

Gebelik ve İyonizan Radyasyon İçeren Radyolojik Görüntüleme Yöntemleri
Pregnancy and Ionizing Radiation Including Radiological Imaging Methods

¹Erkan Gökçe

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Tıp Fakültesi, Radyoloji
Anabilim Dalı

Yazışma Adresi:

Yrd. Doç. Dr. Erkan Gökçe

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Tıp Fakültesi, Eğitim Araştırma
ve Uygulama Hastanesi,
Radyoloji Anabilim Dalı

Merkez/Tokat

Tel:05423798986

E-mail:erkangokce@mynet.com

Özet

İyonizan radyasyon içeren radyolojik görüntüleme yöntemlerinin medikal amaçlı kullanımı gebe hastalarda dahil olmak üzere gittikçe artmaktadır. Gebe hastaların bilerek ya da bilmeyerek iyonizan radyasyon içeren görüntüleme yöntemlerine maruz kalması hastada, ailesinde ve hatta doktorunda anksiyeteye yol açabilmekte ve gebelikler sonlandırılabilir. Bu nedenle radyolojik tetkiklerde maruz kalınan fetal dozların ve olası risklerin anne ve hekimler tarafından bilinmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gebelik, iyonizan radyasyon, radyolojik görüntüleme yöntemleri

Abstract

Medical-purpose use of radiologic imaging techniques that include ionizing radiation has been gradually increasing including the pregnant patients. Pregnant patients' subjected to imaging techniques that include ionizing radiation intentionally or inadvertently can cause anxiety in patient, family or even the doctor and the pregnancy can be terminated. For this reason, fetal doses subjected in radiologic examinations and possible risks that can develop depending upon this should be known by the doctors and the pregnant patients.

Key Words: Pregnancy, ionizing radiation, radiological imaging methods

Giriş

Gebe hastalarda son 15-20 yılda iyonizan radyasyon içeren konvansiyonel grafiler, bilgisayarlı tomografi (BT) ve sintigrafik tetkikler gibi radyolojik görüntüleme yöntemlerinin kullanımında bazı ülkelerde %100'ün üzerinde artış görülmektedir (1). Gebe hastaların bilerek ya da bilmeyerek iyonizan radyasyon içeren görüntüleme yöntemlerine maruz kalması hastada, ailesinde ve doktorunda anksiyeteye yol açabilmekte ve bu nedenle gebelikler sonlandırılabilir (2). Bochicchio ve arkadaşlarının çalışmasında acil servise başvuran travma hastalarının %11.4'ünün gebeliğini bilmedikleri belirtilmiştir (3). Bu durum, travmalı her 10 gebeden en az birinin, gebeliğinin farkında olmadan çeşitli iyonizan radyasyon içeren radyolojik tetkikler yapılması sonucu fetusun radyasyona maruz kalabileceğini göstermesi açısından önemlidir. Bunun yanında gebelik dışı bir problemi nedeniyle radyolojik tetkik yapılması gereken bir gebeye uygulanacak en uygun tanı yöntemi klinisyen ve radyolog arasında

konsensusla kararlaştırılmalıdır. Gebe hastalarda öncelikle iyonizan radyasyon içermeyen ultrasonografi (US) veya US yetersiz kaldığında ilk trimester dışında manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi tetkikler tercih edilmeli; iyonizan radyasyon içeren tetkik yapılması zorunlu ise tetkikin fetus ve anne için olası riskleri hakkında anne bilgilendirilmelidir.

İyonizan Radyasyonun İn utero Etkileri

İyonizan radyasyonlar kansere yol açmanın dışında yaşam süresinin kısalmasına, fetus ve embriyo üzerinde genetik etkilere, aplastik anemi ve katarakt gibi hastalıklara neden olabilir (4, 5). Her teratojende olduğu gibi, gebelikte iyonize radyasyon etkisi de sadece absorbe edilen fetal doza bağlı olmayıp maruz kalma esnasındaki gestasyonel yaşa göre değişiklik gösterir. Fetal farklı gelişme dönemlerindeki kemirgenlere ait 1 Gray (Gray=Sievert) akut radyasyon dozunun yol açabileceği teratojenik etkiler Tablo 1'de bildirilmektedir (6).

Tablo 1. Kemirgenlerde farklı fetal gelişim dönemlerinde 1 Gy akut radyasyon dozunun teratojenik etkileri

Etki	Preimplantasyon	Embriyo	Fetus
Letalite	Evet (++)	Evet (±)	Hayır
Malformasyon	Hayır	Evet (+)	Hayır
İntrauterin gelişme geriliği	Hayır	Evet (+)	Evet (+)
Mental retardasyon	Hayır	Evet (+)	Evet (+)

++: yüksek insidans, +: sık, ±: görülebilir

Döllenmeden sonraki ilk 14 gün içinde radyasyonun etkisi en sık embriyo implantasyonunda yetersizliğe yol açmasıdır. Bu durumda ya erken düşük olur ya da hiç bir etkiye yol açmayarak gebelik devam eder (6).

Uluslararası Radyasyon Koruma Komitesi (ICRP) embriyonik gelişimin preimplantasyon peryodunda 100 miliSievert'in (mSv) altındaki dozlarda öldürücü etkinin oldukça az ve malformasyon gelişimi için gerçek eşik dozun 100

mSv civarında olacağını belirtmektedir (7). Dokuzuncu gün ile altıncı hafta arasındaki organogenez aşamasında embriyo radyasyona en duyarlı dönemindedir ve malformasyonlar meydana gelebilir. Mikrocefali, zeka geriliği gibi serebral anomaliler 8-15. haftalar arasında, 100 mSv üzerindeki dozlarda görülmüştür. Göz ve iskelet anomalileri 200 mSv'yi aşan dozlarda söz konusudur. Doz-etki ilişkisi hayvan deneyleri ile gösterilmiştir. Radyasyon, hamileliğin altıncı haftasından sonraki fetal dönemde daha çok gelişme geriliğine yol açmaktadır. Embriyonun radyasyona en duyarlı olduğu 10. günden 26. haftaya kadar olan sürede alınacak 100 mSv

üzerindeki dozlarda, anomali olasılığını ortadan kaldırmak amacıyla terapötik abortus önerilmektedir (4,5). Elli mSv'den daha küçük miktardaki radyasyon dozlarının terapötik risklerinin minimal olduğu ve terapötik abortus için bir endikasyon oluşturmadığı belirtilmektedir. Elli mSv'lik bir radyasyon dozunun, radyasyona maruz kalmamış bir gebede spontan risklerle karşılaştırıldığında ihmal edilebilecek düzeyde olduğu da belirtilmektedir (8). Tablo 2'de iyonizan radyasyon maruziyeti olmayan gebeliklerde karşılanabilecek spontan risklerin sıklıkları verilmektedir (9,10).

Tablo 2. İyonizan Radyasyona Maruz Kalmamış Gebeliklerde Spontan Riskler

Riskler	Sıklık
Spontan abortus	> %15
Genetik anomali	%4-10
İntrauterin büyüme geriliği	%4
Prematürite	%4
Major malformasyon	%2-4
Mental retardasyon	%1

İn utero maruz kalınan her 1 Sv'lik radyasyon dozunun kanser gelişme risk katsayısını yaklaşık %6 artırdığı belirtilmektedir (4,5). İn utero ışına maruz kalanlarda, çocukluk çağı tümörleri ve lösemide artış ailesel genetik yatkınlık olanlar için (retinablastom geni, ataksi-telenjiektazi geni, defektif p53 geni taşıyanlarda) daha yüksektir. On mSv'lik fetal dozda relatif kanser gelişme riski 1.4 olup bu normal insidansa göre %40 artışa işaret eder. On mSv'lik in utero doza maruz kalanlarda 0-15 yaşlar arasında kanserden ölen her 1700 kişide 1 artış riski vardır. 10 mSv'lik doza maruz kalan fetüslerde 0-19 yaş aralığında malformasyon gelişme olasılığı %97 iken kanser gelişme olasılığı %99.6'dır (10).

Gonadların ışına maruz kalması germ hücrelerinde genetik mutasyonlara yol açabilir; buna bağlı olarak doğumsal kromozom anomalilerinde artış gözlenebilir. On mSv'lik radyasyonun getireceği kromozom anomalilerindeki risk artışının, 1 milyon doğumda ortalama 200 olacağı hesaplanmıştır. Normal doğumlarda rastlanan spontan mutasyon oranının 1 milyonda 107 bin (%10) oranında olduğu göz önüne alındığında, 10 mSv'lik radyasyonun meydana getirdiği risk artışı %1 oranında olmaktadır. Hiroşima ve Nagazaki verileri incelendiğinde, sağ kalan nüfusun kromozom hasarlarında normale göre artış olmasına rağmen, patlamadan sonra gerçekleşen doğumlarda kaydedilen doğuştan anomali artışı, istatistiksel

anamlılık kazanacak büyüklüğe ulaşmamıştır. Bu veriler ışığında doğal olarak görülen spontan mutasyon oranını ikiye katlayacak dozun, insanlar için ortalama 1.56 Sv olduğu hesaplanmaktadır (11).

Tablo 3'de gestasyonel yaşa göre çeşitli radyasyon dozlarının oluşturabileceği riskler verilmektedir (9).

Tablo 3. Radyasyon dozlarının gestasyonel yaşa göre etkileri

Gestasyonel Peryod	Etkiler	Tahmini doz miktarı
İmplantasyon öncesi (0-2 hafta)	Embriyo ölür ya da etkilenmez	50-100 mSv
Organogenez (2-8 hafta)	Konjenital anomali (iskelet sistemi, genital ya da göz) Büyüme geriliği	200 mSv
8-15 hafta	Şiddetli mental retardasyon (yüksek risk)	60-130 mSv
8-15 hafta	Entelektüel etkilenim	Her Sv'de 25 zeka katsayı düşümü
8-15 hafta	Mikrosefali	200 mSv
16-25 hafta	Şiddetli mental retardasyon (düşük risk)	250-280 mSv

Radyolojik Tetkiklerde Fetusun Maruz Kalacağı Tahmini Radyasyon Dozları

grafilerde fetusun maruz kalabileceği yaklaşık iyonizan radyasyon dozları Tablo 4'te verilmektedir (10).

Hamilelerde konvansiyonel direkt

Tablo 4. Konvansiyonel Grafilerde Fetusün Maruz Kalacağı Yaklaşık Dozlar

Tetkikler	Ortalama Doz (mSv)	Maksimum Doz (mSv)
Akciğer Grafisi	<0.01	<0.01
Abdomen Grafisi	1.4	4.2

İntravenöz Piyelografi	1.7	10
Lomber vertebra grafisi	1.7	10
Pelvis Grafisi	1.1	4
Kafa Grafisi	<0.01	<0.01
Torakal vertebra grafisi	<0.01	<0.01

Radyolojik inceleme bölgesi fetustan ne kadar uzakta olursa fetusun maruz kalacağı doz miktarı da uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak o kadar az olacaktır. BT’de 120 kVp-250 mAs değerleriyle yapılan bir incelemede fetüs doğrudan ekspozite olduğunda maruz kalacağı radyasyon dozu ortalama 15 mSv’dir. Fetus, doğrudan ışın geçen bölgeden 8 cm uzakta ise bu dozun en çok %10’unu almaktadır. (12). Son yıllarda gebe olmayan kadınlarda olduğu gibi gebelere yönelik yapılan iyonizan radyasyon içeren radyolojik çalışmaların sayısında giderek artış görülmektedir. Goldberg-Stein ve arkadaşlarının çalışmasında hamilelerde 1998-2005 yılları arasında abdominopelvik BT uygulanma oranı yaklaşık %5-6, toraks BT uygulanma oranı ise yaklaşık %10 artmıştır (13). Bu çalışmada abdominopelvik BT uygulamalarının %58’i akut apandisit şüphesi, %16’sı travma ve %13’ü ise nonspesifik abdominal ağrı nedeniyle yapılmıştır. Toraks BT tetkikinin ise %85’i pulmoner emboli nedeniyle uygulanmıştır. Bu çalışmada abdominopelvik BT tetkiklerinde fetusun maruz kaldığı radyasyon dozları 6,7-56 mSv aralığında olup ortalaması 24,8 mSv saptanmıştır. Toraks BT tetkiklerinde

ise maksimal fetal dozun 1 mSv’den düşük olduğu belirtilmektedir (13). Lazarus ve arkadaşlarının Amerika Birleşik Devletleri’nde yaptığı gebe hastaları kapsayan çalışmalarında 1997-2006 yılları arasında gebe hasta sayısında %7’lik bir artış saptanırken bu hastaların radyolojik görüntülemesinde ise %107’lik bir artış olmuştur (1). Bu yıllar arasında her yıl konvansiyonel radyografilerde ortalama %7, nükleer tıp uygulamalarında %12, BT tetkiklerinde ise %25’lik bir artış saptanmıştır. Her tetkik için ortalama tahmini fetal radyasyon dozu konvansiyonel radyografi için 0.43 mSv (0.01–22.5 mSv aralığında), nükleer tıp uygulamalarında 0.40 mSv (0.01–7.7 mSv aralığında), BT tetkiklerinde 4.3 mSv (0.01–43.9 mSv aralığında) olarak belirtilmiştir (1). Abdominopelvik BT’lerin %52’si üriner taş, %30’u ise apandisit ön tanısıyla istenmiştir. Bu çalışmada (1) uygulanan BT tetkiklerinin %32’sini abdomen ve pelvis BT’nin oluşturduğunun belirtilmesi yaklaşık her üç gebe hastadan birinde fetusun doğrudan radyasyona maruz kaldığını göstermektedir.

Hamilelerde floroskopik tetkikler ve bilgisayarlı tomografi tetkiklerinde fetusun maruz kalabileceği yaklaşık iyonizan radyasyon dozları tablo 5’de verilmektedir (10).

Tablo 5. Floroskopik Tetkikler ve Bilgisayarlı Tomografilerde Fetusun Maruz Kalacağı Yaklaşık Dozlar

Tetkikler	Ortalama Doz (mSv)	Maksimum Doz (mSv)
Özefagus-Mide-Duedonum Grafisi	1.1	5.8

Baryumlu Kolon Grafisi	6.8	24
Beyin BT	<0.005	<0.005
Toraks BT	0.06	1
Abdomen BT	8	49
Pelvis BT	25	80

Doğurganlık çağındaki kadınlarda en sık yapılan nükleer tıp tetkiki pulmoner ventilasyon/perfüzyon sintigrafileridir. Ayrıca tiroid, kemik ve renal sintigrafilerde sık kullanılan tetkiklerdir. Bu yöntemlerde fetal maruziyet,

kullanılan radyoizotopun fiziksel ve biyokimyasal özelliklerine bağlıdır. (2). Yaygın uygulanan nükleer tıp tetkiklerinde fetüsün maruz kalabileceği radyasyon dozları Tablo 6'da verilmektedir (10).

Tablo 6. Nükleer tıp uygulamalarında fetüs tüm vücudunun maruz kalacağı radyasyon dozları

Tetkikler	Aktivite (MBq)	Erken Gebelik Dozu (mSv)	9. Ay Dozu (mSv)
Teknesyum 99^m			
Kemik Sintigrafisi	750	4.7	1.8
Akciğer Sintigrafisi	240	0.9	0.9
Karaciğer Kolloid	300	0.6	1.1
Tiroid Sintigrafisi	400	4.4	3.7
Renal DTPA	300	9.0	3.5
İşaretli Eritrosit	930	6.0	2.5
I-123 Tiroid Uptake	30	0.6	0.3
I-131 Tiroid Uptake	0.55	0.04	0.15

Gebe Hastalarda Fetal Radyasyon Maruziyetini engellemek İçin Alınacak Önlemler

Reproduktif dönemdeki kadınlara yönelik iyonizan radyasyon içeren radyolojik tetkik uygulanmadan önce olası gebelik açısından hekimler ve diğer sağlık çalışanları uyanık olmalı ve hastayı bu açıdan sorgulamalıdır. İyonizan

radyasyon içeren tetkik odalarının ve alanların girişlerinde radyasyon alanı olduğu ve hamileler için risk içerebileceğine dair uyarıcı işaretler bulunmalıdır.

Bilinci yitik ya da gebeliğin erken döneminde kendi durumundan habersiz olan üretkenlik çağındaki kadınlarda, acil radyolojik inceleme ya da floroskopik incelemenin ortaya çıkaracağı beklenmeyen bu tür durumları çözüme

kavuşturmada konu, alınan dozun hesaplanması ya da bu dozun gebeliğin sonlandırılması ya da fetal herhangi bir yan etkiye neden olup olmayacağına belirlenmesinden ziyade koruyucu hekimlik, bir başka deyişle sorunu ortaya çıkmadan önlemek olmalıdır (14). Bu nedenle, acil radyolojik incelemeyi gerektiren, bilinci kapalı ya da erken dönemde gebeliğinden habersiz, üretkenlik çağındaki kadınlarda gereksiz radyolojik incelemelerden kaçınılmalıdır. Özellikle travmatik durumlarda, örneğin ayak bileği ve diz yaralanmalarında Ottawa ayak bileği ve diz kriterlerinin uygulanması yaygınlaştırılmalı; düşük enerjili yaralanmalarda ve zorlanmalarda lumbosakral vertebra grafileri kolaylıkla istenmemelidir (14). Olası bir gebelik göz önüne alınarak, X-ışını kullanılarak gerçekleştirilen tetkiklere alternatif olan ancak iyonizan radyasyon riski taşımayan US veya USG'nin yetersiz kaldığı durumlarda MRG tetkikleri kullanılabilir. Ancak USG tetkiki kullanıldığında da özellikle fetal dokuda ısınmaya yol açan Doppler uygulamaları mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. MRG tetkiki ise özellikle 1. trimesterden sonra uygulanmalıdır.

Bilinci açık, üretken çağındaki kadınlarda, mensturasyondan önceki 10 günde ve mensturasyonda gecikme olduğunda radyasyondan kaçınılmalı, özellikle de pelvik bölge ışınlanmasından uzak durulmalıdır (14). Reprodüktif dönemdeki kadınlarda, muhtemel gebelikte fetusu X ışınının zararlı etkisinden korumak için yüksek dozlu ve pelvik bölgeyi kapsayan incelemeler mensturasyonun folliküler fazında yapılmalıdır (2). Doğurganlık çağındaki kadınlarda şüpheli durumlarda pelvik bölgeye yönelik X ışını içeren inceleme yapılacaksa gebelik testi istenmelidir. Gebeliği bilinen hastalarda radyasyon içeren tanısal yöntemler kullanılacak ise pelvik bölge mümkün olduğunca kurşun bir bariyer ile korunmaya çalışılmalıdır. Tüm önlemlere rağmen pelvis ve abdomenin rutin radyolojik incelemelerinde fetus istenmeyen radyasyona maruz kalabilir. Bu durumda fetusun

aldığı tahmini radyasyon dozu hesaplanmalıdır (2). Gebe hastalarda radyolojik tetkike ait çekim parametrelerinin kayıtlarının tutulması fetal dozun hesaplanabilmesi açısından önemlidir. Fetal dozu, tetkik sayısı, kullanılan çekim yöntemi, tetkik pozisyonları, ekspozür süresi, ışına maruz kalan alanın büyüklüğü, çekim yerinin pelvise uzaklığı, X ışın kaynağı ve film mesafesi, kilovoltaj ve miliamper düzeyleri, maternal kilo gibi faktörler etkiler (1). Digital radyolojik görüntüleme ve resim arşivleme ve iletişim (PACS) sistemleri olan hastanelerde tetkik parametrelerine retrospektif olarak ulaşmak mümkündür. Özellikle multimedektörlü BT cihazlarında (yeni nesil BT'lerde) hasta görüntüleri yanında tetkikte uygulanan doz miktarları da PACS sistemine aktarıldığından bu hastalarda tahmini fetal dozu hesaplamak daha kolay olmaktadır.

Radyolojik tetkiklerin çoğunda fetal dozlar ihmal edilebilir seviye olan 50 mSv'nin altında kalmakla birlikte klinik çalışmalarda doz değerleri özellikle pelvik BT incelemelerinde 50 mSv'nin üzerine çıkabilmektedir (13). Özellikle pelvik BT incelemeleri gibi yüksek radyasyon dozu içeren tetkiklerde annenin maruz kalacağı risk, incelemenin fetusda meydana getirebileceği zarardan daha fazlaysa bu inceleme gerçekleştirilmelidir (2). Bu nedenle bu tetkiklerin uygulanmasında oldukça dikkatli davranılmalı; yapılabiliyorsa doz azaltıcı protokoller uygulanmalıdır. Örneğin, üriner taş taramaları gibi optimal doku kontrastı gerekmeyen BT incelemelerinde düşük kVp ve mAs değerleri kullanılarak fetal doz azaltılabilir (13).

Gebe radyasyon çalışanları gebelik boyunca fetusun maruz kalacağı doz miktarı 1 mSv'yi aşmamak şartıyla radyasyonlu alanlarda çalıştırılabilirler. Gebe radyasyon çalışanlarının çalıştıkları alanda gerekli doz ölçümleri yapılmalı, eğer çalışanın gebeliği anlaşıldığında fetusun 1 mSv doza maruz kalma olasılığı ortaya çıkmışsa o ortamda çalışması sonlandırılmalıdır (15).

Sonuç olarak iyonizan radyasyonun hiçbir doz miktarı güvenli olamayacağından gebe hastalarda iyonizan radyasyon içeren radyolojik tetkiklerden mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Gebeliği esnasında bilerek veya bilmeyerek iyonizan radyasyon içeren tetkiklere maruz kalanlarda tahmini fetal dozlar hesaplanmalı, bu dozlara bağlı olası ek riskler hakkında anne bilgilendirilmelidir.

Kaynaklar

1. Lazarus E, Debenedictis C, North D, Spencer PK, Mayo-Smith WW. Utilization of imaging in pregnant patients: 10-year review of 5270 examinations in 3285 patients--1997-2006. *Radiology*. 2009;251:517-24.
2. Adalı F, Adalı E. Gebelikte Tanısal Görüntüleme Yöntemlerinin Fetusa Etkisi. *Van Tıp Dergisi* 2008;15:64-69.
3. Bochicchio GV, Napolitano LM, Haan J, Champion H, Scalea T. Incidental pregnancy in trauma patients. *J Am Coll Surg*. 2001;192:566-569.
4. Semelka RC, Armao DM, Elias J Jr, Huda W. Imaging strategies to reduce the risk of radiation in CT studies, including selective substitution with MRI. *J Magn Reson Imaging*. 2007;25:900-9.
5. Doll R, Wakeford R. Risk of childhood cancer from fetal irradiation. *Br J Radiol*. 1997;70:130-9.
6. De Santis M, Di Gianantonio E, Straface G, Cavaliere AF, Caruso A, Schiavon F, Berletti R, Clementi M. Ionizing radiations in pregnancy and teratogenesis: a review of literature. *Reprod Toxicol*. 2005;20:323-9.
7. Wrixon AD. New ICRP recommendations. *J Radiol Prot*. 2008;28:161-168.
8. Ratnapalan S, Bona N, Chandra K, Koren G. Physicians' perceptions of teratogenic risk associated with radiography and CT

- during early pregnancy. *AJR Am J Roentgenol*. 2004;182(5):1107-9.
9. Patel SJ, Reede DL, Katz DS, Subramaniam R, Amorosa JK. Imaging the pregnant patient for nonobstetric conditions: algorithms and radiation dose considerations. *Radiographics*. 2007;27(6):1705-22.
10. Pregnancy and Medical Radiation. www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps
11. Uzal C, Çaloğlu M. Kanser etyolojisinde iyonizan radyasyonun yeri. *Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2002;19:177-182.
12. Tuncel E. Klinik Radyoloji. Genişletilmiş 2. Baskı. Nobel&Güneş Tıp Kitabevleri. 2008;3-105.
13. Goldberg-Stein S, Liu B, Hahn PF, Lee SI. Body CT during pregnancy: utilization trends, examination indications, and fetal radiation doses. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;196:146-51.
14. Oyar O, Aktuğlu K, Hancı H. Gebeliği Bilinmeyen Olgularda Radyolojik İnceleme. www.ttb.org.tr/STED/sted1201/dizin.pdf
15. Altıntaş ÖL, Aydınacı Z, Köroğlu M, Yeşildağ A. Gebelik ve tanısal radyasyon. *S.D.Ü. Tıp Fak. Derg.* 2012;19:33-36.