

İyonizan radyasyonun radyoloji çalışanlarının bağışıklık düzeyleri ve kan biyokimyası üzerine etkileri

Selami Serhatlıoğlu, A. Tevfik Ozan, Ferit Gürsu, Ahmet Gödekmerdan, Ahmet Ayar, Erkin Oğur

AMAÇ

Mesleki olarak iyonizan radyasyona uzun süre maruz kalan radyoloji çalışanlarında, uzun süreli düşük doz iyonizan radyasyonun, kan biyokimyası ve immünite düzeylerine etkisinin incelenmesi amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Radyodiagnostik Anabilim Dalı personelinden, yaşları 21-57 (30.06±7.02) arasında değişen 25'i (%49.1) kadın ve 26'sı (%50.9) erkek toplam 51 radyoloji çalışanı çalışma kapsamına alındı. Kontrol grubu, herhangi bir şekilde radyasyona maruz kalmamış sigara kullanmayan sağlıklı, yaşları 20-60 (31.5±5.75) arasında değişen 19'u (%47.5) kadın ve 21'i (%52.5) erkek 40 kişiden oluşturuldu. Radyoloji çalışanları ve kontrol grubundaki kişilerin her birinden usulüne göre alınan venöz kan örneklerinden immünolojik ve biyokimyasal analizler yapıldı.

BULGULAR

Radyoloji çalışanlarında CD4+ T lenfosit oranının, serum total IgA, IgG, IgM düzeyleri ile C3, C4 düzeylerinin kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşük olduğu, serum trigliserit düzeyleri ve serum paraoksonaz aktivitesinin yükselmiş olduğu saptandı (p<0.05).

SONUÇ

İyonize radyasyona uzun dönem maruz kalan radyoloji çalışanlarında CD4+ T lenfositleri, total immünglobulinler (IgA, IgG, IgM), C3 ve C4'ün azaldığı, biyokimyasal olarak serum trigliserit düzeyleri ve serum paraoksonaz aktivitesinin anlamlı şekilde yükselmiş olduğu saptandı. Sigara içen radyoloji çalışanlarında IgA ve IgM düzeylerinin sigara içmeyenlere göre anlamlı düzeyde düşük olduğu saptandı (p<0.05). Radyoloji çalışanlarında, etkilendikleri absorbe doza paralel ağırlıkta yan etkiler oluşacağından dolayı, bu kişilerin radyasyondan korunmaya olabildiğince dikkat etmelerinin yanında periyodik olarak, immün fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve kan biyokimyası yönünden periyodik olarak izlenmelerinin önemli olacağı kanaatindeyiz.

Anahtar kelimeler: • iyonizan radyasyon • bağışıklık • radyoloji • tıbbi personel

İyonizan radyasyonun canlı organizmalar üzerinde olumsuz biyolojik etkilere neden olduğu ve bu yan etkilerin radyasyonun dozuna ve maruz kalış süresine göre değiştiği bilinmektedir (1). Radyoloji çalışanları, immün yanıtta bazı bozukluklara neden olan düşük doz iyonizan radyasyonun uzun dönem etkilerine mesleki olarak maruz kalırlar (2).

Lenfositler insan vücudundaki en radyosensitif hücrelerden biri olarak dikkati çekmekte olup bu durum, radyasyon etkisine immün yanıtın hassasiyetini açıklayabilir (3,4). Lenfosit tipleri arasında B lenfositleri ve olgunlaşmamış T lenfositleri oldukça radyosensitifdir. Bununla birlikte, makrofajlar, plazma hücreleri ve olgunlaşmış T hücreleri radyorezistansdır (4). Özellikle, farelerde yapılan çalışmalarda, akut veya kronik olarak radyasyona maruziyetten sonra, B lenfositlerinin T lenfositlerine göre radyasyona daha hassas oldukları ve kronik radyasyon maruziyetinin immünsupresyon nedeni olduğu bildirilmiştir (5). Lenfositlerde iyonizan radyasyonun zararlı etkisi genetik olarak incelendiğinde, alınan radyasyon dozu ile kromozomal anormallik arasında pozitif korelasyon olduğu gösterilmiştir (6). Ayrıca, yüksek doz radyasyona maruz kalındığında "natural killer" (NK) hücrelerinin tamamen tahrir olduğu görülmüştür (7).

İyonizan radyasyonun yan etkileri (maruziyet) konusunda, en çok Rusya ve komşu ülkelerdeki Çernobil faciasından etkilenen kişiler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Radyoloji çalışanlarının immünite düzeyleri konusunda yapılan çalışmalar ise sınırlı olup tüm immün sistem komponentlerini tam olarak yansıtmamaktadır. Bu nedenle, iyonizan radyasyona maruz kalan radyoloji çalışanlarında, uzun süreli, düşük doz iyonizan radyasyonun periferik kan lenfosit alt grupları, kompleman ve immünglobulin düzeyleri ile kan biyokimyası üzerine olan etkilerinin incelenmesi önem kazanmaktadır.

Gereç ve yöntem

Fırat Üniversitesi Fırat Tıp Merkezinde görev yapmakta olan Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı personelinden toplam 51 kişi çalışma kapsamına alındı. Bunların 25'i (%49.1) kadın ve 26'sı (%50.9) erkek olup yaşları 21-57 (30.06±7.02) arasında değişmekte ve 32'si 5 yıldan daha az (2-4 yıl), 19'u ise 5 yıldan daha fazla süredir (6-25 yıl) radyoloji biriminde çalışmaktaydı. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu dozimetre değerlendirme sonuçlarına göre son bir yılda en düşüğü (0.1 mSv) ve en yükseği (6.9 mSv) olmak üzere farklı dozlarda iyonizan radyasyona maruz kalmışlardı. Son bir yılda maruz kaldıkları doza göre en düşük (0.1 mSv) ve en yüksek (6.9 mSv) değerlerinin arit-

S. Serhatlıoğlu (✉), E. Oğur
Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyodiagnostik AD, Elazığ

A. T. Ozan
Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı AD, Elazığ

F. Gürsu
Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya AD, Elazığ

A. Gödekmerdan,
Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, İmmünoloji AD, Elazığ

A. Ayar
Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD, Elazığ

Gelişi: 14.12.2003 / Revizyon İsteği: 02.02.2004 / Kabulü: 25.03.2004

Tablo 1. Grupların demografik özellikleri

Özellik	Radyoloji çalışanları (n=51)	Kontrol grubu (n=40)
Yaş	30.06±7.02	31.5±5.75
Cinsiyet (K/E)	25/26	19/21
Çalışma süresi(<5yıl)	32/51 (%62.7)	-
Çalışma süresi(>5 yıl)	19/51 (%37.3)	-
Sigara kullanımı (>5 yıl)	11/51 (%21.6)	-
Doz (<3.5 mSv/yıl)	44/51 (%86.3)	-
Doz (>3.5 mSv/yıl)	7/51 (%13.7)	-

metiksel ortalaması olan 3.5 mSv'in altı düşük doz, üstündeki sonuçlar da yüksek doz olarak kabul edildi. Buna göre de radyoloji çalışanlarının 44'ünün yıllık ortalama 3.5 mSv'den az, 7'sinin ise yılda ortalama 3.5 mSv'nin üzerinde iyonizan radyasyon aldığı saptandı.

Kontrol grubu, radyoloji ile ilgili bir işte çalışmayan ve son bir yıl içinde iyonizan radyasyon içeren radyolojik inceleme yaptırmamış (herhangi bir şekilde radyasyona maruz kalmamış olan), sigara kullanmayan sağlıklı, gönüllü 40 kişiden oluşturuldu. Bunların, 19'u (%47.5) kadın ve 21'i (%52.5) erkek olup, yaşları 20-60 (31.5±5.75) arasında değişmekteydi.

Radyoloji çalışanlarından 11'i (4'ü kadın, 7'si erkek) beş yıl ve üzeri, günde 1-2 paket sigara kullanıcısıydı (Tablo 1).

İyonizan radyasyona maruz kalmış radyoloji çalışanlarının ve kontrol grubunun demografik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

C3, C4, IgA, IgG ve IgM düzeylerini belirlemek üzere, radyoloji çalışanları ve kontrol grubundaki kişilerin her birinden alınan 5'er ml venöz kan santrifüj edilerek serumundan ayrıldı ve immünoturbidometrik yöntemle çalışıldı. Beraberinde lenfosit alt grupları için çalışma ve kontrol gru-

bundan steril venöz kanlar alınarak periferik kan mononükleer hücreleri elde edildi. Bu hücrelerden konjuge halde çift veya tek renkli monoklonal antikorlar kullanılarak analizler yapıldı. Her bir örnek için uygun izotipik kontroller kullanıldı. Lenfositler tanımlanarak monoklonal antikorla reaksiyon veren floresan özelliklerine göre ayrılıp sayıları yüzde olarak belirlendi. Yine eş zamanlı olarak farklı steril tüplere ayrıca alınan venöz kan örneklerinin düşük-hız santrifüjasyonu ile serumları ayrı ayrı uygun metotlarla biyokimyasal kan analizleri yapıldı. Veriler Expo 32 ADC software (Beckman-Coulter, Miami, FL, USA) kullanılarak analiz edildi.

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 10.01 paket programında Mann-Whitney U ve Spearman korelasyon testi kullanıldı, p<0.05 olan değerler anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Radyoloji çalışanlarında CD4+ T lenfosit oranının, kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşük olduğu saptandı (p<0.05). Diğer lenfosit alt grupları oranları yönünden, gruplar arasında anlamlı bir farklılık yoktu. Ayrıca, radyoloji çalışanlarının ortalama serum total IgA, IgG, IgM düzeyleri ile

C3 ve C4 düzeylerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu saptandı (p<0.01). Radyoloji çalışanları ve kontrol grubunun lenfosit alt grupları dağılımı Tablo 2'de, serum C3, C4 ve Ig düzeyleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Radyoloji çalışanlarının serum lipit ve lipoprotein düzeyleri kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, radyoloji çalışanlarında serum trigliserit düzeylerinin anlamlı şekilde yükselmiş olduğu saptandı (p<0.05) (Tablo 4). Buna karşılık, radyoloji çalışanlarında HDL kolesterol ve apoA-1 düzeyleri kontrol grubundan anlamlı şekilde düşük bulundu (p<0.05). Radyoloji çalışanlarında apoB'nin serum konsantrasyonu artmış fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Kontrol grubunda medyan (+1 SD; -1 SD) serum paraoksonaz aktivitesi 279.3 (+383.1; -72.1) nmol paranitrofenol/ml serum bulunmasına karşın, radyoloji çalışanlarında serum paraoksonaz aktivitesi 234.1 (+286.9; -87.8) nmol paranitrofenol/ml serum olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak anlamlı bir değişimin olduğu saptanmıştır (p<0.05).

Radyoloji çalışanları ve kontrol grubunun serum malondialdehit düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık (p<0.05) bulunmuşken, serum aril esteraz aktivitelerinde istatistiksel olarak önemli bir değişim saptanmamıştır (p>0.05).

Cinsiyet açısından lenfosit alt grupları karşılaştırıldığında çalışma grubunda CD4+ T lenfosit oranı kadınlarda (37.12±6.45) erkeklere (41.47±4.45) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktü (p<0.05).

Yüksek doz iyonizan radyasyona maruz kalan kadın radyoloji çalışanlarında serum paraoksonaz aktivitesi

Tablo 2. Grupların lenfosit alt grupları oranları

Grup	CD3+ (%)	CD4+ (%)	CD8+ (%)	CD4+/CD8+	CD19+ (%)	CD14+ (%)	CD16+56
Radyoloji çalışanları	68.34±6.39	39.25±5.52	34.74±6.82	1.25±0.38	11.76±3.77	5.77±1.66	14.92±6.45
Kontrol grubu	67.45±6.53	44.14±6.0*	32.93±7.29	1.33±0.40	12.74±5.53	5.44±1.26	15.69±4.72

*p<0.05

Tablo 3. Grupların C3, C4 ve total immünglobulin düzeyleri

Grup	C3 (g/L)	C4 (g/L)	Ig A (g/L)	Ig G (g/L)	Ig M (g/L)
Radyoloji çalışanları	1.21±0.25*	0.21±1.17*	1.77±0.62*	9.59±2.37*	0.96±0.39*
Kontrol grubu	1.46±0.1	0.31±0.01	2.75±0.10	12.60±0.01	1.71±0.01

*p<0.01

157.7 (+226.9; -67.8) U/ml (kontrol grubu ile karşılaştırıldığında p<0.05); erkek radyoloji çalışanlarında ise 185.4 (+246.9; -61.6) U/ml (kontrol grubu ile karşılaştırıldığında p<0.05 olarak saptandı. İyonizan radyasyona maruz kalan kadın radyoloji çalışanlarında paraoksonaz aktivitesinin 238.3 (+319.8; -76.1), erkek radyoloji çalışanlarına göre 227.2 (+418.3; -94.3) daha düşük olduğu saptandı (Tablo 5).

Kontrol grubundaki kadın ve erkeklerle göre karşılaştırıldığında, her ikisi için p<0.05 idi.

Çalışmamızda, paraoksonaz aktivitesinin radyoloji çalışanlarında HDL kolesterol ve apoA-1 ile ilişkili olduğu saptandı. Paraoksonazın spesifik aktivitesi hem düşük doz iyonizan radyasyona maruz kalan radyoloji çalışanlarında (3.61±0.59 nmol/dk mg protein) ve hem de yüksek doz iyonizan radyasyona maruz kalan radyoloji çalışanlarında (3.07±0.45 nmol/dk mg protein), kontrol grubundan (4.96±0.64 nmol/dk mg protein) anlamlı şekilde düşüktü (p<0.05). Yüksek doz (yılda 3.5 mSv'den çok) iyonizan radyasyona maruz kalan radyoloji çalış-

şanlarında paraoksonaz aktivitesinde %25-35 oranlarında düşüklük olduğu saptandı. Her iki grup, sigara içen ve sigara içmeyen olarak ayrıldığında, sigara içenlerde serum paraoksonaz aktivitesinin daha fazla düşük olduğu görüldü ve tüm bireyler içerisinde düşük paraoksonaz aktivitelilerde serum malondialdenit (MDA) düzeyleri anlamlı şekilde artmıştı. Kontrol grubu ve düşük doz iyonizan radyasyona maruz kalan radyoloji çalışanları ile sigara içen erkek radyoloji çalışanlarında serum paraoksonaz aktivitesi ile MDA düzeyleri arasındaki fark anlamlı bulunmadı (Tablo 6).

Yine radyoloji çalışanlarında aril esteraz aktivitesi kontrol grubuna göre anlamlı olarak değişim göstermemekteydi.

Buna karşılık sigara içenlerde IgA ve IgM düzeylerinin sigara içmeyenlere göre anlamlı düzeyde düşük olduğu saptandı (p<0.05).

Uzun süre radyasyona maruz kalan ve sigara içen radyoloji çalışanlarında aril esteraz aktivitesi ile serum MDA düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi. Fakat

yüksek doz iyonizan radyasyona maruz kalan radyoloji çalışanlarında bu şekilde bir farklılık tespit edilmedi (p>0.05). Sigara içen ve uzun süre radyasyona maruz kalan kadın radyoloji çalışanlarında paraoksonaz spesifik aktivitesinin daha yüksek olduğu bulundu. Ancak bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p>0.05).

Tartışma

Röntgen ışınlarının ilk keşfedildiği ve tıpta kullanıma başlandığı ilk zamanlarda, bu ışınlarla uğraşanlarda ciddi birçok biyolojik etkiler meydana gelmişti (1). Radyoloji çalışanlarında, maruz kalınan radyasyonun dozuna bağlı olarak hiçbir biyolojik etki görülmemeyebileceği gibi ölüme kadar varabilen sonuçlar da olabilir (8). Teknolojideki gelişmeler paralel olarak röntgen cihazlarındaki teknik gelişmeler nedeniyle günümüzde diyagnostik radyoloji pratiğinde bu şekilde radyasyon hasarı ortaya çıkacak kadar ışın alınmaz. Ancak biyolojik değişikliklerin başlaması için alınan radyasyonun herhangi bir eşik değeri yoktur.

Tablo 4. Grupların klinik biyokimya ve lipid parametreleri

	Radyoloji çalışanları (n=51)	Kontrol (n=40)	İstatistiksel anlamlılık
Total kolesterol (mg/dl)	200.4±50.6	190.2±37.2	(p=0.197)
Trigliserit (mg/dl)	189.2±61.3	164.6±54.3	(p=0.036)+
HDL (mg/dl)	39.1±14.1	46.2±12.6	(p=0.024)+
LDL (mg/dl)	130.6±34.1	121.5±32.9	(p=0.169)
Apo A (mg/dl)	0.81±0.34	1.21±0.44	(p=0.046)
Apo B (mg/dl)	1.13±0.59	0.91±0.24	(p=0.881)
Lipoprotein (a) (mg/dl)	20.8±14.6	14.3±10.2	(p=0.066)
Total protein (mg/dl)	6.8±2.2	7.3±2.6	(p=0.528)
Arilesteraz (mmol FE /ml serum)	136.3±31.7	156.6±32.1	(p=0.139)
Paraoksonaz (nmol pNF/ml serum)	234.1±72.6	279.3±75.7	(p=0.027)+
Malondialdehit (mg/ml)	0.7410±0.1741	0.5715±0.1284	(p=0.007)+

(p + değerler, istatistiksel olarak anlamlı bulundu)

Tablo 5. Grupların enzim düzeyleri

	<i>Radyoloji çalışanları</i>	<i>Kontrol grubu</i>	
KADIN (n)	25	19	
Paraoksonaz aktivitesi	238.3±57.7	298.3±80.47	(p=0.038)+
Aril esteraz aktivitesi	124.9±36.8	153.4±42.71	(p=0.156)
Malondialdehit	0.7496±0.2031	0.5938±0.1263	(p=0.011)+
ERKEK (n)	26	21	
Paraoksonaz aktivitesi	227.2±75.07	265.6±81.71	(p=0.022)+
Aril esteraz aktivitesi	129.3±36.90	155.3±62.10	(p=0.813)
Malondialdehit	0.7327±0.1384	0.5679±0.13 18	(p=0.005)+
SİGARA İÇEN KADIN (n)	4	-	
Paraoksonaz aktivitesi	223.3±77.90	-	
Aril esteraz aktivitesi	132.9±52.78	-	
Malondialdehit	0.8201±0.1097	-	
SİGARA İÇEN ERKEK (n)	7	-	
Paraoksonaz aktivitesi	198.1±64.1	-	
Aril esteraz aktivitesi	126.8±36.4	-	
Malondialdehit	0.8003±0.1458	-	
YÜKSEK DOZ (>3.5mSv) (n)	KADIN 2	-	
Paraoksonaz aktivitesi	157.7±53.43	-	
Aril esteraz aktivitesi	103.48±26.52	-	
Malondialdehit	0.9033±0.2378	-	
YÜKSEK DOZ (>3.5mSv) (n)	ERKEK 5	-	
Paraoksonaz aktivitesi	185.4±30.51	-	
Aril esteraz aktivitesi	112.72±14.16	-	
Malondialdehit	0.8130±0.1891	-	
DÜŞÜK DOZ (<3.5mSv) (n)	KADIN 21	-	
Paraoksonaz aktivitesi	209.9±72.2	-	
Aril esteraz aktivitesi	125.72±44.16	-	
Malondialdehit	0.6974±0.1993	-	
DÜŞÜK DOZ (<3.5mSv) (n)	ERKEK 23	-	
Paraoksonaz aktivitesi	264.6±96.41	-	
Aril esteraz aktivitesi	125.02±40.43	-	
Malondialdehit	0.7095±0.1769	-	

(p + değerler, istatistiksel olarak anlamlı bulundu)

Bu nedenle diyagnostik radyolojide çalışanlar radyasyondan ne kadar korunurlarsa korunsunlar, bunlar için küçük radyasyon dozları dahi önemli riskler taşımaktadır (1).

Lökositler arasında iyonizan radyasyona en hassas hücreler lenfositlerdir. İyonizan radyasyona uzun yıllar maruz kalanlarda, periferik kan lenfosit alt gruplarının değişik oranlarda etkilendiği bildirilmektedir (9). Ancak, iyonizan radyasyonun T lenfosit subpopülasyonuna etkileri ile ilgili yapı-

lan çalışma sonuçları farklılıklar göstermektedir (10,11). Araştırmamızda; CD4+ T lenfositleri (yardımcı T), çalışma grubunda kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşüktü (p<0.05). Diğer lenfosit alt grupları açısından ise farklılığın anlamlı olmadığı saptandı. CD4+ T lenfositleri, antikor yapıcı B hücrelerinin, sitotoksik T hücreleri ve supresör T hücrelerinin aktivitelerini şiddetlendirirler. CD4+ T lenfositleri azlığında efektör T ve B hücrelerinin antijene cevabı zayıf

olur. Ayrıca, bu hücreler çeşitli lenfokinler salgılayarak, T hücrelerinin, monosit ve makrofajların ve diğer bazı hücrelerin sayıca ve etkinlikçe güçlenmelerini sağladıklarından dolayı yardımcı T lenfositleri immün orkestranın şef hücreleridir (12). Bu hücrelerdeki önemli derecede azalma sonucu yukarıda bahsedilen fonksiyonlardaki azalmaya bağlı olarak edinsel immün yanıtta defektler oluşabilir. Bu nedenle radyoloji çalışanlarında immün yanıt eksikliği açısından zaman zaman takip gerekebilir.

Periferik kan lenfositlerinde in vitro düşük ve yüksek doz iyonizan radyasyona maruziyet sonrası, T supresör lenfositlerin, yardımcı T hücrelerine göre daha yüksek oranda mikronükleus ürettiği gösterilmiştir. Bununla birlikte, radyasyonun etkilerine bağlı olarak, proliferasyon yeteneği yönünden, yardımcı T hücrelerinin, T-supresör lenfositlere göre daha hassas olduğu saptanmıştır (13). Tuschl ve ark., yaptıkları çalışmada düşük doz radyasyona maruz kalanlarda CD2+ hücrelerin relatif olarak çok hafif etkilendiğini, diğer T lenfosit profilinin ise etkilenmediğini bildirmişlerdi (14). Forslund ve ark., 6-27 yıl arası düşük doz radyasyona maruz kalan radyoloji çalışanlarında T-yardımcı/T-supresör oranını araştırmışlar ve kontrol grubu ile aralarında anlamlı bir farklılık olmadığını saptamışlardır (15). Çalışmamızda da CD4+/CD8+ oranı açısından her iki grup arasında anlamlı farklılık yoktu.

Hrycek ve ark. radyoloji çalışanları arasında periferik kan lenfositlerinin kadınlarda düşük sayıda olduğunu bildirmişlerdir (9). Cinsiyet açısından lenfosit alt grupları karşılaştırıldığında; çalışma grubunda CD4+ T lenfosit oranının kadınlarda (37.12±6.45) erkeklere (41.47±4.45) göre anlamlı düzeyde düşük olduğu saptandı (p<0.05).

Literatürde iyonizan radyasyona maruz kalanlarda humoral immünitinin araştırıldığı çalışmalar sınırlıdır. İakovlev ve ark. yaptıkları çalışmada iyonizan radyasyona maruz kalan kadınlarda humoral immünite parametrelerini araştırmış, natürel ve spesifik

Tablo 6. Enzim parametreleri arası regresyon analiz sonuçları

	Aril esteraz		MDA	
Kontrol grubu paraoksonaz aktivitesi	0.804	(p=0.046)	-0.037	(p=0.416)
Paraoksonaz aktivitesi (RÇ)	0.619	(p=0.071)	-0.218	(p=0.036)
Paraoksonaz aktivitesi (kadın) (RÇ)	0.450	(p=0.158)	-0.031	(p=0.075)
Paraoksonaz aktivitesi (erkek) (RÇ)	0.045	(p=0.842)	-0.146	(p=0.104)
Sigara içen paraoksonaz aktivitesi (kadın) (RÇ)	0.622	(p=0.012)	-0.684	(p=0.007)
Sigara içen paraoksonaz aktivitesi (erkek) (RÇ)	0.585	(p=0.058)	-0.360	(p=0.017)
Yüksek doz alan paraoksonaz aktivite (kadın) (RÇ)	0.391	(p=0.048)	-0.397	(p=0.045)
Yüksek doz alan paraoksonaz aktivite (erkek) (RÇ)	0.287	(p=0.034)	-0.259	(p=0.067)
Düşük doz alan paraoksonaz aktivite (kadın) (RÇ)	0.293	(p=0.084)	-0.305	(p=0.145)
Düşük doz alan paraoksonaz aktivitesi (erkek) (RÇ)	0.394	(p=0.141)	-0.322	(p=0.112)

RÇ: Radyoloji çalışanları
MDA: Malondialdehit

immünglobülinlerin azaldığını, B hücrelerinin CD4+ ve CD8+ T-hücrelerinden daha radyosensitif olduğunu saptamıştır (16). Araştırmamızda, radyoloji çalışanlarının periferik kan CD19+ B lenfosit düzeyi, istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, kontrol grubuna göre daha düşüktü. Ayrıca, serum ortalama C3, C4 ve total IgG, IgM, IgA düzeylerinin kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşük olduğu saptandı ($p<0.001$). Bu durumda, uzun dönem iyonizan radyasyona maruz kalanlarda, özellikle ekstraselüler ajanlarla oluşan infeksiyonlara yakalanma riskinin artabileceği düşünülebilir.

Lenfosit alt grupları yönünden karşılaştırıldığında, çalışma grubundaki sigara içenlerle içmeyenler arasında anlamlı farklılık saptanmadı. Bununla birlikte, sigara içenlerde IgA ve IgM düzeylerinin sigara içmeyenlere göre anlamlı düzeyde düşük olduğu saptandı ($p<0.05$). Radyoloji çalışanlarından uzun süreli sigara içenlerde, sigara içmeyenlerle karşılaştırıldığında immünglobülinlerin azaldığı bildirilmiştir (17).

Radyoloji çalışanlarında paraoksonaz aktivitesinin düşük, lipit peroksit düzeylerinin yüksek bulunması ateroskleroz riskini artırmaktadır. Bu nedenle radyoloji çalışanlarına; antioksidan kapasiteyi artırıcı diyet ile beslenmesi ve oksidatif stresi tetikleyen ilaç ve sigara kullanımı gibi benzer durumlardan kaçınılması tavsiye edilmelidir.

Son yıllardaki çalışmalara göre farklı paraoksonaz genotiplerinin aterosklerozu önlemedeki rolü hala tartışmalı olmakla birlikte düşük aktivite genotipine sahip bireylerin ateroskleroz riskinin daha fazla olduğu giderek daha çok kabul görmektedir (18- 20).

Çalışmamızda iyonizan radyasyona maruz kalan radyoloji alanında çalışan bireylerde düşük aktiviteli paraoksonaz fenotipinin daha yaygın (%59) olarak bulunduğu paraoksonaz aktivitesi ile aril esteraz aktivitelerinin serum MDA düzeyleri ile istatistiksel olarak anlamlı değişim ($r=-0.385$, $p<0.05$) gösterdiği saptandı.

Doğal ve edinsel immünite yönünden bakıldığında antikorların koruyucu immünitede çok çeşitli fonksiyonları vardır. Özellikle, mukozal immünite koruyuculuğunda IgA ve IgM'nin etkili olduğu bilinmektedir. Sigara içme alışkanlığının, entegre immün sistem üzerindeki etkileri henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Bununla beraber, sigaranın alveolar makrofajların fonksiyonunu bozduğu gösterilmiştir (12). Bu nedenle, sigara kullanımının radyoloji çalışanlarında humoral immünitenin olumsuz etkilenmesi açısından ikinci bir önemli risk faktörü oluşturacağı göz önüne alınmalıdır.

Radyoloji çalışanlarında, etkiledikleri absorbe doza paralel ağırlıkta yan etkiler oluşacağından dolayı, bu kişilerin radyasyondan korunmaya olabildiğince dikkat etmelerinin yanında periyodik olarak immün fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve kan

biyokimyası yönünden periyodik olarak izlenmelerinin önemli olacağı kanaatindeyiz.

Radyoloji çalışanlarının iyonizan radyasyondan tamamen korunması mümkün olmamakla birlikte bu bireylerin oksidan stresi tetikleyen sigara kullanımından kaçınması ve diyetlerine antioksidan sistemi aktive edici besinlerin eklemelerini de önermekteyiz.

BIOCHEMICAL AND IMMUNOLOGICAL EFFECTS OF IONIZING RADIATION IN RADIOLOGY STAFF MEMBERS

PURPOSE: This study aimed to investigate the influence of occupational exposures to long term low-dose ionizing radiation on blood biochemistry and immunity levels of the radiology staff.

MATERIALS AND METHODS: Fifty-one subjects, aged between 21-57 years (30.06±7.02 years), working in the department of radiology were enrolled to this study. Twenty-five subjects (49.1%) were female and 26 (50.9%) were male. Control group consisted of 40 healthy non-smoking subjects aged between 20-60 years (mean 31.5±5.75) who had never been exposed to radiation; 19 (47.5%) of these were female and 21 (52.5%) male. Venous blood samples were obtained from the radiology staff and control group and immunological and biochemical analysis of samples were performed.

RESULTS: CD4+ T-lymphocyte ratio, and serum total IgA, IgG, IgM and C3, C4 levels were lower in the radiology staff compared to the controls. Serum triglycerides and paraoxonase activities were increased in the radiology staff (p<0.05).

CONCLUSION: In radiology workers exposed to long-term low-dose ionizing radiation, levels of the CD4+ T lymphocytes, total immunoglobulins (IgA, IgG, IgM), C3 and C4 levels were lower, while serum triglyceride levels and paraoxonase activities were significantly higher (p<0.05). IgA and IgM levels of smoker radiology workers were significantly lower than non-smoker radiology workers (p<0.05). Since the staff members of department of radiology are vulnerable to the side effects in parallel to the dose of radiation being exposed, we think that in addition to avoiding radiation as much as possible, they should have periodical blood biochemistry and immune function tests.

Key words: • radiation, ionizing • immunity • radiology • medical staff

Tani Girisim Radyol 2004; 10:97-102

10. Nakamura N, Kusunoki Y, Akiyama M. Radiosensitivity of CD4 or CD8 positive human T-lymphocytes by an in vitro colony formation assay. *Radiat Res* 1990; 123:224-227.
11. Williams JL, Patchen ML, Darden JH, Jackson WE. Effects of radiation on survival and recovery of T lymphocyte subsets in C3H/HeN mice. *Exp Hematol* 1994; 22: 510-516.
12. Kılıçturgay K. İmmünoloji. İstanbul Güneş & Nobel Kitabevi, 2003; 15-51,429-434.
13. Wuttke K, Streffer C, Muller WU. Radiation induced micronuclei in subpopulations of human lymphocytes. *Mutat Res* 1993; 286: 181-188.
14. Tuschl H, Kovec R, Wottawa A. T-lymphocyte subsets in occupationally exposed persons. *Int J Radiat Biol* 1990; 58:651-659.
15. Forslund T, Welin MG, Laasonen L, Weber TH, Edgren J. Peripheral blood lymphocyte subsets in radiologists exposed to ionizing radiation. *Acta Radiol Oncol* 1985; 24:415-417.
16. Iakovlev NI, Fedorova MV, Zhilenko MI, Aleksandrova AV, Rebrova TV. The immune status of nonpregnant and pregnant women living constantly under ionizing radiation exposure conditions. *Akush Ginekolog* 1991; 11:42-45 (abstract).
17. Wagner V, Skokanova V, Skokanova K, Wagnerova M, Heribanova A, Riha M. Morbidity and immunological test in miners working in mines with low ionizing radiation level. *Czech Med* 1984; 7:65-77.
18. Mackness MI, Mackness B, Durrington PN, Connelly PW, Hegele RA. Paraoxonase: biochemistry, genetics and relationship to plasma lipoproteins. *Curr Opin Lipidol* 1996; 7:69-76.
19. Eckerson HW, Romson JC, Wyte BN, La Du BN. The human serum paraoxonase polymorphism: identification of phenotypes by their response to salts. *Am J Hum Genet* 1983; 35:214-227.
20. Sozmen EY, Sozmen B, Girgin FK, Delen Y, Azarsiz E, Erdener D, Ersoz B. Antioxidant enzymes and paraoxonase show a co-activity in preserving low-density lipoprotein from oxidation. *Clin Exp Med* 2001; 1:195-199.

Kaynaklar

1. Tuncel E, Klinik Radyoloji. İkinci Baskı. Güneş Nobel Tıp Kitapları, Bursa: 2002; 25-30.
2. Soldatov SK, Ushakov IB. Low doses of ionizing radiation and short- and long-term hematologic changes. *Med Tr Prom Ekol* 1995; 9:20-23 (abstract).
3. Hrycek A, Stieber M. Selected problems concerning X-ray influence on leukocytes. *Wiad Lek* 1994; 47:288-291(abstract).
4. Prasad KN. Handbook of Radiobiology. 2nd edition. New York: CRC Press, 1995; 193-200.
5. Mcdermoti CE, Gengozian N. The effect of low exposure-rate gamma irradiation on T and B lymphocyte function in the mouse. *Int J Radiat Biol* 1980; 37:415.
6. Hagelstrom AH, Gorla NB, Larripa IB. Chromosomal damage in workers occupationally exposed to chronic low level ionizing radiation. *Toxicol Lett* 1995; 76:113-117.
7. Brovall C, Schacter B. Radiation sensitivity of human natural killer cell activity: control by x-linked genes. *J Immunol* 1981; 126:2236.
8. Bozbıyık A, Özdemir Ç, Hancı H. Radyasyon Yaralanmaları ve Korunma Yöntemleri. *Sted* 2002; 11:272-274.
9. Hrycek A, Micinska AC, Klucinski P, Badowski R. Peripheral blood lymphocytes and selected serum interleukins in workers operating X-ray equipment. *Toxicol Lett* 2002; 132:101-107.