگین $\pm$ انحراف معیار	محدوده (میانه)	میانگین $\pm$ انحراف معیار	محدوده (میانه)	
•	۵/۸۸۷ $\pm$ ۴۹/۱۲۹	۴۸/۴۸ (۳۲/۳۹-۵۸/۸۹)	۵/۲۳۴ $\pm$ ۵۷/۲۸۰	۵۸/۰۶ (۴۶/۶۳- ۶۶/۴۹)	ساقه مغز (Gy) دوز حداکثر
•	۱۴/۵۰۷ $\pm$ ۲۴/۶۷۴	۲۴/۵۴ (۴/۳۶- ۴۶/۸)	۱۱/۷۰۴ $\pm$ ۴۶/۰۴۱	۴۴/۳۱ (۲۱/۹۶- ۶۷/۰۷)	حلزون گوش راست (Gy) دوز میانگین
•	۱۳/۳۳۵ $\pm$ ۲۲/۵۲۳	۲۶/۸۶ (۳/۰۵- ۴۰)	۱۲/۶۲۶ $\pm$ ۴۹/۱۸۴	۵۵/۱۴ (۱۹/۵۲- ۶۴/۸۸)	حلزون گوش چپ (Gy) دوز میانگین
•	۴/۱۶۳ $\pm$ ۵/۸۸۲	۵/۳ (۱/۳۹- ۲۰/۳)	۱/۷۸۱ $\pm$ ۸/۷۵۳	۸/۶۱۵ (۵/۱۴- ۱۱/۸۸)	چشم راست (Gy) دوز میانگین
•	۳/۶۸۹ $\pm$ ۵/۵۰۹	۱/۲۸ - ۱۷/۰۳ (۵/۲۹)	۱۱/۲۶۵ $\pm$ ۱۲/۸۴۲	۰/۸۳ - ۴۶/۳۱ (۹/۱۲)	چشم چپ (Gy) دوز میانگین
•	۲/۵۶۷ $\pm$ ۴/۵۷۵	(۱/۴۳- ۱۲/۲۸)	۱/۹۱۷ $\pm$ ۱۴/۴۵۹	۱۴/۹ (۱۱/۰۹- ۱۸/۱)	عدسی راست (Gy) دوز حداکثر
•	۲/۴۳۴ $\pm$ ۴/۴۶۰	۴/۰۱ (۱/۲۶- ۹/۷)	۲/۱۹۰ $\pm$ ۱۱/۵۱۲	۱۱/۴۶ (۷/۴۵- ۱۵/۹۳)	عدسی چپ (Gy) دوز حداکثر
•	۳/۵۰۷ $\pm$ ۶/۰۵	(۵/۴۱) ۱/۹۲ - ۱۵/۴	۱۱/۸۷۴ $\pm$ ۱۵/۷۳۰	۱۴/۴۹ (۱/۶۶- ۳۷/۷۴)	اپتیک کیاسما (Gy) دوز حداکثر
•	۵/۴۴۵ $\pm$ ۸۶/۸	۷/۷ (۲/۰۴- ۲۱/۰۷)	۱۱/۷۱۲ $\pm$ ۲۰/۸۸۴	۲۵/۲۴ (۱/۶۵- ۳۴/۷)	عصب بینایی راست (Gy) دوز حداکثر
•	۴/۰۱۹ $\pm$ ۷/۵۳۸	۷/۸۵ (۲- ۱۶/۴)	۱۱/۸۴۳ $\pm$ ۲۱/۳۲۹	۲۵/۶ (۱/۶۹- ۳۶/۱۹)	عصب بینایی چپ (Gy) دوز حداکثر
•	۳/۳۰۸ $\pm$ ۴۳/۷۴۷	۴۳/۶۷ (۳۲/۵۱- ۵۰/۸۶)	۲/۹۵۳ $\pm$ ۵۴/۶۱۴	۵۴/۶۷ (۴۸/۴۲- ۵۹/۷۵)	نخاع (Gy) دوز حداکثر
•	۱/۶۷ $\pm$ ۶۹/۷۵	۶۹/۸ (۷۳/۴۶- ۶۷/۲۴)	۱/۶۳ $\pm$ ۷۱/۷۵	۷۱/۴ (۷۵/۶۸- ۱۲/۷۲)	PTV (Gy) دوز حداکثر
•	۰/۰۱۲ $\pm$ ۰/۹۹۴	۱ (۱- ۰/۹۳۹)	۰/۰۳۵ $\pm$ ۰/۹۷۲	۰/۹۸۰ (۰- ۱/۸۶)	CI
•	۰/۰۳۸ $\pm$ ۰/۰۴۶	۰/۰۳ (۰/۰- ۱۷۶/۰۱)	۰/۰۵۵ $\pm$ ۰/۱۰۵	۰/۰۹۶ (۰/۲۷- ۰/۰۴)	HI

HT: Helical Tomotherapy; 3D-CRT: 3D conformal radiotherapy; Using paired samples *t*-test (for two experimental groups with normally distributed data). \*Statistically significant at the level of 5%.

مارپیچ می‌باشد. به منظور درمان بیماری‌های مختلف مانند NPC، به دلایل گفته شده HT به طور گسترده استفاده می‌شود (۱۶-۲۱).

بر اساس نتایج حاصل شده برای PTV دز میانگین در روش HT نسبت روش 3D-CRT کمتر بوده است که ۹۵ درصد دوز تجویزی که لازمی تأیید پلن بوده را پاس کرده که این خود باعث کاهش آسیب به اندام‌های اطراف می‌شود. شاخص انطباق و شاخص همگنی نیز در روش HT بهبود یافته که با نتایج به دست آمده از مطالعات Li و همکاران (۲۱) و Buzea و همکاران (۲۲) مطابقت داشت.

در مطالعه‌ی ما، میانگین دوز رسیده به اندام‌های در معرض خطر در روش HT کمتر بوده که باعث حفظ بهتر آن‌ها شده است. مطالعات Nguyen و همکاران (۲۳) نیز تأییدی بر نتایج مطالعه‌ی حاضر بود.

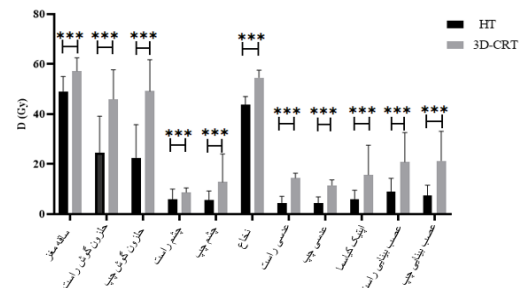
### نتیجه‌گیری

با استفاده از این یافته‌ها می‌توان دریافت که HT در درمان بیماران نازوفارنکس، عملکرد بهتری داشته و از تابش دوز حداکثری به اندام‌های در معرض خطر جلوگیری به عمل می‌آورد و همچنین میزان پوشش حجم هدف و کاهش دوز رسیده به حلقون گوش در روش HT به مراتب بهتر از روش 3D-CRT بوده است. بر اساس نتایج مطالعات گذشته می‌توان دریافت که نتایج مطالعه‌ی ما نیز با نتایج دیگر نویسندگان همخوانی داشت. با پیشرفت تکنولوژی و دستگاه‌های رادیوتراپی، انتظار داریم احتمال درمان و بهبودی بیماران افزایش پیدا کند و از طرفی عوارض جانبی آن به کمترین مقدار خود برسد.

### تشریح و قدردانی

این مقاله منتج از پایان‌نامه‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی فیزیک پزشکی به شماره‌ی ۳۴۰۰۴۲ می‌باشد که در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تصویب و با حمایت مالی دانشگاه به انجام رسیده است. بدین‌وسیله از زحمات دکتر توکلی و پرسنل بخش رادیوتراپی بیمارستان امید اصفهان تقدیر و تشکر می‌شود.

شاخص انطباق (CI) در روش HT نسبت به روش 3D-CRT با اختلاف ۰/۰۲۲ بهبود یافته است. همچنین با مقایسه‌ی شاخص همگنی (HI)، برتری روش HT در مقابل 3D-CRT را با اختلاف ۰/۰۹ نشان می‌دهد. شکل ۱، مقایسه‌ی میزان دوز رسیده به اندام‌های در معرض خطر را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۱، تفاوت معنی‌داری بین دو روش در میزان دوز دریافتی اندام‌های در معرض خطر وجود داشته و از این جهت، روش HT نتایج قابل قبولی ارائه کرده است ( $P \leq 0.001$ ).



شکل ۱. مقایسه‌ی میزان دوز رسیده به اندام‌های در معرض خطر در دو روش رادیوتراپی سه بعدی انطباقی و توموتراپی حلزونی

### بحث

هدف از این پژوهش، مقایسه‌ی دوز رسیده به حلقون گوش و سایر اندام‌های در معرض خطر در دو روش رادیوتراپی 3D-CRT و HT در بیماران سرطان سر و گردن می‌باشد. در این مطالعه، پوشش حجم هدف (PTV)، شاخص همگنی (HI)، شاخص انطباق (CI) و دوز رسیده به اندام‌های در معرض خطر در سرطان سر و گردن در دو روش 3D-CRT و HT باهم مقایسه شده است. تحقیقات نشان می‌دهد که HT می‌تواند دوزهای تشعشع را متناسب با ساختار نامنظم تومور تنظیم کند و از تجویز تابش با دوز بالا به OARها با باز کردن و بستن سریع برگ‌های کولیماتوری که به دور بیمار می‌چرخد، جلوگیری می‌کند (۱۵). نمودار توزیع دوز DVH در روش HT به مراتب بهتر از روش 3D-CRT بود که دلیل آن تحویل دوز به صورت

### References

- Mirzaei M, Hosseini SA, Ghoncheh M, Soheilipour F, Soltani S, Soheilipour F, et al. Epidemiology and trend of head and neck cancers in Iran. *Glob J Health Sci* 2016; 8(1): 189-93.
- Lee TF, Yeh SA, Chao PJ, Chang L, Chiu CL, Ting HM, et al. Normal tissue complication probability modeling for cochlea constraints to avoid causing tinnitus after head-and-neck intensity-modulated radiation therapy. *Radiat Oncol* 2015; 10(1): 194.
- Liao LJ, Hou PY, Lo WC, Hsu WL, You SL. Subjective problems swallowing in head and neck cancer survivors. *Int J Head Neck Sci* 2020; 4(4): 156-63.
- Reid PA, Wilson P, Li Y, Marcu LG, Bezak E. Current understanding of cancer stem cells: Review of their radiobiology and role in head and neck cancers. *Head Neck* 2017; 39(9): 1920-32.
- Schultz C, Goffi-Gomez MVS, Liberman PHP, de Assis Pellizzon AC, Carvalho AL. Hearing loss and complaint in patients with head and neck cancer treated with radiotherapy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2010; 136(11): 1065-9.

6. Cruz OS, Tsoutsou P, Castella C, Khanfir K, Anchisi S, Bouayed S, et al. Locoregional control and toxicity in head and neck carcinoma patients following helical tomotherapy-delivered intensity-modulated radiation therapy compared with 3D-CRT Data. *Oncology* 2018; 95(2): 61-8.
7. Mosleh-Shirazi MA, Amraee A, Mohaghegh F. Dose-response relationship and normal-tissue complication probability of conductive hearing loss in patients undergoing head-and-neck or cranial radiotherapy: a prospective study including 70 ears. *Phys Med* 2019; 61: 64-9.
8. Zhang C, Liu LX, Li WZ, Liang W, Chen ZH, Huang XH, et al. Cochlea sparing with a stratified scheme of dose limitation employed in intensity-modulated radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma: A dosimetry study. *Med Dosim* 2019; 44(3): 226-32.
9. Hua C, Bass JK, Khan R, Kun LE, Merchant TE. Hearing loss after radiotherapy for pediatric brain tumors: effect of cochlear dose. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008; 72(3): 892-9.
10. Carrier F, Liao Y, Mendenhall N, Guerrieri P, Todor D, Ahmad A, et al. Three Discipline Collaborative Radiation Therapy (3DCRT) Special Debate: I would treat prostate cancer with proton therapy. *J Appl Clin Med Phys* 2019; 20(7): 7.
11. Kucha N, Soni TP, Jakhotia N, Patni N, Singh DK, Gupta AK, et al. A prospective, comparative analysis of acute toxicity profile between three-dimensional conformal radiotherapy (3DCRT) and intensity-modulated radiotherapy (IMRT) in locally advanced head and neck cancer patients. *Cancer Treat Res Commun* 2020; 25: 100223.
12. Begnozzi L, Benassi M, Bertanelli M, Bonini A, Cionini L, Conte L, et al. Quality assurance of 3D-CRT: Indications and difficulties in their applications. *Crit Rev Oncol Hematol* 2009; 70(1): 24-38.
13. Cui Z, Liu J, Sun Q, Wang C, Fang M, He Z, et al. Short-term efficacy comparison between helical tomotherapy and intensity-modulated radiotherapy in patients with locally advanced nasopharyngeal carcinoma. [Online]. [cited 09 Apr 2020]; Available from: URL: <https://assets.researchsquare.com/files/rs-21288/v1/970dd0f8-e1b9-4898-9d91-2519c3eab49b.pdf?c=1631832954>
14. Saw CB, Katz L, Gillette C, Koutcher L. 3D treatment planning on helical tomotherapy delivery system. *Med Dosim* 2018; 43(2): 159-67.
15. Balog J, Mackie TR, Pearson D, Hui S, Paliwal B, Jeraj R. Benchmarking beam alignment for a clinical helical tomotherapy device. *Med Phys* 2003; 30(6): 1118-27.
16. Fiorino C, Dell'Oca I, Pierelli A, Broggi S, De Martin E, Di Muzio N, et al. Significant improvement in normal tissue sparing and target coverage for head and neck cancer by means of helical tomotherapy. *Radiother Oncol* 2006; 78(3): 276-82.
17. Duma MN, Heinrich C, Schönknecht C, Chizzali B, Mayinger M, Devecka M, et al. Helical TomoTherapy for locally advanced or recurrent breast cancer. *Radiat Oncol* 2017; 12(1): 31.
18. Lin JC, Tsai JT, Chen LJ, Li MH, Liu WH. Compared planning dosimetry of TOMO, VMAT and IMRT in rectal cancer with different simulated positions. *Oncotarget* 2017; 8(26): 42020-9.
19. Xu Y, Deng W, Yang S, Li P, Kong Y, Tian Y, et al. Dosimetric comparison of the helical tomotherapy, volumetric-modulated arc therapy and fixed-field intensity-modulated radiotherapy for stage IIB-IIIB non-small cell lung cancer. *Sci Rep* 2017; 7(1): 14863.
20. Lu S, Fan H, Hu X, Li X, Kuang Y, Yu D, et al. Dosimetric comparison of helical tomotherapy, volume-modulated arc therapy, and fixed-field intensity-modulated radiation therapy in locally advanced nasopharyngeal carcinoma. *Front Oncol* 2021; 11: 764946.
21. Li S, Zhou Q, Shen LF, Li H, Li ZZ, Yang Z, et al. Dosimetric comparisons of volumetric modulated arc therapy and tomotherapy for early T-stage nasopharyngeal carcinoma. *Biomed Res Int* 2018; 2018: 2653497.
22. Buzea CG, Mirestean C, Butuc I, Zara A, Iancu D. Radiation-induced biological changes of neural structures in the base of the skull tumours. *J Radiother Pract* 2017; 16(2): 183-98.
23. Nguyen NP, Smith-Raymond L, Vinh-Hung V, Sloan D, Davis R, Vos P, et al. Feasibility of tomotherapy to spare the cochlea from excessive radiation in head and neck cancer. *Oral Oncol* 2011; 47(5): 414-9.

## Comparison of the Cochlea Dose in Head and Neck Cancer Patients Treated with 3-Dimensional Conformal Radiotherapy and Helical Tomotherapy

Hossein Rast<sup>1</sup>, Simin Hemmati<sup>2</sup>, Nahid Shami<sup>3</sup>, Mohsen Saeb<sup>4</sup>, Mohamad Bagher Tavakoli<sup>5</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Background:** Head and neck cancer (HNC) is among the ten most common cancers worldwide. Due to the complex anatomy of the head and neck, many organs receive radiation during treatment. The aim of this study is to compare the dose received by the cochlea in two different treatment methods, 3D-CRT (Three-Dimensional Conformal Radiotherapy) and HT (Helical Tomotherapy).

**Methods:** The current study is applied and cross-sectional. 28 patients who had nasopharyngeal cancer and were referred to Seyed al-Shohada Hospital (Omid) for treatment between 2020-2022 and were candidates for treatment with one of the 3D-CRT or HT devices; were included in this study. The treatment plan for each patient was simulated in two devices and then study variables such as maximum and average dose and homogeneity and conformity index were investigated.

**Findings:** Comparison of the treatment plans using Helical Tomotherapy (HT) and Three-Dimensional Conformal Radiation Therapy (3D-CRT), Showed that the average dose received by organs at risk, such as the cochlea, was significantly lower in the HT method compared to the 3D-CRT method. This indicating a significant difference between the two treatment methods.

**Conclusion:** Our study on patients with nasopharyngeal cancer revealed that Helical Tomotherapy (HT) treatment led to better target homogeneity and compliance compared to conventional Three-Dimensional Conformal Radiation Therapy (3D-CRT). Additionally, HT was found to reduce the dose delivered to organs at risk (OARs) compared to 3D-CRT.

**Keywords:** Head and neck cancer; Nasopharynx; Conformal radiotherapy; Tomotherapy; Cochlea

**Citation:** Rast H, Hemmati S, Shami N, Saeb M, Tavakoli MB. Comparison of the Cochlea Dose in Head and Neck Cancer Patients Treated with 3-Dimensional Conformal Radiotherapy and Helical Tomotherapy. J Isfahan Med Sch 2023; 41(710): 124-30.

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

2- Associate Professor, Department of Radio Oncology, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- MSc in Medical Physics, Omid Hospital, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

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

5- Professor, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Corresponding Author:** Mohamad Bagher Tavakoli, Professor, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: mbtavakoli@mui.ac.ir