

Bir Üniversite Hastanesinde Ameliyathane Radyasyon Güvenliği: Çalışanların Maruz Kalma Durumu, Farkındalıkları, Korunma ile ilgili Bilgi ve Davranışları

Radiation Safety in an University Hospital: Exposure, Awareness, Knowledge and Attitude About Radiation Protection

Elif Özçöllü¹, Ayşe Taş², Burak Çapacı³, Ali Kalkan¹, Emine Didem Evcı Kiraz², Pınar Okyay²

¹Adnan Menderes Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi, Zafer Mahallesi Kepez Mevkii, Efeler, Aydın, Türkiye

²Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Hasanefendi Mahallesi Hastane Caddesi Eski Şehir Hastanesi Yerleşkesi, Efeler, Aydın, Türkiye

³Patnos İlçe Sağlık Müdürlüğü, Atatürk Mahallesi, Said Nursi Caddesi, Patnos, Ağrı, Türkiye

ÖZET

Amaç: Skopinin yaygın kullanımı ile birlikte ameliyathane personeli iyonizan radyasyona maruz kalmaktadır. İyonizan radyasyon maruziyetinin akut ve kronik dönem sağlık etkileri mevcuttur. Bu çalışmada ameliyathane personellerinin radyasyona maruz kalma durumları, farkındalıkları, radyasyondan korunma ile ilgili bilgi ve davranışları saptanmak amaçlanmıştır.

Yöntem: Tanımlayıcı kesitsel tipteki bu çalışma Şubat-Mart 2016 tarihlerinde anket ile veri toplanarak gerçekleştirildi. Tanımlayıcı istatistikler ve ki-kare analizi yapıldı.

Bulgular: Çalışmaya skopiye maruz kalma olasılığı olan 60 kişi katıldı. Çalışmaya katılan personellerden son bir yıl içinde skopiye maruz kalanların %61,5'i skopiye günde en az bir kez maruz kalıyordu. Radyasyondan korunmaya ve skopi kullanımına yönelik eğitim alanlar sırasıyla katılımcıların %25,0'i ve %28,3'üydü. Katılımcıların %40,7'si koruyucu donanımları her zaman kullanmaktaydı. En sık kullanılan kişisel koruyucu donanım kurşun önlüktü (%98,2). Koruyucu donanımların kullanılmamasının en sık sebebi yeterli donanım olmamasıydı(%66,7). Kurumda bulunan radyasyon güvenlik komitesinin varlığından katılımcıların %80,0'i haberdar değildi. Katılımcıların sadece %10,0'u çalıştıkları kurumda bir radyasyon korunma sorumlusu olduğunu biliyordu. Koruyucuların kullanım sıklığı ile meslek, mesleki deneyim, ameliyathane deneyimi, skopi kullanım eğitimi ve radyasyondan korunma eğitimi alma arasında ilişki bulunmadı.

Sonuç: Çalışanların radyasyona yönelik hizmet içi eğitimlerinin artırılması, koruyucu donanım kullanma sıklığının artırılması gereklidir.

Anahtar Sözcükler: Koruma, Radyasyon, Ameliyathaneler, Farkındalık, Bilgi, Davranış

Geliş Tarihi: 03.04.2017

Kabul Tarihi: 26.03.2018

ABSTRACT

Objective: Operating room staff expose to ionizing radiation due to widely fluoroscopic procedures. Ionizing radiation has acute and chronic effects like skin burns, cataract and cancer. This study aims to determine the radiation exposure levels, awareness, knowledge and attitudes about radiation protection.

Methods: This descriptive cross-sectional study conducted in February-March 2016 via self-structured questionnaire. Descriptive statistics and chi-square analysis was performed.

Results: 61.5% of 60 operating room staff participated in study had exposed fluoroscopy procedure during past year exposed fluoroscopy at least once a day. Having education rates of participants about protection from radiation and using fluoroscopy 25.0% and 28.3% respectively. 40.7% of participants had always used radiation protection shields, mostly lead apron (98.2%). The most common cause of not using radiation protection shields was not having sufficient number of the shields(66.7%). 21.7% of participants reported that radiation had no side-effects. Although the hospital had a committee of radiation safety, 80.0% of participants weren't aware about that. 10.0% of participants knew there were a radiation protection supervisor. There were no association with radiation protection shield usage and profession, working experience, gender, education about fluoroscopy and radiation protection.

Conclusion: In-service training about radiation protection and usage of radiation protection shield should be increased.

Key Words: Protection, Radiation, Operating Rooms, Awareness, Knowledge, Attitude

Received: 04.03.2017

Accepted: 03.26.2018

Çalışmanın özeti Adnan Menderes Üniversitesi 1. Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi'ne gönderilmiş ve sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Yazışma Adresi / Address for Correspondence: Dr.Ayşe Taş, Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Hasanefendi Mahallesi Hastane Caddesi Eski Şehir Hastanesi Yerleşkesi, Efeler, Aydın, Türkiye E-posta: aysetas90@yahoo.com

©Telif Hakkı 2019 Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi - Makale metnine <http://medicaljournal.gazi.edu.tr/> web adresinden ulaşılabilir.

©Copyright 2019 by Gazi University Medical Faculty - Available on-line at web site <http://medicaljournal.gazi.edu.tr/>

doi:<http://dx.doi.org/10.12996/gmj.2019.61>

GİRİŞ

X-ışını ve gama ışını iyonizan radyasyon olarak DNA'ya zarar vermektedir. İyonizan radyasyonun deterministik ve stokastik etkileri mevcuttur (1). Atom bombasının sağ kalanlar ve mesleki olarak radyasyona maruz kalanlarda yapılan çalışmalar sonucundan iyonizan radyasyonun yan etkisi olarak deri, tiroid kanseri, beyin tümörü, katarakt geliştiği görülmektedir (2-8). İyonizan radyasyon tıp alanında tanısal görüntüleme ve cerrahi işlem esnasında kullanılmaktadır. Özellikle 1970'ten önce sağlık alanında radyasyona maruz kalan kişilerde kanser geliştiğini gösteren epidemiyolojik çalışmalar mevcuttur (9-11). Uzun süreli düşük doz radyasyona maruz kalım sonucunda anormal hücreler, kromozom kırılmaları görülmektedir (12). Uzun süreli düşük doz radyasyona bağlı olarak cerrahlarda, girişimsel kardiyologlarda, radyologlarda ve radyoloji teknisyenlerinde kanser insidansında artış görülmektedir (13-15). Radyasyona maruz kalınan girişimsel işlemler esnasında kurşun önlük, tiroid koruyucu, gözlük gibi koruyucu donanım kullanımı ile maruz kalınan radyasyon düzeyi azalmaktadır (16-18). Türkiye'de 1985'te Radyasyon Güvenliği Tüzüğü, 2012'de İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu çıkmıştır. İş sağlığı alanında risk altındaki önemli bir grup radyasyonla çalışan kişilerdir. İş sağlığı alanındaki gelişmeler doğrultusunda sağlık alanında radyasyona maruz kalan personel için 2012 yılında "Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları ile Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik" adında bir yasal düzenleme yapılarak personelin radyasyondan kaynaklanabilecek risklere karşı radyasyon dozu limitlerini ve doz limitlerinin aşılması için alınması gereken, aşılması durumunda alınacak tedbirler ve radyasyon kaynakları ile ilgili çalışma esaslarını belirleyerek personelin korunması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı ameliyathane radyasyon içeren işlemlerde görev alan doktor, hemşire ve teknisyenlerin radyasyona maruz kalma durumu, farkındalıkları, radyasyondan korunma ile ilgili bilgi ve davranışlarını düzeyini saptamaktır.

YÖNTEM

Tanımlayıcı kesitsel tipteki bu çalışma; Adnan Menderes Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi'nde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini ameliyathane skopiye maruz kalma olasılığı olan toplam 80 çalışan oluşturmuştur. Örneklem seçilmemiş olup tüm evrene ulaşmak hedeflenmiştir. Katılımcılar 18 hekim, 25 hemşire, 19 yardımcı personel, 18 anestezi teknisyeni olmak üzere 60 kişidir, çalışmaya katılma oranı %75'tir. Araştırma mesai saatleri içerisinde çalışan, gönüllü olarak araştırmaya katılmayı kabul eden kişiler dahil edilmiş olup izinli olanlar ve çalışmaya katılmayı kabul etmeyen kişiler dahil edilememiştir. Çalışma için Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan Protokol No: 2016/772 ile onay alınmış ve katılımcılara bilgilendirilmiş gönüllü onam formları imzalatılmıştır.

Veri toplama aracı olarak literatür bilgisine dayalı olarak oluşturulan anket formu kullanılmıştır. Anketin ilk bölümü sosyodemografik bilgileri içeren sekiz sorudan oluşmaktadır. İkinci bölüm radyasyona maruz kalma durumu, farkındalıkları, radyasyondan korunma ile ilgili bilgi ve davranışlarını saptamaya yönelik toplam 24 sorudan oluşmaktadır.

İstatistiksel analizler: SPSS 19.0 (IBM Corp. Released 2010. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 19.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programı ile değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılıma uyan verilerde ortalama ve standart sapma; normal dağılıma uymayan verilerde ortanca ve minimum-maksimum değerleri verilmiştir. Kategorik verilerin analitik analizlerinde ki-kare testi kullanılmıştır. Tip 1 hata değeri 0,05 alınmıştır.

BULGULAR

Katılımcıların %63,3'ü (n=38) kadın; %11,7'si hekim, %33,3'ü hemşire, %28,3'ü anestezi teknisyeni, %16,7'si yardımcı personel, %10,0'u temizlik personeliydi. Yaş ortalaması 32,18±5,91, meslekte çalışma ortancası 84 ay (4-249 ay), ameliyathane çalışma ortancası 60 aydı (0-243 ay). Çalışma grubunu demografik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Çalışmaya Katılan Ameliyathane Personelinin Sosyodemografik Özellikleri

Sosyodemografik Özellik		n	%
Cinsiyet	Kadın	38	63,3
	Erkek	22	36,7
Meslek	Hekim	7	11,7
	Hemşire	20	33,3
	Anestezi teknisyeni	17	28,3
	Yardımcı personel	10	16,7
	Temizlik personeli	6	10,0
Eğitim durumu	İlköğretim	8	13,3
	Lise	10	16,7
	Yükseköğretim	34	56,7
	Yüksek Lisans/Doktora	8	13,3

Maruz Kalma

Çalışmaya katılan skopiye maruz kalma olasılığı olan personelin %85,5'i (n=51) son bir yıl içinde skopiye maruz kalmıştı ve bu kişilerin %61,5'i(n=33) skopiye günde en az bir kez maruz kaldığını belirtti.

Farkındalık

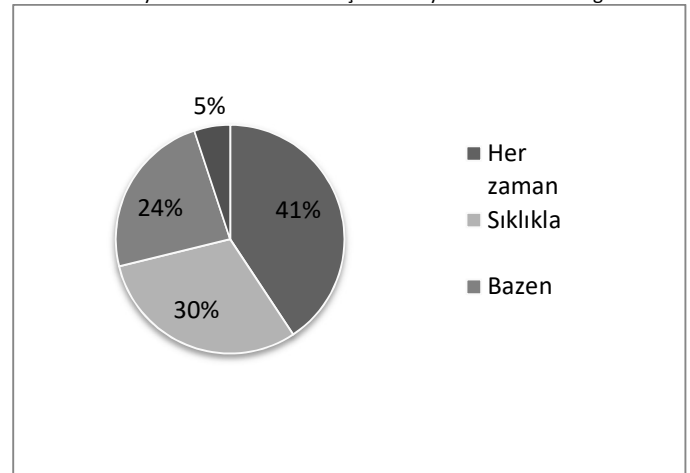
Katılımcıların tamamı çalıştığı ortamda koruyucu donanım olduğunu belirtmesine rağmen %53,3'ü bu ortamdaki mevcut donanımların neler olduğunu doğru olarak söyleyemedi. Donanım sağlamlığının kontrol edildiğini katılımcıların %36,7'si (n=22) belirtti.

Araştırmanın yapıldığı kurumda radyasyondan korunma sorumlusu var iken katılımcıların %53,3'ü(n=32) varlığı hakkında bilgi sahibi olmadığını, %36,7'si (n=22) ise radyasyondan korunma sorumlusu olmadığını ifade etti. Katılımcıların yalnızca %20,0'si (n=12) çalıştıkları hastanede radyasyon güvenlik komitesi olduğunu belirtti.

Korunma ve Bilgi Düzeyi

Katılımcıların %28,3'ü (n=17) skopi kullanımına yönelik eğitim almıştı ve eğitimlerini çalıştığı kurumdaki meslek içi eğitim olarak alan katılımcıların %50,0'si (n=8) idi. Radyasyondan korunmaya yönelik eğitim alan personel ise katılımcıların %25'i (n=15). Katılımcıların %40,7'si (n=24) işlemlerinde koruyucu donanımları her zaman kullanmakta olduklarını belirtti. Katılımcıların sadece %3,3'ü(n=2) kişisel dozimetre kullanmaktaydı. Koruyucu donanımların kullanılma sıklıkları Grafik 1'de gösterilmiştir.

Grafik 1. Ameliyathane Personelinin Kişisel Koruyucu Donanım Sıklığı



Kişisel koruyucu donanımlar arasında en çok kullanılan; katılımcıların %98,2'sinin kullandığı kurşun önlük iken, kurşun paravan %45,5, tiroid koruyucu %43,6, gözlük %7,3, eldiven %9,1 oranlarında kullanılmaktaydı. Koruyucu donanımların kullanılmamasının en sık sebebi %66,7'lik (n=9) oran ile yeterli donanım olmamasıydı.

Katılımcıların %96,7'si (n=58) radyasyon uyarı simgesini doğru bildi. Çalışanların %88,3'ü (n=53) radyasyonun yan etkileri olduğunu, %40,0'ü (n=24) iyonize radyasyonun daha tehlikeli olduğunu bilmekteydi.

Kişisel dozimetre sahibi olan iki personelin ikisi de dozimetrenin nasıl takılması gerektiğini ve ölçümlerinin kontrol edilme aralığını bilmiyordu.

Katılımcıların skopiye maruz kalması ve radyasyon güvenliği ile ilgili verdiği cevaplar Tablo 2'de verilmiştir. Kurşun önlük, tiroid koruyucu, gözlük, paravan kullanımı ve bu koruyucuların kullanım sıklığı ile meslek, meslekte çalışılan süre, ameliyathanede çalışılan süre, cinsiyet, skopi kullanım eğitimi ve radyasyondan korunma eğitimi alma arasında ilişki bulunmadı.

Tablo 2: Ameliyathane Personelinin Skopiye Maruz Kalma Sıklığı ve Radyasyon Güvenliği ile İlgili Eğitim Alma Durumu ve Korunma Davranışı

			n	%	
Maruz Kalma	Son bir yıl içinde skopiye maruz kalma	Evet	51	85,5	
		Hayır	9	15,5	
		Skopiye maruz kalma sıklığı	Günde en az bir	32	61,5
			Haftada bir kaç kez	11	21,2
			Ayda bir kaç kez	6	11,5
Eğitim	Skopi kullanımına yönelik eğitim alma	Evet	17	28,3	
		Hayır	43	71,3	
		Radyasyondan korunma hakkında eğitim alma	Evet	15	25,0
Hayır	45		75,0		
Davranış	Koruyucu donanım kullanım sıklığı	Her zaman	24	40,7	
		Sıklıkla	18	30,5	
		Bazen	14	23,7	
	Koruyucu donanım kullanmama nedeni	Hiçbir zaman	3	5,1	
		Donanım sayısındaki yetersizlik	9	75,0	
		Donanımın yapılan işlemi zorlaştırması	3	25,0	

TARTIŞMA

Ameliyathanelerde çalışanlar floroskopik işlemler sırasında iyonize radyasyona maruz kalabilmektedir. Radyasyonun etkilerinden korunmak için; işlem yapılırken koruyucu donanım kullanımı, işlem süresinin kısa tutulması, radyasyon kaynağı ile aradaki mesafenin artırılması, optimizasyon ve radyasyona neden olan işlemin sadece gerekli olduğu durumlarda yapılması önerilmektedir (19). Kişinin; radyasyonun etkileri ve radyasyondan korunma konusunda eğitim alması radyasyondan korunma davranışlarının gelişmesinde etkilidir (20,21). Radyasyondan korunmaya yönelik eğitim alma düzeyleri ülkeler ve kurumlar arasında değişkenlik göstermekle birlikte %10-82 arasında olduğu görülmektedir (22-26). Bu çalışmada %25,0'tir. Bu çalışmada ve Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) yapılan bir çalışmada (24) radyasyondan korunma eğitimi ile koruyucu donanım kullanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunamamıştır. Ancak dünya genelinde online olarak yapılan ve katılımcılarının %44'ünü Birleşik Devletler'in oluşturduğu çalışmada (27) ise eğitim alanlarda koruyucu donanım kullanma sıklığının daha çok olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada koruyucu donanım kullanımı ile eğitim düzeyi arasında ilişki bulunamaması, kişisel koruyucu donanım sayılarının yetersiz olmasından dolayı personelin kullanılmamasına bağlanabilir.

İrlanda'da, Türkiye'de ve ABD'de yapılan çalışmalarda kurşun önlük, tiroid koruyucu, kurşun paravan ve koruyucu gözlük içerisinde koruyucu donanım olarak en çok kurşun önlüğün kullanıldığı görülmüştür (22,25,28-30). Bu çalışmada da dünyada yapılan diğer çalışmalardaki gibi koruyucu donanımlar arasında kurşun önlük kullanımı en siktir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada tam koruma olarak kurşun önlük, etek, tiroid koruyucu ifade edilmiş ve katılımcıların %27'sinin bu üçlü kombinasyonu her zaman kullandığı bulunmuştur (28). Cerrahlarda yapılan bir çalışmada anjiyografide kurşun önlük kullanımı %100, ameliyathanede %71'dir ve katılımcıların %36'sının kurşun önlükle beraber her zaman boyunca kullandığı görülmüştür (29). Pakistan, Brezilya ve ABD'de yapılan çalışmalarda kurşun önlük kullanımının %84-97 arasında değiştiği görülmüştür (25,26,31). Türkiye'de anesteziistlerde yapılan bir çalışmada kurşun önlük kullananların sadece %30'unun bu donanımı her zaman kullandığı bulunmuştur (30). Bu çalışmada kişisel koruyucu donanım kullanma sıklığı her bir koruyucu için ayrı ayrı sorulmamakla beraber kişilerin koruyucu donanımlardan hangilerini kullandığı sorulmuştur. En çok tercih edilen %90 ile kurşun önlük iken, tiroid koruyucu ve kurşun paravan kullanımı %50'nin altında; koruyucu eldiven ve gözlük kullanımı %10'un altındadır.

Radyasyonun düşük doz uzun süreli maruziyetine bağlı olarak tiroid kanserine gelişebilmektedir (7,15). Bu çalışmada tiroid koruyucu kullanımı %40 iken ABD'de yapılan çalışmalarda %68 (32) ve %94 (26) bulunmuştur. Tiroid koruyucuların her zaman kullanılması oranı %11,3-84,4 arasında değişmektedir (30,31,34). ABD'de yapılan bir çalışmada cerrahların %14'inin hiç tiroid koruyucu kullanmadığı saptanmıştır (29).

İşlemlerin uzun süreli meslek hayatı boyunca devam edeceğinin göz önüne alınmaması, işlem süresinin kısa olması, koruyucunun hareketi zorlaştırması gibi sebeplerden ötürü ameliyathane ekibi tiroid koruyucuya gerekli önemi vermemektedir. Ancak yapılan çalışmalarda tiroid koruyucu ile kurşun kalınlığındaki artışla birlikte maruz kalınan dozda %90'a varan azalma görülmektedir (33). Tiroid koruyucu sayesinde maruz kalınan dozdaki yüksek düşüş oranı göz önüne alındığında tiroid kanseri gelişme olasılığını düşürmek sadece tiroid koruyucu ile mümkündür. Bu sebeple çalışanlara tiroid koruyucunun önemine yönelik eğitim verilmesi ihmal edilmemeli ve kullanımı artırılmaya çalışılmalıdır.

Lenste radyasyona bağlı olarak opasiteler meydana gelip katarakt gelişmesi radyasyona maruz kalmayanlara göre 3-5 kat fazladır (5, 35). Gözlük kullanımı ile göze gelen radyasyonun kurşunun kalınlığına göre %30-90'ı engellenmektedir (32,36). Ancak koruyucu gözlük kullanım oranları düşüktür. Bu çalışmada koruyucu gözlük kullanımı %10,0'un altında iken başka çalışmalarda girişimsel radyologların sadece %10,0'unun (37), ABD'deki kardiyologların (26) %31,0'ünün, Brezilya'da ürologların %28,0'ünün (31), Türkiye'de ürologların %23,0'ünün (34), kuzey amerikadaki endoürologların %17,2'si (33), Pakistan'da kardiyologların %32,0'ünün (25) koruyucu gözlük kullandığı görülmektedir. Dünya genelinde koruyucu gözlük kullanımı oranları düşük olmasına rağmen bu çalışmada koruyucu gözlük kullanımının çok daha düşük olmasının sebepleri arasında çalışma yerlerinde yeterli sayıda koruyucu gözlük bulunmaması etkili olabilir.

Koruyucu donanım kullanımı ile maruz kalınan radyasyon dozunun azaldığı hem hastalar hem de çalışanlar üzerinde yapılan çalışmalarda gösterilse de bu donanımların kullanımında yetersizlik mevcuttur. Bu çalışmada koruyucu donanımların kullanılmama nedeni sorusuna yalnızca 12 katılımcı cevap vermiştir. Kullanılmama nedeni olarak yeterli donanım olmaması (%75,0) ve yapılan işi zorlaştırılması (%25,0) ifade edilmiştir. Başka çalışmalarda ise bu nedenler donanımların ergonomik olmaması, kullanımının pratik olmaması, radyasyona karşı koruduğunun düşünülmemesi, işlem sırasında alınan radyasyonun zarar verecek düzeyde olmadığına inanılmasıdır (22,29-31,33,34). Koruyucu donanımların çalışanlar tarafından kullanımının artırılması için ergonomik olmasına dikkat edilmelidir.

Yasal düzenlemelere göre hastanelerde radyasyon güvenlik komitesi ve radyasyondan korunma sorumlusu olması gereklidir. Ancak bu çalışmada görülmektedir ki çalışanların sırası ile %20,0'si ve %10,0'u bu birimin ve kişilerin varlığını bilmemektedir. Bu bilgi ışığında bu birimin ve kişilerin işlevselliğinin düşük olduğu söylenebilmektedir. Bu çalışma tanımlayıcı nitelikte bir çalışma olması nedeni ile koruyucu donanım kullanımı süresi, niteliği gibi konuları içermediği için nedensellik incelenmesinde yetersiz kalmıştır.

SONUÇ

Ameliyathane çalışan personel uzun süreli düşük doz radyasyona maruz kalmaktadır. Ancak personel yeterli düzeyde eğitim almamakta, radyasyonun etkisini bilmemekte veya prosedürler kısa sürdüğü için meslek hayatı boyunca radyasyonun vereceği kümülatif etkiyi ihmal etmektedir. Çalışan ve sağlığını etkileyecek böyle bir durumda korunma sorumluluğu bireylere bırakılmamalıdır. Hastanede radyasyon güvenlik komitesinin varlığından personelin haberinin olmaması yönetsel eksikliği göstermektedir. Bu komite daha işlevsel hale getirilmeli ve personele radyasyondan korunmanın önemi, radyasyonun etkilerine yönelik daha sık ve etkili eğitimler verilmelidir. Koruyucu kullanılmasına engel olan durumlar araştırılmalı ve bunlara çözümler getirilmelidir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

KAYNAKLAR

1. Blakely EA. Biological effects of cosmic radiation: deterministic and stochastic. *Health Phys.* 2000;79(5):495–506.
2. Sugita K, Yamamoto O, Suenaga Y. Seven cases of radiation-induced cutaneous squamous cell carcinoma. *J UOEH* 2000;22:259–267.
3. Freedman DM, Sigurdson A, Roa RS, et al. Risk of melanoma among radiologic technologists in the United States. *Int J Cancer* 2003;103:556–562.
4. Muirhead CR, O'Hagan JA, Haylock RG et al. Mortality and cancer incidence following occupational radiation exposure: third analysis of the National Registry for Radiation Workers. *British Journal of Cancer* 2009;100(1):206–12
5. Vano E, Kleiman NJ, Duran A, Rehani MM, Echeverri D, Cabrera M. Radiation cataract risk in interventional cardiology personnel. *Radiat Res.* 2010;174(4):490–5
6. Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, Giovanazzi A, Scozzato L, Saia B. Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital. *Occup Med (Lond).* 2005;55(6):498–500.
7. Dewey P, Incoll I. Evaluation of thyroid shields for reduction of radiation exposure to orthopaedic surgeons. *Aust N Z J Surg.* 1998;68(9):635–6
8. Klein-Kremer A, Liphshitz I, Haklai Z, Linn S, Barchana M. Cancer Incidence among Physicians in Israel. *Isr Med Assoc J.* 2014;16(7):412–7
9. Zielinski JM, Garner MJ, Band PR, et al. Health outcomes of low-dose ionizing radiation exposure among medical workers: a cohort study of the Canadian national dose registry of radiation workers. *Int J Occup Med Environ Health.* 2009; 22:149–56.
10. Yoshinaga S, Mabuchi K, Sigurdson AJ, et al. Cancer risks among radiologists and radiologic technologists: review of epidemiologic studies. *Radiology.* 2004; 233:313–21.
11. Linet MS, Kim KP, Miller DL, Kleinerman DL, Simon S, Gonzalez AB. Historical Review of Cancer Risks in Medical Radiation Workers. *Radiat Res.* 2010; 174(6): 793–808.
12. Zakeri F, Hirobe T, Akbari Noghabi K. Biological effects of low-dose ionizing radiation exposure on interventional cardiologists. *Occupational Medicine* 2010;60:464–469
13. Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, Giovanazzi A, Scozzato L, Saia B.. Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital. *Occupational Medicine* 2005;55:498–500
14. Roguin A, Goldstein J, Bar O, Goldstein JA. Brain and Neck Tumors Among Physicians Performing Interventional Procedures. *Am J Cardiol.* 2013;111(9):1368–72.
15. Yoshinaga S, Hauptmann M, Sigurdson AJ. Nonmelanoma skin cancer in relation to ionizing radiation exposure among U.S. radiologic technologists. *Int J Cancer.* 2005;115(5):828–34
16. Hohl C, Wildberger JE, Süß C. Radiation Dose Reduction to Breast and Thyroid During MDCT: Effectiveness of an In-Plane Bismuth Shield. *Acta Radiol.* 2006;47(6):562–7.
17. Kim YK, Sung YM, Choi JH, Kim EY, Kim HS. Reduced Radiation Exposure of the Female Breast During Low-Dose Chest CT Using Organ-Based Tube Current Modulation and a Bismuth Shield: Comparison of Image Quality and Radiation Dose. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;200(3):537–44.
18. Colletti PM, Micheli OA, Lee KH. To Shield or Not to Shield: Application of Bismuth Breast Shields. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;200(3):503–7.
19. ICRP, 2010. Radiological Protection in Fluoroscopically Guided Procedures Performed Outside the Imaging Department. ICRP Publication 117. Ann. ICRP, 2010, 40.6: 1-102
20. ICRP, 1997. General Principles for the Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 75. Ann. ICRP 27, 1997 (1)
21. ICRP, 2009. Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures. ICRP Publication 113. Ann. ICRP, 2009; 39 (5)
22. Nugent M, Carmody O, Dudeney S. Radiation safety knowledge and practices among Irish orthopaedic trainees. *Ir J Med Sci.* 2015;184(2):369–73.
23. Vural F, Fil Ş, Çiftçi S, Dura AA, Yıldırım F, Patan R. Radiation Safety In Operating Units; Knowledge, Attitude And Behaviors Of Operating Room Staffs. *Balikesir Saglik Bil Derg* 2012; 1(3): 131-136
24. Bordoli SJ, Carsten CG 3rd, Cull DL, Johnson BL, Taylor SM. Radiation safety education in vascular surgery training. *J Vasc Surg.* 2014;59(3):860–4.
25. Rahman N, Dhakam S, Shafqut A, Qadir S, Tipoo FA. Knowledge and practice of radiation safety among invasive cardiologists. *J Pak Med Assoc.* 2008;58(3):119–22.
26. Kim C, Vasaiwala S, Haque F, Pratap K, Vidovich MI. Radiation Safety Among Cardiology Fellows. *Am J Cardiol.* 2010;106(1):125–8.
27. Vidovich MI, Khan AA, Xie H, Shroff AR. Radiation safety and vascular access: attitudes among cardiologists worldwide. *Cardiovasc Revasc Med.* 2015;16(2):109–15.
28. Saeman MR, Burkhalter LS, Blackburn TJ, Murphy JT. Radiation exposure and safety practices during pediatric central line placement. *J Pediatr Surg.* 2015; 50(6): 992–995
29. Sidwell RA, Smith HL, Halsey JP, McFarlane MJ. Surgical Resident Radiation Knowledge, Attitudes, Practices, and Exposures. *J Surg Educ.* 2016;73(6):1032–1038.
30. Tüfek A, Tokgöz O, Aycan İÖ, Çelik F, Gümüş A. Current attitudes of Turkish anesthesiologists to radiation exposure. *J Anesth.* 2013;27(6):874–8.
31. Borges CF, Reggio E, Vicentini FC, Reis LO, Carnelli GR, Fregonesi A. How are we protecting ourselves from radiation exposure? A nationwide survey. *Int Urol Nephrol.* 2015;47(2):271–4.
32. Elkoushy MA, Andonian S. Prevalence of Orthopedic Complaints Among Endourologists and Their Compliance with Radiation Safety Measures. *J Endourol.* 2011;25(10):1609–1
33. Singer G. Occupational Radiation Exposure to the Surgeon. *J Am Acad Orthop Surg* 2005;13:69–76
34. Söylemez H, Altunoluk B, Bozkurt Y, Sancaktutar AA, Penbegül N, Atar M. Radiation Exposure—Do Urologists Take it Seriously in Turkey? *J Urol.* 2012;187(4):1301–5.
35. Ciraj-Bjelac O, Rehani MM, Sim KH, Liew HB, Vano E, Kleiman NJ. Risk for radiation induced cataract for staff in interventional cardiology: is there reason for concern? *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010;76(6):826–34.
36. Burns S, Thornton R, Dauer LT, Quinn B, Miodownik D, Hak DJ. Leaded Eyeglasses Substantially Reduce Radiation Exposure of the Surgeon's Eyes During Acquisition of Typical Fluoroscopic Views of the Hip and Pelvis. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(14):1307–11
37. Niklason LT, Marx MV, Chan HP. Interventional radiologists: occupational radiation doses and risks. *Radiology.* 1993;187(3):729–33.