

X İŞİNİNİN LENFOSİT YAŞAM SÜRESİ VE KARDEŞ KROMATİD DEĞİŞİM ORANLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Etem Akbaş^{*}, Ayla Çelik^{**}, Ebru Derici^{*}, Fatma Söylemez^{*}

* Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Tibbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı

** Mersin Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

X işininin kalıtsal materyal üzerine mutajenik etkisi bilinmektedir. Yapılan pek çok araştırma ile X işininin DNA sentezini ve mitoz bölünmeyi geciktirici veya durdurucu hatta yüksek dozlarda hücrelerde ölümcül etki gösterdiği ortaya konmuştur. Bu çalışmada; mesleki yaşıtları gereği düşük dozda ancak uzun süreli radyasyon etkisinde kalan radyoloji teknisyenlerinde X işininin, özgün bağışıklık sistemimizin temel hücreleri olan *lenfositlerde yaşam süresi* üzerine etkileri ve dolaylı bir mutajenite testi olarak kabul edilen *Sister Chromatid Exchange (SCE) oranları* üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma populasyonumuzda kontrol grubu; Yakın geçmişinde radyoterapi görmemiş, alkol ve sigara alışkanlığı olmayan ayrıca herhangi bir ilaç kullanmayan 25 erkek ve 25 bayandan oluşmuştur. Deney grubu ise aynı özellikleri taşıyan 25 erkek ve 25 bayan radyoloji teknisyeninden oluşmuştur. Bireylerden alınan kanın bir bölümünden bir tanesi Kardeş Kromatid Değişimi (sister-chromatid exchange = SCE) analizi için, diğer de mitotik indeks değerlerinin saptanması için olmak üzere iki tane lenfosit kültürü hazırlandı. Kan örneğinin diğer bölümünden ise hemogram cihazı ile 1 mm^3 kandaki, lökosit ve lenfosit sayısı ve lenfosit oranı saptandı. Lenfositlerin mitoza giriş hızı ve mevcut sayısı korele edilerek lenfosit yaşam süresi belirlendi. Kontrol grubuna göre radyoloji teknisyenlerinde mitotik indeks oranı % 8,17 ($p < 0,05$), lökosit sayısı % 14,42 ($p < 0,01$), lenfosit değeri % 13,33 ($p < 0,05$) oranında düşüş göstermiştir. Lenfosit yaşam süresi ise erkek radyoloji teknisyenlerinde

Yazışma Adresi :

Dr. Etem Akbaş

Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi

Tibbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı

Yenişehir Kampüsü 33160-Mersin

e-mail: eakbas@mersin.edu.tr

% 8,7 ($p<0.05$) düşme gösternesine karşın, bayan radyoloji teknisyenlerinde ise lenfosit yaşam süresi % 2,1 oranında azalma ile istatistiksel anlamlılık limitlerine ulaşmamıştır($P>0.05$). SCE oranları ise kontrol grubuna göre radyoloji teknisyenlerinde daha yüksek bulunmuştur ($p<0.01$).

Anahtar kelimeler: X ray, Leucocyt counts, lymphocyt counts, mitotic index, sister-chromatid exchange, lymphocytes lifetime

SUMMARY

THE EFFECTS of X-RAY on THE LYMPHOCYTE LIFE-SPAN and SISTER CHROMATID EXCHANGE FREQUENCY

It is known that X-ray has an mutagenic effect. In previous studies; X-ray has been shown to induced DNA synthesis and mitosis. In this study: The effects of X-ray were investigated on the lymphocyte life-span and sister chromatid exchange (SCE), a mutagenic test, in the radiology technicians exposed to occupationally radiation at the low level but long term. Twenty-five male and female workers occupationally exposed to radiation were recruited in this investigation. Non-smoker and non-exposed to radiation healthy males and females in same number were volunteered as control group. Three tests were performed: SEC analysis, Mitotic index test and the blood cells counting. To calculate the lymphocyte life-span was used mitotic index values and lymphocyte count. A significant difference for SCE frequency was found between radiation exposed workers and control ($p<0.01$). In the radiology technicians; the decrease in mitotic index leucocyte count and lymphocyte count is 8.17 %, 14.42 % and 13.33 % - ($p<0.05$), ($p<0.01$), ($p<0.05$), respectively. While the decrease in lymphocyte life-span is 8.7 % in male radiology technicians, the decrease in lymphocyte life-span is 2.1 % in female radiology technicians. Therefore, these values were not statistically significant ($p>0.05$).

Keywords: X-Ray, lymphocyte count, leucocyte count, mitotic index, sister chromatid exchange, lymphocyte life-span.

GİRİŞ

Çeşitli işnim kaynakları her geçen gün tıbbi tanı ve sağaltım alanında daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Hastanelerin radyoloji ünitelerinde en yaygın kullanılan ışın türü X ışınıdır. X ışını iyonizan ışın olması nedeni ile canlı bünyede yaşamsal öneme sahip DNA, RNA proteinler ve enzimler gibi moleküllerin yapılarını bozucu ve biyokimyasal aktivitelerin işleyişini aksatıcı etkisi vardır(1). Bu noktadan

hareketle yapılan pek çok çalışma ile radyasyonun kalitsal materyal üzerinde DNA sentezini kısıtlayıcı ve mutajenik etki gösterdiği ortaya konmuştur. Radyasyon hrenin yaşam döngüsünde interfazın G1, S ve G2 evresinde gecikmeye neden olur. G1'in durdurulması P 53 tümör suppressör geni tarafından düzenlenir. Bu olay P 53 expresyonunun artmasına bağlı olarak cyclin CDK kinazlarının inhibisyonu ve WAF1/Cip 1 dönüşümünün inhibisyonu

şeklinde olur. S evresindeki geciktirme ise radyasyona duyarlı ve dirençli komponentlerin etkilenmesi ile olduğu sanılmaktadır ancak mekanizma tam olarak aydınlatılamamıştır. G2'nin geciktirilmesi ise; G2'den mitoza geçişini düzenleyen Cyclin B1 ve p34cdc2 proteini kodlayan gen expresyonunun azalmasından kaynaklanır (2).

Hücre düzeyinde yapılan çalışmalar ile radyasyonun stem-cell ve proliferatif hücrelerde üremeyi (mitozu) kısıtlayıcı ve proliferasyonu yavaşlatıcı etkisi ortaya konmuştur(3-4). İyonize radyasyon mitotik veya klonojenik hücre ölümüne neden olarak ve apoptoz yoluyla olmak üzere iki farklı yolla hücre ölümüne neden olur(5). İkinci dünya savaşında Japonyanın iki kentinde yaşanmış olan nükleer silah felaketi sonrasında savaş madurları ve Ukraynadaki Çernobil nükleer santralindeki sızıntıdan etkilenen kazazeler üzerinde yapılan çalışmalarda; kan hücrelerinin oluşumundan sorumlu Multipotent stem cell hücrelerindeki kayıplar sonucu uzun süreli kalıcı anemi ve lökopeni saptanmıştır (6,7). Bu bilgi, kontrollü olarak ve belirli dozda radyasyonla (Sezym 137 izotopu 2500-3000 cGy) kan transfizyonu öncesinde kan örneklerine uygulanarak kandaki lenfositlerin mitozla çoğalmalarının önüne geçilmekte ve Graft Versus Host Hastalığını önlemek amacıyla kullanılmaktadır(8).

Radyoloji teknisyenleri mesleki yaştıları gereği etkilendikleri radyasyonun çeşitli olumsuz etkileri ile karşı karşıyadır. Radyoloji ünitesi çalışanlarına bu riskler nedeniyle çalışma koşullarında bir takım yasal güvenceler (Mesai süresi daha kısa, yıllık izinleri daha uzun, özel kıyafet, özel beslenme gideri v.b.) sağlanmıştır. Ancak yine de bu insanların uzun süreli olarak

bu alanda kalma zorunluluğunu bulunması, birazda bu önlemlere uymada gösterilebilecek duyarsızlıklar nedeniyle önemli risk altında bulundukları bir gerçektir. Bu çalışmada radyoloji teknisyenlerinde: Bağışıklık sistemi hücrelerinin genelini oluşturan lökositler ve özgün bağışıklık sistemi hücreleri olan lenfosit değerleri belirlenecek ve kontrol grubu ile fark kıyaslanacaktır. En özgün bulgumuz ise Lenfositlerin oluşum hızı olarak yorumlanan mitotik indeks değeri ve lenfositlerin mevcut sayısı birlikte yorumlanarak X işini etkisiyle lenfositlerin yaşam süreçlerinde ortaya çıkan farkın gösterilmesidir. Ayrıca X işininin mutajenik etkisi, indirekt mutajenite testi olarak kabul edilen SCE analizi ile ortaya konmuştur.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma populasyonumuz yaşıları 20-40 arasında değişen sağlıklı bireylerden oluşmuştur. Kontrol grubunda 25 bay ve 25 bayan olmak üzere 50 kişi, Deney grubunda da 25 bay ve 25 bayan radyoloji teknisyeni olmak üzere 50 kişiden oluşmuştur. Araştırma populasyonumuz toplam 100 kişiden oluşmuştur. Kontrol grubu sigara ve alkol alışkanlığı olmayan, yakın geçmişinde herhangi bir enfeksiyon geçirmemiş ve ilaç kullanmayan ve de radyoterapi görmemiş sağlıklı bireylerden oluşturuldu. Deney grubundaki bireyler ise aynı özellikleri taşıyan ancak radyoloji ünitesi çalışanlarından oluşturuldu. Deney grubumuzdaki bireylerin radyoloji ünitelerindeki görev yerleri zaman zaman değişmekle birlikte erkek bireylerin çoğunuğunun X işini kaynağı olan röntgen çekim ünitelerinde, bayanların çoğunuğunun ise X işini kaynağının biraz daha uzağında yer alan filmlerin banyosu, hasta kabul ve kayıt ünitelerinde çalıştığı gözlendi.

Bireylerden alınan kan örnekleri ikiye ayrıldı. Birinci bölümde iki tane 72 saatlik lenfosit kültürü hazırlandı. Bir tanesi SCE için: IAEA protokolüne uygun olarak 10 M BUdR içeren ve % 16 Fetel calf serum + % 80 medium 199 + % 4 Phytohemagglutinin'den oluşan ortamda yapıldı(9). Kardeş kromatid değişimi; timin nükleotidi analoğu olan BUdR varlığında DNA eşlemesi ilkesine dayanan kromozomal düzeyde mutajen ve klastojen etmenlerin kromozomlar üzerinde kardeş kromatidlerin yanlış yer değişim oranlarını belirlemeye kullanılır. SCE için hazırlanan preperatlardan her birey için 50 adet metafaz plaqı değerlendirildi. İkinci kültür de Mitotik indeks için: SCE kültür ortamından farklı olarak BUdR içermeyen ortamda yapıldı. Kürtlere preparasyon saatinden 1,5 saat önce kolşisin uygulanarak hücrelerin mitoz aşamasındaki hücrelerin bloke edilmesi sağlandı (10). Her birey için hazırlanan preparatlar araştırma mikroskobunda $40 \times 10 = 400$ büyütmede taranıp 1000 tane hücre sayilarak bunların içinde mitoz aşamasında olanların miktarı saptandı. Mitotik indeksi oluşturmak için bu değer daha sonra %'ye dönüştürüldü. Mitotik indeks değeri hücrelerin mitoza giriş hızı olarak yorumlandı. Kan örneğinin İkinci bölümü CELLOYN 3500 R tipi hemogram cihazında değerlendirilerek birim hacimdeki lenfosit saptandı. Mitotik indeks değerleri hücrelerin mitoza giriş hızını, birim hacimdeki lenfosit sayısı da mevcut durumu gösterdiğinde bu iki değer birlikte yorumlanarak indirekt olarak lenfosit yaşam süresi farkının saptanmasında kullanıldı.

Birim hacimdeki mitotik indeks, lenfosit sayısı ve SCE oranlarının istatistiksel değerlendirmesi: Bulgulara karekök transformasyonu uygulandıktan sonra

Kalmogorov – Simirnov testiyle normal dağılıma uygunluğu gösterildi ve İki yönlü varyans analizi tekniği olan interaksiyonlu model kullanıldı. Lenfosit sayısı ve mitotik indeks artışı arasındaki ilişki Korelesyon ve Regresyon analizi ile test edildi. Lenfosit yaşam süresi için t-oran testi kullanıldı (11).

BULGULAR

Kontrol ve deney grubuna ait Lökosit sayısı, lenfosit sayısı, lenfosit/lökosit oranı, mitotik indeks değerleri ve SCE oranlarına ait genel bulgular ve istatistiksel değerlendirme sonuçları çizelge I'de verilmiştir. Kontrol grubunda yer alan erkek bireylerin yaş ortalaması 27,9'dur. Mitotik indeks değeri: % 2,23, birim hacimdeki lökosit sayısı 7328, lenfosit sayısı: 2347, lenfosit/lökosit oranı % 32,52 ve SCE oranı 5,95 tir. Kontrol grubunda yer alan bayanların yaş ortalaması 27,7'dur. Mitotik indeks değeri: % 1,93, birim hacimdeki lökosit sayısı 7434, lenfosit sayısı: 2044, lenfosit/lökosit oranı % 28,07 ve SCE oranı 5,73 tür.

Deney grubundaki erkek bireylerin yaş ortalaması 34,24 ve ortalama görev süresi 9 yıl 5 aydır. Erkek bireylerden 16 kişi röntgen çekim ünitesi, 5 tanesi film banyo ünitesi 4 kişi hasta kabul ve evrak tanzim ünitelerinde görev yapmaktadır. Mitotik indeks değeri: % 2, birim hacimdeki lökosit sayısı 5865, lenfosit sayısı: 1901, lenfosit/lökosit oranı % 32,4 ve SCE oranı 7,44 tür. Deney grubundaki bayanın yaş ortalaması 29,7 ve ortalama görev süresi 7,5 yıldır. Bayan teknisyenlerden 6 kişi röntgen çekim ünitesi, 7 tanesi film banyo ünitesi 12 kişi hasta kabul ve evrak tanzim ünitelerinde görev yapmaktadır. Mitotik indeks değeri: % 1,82, birim hacimdeki lökosit sayısı 6768, lenfosit sayısı: 1884, lenfosit/lökosit oranı % 27,8 ve

SCE oranı 7,08 dir (Tablo 1).

Tablo1: Kontrol ve deney grubuna ait genel bulgular ve istatistiksel değerlendirme sonuçları

	Kontrol grubu			Deney grubu			İstatistiksel Değerlendirme Sonuçları		
	Erkekler (I)	Bayanlar (II)	Genel (III)	Erkekler (IV)	Bayanlar (V)	Genel (VI)	I-IV	II-V	III-VI
Mitotik index (%)	2,23±0,10	1,93±0,10	2,08±0,08	2,0±0,11	1,82±0,1	1,91±0,09	-	-	-
Lökosit sayısı (mm ³)	7328±360	7434±401	7381±267	5865±386	6768±412	6316±380	**	**	**
Lenfosit sayısı (mm ³)	2347±123	2044±124	2195±124	1901±90	1884±107	1892±84	**	**	**
Lenfosit/ Lökosit (%)	32,52±1,3	28,07±1,3	30,03±1	32,4±1,4	27,8±1,3	30,1±1,1	-	-	-
SCE /metafaz	5,95±0,3	5,73±0,2	5,84±0,2	7,44±0,6	7,08±0,5	7,26±0,4	**	**	**
Yaş	27,9	27,7	27,8	34,2	29,7	31,9	* p<0,05	** p<0,01	

Deney grubu ve kontrol grubuna ait bulguları birbiri ile kıyasladığımızda: Mitotik indeks, Lökosit sayısı ve lenfosit sayısı düşmüştür ($p<0,05$ veya $p<0,01$). Bu durum erkek bireyler ve bayanlarda aynen tekrarlanmaktadır. Lenfosit/lökosit oranı açısından kontrol grubu ve deney grubu arasında bir fark bulunamamıştır. Radyoloji teknisyenlerine ait SCE oranları ise; erkeklerde, bayanlarda ve genelde belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur ($p<0,01$).

Lenfosit yaşam süresi: Mitotik indeks yani hücrelerin mitoza girerek çoğalma hızı kontrol grubu genelinde 2,08 iken – deney grubunda 1,91'e düşerken % 8,17 lik bir azalma göstermiştir. Lenfosit sayısı ise 2195'ten 1892'ye düşerken % 13,8 oranında azalmıştır. Yani hücrelerin çoğalma hızındaki % 8,17 oranındaki düşme lenfosit sayısına % 13,8 oranında yansımıştir. Bu durumda radyoloji ünitesi çalışanlarında genel olarak lenfositlerin yaşam süresinin %19 - %10,3 = % 8,7 oranında daha kısa olduğu ortaya çıkmaktadır ($p<0,05$). Bayanlarda ise lenfosit yaşam süresindeki kısalma ancak % 2,1 de kalmakta ve istatistiksel anlam taşımamaktadır.

indeks; 2,23 iken – deney grubunda 2'ye düşerken % 10,3 lük bir azalma göstermiştir. Lenfosit sayısı ise 2347'den 1901'e düşerken % 19 oranında azalmıştır. Yani hücrelerin çoğalma hızındaki % 10,3 oranındaki düşme lenfosit sayısına %19 oranında yansımıştir. Bu durumda radyoloji ünitesi çalışanlarında genel olarak lenfositlerin yaşam süresinin %19 - %10,3 = % 8,7 oranında daha kısa olduğu ortaya çıkmaktadır ($p<0,05$). Bayanlarda ise lenfosit yaşam süresindeki kısalma ancak % 2,1 de kalmakta ve istatistiksel anlam taşımamaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Geçerleştirmiş olduğumuz bu çalışma ile X işininin: Mitotik indeks, Lökosit sayısı ve lenfosit sayısında önemli ölçüde azalmaya neden olduğu, lenfosit/lökosit oranını etkilemediği ve SCE oranlarında ise yükselmeye neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca X işininin erkek bireylerde lenfosit yaşam süresinde azalmaya neden olduğu ortaya konmuştur. X işininin Lenfositlerde yaşam süresine etkisi görülmemekle beraber bunun bayanların çalışma mesafelerinin işin kaynaklarına olan uzaklığını ve ortalama çalışma sürelerinin erkeklerden yaklaşık 2 yıl daha kısa olduğundan kaynaklandığı kanısındayız Konumuzla ilgili literatür bulguları şunlardır:

Taradii ve arkadaşları(6); 3 ile 15 yıl arasında radyasyon etkisinde kalan Çernobil kazazelerinden düşük T-lenfosit değerine sahip bir grubu 24 gün süre ile yüksek dağ koşullarında rehabilite ederek lenfosit sayısında yükselme sağlamışlardır. Suvorova ve arkadaşları (7); 3-6 gün radyasyon etkisinde kalmış, kusma ve bulantı sorunu yaşayan çernobil kazazelerinde lenfosit sayısının %

50 oranında azaldığını gözlemlemiştir. Rozgaj ve arkadaşları (12); hastane çalışanları üzerinde yaptığı sitogenetik ve hematolojik çalışmada radyoloji ünitesinde çalışanlarda lökosit, lenfosit ve trombosit değerlerini daha düşük bulurken bu bireylerdeki kromozomal düzensizlik oranlarını kontrol grubuna göre daha yüksek bulmuşlardır. Rovley ve arkadaşları(1); iyonize radyasyonun ökaryotik hücrelerde DNA sentezine etkilerini incelediği çalışmada, İyonize işinin S-phase damage -sensing'i etkileyerek S evresi başlangıcı kontrol noktası üzerinden mitozu yavaşlattığını belirlemiştir. Akbaş ve arkadaşları(13); Trimethoprim, sigara ve X işininin mitotik aktiviteye kombine etkilerini inceledikleri çalışmada, 2 saat süre ile kolisin blokajında mitotik indeks değerini 2,74 olarak belirlemiştir. Salon ve arkadaşları (14); Düşük doz radyasyonun hücrenin yaşam döngüsü kinetiği ve mitozun yavaşlatılmasına olan etkilerini inceledikleri çalışmada 4-6 hafta süreyle 2 cGy dozunda X işimi uygulanmış lenfositlerin G2 ve S fazında blokajların arttığını saptamışlardır. Bogen (15) ; İyonize radyasyonun sitogenetik ve sitotoksik etkilerinden hareketle lenfosit yaşam süresine etkilerini belirlemeye çalıştığı araştırmada, ortalama 1,5-10 yıl arasında olan T-lenfositlerin yaşam sürelerini - 20 yıldan fazla tedavi sonrası X işini uygulanmış ankylosing spondilitis hastalarında T1 hücreleri için 1,1(0,76-1,9) ve T2 hücreleri için 6,3 (5,8-6,9) olarak belirlemiştir.

Lazutka ve Dedonyte (16); Çernobilde açık havada çalışan işçilerde SCE frekansını incelediği çalışmada, kontrol grubunda 7,45 olan SCE frekansının - deney grubunda 10,3'e yükseldiğini saptamışlardır. Pleskach ve arkadaşlar (17); Radyasyon uygulanmış hücrelerde SCE ve DNA sentezi inhibisyonu

konulu çalışmalarında, X işininin DNA sentezini yavaşlattığını ve SCE oranlarını artırduğunu saptamışlardır. Sabti ve arkadaşları (18); Çevresel klastojenden etkilenmiş işçilerde kromozomal hasarları incelediği çalışmada, Büro işçilerinde 4,87 olan SCE oranının, Reaktör çalışanlarında 9,47'ye, Radyoloji ünitesi çalışanlarında 9,8'e yükseldiğini saptamışlardır. Akbaş ve arkadaşları (19) Trimethoprim, sigara ve X işininin kromozom düzensizlikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, Kontrol grubunda % 1,72 olan yapısal kromozom düzensizliği oranını - radyoloji teknisyenlerinde % 3,73'e yükseldiğini belirlemiştir. Holmberk ve arkadaşları (20); İyonize radyasyonun T-lenfositlerde kromozomal düzensizliklere etkisini incelediği çalışmada 3-Gy X-işininin subklonal ve klonal olmayan kromatid ve kromozom kırıklarına neden olduğunu belirlemiştir. Bochkov ve arkadaşları(21); kontrol grubunda % 4,69 olan kromozom düzensizliğini 1,8-3,7 Gy radyasyon uygulananlarda % 6,04 ve 9,3-15,7 Gy radyasyon uygulanan kültürlerde % 6,64 oranında kromozomal düzensizlik saptamıştır.

Radyoloji teknisyenlerinde lökosit ve lenfosit sayısının daha düşük olduğu şeklindeki bulgumuz; 6, 7 ve 12 numaralı literatür bulgularıyla birbirini desteklemektedir. Mitotik indeks değerinin yanı hücrelerin mitoza girerek çoğalma hızının X işini etkisi ile düştüğü şeklindeki bulgumuz; 1 ve 17 numaralı literatürde radyasyonun DNA sentezini yavaşlatıcı etkisinin gösterilmesi, 14 numaralı literatür ile de mitozu yavaşlatıcı etkisinin gösterilmesi nedeniyle bulgumuzla uyum içindedir. Bizim 2,08 olarak bulduğumuz mitotik indeksin 13 numaralı literatürde ise 2,74 olması, söz konusu çalışmada mitozu etkileme

özellikleri bilinen üç klastojen etmenin bir arada uygulanması ve kolisin blokajının yarımsaat daha fazla olması nedeniyle sorun oluşturmaktadır. Erkek radyoloji teknisyenlerinde lenfosit yaşam süresinin daha kısa olduğu şeklindeki bulgumuz, 15 numaralı literatürde farklı bir yöntem kullanılmakla beraber birbirini desteklemektedir. X ışınının SCE oranlarını artırdığı şeklindeki bulgumuz; 16,17 v3 18 numaralı literatür bulgularıyla birbirlerini desteklemektedir. Ayrıca 19, 20 ve 21 numaralı literatürlerdeki X ışınının kromozomal düzensizliklere neden olduğu ve düzensizlik oranlarını artırdığı şeklindeki bulgular da bizim SCE oranlarının arttığı şeklindeki bulgumuzla uyum içindedir. Sonuç; Mesleki yaşıntıları gereği X ışını etkisinde kalan radyoloji teknisyenlerinin bağışıklık sistemi hücreleri olan lökositler ve özgün bağışıklık sistemi hücresi olan lenfositlerin oluşma sürecinde mitozun yavaşlaması nedeniyle sayısal değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Erkek teknisyenlerin radyasyon kaynaklarına daha yakın alanlarda görev yapmaları ve görev sürelerinin daha uzun olması nedeniyle lenfosit hücrelerinin yaşam sürelerinin de kısa olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu meslek grubunun pek çok literatürde gösterildiği gibi, bizim çalışmamızda da radyasyonun genotoksik olarak etkilendiği görülmektedir. Bu bilgiler kapsamında bu meslek grubundan bireylere yasalarla güvence altına alınmış haklarına titizlikle uyulması, güvenlik önlemlerinin artırılarak ve titizlikle uygulanması ve bu bireylerin bilinçlendirilmesi söz konusu risklerin azaltılmasına önemli katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Rowley R, Phillips EN, Schroeder AL: The effects of ionizing radiation on synthesis in eucaryotic cells. *Int J Radiat Biol.* 1999, 75(3): 267-83.
- Bernhard EJ, Maity A, Muschel RJ, McKenna WG: Effects of ionizing radiation on cell cycle progression. A review. *Radiat Environ Biophys.* 1995, 34(2):79-83.
- Yi PN, Stanley WS, Lee W: Relationship between mitotic delay and the minimum dose of X irradiation required to stop cell proliferation. *1993, 133(2):163-69.*
- Gupta N, Vij R, Haas-Kogan DA, Israel MA, Deen DF, Morgan WP: Cytogenetic damage and the radiation - induced G1-phase checkpoint. *Radiation Res.* 1996, 145(3):289-98.
- Ross GM: Induction of cell death by radiotherapy. *Endoc Relat Cancer.* 1999, 6(1): 41-4.
- Taradii NN, Beloshitskii PV, Kurdanov KhA: Changes in Lymphocyte cytochemical markers in radiation-exposed patients under mountain conditions. *Vestn Ross Akad Med Nauk.* 1997, (5):33-7.
- Suvorova LA, Christopol'skii AS, Gruzdev GP, Pokrovskaiia VN: The level of Lymphocytes in the peripheral blood as a criterion of the degree of severity of acute radiation sickness. *1991, 31(3): 291-96.*
- Bayık M: İşinlanmış hücre süspansiyonu transfüzyyonu endikasyonları: Kan Merkezleri ve Transfüzyon Seminerleri, Eğitim dizisi II. 2000, 33-35.
- IAEA Biological Dosimetry: Chromosomal aberrations analysis for the assessment . Tecknical Report No. 260. International Atomic Energy Agency. 1986 Vienna.
- Barc MJ, Knutsen T, Spurbeck JL; The AGT

- Cytogenetics Laboratory Manuel, Third Edition. Lippinott-Raven Publishers-1997, 665
11. Özdamar K; SPSS ile Biyoistatistik: Kaan kitabevi, Eskişehir, 1999, 317-40.
12. Rozgaj R, Kasuba V, Sentija K, Prlic I: Radiation-induced chromosomal aberrations and haematological alterations in hospital workers. Occup Med (lond), 1999, 49:353-60.
13. Akbaş E, Çelik A, Görkem G, Yüksekbaş Ş, Dalgınlı B: X işini ve Trimethoprim'in lenfosit kültürlerinde mitotik aktiviteye kombine etkileri. Erciyes Med J. 1998, 20(2): 110-14.
14. Salone B, Grillo R, Aillaud M, Bosi A, Oliveri G: Effects of low-dose (2cGy) x-ray on cell-cycle kinetics and on induced mitotic delay in human lymphocyte. Mutat Res. 1996, 13;351 (2); 193-97.
15. Bogen KT: Reassessment of human peripheral T-lymphocyte lifespan deduced from cytogenetic and cytotoxic effects of radiation. Int J Radiat Biol. 1993, 64(2):195-204.
16. Lazutka JR, Dedonyte V: Increased frequency of sister chromatid exchanges in lymphocytes of Chernobyl clean-up workers. Int J Radiat Biol. 1995, 67(6);671-6.
17. Pleskach NM, Andriadze MI, Michelson VM, Zhestyanikov VD: Sister chromatid exchanges and inhibition of DNA synthesis in irradiated human cells. Acta Biol Hung. 1990, 41(1-3):209-13.
18. Sabti KA, Lloyd DC, Edwards AA, Stegnar P: A survey of chromosomal damage in Slovenian workers exposed to occupational clastogens. Mutat Res. 1992; 280: 215 – 23.
19. Akbaş E, Budak T: Trimethoprim, sigara ve radyasyon'un (X işini) kromozom düzensizlikleri üzerine bağımsız ve kombine etkileri. Hacettepe Bulletin of Natural Science and Engineering. 1996, 25(17):35-57.
20. Holmberg K, Meijer AE, Auer G, Lambert BO: Delayed chromosomal instability in human T-lymphocyte clones exposed to ionizing radiation. Int J Radiat Biol. 1995, 68(3): 245-55.
21. Bochkov NP, Popova NA, Katosova LD, Iakovleva IuS, Nazarenko SA, Vasil'eva EO, Platonova VI, Chebotarev AN; Unusually high level of chromosome variability in cultured human peripheral blood lymphocytes. Genetica. 1999, 35(6):838-41.