



Tc-99m Çekimlerinde Nükleer Tıp Çalışanlarının Radyasyon Maruziyeti

Radiation Exposure to Nuclear Medicine Staff Working with Tc99m Radiopharmaceutical

Yasemin Hızlı , Yasemin Parlak , Didem Göksoy , Gözde Mütevelizade , Gül Gümüşer , Elvan Sayit

Öz / Abstract

Amaç: Nükleer Tıp çalışanları, rutin görevlerini yerine getirirken iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmaktadır. Çalışmamızda Tc-99m radyofarmasötikleri ile çalışanların maruz kalmış oldukları radyasyon dozlarının belirlenmesi ve yıllık dozların değerlendirilmesi amaçlandı.

Yöntemler: Nükleer Tıp hekimi, gama kamera teknikeri, hemşire, laboratuvar görevlisi ve temizlik personeli olmak üzere, toplam 5 ayrı personelin dijital dozimetreler ile ölçümleri alındı. Dozimetreler bel hizasında olacak şekilde pozisyonlandırıldı.

Bulgular: Background düzeltmesinden sonra hekim, tekniker, hemşire, laboratuvar görevlisi ve temizlik personeli için bir aylık radyasyon dozları sırasıyla; 102,37±15.16 µSv, 110,8±7,5 µSv, 84,67±8,2 µSv, 111,8±7,1 µSv ve 106,5±12,27 µSv olarak tespit edildi.

Sonuç: Bu çalışma sonucunda Nükleer Tıp bölümü çalışanları için, yıllık kümülatif radyasyon dozunun müsaade edilen doz limitleri içerisinde olduğu saptandı.

Anahtar Kelimeler: Elektronik dozimetre, radyasyon güvenliği, radyasyon dozu, Tc-99m radyofarmasötikleri

Introduction: Nuclear medicine technologists are potentially exposed to ionizing radiations while performing a variety of tasks associated with nuclear medicine procedures. We measured the external radiation doses for staff members working with Tc-99m radiopharmaceuticals to assess the annual radiation doses.

Methods: Radiation doses for a nuclear medicine physician, a technologist, a nurse, a radiopharmacist, and a cleaning staff were measured by digital dosimeters. We measured the radiation exposure of these five people every day for 1 month. The dosimeters were placed at the waist levels on the anterior surfaces of the bodies.

Results: After correction of natural background doses, the mean 1-month radiation dose for the physician, technologist, nurse, radiopharmacist, and cleaning staff were determined as 102.37±15.16 µSv, 110.8±7.5 µSv, 84.67±8.2 µSv, 111.8±7.1 µSv, and 106.5±12.27 µSv, respectively.

Discussion: This study showed that effective radiation doses for nuclear medicine department staff members were within the permissible level.

Keywords: Electronic dosimetry, radiation protection, radiation dose, Technetium-99m radiopharmaceutical

Giriş

Nükleer Tıp hekimleri, teknikerler, hemşireler ve diğer sağlık çalışanları medikal uygulamalardan kaynaklanan radyasyona maruz kalmaktadır. Örneğin, Nükleer Tıp biriminde radyofarmasötik hazırlanması, hastaya radyoaktif madde enjeksiyonu yapılması, gama kamerada hastaya pozisyon verilmesi ve eğer hasta tekerlekli sandalye kullanıyor ise yardımcı olunması gibi işlemler ilgili personellerin radyasyona maruz kalmasına neden olmaktadır (1-3).

Nükleer Tıp uygulamalarında genellikle eksternal ışınlanmaya maruz kalınmaktadır (4). Radyasyon dozunun yenmesi/yutulması ile oluşabilecek iç kontaminasyonların meydana gelme olasılığı düşüktür. İnternal ışınlanma genellikle basit tedbirler ile önlenir. Bu nedenle bütün çalışmalarda internal radyasyon ihmal edilebilir olarak kabul edilmiştir (1). Eksternal ışınlanma şiddetini azaltmak için radyasyon güvenliği kurallarının uygulanması gerekir (5). Radyasyondan korunma amacıyla kurşun önlük, gözlük, eldiven gibi bir takım materyaller kullanılır. Fakat bu ekipmanlar tek başına yeterli değildir. Radyasyonla çalışanların radyasyon doz ölçümlerinin yapılması gereklidir. Nükleer Tıp bölümlerinde çalışanların radyasyon dozlarını tespit etmek için kalem, cep, termoluminesans dozimetreler gibi çeşitli kişisel doz ölçüm cihazları kullanılmaktadır (1, 5). Literatürde, çalışanlar için radyasyon dozu ölçümleri yıllık, aylık ya da işlem başına alınan doz olarak bildirilmektedir. Radyasyon güvenliği yönetmeliğine göre radyasyonla çalışanların efektif doz sınırı yıllık 20 mSv olarak belirlenmiştir (1, 5, 6). Bazı araştırmacılar radyofarmasötik enjekte edilmiş hastadan 0.5, 1.0 ve 2 m gibi çeşitli mesafelerden eksternal doz hızı ölçümleri alarak çalışanın maruz kaldığı radyasyon dozunu belirlemişlerdir. Bazı araştırmacılar da elektronik cep dozimetreleri kullanarak günlük ya da işlemdeki maruz kalınan toplam dozu tespit etmişlerdir (3, 4). Bu çalışmalar geniş bir yelpazede olmasına rağmen Nükleer Tıp uygulamaları için işlem başına göreli katkı konusunda bilgi vermemektedir (3).

Çalışmada, Tc-99m radyofarmasötikleri ile çalışan personelin maruz kaldığı toplam dozu ve rutinde yapılan her bir işlemin bu toplam doza ne kadar katkı sağladığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

This study was presented in XIII. National Medical Physics Congress.

ORCID IDs of the authors: Y.H. 0000-0001-7915-8430; Y.P. 0000-0002-3682-7611; D.G. 0000-0003-4501-8231; G.M. 0000-0001-5986-8777; G.G. 0000-0001-7103-2323; E.S. 0000-0002-3330-1702.

Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Yazışma Adresi

Address for Correspondence:

Yasemin Hızlı

E-mail: yasemin.gultekin@hotmail.com

Geliş Tarihi/Received: 30.06.2016

Kabul Tarihi/Accepted: 04.02.2018

© Telif Hakkı 2018 Makale metnine istanbulmedjergisi.org web sayfasından ulaşılabilir.

© Copyright 2018 by Available online at istanbulmedicaljournal.org

Yöntemler

Celal Bayar Üniversitesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda çalışan 1 laboratuvar görevlisi, 1 gama kamera teknikeri, 1 hemşire, 1 hekim ve 1 temizlik personeli çalışmamıza dâhil edilmiştir. Altı ay boyunca çalışma saatleri içerisinde aldıkları radyasyon dozlarını tespit etmek için bel hizasında elektronik dozimetre taşımışlardır. Her bir personelin maruz kalmış olduğu doz miktarı günlük ve aylık total doz olarak kaydedilmiştir. Çalışanların rutin görevleri belirlenerek her bir personel için maruz kalınan radyasyon dozu aylık olarak belirlenmiştir. Radyasyon dozu ölçümleri için EPD (elektronik personel dozimetrisi, NEB 236C TAEK, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Türkiye) ve Geiger Muller dedektörü (GM, Ludlum 14C, Ludlum Measurements, Inc., Sweetwater, Texas) kullanılmıştır. Elektronik dozimetre yıllık olarak Çekmece Nükleer Araştırma Merkezinde Cs-137 kaynağı ile kalibre edilmekte olup minimum ölçülebilir radyasyon dozu 0,1 µSv ve ölçüm belirsizliği $\pm\%15$ 'dir. Elektronik dozimetre ile aylık kümülatif radyasyon doz ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Geiger Muller dedektörü ile alınan doz hızı ölçümleri mR/h olarak elde edilmektedir. Bu ölçümler $1 \text{ mR/h} = 10 \text{ } \mu\text{Sv/h}$ ve $1 \text{ mR/h} = (10/3.600) \text{ } \mu\text{Sv/s}$ eşitlikleri ve tespit edilen zamanlar ile çarpılarak µSv birimine dönüştürülmüştür (4). Bölümde haftalık alınan hasta sayıları yaklaşık olarak aynıdır. Haftada ortalama 20 Miyokard Perfüzyon Sintigrafisi (MPS), 10 Tiroid Sintigrafisi, 10 Dinamik Böbrek Sintigrafisi, 10 Kemik Sintigrafisi, 15 Statik Böbrek Sintigrafisi çekimi yapılmaktadır.

Laboratuvar görevlisinin, çalışma süresi boyunca dozimetresi kurşun önlük altında kalacak şekilde doz takibi yapılmıştır. Laboratuvar görevlisi rutin olarak jeneratörden radyoaktif madde sağımı ve radyofarmasötik hazırlama işlemlerini yapmaktadır. Laboratuvar görevlisi altı ay boyunca 20 GBq'lık aktiviteye sahip Mo-99/Tc-99m jeneratör sağımı ve radyofarmasötik hazırlama işlemlerini gerçekleştirmiştir (haftada ortalama 5 sağım ve 2 MIBI, 1 MDP, 1 DTPA, 1 DMSA kiti işaretleme).

Gama kamera teknikeri radyofarmasötik enjekte edilmiş hastaya MPS için elektrot takma ve çıkarma işlemi (ETÇ), dinamik böbrek görüntüleme esnasında yapılan diüretik enjeksiyonu (DE), üç fazlı kemik sintigrafisi için alınan erken dinamik görüntüleme sonrası hasta kaldırma (ÜHK) işlemleridir. Teknikerin bu işlemlerde maruz kaldığı radyasyon dozunu belirlemek amacıyla, Geiger Muller dedektörü ile kurşun önlük altından personelin doz hızı ölçümü yapıldı.

Hemşirenin maruz kaldığı radyasyon dozunun belirlenmesi için, MPS yapılacak olan hastanın efor testine hazırlanması, efor sırasın-

da hastaya radyoaktif madde enjeksiyonu ve bu işlemler arasında ki bekleme süresi boyunca Geiger Muller (GM) (Ludlum, 14C, USA) dedektörü ile kurşun önlük altından doz hızı ölçümü yapıldı. Elde edilen veriler kullanılarak her efor testi için hemşirenin maruz kaldığı ortalama radyasyon dozu hesaplandı.

Hekimin rutin işlemi, MPS tetkiki için hastaya efor yapılması olarak belirlenmiştir. Efor süresi boyunca dozimetre kurşun önlük altında kalacak şekilde doz ölçümü yapılmıştır.

Temizlik personelinin rutin olarak yaptığı işlemler ise gün sonunda radyofarmasötik uygulanan hastaların kullandıkları tuvaletlerin temizliği ve radyoaktif atıkların toplanmasıdır. Temizlik personelinin yaptığı işlemlere bağlı olarak maruz kaldığı radyasyon dozu EPD ile gerçekleştirilmiştir.

Personellerin aylık ölçümlerinde elektronik cep dozimetre bir ay boyunca hiç kapatılmadı ve ölçüm dışında radyasyon olmayan bir alanda bırakılarak background düzeltmeleri de yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre personellerin maruz kaldıkları 6 aylık radyasyon dozları Tablo 1' de verildi. Personellerin tahmini yıllık radyasyon dozları hesaplanarak dozlar arasındaki istatistiksel farklılıklar SPSS-15.0 programı ile değerlendirilmiştir. Elde edilen tahmini yıllık radyasyon dozları Şekil 1'de verilmektedir. (Etik kurul onayı Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Bilimleri kurumundan alınmıştır. Karar no: 20.478.486 411).

Etik kurul onayı bilgisiyle hastalardan onam formu alınmamıştır.

İstatistiksel Analiz

Personellerin tahmini yıllık radyasyon dozları hesaplanarak dozlar arasındaki istatistiksel farklılıklar değerlendirilmiştir (Statistical Package for the Social Sciences for Windows, Version 15.0) (SPSS Inc.; Chicago, IL, USA).

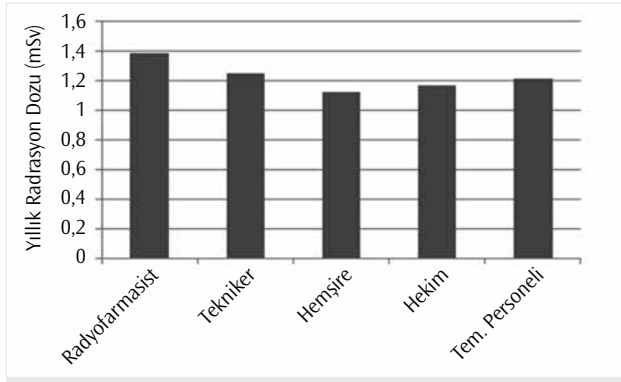
Bulgular

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Nükleer Tıp Anabilim Dalında görev yapan 5 personel için (laboratuvar görevlisi, gama kamera teknikeri, hemşire, hekim ve temizlik personeli) elektronik dozimetre ile tespit ettiğimiz radyasyon dozları Tablo 1'de verilmiştir.

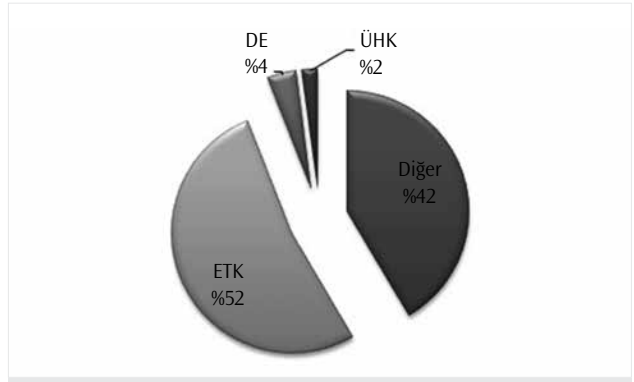
Laboratuvar görevlisi için belirlenen rutin işlemler olan jeneratör sağım ve radyofarmasötik işaretleme sırasında elde edilen aylık dozlar sırasıyla; $60,40 \pm 4,3 \text{ } \mu\text{Sv}$ ve $48,75 \pm 5,2 \text{ } \mu\text{Sv}$ 'dir. Laboratuvar görevlisinin maruz kaldığı radyasyon dozunun $\%52,07$ 'sini sağımdan, $\%42,03$ 'ünü radyofarmasötik işaretlemeden ve $\%5,9$ 'unu (6.85

Tablo 1. Çalışanların 6 aylık radyasyon dozları (µSv)

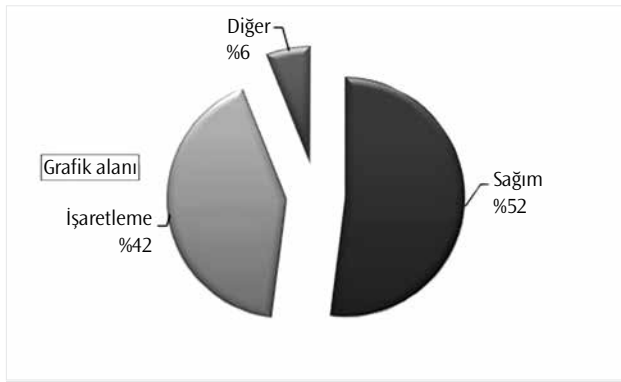
Zaman	Laboratuvar görevlisi (µSv)	Tekniker (µSv)	Hemşire (µSv)	Hekim (µSv)	Temizlik Personeli (µSv)
1.ay	102	118	73	127	117
2.ay	112	106	81	114	123
3.ay	105	111	95	94	102
4.ay	115	121	80	96	105
5.ay	116	108	87	86	104
6.ay	121	101	92	97	88
Ort.±SS	111,8±7,1	110,8±7,5	84,67±8,2	102,37±15,16	106,5±12,27



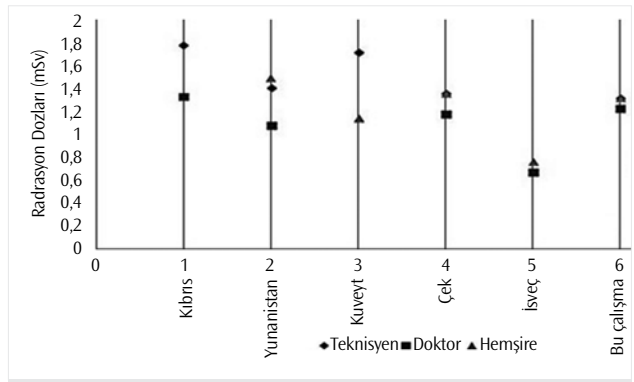
Şekil 1. Çalışanların yıllık radyasyon dozu dağılımları



Şekil 3. Teknikerin radyasyon dozu dağılımları



Şekil 2. Laboratuvar görevlisinin radyasyon dozu dağılımları



Şekil 4. Çeşitli ülkelerde yapılan çalışma sonuçlarına göre yıllık dozlar

μ Sv) diğerler etkenlerden (radyofarmasötik enjekte edilmiş hasta ile yakın temas vb.) almaktadır (Şekil 2). Laboratuvar görevlisinin aylık radyasyon dozu $116 \pm 8,9 \mu$ Sv olarak hesaplanmıştır.

Teknikerler için aylık alınan radyasyon dozu $104,3 \pm 12,2 \mu$ Sv'dir. Belirlenen farklı 3 rutin işlem için (ETÇ, DE ve ÜHK) aylık yaklaşık hasta sayıları göz önüne alınarak tespit edilen radyasyon dozları sırasıyla 58μ Sv, $4,2 \mu$ Sv, $2,3 \mu$ Sv olarak tespit edilmiştir. İşlem başına maruz kaldıkları radyasyon dozları sırasıyla; $1,45 \pm 0,2 \mu$ Sv, $0,105 \pm 0,01 \mu$ Sv ve $0,058 \pm 0,03 \mu$ Sv olarak hesaplandı. Bu durumda teknikerlerin maruz kaldığı radyasyon dozunun %52,7'sini ETÇ işleminden, %3,8'ni DE'den, %1,8'ini ÜHK ve geriye kalan %41,7'sini de diğer hastaların görüntülenmesi sırasında alınmaktadır (Şekil 3).

Hemşire için her efor testinden aldığı radyasyon dozu $0,66 \pm 0,1 \mu$ Sv ve bir ay boyunca almış olduğu radyasyon dozu $40,2 \mu$ Sv olarak hesaplandı. Enjeksiyon sırasındaki işlemlerde enjektör zırhı kullanılmadı. Hemşirenin aylık radyasyon dozunun ortalama $94 \pm 10,5 \mu$ Sv olduğu göz önüne alındığında, efor işleminin toplam doza %42,7'lik bir katkı sağladığı tespit edildi.

Hekimlerin efor testi esnasında aldığı radyasyon dozu test başına $0,7 \mu$ Sv ve bir ay boyunca aldığı radyasyon dozu $42,7 \mu$ Sv olarak hesaplandı. Hekimlerin aylık radyasyon dozunun ortalama $98,3 \pm 8,6 \mu$ Sv olduğu göz önüne alındığında, efor işleminin toplam doza %43,4' lük katkıda bulunduğu tespit edildi.

Temizlik personeli için de radyofarmasötik enjekte edilmiş hastaların bölümü terk etmesinden sonra, hasta tuvaletlerinin temizlenmesi ve radyoaktif atıkların toplanması esnasında cep dozimet-

re ile yapılan ölçüm sonuçlarından her temizlik sonrasında maruz kaldığı radyasyon dozu $5,32 \pm 0,84 \mu$ Sv olarak hesaplandı. Temizlik personelinin bir ay boyunca aldığı radyasyon dozunun %45'ini atık toplamadan, %55'ini radyoaktif tuvaletleri temizlerken aldığı belirlendi. Temizlik personelinin aylık radyasyon dozu $102 \pm 6,7 \mu$ Sv olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen verilerden yola çıkarak çalışanların tahmini yıllık radyasyon dozları tespit edilmiştir. Hesaplanan yıllık radyasyon dozları bu çalışmada, hekim için $1,17 \text{ mSv}$, tekniker için $1,25 \text{ mSv}$, laboratuvar görevlisi için $1,39 \text{ mSv}$, hemşire için $1,12 \text{ mSv}$ ve temizlik personeli için $1,22 \text{ mSv}$ olarak bulundu. Çalışanlar için hesaplanan yıllık dozlar müsaade edilen radyasyon dozları içerisinde (Şekil 1). Elde edilen radyasyon dozlarına bakıldığında çalışanlar arasında anlamlı bir radyasyon doz farkı çıkmamıştır. Burada en yüksek radyasyonu laboratuvar görevlisinin aldığı tespit edilmiştir.

Tartışma

Günümüz şartlarında insanlar teşhis ve tedavi amacı ile birçok medikal tetkike maruz kalmaktadır. Bu medikal yöntemleri her gün farklı kişilere uygulayan sağlık personeli ise daha büyük risk altındadır. Dolayısıyla risk altındaki personellerde oluşacak olan olumsuz etkileri tespit etme ve önlem alma ihtiyacı doğmaktadır. Bu alanda önemli bir grubu oluşturan Nükleer Tıp çalışanlarının, radyasyon dozlarını tespit ederek gerekli önlemlerin alınması, bu kişilerin sağlıklarının korunması açısından büyük önem taşımaktadır (7).

Nükleer Tıp çalışanları tesis içerisinde birçok durumda iyonize radyasyona maruz kalmaktadır. Çalışmamızda Manisa Celal Bayar

Üniversitesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda çeşitli görevleri olan personeller için ilk olarak aylık external radyasyon maruziyeti araştırıldı. Araştırmaya hekim, gama kamera teknikeri, laboratuvar görevlisi, hemşire ve temizlik personeli olmak üzere toplam 5 kişi dahil edildi. Gerekli background düzeltmeleri yapıldıktan sonra maruz kaldıkları aylık radyasyon dozları tespit edildi. Çalışmanın yapıldığı Nükleer Tıp Anabilim Dalı bölümünde bir ay boyunca ortalama 200 ± 5 inceleme yapılmaktadır. Beş çalışanın maruz kaldığı radyasyon dozlarının günlük ve aylık olarak kayıtları tutuldu. En fazla radyasyon dozunu sırasıyla laboratuvar görevlisi, gama kamera teknikeri, temizlik personeli, hekim ve hemşirenin aldığı tespit edildi.

Hong Kong'da 2002 yılında yapılan benzer bir çalışmada hekim için ortalama yıllık doz $0,29 \pm 0,21$ mSv, tekniker için $2,07 \pm 0,97$ mSv, laboratuvar görevlisi için $1,97 \pm 0,05$ mSv değerleri bulunmuştur (1). Gama kamera teknikeri ve laboratuvar görevlisi için aylık maruz kalınan dozlarda önemli ölçüde bir fark gözlenmedi. Bu sonuç aynı görevleri üstlenmiş personeller için 2002 yılında yapılmış olan çalışmayla da uyum içerisinde (1). Hekimin, çoğu zamanını tarama odasında harcayan tekniker ya da radyofarmasötikleri hazırlayan görevliyle kıyaslandığında daha düşük doz alması beklenirken, hekim için elde edilen doz değerinin çok farklı olmadığı gözlemlendi. Bunun sebebi olarak hekimin efor esnasında hasta yakınında fazla zaman geçirmesi ve görüntüleme sonrası hastalar ile görüşme yapılması düşünülebilir.

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki Nükleer Tıp çalışanları tarafından alınan dozların büyük bir kısmı enjeksiyonlardan ziyade hasta kaynaklıdır (1, 3). Sonuçlarımız bu bulgularla tamamen uyusmaktadır. Çalışmamızda enjeksiyon yapan görevli kişi (hemşire) enjeksiyon yapmayan personellere göre daha düşük radyasyon dozu aldı. Bunun en önemli nedeni çalışmamızda yer alan hemşirenin deneyimli olmasıdır. Dolayısıyla deneyim arttıkça personelin maruz kalacağı doz miktarı da azalmaktadır.

Türkiye Atom Enerji Kurumu (TAEK) Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği'nin 9. maddesinde yer alan; 'radyasyon korunmasını sağlamak amacı ile yıllık radyasyon doz sınırlarının aylık dönemlerde radyasyon görevleri için $0,2$ mSv değerini aşması durumlarında kayıtların tutulmaya başlanması uygun görülmüştür' ifadesine göre çalışmadaki hiçbir personel bu sınırı çalışma boyunca aşmamaktadır (6).

Çeşitli ülkelerdeki nükleer tıp çalışanlarının 2000-2002 yılları için elektronik dozimetrelerle alınan yıllık radyasyon dozları; Kıbrıs'ta, tekniker $1,78$ mSv, hekim $1,33$ mSv; Yunanistan'da tekniker $1,41$ mSv, hekim $1,08$ mSv, hemşire $1,49$ mSv; Kuveyt'te, tekniker $1,72$ mSv, hemşire $1,14$ mSv, Çek Cumhuriyeti'nde, tekniker ve hemşire $1,36$ mSv, hekim $1,18$ mSv; İsveç'te, hekim $0,67$ mSv ve hemşire $0,76$ mSv olarak United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) 2008 raporunda yer almaktadır (8, 9) (Şekil 4). Çalışmamız bu veriler ile uyum içerisinde olmakla birlikte, sonuçlarda var olan farklılıkların çalışma yerlerinin fiziki koşullarından kaynaklanıyor olabileceği kanaatine varıldı.

Çalışmamızda nükleer tıp personelinin işlem başına maruz kaldığı radyasyon doz değerlerinin toplam doza olan yüzde katkılarının tespiti de yapıldı. Literatürde gün boyunca yapılan işlemlerin maruz kalınan toplam doz değerine yüzde katkısı hakkında çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

Laboratuvar görevlisine ait olan radyasyon dozları incelendiğinde, alınan toplam radyasyon dozuna en büyük katkı sağım işleminden kaynaklanmaktadır. Bu katkıyı azaltmak adına bölüm içerisinde jeneratör için özel bir alana ve zırhlama donanımına ihtiyaç duyulmaktadır.

Teknikerlerin yaptığı rutin işlemlerde işlem başına maruz kalınan radyasyon dozu incelendiğinde; ETÇ için ortalama $1,45 \pm 0,2$ μ Sv, DE için ortalama $0,105 \pm 0,01$ μ Sv ve ÜHK için ortalama $0,058 \pm 0,03$ μ Sv dir. Nükleer tıp çalışanları için yapılan benzer bir çalışmada efor için hastanın hazırlanması sırasında personelin hasta başına maruz kaldığı ortalama doz $0,6$ μ Sv olarak bulundu (3). Bu değer çalışmadaki ölçüm sonuçları ile uyusmaktadır. Yine aynı çalışmada hastanın çekim masasından kalkmasına yardımcı olan tekniker için ortalama radyasyon dozu $0,5$ μ Sv olarak tespit edildi. Fakat tekniker bu işlemi yaparken kurşun önlük giymediği için, bu çalışmada elde edilen değere kıyasla daha fazla doza maruz kalmaktadır (3).

Hasta sayıları da göz önüne alınarak teknikerin yapmış olduğu rutin işlemlerin toplam doza katkıları hesaplandığında; ETÇ işlemi %56, DE işlemi %3, HK işlemi %2' lik bir katkı sağlamaktadır. Toplam doza en fazla katkı ETÇ işleminden gelmektedir. Bu durum teknikerin bu işlem sırasında daha yüksek doz hızına maruz kalmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca teknikerin ETÇ işlemi için hastanın yanında harcadığı süre DE ve HK işlemleri için harcadığı süreden çok daha fazladır. ETÇ işleminden sonra maruz kalınan doza en büyük katkıyı DE işlemi sağlamaktadır. Radyasyon dozu en aza indirmek için, ek personel kullanılması faydalı olabilir ama daha da önemlisi hastayla fazla yakın mesafede bulunmak gerekmektedir. Ancak bu sayede doza maruziyet süresi en aza indirgenebilir (10).

Hemşire için rutin işlem olarak belirlediğimiz efor testinin hemşirenin maruz kaldığı toplam doza katkısı %32,6 olarak tespit edildi. Hastanın efor testi için hazırlandığı bu süreçte digital dozimetre sürekli olarak hemşirenin üzerinde bulundu. Hemşire hastayı efor testine hazırlarken GM ile ölçümler alındı. Hemşirenin her hasta için bu işlemde maruz kalmış olduğu radyasyon dozu ortalama $0,66$ μ Sv olarak belirlendi. Hasta efor testini tamamladıktan sonra, hemşire tarafından hastaya stres testi enjeksiyonu yapılmaktadır. Bu enjeksiyon esnasında hemşirenin hasta başına maruz kaldığı doz değerinin $1,00$ μ Sv olduğu gözlemlendi.

Hekimin rutin işlemi, MPS için yapılan efor testi olarak belirlenmiştir. Burada; hekim ve hemşire için aynı uygulama seçilmiş olsa da elde edilen verilere göre maruz kalınan doz değerleri, her iki çalışanın bu uygulamada ki görev ve hasta ile olan mesafelerin birbirinden ayrı olmasından dolayı farklılık göstermektedir.

Hastaya efor testini yaptırırken, işlem sırasında hekimin maruz kaldığı radyasyon dozu da ölçüldü. Elde edilen sonuçlara göre, hekimin maruz kaldığı toplam doza efor testinin katkısının %33,6 olduğu hesaplandı.

Yapılan tüm ölçümlere göre; radyofarmasötik enjekte edilmiş hastaların kullandığı tuvaletlerde kontaminasyon olması nedeniyle, temizlik personeline radyasyona maruz kalmaktadır. Temizlik personeli hasta tuvaletlerinin temizlenmesi işleminden, bir günde yaklaşık $3,2$ μ Sv doza maruz kalmaktadır. Bu da bu personelin toplam maruziyetine %19,4'lük bir katkı sağlamaktadır.

Ayrıca temizlik personeli her gün mesai sonunda, bölümdeki radyoaktif atıkları toplayarak, bekletilmek üzere atık deposuna taşımaktadır. Çalışmamızda elde edilen verilerden yola çıkarak, temizlik personelinin radyoaktif atıkları gün sonu yerine ertesi iş gününde toplaması şeklinde bir değişiklik önerildi. Bu sayede, personelin bu işlemde maruz kalacağı radyasyon dozu önemli ölçüde azaltıldı.

Sonuç

Nükleer Tıp bölümü çalışanları için, yıllık kümülatif radyasyon dozunun müsaade edilen doz limitleri içerisinde olduğu; personelin çalışma pratiğinin sağlanması, radyasyondan korunma ekipmanının kullanılması, kişisel dozimetre kullanılması ve alan monitorizasyonunun sağlanmasının doz maruziyetinin düşürülmesi için gerekli olduğu sonucuna varıldı.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik kurul onayı Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Bilimleri kurumundan alınmıştır. (Karar No.: 20.478.486411)

Hasta Onamı: Etik kurul onayı bilgisiyle hastalardan onam formu alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - Y.P.; Tasarım - Y.H., Y.P.; Denetleme - G.G.; Kaynaklar - Y.H., Y.P.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - Y.H., D.G.; Analiz ve/veya Yorum - Y.P., G.M.; Literatür Taraması - Y.H., D.G.; Yazıyı Yazan - Y.P., E.B.; Eleştirel İnceleme - E.B., G.G.

Çıkar Çatışması: Yazarların beyan edecek çıkar çatışması yoktur.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was received for this study from the ethics committee of Celal Bayar University, Medical School Ethics Committee of Health Science. (Approval Date: 20.478.486411)

Informed Consent: With the implicit approval of the Ethics Committee, informed consent was not obtained.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - Y.P.; Design - Y.H., Y.P.; Supervision - G.G.; Resources - Y.H., Y.P.; Data Collection and/or Processing - Y.H., D.G.; Analysis and/or Interpretation - Y.P., G.M.; Literature Search - Y.H., D.G.; Writing Manuscript - Y.P., E.B.; Critical Review - E.B., G.G.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

1. Ho WY, Wong KK, Leung YL, Cheng KC, Ho FT. Radiation Doses to Nuclear Medicine Department. J HK Coll Radiol 2002; 5: 24-8.
2. Covens P, Berus D, Buls N, Clerinx P, Vanhayere F. Personal dose monitoring in hospitals global assessment, critical applications and future needs. Radiat Protect Dosimetry 2007; 124: 250-9. [CrossRef]
3. Smart R. Task-specific Monitoring of Nuclear Medicine Technologists Radiation Exposure. Radiat Prot Dosimetry 2004; 109: 201-9. [CrossRef]
4. Bayram T, Yılmaz AH, Demir M, Sonmez B. Radiation Dose to Technologists per Nuclear Medicine Examination and Estimation of Annual Dose. J Nucl Med Technol 2011; 39: 55-9. [CrossRef]
5. Powsner RA, Powsner E.R, editors. Essential Nuclear Medicine Physics. New Jersey: Blackwell Publishing; 2006.p.167-74. [CrossRef]
6. Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği: 2000. Report No: 23999.
7. Kaya E, Nükleer Tıp Alanında Çalışan Personelin Uygulamalarda Maruz Kaldığı Radyasyonun Biyolojik Dozimetri ile Belirlenmesi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniv. 2005.
8. Sources And Effects of Ionizing Radiation. United Nations Publication: 2008.
9. Radiation Protection and Safety Radioation Sources: International Basic Safety Standarts. International Atomic Energy Agency: 1996. Report No. 115.
10. Cherry SR, McArthur JC, Hoy JF, Wesselingh SL. Nucleoside analogues and neuropathy in the era of HAART. J Clin Virol 2003; 26: 95-207. [CrossRef]

Cite this article as: Hızlı Y, Parlak Y, Göksoy D, Mütevelizade G, Gümüşer G, Sayit E. Radiation Exposure to Nuclear Medicine Staff Working with Tc99m Radiopharmaceutical. Istanbul Med J 2018; 19 (3): 268-72.