ریسک ناشی ازتابش های یونسازدردوران بارداری

مهرداد غلامی[1]، محمد رضا عابدینی[2]، حمید رضا خسروی[3]، سهیلا اکبری[4]

1- مربی، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی لرستان
2- استادیار، گروه رادیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی لرستان
3- استادیار فیزیک پزشکی، امورحفاظت دربرابر اشعه، سازمان انرژی اتمی ایران
4- استادیار، گروه زنان و زایمان، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی لرستان

یافته / دوره نهم / شماره 1 / بهار 86 / مسلسل 31

چکیده

دریافت مقاله: 85/2/6، ***پذیرش مقاله***: 85/7/17

Ø کلیات موضوع: کشف اشعه ایکس توسط رونتگن در نوامبر 1895 میلادی و بدنبال آن نتایج سودمندی که از انجام آزمایشات رادیولوژی تشخیصی، درتشخیص نهایی بیماریها حاصل شد، استفاده روزافزون از اشعه ایکس را بدنبال داشت. از آنجاییکه تابش گیری های پزشکی عمده ترین بخش تابش گیری های مصنوعی را شامل می شود بلافاصله چند ماه پس از کشف اشعه ایکس، ناراحتی های چشمی و درماتیت شدید و پیشرونده در دست های پزشکان و متخصصین فیزیک ایجاد گردید، اما آثاردیررس ناشی از تابش گیری تقریباً 20 سال پس از کشف اشعه ایکس مشخص گردید.

Ø تاریخچه: برطبق بررسی های بعمل آمده تابش های یونساز خطر بالقوه ای در رشد جنین محسوب می گردند، لذا اجتناب از تابش گیری های غیرضروری در خانم های باردار به جز در مواردی که اندیکاسیون بالینی قوی وجودداشته باشد، توصیه می گردد، در این راستا رعایت استانداردهای رایج حفاظت در برابر اشعه شامل توجیه پذیری عمل، بهینه سازی روش های حفاظتی و محدودکردن دز اشعه دریافتی، با توجه به یکسان نبودن میزان حساسیت جنین درمراحل مختلف رشد و تکامل جهت جلوگیری از بروز آثار ناشی از تابش گیری الزامی است.

Ø بحث و نتیجه گیری: باتوجه به فوایدغیرقابل انکارپرتوهای ایکس در تشخیص و درمان بیماری ها، گسترش روزافزون بکارگیری این پرتوها را شاهد هستیم در عین حال باتوجه به آثار سوماتیکی و ژنتیکی این پرتوها، لزوم بهره گیری از آخرین روش های حفاظت پرتوی الزامی است. حفاظت دربرابر اشعه نه تنها یک موضوع علمی، بلکه یک بحث فلسفی، اخلاقی وعقلایی است، لذامی بایست جهت جلوگیری از آثار زیانبار تابش گیری در جنین، ازتابش گیری غیر ضروری خانم های باردار اجتناب نمود، مگر اینکه اندیکاسیون بالینی قوی داشته باشد.

Ø واژه های کلیدی: رادیولوژی تشخیصی، دز جنین، بارداری

آدرس مکاتبه: خرم آباد، کمالوند، مجتمع آموزشی پردیس دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده پزشکی
پست الکترونیک: mhrgh@yahoo.com

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-07]

کلیات موضوع

اشعه ایکس در اواخر قرن نوزدهم میلادی بطور تصادفی کشف شد و تقریبا بلافاصله در روش های تشخیص پزشکی بکار گرفته شد. استفاده روز افزون از این اشعه در تشخیص بیماریها باعث گردیده است که تابش گیری های پزشکی عمده ترین بخش تابش گیری های مصنوعی راتشکیل دهند، به عنوان مثال دریک بررسی که درخصوص اندازه گیری میانگین دزاشعه دریافتی درانگلستان انجام شده است مشخص گردید که بیش از 90 درصد از تابش گیری های مصنوعی ناشی از انجام آزمایشات پزشکی است (1). در پژوهشی دیگر نشان داده شده است که سالیانه در حدود 65 میلیون نفر در ایالات متحده آزمایشات سی تی اسکن انجام می دهند که حدود 700000 نفر از آنها را کودکان زیر 5 سال تشکیل می دهند. گرچه تعداد آزمایشات سی تی اسکن تنها در حدود یک دهم آزمایشات اشعه ایکس راشامل می شود، ولی در عین حال بیش از $\frac{2}{3}$ دز اشعه ناشی از تابش گیری های پزشکی را شامل می شود و حتی در بعضی موارد دزهایی بیشتر از بعضی روش های پزشکی هسته ای را دارد به عنوان مثال دز ناشی از انجام یک سی تی اسکن شکم در یک فرد بزرگسال250-200 برابر دز تابش یک رادیوگرافی قفسه سینه است (2، 3).

تاریخچه

راسل در سال 1984 به منظور جلوگیری از بروز اثرات ناخواسته تابش گیری در دوران بارداری قانون 10روز را پایه ریزی کرد. بر اساس این قانون آزمایشات رادیولوژیک شکم و لگن در خانم هایی که در سن باروری هستند می بایست در طول10روز اول پس از شروع عادت ماهانه با مدت و شدت طبیعی انجام شود (4). در این مدت می توان اغلب آزمایشات پزشکی هسته ای، رادیوگرافی یا فلوروسکوپی شکم، لگن و ستون مهره ها را انجام داد (5). در صورت محرز شدن بارداری انجام آزمایشات می بایست توجیه منطقی داشته باشد، در صورت رد نشدن بارداری و پایین بودن دز جذبی جنین و در صورتی که عادت ماهانه تمام نشده باشد میتوان با انجام آزمایش موافقت نمود (6، 7). نکته دیگراینکه درصورت ضرورت انجام آزمایش تشخیصی برحسب قانون10روز، خطری که ممکن است تا شروع دوره ماهانه بعدی متوجه مادر باردار شود می بایست مهمتر از خطری باشد که متوجه جنین می گردد (8، 9). بطورکلی میتوان ادعا نمود، قانون10روز در مورد انجام روش های پرتو پزشکی اعمال می گرددکه دز جذب اشعه بالایی داشته باشند، لذا در این موارد می توان جهت تخمین دز اشعه با متخصصین فیزیک پزشکی مشورت نمود. این ارزیابی ها بطور معمول باکمک فاکتورهای تکنیکی، شبیه سازی آزمایش با کمک فانتوم های مجهز به دوزیمتر و یا رفرانس های استاندارد انجام میشود (10، 11، 12).

بحث

در رشد رویان 3 مرحله بسیار مهم وجود دارد که درجات متفاوتی از حساسیت نسبت به تابش رانشان می دهند:

الف) مرحله پیش ازلانه گزینی (15- 0 روزپس ازلقاح) :

در این مرحله بسیار کوتاه حساسیت پرتوی رویان نسبت به تابش پایین است و رویان درحقیقت از تعدادی سلول تمایز نیافته تشکیل شده است که قادر به ترمیم آثار ناشی از تابش نمی باشند. سلول های آسیب دیده که تعدادشان اندک است با سلول های ناشی از میتوزهای جدید جایگزین می شوند، در نتیجه رویان بطور طبیعی به رشد خود ادامه می دهد، صرف نظر از میزان تابش گیری، مرگ رویان در اثر دزهای بالای تابش مهمترین اتفاق می باشد، ولی هیچگونه ریسک مشخصی از نظر مالفورماسیون ها در این دوره دیده نمی شود. خطر مرگ نیز در صورتی که رویان تحت تابش 10000 میلی راد اشعه قرار گیرد در حدود 2% برآورد شده است.

ب) مرحله اندام زایی (50-15 روز پس از لقاح) :

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-07]

در این مرحله حساسیت نسبت به تابش بطور ناگهانی افزایش می یابد و سلول ها کاملا تمایز یافته هستند. بنابراین سلول های آسیب دیده از سایر سلول ها متمایز می باشند. تعداد زیادی از مالفورماسیونها و نقایص رشد ممکن است در این مرحله صورت گیرد که با احتمال کمتری تا دوره جنینی ادامه می یابد. حساسیت نسبت به تابش ازهفته سوم تا چهارم لقاح به حداکثر مقدار خود می رسد. تابش گیری حتی با دزهای کم تابش (10راد) ممکن است منجر به مالفورماسیون های مادرزادی شود. در این مرحله دز تابش آستانه جهت بروز نقایص مادرزادی شامل آسیب مغزی یا مالفورماسیون لب ها، دندانها یا اندام های تناسلی خارجی بین5000-2500 میلی راد می باشد که بسیار بیشتر از دزهای روتین در روش های تصویر برداری پزشکی است.

ج) مرحله جنینی (270-50روزپس ازلقاح) :

در این مرحله به خاطر تمایز یافتگی سلول ها، رویان نسبت به تابش حساسیت کمتری دارد و پس ازهفته دهم، خطر مالفورماسیون های مادرزادی کاهش می یابد ولی خطر میکروسفالی هنوز وجود دارد و دز آستانه آن بیش از 12000میلی راد است. پس از هفته 17 بزرگترین خطر، عقب ماندگی ذهنی وکاهش رشد است که جهت وقوع آنها تابش گیری با دزهای بسیار بالا لازم است. در عین حال در اغلب روش های تصویر برداری پزشکی هیچگونه افزایش معنی داری در تعداد مالفورماسیون های ماژور در خانم های بارداری که بصورت تصادفی تحت تابش گیری های ناشی از پرتوهای یونساز قرارگرفته اند مشاهده نشده است (17-13). جدول 1 تابش گیری از منابع مختلف را در افراد بزرگسال و جنین با هم مقایسه می کند.

جدول شماره 1- مقایسه تابش گیری جنین وافرادبزرگسال ازتابش های یونسازدرروش های تصویربرداری تشخیصی (18)

منبع تابش	تابش گیری درافرادبزرگسال	تابش گیری جنین یادزجذبی	اثربرروی جنین
تابش زمینه			
کناردریا	300 میلی راد در سال	300 میلی راد در سال	ندارد
ارتفاع5000پایی	1000 میلی راد در سال 5	1000 میلی راد در سال	-
7ساعت پرواز	میلی راد	-	-
تابش گیری پزشکی			
رادیوگرافی قفسه سینه، جمجمه، دندان	4 میلی راد	کمتر از 1 میلی راد	ندارد
سی تی اسکن جمجمه	200 میلی راد	کمتر از10میلی راد	ندارد
سی تی اسکن قفسه سینه	1000-800میلی راد	کمتر از10میلی راد	ندارد
رادیوگرافی بخش فوقانی سیستم گوارشی	300میلی راد	4 میلی راد	ندارد
رادیوگرافی لکن یا مفصل هیپ	240 میلی راد	240 میلی راد	ندارد
ونوگرام دو طرفه	1820-500 میلی راد	630 میلی راد	ندارد
یدیدسدیم (1میلی کوری)	470 میلی راد (تمام بدن) 780000 میلی راد (تیروئید)	1000میلی راد (تمام بدن)	پس از هفته دهم لقاح در زمان رشد غده تیروئید دز تابش رویان بسیار بیشتر از دز تابشی مادر است و میتواند باعث اختلال در رشد غده تیروئید شود.
سی تی اسکن شکم یالگن	1000 میلی راد	2000 میلی راد	ریسک لوسمی را با فاکتور 2-1/5 افزایش می دهد (1 در 28000)
تابش گیری تصادفی	-	25000-5000 میلی راد	دز آستانه برای افزایش مالفورسیونهای مادرزادی در دوره رویان (3-10 هفته پس از لقاح)

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-07]

از آنجاییکه تابش های یونساز خطر بالقوه ای در رشد جنین محسوب می شوند، اجتناب از تابش گیری های غیر ضروری درخانم های باردار یک معیار استاندارد در مراکز پرتو پزشکی محسوب می گردد. در دوران بارداری سونوگرافی و MRI (بدون تزریق ماده کنتراست) روش های تصویر برداری جایگزینی هستند که تاکنون خطرات آنها برای جنین محرز نشده است. علاوه برآن به جز در برخی از روش های پزشکی هسته ای که از رادیوایزوتوپ ید استفاده می شود (بخاطر آسیب پذیری غده تیروئید) و نیز رادیوایزوتوپهایی مثل سلنیوم و آهن با نیمه عمر های بیولوژیک و فیزیکی بالا، انجام اکثر روش های تصویربرداری پزشکی در دوران بارداری مجاز شناخته شده است (19، 20، 21، 22).

گرچه ممکن است تابش گیری با پرتوهای یونساز در دوران بارداری نگرانی های زیادی را در برداشته باشد، ولی واقعا خطرات ناشی از آن اندک می باشد. به عنوان مثال دزهای ناشی از انجام آزمایشات سی تی اسکن بسیار کمتر از دزهایی است که می تواند باعث مرگ سلول شود (23، 24، 25). در عین حال نمی توان از خطرات آماری که میتواند ایجاد جهش و بدنبال آن منجر به ایجاد کانسر یا نقایص مادرزادی شود چشم پوشی نمود (26) . تخمین کانسرهای ناشی از تابش، مالفورماسیون های مادرزادی و انواع جهش ها اغلب از اطلاعات بدست آمده از بازماندگان انفجارات اتمی هیروشیما و ناکازاکی که دزهای تابش بسیار بالایی را دریافت کرده بودند بدست آمده است (30-27).

قوانین ویژه ای توسط سازمان های ذیربط ازجمله سازمان بین المللی حفاظت در برابر اشعه، سازمان ملی حفاظت در برابر اشعه ایالات متحده و دیگر سازمان هایی که در سطح ملی فعالیت دارند، تدوین گردیده است. این دستورالعمل ها جهت اجتناب از تابش گیری های ناخواسته جنین درخانم های باردار تدوین شده اند، که شامل قوانین 10 روز و 28 روز میباشند. بر اساس این قوانین انجام رادیوگرافی درخانم هایی که استعداد باروری دارند به 10 روز اول یا 28 روز پس از شروع عادت ماهانه محدود میشود (31، 32، 33، 34). از نظر سازمان بین المللی حفاظت در برابر اشعه هدف اصلی جلوگیری از بروز اثرات قطعی حاد و مزمن ناشی ازتابش در افراد تحت تابش و کاهش اثرات آماری در یک حد منطقی در مقایسه با اثرات سودمند تابش در جامعه است (35، 36).

بطور خلاصه عقیده بر این است، پیش از انجام آزمایشات رادیولوژی تشخیصی که لگن در معرض تابش های اولیه یا نزدیک آنهاست، در مورد بارداری از خانم هایی که در سن باروری هستند سوال شود. در صورت باردار بودن بیمار انجام آزمایش رادیوگرافی می بایست توجیه منطقی داشته باشد، همچنین در صورتی که بارداری رد نشود ولی انجام رادیوگرافی باعث دریافت دز تابش کمی در جنین شود، انجام آزمایش توصیه می گردد (37، 38، 39). بعبارت دیگر قانون 10 روز در مورد تکنیک هایی با دز بالا که دز جنین در حد چند میلی گری باشد اعمال می گردد (40). در خانم های باردار پرتوکار نیز جهت کاهش دز اشعه اجتناب از انجام رادیوگرافی های مداخله ای یا فلوروسکوپی با دز بالا ضروری است (41، 42).

به همین خاطر استانداردهای رایج حفاظت در برابر اشعه مبتنی بر 3 اصل زیر می باشد:

الف) توجیه پذیری:

بر این اساس هیچگونه تابش گیری مجاز نمی باشد مگر اینکه در مقایسه با آثار زیانبار تابش گیری نتایج سودمندی از آن حاصل شود. بطور مثال انجام آزمایش سی تی اسکن در رابطه با مشکلات داخل جمجمه نسبت به تکنیک های روتین تصویربرداری ارجحیت دارد یا تصویر برداری MRI نسبت به میلوگرافی اطلاعات تشخیصی بسیار بالایی را در اختیار پزشک قرار می دهد

ب) بهینه سازی حفاظت دربرابر اشعه:

در رابطه با میزان دز اشعه، تعداد افراد تحت تابش و با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی واجتماعی بیماران اعمال می شود

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-07]

در این رابطه اجرای قانون ALARA (هر چه کمتر مواجه شدن با پرتو یا به عبارت دیگر پرتوگیری منطقی)[1] لازم الاجرا است، بطوریکه حداکثر اطلاعات تشخیصی را با کمترین آسیب در بیماران تهیه نماید.

ج) محدود کردن دز تابش:

بعبارت دیگر محدود کردن دز در تابش گیری های شغلی، افراد جامعه و تابش گیری رویان وجنین، در این مورد استفاده از تکنیک های حفاظ گذاری، افزایش فاصله تا منبع تولید اشعه وکاهش زمان تابش گیری از اهمیت خاصی برخوردار است (43، 44، 45، 46).

نتیجه گیری

با توجه به فواید غیر قابل انکار پرتوهای ایکس در تشخیص و درمان بیماری ها، گسترش روزافزون بکارگیری این پرتوها را شاهد هستیم در عین حال با توجه به آثار سوماتیکی و ژنتیکی این پرتوها، لزوم بهره گیری از آخرین روش های حفاظت پرتوی الزامی است (47). لذا حفاظت در برابر اشعه نه تنها یک موضوع علمی، بلکه یک بحث فلسفی، اخلاقی و عقلایی است (48) ، بنابراین می بایست جهت جلوگیری از آثار زیانبار تابش گیری در جنین، از تابش گیری غیرضروری خانم های باردار دوری نمود، مگر اینکه اندیکاسیون بالینی قوی داشته باشد (49) . دراین راستا اطمینان از بارداری یا عدم بارداری در خانم ها قبل از انجام آزمایشات رادیولوژیک ضروری است. به همین دلیل درصورت محرز شدن بارداری می بایست سعی شود تعداد دفعات تابش گیری و دز ناشی از هر بار تابش گیری تا حد امکان به حداقل ممکن کاهش یابد هر چند نباید از ارزش تشخیصی آزمون چشمپوشی نمود. ضمنا تابش گیری اندام های جنسی هر یک از زوجین قبل از لقاح، تاکنون هیچگونه افزایشی را در انسیدانس کانسر و مالفورماسیون را در کودکان نشان نداده است. همچنین انجام برخی روش های تشخیصی مثل رادیوگرافی قفسه سینه، جمجمه و اندام ها در صورتی که جنین کاملا شیلد شده باشد در هر زمان از بارداری قابل انجام است (50).

1. As low as reasonably achievable

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-07]

References

1. Rotnalapan S, Bona N, Koarn G. Mother Risk Update: Ionizing radiation during pregnancy Canadian family physician. 2003, 49: 873-874
2. International Commission on Radiological Protection Publication 90: Biological Effects after prenatal Irradiation (Embryo and Fetus) 2003.
3. Brenner D, Elliston C, Hall E, Bredon W. Estimated risks of radiation-induced fetal cancer from pediatric CT. AJR Am J Roentgenol. 2001; 176: 289-296
4. Faulkner K, Malone JF, Corbett RH, Craven P, Osei EK. Radiation during pregnancy in Radiological protection of patients in Diagnostic and interventional Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy. (IAEA,Veinna) 2001: 507-511
5. Nickoloff EL, Khandji A, Dutta A. Radiation doses during CT fluoroscopy Health Phys. 2000, 79 (6): 675-681
6. Brateman L. Radiation safety considerations for diagnostic radiology personnel. Radiographics 1999; 19: 1037-1055
7. Campeau FE. Radiography: Technology, environment, professionalism. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999: 86-102
8. Balter S. Radiation safety in the cardiac catheterization laboratory: basic principles. Cathet Cardiovasc Intervent 1999; 47: 229-236
9. NeelJV, Schull WJ, Awa AA. The children of parents exposed to atomic bombs: estimates of the genetic doubling dose of radiation for humans. Am J Hum Genet 1990; 40: 1053-1072
10. Travis E. Bioeffects of radiation. In: Seeram E. ed. Radiation protection, Philadelphia, New york: Lippincott, 1998; 143-154
11. Fajardo LG LF. Morphology of radiation effects on normal tissues. in: Perez CA, Brady LW eds. principles &practice of Radiation Oncology, 3rd ed. Philadelphia, New york: Lippincott Raven, 1998: 143-154
12. Sinclair WK. Radiation protection recommendations on dose limits: the role of the NCRP and the ICRP and future developments. Int J Radiation Oncology Biol Phys 1995; 31 (2): 387-392
13. Schwenn MR, Brill AB. Childhood cancer 10 years after the Chernobyl accident. Curr Opin Pediatr 1997; 9 (1): 51-54
14. Steenvoorde P, Pauwels EKJ, Harding LK, Bourguignon M, Mariere B, Brouse JJ. Diagnostic nuclear medicine and risk for the fetus. Eur J Nucl Med 1998; 25: 193-199
15. Doll R, Wakeford R. Risk of childhood cancer from fetal irradiation. Br J Radiol 1997; 70: 130-139
16. Thomas SM, Bees NR, Adam EJ. Trends in the use of pelvimetry techniques. Clin Radiol. 1998; 53: 293-295
17. Wakeford R. The risk of childhood cancer from intra-uterine and preconception exposure to ionizing radiation. Environ Health Prespect 1995;103 (11) :1018-1025
18. Little MP, Charles MW, Wakeford RA review of the risks of leukemia in relation to prenatal preconception exposure to radiation. Health Phys 1995; 68 (3): 299-310
19. AERB Safety Code, (Code No. AERB/SE/MED-2) Mumbai 2001: 1-25
20. Simpkin DJ, Dixon RL. Secondary Shielding Barriers for diagnostic X-ray facilities: Scatter and leakage revisited. Health Phys. 1998; 74(3): 350-365

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-07]

21. Shymko MJ. Minimizing occupational exposure. Radiologic Technology 1998; 70(1): 89-90
22. Beacomfield T, Nicholson R, Thornton A. Would thyroid and breast shielding beneficial in CT of the head? Eur-Radiol. 1998; 8(4): 664-7
23. Jessen KA, Shrimpton PC, Geleijns J. Dosimetry of optimization of patient protection in computed tomography. Applied Radiation and isotopes. 1999; 50: 165-172
23. Nickoloff EL, Khandji A, Dutta A. Radiation doses during CT fluoroscopy . Health Phys. 2000; 79(6): 675-681
24. Faulkner K, Broadhead DA, Harrison RM. Patient dosimetry methods Applied Radiation and Isometers. 1999; 50: 113-123
25. Osei EK, Faulkner K, Kotre CJ. Radiation dose to the fetus in diagnostic radiology. Society for Radiological Protection. 1999; 72: 101-104
26. Arbabi A. Ten years investigation in radiological exposures to the embryo and fetus in pregnant women in Iran. IAEA,Vienna. 1985; 66: 491-494
27. Osei EK, Faulkner K. Fetal doses from radiological examinations. British Journal of Radiology. 1999; 72: 773-780
28. Wagner CK, Lester RG, Saldava LR. Exposure of the pregnant patient to diagnostic radiation a guide to medical management 1997 (Medical Physics Publishing, USA)
29. Basic Safety Standard (IAEA,Vienna) 1994
30. Faulkner K, Marshall NW. Personal monitoring of pregnant staff in diagnostic Radiology. Journal of Radiological Protection. 1993; 13: 259-265
31. Rabinson A, Grainger RG. Radiation Protection and patient doses in diagnostic radiology in Grainger and Allison's diagnostic radiology a text book of medical imagings. 3rd ed, New york church hill Livingstone. 1997: 169-188
32. Langer SG, Gray JE. Radiation Shielding complications of computed tomography scatter exposure to the floor. Health Phys. 1998; 75(2): 193-196
33. Miller RW. Delayed effects of external radiation exposure: A brief history. Radiation research. 1995; 144: 160-169
34. Rubin P, Constine LS, Williams JP. Late effects of cancer treatment. Radiation & drug toxicity. in: perez CA, Brady LW, eds. principles & Practice of Radiation Oncology, 3rd ed. Philadelphia,New york: Lippincott-Raven, 1998: 155-211
35. Wakeford R. The risk of childhood cancer from intra-uterin and preconception exposure to ionizing radiation. Environ Health Perspect. 1995; 103(11): 1018-1025
36. Verdun FR, Meuli RA, Bucher G, Noel A, Stines J, Schnyder P, Valley JF. Dose and image Quality Chractrization of CT Units. Radiation Protection Dosimetry. 2000; 90: 193-196
37. Tapiovara M, Lakkisto RA, Servomaa A. APC-based monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations. STUK-A139, February 1997
38. Servomaa A, Tapiovaara M. Organ dose calculating medical X-ray examinations by the program PCXMC. Radiation Protection. Dosimetry, 1998; 80: 213-219
39. Mattsson S, Jacobsson L, Vestergren E. The basic principles in Assessment and Selection of reference doses: Consideration

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-07]

in Nuclear Medicine. Radiation Protection dosimetry, 1998, 80: 23-27
40. Kalander WA, Scmidt B, Zankl M, Scmidt M. APC program for estimating organ dose and effective dose values in computed tomography. European Radiology 1999; 9: 555-562
41. Valentin J. Pregnancy and medical radiation (ICRP84) 2000; 30(1): 67-73
42. Icrp 80,Radiation Dose to patients from Radiopharmaceuticals. 1998; 28(3): 65-72
43. Prenatal radiation exposure:A Fact Sheet for Physicians. http://www.bt.cdc.gov/radiation/prenatalphysician.asp. Accessed 11/05/03
44. WWiner-Muram HT, Boone JM, Brown HL, Jennings SG, Mabie WC, Lombardo GT. Pulmonary embolism in pregnant patients:fetal radiation dose with helical CT. Radiology. 2002; 224(2): 487-492
45. Olive P. Mobile imaging part 2. http://www.rt-image.com/0701mobile2. 2000; 15(20)
46. Stabin M, Bretiz H. Breast milk excretion of radiopharmaceuticals: Mechanisms, findings, and radiation dosimetry. continuing Medical education Article. Journal of Nuclear Medicine. 2000; 41(50): 863-873
47. United Nations Scientific Committee on the effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation, Vol 1: Sources. New york, NY: United Nations Publishings, 2000
48. Russell JR, Stabin MJ, Sparks RB, Watson EE. Radiation absorbed dose to the embryo/fetus from radiopharmaceuticals. Health Phys 2000; 73(5): 756-769
49. Wall BF, Hart D. Revised radiation doses for typical x-ray examinations. The British Journal of Radiology. 1997; 70: 437-439
50. Stovall M, Blackwell CR, Cundiff J, Novack D. H, Palta JR, Louis K, et al. Fetal dose from radiotherapy with photon beams: A report of AAPM radiation therapy committee task group. Med. Phys, 1995; 22(1): 63-82

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-07]