Feyz Medical Sciences Journal
2024, Volume 28, Issue 3
Pages: 298-306
Doi: 10.48307/FMSJ.2023.27.3.244
Original Article

Risk Assessment of Cancer Due to Chest CT Radiation Dose in COVID-19 Patients at Shahid Beheshti Hospital, Kashan, Iran

Ahmadreza Najafi [1], Akbar Aliasgharzadeh [1*], Bagher Farhood [1], Mehran Mohseni [1] Habiballah Moradi [1]

[1] Department of Medical Physics, Faculty of Paramedicine, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran

[*]**Corresponding author: Akbar Aliasgharzadeh**, Department of Medical Physics, Faculty of Paramedicine, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran**. Email**: Alihoseini_57@miau.ac.ir

Received: 25 October 2023 **Revised:** 21 July 2024 **Accepted:** 21 July 2024

Abstract

Background and Aim: Exposure to ionizing radiation from repeated CT scan examinations increases the risk of solid cancers and leukemia. This study aims to evaluate the cancer risk associated with chest CT radiation doses in COVID-19 patients at Shahid Beheshti Hospital in Kashan, Iran.

Methods: Between January 20 and March 29, 2022, high-resolution chest CT images were obtained from 2,471 COVID-19 patients, with a mean age of 54 years. Using the average doses calculated by IndoseCT software, we estimated the Lifetime Attributable Risk (LAR) of major cancers for each patient, following the methodology outlined in the BEIR VII report.

Results: The mean effective dose was 3.47 millisieverts for women and 3.92 millisieverts for men. For men with COVID-19, lung cancer was identified as a major risk, with a mean LAR of 9.5 per 100,000 individuals. In women with COVID-19, lung, breast, and thyroid cancers were the major risk, with mean LARs of 19.7, 18.4, and 6.4 per 100,000 individuals, respectively. The overall mean LAR for solid cancers and leukemia across the entire population was estimated to be 19.4 and 1.7 per 100,000 individuals, respectively.

Conclusion: Despite a significant increase in chest CT examinations due to COVID-19 at Shahid Beheshti Hospital in Kashan, the overall cancer risk remains very low (LAR<20) according to the qualitative assessment by the World Health Organization.

Keywords: CT Dosimetry, Chest Imaging, COVID-19, Lifetime Attributable Risk, Cancer Risk

Copyright© 2024. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: http://feyz.kaums.ac.ir/

مجله علوم پزشکی فیض
دوره ۲۸، شماره ۳، مرداد و شهریور ۱۴۰۳
صفحات: ۳۰۶-۲۹۸
Doi: 10.48307/FMSJ.2023.27.3.244
اصیل پژوهشی

ارزیابی ریسک ابتلا به سرطان ناشی از دوز اشعه CT اسکن قفسه سینه در بیماران کووید-۱۹ در بیمارستان شهید بهشتی کاشان

احمدرضا نجفی [۱]، اکبر علی اصغر زاده [۱*]، باقرفرهود [۱]، مهران محسنی [۱]، حبیب الله مرادی [۱]

[۱] گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۸/۳ **اصلاح مقاله:** ۱۴۰۳/۰۴/۳۱ **پذیرش مقاله:** ۱۴۰۳/۰۴/۳۱

چکیده

زمینه و هدف: قرار گرفتن در معرض پرتوهای یونساز، به‌دلیل انجام مکرر معاینات CT اسکن، خطر ابتلا به سرطان‌های توپر و لوسمی را افزایش می‌دهد. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی ریسک ابتلا به سرطان ناشی از دوز اشعه CT قفسه سینه در بیماران کووید-۱۹ در بیمارستان شهید بهشتی کاشان انجام شد.

روش‌ها: طی دو ماه، از ۲۰ دی تا ۲۹ اسفند سال ۱۴۰۰، از تعداد ۲۴۷۱ بیمار مبتلا به کووید-۱۹ با میانگین سنی ۵۴ سال، تصاویر CT قفسه سینه با وضوح بالا اخذ شد. با استفاده از میانگین دوزهای محاسبه شده در نرم افزار IndoseCT، برای هر بیمار ریسک ابتلا (LAR) به سرطان‌های عمده با استفاده از روش پیشنهادی در گزارش BEIR VII برآورد گردید.

یافته‌ها: میانگین دوز موثر برای زنان ۳/۴۷ میلی‌سیورت و برای مردان ۳/۹۲ میلی‌سیورت بود. سرطان ریه با میانگین LAR ۹/۵ در صدهزار نفر به‌عنوان خطر عمده در مردان مبتلا به کووید-۱۹ براورد شد. سرطان ریه، سینه و تیروئید خطرات عمده برای زنان مبتلا به کووید-۱۹ بودند که میانگین LAR آنها به ترتیب برابر ۱۹/۷، ۱۸/۴ و ۶/۴ مورد در صدهزار نفر محاسبه گردید. میانگین LAR برای سرطان‌های توپر و لوسمی برای کل جمعیت به ترتیب ۱۹/۴ و ۱/۷ مورد در صدهزار نفر برآورد شد.

نتیجه‌گیری: علیرغم افزایش چشمگیر انجام معاینات CT قفسه سینه به‌دلیل شیوع کووید-۱۹ در بیمارستان شهید بهشتی کاشان، سطح خطر ابتلا به سرطان، با توجه به رویکرد کیفی سازمان جهانی بهداشت، بسیار پایین (LAR < ۲۰) است.

کلیدواژه‌ها: دوزیمتری سی‌تی، تصویربرداری قفسه سینه، کووید ۱۹، خطر قابل انتساب در طول عمر (LAR)، ریسک ابتلا به سرطان

*نویسنده مسئول: **اکبر علی اصغر زاده**. پست الکترونیک: aliasgharzadeh_a@kaums.ac.ir
آدرس: گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

مقدمه

همه‌گیری کروناویروس SARS-CoV-2 که یک بیماری عفونی است با شیوع چشمگیری از دسامبر ۲۰۱۹ آغاز شد و به سرعت در سراسر جهان پخش گردید [۱،۲]. تا پایان زمان مطالعه حاضر، بیش از ۶۹۰ میلیون نفر در همه کشورهای جهان مبتلا به ویروس کرونا شده‌اند. حدود ۷ میلیون نفر فوت کرده و حدود ۶۶۷ میلیون نفر بهبود یافته‌اند. آمار مبتلایان کروناویروس در ایران تا شهریور ۱۴۰۲ تعداد ۷،۶۱۳،۷۵۷ نفر می‌باشد که از این تعداد، ۷،۳۷۴،۶۸۴ نفر بهبود یافته و ۱۴۶،۳۲۹ نفر جان خود را از دست داده‌اند [۳].

بیشتر افراد آلوده به کروناویروس، بیماری تنفسی خفیف تا متوسط را تجربه کرده و بدون نیاز به درمان خاص بهبود می‌یابند. افراد مسن و کسانی که با مشکلات پزشکی زمینه‌ای مانند بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، بیماری مزمن تنفسی و سرطان روبرو هستند، به احتمال زیاد به بیماری شدید کرونا مبتلا می‌شوند [۴].

استاندارد مرجع برای تشخیص عفونت SARS-CoV-2 استفاده از روش‌های توالی‌یابی نسل بعدی یا واکنش زنجیره‌ای پلیمراز رونویسی معکوس در زمان واقعی (RT-PCR) است و با حساسیت بین ۶۰٪ و ۷۱٪ تجزیه و تحلیل می‌شود [۵]. چندین تحقیق با توجه به استاندارد مرجع، گزارش دادند که انجام CT قفسه سینه برای تشخیص کووید-۱۹ حساسیتی بهتر (حدود ۹۷٪) دارد [۶-۹]. این امر نشان داد که تصویربرداری CT در تشخیص زودهنگام بیماران ذات‌الریه بینابینی کووید-۱۹ ممکن است مفید باشد. آخرین توصیه‌ها ثابت کردند که در استفاده از CT برای تشخیص کووید-۱۹ اتفاق نظر کلی وجود ندارد زیرا ممکن است در مرحله اول بیماری، منفی باشد. به طور دقیق‌تر، انجمن رادیولوژی اروپا (ESR) و انجمن تصویربرداری قفسه سینه اروپا (ESTI) استفاده از تصویربرداری CT را برای طبقه‌بندی بیمارانی که از آزمایش‌های بالینی خط اول انتخاب شده‌اند پیشنهاد کردند و بعد از آن از رادیوگرافی قفسه سینه را در پیگیری بیمار توصیه نمودند [۹].

افزایش چشمگیر و بدون اندیکاسیون انجام معاینات با استفاده از CT می‌تواند منجر به عواقب دوزیمتریک در بیماران شود. در واقع این نگرانی وجود دارد که با قرار گرفتن در معرض پرتوهای یونساز CT، ممکن است خطر ابتلا به سرطان‌های توپر و سرطان خون افزایش یابد [۱۰]. این افزایش دوز تابشی دریافتی در معاینات می‌تواند منجر به خطرات حاصل از دوز جذبی بیشتر در بیماران شود. در نتیجه پروتکل‌های انجام CT با دوز پایین برای اسکن قفسه سینه در بیماران مشکوک به کووید-۱۹ توصیه می‌شود [۱۱].

این اثرات به اثر قطعی و اثر احتمالی ناشی از تابش‌های اشعه یونساز ایکس طبقه‌بندی می‌شوند. اگرچه تاثیرات نامطلوب اثر قطعی مانند سوختگی و سندرم خون و غیره وجود دارد، اما اگر به درستی کنترل شود، قابل درمان خواهد بود. در اثر احتمالی، بیشتر اثر سوماتیک و ژنتیکی یا ارثی مانند جهش‌های ژنتیکی و انحرافات کروموزومی در سلول‌های جنسی والدین اتفاق می‌افتد. اثرات ژنتیکی در فرزندان و نسل‌های بعد در افراد تحت تابش رخ می‌دهد. برای بررسی اثرات پرتو، مطالعات گسترده اپیدمیولوژیک با پیگیری طولانی مدت مورد نیاز است [۱۲]. با این حال، لازم است برای ارزیابی اهداف جسمی و ژنتیکی، برآوردی از دوز موثر وجود داشته باشد [۱۳،۱۴].

از جمله مطالعاتی که در زمینه ریسک ابتلا به سرطان یا خطر قابل انتساب در طول عمر (LAR) انجام شده می‌توان به مطالعه Gatti و همکاران اشاره کرد که به این نتیجه رسیدند، استفاده از پروتکل دوز پایین سی‌تی‌اسکن قفسه سینه برای تشخیص کووید-۱۹ می‌تواند دوز موثر را به طور قابل توجهی کاهش دهد (میانگین ۴/۴ میلی‌سیورت) و خطر ابتلا به سرطان را به حداقل برساند (میانگین ۲/۱ مورد در هر ۱۰۰۰۰ بیمار) [۵]. همچنین زنگنه و همکاران مطالعه‌ای با هدف برآورد دوز اندام و دوز موثر و خطر ابتلا به سرطان و مرگ و میر مرتبط با روش های رادیوگرافی دیجیتال در ایران انجام دادند. آنها نشان دادند که دوزهای اندام بین ۰/۰۱ تا ۲/۵ میلی‌گرین، و دوزهای موثر بین ۰/۰۱ تا ۰/۷ میلی‌گرین متغیر است. خطر اشعه بسته به نوع معاینه اشعه ایکس و همچنین جنس و سن بیمار متفاوت بود. در یافته‌های آنها بیشترین LAR در بروز سرطان و مرگ و میر در تیروئید برای پرتونگاری با اشعه ایکس جمجمه و گردن رحم، ریه و سینه برای پرتونگاری با اشعه ایکس قفسه سینه و ستون فقرات قفسه سینه، و روده بزرگ و مثانه برای پرتونگاری با اشعه ایکس ستون فقرات کمری، لگن و شکم مشاهده شد [۱۵]. در مطالعه ریاضی و همکاران بررسی دوز اندام و خطر ابتلا به سرطان (LAR) ناشی از سی‌تی‌اسکن در کودکان و نوجوانان زیر ۱۵ سال انجام شد. نتایج آنها نشان داد که دوز دریافتی اندام‌های حساس در گروه‌های سنی مختلف متفاوت است و بالاترین خطر ابتلا به سرطان در گروه‌های سنی کمتر از یک سال (سرطان سینه) و ۱۰ تا ۱۵ سال (سرطان روده بزرگ) مشاهده شد. در نتیجه به حداقل رساندن دوز تابشی در بیماران به خصوص کودکان و نوجوانان مورد اهمیت می‌باشد [۱۶].

با توجه به اهمیت مطالب ذکر شده، هدف از این مطالعه ارزیابی میزان خطر قابل انتساب در طول عمر (ریسک سرطان)، ناشی از دیافت دوز اشعه CT در تصویربرداری از قفسه سینه بیماران کووید-۱۹ است.

روش‌ها

در این مطالعه توصیفی-مقطعی از تصاویر سی‌تی قفسه سینه بیماران کووید-۱۹، استفاده شد و ریسک ابتلا به سرطان برآورد گردید. داده‌ها شامل همه تصاویر CT قفسه سینه موجود در طی یک دوره دو ماهه از ۲۰ دی تا ۲۹ اسفند سال ۱۴۰۰، از تعداد

۲۴۷۱ بیمار که تعداد ۱۲۴۱ نفر، مرد با میانگین سنی ۵۵ سال و تعداد ۱۲۳۰ نفر، زن با میانگین سنی ۵۴ سال بودند اخذ شد. بیمارانی که اطلاعات ناقص داشتند حذف شدند.

در مرحله اول، تصاویر DICOM در نرم‌افزار بارگزاری و اطلاعات طول اسکن و CTDIvol خوانده شد. از روی تصاویر میانگین قطر معادل آب بدن اندازه‌گیری شد و در مرحله پایانی با توجه به مقدار قطر معادل آب بدن بیمار، دوزهای معادل اندام و دوز موثر و همچنین SSDE با استفاده از نرم‌افزار IndoseCT محاسبه گردید. برای برآورد ریسک ابتلا به سرطان، از دوزهای محاسبه شده توسط نرم افزار استفاده گردید. با جایگزاری مقدار دوز معادل اندام و دوز موثر در فرمول (۳) به ترتیب ریسک ابتلا به سرطان عضو مربوطه و کل سرطان‌ها محاسبه شد. رعایت ترتیب؟

اعتبار سنجی نرم‌افزار IndoseCT

پوتریانی و همکاران [۱۷] در مطالعه خود نشان دادند که درصد تفاوت بین دوزهای محاسبه‌شده با استفاده از نرم‌افزار IndoseCT و دوزهای اندازه‌گیری شده با استفاده از اتاقک یونیزاسیون مدادی روی فانتوم‌های با قطر ۸ تا ۳۲ سانتی‌متر در محدوده ۱۰± درصد بودند.

تعریف دوز معادل

دوز معادل (H_T) واحد اندازه‌گیری دوز تشعشع به بافت است که اثرات زیستی ناشی از انواع مختلف تشعشع یونیزه را در نظر می‌گیرد. فرمول محاسبه دوز معادل با استفاده از نرم‌افزار IndoseCT به صورت فرمول ۱ است:

$$H_T(d_{avg}) = CTDIvol \times \exp(\alpha_T d_{avg} + \beta_T) \quad (۱)$$

و همچنین برای محاسبه دوز موثر از فرمول ۲ استفاده شد:

$$E(d_{avg}) = DLP \times \exp(\alpha_E d_{avg} + \beta_E) \quad (۲)$$

در اینجا davg میانگین قطر بخش‌های عرضی بدن بیمار در دامنه اسکن و β_T ، α_T، β_E α_E پارامترهای مربوطه هستند که از داده‌های مونت کارلو استخراج شده‌اند [۱۸, ۱۹]. در مطالعه حاضر از قطر معادل آب برای محاسبه دوزها استفاده شده است.

تخمین خطر ابتلا به سرطان

با استفاده از گزارش اثرات بیولوژیکی پرتوهای یونیزان (BEIR VII)، خطرات قابل انتساب در طول عمر (LARs) برآورد شد [۲۰]. این مدل فرض می‌کند که خطر ابتلا به سرطان از یک رفتار "خطی بدون آستانه (LNT)" در دوزهای پایین (<۱۰۰ میلی‌سیورت) پیروی می‌کند. رابطه بین LAR و دوز به صورت زیر می‌باشد:

$$LAR = LAR100 \frac{H}{100} \quad (۳)$$

که در این معادله H، دوز معادل اندام و LAR100، تخمین خطر ابتلا به سرطان در گزارش BEIR VII است. مقادیر LAR بروز سرطان در هر ۱۰۰ هزار نفر است.

جدول ۱۲-۵A در گزارش BEIR VII، برای محاسبه LAR اندام‌های تیروئید، سینه، ریه، کبد، معده و روده بزرگ و جدول ۹-۱۲ در گزارش BEIR VII، برای محاسبه LAR لوسمی با در نظر گرفتن جنسیت افراد مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱-۱۲D در گزارش BEIR VII، برای محاسبه LAR سرطان ریه در گروه‌های سنی در نظر گرفته شد. این جدول تخمین خطرات وابسته به سن و جنس را برای چندین اندام ارائه می‌دهد. همچنین از داده‌های جدول ۱-۱۲D، برای محاسبه میانگین LAR سرطان‌های توپر و لوسمی در کل جمعیت مورد مطالعه استفاده شد [۲۰].

آنالیز داده‌ها

برای تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۲ استفاده شد. آزمون t برای گروه‌های مستقل و آزمون تحلیل واریانس یک طرفه همراه با آزمون تعقیبی توکی (Tukey) برای تفسیر نتایج استفاده شد.

ملاحظات اخلاقی

کد اخلاق مطالعه IR.KAUMS.MEDNT.REC.1401.004 می‌باشد. در این مطالعه، برای حفظ حریم خصوصی بیماران، اطلاعات و تصاویر جمع‌آوری شده محرمانه باقی‌ماندند.

نتایج

از تعداد ۲۴۷۱ بیمار مورد بررسی، تعداد ۱۲۴۱ نفر مرد (۵۰٪/۲) و تعداد ۱۲۳۰ نفر زن (۴۹/۸٪) بودند. میانگین سنی مردان ۵۵/۵ سال و میانگین سنی زنان ۵۴/۶ بود (محدوده سنی ۱ تا ۹۹ سال). تعداد ۱۹۹۰ نفر (۸۰/۵ ٪) با اسکنر تک برشی و تعداد ۴۸۰ نفر (۱۹/۵٪) با اسکنر ۱۶ برشی اسکن شدند.

بیماران در ۱۱ گروه سنی دسته‌بندی شدند و در جدول ۱ تعداد آنها گزارش شده است. طبقه‌بندی گروه‌ها بر اساس جدول ۱-۱۲D گزارش BEIR VII می‌باشد [۲۰]. در گروه‌های سنی بالاتر، تعداد بیماران افزایش یافته است. بیشترین تعداد مربوط به گروه سنی بالای ۷۵ سال می‌باشد.

جدول ۱. گروه بندی بیماران در گروه‌های سنی مختلف

گروه سنی (سال)	**زن**	**مرد**
۰– ۲/۵	۹	۸
۲/۵– ۷/۵	۸	۱۵
۷/۵– ۱۲/۵	۱۰	۶
۱۲/۵– ۱۷/۵	۲۰	۱۷
۱۷/۵– ۲۵	۶۵	۶۲
۲۵–۳۵	۱۴۶	۱۴۲
۳۵–۴۵	۱۶۶	۱۶۷
۴۵–۵۵	۲۱۰	۱۹۵
۵۵–۶۵	۱۸۴	۱۹۵
۶۵–۷۵	۱۷۲	۱۵۸
۷۵–۱۰۰	۲۴۰	۲۷۶
کل	۱۲۳۰	۱۲۴۱

برای تشخیص کووید-۱۹، بیماران تحت معاینه سی‌تی با پروتکل‌های دوز استاندارد قرار گرفتند که تعداد ۱۹۸۹نفر با اسکنر تک برشی و ۴۸۲ نفر با اسکنر ۱۶ برشی اسکن شده بودند. پارامترهای هر دو دستگاه سی‌تی اسکن در جدول ۲ ارائه شده است. آزمون t مستقل نشان داد، میانگین دوز موثر حاصل از دستگاه CT scan تک برشی (۱/۷۶ ± ۳/۷۷) بیش از میانگین دوز موثر دستگاه CT ۱۶ برشی (۱/۳۰ ± ۳/۳۷) بود و این تفاوت از نظر آماری معنادار بود (P<۰/۰۰۱).

جدول ۲. تنظیمات اصلی اسکنرها، دوزهای تابشی ناشی از سی‌تی قفسه سینه برای تشخیص عفونت کووید-۱۹

نوع CT اسکن	mAs	KV	pich	میانگین و انحراف معیار				P value*
				طول ناحیه اسکن (cm)	CTDI (mGy)	DLP (mGy.cm)	دوز موثر (mSv)	
تک برشی	۱۱۰-۹۰	۱۲۰	۰/۹۳۸- ۱/۴۳۸	۲۷/۱۰ ± ۳/۵۳	۵/۲۳ ± ۲/۸۱	۱۴۱/۶۴ ± ۷۸/۷۰	۳/۷۷± ۱/۷۶	<۰/۰۰۱
۱۶ برشی	۱۰۰-۵۰	۱۲۰	۱/۴۳۸	۲۸/۶۳ ± ۴/۲۵	۴/۴۰ ±۲/۲۴	۱۲۵/۴۳ ± ۶۴/۱۷	۳/۳۷ ± ۱/۳۰	

* آزمون t مستقل، سطح معنی‌داری P<۰/۰۵

با توجه به معاینات CT انجام شده برای بیماران، دوز موثر بیماران برای جمعیت زنان و مردان محاسبه شد (جدول ۳). میانگین دوز موثر برای زنان (۱/۵۸±۳/۴۷) به‌طور معنی‌داری از میانگین دوز موثر برای مردان (۱/۷۵±۳/۹۲) کمتر بود (P< ۰/۰۰۱).

در جدول ۴ مقادیر دوز معادل برای اندام‌های، معده، روده بزرگ، کبد، ریه، تیروئید، مغز قرمز استخوان و سینه برای جمعیت زنان و مردان مورد مطالعه گزارش شد. بیشترین دریافت دوزهای تابش مربوط به اندام‌های ریه، سینه و تیروئید می‌باشد که به دلیل قرار گرفتن این اندام‌ها در میدان اصلی تابش است. هرچه اندام فاصله بیشتری از میدان تابش داشته باشد، دوز کمتری دریافت کرده است.

جدول-۳. میانگین و انحراف معیار دوز موثر برای جمعیت زنان و مردان

جنسیت	میانگین دوز موثر	انحراف معیار	P value*
زنان	۳/۴۷	۱/۵۸	<۰/۰۰۱
مردان	۳/۹۲	۱/۷۵	
کل جمعیت	۳/۷۰	۱/۶۸	

* آزمون t مستقل، سطح معنی‌داری P<۰/۰۵

جدول-۴. میانگین و انحراف معیار دوز معادل اندام برای زنان و مردان

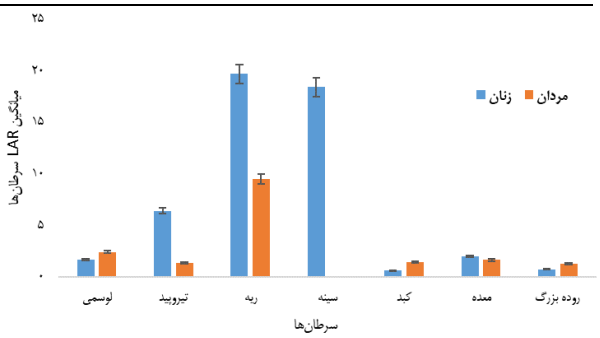
دوز اندام (mSv)	زنان میانگین± انحراف معیار	مردان میانگین± انحراف معیار
مغز استخوان	۲/۳۷ ± ۰/۹۶	۲/۴۴ ± ۱/۱
تیروئید	۶/۴۳ ± ۲/۷	۶/۶۶ ± ۳
ریه	۶/۵۷ ± ۲/۶۷	۶/۸ ± ۳/۰۶
پستان	۶/۹۴ ± ۲/۵۸	-
کبد	۵/۱۷ ± ۲/۱	۵/۳۳ ± ۲/۴
معده	۴/۷ ± ۱/۹	۴/۸۷ ± ۲/۲
کولون	۰/۸ ± ۰/۳۵	۰/۸۳ ± ۰/۳۸

مقادیر میانگین LAR سرطان‌های مختلف برای زنان و مردان در جدول ۵ (و نمودار ۱) گزارش شده است. آزمون t مستقل نشان داد، میانگین LAR سرطان‌های لوسمی (۱/۷۱±۰/۶۹)، کبد (۰/۶۲±۰/۲۵) و روده بزرگ (۰/۷۶±۰/۳۳) در زنان نسبت به میانگین LAR سرطان‌های لوسمی (۲/۴۵±۱/۱۰)، کبد (۱/۴۴±۰/۶۵) و روده بزرگ (۱/۳۲ ±۰/۶۱) در مردان به طور معنادار کمتر بود. در حالی که میانگین LAR سرطان‌های تیروئید (۶/۴۳±۲/۶۹)، ریه (۱۹/۷۱±۸/۰۱) و معده (۲/۰۳±۰/۸۳) در زنان در مقایسه با میانگین LAR تیروئید (۱/۴۰±۰/۶۳)، ریه (۹/۴۹±۴/۲۹) و معده (۱/۶۶±۰/۷۵) در مردان بیشتر بود و این تفاوت از نظر آماری معنادار بود (P<۰/۰۰۱). با توجه به نتایج نمودار ۱، خطر ابتلا به سرطان ریه برای مردان به‌عنوان خطر عمده مشاهده شد، در حالی که برای زنان، هر سه خطر ابتلا به سرطان ریه، سینه (۱۸/۴۰±۸/۰۰) و تیروئید قابل توجه بود.

جدول ۵. انحراف معیار و میانگین LAR سرطان‌های مختلف برای زنان و مردان

سرطان‌ها	زنان	مردان	P value*
لوسمی	۰/۷ ± ۱/۷	۱/۱ ± ۲/۴	<۰/۰۰۱
تیروید	۲/۷ ± ۶/۴	۰/۶ ± ۱/۴	<۰/۰۰۱
ریه	۸/۰ ± ۱۹/۷	۴/۳ ± ۹/۵	<۰/۰۰۱
سینه	۸/۰ ± ۱۸/۴	-------	
کبد	۰/۳ ± ۰/۶	۰/۶ ± ۱/۴	<۰/۰۰۱
معده	۰/۸ ± ۲/۰	۰/۷ ± ۱/۷	<۰/۰۰۱
روده بزرگ	۰/۳ ± ۰/۸	۰/۶ ± ۱/۳	<۰/۰۰۱

* آزمون t مستقل، NS معنی‌دار نیست. سطح معنی‌داری P < ۰/۰۵



نمودار ۱. میانگین LAR سرطان‌ها با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای زنان و مردان

مقادیر میانگین LAR سرطان ریه در گروه‌های سنی مختلف برای جمعیت زنان و مردان در جدول ۶ و جدول ۷ گزارش شد و در نمودار ۲ رسم شد. نتایج تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که در ۱۱ گروه سنی، میانگین LAR سرطان ریه وابسته به سن در زنان اختلاف معنادار آماری وجود دارد (P<۰/۰۰۱ و F=۱۳۲/۹). همچنین بین میانگین LAR سرطان ریه در گروه‌های سنی مردان نیز اختلاف معنادار آماری وجود دارد (P<۰/۰۰۱ و F=۱۸۵/۷).

آزمون تعقیبی توکی جهت پیگیری اختلاف بین گروه‌ها نشان داد، میانگین LAR سرطان ریه در جمعیت زنان در بین گروه‌های سنی ۰–۲/۵ با ۲/۵–۷/۵ و ۷/۵–۱۲/۵ با ۱۷/۵–۱۲/۵با هم دیگر تفاوت معنی‌داری ندارند (P>۰/۰۵) ولی از لحاظ آماری میانگین LAR بیشتری نسبت به گروه‌های سنی بالاتر دارند (P <۰/۰۰۱). اختلاف معنی‌داری در بین میانگین‌های LAR سرطان ریه در گروه‌های سنی ۳۵–۲۵، ۴۵–۳۵، ۵۵–۴۵ و ۶۵–۵۵ در جمعیت زنان وجود ندارد (P>۰/۰۵). میانگین‌های LAR سرطان ریه در جمعیت زنان در گروه‌های سنی ۲۵–۱۷/۵، ۷۵–۶۵ و ۱۰۰–۷۵ تفاوت معنی‌دار با تمامی گروه‌های سنی دارند (P<۰/۰۰۱).

میانگین LAR سرطان ریه در جمعیت مردان در گروه‌های سنی ۲/۵–۰، ۷/۵–۲/۵، ۷۵–۶۵ و ۱۰۰–۷۵ تفاوت معنی‌دار با تمامی گروه‌های سنی دارند (P<۰/۰۰۱). اختلاف معنی‌داری در بین میانگین‌های LAR سرطان ریه در جمعیت مردان در گروه‌های سنی ۱۲/۵–۷/۵، ۱۷/۵–۱۲/۵، ۲۵–۱۷/۵، ۳۵–۲۵، ۴۵–۳۵، ۵۵–۴۵ و ۶۵–۵۵ در جمعیت مردان وجود ندارد (P>۰/۰۵) و تنها تفاوت معنی‌دار با گروه‌های ۲/۵–۰، ۷/۵–۲/۵، ۷۵–۶۵ و ۱۰۰–۷۵ دارند (P<۰/۰۰۱). با در نظر گرفتن مقدار دوز موثر برای کل جمعیت، میانگین LAR سرطان‌های توپر و لوسمی به ترتیب ۱۹/۴ و ۱/۷ مورد در هر ۱۰۰ هزار بیمار (هر دو جنس، همه رده‌های سنی) محاسبه شد.

جدول ۶. میانگین و انحراف معیار میانگین LAR سرطان ریه همراه با نتایج آزمون تعقیبی توکی در جمعیت زنان

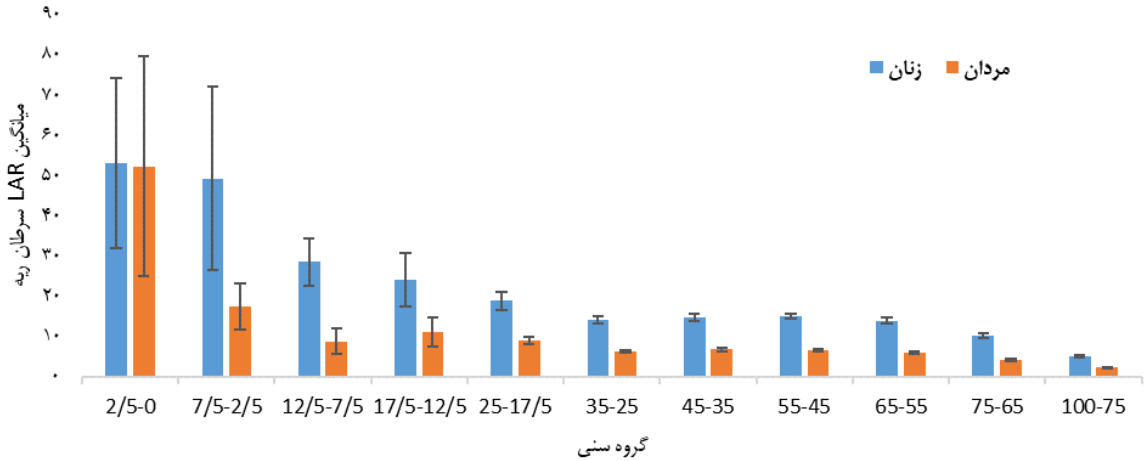
گروه سنی	۰ – ۲/۵	۲/۵ – ۷/۵	۷/۵ – ۱۲/۵	۱۲/۵ – ۱۷/۵	۱۷/۵ – ۲۵	۲۵–۳۵	۳۵–۴۵	۴۵–۵۵	۵۵–۶۵	۶۵–۷۵	۷۵–۱۰۰	میانگین	انحراف معیار
۰ – ۲/۵		NS	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	۵۳/۲۰	۲۷/۶۲
۲/۵ – ۷/۵	NS		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	۴۹/۳۵	۲۷/۲۷
۷/۵ – ۱۲/۵	↓	↓		NS	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	۲۸/۶۲	۸/۱۴
۱۲/۵ – ۱۷/۵	↓	↓	NS		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	۲۴/۳۰	۱۴/۳۴
۱۷/۵ – ۲۵	↓	↓	↓	↓		↑	↑	↑	↑	↑	↑	۱۹/۰۰	۹/۲۰
۲۵–۳۵	↓	↓	↓	↓	↓		NS	NS	NS	↑	↑	۱۴/۴۰	۵/۵۹
۳۵–۴۵	↓	↓	↓	↓	↓	NS		NS	NS	↑	↑	۱۵/۰۰	۵/۶۳
۴۵–۵۵	↓	↓	↓	↓	↓	NS	NS		NS	↑	↑	۱۵/۲۰	۵/۳۶
۵۵–۶۵	↓	↓	↓	↓	↓	NS	NS	NS		↑	↑	۱۴/۰۰	۵/۱۴
۶۵–۷۵	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	۱۰/۳۲	۳/۹۴
۷۵–۱۰۰	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		۵/۳۰	۲/۳۹

↑ (↓) = میانگین LAR در گروه سنی پایین‌تر (بالاتر) از لحاظ آماری بیشتر (کمتر) از میانگین LAR در گروه سنی بالاتر (پایین‌تر) است. NS= عدم معنی‌داری. سطح معنی‌داری P<۰/۰۵

جدول ۷. میانگین و انحراف معیار میانگین LAR سرطان ریه همراه با نتایج آزمون تعقیبی توکی در جمعیت مردان

گروه سنی	۰ – ۲/۵	۲/۵ – ۷/۵	۷/۵ – ۱۲/۵	۱۲/۵ – ۱۷/۵	۱۷/۵ – ۲۵	۲۵–۳۵	۳۵–۴۵	۴۵–۵۵	۵۵–۶۵	۶۵–۷۵	۷۵–۱۰۰	میانگین	انحراف معیار
۰ – ۲/۵		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	۵۲/۴۰	۳۲/۷۷
۲/۵ – ۷/۵	↓		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	۱۷/۶۳	۱۰/۵۵
۷/۵ – ۱۲/۵	↓	↓		NS	NS	NS	NS	NS	NS	↑	↑	۹/۰۲	۳/۰۷
۱۲/۵ – ۱۷/۵	↓	↓	NS		NS	↑	↑	↑	↑	↑	↑	۱۱/۰۹	۷/۰۵
۱۷/۵ – ۲۵	↓	↓	NS	NS		↑	↑	↑	↑	↑	↑	۹/۰۱	۳/۵۳
۲۵–۳۵	↓	↓	NS	↓	↓		NS	NS	NS	↑	↑	۶/۴۴	۲/۲۴
۳۵–۴۵	↓	↓	NS	↓	↓	NS		NS	NS	↑	↑	۶/۹۱	۲/۸۱
۴۵–۵۵	↓	↓	NS	↓	↓	NS	NS		NS	↑	↑	۶/۷۰	۲/۸۸
۵۵–۶۵	↓	↓	NS	↓	↓	NS	NS	NS		↑	↑	۶/۲۰	۲/۳۳
۶۵–۷۵	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	۴/۳۰	۱/۷۲
۷۵–۱۰۰	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		۲/۵۰	۱/۱۵

↑ (↓) = میانگین LAR در گروه سنی پایین‌تر (بالاتر) از لحاظ آماری بیشتر (کمتر) از میانگین LAR در گروه سنی بالاتر (پایین‌تر) است. NS= عدم معنی‌داری. سطح معنی‌داری P<۰/۰۵



نمودار ۲. میانگین LAR سرطان ریه با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای گروه‌های مختلف سنی زنان و مردان

بحث

با توجه به یافته‌های این مطالعه، میانگین دوز مؤثر مردان (۳/۹۲ میلی‌سیورت) از نظر آماری بالاتر از میانگین دوز مؤثر برای زنان (۳/۴۷ میلی‌سیورت) بود. این اختلاف در دوزهای مؤثر بین جنسیت‌ها با یافته‌های Ivanov و همکاران [۲۱] همسو است. آنها به طور مشابه گزارش کردند که میانگین دوز موثر برای مردان (۳/۲۲ میلی‌سیورت) در مقایسه با زنان (۲/۸ میلی‌سیورت) بالاتر است. با این حال، مطالعه انجام شده توسط Gatti و همکاران [۵] نتیجه متفاوتی را در مورد دوزهای مؤثر مبتنی بر جنسیت ارائه کردند. آنها در تحقیقات خود دریافتند که میانگین دوز موثر در زنان (۴/۹ میلی‌سیورت) در مقایسه با مردان (۴ میلی‌سیورت) بیشتر است. بنظر می‌رسد عواملی مانند حجم نمونه، نوع جمعیت مورد مطالعه و تغییرات در توزیع فراوانی دوزهای مؤثر بین جنسیت‌ها می‌تواند بر میانگین کلی دوز مؤثر در یک مطالعه تأثیر بگذارد.

بر اساس نتایج ارائه شده در مطالعه حاضر، میانگین دوز مؤثر به‌دست‌آمده از دستگاه سی‌تی‌اسکن تک برشه (۳/۷۷ میلی‌سیورت) در مقایسه با متوسط دوز مؤثر دستگاه سی‌تی‌اسکن ۱۶ برشه (۳/۳۷ میلی‌سیورت) بالاتر است. این تفاوت در دوز موثر را می‌توان به استفاده از کیفیت بهتر و فناوری جدیدتر در اسکنر ۱۶ برشه نسبت داد. به‌نظر می‌رسد استفاده از فناوری پیشرفته در دستگاه CT ۱۶ برشه و زمان اسکن پایین‌تر، امکان تصویربرداری دقیق‌تر را فراهم می‌کند و در نتیجه دوز موثر کمتری را به همراه دارد. این بدان معناست که بیمارانی که تحت سی تی اسکن با دستگاه ۱۶ برشی قرار می‌گیرند، در معرض تشعشعات کمتری قرار می‌گیرند و در عین حال تصاویر با کیفیت بالایی دریافت می‌کنند. با توجه به این نکته، کاهش دوز موثر در تصویربرداری پزشکی برای به حداقل رساندن خطرات احتمالی مرتبط با قرار گرفتن در معرض تابش بسیار مهم است.

برای شناسایی محتمل‌ترین خطر ابتلا به سرطان ناشی از تشعشع برای بیماران کووید-۱۹ در مطالعه حاضر، نتایج نشان داد که سرطان ریه خطر اولیه برای مردان بود، در حالی که زنان به دنبال قرار گرفتن در معرض پرتوهای یونیزان در طول این معاینات با خطرات قابل توجهی از سرطان ریه، سینه و تیروئید مواجه هستند. این یافته‌ها با تحقیقات Gatti و همکاران [۵]، محمودی و همکاران [۲۲] و همچنین زنگنه و همکاران [۱۵]، که به طور مشابه سرطان ریه و سینه را به عنوان خطرات اصلی، به ویژه برای زنان شناسایی کردند هم‌خوانی دارد. از آنجا که اندام‌های ریه، سینه و تیروئید بیشترین دوز تابشی را دریافت کردند، ریسک ابتلا به سرطان نیز در این اندام‌ها بیشتر است. با توجه به نتایج، بر نیاز به رویکردهای مناسب برای پیشگیری و درمان سرطان بر اساس جنسیت افراد تاکید می‌شود.

در بررسی میزان خطر ابتلا به سرطان در مطالعه حاضر، یافته‌ها نشان داد که خطر ابتلا به سرطان ریه ناشی از تشعشع با افزایش سن برای مردان و زنان کاهش می‌یابد. با این حال بروز سرطان ریه ناشی از تشعشع در زنان در تمام گروه‌های سنی در مقایسه با مردان حدود دو برابر بیشتر است. این یافته با مطالعه Gatti و همکاران [۵] مطابقت دارد، که به طور مشابه کاهش خطر ابتلا به سرطان ریه با افزایش سن را برای هر دو جنس نشان دادند، همچنین نشان دادند که بروز سرطان ریه در زنان در تمام گروه‌های سنی بالاتر است. همچنین مطالعه انجام شده توسط زنگنه و همکاران [۱۵] با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد و نشان می‌دهد که خطر ابتلا به سرطان‌های ریه، سینه و لوسمی با افزایش سن از گروه سنی زیر ۱۵ سال تا بزرگسالی، برای زنان و مردان کاهش می‌یابد. با وجود دوزهای مشابه ریه، گزارش BEIR VII نشان می‌دهد که خطر ابتلا به سرطان ریه برای زنان ۲/۳ برابر بیشتر از مردان در تمام سنین است [۲۰].

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که گروه‌های سنی ۰/۵-۲و ۷/۵-۲/۵ میانگین LAR های بالاتری برای ابتلا به سرطان ریه داشتند. این بدان معناست که افراد در این محدوده سنی ممکن است به دلیل قرار گرفتن در معرض تابش، بیشتر مستعد ابتلا به سرطان ریه باشند. برعکس، میانگین LAR برای سرطان ریه در گروه‌های سنی بالاتر از ۷/۵ سال در جمعیت زنان

و مردان تفاوت معنی‌داری نداشت. این نتیجه نشان می‌دهد که افراد در این گروه‌های سنی ممکن است خطر مشابهی برای ابتلا به سرطان ریه داشته باشند.

با در نظر گرفتن هر دو جنس و همه گروه‌های سنی، یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد، میانگین LAR برای سرطان‌های توپر ۱۹/۴ مورد در هر ۱۰۰ هزار بیمار است، در حالی که میانگین LAR برای لوسمی ۱/۷ مورد در هر ۱۰۰ هزار بیمار است. با توجه به رویکرد کیفی که سازمان جهانی بهداشت برای برقراری ارتباط سطوح مختلف خطر ابتلا به سرطان مرتبط با پرتوگیری در مقایسه با خطر زمینه‌ای ابتلا به سرطان در نظر دارد [۲۳]، سطح خطر ابتلا به سرطان در مطالعه حاضر بسیار پایین (LAR < ۲۰) است.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر سرطان ریه خطر اصلی برای مردان مبتلا به کووید-۱۹ بود، در حالی که سه سرطان ریه، سینه و تیروئید خطرات قابل توجهی برای زنان مبتلا به کووید-۱۹ بودند. خطر ابتلا به سرطان ریه با افزایش سن برای مردان و زنان کاهش می‌یابد، که این نتیجه نشان می‌دهد، افراد مسن‌تر ممکن است در مقایسه با افراد جوان‌تر که در معرض همان سطح تشعشع هستند، کمتر در معرض ابتلا به سرطان ریه باشند.

به‌طور کلی، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد خطر کلی ابتلا به سرطان ناشی از قرارگیری در معرض پرتو CT برای تشخیص بیماران کووید-۱۹ بسیار کم است. با این حال، مهم است که از خطرات بالقوه آگاه باشیم و در صورت امکان، اقداماتی برای به حداقل رساندن قرارگیری در معرض پرتو انجام داد.

تشکر و قدردانی: این مطالعه حاصل پایان‌نامه می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی کاشان اجرا شده است. در پایان برخود الزام می‌دانیم تا از مسئولین و کارشناسان محترم مرکز تصویربرداری بیمارستان شهید بهشتی کاشان و تمام کسانی که ما را در این امر یاری نمودند، تقدیر و تشکر به عمل آوریم.

نقش نویسندگان: همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan. China. Lancet 2020; 395(10223): 497-506. doi:10.1016/S0140-6736(20)30183-5 PMid:31986264
2. Novel Coronavirus (2019-nCoV) situation reports. 2020.https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports .
3. Online statistics and information about the corona virus in Iran and the world - thanks to Afkar News based on the latest data from the World Health Organization (WHO).
4. There is a current outbreak of Coronavirus (COVID-19) disease.
5. Ghetti C, Ortenzia O, Maddalo M, Altabella L, Sverzellati N. Dosimetric and radiation cancer risk evaluation of high resolution thorax CT during COVID-19 outbreak. Phys Med. 2020; 80: 119-24. doi:10.1016/j.ejmp.2020.10.018 PMid:33171381 PMCid:PMC7604119
6. Caruso D, Zerunian M, Polici M, Pucciarelli F, Polidori T, Rucci C, et al. Chest CT Features of COVID-19 in Rome, Italy. Radiology. 2020;296(2):E79-e85. doi:10.1148/radiol.2020201237 PMid:32243238 PMCid:PMC7194020
7. Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. Radiology. 2020;296(2):E115-e7. doi:10.1148/radiol.2020200432 PMid:32073353 PMCid:PMC7233365
8. Kanne JP, Little BP, Chung JH, Elicker BM, Ketai LH. Essentials for Radiologists on COVID-19: An Update-Radiology Scientific Expert Panel. Radiology. 2020;296 (2):E113-e4. doi:10.1148/radiol.2020200527 PMid:32105562 PMCid:PMC7233379
9. Revel MP, Parkar AP, Prosch H, Silva M, Sverzellati N, Gleeson F, et al. COVID-19 patients and the radiology department - advice from the European Society of Radiology (ESR) and the European Society of Thoracic Imaging (ESTI). Eur Radiol. 2020;30(9):4903-9. doi:10.1007/s00330-020-06865-y PMid:32314058 PMCid:PMC7170031
10. Berrington de González A, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, et al. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. Arch Intern Med. 2009;169 (22):2071-7. doi:10.1001/archinternmed.2009.440 PMid:20008689 PMCid:PMC6276814
11. Kang Z, Li X, Zhou S. Recommendation of low-dose CT in the detection and management of COVID-2019. Eur Radiol. 2020;30(8):4356-7. doi:10.1007/s00330-020-06809-6 PMid:32193637 PMCid:PMC7088271
12. Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: Beir V.
13. International Comission of Radiological Protection. 1990 Recommendations of the ICRP. Publication No. 60 Pergamon Press, New York,1991.
14. Gama Trejo G, Alvarez Romero JT, editors. Estimate of the genetically significant dose (GSD) in the Mexican population for the years 1996 and 1997. IRPA-10 Proceedings of the 10th international congress of the International Radiation Protection Association on harmonization of radiation, human life and the ecosystem; 2000; Japan: Japan Health Physics Society.
15. Zangeneh M, Deevband MR, Mohsenzadeh B. Lifetime attributable risk of cancer incidence and mortality in routine digital radiology procedures. Clin Imaging. 2020; 67:226-36. doi:10.1016/j.clinimag.2020.08.006 PMid:32871427
16. Tahmasebzadeh A, Paydar R, Soltani-Kermanshahi M, Maziar A, Reiazi R. Lifetime attributable cancer risk

related to prevalent CT scan procedures in pediatric medical imaging centers. Int J Radiat Biol. 2021;97(9):1282-8. doi:10.1080/09553002.2021.1931527 PMid:34096826
17. Dio P, Anam C, Hidayanto E, Sutanto H, Asiah RH, Fatichah LN, et al. Evaluation of radiation dose accuracy calculated using IndoseCT software with direct measurement on polyester-resin phantoms. Radiat Physics Chem 2022; 201:110473. doi:10.1016/j.radphyschem.2022.110473
18. Anam C, Mahdani F, Haryanto F, Widita R, Arif I, Syajaah K, et al. IndoseCT v20b: Software for calculating and managing radiation dose of computed tomography for an individual patient (Manual-English)2021.
19. Sahbaee P, Segars WP, Samei E. Patient-based estimation of organ dose for a population of 58 adult patients across 13 protocol categories. Med Physics. 2014;41(7):072104. doi:10.1118/1.4883778 PMid:24989399 PMCid:PMC4105960
20. Ionizing CtAHRfEtLLo, Radiation NRC. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2.424.
21. Elena Ivanovna M, Ivan Vasilievich I. Radiation Doses and Risk Assessment during Computed Tomography of the Chest in COVID-19 Patients. In: Reda RG, editor. Computed-Tomography (CT) Scan. Rijeka: IntechOpen; 2021. p. Ch. 3.
22. Mahmoudi G, Toolee H, Maskani R, Jokar F, Mokfi M, Hosseinzadeh A. COVID-19 and cancer risk arising from ionizing radiation exposure through CT scans: a cross-sectional study. BMC cancer. 2024;24(1):298. doi:10.1186/s12885-024-12050-x PMid:38443829 PMCid:PMC10916077
23. World Health Organization. Communicating Radiation Risks in Paediatric Imaging: Information to Support Health Care Discussions about Benefit and Risk, 1st ed. World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2016; p. 14-27

How to Cite this Article:
Najafi A, Aliasgharzadeh A, Farhood B, Mohseni M, Moradi H. Risk assessment of cancer due to chest CT radiation dose in COVID-19 patients at Shahid Beheshti Hospital, Kashan, Iran. Feyz Med Sci J 2024; 28 (3):298-306
doi: 10.48307/FMSJ.2024.28.3.298