Original Article

دزیمتری اندام‌های حساس بیماران ضمن سی تی اسکن اسپیرال از ناحیه سر، شکم و لگن با استفاده از Rando و فانتوم TLD

غلامحسن حدادی[1*]، سیمین مهدی زاده[2]، محمد باقر حدادی[3]، محمد حسن مشکی باف[4]

۱- گروه فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فارس، ایران.
۲- گروه پرتو پزشکی، دانشکده مهندسی هسته‌ای، دانشگاه شیراز، فارس، ایران.
۳- دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز واحد بین‌الملل، شیراز، فارس، ایران.
۴- گروه بیوشیمی، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فارس، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۵/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۷/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: با وجود آن که تصویر برداری سی تی اسکن فقط ۱۱ درصد تمام تصویربرداری‌ها را تشکیل می‌دهد ولی ۶۷ درصد پرتوگیری ناشی از موارد تشخیصی را به خود اختصاص داده است به هنگام انجام سی تی اسکن از ناحیه سر و گردن ارگان‌های حیاتی دیگر مثل تیروئید و عدسی چشم‌ها نیز در میدان تابش اشعه قرار می‌گیرند همچنین در حین سی تی اسکن از ناحیه شکم و لگن تخمدان‌ها نیز در معرض تابش قرار می‌گیرند. به علت حساسیت زیاد این ارگان‌ها، احتمال بروز سرطان و سایر ناهنجاری‌ها در این ارگان‌ها رو به افزایش می‌باشد بنابراین اندازه‌گیری دز جذبی این ارگان‌ها اهمیت بسزائی دارد. هدف از این مطالعه، اندازه گیری دز جذبی ارگان‌های حساس بیمارانی می‌باشد که از ناحیه سر و گردن و شکم و لگن آنان تصویر برداری سی تی اسکن اسپیرال انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، پرتوگیری اندام‌های حساس بیماران به پرتو، در ضمن انجام اسکن اسپیرال از ناحیه سر، شکم و لگن در بیمارستان ولی عصر شهرستان فسا مورد مطالعه و اندازه گیری قرار گرفته است. به منظور دزیمتری اندام‌های حساس بیماران از یک فانتوم استاندارد «راندو» و دزیمترهای TLD-۱۰۰ به شکل چیپس استفاده گردید. این فانتوم به صورت لایه‌هایی به ضخامت ۲/۵ سانتی متر که بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند ساخته شده است. هر لایه دارای منافذی می‌باشد که می‌توان دزیمترها را درون آن‌ها قرار داد. برای کالیبراسیون دزیمترها، دزیمترهای حرارت داده شده را در برابر تابش اشعه ایکس ۱۲۰ KV قرار داده و منحنی کالیبراسیون رسم گردید. در این مطالعه در هر منفذ دو کریستال (TLD) قرار داده شد. دز جذبی ارگان از محاسبه میانگین قرائت شده از هر دو کریستال بدست آمد. جهت قرائت دزیمترها از دستگاه قرائت‌گر (Harshaw۴۵۰۰، Ohio USA) استفاده گردید.

نتایج: نتایج این تحقیق نشان داد که در هنگام سی تی اسکن اسپیرال ناحیه سر، بیشترین پرتوگیری را پوست سر در ناحیه استخوان پس سری به میزان ۱۱/۴۵ mGy و کم‌ترین پرتوگیری را غده تیروئید به میزان ۰/۵ mGy دریافت کرده است. همچنین در اسکن اسپیرال از ناحیه شکم و لگن حداکثر پرتوگیری در پوست ناحیه شکم ۲۳/۳۲ mGy و کم‌ترین پرتوگیری در ناحیه چشم به میزان ۰/۱۵ mGy محاسبه گردید. نتایج محاسبه شده با مقادیر قرائت شده توسط آشکار ساز دستگاه سی تی اسکن اسپیرال هم خوانی دارد.

نتیجه گیری: با توجه به اصل ALARA توصیه می‌شود شرایط تصویربرداری طوری انتخاب شود که بدون لطمه زدن به کیفیت تصویر، دز جذبی اندام‌های حساس در حد امکان کاهش داده شود.

کلمات کلیدی: دزیمتری، ترمولومینسانس، سی تی اسکن، فانتوم راندو

مقدمه

استفاده از روش‌های مختلف تصویر برداری که از پرتوهای ایکس استفاده می‌کنند، باعث شده است که در پرتوگیری جوامع انسانی، این روش تصویربرداری سهم عمده‌ای را در بین منابع مصنوعی به خود اختصاص دهد (۱). به همین دلیل مراجع قانون گذار در امر حفاظت در برابر پرتوها و شاغلین در حرفه‌های پزشکی همواره نگران آثار دراز مدت ناشی از کاربرد این پرتوها در پزشکی، مثل سرطان و اثرات ژنتیکی آن‌ها می‌باشند (۲). در دهه گذشته توجه بیشتری به زمینه‌های دزیمتری در رادیولوژی تشخیصی گردیده است (۳).

با افزایش کاربرد انواع مختلف سی تی اسکن، نگرانی در خصوص پرتوگیری زیاد بیماران و کارکنان این بخش‌ها افزایش یافته است (۴). انجام سی تی اسکن مستلزم پرتوگیری بیشتر بیماران نسبت به رادیوگرافی‌های معمولی و فلوروسکوپی می‌باشد. در حدود ۳۰ درصد از پرتوگیری‌های ناشی از سیستم‌های تصویربرداری مربوط به سی تی اسکن می‌باشد و این در حالی است که فقط ۳ درصد تصویربرداری‌ها با سی تی اسکن انجام می‌شود (۵). در بین سیستم‌های مختلف سی تی اسکن، سیستم اسپیرال دارای مزایای متعددی نسبت به بقیه می‌باشد از جمله اینکه:

* **نویسنده مسئول:** گـروه فیـزیک پزشکـی، دانشگاه علـوم پزشکی فسـا، فـارس، ایـران.
تلفن: ۲۲۲۰۹۹۴ ـ ۰۷۳۱ Email: ghadadi@gmail.com

۱- زمان انجام تصویربرداری به مقدار قابل توجهی کاهش داده می‌شود.
۲- تصویربرداری سه بعدی بهتری انجام می‌شود.
۳- بین اسکن‌ها تأخیری وجود ندارد.

گرچه نتایج دزیمتری‌های انجام شده از مراکز مختلف سی تی اسکن، تفاوت زیادی با یکدیگر نشان می‌دهد، ولی انجام یک سی تی اسکن معمولی از ناحیه قفسه سینه موجب دریافت دز تقریبی ۸ میلی سیورت می‌گردد که ۴۰۰ برابر دز دریافتی ناشی از یک رادیوگرافی معمولی از قفسه سینه می‌باشد.

پرتوگیری‌های ناشی از انجام سی تی اسکن معمولی از ناحیه شکم و لگن توسط Rehani به میزان ۱۵-۵ میلی سیورت گزارش شده است (۶). با در نظر گرفتن این موضوع که میانگین پرتوگیری سالیانه یک رادیولوژیست ۱ میلی سیورت می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که انجام یک سی تی اسکن منفرد باعث می‌شود که پرتوگیری بیمار برابر مجموع پرتوگیری یک رادیولوژیست در مدت ۵ الی ۲۵ سال کار مداوم برسد. به علاوه اندام‌های سطحی مانند پوست، چشم و تیروئید تابش‌های بیشتری دریافت خواهند کرد، هرچند که خود این اندام‌ها بندرت هدف اصلی تصویربرداری می‌باشند.

Hopfer و همکاران در تحقیقات خود به این نکته اشاره کرده‌اند که پرتوگیری مکرر پستان یک خانم با دزی در حد ۱۰ میلی گری قبل از ۳۵ سالگی ریسک ابتلای وی به سرطان سینه را بیش از ۱۳/۶ درصد نسبت به آهنگ معمول وقوع این بیماری در بین جوامع انسانی افزایش می‌دهد و یک دز ۵۰ میلی گری این رقم را به بیش از ۶۰ درصد افزایش می‌دهد (۷). در تحقیقی که در ایران توسط کشتکار و همکاران صورت گرفته و طی آن با استفاده از سیستم دزیمتری TLD مقدار دز دریافتی اندام‌های مختلف بیماران ضمن اسکن سر و سینه تعیین گردیده است، نشان داده شده است که چشم بیماران دز بالایی دریافت می‌کنند (۸). در مطالعه دیگری توسط اباهاشمی و همکاران، پرتوگیری تیروئید در سی تی اسکن اسپیرال قفسه سینه ۲/۴۲ mGy گزارش شده است (۹).

با توجه به این که شهرستان فسا در مسیر جاده پر رفت و آمد شیراز ـ بندرعباس واقع گردیده و آمار زیاد تصادفات در این شهرستان، تعداد زیادی از درخواست‌های انجام سی تی اسکن مربوط به ناحیه سر و شکم و لگن می‌باشد؛ لذا بررسی‌های انجام شده نیز معطوف به روش اسکن اسپیرال سر و شکم و لگن گردیده است.

هدف از انجام این تحقیق، تعیین دز دریافتی چشم، پوست، تیروئید، تخمدان، رحم و پستان بیماران زن، در انجام سی تی اسکن سر، شکم و لگن به کمک استفاده از فانتوم راندو و روش دزیمتری ترمولومینسانس بوده است.

مواد و روش‌ها

دستگاه سی تی اسکن اسپیرال که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است ساخت کارخانه Simens Somatom می‌باشد که ابتدا در سال ۱۳۸۱ در بیمارستان شریعتی نصب و مورد بهره برداری قرار گرفته و سپس به بیمارستان ولی عصر منتقل شده و تا کنون از آن استفاده می‌شود. یکی از قابلیت‌های این دستگاه توانائی آن در اندازه گیری دز پوست بیمار در هر آزمایش می‌باشد که در این تحقیق میزان دزی که توسط قرائت‌گر دستگاه نشان داده شده است با میزان دز جذبی توسط چیپس‌های TLD که در بدن فانتوم معادل بدن انسان قرار گرفته بودند مقایسه گردید. تکنیکی که معمولاً جهت انجام اسکن مورد استفاده قرار می‌گیرد و در این بررسی عیناً تکرار شده است، به صورت زیر می‌باشد:

اسکن سر: mAs:90, Kv:130, HVL:7.6mmAl, Pitch factor:1

اسکن شکم و لگن: mAs:110, Kv:130, HVL:7.6mmAl, Pitch factor:1

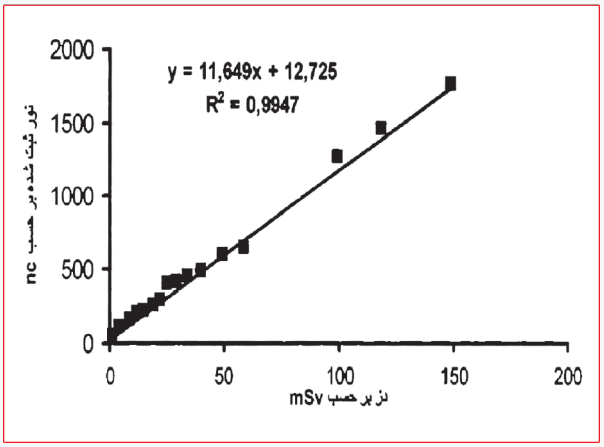
فانتوم مورد استفاده، Rando-Phantom به وزن ۵۴ کیلوگرم و قد ۱۶۳ سانتی متر همراه با فانتوم پستان استاندارد می‌باشد. این فانتوم از جنس معادل بافت نرم با چگالی 1.25g/cm^3±0.985 و عدد اتمی موثر 7.3 ±25 ساخته شده است (۱۰). این فانتوم از ۳۵ برش عرضی تشکیل شده است که ضخامت هر برش آن ۲/۵ سانتی متر می‌باشد. دهان این فانتوم، دارای دندان‌های فک بالا و پایین بوده و در مجرای حلق، نای و مری آن هوا وجود دارد. ریه این فانتوم دارای دانسیته 0.3g/cm^3 می‌باشد. در هر برش فانتوم، تعدادی سوراخ به شکل استوانه تعبیه شده است که با استوانه‌هایی از جنس معادل بافت پر شده است و می‌تواند با کپسول‌های حاوی دزیمترها جایگزین گردد.

سی تی اسکن اسپیرال ناحیه شکم و لگن با فاکتور پیچ معادل ۱ از ناحیه استخوان جناغ سینه شروع شده و به ناحیه استخوان عانه ختم گردیده است. وضعیت گانتری نسبت به تخت به صورت عمودی و فانتوم به حالت طاق‌باز بر روی تخت قرار گرفته است.

سی تی اسکن از ناحیه سر فانتوم نیز با پیچ فاکتور معادل ۱ و زاویه گانتری نسبت به تخت ۱۰ درجه به سمت پا انجام شده است. در این وضعیت از افتادن تصویر استخوان حدقه چشم بر روی تصاویر مغز جلوگیری می‌شود و مقدار پرتوهای اولیه رسیده به چشم بیمار حداقل می‌باشد.

دزیمتر مورد استفاده، چیپس‌های فلورید لیتیم TLD-100 ساخت کارخانه هارشاو (Harshaw, solon, ohio, USA) بود که با یک دستگاه قرائت‌گر TLD مدل ۴۵۰۰ ساخت کارخانه هرشاو دزیمترش انجام گردید. برای کالیبراسیون چیپس‌ها، تعداد ۴۰ عدد از آن‌ها در واحد SSDL مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران، تحت تابش پرتوهای ایکس با کیفیت مشابه و با دزهای مختلف قرار گرفت که نتایج آن در شکل ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱: منحنی کالیبراسیون دزیمترهای TLD



به منظور حذف هر نوع انرژی ذخیره شده قبلی در دزیمترها که ممکن است ضمن حمل و نقل، تابش نور و یا موارد دیگر در دزیمتر ذخیره شده باشد، قبل از هرگونه پرتودهی دزیمترها را ابتدا به مدت یک ساعت در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد گرم کرده و پس از این که به دمای محیط رسید مجدداً به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی دستگاه حرارت داده شدند. تا قبل از استفاده از دزیمترها، در محلی دور از نور نگهداری شدند. به منظور حذف پرتوهای زمینه از دزهای بدست آمده، تعداد ۱۰ دزیمتر نیز به عنوان شاهد منظور شدند. برای تابش دهی به دزیمترها، آن‌ها را درون کیسه‌های نایلونی قرار داده و پس از علامت گذاری در محل مورد نظر بر روی سطح خارجی و یا درون فانتوم در محل‌های آناتومیک مورد نظر قرار داده شدند.

برای تعیین پرتوگیری پوست ضمن اسکن سر، چند دزیمتر در محل پیشانی، گونه‌ها و پشت سر روی ناحیه استخوان پس سری قرار داده شد. برای تعیین پرتوگیری پوست ضمن اسکن از ناحیه شکم و لگن، ۱۲ قطعه چیپس روی محور Z از برش شماره ۱۹(روی زائده زایفوئید استخوان جناغ سینه) تا برش شماره ۲۹ به ترتیب در امتداد یکدیگر و وسط هر برش قرار داده شد. همچنین وسط برش شماره ۲۵ نیز تعداد ۴ عدد چیپس قرار داده شد تا پرتوگیری پوست در نواحی مختلف ضمن اسکن شکم و لگن تعیین گردد (شکل ۲).



شکل ۲: فانتوم راندو دزیمترها روی ناحیه تیروئید و چشم‌ها قرار گرفته‌اند.

نتایج

در ضمن اسکن ناحیه سر، لنز چشم، پوست و تیروئید جزء ارگان‌های حساس محسوب می‌شوند. در جذبی این اندام‌ها که طی این مطالعه بدست آمده است در جدول شماره ۱ گزارش شده است. این نتایج نشان می‌دهند که حداکثر دز جذبی استخوان پس سری mGy ۱۱/۴۵ محاسبه شده است. آشکار ساز دستگاه سی تی اسکن انرژی جنبشی انتقال یافته به حجم هوای آشکارساز را mGy ۱۳/۶۸ نشان می‌دهد که تفاوت معنی داری را نشان نمی‌دهد.

میانگین دز جذبی در ناحیه گونه‌ها mGy ۰/۳۵ بدست آمده است. میانگین دز جذبی لنز چشم راست و چپ به ترتیب ۷/۱۴ و ۷/۵۵ میلی گری بدست آمده است. دز جذبی در ناحیه لب راست تیروئید ۰/۵۴ و در ناحیه لب چپ تیروئید ۰/۵۰ میلی گری محاسبه گردید. بر اساس گزارش Nishizawa و همکاران پرتوگیری لنز چشم برای برشی با ضخامت ۳ میلی متر معادل ۲۲ میلی سیورت بوده است. در مطالعه‌ای که توسط Rehani و همکاران انجام گرفته است، دز جذبی لنز چشم هنگام سی تی اسکن مغز mGy ۲۵ و هنگام سی تی اسکن سینوس‌ها mGy ۷۰ گزارش شده است (۶). محدوده دز برای جلوگیری از بروز کدورت چشم پرتوکاران که توسط کمیسیون بین‌المللی حفاظت رادیولوژیکی (ICRU) توصیه شده است، mGy ۱۵۰می‌باشد (۱۲ و ۱۳). گرچه جهت موارد تشخیصی و درمانی محدودیتی در خصوص پرتوگیری بیماران وضع نشده است، با این حال در برخی از موارد سی تی اسکن، ممکن است پرتوگیری چشم بیماران از این حد فراتر رود و لذا کنترل پرتوگیری چشم بیماران ضروری می‌باشد.

جدول ۱: دز جذبی پوست ضمن اسکن سر (mGy)

محل	(حداقل-حداکثر) متوسط
پیشانی	۶/۹(۵/۷-۷/۲)
گونه	۰/۳۵(۰/۲۵-۰/۴۵)
پوست استخوان پس سری	۱۱/۴۵

جدول ۲: دز جذبی اندامهای حساس ضمن اسکن سر (mGY)

محل	(حداقل-حداکثر) متوسط
چشم راست	۷/۱۴(۶/۹۳-۷/۴)
چشم چپ	۷/۵۵(۷/۳-۷/۸)
لوب راست تیروئید	۰/۵۴
لوب چپ تیروئید	۰/۵

نتایج این بررسی نشان داد که میزان پرتوگیری تخمدان‌ها راست و چپ به ترتیب ۳۳/۶mGy و ۵۲/۶mGy و پرتوگیری رحم در دو مقطع به ترتیب ۳۰ و ۳۱ میلی گری و ۷/۰۵ و ۸/۱۶ میلی گری محاسبه گردیده است.

جهت تخمین ریسک ابتلا به سرطان تیروئید، ICRU ضریب $۰/۷۵\times۱۰^{-۲}$ به ازای هرگری را پیشنهاد داده است. با ضرب نمودن این ضریب در میانگین دز جذبی تیروئید میزان افزایش احتمال ابتلا به سرطان تیروئید ۳۹×۱۰^{-۷} محاسبه گردید.

نتیجه‌گیری

با توجه به دزهای محاسبه شده، پرتوگیری اندام‌های حساس بیماران در ضمن انجام سی تی اسکن کمتر از مقادیر مجاز توصیه شده توسط ICRU بوده است. با توجه به اصل ALARA توصیه می‌شود شرایط تصویربرداری طوری انتخاب شود که بدون لطمه زدن به کیفیت تصویر، دز جذبی اندام‌های حساس در حد امکان کاهش داده شود.

References

1. United Nations Scientific Committee on the Atomic Radiation. Ionizing Radiation: levels and effects. New York. 1972.
2. United Nations Scientific Committee on the Atomic Radiation. Sources, effects and risks of Ionizing Radiation. New York. 2000.
3. Klement AW, Miller CR. Estimation of Ionizing Radiation Doses in the United States 1960-2000. U.S. Environmental protection agency report ORP/CSD 72-1. 1972.
4. Blus N, Pages J. Evaluation of patient and staff doses during various CT flouroscopy guided interventions. Health physics. 2003;85(2):165-173.
5. Rogalla P, Stover B, Scheer I, Juran R. Low dose spiral CT in pediatric chest imaging. Pediatr Radiol. 1999;29(8):565-569.
6. Rennal M. Caution on Radiation dose. Indian J Radiol Imaging. 2000;10:19-20.
7. Hopper KD, King SH, Lobell ME. The breast in plane X-Rayprotectionduring diagnostic thoracic CT. shielding with Bismuth Radioprotective garnets. Radiology. 1977;205:853.
8. Keshtkar A, Sharafi A. CT Scan dosimetry in 4 hospitals of Tehran.[M.Sc Thesis]. Tehran: 1997. [Article in Persian]
9. Abahashemi F, Bahraynee M, Sharafi A. Measurment of thyroid dose due to scatter radiation during thoracic imaging. The 5th Iranian medical physics congress. Tehran: Iran, 2002. [Article in Persian]
10. Lanzi HL. The Rando Phantom and its medical application. The phantom laboratory. 1995.
11. Tsapaki V, Kottou S, Papadimitriou D. Application of european commission reference dose in CT examination in crete, Greece. Br. J. Radiol. 2001;74(885):836-840.
12. Rehani MM, Govinda Rajan KN. Radiation protection for doctors. Association of Medical Physics of India. 1997:25-29.
13. ICRP Publication 60, Recommendation of the international Commission on Radiological protection. Annals of ICRP. 1991: Oxford: Pergamion Press.

Original Article

Evaluation of Absorbed Dose of Critical Organ in Rando Phantom under Head, Abdomen and Pelvis Spiral CT Scan by Thermo Luminescent Dosimetery (TLD)

Haddadi GH[1*], Mehdizadeh S[2], Haddadi MB[3], Meshkibaf MH[4]

1- Department of Medical Physics, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Fars, Iran.
2- Department of Medical Radiation, Faculty of Engineering, Shiraz University, Shiraz, Fars, Iran.
3- Faculty of Electronic Engineering, Shiraz University, Shiraz, Fars, Iran.
4- Department of Biochemistry, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Fars, Iran.

Abstract

Background & Objective: Computed tomography (CT) represents 11% of all diagnostic radiology procedures but it contributes to almost 67% of the total effective dose to the human population. In head and neck CT which consist of 1/3 of total CT scans, other critical organs such as lenses and thyroid are in the radiation field. Also in the abdomen and pelvis scan, irradiation of ovaries is unavoidable. Because of high sensitivity of these organs, the probability of abnormality and cancer in these organs has increased. Therefore the dose assessment in these organs is very important. The aim of this study is to estimate the absorbed dose in critical organ of patient undergoing common head, neck, abdomen and pelvic spiral CT scan.

Materials & Methods: In this study, Lithium fluoride thermo luminescent dosimeters (TLD-100, Harshaw) were used to determine the absorbed dose of critical organ of tissue equivalent rando phantom (Alderson research industries, Inc, Stanford, Conn, U.S.A). The phantom was sectional in design and manufactured with a 2.5 cm slab thickness. Each section contained some holes that allowed accommodation of TLDs. At least two crystals were placed in each hole. The average value of the TLD readings was taken as the organ dose. Readouts were obtained on a Harshaw 4500 reader (Harshaw, Ohio, USA). For calibration, the annealed dosimeters were exposed to an X-ray beam resulting from 120 kVp tube voltage and calibration curve was plotted.

Results: Result of this study showed during head CT scan the maximum absorbed dose belongs to occipital bones skin. Which were about 11.45 mGy and the minimum absorbed dose belong to thyroid gland which was 0.5 mGy. During abdomen & pelvic spiral CT, the maximum absorbed dose of abdomen skin was 23.32 mGy and the minimum absorbed dose in the eye region was 0.15 mGy. The readout results are correlated with the results of spiral CT detector with the "ALARA" principle, we recommend suitable techniques should be selected to reduce absorbed dose of critical organ without reducing image quality.

Conclusion: More research is required to investigate whether modification of the parameters used during routine spiral CT scan can be limited absorbed dose of critical organ without a significant loss of image quality.

Keywords: TLD, Rando Phantom, Spiral CT Scan, Dosimetry

*** Corresponding author: Haddadi Gholamhassan,** Department of Medical Physics Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Fars, Iran.
Tel: +987312220994
Email: ghadadi@gmail.com