مقاله کنفرانسی

مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد ۱۱، شمارهٔ ٤، زمستان (ویژه‌نامه) ۱٤۰۱، صفحه ۱-٤

ششمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌ساز (مردادماه ۱٤۰۰)

تاریخ دریافت مقاله: ۱٤۰۰/۰۷/۱۵، تاریخ پذیرش مقاله: ۱٤۰۱/۰۵/۰۸

ارزیابی دز دریافتی جنین در بازه‌های سه‌ماهه بارداری در تصویربرداری SPECT-CT با بررسی تأثیر نیمه‌عمر بیولوژیکی رادیوداروی تزریقی

فائزه ملک‌زاده‌تربه‌بر[۱]، علیرضا کریمیان[۲*] و احمد شیرانی[۱]

[۱]دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

[۲]دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

*اصفهان، دانشگاه اصفهان، دانشکده فنی و مهندسی، کدپستی: ۸۱۷٤٦۷۳٤٤۱

پست‌الکترونیکی: karimian@eng.ui.ac.ir

چکیده

مطالعه فیزیولوژی قلب توسط روش تصویربرداری SPECT-CT در دو مرحله استراحت و استرس انجام می‌شود. در حالت استرس به بیمار ۲۰ میلی‌کوری رادیوداروی ^{99m}Tc-MIBI تزریق و تصویربرداری انجام می‌شود. چنانچه بیمار خانم بارداری باشد که در شرایط خاصی است، تصویربرداری درحالت استراحت دو ساعت بعد از حالت استرس با تزریق مجدد ۲۰ میلی‌کوری رادیوداروی ^{99m}Tc-MIBI انجام می‌شود. با توجه به این‌که جنین در حال رشد، درون رحم مادر نسبت به هر تابشی حساس است، دانستن این‌که جنین چه مقدار دزی جذب می‌کند و چه آثار مخربی بر جنین دارد مسئله مهمی است. در نتیجه با کمک کد MCNPX و فانتوم ORNL جنین در سه دوره بارداری سه، شش و نه‌ماهگی با استفاده از کره و خطوط شبیه‌سازی شد. با توجه به این که ناحیه مورد مطالعه قلب می‌باشد، رادیودارو در بدن پخش شده و تمام اعضا نقش چشمه را ایفا می‌کنند، ۲۱ عضو که در نزدیک‌ترین موقعیت به جنین قرار دارند را به صورت چشمه حجمی در نظر گرفته و دز جذبی جنین در سه دوره بارداری محاسبه شد. دز جذبی جنین در سه دوره‌ی سه، شش و نه‌ماهگی در حالت استرس به ترتیب $۱/۱۰\times۲۶^{-۲}$ ، $۲/۱۰\times۹^{-۳}$ و $۲/۱۰\times۸۳^{-٤}$ میلی‌گری، در حالت استراحت بدون دفع ادرار به ترتیب $۲/۱۰\times۵۲^{-۲}$، $۵/۱۰\times۷۹^{-۳}$ و $۵/۱۰\times۶۸^{-٤}$ میلی‌گری و در حالت استراحت با فرض این که بیمار دوبار در این دو ساعت دفع ادرار داشته باشد و نیمه‌عمر زیستی ۳ ساعت باشد و ۲۵٪ از رادیوداروی تزریقی در حالت استرس دفع شود، به ترتیب $۱/۱۰\times۸۹^{-۲}$، $٤/۱۰\times۳۵^{-۳}$ و $٤/۱۰\times۲۵^{-٤}$ میلی‌گری محاسبه شد. در نتیجه برای کاهش دز جذبی جنین و خطرات احتمالی توصیه می‌شود، بیمار در فاصله دو ساعت مایعات فراوان بنوشد تا با دوبار دفع ادرار رادیوداروی تزریقی در حالت استرس دفع و دز جنین کاهش یابد.

کلیدواژگان: جنین، دز جذبی، SPECT-CT، نیمه‌عمر بیولوژیکی، MCNPX، ^{99m}Tc-MIBI.

۱. مقدمه

SPECT-CT[1] یک دستگاه پزشکی هسته‌ای است که توانایی ارائه‌ی تصویری از فرآیندها و عملکردهای متابولیکی بدن را دارد [۱].

این نوع تصویربرداری برای بررسی خون‌رسانی میوکارد (عضله قلب) با دستگاه SPECT-CT انجام می‌شود که متناسب با وزن بیمار از ۱۵ تا ۳۰ میلی‌کوری رادیودارو ^{99m}Tc-MIBI در دو مرحله استرس و استراحت تزریق و تصویربرداری انجام می‌شود. اگر خانم بارداری در یکی از دوره‌های بارداری سه، شش و نه‌ماهگی مجبور به انجام تصویربرداری قلب با دستگاه SPECT-CT شود با توجه به رادیودارویی که به بیمار تزریق می‌شود دانستن این که چه دزی جنین جذب می‌کند و چه خطرات احتمالی برای جنین ایجاد می‌کند اهمیت ویژه‌ای دارد که در پژوهش گذشته مقدار دز جذبی جنین را در دو حالت استرس و استراحت با کد MCNPX[2] شبیه‌سازی و محاسبه کردیم [۲].

با فرض این که خانم باردار در شرایط اورژانسی باشد و سریعاً به نتایج خون‌رسانی میوکارد بیمار برای درمان نیاز باشد در این‌صورت مرحله استراحت دو ساعت بعد از مرحله استرس انجام می‌شود که در نتیجه دز زیادی به جنین وارد می‌شود. در این پژوهش فرض شد که به بیمار در دو مرحله استراحت و استرس میزان ۲۰ میلی‌کوری از رادیودارو ^{99m}Tc-MIBI تزریق شده است. با توجه به نیمه‌عمر بیولوژیکی رادیودارو تزریقی ^{99m}Tc-MIBI برای کاهش دز جذبی جنین پیشنهاد می‌شود که بیمار مقدار زیادی مایعات بنوشد تا در طی دو ساعت دفع ادرار داشته باشد و سپس دز جذبی جنین در حالت استراحت در شرایطی که بیمار دوبار دفع ادرار داشته است را با کمک کد MCNPX محاسبه کردیم.

۲. روش انجام تحقیق

رادیوداروی ^{99m}Tc-MIBI با گذر از ایزومر با نیمه‌عمر ۶/۰۲ ساعت واپاشی می‌کند (۹۳/۷ درصد آن در ۲۴ ساعت داخل بدن استحاله می‌شود) [۳]. در نتیجه اگر حالت استراحت یک روز بعد از حالت استرس انجام شود مقدار قابل توجهی دز جذبی جنین کاهش می‌یابد. اما اگر لازم باشد که حالت استراحت دو ساعت بعد از حالت استرس انجام شود با توجه به این‌که اندام هدف قلب می‌باشد و مکانیزم قلب خون‌رسانی به همه‌ی اندام‌ها است رادیوداروی ^{99m}Tc-MIBI به همه اندام‌ها می‌رسد و تمام اندام‌ها نقش چشمه را ایفا می‌کنند و به جنین دز وارد می‌کنند، چشمه‌هایی که در نزدیکی جنین قرار دارند دز بیشتری به جنین وارد می‌کنند که در رأس همه اندام‌ها مثانه است که در نزدیک‌ترین موقعیت نسبت به جنین قرار دارد و بیشترین دز را به جنین وارد می‌کند. در نتیجه اگر بیمار پس از تصویربرداری حالت استرس مقدار زیادی مایعات بنوشد با فرض آن که بیمار دو بار دفع ادرار طی دو ساعت داشته باشد و با استفاده از رابطه ۱ نیمه‌عمر زیستی برابر سه ساعت می‌شود.

$$\frac{A}{A_{.}}=\left(\frac{۱}{۲}\right)^{n}\rightarrow A\left(۲\right)=A_{.}\left(\frac{۱}{۲}\right)^{n} \qquad (۱)$$

اگر $n=۱$ باشد،

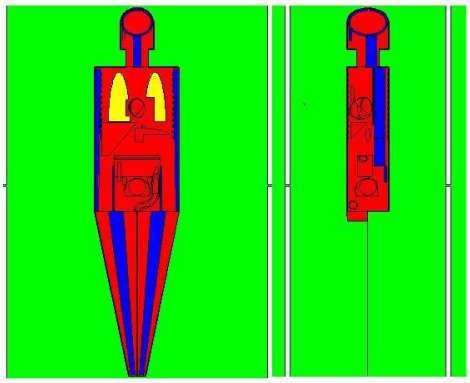
$$T_{effective}=\frac{T_{physics}\times T_{bio\log y}}{T_{physics}+T_{bio\log y}}$$

اگر $T_{eff}=۲$ باشد،

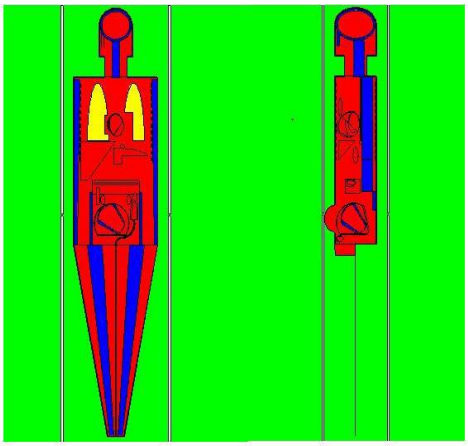
$$۲=\frac{۶\times T_b}{۶+T_b}\rightarrow ۱۲+۲T_b=۶T_b\rightarrow T_b=۳$$

[1] Single Photon Emission Computed Tomography
[2] Monte Carlo N-Partical extended

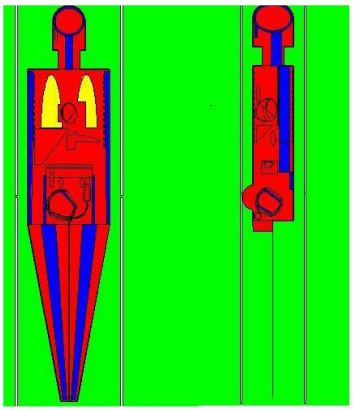
در نتیجه با دو بار دفع ادرار تقریبا ۲۵٪ از رادیوداروی تزریقی که در حالت استرس تزریق شده از بدن دفع شود تقریبا ۳۰ میلی‌کوری رادیودارو در بدن باقی می‌ماند. در این پژوهش با استفاده از کد MCNPX و فانتوم ORNL[1] جنین را با کمک کره و خطوط و داده های PRI در سه دوره بارداری سه، شش و نه‌ماهگی شبیه‌سازی کردیم جنین در سه‌ماهگی فقط دارای بافت نرم و جفت است (شکل ۱). اما در شش‌ماهگی شکل ۲ و نه‌ماهگی شکل۳ تکامل یافته و علاوه بر بافت نرم و جفت، دارای بافت استخوانی نیز می‌باشد که به صورت جداگانه شبیه‌سازی شده است [٤].



شکل (۱): فانتوم ORNL شبیه‌سازی شده به همراه جنین و رحم در سه‌ماهگی.

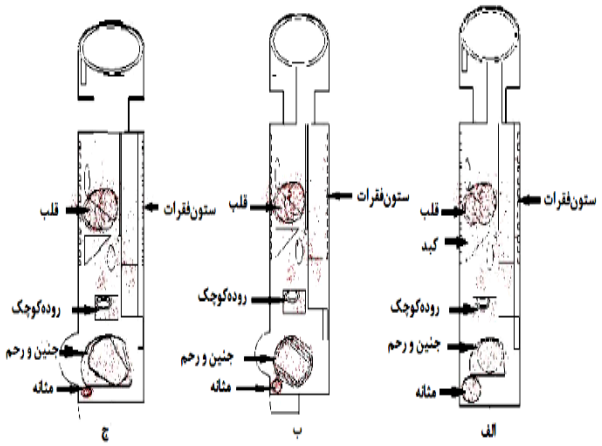


شکل(۲): فانتوم ORNL شبیه‌سازی شده به همراه رحم، جنین، استخوان جنین و جفت در شش‌ماهگی.



شکل (۳): فانتوم ORNL شبیه‌سازی شده به همراه رحم، جنین، استخوان جنین و جفت در نه‌ماهگی.

همچنین ۲۱ عضو که در نزدیک‌ترین مکان نسبت به جنین قرار گرفته‌اند را به صورت چشمه حجمی تعریف کرده و هر سلول را توسط استوانه‌ای احاطه کرده و تمام فوتون‌هایی که از حجم سلول با انرژی ۱٤۰ keV خارج می‌شود در نظر گرفته شد (شکل ٤).



شکل (٤): نمایش پراکندگی ماده پرتوزا در قلب، کبد، روده‌کوچک، مثانه، جنین و رحم شبیه سازی شده در فانتوم ORNL الف) در سه‌ماهگی ب) در شش‌ماهگی ج) در نه ماهگی.

۳. نتایج و بحث

استفاده از تالی F٦ دز جذبی جنین را به ازای یک فوتون بدست آوردیم و با توجه به میزان رادیوداروی باقی‌مانده از حالت استرس پس از دوبار دفع ادرار و تزریق مجدد رادیودارو

[1] Oak Ridge National Laboratory

برای حالت استراحت و با استفاده از رابطه۲ تعداد فوتون بر ثانیه را محاسبه کردیم.

(۲) ثانیه/ تعداد فوتون= ۱ × $۱۰^{۱۰}$ ×۳/۷ ×میزان فعالیت

با ضرب تعداد فوتون‌ها در دز جذبی یک فوتون دز جذبی کل بافت نرم و استخوانی جنین را پس از دو بار دفع ادرار محاسبه کردیم که در جدول۱ جمع‌آوری شده است.

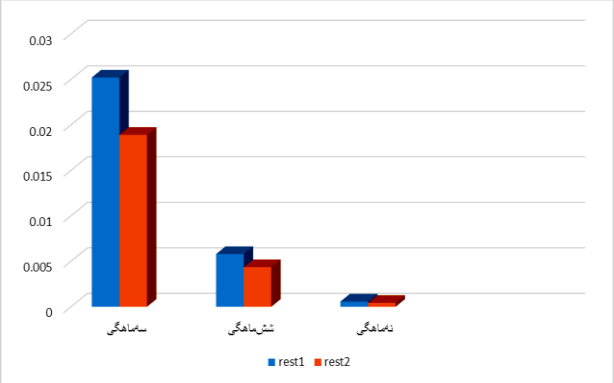
جدول (۱): دز جذبی بافت نرم و استخوانی جنین در سه دوره بارداری در حالت استراحت پس از دو بار دفع ادرار بر حسب میلی‌گری.

رادیودارو	سه‌ماهگی	شش‌ماهگی	نه‌ماهگی
^{۹۹}mTc-MIBI Rest بافت نرم	۱/۸۹×۱۰$^{-۲}$	٤/۹٥×۱۰$^{-٤}$	۱/٦٥×۱۰$^{-٤}$
^{۹۹}mTc-MIBI Rest بافت استخوانی	ندارد	۳/۸٥×۱۰$^{-۳}$	۲/٦۰×۱۰$^{-٤}$

جدول (۲): دز جذبی جنین در سه دوره بارداری در حالت استراحت و استرس بدون دفع ادرار بر حسب میلی‌گری [۲].

رادیودارو	سه‌ماهگی	شش‌ماهگی	نه‌ماهگی
^{۹۹}mTc-MIBI Rest	۲/٥۲ ۱۰×$^{-۲}$	٥/۷۹ ۱۰×$^{-۳}$	٥/٦۸ ۱۰×$^{-٤}$
^{۹۹}mTc-MIBI sterss	۱/۲٦ ۱۰×$^{-۲}$	۲/۹ ۱۰×$^{-۳}$	۲/۸۳ ۱۰×$^{-٤}$

با مقایسه جدول۱ ، جدول۲ و نمودار۱ مشاهده می‌کنیم که دز جذبی جنین با دو بار دفع ادرار کاهش پیدا کرده است.



نمودار (۱): دز جذبی جنین در سه دوره بارداری در حالت استراحت بدون دفع ادرار (rest1) و در حالت استراحت با دو بار دفع ادرار (rest2) برحسب میلی‌گری.

در نتیجه درصورت ضرورت تصویربرداری حالت استراحت از خانم باردار دو ساعت بعد از حالت استرس، پیشنهاد می‌شود که بیمار مایعات فراوانی بنوشد تا دوبار دفع ادرار داشته و رادیوداروی تزریقی در حالت استرس دفع شود تا دز جذبی جنین و خطر آسیب به جنین کاهش یابد.

٤. مراجع

۱. ع. کریمیان، م. محمدرضایی، ف. سدادی، ق. فروزانی. روشی جدید جهت بهینه سازی اثر تضعیف پرتوی گاما در SPECT. مجله پژوهش فیزیک ایران. شماره ۳، ص ص، ۲۳۳-۲۲۸، ۱۳۹۸.

۲. ف. ملک‌زاده‌تربه‌بر، ع. کریمیان، ا. شیرانی، م. رباط‌جزی، م. اخلافی. ارزیابی دز جذبی جنین در تصویربرداری SPECT-CT نواحی شکم مادر با روش مونت‌کارلو. مجله سنجش و ایمنی پرتو. شماره ٤، ص ص، ۲۳۳-۲۲۸، ۱۳۹۸.

۳. غ. اسدنسب، ش. دبیری اسکویی، ع. شبستری‌اصل، ب. محمودیان، آ. اسدنسب. بررسی شمارش گویچه‌های سفید متعاقب تجویز تکنسیوم-۹۹m در گربه. مجله آسیب‌شناسی درمانگاهی دامپزشکی. شماره ٤، ص ص. ۲۷۸-۲۸٤، ۱۳۹۲.

4. X. G. Xu, K. F. Eckerman. HANDBOOK of Anatomical Models for Radiation Dosimetry. Taylor and Francis group. Boca Raton, CRC Press, FL, 2009.