

# Gebelikte Tanısal Görüntüleme Yöntemlerinin Fetusa Etkisi

Fulya Adalı\*, Ertan Adalı\*\*

## Özet:

Gebelik esnasında maternal ve fetal hastalıkların teşhisinde ultrasonografi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi iyonizan radyasyonun kullanılmadığı görüntüleme yöntemleri tercih edilir. Ancak bazen teşhis için iyonizan radyasyon içeren görüntüleme yöntemleri de gerekli olabilir ve bu durum gebe kadın ile doktorunda endişe yaratabilir. Konu hakkında yeterli bilgi olmaması gebeliğin sonlandırılmasına sebep olabilir. Yazının amacı, radyolojik görüntüleme yöntemlerinin gebelik ve fetus üzerine potansiyel etkilerini tartışmaktır.

**Anahtar kelimeler:** Görüntüleme yöntemleri, iyonizan radyasyon, gebelik, fetus

Günümüzde pek çok kadın, gebe olduğunu bilerek veya bilmeyerek değişik görüntüleme yöntemleri ile incelemeye maruz kalmaktadır. Tanıda kullanılan bu görüntüleme yöntemleri X ışını içeren (direkt radyografi ve floroskopi, bilgisayarlı tomografi (BT)), ultrasonografi (US), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve nükleer tıp incelemeleridir. Özellikle iyonizan radyasyon içeren yöntemlere maruz kalma hastada, ailesinde, hatta doktorunda anksiyete nedeni olabilmekte ve bu durumdan dolayı gebelikler sonlandırılabilir. Gebe olduğu bilinen hastalarda günümüzde tanısal görüntüleme yöntemlerinden özellikle US tercih edilmektedir. Diğer yöntemlerin kullanımı fetusta meydana gelebilecek olumsuz etkiler nedeni ile hala tartışmalıdır.

## X Işını İçeren Görüntüleme Yöntemleri (direkt radyografi ve floroskopi, BT )

Gebeliği bilinen bir hastada X ışını içeren bir tanısal görüntüleme yöntemi kullanılması gerekiyorsa, tetkiki isteyen hekimin ve radyoloğun bu durumu tekrar gözden geçirmesi ve aileyi bilgilendirmesi gerekir. Bu inceleme yapılmadığında annenin aldığı risk, incelemenin fetusta meydana getirebileceği zarardan daha

büyük olmadığı takdirde bu inceleme gerçekleştirilmemelidir.

Reproduktif dönemdeki kadınlarda, muhtemel gebelikte fetusu X ışınının zararlı etkisinden korumak için yüksek dozlu ve pelvik bölgeyi kapsayan incelemeler menstrasyonun folliküler fazında yapılmalıdır (1). Ovulasyon sonrası hücre bölünme döneminde maruz kalınan iyonizan radyasyon ise, “ ya hep - ya hiç ” kuralına göre herhangi bir etki oluşturmaz ya da gebelik ürününün kaybına neden olur (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 fetus, pelvis ve abdomenin rutin radyolojik incelemelerinde istenmeyen radyasyona maruz kalabilir. Bu durumda fetusun aldığı tahmini radyasyon dozu hesaplanmalıdır. Bunu hesaplarken, kullanılan çekim yöntemi – pozisyonları - süresi, ışına maruz kalan alanın büyüklüğü, çekim yerinin pelvise uzaklığı, X ışın kaynağı - film mesafesi, verilen doz, kilo gibi maternal faktörler absorbe edilen fetal dozu etkiler. İyonizan radyasyonun kabul edilen kümülatif dozu 5 Rad’ tır (3). Tablo 1’ de, kullanılan X ışını içeren inceleme yöntemleri ve absorbe edilen dozlar görülmektedir (4). Buna göre rutinde kullanılan pek çok tanısal radyografik inceleme fetusta kabul edilen kümülatif doza ulaşmamakta bu nedenle de risk oluşturmamaktadır. Ancak malignite tedavileri gibi 10 Rad’ ı aşan durumlarda ise hastalığın

\*Van Kadın ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi, Radyoloji Kliniği. Van

\*\*YYÜ Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D. Van

**Yazışma Adresi;** Dr.Fulya ADALI

Van Kadın ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi, Radyoloji Kliniği. Van

Tablo 1: Sık kullanılan görüntüleme yöntemlerinde fetusun maruz kaldığı yaklaşık doz miktarı (4).

Tetkik	Ortalama (mGy)	Maksimum (mGy)
Konvansiyonel radyografi		
Abdomen	1.4	4.2
Göğüs	<0.01	<0.01
IVP	1.7	10
Lomber	1.7	10
Pelvis	1.1	4
Kranial	<0.01	<0.01
Torakal	<0.01	<0.01
Floroskopik inceleme		
Oral baryum	1.1	5.8
Baryum enama	6.8	24
BT		
Abdomen	8.0	49
Göğüs	0.06	0.96
Kranial	<0.005	<0.005
Lomber	2.4	8.6
Pelvis	25	79

Tablo 2: Erken ve term gebelikte yapılan nükleer tıp incelemeleri sırasında fetusun aldığı tüm vücut dozları (4). (DTPA; dietilen triamin penta-asetik asit, MAA; makroagregat albumin)

Radyofarmasetik (mGy)	Metod	Verilen aktivite (MBq)	Erken (mGy)	9.ay
Tc 99m	kemik tarama (fosfat)	750	4.6-4.7	1.8
Tc 99m	akciğer perfüzyon (MAA)	200	0.4-0.6	0.8
Tc 99m	akciğer ventilasyon (aerosol)	40	0.1-0.3	0.1
Tc 99m	tiroid tarama (perteknetat)	400	3.2-4.4	3.7
Tc 99m	kırmızı kan hücresi	930	3.6-6.0	2.5
Tc 99m	karaciğer kolloid	300	0.5-0.6	1.1
Tc 99m	renal DTPA	750	5.9-9.0	3.5
Ga 67	abse/tümör	190	14-18	25
I <sup>123</sup>	tiroid uptake	30	0.4-0.6	0.3
I <sup>131</sup>	tiroid uptake	0.55	0.03-0.04	0.15
I <sup>131</sup>	metastaz görüntüleme	40	2.0-2.9	11.0

prognozu ile fetusun aldığı tahmini radyasyon dozu multidisipliner bir ekip tarafından değerlendirilmeli, ailenin de onayı alınarak gebelik sonlandırılmalıdır (3).

İyonizan radyasyon fetusta; teratojenik etki, karsinogenezis, germ hücrede mutasyon ve genetik etkilere neden olabilir (5,6). Teratojenik etki; radyasyonun teratojenik etkileri doza

bağımlıdır. Geleneksel ünitelerde kullanılan radyasyon doz birimleri Rad ve Roentgen equivalents man (Rem), modern ünitelerde ise Gray (Gy) ve Sievert (Sv) dir (1Gy = 1000 mGy = 100 Rad = 100 Rem). Preimplantasyon ve implantasyon periyodunda (0 - 2 gestasyonel hafta) maruz kalınan radyasyonun başlıca etkisi abortusa neden olmaktır. 0.10 - 15 Gy değeri bu

dönemdeki bilinen sınır değerlerdir (7). Organogenez peryodunda (3 - 7. gestasyonel hafta) maruz kalınan radyasyon, hücre ölümleri ve anomalilere neden olmaktadır. Bu dönemdeki eşik radyasyon olarak 0.05 - 0.5 Gy arasında değişen değerler bildirilmiştir (8). Fetusta, radyasyona bağlı santral sinir sisteminin (SSS) en fazla etkilendiği dönem konsepsiyon sonrasındaki 8-15. haftalar arasındadır. Bu dönemde yüksek radyasyonun neden olduğu en sık görülen fetal malformasyon SSS' deki değişiklikler, özellikle mikrosefali ve mental retardasyondur (5). Mental retardasyon oranı dozla birlikte artış göstermektedir. Örneğin bu risk 100 Rad' lık radyasyon dozuna maruz kalmış fetusta %40 iken, 150 Rad' ta %60' a yükselir (6,9). Ancak bu derecede radyasyona maruziyet çok sayıda çekim sonucunda mümkündür. Sekiz hafta öncesinde ve 25 hafta sonrasında ise risk artmamıştır (6,9). Japonya'da mikrosefali gelişen atom bombası kurbanı çocukların in utero 10 - 150 Rad' dan fazla radyasyon dozuna maruz kaldığı saptanmıştır (10). Gebeliğin 10 - 17. haftaları SSS' nin en hassas olduğu zamandır ve bu esnada acil olmayan radyolojik testlerden kaçınılmalıdır (11).

Karsinogenezis; 1 veya 2 Rad' lık radyasyona maruziyetin çocukluk çağı malignitelerinde (özellikle lösemide) az bir oranda artışa neden olduğu bulunmuştur (5,12). Örneğin, çocuklarda lösemi görülme oranı % 0.036 iken, 1-2 Rad' lık maruziyette bu oran % 0.05 dir (5). Ancak birkaç araştırmada, 1-10 mGy' den daha düşük dozlarda bile lösemi ve solid kanser riskinin artışından söz edilmektedir (8,13,14). Yine fetal radyasyona maruz kalmış çocukların 10 yılı aşkın sürede izlenmesi sonunda rölatif risk 1.5 olarak bulunmuştur (15). Prenatal radyasyona maruz kalmış, erişkin yaşa gelmiş kişilerde de kanser insidansında artış izlenmiştir (8,13,14,16).

Genetik zarar; 10 mGy' lik bir doz ile radyasyona maruziyet sonrası gelecek jenerasyonlarda gelişebilecek genetik hastalık riski % 0.012 - 0.099 arasında tahmin edilmektedir (17). Ancak atom bombası sonrası hayatta kalanlarda ve bu alanda yaşayanlarda bilinen genetik bozukluk saptanmamıştır (18).

### Ultrasonografi

US, görüntü oluşturmak için ses dalgaları kullanan, radyasyon içermeyen bir görüntüleme yöntemidir. Uzun yıllardır tanıya yönelik olarak B ve M Modunda kullanılan US' nin biyoetkilerine dair mevcut bilgiler ışığında, klinik güvenlik açısından sakıncası olmadığı söylenebilir. Bu nedenle gebelik süresince rutinde fetal tanı ve takipte esas kullanılan yöntem

olmuştur (19). Ayrıca fetal ultrasonografik görüntüleme, kognitif fonksiyonlar ve duyma fonksiyonları üzerine uzun dönemli olumsuz bir etkiye neden olmamaktadır. Ancak teoride ve hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda US' nin dokuda sıcaklık artışı ve kavitasyon oluşturma gibi biyolojik etkileri olduğu bildirilmektedir. Kavitasyon, sese maruz kalan dokuda fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkiler oluşturabilen boşluklar ve gaz kabarcıkları oluşumu ve aktiviteleridir. B mod incelemede kavitasyon etkisinden söz edilse de insan dokusu kavitasyona karşı oldukça dirençlidir. Doppler yöntemlerinde ise negatif maksimal basınç B mod' dakinden daha büyük olmadığından kavitasyon oluşumu beklenmez. B mod görüntüleme için kullanılan US cihazları zararlı sıcaklık artışına neden olmayan akustik güçlerle çalışmaktadır ve bu nedenle kullanımlarında bu açıdan bir kontrendikasyon yoktur. Yani biyolojik etkileri göz ardı edilebilir. Ancak anlamlı biyolojik etkilere sahip akustik outputlar üretme yeteneğindeki modern US yöntemleri gelişmesi ve US kullanımının artıp yaygınlaşması güvenlik açısından daha dikkatli olmayı gerektirmektedir. Color Doppler ve kan akımı ölçen diğer yöntemler US' ye maruziyet süresini uzatmaktadır. Özellikle de dokuya yüksek akustik intensiteyi veren Spektral ve Puls Doppler en dikkat edilmesi gerekli yöntemlerdir. Dupleks sonografi B Mod ile Puls Dopplerdeki kan akımı ölçümü kombinasyonudur. Color Doppler'de ise ışın dupleks yönteminin aksine sabit olmayıp bölgeyi taradığı için absorbe edilen enerji daha büyük alana yayılır. Color Doppler'de intensitenin B Mod'a göre 10 kat, Dupleks yöntemine göre 100 kat daha fazla olduğu kabul edilir. Ultrasonografik anjiyografi olarak nitelendirilen Power Doppler' de ise Color Doppler' deki eritrosit hareket hızları yerine sinyal amplitüdü algılanır, böylece damar yapıları daha iyi görüntülenir ve intensitesi Color Doppler ile aynıdır. Continuous Wave Doppler fetal ve neonatal kalp akımını görüntüleme için kullanılır ve oldukça düşük düzeyde akustik güç oluşturması nedeniyle uzun periyotlarda bile kullanımı kontrendike değildir. Transvaginal incelemede ise probun embriyoya yakınlığı nedeni ile kaygı uyandırabilir ama kısa zaman aralığı nedeni ile absorpsiyon daha azdır. Ancak problemlerin frekansı artırıldıkça bu avantaj yok edilmiştir. Embriyo ve fetusun maruz kaldığı termik yük abdominal inceleme ile farksız olduğu kabul edilir. US incelemede, dokuya yayılan enerji kısmen yansır, kısmen absorbe edilir ve ısıya dönüştürülür. American Collage of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) ve American Institute of

Ultrasound in Medicine (AIUM) başlangıçta obstetrik US ile enerji maruziyetini 100 mW/cm<sup>2</sup> olarak belirlemiştir. Daha sonra 1996' da Food and Drug Administration (FDA), bu düzeyi 94 mW/cm<sup>2</sup> ye düşürmüştür (19,20,21). Isınma, transdüser ile incelenen fokal bölge arasındaki alan, makinenin güç kaynağı ve incelenen doku türünden etkilenir.

Biyolojik dokuların ısıyı absorpsiyonu protein içeriği ile doğru orantılı olarak artar. Su, idrar ve menide absorpsiyon yoktur. Amniyotik sıvı bu nedenle fetusu ısıdan bir miktar korur. Beyin, böbrek, karaciğer, kas gibi yumuşak dokularda yaklaşık birbirine eşittir. Isı absorpsiyonu en fazla kemiklerde olup, en çok termik tehlikeye maruz kalan dokudur. Embriyo ise yumuşak doku gibi davranır, ancak üçüncü ayda kemik mineralizasyonu nedeni ile ısı absorpsiyonu artar ve fetus büyüdükçe artış devam eder. Normalde 37°C olan fizyolojik ısıyı 1.5°C' den daha fazla artırmayan ısı maruziyeti önemsiz sayılabilir. Ancak sıcaklıkta 39°C üzerinde artış hücre bölünmesini yavaşlatır, 41°C üzerindeki uzun süreli maruziyette ise hücre ölümüne neden olur. Sıcaklığa maruz kalma süresi dışında doku yoğunluğu da önemlidir. Hava içeren akciğer, barsak gibi dokularda yapılan hayvan deneylerinde lokal kapillerden eritrosit sızıntısı gösterilmiştir ancak bu kanama miktarı o kadar az olmuştur ki, insanda bunun, klinik muayenede fark edilmesi mümkün değildir. Günümüz bilgilerine göre fetusun havasız akciğerinin tehlikede olduğu söylenemez. Yine de tedbirli davranıp hava içeren organlara gereksiz yere inceleme yapılmasından kaçınılıyoruz (20,21).

B mod ve Doppler US yüksek riskli popülasyonlarda, ilk trimesterde sık karşılaşılan fetal anomalilerin incelenmesinde kullanılmaktadır. Ancak düşük risk grubu taramasında, Doppler US kullanımının faydası açık değildir. Embriyonik dönem dış etkenlere özellikle hassas olduğu bilinen bir dönemdir. Bu dönemde Doppler US kullanımı sınırlandırılmalıdır. Ancak kesin tıbbi endikasyonu var ise ve faydalı bilgi vereceği düşünülüyorsa kullanılmalıdır. Klinik kullanımdaki sonografik tüm uygulamalar, cihazların çıkış güçleri ve maruziyet zamanı kontrol edilerek, daha yeni teknikler ortaya çıkmadığı sürece yapılabilir. Embriyo yumuşak doku gibi davranır, akustik absorpsiyonu daha düşüktür ancak üçüncü ayda kemik mineralizasyonu nedeni ile ısı absorpsiyonu artar ve fetus büyüdükçe artış devam eder. Kullanıcı; fetal kafatası ve omurga bölgesini incelerken, özellikle de Doppler çalışmaları sırasında

maruziyeti göz önünde bulundurarak inceleme süresini azaltmalıdır (20,21).

Günümüzde kullanımı giderek artan ekokontrast maddeler hakkında fetus üzerinde belirgin bir riskten söz edilmemektedir. Yine de gebelikte, eğer kesin endikasyon varsa, sadece anne dokusunu görüntülemek için kullanılmalıdır (21).

### Manyetik Rezonans Görüntüleme

Radyasyon içermeyen, güçlü manyetik alan içinde bu manyetizmanın organizmadaki hidrojen atomlarına etkisiyle oluşan enerji ile çalışan bir görüntüleme yöntemidir. Bu tetkik günümüzde özellikle fetal SSS anomalileri ve plasenta yerleşim (plasenta previa) ve invazyon (plasenta akreata, inkreata, pankreata) anomalilerinin tanısında sık kullanılmaktadır (19).

Safety Committee of the Society of Magnetic Resonance Imaging tarafından yayınlanan kılavuzda gebelikte MRG kullanımı, ancak diğer iyonizan radyasyon içermeyen tanısal görüntüleme yöntemleri yetersiz ya da iyonizan radyasyon içeren inceleme yöntemi kullanılması gerekli ise önerilmektedir. İntrauterin MRG' ye maruz kalan veya MRG departmanında çalışan gebelerde, fetal büyüme ve gelişmeye herhangi bir yan etki bildirilmemiştir(22,23). Ancak bazı yayınlarda ilk trimesterde %30' un üzerinde spontan abortus bildirilmektedir. Bu nedenle teorik olarak bu dönemde teratojenik etkisi nedeni ile MRG' den kaçınılımalıdır (22,24). MRG' de kullanılan Gadolinium içeren kontrast maddeler plasentadan geçip fetus tarafından absorbe edilebilir. Bu ajanlar C kategorisi ilaç grubunda sınıflandırılır ve faydası risklerinden daha ağır basarsa kullanılmalıdır. MRG aletlerinden düşük güçteki ve 1.5 Tesla (T) olanı tercih edilmeli, 3T kullanılmamalıdır. MRG' de kullanılan sekansların biyolojik etkisi halen net değildir (23). Son birkaç yayında Fast MRG yönteminin, maruziyeti azalttığı ancak yine de kaliteli görüntüleme elde ettiği tanımlanmıştır. Bu yaklaşım ileride bu yöntemin obstetride tercih edilebileceğini göstermektedir.

### Nükleer Tıp Çalışmaları

Doğurganlık çağındaki kadınlarda en sık yapılan nükleer tıp tetkiki pulmoner ventilasyon/perfüzyon (V/P) sintigrafileridir. Ayrıca tiroid, kemik ve renal sintigrafiler de sık kullanılan tetkiklerdir. Bu yöntemlerde fetal maruziyet, kullanılan radyoizotopun fiziksel ve biyokimyasal özelliklerine bağlıdır. En sık kullanılan radyoizotop teknesyum (Tc) 99m ve İyot (I)<sup>131</sup> dir. Nükleer tıp yöntemlerinde fetusun

absorbe ettiği doz miktarı, maternal dokudan eksternal irradyasyon ve kullanılan ajanın plasentadan fetusa geçiş oranı toplamıdır. Radyoaktif I, özellikle de gestasyonun 10-12. haftalarında kullanıldığında plasentadan kolayca geçip fetal tiroidi etkileyebilir. Gebelikte, hipertiroidizm tedavisinde I' un radyoaktif izotoplarının kullanımı kontrendikedir ve bu tedavi doğum sonrasına kadar geciktirilmelidir (19). Eğer tiroidin bu yöntemle tetkiki gerekli ve ertelenemez ise I<sup>131</sup> yerine I<sup>123</sup> veya Tc 99m kullanılmalıdır. Tc 99m beyin, kemik, renal, kardiyovasküler incelemelerde en sık kullanılan ajandır ve genelde bu incelemeler sonucunda uterus, embriyo ve fetusun maruz kaldığı doz 0.5 Rad' dan daha azdır (25,26). Tc 99m' in kullanıldığı V/P sintigrafisinde ise fetusun maruz kaldığı radyasyon miktarı oldukça az olup yaklaşık 50 mRad' dır (27). Bu nedenle pulmoner emboli şüphesi yüksek olan gebelerde V/P sintigrafisi yapılması endikedir. Ayrıca verilen dozun az olması ve bu dozla inceleme süresinin uzun tutulması fetal absorbe edilen doz miktarını düşürür. Şüpheli pulmoner emboli durumunda öncelikle perfüzyon yapılır ve eğer normal ise ventilasyon yapılmasına gerek yoktur. Bu durum kullanılan dozun %75 azalmasına neden olur. Tablo 2' de erken ve term gebelikte yapılan nükleer tıp incelemeleri sırasında fetusun aldığı tüm vücut dozları görülmektedir (4).

Sonuç olarak; gebelik sırasında maternal ve fetal hastalıkların tanı ve takibinde öncelikle radyasyon içermeyen görüntüleme yöntemleri kullanılmalıdır. İlk basamak olarak US tercih edilmelidir. Ancak biyolojik etkilere sahip modern US yöntemlerinin gelişmesi ve kullanımının yaygınlaşması güvenlik açısından daha dikkatli olmayı gerektirmektedir. Fetus açısından riski azaltmak için, öncelikle US incelemelerinin bu konuda uzman hekimlerce yapılması ve kullanıcının cihaz üreticileri tarafından güvenlik açısından önem taşıyan parametreleri hakkında bilgilendirilmesi gerekmektedir. Gereksiz yere US incelemeleri yapılmamalı ancak kesin endikasyon varlığında kullanılmalıdır. B mod incelemelerinde kullanılan cihazlar zararlı sıcaklık artışına neden olmayan akustik güç aralığında çalıştığından kullanımları kontendike değildir. Doppler incelemelerinde, özellikle maksimal güçteki Puls Doppler ve dar spektral pencereli Color Dopplerin en fazla biyolojik etkiye neden olduğu unutulmamalı, cihazın gücü oldukça düşük tutulup, amplifikasyonu yüksek ayarlanmalıdır. Puls Doppler, damar Color Dopplerle lokalize edilip doppler penceresi sabitlendikten sonra aktive edilmelidir. Doppler ölçüm süresi ısı etkisi

nedeni ile 30 saniyeyi aşmamalıdır. Ateşli hastalarda bu süre daha da kısa tutulmalıdır. Özellikle kemikler ve hava içeren dokular gereksiz yere ve uzun süre sonografik incelemeye maruz bırakılmamalıdır. Ekokontrast maddeler ise gebelikte eğer kesin endikasyon varsa ve sadece anne dokusunu görüntülemek için kullanılmalıdır.

Fetal SSS ve plasenta anomalileri veya maternal hastalıklarda US' nin yetersiz kaldığı durumlarda ise MRG tercih edilmelidir. Ancak teorik olarak ilk trimesterde teratojenik etkisi nedeni ile MRG önerilmemektedir.

İyonizan radyasyon içeren direk grafi, floroskopi ve BT gibi yöntemler gerekli olmadıkça uygulanmamalıdır. Eğer gebe kadın kesin endikasyon nedeni ile veya gebe olduğunu bilmeden iyonizan radyasyona maruz kaldı ise; fetusun absorbe ettiği total dozun hesabı için uzman konsültasyonu istenmelidir. Toplamda 5 Rad' dan daha düşük radyasyon dozu tespit edildiğinde, bu doz seviyesinin fetal kayıp ve anomaliler ile ilişkisiz olduğu kişinin kendisine ve ailesine açıklanmalıdır. Gebelikte tedavi amaçlı radyoaktif iyot kullanımı kontrendikedir.

### Effect of Diagnostic Imaging Procedures on Fetus during Pregnancy

#### Abstract:

*Imaging modalities that do not use ionizing radiation (ie, ultrasonography and magnetic resonance imaging) are preferred for diagnosis of maternal and fetal illnesses during pregnancy. However, radiographic imaging procedures with ionizing radiation sometimes may be required to diagnose and this condition is associated with a high level of anxiety for the pregnant women and her doctor. Lack of knowledge is responsible for probably unnecessary termination of pregnancy. The purpose of this article is to discuss the potential adverse effects of radiologic imaging modalities on pregnancy and fetus.*

**Key Words:** *Imaging procedures, ionizing radiation, pregnancy, fetus.*

#### Kaynaklar

1. International Commission on Radiological Protection. Pregnancy and medical radiation. Annals of the ICRP 2000; 30: 1-43.
2. Mole RH. Radiation effects on prenatal development and their radiological significance. Br J Radiol 1979; 52: 89-101.
3. Mayr NA, Wen BC, Saw CB. Radiation therapy during pregnancy. Obstet Gynecol Clin North Am 1998; 25: 302-21.
4. Valentin J. Pregnancy and medical radiation. ICRP Publication 84. Ann ICRP 2000; 30: 1-43.

5. Brent RL. The effect of embryonic and fetal exposure to x-ray, microwaves, and ultrasound: counseling the pregnant and nonpregnant patient about these risks. *Semin Oncol* 1989; 16: 347-68.
6. Hall EJ. Scientific view of low-level radiation risks. *Radiographics* 1991; 11: 509-18.
7. National Council on Radiation Protection and Measurement. Considerations regarding the unintended radiation exposure of the embryo, fetus or nursing child. *NRCP Commentary* 1994; 9.
8. Fattibene P, Mazzei F, Nuccetelli C, Risica S. Prenatal exposure to ionizing radiation: sources, effects and regulatory. *Acta Paediatr* 1999; 88: 693-702.
9. National Research Council. Other somatic and fetal effect. In: Health effect of exposure to low level of ionizing radiation: BEIR V. Washington, DC: National Academy Press 1990; 352-70.
10. Blot WJ, Miller RW. Mental retardation following in utero exposure to the atomic bombs of Hiroshima and Nagasaki. *Radiology* 1973; 106: 617-9.
11. Doll R. Effects of small doses of ionising radiation. *J Radiol Prot* ; 18: 163-74.
12. Brent R, Meistrich M, Paul M. Ionizing and nonionizing radiations. In: Paul M, ed. Occupational and environmental reproductive hazard: a guide for clinicians. Baltimore: Williams & Wilkins 1993; 165-89.
13. Osei EK, Faulkner K. Fetal doses from radiological examinations. *Brit J of Radiol* 1999; 72: 773-780.
14. Boice JD, Miller WR. Childhood and adult cancer after intrauterine exposure to ionizing radiation. *Teratology* 1999; 59: 227-233.
15. Jones DG, Wall BF. Organ doses from medical X-ray examinations calculated using Monte Carlo techniques. *NRPB-R186*: Chilton: NRPB, 1985.
16. Burry B, Adams, J. Radiation and women of child bearing potential. *BMJ* 1995; 310: 1022-1023.
17. Stenvorde P, Pauwels EKJ, Harding LK, Bourguignon M, Mariere B, Broerse JJ. Diagnostic nuclear medicine and risks for the fetus. *Eur J Nucl Med* 1998; 25: 193-199.
18. Jankowski CB. Radiation and pregnancy: Putting the risks in proportion. *Am J Nurs* 1986; 86: 260-265.
19. ACOG Committee on Obstetric Practice. Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy. *Obstet Gynecol* 2004; 104(3): 647-51.
20. Barnett SB, Maulik D. Guidelines and recommendations for safe use of Doppler ultrasound in perinatal applications. *The Journal of Maternal-Fetal Medicine* 2001;10:75-84.
21. Schmidt W, Kurjak A. Obstetri ve Jinekolojide Renkli Doppler Sonografi. In: Rott H, Rott D. Doppler ve Renkli Doppler Sonografinin Güvenlik Unsurları. Tanrıverdi HA, Ertan AK (Çevirenler).1. baskı, İstanbul: Nobel, 2003.
22. Yuan G, Bo-ning L. The state of the art of fetal magnetic resonance imaging. *Chin Med J* 2006; 119: 1294-1299.
23. Sandrasegaran K, Lall CG, Aisen AA. Fetal magnetic resonance imaging. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2006;18: 605-612.
24. Coakley FV, Glenn O A, Qayyum A, Barkovich A J, Goldstein R, Filly R A. Fetal MRI: A Developing Technique for the Developing Patient. *AJR* 2004; 182:243-252.
25. Cunningham FG, Gant NF, Leveno KJ, Gilstrap LC 3rd, Hauth JC, Wenstrom KD. General considerations and maternal evaluation. In: Williams obstetrics. 21st ed. New York (NY): Mc Graw-Hill 2001; 1143-58.
26. Metter FA Jr. Guiberteau MJ. Essentials of nuclear medicine imaging. 4th ed. Philadelphia (PA): WB Saunders; 1998.
27. Ginsberg JS, Hirsh J, Rainbow AJ, Coates G. Risks to the fetus of radiologic procedures used in the diagnosis of maternal venous thromboembolic disease. *Thromb Haemost* 1989; 61: 189-96.