

## حفاظت از هیپوکامپ در پرتودرمانی به روش نقاشی دز در تومورهای گلیوما با درجه‌ی بالا

شیرین فرهنگ<sup>۱</sup>، محمدباقر توکلی<sup>۲</sup>، ایرج عابدی<sup>۳</sup>

## مقاله پژوهشی

## چکیده

**مقدمه:** این مطالعه، با هدف تعیین دز جذبی هیپوکامپ در پرتودرمانی گلیومای مغزی با درجه‌ی بالا با استفاده از روش نقاشی دز و مقایسه‌ی آن با روش‌های پرتودرمانی تطبیقی سه بعدی و پرتودرمانی با شدت تعدیل شده (IMRT یا Intensity-modulated radiation therapy) انجام شد.

**روش‌ها:** مطالعه‌ی حاضر در بخش پرتودرمانی بیمارستان میلاد اصفهان انجام شد. تصاویر (MRI) Magnetic resonance imaging ۲۴ بیمار مبتلا به تومور گلیوما با درجه‌ی بالای مغزی گرفته شد. تمامی حجم‌های پرتودرمانی برای بیماران مشخص شد و سپس، اندام در خطر کانتور گردید. برای هر بیمار، چهار PTV<sub>4</sub> فقط برای روش نقاشی دز تعیین شد و در این روش دز تا ۷۲ گری افزایش یافت. در نهایت، با استفاده از ویژگی‌های سیستم طراحی درمان، سه روش برای هر بیمار شبیه‌سازی و تکنیک بهینه معرفی گردید.

**یافته‌ها:** میانگین دز رسیده به هیپوکامپ در روش سه بعدی تطبیقی، ۴/۷۷۲ و در روش IMRT، ۴/۱۷۴ و در روش نقاشی دز، ۵/۶۶۸ گری بود. با افزایش ۱/۲ درصد دز در روش نقاشی دز نسبت به IMRT، ۱/۳۵۷ درصد افزایش در مقدار دز جذبی هیپوکامپ مشاهده شد که با توجه به آستانه‌ی تحمل دز هیپوکامپ، آسیب جدی به آن وارد نمی‌شود و در ازای آن، کنترل بیشتری بر روی تومور ایجاد می‌گردد.

**نتیجه‌گیری:** در این مطالعه، اهمیت تصاویر Multi-parametric MRI در روش نقاشی دز به دست آمده است؛ چرا که با استفاده از این تصاویر، برای مشخص کردن مناطق مختلف تومور، می‌توان دز دریافتی تومور را به مقدار قابل توجهی افزایش داد؛ در حالی که اعضای اطراف تومور آسیب جدی نبینند.

**واژگان کلیدی:** گلیوما، هیپوکامپ، پرتودرمانی سه بعدی تطبیقی، Intensity-modulated radiation therapy، نقاشی دز

**ارجاع:** فرهنگ شیرین، توکلی محمدباقر، عابدی ایرج. حفاظت از هیپوکامپ در پرتودرمانی به روش نقاشی دز در تومورهای گلیوما با درجه‌ی بالا.

مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۶؛ ۳۵ (۴۱۷): ۷-۱۲

## مقدمه

گلیوما یکی از شایع‌ترین تومورهای اولیه‌ی مغزی می‌باشد که ۸۰ درصد بدخیمی‌های مغز را شامل می‌شود و منشأ آن، سلول‌های گلیال موجود در سیستم عصبی مرکزی می‌باشند (۱-۲). بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization یا WHO) گلیوما با درجه‌ی بالا، به تومورهای درجه‌ی ۳ و ۴ اطلاق می‌شود که شامل آناپلاستیک آستروسایتوما (درجه‌ی ۳) و گلیوبلاستوما (درجه‌ی ۴) می‌باشد. گلیوبلاستوما، رایج‌ترین نوع گلیوما می‌باشد و با بقای کمی همراه است (۱-۳). درمان تومورهای سر و گردن، به دلیل تنوع بیماری‌ها و همچنین،

نزدیکی اعضا به همدیگر و نیز اهمیت حفظ عملکرد هر یک از اعضا، بسیار پیچیده می‌باشد. انتخاب رویکرد درمانی، به شرایط بیمار، مکان تومور، مرحله‌ی تومور و این که تومور قابل جراحی است یا خیر، بستگی دارد (۴). روش‌های درمان تومورهای گلیوما، جراحی، پرتودرمانی و شیمی‌درمانی می‌باشند (۵). پرتودرمانی جزء اساسی در درمان قطعی تومورهای اولیه‌ی مغزی و همچنین گلیوما با درجه‌ی بالا در کودکان و بزرگسالان می‌باشد. این رویکرد درمانی، تداوم در بقا و همچنین تسکین مؤثری را ارائه کرده است (۶). استاندارد درمانی حاضر، برای گلیوما با درجه‌ی بالا، شامل جراحی همراه با رویکردهای درمانی کمکی مانند پرتودرمانی و درمان هم‌زمان

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- استاد، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- دانشجوی دکتری، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

توسط آنکولوژیست مشخص شده است. PTV شامل CTV به اضافی ۵ میلی متر حاشیه برای احتساب هر عدم اطمینانی در درمان روزانه می باشد و به عنوان حجم هدف برای پرتودرمانی در نظر گرفته می شود و توسط فیزیسیست مشخص می گردد. OARها شامل لوب های گیجگاهی دو طرف، چشم ها، عدسی، کیسامای بینایی، ساقه مغز و هیپوکامپ می باشد. عضو کانتور شده در این مطالعه، هیپوکامپ بود. هیپوکامپ بر روی تصاویر Gadolinium contrast-enhanced T<sub>1</sub> W به ضخامت قطعات ۱/۵ میلی متر کانتور شد (۱۲). کانتورینگ بر روی تصاویر Axial از قسمت فوقانی تا تحتانی که از سر تا دم هیپوکامپ را شامل می شود، انجام شد. این در حالی بود که هیپوکامپ بر روی تصاویر سجتال مکان یابی شده بود. کانتورینگ توسط نورورادیولوژیست تأیید گردید.

مرحله ی بعدی طراحی درمان بود. دز تجویزی در درمان تومور گلیوما با درجات ۳ و ۴، ۶۰ گری در ۳۳-۳۰ جلسه بود (۱۳). برای انجام طراحی درمان، تمامی روش های تطبیقی سه بعدی، IMRT و نقاشی دز به وسیله ی سیستم طراحی درمان شبیه سازی شد.

طراحی درمان روش تطبیقی سه بعدی، به صورت برنامه ریزی پیش رونده انجام می شود؛ یعنی ابتدا پارامترهای درمانی انتخاب می شوند. سپس، توزیع دز به دست می آید و در نهایت، توزیع دز به دست آمده، ارزیابی می گردد. در صورت مناسب بودن توزیع دز، طراحی درمان مورد قبول واقع می شود. دز تومور در این روش، ۶۰ گری است که با دز تقطیعی ۱۸۰ سانتی گری داده می شود. ابتدا، ۲۵ جلسه بیمار با حاشیه ی بزرگ تر درمان می شود و سپس، در جلسات باقی مانده (تا ۳۳ جلسه)، حاشیه ی تومور کاهش می یابد. فیلدهای درمانی در این روش، شامل سه فیلد می باشد که دو فیلد آن به صورت Lateral و فیلد دیگر به صورت Vertex می باشد.

طراحی درمان IMRT، به صورت برنامه ریزی معکوس می باشد. ابتدا، محدودیت های حجم- دز برای تومور و اعضای در خطر مشخص می شود. سپس، پارامترهای درمانی تعیین می گردد و در نهایت، توزیع دز به دست می آید. اگر توزیع دز به دست آمده مناسب باشد، طراحی درمان تأیید می شود. فیلدهای درمانی در روش IMRT شامل ۷ فیلد می باشد که با استفاده از ۳۴-۳۰ مقطع درمان انجام می شود.

طراحی درمان نقاشی دز نیز شبیه IMRT می باشد؛ با این تفاوت که ۱ یا ۳ GTV وجود دارد؛ یعنی مناطقی که نسبت به اشعه مقاوم هستند و در تصویربرداری پیشرفته ی MRI مشخص شده اند، به عنوان GTV دوم و سوم در نظر گرفته می شوند تا به این مناطق، دز بیشتری داده شود. فیلدهای درمانی در این روش، همانند روش IMRT می باشد؛ یعنی با استفاده از ۷ فیلد با ۳۴-۳۰ مقطع، درمان

توزولامید خوراکی می باشد که بقای کلی را در مقایسه با رژیم های قبلی به اندازه ی کافی بهبود می بخشد (۸-۷، ۱).

پرتودرمانی ایمن و مؤثر، باید بیشترین دز بهینه را به حجم هدف برساند؛ در حالی که دز اعضای حیاتی اطراف مانند ساقه مغز، چشم، اعصاب بینایی و ... را به کمترین حد ممکن برساند (۹). هیپوکامپ نیز یکی از این اعضای حساس است که مسؤول شکل گیری حافظه ی کلامی است، پس نقص در عملکرد آن، می تواند بقای بیمار را در تحکیم حافظه ی بلند مدت و کوتاه مدت کاهش دهد (۱۰). تکنیک های پرتودرمانی از درمان های تطبیقی دو بعدی (Two-dimensional radiotherapy یا 2D-RT) به درمان تطبیقی سه بعدی (Three-dimensional conformal radiotherapy یا 3D-CRT) و پرتودرمانی با شدت تعدیل شده (Intensity modulated radio therapy یا IMRT) و Volumetric arc therapy (VMAT) ارتقا یافته است (۱۱). یکی از روش های جدید درمان گلیوما، استفاده از روش نقاشی دز (Dose painting) است. از این روش، برای تحویل دز بالا بدون افزایش عوارض بافت سالم استفاده می شود. همچنین، از تصویربرداری مولکولی و عملکردی جهت ترسیم بافت های مقاوم به پرتو و از IMRT با هدایت تصویر (Image-guided radiation therapy یا IGRT) جهت ردیابی و افزایش دقت پرتودرمانی استفاده می شود. هدف از انجام این تحقیق، تعیین و مقایسه ی دز جذبی رسیده به هیپوکامپ در بیماران مبتلا به تومور گلیوما با درجه ی بالا به سه روش نقاشی دز، IMRT و 3D-CRT بود.

## روش ها

پژوهش حاضر، یک مطالعه ی کاربردی بود که بر روی ۲۴ بیمار مبتلا به تومور گلیوما پیشرفته که از شهریور ۱۳۹۴ تا اردیبهشت ۱۳۹۵ به بخش پرتودرمانی بیمارستان میلاد اصفهان مراجعه نموده بودند، انجام شد. پس از تشخیص تومور، مراحل Fixation و Simulation برای بیمار انجام شد. سپس، بیمار برای تصویربرداری به بخش MRI Magnetic resonance imaging (MRI) ارجاع شد. برای درمان بیماران، تمامی حجم های کلینیکی Gross tumour volume (GTV)، clinical target volume (CTV)، Planning target volume (PTV) و Organ at risk (OAR) برای طراحی درمان مشخص شد. GTV شامل ناحیه ی جراحی به علاوه ی ادم اطراف تومور است که توسط رادیولوژیست با استفاده از تصویر MRI T<sub>1</sub> Post-contrast مشخص شده است. CTV، تمامی مناطق باقی مانده از افزایش گادولینیم در تصاویر T<sub>1</sub> W یا مناطق با افزایش شدت در تصاویر T<sub>2</sub> W با ۲-۱ سانتی متر حاشیه برای توسعه ی میکروسکوپی است که

می‌باشد، آسیب زیادی به این عضو نمی‌رساند و در ازای آن، کنترل بیشتری روی تومور به وجود می‌آید و بقای بیمار، می‌تواند افزایش یابد؛ در حالی که آسیب زیادی به هیپوکامپ نرسیده است.

### بحث

با توجه به پیشرفت‌های اخیر در تکنیک‌های پرتودرمانی شامل IMRT، IGRT و ...، پرتودرمانی با افزایش آسیب به بافت تومور و در عین حال حفظ بافت‌های حساس مجاور امکان پذیر شده است و در بسیاری از کشورهای جهان در حال انجام می‌باشد.

در این مطالعه، اهمیت تصاویر Multi-parametric MRI در روش نقاشی دز به دست آمده است. به دلیل این که با استفاده از این تصاویر و مشخص کردن مناطق مختلف تومور، می‌تواند دز دریاقتی تومور را به مقدار قابل توجهی افزایش داد. در حالی که اعضای اطراف تومور آسیب جدی نبینند.

در گذشته نیز روش‌های مختلف برای بررسی حفاظت هیپوکامپ در مطالعات مختلف انجام شده است. در یک مطالعه، توانایی روش IMRT برای کاهش دز کلی مغز در مقایسه با روش توموتراپی هلیکال (Helical tomotherapy) نشان داده شده است. این کاهش دز در تمام مغز با وجود کاهش مشابه در میانگین و بالاترین دز هیپوکامپ طرف مقابل در نظر گرفته شده است. با وجود این که این مطالعه بر روی مقایسه‌ی طراحی درمان برای گلیوما با درجات بالا صورت گرفت، کاهش دز در تمام مغز می‌تواند وقوع بدخیمی‌های ثانویه‌ی بلند مدت را کاهش دهد (۶).

تعدادی از مقالات با استفاده از روش IMRT نسبت به روش 3D-CTR، کاهش در تابش طبیعی مغز را نشان داده‌اند. در این مطالعه نیز سه روش 3D-CTR، IMRT و نقاشی دز با یکدیگر مقایسه شده‌اند. در روش نقاشی دز و IMRT، پوشش PTV بهتری به دست آمده است و مانند دیگر پژوهش‌های انجام شده، با پیشرفت تکنیک‌های پرتودرمانی از روش 3D-CTR به روش نقاشی دز، کاهش در رسیدن دز به اعضای اطراف مغز و کنترل بهتر حاصل می‌شود.

بیماران صورت می‌گیرد. در تمام مطالعات انجام شده نیز از همین اصول در روند طراحی درمان استفاده شده است.

در تمامی روش‌ها، دز داده شده به  $PTV_1$  تا ۴۵ گری و دز داده شده به  $PTV_2$  تا ۵۷ گری و دز داده شده به حجم  $PTV_3$  تا ۶۰ گری می‌باشد.  $PTV_4$  تنها برای روش نقاشی دز تعریف می‌شود که دز داده شده به این حجم را تا ۷۲ گری می‌توان افزایش داد. از  $PTV_1$  به  $PTV_4$ ، این حجم‌ها کاهش می‌یابد و به همین دلیل است که می‌توان مقدار دز را افزایش داد تا به قسمت‌هایی از تومور که به اشعه مقاوم هستند، بتواند دز بیشتری داد. انجام این کار به کنترل بهتر تومور کمک می‌کند. این مراحل برای بیماران فقط بر روی سیستم طراحی درمان شبیه‌سازی می‌شود و روی بیمار انجام نمی‌پذیرد. در نهایت، با استفاده از ویژگی‌های سیستم طراحی درمان نظیر شاخص همگنی، منحنی‌های دز-حجم و ...، سه روش برای هر بیمار به طور جداگانه شبیه‌سازی شد و با مقایسه‌ی عوامل موجود، تکنیک یا روش بهینه معرفی گردید. معیارهای طراحی درمان با استفاده از روش One-way ANOVA مقایسه شدند.

### یافته‌ها

در جدول ۱، اطلاعات مربوط به میانگین دز جذبی هیپوکامپ در ۲۴ بیمار مبتلا به تومور گلیوما با درجه‌ی بالا که با روش‌های 3D-CRT و IMRT و نقاشی دز آمده است.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، به طور کلی از روش تطبیقی سه بعدی به IMRT و نقاشی دز در هیپوکامپ، افزایش دز به دست آمده است. برای روش‌های تطبیقی سه بعدی و IMRT تادز ۶۰ گری رابه  $PTV_3$  اعمال شده است ولی در روش نقاشی دز تا دز ۷۲ گری به  $PTV_4$  اعمال شده است و به همین دلیل افزایش اندک در مقدار دز هیپوکامپ مشاهده شده است. دز کلی بیمار از ۶۰ گری در روش‌های معمول (3D-CRT و IMRT) به ۷۲ گری در روش نقاشی دز تغییر یافته است. حال، مشاهده می‌شود که به ازای این افزایش در دز کل، میزان دز هیپوکامپ در حدود ۱/۳۵ درصد افزایش یافته است که با توجه به این که حد تحمل هیپوکامپ ۱۰-۸ گری

جدول ۱. میانگین دز دریافتی هیپوکامپ ۲۴ بیمار در روش‌های نقاشی دز (Dose painting)، پرتودرمانی تطبیقی سه بعدی (3D-CRT)

(Three-dimensional conformal radiotherapy) و پرتودرمانی با شدت تعدیل شده (Intensity-modulated radiation therapy یا IMRT)

| روش درمانی                  | میانگین دز        | بالاترین دز | پایین‌ترین دز | میزان خطا |
|-----------------------------|-------------------|-------------|---------------|-----------|
| پرتودرمانی تطبیقی سه بعدی   | $4/772 \pm 0/102$ | 6/120       | 4/180         | 0/102     |
| پرتودرمانی با شدت تعدیل شده | $4/174 \pm 0/079$ | 5/150       | 3/590         | 0/079     |
| نقاشی دز                    | $5/668 \pm 0/083$ | 6/560       | 4/930         | 0/083     |
| جمع                         | $4/871 \pm 0/088$ | 6/560       | 3/590         | 0/088     |

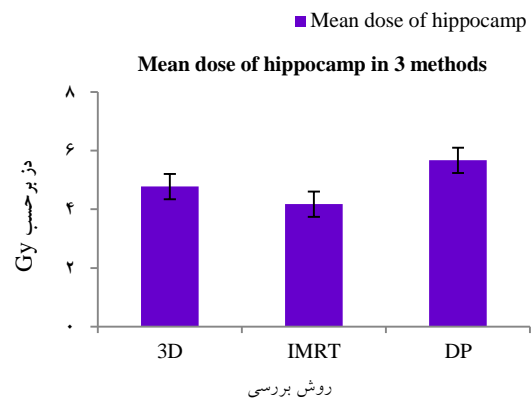
تحمل هیپوکامپ ۱۰-۸ گری می‌باشد که مقدار دز میانگین در روش نقاشی دز به این حد نمی‌رسد. با داشتن PTVهای بیشتر، می‌توان به حجم محدودتر دز بیشتری وارد نمود که این خود سبب بهبود در کنترل بیماری می‌شود و قسمت‌هایی از تومور مانند مناطق هیپوکسیک که مقاوم به اشعه هستند، با قطعیت بیشتری از بین می‌روند و طول عمر و کیفیت زندگی بیمار نیز بهبود می‌یابد. در حالی که با دادن این دز، از آستانه‌ی تحمل عضو در خطر -در این مطالعه هیپوکامپ- نیز فراتر نرفته‌ایم. بنابراین، روش نقاشی دز می‌تواند مفید واقع شود.

در انجام این پژوهش، یک سری از بیماران به دلیل ترس از MRI حذف شدند. اگر ضخامت قطعات کمتر در نظر گرفته می‌شد، نتایج دقیق‌تر و بهتری به دست می‌آمد. با توجه به اهمیت این موضوع که در روش نقاشی دز می‌توان با استفاده از تصاویر مولتی پارامتریک MRI به یک طراحی درمان دقیق دست یافت و با تعریف حجم‌های درمانی متعدد که با محدود کردن آن‌ها می‌توان مقدار دز درمانی را بدون گذشتن از آستانه‌ی تحمل اعضای در معرض خطر افزایش داد، می‌توان نتیجه گرفت که نقاشی دز، روش درمانی مفید و بهینه‌ای می‌باشد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی فیزیک پزشکی به شماره‌ی طرح پژوهشی ۳۹۵۱۲۳ استخراج شده و منبع مالی و اعتباری آن، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بوده است. از دکتر عموحیدری و کارکنان بخش پرتودرمانی بیمارستان میلاد که در انجام این تحقیق همکاری نمودند، قدردانی می‌گردد.

شکل ۱، میانگین دز رسیده به هیپوکامپ در این پژوهش را در روش‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۱. میانگین دز رسیده به هیپوکامپ در روش‌های نقاشی دز (Dose painting)، پرتودرمانی تطبیقی سه بعدی (3D-CRT) یا (Three-dimensional conformal radiotherapy) و پرتودرمانی با شدت تعدیل شده (IMRT یا Intensity-modulated radiation therapy)

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، میانگین دز در روش IMRT، ۴/۱۷۴ گری می‌باشد که این عدد در روش نقاشی دز با تعریف PTV و افزایش دز تا مقدار ۷۲ گری، به میانگین ۵/۶۶۸ می‌رسد که با توجه به افزایش قابل توجه در دز تحویلی، افزایش در میانگین دز هیپوکامپ اندک می‌باشد. چنانچه گفته شد، آستانه‌ی

### References

- Gladson CL, Prayson RA, Liu WM. The pathobiology of glioma tumors. *Annu Rev Pathol* 2010; 5: 33-50.
- Dirix P, Nuyts S. Evidence-based organ-sparing radiotherapy in head and neck cancer. *Lancet Oncol* 2010; 11(1): 85-91.
- Schwartzbaum JA, Fisher JL, Aldape KD, Wrensch M. Epidemiology and molecular pathology of glioma. *Nat Clin Pract Neurol* 2006; 2(9): 494-503.
- Juratli TA, Schackert G, Krex D. Current status of local therapy in malignant gliomas--a clinical review of three selected approaches. *Pharmacol Ther* 2013; 139(3): 341-58.
- Marsh JC, Ziel GE, Diaz AZ, Wendt JA, Gobole R, Turian JV. Integral dose delivered to normal brain with conventional intensity-modulated radiotherapy (IMRT) and helical tomotherapy IMRT during partial brain radiotherapy for high-grade gliomas with and without selective sparing of the hippocampus, limbic circuit and neural stem cell compartment. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2013; 57(3): 378-83.
- Law M, Yang S, Wang H, Babb JS, Johnson G, Cha S, et al. Glioma grading: sensitivity, specificity, and predictive values of perfusion MR imaging and proton MR spectroscopic imaging compared with conventional MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003; 24(10): 1989-98.
- Marsh JC, Godbole R, Diaz AZ, Giolda BT, Turian JV. Sparing of the hippocampus, limbic circuit and neural stem cell compartment during partial brain radiotherapy for glioma: a dosimetric feasibility study. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2011; 55(4): 442-9.
- Yartsev S, Kron T, Cozzi L, Fogliata A, Bauman G. Tomotherapy planning of small brain tumours. *Radiother Oncol* 2005; 74(1): 49-52.
- Farjam R, Pramanik P, Aryal MP, Srinivasan A, Chapman CH, Tsien CI, et al. A Radiation-Induced Hippocampal Vascular Injury Surrogate Marker Predicts Late Neurocognitive Dysfunction. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2015; 93(4): 908-15.
- Shahbazi-Gahrouei D. Novel MR imaging contrast agents for cancer detection. *J Res Med Sci* 2009; 14(3): 141-7.
- Chera BS, Amdur RJ, Patel P, Mendenhall WM. A

- radiation oncologist's guide to contouring the hippocampus. *Am J Clin Oncol* 2009; 32(1): 20-2.
12. Bleehen NM, Stenning SP. A Medical Research Council trial of two radiotherapy doses in the treatment of grades 3 and 4 astrocytoma. The Medical Research Council Brain Tumour Working Party. *Br J Cancer* 1991; 64(4): 769-74.
13. Hunt MA, Burman CM. Treatment planning considerations in IMRT. In: Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, editor. A practical guide to intensity-modulated radiation therapy. 1<sup>st</sup> ed. Madison, WI: Medical Physics Pub Corp; 2003. p. 103-21.

## Hippocampal Sparing in Dose-Painting Radiotherapy in High-Grade Glioma

Shirin Farhang<sup>1</sup>, Mohammadbagher Tavakoli<sup>2</sup>, Iraj Abedi<sup>3</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Background:** This study aimed to determine hippocampal absorbed dose in radiotherapy of high-grade brain glioma using dose painting method and to compare it with intensity-modulated radiation therapy (IMRT) and three-dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT).

**Methods:** In Milad hospital radiotherapy section in Isfahan, Iran, images from 24 patients with high-grade brain glioma were acquired. All radiotherapy volumes for patients were defined and then, at risk organ was contoured. There were 4 planning target volumes (PTVs) defined for each patient. PTV<sub>4</sub> just has been defined for dose painting method and the given dose was increased up to 72 Gy in this method. Finally for each patient, by using treatment planning system characteristics, 3 methods were simulated and the optimal technique was represented.

**Findings:** The average hippocampus-received dose was 4.772, 4.174, and 5.668 Gy in 3D-CRT, IMRT, and dose painting methods, respectively. Increasing the dose in dose painting method by 1.2% than in IMRT method resulted in 1.357% increasing in hippocampal-absorbed dose; considering the hippocampal tolerance dose, it would not cause serious injury and in return tumors, would be controlled more effectively.

**Conclusion:** In this study, the importance of multi-parametric magnetic resonance imaging (MRI) in dose painting method was achieved. As by using these images for determining the different parts of tumor, tumor-received dose significantly increased; while the organs around the tumor received no serious damage.

**Keywords:** Glioma, Hippocampus, Three-dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT), Intensity-modulated radiation therapy (IMRT), Dose painting

**Citation:** Farhang S, Tavakoli M, Abedi I. Hippocampal Sparing in Dose-Painting Radiotherapy in High-Grade Glioma. J Isfahan Med Sch 2017; 35(417): 7-12.

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

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

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

**Corresponding Author:** Mohammadbagher Tavakoli, Email: mbtavakoli@yahoo.com