PAPER DETAILS

TITLE: Bilgisayarli Tomografi Çekimlerinde Hastanin Yakin Çevresinde Radyasyon Dozu Ölçümleri

AUTHORS: Osman GÜNAY, Mustafa DEMIR

PAGES: 792-796

ORIGINAL PDF URL: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/868382

BT.

TLD,

Bilgisayarlı Tomografi Çekimlerinde Hastanın Yakın Çevresinde Radyasyon Dozu Ölcümleri

Osman GÜNAY^{*1}⁰, Mustafa DEMİR²⁰

¹İstanbul Okan Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Tuzla İstanbul ²İstanbul Üniversitesi, Cerrahpasa Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı İstanbul

(Alms / Received: 26.03.2019, Kabul / Accepted: 17.09.2019, Online Yayınlanma/ Published Online: 30.12.2019)

Anahtar Kelimeler Özet: İyonize radyasyonun en yoğun kullanıldığı görüntüleme yöntemlerinden biri bilgisayarlı tomografi (BT) dir. Bilgisayarlı tomografi çekimlerinde X-ışınları kullanılır. Çekim sırasında X-ışınlarının bir kısmı, radyasyon fiziği yasalarına göre hastadan ve Xısınları, sistemden cevreye sacılır. Bu sacılan radyasyondan kaynaklanan radyasyon dozunun Radyasyon dozları belirlenmesi hasta, hastaya eşlik etme zorunda kalan hasta yakını ve sağlık çalışanları açısından önemlidir. Bu çalışmanın amacı BT görüntülemesi sırasında hastadan ve ortamdaki çeşitli materyallerden çevreye yayılan radyasyondan kaynaklanan dozunun belirlenmesidir. Bu çalışmada insan eşdeğeri olan Alderson Rando fantomun göğüs ve başboyun BT görüntülemesi yapıldı. BT görüntüleme sırasında fantomdan 10, 20, 30 ve 40 cm uzaklıklara termolüminisans dozimetreler (TLD) verlestirilerek radvasvon dozu ölcümleri yapıldı TLD dozimetrelerin kalibrasyonları ve okumaları Çekmece Nükleer Araştırmalar Merkezinde yapıldı. Göğüs BT görüntülemede çevreye saçılan ortalama radyasyon dozunun 6.75±1.07 μSv ile 21.68±1.45 μSv arasında değiştiği belirlendi. Baş-boyun görüntülemede ise çevreye saçılan ortalama radyasyon dozunun 8.38±0.81 μSv ile 26.57±0.98 μSv arasında değiştiği belirlendi. Çekim sırasında hastaya eşlik etmek zorunda kalan şahısların doz maruziyetlerinin müsaade edilen limitlerin altında olduğu tespit edildi.

Radiation Dose Measurements around Patient in Computed Tomography Imaging

Abstract: Ionizing radiation is intensively used in diagnostic medical imaging and Computed tomography (CT) is the most requested among the modalities. During exposure, X-rays are usually scattered from the patient and the system according to the radiation physics laws. Thus, estimation of the received dose caused by the scattered radiation is Radiation doses important for the patients, patients' companions and the healthcare workers. The aim of this study was to determine the radiation dose from the patient's body and various materials in the environment during CT imaging. In this study, chest and head and neck CT scans were performed on human tissue equivalent Alderson Rando phantom. During CT imaging, radiation dose measurements were achieved by thermoluminescent dosimeters (TLD) placed at distances of 10, 20, 30 and 40 cm from the phantom. In chest CT imaging, the mean radiation dose to the environment ranged from $6.75 \pm 1.07 \ \mu$ Sv to 21.68 ± 1.45 μ Sv. While, Head and neck imaging led to radiation dose ranged from 8.38 ± 0.81 μ Sv to $26.57 \pm 0.98 \ \mu$ Sv. The exposure danger of the accompanying individuals was found to be minimal and below the permissible limits.

1. Giris

Keywords

CT,

TLD,

X-rav.

Bilgisayarlı Tomografi (BT) tıpta en sık kullanılan bir tanısal görüntüleme yöntemidir [1]. Bilgisayarlı tomografi (BT) incelemelerinde, X-ışını tüpünün hastanın etrafında 360° dönmesi sonucunda üç boyutlu görüntü ve bu görüntünün bilgisayarda

işlenmesi ile kesitsel görüntüler elde edilmektedir. Xışını tüpü BT görüntüsünü oluşturmak için belirli bir vücut bölgesi etrafında dönerken vücuda 80-140 keV enerjili X-ışınları gönderir. X-ışınları vücudun bir tarafından girip karşıdaki detektörlere ulaşırken vücut içinde Compton Saçılması yaratır. Saçılan fotonların enerjisi X-ışını enerjisinden nispeten daha az olmakla birlikte intensiteleri oldukça yüksektir [2]. Saçılan fotonların çevrede oluşturabileceği radyasyon tehlikesi nedeniyle BT çekim odaları kurşun ile izole edilir.

BT ile yapılan incelemelerde hastanın maruz kaldığı absorbe radyasyon dozu miktarı; doku kalınlığı, Xışını demeti, organın konumu, X-ışını tüpüne uygulanan kVp, tüp akımı, ışınlama süresi, taranan alan boyutu, tarama modu, pitch faktörü ve kesit kalınlığı gibi birçok ışınlama parametresine bağlı olarak değişir. Bu parametlerin çoğu BT kontrol odasında operatör tarafından değiştirilebilmektedir. Fakat genellikle yoğun iş akışı içinde normal boy ve kilodaki insanlarda bu parametler sabit tutulmaktadır [3-4]. BT çekim parametrelerine bağlı olarak hem hastanın maruz kaldığı radyasyon dozu hem de Compton Saçılması ile hastadan dışarı yayılan radyasyondan dolayı hastanın yakın çevresindeki absorbe radyasyon dozunda değişikler olur.

Günümüzde, Uluslararası Radyasyon Korunması (ICRP) tavsiyelerine göre radyasyon görevlilerinin yıllık doz limitleri 20 mSv, hasta yakınlarının doz limitleri 5 mSv'tir [5]. Rutin klinik çalışmalarda bu doz limitlerinin üzerine çıkılmaması amaçlanır.

Radyasyon dozlarının ölçülmesinde kullanılan TLD'ler ile absorbe radyasyon dozu belirlenmesi en etkin yöntemlerden biridir. TLD'ler radyasyon görevlilerinin yakasına bağlanır, rutin çalışmalar sırasında yakada tutularak belli bir süre ışınlanır. Süre sonunda özel cihazlarda okunarak alınan kümülatif radyasyon dozu belirlenir. Ayrıca TLD'ler deneysel amaçlı çalışmalarda da benzer şekilde kullanılarak radyasyon dozunun belirlenmesine olanak sağlar [6].

Radyasyonun insan sağlığına zararlı etkileri olduğu bilinen bir gerçektir. Bu nedenle radyasyon maruziyeti olan deneysel çalışmalar genellikle insan eşdeğeri malzemeden yapılmış fantomlar kullanılarak yapılır. Bu tür fantomlardan biri de Alderson Rando fantomdur [7].

BT görüntüleme sırasında zorunlu olmadıkça çekim odasında hastadan başka kimse bulunmaz. Ancak çekim sırasında hastanın hareket etmesini engellemek ve/veya ihtiyaç duyulan başka bir nedenden dolayı hasta yakınları çekime eşlik etmektedir. Bu durumda çekime eşlik eden şahsın radyasyon dozuna maruz kalması kaçınılmaz olup, muhtemel radyasyon dozunun önceden bilinmesi ve dozun azaltılmasına yönelik önlemlerin uygulanması sağlık açısından önemlidir.

Bu çalışmanın amacı insan vücut eşdeğeri bir fantom kullanılarak, BT görüntülemede hastaya yakın mesafeden çevreye yayılan radyasyondan kaynaklanan absorbe radyasyon dozunun belirlenmesidir.

2. Materyal ve Metot

Bu deneysel çalışmada, Antropomorfik Alderson Rando Fantomu (ART) kullanıldı. ART Phantom, bir yetişkin insana eşdeğeri özelliklere sahiptir. Fantomun malzeme yoğunluğu 0.985 gcm³ olan plastik olup, iç kısmı doğal insan iskeletinden oluşmuştur. Fontom, her biri, 2.5 cm kalınlığı olan 32 farklı kesitten oluşmuştur. 155 cm boyunda ve 50 kg ağırlığındaki bir dişiyi temsil etmektedir [8].

Çekimler Cerrahpaşa Tıp Fakültesinde 128 kesitli General Electric marka, Revolution Apex model, BT cihazında yapıldı. BT çekimleri, Cerrahpaşa Tıp Fakültesinin rutin görüntüleme protokolüne uvgun olarak göğüs ve baş-boyun bölgesinden yapıldı. Çekim parametreleri; göğüs çekimlerinde 120 kVp ve 80 mAs olup, çekim süresi 7.63 saniye, CTDIvol 66.4 mGy ve kesit kalınlığı 5 mm dir. Baş-boyun çekimlerinin parametreleri ise, 120 kVp ve 80 mAs olup, çekim süresi 10.62 saniye, CTDIvol11.6mGy ve kesit kalınlığı 5 mm dir. Hem göğüs çekimlerinde hem de baş-boyun çekimlerinde hasta yatağının sağ tarafının gantriye giriş yeri hastaya refakat eden kişilerin bulunduğu yer olduğundan burası orijin olarak belirlendi. Orijin noktasından 10, 20, 30 ve 40 cm uzaklıklara TLD detektörleri verlestirildi (Sekil 1).

Bu çalışmada boyutları, 3.2 mm x 3.2 mm ve kalınlığı 0.89 mm olan TLD-100 detektörleri kullanıldı. TLD detektörlerin içerikleri Lif, Mg ve Ti den oluşmaktadır. TLD'lerin kalibrasyonu ve ışınlama sonrası değerlendirmeleri Çekmece Nükleer Araştırmalar Merkezindeki İkincil Standart Dozimetri Laboratuarı'nda (SSDL) yapıldı.

TLD'lerin okunma işlemi, SSDL laboratuarındaki, WinREMS yazılımıyla bilgisayara bağlı olan Harshaw 4500 model TLD okuyucuda yapıldı. TLD okuyucu sisteminin ısıtma işlemi, sıcak azot gazı ile gerçekleştirilmektedir.

TLD okuyucusu için okuyucu kalibrasyon faktörü (RCF) ve TLD çiplerinin element düzeltme katsayıları (ECC'ler), WinDEMS yazılımının kullanıcı kılavuzuna göre, SSDL'deki standart Cs-137 gama kaynağı kullanılarak belirlendi [9].

TLD sistemi kalibrasyonu için, Cs-137 radyoaktif kaynağı, Yxlon International MGC 41 model X-ışını sistemi ve doz hızı ölçümleri için referans standart dozimetre kullanıldı [9]. TLD'ler, enerji bağımlılığı olan, pasif dozimetrelerdir. Enerji bağımlılığı, özellikle düşük enerjilerde çok yüksektir. Enerji bağımlılığını ortadan kaldırmak için, TLD kalibrasyon çipleri, ISO 4037-3: 1999'da verilen dar serilerde N100 kVp radyasyon kalitesi ile ışınlandı [10]. TLD okuma sisteminde kalibrasyon fişleri okundu, kalibrasyon düzeltme katsayısı alındı ve TLD sistem kalibrasyonu güncellendi.



Şekil 1. TLD kristallerinin lokasyonu

Çalışmamızda toplam 40 adet TLD detektörü kullanıldı. Bu detektörlerden 16 tanesi göğüs çekiminde, 16 tanesi baş-boyun çekiminde ve 8 tanesi de arkaplan (backround) doz seviyesinin belirlenmesinde kullanıldı. Göğüs ölçümlerinde, 4 adet detektör orijin noktasından 10 cm uzaklığa, 4 tanesi 20 cm uzaklığa, 4 tanesi 30 cm uzaklığa ve 4 tanesi de 40 cm uzaklığa yerleştirilip, BT çekimleri gerçekleştirildi. Baş-boyun çekimlerinden önce, orijinden 10 cm uzaklığa 4 detektör, 20 cm uzaklığa 4 detektör, 30 cm uzaklığa 4 detektör ve 40 cm uzaklığa 4 detektör yerleştirildi. Her iki BT görüntüleme, otomatik parametrelerle gerçekleştirildikten sonra, TLD detektörlerinin sonuçları Çekmece Nükleer Araştırmalar Merkezinde değerlendirildi. Ölçüm sonucları, her ölcüm noktasında 4 adet TLD'nin ortalaması ve standart Hata değerleri belirlenerek verildi.

3. Bulgular ve Tartışma

Bilgisayarlı tomografi kullanılarak yapılan göğüs çekimlerinden sonra TLD'ler Çekmece Nükleer Araştırmalar Merkezindeki SSDL laboratuarında okundu. Arkaplan radyasyon dozunun belirlenmesi için ayrılmış olan 8 TLD nin ortalaması hesaplandı. Daha sonra diğer detektörlerde okunan değerlerden arkaplan radyasyon dozu çıkartılarak detektörlerin kaydettiği gerçek radyasyon dozları belirlendi. Tablo 1'de ölçüm her bir uzaklıktaki 4 TLD'den elde edilen okuma sonuçlarının ortalaması ve standart hatası olarak verilmiştir. Buna göre orijin noktasından 10 cm uzaklıktaki ortalama radyasyon dozu 21.68±1.45 µSv olarak hesaplandı. 20 cm uzaklıktaki ortalama radyasyon dozu 14.18±0.78 µSv, 30 cm uzaklıktaki ortalama radvasvon dozu 11.66±1.13 µSv ve 40 cm uzaklıktaki ortalama radyasyon dozu 6.75±1.07µSv olarak hesaplandı. Orijinden uzaklık mesafesi (cm) ile ölçülen radyasyon dozu (µSv) ortalamalarının değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Bu grafiğe göre orijinden uzaklık arttıkça TLD ile okunan doz değerlerinin azaldığı gözlemlenmektedir(R²=0,916). Göğüs çekiminde çekim parametreleri, 120 kVp, 80 mAs ve çekim süresi 7.63 saniyedir.

Tablo2' de bilgisayarlı tomografide baş-boyun çekimi sırasında farklı uzaklıklarda ölçülen radyasyon dozları görülmektedir. Baş-boyun çekiminde çekim parametreleri 120 kVp, 80 mAs ve çekim süresi 10.62 saniyedir. TLD'ler okunduktan sonra arkaplan radyasyon dozu çıkartılmış ve her detektörlerin net radyasyon dozları belirlenmiştir. Aynı uzaklıktaki radyasyon dozu ortalamaları ve standart hataları hesaplanmıştır. Orijin noktasından 10 cm uzaklıktaki ortalama radyasyon dozu 26.57 \pm 0.98 µSv iken, 20 cm uzaklıkta 17.86 \pm 1.62 µSv, 30 cm uzaklıkta 14.91 \pm 1.06 µSv ve 40 cm uzaklıkta 8.38 \pm 0.81 µSv olarak hesaplanmıştır. Ortalama radyasyon dozunun orijinden uzaklığa göre değişim grafiği çizildiğinde (Şekil 3), uzaklık arttıkça ortalama radyasyon dozunun azaldığı gözlemlenmiştir (R²=0,895).

Tablo1. BT göğüs görüntülemede çevreye saçılanradyasyon dozu

Orijinden Uzaklık	Ortalama Radyasyon Dozu ±
(cm)	Standart Hata (µSv)
10	21.68±1.45
20	14.18±0.78
30	11.66±1.13
40	6.75±1.07

Tablo 2. BT baş-boyun görüntülemede çevreye saçılan radyasyon dozu



Şekil 2. BT göğüs görüntülemede çevreye saçılan radyasyon dozunun uzaklıkla değişimi



Şekil 3. BT baş-boyun görüntülemede çevreye saçılan radyasyon dozunun uzaklıkla değişimi

2016 yılında Tekin ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, BT görüntülemede ortama yayılan radyasyon doz hızı Polimaster Survey Meter (PM1405) kullanılarak ölçülmüştür. Abdominal BT görüntülemede, gantriden 20 cm uzaklıktaki radyasyon doz hızı 98.1 mSv/h olarak bulunmuştur

[11]. 2018 yılında yapılan bir başka çalışmada, gantriden 20 cm uzaklıktaki radyasyon doz hızı ise 48.5 mSv/h olarak bulunmuştur [12]. Her iki calısmada da, gantriden farklı uzaklıklardaki radvasvon doz hızları ölcülmüstür. Bizim çalışmamızdaki radyasyon dozu, doz hızına BT görüntülemede, dönüştürüldüğünde, göğüs gantriden 20 cm uzaklıktaki radyasyon doz hızı, 6.70 mSv/h ve baş-boyun görüntülemede, gantriden 20 cm uzaklıktaki radyasyon doz hızı ise 6.05 mSv/h olarak hesaplanmıştır. Önceki çalışmaların sonuçlarıyla, bizim yaptığımız çalışma sonuçları karşılaştırıldığında, bizim çalışmamızdaki radyasyon doz hızlarının diğer iki çalışmadan daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, cihazların çekim parametrelerinin farklı olması ve ölçüm yöntemlerinin farklılığı olabilmektedir.

4. Sonuç

Bu deneysel çalışma bilgisayarlı tomografide çekimlerinde hastanın yakın çevresindeki radyasyon dozlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bunun için insan eşdeğeri olan Alderson Rando Fantom kullanılmıştır. Fantomun hem göğüs hem de başboyun bölgesinin bilgisayarlı tomografisi çekilmiştir. Hasta etrafına farklı uzaklıklarda TLD detektörleri yerleştirilmiştir. TLD detektörlerinin okunması ve değerlendirilmesi Çekmece Nükleer Araştırmalar Merkezi SSDL laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda göğüs çekimleri esnasında çevreye saçılan radyasyonun hastadan uzaklık arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Göğüs çekiminde çevreye saçılan ışınlardan kaynaklanan ortalama radyasyon dozunun 6.75±1.07µSv ile 21.68±1.45 µSv arasında değiştiği bulunmuştur. Bas-boyun çekimlerinde ise çevreye saçılan ortalama radyasyon dozunun8.38±0.81 μSv ile 26.57±0.98 μSv arası değiştiği bulunmuştur. Bilgisayarlı tomografinin vereceği X-ışını parametreleri otomatik olarak belirlenmiştir. Her iki çekimde de cihaz 120kVp ve 80mAs değerlerini kullanmıştır. Fakat göğüs cekimin süresi 7.63 saniye iken baş-boyun çekimin süresi 10.62 saniyedir.

Baş-boyun çekimi esnasında çevreye saçılan radyasyon miktarının, göğüs çekimlerinde saçılan radyasyon miktarından daha fazla olduğu bulunmuştur. Bunun sebebi baş-boyun çekim süresinin daha uzun olduğu olabilir. Ayrıca hastadan uzaklık arttıkça saçılan radyasyon miktarının önemli oranda azaldığı belirlenmiştir.

Hastaya eşlik eden şahsın absorbe doz limiti 5 mSv/yıl olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada ölçülen doz değerleri müsaade edilen doz değerlerinin oldukça altında kalmaktadır. Fakat radyasyon maruziyeti açısından hastanın çekimine eşlik eden şahsın hastaya mümkün olan en uzak mesafede bulunması bu çalışmanın önemli bir sonucudur. Bu konuda yapılacak yeni çalışmalarda, farklı kesitli BT cihazlarında, farklı kilolardaki hastaların, farklı vücut bölgelerinin çekimleri sırasında hastanın yakın çevresindeki radyasyon dozlarının belirlenmesi önerilir.

Teşekkür

Yazarlar bu çalışmada ARC fantomun ve BT cihazının kullanımına izin veren Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Radyoloji AD Başkanlığına ve Çekmece Nükleer Araştırmalar Merkezi Müdürlüğüne teşekkür eder.

Kaynakça

- [1] Sodickson, A., Baeyens, P.F., Andriole, K.P., Prevedello, L.M., Nawfel, R.D., Hanson, R., Khorasani, R., 2009. Recurrent CT, cumulative radiation exposure, and associated radiationinduced cancer risks from CT of adults. Radiology, 251(1), 175-184.
- [2] Cherry SR, Sorenson JA Phelps ME.,2003, Physics in Nuclear Medicine, 3rd edition, Philadephia.
- [3] McNitt-Gray, M.F., 2002. AAPM/RSNA physics tutorial for residents: topics in CT: radiation dose in CT. Radiographics, 22(6), 1541-1553.
- [4] Işık Z, Selçuk H, Albayram S.,2010, Bilgisayarlı Tomografi ve Radyasyon. Klinik Gelişim, 23, 16-18.
- [5] Valentin, J., 2007. The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection. ICRP publication 103. Ann iCRP, 37(2), 1-332.
- [6] Allisy-Roberts, P.J., Williams, J., 2007. Farr's physics for medical imaging. Elsevier Health Sciences.

- [7] Wildgruber, M., Müller-Wille, R., Goessmann, H., Uller, W., Wohlgemuth, W.A., 2016. Direct effective dose calculations in pediatric fluoroscopy-guided abdominal interventions with rando-alderson phantoms-optimization of preset parameter settings. PloS one, 11(8).
- [8] Lee, G.S., Kim, J.S., Seo, Y.S., Kim, J.D., 2013. Effective dose from direct and indirect digital panoramic units. Imaging science in dentistry, 43(2), 77-84.
- Harshaw-Bicron, 1992. TLD Radiation Evaluation and Management System(TLD-REMS) User's Manual for use with TLD 8800 & 6600 Card Readers.REMS-0-U-0492-006. Bicron, Saint-Gobain/Norton Industrial CeramicsCorporation, Solon, OH, USA.
- [10] Harshaw-Bicron, 1994. Model 6600E Automatic TLD Workstation User'sManual. Publication no. 6600-E-U-0294-001. Bicron, Saint-Gobain/NortonIndustrial Ceramics Corporation, Solon, OH, USA7
- [11] Tekin, H.O., Manici, T., Ekmekci, C., 2016. Investigation of backscattered dose in a computerized tomography (CT) facility during abdominal CT scan by considering clinical measurements and application of Monte Carlo method. Journal of Health Science, 4, 131-134.
- [12] Tekin H. O., Cavlı, B., Altunsoy, E. E., Manici, T., Ozturk, C., Karakas, H. Ml., 2018, An investigation on radiation protection and shielding properties of 16 slice computed tomography (CT) facilities. International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering, 4(2), 37-40.