

# SİGARA İÇEN VE İÇMEYENLERDE GENEL ANESTEZİ SIRASINDA KULLANILAN TAZE GAZ AKIMININ KARBOKSİHEMOGLOBİN DÜZEYLERİNE ETKİSİ

THE EFFECTS OF FRESH GAS FLOW ON CARBOXYHEMOGLOBIN LEVELS IN SMOKERS AND NON-SMOKERS DURING GENERAL ANESTHESIA

 EBRU ÖZEN<sup>1</sup>  ALKİN ÇOLAK<sup>2</sup>  SEVTAP HEKİMOĞLU ŞAHİN<sup>2</sup>  MAKBULE CAVIDAN ARAR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eskisehir Şehir Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Bilim Dalı, Eskisehir

<sup>2</sup>Trakya Üniversitesi, Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Edirne

<sup>3</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Tekirdağ

## ÖZET

**Giriş:** Sigara ve değişik şekillerde kullanılan tütün, sağlığa olan zararının bilinmesine karşın tüm dünyada oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Günümüzde birçok hastalık ile sigara kullanımı arasındaki ilişki gösterilmiştir. Postoperatif dönemde en önemli mortalite ve morbidite nedeni pulmoner komplikasyonlardır ve sigara kullanımı postoperatif pulmoner komplikasyonların gelişimi için en önemli risk faktörlerinden birisidir. Bu çalışmada elektif olarak operasyona alınan sigara içen ve içmeyen hastalardaki farklı taze gaz akımlarının (4 ve 6 lt/dk) karboksihemoglobin düzeylerine olan etkisinin araştırılması amaçlandı.

**Yöntemler:** Genel anestezi altında elektif cerrahi planlanan Amerikan Anesteziyoloji Derneği risk skoru I-II risk grubunda, yaşları 18-80 arasında değişen 100 hasta çalışmaya dahil edildi. Operasyon öncesi olgular öncelikle, sigara içenler (Grup A, n=50) ve sigara içmeyenler (Grup B, n=50) şeklinde iki gruba ayrıldı. Tüm olguların induksiyon öncesi, induksiyon sonrası, entübasyon sonrası, intraoperatif her 30 dakikada bir, operasyon sonu, ekstübasyon sonrası, postoperatif 30. ve 60. dakikalarda kalp tepe atımı, sistolik arter basıncı (mmHg), diyastolik arter basıncı (mmHg), SpO<sub>2</sub>, end-tidal karbondioksit ve karboksihemoglobin değerleri ölçülerek kayıt edildi.

**Bulgular:** Çalışmaya dahil edilen olgular arasında cinsiyet, yaş, kullanılan sigara miktarı, operasyon süresi ve ekstübasyon zamanı açısından fark yoktu. Farklı taze gaz akım hızlarına göre (n=25) karşılaştırıldıklarında operasyon öncesinde, sırasında ve sonrasında farklı zamanlarda ölçülen karboksihemoglobin değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı.

**Sonuç:** Bu durum, elektif operasyon planlanan hastalarda preoperatif değerlendirme sonrasında operasyona kadar geçen sürede sigaraya ara verilmesi nedeniyle bu süre içerisinde karboksihemoglobinin kandan elimine edilmesine bağlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sigara, taze gaz akımı, karboksihemoglobin.

## GİRİŞ

Sigara ve değişik şekillerde kullanılan tütün, yüzyıllardır hemen her toplumda sağlığa olan zararının bilinmesine karşın oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Tütün (Nicotiana tabacum) bitkisi 16. Yüzyılda Amerika kıtasının keşfi ile Avrupa'ya, oradan da tüm dünyaya yayılmış olup, 17. yüzyılın başlarında Anadolu'ya gelerek önemli bir endüstriyel tarım ürünü olmuştur. Günümüzde birçok

**Sorumlu yazar:** Ebru Özen, Eskisehir Şehir Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Eskisehir, Türkiye.

**Telefon:** +905057763648

**E-posta:** drebruozen@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0880-1729>

**Gönderim tarihi:** 22.12.2022 **Kabul tarihi:** 21.03.2023

## ABSTRACT

**Introduction:** Cigarettes and tobacco, which are used in different ways, are widely used all over the world, despite the known harm to health. Today, the relationship between many diseases and smoking has been shown. Pulmonary complications are the most important cause of mortality and morbidity in the postoperative period, and smoking is one of the most important risk factors for the development of postoperative pulmonary complications. In this study, we aimed to investigate the effect of different fresh gas flows (4 and 6 lt/min) on carboxyhemoglobin levels in smokers and non-smokers who were operated on electively.

**Methods:** A total of 100 patients, aged between 18-80, in the American Society of Anesthesiology risk score I-II risk group, who were scheduled for elective surgery under general anesthesia, were included in the study. Preoperatively, cases were divided into two groups smokers (n = 50) and non-smokers (n = 50). Pre-induction, post-induction, post-intubation, intraoperatively every 30 minutes, post-operative, post-extubation, postoperative 30th and 60th minutes, peak heart rate, systolic arterial pressure (mmHg), diastolic arterial pressure (mmHg), SpO<sub>2</sub>, End-tidal carbon dioxide, and carboxyhemoglobin values were measured and recorded.

**Results:** There was no difference between the cases included in the study in terms of gender, age, amount of cigarette smoked, operation time, and extubation time. When compared according to different fresh gas flow rates (n = 25), no statistically significant difference was found between the groups in terms of carboxyhemoglobin values measured at different times before, during, and after the operation.

**Conclusion:** This situation is attributed to the elimination of carboxyhemoglobin from the blood during this period, due to the cessation of smoking in patients scheduled for elective surgery after the preoperative evaluation until the operation.

**Keywords:** General anesthesia, smoking, carboxyhemoglobin

hastalık ile sigara kullanımı arasındaki ilişki gösterilmiş ve tüm dünyada sigaranın kullanılmaması yönünde geniş kampanyalar başlatılmıştır (1).

Sigara dumanında %2-6 oranında karbonmonoksit (CO) bulunur. Kandaki hemoglobinin CO'ye olan affinitesi oksijene (O<sub>2</sub>) olan affinitesine oranla 200 kat yüksektir. Bu nedenle sigara içenlerde karboksihemoglobin (COHb) düzeyi

**Atıf:** Özen E, Çolak A, Şahin SH, Arar MC. Sigara İçen ve İçmeyenlerde Genel Anestezi Sırasında Kullanılan Taze Gaz Akımının Karboksihemoglobin Düzeylerine Etkisi.

*Eskisehir Med J. 2023; 4(1): 29-33*

*doi: 10.48176/esmj.2023.100*

yükselir ve kanın O<sub>2</sub> taşıma kapasitesi % 10-15 oranında azalır. COHb düzeyi sigara içmeyenlerde %3'ün altında olmasına rağmen sigara içicilerinde oranı %15'e kadar çıkmaktadır. COHb, oksihemoglobin disosiyasyon eğrisini sola kaydırarak hemoglobine affiniteyi artırır. COHb'in yarı ömrü yaklaşık 6 saattir. Sigaranın kesilmesini takiben COHb ve nikotin seviyelerinin ani azalmasına bağlı olarak mukosilyer klirenste düzelme, solunum semptomlarında azalma ve bronş duyarlılığında azalma olduğu gösterilmiştir (2).

Postoperatif dönemde en önemli mortalite ve morbidite nedeni pulmoner komplikasyonlardır. Sigara kullanımı postoperatif pulmoner komplikasyonların gelişimi için en önemli risk faktörlerinden birisidir. Komplikasyon olarak öksürük gibi basit semptomlar olabileceği gibi solunum yetmezliğine kadar giden tablolar görülebilir. Pnömoni, ateletazi, mekanik ventilasyon ihtiyacı, solunum yetmezliği, bronkospazm ve altta yatan akciğer hastalığının alevlenmesi sigaraya bağlı ciddi postoperatif pulmoner komplikasyonlardır (3,4).

Bu çalışmada elektif olarak operasyona alınan sigara içen ve içmeyen hastalardaki farklı taze gaz akımlarının COHb düzeylerine olan etkisini incelemeyi amaçladık.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Etik Kurul onayı (TÜTFEK 2009/03) alındıktan sonra, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ameliyathanesi'nde genel anestezi altında elektif cerrahi planlanan ASA (American Society of Anaesthesiologists Risk Score) I-II risk grubunda, yaşları 18-80 arasında değişen 100 hasta bilgilendirilmiş onam formu imzası alınarak çalışmaya dahil edildi. Kardiyotorasik cerrahi planlanan, ileri solunum yetmezliği olan, mekanik ventilatördeki hastalar ile belirgin dispne ve takipnesi olan ve acil cerrahiye alınan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Operasyon öncesi hastalar sigara içenler (n=50) ve sigara içmeyenler (n=50) şeklinde iki gruba ayrıldı. Hastaların preoperatif açlık süreleri sekiz saat olacak şekilde planlandı. Bütün hastalara premedikasyon amacıyla operasyondan 45 dakika önce intramusküler (İM) olarak 0.07 mg/kg midazolam (DemizolamR 5mg/5ml, DEM Medikal, İstanbul) ve 0.5mg atropin sülfat (Atropin SülfatR 1mg/1ml, Biofarma, İstanbul) yapıldı. Ameliyathaneye alınan hastalara elektrokardiyografi (EKG), non-invaziv kan basıncı ve periferik oksijen saturasyonunu (SpO<sub>2</sub>) içeren standart monitörizasyona ek olarak Masimo Radical-7 Pulse ko-oksometre (Masimo Corporation, Irvine, ABD) adlı non-invaziv ölçüm cihazı ile parmak pulpasından COHb monitorizasyonu yapıldı. %100 O<sub>2</sub> ile 5 dakika süreyle preoksijenasyon sonrasında intravenöz (İV) 2 mg/kg propofol (PropofolR, %1 Fresenius 200mg/20ml, Fresenius Kabi, İsveç), İV 1 mcg/kg fentanil (Fentanyl CitrateR,

100mcg/2ml, Jassen, Belçika), ile anestezi induksiyonu yapıldı, kas gevşemesi amacıyla İV 0,5 mg/kg rokuronyum bromür (EsmeronR, 50mg/5ml, N.V. Organon, Hollanda) uygulandı. Uygun entübasyon tüpü ile endotrakeal entübasyon yapılan hastalarda anestezi idamesi %50 O<sub>2</sub>, %50 hava karışımı ve %2,0-2,5 sevofluran anestetik gazı ile sağlandı. Tidal volüm 8 ml/kg, solunum frekansı 12/dk olacak şekilde Datex-Ohmeda Aespire anestezi cihazı ile ventilasyona başlandı. CO<sub>2</sub> absorbanı olarak, sorbo-lime indikatörlü sodalaym kullanıldı.

Entübasyondan sonra; bir gruba 4 lt/dk, diğer gruba ise 6 lt/dk'dan taze gaz akımı uygulandı. Tüm hastaların induksiyon öncesi, induksiyon sonrası, entübasyon sonrası, intraoperatif her 30 dakikada bir, operasyon sonu, ekstübasyon sonrası, postoperatif 30. ve 60. dakikalarda COHb değerleri kayit edildi.

## İstatistiksel Analiz

Hastalara ait demografik veriler, induksiyon öncesi, induksiyon sonrası, entübasyon sonrası, intraoperatif her 30 dakikada bir, operasyon sonu, ekstübasyon sonrası, postoperatif 30. ve 60. dakikalarda COHb değerleri SSPS 17.0 istatistiksel veri tablosuna girildi. 100 vakaya ait verilerin istatistiksel analizinde, demografik verilerin karşılaştırılması için Ki kare testi, normal dağılım gösteren parametreler için Student's T testi, normal dağılım göstermeyen parametreler için ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. p< 0.05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Sigara içen ve içmeyen olguların demografik özellikleri tablo 1'de gösterilmektedir. Grup I, II, III ve IV için ortalama yaş 47,08±15,692, 42,08±13,354, 46,68±13,978, 42,88±17,333, operasyon süreleri sırasıyla 102,20±31,559, 107,00±43,469, 103,96±40,931, 118,60±46,982, ekstübasyon Süresileri ise sırasıyla 2,44±0,507, 2,80±0,764, 3,0±0,707, 3,08±0,997 dakika idi. Sigara içen ve içmeyen olguların cinsiyet, yaş, sigara miktarı, operasyon süresi ve ekstübasyon zamanı karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (p>0.05) (Tablo 1,2).

Olgulara ait induksiyon öncesi, induksiyon sonrası, entübasyon sonrası, intraoperatif her 30 dakikada bir, operasyon sonu, ekstübasyon sonrası, postoperatif 30. ve 60. dakikalarda COHb değerleri karşılaştırıldığında gruplar arası tüm ölçüm dönemlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p>0.05).

## TARTIŞMA

COHb, CO solunması ya da CO'in vücuttaki normal üretimi sonucunda hemoglobin ile eritrositlerde oluşturduğu stabil kompleks yapı olup yarılma süresi 4-6 saattir.

**Tablo 1.** Çalışmaya alınan hastaların demografik özellikleri

	Taze Gaz Akımı			
	4 lt/dk Grup I (n=25)	6 lt/dk Grup II (n=25)	4 lt/dk Grup III (n=25)	6 lt/dk Grup IV (n=25)
Cinsiyet				
Kadın	12 (%48)	10 (%40)	15 (%60)	14 (%56)
Erkek	13 (%52)	15 (%60)	10 (%40)	11 (%44)
Yaş (Yıl)	47.08±15.692*	42.08±13.354*	46.68±13.978*	42.88±17.333*
Sigara Miktarı (Paket Yıl)	24.44±16.608*	23.52±16.384*	-	-
Operasyon Süresi (dakika)	102.20±31.559*	107.00±43.469*	103.96±40.931*	118.60±46.982*
Ekstübasyon Süresi (dakika)	2.44±0.507*	2.80±0.764*	3.0±0.707*	3.08±0.997*

\*:Ort.±SD, Grup I: sigara içen ve 4 lt/dak taze gaz akımı, Grup II: sigara içen ve 6 lt/dak taze gaz akımı, Grup III:sigara içmeyen ve 4 lt/dak taze gaz akımı, Grup IV: sigara içmeyen ve 6 lt/dak taze gaz akımı

**Tablo 2.** Olguların karboksihemoglobin değerleri (%), (Ort. ± SD)

	Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV	p
İndüksiyon Öncesi	2.28±2.227	2.56±0.518	1.44±2.347	2.96±2.491	0.152*
İndüksiyon Sonrası	1.92±2.272	1.96±2.031	1.04±2.031	2.48±2.002	0.112*
Entübasyon Sonrası	1.84±1.930	2.08±2.100	1.56±2.181	1.88±1.986	0.845*
İntraoperatif 30. dakika	1.36±1.800	1.44±1.734	0.96±1.859	1.80±2.309	0.502*
İntraoperatif 60. dakika	0.92±1.692	1.39±1.616	0.91±1.535	1.56±2.043	0.459*
İntraoperatif 90. dakika	1.17±2.167	1.20±1.740	1.00±2.049	1.77±2.487	0.738*
İntraoperatif 120. dakika	1.67±2.345	1.50±1.780	1.09±2.071	1.91±2.386	0.841*
İntraoperatif 150. dakika	4.00	1.50±1.915	0.00±0.000	0.44±1.014	0.033**
İntraoperatif 180. dakika	-	0.50±0.707	0.00±0.000	1.50±1.732	0.468*
Operasyon Sonu	1.12±1.740	2.44±2.181	1.56±2.274	2.28±2.574	0.126*
Ekstübasyon Sonrası	1.68±1.909	2.64±1.955	2.12±2.651	3.88±2.505	0.045**
Postoperatif 30. dakika	1.32±1.520	2.20±1.915	1.76±2.471	3.24±2.166	0.073*
Postoperatif 60. dakika	1.16±1.313	1.52±1.388	1.52±2.383	2.28±1.904	0.169*

\*: Student t testi, \*\*: Mann Whitney U test, Grup I: sigara içen ve 4 lt/dak taze gaz akımı, Grup II: sigara içen ve 6 lt/dak taze gaz akımı, Grup III: sigara içmeyen ve 4 lt/dak taze gaz akımı, Grup IV: sigara içmeyen ve 6 lt/dak taze gaz akımı

Hemoglobinin CO'e olan affinitesi O<sub>2</sub>'e oranla 240 kat daha fazladır. Kan COHb artışı sonucunda O<sub>2</sub> ile bağlanabilen hemoglobin (Hb) miktarında azalma ve oksihemoglobin satürasyon eğrisinde sola kayma meydana gelir. CO yüksek seviyelerde, O<sub>2</sub>'in serbestlenmesine engel olmakta, karboksihemoglobinemi ya da CO zehirlenmesi olarak bilinen ölümlü sonuçlanabilen klinik tablo oluşabilmektedir. Sigara içmeyenlerde serum COHb düzeyi %0-1,5'tir (1-5). Çalışmamıza dahil edilen sigara içmeyen hastalar dikkate alındığında medyan COHb değeri 1 olup bu sonuç çalışmaları desteklemektedir.

Preoperatif değerlendirmelerde, cerrahi uygulanan hastaların 1/3'ünün sigara içicisi olduğu saptanmıştır (6). Sigara içilmesi, sigaranın kardiyovasküler sistem ve solunum sistemi üzerine olası etkileri nedeniyle perioperatif mortaliteyi arttırmaktadır (6,7). Sigara kullanımı kan COHb seviyesinde artışa yol açmaktadır. Sigara içenlerde COHb seviyesi %4-9'dur. Sigaranın markası, inhalasyonun derinliği ve sigara içme sırasındaki ventilasyon derinliği ile sigara içenlerde artmış COHb düzeyleri arasındaki ilişki gösterilmiştir (8). Sigara içenlerde, mekanik ventilasyona başlanmasından sonra bile cerrahi sırasında ölçülen COHb düzeyinin yüksek olduğu gösterilmiştir (9). Literatürler incelendiğinde sigara kullananlarda COHb düzeylerinin yüksek bulunduğu çalışmalarda kan COHb'i ölçümü sigara içimi devam ederken yapılmıştır. Puente-Maestu ve ark. sigara içen ve içmeyen toplamda 223 kişiyi içeren çalışmalarında sigara içen hastaları günlük sigara içimine göre kendi içlerinde de gruplandırarak değerlendirmişler ve sigara içenlerde sigara içmeyenlere göre COHb değerlerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulmakla birlikte sigara kullanım sıklığına göre yoğun içicilerde COHb değerlerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulmuşlardır. Ayrıca bu çalışmada pasif içiciler de değerlendirilmiş olup yine bu kişilerde de COHb düzeyi sigara içmeyen kişilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (10).

Preoperatif 12-48 saat süreyle sigaraya ara verilmesinin COHb'in kandan temizlenmesi için yeterli olan üç yarılama ömrü kadar süre geçmesine olanak sağladığı bildirilmiştir. Erskine ve ark. günde 15 adet ve üzeri sigara içen 25 kişiyi içeren çalışmalarında, bazı olguların sigarayı bırakmalarını sağlayarak iki grup oluşturmuş ve sonrasında 3-4 hafta boyunca düzenli olarak her iki grupta COHb değerlerini ölçmüşler. Düzenli ölçüm yapılabilen 16 hastanın (sigara içen 8, sigarayı bırakan 8 hasta) sonuçları incelendiğinde kan COHb düşüşünün en geç 24 saatte olduğu ve 10 gün boyunca plato çizerek devam ettiği görülmüştür (11). Bizim çalışmamızda da elektif operasyon planlanan hastalarda preoperatif değerlendirme ve premedikasyon sonrası operasyona kadar geçen süre en az 24 saattir ve bu süre içerisinde sigara içen hastaların sigaraya ara vermeleri nedeniyle COHb ölçüm değerlerinin beklenenden düşük olduğunu düşünmekteyiz.

Bir çok araştırmacı sigara içenlerde postoperatif pulmoner komplikasyonları değerlendirmiş ve bu çalışmalarda yaşlı hastalarda, uzun süreli sigara kullanımı olanlarda, halen sigara içenlerde ve altta yatan ciddi pulmoner hastalığı olanlarda sigara içiminin artmış pulmoner komplikasyonla ilişkili olabileceği bildirilmiştir (6,7,12-14). Moller ve ark. 108 olguyu içeren çalışmalarında hastaları, operasyon öncesi 6-8 hafta ve operasyon sonrası 10 gün boyunca sigarayı bırakanlar ile sigaraya devam edenler şeklinde iki farklı gruba randomize etmişler ve bu iki grupta postoperatif komplikasyonların gelişimini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda sigaraya ara verilen grupta yara yeri ile ilişkili komplikasyonlar ile birlikte kardiyovasküler ve cerrahiye sekonder komplikasyonlar istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Cerrahiden önce sigaraya ara verilmesi için gerekli optimal sürenin 8 hafta olduğu, bu sürenin daha az pulmoner komplikasyon, daha iyi yara iyileşmesi ve daha kısa süreli yoğun bakım ünitesinde kalış ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (6). Hasdai ve ark. 5000'in üzerinde sigara içen ve içmeyen olguyu içeren

çalışmalarında perkütan koroner revaskülarizasyon sonrası komplikasyon gelişimini araştırmışlar, uygulama öncesi ve sonrasında sigara kullanımı olan hastalarda miyokard enfarktüsü ve ölüm riskinin sigara kullanmayanlara göre daha yüksek olduğunu göstermişlerdir (14).

Anestezi devrelerinde CO üretimi ile ilgili veriler ilk kez 1990'da yayınlanmıştır (15-17). Kapalı ve yarı-kapalı devrelerde CO<sub>2</sub> absorpsiyonu gerekmektedir. CO<sub>2</sub> absorbanları karbonik asidi nötralize eden hidroksit tuzları içerirler. Her iki absorbanı karbonik asit oluşumunda ideal şartları sağlamak için fazladan su eklenir. CO<sub>2</sub>, kimyasal olarak su ile birleşerek karbonik asit oluşturur. En sık kullanılan CO<sub>2</sub> absorbanları sodalaym ve baralaymdır (18-21).

Anestezik ajan seçimi, inspire edilen anestezik gaz konsantrasyonu, CO<sub>2</sub> absorbanının tipi, ısı ve kuruluk derecesi gibi faktörler CO üretim düzeyini etkilemektedir (21).

Bütün inhalasyon anestezikleri kuru CO<sub>2</sub> absorbanlarıyla etkileştiğinde bir miktar CO üretirler (22). İnhalasyon anesteziklerinden en çok CO üretimine neden olan ajan desflurandır. Sevofluran ve halotan ile önemsiz miktarlarda CO üretimi söz konusudur (21,23). Fang ve ark. yaptıkları çalışmada desfluranın kuru sodalaym ve baralaym ile teması sonucunda, enfluran ve izoflurana göre daha yüksek CO oluşumuna neden olduğunu ilk kez göstermişlerdir (24). CO oluşumundan yapılarındaki diflorometiletil (-CF<sub>2</sub>) grubu suçlanmıştır (19-21). Tam hidrate veya rehidrate absorbanlar inhalasyon anesteziklerini CO'ye indirgemezler. Sodalaym ağırlığının %15'i kadar su içermektedir ve ancak hidrasyon düzeyi %1,4'e kadar düştüğünde farkedilebilir miktarda CO oluşumu gözlenir. Büyük miktarlarda CO üretimi için 1-2 gün gibi uzun süreli yüksek kuru gaz akımının (10L) neden olabileceği tam ya da tama yakın kuru absorban varlığı gerekmektedir. Kuru sodalaym ve baralaym günümüz inhalasyon anesteziklerini, COHb düzeylerini %30 veya üzerine çıkarabilecek klinik olarak anlamlı konsantrasyonlarda CO'ye indirgeyebilirler (25). Yüksek sıcaklık da artmış CO üretimi ile ilişkilidir. Fang ve ark. yaptıkları deneysel çalışmada desfluran, enfluran ve izofluranın sodalaym ve baralaym kullanımı ile degradasyonu sonucu CO oluşumunu 25, 35, 45, 55 ve 60 °C absorban ısılarında ve 5, 10, 15, 30, 60, 120, 180, 240, 360 ve 480 dakikalarda karşılaştırmışlar ve baralaymın desfluran, enfluran ve izofluran anesteziklerinin hepsi ile sodalayma göre daha yüksek miktarda CO üretimine neden olduğunu göstermişlerdir (14). Frink ve ark. yaptıkları hayvan çalışmasında desfluran ile kuru baralaym ve sodalaym kullanımı sonucunda solutma sisteminde oluşan CO ve hayvanlardaki kan COHb değerlerini ölçmüşler ve benzer şekilde desfluranın baralaym ile sodalayma göre

daha yüksek CO üretimine neden olduğunu, daha yüksek kan COHb düzeylerinin oluştuğunu göstermişlerdir (26). Farklı çalışmalarda düşük taze gaz akımının yüksek taze gaz akımına göre daha yüksek CO konsantrasyonlarına neden olduğu gösterilmiştir (27-29). Fan ve ark. yaptıkları deneysel çalışmada akım hızı 1 lt/dak'dan daha düşük taze gaz akımlarının daha yüksek CO düzeylerine neden olduğunu göstermişlerdir (29). Buna karşın Woehlck ve ark. deneysel çalışmalarında 1 lt/dak ve 4 lt/dak taze gaz akımlarını kullanarak CO üretimini karşılaştırmışlar ve yüksek taze gaz akımının CO<sub>2</sub> absorbanının kurumasına neden olarak volatil anesteziklerin degradasyonunu arttırdığını göstermişler ve buna bağlı olarak taze gaz akım hızını arttırmanın CO üretimini arttırdığını belirtmişlerdir. Ancak yüksek taze gaz akımında CO üretiminin daha yüksek olmasına rağmen ortalama inspiratuar CO konsantrasyonunun yüksek taze gaz akımı kullanımı ile daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (30).

## SONUÇ

Sonuç olarak yüksek taze gaz akımı kullanımı ile sodalaym kullanımı ve CO<sub>2</sub> absorbanını dehidrate edecek tekniklerden kaçınılması CO üretimini minimize etmektedir. Ayrıca sigara içen hastalarda yüksek olan kan COHb düzeylerinde operasyondan 12-48 saat önce sigaraya ara verilmesi ile düşüş gözlenmektedir. Çalışmamızda anestezik ajan olarak sevofluran, CO<sub>2</sub> absorbanı olarak sodalaym kullanımı ve hastaların operasyondan 24 saat önce sigaraya ara vermiş olmaları düşük kan COHb düzeylerinin gözlemlenmesinin ana nedenleri olarak düşünülmüştür

**Etik Kurul Onayı:** Çalışma için Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır. (Karar tarihi 08.01.2019, karar numarası: 01/14)

**Bilgilendirilmiş Onam:** Çalışmaya katılan tüm hastalardan bilgilendirilmiş onam alındı.

## Yazarlık Katkısı:

Fikir/Kavram: EÖ, MCA, Tasarım/Dizayn: EÖ, Denetleme/ Danışmanlık: MCA, Veri Toplama ve/veya işleme: EÖ, Analiz ve/veya Yorum: EÖ, CA, Literatür Taraması: EÖ, SHŞ, Makalenin Yazımı: EÖ, AÇ, MCA, SHŞ, Eleştirel İnceleme: MCA, Kaynaklar ve Fon Sağlama: MCA, Malzemeler: MCA.

**Çıkar çatışması:** Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemiştir.

**Finansal Kaynaklar:** Çalışma Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (TÜBAP- 2009/53).

## KAYNAKLAR

1. Weinstock B, Niki H. Carbon monoxide balance in nature. Science 1972;176:290-2.



2. Tran TT, Martin P, Ly H, Balfé D, Mosenifar Z. Carboxyhemoglobin and its correlation to disease severity in cirrhotics. *J Clin Gastroenterol* 2007;41:211-5.
3. West JB. *Respiratory Physiology -The essentials*, 5th Ed. Baltimore, Williams & Williams; 1995.
4. López-Herce J, Borrego R, Bustinza A, Carrillo A. Elevated carboxyhemoglobin associated with sodium nitroprusside treatment. *Intensive Care Med* 2005;31:1235-8.
5. Uko GP, Gbadebo JA, Banjoko SO. Carboxyhaemoglobin levels in some Lagos dwellers--a pilot study. *West Afr J Med* 1998;17:202-5.
6. Møller AM, Villebro N, Pedersen T, Tønnesen H. Effect of preoperative smoking intervention on postoperative complications: a randomised clinical trial. *Lancet* 2002;359:114-7.
7. Pearce AC, Jones RM. Smoking and anesthesia: preoperative abstinence and perioperative morbidity. *Anesthesiology* 1984;61:576-84.
8. Wald N, Howard S, Smith PG, Bailey A. Use of carboxyhaemoglobin levels to predict the development of diseases associated with cigarette smoking. *Thorax* 1975;30:133-40.
9. Takeda R, Tanaka A, Maeda T, et al. Perioperative changes in carbonylhemoglobin and methemoglobin during abdominal surgery: alteration in endogenous generation of carbon monoxide. *J Gastroenterol Hepatol* 2002;17:535-41.
10. Puente-Maestu L, Bazonza N, Pérez MC, Ruiz de Oña JM, Rodríguez Hermosa JL, Tatay E. Relación entre la exposición al humo del tabaco y las concentraciones de carboxihemoglobina y hemoglobina [Relationship between tobacco smoke exposure and the concentrations of carboxyhemoglobin and hemoglobin]. *Arch Bronconeumol* 1998;34:339-43.
11. Erskine RJ, Murphy PJ, Langton JA. Sensitivity of upper airway reflexes in cigarette smokers: effect of abstinence. *Br J Anaesth* 1994;73:298-302.
12. Jeffrey CC, Kunsman J, Cullen DJ, Brewster DC. A prospective evaluation of cardiac risk index. *Anesthesiology* 1983;58:462-4.
13. Bluman LG, Mosca L, Newman N, Simon DG. Preoperative smoking habits and postoperative pulmonary complications. *Chest* 1998;113:883-9.
14. Hasdai D, Garratt KN, Grill DE, Lerman A, Holmes DR Jr. Effect of smoking status on the long-term outcome after successful percutaneous coronary revascularization. *N Engl J Med* 1997;336:755-61.
15. Moon RE, Meyer AF, Scott DI, Fox E, Millington DS, Norwood DL. Intraoperative carbon monoxide toxicity. *Anesthesiology* 1990;73:A1089.
16. Moon RE, Ingram C, Brunner EA, Meyer AF. Spontaneous generation of carbon monoxide within anesthetic circuits. *Anesthesiology* 1991;75:A873.
17. Lentz RE. CO poisoning during anesthesia poses puzzles. *APSF Newsletter* 1994;9:13-4.
18. Kayhan Z. *Klinik anestezi*. İstanbul, Logos Yayıncılık; 2004.
19. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. *Klinik Anesteziyoloji* (3rd edition). Ankara, Güneş Kitabevi; 2004.
20. Baum J.A. Düşük akımlı anestezi, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri; 2002.
21. Mazoit JX, Sandouk P, Scherrmann JM, Roche A. Extrahepatic metabolism of morphine occurs in humans. *Clin Pharmacol Ther* 1990;48:613-8.
22. Boer F, Bovill JG, Burm AG, Mooren RA. Uptake of sufentanil, alfentanil and morphine in the lungs of patients about to undergo coronary artery surgery. *Br J Anaesth* 1992;68:370-5.
23. Merrell WJ, Gordon L, Wood AJ, Shay S, Jackson EK, Wood M. The effect of halothane on morphine disposition: relative contributions of the liver and kidney to morphine glucuronidation in the dog. *Anesthesiology* 1990;72:308-14.
24. 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;80:1187-93.
25. Berry PD, Sessler DI, Larson MD. Severe carbon monoxide poisoning during desflurane anesthesia. *Anesthesiology* 1999;90:613-6.
26. Frink EJ Jr, Nogami WM, Morgan SE, Salmon RC. High carboxyhemoglobin concentrations occur in swine during desflurane anesthesia in the presence of partially dried carbon dioxide absorbents. *Anesthesiology* 1997;87:308-16.
27. Strum DP, Eger EI 2nd. The degradation, absorption, and solubility of volatile anesthetics in soda lime depend on water content. *Anesth Analg* 1994;78:340-8.
28. Davies MW, Potter FA. Carbon monoxide, soda lime and volatile agents. *Anaesthesia* 1996;51:90.
29. Fan SZ, Lin YW, Chang WS, Tang CS. An evaluation of the contributions by fresh gas flow rate, carbon dioxide concentration and desflurane partial pressure to carbon monoxide concentration during low fresh gas flows to a circle anaesthetic breathing system. *Eur J Anaesthesiol* 2008;25:620-6.
30. Woehlick HJ, Dunning M 3rd, Raza T, Ruiz F, Bolla B, Zink W. Physical factors affecting the production of carbon monoxide from anesthetic breakdown. *Anesthesiology* 2001;94:453-6.