

Gebelikte Maruz Kalınan İyonize Radyasyon Ionizing Radiation Exposure During Pregnancy

Çiğdem BİLGE^a İlkay GÜNGÖR^b

ÖZET Hayatımızdaki değerli varlıklar olan çocukların prenatal, natal ve postnatal dönemi sağlıklı bir şekilde sürdürmesi gelecek nesiller açısından önemlidir. Günümüzde prenatal dönemde fetüsün geçirdiği birçok aşama bilinmekle birlikte bu dönemi etkileyen dış faktörler hala araştırma konusu olmaktadır. Bu araştırma konularından bir tanesi de intrauterin dönemde maruz kalınan radyasyondur. Gelişen teknolojiler ile fetüsün radyasyona maruz kalma riski de artmıştır. Bu durumda birey ve toplumun sağlığını korumak ve geliştirmek amacı olan hemşirelere büyük sorumluluklar düşmektedir. Bu derlemenin amacı gebelik döneminde maruz kalınan radyasyonun fetüse olabilecek zararları konusunda farkındalık yaratmak ve sağlık profesyonellerine bu konuda rehber olmaktır.

Anahtar kelimeler: iyonize radyasyon, gebelik, fetal anomali

ABSTRACT It is important for children who are precious assets in our lives to maintain the prenatal, natal and postnatal period in a healthy way for future generations. Many stages of the fetus during the prenatal period are known and external factors affecting this period are still the subject of research. One of these research subjects is radiation exposed during the intrauterine period. With the developing technologies, the risk of exposure to fetal radiation has also increased. In this case, the nurses who are aiming to protect and develop the health of the individual and the society have great responsibilities. This compilation is intended to raise awareness of the possible damage to the fetus of radiation exposed during the intended pregnancy and to guide health professionals to this issue.

Key words: Ionized radiation, pregnancy, fetal anomaly

Giriş:

Bu derlemenin amacı gebelik döneminde maruz kalınan radyasyonun fetüse olabilecek zararları konusunda farkındalık yaratmak ve sağlık profesyonellerine bu konuda rehber olmaktır. Radyasyon, parçacık veya dalgalar halinde hareket eden enerjidir. İyonize ve İyonize olmayan şekilde iki türü vardır. İyonize olmayan radyasyon görünür ışık, mikrodalgalar ve radyo dalgaları gibi örnekleri olan, daha düşük enerji seviyelerine sahiptir. İyonize radyasyon ise, DNA (Deoksiribo Nükleik asit)'ya zarar verebilir ve yüksek dozlarda sağlık üzerine olumsuz etkilere neden olabilir. İyonize radyasyon olan X ışınları karşılaştıkları maddelere elektron kaybettiren bir özelliğe sahiptir ve genellikle tanı amacıyla kullanılırlar. Bu ışınlar hücre bölünmesi ve genetik yapıda değişikliğe neden olurlar. Ayrıca en fazla hızlı bölünen hücreleri etkilerler. Bu nedenle iyonize radyasyona maruz kalan gelişmekte olan fetüsün ve fetüse ait dokular

risk altındadır.¹ Sağlık profesyonelleri, kadının gebe ya da muhtemel gebe olması durumunda hastalıkları tanılamada tamamlayıcı tanılama sistemlerinden olan radyasyonu kullanma konusunda hep ikilemde kalmışlardır.² Buna rağmen fetüsün X ışınlarına maruz kalması oldukça yaygın karşılaşılan bir durumdur. Fakat fetüs üzerine olabilecek zararlı etkileri konusunda dikkatli olmak gerekir.³ Bu yöntemle yapılacak bir tanılama işleminden önce olası riskler aileye anlatılmalı ve fetüsü korumaya yönelik kararlar verilmelidir.¹

Röntgen, ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntülemesi (MRG) ve nükleer tedaviler toplumda en sık kullanılan tanı ve tedavi yöntemleridir. Gebe ya da muhtemel gebe olan kadınlar gebelik sürecinde bu yöntemlerden biri ile karşılaşmış olabilir. Bu yöntemlerin gebelik sürecinde kullanılması tartışmalı bir durumdur. Fakat bazen bu yöntemlerin gebelikte

Geliş Tarihi/Received: 31-05-2017 / Kabul Tarihi/Accepted:19-09-2017

^a Arş. Gör. İstanbul Üniversitesi Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi, Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği AD. Abidei- Hürriyet Cad. 34381, Şişli/ İstanbul, Tel: 0212 440 00 00/27076; [ORCID ID: 0000-0002-8120-6216](https://orcid.org/0000-0002-8120-6216)

^b Doç. Dr. İstanbul Üniversitesi Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi, Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği AD. Abidei- Hürriyet Cad. 34381, Şişli/ İstanbul, Tel: 0212 440 00 00/ 27088; [ORCID ID: 0000-0002-9446-6148](https://orcid.org/0000-0002-9446-6148)

Sorumlu yazar /Correspondence. Çiğdem Bilge, E-mail: cigdemaydinbilge@gmail.com

kullanılmaması da kadının sağlığını olumsuz etkileyebilir.⁴

Gebe kadının medikal tedavi ihtiyacı varsa ve tedaviyi risklerine rağmen kabul ediyorsa fetüs için enerji miktarının dikkate alınmasının yanında foton miktarının da önemsendiği tanısal bir prosedür uygulanmalıdır.⁵ Eğer ışınlama uterusun dışında bir alana yapılacak ise fetüs saçılan radyasyondan az etkilenir. Yani fetüs, anterior pozisyonda çekilen röntgende radyasyondan posterior pozisyonda çekilene göre daha fazla etkilenir. Fetüsün en fazla doza maruz kaldığı durum, hasta için çok fazla yarar sağlayan batin bilgisayarlı tomografi çekimidir. Bilgisayarlı tomografi çekiminin dozu gebelik haftası, fetüsün derinliği ve çekim alanının uterusu mesafesi ile ilgilidir.⁶ İntrauterin yaşa bağımlı radyasyon dozunun etkileri tablo 1'de gösterilmiştir.^{1,7}

Tablo 1. İntrauterin yaşa bağımlı radyasyon dozunun etkileri

Gestasyon haftası	Etkiler	Radyasyon dozu
İmplantasyon öncesi (0-2 hafta)	Embriyo ya ölür ya da etkilenmez	50-100 mGy
Organogenez (2-8 hafta)	Konjenital anomaliler Gelişme geriliği	200 mGy 200-250 mGy
Fetal dönem (8-15 hafta)	Mental retardasyon (yüksek risk) Mikrosefali	60-310 mGy 200 mGy
16-25 hafta	Mental retardasyon (düşük risk)	250-280 mGy

Birleşmiş Milletler Bilimsel Komitesi ve Ulusal Radyolojik Koruma Kurulu'na göre, gebelikte maruz kalınan radyasyonun ciddi riskleri mental gerilik ve çocukluk kanserini içerir. Literatüre incelendiğinde ise radyasyona maruz kalma miktarını doğrudan inceleyen çalışma sayısı sınırlıdır. Chandra ve ark.'nın 2013 yılında yaptıkları çok merkezli çalışma sonucuna göre, gebelikte radyasyon kullanımında uygun önlemler alındığı sürece, fetüs üzerindeki riskin minimum veya hiç olmadığını belirtmişlerdir.¹⁴ Buna karşın, Aspolm ve ark.'nın 1999 yılında yaptıkları çalışmada ise uzun uçuşlarda, radyasyona maruz kalan uçuş görevlileri arasında abortus riskinin arttığı ifade edilmiştir.¹⁵ Bunun yanında Osei ve ark, (1999) alt karın ve pelvisin radyolojik incelemelerine tabi tutulan, gestasyon haftası 2-24 hafta arasında değişen 50 gebede, radyasyon etkisini değerlendiren bir retrospektif bir çalışma yapmıştır. 10 yıl süren çalışma sonucuna göre, kadınlarda radyasyon dozunun 0.01 mGy ile 117 mGy arasında değiştiği ve fetüslerin mental retardasyon risklerinin artmış olduğu

İyonize radyasyonun fetüs üzerindeki etkileri

Gebelikte radyasyon kullanımında radyasyonun fetüse etkileri belirleyici ve olasılıklı olarak iki şekilde incelenir. Belirleyici etkinin şiddeti, klinik açıdan önemsiz olan eşik dozunun altında bulunan radyasyon dozu ile artar. Bunun yanında fetüs üzerinde etki göstermesi için radyasyon dozunun eşik değerine ulaşması gereklidir. Bu eşik dozundan sonra fetüs üzerindeki etki artmaya başlar.^{8,9} Olasılıklı etki ise radyasyon dozuna bağlı olarak artmaz. Eşik doz değerinden de etkilenmez.^{9,10}

Radyasyonun fetüs üzerindeki etkileri, gebeliğin haftasına, radyasyon dozuna ve fetal hücresel yenilenme mekanizmasına bağlıdır.^{11,12} Bunun yanında demografik özellikler, kronik hastalıklar veya genetik özellikler gibi tıbbi özgeçmiş de etkileyebilir.¹³

belirtilmiştir.¹⁶ Ayrıca gebelikte maruz kalınan iyonize radyasyon üzerine 40 yıl süren araştırma yapan Doll and Wakeford, 10 mGy radyasyon dozunun bile çocukluk kanseri nedeni olduğunu söylemişlerdir.¹⁷

Radyasyonun fetüs üzerindeki etkileri;

1. Gebelik kaybı
2. Konjenital malformasyonlar
3. Nörodavranışsal anomaliler
4. Fetal gelişme geriliği
5. Karsinogenezis olarak sınıflandırılabilir.^{18,19}

1. Gebelik Kaybı: Bütün ilk trimester gebelikler için abortus riski %15'tir. Döllenmeden implantasyon ve organogenezis aşamasına kadar fetal hücreler her türlü değişikliğe hassastırlar. Bu nedenle bu dönemde iyonize radyasyon malformasyonlara neden olabilir.^{10,11,20} Eğer embriyo döllenmeden sonra ilk 2 hafta 100 mGy ve üzeri radyasyon dozuna maruz kalırsa gebelik spontan abortus ile sonuçlanır.^{9,21,22} Bunun yanında 4-8 haftalık gebeliklerde, spontan abortus için doz değeri 150 mGy ve üzeri olması

gerekir. 26 hafta sonrasında fetal ölüm ya da yenidoğan mortalite riski radyasyon dozu arttıkça artar.^{13,22} Buna karşın 50 mGy ve altı radyasyon dozu fetal kayıp ya da abortusa neden olmaz. Gebelik kaybı için radyasyon dozunun 100 mGy ve üzeri olarak kabul edilir.^{23,24}

2. Konjenital Malfarmasyonlar: Radyasyona maruz kalan her gebelikte konjenital malformasyon görülme oranı %3'tür.^{20,25} Fetal hücrelerin en hassas dönemi olan organogenezis aşamasında fetüsün 100 mGy ve üzerinde radyasyon dozuna maruz kalması malformasyonlara neden olabilir.^{10,24,25} Her ne kadar literatürde konjenital malfarmosyanlar için radyasyon dozunun 150 mGy ve üzeri olması kabul edilse de radyasyonun 100 mGy ve üzeri olması konjenital anomali riskini %10 artırmaktadır.²⁶ Ayrıca bazı çalışmalarda, tanılayıcı x ışını, bilgisayarlı tomografi ve nükleer tedavi prosedürlerinin malfarmosyonlara neden olmayabileceği belirtilmektedir.^{11,22}

3. Nörodavranışsal anomaliler: Radyasyona maruz kalan tüm gebeliklerde nörodavranışsal anomali görülme riski %1-6 arasındadır.^{2,25,27} Mental retardasyon ve mikrosefali açısından en hassas dönem gebeliğin 8-15. haftası arasındadır. Ayrıca 16-25. haftada santral sinir sistemi radyasyona karşı daha az duyarlı olmasına rağmen gebeliğin 20. haftasından sonra mental retardasyon ve mikrosefali riski yine de yüksektir. Fakat gebeliğin 25. haftasından sonra radyasyona karşı tam direnç sağlanır. İyonize radyasyona bağlı mental retardasyon gelişmesi için radyasyon dozunun 100-250 mGy arası olmalıdır.^{2,22,28,29}

4. Fetal Gelişme Geriliği: Radyasyona maruz kalan gebelerde fetal gelişme geriliği görülme riski %4'tür. Bu tür gelişme geriliği genellikle döllenmeden 14 gün sonraki dönemle başlar ve ilk trimester boyunca risk devam eder.^{2,18,22,25} Gebeliğin 20. haftasından sonra radyasyona maruz kalınması gelişme geriliği riskini artırır. Bazı çalışmalarda 100-250 mGy arasında,^{21,23} bazı çalışmalarda ise 500 mGy ve üzerinde^{20,30} radyasyon dozuna maruz kalındığında gelişme geriliğinden söz edildiği belirtilmiştir. Bu tür gelişme geriliği genellikle kalıcı değildir.³⁰

5. Karsinogenezis: Gebeliğin herhangi bir döneminde radyasyona maruz kalmak fetüste tüm kanserlerin riskini artırır. Bu risk gebeliğin periyoduna ya da radyasyon dozuna bağlı

değildir.^{25,30,31} Doğumdan sonra veya intrauterin yaşamda kanser riski 50 mGy radyasyon dozunda % 0,3 (% 0.2-0.8)'tür ve her 10 mGy dozunda % 0.06 artmaktadır.^{8,28} Bunun yanında bazı kaynaklarda ise intrauterin yaşamda alınan radyasyon dozunun 100 mGy ve üzerinde olması çocukta kanser riskini % 0.1 artırmakta ayrıca bu doz son trimesterde alınırsa çocukta doğumdan sonra gelişebilecek lösemi riskini % 40 artırmakta olduğu belirtilmiştir.^{9,13} Buna benzer olarak literatürde çocukluk döneminde gelişen lösemnin bir nedeninin de intrauterin yaşamda alınan radyasyon olduğu belirtilmiştir.^{13,25,32} Ayrıca bazı araştırmalar intrauterin yaşamda alınan radyasyonun lösemi riskini arttırdığını belirtsele de^{5,25} bazıları bu sonuç için yeterli kanıt olmadığını ifade etmişlerdir.³³

Radyasyona maruz kalan çalışan gebeler

Uluslararası Radyolojik Koruma Komisyonu (ICRP), gebe çalışanların mesleki radyasyon maruziyeti ile ilgili olarak, doğmamış çocukların da toplumun bir üyesi olduğunu ve onların da insan hakları olduğunu belirtmiştir.³⁴ Tüm kurumların, gebe çalışanları ile ilgili, radyasyon güvenlik standart çalışma prosedürlerinin olması gerekmektedir. Kadın gebe kalmadan hemen önce ya da gebe kaldıktan sonra işyerinden radyasyon dozunu izlemek için ek bir dozimetre talep edebilir. Bu ek dozimetre batının altına fetüsün maruz kaldığı radyasyon dozunu belirlemek için fetüse yakın yere sabitlenir. Gebe çalışan işlem süresince masadan hatta çalışma holünden 6 adım uzaklaşmalıdır. Çünkü radyasyon kaynağı ile gebe arasındaki mesafe 2 katına çıkarsa radyasyon maruziyeti 4 kat azalır. Eğer çalışan gebe işlem masasından uzaklaşmıyorsa radyasyon kaynağı ile kendisi arasına hareketli kurşun levhalardan koymalıdır. Ayrıca çalışan gebe giyilen kurşun önlüklerin koruma derecesinin farkında olmalıdır. Buna yönelik olarak, örneğin yanlardan ya da arka tarafından maruz kalacağı radyasyon dozunu düşürmek için vücudunu tam saran kurşun önlükler giymesi gibi ek bir radyasyondan korunma yöntemi kullanılmalıdır.³⁵

Hemşirelik bakımı

Hemşireler sahip oldukları bilgi ve becerileri ile korkuyu en aza indirmede liderlik rolünü üstlenmelidirler. Radyasyona maruz kalan gebe kadınlarda hemşirelik bakımı için radyasyon ve radyasyon terminolojisinin anlaşılması gerekir. Doğum öncesi radyasyona maruz kalmanın sağlık üzerine etkileri, değerlendirilmesi ve

tedavisi çok önemlidir. Gebeler radyasyon güvenliği konusunda ayrıntılı olarak bilgilendirilmelidir. Radyasyona maruz kalan gebeye radyoaktif madde atılımını artırmak için yeterli miktarda su içmesi ve radyasyon maruziyetini azaltmak için sık tuvalete gitmesi gerektiği anlatılmalıdır. Hemşireler radyasyona maruz kalmış gebe kadınları ve bebekleri değerlendirmeye ve tedavi etmeye hazır olmalı, radyasyonun sağlığa ilişkin sonuçlarını bilmeli, gebe kadınlara ve bebeklere radyasyona maruz kalmanın etkilerini hafifletmeye yardımcı olmak için doğum öncesi radyasyona maruz kalmanın sağlık üzerine etkileri, değerlendirme ve gebe kadınlar ile bebeklerin tedavisi hakkında doğru, kapsamlı bilgi ve eğitim vermelidir.³⁶

Sonuç olarak;

Teknolojinin ilerlemesi ve tanılama yöntemlerine ulaşımın kolaylığından mevcut durumundan habersiz gebe kadınların radyasyona maruz kalması gün geçtikçe artmaktadır. Fetüse radyasyonun etkileri hala tartışmalı bir konudur. Eğer bu tanılama yöntemleri gebe kadına uygulanacaksa, anne ve doğmamış çocuğunun refah dengesi sağlanmalı, riskleri ve yararları iyi saptanmalıdır.^{5,30}

Gebelik kaybı, konjenital anomaliler gibi bazı sonuçlar gebelikte maruz kalınan radyasyon ışının sonucu olabilir.^{9,24,25} Özellikle radyasyona maruz kalınmaması gereken kritik gebelik dönemi gebeliğin 8.-15. haftasıdır. Ayrıca gebelik döneminde radyasyon ışını almak lösemi gibi çocukluk çağı kanser riskini de artırmaktadır.³³

Hemşireler güçlü hasta savunucularıdır. Onların ihtiyacı tanılama yöntemlerinin değişen bakım standartlarına karşı kendilerini sürekli güncel tutmaktır. Radyasyonun fetüste gelişebilecek komplikasyonları hakkında bilgi sahibi olmalı ve danışman rolleriyle gebe kadınları da bu yönde eğitmelidirler.

Kaynaklar

1. Altıntaş ÖL, Aydın Z, Köroğlu M, Yeşildağ A. Gebelik ve tanısal radyasyon. SDÜ Tıp Fak Derg 2012; 19(1):33-36.
2. Wang PI, Chong ST, Kiehl AZ, Kelly AM, Knoepf UD, Mazza MB et al. Imaging of pregnant and lactating patients: part 1, evidence-based review and recommendations. Am J Roentgenol 2012; 198 (4):778-784.
3. Goodman TR, Amurao M. Medical imaging radiation safety for the female patient:

- rationale and implementation. Radiographics 2012; 32 (6):1829-1837.
4. Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy and lactation, ACOG Committee Opinion. AJOG 2016; 656:1-6.
5. Lockwood D, Einstein D, Davros W. Diagnostic imaging: radiation dose and patients' concerns. Journal of Radiology Nursing 2007; 26 (4):121-124.
6. Chatterson LC, Leswick DA, Fladland DA, Hunt MM, Webster ST. Lead versus bismuth-antimony shield for fetal dose reduction at different gestational ages at CT pulmonary angiography. Radiology 2011; 260(2):560-567.
7. Wagner LK, Lester RG, Saldana LR. Exposure of the pregnant patient to diagnostic radiations: a guide to medical management. 2nd ed. Madison, Wis: Medical Physics, 1997.
8. Ratnapalan S, Bentur Y, Doren G. Doctor, will that x-ray harm my unborn child?. CMAJ 2008; 179(12):1293-1296.
9. Dauer LT, Thornton RH, Miller DL, Damilakis J, Dixon RG, Marx MV et al. Radiation management for interventions using fluoroscopic or computed tomographic guidance during pregnancy: a joint guideline of the Society of Interventional Radiology and the Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe with Endorsement by the Canadian Interventional Radiology Association. J Vasc Interv Radiol 2012; 23(1):19-32.
10. Sadro CT, Dubinsky TJ. CT in pregnancy: Risks and benefits. Applied Radiology 2013; 42(10):6-16.
11. Williams PM, Fletcher S. Health effects of prenatal radiation exposure. Am Fam Physician 2010; 82(5):488-493.
12. Pearl J, Price R, Richardson W, Fanelli R. Guidelines for diagnosis, treatment, and use of laparoscopy for surgical problems during pregnancy. Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques 2011; 25(11):3479-3492.
13. Goldberg-Stein SA, Liu B, Hahn PF, SI L. Radiation dose management: part 2, estimating fetal radiation risk from CT during pregnancy. Am J Roentgenol 2012 198(4):352-356 doi: 10.1007/s00464-011-1927-3.
14. Chandra V, Dorsey C, Reed AB, Shaw P, Banghart D, Zhou W. Monitoring of fetal radiation exposure during pregnancy. J

- Vasc Surg 2013; 58(3):710-714. doi: 10.1016/j.jvs.2013.01.052.
15. Aspholm R, Lindbohm ML, Paakkulainen H, Taskinen H, Nurminen T, Tiitinen A. Spontaneous abortions among Finnish flight attendants. *JOEM* 1999; 41:486-491.
 16. Osei EK, Faulkner K. Fetal doses from radiological examinations. *Br J Radiol* 1999; 72:773-780.
 17. Shaw P, Duncan A, Vouyouka A, Ozsvath K. Radiation exposure and pregnancy. *J Vasc Surg* 2011; 53(1):28-34. doi: 10.1016/j.jvs.2010.05.140.
 18. Nguyen CP, Goodman LH. Fetal risk in diagnostic radiology. *Semin Ultrasound CT MR* 2012; 33(1):4-10 doi: 10.1053/j.sult.2011.09.003.
 19. Hall EJ Radiation biology for pediatric radiologists. *Pediatr Radiol* 39 Suppl 2009; 1:57-64 doi: 10.1007/s00247-008-1027-2.
 20. Brent RL. Saving lives and changing family histories: appropriate counseling of pregnant women and men and women of reproductive age, concerning the risk of diagnostic radiation exposures during and before pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2009; 200(1):4-24.
 21. Samara ET, Stratakis J, Enele JM, Mouzas IA, Perisinakis K, Damilakis J. Therapeutic ERCP and pregnancy: is the radiation risk for the conceptus trivial? *Gastrointest Endosc* 2009; 69(4):824-831.
 22. Baysinger CL. Imaging during pregnancy. *Anesth Analg* 2010; 110(3):863-867.
 23. Baron TH, Schueler BA. Pregnancy and radiation exposure during therapeutic ERCP: time to put the baby to bed? *Gastrointest Endosc* 2009; 69(4):832-834.
 24. Choi JS, Han JY, Ahn HK, Ryu HM, Kim MY, Chung JH et al. Foetal and neonatal outcomes in first-trimester pregnant women exposed to abdominal or lumbar radiodiagnostic procedures without administration of radionucleotides. *Intern Med J* 2013; 43(5):513-518 doi: 10.1111/imj.12043.
 25. Shetty MK. Abdominal computed tomography during pregnancy: a review of indications and fetal radiation exposure issues. *Semin Ultrasound CT MR* 2010; 31(1):3-7 doi: 10.1053/j.sult.2009.09.001.
 26. Masselli G, Derme M, Laghi F, Poletti E, Brunelli E, Framarino ML et al. Imaging of stone disease in pregnancy. *Abdom Imaging* 2013; 38(6):1409-1414.
 27. Cogley JR, Ghobrial PM. Pulmonary embolism evaluation in the pregnant patient: a review of current imaging approaches. *Semin Ultrasound CT MR* 2012; 33(1):11-17.
 28. Ray JG, Schull MJ, Urquia ML, You JJ, Guttmann A, Vermeulen MJ. Major radiodiagnostic imaging in pregnancy and the risk of childhood malignancy: a population-based cohort study in Ontario. *PLoS Med* 2010; 7(9):1-9.
 29. Bural GG, Laymon CM, Mountz JM. Nuclear imaging of a pregnant patient: should we perform nuclear medicine procedures during pregnancy? *Mol Imaging Radionucl Ther* 2012; 21(1):1-5.
 30. Rajaraman P, Simpson J, Neta G, Gonzales AB, Ansell P, Linet MS et al. Early life exposure to diagnostic radiation and ultrasound scans and risk of childhood cancer: case-control study. *BMJ* 2011; 10:342:d472. doi: 10.1136/bmj.d472.
 31. Duran-Mendicuti A, Sodickson A. Imaging evaluation of the pregnant patient with suspected pulmonary embolism. *Int J Obstet Anesth* 2011; 20(1):51-59.
 32. Moradi M. Pulmonary thromboembolism in pregnancy: Diagnostic imaging and related consideration. *J Res Med Sci* 2013; 18(3):255-259.
 33. Bailey HD, Armstrong BK, Klerk NH. Exposure to diagnostic radiological procedures and the risk of childhood acute lymphoblastic leukemia. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2010; 19(11):2897-2909.
 34. Valentin J, editor. *Annals of the ICRP, Publication 84: pregnancy and medical radiation. International Commission on Radiological Protection. Vol 30, No. 1. Tarrytown, NY: Pergamon, Elsevier Science, Inc; 2000.*
 35. Groen RS, Bae JY, Lim KJ. Fear of the unknown: ionizing radiation exposure during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2012; 206(6):456-462. doi: 10.1016/j.ajog.2011.12.001.
 36. Labant A, Silva C. Radiation exposure and pregnancy. *MCN Am J Matern Child Nurs*. 2014; 39(6):345-350. doi: 10.1097/NMC.0000000000000084.