

Pediatric Görüntülemede Radyasyon

Radiation In Pediatric Imaging

Adil DOĞAN¹

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye

Özet

Çocuklarda tanısal ve girişimsel görüntüleme yöntemlerinde kullanılan iyonlaştırıcı radyasyon direk radyografi, bilgisayarlı tomografi ve floroskopidir. Teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi ile birlikte hastaların tanı ve tedavisinde iyonlaştırıcı radyasyon kullanımı teknolojik gelişmelere paralel olarak artış göstermiştir. Bireysel taramalarla ilişkili radyasyon dozundaki kayda değer düşüslere rağmen, tıbbi görüntülemenin artan kullanımı radyasyona maruz kalmaya önemli bir katkıda bulunmaktadır. Çocuklarda bilgisayarlı tomografi kullanımları son yıllarda hızlı bir artış göstermiştir. İyonlaştırıcı radyasyon içeren her prosedür için radyolojik prosedürlerin titiz bir şekilde gerçekleştirilmeli ve iyonlaştırıcı olmayan görüntüleme yöntemlerinin kullanımı her zaman düşünülmelidir. İyonize radyasyon ile tıbbi görüntüleme esnasında tanı konabilecek görüntü oluşturan en düşük doz ile görüntüleme yapılmalıdır. Görüntüleme işleminde çocuklarda ilk tercih noniyonizan radyolojik modaliteler kullanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Çocuklar, Radyasyon, Radyoloji, Korunma

Abstract

Diagnostic and interventional imaging in children uses ionising radiation, including direct radiography, computed tomography, and fluoroscopy. Technological advances have led to wider use of ionising radiation in diagnosis and treatment. While radiation doses per scan have decreased, the rise in medical imaging has significantly increased overall radiation exposure. The use of computed tomography in children has risen rapidly. Radiological procedures involving ionising radiation must be clearly justified, and non-ionising imaging options should always be considered. Medical imaging using ionising radiation should apply the lowest effective dose for diagnostic quality. Non-ionising modalities should be the primary choice for imaging children.

Keywords: Children, Radiation, Radiology, Protection

Yazışma Adresi: Adil DOĞAN, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye

Telefon: +90 505 484 48 13 **e-mail:** dradildogan@hotmail.com

ORCID No: 0000-0002-2501-1852

Geliş tarihi: 26.05.2025

Kabul tarihi: 10.06.2025

DOI: 10.17517/ksutfd.1705201

GİRİŞ

İyonlaştırıcı radyasyon bir yüzyıldan fazla süredir hastaların tanı ve tedavisinde kullanılmaktadır. Radyolojik görüntüleme yöntemleri insan organlarının fizyolojik (fonksiyonel) ve biyolojik sistemlerinin anatomik iç yapılarının görüntülerini üretir. Tarama, tanı, tedavi yanıtını değerlendirme ve prognozu tahmin etme gibi durumlarda hasta yönetimine önemli katkıda bulunur. Modern tanısal radyoloji daha hızlı ve kesin tanı sağlayarak hastalıkların büyük bir bölümünün izlenmesine imkan tanır. Tıbbi radyografi, vücudun iç kısımlarının röntgen teknikleri kullanılarak görüntülenmesini sağlayan çeşitli çalışma türlerini kapsayan geniş bir terimdir. Radyolojik görüntüleme yöntemleri direkt grafi (DR), bilgisayarlı tomografi (BT), floroskopi, ultrasonografi (USG) ve manyetik rezonans görüntülemidir (MRG). İyonlaştırıcı radyasyon pediatri hastalarında tanısal ve girişimsel görüntüleme yöntemlerinde kullanılan DR, BT ve floroskopidir. Teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi ile birlikte hastaların tanı ve tedavisinde iyolaştırıcı radyasyon kullanımı teknolojik gelişmelere paralel olarak artış göstermiştir. Bireysel taramalarla ilişkili radyasyon dozundaki kayda değer düşüşlere rağmen, tıbbi görüntülemenin artan kullanımı radyasyona maruz kalmaya önemli bir katkıda bulunmaktadır (1-4). İyonlaştırıcı radyasyon kullanımının artması ile birlikte radyasyon maruziyeti hastalarda önemli problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu yayının amacı pediatrik hastalarda sık kullanılan radyolojik görüntüleme yöntemlerinin seçiminde öncelikle radyasyon içermeyen radyolojik modalitelerin tercih edilmesi ve radyasyon içeren modaliteleri kullanmak zorunda olduğumuz durumlarda hastanın almış olduğu radyasyon dozunu nasıl azaltabiliriz.

PATOFİZYOLOJİ

Radyasyon canlı organizmalar üzerindeki etkisini hücresel ve organizma düzeyinde göstermektedir. Hücresel düzeydeki etki dozdan bağımsız olup sitokastik etkidir. Sitokastik etki; karsinogenesis, genetik hasar, DNA moleküllerinde hasar (DNA tek ve çift sarmal kırılmaları), genetik kodda değişiklik ve mutasyonlara neden olmaktadır. Radyasyonun organizma düzeyindeki etkileri alınan radyasyonun dozuna ve süresine bağlıdır. Bu etki deterministik etkidir ve başlıca hücre ölümüne neden olur. Deterministik etki alınan radyasyon dozunun şiddetine bağlı olarak artar. Hızlı çoğalan ve bölünme dönemindeki hücreler radyasyonu çok duyarlıdır; kemik iliği ana hücreleri, lenfoid doku. Lenfositlerin düşük dozlarda bile sayılarında azalma görülür. Tanısal radyolojide deterministik etki görülmez (2,5).

EPİDEMİYOLOJİ

Çocuklarda bilgisayarlı tomografi kullanımları son yıllarda hızlı bir artış göstermiştir. BT kullanımının artması tanısal açıdan önemli bir katkı sağlarken yüksek doz radyasyon maruziyeti söz konusudur. Radyasyon maruziyetinde en önemli problem kanser riskinin artmasıdır. Kanserlerin %2 kadarı (ve yılda 15.000 ölüm) tek başına bilgisayarlı tomografiye maruz kalmayla ilişkilendirilebilir. Bebek ve çocukluk dönemindeki radyasyon maruziyeti erişkinlere oranla kanser gelişme riski daha yüksektir (6,7). Literatürde radyasyona bağlı kanser riski çocuklarda yetişkinlerden 2-10 kat daha fazla olduğu tespit edilmiş (8). Çocuklarda ve genç erişkinlerde en sık görülen radyojenik maligniteler lösemi ve beyin tümörleridir. En az bir kafa BT'si olan Tayvanlı çocuklarda yapılan çalışmada özellikle ilk kafa BT taramasından dört ila beş yıl sonra, eşleşen bir karşılaştırma grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek iyi huylu beyin tümörü riskine sahip olduğu tespit edilmiş. Literatürde son yıllarda yapılan çalışmada BT taraması yapılan çocuklarda genel kanser insidansı malign santral sinir sistemi tümörü (CNS) dahil olmak üzere beklenenden 1.5 kat daha yüksekti. Kolon, kemik, kalın bağırsak, yumuşak doku, tiroid kanserleri ve melanom dışı cilt kanseri için de istatistiksel olarak anlamlı fazlalıklar tespit edilmiştir (9,10).

Birleşik Krallık'ta yakın zamanda yapılan bir araştırma, çocukların BT'den 30 mGy veya daha yüksek bir aktif kemik iliği dozu alanların lösemi riskinin 3,2 kat daha fazla olduğu ve 50 mGy veya daha yüksek bir beyin dozu alan çocukların beyin kanseri riskinin 2,8 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (11).

Aynı dozu alan yetişkinlere kıyasla, pediatrik hastalarda kansere yakalanma riski daha yüksektir. Çocuklarda daha uzun yaşam beklentisi, radyasyonun zararlı etkilerinin ortaya çıkması ve gelişmesi için daha fazla zaman sağlar. Çocuklarda kanser riskinin yüksek olması bu nedenler ile açıklanabilir (12).

KLİNİK KULLANIM

Çocuklardaki tıbbi görüntülemenin çoğu radyasyon temelli görüntülemelerdir. Radyografi, floroskopi ve BT'dir (14). Amerika Birleşik Devletleri'nde Radyasyondan Korunma ve Ölçümler Ulusal Konseyi (NCRP), yakın tarihli yayınlanan bir raporunda 2006 yılından önceki 25-30 yıllık sürede tıbbi görüntüleme amaçlı kişi başı radyasyon miktarının 5-6 kat arttığını belirtmiştir. NCRP nin 2016 yılında raporunda çocukların yıllık radyasyon maruziyetlerinin %9 tıbbi görüntüleme % 91 doğal kaynaklardan olduğunu belirtilmiştir. Çocuklarda

radyasyon kullanan tıbbi görüntüleme modalitelerinin %86'sı radyografi oluştururken tıbbi görüntüleme ile maruz kalan radyasyonun % 84 den BT sorumludur. Pediatrik görüntülemede kullanılan modalitelerde maruz kalan radyasyonun % 84 BT, % 6 radyografi, % 4 girişimsel işlemler, %3 floroskopi ve %3 nükleer görüntülemeler sorumludur (13,14).

Avrupa pediatrik görüntüleme komitesinin (PID-RL) yayınladığı raporda radyasyon kullanan tıbbi görüntüleme modalitelerinin %92 radyografi, %5 BT ve %3 floroskopi olduğunu söylemektedir. Radyografi işlemlerinin büyük çoğunluğunu ekstremit ve akciğer görüntüleme oluşturmaktadır. Floroskopik işlemlerinin çoğunu voiding sistoüretrografi (%34), üst ve alt gastrointestinal (%55) görüntülemeler oluşturmaktadır. BT görüntülemenin çoğunluğunu baş-boyun (%49) ve toraks (%25) oluşturmaktadır (15).

Çocuklarda tıbbi görüntüleme esnasında maruz kalan radyasyon dozu hastanın yaşı, görüntüleme bölgesinin kalınlığı, hastanın ağırlığı ve görüntüleme bölgesinin uzunluğuna bağlıdır. Uluslararası radyolojik koruma komisyonu (ICRP) radyasyon dozunu belirlemek için ortak bir değer olan diagnostik referans düzeyi (DRL) kullanılmasını tavsiye etmişlerdir. DRL değeri tavsiye niteliğindedir ve uygulamada, değer düzenli olarak aşılsa ilgili uygulamanın araştırılması gerektiği şekilde ayarlanır. Bu, mutlaka kabul edilemez bir uygulama olduğu anlamına gelmez (2).

ICRP normal bireylerde tüm vücut dozu 5 yıl için ortalama 1 mSv/yıl, herhangi bir yılda maksimum tüm vücut dozu 5 mSv, organlar ve deri için 50 mSv'dir. Radyolojik görüntüleme yöntemlerinin çocuklarda efektif doz değerleri (Tablo 1). Örneğin lösemi 0.01 Gy ışınlama ile olabileceği gibi 1 Gy de gelişebilir. Radyasyona bağlı kanser gelişimini etkileyen en önemli faktörler; yaş, cinsiyet ve genetik faktördür (16,17).

NON İYONİZAN MODALİTELER

USG, pediatrik hastalarda kullanılan non-iyonizan bir görüntüleme tekniğidir. Çocuklar tarafından iyi tolere edilen ultrason çok çeşitli pediatrik görüntüleme endikasyonları içinde birinci basamak radyolojik modalitedir. Hem acil hem de ayakta tedavi ortamlarında kolayca erişilebilen ultrason, radyologlara iyonlaştırıcı radyasyon veya sedasyon kullanmadan dinamik bir görüntüleme sağlar (18). USG, pediatrik hastalarda karın bölgesini değerlendirmek için genellikle ilk seçenek görüntüleme olmalıdır. Deneyimli ellerde USG çok fazla bilgi sağlayabilir ve BT'yi önleyebilir; örneğin, USG akut apandisit şüphesi olan çocuklarda ilk düşünülen tetkik olmalıdır (19).

Tablo 1. Çocuklarda sık kullanılan radyolojik görüntüleme yöntemlerinin 5 yaşındaki hastada efektif doz değerleri (9)

Görüntüleme tipi	Efektif doz (mSV)*
Akciğer direkt grafi	0.04
Kafa direkt grafi	0.06
Lomber direkt grafi	0.44
Abdomen direkt grafi	0.4
DMSA	1
MAG-3 renogram	0.7
Baryumlu floroskopi	1
Beyin BT	2
Göğüs BT	2.5
Abdomen/pelvis BT	5

*1mSv=1mGy

MRG, güçlü ve çok yönlü bir tanı aracıdır. MR teknoloji uygulamaları yeni doğan yoğun bakım bebekler de dahil olmak üzere tüm hasta popülasyonları için hızla genişlemektedir (20). MRG radyo dalgalarının kullanıldığı non-iyonizan, pediatrik görüntülemeye uygun, çok kullanışlı radyolojik modalitelerden biridir. Beyin, kas iskelet sistemi, abdomen ve omurga ile ilgili mükemmel ayrıntılar sunar. İnceleme süresinin uzun olması ve hasta kooperasyonu sağlanması için sedasyon ve anestezi dezavantajları olarak karşımıza çıkmaktadır (9).

KORUNMA

Yukarıda bahsedilen çalışmalarda çocuklarda radyasyonun kanser riskini artırdığı konusunda hem fikiriz. İyonlaştırıcı radyasyonu içeren her görüntülemenin gerekçesi, her hastada ve özellikle pediatrik hastalarda önemlidir (12).

İyonlaştırıcı radyasyon içeren her prosedür için radyolojik prosedürlerin titiz bir şekilde gerekçelendirilmesinin önemi vurgulanır ve iyonlaştırıcı olmayan görüntüleme yöntemlerinin kullanımı her zaman düşünülmelidir. Radyolojik korumanın optimizasyonunun temel amacı, görüntüleme parametrelerini ayarlamak ve gerekli görüntünün mümkün olan en düşük radyasyon dozu ile elde edilmesidir. Tanısal yorumlama için yeterli kaliteyi sürdürmek, net faydanın en üst düzeye çıkarılması için koruyucu önlemler almaktır; bu nedenle ekipman, teknik ve görüntüleme parametrelerinin optimizasyonu ve modifikasyonuna özel dikkat gösterilmesini gerektirir. İyi radyografik ve floroskopik teknik örnekleri arasında hasta konumlandırma, alan boyutuna ve yeterli kolimasyona

dikkat, koruyucu kalkan kullanımı, maruz kalma faktörlerinin optimizasyonu, darbeleri floroskopi kullanımı, floroskopi süresinin sınırlandırılması vb. sayılabilir (3).

Literatürde pediatrik kafatası travması geçiren hastalara BT incelemesi için klinik yönlendirme uygulamalarında yapılan ayarlamalar ile BT kullanımında sekiz kat azalma tespit edilmiştir (21). BT için, hastanın ağırlığına veya yaşına göre tarama parametrelerinin (mA, kVp ve pitch) ayarlanmasıyla doz azaltımı optimize edilmelidir. Diğer doz azaltma stratejileri arasında çok fazlı inceleme protokollerinin kısıtlanması, tarama bölgelerinin çakışmasından kaçınılması ve yalnızca söz konusu alanın taranması yer alır (12).

Spina bifida occulta yaygın bir varyasyon olduğu için herhangi bir görüntüleme gerek yoktur. Nörolojik semptomlar veya belirtiler varsa USG veya MRG endikedir.

Ekstremiteler yaralanmasında karşı tarafın direkt grafisine gerek yoktur. İrritabl kalçası veya topallaması olan çocuklarda, eklem efüzyonunu dışlamak-doğrulamak veya tanı ve tedaviyi yönlendirmek için USG endikedir. X-ışınları veya nükleer tıp muayeneleri sadece negatif USG durumunda endikedir.

Yabancı cisim aspirasyon şüphesinde radyografi gösterebilir, floroskopi ve BT sonra tercih edilmelidir. Göğüs röntgeni, hırıltılı solunum, akut stridor ve kalp üfürümleri için rutin olarak endike değildir.

Yutulmuş yabancı cisimlerde boyunu içine alacak şekilde göğüs röntgeni çekilmelidir. Karın röntgeni yalnızca keskin yabancı cisimlerin veya zehirli maddelerin (örneğin piller) yutulduğundan şüphelenildiği durumlarda tercih edilmelidir.

BT, künt karın travmasında ilk tercih edilen görüntüleme olup USG bilinen organ yaralanmalarının takibinde faydalı olabilir. Basit kusmalar ve gastroözefagial reflülerde kontrastlı floroskopik incelemeye gerek yoktur. Batında kitle şüphesi olan hastalarda ilk modalite USG'dir. Klinik gereklilik halinde MRG tercih edilebilir. Ürogenital sistem patolojilerinde, invajinasyon tanısında, şüpheli invajinasyon durumlarında USG tercih edilmelidir (2).

SONUÇ

Radyasyona dayalı görüntüleme her yaşta son derece yararlıdır. Çocuklarda tıbbi görüntülemeye iyonlaştırıcı radyasyon tetkiklerini isteyen ekip radyasyon yönetimi ve pediatrik uzman olmalıdır. İyonize radyasyon ile tıbbi görüntüleme esnasında tanı konabilecek görüntü oluşturan en düşük doz ile görüntüleme yapılmalıdır. Görüntüleme işleminde çocuklarda ilk tercih noniyonizan radyolojik modaliteler kullanılmalıdır. İlk tercih USG sonra MRG tercih edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. International Commission on Radiological Protection (2020) Full membership list. ICRP website. http://www.icrp.org/icrp_membership.asp. Accessed 5 Aug 2019
2. ICRP Publication 121 Radiological Protection in Paediatric Diagnostic and Interventional Radiology. Ann ICRP 2013;42(2).
3. ICRP Publication 105 Radiological Protection in Medicine. Ann. ICRP 2007;37(6).
4. ICRP Publication 135 Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. Ann. ICRP 2017;46(1).
5. Gilbert ES. Ionizing radiation and cancer risks: what have we learned from epidemiology? Int J Radiat Biol. 2009;85(6):467–82.
6. Smith A, Gruskin K, Monuteaux M.C, Stack A.M, Sundberg M, Yim R et al. Reducing the Cranial CT Rate for Pediatric Minor Head Trauma at Three Community Hospitals. Pediatr Qual Saf 2019 ;4(2):e147
7. Mastrangelo M, Midulla F. Minor Head Trauma in the Pediatric Emergency Department: Decision Making Nodes. Curr Pediatr Rev. 2017;13(2):92-99.
8. Medina SL, Applegate KE, Blackmore CC. Evidence-based imaging in pediatrics. New York, NY: Springer; 2010
9. National Research Council. Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation. BEIR VII Phase 2. Washington, DC: National Academies Press; 2006.
10. Huang WY, Muo CH, Lin CY, Jen YM, Yang MH, Lin JC et al. Paediatric head CT scan and subsequent risk of malignancy and benign brain tumour: A nation-wide populationbased cohort study. Br J Cancer. 2014;110(9):2354–2360
11. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. Lancet. 2012;380(9840):499-505
12. Donald P. F, Erich Sorantin. Radiation use in diagnostic imaging in children: approaching the value of the pediatric radiology community. Pediatric Radiol. 2021;51:532–543.
13. Amis ES Jr, Butler PF, Applegate KE, Birnbaum SB, Brateman LE, Hevez MJ et al. American College of Radiology white paper on radiation dose in medicine. J Am Coll Radiol 2007;4:272–284
14. Mettler FA, Mahesh M, Chatfield MB, Elee J, Vetter RJ. Medical exposures of patients in the United States. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) website. <https://ncrponline.org/program-areas/sc-4-9/>. Accessed 31 Aug 2020
15. European Society of Radiology (2018) The ESR and EuroSafe Imaging are proud to announce the publication of the European guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging in the European Commission's radiation protection series. ESR website. <https://www.myesr.org/article/1869>. Accessed 6 Aug 2019
16. Kaya T. Radyobioloji ,Radyasyondan korunma ve yasal mevzuat. Gelal F. Radyoloji Fiziği.1.baskı,İstanbul, Nobel tıp kitabevleri, 2019;101-107
17. Öztürk E. Radyasyonun biyolojik etkileri. Sancak İ.T .Temel Radyoloji 1.baskı ,Ankara, Güneş tıp kitabevleri, 2015;48-57
18. Hryhorczuk AL, Restrepo R, Lee EY. Pediatric Musculoskeletal Ultrasound: Practical Imaging Approach . AJR Am J Roentgenol. 2016 May;206(5):W62-72
19. Alan J Quigley 1, Samuel Stafrace. Ultrasound assessment of acute appendicitis in paediatric patients: methodology and pictorial overview of findings seen. Insights Imaging. 2013 Dec;4(6):741-51.
20. Stokowski LA. Ensuring safety for infants undergoing magnetic resonance imaging. Adv Neonatal Care 2005;5:14 –27.
21. D M Macgregor , L McKie. CT or not CT--that is the question. Whether 'tis better to evaluate clinically and x ray than to undertake a CT head scan! Emerg Med J 2005 Aug;22(8):541-3.