

Ameliyathane Çalışanları ve Kardiyotoksosite: Geleneksel Derleme

Operating Room Employees and Cardiotoxicity: Traditional Review

¹Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN^a, ²Murat ŞAHİN^b

^aTrakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon ABD, Edirne, Türkiye

^bEdirne Sultan I. Murat Devlet Hastanesi, Edirne, Türkiye

ÖZET Ameliyathaneler, sağlık hizmetinin verildiği vazgeçilmez alanlar olmakla beraber ameliyathane çalışanlarında tedavi uygulamalarına bağlı sağlık sorunlarının geliştiği bilinmektedir. Çalışma saatlerini tamamiyle ameliyathane geçiren sağlık çalışanlarının çevre kirliliğine maruziyeti, hastaların operasyon için almak zorunda kaldığı ilaçlara bağlı gelişen toksisite kadar önemlidir. Mesleki toksisite, işyeri ortamında karşılaşılan veya maruz kalınan fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlere bağlı olarak gelişen istenmeyen etkileri inceleyen toksikoloji alt dalıdır. Mesleki kaynaklı hastalıklar, hastalık sürecini etkileyen kişisel ve çevresel etmenler ile birlikte çok etmenli olabilir. Kardiyovasküler hastalığın nedenlerini ortaya koymakta güçlükler olmasına rağmen mesleki kardiyovasküler sistem hastalıkları gelişen teknolojinin insan hayatına yansımaları ile giderek artmaktadır. Özellikle ameliyathane çalışma ortamlarında hasta için uygulanan inhalasyon ajanlarına sürekli maruz kalmak, elektrokoter ve laser ablasyon kullanımında oluşan cerrahi duman, stres, cihazların gürültülü çalışmaları, skopi çekimleri ve operasyon odası dışındaki nakil araçlarının kullanımını sırasında oluşan vibrasyon sağlık çalışanları için kardiyotoksosite için risk oluşturmaktadır. Bu etkenlerin birden fazlasına aynı ortamda maruziyet sorunlara neden olabilmektedir. Çevresel toksik maruziyetler haricinde stres ve kapalı alanda çalışmak da kardiyotoksosite için risk artırıcı rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra ameliyathane çalışanlarında spontan abortus, infertilite, hematolojik hastalıklar, karaciğer hastalıkları ve psikomotor bozukluklar ve ameliyathane çalışanlarının çocuklarında konjenital malformasyonlar gelişebilmektedir. Bu derlemede amacımız ameliyathane çalışanlarında maruz kalınan etkenlere bağlı gelişebilecek kardiyotoksositeyi gözden geçirmektir.

ABSTRACT Operating rooms are indispensable areas where health services are provided. However, it is known that health problems related to treatment practices develop in operating room workers. Exposure of health workers who spend their working hours in the operating room to environmental pollution is as important as the toxicity that develops due to the drugs that the patients have to take for the operation. In this sense, occupational toxicity is a sub-branch of toxicology that examines the undesirable effects that develop due to physical, chemical and biological factors encountered or exposed in the workplace environment. Occupational diseases can be multifactorial, with personal and environmental factors affecting the disease process. Although there are difficulties in revealing the causes of cardiovascular disease, occupational cardiovascular system diseases are increasing with the reflection of developing technology on human life. Continuous exposure to inhalation agents applied to the patient, especially in the operating room working environments, surgical smoke caused by the use of electrocautery and laser ablation, stress, noisy operation of the devices, scopy shots and vibration during the use of transport vehicles outside the operation room pose a risk for cardiotoxicity for healthcare workers. Exposure to more than one of these factors in the same environment can cause problems. Apart from environmental toxic exposures, stress and working indoors also play a role in increasing the risk for cardiotoxicity. In addition, spontaneous abortion, infertility, hematological diseases, liver diseases and psychomotor disorders in operating room workers and congenital malformations in their children may develop. In this review, our aim is to review cardiotoxicity that may develop due to exposure factors in operating room workers.

Anahtar Kelimeler: Mesleki toksisite; kardiyotoksosite; inhalasyon ajanları; anestezi ajanları

Keywords: Occupational toxicity; cardiotoxicity; inhalation agents; anesthetic agents

Mesleki toksikoloji; çalışma ortamında bulunan kişinin, maruz kaldığı sağlığa zararlı maddelerin etkisinden korunması ve çalışma ortamının, sağlık bakımından daha güvenli olmasını amaçlar. Çalışma

ortamında müsaade edilebilir kimyasal maddelerin düzeylerini tanımlar, denetler, risk değerlendirmesini yapar. Bu hâliyle meslek hastalıkları tümüyle önlenilebilir olabilmektedir. Yalnızca tek bir etmenin değil,

Correspondence: Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon ABD, Edirne, Türkiye

E-mail: sevtaphekimglu@yahoo.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Anesthesiology Reanimation.

Received: 06 Oct 2022

Received in revised form: 14 Jan 2023

Accepted: 25 Jan 2023

Available online: 30 Jan 2023

2146-894X / Copyright © 2023 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

birçok etmenin bir arada etkilediği (kullanılan ilaçlar, beslenme, varyasyonlar, bireysel duyarlılık, sigara, alkol alışkanlığı, şişmanlık vb.) olgulardır.¹ Türkiye’de ölüm nedenleri arasında ilk sıralarda kalp hastalıkları yer almaktadır. Özellikle mesleki nedenli olabilecek kardiyovasküler sistem hastalıklarının, meslekten kaynaklanmayan kardiyak hastalıklardan ayırt edilmesi zordur. Çalışan sağlığı ve iş arasında ilişkinin kurulması da güçtür. Etkene maruziyet ile gelişebilecek hastalık arasında uzun zaman olabilir. Risk, bir etkenin belirli koşullarda veya ortamlarda hasar yapabilmesidir. Risk değerlendirmesi, mevcut toksisite verilerine dayanarak muhtemel zararlı etkilerin öngörülmesi ile yapılmaktadır. Oluşabilecek tehlike, kullanım koşullarına ve temas derecesine bağlıdır. Bu koşullarda az toksik madde çok toksik maddeden daha tehlikeli olabilir.¹

MESLEKİ KARDİYOVASKÜLER SİSTEM HASTALIKLARI

Koroner kalp hastalıklarının gelişmesinde majör risk faktörleri arasında ailesel yatkınlık, hipertansiyon, diyabet, lipid anormallikleri ve sigara içmek yer almaktadır. Kalp hastalığının oluşumunda diğer risk faktörleri arasında ise stres ve mesleki ya da çevresel toksik maruziyetler rol oynamaktadır, fakat bunların risk büyüklüğünü ifade etmek oldukça zordur.²

TOKSİK NEDENLİ KARDİYOVASKÜLER SİSTEM HASTALIKLARI

Toksik nedenli kardiyovasküler sistem hastalıkları, karbonmonoksit [carbonmonoxide (CO)] yoğun maruziyet ile oluşabilir, ancak genellikle kronik düşük düzey maruziyetle meydana gelmektedir.

■ Kardiyovasküler sistem hastalıklarının nedenlerini ortaya koymakta birtakım zorluklar bulunmaktadır:

■ Kardiyovasküler hastalıkların toksik maruziyetler olmadan da görülebilmesi olasıdır.

■ Spesifik bir etkenin genellikle klinik ya da patolojik olarak işaret edilmesi zordur.

■ Dokuda nadiren şüpheli toksik elementin yüksek düzeyleri gösterilebilmektedir.

■ Yıllar öncesi oluşan kardiyovasküler hastalıkta mesleki maruziyetin gösterilmesi güçtür.

■ Diğer risk faktörleri ile kardiyovasküler toksik maddeler etkileşerek etki göstermesi olabilmektedir.

Tüm bu kısıtlılıklar, toksik kardiyovasküler hastalıkların tanısı konulurken düşünülerek göz önünde tutulmalıdır.²

Biyolojik numunelerde ölçülebilen kardiyak hasar için birkaç kabul edilen biyomarker bulunmaktadır. Bunlar miyokardiyal nekroz için kardiyak troponin T ve kardiyak troponin I’dır. Kardiyak troponinin belirlenmesi, kardiyomiyosit nekrozun tespiti için altın standarttır.

Kardiyak troponinleri; farklı kardiyak hasarı nedeniyle salınabilir. Miyokard enfarktüsü en sık görülen sebeptir. Fakat noniskemik kardiyak doku hasarı (örneğin iltihaplanma, kalp travması, ilaca bağlı nekroz) yüksek troponin seviyeleri ile sonuçlanabilir. Kardiyomiyosit iskemisi için marker olarak iskemi modifiye albumin ve akut ve kronik kardiyak yetersizlik için marker olarak Tip B natriüretik peptidler kullanılmaktadır.²

Anestezi uygulamalarında kardiyotoksisite oluşturan anestezik ajanlar bilinmektedir. Ancak anestezi uzmanları dâhil tüm ameliyathane çalışanlarının anestezik ajanlara ve ameliyathane ortamına maruziyet ile oluşan kardiyotoksisite konusunda farkındalığı yeterince araştırılmamıştır. Çalışma saatlerini tamamıyla ameliyathane de geçiren sağlık çalışanlarının çevre kirliliğine maruziyeti, hastaların operasyon için almak zorunda kaldığı ilaçlara bağlı gelişen toksisite kadar önemlidir. Uzun süreli düşük dozda bu ajanlara maruziyetin, ameliyathane personeline etkisi konusunda yeterli araştırmalar bulunmamaktadır.³

Ameliyathanede sağlık çalışanlarının sürekli maruz kaldığı ve kardiyotoksisite oluşması açısından önemli olan etmenler aşağıda tartışılmıştır.

İNHALASYON AJANLARI

İnhalasyon ajanları, 1840’lı yıllarda kullanılmaya başlandı. Anesteziyolog Vaisman, 1967 yılında ilk olarak ameliyathanelerde atık gazlara bağlı ameliyat-

hane çalışanlarında sağlık sorunları geliştiğini bildirmiştir. Ameliyat odalarındaki anestezi ajanlarının düzeyleri için Linde ve Bruce, ilk defa 1969 yılında modern anestezi gazlara mesleki maruziyeti araştırmışlardır. Anestezi makinasının valvinden farklı mesafelerden hava örnekleri alarak araştırmışlar ve halotanı 10 partikül/milyon(ppm) ve nitroz oksiti 130 ppm olarak bulmuşlardır.⁴

Bu ajanların eser konsantrasyonların kronik etkileri pek çok zararlı etkilere neden olabilmektedir. Bunlar arasında;

- Ölüm
- Kanser
- Spontan abortus
- İnfertilite
- Konjenital malformasyonlar
- Hematolojik hastalıklar
- Karaciğer hastalıkları
- Psikomotor bozukluklar bulunmaktadır.

Modern ameliyat odalarında atık anestezi gazlar rutin uzaklaştırıldığı için konsantrasyonları çok düşük olabilmektedir.⁵

Türkan ve ark., volatil ajanlara uzun süre mesleki maruziyette oksidatif stres üzerine etkileri değerlendirmek için 30 anestezi ve cerrahi personeli (3 yıl maruziyet) ve 30 kontrol grubunu (hiç maruziyet yok) çalışmaya dâhil edilmişler. Süperoksit dismutaz, glutadyon peroksidaz, selenyum, çinko ve bakır düzeyleri kan örneklerinde bakılmış. İnhalasyon anestezi kline kronik olarak maruz kalan anestezi ve ameliyat personelinde serbest radikal hasarının, antioksidan oluşumunu etkilediği gösterilmiş. Antioksidan besinler; kanser, kardiyovasküler hastalık, maküla dejenerasyonu ile ilgili patojenik süreçlerin önlenmesinde önemli olduğu için ameliyat odasında çalışan personelin antioksidan desteği alması gerektiğini bildirmişlerdir.⁶

ANESTEZİK GAZLARA MESLEKİ MARUZİYETİN ETKİLERİ

İnhalasyon anestezi ajanlarının sistemler üzerine etkileri için N₂O>halotan>enfluran>izofluran>sevofluran>desfluran sıralamasını yapmak müm-

kündür.⁷ Sistemler üzerine etkileri değerlendirildiğinde;

- Santral sinir sistemi: Yorgunluk, baş ağrısı, baş dönmesi, sinirlilik, bulantı, konsantrasyon güçlüğü.
- Periferik sinir sistemi: Duyu bozukluğu, paresteziler, kas zayıflığı.
- Kan: Megaloblastik anemi, lökopeni, trombositopeni.
- Dolaşım sistemi: Homosistein artışı, endotel disfonksiyonu, miyokard infarktüsü.
- İmmün sistem: B-lenfosit ve doğal öldürücü hücrelerde azalma.
- Solunum sistemi: Bronşiyal astım (enfluran).

İnhalasyon ajanlarının CO₂ absorbanları ile etkileşmesinden CO gazı meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda, CO artışından sorumlu olan ajanlar sırayla desfluran>enfluran>izofluran>halotan>sevofluran olarak gösterilmiştir. Kanister ısısının yüksek olması, anestezi için yüksek taze gaz akımı uygulaması, absorbanın kuru olması olaydan sorumlu tutulmuştur.⁷ Soda lime kurumasına izin verilmemesi önerilerek CO oluşumunun engellenmesi gerektiği bildirilmiştir.⁸

Perić ve ark., halotan ve nitroz oksidin mesleki konsantrasyonlarına maruz kalmış anestezi personelindeki immünolojik değişikliklerin, maruz kalmayan personelininkinden 10 ila 60 kat daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca halothan ve nitroz oksitin, farelerde kısmen inhibisyonla hücre aracılı sitotoksisteye neden olabileceği bildirilmiştir.⁹

İNHALASYON AJANLARININ GENOTOKSİK ETKİLERİ

İnhalasyon ajanları, 30 yılı aşkın sürede deneysel koşullarda, anestezi uygulanan hastalarda ve ameliyathane çalışanlarında araştırılmaktadır. Anestezikler alındıktan sonra aktif metabolitlerine ayrışarak kovalen bağlanmalar ile hücre farklılaşması olarak, kontrolsüz hücre proliferasyonu ile mutajenik, karsinojenik, teratojenik etkiler oluşabileceği ortaya konulmuştur. Anesteziklerin biyodegradasyon yüzdesi farklıdır. (metoksifluran 40-75, halotan 15-40, sevofluran 5-8, isofluran 0-0,2, desfluran 0-0,02). Anestezi ajanları ne kadar

TABLO 1: Atık anesteziþ gazlarının uluslararası kuruluşlarca belirlenen iş yeri ortamında izin verilen güvenli sınırlar değerleri.¹⁰

	N2O (ppm)	Halojenli anesteziþler (ppm)
HSE (TWA)	100	50
ACGIH (TLV, TWA)	50	-
NIOSH (REL, TWA)	25	2 (N2O ile 0,5)

TWA: Zaman ağirlikli ortalama; TVL: Güvenli sınırlar değerleri;
REL: Önerilen maruziyet sınırı.

çok metabolize olursa o kadar çok toksik etki oluşturur (Tablo 1).¹⁰⁻¹⁵

Anesteziþ gazlarının ölçümündeki sınırlar değerlerinin güvenilirliği kuşkuludur. Fakat koku varsa sınırlar değerinin yaklaşık 100 kat üzerindedir. Amerika Birleşik Devletleri ölkelerinde periyodik ölçüm yapılmaktadır. Düşük konsantrasyonlarda anesteziþ gazlarına maruziyetin, kandaki lipid peroksidasyonunu ve oksijen serbest radikallerini artırdığı, bunun da uzun vadede çoklu organ hasarına neden olabileceği bildirilmiştir.¹⁶

TOKSİSİTEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Pek çok etken bireysel toksisiteyi etkileyerek kanser riskini artırmaktadır. Yaş, cinsiyet, beslenme alışkanlığı, sigara ve alkol kullanımı, eşlik eden hastalıklar veya organ disfonksiyonları, kullanılan ilaçlar-ilaç etkileşimleri, diğer kimyasallara eş zamanlı maruziyet, genetik/polimorfizmler bu faktörler arasında yer almaktadır. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı sınıflaması aşağıdaki gibi yer almaktadır.¹⁷

1. grup-insanda karsinojen
2. A. grup insanda kuvvetle muhtemel karsinojen
2. B. grup-insanlarda muhtemel karsinojen
3. grup-insanlarda karsinojenik etkisi sınıflandırılmayan
4. grup-insanda karsinojenik etkisi olmayan

İnhalasyon anesteziþleri; insan çalışmalarında ve deneysel hayvan çalışmalarında yetersiz kanıt olması, hiçbir gruba yerleştirilemeyen maddeler yer alması nedeniyle bu sınıflamada 3.grup-insanlarda karsinojenik etkisi sınıflandırılmayan grubuna dâhil edilerek "tamamıyla güvenli değildir" denmiştir.¹⁷

Koruyucu önlemler olarak alınması gereken önlemler¹

- Etkin atık gaz tahliye sistemi kullanılmalı
- Yeterli havalandırma sağlanmalı (10-15 değişim/saat)
- Sistemde kaçaklar önlenmeli
- Olabildiğince düşük taze gaz akımları kullanılmalı
- N₂O terk edilmeli
- İntravenöz indüksiyonda gazlar entübasyondan sonra açılmalı
- Maske indüksiyonda 2'li maske kullanılmalı
- Kafsız tüp kullanılacaksa minimum kaçak için hastaya uygun, en geniş çaplı olan tercih edilmeli
- Atmosferik ve biyolojik izlem yapılmalı

Atmosferik kirlenmenin %50'si indüksiyon fazında olmaktadır. Halojenli ajanlar oksidatif stresi artırabilir. Oksidatif stres, oksijen serbest radikal üretimini artırdığı için farklı dokularda ve organlarda toksik etkilere neden olur. Anesteziþlerin DNA hasarı mekanizması tartışmalıdır; doğrudan DNA'yı etkiler veya oksidatif stresi artırır. Baysal ve ark., inhalasyon ajanlarına maruz kalan ameliyathane personeline, plazma antioksidan aktivitelerinin azaldığını ve DNA hasarının arttığını göstermişlerdir.¹⁸ Anesteziþ gazlarının tek başına değil, tümüne kronik maruz kalma ile kümülatif genotoksik etki oluşturacağı Yılmaz ve ark. tarafından bildirilmiştir.¹⁹

Diğer anesteziþ ajanları için:¹⁷

- Etilen oksit-sınıf 1
- Formaldehit-sınıf 1
- Fenobarbital-sınıf 2b
- Fenobarbital-sınıf 3
- Diazepam-sınıf 3

GÜRÜLTÜ

Gürültü; istenmeyen sestir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre kabul edilebilir ses düzeyi 35dB'dir.²⁰ Anesteziler, tıbbi cihaz sesleri, ısıtma ve soğutma sistemlerinin sesleri ve konuşmalar ameliyathane ortamında sürekli maruziyet olan etkenlerdir. Özellikle ameli-

yat hazırlık esnasında gürültü düzeyleri, stres, anksiyete artmakta, bu da hizmet veren sağlıkçıyı ve hizmet alan hastaları negatif yönde etkilemektedir. Bu nedenle anons sesi sistemi sesi azaltılmalı, döşeme ve duvarlar ses emici malzemeler ile kaplanmalı, kulak tıkaçları kullanılmalı, hafif düzeyde müzik sesleri ayarlanmalı ve düzenli işitme testleri yapılmalıdır.

CERRAHİ DUMAN

Cerrahi duman; elektrokoter, lazer ablasyon, harmonik (ultrasonik) neşter kullanımından oluşmaktadır. Elektrokoterle 1 g doku ablasyonu 6 adet filtresiz sigaraya eş değer duman oluşturur. Yapılan bir çalışmada, laparoskopik cerrahi sırasında 5 dk'lık elektro cerrahinin kullanımı sonrasında batin alanında 345 ppm CO, yapılan işlem sonunda ise 475 ppm CO olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonucu, Çevre Koruma Birlikleri'nin belirttiği sınırın 35 ppm'den fazladır.²¹ Harmonik neşterle en büyük partiküller oluşurken, elektrokoterle küçük partiküller oluşur ve partiküller uzak mesafelere ulaşır. Oluşan dumandaki endişe verici maddeler, CO ve etkisini siyanide dönüşerek oluşturan akrilonitrildir. Önlemler olarak, filtreli kaliteli maskeler veya çift maske kullanılmalı ve etkili havalandırma sistemleri yerleştirilmelidir.

TİTREŞİM

Zarar verici titreşimler olarak sallanan-titreşen makineler; böbreklere, omurgaya, mideye ve diğer iç organlara zarar verebilir. Tıbbi ortam zeminlerinde vibrasyon önem taşımaktadır (ISO standartları). Vibrasyon; operasyon oda dışındaki nakil araçlarının kullanımını sırasında oluşur ve zeminden kaynaklanır. Çalışanlarda baş dönmesi, bulantı, sinirlilik, korku, dikkat dağınıklığına neden olabilmektedir. Önlem olarak zemin döşemeleri vibrasyon önleyici özellikte olmalıdır.²²

HAVALANDIRMA

Statik elektriği baskılamak ve bakteri üremesini önlemek için ısı 20-23°C, nem %30-40 ve dışarıya doğru hava basıncı olmalıdır. Hava tavandan içeri ve

rilip, tabana yakın dışa alınmalıdır.¹⁸ Hava akımlarının, vücut üzerinde soğutucu etkiyi artırdığı iş yerinde çalışanlar özellikle risk altındadır. Refleks ve azalan vücut sıcaklığı, doğrudan kalp aktivitesi, dolaşım sistemi, solunuma ve metabolizma üzerine etkilidir.²³

FİZİKSEL ÇEVRESEL ETKENLER

Radyasyon; endotel hücre hasarı, inflamasyona, gürültü; hipertansiyon, uyku bozukluğuna, sıcak; vazodilatasyon, taşikardiye, kapalı alanda çalışma; vitamin D eksikliği, kardiyovasküler hastalıkların gelişimine neden olmaktadır. İş stresi; davranışsal değişiklikleri fizyolojik, endokrinolojik, immünolojik olarak oluşturarak insan vücudunda olumsuz etkiler göstermektedir. Adrenalin ve kortizol stres durumunda salınıp sinir sistemini aktive eder, kalp hızı artar, kan basıncı ve solunum artar, immün sistem baskılanır. İş stresi sonucunda sık sinirlilik hâli ve kronik anksiyete kardiyovasküler hastalık riskini artırır, hafif mental stres sürekli olmayan miyokardiyal iskemiye sebep olabilir, altta yatan koroner bir hastalık olmasa bile ağır akut stres spesifik olarak miyokardiyal disfonksiyona yol açar, kronik stres aterosklerotik süreci hızlandırır.^{22,24}

GENOM

Günümüze kadar süregelen çalışmalar ile spesifik tıbbi tedaviler üzerinde genetik yapıdaki bireysel varyasyonların etkili olduğu gösterilmiştir. İlaçların metabolize edilerek vücuttan atılmasını sağlayan enzimler üzerinde genetik farklılıklar olup, ilaçların aktivitelerini değiştirir. İnsan genomunun yüksek dansiteli haritaları çıkarılabilir. İlaç metabolizmasını etkileyen spesifik allellerin bulunduğu bireylerin ya da istenmeyen reaksiyon geliştirme riski bulunanların, tehlikeli olabilecek ilaçları kullanmaktan ve maruz kalmaktan kaçınmaları sağlanabilir.^{23,24}

SONUÇ

Sonuç olarak, sağlık çalışanlarının ameliyathane ortamlarında maruz kaldığı toksik etkiler, hastaların operasyon için almak zorunda kaldığı ilaçlara bağlı gelişen toksisite kadar önemlidir. Mesleki kaynaklı

hastalıklar, hastalık sürecini etkileyen kişisel ve çevresel etmenler ile birlikte çok faktörlü olabilir. Kardiyovasküler sistem hastalığının nedenlerini ortaya koymakta güçlükler olmasına rağmen bu süreçte en fazla etkilenebilecek mesleki hastalıklar içinde bulunmaktadır. Özellikle kardiyotoksiste üzerinde durulması ve gerekli önlemlerin alınması, sağlık çalışanlarının sağlığının korunması için önemlidir. Bu konuda farkındalığı artırmak, gerek çalışanlardan alınan kanların kontrol edilmesi gerekse ameliyathane de kullanılan her türlü araçların ve ilaçların denetlenmesi, sağlık çalışanlarında kaliteli yaşam süresini artırarak verdiği hizmete katkısını artıracaktır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma

ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Sevta Hekimoğlu Şahin, Murat Şahin; **Tasarım:** Sevta Hekimoğlu Şahin, Murat Şahin; **Denetleme/Danışmanlık:** Sevta Hekimoğlu Şahin; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Murat Şahin; **Analiz ve/veya Yorum:** Sevta Hekimoğlu Şahin, Murat Şahin **Kaynak Taraması:** Sevta Hekimoğlu Şahin, Murat Şahin; **Makalenin Yazımı:** Sevta Hekimoğlu Şahin, Murat Şahin; **Eleştirel İnceleme:** Sevta Hekimoğlu Şahin, Murat Şahin; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Sevta Hekimoğlu Şahin, Murat Şahin; **Malzemeler:** Sevta Hekimoğlu Şahin.

KAYNAKLAR

- Resmî Gazete (12.08.2013, Sayı: 28733) sayılı Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik; 2013. [Erişim tarihi: 03.10.2022]. Erişim linki: [\[Link\]](#)
- Kettenhofen R, Bohlen H. Preclinical assessment of cardiac toxicity. Drug Discov Today. 2008;13(15-16):702-7. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Nishiyama T. Changes in heart rate variability during anaesthesia induction using sevoflurane or isoflurane with nitrous oxide. Anaesthesiol Intensive Ther. 2016;48(4):248-51. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Linde HW, Bruce DL. Occupational exposure of anesthetists to halothane, nitrous oxide and radiation. Anesthesiology. 1969;30(4):363-8. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Sandal B. Anestezi ve mesleki sağlık. Ankara: Sağlık Çalışanlarının Sağlığı IV Ulusal Kongresi; 16-17 Kasım 2013. p.90-100.
- Türkan H, Aydın A, Sayal A. Effect of volatile anesthetics on oxidative stress due to occupational exposure. World J Surg. 2005;29(4):540-2. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Fang ZX, Eger EI 2nd, Laster MJ, Chortkoff BS, Kandel L, Ionescu P. Carbon monoxide production from degradation of desflurane, enflurane, isoflurane, halothane, and sevoflurane by soda lime and Baralyme. Anesth Analg. 1995;80(6):1187-93. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Wissing H, Kuhn I, Warnken U, Dudziak R. Carbon monoxide production from desflurane, enflurane, halothane, isoflurane, and sevoflurane with dry soda lime. Anesthesiology. 2001;95(5):1205-12. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Perić M, Vranes Z, Marusić M. Immunological disturbances in anaesthetic personnel chronically exposed to high occupational concentrations of nitrous oxide and halothane. Anaesthesia. 1991;46(7):531-7. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Martin JL. Inhaled anesthetics: metabolism and toxicity. In: Miller RD, ed. Miller's Anesthesia. 7th ed. Philadelphia: Elsevier, Saunders; 2015. p.633-66. [\[Crossref\]](#) [\[PMC\]](#)
- Karabiyik L. Desfluranın genotoksik etkisinin alkali comet yöntemiyle insan lenfositlerinde incelenmesi ve tavşan lenfositlerinde sevofluran ile karşılaştırılması [Doktora tezi]. Ankara: Gazi Üniversitesi; 2007. Erişim tarihi: 21.03.2023 Erişim linki: [\[Link\]](#)
- Brockwell RC, Andrews JJ. Inhaled anesthetics delivery systems. In: Miller RD, ed. Miller's Anaesthesia. 7th ed. Vol 1. New York: Churchill Livingstone; 2005. p.667-718. [\[Crossref\]](#)
- National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Waste Anesthetic Gases and Vapors. DHEW publication no. 77-140. Washington, DC: US Department of Health, Education and Welfare; 1977. Available from: [\[Link\]](#)
- Ellenhorn MJ, Seth S, Ordog G, Wasserberger J. Ellenhorn's Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. 2nd ed. Baltimore: William & Wilkins; 1997. p.2047.
- ASA Task Force on Trace Anesthetic Gases, McGregor DG. Waste Anesthetic Gases: Information for Management in Anesthetizing Areas and the Postanesthesia Care Unit (PACU). Park Ridge, IL: American Society of Anesthesiologists; 1999.
- Malekird AA, Ranjbar A, Rahzani K, Kadkhodae M, Rezaie A, Taghavi B, et al. Oxidative stress in operating room personnel: occupational exposure to anesthetic gases. Hum Exp Toxicol. 2005;24(11):597-601. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs volumes 1 to 42. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum Suppl. 1987;7:1-440. [\[PubMed\]](#)

18. Baysal Z, Cengiz M, Ozgonul A, Cakir M, Celik H, Kocyigit A. Oxidative status and DNA damage in operating room personnel. *Clin Biochem.* 2009;42(3):189-93. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Yılmaz S, Çalbayram NÇ. Exposure to anesthetic gases among operating room personnel and risk of genotoxicity: a systematic review of the human biomonitoring studies. *J Clin Anesth.* 2016;35:326-31. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. Guidelines for Community Noise. Geneva: World Health Organization; 1999. Available from: [[Erişim linki: Link](#)]
21. Ulmer BC. Best practices for minimally invasive procedures. *AORN J.* 2010;91(5):558-72; quiz 573-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Arık E. Occupational risk awareness of anesthesiologists: a survey study. *JARSS.* 2020;28(2):85-92. [[Crossref](#)]
23. T.C. Sağlık Bakanlığı. Hastanelerde Havalandırma ve Kontrolü Talimatı. [[Erişim tarihi: 03.10.2022](#)]. Erişim linki: [[Link](#)]
24. Fejzullahu A. Genetik faktörlerin (CYP2D6) ilaç metabolizması üzerindeki etkisi [The impact of genetic factors (CYP2D6) on drug metabolism]. *Aydın Sağlık Dergisi.* 2018;4(1):1-20. [[Link](#)]