

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İNCELEMELERİNDE HASTA DOZLARI

- ALARM ZİLLERİ ÇALIYOR –

Önceki yazılarımda bilgisayarlı tomografi (BT) incelemelerinde hastaların, aldıkları radyasyon dozlarına bağlanabilecek kanser hastalıklarına yakalanma risklerine değinmiştim. En son bilimsel literatürde (2019 – 2021 yayınları) verilen yüksek istatistiksel doğrulukta radyasyon epidemiyoloji çalışmalarının birbirleri ile uyumlu sonuçları ve radyasyon biyolojisindeki yeni bulgular bu risklerin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlamıştır (www.doganborcom).

BT incelemelerinde, diğer konvansiyonel radyolojik tetkiklere göre çok daha yüksek radyasyon dozları söz konusudur. Gelişmiş ülkelerdeki istatistikler, tüm görüntüleme tekniklerine göre BT'nin kullanım sıklığını %5 - %10 civarında verirken, medikal incelemelerdeki toplam doza olan katkısını %40 ile %70 arasında olduğunu belirtmektedirler. Bu ülkelerde çocuklarda BT kullanımı ise tüm BT incelemelerinin %11'ini kapsamaktadır.

Alarm zilleri, BT incelemesi yapılan çocuk ve genç hastalarda saptanan kanser vakaları ile tekrarlanan BT incelemelerinde yüksek radyasyon dozlarına maruz kalan yetişkin hastalar için çalmaktadır. Bu konuları iki ayrı başlık altında irdelediğim yazılarımı aşağıda bulabilirsiniz.

En son epidemiyolojik çalışmalarda BT incelemesi yapılan çocuk hastalarda radyasyona bağlanacak ölümcül kanser oranlarının %4 civarında olduğu gösterilmiştir. Işınlamalarda standart inceleme protokollerinin kullanılması durumunda bile kanser vakaları 10 000 hastada 2 – 3 vakaya ulaşmaktadır. Global olarak her yıl bu incelemeyi yaptıran çocuk sayısının milyonlarca olduğu dikkate alındığında durumun ciddiyeti daha iyi anlaşılabilir.

BT incelemesi yaptıran yetişkin hastaların, normal ışınlama koşullarında maruz kaldıkları 2 – 20 mSv arasındaki radyasyon dozlarına bağlı olarak ortaya çıkabilecek kanser riskleri ihmal edilebilir düzeydedir. Ancak son bulgular, tekrarlanan BT incelemeleri yaptıran hastalarda bu dozların çok daha yüksek (100 mSv üzerinde) ve hasta sayılarının tahminlerin çok ötesinde olduğunu göstermiştir. Bu çalışmaların sonuçlarına dayanan ileriye yönelik projeksiyonlarda, global olarak her yıl bir milyon yetişkinin bu risklere maruz kalabileceği belirtilmektedir.

BT incelemelerinde radyasyondan korunma felsefesi kapsamında optimizasyonun sağlanmasında, her bir BT cihazı başına düşen ortalama hasta sayısı önem taşır. Tabloda görüleceği gibi OECD ülkelerinin ortalama BT ve inceleme sayılarında 2017-2020 yılları arasında önemli bir değişiklik olmamıştır. Ülkemizde ise bu süreçte, BT sayısında (bir milyon kişi başına) %46, inceleme sayısında (bin kişi başına) ise %13 artış vardır. OECD verilerine göre 2017’de 207 kişi ile en fazla BT incelemesi yaptıran ülkeler arasında beşinci sıradayken, 2020’de bu sayı 235’e yükselmiş ve sıralamadaki yerimiz ikincilik olmuştur (OECD 2021 doi: 10.1787/3c994 537-en). (Nükleer Düzenleme Kurumu Türkiye’de Radyasyon Kaynakları – 2020).

	BT sayısı (1 milyon kişi başına)		İnceleme sayısı (1000 kişi başına)	
Yıllar	2017	2020	2017	2020
Türkiye	15	22	207	235
OECD Ülkeleri	27	29	148	150

BT incelemeleri birçok hastalığın tanısında vazgeçilmez öneme sahiptir. İnsanlar sağlıklarına kavuşmakta, yaşamlar kurtulmaktadır. Radyasyona bağlı düşük kanser riskleri, tıbbi gereklilik durumunda dikkate alınmaz. Ancak incelemelerdeki risklerin de mümkün olduğu kadar düşük seviyelerde tutulması şarttır. Bu bağlamda OECD sonuçları çok düşündürücüdür. Ülkemizde cihaz başına düşen hasta sayısının bu kadar yüksek olması akla birçok soru getirmektedir;

Bu incelemelerin ne kadarlık bir yüzdesinin tıbbi gerekliliği vardır?

Işınlama protokollerinin ayarlanmasında, incelemelerin mümkün olduğu kadar kısa bir sürede yapılmasına yönelik tercihler söz konusu mudur?

Maruz kalınan radyasyon dozları hangi aralıktadır?

İncelemelerin ne kadarlık bir yüzdesinde radyasyon dozu/görüntü kalitesi optimizasyonu yapılmaktadır?

Tekrarlanan BT incelemelerinin yüzdesi nedir? Bu tekrarların sonucunda ortaya çıkmış iş gücü ve maddi kayıplar hiç hesaplanmış mıdır?

Vs. vs.

“Akademik Akıl” köşemde (<https://www.doganbor.com/toplumu-bilgilendirme/>) veya (<https://www.akademikakil.com/category/fbb/muh/page/3/>) sitesinde yer alan “T.C. Sağlık Bakanlığına Bazı Sorular” başlıklı yazımda sorduğum suallere bunları da ekleyebilirsiniz.

Prof. Dr. Doğan Bor

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İNCELEMELERİNDE HASTA DOZLARI

- ALARM ZİLLERİ ÇALIYOR -

1-YETİŞKİN HASTALARDA YÜKSEK RADYASYON DOZLARI

Bilimsel literatürde, bilgisayarlı tomografi incelemelerinde yetişkin hastaların maruz kaldıkları radyasyon dozlarının neden olabileceği kanser risklerine yönelik çok sayıda çalışma vardır. Kanserın ışınlamadan yıllar sonra ortaya çıkması, riskin ışınlanan yaşa bağılı olarak azalması ve normal ışınlama şartlarında maruz kalınan radyasyon dozlarının düşük olması nedeniyle bu riskler, yaşamın diğer riskleri dikkate alındığında, ihmal edilebilir seviyelerde olduğu kabul edilmiştir. Ancak son yıllarda yapılan bazı araştırmalar bu ihmallerin, **tekrarlanan BT incelemeleri** için doğru olmayacağını göstermiştir (Rehani 1).

Kısa bir hatırlatma yapılırsa, radyasyonun neden olabileceği kanser riski, birimi Sievert olan etkin doz niceliği ile hesaplanır. Bunun için vücudun tamamının ışımlandığı kabul edilerek, radyasyon hassasiyeti olan organ ve dokuların aldıkları radyasyon dozları ayrı ayrı saptanarak toplanır. Ancak bu toplama yapılmadan önce, eğer ışınlamaya sadece gama ve X-ışınları neden olmuşsa, her bir organın doz değeri bu organın radyasyon hassasiyetini dikkate alan bir ağırlık faktörü ile çarpılır. Bu faktörler 1'den küçüktür. Halen kabul edilen teoriye (Linear-no-threshold Teori, LNT) göre düşük doz ve doz hızları için 1 Sv'lik (1000 mSv) etkin doza maruz kalınması durumunda ömür boyu ölümcül kansere yakalanma riski %5'dir (her yüz kişiden beş kişi) ve bu değer kişi bazında değil toplum için tanımlanmış bir olasılığı ifade eder. Ancak son yıllarda, bu riskin hesaplanması ve dozların ölçümünde ki belirsizlik ve sınırlamalardan kaynaklanan hata paylarının dikkate alınması şartıyla, ışınlanmış kişiler için de etkin doz niceliği kullanılmaya başlanmıştır. Etkin doz her ışınlama için ayrı değerlendirilir. Örneğin BT incelemesi yaptırmış bir kişinin etkin dozu 10 mSv olarak hesaplanmışsa, ölümcül kansere yakalanma riski 1/2000'dir. Ancak aynı kişi daha sonra her birisinde 5 mSv etkin dozlara maruz kalacağı iki BT incelemesi yaptıırırsa alacağı risk, etkin dozların toplamına (20 mSv) karşılık gelen risk olacaktır (1/1000). Burada dikkat edilmesi gereken husus, dozların toplanmasıyla radyasyonun vücutta birikimi değildir, her bir etkileşmeye bağılı olarak ortaya çıkan risklerin

yıllar boyu devam edeceği, dolayısıyla sonuçta toplam bir risk olarak kanserin yaşam boyunca ortaya çıkma olasılığıdır. Radyasyonun kanseri tetikleyen fiziksel etkileşimi, örneğin DNA kırılması, sadece ışınlama süresince söz konusudur (ICRP 2007).

Tüm gövdenin ışınlanmasını esas alarak kanser riskinin genel olarak saptanmasında kullanılan etkin doz dışında, herhangi bir organda ortaya çıkabilecek riskin de hesaplanması mümkündür. Bunun için organda soğurulan radyasyon dozu (mGy olarak) dikkate alınır (UNSCEAR 2017).

Tek bir BT incelemesinde yetişkinlerin maruz kaldıkları radyasyon dozlarına karşılık gelen ömür boyu kanser riskleri, yaşamda karşılaşılan diğer kanserojen faktörlerin risklerine kıyasla son derece düşüktür. Bu incelemelerdeki etkin dozlar, normal ışınlama koşullarında, 2 – 20 mSv arasında değişmekte olup, 1 – 10 yıllık süreçte Ankara’da yaşayanların maruz kaldığı doğal radyasyon düzeyine eşdeğerdir. Ancak farklı nedenlere bağlı olarak tekrarlanan incelemelerde dozlar, dolayısıyla riskler artmakta ve ihmal edilemeyecek değerlere yükselmektedir.

Radyasyon epidemiyoloji çalışmaları, 100 mGy üzerindeki dozlarda güvenilir bir istatistiksel doğrulukla kolon, akciğer, kemik iliği, tiroit ve kadın meme kanserlerinin ortaya çıktığını göstermiştir (ICRP 2007, UNSCEAR 2018). 100 mSv ve üzerindeki toplam etkin dozlarda birçok organın aldığı doz da 100 mGy’i aşmaktadır. Işınlamanın vücudun sadece belirli kısımlarına odaklandığı BT incelemelerindeki organ dozları buna bir örnektir. Bu nedenle konservatif bir yaklaşımla, toplam etkin doz için 100 mSv değeri aşağıdaki çalışmalarda eşik bir değer olarak alınmıştır.

Amerika Birleşik Devletlerinin Boston eyaletindeki dört büyük sağlık merkezinde yapılan bir çalışmada 2.5 milyon hastanın yaklaşık 4.8 milyon BT incelemesinde, tekrarlanan taramalara bağlı olarak, 100 mSv ve üzerinde toplam etkin doza maruz kalanların sayısının 33 400 (%1.33) olduğu belirlenmiştir. Ortalama doz değeri 130.3 mSv, maksimum ise 1185 mSv olarak verilmektedir. Dört sağlık merkezindeki incelemelerin tekrar sayıları 21, 12, 6.3 ve 7, maksimum tekrarlar ise 109, 57, 67 ve 89’dur. Bu hastaların %20’si 50 yaş altındadır. Tekrarlanan incelemeler için 1 -5 yıllık bir zaman aralığı dikkate alınmakla beraber bazı hastalar 100 mSv üzerindeki dozlara aynı gün içerisinde maruz kalmışlardır. Bu düzeydeki dozun kanser riski 1 / 200’dür (200 hastada 1 hasta) (Rehani¹).

Çalışmada, etkin dozlara ilave olarak bazı organ dozları da verilmiştir. Bu değerler, akciğer için 3 – 2502 mGy, kırmızı kemik iliği için 57 – 668 mGy, kadın memesi için 0 – 2800 mGy’dir. Bu

hasta gruplarında ortalama organ dozlarının 100 mGy olduğu kabulü ile 40 yaşından sonra tekrarlanan BT incelemeleri yaptıran bir kadında ömür boyu akciğer veya meme kanserlerine yakalanma riskleri 2 – 3/1000 ve 1- 2 /1000 olarak hesaplanır. Maksimum dozlar için bu risklerin ne kadar yüksek olabileceğı bu sonuçlardan kolayca anlaşılabilir.

Aynı hasta için tekrarlanan BT incelemeleri, genelde belirli bir hastalığın zaman içerisinde izlenmesi durumunda söz konusu olmaktadır, kanser hastalıkları bu bağlamda başı çekmektedir. ABD çalışmasının bir alt grubunda 100 mSv ve üzerinde toplam etkin doza maruz kalmış yaklaşık 9000 kişilik hasta grubunun %9.6'sının BT incelemelerinin nedeninin kanser dışı hastalıklar olduğu ve bu grubun %1.4'nün yaşlarının 40'ın altında olduğu belirtilmiştir. Toplam etkin doz aralığı 100 – 1185 mSv'dir.

ABD'de yapılan çalışmanın bir benzeri Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (International Atomic Energy Agency – IAEA) tarafından 26 ülkenin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 700 000 hastanın 1 – 5 yıllık zaman aralığında tekrarlanan BT incelemelerinde 100 mSv üzerinde toplam doza maruz kalanların sayısı 4580 kişi (%0.65) olarak belirtilmiştir (Brambilla , Rehani ²).

Bu araştırmaları yapan bilim insanları elde ettikleri sonuçları daha sonra, 35 OECD ülkesi ve ABD'de, tekrarlanan BT incelemelerinde 100 mSv toplam etkin doza maruz kalacak hasta sayılarının kestirilmesi için değerlendirmişlerdir. 1.2 Milyar toplam nüfusta (2018 yılı itibarıyla) yaklaşık 1.2 milyon hastanın (toplamın %0.21'i) 100 mSv üzerinde toplam etkin doza maruz kaldığı tahmin edilmektedir. Sonuçlar her ülke bazında ve 1000 kişide ki hasta sayıları olarak verilmiştir, ortalama değer 1.43/1000 civarındadır. Çalışmaya katılan ülkeler arasında Finlandiya 0.59/1000 ile en düşük, ABD ise 2.94/1000 ile en yüksek düzeye sahiptir. Ülkemiz için bu değer 2/1000 olarak verilmekte olup en yüksek beş ülke arasında gösterilmiştir, ancak bu rakamın istatistiksel doğruluğuna yönelik bir veri yoktur.

Bir diğer projeksiyon ise global olarak yapılmıştır. Dünya nüfusu 7.7 milyar ve her yıl BT incelemesi yaptıran hasta sayısı 141 milyon olarak alındığında, 100 mSv toplam etkin doza maruz kalabilecek hasta sayısının her yıl 0.9 milyona ulaşabileceğı ifade edilmektedir (Brambilla, Rehani ^{1,2}).

Bu risklerin sadece BT incelemeleri için olduğu unutulmamalıdır, inceleme başına daha yüksek dozların söz konusu olduğu girişimsel ve PET-BT incelemeleri de dahil edildiğinde, 0.9 milyon rakamının daha da artabileceğı şüphesizdir.

Çocuk ve genç hastalarda tek bir BT incelemesinde, çok düşük olasılıkla kanser riskinin söz konusu olabileceği gerçeği yanında artık, yetişkinlerde de tekrarlanan BT incelemelerinin doğuracağı riskler gündeme gelmiştir. Tüm bu sonuçlar, radyasyon dozlarının önemli ölçüde azaltılması ve optimizasyon gerekliliğini ortaya koymaktadır.

REFERANSLAR

OECD (2021), Computed tomography (CT) exams (indicator). doi: 10.1787/3c994537-en (Accessed on 22 December 2021)

Doğan Bor, RADYASYON Sağlık Riskleri ve Tanısal İncelemelerde Korunma. Isbn: 978-605-9615-06-8 Dünya Kitabevi 2016.

Madan M. Rehani (1) Patients undergoing recurrent CT scans: assessing the magnitude European Radiology (2020) 30:1828–1836

Madan M. Rehani (2). Estimates of the number of patients with high cumulative doses through recurrent CT exams in 35 OECD countries Physica Medica 76 (2020) 173–176

Marco Brambilla Multinational data on cumulative radiation exposure of patients from recurrent radiological procedures: call for action Marco Brambilla European Radiology (2020) 30:2493–2501

ICRP 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann ICRP 37(2–4):1–332

UNSCEAR 2018. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Sources, effects and risks of ionizing radiation UNSCEAR Report New York, NY: UNSCEAR

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İNCELEMELERİNDE HASTA DOZLARI

- ALARM ZİLLERİ ÇALIYOR -

2-ÇOCUK HASTALARDA YÜKSEK RADYASYON DOZLARI

İyonlaştırıcı radyasyonun kullanıldığı tanısal radyolojik incelemeler içerisinde bilgisayarlı tomografi (BT), hasta radyasyon dozlarının en yüksek olduğu görüntüleme tekniğidir. Son 2 – 3 yıldır bilimsel literatürde verilen araştırmaların sonuçları, bu incelemeleri yaptıran çocuk ve gençlerde radyasyona bağlı kanser risklerini, bu riskler çok düşük olsa da güvenilir bir istatistikle göstermektedir. Çocukların radyasyona karşı hassasiyetleri bazı biyolojik ve fiziksel faktörlere bağlı olarak yetişkinlerden daha fazladır.

Öncelikle bu hassasiyetlerin nedenlerini sıralamak istiyorum:

Çocukların doku ve organ boyutları yetişkinlere göre daha küçüktür.

Radyasyon dozu, radyasyonun enerjisi ile doğru, soğurucu maddenin kütlesi ile ters orantılıdır. Bu nedenle aynı radyasyon ışınlamalarında çocuklar daha fazla radyasyon dozuna maruz kalırlar.

X-ışın demetine yakın olan organ sayısı daha çoktur. (Örneğin, bir çocuk hastanın alt ekstremitelerinin BT incelemesinde, radyasyon hassasiyeti yüksek olan kırmızı kemik iliğinin doğrudan ışınlanması, benzer incelemenin yetişkinde yapılmasına göre daha fazla doza yol açar).

Hücrelerin çoğalması çocuklarda daha fazladır

Bu husus radyasyondan etkilenecek mutasyona uğramış hücreler içinde geçerlidir.

Çocuklarda ışınlanma sonrası için beklenen yaşam süresi daha uzundur.

Radyasyona bağlı olarak kanser riski yaşam boyu sürmekte ve hastalığın ortaya çıkması ışınlamadan sonra yıllar almaktadır. Çocuklarda ışınlanma sonrası kanser gelişmesi için yeterli bir süre söz konusu olabilir.

Çocukların yaşamları boyunca maruz kalacakları radyasyon ışınlanmalarının önceden bilinmesi mümkün değildir.

Her inceleme için risklerin toplanacağı hatırlanmalıdır.

Tüm bu nedenlere bağlı olarak, radyasyona bağlı ölümcül kanser riskinin saptanmasında kullanılan etkin doz birimi, çocuklarda yetişkinlere göre ortalama 2 - 3 kat daha fazladır. Bu oran yeni doğanlarda 10 kata kadar ulaşmaktadır.

Önceki yazılarımda düşük şiddetteki radyasyona bağlı kanser risklerinin saptanmasında epidemiyoloji araştırmalarının önemine değinmiştim (www.doganbor.com). Sonuçları merakla beklenen “Radyasyon Estimation for the European Epidemiological Study on Pediatric Computed Tomography (EPI-CT)” çalışmasında (1970 – 2021), 8 Avrupa ülkesinden yaklaşık 1 milyon çocuk ve gencin (22 yaş altı) 1.4 milyondan fazla BT incelemesindeki radyasyon ile ilişkilendirilebilecek ölümcül kanser riskleri araştırılmıştır (Marie-Odile Bernier). Bunun için hastaların kafa, göğüs ve abdomen/pelvis taramalarında beyin, aktif kemik iliği, göz lensi, meme ve tiroit organlarının aldığı radyasyon dozları hesaplanmıştır. Bu epidemiyolojik çalışmanın sonuçlarından elde edilen tüm ölümcül kanserlerin sayıları ile ülkelerin ulusal verilerinden çıkarılan ve radyasyon dışı nedenlere bağlı olarak ortaya çıkması beklenen ölümcül kanser vaka sayıları karşılaştırılmıştır. Bu amaçla **“Standart Ölüm Oranları” (Standart Mortality Ratio – SMR) = Gözlenen vaka sayısı / Beklenen vaka sayısı**- niceliği kullanılmıştır. SMR değerleri tüm ülkeler için 1’den büyüktür, dolayısıyla radyasyon maruziyetine bağlı ölümler söz konusudur. SMR değerleri ülkeler arasında %1,9 ile %4,9 arasında değişmektedir. Tüm sonuçları birlikte değerlendirildiğinde artış %4,2 olarak bulunur. Yüksek hasta sayısı nedeniyle bulgular yeterli bir istatistiki güvenilirlik içerisindedir. Organ dozlarına örnek verilirse, tek bir tarama için beyin ve aktif kemik iliğinin dozları sırasıyla 32 – 45 mGy ve 4,2 – 10 mGy aralığında bulunmuştur. Bu dozlar yeni doğan ve 15 yaş üstü çocuk hastaların için tüm süreçte saptanan ortalama değerlerdir (Isabelle Thierry-Chef).

Bu tür epidemiyolojik çalışmaların zayıf noktası, tüm hastalar için geçmişte radyasyonun kullanıldığı diğer tanısal incelemelere yönelik risklerin saptanmasını sağlayacak detaylı bilgilerin elde edilmesindeki zorluklardır.

Bir diğer zayıf nokta, hastanın BT incelemesinin yapılmasını gerektiren sağlık durumudur. Dolayısıyla ölüm nedeninin altta yatan bir hastalığa mı, yoksa BT incelemesindeki radyasyon maruziyetine mi bağlı olup olmadığı tam olarak bilinemez. EPI-CT araştırmasının bu bağlamda

kuvvetli yanı, çalışmaya dahil edilen tüm hastaların sağlık kontrollerinin süreç içerisinde takip edilmesi ve sonuçların belirli zaman aralıkları için ayrı ayrı da verilmesidir (ışınlanmadan hemen sonraki 1 – 5 yıl ve 5 yıl sonrasındaki süreç). Tüm ülkeler için ilk beş yılda 1’den büyük olan SMR değerleri, ikinci 5 yıl ve sonraki süreç içinde, iki ülke hariç, biraz düşmekle beraber, yine 1’den büyüktür. Kanser hastalığı kişinin ışınlanmasından yıllar sonra ortaya çıkabilmektedir, yani bir “geç etki” söz konusudur. Bu süreçte kişinin çok farklı kanserojenlere maruz kalması, hastalığın gerçek nedeninin bulunmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle EPI-CT çalışmasına katılanların sağlık durumları yıllarca takip edilecektir.

Diğer epidemiyolojik çalışmalara ait bazı sonuçları daha önce vermiştim (Bor 2016). Burada da kısaca özetlemek istiyorum.

Farklı merkezlerde yapılan BT incelemeleri ve kullanılan protokollere bağlı olarak hasta dozlarında ortaya çıkan sorunlar değişik gruplar tarafından da çalışılmıştır. Beş merkezde 15 yaş altı çocuklara yapılan 744 BT incelemesinde etkin dozların, tarama başına 0,03 ile 69,2 mSv arasında (2306 kat) değiştiği bildirilmektedir. En yüksek dozların (20 mSv ve üzerinde) abdomen/pelvis taramalarında alındığı belirtilmiş ve kız çocukları için, yaşa bağlı olarak, ömür boyu kansere yakalanma risklerinin her 300 – 390 incelemede bir olduğu ileri sürülmüştür, bu risk toraks incelemeleri için 1 / 330 – 480’dir. Bir diğer çalışmada, yeni doğan çocukların BT abdomen incelemelerinin yapıldığı merkezler arasında doz farkı 36 kat, 5 – 7 yaş arası çocukların beyin incelemeleri için ise 24 kat fark bulunmuştur. Çocuklarda sakınılması gereken en önemli hususlardan birisi, aynı hastanın çeşitli nedenlerle BT incelemesinin tekrarlanmasıdır. 2 – 3 kez yapılan bu tekrarlar da beyin ve kırmızı kemik iliği dozları 60 mGy ve 50 mGy seviyelerine ulaşmakta, bu durumda beyin ve lösemi riskleri 3 kat artabilmektedir.

Pediyatrik incelemelerde doz optimizasyonunun gereğini işaret eden önemli bir çalışma, gelişmekte olan 19 farklı ülkede yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlardır. Afrika, Asya ve Doğu Avrupa ülkeleri arasında hasta dozları arasındaki farklılıklar bazı benzer incelemelerde 6.6 ile 55 kat arasındadır.

BT incelemelerinde çok faz taramalar hariç tutulduğunda, normal inceleme şartlarında düşük radyasyon dozları söz konusudur (100 mGy organ veya 100 mSv etkin dozun altı). Genelde tek taramalardaki dozlar, ışınlanan organlara bağlı olarak oldukça düşük olup 1 – 20 mGy arasında değişmektedir. Düşük hasta dozlarının ölçülmesinde ve hesaplanmasındaki istatistiki dalgalanmalar, hasta dozları arasındaki büyük farklılıklar, epidemiyoloji çalışmalarının

doğasında bulunan diğer belirsizlikler kanseri tetikleyecek bir radyasyon dozunun belirlenmesine olanak sağlamaz. Riskler düşük de olsa, yok değildir. Kişisel bazda, radyasyona bağlanabilecek 10 000’de birkaç ölümcül kanser vakası, yaşamdaki diğer riskler göz önüne alındığında ihmal edilebilir düzeyde görülebilir, ancak her gün BT incelemesine giren binlerce çocuk ve gencin sayısı dikkate alındığında durumun önemi daha iyi anlaşılabilir. Esas üzerinde durulması gereken hususlar aynı hastanın birçok nedene bağlı tekrar taramaları, cihaza bağlı sorunlar ve incelemelerde kullanılan hatalı ışınlama parametrelerine bağlı olarak dozların çok daha yüksek değerlere çıkabilmesi ve risklerin ciddi değerlere ulaşmasıdır. Bu dozların görüntü kaliteleri etkilenmeden nasıl minimuma indirileceği ise bir başka yazının konusudur.

Prof. Dr. Doğan BOR

REFERANSLAR

Doğan Bor, RADYASYON Sağlık Riskleri ve Tanısal İncelemelerde Korunma. Isbn: 978-605-9615-06-8 Dünya Kitabevi (2016).

Cohort Profile: the EPI-CT study: a European pooled epidemiological study to quantify the risk of radiation-induced cancer from paediatric CT

Marie-Odile Bernier ve diğerleri. International Journal of Epidemiology, Vol. 48, No. 2 (2019)

Dose Estimation for the European Epidemiological Study on Pediatric Computed Tomography (EPI-CT).

Isabelle Thierry-Chef ve diğerleri. Radiation Research 196, 74–99 (2021)