

# Estimated organ and effective dose from CT examinations using software impact at Shahid Beheshti University of Medical Sciences hospitals

Hossein Sadra<sup>1</sup>, Mohamad reza Deevband<sup>2</sup>, Darius Sardary<sup>3</sup>

1. Nuclear Engineering Master of science

2. PHD faculty members Shahid Beheshti University of Medical Sciences Tehran

3. PHD, Faculty of Science, Islamic Azad University of Tehran

(Received: 2015/10/31    Accept: 2016/1/27)

## Abstract

**Background:** The increasing incidence of infertility is alarming. About %30-10 Background: Given the importance of CT imaging in the diagnosis and treatment of diseases, the concern of the dose that patients are receiving while undergoing CT examination and the lack of information about the situation in the centers CT scan was conducted at Shahid Beheshti University of Medical Sciences.

**Methods:** A descriptive study was conducted. A list of CT scans of patients who are still under the supervision of Shahid Beheshti University of Medical Sciences were prepared (the public sector). Exposure data were collected via referring to the centers (kV voltage level and mA and scan time) and two methods were used and back up CT scan of the patient's history was carried. Dosimetry on phantoms, phantom head and body with the same exposure conditions (radiation) was performed and the organ dose and effective dose received by mili Gary was calculated according mili Sivert.

**Results:** The research was conducted in five centers with CT scan. In CT scan of the head (head CT) brain dose, the highest dose (31.55 mG) and bladder lowest dose (zero) and in CT scan of the chest (chest CT), breast highest dose (20.67 mG) and bladder lowest dose (0.005 mG) and in CT scan of the abdomen and pelvis (abdominal pelvis) bladder highest dose (16.44 mG) and brain lowest dose (0.002 mG) was calculated. Furthermore, effective dose received by patients for three protocols of the head, chest, abdomen pelvis centers surveyed, respectively. The lowest effective dose for the patient CT scan of the head ( $\pm 0.16$  1.55 mSv) and the lowest effective dose for the patient CT scan of the chest ( $3.4 \pm 0.3$  mSv) and the highest effective dose received by patients CT scan of the abdomen pelvis ( $6.8 \pm 0.3$  mSv), respectively.

**Conclusions and Recommendations:** It seems organ dose and effective dose in some higher centers of the world standard (ICRP) and the overall dose exposure is a concern.

**Keywords:** : Software Impact, Organ dose, Effective dose

\*Corresponding author: Hossein Sadra, 15 khordad hospital of Tehran  
Tel: +98-912-5785385  
Email: amir.sadra81@yahoo.com

# بررسی میزان دوز دریافتی اندام‌ها و دوز موثر در سی‌تی‌اسکن بیمارستان‌های تابعه دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی سال ۱۳۹۳

حسین صدرا<sup>۱</sup>، محمد رضا دیوبند<sup>۲</sup>، داریوش سرداری<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی مهندسی هسته‌ای پرتو پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران  
۲- دکتری بیوفیزیک و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران  
۳- دکتری مهندسی پرتو پزشکی و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۸/۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۷

## چکیده

**سابقه و هدف:** با توجه به اهمیت تصویربرداری سی‌تی‌اسکن، در تشخیص طرح درمان بیماری‌ها و نگرانی از میزان دوز دریافتی بیماران تحت معاینه سی‌تی‌اسکن و خلخ اطلاعاتی درمورد وضعیت آن در مراکز سی‌تی‌اسکن تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی این تحقیق انجام شد.  
**مواد و روش‌ها:** تحقیق به روش توصیفی انجام شد. فهرست مراکز سی‌تی‌اسکن با مراجعه کننده زیاد که زیر نظر دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی اداره می‌شوند، تهیه شد (بخش دولتی). با مراجعه به این مراکز و جلب همکاری آن‌ها و جمع‌آوری اطلاعات اکسپوزر (میزان کیلو ولتاژ و میلی آمپر و زمان اسکن و...) به دو طریق پرسشنامه‌هایی که در اختیار کارشناسان سی‌تی‌اسکن قرار گرفت و نیز *Buck up* که از سابقه بیماران از دستگاه سی‌تی‌اسکن تهیه شده بود، انجام گرفت. دوزیمتری روی دو فانتوم سر و فانتوم بدن با همان شرایط اکسپوزر (تابش اشعه) انجام و میزان دوز اندام‌ها بر حسب میلی‌گری و دوز موثر دریافتی بر حسب میلی‌سیورت محاسبه شد.

**یافته‌ها:** تحقیق در پنج مرکز سی‌تی‌اسکن دانشگاه انجام شد و برای سی‌تی‌اسکن سر (*Head CT*) میزان دوز دریافتی مغز بالاترین مقدار (31.55 میلی‌گری) و متانه کمترین دوز دریافتی (صفر) و برای سی‌تی‌اسکن قفسه سینه (*Chest CT*) پستان بالاترین دوز دریافتی (20.67 میلی‌گری) و متانه کمترین دوز دریافتی (0.005 میلی‌گری) و برای سی‌تی‌اسکن شکم لگن (*ecivleP lanimodbA*) متانه بالاترین دوز دریافتی (16.44 میلی‌گری) و مغز کمترین دوز دریافتی (0.002 میلی‌گری) محاسبه و همچنین دوز موثر دریافتی بیماران برای سه پروتکل سر، قفسه سینه و شکم لگن برای مراکز مورد بررسی، محاسبه شد. بالاترین دوز موثر دریافتی بیماران در سی‌تی‌اسکن سر مربوط به مرکز ۴ ( $1.55 \pm 0.16$  میلی‌سیورت) و بالاترین دوز موثر دریافتی بیماران در سی‌تی‌اسکن قفسه سینه مربوط به مرکز ۵ ( $3.4 \pm 0.3$  میلی‌سیورت) و بالاترین دوز موثر دریافتی بیماران در سی‌تی‌اسکن شکم لگن مربوط به مرکز ۳ ( $6.8 \pm 0.3$  میلی‌سیورت) به دست آمد.

**نتیجه‌گیری و توصیه‌ها:** به نظر می‌رسد دوز جذبی اندام‌ها و دوز موثر در بعضی مراکز بالاتر از میزان استاندارد جهانی (*ICRP*) است و به طور کلی این میزان دوز پرتوگیری جای نگرانی است.

**کلمات کلیدی:** سی‌تی‌اسکن، دوز جذبی، دوز موثر و نرم‌افزار ایمپکت

## مقدمه

آزمون‌های پزشکی از جمله خدمات سی‌تی‌اسکن است. (۲) در سال ۱۹۷۰ از سوی آقای هانسفیلد ریاضیدان انگلیسی، دستگاه سی‌تی‌اسکن اولیه شرح داده شد و در سال ۱۹۷۲ برای نخستین بار برای معاینات کلینیکی استفاده شد. تا به حال از وضعیت میزان دوز دریافتی اندام‌ها و دوز موثر برای آزمون‌های

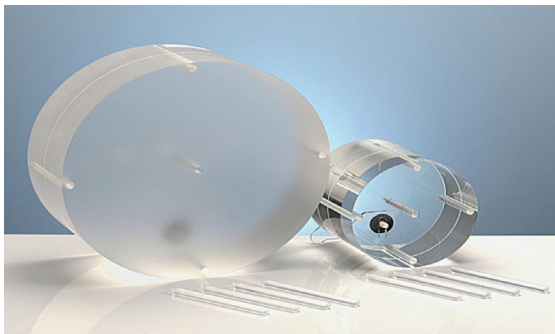
امروزه سی‌تی‌اسکن به دلیل مهارت‌های تصویری مورد استقبال فراوانی قرار گرفته و روند رو به رشد فراوانی دارد. (۱) یکی از نگرانی‌های مردم به‌ویژه جامعه پزشکی مسئله ریسک متوسط برای بروز سرطان ناشی از پرتوگیری

نویسنده مسئول: حسین صدرا، بیمارستان ۱۵ خرداد، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تلفن: ۰۹۱۲۵۷۸۵۳۸۵

ایمیل: [yahoo.com@amir.sadra81](mailto:yahoo.com@amir.sadra81)

اندازه‌گیری باید در حالتی که تخت بدون حرکت است انجام شود و بارهای یونیزه توسط سیستم الکترومتر که اتاقک یونیزاسیون به آن متصل است خوانده شد (مقدار بار یونیزه شده در اتاقک که توسط الکترومتر خوانده می‌شد در ضریب کالیبراسیون اتاقک و فاکتورهای تصحیح دما و فشار ضرب شده و مقدار دوز برحسب میلی‌گری در سانتیمتر به دست آمد). سپس مقدار CTDI با تقسیم بر مقدار ضخامت به دست می‌آید و در مرحله بعدی اتاقک در سوراخ دیگری قرار داده شد. برای هر سوراخ و برای هر مقطع آزمایش سه بار انجام و برای هر سوراخ در هر مقطع مقدار میانگین محاسبه شد که در نهایت ۱۵ بار برای CTDI برای سه مقطع در هر فانتوم به دست آمد. با این روش اسکنر ۴۵ بار به طور منفرد به دور هر فانتوم چرخید و در هر فانتوم ۱۵ بار برای CTDI به دست آمد. بنابراین میانگین مقادیر سطحی و میانگین مقادیر سوراخ مرکزی برای هر اسکنر به دست آمد و در نهایت مقدار  $CTDI_w$  (شاخص دوز وزنی) از رابطه  $CTDI_w = \frac{1}{3}CTDI_c + \frac{2}{3}CTDI_p$  به دست می‌آید (که در آن  $CTDI_c$  میانگین مقادیر مرکزی و  $CTDI_p$  میانگین مقادیر سطحی است) در مرحله بعد، محاسبه دوز اندام‌ها و دوز موثر به کمک نرم افزار ایمپکت ویرایش ۱،۲، نسخه ۲۰۱۴ انجام شد. (شکل ۲) این نرم‌افزار برای محاسبه دوز اعضا و دوز موثر بیماران که تحت معاینات سی‌تی‌اسکن قرار می‌گیرند استفاده می‌شود و بر اساس روش شبیه‌سازی مونتکارلو (Monte Carlo) که در گزارش SR252 در سال ۱۹۹۳ توسط NRPB منتشر شده است عمل می‌کند. (۱۰)



شکل ۱ فانتوم سر (راست) و فانتوم تنه (چپ)

#### یافته‌ها:

تحقیق در پنج مرکز سی‌تی‌اسکن، بیمارستان شهید مدرس، بیمارستان مسیح دانشوری، بیمارستان لقمان، بیمارستان شهید مدرس، بیمارستان شهید رجایی و بیمارستان شهید بهشتی، بیمارستان‌ها و معرفی‌نامه و توجیه مسئولان بخش سی‌تی‌اسکن انجام شد. به این ترتیب که پرسشنامه‌هایی که شامل چند قسمت بود به این مراکز تحویل داده شد. یک پرسشنامه مربوط به نوع دستگاه سی‌تی‌اسکن و ویژگی‌های آن است و پرسشنامه‌ای مربوط به هر بیمار که در آن نوع پروتکل استفاده فاکتورهای اکسپوزر (میلی آمپر، کیلوولتاژ، پیچ دستگاه، زمان اسکن، طول اسکن...) و شرایط بیمار (سن، وزن) ثبت می‌شود. مطالعه در باره آزمون‌هایی که بیشتر رایج هستند، انجام شد. این آزمون‌ها شامل سر (Head)، قفسه سینه (Thorax)، شکم لگن (Pelvive-Abdomen) است. وسایل مورد نیاز در این مطالعه شامل اتاقک یونیزان قلمی (pencil ionization chamber) با طول ۱۰۰ میلی متر، دو فانتوم استاندارد برای سر (Head) و تنه (Body) از نوع PMMA (PolyMethyMethAcrylate) و یک الکترومتر است. اتاقک یونیزان برای هر نوع آزمون کالیبره می‌شد. فانتوم سر ۱۶ سانتی‌متر قطر و ۱۵ سانتی‌متر طول و فانتوم تنه ۳۲ سانتی‌متر قطر و ۱۵ سانتی‌متر طول دارد. هر فانتوم دارای ۴ سوراخ محیطی (که یک سانتی‌متر زیر سطح قرار دارند) و یک سوراخ مرکزی و طول هر سوراخ ۱۰۰ میلی‌متر است. یکی از روش‌های مورد استفاده برای این اندازه‌گیری، شاخص دوز سی تی توزین شده ( $CTDI_w$ ) به همراه اطلاعات موجود در بخش‌های سی‌تی‌اسکن است. برای شبیه‌سازی بدن هنگام دوزیمتری، از فانتوم استفاده شد. فانتوم‌ها به دلیل اینکه از نظر خواص جذب و پراکندگی پرتو بسیار شبیه بافت نرم بدن است به عنوان مواد معادل بافت بدن انسان در دوزیمتری پرتودرمانی کاربرد وسیعی دارد. (شکل ۱) مقدار CTDI را می‌توان با اتاقک یونیزاسیون قلمی برای مقاطع مختلف و برای سوراخ‌های مختلف به دست آورد. به این ترتیب که اتاقک یونیزان در داخل یکی از سوراخ‌ها قرار داده شد و بقیه سوراخ‌ها از جنس فانتوم پر و ضخامت مورد نظر انتخاب و روی فانتوم، اسکن انجام گرفت.

سی‌تی‌اسکن در سطح دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی مطالبی منتشر نشده است و با توجه به اینکه، تابش پرتو ایکس ناشی از آزمون‌های سی‌تی‌اسکن، به بافت‌های بدن به‌ویژه به اندام‌های حساس به تشعشع، آسیب می‌رساند و همچنین گزارش‌های اخیر، خطر بالقوه سرطان که نتیجه مواجهه با تابش پایین در آزمایش‌های سی‌تی‌اسکن است (۳) را نشان می‌دهد.

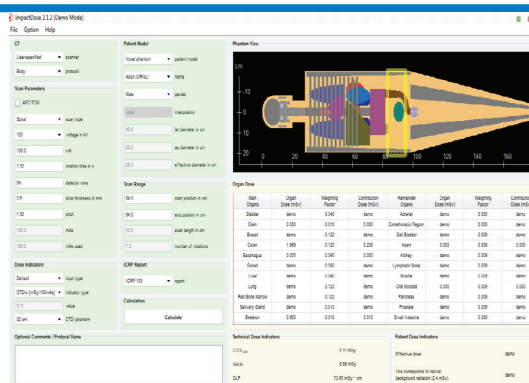
Hopper و همکارانش در تحقیق‌های خود به این نکته اشاره کرده‌اند که پرتوگیری مکرر پستان یک خانم با دوزی در حد ۱۰ میلی‌گری قبل از ۳۵ سالگی ریسک ابتلای وی به سرطان سینه را بیش از ۱۳/۶ درصد نسبت به آهنگ معمول وقوع این بیماری در جامعه افزایش می‌دهد و دوزی معادل ۵۰ میلی‌گری می‌تواند آن را به بیش از ۶۰ درصد افزایش دهد (۴). آستانه دوز برای کدورت وتاری عدسی چشم ۰.۵ تا ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌گری است که این مقدار برای کودکان کم تر از نصف است. (۵)

با توجه به مطالب فوق و اینکه در مطالعات قبلی آقای بحرینی برای سی‌تی‌اسکن سر، مقدار دوز دریافتی مغز 10.39 و تیروئید 0/189 میلی‌گری و دوز موثر برای سی‌تی‌اسکن سر 0.36 میلی‌سیورت. (۶) آقای Nishazaki مقدار دوز موثر برای سی‌تی‌اسکن سر 0.49 میلی‌سیورت. (۷) و Caracappa مقدار دوز موثر برای سی‌تی‌اسکن سر 0.75 میلی‌سیورت. (۸) و ICRP (کمیت‌ه حفاظت در برابر پرتوهای یونیزان) میزان دوز موثر در سی تی سر را برابر یک میلی‌سیورت گزارش کرده است. (۹) این تفاوت‌ها و خلغ اطلاعاتی در مورد بیمارستان‌های دانشگاه شهید بهشتی و برای تاکید میزان دوز جذبی اندام‌ها و دوز موثر دریافتی در سی‌تی‌اسکن رایج این تحقیق انجام شد.

#### مواد و روش‌ها:

تحقیق به روش توصیفی برای مراکز سی‌تی‌اسکن وابسته به دانشگاه که شامل پنج مرکز، بیمارستان شهید مدرس، بیمارستان مسیح دانشوری، بیمارستان لقمان حکیم، بیمارستان کودکان مفید و بیمارستان شهید رجایی و با مراجعه به بیمارستان‌ها و معرفی‌نامه و توجیه مسئولان بخش سی‌تی‌اسکن انجام شد.

به این ترتیب که پرسشنامه‌هایی که شامل چند قسمت بود به این مراکز تحویل داده شد. یک پرسشنامه مربوط به نوع دستگاه سی‌تی‌اسکن و ویژگی‌های آن است و پرسشنامه‌ای مربوط به هر بیمار که در آن نوع پروتکل استفاده فاکتورهای اکسپوزر (میلی آمپر، کیلوولتاژ، پیچ دستگاه، زمان اسکن، طول اسکن...) و شرایط بیمار (سن، وزن) ثبت می‌شود. مطالعه در باره آزمون‌هایی که بیشتر رایج هستند، انجام شد. این آزمون‌ها شامل سر (Head)، قفسه سینه (Thorax)، شکم لگن (Pelvive-Abdomen) است. وسایل مورد نیاز در این مطالعه شامل اتاقک یونیزان قلمی (pencil ionization chamber) با طول ۱۰۰ میلی متر، دو فانتوم استاندارد برای سر (Head) و تنه (Body) از نوع PMMA (PolyMethyMethAcrylate) و یک الکترومتر است. اتاقک یونیزان برای هر نوع آزمون کالیبره می‌شد. فانتوم سر ۱۶ سانتی‌متر قطر و ۱۵ سانتی‌متر طول و فانتوم تنه ۳۲ سانتی‌متر قطر و ۱۵ سانتی‌متر طول دارد. هر فانتوم دارای ۴ سوراخ محیطی (که یک سانتی‌متر زیر سطح قرار دارند) و یک سوراخ مرکزی و طول هر سوراخ ۱۰۰ میلی‌متر است. یکی از روش‌های مورد استفاده برای این اندازه‌گیری، شاخص دوز سی تی توزین شده ( $CTDI_w$ ) به همراه اطلاعات موجود در بخش‌های سی‌تی‌اسکن است. برای شبیه‌سازی بدن هنگام دوزیمتری، از فانتوم استفاده شد. فانتوم‌ها به دلیل اینکه از نظر خواص جذب و پراکندگی پرتو بسیار شبیه بافت نرم بدن است به عنوان مواد معادل بافت بدن انسان در دوزیمتری پرتودرمانی کاربرد وسیعی دارد. (شکل ۱) مقدار CTDI را می‌توان با اتاقک یونیزاسیون قلمی برای مقاطع مختلف و برای سوراخ‌های مختلف به دست آورد. به این ترتیب که اتاقک یونیزان در داخل یکی از سوراخ‌ها قرار داده شد و بقیه سوراخ‌ها از جنس فانتوم پر و ضخامت مورد نظر انتخاب و روی فانتوم، اسکن انجام گرفت.



شکل ۲ نرم افزار ایمپکت ۲،۱،۲

جدول شماره ۱ دوز اندامها بر حسب میلی گری در سی تی اسکن سر، قفسه سینه، شکم و لگن  
بر اساس میانگین CTDI<sub>w</sub>

اندام	مغز	تیرئوئید	قلب	پوست	چشم	مثانه	ریه	طحال	معهده	پستان
سی تی اسکن سر	31.55	0.648	0.007	1.132	24.085	0	0.084	0.003	0.003	0.021
سی تی اسکن قفسه سینه	0.077	4.219	13.361	2.281	0.031	0.005	12.748	1.892	1.643	20.678
سی تی اسکن شکم لگن	0.002	0.043	6.615	4.558	0.001	16.441	4.432	13.486	15.331	0.351

سینه و شکم لگن همزمان و به صورت جداگانه ارائه شد.  
در کشور ما به دلیل نبود روند کنترل کیفی، دستگاه های پرتونگاری تشخیصی

جدول ۲ شماره میانگین دوز موثر بر حسب میلی سیور (± انحراف معیار) در مراکز مورد تحقیق

سی تی اسکن	مرکز ۱	مرکز ۲	مرکز ۳	مرکز ۴	مرکز ۵
قفسه سینه	3.2±0.2	2.4±0.1	2.1± 0.2	1.9 ±0.1	3.4±0.3
شکم لگن	5.2±0.5	3.3±0.1	6.8±0.3	3.2±0.1	5.6±0.2
سر	0.33 ±0.02	1.1±0.2	1.23±0.13	1.51±0.16	1.21±0.13

در مدت زمان کوتاهی پس از نصب، از کالیبراسیون خارج می شوند، بنابراین در طول زمان کاربری دستگاهها، مشکلاتی نظیر انتخاب فاکتورهای تابش مناسب برای تصویربرداری، بیشتر نمایان خواهد شد. بنابراین کنترل کیفی به موقع دستگاه های سی تی اسکن و نیز ارائه پروتکل اسپورژر (میلی آمپر، کیلوولتاژ، پیچ دستگاه، زمان اسکن، طول اسکن...) مناسب به کاربران دستگاه سی تی اسکن برای کاهش دوز بیمار و دستیابی به مناسبترین کیفیت تصاویر توصیه می شود.

**تقدیر و تشکر**

از معاونت درمان دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (جناب آقای دکتر مسعود یآوری) و تمامی پرسنلی که برای تحقیق های عملی - پژوهشی در بیمارستان های تابعه با اینجانب همکاری کردند تشکر و قدردانی می کنم.

**منابع**

1-Learning Management Suite, Radiological Society Of North America (http://lms.rsna.org)  
 2-United Nations Scientific Committee on Effects of Radiation Atomic Radiation (UNSCEAR).; 2000.  
 Sources and effects of ionising radiation report to the general assembly. New York: United Nations  
 3-Journal of the American College of Radiology/Vol.11 No.3 March 2014:18.273  
 4-AJNR Am J Neuroradiol 21: 1654-1660, October 2000  
 5-Thomas R.Nelson, PhD, Department of radiology 2014 University of California, San Diego, La Jolla, California  
 6- in two teaching hospitals of Mashhad and Isfahan. 11th International Congress of Radiation  
 7-Nishizawa K, Marugama T, Takayama M, Okada M, Hachiya J, Furuya Y.;

**بحث و نتیجه گیری:**

تحقیق نشان داد که میزان دوز جذبی اندامها و دوز موثر دریافتی بیماران تحت معاینه در سی تی اسکن سر در مراکز مختلف بر حسب نوع آزمایش سی تی اسکن متفاوت است.

شایان ذکر است که این تحقیق دارای نقطه ضعفهایی است. بررسی برای تمامی مراکز تحت پوشش دانشگاه (خصوصی و دولتی) انجام نگرفت و نیز به دلیل ازدیاد بیماران تکرار بیشتر بررسی برای ارائه مقادیر دقیق تر میسر نبود و چون دوزیمتری در فانتوم انجام گرفت نمی توان همان مقادیر دوز را برای بیماران بیان کرد.

از سوی دیگر چون هیچ سوءگیری (BIAS) برای مراکز وجود نداشت و هر نتایجی که به دست آمد، بدون نام بردن مراکز ارائه شد.

Determination of organ doses and effective dose equivalents from computed tomographic examination. Br J Radiology

8-Caracappa, PF 2001 April; Investigation of patient dose from CT examination using the VIP-Man

Model. Rensselaer Polytechnic Institute Masters Thesis [Online].

9- International Commission on Radiological Protection, 1990 Recommendation of ICRP. Publication 60, 1991

10. Jianwei Gu, Amatare Dorgu X, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY. Comparison of main software packages for CT dose reporting packages for

CT dose reporting [Online]. 2008 July