(	هشہ	ىژە	(مقالهٔ	)
10		ノノマ		

# بهینهسازی درصد دز عمقی در الکترونتراپی از طریق ترکیب پرتوهای الکترونی با انرژیها و سهمهای متفاوت

محمدجواد طهماسبی بیرگانی'، حمیده نادری<sup>\*\*</sup>، منصور ذبیحزاده<sup>۳</sup>، ناهید چگنی<sup>۳</sup>، حجت اله شهبازیان<sup>۴</sup>، رضا مسکنی<sup>۵</sup>، راحله طبری جویباری<sup>۶</sup>

۱– دانشیار گروه فیزیک پزشکی.
۲- کارشناس ارشد فیزیک پزشکی.
۳– استادیار گروه فیزیک پزشکی.
۴–استادیار گروه رادیوتراپی و آنکولوژی.
۵-دانشجوی دکترای فیزیک پزشکی.
۶- مربی گروه رادیولوژی.

۱ و ۲ و ۳ و ۵ - گروه فیزیک پزشکی، دانشکدهٔ پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندیشاپور اهواز، اهواز، ایران. ۴-گروه رادیوتراپی و آنکولوژی، دانشگاه علوم پزشکی جندیشاپور اهواز، اهواز، ایران. ۶-دانشکدهٔ علوم پزشکی، بهبهان، بهبهان، ایران.

\*نویسندهٔ مسؤول: حمیده نادری؛ گروه فیزیک پزشکی، دانشکدهٔ پزشکی، کمیتهٔ تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی جندی-شاپور اهواز، اهواز، ایران. تلفن: ۰۰۹۸۹۱۲۷۴۹۲۳۰۱

دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۹/۴

Email: h.naderi.medph@gmail. com

#### چکیدہ

زمینه و هدف: امروزه از پرتوهای الکترونی برای درمان ضایعات سطحی به طور گستردهای استفاده می شود. از آنجایی که دستگاههای شتاب دهنده، پرتوهای الکترونی با انرژیهای محدود ایجاد می کنند، ناحیهٔ درمانی با توزیع دز مطلوب به عمقهای مشخصی محدود می شود. لذا در این مطالعه با ترکیب پرتوهای الکترونی با انرژیها و سهمهای متفاوت، برای درمان ضایعات سطحی کم عمق (تا حدود ۳ ۳)، منحنی PDD با توزیع دز مرکزی یکنواخت تری در مقایسه با به کارگیری باریکهٔ الکترونی تک انرژی ارائه شده است.

روش بررسی: با استفاده از دستگاه شتابدهنده واریان برای الکترونهای با انرژی ۴، ۶، ۹ و ۱۲Mev برای میدان ۲۰×۲۰ درصد دز عمقی (PDD) اندازه گیری شد. منحنی PDD به منحنی برحسب دز (Dose Curve) تبدیل شد. با استفاده از نرم-افزار Matlab، تابع ۴ گوسین به منحنیهای مذکور فیت شد و با ترکیب نسبتهای مختلفی از این توابع، بهترین ترکیب انتخاب شد.

**یافتهها**: با ترکیب پرتوهای الکترونی با انرژیها و سهمهای متفاوت، درصد دز ناحیهٔ انباشت دز، به حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد دز ماکزیمم و همچنین درصد دز سطح به ۹۰ درصد دز ماکزیمم افزایش یافت.

**نتیجهگیری**: ترکیب پرتوهای الکترونی با انرژی کم سبب بهینه سازی توزیع دز در منحنی PDD میشود. در ضمن با این روش میتوان بهطور اسمی از ترکیب انرژی-های مختلف، انرژی دلخواه الکترون را تولید کرد و بهرهٔ درمان با استفاده از باریکهٔ الکترونی را افزایش داد.

اعلام قبولي: ۱۳۹۴/۱/۳۱

**کلید واژگان**: پرتوهای الکترونی، توابع ۴ گوسین، منحنی درصد دز عمقی.

مجلهٔ علمی پزشکی جندیشاپور، دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۵، ۱۳۹٤

دريافت مقالة اصلاح شده: ١٣٩۴/١/٢٣

مقدمه

پرتودرمانی استفاده از پرتوهای یونساز برای از بین بردن و کوچک کردن بافتهای سرطانی است. دقت در تحویل دز در رادیوتراپی بسیار مهم است، زیرا نتایج بالینی و اندازه گیری نشان میدهد که کنترل تومور و پاسخ بافت نرمال به شدت وابسته به مقدار دز جذبی در بافت میباشد. بنابراین تغییرات کوچکی در دز درمانی میتواند موجب تغییر زیادی در پاسخ تومور یا بافت نرمال شود. تاکنون روشهای مختلفی در پرتودرمانی توسعه یافتهاند.

امروزه درمان با باریکههای الکترونی یکی از روشهای مهم پرتودرمانی است و در بعضی از موارد، درمان جایگزینی برای الکتروندرمانی وجود ندارد (۱، ۲). مشخصهٔ الکترون افت سریع دز در ناحیه بعد از تومور است. کاربرد اصلی الکترون در درمان سرطانهای پوست و لب، درمان دیوارهٔ قفسهٔ سینه در سرطان پستان، افزایش و تقویت دز به غدد و درمان تومورهای سر و گردن است. اگرچه بسیاری از این تومورها با پرتوهای ایکس سطحی، براکیتراپی و یا باریکه-های فوتونی مماسی قابل درمان میباشند، ولی درمان آنها با الکترون، مزایایی چون همگنی دز در حجم هدف و همچنین کاهش دز به بافتهای عمقیتر را بههمراه دارد (۱).

E برد عملی الکترون از رابطهٔ  $\frac{F}{3} = R$  بهدست می آید که انرژی برحسب Mev و R برد الکترون برحسب سانتی متر است (۱). بنابراین برای درمان تومورهای ۵ تا ecm از الکترونهای با انرژی ۱۵ تا Nev استفاده می شود و برای درمان عمقهای کمتر باید از انرژیهای کمتر، مثلاً ۴، ۶ و Mev استفاده کرد که مشکل این حدود از انرژیها، نداشتن ناحیهٔ یکنواخت و همگن برای ناحیهٔ درمان است. همچنین در انرژیهای کم، نسبت دز سطح به دز ماکزیمم کم است. مزیت این پرتوها به درمان ضایعات سطح پوست محدود می شود و ارژی این یا انرژی بالا مانند ۲۱، ۱۵ و NMev، دز سطحی اکترون با انرژی بالا مانند ۲۱، ۱۵ و VMev، دز سطحی انرژیها، بیش از عمق بافت هدف مورد مطالعه (تا حدود انرژیها، بیش از عمق بافت هدف مورد مطالعه (تا حدود مورد خاص در مواردی که بعد از عمق بافت هدف مورد مورد با دز بالا، به-

مطالعه، (از سطح تا عمق ۳cm)، یک بافت بسیار حساس به اشعه وجود داشته باشد، بیشتر احساس می شود. از آنجا که دز بافتهای نرمال بعد از تومور، باید تا حد ممکن کم باشد، در چنین مواردی از بلوس (Bolus) مناسب استفاده می شود که در این صورت، پوست و حجم تومور، دز تجویزی را دریافت میکنند؛ در حالیکه دز بافتها و ارگانهای حیاتی زیر آن کاهش معناداری خواهد داشت (۲، ۳). مشخص شده است که در الکترونتراپی دز سطح با افزایش اندازهٔ میدان و افزایش انرژی الکترون، افزایش مییابد. همچنین دز ماکزیمم با افزایش ضخامت بلوس به سمت سطح جابهجا خواهد شد (۲). برای مثال، دز پوست در رادیوتراپی مماسی قفسهٔ سینه با استفاده از ۲mm بلوس مش Aquaplast تا حدود ۸۲ درصد افزایش داشته است (۲) مطالعات نشان داده که در مواردی سطح نامنظم بلوس باعث افزایش ناهمگنی دز در حجم هدف در طراحی شده است که این ناهمگنی می تواند با استفاده از پرتوهای الکترونی با شدت تعدیلیافته بهبود یابد (۴). ترکیب پرتوهای الکترونی با پرتوهای فوتونی در مقایسه با بهکارگیری دو پرتوی فوتونی نیز میتواند باعث بهبود در نتايج درمان شود (۴).

امروزه از پرتوهای الکترونی برای درمان ضایعات پوستی و سطحی به طور گسترده ای استفاده می شود. از آنجایی که دستگاه های شتاب دهنده، پرتوهای الکترونی با انرژی های محدودی ایجاد می کنند، ناحیهٔ درمانی به یک عمق مشخص محدود می شود. لذا در این مطالعه با ترکیب پرتوهای مشخص محدود می شود. لذا در این مطالعه با ترکیب پرتوهای الکترونی با انرژی های مختلف و سهم های متفاوت، برای درمان ضایعات سطحی کم عمق (تا حدود ۳۵۳)، منحنی درمان ضایعات سطحی کم عمق (تا حدود ۳۵۳)، منحنی با به کارگیری باریکهٔ الکترونی تک انرژی، ارائه شده است؛ به-طوری که در ترکیب انرژی ها، درصد دز عمقی در ناحیهٔ انباشت دز (Build-Up)، به حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد دز ماکزیمم و درصد دز سطحی به حدود ۹۰ درصد دز ماکزیمم افزایش یافته است.

مجلهٔ علمی پزشکی جندیشاپور، دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۵، ۱۳۹٤

### روش بررسی

در بخش رادیوتراپی بیمارستان گلستان اهواز با استفاده از دستگاه شتابدهنده خطی واریان مدل 2100CD و اتاقک یونش استوانهای CC13 و الکترومتر ( DOSE و ر یونش استوانهای I,Scanditronix-Wellhofer و با کمک فانتوم دزیمتری مدل Phantom برای الکترونهای با انرژی ۴، ۶، ۹ و ۱۰۲ و برای میدان ۲۰۰۳×۲۰ و در عمقهای ۱ تا ۱۰۰ میلیمتر، دزیمتری نسبی انجام شد و درصد یونیزاسیون عمقی میلیمتر، دزیمتری نسبی انجام شد و درصد یونیزاسیون عمقی میلیمتر، دزیمتری نسبی انجام شد و درصد یونیزاسیون عمقی میلیمتر، دزیمتری ایرمافزار دزیمتری Percentage Depth Iionization) سپس با استفاده از نرمافزار دزیمتری PDI ،TRS۳۹۸ به درصد دز عمقی (PDD) (PDD) تبدیل شد.

از آنجایی که هر انرژی دارای عمق رفرنس (Zref) مختص به خود می باشد، برای بررسی اثر تجمعی ترکیب چند انرژی در عمقهای مختلف، نمی توان مستقیماً PDD های به دست آمده از دزیمتری نسبی را به نسبتهای مختلف با یکدیگر ترکیب کرد. در نتیجه، طبق پروتکل ۸۸TRS۳۹ با استفاده از یک مانیتور یونیت (MU) معین در عمق رفرنس برای هر انرژی (Zref)، منحنی PDD به منحنی دز (OD) ( Dose با انرژی (Zref)، منحنی PDD به منحنی دز (OD) ( soure نرم افزار Matlab پردازش شد و تابع ۴ گوسین که بهترین برازش (fit) را با داده های دز عمقی (OD) داشت، انتخاب شد. رابطهٔ (۱) این تابع ۴ گوسی را نشان می دهد که در آن مقی (Z) متغیر مستقل و دز عمقی (DC) متغیر وابسته می-باشد. ضرایب ۵ ما و ۲ برای هر انرژی به طور جداگانه، اعداد باشد. ضرایب ۵. ما و ۲ برای هر انرژی به طور جداگانه، اعداد

$$DC = a_1 e^{-(\frac{z-b_1}{c_1})^2} + a_2 e^{-(\frac{z-b_2}{c_2})^2} + (1)$$

$$a_3 e^{-(\frac{z-b_3}{c_3})^2} + a_4 e^{-(\frac{z-b_4}{c_4})^2}$$
much and the set of the se

مجلهٔ علمی پزشکی جندیشاپور، دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۵، ۱۳۹٤

سطح تا عمق مورد نظر در این مطالعه (حدود ۳cm) داشت، بهدست آید. در انتها منحنی دز بهدست آمده، به عمق دز ماکزیمم نرمالیزه شد و منحنی PDD نهایی حاصل از ترکیب انرژیهای بهکار رفته، استخراج شد. همچنین برای بهدست آوردن مقدار  $R_{50}$  در این تابع، PDD برابر دز نقطه ۵۰ درصد قرار گرفت و با حل این معادله،  $R_{50}$  محاسبه گردید. سپس با رسم خط مماس در نقطه دز ۵۰ درصد بر تابع گوسی و طع دادن آن با خط افقی مماس بر دنبالهٔ منحنی، مقدار  $R_p$ محاسبه گردید و متعاقب آن انرژی میانگین (E0) و محتمل-محاسبه گردید و متعاقب آن انرژی میانگین (E0) و محتمل ترین انرژی ( $E_p$ ) نیز بهدست آمد. رابطهٔ (۲) عمق رفرنس را نشان میدهد. (۲)

### يافتهها

برای ترکیب دو انرژی ۴ و ۹Mev منحنیهای دز (DC) برحسب عمق (z) در شکل ۱ رسم شده است. بهترین منحنی PDD مربوط به ترکیب دو انرژی ۴ و

۹Mev است؛ بهطوری که ۱۰ درصد= Alfa و ۱۰۰ درصد = Alfa+Beta یعنی ۱۰ درصد از دز تجویزی از طریق انرژی ۴Mev و ۹۰ درصد از آن از طریق انرژی ۹Mev اعمال می شود که در شکل ۲ رسم شده است.

برای ترکیب سه انرژی ۴،۶ و ۹ Mev منحنی های دز (DC) برحسب عمق (z) در شکل ۳ و برای ترکیب های ۴، ۹، ۱۲Mev و ۶، ۹، ۱۲Mev و ۴، ۶، ۱۲Mev بهترتیب در شکل های ۴ تا ۶ رسم شدهاند.

بهترین منحنی PDD در ترکیب سه انرژی برای ۸ درصد =Alfa و ۱۰ درصد =Beta بهدست آمد؛ یعنی ۸ درصد از دز تجویزی از طریق انرژی ۴Mev و ۱۰ درصد از آن از طریق انرژی ۶Mev و ۸۲ درصد باقیمانده، از طریق انرژی ۹Mev اعمال می شود که در شکل ۷ رسم شده است.

نقاط  $R_p$  و  $R_{50}$  در منحنی PDD برحسب عمق برای بهترین ترکیب دو انرژی ۴ و ۹Mev در شکل ۸ نمایش داده شده است.



شکل ۱: منحنی دز برای ترکیب انرژیهای ۴ و ۹Mev با درصد وزنی مختلف (Alfa درصد وزنی انرژی ۴Mev است و ۱۰۰ درصد= (Alfa+Beta)



شکل ۲: درصد دز عمقی برای انرژی های ۴ و ۹Mev به همراه درصد دز عمقی ترکیبی آنها (۱۰ درصد از انرژی ۴Mev و ۹۰ درصد از

انرژی ۹Mev)



شکل ۳: منحنی دز برای ترکیب انرژیهای ۴ و۶ و۹Mev با درصد وزنی مختلف (۸٪=Alfa درصد وزنی انرژی Beta ،۴Mev درصد وزنی انرژی Mev و (Alfa + Beta) - 100% = Gama= درصد وزنی انرژی ۹Mev است.)

Archive of SID



Beta ، ۴Mev درصد وزنی انرژی های ۴ و ۹ و ۱۲Mev با درصد وزنی مختلف (۱۰درصد = Alfa درصد وزنی انرژی ۱۲Mev ، شکل۴: منحنی دز برای ترکیب انرژی ۹۸ev و ۹۸ev با درصد وزنی انرژی ۹۸ev و (Alfa + Beta) - ۵۵me درصد وزنی انرژی ۱۲Mev است.)



شکل ۵: منحنی دز برای ترکیب انرژیهای ۶ و۹ و۱۲Mev با درصد وزنی مختلف (۱۰ درصد =Alfa درصد وزنی انرژی ۶Mev، Beta ۶ درصد وزنی انرژی ۹Mev و (Alfa + Beta) - 100% Gama=%100 درصد وزنی انرژی ۱۲Mev است).



Beta ،۴Mev شکل ۶: منحنی دز برای ترکیب انرژیهای ۴ و۶ و ۱۲Mev با درصد وزنی مختلف (۱۰ درصد Alfa درصد وزنی انرژی ۴ درصد وزنی انرژی ۸۹ev و (Alfa + Beta) - ۵۵ هجma=% درصد وزنی انرژی ۱۲Mev است.)



شکل ۷: منحنی درصد دز عمقی انرژیهای۴، ۶ و Mev ۹ بههمراه منحنی درصد دز عمقی ترکیبی آنها (۸ درصد از انرژی ۴Mev و ۱۰ درصد از انرژی Mev۶ و ۸۲ درصد از انرژی ۹Mev)





شکل ۸: منحنی درصد دز عمقی ترکیب دو انرژی ۴ و Mev و تعیین Rp و R50

حث

تابع گوسی منطبق شده بر داده های دزیمتری برای انرژی های مختلف دارای ضریب همبستگی  $r^2 = 1$  است. این منحنی مطابقت خوبی با منحنی های اندازه گیری دارد. برای نمونه، در انرژی Mev و میدان ۲۰×۲۰ منحنی اندازه-گیری و تحلیلی در شکل ۹ رسم شده است که ضریب همبستگی آن  $r^2 = 1$  میباشد.

مقادیر عمقی که دز به ۵۰ درصد دز نقطهٔ ماکزیمم می-رسد ( R50)، برد عملی ( Rp)، انرژی میانگین ( E0) و محتمل ترین انرژی روی سطح ( Ep0) برای انرژی های ۴، ۶، ۹ و ۱۲Mev و ترکیب دو انرژی ۴ و ۹Mev و همچنین ترکیب سه انرژی ۴، ۶ و ۹Mev در جدول ۱ نشان داده شده است.

با توجه به شکل ۲ و جدول ۱، نتایج نشان میدهد که با بهکارگیری ترکیب پرتوهای الکترونی با انرژیها و سهمهای متفاوت، درصد دز سطح در بهترین ترکیب دو انرژی ۴ و ۹Mev به حدود ۹۰ درصد دز ماکزیمم میرسد؛ در حالیکه درصد دز سطح در منحنی PDD برای تک تک انرژیهای ۴ و ۹Mev کمتر از ۸۰ درصد دز ماکزیمم است. همچنین با توجه به شکل ۷ و نتایج بهدست آمده از جدول ۱ مشخص می شود که درصد دز سطح در بهترین ترکیب سه انرژی ۴، ۶ و

۹Mev نیز نسبت به تکتک انرژیها، افزایش دارد که البته ترکیب دو انرژی ۴ و ۹Mev در مقایسه با ترکیب سه انرژی ۴، ۶ و ۹Mev، افزایش بیشتری را در درصد دز سطحی نشان میدهد. افزایش دز سطح تا حدود ۹۰ درصد دز ماکزیمم با بهکارگیری ترکیب پرتوهای الکترونی با انرژیها و سهمهای متفاوت، ضمن افزایش بهره درمانی سطحی، نیاز به بلوس جهت شیفت ایزودز به سطح را در درمان تومورهای سطحی مرتفع میکند. این در حالی است که در درمان تومورهای سطحی با فیلدهای تک انرژی با انرژی پایین، نیاز به بلوس

فیلدهای تک انرژی الکترون با انرژی بالا مانند ۱۲، ۱۵ و ۱۸Mev نیز دز سطح بالایی دارند، ولی گستردگی محدودهٔ عمق با دز بالا در این انرژیها، بیش از عمق بافت هدف مورد مطالعه (از سطح تا حدود عمق ۳۵۳) است. عدم مزیت این گستردگی محدوده با دز بالا، بهطور خاص در مواردیکه بعد از عمق بافت هدف مورد مطالعه (از سطح تا عمق ۳۵۳)، یک بافت بسیار حساس به اشعه وجود داشته باشد، بیشتر احساس میشود. فیلدهای تک انرژی با انرژی پایین ۴، ۶ و احساس میشود. فیلدهای تک انرژی با انرژی پایین ۴، ۶ و اسلاب نیز نه تنها دز سطح پایینی دارند، بلکه گرادیان ناحیهٔ انباشت دز (Build-Up)، در آنها زیاد است. بنابراین از

مجلهٔ علمی پزشکی جندیشاپور، دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۵، ۱۳۹٤

یکنواختی لازم جهت بالا بردن بهرهٔ درمانی در بافت هدف، برخوردار نیستند.

در حالی که در منحنی PDD نهایی به دست آمده از ترکیب پرتوهای الکترونی با انرژیها و سهمهای متفاوت، درصد دز عمقی در ناحیهٔ انباشت دز، به ۹۰ درصد تا ۹۵ درصد دز ماکزیمم افزایش یافته است و به این علت، ناحیهٔ انباشت دز در بهترین ترکیبهای مذکور، نسبت به تکتک انرژیها، دارای گرادیان کمتری است که منجر به یکنواختی

بهینهسازی درصد دز عمقی در الکترونتراپی ...

بیشتر منحنی PDD در کل بافت هدف مورد مطالعه شده است. با مقایسهٔ شکل ۲ و ۶، مشخص می شود که منحنی PDD در ترکیب دو انرژی ۴ و ۹Mev یکنواختی بیشتری را در مقایسه با ترکیب سه انرژی ۴، ۶ و ۹Mev نشان می دهد. در PDD ترکیب انرژی ها (PDD MIX) افت سریع دز بعد از یک ناحیهٔ یکنواخت مشاهده می شود که باعث کاهش حداکثری دز در بافتهای سالم بعد از ناحیهٔ تومورال خواهد شد.



شکل ۹: منحنی دز عمقی برحسب عمق برای انرژی ۹Mev در میدان ۲۰cm<sup>2</sup> (رنگ قرمز، منحنی حاصل از تابع ۴ گوسین پیشنهادی و رنگ آبی منحنی اندازهگیری را نشان میدهد.)

PDD و ۹،۶،۹ و ۹۸۷ و PDD بهترین ترکیب دو انرژی ۴ و ۹Mev و PDD و PDD بهترین ترکیب دو انرژی ۴، ۶ و ۹Mev و PDD دشان دهندهٔ ترکیب انرژی ها است.)

	U					
	PDD <sub>(4Mev)</sub>	PDD <sub>(6Mev)</sub>	PDD <sub>(9Mev)</sub>	PDD <sub>(12Mev)</sub>	PDDMIX 4 ,9Mev	PDDMIX 4,6,9Mev
R <sub>50</sub> (cm)	1,700	۲,۳۱	٣,٥٣	4,99	٣,۶٢	٣,٢٣
R <sub>p</sub> (cm)	١,٧٥	۲,۹۷	4,4	۶,۰۰۵	4,41	۴,••۶
E <sub>0</sub> (Mev)	٣,١٥	۵,۳۹	٨,٢٣	11,84	٨,۴۴	٧,۵٠٩
E <sub>p0</sub> (Mev)	٣,۶٩	8,14	٨,٩٨	١٢,٢	٨,٩٨	٨,٣٣
Surface PDD	V¥,0٣	٧٠,٣٧	٧٩,٣٨	٨۴,۵۶	٨٧,٨	10,74

۵۷۹

می توان به طور اسمی از ترکیب انرژی های مختلف، انرژی دلخواه الکترون را تولید کرد و بهرهٔ درمان با استفاده از باریکهٔ

# نتيجه گيرى

ترکیب پرتوهای الکترونی با انرژی کم سبب بهینه سازی توزیع دز در منحنی PDD میشود. در ضمن با این روش

### قدردانى

ىنابع

مقالهٔ حاضر از پایاننامهٔ دانشجوی کارشناسی ارشد، حمیده نادری، استخراج شده است.

1-Khan, FM. The physics of radiation therapy. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.

الكتروني را افزايش داد.

- 2-Hogstrom, KR, Almond PR. Review of electron beam therapy physics. Phys Med Biol 2006Jun; 51(13): R455.
- 3-Günhan, B, Kemikler G, Koca A. Determination of surface dose and the effect of bolus to surface dose in electron beams. Med Dosim 2003 Fall; 28(3): 193-8.
- 4- Low DA, Starkschall G, Sherman NE, Bujnowski SW, Ewton JR, Hogstrom KR. Computer-aided design and fabrication of an electron bolus for treatment of the paraspinal muscles. Int J Radiat Oncol Biol Phys1995 Dec; 33(5): 1127-38.
- 5-Hsu SH, Roberson PL, Chen Y, Marsh RB, Pierce LJ, Moran JM. Assessment of skin dose for breast chest wall radiotherapy as a function of bolus material. Phys Med Bio 2008; 53(10): 2593-606.
- 6-Kudchadker RJ. Electron conformal radiotherapy using bolus and intensity modulation. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2002 Jul; 53(4): 1023-37.
- 7-Åsell M, Hyödynmaa S, Söderström S, Brahme A. Optimal electron and combined electron and photon therapy in the phase space of complication-free cure. Phys Med Biol 1999Jan; 44(1): 235-52.

مجلهٔ علمی پزشکی جندیشاپور، دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۵، ۱۳۹٤

## **Optimization of Percentage Depth Dose by Combination of Electron Beams** with Different Energies and Different Contribution

Mohammad Javad Tahmasebi Birgani<sup>1</sup>, Hamideh Naderi<sup>2\*</sup>, Mansour Zabihzaheh<sup>3</sup>, Nahid Chegeni<sup>3</sup>, Hojjattollah Shahbazian<sup>4</sup>, Reza Maskani<sup>5</sup>, Rahele Tabari Juybari<sup>6</sup>

1-Associated Professor of Medical Physics. 2-M.SC. Student in Medical Physics. 3-Assistant Professor of Medical Physics. 4-Assistant Professor ofRadiotherapy and Oncology. 5-PHD. Medical Student in Physics. 6-Lecturer of Radiology.

1,2,3,5-Deprtment of Medical Physics, School of Medicine, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. 4-Deprtment of Radiotherapy and Oncology, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

6-Behbahan Faculty of Medical Sciences, Behbahan, Iran.

\*Corresponding author: Hamide Naderi; Deprtment of Medical Physics, School of Medicine, Student Research Committee Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. Tel:+989127492301 Email:h.naderi.medph@gmail. com

#### Abstract

**Background and Objective:** Recently, electron beams are widely used for superficial and skin lesions treatment. Since the accelerator devices, create electron beams with finite energies, the treatment area is limited to a specified depth. The objective of this study was to assess the effect of combination of electron beams with different energies and different contribution in order to produce PDD curve with a more uniform central dose distribution for the shallow superficial lesions treatment (up to cm 3). The results were compared with using a single electron beam energy.

**Subjects and Methods:** at First, percentage depth dose (PDD) was measured by using a Varian accelerator devices for energies 4, 6, 9, 12 Mev of electron beams and field size  $20 \times 20$  cm<sup>2</sup>. Then, PDD curve was converted to dose curve. 4 Gaussian function was fit to dose curve using MATLAB software and the best combination was selected by combining different proportions of each of this functions.

**Results:** percentage of the build up dose increased to about %90-%95 maximum dose and also percentage of the surface dose increases to about %90 maximum dose by combination of electron beams with different energies and different contribution.

ctron beams Combination cause optimization of the dose distribution can produce electron beam with arbitrary energy by this method.

**Keywords:** Electronbeams , 4 Gaussian function , Percentage depth dose curve.

► Please cite this paper as:

Javad Tahmasebi Birgani M, Naderi H, Zabihzaheh M, Chegeni N, Shahbazian H, Maskani R, Tabari Juybari R. Optimization of Percentage Depth dose by Combination of Electron Beams with Different Energies and Different Contribution. Jundishapur Sci Med J 2015;14(5):571-380.

**Received:** Nov 25, 2014

**Revised:** Apr 12, 2015

Accepted: Apr 20, 2015

 $\rightarrow$