

Sintigrafik Tetkiklerden Sonra Hastadan Yayılan Radyasyon Dozu Değerlendirmeleri

RADIATION DOSE RATES EMITTED FROM PATIENTS AFTER SCINTIGRAPHIC INVESTIGATIONS

Gamze ÇAPA KAYA, Banu UYSAL, Hatice DURAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı

ÖZET

Amaç: Nükleer tıpta tetkiki yapılan hastaların yakınları için en büyük endişe kaynağı hastanın saçtığı radyasyondan korunmadır. Bu çalışmada, biz tetkik bitiminde hastalar bölümden ayrılmadan önce hastalardan saçılan radyasyon doz hızını Geiger-Müller sayacı ile ölçtük. Hasta yakınlarının korunma önlemi alması gerekip gerekmediğini araştırmak için maruz kalınan doza karşılık gelen absorblanan doz eşdeğerlerini hesapladık.

Gereç ve Yöntem: Dinamik böbrek sintigrafisi, kemik sintigrafisi, myokard perfüzyon sintigrafisi, tiroid sintigrafisi çekilen 35'er hasta ve statik böbrek sintigrafisi çekilen 20 hastada çalışmaya dahil edildi. Tetkik bitiminde 0.1 metre, 1 metre ve 2 metreden saçılan radyasyon doz hızları ölçüldü ve absorblanan doz eşdeğerleri hesaplandı.

Bulgular: En yüksek değerler, maksimum absorblanan doz eşdeğeri 147 $\mu\text{Sv/saat}$ ve ortalama doz eşdeğeri 110 $\mu\text{Sv/saat}$ ile dinamik böbrek sintigrafisi çekilen hasta grubundaydı. Dinamik böbrek sintigrafisi ve kemik sintigrafisi için her üç mesafeden elde edilen maksimum ve ortalama absorblanan doz eşdeğerleri, statik böbrek sintigrafisi, myokard perfüzyon sintigrafisi ve tiroid sintigrafisi için elde edilen değerlerden yüksek olarak bulundu ($p \leq 0.05$). Statik böbrek sintigrafisi ile myokard perfüzyon sintigrafisi ve tiroid sintigrafisi arasında 0.1 metre ve 1 metre mesafeden elde edilen değerler arasında anlamlı fark izlenirken ($p \leq 0.05$), 2 metrede fark saptanmadı. Tiroid sintigrafisi ile myokard perfüzyon sintigrafisi arasında ise her üç mesafe için anlamlı bir fark saptanmadı.

Sonuç: Bu çalışmada tüm tetkikler için farklı üç mesafeden elde edilen maksimum ve ortalama absorblanan doz eşdeğerleri toplum bireyi için sınır olarak kabul edilen 1 mSv'in altında olduğundan hasta yakınları için korunma önlemi alınmasına gerek olmadığı söylenebilir.

Anahtar sözcükler: Radyasyondan korunma, absorblanan doz eşdeğerleri

SUMMARY

Objective: The major concern for the relatives of the patients imaged at the nuclear medicine departments is the radiation protection emitting from the patient. In this study, we counted the dose rates from patients by a Geiger-Muller counter before they leave the department. We calculated the equivalent dose rates to determine whether the relatives of the patients should take precautions or not.

Material and method: Patients who had dynamic renal scintigraphy, bone scintigraphy, myocardial perfusion scintigraphy, thyroid scintigraphy (35 patients for each) and static renal scintigraphy (20 patients) were included in this study. The dose rates from the patients were measured by a Geiger-Muller counter at the distances of 0.1 meter, 1 meter and 2 meters and equivalent dose rates were calculated.

Results: The maximum dose rate was 147 $\mu\text{Sv/h}$ and the mean dose rate was 110 $\mu\text{Sv/h}$ for the patients who had dynamic renal scintigraphy. The maximum and the

Gamze ÇAPA KAYA
Dokuz Eylül Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı
İnciraltı, İzmir
Tel: 232 2595959-4251
Fax: 232 2590541

mean dose rates for dynamic renal scintigraphy and bone scintigraphy were higher than the dose rates of myocardial perfusion scintigraphy, thyroid scintigraphy and static renal scintigraphy at all distances ($p \leq 0.05$). There were significant differences between static renal

scintigraphy and myocardial perfusion and thyroid scintigraphies at 0.1 and 1 meters, while there was no difference at 2 meters. No significant difference was observed between thyroid scintigraphy and myocardial perfusion scintigraphy at all distances.

Conclusion: Since all the maximum and mean equivalent dose rates calculated in this study are below the permitted level (1 mSv), it may not be necessary to take any precautions.

Key words: Radiation protection, equivalent dose rates

Dünyada yaşayan herkes uzaydan, yerden, vücutta mevcut radyoaktiviteden ileri gelen kaynaklardan ve buna ilave olarak da yapay kaynaklardan ışınlanmaktadır. Yerel değişiklikler göstermekle birlikte toplum dozunun %86'sının doğal kaynaklardan, %14'ünün tıbbi ışınlamalardan, geri kalan kısmının ise mesleki ışınlamalar ve yapay kaynaklardan meydana geldiği bilinmektedir (1,2). Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi'nin (ICRP) radyasyondan korunma konusundaki tavsiyeleri; kişiler ve toplumun ışınlanmasına neden olabilen ancak kullanılmasında yarar görülen radyasyon uygulamalarında radyasyonun zararlı etkilerine karşı genel koruma sisteminin geliştirilmesidir (3). Burada vurgulanmak istenen iyonize radyasyonun dikkatli bir şekilde kullanılmasının gerekliliğidir. ICRP toplum ve bu alanda çalışanlar için değişik doz kısıtlamaları önermektedir. Bu öneriler radyasyonun stokastik ve nonstokastik etkilerini kontrol etme üzere düzenlenmektedir. Toplum için bu doz 1 mSv/yıl veya 2 mRem/saat olarak belirlenmiştir (4,5). ALARA prensibine göre amaç, mümkün olan en az doza maruz kalınmasının sağlanmasıdır (6). Işınlanmaya karşı en etkin korunma yollarından biri radyoaktif kaynaktan uzaklaşmaktır. Nükleer tıp uygulamalarında ise radyoaktif kaynak hastadır. Sintigrafik incelemeden sonra hasta yakınlarının, hastadan ne kadar uzakta durması konusunda bilgilendirilmesi faydalıdır.

Bu çalışmanın amacı bazı sintigrafik tetkiklerden sonra hasta yakınlarının maruz kaldığı radyasyon dozunu hesaplamak ve uluslar arası kriterlere göre değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada bölümümüzde yapılan beş farklı tetkik grubu ele alınmıştır. Dinamik böbrek sintigrafisi, kemik sintigrafisi, myokard perfüzyon sintigrafisi ve

tiroid sintigrafisi çekilen 35'er hasta ve statik böbrek sintigrafisi çekilen 20 hasta olmak üzere, toplam 160 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

Dinamik böbrek sintigrafisi çekilecek olan hastalara 10 mCi Tc-99m DTPA (Dietilentriamin pentaasetik asit) verilerek 45 dakika süreyle görüntüleme yapılmıştır. Kemik sintigrafisi çekilecek olan hastalara 20 mCi Tc-99m MDP (Metilen difosfonat) verilerek, 2-3 saat sonrasında 30 dakika süreyle çekim yapılmıştır. Myokard perfüzyon sintigrafisi çekilecek olan hastalara 2.5 mCi Tl-201 verilerek, 16 dakika ve 4 saat sonra 21 dakika süreyle görüntüleme yapılmıştır. Statik böbrek sintigrafisi çekilecek olan hastalara 5 mCi Tc-99m DMSA (Dimerkaptosüksinik asit) verilerek enjeksiyondan 4 saat sonra hastaların çekimi yapılmıştır. Tiroid sintigrafisi çekilecek hastalara ise 5 mCi Tc-99m perteknetat verilerek enjeksiyondan 30 dakika sonra çekimi tamamlanmıştır.

Tetkiklerin bitimini takiben hastaların 0.1 metre, 1 metre ve 2 metre uzağından radyasyon doz hızları Geiger-Muller sayacı (Radmon, arm-155) ile mR/saat olarak ölçülmüştür. Her hasta için ölçümler eşit uzaklıktan yapılmıştır. Ölçüm yapılırken vücudun farklı bölgelerinden elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır. Radyasyon doz hızları (mR/saat) kullanılarak absorblanan doz miktarları ($\text{rad/saat} = 0.87 \text{ R/saat}$) ve eşdeğer doz miktarları ($\text{rad} = \text{rem}$ ve $1 \text{ rem} = 10 \text{ mSv}$) hesaplanmıştır. Her hasta için bu üç mesafeden elde edilen radyasyon doz miktarları kullanılarak, her tetkik grubu ve her üç mesafe için ortalama maruz kalınan doz miktarlarına karşılık gelen absorblanan doz eşdeğerleri hesaplanmıştır. Aynı tetkikin farklı mesafelerden elde edilen değerleri arasında ve farklı tetkik gruplarının aynı mesafelerden elde edilen değerleri arasında istatistiksel fark olup olmadığı ikili gruplar halinde

araştırılmıştır (student's t test). $p \leq 0.05$ anlamlı kabul edilmiştir.

SONUÇLAR

Her tetkik grubu ve her üç mesafeden elde edilen ortalama absorblanan doz eşdeğerleri Tablo I'de verilmiştir. Yapılan ölçümlerde, en yüksek ortalamanın 0.1 metre mesafede $110 \pm 36 \mu\text{Sv/h}$ ile dinamik böbrek sintigrafisi çekilen hasta grubunda olduğu belirlenmiştir. İkinci sırada ise $69 \pm 25 \mu\text{Sv/h}$ ile kemik sintigrafisi çekilen hastalar gelmektedir. En düşük ortalama değerlerin izlendiği grup ise tiroid sintigrafisi çekilen hastalardır. Tüm çalışma grubu içerisinde en yüksek doz miktarı, dinamik böbrek sintigrafisi çekilen grupta 0.1 mesafeden elde edilen $147 \mu\text{Sv/saat}$ 'dir.

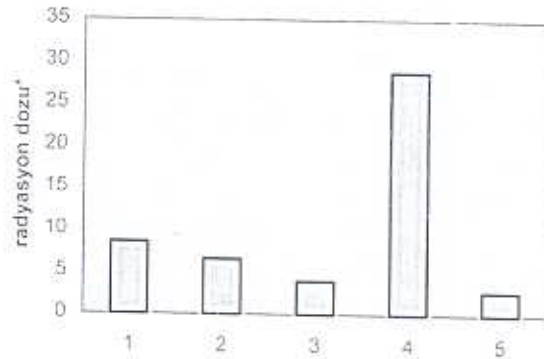
Tablo I. Değişik sintigrafik tetkiklerden sonra hastalardan ölçülen ortalama eksternal radyasyon dozları

Radyofarmasötik	Aktivite (mCi)	Radyasyon Dozu ($\mu\text{Sv/saat}$)		
		0.1 m	1 m	2 m
Tc-99m DTPA	10	110 ± 36	4.3 ± 1.0	1.7 ± 0.6
Tc-99m MDP	20	69 ± 25	3.3 ± 1.0	1.4 ± 0.5
Tc-99m DMSA	5	42 ± 8	2.0 ± 0.6	0.7 ± 0.3
Tl-201	2.5	30 ± 13	1.6 ± 0.5	0.8 ± 0.3
Tc-99mperteknetat	5	30 ± 8	1.4 ± 0.4	0.7 ± 0.3

Her grup için farklı mesafelerden elde edilen değerler arasındaki farkın önemi araştırıldığında; üç mesafeden yapılan ölçümler sonucunda, dinamik böbrek sintigrafisi ve kemik sintigrafisi için elde edilen absorblanan doz eşdeğerleri, statik böbrek sintigrafisi, myokard perfüzyon sintigrafisi ve tiroid sintigrafisi için elde edilen değerlerden yüksek olarak bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Tiroid sintigrafisi ile myokard perfüzyon sintigrafisi çekilen hastalar arasında her üç mesafe için anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Statik böbrek sintigrafisi çekilen hasta grubu ile myokard perfüzyon sintigrafisi ve tiroid sintigrafisi çekilen hasta grubu, her üç mesafe için elde edilen absorblanan doz eşdeğerleri açısından karşılaştırıldığında, statik böbrek sintigrafisi çekilen hastalardan 0.1 metre ve 1 metreden elde edilen değerler, myokard perfüzyon sintigrafisi ve tiroid sintigrafisi çekilen hastalardan yüksek olarak bulunmuştur, 2 metre mesafeden elde edilen değerler arasında ise anlamlı fark bulunmamıştır.

Çalışmaya dahil edilen tetkiklerden myokard perfüzyon sintigrafisi dışındakiler Tc-99m bileşikleriyle yapılmıştır. Tüm Tc-99m bileşikleri için efektif ışınlama zamanı 2 saat olarak bilinmektedir (7). Dinamik böbrek sintigrafisi için 0.1 metre mesafede maksimum doz miktarı $147 \mu\text{Sv/saat}$ olarak bulunmuştur. Efektif ışınlama zamanının 2 saat olduğu bilindiğine göre maruz kalınan maksimum doz miktarı $294 \mu\text{Sv}$ olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde maruz kalınan maksimum doz miktarı kemik sintigrafisi için $254 \mu\text{Sv}$, statik böbrek sintigrafisi için $92 \mu\text{Sv}$, tiroid sintigrafisi için ise $84 \mu\text{Sv}$ olarak hesaplanmıştır. Efektif ışınlama zamanı Tl-201 için 18 saat'dir (7). Tl-201 için bu değer, maksimum absorblanan doz eşdeğerinin efektif ışınlama zamanı ile çarpılmasıyla ($39 \mu\text{Sv/saat} \times 18 \text{ saat}$) hasta yakınlarının maruz kaldığı maksimum doz miktarı $702 \mu\text{Sv}$ olarak bulunmuştur.

Kritik mesafe olan 1 metreden alınan ölçümlerin doz eşdeğerlerinin yıllık müsaade edilen doz limiti ile karşılaştırılmasından elde edilen grafik Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Sintigrafik görüntüleme yapılan bir hastanın 1 metreden çevresindekilere verdiği radyasyon dozlarının dağılımı.

1. Dinamik böbrek sintigrafisi, 2. Kemik sintigrafisi, 3. Statik böbrek sintigrafisi, 4. Myokard perfüzyon sintigrafisi, 5. Tiroid sintigrafisi
*: $\mu\text{Sv/yıl}$

TARTIŞMA

Dinamik böbrek sintigrafisi ve kemik sintigrafisi çekilen hastalar, diğer çekim gruplarına göre daha fazla doza maruz kalınmasına neden olurken, dinamik böb-

rek sintigrafisi çekilen hastaların da kemik sintigrafisi çekilen hastalardan daha fazla doza maruz kalmaya neden olduğu görülmüştür. Dinamik böbrek sintigrafisi çekilen hastalardan elde edilen doz hızlarının yüksek olmasının, radyofarmosetiğin yüzeye yakın bir organ olan mesanede birikmesine bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Her üç mesafeden farklı tetkik grupları için elde edilen absorblanan doz eşdeğerleri, literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırıldığında, elde edilen sonuçlar benzer bulunmuştur (8,9). Mountford ve ark. (8) dinamik böbrek sintigrafisinde 0,1 metre ve 1 metreden elde edilen maksimum doz miktarlarını sırasıyla 150 μ Sv/saat ve 7,3 μ Sv/saat olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise bu değerler 147 μ Sv/saat ve 7,3 μ Sv/saat olarak bulunmuştur. Diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada hastanın 2 metre uzağından da ölçümler yapılmıştır. 2 metre mesafeden elde edilen maksimum absorblanan doz eşdeğeri ise 3,4 μ Sv/saat olarak hesaplanmıştır.

Mountford ve ark. (7), 0,1 metre mesafeden Tc-99m bileşikleri ve Tl-201 için efektif ışınlanma zamanını sırasıyla 2 ve 18 saat olarak bildirmişlerdir. Bu değerler dikkate alınarak, Tc-99m bileşikleri ve Tl-201 için en yüksek doz hızlarından eşdeğer doz miktarları hesaplandığında, bu değerler sırasıyla 294 μ Sv ve 702 μ Sv olarak elde edilmiştir. Mountford ve ark. çalışmalarında (8,9) 1 mSv sınır olarak kabul edildiğinden, daha önceki çalışmalara benzer şekilde çalışmaya dahil ettiğimiz tetkik gruplarının hiçbirinde bu sınır değerini aşmadığı saptandı. Bu nedenle herhangi bir korunma önleminin alınmasının gerekmediği söylenebilir. Radyonüklid uygulanan hastalardan yayılan radyasyonun değerlendirilmesinde kritik mesafe 1 metredir (10). Bu kriter göz önüne alındığında, çalışma sonuçlarına göre ilave bir ışınlamaya maruz kalınmadıkça müsaade edilen radyasyon dozu limitleri aşılmamaktadır. Zira ALARA prensipleri gereğince radyasyon dozunun en düşük seviyede tutulması amaçlanmalıdır.

Sonuç olarak, Radyasyon ile çalışılan yerlerde temel prensip; mümkün olabilen en düşük radyasyona maruz kalınmasının sağlanmasıdır. Bu çalışma ile ortaya ko-

nulan sonuçlara göre, Tc99m bileşikleri ve Tl-201 ile yapılan sintigrafik tetkiklerde, hastadan yayılan radyasyonun çevreye verdiği zararlı etkiler uluslar arası radyasyondan korunma komitesinin belirlediği üst limitleri aşmamaktadır. Aynı hastaların kısa süre sonra ilave radyonüklid tetkik yaptırması durumunda toplam radyasyon dozlarının tespit edilebilmesi yönünden çalışma sonuçlarımız yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Hendee WR, Doege TC. Origin and health risks of indoor radon. Semin Nucl Med 1988;18:3-9.
2. National Council on Radiation Protection and Measurements. Ionizing radiation exposures of the population of the United States. NRC Report No 93. National Council on Radiation Protection and Measurements, Washington DC, 1987.
3. Early PJ, Razzak MA, Sodee DB. Textbook of Nuclear Medicine Technology. Second Edition, Saint Louis, 1975;s: 90-103.
4. Hallenbeck WH. Radiation Protection. CRC Press, Florida, 1994;91-124.
5. ICRP (International Commission on Radiological Protection). Publication 60. Annals of the ICRP Volume 21, No 1-3. Pergamon Press, New York, 1991.
6. Brodsky A. Principles and practices for keeping occupational radiation exposures of medical institutions as low as reasonable achievable. U.S. Nuclear Regulatory Office of Standart Development. Washington DC, 1997.
7. Mountford PJ. Parenteral ve paediatric radiation protection. In: Goldston KE, Jackson PC, Myers MJ, Simpson AE (eds) Radiation protection in nuclear medicine and pathology. The Institute of Physical Sciences in Medicine, New York, 1991;52-74.
8. Mountford PJ, O'Doherty MJ, Forge NI, et al. Radiation dose rates from adult patients undergoing nuclear medicine investigations. Nucl Med Commun 1991; 12:767-777.
9. Harding LK, Mostafa AB, Roden I. Dose rates from patients having nuclear medicine investigations. Nucl Med Commun 1985;6:191-194.
10. Demir M, Kabasakal L, Önsel Ç. Evaluation of external radiation exposure from radioiodine-treated hyperthyroid patients and radiation safety considerations. Nucl Med Commun 1996;17:692-695.