

Bilgisayarlı Tomografi ve Radyasyon

Zehra IŞIK, Hakan SELÇUK, Sait ALBAYRAM

Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

İyonize radyasyon, biyolojik sistemde somatik ve genetik etkilere neden olmaktadır. Somatik etkiler, esas olarak üreme hücreleri dışındaki diğer tüm vücut hücreleri üzerinde oluşur. Bu etkiler, kesin deterministik etki ve kesin olmayan stokastik etki mekanizmaları ile oluşur. Deterministik etkiler, geniş vücut bölgelerinin yüksek doz radyasyona maruz kalması ile ortaya çıkar. Etki oluşumunda bir eşik doz değeri mevcut olup etki doz ile doğru orantılı olarak artış gösterir. Bu etkinin sonucunda; akut radyasyon sendromu, radyasyon yanıkları, fibrozis, nekrozis ve sklerozis gibi geç sonuçlar meydana gelir. Ayrıca radyoaktif intoksikasyonlar, mental retardasyon ve teratojenik malformasyonlar gibi prenatal etkiler oluşabilir. Stokastik etkiler ise düşük dozlarda radyasyona uzun süre maruz kalınma ile ortaya çıkar. Eşik doz değeri yoktur. Biyolojik etki doz ile artar ancak etki şiddeti dozdan bağımsızdır. Bu etkinin sonucunda lösemi, akciğer, gastrointestinal sistem ve tiroid kanserleri oluşabilir. İyonize radyasyonun genetik etkileri ise esas olarak üreme hücreleri üzerinde oluşur. Genetik mutasyonlar sonucu kalıtsal geçişli genotipik değişiklikler ortaya çıkar. Etki, ışınlanan bireyde değil, bu bireyin sonraki nesillerinde görülür. Genetik etkinin ortaya çıkabilmesi için ışınlanan hücre yaşamlı ve fertilize olmalıdır.^{1,2}

X-ışınları, tıbbi görüntüleme çeşitli cihazlarda kullanılmaktadır. Günümüz klinik uygulamalarında en kapsamlı kullanımı Bilgisayarlı Tomografi (BT) oluşturmaktadır. BT'nin 1970'lerde kliniğe girmesinden bu yana kullanımı hızla artış göstermiştir. Son iki dekada BT kullanımı, İngiltere'de 12 kat, Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de 20 kat artmıştır.³ Hatta ABD'de 2007'de yıllık 72 milyon tetkik sayısına ulaşmış olup 1990'lı yıllar ile karşılaştırıldığında üç kat artış olduğu görülmüştür.⁴ Bu tetkiklerin içerisinde çocuk hastaların oranı %6 ile %11 arasında değişmektedir.^{5,6} Artıştaki en büyük etken ise, BT'deki hızlı teknik gelişim ile klinik uygulamalarda yaygın kullanımdır. BT kullanımındaki artış özellikle çocuk hastalarda olmuştur. Çok kesitli BT teknolojisi ile çekim sürelerinin azalması çocuklardaki BT kullanımını kolaylaştırmıştır. Böylece anestezi uygulamasına gerek kalmaksızın BT tetkiklerinin kullanımı hızla artmıştır. Yetişkinlerde BT kullanımındaki artışın büyük bölümünü, asemptomatik hastalarda uygulanan, BT-kolonogra-

fi, akciğer tarama, kardiyak tarama ve tüm vücut tarama programları oluşturmaktadır.^{7,8,9}

Bilgisayarlı Tomografi tetkiklerinde, konvansiyonel röntgen tetkikleri ile kıyaslandığında, çok daha fazla radyasyon dozu alınmaktadır. Örneğin bir akciğer röntgeninde organ dozu yaklaşık 0.01-0.15 mGy iken toraks BT'de 10-20 mGy dir. Hatta 64 kesit BT-koroner anjiyografide bu doz yaklaşık 80 mGy'a kadar çıkmaktadır.⁵ BT'de alınan organ dozu miktarı bir çok faktöre bağlıdır. Bunlardan en önemlileri hasta boyutu, kesit kalınlığı, kesit sayısı, pitch değeri, tüp voltaj ve akım değeridir. Bu çekim parametrelerinin çoğu tetkik sırasında radyolog veya teknisyenler tarafından değiştirilebilmektedir.¹⁰ İdeal olanı, her birey ve her inceleme için uygun ayrı bir çekim protokolünün planlanmasıdır. Ancak yoğun iş akışı içerisinde bu uygulama mümkün olamamaktadır.¹¹ Tetkik sayısı da alınan dozun miktarını etkileyen önemli bir faktördür. Mettler ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada olguların % 30 unda aynı günde üç tetkik, %7 sinde beş tetkik ve %4 ünde dokuzdan fazla tetkik yapıldığı bulunmuştur.⁶

BT ilişkili kanser riski araştırmalarında büyük epidemiyolojik çalışmalar henüz yapılmamıştır.¹² Bu nedenle düşük dozlarda radyasyonun oluşturduğu kanserlerin kantitatif değerlendirilmesinde altın standart atom bombası patlamalarından sonra yapılan çalışmalar kabul edilmektedir.¹ Bu çalışmalarda, populasyon 100.000'in üzerinde olup tüm yaşları ve her iki cinsi de içermektedir. Burada yaşayanların yaklaşık 30.000' inin düşük doz radyasyona maruz kaldığı bilinmektedir. Kabul edilen düşük doz radyasyon 5-200 mSV arasında olup bu doz bir veya birkaç BT tetkiki sırasında alınabilecek dozla eşdeğerdir. Yapılan bu çalışmalarda iki temel sonuç çıkmıştır. Birincisi, tüm solid kanser riskinde radyasyon dozu ile artan ilişki tespit edilmiştir. İkincisi ve belki de en önemlisi, çocukların erişkinlerden çok daha fazla etkilendiğidir.³

Günümüzde BT ile ilişkili kanser araştırmaları oldukça popüler bir konudur. ABD'de Wall Street Journal (WSJ) ve diğer önemli haber kaynaklarında bu konu sık sık gündeme gelmektedir. Son iki yıl içerisinde WSJ'da bu konu ile ilgili dokuz kez haber yayınlanmıştır. Bu konunun daha sık gündeme geleceği ve önemli yankılarının olacağını düşünmekteyiz. En son Archives Internal Me-

dicine Aralık 2009 sayısında iki önemli çalışmanın sonuçları yayınlandı. Bu çalışmalara göre; Smith-Bindman ve arkadaşları dört farklı merkezde 1000'in üzerinde BT tetkikini retrospektif olarak inceleyip alınan radyasyon dozlarına göre beklenen kanser riskini hesaplamışlardır. Alınan ortalama efektif doz, rutin kranyal BT'de 2 mSv, multifazik batın-pelvis BT'de 31 mSv olarak hesaplanmış olmakla birlikte; efektif doz değerleri aynı tetkik için bile, aynı merkez içerisinde ve farklı merkezler arasında büyük değişkenlik göstermiştir. Öyle ki en düşük değer ile en yüksek değer arasında 13 kat farklılık bulunmuştur. Ayrıca hesaplanan kanser riskleri de tetkik cinsi, hasta yaşı ve cinsiyetine göre farklılıklar göstermiştir. Örneğin 40 yaşında kadın hastaya çekilen koroner BT-anjiyografi sonrası kanser gelişim riski 1:270 iken aynı yaş ve tetkik sonrası erkek hastada risk 1:600 bulunmuştur. Aynı yaşta kadında rutin kranyal BT tetkiki sonrası risk 1:8100 iken, erkekte 1:11080 bulunmuştur. Yine hesaplanan bu riskler 20 yaşındaki hastada iki kat fazla iken, 60 yaşındaki hastada %50 daha az bulunmuştur.¹³ Berrington de Gonzalez ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise 2007 yılında toplam 72 milyon BT tetkiki uygulaması nedeniyle 29.000 radyasyonla ilişkili kanser gelişeceği vurgulanmıştır.⁴

Brenner ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kanser riski, batın BT çekilen çocuklarda 1/550, kranyal BT çekilen çocuklarda ise 1/1500 olarak hesaplanmıştır.¹⁴ Bu yaklaşım oranlara göre, 2006 yılında 4 milyon çocuğa BT çekildiği düşünülürse yaklaşık her yıl 8000 çocuğun kanser riski taşıdığı söylenebilir. BT kullanımındaki hızlı artıştan dolayı kanser riski gelecekte toplumsal bir sağlık problemi olarak karşımıza çıkabilir. Elde edilen verilere göre 1991-1999 yılları arasında ABD'de görülen kanserlerin % 0.4'ü BT kullanımından kaynaklandığı belirtilmiştir.^{15,16} Bu oran, günümüzde BT kullanımına göre oranlandığında %1.5 ile 2 arasında olduğu düşünülebilir. Bu bilgiler dikkate alındığında, BT tetkiki yapılmadan önce iyi düşünülmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Künt batın travması, epilepsi, kronik baş ağrısı ve hatta akut apandisitte BT kullanımını sorgulanırken ABD ve Türkiye'de hala çok fazla sayıda BT çekimi yapılmaktadır. BT radyasyon dozu diğer görüntüleme yöntemlerinden çok daha fazla olmasına rağmen bu gerçek göz ardı edilmektedir. Örneğin mamografi kadınlarda her yıl bir defadan fazla yapılmazken, toraks BT incelemesi hiç düşünmeden ve tereddüt etmeden birkaç defa yapılabilir. İki yönlü bilateral mamografide organ dozu yaklaşık 3 mGy iken erişkin abdominal BT de bu doz yaklaşık 10 mGy, yenidoğan abdominal BT incelemesinde ise yaklaşık 20 mGy olarak değişmektedir. Slovis ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, çekilen BT'lerin 1/3 ünün gereksiz olduğunu ortaya konulmuştur.¹⁷ Bu bilgiye dayanarak, ABD'de yılda yaklaşık 20 milyon gereksiz BT çekimi yapıldığını ve yine yaklaşık 10.000 ile 20.000 arasında radyasyona bağlı kanser vakasının ortaya çıkmasına sebep olduğu söylenebilir.

Peki riskin farkında mıyız? Cevap, hayır. Çünkü, ABD'de radyologlar ve acil hekimleri arasında yapılan bir çalışmada, BT incelemenden oluşan radyasyon dozunu her

iki grupta %75 oranında göz ardı edildiği görülmüştür. Radyologların %53 ü, acil doktorlarının ise %91'i BT incelemede kanser riskinin arttığına inanmamaktadır.¹⁸ Bu nedenle hekimleri bilinçlendirme adına ABD'de National Cancer Institute ve The Society for Pediatric Radiology tarafından radyasyon riskleri ile ilgili broşür basımı ve dağıtımı yapılmıştır.¹⁹

Sorulması gereken bir diğer soru, BT kullanımı veya organ dozu azaltılabilir mi? Evet azaltılabilir ve bunun birkaç farklı yolu vardır.²⁰ Öncelikle iyi klinik yaklaşım ile BT gerekliliği sınırlandırılabilir. Künt batın travması, epilepsi, kronik baş ağrısı ve hatta akut apandisitte BT kullanımı azaltılabilir. Diğer görüntüleme yöntemleri kullanımı sağlanabilir. Örneğin nefrolitiazisde ultrasonografi (US) veya abdominal radyografinin kullanılması; BT-anjiyografi tetkikleri yerine Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)-anjiyo veya apandisitte BT yerine USG kullanımı alternatif görüntüleme yöntemi olarak seçilebilir. Tüm bunlara karşın BT çekimi tıbbi bir gereklilik ise elbette kullanılmalıdır. Yeterli bilgiyi almak için en az dozda çekim yapılmalıdır. BT çekim parametrelerinde değişiklikler yapılarak optimizasyon sağlanmalıdır. Günümüzde BT üretimi yapan büyük firmaların çoğu otomatik doz kontrolü yapan cihazlar üretmeye başlamıştır.

Sonuç olarak, BT'nin tanısal anlamda önemli tıbbi yararları olmasına karşın, radyasyonla ilişkili kanser oluşumunda büyük riski bulunmaktadır. Bu durum toplumsal anlamda geleceğin büyük problemi olabilir. BT kullanımına karar vermeden önce kar zarar oranı iyi düşünülmelidir. Endikasyon konulmadan önce iyi klinik yaklaşım ve diğer görüntüleme yöntemleri kullanılmalıdır. BT tetkiki mutlaka gerekli ise otomatik doz kontrol yöntemleri veya uygun çekim parametreleri seçilmelidir. Çocukların ve kadınların daha büyük risk altında oldukları; tarama programlarında yüksek dozda radyasyon alındığı bilinmeli ve gereklilik sorgulanmalıdır. Radyasyon risklerini araştırma ve yayınlama kurumları daha aktif çalışmalı, toplumu ve hekimleri bu konuda bilinçlendirmelidir.

Kaynaklar

1. Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation-BEIR VII. Washington DC: National Academies Press, 2005.
2. Mitelman F, Johansson B, Mertens FE. Mitelman database of chromosome aberrations in cancer. Cancer Genome Anatomy Project, 2007.
3. Hall EJ, Brenner DJ. Cancer risks from diagnostic radiology. Br J Radiol. 2008 May;81(965):362-78.
4. Berrington de Gonzalez A, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, Land C. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. Arch Intern Med. 2009 Dec 14;169(22):2071-7.
5. What's NEXT? Nationwide Evaluation of X-ray Trends: 2000 computed tomography. (CRCPD publication no. NEXT_2000CTT.) Conference of Radiation Control Program Directors, Department of Health and Human Services, 2006.
6. Mettler FA Jr, Wiest PW, Locken JA, Kelsey CA. CT scanning: patterns of use and dose. J Radiol Prot 2000;20:353-9.
7. White KS. Helical/spiral CT scanning: a pediatric radiology perspective. Pediatr Radiol 1996;26:5-14.

8. Linton OW, Mettler FA Jr. National conference on dose reduction in CT, with an emphasis on pediatric patients. *AJR Am J Roentgenol* 2003;181:321-9.
9. Brenner DJ, Elliston CD. Estimated radiation risks potentially associated with full-body CT screening. *Radiology* 2004; 232:735-8.
10. McNitt-Gray MF. AAPM/RSNA physics tutorial for residents topics in CT: radiation dose in CT. *Radiographics* 2002; 22:1541-53.
11. Paterson A, Frush DP, Donnelly LF. Helical CT of the body: are settings adjusted for pediatric patients? *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:297-301.
12. Giles J. Study warns of 'avoidable' risks of CT scans. *Nature* 2004;431:391.
13. Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, Kim KP, Mahesh, Gould R, Berrington de Gonzalez A, Miglioretti DL. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer 2009 Dec 14;169(22):2078-86.
14. Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE. Estimates of the cancer risks from pediatric CT radiation are not merely theoretical. *Med Phys* 2001;28:2387-8.
15. Sources and effects of ionizing radiation: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR 2000 report to the General Assembly. New York: United Nations, 2000.
16. Berrington de Gonzalez A, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet* 2004;363:345-51.
17. Slovis TL, Berdon WE. Panel discussion. *Pediatr Radiol* 2002;32:242-4.
18. Lee CI, Haims AH, Monico EP, Brink JA, Forman HP. Diagnostic CT scans: assessment of patient, physician, and radiologist awareness of radiation dose and possible risks. *Radiology* 2004;231:393-8.
19. Radiation risks and pediatric computed tomography (CT): a guide for health care providers. Rockville, MD: National Cancer Institute. (Accessed November 5, 2007, at <http://www.nci.nih.gov/cancertopics/causes/radiation-risks-pediatric-CT>).
20. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography-an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*. 2007 Nov 29;357(22):2277-84.