

اندازه‌گیری دز سطحی در پرتودرمانی خارجی لوب فرونتال مغز: یک مطالعه بر روی بیمار و فنتوم

حمیده ناظمی گلپان^۱ (M.Sc)، یاشا مخدومی^۲ (M.D)، علیرضا نیکوفر^۳ (M.D)، هادی حسن‌زاده^{۴*} (Ph.D)

۱- گروه فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

۲- مرکز خیریه پرتودرمانی رضا (ع)، مشهد، ایران

۳- بیمارستان فیروزگر، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۴- مرکز تحقیقات سرطان، گروه فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

چکیده

سابقه و هدف: پرتودرمانی نقش مهمی در درمان تومورهای خوش‌خیم و بدخیم سیستم اعصاب مرکزی ایفا می‌کند. پرتودرمانی علاوه بر از بین بردن سلول‌های سرطانی، به بافت‌های سالم نیز آسیب می‌رساند. هدف از این مطالعه، تعیین دز سطحی ارگان‌های در خطر (عدسی چشم، پاروتید، تیروئید، غدد بزاقی زیرفکی) در بیمار و فنتوم در پرتودرمانی تومورهای لوب فرونتال مغز می‌باشد.

مواد و روش‌ها: از دو تکنیک رایج در پرتودرمانی تومورهای سمت راست لوب فرونتال مغز، تکنیک یک میدان قدمی به‌همراه یک میدان جانبی از سمت راست (تکنیک شماره ۱) برای ده بیمار مراجعه‌کننده به مرکز درمانی رضا (ع) و تکنیک شماره ۱ و تکنیک یک میدان قدمی به‌همراه دو میدان جانبی (تکنیک شماره ۲) برای برآورد دز سطحی ارگان‌های در خطر (عدسی چشم، پاروتید، تیروئید، غدد بزاقی زیرفکی) در فنتوم سر و گردن ساخته شده از استخوان طبیعی انسان و ترکیب پارافین و نمک طعام به‌عنوان ماده معادل بافت استفاده شد. دز سطحی هر یک از ارگان‌ها با استفاده از تراشه‌های TLDها به‌دست آمد.

یافته‌ها: در فنتوم و اکثر بیماران، دز کلیه ارگان‌ها در محدوده مجاز قرار داشت؛ البته مقادیر دز سطحی در بیماران نسبت به مقادیر دز سطحی در فنتوم بیش‌تر بود. در برخی از بیماران عدسی راست حفظ نشده و احتمال بروز کاتاراکت پیش‌بینی شد. نتایج حاصل، تخمینی از میزان عوارضی که در اثر پرتودرمانی این ناحیه از مغز ایجاد خواهد شد، ارائه می‌دهد.

نتیجه‌گیری: بررسی یافته‌ها نشان می‌دهد که در دو تکنیک بررسی شده، تکنیک شماره ۱ آسیب کم‌تری به بافت نرمال می‌رساند چرا که صرفاً سمت راست مغز تحت تابش قرار می‌گیرد. به‌علاوه بیش‌تر بودن دز سطحی در بیماران نسبت به فنتوم می‌تواند به دلیل بزرگ‌تر بودن میدان اشعه در بیماران باشد، چرا که قطر تومور فرضی در فنتوم ۴ سانتی‌متر بوده، اما در برخی بیماران ابعاد تومور از این مقدار فراتر بود.

واژه‌های کلیدی: سرطان‌های مغز، پرتودرمانی، پرتو سنجی، دوز تابش، ارگان‌های در خطر

مقدمه

اعصاب مرکزی، تشخیص داده می‌شوند که حدود ۱۳۰۰۰ نفر از آن‌ها می‌میرند. میزان ابتلا در کشورهای توسعه‌نیافته کم‌تر بوده، به‌طوری که در کودکان ۴/۷، در زنان ۴/۷۵ و در مردان

سالانه در ایالات متحده حدود ۶۳۰۰۰ نفر مبتلا به تومورهای خوش‌خیم و یا بدخیم اولیه در ناحیه سیستم

ذکر است که عدد اتمی مؤثر و چگالی این دزیمترها به ترتیب $۸/۲$ و $۲/۶۴ \text{ gr/cm}^3$ می باشد.

کالیبراسیون و خوانش دزیمترها. در ابتدا تراشه های TLD (TLD-100; Harshaw Company)، به گروه های با حساسیت مساوی (بر اساس میزان نور خروجی هر TLD بعد از تابش TLDها با دز ۱۰۰ سانتی گری از فوتون های MV6 دستگاه شتاب دهنده خطی (Siemens Primus) تقسیم شدند. برای خوانش TLDها از دستگاه قرائتگر Harshaw model ۳۵۰۰ TLD reader استفاده گردید. سپس TLDها به مدت یک ساعت در دمای ۴۰۰°C و بلافاصله به مدت دو ساعت در دمای ۱۰۰°C آنیل شدند [۱۰-۱۳]. منحنی کالیبراسیون دزیمترها با پرتو دهی TLDها در گستره $۰-۲۵۰$ سانتی گری ترسیم شده و معادله کالیبراسیون از منحنی برازش شده روی داده های تجربی به دست آمد (نمودار ۱). بدین ترتیب امکان تبدیل خوانش هر TLD به دز جذبی فراهم شد.

انتخاب بیمار. ده بیمار مبتلا به تومور سمت راست لوب فرونتال مغز با ابعاد ۳ تا ۵ سانتی متر که برای انجام پرتودرمانی به مرکز پرتودرمانی رضا (۶) مراجعه کرده بودند با اخذ رضایت نامه کتبی، مورد بررسی قرار گرفتند. این ده بیمار با تکنیک یک میدان جانبی از راست و یک میدان قدامی با انرژی 6 MV (تکنیک شماره ۱) درمان می شدند. دز کلی تجویز شده ۶۰۰۰ cGy و درمان متشکل از ۳۰ جلسه بود. در مکان چشم، پاروتید، غدد بزاقی زیرفکی و تیروئید TLD هایی روی سطح پوست بیماران قرار گرفته و بیماران تحت تابش با دستگاه شتاب دهنده خطی قرار گرفتند. در ادامه TLDها قرائت شد و دز سطحی بیماران به دست آمد.

فنتوم آنتروپومورفیک. فنتوم مورد استفاده در این پژوهش، فنتوم آنتروپومورفیک یا انسان نما ناحیه سر و گردن می باشد. ابعاد هندسی آن مشابه سر انسان بوده و چگالی و عدد اتمی آن معادل بافت نرم و به ترتیب، $۶/۷۵ \text{ gr/cm}^3$ و $۱۰.۲۳ \text{ electrons g}^{-1}$ است. در ساخت این فنتوم از جمجمه طبیعی انسان استفاده شده است. یک شیار در زیر فک به همراه پنج استوانه از جنس ماده فنتوم ساخته شد و درون

۴/۶۶ نفر در هر صد هزار نفر مبتلا به سرطان تشخیص داده می شوند. از میان تومورهای شایع مغزی، ۶۱٪ در لوب های جلویی، گیجگاهی، پس سری و آهیانه ای قرار می گیرند [۱]. پرتودرمانی نقش مهمی در معالجه تومورهای خوش خیم و بدخیم سیستم اعصاب مرکزی ایفا می کند. پرتودرمانی علاوه بر از بین بردن سلول های سرطانی، به بافت های سالم نیز آسیب رسانده و عمل کرد ارگان های حساس بدن را تحت تاثیر قرار می دهد. هر یک از ارگان های بدن میزان تحمل خاصی در برابر پرتو داشته و در صورتی که این نواحی بیش تر از دز تحمل دریافت کنند، از لحاظ عمل کردی دچار اختلال می شوند. با توجه به آسیب های جانبی محتمل در اثر پرتودرمانی، طراحی درمان باید به گونه ای انجام شود که بافت ها و ارگان های حساس حداقل دز را دریافت نموده و در عین حال دز کافی به تومور برسد [۱-۸].

دو تکنیک رایج در پرتودرمانی تومورهای سمت راست لوب فرونتال مغز، تکنیک یک میدان قدامی به همراه یک میدان جانبی از سمت راست (تکنیک شماره ۱) و تکنیک یک میدان قدامی به همراه دو میدان جانبی (تکنیک شماره ۲) می باشد [۹]. در مطالعه حاضر، دز سطحی ارگان های در خطر (عدسی چشم، پاروتید، تیروئید، غدد بزاقی زیرفکی) در پرتودرمانی تومورهای سمت راست لوب فرونتال مغز در ده بیمار مراجعه کننده به مرکز درمانی رضا (۶) که با تکنیک شماره ۱، درمان می شدند، به دست آمد. هم چنین دز سطحی ارگان های در خطر در تکنیک شماره ۱ و ۲ در فنتوم به دست آمد.

مواد و روش ها

انتخاب دزیمتر. دزیمتر مورد استفاده در تحقیق حاضر، تراشه های مکعبی از نوع LiF: Mg, Ti، با ابعاد $۳/۱ \times ۳/۱ \times ۰/۹$ و با نام تجاری TLD-100 ساخت کارخانه Harshaw می باشد. این دزیمترها معادل بافت نرم بوده، ابعاد کوچکی داشته و به راحتی در داخل حفره ها و نواحی مورد نظر فنتوم و نیز روی پوست بیمار می توانند قرار داده شوند. شایان

Prowess Panther روی فنتوم اجرا شد؛ دز کلی تجویز شده ۶۰۰۰ cGy و درمان متشکل از ۳۰ جلسه بود. در ادامه TLDها در مکان‌های مشخص شده روی سطح فنتوم قرار داده شد و فنتوم تحت تابش قرار گرفت. در شکل ۳ و ۴ نحوه قرارگیری فنتوم بر روی تخت دستگاه شتاب‌دهنده خطی نمایش داده شده است.



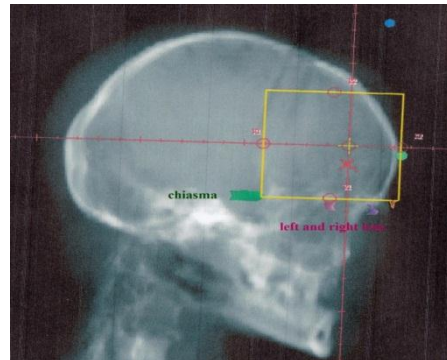
شکل ۳. تابش فنتوم با میدان قدامی



شکل ۴. تابش فنتوم با میدان جانبی از سمت راست

لازم به ذکر است که برای اندازه‌گیری دز سطحی در فنتوم و بیمار در محل ارگان‌های در خطر در نظر گرفته شده ۳ عدد تراشه TLD قرار داده شده که دز ارگان مورد نظر با میانگین‌گیری از ۳ تراشه مذکور به دست آمد. مقایسه دز ارگان‌های در خطر در دو تکنیک مورد بررسی در فنتوم توسط نرم‌افزار آماری SPSS و آزمون t-student صورت پذیرفت.

استوانه‌ها شیارهایی برای قرار دادن TLD تعبیه گردید. این استوانه‌ها شامل یک استوانه برای پاروتید که به صورت عرضی قرار می‌گرفت و پاروتید راست و چپ را به هم متصل می‌کرد، دو استوانه برای چشم و دو استوانه دیگر برای تیروئید بود [۱۰]. در شکل ۱ تصویر رادیوگرافی دیجیتالی (DRR) و در شکل ۲ تصویر فنتوم به همراه استوانه‌ها مشاهده می‌شود.



شکل ۱. رادیوگراف بازسازی شده فنتوم



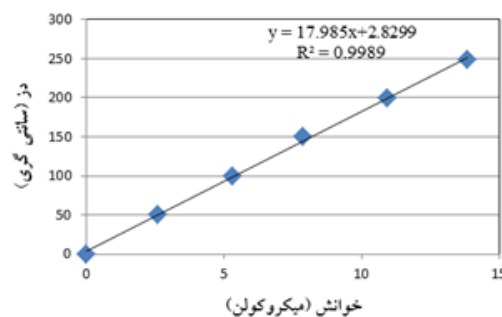
شکل ۲. تصویر فنتوم به همراه استوانه‌های در نظر گرفته شده برای

قراردهی TLD

اندازه‌گیری مستقیم روی فنتوم. بعد از تصویربرداری CT از فنتوم، یک تومور فرضی به قطر ۴ cm در سمت راست لوب فرونتال مغز در نظر گرفته شد. رایج‌ترین تکنیک برای درمان تومورهای این ناحیه دو باریکه فوتونی هم‌مرکز و عمود بر هم از قدام و پهلو با انرژی MV6 (تکنیک شماره ۱) می‌باشد. می‌توان برای بهتر شدن توزیع دز، از یک و یا دو وج استفاده کرده و همچنین با چرخش کولیماتور، عدسی چشم را از میدان اشعه خارج نمود. تکنیک دیگر تکنیک یک میدان قدامی به همراه دو میدان جانبی (تکنیک شماره ۲) می‌باشد [۹]. این دو تکنیک با استفاده از سیستم طراحی درمان

نتایج

پس از قرائت TLDها توسط دستگاه قرائتگر Harshaw-3500، دز جذبی هر دزیتر با استفاده از منحنی کالیبراسیون (شکل ۵) به دست آمد.



شکل ۵. منحنی کالیبراسیون دزیترهای مورد استفاده به همراه معادله کالیبراسیون

اندازه تومور ثابت در نظر گرفته شده است، پراکندگی در مقادیر دز جذبی نسبت به بیماران بسیار ناچیز می باشد.

جدول ۲. دز جذبی در سطح فنتوم. (تعداد جلسات سی و دز برحسب سانتی گری می باشد)

نام ارگان	تکنیک ۱	تکنیک ۲
عدسی راست	۲۰۹ ± ۷	۱۹۵ ± ۳
عدسی چپ	۱۶۳ ± ۳	۲۱۰ ± ۵
پاروتید راست	۶۹ ± ۰/۷	۶۶ ± ۷
پاروتید چپ	۲۸ ± ۳	۷۴ ± ۲
تیروئید	۱۶ ± ۰/۶	۴۳ ± ۱
غدد بزاقی زیرفکی	۲۵ ± ۴	۴۴ ± ۲

مقایسه جدول ۱ و ۲ نشان می دهد که مقادیر دز سطحی در بیماران نسبت به مقادیر دز سطحی در فنتوم بیش تر است.

بحث و نتیجه گیری

یکی از دغدغه های موجود در پرتودرمانی، تحویل دز لازم به تومور و حداقل دز به بافت های سالم است. امامی و همکارانش در سال ۱۹۹۱ دز تلورانس ۲۸ ارگان بحرانی بدن را در پرتودرمانی به دست آوردند، به طوری که مقادیر TD ۵/۵ برای عدسی چشم، عصب بینایی، شبکه، کیاسما، پاروتید و تیروئید به ترتیب برابر ۱۰، ۵۰، ۴۵، ۵۰، ۳۲ و ۴۵ گری اعلام شد [۱۴]. حداقل دز مورد نیاز برای ابتلا به کاتاراکت، ۴ گری در مدت تابش گیری سه هفته تا سه ماه می باشد [۱۵]. بنابراین در پرتودرمانی سمت راست لوب فرونتال مغز، با تکنیک شماره ۱ در برخی از بیماران عدسی راست حفظ نشده و دچار کاتاراکت خواهد شد. سایر ارگان ها اگر چه دزشان در محدوده تحمل قرار دارد، اما برای به حداقل رساندن عوارضی که در سایر مطالعات به آن اشاره شده - مانند اختلال در بینایی، کاهش ترشحات بزاقی، کم کاری تیروئید، بروز سرطان های ثانویه در اثر تابش گیری تیروئید و نکروزه شدن بافت مغز - باید به دنبال تکنیک های جدید و بهتر برای پرتودرمانی بود. در سایر مطالعات نیز عوارض بینایی ایجاد

مقادیر دز سطحی بیماران در تکنیک شماره ۱، در جدول ۱ آورده شده است. در این جدول علاوه بر مقادیر میانگین و انحراف معیار دز جذبی، مقادیر مینیمم و ماکزیمم دز در بیماران نیز ارائه شده است. همان طور که ملاحظه می شود به جز در مورد تیروئید و غدد بزاقی زیرفکی که در خارج از میدان پرتو اولیه قرار می گیرند مقادیر مینیمم و ماکزیمم اختلاف قابل ملاحظه ای با یکدیگر دارند.

جدول ۱. دز سطحی بیماران در تکنیک شماره ۱ (دز برحسب سانتی گری و تعداد جلسات سی جلسه می باشد)

نام ارگان	ماکزیمم	مینیمم	میانگین	انحراف معیار
عدسی چپ	۳۱۰	۱۵۲	۱۹۹	۴۷
عدسی راست	۴۷۰	۱۶۹	۲۳۰	۹۲
پاروتید چپ	۳۲۱	۱۳۶	۱۹۷	۷۱
پاروتید راست	۳۲۰	۱۵۲	۲۱۲	۱۲۰
تیروئید	۱۷۸	۱۰۳	۱۲۰	۲۲
غدد بزاقی زیرفکی	۱۳۶	۹۱	۱۱۱	۱۵

مقادیر دز سطحی فنتوم در تکنیک شماره ۱ و ۲ در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به این که در مورد فنتوم

صورت گرفت در حالی که در مورد فنتوم به دلیل عدم نگرانی از ملاحظات اخلاقی هر دو تکنیک از نظر دز ارگان‌های در خطر بررسی گردید. نتایج فنتوم نشان‌دهنده یک اختلاف معنی‌دار در دز جذبی همه ارگان‌های مورد بررسی به جز پاروتید راست بین دو تکنیک می‌باشد ($P \leq 0.05$). عدم وجود اختلاف معنی‌دار در مورد پاروتید راست می‌تواند به علت محل قرارگیری تومور فرضی در فنتوم باشد که به این ارگان نزدیک در نظر گرفته شده است. به‌علاوه در مورد غدد زیرفکی و تیروئید دز جذبی در تکنیک شماره ۱ از تکنیک شماره ۲ کم‌تر است که می‌تواند منجر به کاهش عوارض کلینیکی ناشی از پرتودرمانی این تومورها با استفاده از این تکنیک شود. با توجه به این‌که در مورد فنتوم اندازه تومور ثابت در نظر گرفته شده است، پراکندگی در مقادیر دز جذبی نسبت به بیماران بسیار ناچیز می‌باشد.

تحقیق حاضر به دنبال برآوردی نزدیک به واقعیت از دز رسیده به ارگان‌های در خطر در پرتودرمانی لوب فرونتال مغز با استفاده از اندازه‌گیری مستقیم به‌روش دزیمتری TLD می‌باشد. البته مقادیر دز جذبی اکثر ارگان‌ها در محدوده دز تلورانس آن‌ها قرار می‌گیرد که در نتیجه انتظار شکل‌گیری و ظهور عوارض ناخواسته ناشی از پرتوگیری وجود نخواهد داشت.

تشکر و قدردانی

این تحقیق بخشی از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خانم حمیده ناظمی گلپان می‌باشد که با حمایت معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم پزشکی سمنان و با همکاری مرکز خیریه پرتودرمانی رضا (ع) به انجام رسیده است.

منابع

[1] Khan FM, Gerbi BJ. Treatment planning in radiation oncology. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2012.

[2] Jellema AP, Doornaert P, Slotman BJ, Leemans CR, Langendijk JA. Does radiation dose to the salivary glands and oral cavity predict patient-rated xerostomia and sticky saliva in head and neck cancer patients treated with curative radiotherapy? *Radiother Oncol* 2005; 77: 164-171.

شده در اثر پرتودرمانی بررسی شده است. Gensheimer, یازده بیمار مبتلا به سرطان غدد اشکی که در طول سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۱ با نوترون درمان شده بودند را مورد بررسی قرار داد. از بین ۵ نفر از این بیماران که فاقد عمل جراحی بودند ۳ نفر دچار اختلال شدید بینایی شدند و دو نفر دیگر تا زمان مرگشان مشکل بینایی نداشتند [۱۶]. Rischin و همکارانش در سال ۲۰۰۴، ده بیمار مبتلا به سرطان تمایز نیافته ناحیه sino-nasal که تحت پرتودرمانی بودند را مورد بررسی قرار دادند. اکثر بیماران با استفاده از سه میدان تابش که شامل دو میدان جانبی و ج‌دار و یک میدان قدامی بود درمان شدند. وزن میدان قدامی بیش‌تر بوده و میانگین دز تجویز شده ۵۴ گری بود. نتایج نشان داد میانگین دز رسیده به کیاسمای بینایی ۵۴ گری است که از دز آستانه تجاوز می‌کند [۱۷]. Valery و همکارانش در سال ۲۰۰۳ رابطه بین خطر نکروزه شدن در اثر رادیوسرجری و درصدی از بافت نرمال که در حجم تجویز شده قرار می‌گیرد را بررسی نموده و نشان دادند که با کاهش تابش به بافت‌های نرمال در حین رادیوسرجری می‌توان از نکروزه شدن بافت سالم جلوگیری کرد [۷]. در تحقیق حاضر نیز در دو تکنیک بررسی شده، تکنیک شماره ۱ آسیب کم‌تری به بافت نرمال می‌رساند چرا که صرفاً سمت راست مغز تحت تابش قرار گرفته و تابش‌گیری غیر ضروری بافت‌های سالم حداقل می‌باشد. با مقایسه جداول ۱ و ۲ مشاهده می‌شود مقادیر دز سطحی در بیماران نسبت به مقادیر دز سطحی در فنتوم بیش‌تر است؛ علت این مشاهده می‌تواند بزرگ‌تر بودن میدان اشعه در بیماران باشد، چرا که قطر تومور فرضی در فنتوم ۴ سانتی‌متر بوده، اما در برخی بیماران ابعاد تومور از این مقدار فراتر بود. به‌علاوه بررسی نتایج بیماران نشان می‌دهد به‌جز در مورد تیروئید و غدد بزاقی زیرفکی که در خارج از میدان پرتو اولیه قرار می‌گیرند مقادیر مینیمم و ماکزیمم اختلاف قابل ملاحظه‌ای با یک‌دیگر دارند. این مسئله می‌تواند سبب گستردگی عوارض بالینی مشاهده شده در بیماران باشد. در تحقیق حاضر انتخاب تکنیک در مورد بیماران با نظر پزشک

- [9] Chao KSC, Perez CA, Brady LW. Radiation oncology: management decisions. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.
- [10] Hasanzadeh H, Sharafi A, AllahVerdi M, Nikoofar A. Assessment of absorbed dose to thyroid, parotid and ovaries in patients undergoing Gamma Knife radiosurgery. *Phys Med Biol* 2006; 51: 4375-4383.
- [11] Khan FM. The physics of radiation therapy. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
- [12] Costa AM, Barbi GL, Bertucci EC, Ferreira H, Sansavino SZ, Colenci B, Caldas LVE. In vivo dosimetry with thermoluminescent dosimeters in external photon beam radiotherapy. *Appl Radiat Isot* 2010; 68: 760-762.
- [13] Rivera T. Thermoluminescence in medical dosimetry. *Appl Radiat Isot* 2012; 71: 30-34.
- [14] Emami B, Lyman J, Brown A, Cola L, Goitein M, Munzenrider JE, et al. Tolerance of normal tissue to therapeutic irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1991; 21: 109-122.
- [15] Hall EJ, Giaccia AJ. Radiobiology for the radiologist. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
- [16] Gensheimer MF, Rainey D, Douglas JG, Liao JJ, Laramore GE, Jian-Amadi A, et al. Neutron radiotherapy for adenoid cystic carcinoma of the lacrimal gland. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 2013; 29: 256-260.
- [17] Rischin D, Porceddu S, Peters L, Martin J, Corry J, Weih L. Promising results with chemoradiation in patients with sinonasal undifferentiated carcinoma. *Head Neck* 2004; 26: 435-441.
- [3] Roesink JM, Moerland MA, Battermann JJ, Hordijk GJ, Terhaard CHJ. Quantitative dose-volume response analysis of changes in parotid gland function after radiotherapy in the head-and-neck region. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001; 51: 938-946.
- [4] Roesink JM, Moerland MA, Hoekstra A, Rijk PP, Terhaard CHJ. Scintigraphic assessment of early and late parotid gland function after radiotherapy for head-and-neck cancer: a prospective study of dose-volume response relationships. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004; 58: 1451-1460.
- [5] Pehlivan B, Ares C, Lomax AJ, Stadelmann O, Goitein G, Timmermann B, Schneider RA, Hug EB. Temporal lobe toxicity analysis after proton radiation therapy for skull base tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2011; 83: 1432-1440.
- [6] Blonigen BJ, Steinmetz RD, Levin L, Lamba MA, Warnick RE, Breneman JC. Irradiated volume as a predictor of brain radionecrosis after linear accelerator stereotactic radiosurgery. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2010; 77: 996-1001.
- [7] Valery CA, Cornu P, Noel G, Duyme M, Boisserie G, Sakka LJ, et al. Predictive factors of radiation necrosis after radiosurgery for cerebral metastases. *Stereotact Funct Neurosurg* 2003; 81: 115-119.
- [8] Minniti G, Clarke E, Lanzetta G, Osti MF, Trasimeni G, Bozzao A, et al. Stereotactic radiosurgery for brain metastases: analysis of outcome and risk of brain radionecrosis. *Radiat Oncol (London, England)* 2011; 6: 48.

Measurement of surface dose in external radiotherapy of brain frontal lobe: A study on patient and phantom

Hamide Nazemi Gelyan (M.Sc)¹, Yasha Makhdumi (M.D)², Alireza Nikoofar (M.D)³, Hadi Hasanzadeh (Ph.D)^{*4}

1 – Dept. of Medical Physics Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

2 - Reza Radiotherapy Oncology Charity Center, Mashhad, Iran

3 - Firouzgar Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4 - Cancer Research Center and Department of Medical Physics, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

(Received: 31 Jan 2015; Accepted: 6 Oct 2015)

Introduction: Radiotherapy plays an important role in the treatment of most malignant and also benign primary CNS tumors. Radiotherapy affects both tumor cells and normal cells. The aim of this study was to determine the absorbed dose of radiation by the skin surfacing organs at risk (lens, parotid, thyroid and submandibular gland) during radiotherapy of tumors at the frontal lobe of the brain via direct measurement in patients and phantom.

Materials and methods: There are two conventional techniques for external radiotherapy of patients with tumors of the right frontal lobe. These techniques were used to estimate the amount of surface dose absorption by organs at risk (lens of eye, parotid, thyroid, submandibular glands). Technique 1 was performed for 10 patients who referred to Reza Radiation Oncology Center. Technique 1 is the radiation of frontal field with an extension to the lateral field portion. Technique I and 2, which included radiation of one frontal field along with a bilateral field were performed for a phantom model with an anthropomorphic head and neck constructed from natural human bone with paraffin wax and NaCl as surrounding soft tissues. The surface dose for each organ was measured using TLD chips.

Results: The measured radiation dose within all organs was within the safe limits in phantom and most patients, however, the surface dose were higher in patients in compare to phantom. In some patients, the right lens was not protected and therefore there would be some risk for cataracts. The findings provide estimation for probable complications along with frontal lobe radiotherapy.

Conclusion: Our findings showed that regarding these two techniques, technique I impose less harm to normal tissue, since the right lobe of brain is only irradiated. Besides, the higher values of surface dose in patients compared to phantom might be due to larger tumor field in patients, because the tumor dimensions in phantom was considered 4 cm, while in some patients it was larger.

Keywords: Brain neoplasms, Radiotherapy, Radiometry, Phantoms Imaging, Radiation Dosage, Organ at Risk

* Corresponding author. Tel: +98 23 33451337

Hasanzadeh.h@semums.ac.ir