

Koroner Anjiyografi Uygulamalarında Operatörün Göz Lensinin Maruz Kaldığı Radyasyon Dozunun Belirlenmesi

Ahmed Naci COŞKUN¹, Mustafa DEMİR², Füsün ÇETİN³

ÖZ

İyonlaştırıcı radyasyona maruz kalan çalışanlar üzerindeki zararlı etkilerle ilgili en son bilimsel ve epidemiyolojik kanıtlar, göz lensinin daha iyi korunması ve yıllık göz lensi dozunun azaltılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu araştırmada, bazı koroner anjiyografi işlemlerinde operatörlerin göz lensinin maruz kaldığı radyasyon dozlarının ölçülmesi amaçlanmıştır. Ölçümler Hp(3) Termoluminesans Dozimetreler (TLD) kullanılarak farklı koroner anjiyografi merkezlerinde yapılan girişimsel işlemlerde toplam 26 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Bir ay süre ile kullanılan bu dozimetreler, operatörün göz çevresine yerleştirilerek ölçümler operatör ile hasta konumuna bakılmaksızın, açıdan bağımsız olarak yapılmıştır. Maruz kalınan toplam lens dozları ışınlanan dozimetrelerin akredite bir dozimetre laboratuvarında okutulmasıyla belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, X ışınına maruz kalınan süreler de her operatör için ayrı ayrı belirlenerek doz hızları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi için ortalama doz hızı değeri $0.0392 \pm 0.0105 \mu\text{Sv/sn}$; Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Hastanesi için ortalama doz hızı değeri $0.0309 \pm 0.0138 \mu\text{Sv/sn}$., Haseki Eğitim Araştırma Hastanesi için ortalama doz hızı değeri $0.2260 \pm 0.2698 \mu\text{Sv/sn}$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar radyasyon güvenliği ile ilgili yasal mevzuat ve ilgili önde gelen kurumların önerileri ile karşılaştırılarak

*1 İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Fiziği Anabilim Dalı
ahmednaci@hotmail.com (Sorumlu yazar)
<https://orcid.org/0000-0001-5425-5584>*

*2 Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı
demirm@istanbul.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0002-9813-1628>*

*3 Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi SHMYO, fusuncetin@aydin.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0001-9135-2615>*

Makale geliş tarihi: 13.07.2020 - Makale kabul tarihi: 31.08.2020

Doi Num: 10.17932/IAU.ASD.2015.007/asd_y06i3004

değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Göz Lens Dozimetresi, TLD ve Hp(3) Dozimetre, Radyasyon Dozu Limitleri, Radyasyon Güvenliği ve Korunma Yöntemleri*

Determination Of The Radiation Dose To Which The Operator's Eye Lens Is Exposed In Coronary Angiography Applications

ABSTRACT

The latest scientific and epidemiological evidences related to hazardous effects on workers exposed to ionizing radiation emphasize that better protection of the eye lens and hence reduction of the annual dose to the eye lens, are needed. In this study, it was aimed to measure the radiation doses to the operators' eye lens in some coronary angiography procedures. Measurements were realized by using Hp (3) Thermoluminescence Dosimeter (TLD) with 26 participants in total for the interventional procedures performed in different coronary angiography centers. These dosimeters used for one month, were placed around the eye of the operator and measurements were made as angle-independent, regardless of the operator and the patient positions. The dosimeters were read in an accredited dosimeter laboratory and the total eye lens doses were determined. In addition, the duration of exposure to X-rays was determined for each operator and dose rates were calculated. According to the obtained results, the average dose rate for Istanbul Education & Research Hospital was calculated as $0.0392 \pm 0.0105 \mu\text{Sv/s}$; the average dose rate for Cerrahpaşa Medical Faculty Hospital was calculated as $0.0309 \pm 0.0138 \mu\text{Sv/s}$; the average dose rate for Haseki Education and Research Hospital was calculated as $0.2260 \pm 0.2698 \mu\text{Sv/s}$. The obtained results were examined by comparing with dose limits in the regulations and recommendations of the leading organization on radiation safety.

Keywords: *Eye Lens Dosimetry, TLD and Hp(3) Dosimeter, Radiation Dose Limits, Radiation Safety and Protection Methods*

GİRİŞ

İyonlaştırıcı radyasyonlar, modern tıpta teşhis ve tedavi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Radyasyon teknolojilerine dayanan tıbbi görüntüleme yöntemleri günümüzde tıbbın ayrılmaz parçası haline gelmiştir. Bununla birlikte, iyonlaştırıcı radyasyonların insan sağlığını olumsuz etkileyen biyolojik etkileri olduğu günümüzde artık iyi bilinen, bilimsel olarak kanıtlanmış bir gerçektir. X ışınları keşfedildikten kısa süre sonra tıpta kullanıma girmiş olup, yeni kullanılmaya başlandığı ilk dönemlerden itibaren X ışınlarına maruz kalan doktorlar ve teknisyenler üzerinde, kanser dâhil zararlı biyolojik etkileri gözlemlenmiştir (Martha et. al.,2010). Tek bir akut doza veya aralıklı yüksek doza maruz kalanlar üzerindeki biyolojik etkiler Japonya'ya atılan atom bombalarından sonra hayatta kalanlar üzerinde kapsamlı biçimde araştırılmıştır. Çernobil nükleer kazasının ardından büyük popülasyonlar üzerinde yapılan uzun süreli araştırma ve gözlemler radyasyonun deterministik ve stokastik etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Radyasyonun stokastik etkilerine ilişkin bilgi birikiminin ve farkındalığın oluşmasıyla, medikal uygulamalarda radyasyon çalışanlarının maruz kaldığı risklerle ilgili epidemiyolojik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Normal koşullarda doktor, teknisyen ve diğer yardımcı radyasyon çalışanları arasında en fazla doza floroskopik uygulamalar esnasında maruz kalınmaktadır.

Eşik dozu gerektirmeyen stokastik etkileri dikkate alındığında, radyasyonun zararlı etkilerinden tümüyle kaçınmak mümkün değildir. Ancak uygun güvenlik önlemleri ile alınan dozu sınırlandırarak, gerek hasta gerek ise radyasyon çalışanları için riskleri en aza indirmek mümkündür. Bu konudaki bilimsel bilgi birikiminin oluşmasını takiben benimsenen ilkeler ışığında, gerek dünyada gerekse ülkemizde, iyonlaştırıcı radyasyon kullanımı ile ilgili olarak hem hastanın hem de radyasyon çalışanlarının aldığı radyasyon dozlarına sınırlandırma getiren yasal mevzuat oluşturulmuş ve yürürlüğe girmiştir. Alınan dozlar Ulusal Mevzuatımız gereği ülkemizde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) ve kurumun yetkilendirdiği kuruluşlar tarafından takip edilmekte ve denetlenmektedir. Ayrıca radyasyonun zararlı biyolojik etkilerinin en aza indirilmesi için açığa çıkan yeni bilimsel bilgiler ışığında sürekli iyileştirme çalışmaları yapılmakta ve yeni yasal düzenlemeler ile radyasyon güvenliği ile ilgili önlemler daha sağlam zemine oturtulmaktadır. Bu bağlamda, iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalan çalışanlar üzerindeki etkilerle ilgili en son bilimsel ve epidemiyolojik kanıtlar, göz lensinin daha iyi korunması ve yıllık göz lensi dozunun azaltılması gerektiğini ortaya

çıkarmıştır (Marta et. al.,2019). Bu yeni gelişmeye koşut olarak, göz lensinin aldığı dozun daha doğru tespit edilebilmesi için ulusal mevzuatımızda bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. 28344 sayılı ve 5 Temmuz 2012 tarihinde resmi gazetede yayınlanan “Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları İle Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri Ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik” de ifade edilen “Radyasyon Doz Limitleri” bölümüne bakıldığında vücudun tamamının ve kısmi bölümlerinin (gözler, el-ayak gibi) maruz kaldığı radyasyon doz sınırları belirlenmiştir (Resmi Gazete Sayısı:28344, 2012). İyonlaştırıcı radyasyonla çalışanların aldığı doz takibini yapabilmek için kişisel dozimetre kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. İlgili yönetmeliğin 7. Maddesi’ne göre “radyasyon alanlarında yapılan çevresel radyasyon izlemesinin yanı sıra “Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği” gereğince kişisel dozimetre kullanması zorunlu olan personel kişisel cep dozimetresi; bu personelden radyofarmasötik işaretlemede ve tedavi amaçlı radyonüklid uygulamalarında, radyoterapide manuel İridyum-192 uygulamalarında görevli olanlar ile girişimsel floroskopik uygulamalarda çalışanlar kişisel cep dozimetresine ek olarak el bileği veya yüzük dozimetresi taşır. Radyasyon kaynağı ile çalışan personelin maruz kalacağı etkin doz, göz merceği ve tüm vücut için ardışık beş yıl toplamında 100 mSv’i, herhangi bir tek yılda 50 mSv’i geçemez. Bu kurala aykırı olmayacak şekilde ayrıca; etkin dozun ayda 2 mSv’i, el ve ayaklar için eş değer dozun aylık 50 mSv’i, en yoğun radyasyona maruz kalan 1 cm²’lik alan referans olmak üzere cilt için eş değer dozun aylık 50 mSv’i geçmesi halinde bu seviyeler, inceleme düzeyi doz seviyeleri olarak değerlendirilir.”(Resmi Gazete Sayısı:28344, 2012).

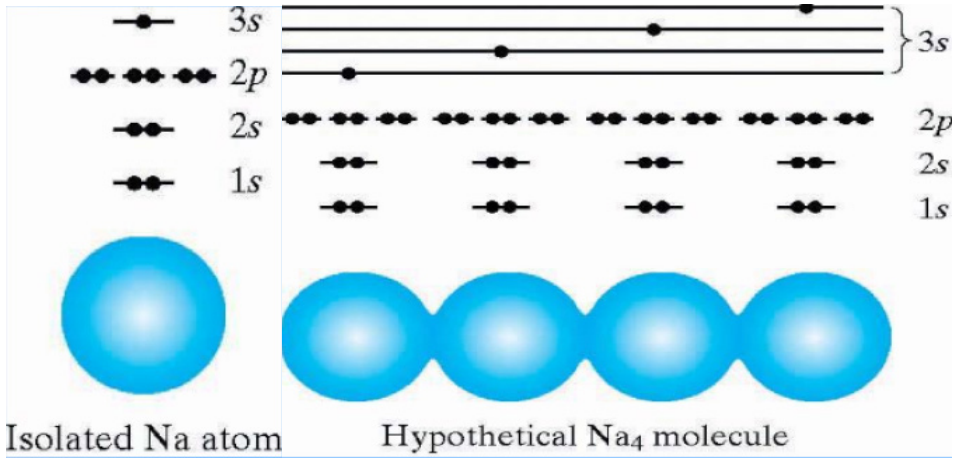
Radyasyon çalışanları için bir yıllık izin verilen maksimum radyasyon doz maruziyeti 20 mSv’dir. Bu alanlarda çalışan personelin yani radyasyon alanında çalışanların kişisel dozimetre kullanması kanunen zorunlu hale getirilmiştir. Ancak göz lensleri için böyle bir zorunluluk bulunmamaktadır. Bu durum kullanımı zorunlu olan Hp(10) dozimetrelerin göz lensinde biriken radyasyon dozunun tespit edilmesinde yetersiz kalmalarına sebep olmaktadır. Lenslerin iyonize radyasyona maruz kalmaları sonucu çok ağır tablolar oluşması mümkündür ki, o sebeple Hp(3) lens dozimetrelerin bu alanlarda kullanılması gerekmektedir. Lens dozimetreler, hem boyutları hem de göz çevresine rahatlıkla konumlandırılabilmeleri sayesinde göz lensinde birikebilecek iyonize radyasyon miktarlarını Hp(10) veya Hp(0.07) dozimetrelere göre daha yüksek doğrulukla belirleyebilmektedir ve bu

sayede lenslerde birikecek radyasyon dozları erkenden belirlenerek tedbir alınabilmektedir.

Termoluminesans(TL) Dozimetreler ve HP(3) Lens Dozimetreleri

TL dozimetreler kristalize yapıya sahip dozimetrelerdir. Kristal yapıları başlıca üç ana kısma ayırmak mümkündür. Bunlar iletkenler, yarıiletkenler ve yalıtkan malzemelerdir. Kristal yapıdaki malzemelerin lüminesans özellik gösterme durumları olduğundan bu özelliği açıklamakta fayda vardır.

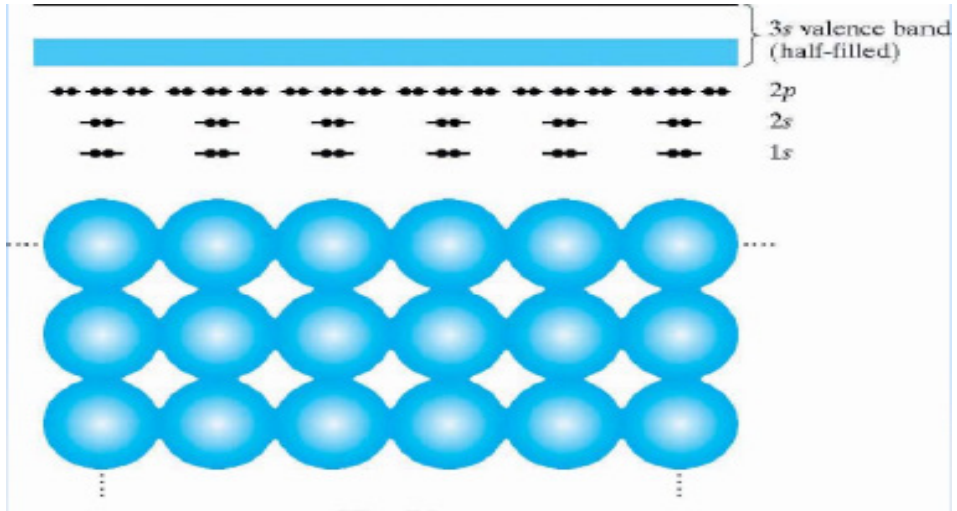
Pauli'nin dışarlama ilkesinde belirtilen iki elektron aynı yörünge içerisinde ve aynı spine sahip olarak bulunmaları mümkün değildir. Aynı yörüngede bulunan elektronlar ancak birbirlerine ters spinlerle bulunabilirler. Örneğin, bir Sodyum (Na) atomunun son yörüngesinde bir tane elektronu bulunmaktadır. Dört tane Na atomundaki elektronlar bu prensibine göre aynı enerji bandında bulunamazlar. Bu nedenle son yörüngesindeki enerji bantları arasında düşük seviyelerde farklılıklar gözlenir. Aynı zamanda bu dört elektron çok fazla hareketli olup dört atom tarafından paylaşılmaktadırlar. Bu durum Şekil-1'de gösterilmektedir (Meriç, 2019).



Şekil-1: Sodyum atomu enerji seviyelerine göre dizilimleri

Son yörüngede bulunan enerji bantları arası mesafeler ve enerji farklılıkları birbirlerine çok yakın olduğundan çoklu yapıda bir enerji bandı (valans bandı) oluştururlar. Valans bandındaki elektronların hareket kabiliyetleri oldukça yüksektir ve bunun sonucu olarak bir elektron bulutu oluşur. Oluşan

bu yapı ile katı madde içerisinde elektronlar sürekli hareket halindedirler. Bu dizilim yapısına sahip olan benzer yapıdaki metallerde de elektrik iletkenlikleri oldukça yüksektir. Her bandın seviyesine göre sahip olduğu bir enerjisi olacaktır ve 0^0 K sıcaklıkta valans bandının sahip olacağı maksimum enerjiye Fermi Enerji (E_f) düzeyi denilmektedir. 0^0 K de E_f seviyesinden daha yüksek enerjiye seviyesine sahip elektron bulunmadığı için malzemeler yalıtkan özelliktedir.



Şekil-2: Katı halde bulunan sodyum atomu enerji seviyelerine göre dizilimleri

TLD dozimetrelerin temelinde lüminesans(ışıldama) kavramı yatmaktadır. Işıldama (lüminesans); bir dış kaynaktan alınan enerjinin elektromanyetik yolla tekrar dış ortama verilmesidir. Bu özelliğe sahip malzemelere flüoresans lambalar yahut televizyonlar örnek verilebilir. Lityum florür (LiF) ve kalsiyum florür (CaF_2) olan TLD'ler radyasyonun algılanmasında en verimli dozimetre türlerindedir. İyonizan radyasyonun kristal materyal ile etkileşmesi sonucu fotoelektrik olay gerçekleşir. Dış ortamdan soğurulan enerji sayesinde değerlik bandındaki elektronlar iletkenlik bandına geçerler. Bunun sonucu olarak atomik yapı içerisinde birtakım boşluklar meydana gelir. Oluşan boşluklar bir diğer katmanda bulunan elektronlar vasıtasıyla çok kısa sürelerde doldurulurlar. Bu katmanlar arasındaki elektron akışı esnasında elektronlar, bazı yabancı tuzaklar(atomlar) tarafından yakalanırlar. Bu durumun ardından ısıtılma tabi tutulan kristal yapılarıdaki elektronlar tekrar eski durumlarına dönerek ortama maruz kaldıkları enerji kadar görünür

bölgede yer alan foton yayınlarlar. Yayınlanan fotonların enerjileri soğurulan enerji miktarı ile doğru orantılıdır. Yayınlanan fotonlar sintilasyon detektörü yahut benzeri cihazlar sayesinde ölçülerek değerlendirilir(Meriç,2019).

TLD'ler, ihtiyaç duyulan alanlar bazında farklılıklar gösterebilirler. Örneğin iyonize radyasyon ile çalışan personeller, ağırlıkça Hp(10) yahut Hp(0.07) veya her ikisini birlikte kullanmaktadırlar. Yapılan bu çalışmada, birden çok klinikte gerçekleştirilen kalp anjiyografilerinde Hp(3) lens dozimetreler kullanılarak göz lensi dozları hesaplanacaktır. Kullanılacak olan dozimetreler gerek baş bölgesine yardımcı bir donanım ile takılabilirken gerekse de direkt olarak koruyucu kurşun gözlük üzerine de montajı yapılabilmektedirler. Ayrıca göz lensine mümkün olan en yakın bölgede yer aldığından (Şekil-3) ilgili organın aldığı radyasyon dozunu diğer dozimetrelere nispeten daha iyi ölçümleyebilmektedir.



Şekil-3: Hp(3) Lens Dozimetre (www.radat.com.tr)

MATERYAL VE YÖNTEM

Alınan ölçümler İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Kardiyoloji Enstitüsü ve İstanbul Eğitim Araştırma Hastanesi Kardiyoloji Koroner Ünitelerinde çalışan uzman doktor ve yardımcı personel (hemşire veya teknisyen) olmak üzere toplam 26 çalışan ile gerçekleştirilmiştir. Siemens Artis Zee (Şekil-4'de) ve Philips Allura XPER FD10 (Şekil-5'de) cihazları kullanılarak yapılan anjiyo işlemlerinde, personellerin göz lenslerinde biriken radyasyon dozları Hp(3) lens dozimetreleri kullanılarak ölçülmüştür. Kullanıcıların her birine Hp(3)

lens dozimetresi verilerek anjiyo işlemi boyunca göz çevresinde(Şekil-3) bulundurmaları sağlanmıştır. Dozimetreler; bir periyot (1 ay) süre sonunda toplanmıştır. İlgili periyottaki doğal radyasyon düzeyi (background) için 1 adet TLD dozimetresi de söz konusu alana yerleştirilmiştir. Tüm ölçümlerden doğal radyasyon dozu çıkarılarak kullanıcılara ait net dozlar bildirilmiştir. Her bir anjiyo işlemi süresince aktif skopi (X-ışının yayımlandığı süreç) işlem süresi kaydedilmiştir. Bu işlem süreleri kullanılarak, operatör bazlı maruz kalınan toplam aktif skopi çalışma süreleri hesaplanmış ve kayıtları tutulmuştur. Bir aylık periyot sonunda her bir TLD kullanıcısı için toplam aktif skopi süresi belirlenmiştir. Her bir periyot bitiminde Hp(3) dozimetreler kullanıcılardan alınarak, 1 adet kontrol TLD dozimetresi ile birlikte RADKOR Dozimetre Laboratuvarına (Ankara, Türkiye) gönderilerek okutulmuştur. Bu veriler ışığında toplam maruz kalınan radyasyon dozları mSv cinsinden belirlenmiştir. Bununla birlikte her kullanıcıya ait olan toplam aktif skopi çalışma süreleri de saniye cinsinden belirlenerek, doz hızları $\mu\text{Sv}/\text{sn}$ olarak normalize edilmiştir. Bu bilgiler ışığında yıl bazlı olarak güvenli çalışma limitleri öngörülme istenmiştir.



Şekil-4: Siemens Artis Zee girişimsel anjiyo cihazı



Şekil-5: Philips Allura XPER FD10 girişimsel anjiyo cihazı

BULGULAR

Elde edilen toplam radyasyon doz değerleri ve toplam skopi ile aktif çalışma süreleri Tablo-2’de belirtilmiştir. Söz konusu tabloda ifade edilen değerler yardımıyla maruz kalınan radyasyon doz hızları hesaplanmıştır. TLD değerleri mSv cinsinden okunmuş olup işlem elverişliliği sebebiyle μSv olarak dönüştürülmüştür. Bu sayede elde edilen verilerden yola çıkarak doz hızları $\mu\text{Sv/sn}$ olarak bulunmuştur.

ICRP’nin 2011 senesinde açıklamış olduğu güvenli doz limitleri çerçevesinde göz lensi limit değeri 20 mSv/yıl’dır. Bu değer daha öncesinde 150 mSv/yıl olarak kabul edilmekteydi (ICRP,2011).

Ülkemizde ise 2012 yılında Sağlık Bakanlığı tarafından çıkarılan “Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları İle Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri Ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik” ile bu durum yasallaştırılmıştır (Resmi Gazete Sayısı:28344, 2012).

Çalışmaya katılan kliniklerde yer alan cihazların marka ve model farklılıkları bulunmaktadır. Bu sebeple cihazlara ait bilgiler(kV ve mAs) Tablo-1’de belirtilmiştir.

Tablo-1: Çalışmadaki anjiyografi cihazlarının marka – model ve teknik verileri

Hastane Adı	Cihaz Marka ve Modeli	Maksimum kV Değeri	Maksimum mAs Değeri
C.T.F	Philips Allura XPER FD10	125	875
Kard. Ent. Hst.	Philips Allura XPER FD10	125	875
İst. Eğt. Araş. Hst.	Siemens Artis Zee	125	800

Tablo-2: Hp(3) lens dozimetre doz değerleri ve doz hızları

TLD No	Cihaz Modeli	Hp(3) mSv	Skopi Süresi (dk)	Skopi Süresi (sn)	Doz Hızı $\mu\text{Sv/sn}$	Doz Hızı $\mu\text{Sv/dk}$
1	Siemens	0.351	256	15360	0.022	1.371
2	Siemens	0.071	31	1860	0.038	2.290
3	Siemens	0.08	29.1	1746	0.045	2.749
4	Siemens	0.269	91.8	5508	0.048	2.930
5	Philips	0.604	292.7	17562	0.034	2.063
6	Philips	0.533	243.6	14616	0.036	2.188
7	Philips	0.087	39.9	2394	0.036	2.180
8	Philips	0.285	113.5	6810	0.041	2.511
9	Philips	0.127	412.8	24768	0.005	0.307
10	Siemens	0.374	257	15420	0.024	1.455
11	Siemens	0.080	34.6	2076	0.038	2.312
12	Siemens	0.098	35.2	2112	0.046	2.784
13	Siemens	0.204	69.3	4158	0.049	2.943
14	Philips	0.501	242.0	14521.2	0.034	2.070
15	Philips	0.623	284.0	17043	0.036	2.193
16	Philips	0.108	49.0	2941.2	0.036	2.203
17	Philips	0.421	167.5	10053	0.041	2.512
18	Philips	0.099	321.77	19306.2	0.005	0.307
19	Philips	0.561	171.29	10277.4	0.054	3.278
20	Philips	0.421	75.12	4507.2	0.093	5.607

21	Philips	0.542	118.91	7074.6	0.076	4.563
22	Philips	0.302	49.75	2985	0.101	6.078
23	Philips	0.172	137.78	8266.8	0.020	1.254
24	Philips	0.542	49.65	2979	0.182	10.928
25	Philips	0.259	5.55	333	0.778	46.702
26	Philips	0.183	6.11	366.6	0.500	30.049

Ölçüm sonucu minimum doz hızı 0.005 $\mu\text{Sv}/\text{sn}$, maksimum doz hızı 0.778 $\mu\text{Sv}/\text{sn}$ ve ortalama doz hızı ise 0.093 $\mu\text{Sv}/\text{sn}$ olarak bulunmuştur.

TARTIŞMA

Bu çalışma iyonize radyasyon ile çalışan sağlık personelinin göz lenslerinde birikecek olan radyasyon miktarlarını belirlemek ve yasal sınırların belirlediği dozlara ne kadar yaklaştığını ya da bu dozların ne denli aşıldığını belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Buna göre araştırma sonucunda elde edilen sonuçlar ile yasal olarak belirlenen güvenli göz lensi radyasyon sınırları temel alınarak bu sınırlar etrafında tartışılmaya çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan cihazların model farklılıkları ve anjiyo işlemi sırasında operatörlerin kullandığı koruyucu ekipmanlar (kurşun gözlük, koruyucu paravan gibi) sayesinde doz değerlerinde azalmalar gözlenebilmektedir.

Koukorava, ve arkadaşlarının 2011 yılında yayınlanan çalışmasında tek bir anjiyografi işlemi başına 2.4 mSv'e kadar ulaşabileceği gösterilmiştir. Bunun yanı sıra, uygulayıcılardan yıl bazında değerlendirildiğinde göz lensinde 49.3 mSv'e kadar doz birikebileceği ifade edilmiştir (Koukorava et. al.,2011).

Bir diğer çalışmada ise, Lie ve arkadaşlarının 2008 yılında, yıllık 900 işlem olarak ele alındığında, 1 ile 11 mSv/yıl aralığında iken, koruyucu ekipman kullanılmaması durumunda bu aralığın 9 ile 210mSv/yıl aralığına çıkabileceği ifade edilmiştir (Lie et. al.,2008).

Radyasyon alanında güvenliği çalışma limitleri çerçevesinden bakıldığında bu değer yıllık olarak 20 mSv' i geçmemesi gerektiği resmi makamlar tarafından ifade edilmiştir (ICRP Statement on Tissue Reactions, April 2011). Günlük olarak 8 saatlik bir çalışma dilimi ele alındığında saatlik maksimum 10 μSv 'lik bir doza maruz kalınabileceği yaklaşımda bulunulabilir. Bu sayede

radyasyon alanlarında çalışanlar için elverişli bir radyasyon doz hızı limiti belirleme de kolaylık sağlanmış olacaktır.

SONUÇ

Hasta sayısı fazla olan koroner anjiyografi çalışmalarının yapıldığı kliniklerde, özellikle çalışmamızda yer alan üç klinikte de elde edilen değerlere bakıldığında saatlik müsaade edilen doz değerinin çok üzerine çıktığı görülmektedir. Ortalama değere (Tablo-2) bakılarak saatlik doz hesaplandığında,

$(0,093 \mu\text{Sv/sn}) \times (3600) = 334,8 \mu\text{Sv/saat}$ olarak elde edilecektir.

Buradan görüleceği üzere elde edilen bu değer saatlik müsaade edilen maksimum güvenli doz hızının yaklaşık 33,4 katıdır. Bu durum, ilerleyen zamanda lenslerde katarakt oluşma riskini artırmaktadır.

Araştırmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, radyasyon dozu maruziyetinin azaltılması için çalışma alanındaki kişisel koruyucu önlemlerin artırılması gerektiği gayet açıktır. Skopi cihazının çalışması esnasında kurşun önlük, kurşun gözlük, tiroit ve gonad koruyucuya ilaveten hasta ile operatör arasında mutlaka koruyucu filtre kullanılmalıdır. Bununla birlikte sadece kişisel koruyucuların kullanılmasının yanında, aktif olarak skopi cihazı çalışma sürelerinin mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirilecek şekilde ayarlanmasının da maruz kalınan doz miktarlarını azaltacağı aşikârdır. Aksi takdirde uzun süreli maruziyetler sonucunda lenslerde katarakt oluşma ihtimali her işlem sonrasında daha da yükselecektir. Bu nedenle radyasyon görevlilerinin lens dozlarının düzenli olarak belirlenmesi ve takip edilmesi için Hp(3) lens dozimetresi kullanılması önerilmektedir. Ayrıca doz maruziyetinin azaltılması için bazı kilit noktalara (Donald et. al.,2010) hassasiyetle uyulması da büyük önem taşımaktadır. Bunlar; floroskopi süresinin en aza indirilmesi, florografik görüntü sayısını en aza indirilmesi, mevcut hasta doz azaltma tekniklerini kullanılması, kolimasyon yapılması, girişimsel prosedürü planlamak için mevcut tüm bilgilerin kullanılması, operatörün düşük dağılımlı bir alana konumlanması, koruyucu zırh kullanılması, uygun floroskopik görüntüleme ekipmanı kullanılması, uygun eğitim alınması, dozimetre kullanılması ve kişisel dozların bilinmesi gibi hususlardır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesi esnasında TL Dozimetreleri temin ederek ve okumalarını yaparak çalışmamıza destek veren ve yardımlarını esirgemeyen RADKOR Dozimetri Sistemleri'ne teşekkürü borç biliriz.

KAYNAKLAR

C. Koukorava, E. Carinou, G. Simantirakis et al. Doses to operators during interventional radiology procedures: focus on eye lens and extremity Dosimetry. *Radiation Protection Dosimetry*. Volume 144, Issue 1-4, March 2011, Pages 482–486.

Donald L. Miller, Eliseo Vañó, Gabriel Bartal, et al. Occupational Radiation Protection in Interventional Radiology: A Joint Guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. *Cardiovasc Intervent Radiology*. 2010 Apr; 33(2): 230–239.

Göz (Lens) Dozimetre. <https://www.radat.com.tr/index.php?tr=goz-lens-dozimetre>. Adresinden alındı.(Erişim Tarihi: 21 Ocak 2020).

ICRP Statement on Tissue Reactions (2011).

Lie ØØ, Paulsen GU, Wøhni T. Assessment of effective dose and dose to the lens of the eye for the interventional cardiologist. *Radiation Protection Dosimetry*, Volume 132, Issue 3, December 2008, Pages 313–318.

Martha S. Linet, Kwang Pyo Kim, Donald L. Miller at al. “Historical Review of Occupational Exposures and Cancer Risks in Medical Radiation Workers. *Radiation Research*, 174(6b):793-808 (2010).

Marta Marcantonini ,Andrea Chiappiniello, Sara Beneventi, Valentina Reggioli, Anna C. Dipilatoc et al. Evaluation of equivalent dose to eye lens through dose equivalent Hp(3). *Physica Medica* Volume 64, August 2019, Pages 29-32.

Meriç, Niyazi. “Lüminesans Materyaller Temel Prensipler, Uygulama Alanları, Işıldama Eğrisi Özellikleri” Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2019.

Nobuyuki Hamada, Yuki Fujimichi. Classification of radiation effects for dose limitation purposes: history, current situation and future prospects. *J Radiat Res*. 2014 Jul; 55(4): 629–640.

Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları İle alışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri Ve alışma Esasları Hakkında Yönetmelik. <https://www.mevzuat.gov.tr> (Erişim tarihi: 21 Ocak 2020).