Research on Medicine *Original Article*

The Quarterly journal of School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences Vol.42; No.1; 2018

Effect of heterogeneous breast tissue on average glandular dose in mammography using simulation

Zeinab Kave, Mohammad Reza Deevband*, Mahdi Ghorbanee

Biomedical Engineering and Medical Physics Department, Faculty of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

(Received:2017/03/6 Accept: 2017/12/30)

Abstract

Background: *Average Glandular Dose (AGD), entrance skin Air Kerma (ESAK), and Normalized Glandular Dose (DgN) are the main dosimetric quantities in mammography. Breast tissue composition is one of the factors affecting DgN values. In the present study, both homogeneous and heterogeneous breast tissues are assumed evaluating their impacts on DgN values.*

Methods: *Homogeneous breast phantom with different glandular fractions simulated and DgN values were calculated for the homogeneous phantom. Also, a heterogeneous breast phantom was simulated, considering that adipose tissue is in the background and glandular tissue is in the form of spheres which are in the breast phantom. By changing the radius of glandular tissue, the glandular fraction in heterogeneous breast phantom was changed. DgN values were also calculated for the heterogeneous breast phantom. DgN values in both homogeneous and heterogeneous breast phantoms were evaluated and the results were compared.*

Results: *DgN values depend on glandular fraction in both homogeneous and heterogeneous breast phantoms. As the glandular fraction increased, DgN values reduced almost linearly. Breast tissue heterogeneity affected DgN values, too; this effect is related to the distribution of the glandular tissue in the heterogeneous breast phantom, so that considering the change in the distribution of glandular tissue in the heterogeneous breast phantom, the relative difference in DgN value between homogeneous and heterogeneous phantom was variable between -47 to +77 percent.*

Conclusion: *In the previous studies in which DgN coefficients were calculated, and this coefficient was used in mammography dosimetry, the effect of heterogeneity of breast tissue was not considered. According to the results of the present study and the evident effect of heterogeneity 3 of glandular and fat tissue on the breast phantom, a correction factor to the DgN values is suggested.*

Keywords: *Mammography; Monte Carlo Simulation; Normalized Glandular Dose*

* *Corresponding author: Mohammad Reza Deevband*
E-mail: mdeevband@yahoo.com

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-17]

پژوهش در پزشکی
فصلنامه علمی پژوهشی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
مقاله پژوهشی
دور ۴۲، شماره ۱، ۱۳۹۷، صفحات ۳۴ تا ۳۹

بررسی تاثیر ناهمگنی بافت پستان بر متوسط دوز غده‌ای در ماموگرافی با استفاده از شبیه‌سازی

زینب کاوه[۱]، محمدرضا دیوبند*[۱]، مهدی قربانی[۱]

۱- گروه مهندسی و فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۹

چکیده:

سابقه وهدف: متوسط دوز غده‌ای، کرمای هوا در سطح ورودی (*ESAK*[۱]) و دوز غده‌ای بهنجار شده (*DgN*[۲]) کمیت‌های اصلی در دوزیمتری ماموگرافی هستند. یکی از عوامل موثر بر *DgN* ترکیب بافت پستان است. در این مطالعه بافت پستان هم به صورت همگن و هم به صورت ناهمگن فرض شده است و تأثیر آن روی مقادیر *DgN* ارزیابی شده است.

روش بررسی: فانتوم‌های همگن پستان با نسبت‌های غده‌ای متفاوت شبیه‌سازی و مقادیر *DgN* برای این فانتوم همگن محاسبه شد. همچنین فانتوم ناهمگن پستان با در نظر گرفتن بافت چربی در زمینه فانتوم پستان که بافت غده‌ای به صورت کره‌هایی در آن حضو دارند، شبیه‌سازی شد. در این فانتوم نیز با تغییر شعاع بافت‌های غده‌ای، نسبت غده‌ای فانتوم پستان تغییر داده شد و مقادیر *DgN* برای این فانتوم ناهمگن پستان نیز محاسبه و نتایج *DgN* در هر دو فانتوم همگن و ناهمگن پستان مقایسه و نتایج ارزیابی شد.

یافته‌ها: مقادیر *DgN* هم در فانتوم همگن پستان و هم در فانتوم ناهمگن پستان به نسبت غده‌ای پستان وابسته است و با افزایش نسبت غده‌ای مقادیر *DgN* به طور تقریبی به صورت خطی کاهش می‌یابند. ناهمگنی بافت پستان هم بر مقادیر *DgN* موثر است و این تأثیر خود به توزیع بافت غده‌ای درفانتوم ناهمگن پستان وابسته است؛ به گونه‌ای که با تغییر در توزیع بافت غده‌ای در فانتوم ناهمگن، درصد اختلاف *DgN* در فانتوم همگن و ناهمگن بین ۴۷- تا ۷۷+ درصد متغیر است.

نتیجه‌گیری: در مطالعه‌هایی که در آن ضرایب *DgN* محاسبه شده است و این ضرایب در دوزیمتری ماموگرافی استفاده می¬شوند، تاکنون تأثیر ناهمگنی بافت پستان در نظر گرفته نشده است. با توجه به نتایج این مطالعه و محسوس بودن تأثیر ناهمگنی بافت غده و چربی در فانتوم پستان، ضریب تصحیحی برای مقادیر *DgN* پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: تماموگرافی، شبیه‌سازی مونت کارلو، دوز غده‌ای بهنجار شده، کیست پستان

مقدمه:

سرطان پستان هر سال جان نیم میلیون انسان را در دنیا می‌گیرد(۳). با این حال تشخیص زودهنگام آن تا ۳۰ درصد مرگ ناشی از آن را کاهش می‌دهد(۴). روش‌های تشخیص این نوع سرطان عبارتند از :معاینه فردی، سونوگرافی و ماموگرافی .قدرت تشخیص سرطان پستان در مراحل اولیه توسط تصویربرداری ماموگرافی، حدود ۲ تا ۳ برابر سایر آزمایش‌های پزشکی است.

حد دوز در پرتوگیری پزشکی تعریف نشده است، ولی با این وجود چون در حال حاضر پرتوگیری پزشکی بزرگ‌ترین منبع پرتوگیری مردم است، باید اندازه‌گیری‌های حفاظت پرتوی انجام شود تا با ارزیابی و اقدامات مناسب دوز بالای غیر ضروری از پرتوگیری پزشکی به بیماران نرسد. ماموگرافی از متداول‌ترین روش‌های تصویربرداری تشخیصی در پزشکی است، بنابراین اندازه‌گیری‌های حفاظت پرتوی برای این روش تشخیصی می‌تواند از رسیدن دوز بالای غیرضروری به بیماران جلوگیری کند.

به طور عموم این مساله پذیرفته شده است که بافت غده‌ای پستان حساس‌ترین بافت پستان نسبت به اشعه است. بنابراین پیشنهاد اینکه متوسط دوز غدد (AGD[۳])، مناسب‌ترین کمیت برای تخمین مخاطره ایجاد سرطان ناشی از

نویسنده مسئول: محمد رضا دیوبند
پست الکترونیک: *mdeevband@yahoo.com*

1. Entrance Skin Air Kerma
2. Normalized glandular dose
3. Average Glandular Dose

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-17]

پرتوگیری است، به طور گسترده‌ای پذیرفته شده است (۳-۱). چندین روش محاسباتی برای محاسبه انرژی واگذار شده در پستان ارائه شده است. بیشتر این روش‌ها براساس شبیه‌سازی مونت‌کارلو هستند که در آن برای محاسبه‌ی ضریب تبدیل دوز سطحی یا کرمای هوا در سطح فانتوم به دوز مؤثر استفاده می‌شوند. این ضریب تبدیل دوز غده-ای بهنجار شده (DgN) نامیده می‌شود. این ضریب تبدیل به عواملی همچون جنس آند و صافی، ترکیب بافت پستان، ضخامت بافت پستان، ولتاژ دو سر آند و کاتد و کیفیت باریکه اشعه ایکس (HVL[۴]) وابسته است (۴). مطالعه‌های بسیاری تأثیر این عوامل را روی دوز غده‌ای بررسی کرده‌اند(۳، ۵، ۶).

تاکنون مطالعه‌های بسیاری روی عوامل موثر بر دوز دریافتی در ماموگرافی انجام شده است، اما در اکثر مطالعه‌ها، بافت پستان همگن در نظر گرفته‌شده است(۱۰-۷). در مطالعه‌های کمی، ناهمگنی بافت پستان مورد توجه قرار گرفته است (۱۲،۱۱). هدف این مطالعه محاسبه DgN برای فانتوم همگن و ناهمگن و مقایسه مقادیر DgN در این دو فانتوم مدل‌سازی شده است.

مواد و روش‌ها:

روش مونت کارلو یک الگوریتم محاسباتی است که از نمونه‌گیری تصادفی برای محاسبه نتایج استفاده می‌کند. در این مطالعه با استفاده از روش مونت کارلو و کد MCNPX مطالعه‌ای تجربی انجام و تاثیر ناهمگنی بافت پستان بر نتایج دوزیمتری در ماموگرافی ارزیابی شده‌است.

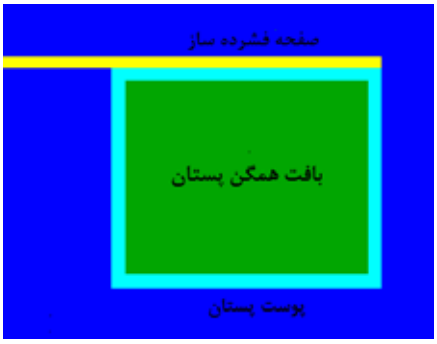
کد شبیه‌سازی MCNPX

MCNP کد مونت کارلوی N ذره‌ای چند منظوره است که می‌تواند برای محاسبات ترابرد فقط نوترون، فقط فوتون، فقط الکترون، ترابرد حالات جفت شده نوترون/ فوتون/ الکترون، نوترون/ فوتون، فوتون/ الکترون و الکترون/ فوتون استفاده شود. در کد MCNP، برای برهم‌کنش فوتون‌ها، پراکندگی‌های همدوس و ناهمدوس، امکان گسیل فلوئورسانس پس از جذب فوتوالکتریک، تولید زوج (الکترون پوزیترون)، گسیل در محل نابودی زوج و تابش ترمزی، در نظر گرفته شده و درکتابخانه‌های آن‌ها وجود دارند.

در این مطالعه از کد MCNPX ورژن ۲,۴ استفاده شده است. MCNPX نسخه‌ای از MCNP است که این قابلیت را دارد تا ترابرد حداقل ۳۵ نوع ذره مختلف را در محیط آن در نظر گرفت.

شبیه‌سازی چشمه فوتون

برای محاسبه متوسط دوز غده‌ای ابتدا باید طیف فوتون‌های خارج شده از تیوب اشعه ایکس در ماموگرافی به‌دست آید و به عنوان ورودی به کد محاسباتی MCNP داده شود. به این دلیل از یک برنامه کامپیوتری معتبر به نام SRS-۷۸ استفاده شد(۱۳). این نرم‌افزار قادر است با توجه به جنس آند، مقدار کیلو ولت، زاویه آند و ضخامت صافی، طیف اشعه ایکس مورد نظر را ارائه دهد. در این مطالعه جنس آند مولیبدن و زاویه آن ۱۶ درجه است، مقدار کیلوولت ۳۰ است، جنس صافی اضافی مولیبدن و ضخامت آن ۳۰ میکرومتر در نظر گرفته شد. فاصله چشمه فوتون تا فانتوم پستان در همه حالت‌ها ۶۵ سانتی‌متر فرض شد.



شکل ۱: نمایی از فانتوم همگن پستان شبیه‌سازی شده است

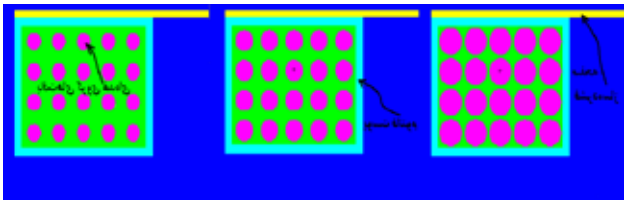
شبیه‌سازی فانتوم همگن پستان

فانتوم همگن پستان به شکل یک مکعب مستطیل با ابعاد 12cm×8cm در نظر گرفته شد که ارتفاع آن ضخامت بافت پستان را نشان می‌دهد و در همه حالت‌ها مقدار ثابت ۵/۶ سانتی‌متر است. در این فانتوم، مشابه سایر مطالعه‌هایی که در آن‌ها به طور عموم ضخامت پوست ۴میلی-متر فرض شده است(۶،۹)، ضخامت پوست همین مقدار انتخاب شده‌است. همچنین صفحه فشرده‌کننده پستان از جنس پلی‌کربنات با ضخامت ۳میلی‌متر در نظر گرفته شد. در شکل ۱. نمایی از فانتوم همگن شبیه‌سازی شده نشان داده شده است. (به توصیه مسئول مجله شکل هر قسمت در همان صفحه قرار داده شد)

بافت غده و چربی موجود در پستان به صورت مخلوطی همگن فرض شده است. نسبت غده‌ای پستان به صورت نسبت جرمی بافت غده به چربی تعریف می شود. در این مطالعه نسبت غده‌ای متغیر فرض شد و مقادیر DgN برای فانتوم‌های همگن پستان با نسبت غده‌ای متفاوت به دست آمد. درصد وزنی عناصر و چگالی فانتوم پستان برای درصدهای متفاوت غده‌ای بافت پستان در مطالعه Boone وجوود دارد(۹).

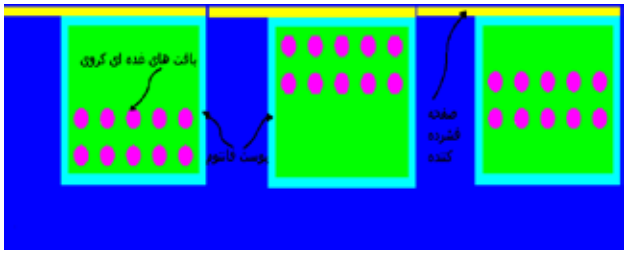
شبیه‌سازی فانتوم ناهمگن پستان

بافت پستان در واقع دارای بافت غده‌ای و چربی به صورت منفک است. برای مقایسه نتایج محاسبات DgN در فانتوم همگن و ناهمگن پستان، فانتومی شبیه‌سازی شد که در آن بافت غده و چربی از هم جدا هستند. این فانتوم ناهمگن دارای ابعاد 8cm×12cm با ضخامت ۵/۶ سانتی‌متر است (ضخامت پستان فشرده شده به طور معمول بین ۴ تا ۶ سانتی‌متر است). صفحه فشرده‌کننده پستان از جنس پلی‌کربنات با ضخامت ۳میلی‌متر در نظر گرفته شد. در این فانتوم بافت غده‌ای به صورت کره‌هایی با شعاع متغیر در نظر گرفته شد. با تغییر شعاع غده‌ها، نسبت غده‌ای پستان تغییر می‌کند. شکل ۲. نمایی از فانتوم ناهمگن پستان و تغییر در شعاع بافت غده‌ای را نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمایی از فانتوم ناهمگن پستان و تغییر در شعاع بافت غده‌ای پستان است.

همچنین توزیع بافت غده‌ای در بافت پستان متغیر فرض شد و با جابه‌جا کردن بافت‌های غده‌ای در ضخامت فانتوم ناهمگن پستان تأثیر توزیع بافت غده‌ای روی DgN به‌دست آمد. شکل ۳. نمایی از فانتوم ناهمگن پستان که توزیع غده‌ای در آن متغیر است را نشان می‌دهد.



شکل ۳: نمایی از فانتوم ناهمگن پستان که توزیع غده‌ای در آن متغیر است.

محاسبه *DgN* در فانتوم همگن و ناهمگن پستان

ضریب غده‌ای بهنجار شده (*DgN*)، از تقسیم متوسط دوز غده‌ای بر کرمای هوا در سطح ورودی (ESAK) به دست می‌آید(۱۱). متوسط دوز غده‌ای و کرمای هوا هردو با کد شبیه‌سازی محاسبه و مقادیر بر حسب گری (Gy) بیان می‌شوند. بنابراین باید در هر دو فانتوم همگن و ناهمگن پستان، متوسط دوز غده‌ای توسط کد شبیه‌سازی MCNPX محاسبه شود. روش محاسبه متوسط دوز غده‌ای در فانتوم همگن و ناهمگن متفاوت است.

4. Half-Value Layer

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-17]

محاسبه متوسط دوز غده‌ای در فانتوم همگن دوز رسیده به کل پستان، با استفاده از کد شبیه‌سازی MCNPX محاسبه و بر حسب مقدار انرژی حاصل از بر هم‌کنش ذره بر واحد جرم (Gy) بیان شد. اما از آنجا که برای محاسبه متوسط دوز غده‌ای باید تنها دوز رسیده به بافت غده‌ای لحاظ شود، بنابراین برای محاسبه متوسط دوز غده‌ای از G فاکتور که در مطالعه‌های پیشین ارائه شده است(۹) و نسبت انرژی جذب شده در بافت غده‌ای به کل انرژی جذب شده در بافت پستان را مشخص می‌کند، استفاده شد.

محاسبه متوسط دوز غده‌ای در فانتوم ناهمگن

در این حالت متوسط دوز غده‌ای برابر است با:

$$AGD = \frac{E_T}{n \times m_g}$$

که E_T کل انرژی واگذار شده در بافت‌های غده‌ای است، n تعداد بافت‌های غده‌ای است و m_g جرم هر بافت غده‌ای است. انرژی واگذار شده در بافت‌های غده‌ای با استفاده از کد شبیه‌سازی MCNPX محاسبه و بر حسب گری (Gy) بیان شد.

مقایسه مقادیر DgN با مطالعه Boone

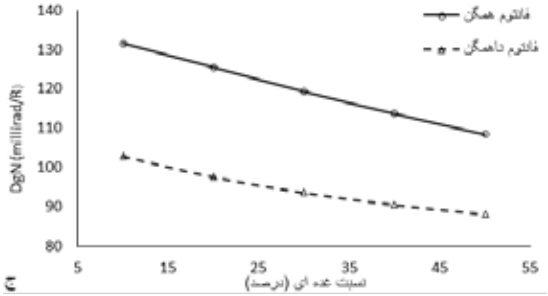
Boone(۹) در این مطالعه DgN را بر حسب تغییرات ولتاژ، ضخامت فانتوم پستان، نسبت غده‌ای و جنس‌های مختلف آند/صافی با استفاده از شبیه‌سازی به‌دست آورده است. جدول های DgN به دست آمده توسط این محقق مکررا در مطالعه‌های بعدی به عنوان تایید صحت نتایج محاسبه‌ها DgN، استفاده شده‌است(۱۱).

از این‌رو در این مطالعه نیز برای تایید صحت محاسبه‌ها DgN، نتایج به‌دست آمده با نتایج مطالعه Boone (۹)، مقایسه شد تا صحت نتایج محاسبه DgN ارزیابی شود.

نتایج:

الف) تغییر در نسبت غده‌ای در فانتوم همگن و ناهمگن پستان

نسبت غده‌ای در هر دو فانتوم همگن و ناهمگن پستان از ۱۰ درصد به ۵۰ درصد افزایش پیدا کرد و مقادیر DgN در فانتوم‌های همگن و ناهمگن پستان به دست آمد. تغییر DgN بر حسب نسبت غده‌ای در شکل ۴. برای فانتوم‌های همگن و ناهمگن نشان داده شده است. مقادیر DgN برحسب (Gy/Gy) می‌باشد و برای سهولت در مقایسه با نتایج مطالعات دیگر با ضرب مقادیر در ۸۷۳ به واحد میلی‌راد بر رونتگن (milliard/R) تبدیل شده‌است. با اجرای برنامه برای تعداد 10^7 ذره (فوتون) خطای برنامه به کمتر از ۲درصد کاهش یافت.

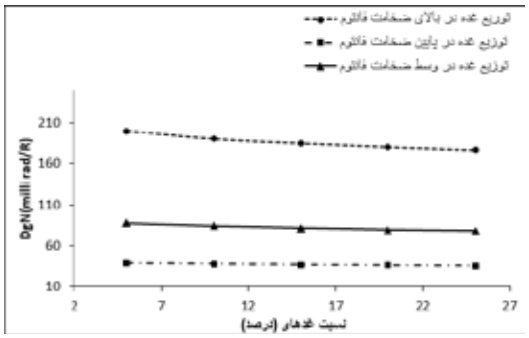


شکل ۴. مقادیر DgN در دو فانتوم همگن و ناهمگن پستان. ضخامت پستان ۶/۴ سانتی‌متر و ولتاژ استفاده شده ۳۰ کیلوولت است. جنس آند/صافی مولیبدن/ مولیبدن است. مقادیر DgN برای نسبت غده‌ای ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد به‌دست آمده است.

ب) تغییر در توزیع بافت غده‌ای در فانتوم ناهمگن پستان

مقادیر DgN در فانتوم ناهمگن پستان با تغییر نسبت غده‌ای و تغییر توزیع بافت غده‌ای به‌دست آمد. نمودار شکل ۵. مقادیر DgN را بر حسب نسبت غده‌ای پستان در سه توزیع متفاوت از بافت غده‌ای نشان می‌دهد.

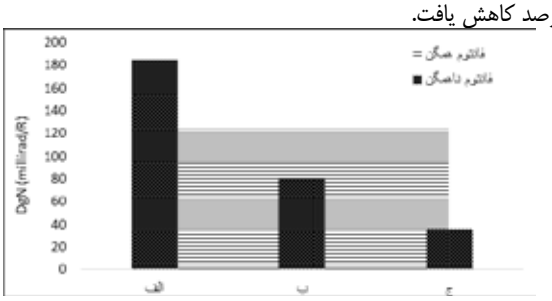
با اجرای برنامه برای تعداد 10^7 ذره (فوتون) خطای برنامه به کمتر از ۲درصد کاهش یافت.



شکل ۵. سه فانتوم ناهمگن پستان با توزیع متفاوت بافت غده‌ای در بالا، پایین و وسط ضخامت فانتوم ناهمگن پستان را نشان می‌دهد. مقادیر DgN در فانتوم ناهمگن دارای نسبت غده‌ای و توزیع غده‌ای متفاوت را نشان می‌دهد. نسبت غده‌ای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد انتخاب شد. ولتاژ استفاده شده ۳۰ کیلوولت است. جنس آند/صافی مولیبدن/ مولیبدن است.

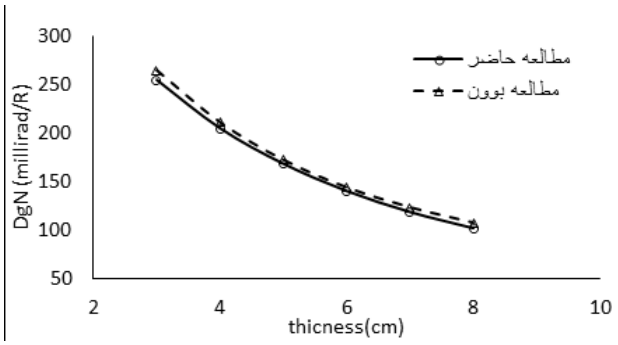
ج) مقایسه فانتوم همگن و فانتوم ناهمگن دارای توزیع بافت غده‌ای متفاوت

در این قسمت چهار فانتوم پستان طراحی شد؛ یک فانتوم همگن و سه فانتوم ناهمگن که توزیع غده‌ای در این فانتوم‌های ناهمگن متفاوت است. نسبت غده‌ای فانتوم‌های همگن و ناهمگن مقدار ثابت ۲۰درصد انتخاب شد. نمودار شکل ۶. تغییر مقادیر DgN را در فانتوم همگن و فانتوم‌های ناهمگن نشان می‌دهد. با اجرای برنامه برای تعداد 10^7 ذره (فوتون) خطای برنامه به کمتر از ۲درصد کاهش یافت.



شکل ۶. مقایسه مقادیر DgN در فانتوم همگن و ناهمگن پستان. حالت الف فانتوم ناهمگنی است که توزیع بافت غده‌ای در بالای ضخامت فانتوم قرار گرفته است، حالت ب فانتوم ناهمگنی است که توزیع بافت غده‌ای در وسط ضخامت فانتوم قرار گرفته و حالت ج فانتوم ناهمگنی است که توزیع بافت غده‌ای در پایین ضخامت فانتوم قرار گرفته است. نسبت غده‌ای در همه‌فانتوم‌ها به همگن و ناهمگن ۲۰درصد است. ولتاژ استفاده شده ۳۰ کیلوولت است. جنس آند/صافی مولیبدن/ مولیبدن است.

د) نتایج مقایسه محاسبه‌های DgN در این مطالعه و مطالعه Boone



شکل ۷. مقادیر DgN در مطالعه‌ی حاضر و مطالعه Boone بر حسب ضخامت پستان در ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ سانتی‌متر. ولتاژ ثابت و ۳۰ کیلوولت است. جنس آند/صافی مولیبدن /مولیبدن است.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-17]

در هر دو مطالعه، نسبت غده‌ای فانتوم همگن پستان ۲۰درصد است. ولتاژ استفاده شده ۳۰کیلوولت و جنس آند/صافی مولیبدن/مولیبدن است. ضخامت پستان از ۳ تا ۸ سانتی‌متر متغیر است. با اجرای برنامه برای تعداد 10^7 ذره (فوتون) خطای برنامه به کمتر از ۲درصد کاهش یافت.

بحث و نتیجه‌گیری:

قابل توجه است که نتایج محاسبه‌شده در این مطالعه برای فانتوم همگن پستان با مطالعه‌های قبلی که در آن‌ها فانتوم پستان همگن فرض شده‌است، تطابق دارد. برای بررسی این موضوع، نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه Boone (۹)، مقایسه شد. شکل ۷. نشان می‌دهد که با افزایش ضخامت پستان از ۳ تا ۸ سانتی‌متر به ازای هر یک سانتی‌متر از ضخامت فانتوم مقدار DgN با فاکتور ۱/۲ کاهش می‌یابد.

بیشینه اختلاف ما بین مطالعه حاضر و Boone حدود ۳ درصد است که موید تطابق خوب نتایج این دو مطالعه باهم است.

حال نتایج به‌دست آمده در فانتوم‌های همگن و ناهمگن ارزیابی و در سه بخش بیان شده است:

الف) تغییر نسبت غده‌ای در فانتوم همگن و ناهمگن پستان

همان‌طور که در نمودار شکل ۵. دیده می‌شود با افزایش نسبت غده‌ای پستان، مقادیر DgN در هر دو فانتوم همگن و ناهمگن پستان کاهش می‌یابد. کاهش در مقدار DgN در فانتوم همگن به طور تقریبی خطی است و به ازای افزایش ۱۰درصدی در نسبت غده‌ای پستان مقدار DgN حدود ۵ درصد کاهش می‌یابد.

در زمینه محاسبه دوز غده‌ای بهنجار شده در مطالعه‌های پیشین، فانتوم پستان همگن در نظر گرفته شده است اما در فانتوم ناهمگن کاهش DgN در نسبت‌های غده‌ای پایین مضاعف است و با افزایش نسبت غده‌ای شیب نمودار کاهش می‌یابد. همچنین این نمودار نشان می‌دهد که فانتوم همگن پستان در همه‌ی نسبت‌های غده‌ای مقادیر DgN بالاتری از فانتوم ناهمگن پستان دارد. میانگین اختلاف مقادیر DgN در فانتوم همگن و ناهمگن در این نمودار حدودا ۲۱درصد است.

البته بیشترین اختلاف بین مقادیر DgN در نسبت‌های غده‌ای پایین است که حدود ۲۲درصد است و برای نسبت‌های غده‌ای بالاتر به ۹ درصد می‌رسد.

ب) تغییر در توزیع بافت غده‌ای در فانتوم ناهمگن پستان

همان‌طور که در نمودار شکل ۶ دیده می‌شود در هر سه توزیع از بافت غده‌ای، با افزایش نسبت غده‌ای پستان مقادیر DgN کاهش می‌یابد. البته شیب نمودار در حالتی که تجمع بافت غده‌ای بالای ضخامت فانتوم باشد، بیشتر است و هر چه تجمع بافت غده‌ای به انتهای ضخامت فانتوم می‌رسد شیب نمودارها کاهش می‌یابد. همچنین هر چه توزیع بافت غده‌ای به بالای ضخامت فانتوم نزدیک‌تر باشد، مقادیر DgN بزرگ‌تر است. به طوری که اگر توزیع بافت غده ای ۲۵درصد در ضخامت فانتوم به سمت پایین جابه‌جا شود مقدار DgN به طور متوسط ۵۵درصد کاهش می‌یابد.

ج) مقایسه فانتوم همگن و فانتوم ناهمگن دارای توزیع بافت غده‌ای متفاوت

همان‌طور که در نمودار شکل ۴ می‌بینیم چون نسبت غده‌ای و توزیع فانتوم همگن تغییری نکرده، مقدار DgN در فانتوم همگن ثابت است اما در فانتوم ناهمگن توزیع بافت غده‌ای در ضخامت فانتوم پستان تغییر کرده و در هر مرحله ۲۵درصد به پایین ضخامت فانتوم جابه‌جا شده است.

نتایج نشان می‌دهد که اگر توزیع بافت غده‌ای در فناتوم ناهمگن در بالای فانتوم پستان باشد، مقدار DgN در فانتوم ناهمگن حدود ۴۷درصد از مقدار DgN در فانتوم همگن با همان نسبت غده‌ای، بیشتر است. حال آنکه اگر توزیع بافت غده‌ای در انتهای ضخامت فانتوم ناهمگن باشد، مقدار DgN در فانتوم ناهمگن حدود ۷۰درصد از مقدار DgN در فانتوم همگن با همان نسبت غده‌ای کمتر است و این نتیجه وابستگی شدید DgN به توزیع بافت غده‌ای را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری:

مقادیر DgN به‌دست آمده در مطالعه‌های پیشین که به عنوان ضرایب تبدیل ESAK به AGD در دوزیمتری در ماموگرافی استفاده می‌شوند(۱۴، ۱۵)، بر اساس محاسبه‌هایی انجام شده است که فانتوم پستان در آن همگن فرض شده است. حال آنکه آناتومی بافت پستان دارای بافت غده و چربی به صورت منفک و ناهمگن است.

ناهمگنی در بافت پستان چنانچه نتایج این محاسبه‌ها نشان می‌دهد می‌تواند روی مقادیر DgN موثر باشد. تأثیر ناهمگنی بافت پستان روی مقادیر DgN به شدت به توزیع بافت غده‌ای وابسته است و چنانچه در نمودار شکل ۴ دیده می‌شود با تغییر در توزیع بافت غده‌ای در فانتوم ناهمگن، درصد اختلاف DgN در فانتوم همگن و ناهمگن بین ۴۷- تا ۷۷+ درصد متغیر است. حال آنکه ضرایب DgN که در مطالعه‌های پیشین به دست آمده و معیاری برای محاسبه دوز غده‌ای قرار گرفته ، بافت پستان همگن فرض شده است. تاثیر ناهمگنی بافت پستان چنانکه در این مطالعه نشان داده شد می‌تواند تغییر محسوسی در نتایج دزیمتری پستان و در نتیجه محاسبه‌های تخمین ریسک سرطان ناشی از پرتوگیری در حین ماموگرافی ایجاد کند. به ویژه این اثر در بیمارانی که تجمع بافت غده‌ای در بالای ضخامت پستان آن‌ها بیشتر باشد، مهم‌تر است به این دلیل که ضرایب DgN در مطالعه‌های پیشین کمتر از مقدار برآورد شده در این مطالعه است. بنابراین، ضریب تصحیحی برای ناهمگنی بافت پستان در ضرایب DgN پیشنهاد می‌شود که لزوم مطالعه تکمیلی در این زمینه و به دست آوردن جدول‌های DgN با در نظر گرفتن ناهمگنی، بافت پستان را آشکار می‌کند. از محدودیت‌های این مطالعه در دسترس نبودن فانتوم ناهمگن پستان برای مقایسه نتایج شبیه‌سازی و نتایج تجربی است.

تقدیر و تشکر:

نویسندگان از دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی به خاطر حمایت مالی از این پروژه کمال تشکر را دارند.

منابع:

1-Delis H, Spyrou G, Panayiotakis G, Tzanakos G. DOSIS: a Monte Carlo simulation program for dose related studies in mammography. Eur J Radiol 2005; 54(3):371-6.

2-Bushberg J, Seibert J, Leidholdt Jr E, Boone J. The essential physics of medical imaging. 2002. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2003;30:1713.

3-Sookpeng S, Ketted P. Mean glandular dose from routine mammography. Naresuan University Journal 2006;14(3):19-26.

4-Stanton L, Villafana T, Day J, Lightfoot D. Dosage evaluation in mammography. Radiology 1984;150(2):577-84.

5-Zankl M, Fill U, Hoeschen C, Panzer W, Regulla D. Average glandular dose conversion coefficients for segmented breast voxel models. Radiat Prot Dosimetry 2005;114(1-3):410-4.

6-Wu X, Barnes GT, Tucker D. Spectral dependence of glandular tissue dose in screen-film mammography. Radiology 1991;179(1):143-8.

7-Aznar M, Hemdal B. Absorbed dose measurement in mammography. Cancer imaging-Lung and breast carcinomas 2007;1:493.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-17]

8-Dance DR. Monte Carlo calculation of conversion factors for the estimation of mean glandular breast dose. Phys Med Biol. 1990;35(9):1211-9.
9-Boone JM. Glandular breast dose for monoenergetic and high-energy X-ray beams: Monte Carlo assessment. Radiology. 1999;213(1):23-37.
10-Wu X, Barnes GT and Tucker DM. Spectral dependence of glandular tissue dose in screen-film mammography. Radiology. 1991;179(1):143-8.
11-Nigapruke K, Puwanich P, Phaisangittisakul N, Youngdee W. Monte Carlo simulation of average glandular dose and an investigation of influencing factors. J Radiat Res 2010;51(4):441-8.
12-Hernandez AM, Seibert JA, Boone JM. Breast dose in mammography is about 30% lower when realistic heterogeneous glandular distributions are considered. Med Phys 2015; 42(11):6337-48.
13-Cranley K, Gilmore B J, Fogarty G W A and Desponds L 1997 IPEM Report 78: Catalogue of Diagnostic X-ray Spectra and Other Data.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-17]