

**T.C.  
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**DESFLURANIN FARKLI TAZE GAZ AKIMLARINDA KLİNİK  
UYGULAMASI VE AKIMLARIN AJAN TÜKETİMİNE OLAN ETKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ  
Dr. M. Ali ELMACIOĞLU**

**TEZ YÖNETİCİSİ  
Yrd. Doç. Dr. Sıtkı GÖKSU**

**Gaziantep - 2003**

## İÇİNDEKİLER

KONU	SAYFA
İÇİNDEKİLER .....	I
ÖNSÖZ .....	II
KISALTMALAR .....	III
TABLO LİSTESİ .....	VI
ŞEKİL LİSTESİ .....	V
RESİM LİSTESİ .....	VI
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
A. DESFLURAN .....	3
B. GENEL ANESTEZİ DERLENMESİ .....	8
C. DÜŞÜK AKIMLI ANESTEZİ .....	15
3. MATERYAL VE METOD .....	26
4. BULGULAR .....	32
5. TARTIŞMA .....	40
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	49
7. ÖZET .....	50
8. SUMMARY .....	51
9. KAYNAKLAR .....	52

## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimi süremde mesleki bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen ve zor anlarımda destek olan kıymetli hocam, Sayın Prof. Dr. Ünsal ÖNER'e en derin minnet ve şükranlarımı sunarım. Tez çalışmalarımda bana destek ve yardımcı olan tez danışmanım, hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Sıtkı GÖKSU'ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

İhtisas sürem boyunca bana emekleri geçen ve yardımları olan, başta Doç. Dr. Nursan TAHTACI olmak üzere öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilirim. Birlikte çalışmaktan mutluluk ve onur duyduğum bütün asistan arkadaşlarıma da teşekkür ederim. Bu süre zarfında bana her yönüyle destek olan eşime ve oğluma sevgilerimi sunarım.

**KISALTMALAR**

ASA	: Amerikan Anesteziyoloji derneği
DAB	: Diyastolik arter basıncı
EKG	: Elektrokardiyogram
Fa	: Alveolar konsantrasyon
Fi	: İnspire edilen konsantrasyon
İ.V.	: İntravenöz
KAH	: Kalp atım hızı
MAC	: Minimum alveolar konsantrasyon
OAB	: Ortalama arter basıncı
PaCO <sub>2</sub>	: Arteriyel parsiyel oksijen basıncı
PACU	: Post Anestezik Bakım Ünitesi
PETCO <sub>2</sub>	: End tidal karbondioksit basıncı
SAB	: Sistolik arter basıncı
SpO <sub>2</sub>	: Periferik oksijen satürasyonu
TOF	: Dörtlü uyarılar



**TABLO LİSTESİ**

	<b>SAYFA</b>
<b>TABLO 1 Desfluranın fiziksel özellikleri</b>	<b>4</b>
<b>TABLO 2 Desfluranın yaş, O<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub>O'ya göre MAC değerleri</b>	<b>5</b>
<b>TABLO 3 Post anesteziik derlenme skoru (Modifiye Aldrete Skorlaması)</b>	<b>14</b>
<b>TABLO 4 Düşük ve minimal akımlı anestezi teknikleri</b>	<b>16</b>
<b>TABLO 5 Grupların demografik verileri</b>	<b>32</b>
<b>TABLO 6 Grupların anestezi ve operasyon süreleri, toplam kullanılan fentanil dozları</b>	<b>33</b>
<b>TABLO 7 Grupların hemodinamik verileri ve end-tidal desfluran konsantrasyonları</b>	<b>35</b>
<b>TABLO 8 Grupların erken dönem derlenme verileri</b>	<b>36</b>
<b>TABLO 9 Grupların Modifiye Aldrete Skorları</b>	<b>38</b>
<b>TABLO 10 Grupların desfluran tüketim miktarları</b>	<b>39</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b>SAYFA</b>
<b>ŞEKİL 1</b> Grupların kalp atım hızları	<b>34</b>
<b>ŞEKİL 2</b> Grupların ortalama arter basıncı değerleri	<b>34</b>
<b>ŞEKİL 3</b> Grupların end-tidal desfluran konsantrasyonları	<b>36</b>
<b>ŞEKİL 4</b> Grupların erken dönem derlenme verileri	<b>37</b>
<b>ŞEKİL 5</b> Grupların modifiye Aldrete derlenme skorları	<b>38</b>
<b>ŞEKİL 6</b> Grupların desfluran tüketim miktarları	<b>39</b>

**RESİM LİSTESİ**

		<b>SAYFA</b>
<b>Resim 1</b>	<b>Devapor desfluran vaporizatörü</b>	<b>30</b>
<b>Resim 2</b>	<b>Dräger Cato 33010 anestezi cihazı</b>	<b>31</b>

## GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde genel anestezi uygulamasında, volatil anestezi ajanları; kullanım kolaylıkları, intraoperatif ve derlenme dönemi özelliklerinin iyi anlaşılması nedeniyle en yaygın ve güvenli kullanılan ilaçlar konumuna gelmiştir. Anestezi uygulamasında artan sağlık harcamaları nedeniyle maliyet kontrolü, giderek bir zorunluluk haline gelmektedir. Bu amaçla uygulanan anestezi tekniklerini geliştirmek ve ilaçların kullanımını azaltmak için çalışılmaktadır (1).

Sevofluran ve desfluran gibi yeni geliştirilen volatil anestezi ajanlarla artan ilaç maliyetleri, gelişen çevre bilinci ve yüksek teknolojiye sahip anestezi cihazlarının geliştirilmesi anestezi uzmanları taze gaz akımlarını azaltmaya, dolayısıyla da "düşük akımlı anestezi" uygulamasına yönelmektedir.

Desfluran, diğer volatil anestezi ajanlardan daha düşük kan / gaz partiyon katsayısına (0,42) ve metabolize olma oranına (%0,02) sahip yeni geliştirilmiş bir ajandır. Düşük çözünürlüğü ile hastalarda daha hızlı bir derlenme dönemine ve postanestezi bakım ünitesinden daha kısa sürede çıkartılmalarına olanak tanımaktadır. Bu sayede ameliyathane ve derlenme ünitesinde bekleme süreleri kısaltmakta, hem personel hem de zaman açısından kaynakların ekonomik olarak kullanımını sağlamaktadır (1-3).

Ekzale edilen gaz karışımının karbondioksit eliminasyonundan sonra, tekrar geri solumalı bir anestezi sistemi ile, vücudun metabolik gereksinimini sağlayacak miktarda oksijenin, anestezi gazlarının ve volatil anestezi ajanlarının tekrar kullanımına olanak tanıdığı bilinmektedir. Bu amaçla düşük akımlı anestezi, anestezi devresinden karbondioksit eliminasyonundan sonra, egzale edilen gazların en az %50'sinin tekrar geri solumalı sistem ile hastaya verilmesi esasına dayanmaktadır (4,5).

Hastaya düşük akımlı anestezi uygulaması ile; hastanın solunum sistemi fizyolojisi korunmakta, postoperatif hipotermi riski azalmakta, yakın izlem gerektirdiğinden anestezi güvenliği artmakta, çevresel (operasyon salonu ve atmosfer) kirlenme önlenmekte ve ekonomi sağlanmaktadır (4-7).

Desfluranın, düşük çözünürlüğü ve geniş verim aralığına sahip vaporizatörü nedeniyle, özellikle düşük akımlı anestezi için uygun bir seçenek olduğu bildirilmektedir (8-10).

Amacımız; desfluranı farklı miktarda taze gaz akımları ile kullanarak (2, 1 ve 0,5 L/dk) hastaların intraoperatif dönem hemodinamik verileri ve desfluranın idame dönemi stabilitesi üzerine olan etkilerini, ayrıca derlenme dönemine ve anestezi ajanının tüketim miktarlarına olan etkilerini karşılaştırmaktır.

## GENEL BİLGİLER

### A. DESFLURAN

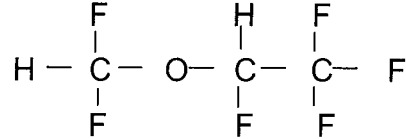
İdeal volatil anestezi ajan arayışları ikinci dünya savaşından sonra hız kazanmıştır. Bu döneme kadar kullanılan ajanların çoğu patlayıcı özelliklere sahipti. Yapılan araştırmalarda, üzerlerinde çalışılan bileşiklerin eter iskeletlerine halojen eklenmesi ile gerçekleştirilen halojenlenmenin, maddelerin patlayıcı özelliğini ortadan kaldırdığı, ancak bu işlem için klor kullanımının ajanın toksisitesini arttırdığı görülmüştür. Halojenlenme için flor kullanımı ise, 1956 yılında, anestezi uygulamasında bir dönüm noktası olan halotanın bulunmasına neden olmuştur (11). Kullanılan flor miktarının artması ile molekülün stabilitesi ve buharlaşma basıncı artmakta, potansi düşmekte ancak kandaki çözünürlüğü de azalmaktadır. Bu amaçla Dr.Ross ve Terrell 700 florlanmış bileşik elde etmişlerdir. Enfluran 347, izofluran 469'üncü bileşikler olarak tanımlanmışlar ve rutin kullanıma girmişlerdir. Desfluran ise, daha iyi bir anestezi kontrolü sağlamak ve toksisiteyi azaltmak için yapılan bu çalışmalar sonucunda 653'üncü bileşik olarak geliştirilmiştir (12).

Desfluran üzerinde çalışmalar yoğunlaşarak, yüksek basınca dayanıklı ve elektronik ısı denetimli özel vaporezatorün imal edilmesi ve üretim maliyetinin azaltılması ajanın 1990'lı yılların başında kullanılmasına olanak tanımıştır. Desfluranın kanda ve dokulardaki düşük çözünürlük katsayısı nedeniyle anesteziden uyanma süresini oldukça kısaltmaktadır (3,13). Yağda erirliğinin az olması yüksek minimum alveolar konsantrasyon (MAC) değerini ve düşük potansini açıklamaktadır. Bilindiği gibi, anestezi ajanlarının metabolize olma oranları ne kadar yüksek ise toksik metabolitleri o kadar fazla ortaya çıkmaktadır. Desfluran, özellikle düşük metabolize olma oranı (%0,02) ile oldukça güvenilir bir volatil anestezi ajanı olarak kabul edilmektedir (12).

### FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER :

İzofluran ile aynı yapıda olup, metil,etil eter iskeletinde alfa etil karbonunda klor atomu yerine flor atomu gelmesi ile sentezlenmiş ve 1992 yılında kullanıma sunulmuştur. Kimyasal formülü diflorometil-1-floro-2,2,2-trifloroetileter yapısındadır (14).

Açık kimyasal formülü:



Fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1’de verilmiştir (14).

Tablo 1: Fiziksel ve kimyasal özellikleri.

ÖZELLİK	DESFLURAN
Formül	CF <sub>2</sub> H-O-CFH-CF <sub>3</sub>
Molekül Ağırlığı	168
Özgül Ağırlık (25 °C)	1.45
Kaynama Noktası (25 °C)	22.8
Buhar basıncı(mmHg)20 °C	669
Kan/gaz Partisyon Katsayısı	0.42
Beyin/kan Partisyon Katsayısı	1.3
Metabolize olma yüzdesi	% 0.02

Desfluran taze soda lime içinde yüksek ısılarda bile stabildir. Yapılan yüksek ısı (40-60°C) çalışmalarında desfluranın stabilitesinde bir bozulmaya rastlanmamıştır (15,16). Anestezi uygulamasında kullanılan oranlarda ve MAC değerlerinde patlayıcılık özelliği görülmemiştir (16).

## MAC DEĞERİ

Desfluran'ın MAC değeri molekül yapısındaki farklılık nedeniyle, diğer volatil anestezi ajanlarının MAC değerinden daha yüksektir (Örnek: %100 O<sub>2</sub> ile izofluran'ın MAC değeri 1,3 iken , desfluran için bu değer % 6'dır) (14).

Desfluranın, hastanın yaşı, oksijen (O<sub>2</sub>) ve nitroz oksit (N<sub>2</sub>O) konsantrasyonlarına göre MAC değerleri Tablo 2'de görülmektedir (17-20).

Tablo 2: Desfluranın hastanın yaşı, O<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub>O konsantrasyonlarına göre MAC değerleri.

MAC DEĞERLERİ (% Konsantrasyon)		
YAŞ	% 100 O <sub>2</sub> ile	% 50-60 N <sub>2</sub> O ile
0-1 ay	9.1	
1-12 ay	9.4-9.9	7.5
1-5 yaş	8.6-8.7	6.4
5-12 yaş	8	
25	7.2	4
45	6	2.8
70	5.2	1.7

## FARMAKOKİNETİK VE FARMAKODİNAMİK ÖZELLİKLERİ

Desfluran diğer volatil anestezi ajanlarından daha düşük bir kan ve doku çözünürlüğüne sahip olması nedeniyle, uygulamada inspire edilen konsantrasyon (F<sub>i</sub>) ile alveolar konsantrasyonda (F<sub>a</sub>) hızlı bir artışa ve akciğerden atılımı sırasında ise F<sub>a</sub>'da hızlı bir düşüşe neden olmaktadır. Bu nedenle anestezi düzeyinin kontrolü kolaylaşmakta ve derlenme süresi kısalmaktadır (21). Vücutta diğer halojenli ajanların hepsinden çok daha düşük oranda metabolize olmaktadır (%0.02) (11). Desfluran sitokrom p-450 sistemi ile serbest flor iyonu, trifloroasetik asit, CO<sub>2</sub> ve suya indirgenmektedir (22). Serum ve idrar flor konsantrasyonlarında herhangi bir artışa neden olmamaktadır. Ancak gaz kromatografik kitle spektrometrik analizlere göre serum ve idrar trifloroasetik asit düzeylerinde, izofluran'ın 1/5 - 1/10'u oranlarında artışa neden olduğu gösterilmesine rağmen



herhangi bir toksisite bildirilmemiştir (22-26). Desfluran diğer volatil ajanlar gibi malign hipertermi riski taşımaktadır (21). Ancak keskin kokusu nedeniyle inhalasyon indüksiyonu için tavsiye edilmemektedir (11,17,19,27).

### **DESFLURAN VAPORİZATÖRÜ**

Desfluranın oda sıcaklığındaki buhar basıncının yüksek olması (20°C'de 669 mmHg), yeni bir vaporizatör teknolojisi gerektirmiştir. Bu amaçla Devapor vaporizatörü (Drager, Lübeck, Almanya) geliştirilmiştir (Resim 1). Devapor vaporizatörü, Tec 6 desfluran vaporizatörünün (Ohmeda, Madison, ABD) bir analogudur. Elektronik denetim sistemi ile diğer yüksek basınç vaporizatörlerinden ayrılır. Sıvı desfluran 39°C'ye ısıtılarak 1460 mmHg'lık buhar basıncı elde edilir. Vaporizatör üzerinde ayarlanmış olan konsantrasyon, elektronik regülatör tarafından kontrol edilerek yeterli miktarda desfluran buharlaştırılır ve taşıyıcı gaz ile sisteme verilir. Cihaza emniyet için bazı özellikler eklenmiştir. Vaporizatörün açılması için anestezi cihazına doğru yerleştirilmesi (dikey düzleme göre 15 dereceden fazla eğim olmamalıdır), yeterli miktarda ajan ile dolu olması, elektrik gelmesi ve kendini test etmesi gerekmektedir. Bu şartların tamamlanmadığı durumlarda, buharlaşma odacığı ile regülatör arasındaki bağlantıyı sağlayan kapatici valf etkinleşerek vaporizatörün çalışmasını engeller. Uygun taze gaz akım sınırları 0,2-10 L/dk arasında olmalıdır (28). Vaporizatör %1-18 arasındaki konsantrasyonlarla ayarlanabilir. Ancak %12 konsantrasyonun üzeri ayarlar için vaporizatörün ayar düğmesi kilidine bir kez daha basmak gerekmektedir. Ayarlanan konsantrasyonu %100 oksijen kullanımında,  $\pm$ %0,5 (verilen ajan miktarı) ve  $\pm$ %15 (ayarlanan konsantrasyona göre) güvenlik sınırları içinde verebilir. Düşük taze gaz akımında (<1 L/dk) %12 volümden yüksek ayarlamalarda, oluşan konsantrasyon değeri ayarlanandan %1 yüksek olabilir. Oksijen içinde %70 N<sub>2</sub>O kullanıldığında, gaz karışımı viskozitesi düştüğü için ayarlanan değere göre %20 daha az konsantrasyon oluşabilir (28,29).

### **SİSTEMLER ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ**

**Solunum sistemi:** Desfluran doza bağlı olarak arteriyel karbondioksit basıncını (PaCO<sub>2</sub>) arttırmakta ve solunumsal yanıtı baskılayarak, solunum depresyonuna neden olmaktadır (19,30). Anestezi altında spontan soluyan bir hastada; solunum hızını artırır, tidal volumü ise azaltır (14). Keskin kokusu

nedeniyle solunum yollarını irrite ettiğinden, anestezi derinliği yeterli olmayan hastalarda maske ile verildiğinde; sekresyon artışı, soluk tutma, öksürük ve larenks spazmına neden olabilir. Bunların sonucu olarak; aspirasyon, hava yolu obstrüksiyonu, hiperkapni ve hipoksi görülebilir (21).

**Kardiyovasküler sistem:** Sistemik vasküler rezistansı doza bağlı olarak azaltarak kan basıncını düşürür, ancak kardiyak outputu etkilemez. Yüksek MAC değerlerinde kalp atım hızında artışa neden olur ve taşikardi görülebilir. Myokardı katekolaminlerin aritmojenik etkisine karşı hassas hale getirmez. Koroner steal sendromuna neden olmaz (14, 16, 21).

Transözefajial eko kardiografi verilerine göre ejeksiyon fraksiyonu ve sol ventrikül kısalma hızında hafif bir artışa neden olmakla birlikte artan konsantrasyonlardan etkilenmemektedir (31, 32).

Koroner arter cerrahisinde perioperatif dönem bulguları, izofluran, sufentanil bazlı ve fentanil bazlı tekniklerle benzer bulunmuştur (33-35).

**Nöromüsküler etkiler:** Doza bağlı doğru orantılı olarak kas gevşemesi sağlar ve nondepolarizan kas gevşeticilerin etkilerini artırır. Artan konsantrasyonlarda dörtlü uyarılara (TOF) ve tetanik stimülasyonlara olan yanıtları azaltır (11, 21, 36)

**Santral sinir sistemi:** İzofluran benzeri etkilere sahiptir. Doza bağlı olarak elektroensefalografi (EEG) aktivitesini deprese eder. Konvulzif aktivitesi yoktur. Serebral vasküler rezistansı azaltıp serebral kan akımını artırarak serebral oksijen tüketimini azaltır. Serebral damarların PaCO<sub>2</sub> değişikliklerine karşı reaksiyonları normal kalır. Kafa içi basıncında, 1 MAC'ın üzerindeki değerlerde artış görülebilir. Uyarılmış yanıt potansiyellerini deprese eder (21, 37-40).

**Karaciğer:** Postanestezik dönemde hepatik enzimlerde bir artış ve hücrelerde hasar tespit edilememiştir. Karaciğer yetmezliğinin bulunduğu hastalarda güvenle kullanılmıştır. Karaciğerde sitokrom P 450 sistemi ile %0,02 oranında metabolize olur. Son metabolik ürünleri ise trifloroasetik asit, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve sudur (H<sub>2</sub>O). Minimal oranda metabolize olması, kardiyak output ve hepatik arteriyel kan akımını etkilememesi ve anestezi bitiminde hızlı eliminasyonu hepatotoksisite görülmemesinin nedenidir (21, 41, 42).

**Renal:** Postanesteziik dönemde renal fonksiyon testlerinde ve histolojik olarak yapılan incelemelerde bir bozukluk veya değişiklik saptanmamıştır. Renal kan akımına etkisi minimaldir. Serum flor seviyelerinde minimal artışa neden olur. Şimdiye kadar bir renal hasar bildirilmemiştir. Kreatin klirensinde, kan üre nitrojeninde, serum elektrolitlerinde ve idrar analizlerinde (lökosit, eritrosit, silendir ve kristaller) bir değişiklik görülmemiştir (21, 22, 24, 25, 43).

**Genetik:** Yapılan çalışmalarda, mutajenik bir özelliği olduğu saptanmamıştır (16).

**Gebeler:** Yapılan bir çalışmada, 1 MAC dozunda desfluranın, uterusun relaksasyonuna neden olmadığı bildirilmiştir (44).

Desfluran geriatrik hastalarda, diğer bilinen volatil anesteziik ajanlardan daha hızlı bir derlenme dönemi sağlamaktadır (45, 46).

Klinik kullanım özelliklerinin getirdiği avantaj nedeniyle, desfluran, kısa ve uzun süreli bütün cerrahi girişimlerde ve anestezi uygulamalarında, anestezi derinliğinin hızla değiştirilmesi gereken ve çabuk, problemsiz bir derlenme dönemi istenen olgularda geniş bir kullanım çerçevesine sahip olduğu söylenmektedir (3, 13, 47).

Desfluranın ameliyathane dışında; vaginal doğumlarda ağrı kontrolü ve yoğun bakım ünitelerinde ise sedasyon amacı ile kullanılabileceği bildirilmiştir (48, 49).

## **B. GENEL ANESTEZİ DERLENMESİ**

Genel anesteziiden çıkış ve derlenme, hasta için bir travma olan operasyon ve getirdiği problemlerle karşılaşma dönemidir. Hastanın bu stresli dönemi rahat, problemsiz ve kontrollü bir şekilde geçirmesi sağlanmalıdır.

Anestezi uygulamasının sonunda herhangi bir komplikasyon gelişmeyen olguların ekstübasyon ve derlenme dönemleri sıklıkla operasyon odasında gerçekleşmektedir. Ancak bu rutin uygulama, kullanılan volatil anesteziik ajana ve uygulama süresine, premedikasyon verilmesine, hastanın fiziksel durumuna (eşlik eden hastalık), kullanılan opioid analjeziğe ve dozuna, kullanılan indüksiyon ajanına ve operasyon türüne göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, derlenme dönemine ait problemlerin ve alınacak önlemlerin iyi bilinmesi gerekmektedir (50).

Hastaya verilen volatil anesteziik maddenin sonlandırılması ile, dokularda bulunan ajan venöz kan ve alveol sırasını izleyerek ekzale edilir. Anestezi verilme süresi uzadıkça, uyanma da daha çok dokulardaki total anesteziik madde miktarı ile orantılı olarak uzar. Anesteziiden uyanma hızı kullanılan anesteziik maddenin atılım hızı ile doğru orantılıdır. Bu da alveolar ventilasyon hızı, kan akımı ve anesteziik ajanın kan ve dokulardaki erirliğine bağlıdır. En hızlı uyanma N<sub>2</sub>O ile olur. Volatil anesteziikler arasında en kısa sürede derlenme desfluran < sevofluran < izofluran < enfluran < halotan sırası ile olmaktadır. Ancak inhalasyon anesteziisinden sonra derlenmenin uzamasının en sık nedeni hipoventilyasyondur (4, 50).

Anesteziik madde kesildikten sonra, hasta devreden ayrılmadığı takdirde, ekzale edilen anesteziik maddeyi tekrar almaya devam eder. İnspire edilen anesteziik madde oranını sıfıra yaklaştırmak için, devreden en az 5 L/dk oksijen geçirilerek hortumlar ve soda lime içindeki anesteziik madde uzaklaştırılmalı, devre sık sık boşaltılarak taze gaz ile doldurulmalıdır. Günümüzde kullanılan desfluran gibi düşük çözünürlüğe sahip volatil anesteziiklerle hasta bilincini çabuk kazanmakta ve hızlı uyanmaktadır. Ancak anesteziik ajanın subanesteziik dozları saatler hatta günler boyu kanda kalabilir. Desfluran, izofluran ve halotandan 20 kat daha hızlı elimine olmaktadır (27). Yağ dokusundan anesteziik maddenin yavaş salınması, erken postoperatif dönemde görülen sersemlik, bulantı, kusma, vazomotor dengesizlik ve baş ağrısı gibi komplikasyonlara neden olabilmektedir (4, 51).

Genel anestezi sonlandırılmasını takiben 30-60 dakika içinde hastanın bilincinin geri dönmemesi derlenmenin gecikmesi olarak tanımlanır. En sık neden; sedatif, opioid analjezik ve anesteziik madde doz aşımıdır. Geciken derlenmenin daha seyrek nedenleri olarak da hipotermi, metabolik bozukluklar, elektrolit dengesizlikleri (hiperkalsemi, hipermagnezemi, hiponatremi, hipoglisemi ve hiperglisemi ) sayılabilir. Mekanik ventilasyon uygulanmış bir hastada uzamış bir derlenme dönemi kas gevşetici etkisinin devam ettiğini düşündürmelidir (50).

Postoperatif dönemde gelişebilecek komplikasyonları önlemek için ASA (Amerikan Anesteziyoloji Derneği) 1988'de PACU ( Post Anesteziik Bakım Ünitesi )

standartlarını belirleyerek 1994'de düzeltilmiş şekli ile yeniden yayınlamıştır (52). Buna göre;

**Standart I:** Genel anestezi, rejyonel anestezi veya monitorize anestezi bakımı uygulanan bütün hastalar post anestezi bakımı almalıdırlar.

**Standart II:** Hastalar derlenme ünitesine transfer edilirken hastanın durumu hakkında bilgisi olan anestezi bakım ekibinin bir üyesi eşlik etmelidir. Transport sırasında hasta, durumuna uygun destek ve monitorizasyon ile tedavi edilmeli ve sürekli değerlendirilmelidir.

**Standart III :** Derlenme ünitesine gelindiğinde hasta tekrar değerlendirilmeli ve hastaya eşlik eden anestezi bakım ekibi üyesi tarafından derlenme odası sorumlu hemşiresine sözlü olarak bildirilmelidir. Hastanın derlenme ünitesine giriş değerleri dökümante edilmelidir.

**Standart IV:** Derlenme ünitesinde hastanın durumu sürekli değerlendirilmelidir. Medikal tedavi ve koordinasyon anesteziistin sorumluluğu altındadır.

**Standart V:** Derlenme ünitesinden hastanın çıkmasından bir doktor sorumludur. Eğer taburcu kriterleri kullanılıyorsa, anestezi departmanı ve medikal personel tarafından onaylanmalıdır.

#### **Derlenme dönemi komplikasyonları**

Günümüzde, hızlı ve kısa etki süreli intravenöz ajanların ve hızlı derlenme özelliğine sahip volatil anesteziğin sıklıkla kullanılması, derlenme dönemini kolaylaştırmıştır. Hastalar genel anestezi sonrası, tamamen uyanık ve oryante, rahatlıkla soluyabilen, stabil vital fonksiyonları ile bu dönemi geçirebilmektedirler. Ancak bu dönemde ciddi durumların ve komplikasyonların da görülebileceği unutulmamalı ve aşağıda belirtilen komplikasyonlar açısından dikkatli olunmalıdır.

#### Solunum sistemi komplikasyonları :

Major komplikasyonlar (52-56):

- Hava yolu obstrüksiyonu
- Hipoksemi
  - Atelektaziye bağlı artmış intrapulmoner şant en sık görülen hipoksemi nedenidir.
  - Hipoventilasyon

- Yetersiz oksijenasyon
- Ventilasyon yetersizliği
- Hiperkapni
- Aspirasyon.

Dolaşım sistemi komplikasyonları :

Derlenmede, dolaşım sistemi komplikasyonlarının, primer solunum komplikasyonlarına bağlı olabileceği her zaman akla getirilmelidir. Postanestezik dönemde gelişen kardiyovasküler komplikasyonlara anestezi faktörlerin etkisi daha düşük oranda olup, hasta ve cerrahi faktörler daha ön planda yer almaktadır (56).

Dolaşım sisteminde görülebilecek komplikasyonlar;

- Hipotansiyon; ventriküler preload, myokardial kontraktilite ve sistemik vasküler rezistanstaki derin bir düşüşü ifade eder.
  - Preloaddaki düşüş sebepleri
    - a) Volüm kaybı
    - b) Akut masif pulmoner embolizm
    - c) Miyokardiyal kontraktilite azalması
  - Sistemik vasküler rezistans düşmesi
- Hipertansiyon; derlenme döneminde sıklıkla;
  1. Ağrı
  2. Hiperkapni
  3. Hipoksemi
  4. Aşırı sıvı yüklenmesi
  5. Otonomik hiperrefleksi
  6. Mevcut hipertansiyon
  7. Antihipertansif ilaçların kesilmesi
  8. Artmış intrakraniyal basınç nedeniyle görülür.

Ciddi hipertansiyon sol ventrikül yetmezliği, miyokard infarktüsü ve aritmilere yol açabilir. Hipertansiyon genellikle, anestezi sonrası 30 dakika içinde gelişir ve 4 saat içinde düzelir.

- Aritmiler; sıklıkla
  1. Elektrolit imbalansı (en sık hipokalemi)

2. Hipoksi
3. Hiperkapni
4. Metabolik asidoz ve alkaloz
5. Mevcut kalp hastalığı
6. Postoperatif katekolamin deşarjı en önemli sebeplerdir.

En sık görülen aritmiler sinüs taşikardisi / bradikardisi, ventriküler prematüre atımlar, ventriküler taşikardi ve supraventriküler taşiaritmilerdir (52-56).

#### Şuur bulanıklığı :

Genel anestezi sonrası şuurun tekrar kapanması dikkatle değerlendirilmelidir. Sebepleri arasında; sıklıkla anesteziğin, sedatiflerin ve premedikasyonda kullanılan ilaçların rezidüel etkileri yer almaktadır (52).

#### Postoperatif ajitasyon ve ağrı :

Postoperatif ajitasyon ve ağrı sık karşılaşılan problemlerdir. Ajitasyon nedenleri arasında ağrı, hipoksemi, hiperkapni, mide distansiyonu ve üriner retansiyon sayılabilir. Postoperatif ağrı en sık görülen problemdir, başlangıç insidans ve şiddetini etkileyen bir çok faktör mevcuttur (52).

#### Bulantı kusma :

Postoperatif bulantı kusma etyolojisi multi faktöriyeldir ve genel anestezi sonrası sık görülür. Özellikle intraabdominal laparoskopik cerrahide, opioid bazlı anestezi ve şaşılık cerrahisinden sonra görülme insidansı yüksektir. Kadın ve şişman hastalar, genç yaş, uzun anestezi süresi ve araç tutma hikayesi olanlarda görülme sıklığı fazladır (52, 53).

#### Hipotermi ve titreme :

İntraoperatif hipotermi sonucu derlenme döneminde titreme görülebilir. Ameliyathanenin soğuk olması, major cerrahi girişimler, çok miktarda soğuk yıkama solüsyonlarının kullanılması, anestezi gazlarının soğuk ve kuru olması ısı kaybını arttıran nedenlerdir (52, 53).

#### **Derlenme ünitesinden çıkartılma kriterleri**

Hastaların sorunsuz bir şekilde derlenme ünitesinden çıkartılmaları hasta güvenliği ve memnuniyeti için büyük bir önem arz etmektedir. Hasta, bilinci ve koruyucu refleksleri dönünceye kadar derlenme ünitesinde tutulmalıdır. Bunun için;

- 1) Son 30 dk süresince spontan solunum yeterli olmalı,

- 2) Kolaylıkla uyandırılabilirmeli, tam oryante olmalı,
- 3) Hava yolu emniyeti tam olmalı,
- 4) Son bir saat zarfında vital parametreleri stabil olmalı,
- 5) Gereğinde yardım isteyebilmeli,
- 6) Komplikasyon belirtileri (kanama gibi) olmamalı,
- 7) Normotermik olmalı,
- 8) Ağrısı olmamalıdır.

Bu şartların yerine getirilmesi hastaların güvenli bir şekilde derlenme ünitesinden çıkartılmalarını sağlamaktadır. Bunun için derlenme dönemi skortlama sistemleri mevcuttur. Yaklaşık son 25 yıldır, Aldrete skortlama sistemi anestezi sonrası, hastaların derlenme dönemi fiziksel özelliklerini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (57). Modifiye Aldrete skortlama sistemi (Tablo 3) hastaların vital bulgularının değerlendirilmesi sonucu, beş farklı fizyolojik değişkene (bilinç durumu, aktivite, solunum, dolaşım ve periferik oksijen saturasyonu) 0-2 arası puan verilmesi ile yapılmaktadır. Toplam puanlar (0-10 arası) hesaplanarak 9 puanın altında alan hastalar bulguları stabil olana kadar izlenmelidir.



Tablo 3 : Post anesteziik derlenme skoru (Modifiye Aldrete skorlaması)

<b>BİLİNÇ DURUMU</b>	Tamamen uyanık ve oryante (isim, yer,zaman)	2
	Sesli uyarana yanıt mevcut	1
	Yanıt yok	0
<b>AKTİVİTE</b>	Tüm ekstremitelerini istemli olarak ve emirlere uygun hareket ettiriyor	2
	Sadece iki ekstremiteyi hareket ettiriyor	1
	Hareket yok	0
<b>SOLUNUM</b>	Derin soluyabiliyor ve öksürebiliyor	2
	Dispne, kısıtlı solunum veya takipne	1
	Apneik veya mekanik ventilasyon desteğinde	0
	Kan basıncının preanesteziik ölçümün $\pm$ %20'si seviyesinde olanlar	2
<b>DOLAŞIM</b>	Kan basıncının preanesteziik ölçümün $\pm$ %20-49'u seviyesinde olanlar	1
	Kan basıncının preanesteziik ölçümün $\pm$ %50'si seviyesinde olanlar	0
<b>OKSİJEN SATURASYONU</b>	Oda havasında SpO <sub>2</sub> > % 92	2
	SpO <sub>2</sub> > %90 düzeyinde tutmak için O <sub>2</sub> desteğine ihtiyaç duyanlar	1
	O <sub>2</sub> desteğine rağmen SpO <sub>2</sub> < %90 olması	0
<b>TOPLAM SKOR</b>		....

### C. DÜŞÜK AKIMLI ANESTEZİ

Günümüzde genel anestezi uygulamasında dünyada ve ülkemizde, yüksek taze gaz akımı rutin olarak kullanılmaktadır. Amerikan Anesteziyoloji Derneğinin 1994 yılı toplantısında, Amerika Birleşik Devletleri'nde anesteziistlerin %90 oranında 2-5 L/dk taze gaz akımı kullandıkları belirtilmektedir (6). Almanya ve İngiltere'de ise bu oranın %80 olduğu ifade edilmektedir (58). Ancak, gelişen anestezi cihazları ve monitorizasyon imkanları, artan çevresel duyarlılık, yeni fakat pahalı inhalasyon anesteziiklerinin kullanıma girmesi ve sağlık alanındaki ekonomik kaynak sıkıntıları, düşük akımlı anestezi uygulamasının giderek daha popüler olmasını sağlamıştır (4, 6, 7, 58, 59).

Tekrar geri solumalı sistemler, solunum havasındaki karbondioksitin eliminasyonundan sonra, vücudun metabolik gereksinimini sağlayacak miktarda oksijenin ekzale edilen gaz karışımı ile tekrar kullanımına olanak tanır. Bu sistemler; To and Fro (ileri-geri) ve halka (gazlar tek yönlü valfler ile daire şeklinde hareket yaparlar. Solunumun inspiratuar ve ekspiratuar komponentleri birbirinden ayrılır) sistemleri olarak ikiye ayrılırlar. Ortak ve önemli özellikleri karbondioksitin ortamdaki ayrılmasıdır. Halka sistemi bir kaçak valfi ve metabolik gereksinim üzerinde bir akım ile çalıştığına yarı kapalı sistem olarak kabul edilir (5, 60, 61).

Düşük akımlı anestezi terimi ilk kez F.Foldes tarafından, 1 L/dk taze gaz akımı ile uygulanan anestezi tekniğini tanımlamak amacı ile, 1952 yılında kullanılmıştır (62). Minimal akımlı anestezi terimi ise 1974 yılında, taze gaz akımının 0,5 L/dk'ya düşürüldüğü yöntem olarak Virtue tarafından tanımlanmıştır (62).

Düşük akımlı anestezi, karbondioksitin ekspirasyon havasından eliminasyonundan sonra, ekzale edilen gazların en az %50'sinin tekrar geri solumalı sistem ile hastaya verilmesi esasına dayanmaktadır (5, 62). Tekrar geri solumalı sistemler, dakika ventilasyonuna eşit taze gaz akımı ile kullanıldıklarında, ekzale edilen inhalasyon anesteziği ekspirasyon valfinden atılır ve hasta neredeyse tama yakın taze gaz ile solutulur. Taze gaz akımı 4 L/dk olduğunda hastaya %20 oranında, 2 L/dk ve altı olduğunda ise %50 ve daha fazla oranda ekzale edilen inhalasyon anesteziği verilebilmektedir (6, 62). Taze gaz akımı ne

kadar düşük tutulursa atık gaz oranı o kadar düşmekte ve gazın tekrar solunması artmaktadır (4, 6).

Anestezi gaz karışımı; geri soluma miktarı arttığı için ekspirasyon havası tarafından belirlenir ve hastanın oksijen, nitroz oksit ve anestezi gaz alımına bağlıdır. Alınım, başlangıç döneminde yüksek olup, inhalasyon anestezisinin devamı ile azalmaktadır. Bu da, düşük akımlı anestezi uygulamasının önemli avantajlarından biridir (8).

Baum (62), düşük ve minimal akımlı anestezi tekniklerini aşağıda belirtilen şekilde önermektedir (Tablo 4).

Tablo 4: Düşük ve minimal akımlı anestezi teknikleri.

ÖZELLİKLER	DÜŞÜK AKIMLI ANESTEZİ	MINİMAL AKIMLI ANESTEZİ
Taze gaz akımı	Sabit, 1 L / dk	Sabit, 0,5 L / dk
Taze gaz bileşimi	% 50 O <sub>2</sub> , % 50 N <sub>2</sub> O	% 60 O <sub>2</sub> , % 40 N <sub>2</sub> O
Yeniden solutma	Kismen	Yüksek oranda
Gaz fazlası	Var	Minimal
Anestezi gaz bileşimi	Anestezi süresince değişir	Anestezi süresince değişir
Teknik sınıflandırma	Yarı-kapalı sistem	Yarı-kapalı sistem

Gazların anestezi devrelerindeki akım hızları şu şekilde önerilmektedir (64):

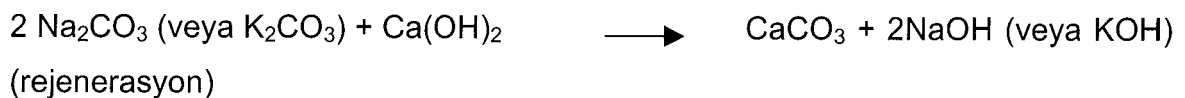
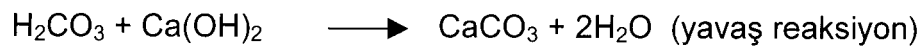
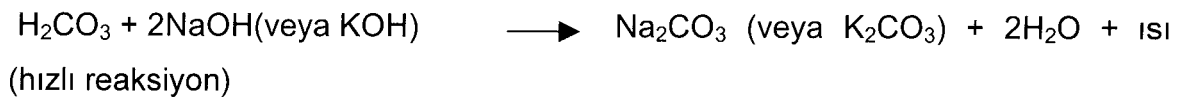
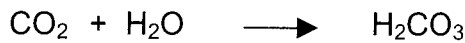
Metabolik akım	~250 ml / dk
Minimal akım	250-500 ml / dk
Düşük akım	500-1000 ml / dk
Orta akım	1-2 L / dk
Yüksek akım	2-4 L / dk

Çok yüksek akım >4 L / dk

### **Karbondioksit absorpsiyonu:**

Yarı kapalı anestezi devrelerinde eksale edilen gazlar, tekrar solunmalı sisteme döner ve burada karbondioksit absorbe edilerek hastaya geri verilir. Absorban, sisteme eklenen bir kanister içinde yer alır. En sık soda lime ve baralaym kullanılır. Karbondioksit ortamdaki kimyasal reaksiyonlar sonucu su ve karbonik aside indirgenir ve ortamdaki ayrılır. Absorban, karbonik asidi nötralize eden hidroksit tuzları içerir. Reaksiyonun son ürünleri; ısı, su ve kalsiyum karbonattır (60).

Soda lime: Yeterli neme sahip bir soda lime %80 oranında kalsiyum hidroksit ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), %15 oranında su ( $\text{H}_2\text{O}$ ), %4 oranında sodyum hidroksit ( $\text{NaOH}$ ), %1 oranında potasyum hidroksit ( $\text{KOH}$ ) ve, sertlik vermek ve toz oluşmasını önlemek için %0,02 oranında silikat içerir. Porlu granüller halinde bulunan soda lime, bu yapısı ile geniş bir absorpsiyon yüzeyi oluşturur. Granül büyüklüğü 4-8 mesh (1 mesh= 1 inç'de ¼ inç'lik 4 delik) olmalıdır. Absorban içine pH değişikliklerine hassas indikatörler eklenerek, karbondioksiti absorpsiyon kapasitesi belirlenir. En sık kullanılan; etil viole olup, kullanımla mor renge dönüşür. Soda lime içinde gerçekleşen reaksiyonlar zinciri şöyledir:



Soda lime'in 100 gramı 14-23 L karbondioksiti absorbe eder. Bu reaksiyonlar sonucunda 1 mol karbondioksit absorpsiyonu ile 13,7 kcal ısı ve 1 mol su oluşur (61).

Baralaym; %80 oranında  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ve aktivatör olarak %20  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  içerir. Nem oranı %11-14 olup nemini kolay kaybetmez. Pembe renklidir ve doydukça mor renge döner. Rejenerasyon yeteneği yoktur (5).

### **Düşük akımlı anestezi tekniğinin avantajları:**

- Solunan gazların nem ve ısını koruması ile solunum yolu silier epitel bütünlüğü ve fonksiyonuna olumlu etkide bulunmaktadır.
- Trakeobronşial ortam fizyolojisinin daha iyi korunmasına olanak tanınması ile mikroatelektazi gelişimini önlemektedir. Bunun sonucunda, enfeksiyona yatkınlık azalmakta ve gaz değişimi bozukluklarına engel olmaktadır.
- Gazların ısıtılmış olması, vücut ısısının korunmasında ve postoperatif hipotermiyi önlemede yararlı olmaktadır.
- Hastanın daha yakından izlenmesini gerektirdiği için anestezi uygulamasında gelişebilecek komplikasyonların daha erken farkedilmesini ve anestezi güvenliğinin artmasını sağlamaktadır.
- Atık gaz oranı azaldığından, atmosferik kirlenme daha az olmakta, bunun sonucunda ameliyathane çalışanlarının sağlık ile ilgili riskleri azalmaktadır.
- Daha az atık gaz ile ekolojik dengenin korunmasına katkıda bulunmaktadır.
- Anestezik gaz kullanımını azaltarak ekonomi sağlamaktadır (4-7, 62, 64).

### **Düşük akımlı anestezi uygulamasında dikkat edilmesi gereken konular:**

Taze gaz akımı ile devreye verilen ve hastanın inspire ettiği oksijen konsantrasyonu arasında zamanla fark oluşması sonucu devrede hipoksik gaz karışımı birikebilir. Bunun nedeni hastanın devreden aldığı oksijen miktarı sabit kalırken, alınan nitröz oksit miktarının giderek azalması sonucu devrede nitröz oksit birikmesidir. Ancak bu sorun, düşük akımlı anestezi uygulaması kullanılırken devredeki oksijen miktarının izlenmesi ve oksijen konsantrasyonunun %30'un altına inmesiyle, oksijen akımını toplam gaz akımının %10'u oranında artırılması, azot protoksit akımını ise aynı oranda düşürülmesi ile çözümlenmektedir (5, 8, 65).

Bu yöntem ile, tekrar solunan gaz oranı arttığı için soda lime tüketimi de artmaktadır. Tüm gün düşük akım kullanıldığında, soda lime'in da günlük olarak değiştirilmesi gerektiği bildirilmektedir (5).

Özellikle kapalı devrelerde gazların yıkanma oranları düşük olduğu için uzun süreli uygulamalarda metan, hidrojen, aseton, etanol ve karbonmonoksit gibi eser gazlar birikebilmekte, ancak klinik olarak anlamlı olmasa da kısa süre ile devrenin yüksek taze gaz akımı ile yıkanması bu birikimi önlemektedir. Anestezi başlangıcında yeterli denitrojenizasyon yapılmaması ve kaçak noktalarından sisteme hava girmesi, devrede oksijen ve inhalasyon anesteziği yoğunluğunu etkileyebilecek kadar nitröz oksit artışına (%10-15) neden olabilir. Gaz yoğunlukları değiştirilmediği halde, oksijen yoğunluğunda bir düşme meydana geldiğinde, bu durum uyarıcı olmalı ve taze gaz akımı artırılmalıdır. Düşük akım ve minimal akım uygulamasında taze gaz akımı ve yarı kapalı devre kullanıldığı için kapalı devrenin bu dezavantajları minimale inmektedir (5, 26, 64, 65).

Gaz volüm eksikliği; hastanın sistemden aldığı gaz miktarının azalmasıdır. Devredeki kaçaklar, hastanın gaz alımının artması nedeniyle özellikle gaz akımın azaltıldığı dönemde, sistemde daha az taze gaz volümünün bulunmasına bağlıdır. Bu durumda taze gaz akımı 1-2 dakika artırılarak sistemde gaz volümü artırılır ve akım daha sonra azaltılabilir (8).

### **Kontrendikasyonları:**

#### Mutlak Kontrendikasyonları:

- Tehlikeli veya toksik gazların sürekli olarak yıkanmasını gerektiren veya son derece yüksek gaz alımı gerektiren durumlar:
  - Duman veya gaz intoksikasyonları
  - Malign hipertermi
  - Septisemi
- Hasta güvenliği için mutlak bulunması gereken ekipman eksikliği,
  - Sodalime tükenmesi
  - Oksijen monitörünün çalışmaması (taşıyıcı gaz olarak saf oksijen kullanılması dışında)
  - Anestezik ajan monitörünün çalışmaması (65).

### Rölatif kontrendikasyonları:

- Kısa süreli girişimlerde,
- Gerekli teknik donanım yetersizliği;
  - Solunum devresinde veya ventilatörde yetersiz gaz basıncı,
  - Gaz akım kontrolünün düşük akım aralığına uygun olmaması,
  - Maske anestezisinde,
  - Rijit bronkoskopide,
  - Kafsız endotrakeal tüp kullanımında,
  - Tekrar geri solumasız sistem kullanıldığında,
- Minimal akım veya kapalı sistem anestezi uygulamalarında eser gazların birikme riski mevcut olabileceğinden, belirtilen hastalıklarda taze gaz akımı 1 L/dk düzeyinin altında kullanılmamalıdır (65).
  - Dekompanse diabetes mellitus
  - Uzun süreli açlık durumları
  - Kronik alkolikler
  - Akut alkol intoksikasyonu
  - Masif kan transfüzyonu uygulanması düşünülen durumlar,
  - Klinik olarak belirgin bölgesel veya genel dolaşım bozukluğu olanlarda
  - Yoğun sigara içen hasta gruplarında.

### **Düşük akımlı anestezi için teknik özellikler ve standartlar:**

Bazı ülkelerde anestezi cihazlarının teknik özellikleri ve bulunması zorunlu güvenlik cihazları konusunda ulusal düzenlemeler vardır. Farklı ulusal standartları uyumlu hale getirmek amacı ile 13 Haziran 1998 tarihinden itibaren Avrupa Birliği ülkelerinde tüm üretici firma ve anestezi uzmanları bağlayan "Anestezi Makineleri ve Modülleri- Temel gereksinimler" başlıklı ortak Avrupa standardı EN 740 yürürlüğe girmiştir (29). Buna göre anestezi cihazlarında bulunması gereken güvenlik özellikleri aşağıda belirtilmiştir:

- 1) Enerji yetersizlik alarmı
- 2) Oksijen desteği yetersizlik alarmı
- 3) Azotprotoksit akım durdurucusu
- 4) Oksijen bypass valfi

- 5) Oksijen oranı denetleyicisi
- 6) Tek bir vaporizatörün çalışmasını güvenceye alma
- 7) İnspire edilen oksijen konsantrasyonu izlemi
- 8) Hava yolu basıncı izlemi (bağlantı ayrılma ve tıkanıklık alarmı ile birlikte)
- 9) Ekspire edilen gaz hacmi izlemi
- 10) İnspire edilen karbondioksit konsantrasyonu izlemi
- 11) Volatil anestezi konsantrasyonu izlemi (65)

Dräger Cato anestezi cihazı, EN 740'taki gereksinimleri yerine getiren, özellikle düşük ve minimal akımlı anestezi için uygun olan bir cihazdır (29).

### **Monitorizasyon:**

Rutin monitorizasyona (EKG, SpO<sub>2</sub>, vücut ısısı, SAB, DAB) ilave olarak;

Inspiriumdaki oksijen konsantrasyonu: Bütün düşük akımlı anestezi uygulamalarında sürekli izlenmesi gerekir. Alt alarm sınırının %28-30'a ayarlanması ile oksijen konsantrasyonunda meydana gelebilecek bir düşme erken fark edilebilir.

Hava yolu basıncı ve solunum volümünün takibi: Solunum devresinin yeterli miktarda gaz ile dolu olmasının izlenmesi zorunludur. Solunum tepe basıncı ve dakika volümünün takibi ile güvenlik altında tutulmaktadır. Diskonneksiyon alarmı olarak tepe basıncının 5 mbar altı, devre tıkanması için 30 mbar ve solunum volümü için hedeflenen dakika solunum volümünün 0,5 L/dk altı olarak limitler ayarlanmalıdır (64).

Anestezi ajan konsantrasyonu takibi: Taze gaz akımı < 1 L/dk ise solunum devresindeki anestezi ajan konsantrasyonunun takibi zorunludur.

End-tidal karbondioksit takibi: Düşük akımlı anestezi uygulamalarında karbondioksit absorpsiyon yükü artmaktadır. Taze gaz akımı 0,5 L/dk'ya düşüldüğünde absorban kullanımı dört kat artmaktadır (6, 66, 67).

**Teknik ekipman:** Düşük akımlı anestezi uygulaması için ;

- Flowmetre tüpleri düşük akım ile kullanıma olanak tanıyacak ölçeklendirme aralıklarına sahip ve kalibre edilmiş olmalı,
- Devre kaçakları kontrol edilerek minime indirgenmeli,
- Yeterli karbondioksit absorpsiyonu yapılabilmelidir.



### **Anestezi pratiğinde düşük ve minimal akım kullanımı:**

- İndüksiyon standart bir hipnotik ajan kullanılarak yapılabilir. İyi bir preoksijenizasyon uygulanmalıdır.
- Başlangıç döneminde 4-5 L/dk taze gaz girişi ile (%33 O<sub>2</sub> ve %66 N<sub>2</sub>O) denitrojenizasyon 6-8 dakika içinde tamamlanır ve yaklaşık 10 dakika sonra solutma sistemi içindeki O<sub>2</sub> konsantrasyonu %30 ve N<sub>2</sub>O konsantrasyonu %65 değerlerine ulaşır. Vaporizatör istenen konsantrasyonlara ayarlandığında, ekspire edilen anestezi ajan konsantrasyonu 10-15 dakika içinde 0,8 MAC değerine ulaşarak %95 hastada cerrahi kesiye yanıt oluşturmayacak anestezi derinliği sağlanır. Ancak desfluran hızlı alınımı nedeniyle 10 dakika içinde inspire edilen gaz / taze gaz oranı 0,85 düzeyine ulaşarak yeterli anestezi derinliği sağlanır. Böylece nitrojen, indüksiyondan 10 dakika sonra gaz içeren kompartımanlardan uzaklaştırılmış ve solutma sistemi içinde istenen gaz bileşimi de daha erken sağlanmış olur (8).

Başlangıç dönemi vaporizatör ayarları aşağıda belirtilen şekilde tavsiye edilmektedir.

Desfluran	%4.0- 6.0
Sevofluran	%2.0-2.5
İsofluran	%1.0-1.5
Enfluran	%2.0-2.5
Halotan	%1.0-1.3

- Düşük taze gaz akımına geçiş dönemi; yüksek taze gaz akımı ile yeterli anestezi derinliğine ulaşıldıktan sonra taze gaz akımı 1 L/dk' ya düşürülür, ancak geri soluma hadisesi belirgin şekilde artar. Hipoksik solunumu engellemek için, %30'luk inspiratuar oksijen konsantrasyonu en az %40'a çıkarılmalıdır. Taze gaz akımının düşürülmesi ile inspire edilen volatil anestezi konsantrasyonu da azalmaktadır. Bu nedenle düşük akıma geçiş döneminde vaporizatör ayarları;

Desfluran	%4.0- 6.0
Sevofluran	%3.0
İsofluran	%2.0
Enfluran	%2.5-3.0

Halotan %1.5-2.0

değerlerine çıkarılmalıdır. Taze gaz akımının düşürülmesi ile desfluran konsantrasyonları istenen düzeyde idame ettiği için diğer volatil anestezi ajanlarından farklı olarak vaporizatör ayarlarının artırılmasına gerek yoktur.

Minimal akım uygulamasında ise; düşük akıma ilave olarak;

İndüksiyon, başlangıç dönemi ve izlem düşük akım uygulaması ile aynıdır. Ancak vaporizatör ayarları ve taze gaz akımının düşürülmesinde bazı farklılıklar vardır. Bunlar:

Taze gaz akımının düşürülmesi;

- 0,25-0,3 L/dk oksijen
- 0,25-0,2 L/dk nitroz oksit, olacak şekilde toplam 0,5 L/dk taze gaz akımı uygulanır.

Minimal akım uygulamasında vaporizatör ayarları ise;

Halotan %2,5-3,0

Enfluran %3,0-3,5

İzofluran %2,0-2,5

Desfluran +%1-1,5 (5-7,5) volümlerinde uygulanır (8).

- Derlenme dönemi: Anestezi süresini göz önünde bulundurarak, cerrahi girişimin bitişinden 15-20 dakika önce vaporizatör kapatılabilir. Eğer bu süre içinde düşük akım ile devam edilecekse, sistemde bulunan anestezi ajan konsantrasyonu yavaş ve gecikmeli olarak azalacaktır. Hastalara bu dönemde, mekanik veya manuel asiste solunum uygulanabilir. Ancak, ekstübasyondan 5-10 dakika önce, sistemdeki anestezi gazlar taze gaz akımı yükseltilecek şekilde saf oksijen ile yıkanır. Postoperatif döneme yaklaşım diğer anestezi uygulamaları ile aynıdır (6, 8, 29, 64).

### **Düşük akımlı anestezi uygulamasında desfluran**

- Desfluranın, düşük çözünürlüğü nedeniyle anestezinin başlangıç aşamasındaki yüksek taze gaz akımı dönemi, minimal akımla bile 10 dakikaya indirilebilmektedir.
- Taze gaz akımı 1 L/dk'ya düşürüldüğünde, inspiratuar desfluran konsantrasyonunu yükseltmeye gerek yoktur. Ancak minimal akımlı

anestezi uygulamasında, vaporizatör konsantrasyonu % 1-2 oranında artırılmalıdır.

- Minimal taze gaz akımlarında bile, inspiratuar ve taze gaz karışımı içindeki desfluran konsantrasyonları arasındaki fark oldukça küçüktür.
- Desfluran, düşük çözünürlüğü ve geniş verim aralığına sahip vaporizatörü nedeniyle, özellikle düşük taze gaz akımlı anestezi için çok uygun bir seçenektir ( 8-10).

### **DÜŞÜK VE MİNİMAL AKIMLI ANESTEZİDE MALİYET VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ**

Yüksek taze gaz akımlı anestezi ile taze gaz akımının ancak % 10'u kullanılırken % 90'ı hastaya verilmeden atık gaz tahliye sistemine verilmektedir. Düşük veya minimal akımlı anestezi uygulamasında ise ekspire edilen gazlar yeniden kullanılmakta, bu sayede hem volatil anestezi ajanlarının hem de anestezi gazlarının maliyeti azalmaktadır (6, 68, 69).

Desfluran, klinik özellikleri nedeniyle hızlı alınıp ve eliminasyona sahiptir. Anestezi derinliği kontrolünün kolay ve derlenme süresinin kısa olması önemli bir avantajdır (21). Ancak düşük bir anestezi potense sahip olduğundan yeterli anestezi derinliği için alveolar konsantrasyonunun yüksek tutulması gereklidir. Bir anestezi ajanının etkililiği; hasta tarafından alınan ajan miktarının, sisteme verilen ajan miktarına bölünmesi ile elde edilen "etkililik katsayısı" ile belirlenir. Bu formül ile; 4,4 L/dk yüksek taze gaz akımı ve 2 saatlik, %6 konsantrasyonda inspire edilen desfluran kullanıldığında etkililik katsayısı 0,07 bulunmuştur. Yani; hasta sadece %7 oranında ajan alırken %93'ü dışarı atılır ve 161 ml ajan kullanılır. Bu oran düşük akımlı anestezi uygulaması (1 L/dk) için 0,23 olup, kullanılan ajan miktarı ise 47 ml, minimal akımlı anestezi (0,5 L/dk) ise katsayı 0,32, tüketim 33 ml olarak hesaplanmıştır (8).

Nitroz oksit ve klorlu hidrokarbon içereğine sahip volatil anestezi ajanlarının atıkları, ultraviyole ışınları ile parçalanarak ozon tabakasında hasara neden olabilmektedir. Sevofluran ve desfluran gibi klor içermeyen halojenli ajanların ise ozon tabakası üzerine zararlı etkilerinin daha az olduğu bildirilmektedir. Düşük akımlı anestezi tekniklerinin kullanılması ile, atık gaz oranının en aza indirilerek çevresel koruma sağlanabileceği belirtilmektedir (6, 58).

Düşük potense ve düşük çözünürlüğe sahip bir inhalasyon anesteziği, akımın azaltılması ile daha yüksek bir etkililik artışına ve daha düşük bir kullanım maliyetine sahip olabilmektedir. Düşük taze gaz akımlı anestezi uygulamaları ile kullanım maliyetini azaltmak mümkündür. Ancak güvenlik ve izlem diğer anestezi uygulamalarında olduğu gibi ön planda tutulmalıdır (62).

## MATERYAL VE METOD

Çalışma Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalında, yerel etik kurul onayı alınarak planlandı.

Elektif cerrahi girişim uygulanacak yaşları 18-65 arası olan ve ASA I-II risk grubunda bulunan 90 hastanın çalışmaya alınması planlandı.

Hamileler, alkol bağımlılığı olanlar, derlenme dönemini etkileyebilecek ilaç kullanımı hikayesi (Trisiklik antidepresan, antikonvulzan, benzodiazepin, vb) bulunanlar ve ideal kilolarından %20 fazla olanlar çalışmaya alınmadı. Operasyon esnasında vazoaaktif ilaç kullanımını gerektirecek düzeyde ciddi hipotansiyon veya hipertansiyon gelişen, operasyon bitimine 20 dakikadan kısa bir süre kala kas gevşetici ilaç yapılan ve ciddi aritmi gelişen olguların çalışma dışı bırakılması planlandı. Hastalara premedikasyon uygulanmadı.

Operasyon masasına alınan hastalara antekübital bölgede uygun bir venden 18 G kanül ile damar yolu açılarak 5-8 ml/kg/saat hızında %0,9'luk NaCl verilmeye başlandı. Hastaların elektrokardiyogram (EKG), kalp atım hızı (KAH), noninvazif kan basıncı (sistolik arter basıncı (SAB), diastolik arter basıncı (DAB) ve ortalama arter basıncı (OAB) ) ve periferik oksijen saturasyonu (SpO<sub>2</sub>) değerleri monitorize edildi ve izlendi. Hastaların solunum parametreleri; end-tidal karbondioksit (PETCO<sub>2</sub>) değerleri 30-40 mmHg arasında (tidal volüm 8 ml/kg, solunum sayısı ise 10-12/dk) olacak şekilde mekanik ventilasyon değerleri ayarlanarak, inspire edilen ve end tidal oksijen, nitroz oksit değerleri ile birlikte operasyon boyunca sürekli olarak izlendi.

Hastaların OAB, KAH ve indüksiyondan sonra end-tidal desfluran değerleri izlendi ve kontrol (giriş), indüksiyon ve indüksiyondan sonra 5, 10, 15, 30, 45, 60. dakikalardaki değerleri kaydedildi. Volatil anestezik ajan konsantrasyonu, side-stream metoduyla alınan örneğin, infrared teknikle analiz edilmesi sonucu ölçüldü.

İndüksiyon öncesi bütün hastalara 5 dakika süreyle preoksijenizasyon uygulandı. İndüksiyonda propofol (2-2.5 mg/kg) intravenöz (i.v.) ve fentanil (1-3 µg/kg) i.v. verilmesini takiben kirpik refleksinin kaybolmasından sonra, vekuronyum (0,1 mg/kg) i.v. ile kas gevşemesi sağlandı ve orotrakeal entübasyon gerçekleştirildi. Volatil anestezi ajanı olarak desfluran (Suprane®; Baxter, Puerto Rico, ABD) kullanıldı. Desfluran uygulanması için; yüksek basınçlı dayanıklı ve elektronik ısı denetimli Devapor desfluran vaporizatörü (Dräger, Devapor; Lübeck, Almanya) kullanıldı.

İdamenin başlangıç döneminde 6-8 dakika süre ile, 4-6 L/dk taze gaz girişi ile (%50 O<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub>O), hastanın durumuna göre desfluran vaporizatör konsantrasyonu %4.0–6.0 değerleri arasında denitrojenizasyon uygulandı (8). Yüksek taze gaz akımı ile yeterli anestezi derinliğine ulaşıldıktan sonra cerrahi girişime izin verildi ve hastalar rastgele üç gruba ayrılarak taze gaz akımı aşağıda belirtilen şekilde uygulandı.

a) Orta akım grubu (grup I). Toplam taze gaz akımı 2 L/dk olan grup; 1 L/dk O<sub>2</sub> + 1 L/dk N<sub>2</sub>O + desfluran (end tidal konsantrasyonu %3–5 aralığında ve 1-1,5 MAC değerinde olacak şekilde vaporizatör ayarlandı).

b) Düşük akım grubu (grup II). Toplam taze gaz akımı 1 L/dk olan grup; 0.5 L/dk O<sub>2</sub> + 0.5 L/dk N<sub>2</sub>O + desfluran (end tidal konsantrasyonu %3–5 aralığında ve 1-1,5 MAC değerinde olacak şekilde vaporizatör ayarlandı).

c) Minimal akım grubu (grup III). Toplam taze gaz akımı 0,5 L/dk olan grup; 0.3 L/dk O<sub>2</sub> + 0.2 L/dk N<sub>2</sub>O + desfluran (end tidal konsantrasyonu %3–5 aralığında ve 1-1,5 MAC değerinde olacak şekilde vaporizatör ayarlandı).

KAH ve OAB değerlerinde, bazal seviyenin %20'sini geçen artış için inspire edilen desfluran konsantrasyonu %25 – 50 oranında artırılması, buna yanıt alınamayan olgularda ise 50 µg i.v. fentanil bolus yapılması ve aynı şekilde KAH ve OAB'deki bazal seviyenin % 20'sini geçen düşüşlerde ise, inspire edilen desfluran konsantrasyonu %25 – 50 oranında azaltılması, yanıt alınamayanlarda 0,2 – 0,4 mg i.v. atropin veya 5 – 10 mg efedrin yapılması planlandı.

Devredeki inspire edilen oksijen konsantrasyonunun %30'un altına inmesi durumunda, oksijen akımı toplam gaz akımının %10'u oranında artırılması ve nitroz oksit akımının ise aynı oranda düşürülmesi, solunum devresinde gaz volüm

eksikliği veya inspire edilen gazların toplamının %92'nin altına düşmesi durumlarında ise 10-15 dakika süre ile yüksek akımlı anestezi uygulamasına geçilmesi planlandı.

Operasyon sonunda, rezidüel nöromüsküler blokaj 0,02 mg/kg atropin ve 0,06 mg/kg neostigmin ile antagonize edildi. Desfluran cilt kapanmaya başladığında, N<sub>2</sub>O ise cilt kapandıktan hemen sonra kesildi. Sistemdeki anestezi gazlar 8–10 L/dk %100 O<sub>2</sub> ile yıkanarak ventile edildi.

Erken derlenme döneminde hastaların gözlerini açma süresi, ekstübasyon süresi ve emirlere uyma süreleri ayrı ayrı değerlendirildi. Volatil anestezi ajanının kapatılmasından sonra hastalara sözel olarak gözlerini açmaları 1 dakika aralıklarla söylendi ve hastaların gözlerini açmasına kadar geçen süre, "gözlerini açma süresi" olarak belirlendi ve kaydedildi. Yeterli spontan solunum kapasitesine sahip olan hastalar, volatil anestezi ajanının kapatılmasından ekstübasyona kadar geçen süre "ektübasyon süresi" olarak belirlenerek, ekstübe edildiler ve süreleri kaydedildi. Emirlere uyma süreleri ise volatil anestezi ajan kapatıldıktan ve hastalar ekstübe edildikten sonra; "elimi sık, dilini çıkar, başını kaldır" gibi komutlara yanıt verme süreleri değerlendirilerek belirlendi ve kaydedildi.

Postoperatif derlenme skorları; hastaların 5, 15 ve 30. dakikalarda Modifiye Aldrete Skorum sistemi (Tablo 3) kullanılarak belirlendi. Yapılan ölçümler sonucu, 9 puanın altındaki hastaların post-op odasına alınarak, yeterli derlenme düzeyine ulaşana kadar takip edilmeleri planlandı.

Kullanılan toplam fentanil dozu, anestezi süresi, cerrahi süre ve gelişen komplikasyonlar kaydedildi.

Hastaların monitorizasyonu için PM 8040 monitör (Dräger; PM 8040, Lübeck, Almanya), mekanik ventilasyon için Cato M 33010 (Dräger, Cato, Lübeck, Almanya) anestezi cihazı kullanıldı (Resim 2).

Desfluran tüketimini belirlemek için: Operasyon başlamadan önce desfluran vaporizatörü tam olarak dolduruldu ve giriş ağırlığı kaydedildi. Operasyon esnasında vaporizatöre hiçbir şekilde desfluran ilave edilmedi. Operasyon bitiminde vaporizatör tekrar tartılarak çıkış ağırlığı belirlendi. Giriş ve çıkış ağırlıkları arasındaki fark tüketim miktarı olarak belirlendi ve kaydedildi.

Vaporizatörü tartmak için maksimum 10 kilogram ve 1 gram hassasiyetine kadar ölçebilen, dijital hassas terazi (CAS, AD 10, Kore) kullanıldı.

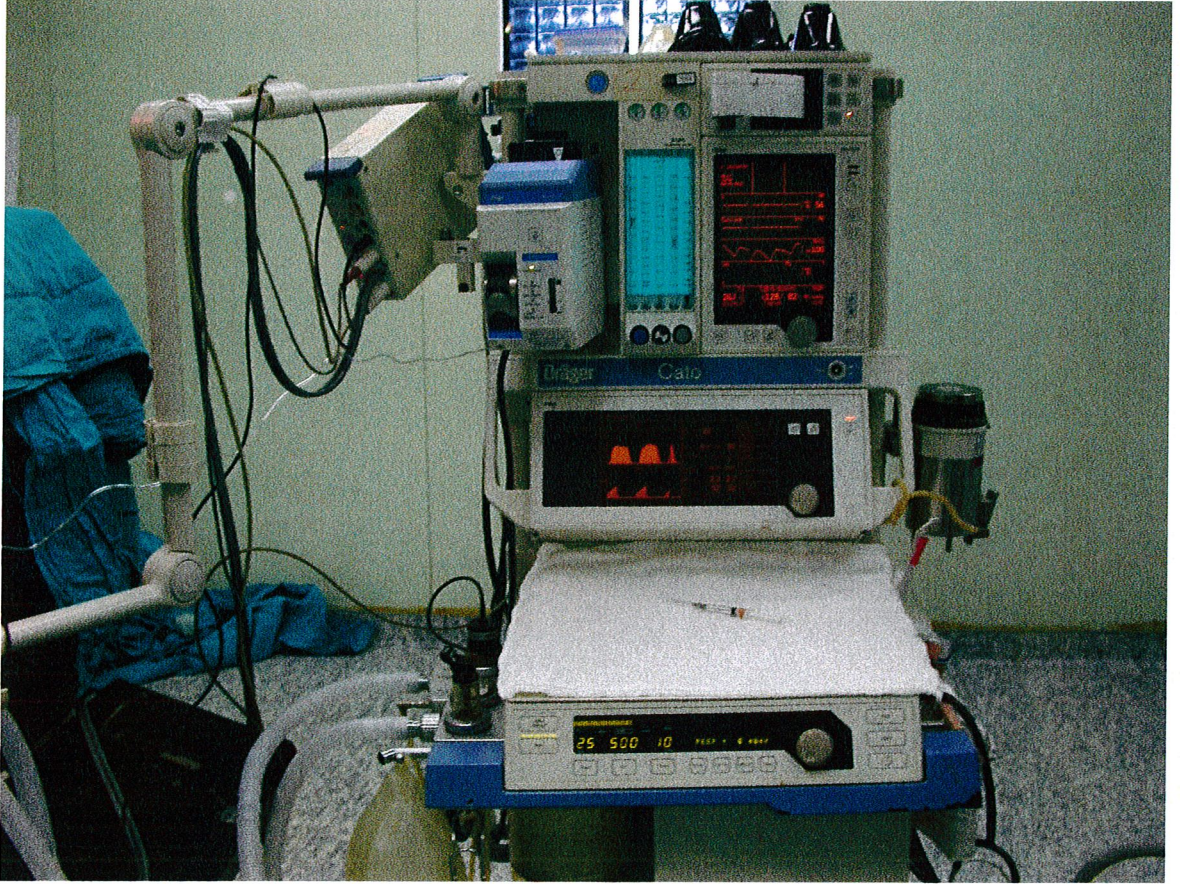
Veriler "SPSS for Windows 11,0" bilgisayar programı ile; "one way" ANOVA ve "post hoc multiple comparisons" (homojen bulunan gruplar için Tukey, homojen olmayan gruplar için Tamhane testi) kullanılarak değerlendirildi.  $P < 0,05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.





Resim 1: Devapor desfluran vaporizatörü.





Resim 2: Cato M 33010 Anestezi cihazı.

## BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen hastaların demografik verileri Tablo 5'te gösterilmiştir. Grupların demografik verileri arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunamamıştır ( $p>0,05$ ).

Tablo 5: Grupların demografik verileri (Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Sapma)

	ORTA AKIM	DÜŞÜK AKIM	MINİMAL AKIM
Hasta Sayısı (n)	30	30	30
Yaş (yıl)	39.96 $\pm$ 14.49	38.46 $\pm$ 15.05	40.80 $\pm$ 11.63
Kilo (kg)	70.70 $\pm$ 9.99	74.50 $\pm$ 9.65	70.30 $\pm$ 9.18
Boy (cm)	166.53 $\pm$ 9.18	167.76 $\pm$ 7.01	166.46 $\pm$ 7.78
Cinsiyet (E / K)	14 / 16	16 / 14	14 / 16
ASA I / II	24 / 6	22 / 8	21 / 9
Operasyon			
- Üreterolitotomi	12	14	13
- Kolesistektomi	9	8	8
- Piyelolitotomi	5	3	5
- Tiroidektomi	4	5	4

Hastaların; anestezi ve operasyon süreleri, kullanılan toplam fentanil dozları Tablo 6'da gösterilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ( $p>0,05$ ).

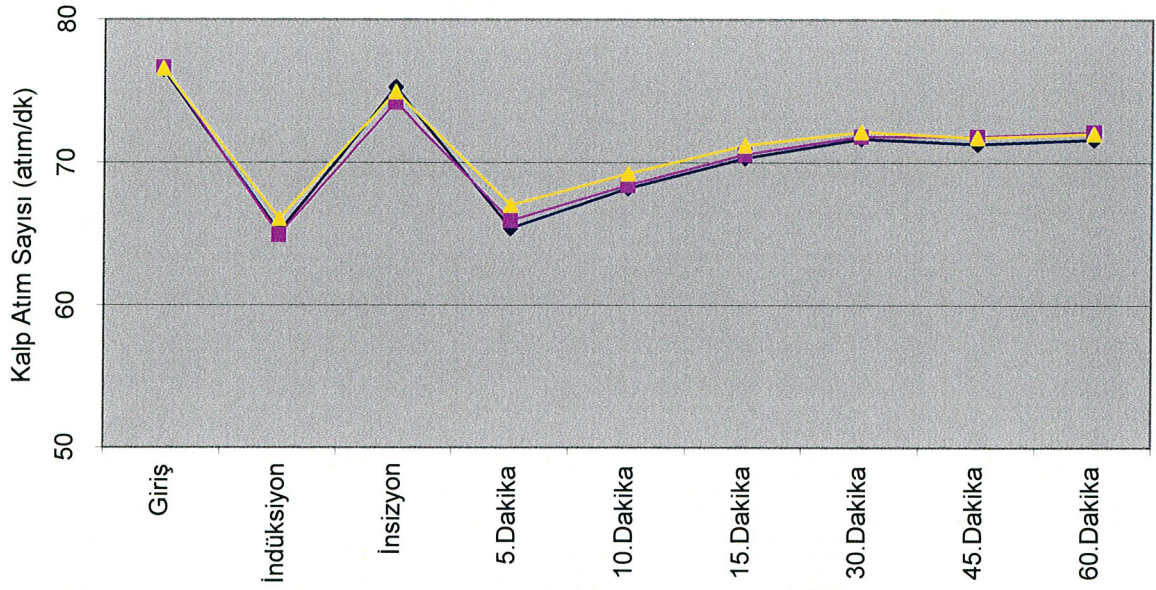
Tablo 6: Grupların anestezi ve operasyon süreleri, toplam kullanılan fentanil dozları (Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Sapma)

	ORTA AKIM	DÜŞÜK AKIM	MINIMAL AKIM
Anestezi			
Süresi (dk)	124.00 $\pm$ 32.61	134.03 $\pm$ 44.82	140.50 $\pm$ 50.02
Operasyon			
Süresi (dk)	106.86 $\pm$ 31.29	118.86 $\pm$ 42.87	127.43 $\pm$ 49.69
Toplam			
Fentanil	185.00 $\pm$ 41.83	181.66 $\pm$ 48.21	181.66 $\pm$ 30.74
Dozu ( $\mu$ g)			

Hiçbir grupta hastaların KAH ve OAB değerleri bazal seviye  $\pm$  %20 sınırlarını aşmadı. Hiçbir hastada müdahale gerektirecek hipotansiyon, hipertansiyon, bradikardi ve taşikardi olmadı. Yapılan gruplar arası karşılaştırmada hastaların KAH ve OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı ( $p>0.05$ ). Hastaların end tidal desfluran konsantrasyonları karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir farklılık bulunamadı ( $p>0.05$ ). Hastaların KAH, OAB ve end tidal desfluran konsantrasyonları ortalama değerleri gösterilmiştir (Tablo 7, Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3).

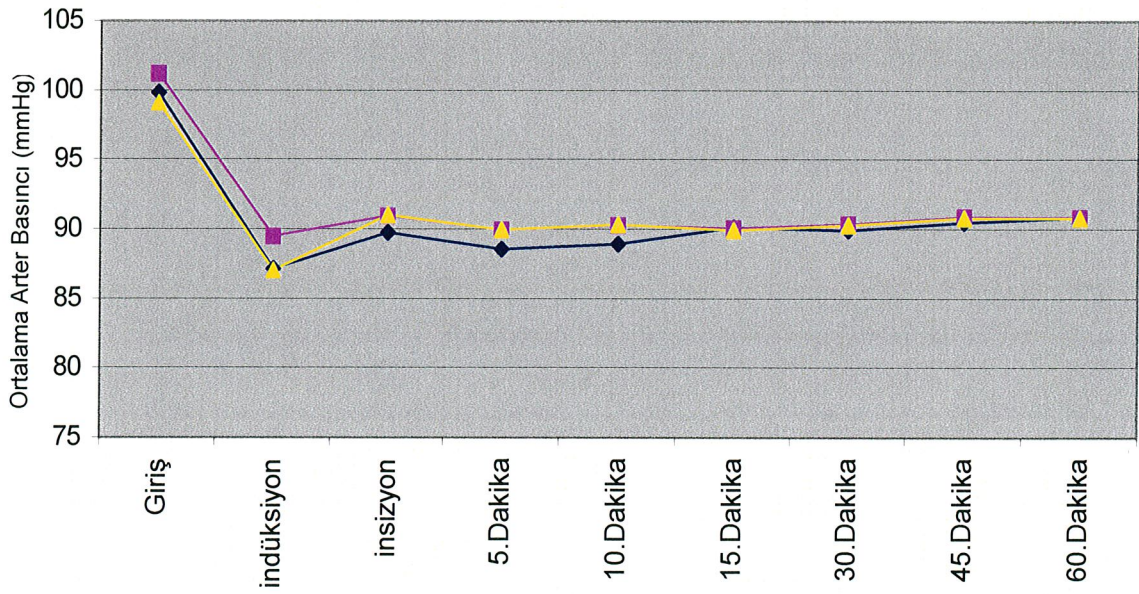
Hastaların hiç birinde inspire edilen oksijen konsantrasyonu %30'un altına inmedi ve solunum devresinde gaz volüm eksikliği görülmedi. Hiç bir hastada inspire edilen gazların toplamı %92'nin altına inmedi.





Şekil 1: Grupların kalp atım sayıları.

Orta Akım Düşük Akım Minimal Akım



Şekil 2: Grupların ortalama arter basınçları.

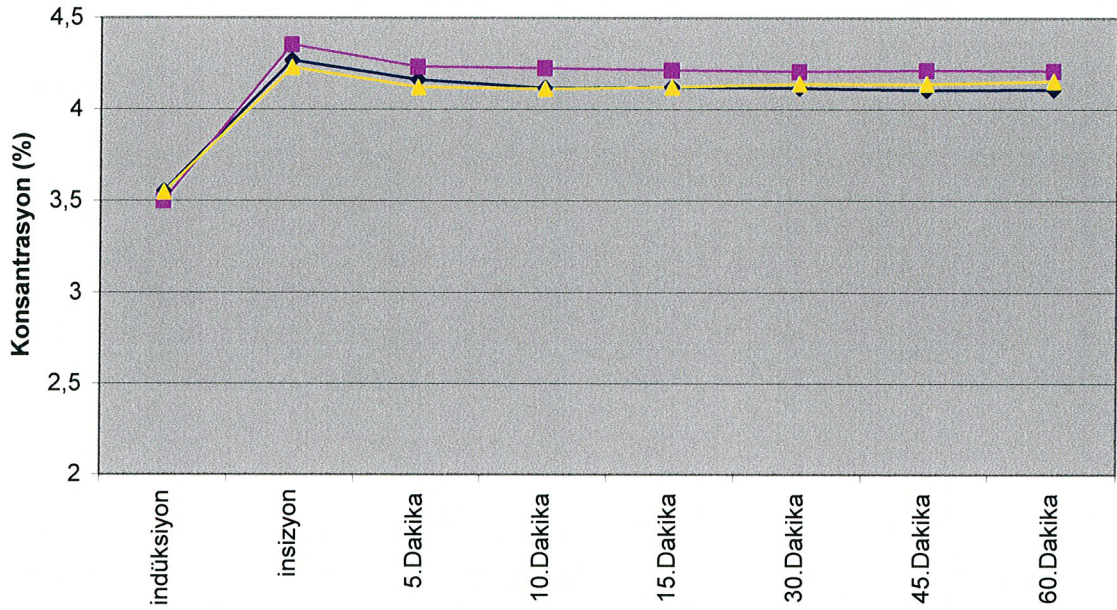
Orta Akım Düşük Akım Minimal Akım

Tablo 7: Grupların hemodinamik verileri ve end-tidal desfluran konsantrasyonları (Aritmetik ortalama±standart sapma)

	ORTA AKIM			DÜŞÜK AKIM			MINİMAL AKIM		
	KAH (atım / dk)	OAB (mmHg)	End tidal desfluran (%)	KAH (atım / dk)	OAB (mmHg)	End tidal desfluran (%)	KAH (atım / dk)	OAB (mmHg)	End tidal desfluran (%)
Giriş	76.46±8.37	99.84±6.59	—	76.66±7.97	101.16±9.13	—	76.56±7.95	99.12±4.86	—
İndüksiyon	65.13±6.44	87.13±8.53	3.55±0.38	64.93±5.91	89.46±3.31	3.50±0.39	66.06±7.41	87.04±4.17	3.55±0.49
İnsizyon	75.26±6.80	89.76±5.40	4.26±0.31	74.23±6.19	90.94±3.10	4.35±0.22	74.93±7.61	90.98±3.17	4.23±0.28
5. dk	65.40±5.60	88.54±4.76	4.16±0.21	65.96±5.28	89.97±2.38	4.23±0.14	67.03±6.73	89.94±3.20	4.12±0.22
10 dk	68.20±4.79	88.91±4.05	4.11±0.11	68.43±4.81	90.27±2.41	4.22±0.15	69.23±6.16	90.31±2.47	4.11±0.19
15 dk	70.30±4.74	90.10±2.91	4.12±0.27	70.56±4.92	90.05±2.29	4.21±0.16	71.20±5.70	89.88±1.87	4.12±0.15
30 dk	71.66±5.07	89.91±4.37	4.11±0.26	71.83±5.31	90.37±2.07	4.20±0.17	72.16±5.57	90.26±1.52	4.14±0.14
45 dk	71.30±5.73	90.49±3.79	4.10±0.24	71.86±5.11	90.91±1.87	4.21±0.16	71.76±5.87	90.80±1.13	4.14±0.14
60 dk	71.63±5.42	90.83±3.12	4.10±0.26	72.16±5.38	90.81±2.47	4.21±0.16	72.03±5.36	90.78±2.47	4.15±0.13

KAH: Kalp atım hızı, OAB: ortalama arter basıncı . Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamadı (p>0.05).





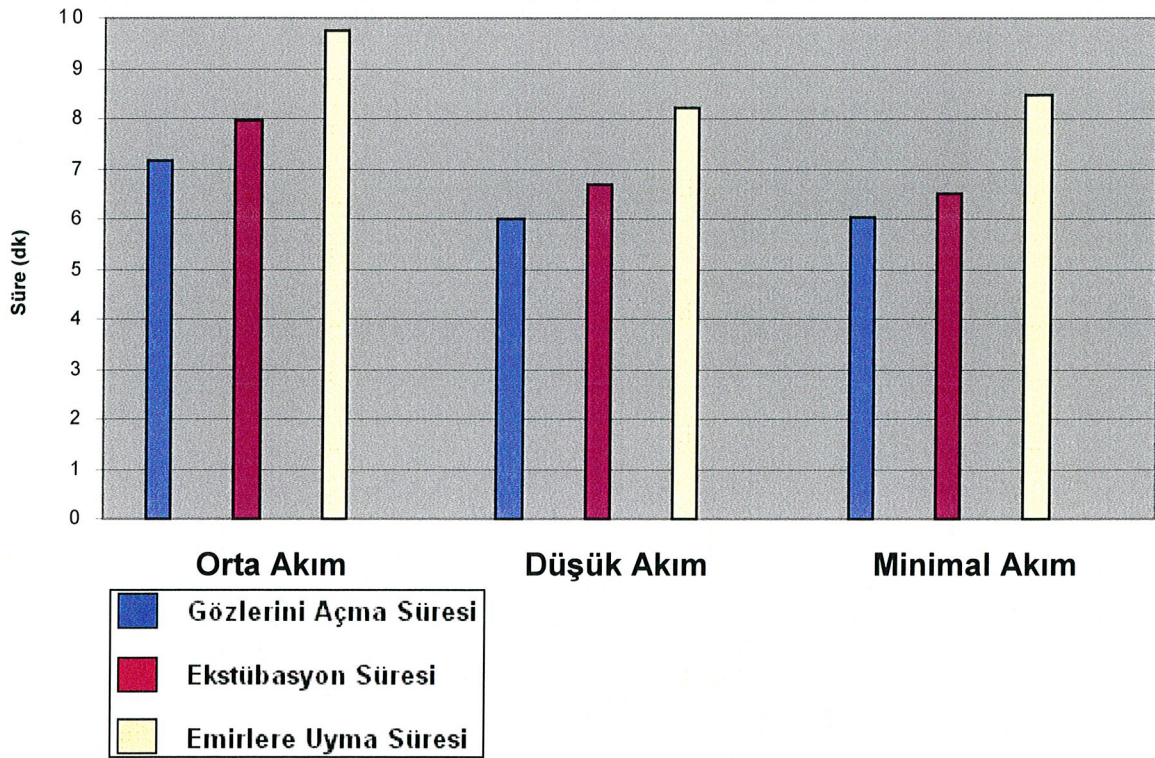
Şekil 3: Grupların end tidal desfluran konsantrasyonları

— Orta Akım — Düşük Akım — Minimal Akım

Hastaların erken dönem derlenme verileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunamadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 8, Şekil 4).

Tablo 8: Grupların erken dönem derlenme verileri (Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Sapma)

	ORTA AKIM	DÜŞÜK AKIM	MİNİMAL AKIM
Gözlerini Açma süresi (dk)	7.16 $\pm$ 3.01	6.00 $\pm$ 2.79	6.03 $\pm$ 2.57
Ekstübasyon Süresi (dk)	7.96 $\pm$ 3.35	6.70 $\pm$ 3.03	6.50 $\pm$ 2.28
Emirlere Uyma Süresi (dk)	9.76 $\pm$ 3.26	8.23 $\pm$ 2.84	8.46 $\pm$ 2.95



Şekil 4: Grupların erken dönem derlenme verileri.

Hastaların Modifiye Aldrete skora göre yapılan karşılaştırmalarında, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 9, Şekil 5).

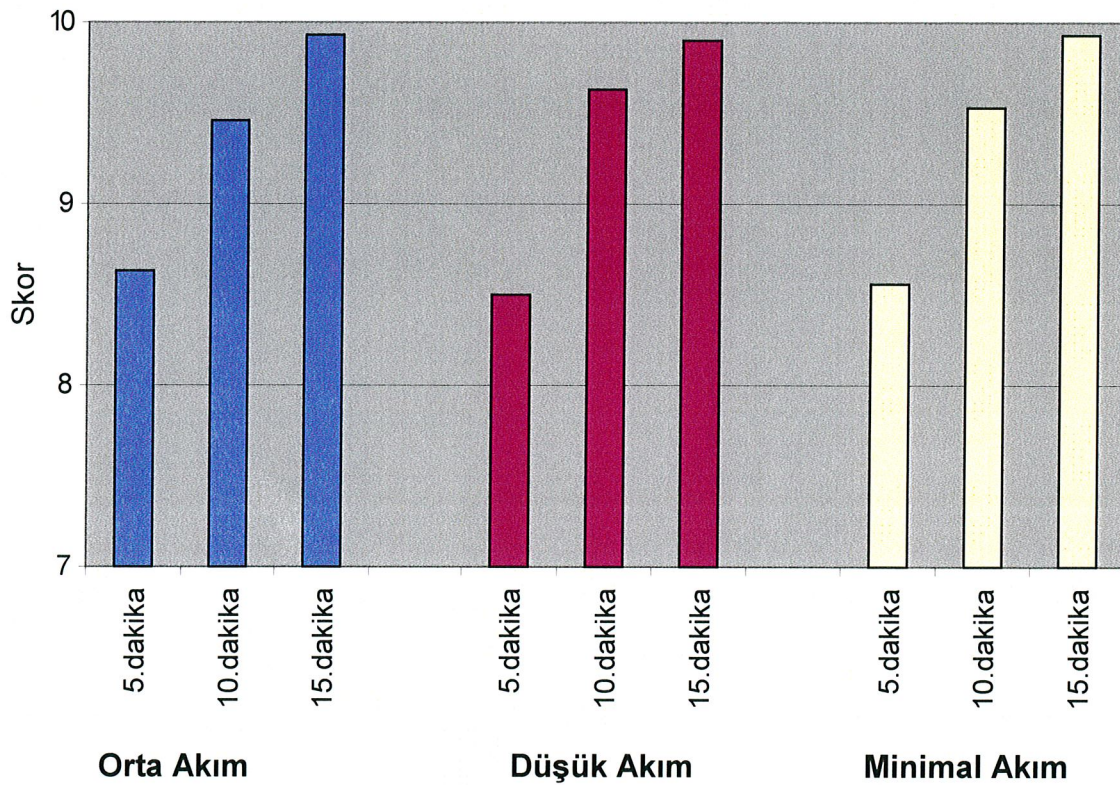
Hastaların Modifiye Aldrete Skorlama sistemi (Tablo 3) ile yapılan değerlendirmeleri sonucu, her üç grupta 2 hastanın 5.dakika Aldrete derlenme skoru 7 bulundu. Bu hastalara kısa süre ile oksijen desteği verilerek tedavileri yapıldı ve 15. dakika skorlarının yeterli bulunması ile hastalar servislerine gönderildi.

Gruplar arası yapılan değerlendirme sonucu desfluran tüketim miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p<0.01$ ) (Tablo 10, Şekil 6).



Tablo 9: Grupların Modifiye Aldrete Skorları (Aritmetik Ortalama± Standart Sapma)

	ORTA AKIM	DÜŞÜK AKIM	MINIMAL AKIM
Aldrete 5.dakika	8,63±0,61	8,50±0,62	8,56±0,67
Aldrete 15. dakika	9,46±0,57	9,63±0,49	9,53±0,50
Aldrete 30.dakika	9,93±0,25	9,90±0,30	9,93±0,25



Şekil 5: Grupların Modifiye Aldrete derlenme skorları.

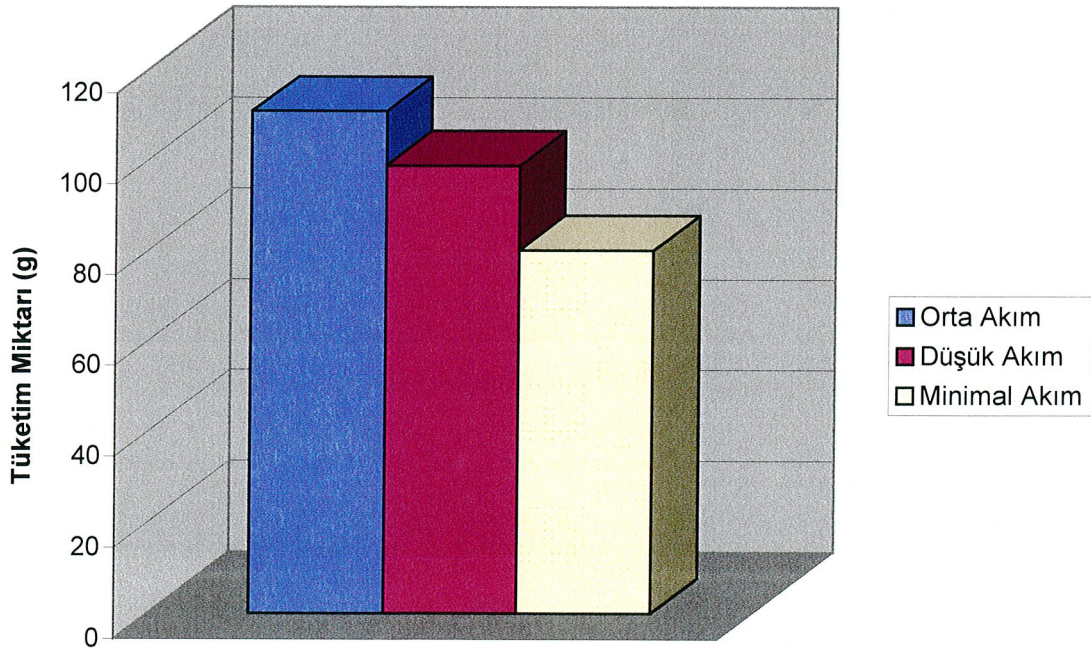
Tablo 10: Grupların Desfluran tüketim miktarları (Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Sapma)

	DESFLURAN TÜKETİM MİKTARI (g)
GRUP 1 *, **	110.43 $\pm$ 28.18
GRUP 2 *, †	98.40 $\pm$ 23.62
GRUP 3 **, †	79.80 $\pm$ 17.54

\* grup 1-grup 2 p<0.01

\*\* grup 1-grup 3 p<0.01

† grup 2-grup 3 p<0.01



Şekil 6: Grupların desfluran tüketim miktarları.



## TARTIŞMA

Günümüzde anestezi cihazlarında teknik özelliklerinin gelişmesi ile hastaların monitorizasyon olanakları da gelişmiştir. Yeni ve pahalı anestezi ajanlarının getirdiği ekonomik kaygılar ve çevresel faktörler, gelişen hasta monitorizasyon olanakları sayesinde, düşük akımlı anestezi tekniğinin popülerliğini arttırmıştır. Düşük akımlı anestezi uygulamasında günümüzde sevofluran ve izofluran gibi volatil anestezi ajanları kullanılmaktadır (10, 70, 71). Son yıllarda kullanım alanına giren desfluran da düşük akımlı anestezi uygulamasında kullanılmaya başlanmıştır (10, 72, 73).

Coetzee ve Steward (72) çok merkezli çalışmalarında; halotan, enfluran, izofluran ve desfluranı 0,5, 1, 3 L/dk taze gaz akımı ile kullanarak, bu akımların volatil anestezi ajan tüketimine olan etkilerini ve vaporizatör ayarları ile ajanların end-tidal parsiyel basınç farklarını değerlendirmişlerdir. Her üç grupta da, desfluran tüketimi taze gaz akımına bağımlı, parsiyel basınç oranları (end-tidal / taze gaz=0,8) ise taze gaz akımından bağımsız bulunmuştur. Yapılan çalışmada; düşük çözünürlük oranı ve yüksek stabilitesi nedeniyle, düşük taze gaz akımlarında, desfluran tüketimi ve alınımı azalmakta ve vaporizatörde ayarlanan değer ile alveolar konsantrasyon arasında önemli bir fark bulunmadığı bildirilmektedir.

Hargasser ve ark. (10) ise, düşük akımlı anestezi uygulamasında desfluran kullanmışlardır. Desfluranın düşük çözünürlüğü nedeniyle vaporizatörde ayarlanan değer ile alveolar konsantrasyon arasında önemli bir fark olmadığını, kolay ve hızlı titre edilebildiğini ve bu avantajları ile de düşük akımlı anestezi uygulamasında kullanımını özellikle önermişlerdir.

Minimal akımlı anestezi uygulamasında bile, konsantrasyon istenen değer iki katına ayarlanırsa anestezi derinliği hızla artabilmektedir. Desfluranın ajana

özel ve geniş bir konsantrasyon aralığına sahip vaporizatörünün, düşük akımlı anestezinin zaman sabitesini kısalttığı ve soluma sistemi içinde istenen gaz bileşimini daha erken oluşturarak ekonomi sağladığı bildirilmektedir (9, 10, 73).

Çalışmalara göre, desfluran düşük taze gaz akımına oldukça uygun bir ajan olarak değerlendirilmektedir. Biz de hızlı derlenme periyodu ve düşük / minimal akımlı anestezi uygulamasının getireceği avantajları göz önüne alarak ve ülkemizde yeni kullanım alanına giren bir volatil anestezi ajanı olan desfluran kullanmayı planladık.

Desfluran düşük çözünürlüğünün getirdiği bir avantaj ile, düşük akımlı anestezi uygulamasının idame döneminde end tidal konsantrasyonlarının stabil bir şekilde devam etmesi nedeniyle hastalarda iyi bir hemodinamik stabilite sağlanmasına olanak tanıdığı bildirilmiştir (74-78). Solunum parametrelerinin ise ayarlanan sınırlarda izlenmesine yardımcı olmaktadır.

Avramov ve ark. (74) 1 ve 3 L/dk toplam gaz akımı kullandıkları çalışmalarında desfluran ve izofluranın akut hemodinamik yanıtı baskılama yeteneklerini karşılaştırmışlar ve düşük taze gaz akımlarında, desfluranın izoflurana göre akut hemodinamik yanıtı daha başarılı ve hızlı bir şekilde baskıladığını bildirmişlerdir.

Bennett ve ark. (75) yarı kapalı bir anestezi devresinde 3 L/dk taze gaz akımı ve %100 oksijen ile %6 konsantrasyonda desfluran kullanarak yaptıkları çalışmalarında, desfluranın cerrahi uyarıya olan hemodinamik yanıtı izoflurandan daha hızlı kontrol ettiğini ve daha iyi bir hemodinamik stabilite sağladığını bildirmişlerdir.

Nathanson ve ark. (76) 3 L/dk taze gaz akımı ile %3-6 konsantrasyonlarında desfluran kullandıkları bir çalışmada, idame döneminde OAB ve KAH değerlerinin ölçülen bazal değerlerin  $\pm$  %20 sınırlarında izlendiğini ve intraoperatif kardiyovasküler stabilitenin sağlandığını bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, desfluran ile yeterli hemodinamik stabilitenin sağlandığı, anestezi indüksiyonundan sonra SAB değerinin düştüğünü ancak insizyondan sonra desfluran / nitroz oksit grubunda SAB değerinin daha stabil kaldığı bildirilmektedir (77).

Yapılan diğerk bir çalışmada ise 1 L/dk taze gaz akımı ve %3.4 end tidal konsantrasyonda desfluran ile, hastaların OAB ve KAH değerleri basal değerlerin  $\pm$  %20 sınırları içinde idame etmiş ve intraoperatif yeterli kardiyovasküler stabilite sağlandığı bildirilmiştir (78).

Parsons ve ark. (35) koroner arter bypass cerrahisi uygulanacak hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada; desfluranın %3.7 ve 4.6 end tidal konsantrasyonları arasında, insizyon ve sternotomi esnasında sistemik arteriyel basınçlarının basal ölçüm değerleri seviyesinde olduğunu bildirmişlerdir. Desfluranın, düşük doz fentanil ilavesiyle yüksek end tidal konsantrasyonlara ihtiyaç olmadan, miyokardiyal iskemi riski bulunan hastalarda hemodinamik durumu kontrol altında tutabileceğini belirtmektedirler.

Çalışmamızda, orta akım grubunda hastaların ortalama giriş KAH; 76 atım/dk ve OAB; 99 mmHg olarak ölçüldü, indüksiyonda bu değerler; 65 atım/dk ve 87 mmHg ölçülerek, düşmelerine rağmen %20 sınırları içinde kaldı. Cerrahi insizyonda ise, 75 atım/dk ve 89 mm Hg ölçülerek bazal değerlerin altında kaldı. İnsizyondan sonraki ölçüm değerleri ise, KAH ve OAB için; 65-71 atım/dk, 88-90 mm Hg arasında devam etmiş ve veriler bazal değerlere göre  $\pm$  % 20 sınırları içinde bulundu. Desfluranın bu sonuçlara göre orta akımlı anestezi uygulamasında yeterli hemodinamik stabiliteyi sağladığını gördük.

Düşük akım grubunda ise hastaların ortalama giriş KAH; 76 atım/dk ve OAB; 101 mmHg olarak ölçülmüş, indüksiyonda bu değerler; 64 atım/dk ve 89 mmHg ölçülerek, düşmelerine rağmen %20 sınırları içinde kaldı. Cerrahi insizyonda ise, 74 atım/dk ve 90 mmHg ölçülerek basal değerlerin altında kaldı. İnsizyondan sonraki ölçüm değerleri ise, KAH ve OAB için sırasıyla; 65-72 atım/dk, 89-90 mm Hg arasında devam etmiş ve veriler basal değerlere göre  $\pm$  %20 sınırları içinde bulundu. Desfluranın bu sonuçlara göre düşük akımlı anestezi uygulamasında yeterli hemodinamik stabiliteyi sağladığını gördük.

Minimal akım grubunda ise hastaların ortalama giriş KAH; 76 atım/dk ve OAB; 99 mmHg olarak ölçülmüş, indüksiyonda bu değerler; 66 atım/dk ve 87 mmHg ölçülerek, düşmelerine rağmen %20 sınırları içinde kaldı. Cerrahi insizyonda ise, 74 atım/dk ve 90 mmHg ölçülerek basal değerlerin altında kaldı. İnsizyondan sonraki ölçüm değerleri ise, KAH ve OAB için sırasıyla; 67-72 atım/dk,

89-90 mmHg aralıklarında devam etmiş ve bu veriler basal değerlere göre  $\pm$  %20 sınırları içinde bulundu. Desfluranın bu sonuçlara göre minimal akımlı anestezi uygulamasında yeterli hemodinamik stabiliteyi sağladığını belirledik. Bu sonuçlar Avramov (74), Bennett (75), Parsons (35), Nathanson (76) ve yapılan diğer çalışmaların (77, 78) sonuçları ile uyumludur.

Minimal akım (0.5 L/dk) ile yapılan bir çalışmada, akım hızı düşürüldüğü zaman desfluranın vaporizatör ayarlarında herhangi bir değişiklik yapmaya gerek olmadığı ve yüksek konsantrasyonda anestezik verilmesi gibi bir riskin bulunmadığı bildirilmiştir. Bu akım hızında, inspire edilen oksijen konsantrasyonunun %30 oranının altına düşebileceğinden monitorize edilmesinin gerektiği ve çok düşük taze gaz akımlarında bile ekspire edilen desfluran konsantrasyonlarında operasyon süresince bir azalma ile karşılaşılmadığı belirtilmiştir (73).

Düşük akımlı anestezi (1 L/dk) kullanılarak yapılan bir çalışmada, desfluranın düşük akım döneminde vaporizatör ayarlarının değiştirilmeden yeterli alveolar konsantrasyona ulaşarak devam ettiği ve düşük akım uygulamasında güvenle kullanılacağı bildirilmiştir (10).

Çok merkezli bir çalışmada; desfluranın minimal, düşük ve orta akımlı anestezi uygulamasında, yüksek stabilitesi nedeniyle operasyon boyunca vaporizatörde ayarlanan değer ile alveolar konsantrasyonu arasında önemli bir fark bulunmadığı ve parsiyel basınç oranlarının (end-tidal/taze gaz) değişmediği bildirilmiştir (72).

Çalışmamızda orta akım grubunda hastaların ortalama end tidal desfluran konsantrasyonları, induksiyonda; %3.5, cerrahi insizyonda; %4.2 ve idame döneminde ise %4.1-4.12 konsantrasyonları arasında değişmeden stabil olarak devam ettiğini gördük.

Düşük akım grubunda hastaların ortalama end tidal desfluran konsantrasyonları, induksiyonda; %3.5, cerrahi insizyonda; %4.3 ve idame döneminde ise %4.2-4.23 konsantrasyonları arasında değişmeden stabil olarak devam etmiştir.

Minimal akım grubunda ise hastaların ortalama end tidal desfluran konsantrasyonlarının, induksiyonda; %3.5, cerrahi insizyonda; %4.2 ve idame

döneminde ise %4.1 konsantrasyonlarında, değişmeden stabil olarak devam ettiğini gördük.

Bulduğumuz bu sonuçlara göre düşük akımlı anestezi uygulamasında end tidal desfluran konsantrasyonlarının vaporizatörde herhangi bir ayarlama yapmadan stabil bir şekilde değişmeden devam ettiğini söyleyebiliriz. Sonuçlarımız daha önce yapılan çalışmalarla (10, 72, 73) uyumlu bulunmuştur.

Çalışmamız esnasında bütün gruplarda izlenen end tidal karbondioksit değerleri 30-40 mmHg arasında takip edildi. Düşük ve minimal akım uygulanan hastaların hiçbirinde inspire edilen oksijen konsantrasyonu %30'un altına düşmedi ve toplam taze gaz akım miktarları %92 değerinin üzerinde izlendi. Bu nedenle, hastalarda inspire edilen oksijen konsantrasyonunu veya toplam taze gaz akımını artırma gereksinimi olmadı.

Bu sonuçlara göre desfluranın düşük akımlı anestezi uygulamasında uygun monitorizasyon imkanları ile (inspire edilen/end tidal; oksijen, karbondioksit, nitroz oksit ve volatil anestezi ajan konsantrasyonları) intraoperatif dönemde yeterli anestezi derinliğini, hemodinamik stabiliteyi ve istenen solunum parametrelerini herhangi bir problem olmadan güvenli bir şekilde sağladığı kanısına vardık.

Desfluranın hastalarda hızlı ve rahat bir derlenme dönemi sağladığı bildirilmiştir (3, 47, 77, 79).

Song ve ark. (79) yaptıkları çalışmada, desfluran, sevofluran ve propofolün derlenme dönemine olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Uyanma, ekstübasyon ve oryantasyon süreleri, propofole göre desfluran ve sevofluran gruplarında daha kısa bulunmuştur. Aldrete derlenme skorlaması kullanılmış ve 10 derlenme skoruna ulaşma süreleri propofol anestezisine göre anlamlı derecede kısa bulunmuştur. Erken dönem derlenme verileri ise; desfluran anestezisinde diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur (gözlerini açma süresi 4,7 dk, ekstübasyon süresi 5,1 dk oryantasyon süresi 9,8 dk, Aldrete 10 skoruna ulaşma süresi 10 dk). Bu çalışmanın sonucunda, genel anestezi alan gününbirlik hastalarda desfluran ve sevofluranın, propofole bir alternatif olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Van Hemelrijck ve ark. (77), desfluran, propofol ve nitroz oksit kullandığı çalışmalarında derlenme verilerini incelemişlerdir. Propofol indüksiyonu ve

desfluran nitroz oksit idamesi grubunda, gözlerini açma süresini 5,1 dk, emirlere uyma süresini 6,4 dk olarak bulmuşlardır.

Ghouri ve ark. (3) elektif cerrahi uygulanacak hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada, desfluran ve izofluran anestezilerinin derlenme dönemleri ve farmakokinetik özellikleri değerlendirilmiştir. Derlenme döneminde; uyanma, basit emirlere uyma süreleri desfluran ile daha kısa bulunmuştur (gözlerini açma süresi 5,1 dk, emirlere uyma süresi 6,5 dk). Çalışma sonucunda; hızlı derlenme istenen, gününbirlik hastalarda desfluran kullanımının izoflurana göre önemli klinik avantajının bulunduğu bildirilmiştir.

Smiley ve ark. (47), indüksiyondan önce midazolam, indüksiyonda ise tiopental kullandıkları çalışmalarında desfluranı iki farklı MAC değerinde (0,65 ve 1,25 MAC) kullanarak derlenme süresini izofluran ile karşılaştırmışlardır. Özellikle kısa operasyonlar için kullanılan hipnotik ve premedikasyon ajanının derlenme dönemini etkileyebileceğini ifade etmişlerdir. Derlenme süreleri ise 0,65 MAC için 8,8 dk 1,2 MAC için 16,1 dk olarak bulunmuştur.

Wrigley ve ark. (80), gününbirlik vakalarda propofol, desfluran ve nitroz oksit kullanarak derlenme dönemini karşılaştırmışlardır. Gruplar arası anlamlı bir farklılık bulunmamasına rağmen, propofol indüksiyonu ve infüzyonu yapılan vakaların derlenme süreleri daha uzun bulunmuştur. Propofol indüksiyonu ve desfluran, nitroz oksit idamesi grubunda gözlerini açma süresi 8,2 dk ve emirlere uyma süresi ise 9,4 dk olarak bulunmuştur.

Tarazi ve Beverly (81), gününbirlik laparoskopik tüp ligasyonu yapılan hastaları dahil ettikleri çalışmada; sevofluran ile desfluranı karşılaştırmışlardır. Desfluran grubunda gözlerini açma süresi 5 dk, emirlere uyma süresi 6 dk bulunmuştur.

Nathanson ve ark. (76) laparoskopik tüp ligasyonu uygulanacak gününbirlik hastalarda desfluran ve sevofluranın derlenme dönemlerini incelemişlerdir. Desfluranın, erken dönem derlenme süreleri (gözlerini açma süresi 4,8 dk, ekstübasyon süresi 5,1 dk ve emirlere uyma süresi 6,4 dk) diğer gruplara göre daha kısa bulunmuştur. Ortalama derlenme ve taburcu olma süreleri, psikomotor ve bilişsel fonksiyonların ise benzer olduğunu bildirmişlerdir.



Çalışmamızda derlenme dönemi sonuçları; Song ve ark. (79), Van Hemelrijck ve ark. (77), Ghouri ve ark. (3), Tarazi ve ark. (81) ve Nathanson ve ark.nın (76) çalışmalarına yakın olmasına rağmen klinik süreler arasında farklılıklar mevcuttur. Çalışmamız sonucunda hastaların erken dönem derlenme sürelerini orta akım, düşük akım ve minimal akım için sırası ile; gözlerini açma: 7.1 dk, 6 dk ve 6 dk, ekstübasyon: 7.9 dk, 6.7 dk ve 6.5 dk ve emirlere uyma: 9.7 dk, 8.2 dk ve 8.4 dk olarak belirledik. Yapılan bu çalışmaların hemen hepsinde anestezi sürelerinin kısa olması, laparoskopik girişim ile minör cerrahi uygulanmış olması (laparoskopik tüp ligasyonu) ve genç yaş grubunda seçilmiş hasta popülasyonu üzerinde çalışılmasının, ortaya çıkan bu farklılığın başlıca nedeni olduğunu düşünmekteyiz.

Beaussier ve ark. (13), abdominal cerrahi uygulanacak hastalarda, 1 L / dk taze gaz akımı ile desfluran ve izofluran kullanarak, derlenme sürelerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda, desfluran anestezisinden derlenme sürelerinin izoflurana göre daha kısa ve operasyon süresinden bağımsız olduğunu bildirmişlerdir. Desfluran grubunda gözlerini açma süresi 14 dk, ekstübasyon süresi 18 dk, emirlere uyma süresi 22 dk, Aldrete 10 skoruna ulaşma süresi 30 dk olarak bulunmuştur.

Yine Beaussier ve ark. (82) 3 saatten uzun süren cerrahi girişimlerde yaptıkları çalışmalarında desfluran ve izofluranın derlenme dönemi özelliklerini karşılaştırmışlardır. Desfluranın derlenme ve ekstübasyon sürelerinin izoflurana göre iki kat daha kısa olduğunu belirtmişlerdir. Desfluran kullanılan hastalarda ortalama gözlerini açma süresi 12 dk, emirlere uyma süresi 17 dk, ekstübasyon süresi 16 dk ve Steward derlenme skoru 6'ya ulaşma süresi 28 dk bulunmuştur.

Smiley ve ark.(47) ve Beaussier ve ark. (13,82) yaptığı çalışmalar sonucunda bulunan derlenme süreleri, çalışmamıza göre, daha uzundur. Smiley ve ark. (47) ve Beaussier ve ark. (13,82) (her iki çalışmasında da) premedikasyon uygulaması ve indüksiyon ajanı olarak tiopental kullanmasını bu farklılığın en önemli nedeni olarak düşünmekteyiz. Ayrıca Beaussier her iki çalışmasına da major abdominal cerrahi uygulanacak ve uzun sürecek vakaları dahil etmiş olması uzamış bir derlenme dönemi bulunmasını açıklamaktadır.

Çalışmamızda, erken dönem derlenme verileri açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamadı. Bunun nedeni; grupların hepsinde operasyonun bitiminden 10-15 dakika önce taze gaz akımının 6 L/ k'ya arttırılarak yüksek akımlı anestezi dönemine geçilmesi olarak düşünmekteyiz. Hastaların Aldrete derlenme skorları her üç grupta da benzer ve yüksek bulunmuştur. Bulduğumuz skorlar Song ve ark. (79) yapmış olduğu çalışma ile benzer, Beaussier ve arkadaşlarının (13,82) her iki çalışmasına göre daha yüksektir. Beaussier'in (13,82) çalışmalarında, hidrosizin ile premedikasyon uygulanması ve hipnotik ajan olarak tiopental kullanılmasının yeterli Aldrete derlenme skorlarına ulaşma sürelerini uzattığını düşünmekteyiz.

Düşük akımlı tekniklerin yeterli monitorizasyon ve uygun eğitimle rutin klinik uygulamaya yerleşmesi ile inhalasyon ajanlarının tüketiminde, %65'e varan oranlarda azalma olabileceği belirtilmektedir. Sağlanan parasal tasarruf oranı anestezi uygulamasının süresine, seçilen ajanın fiyatına ve özellikle akım miktarındaki azalmanın boyutuna bağlı olduğu ifade edilmektedir (83).

Lee ve ark. (73) kısa süren vakalarda yaptıkları çalışmalarında; halka sistemi ile 500 ml / dk taze gaz akımı kullanarak, izofluran ve desfluranı yeterli alveolar konsantrasyona erişme süreleri açısından değerlendirmişlerdir. Bu çalışma ile; kısa süren anestezi uygulamalarında, desfluranın halka sistemleri ile verimli bir şekilde kullanılabilmesi ve düşük taze gaz akımı ile %30 oranında ekonomi sağlanabileceği sonucuna varmışlardır.

Weiskopf ve Eger (69) yaptıkları çalışmalarında; 0,2, 1, 2, 4 ve 6 L/dk taze gaz akımlarında 60 dakika için desfluran tüketimini hesaplamışlardır. Tüketim miktarları 0,2, 1, 2, 4 ve 6 L / dk için sırasıyla; 10,8 ml, 27,8 ml, 49,1 ml, 91,7 ml ve 134,3 ml olarak bulunmuştur. Araştırmacılar, düşük çözünürlüğe sahip desfluranın tüketim miktarının, taze gaz akımı hızına bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Coetzee ve ark. (72) 7 merkezde ve 302 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada; 3,1 ve 0,5 L/dk taze gaz akımı kullanarak desfluran tüketimini hesaplamışlardır. Buna göre; 3,1 ve 0,5 L/dk için sırasıyla; 85,5 g, 51,8 gr ve 39,9 g olarak bulunmuştur. Bu akım hızlarında desfluran tüketiminin, taze gaz akımına bağımlı olduğunu bildirmişlerdir.

Rosenberg ve ark. (1), desfluran ve propofol kullandıkları olguların maliyetlerini karşılamışlardır. Hastalara 1 L/dk taze gaz akımı, %100 O<sub>2</sub> ile desfluran veya 100-200 µg/kg/dk hızında propofol infüzyonu vermişlerdir. Çalışma sonucunda desfluranın propofole göre daha ekonomik olduğunu belirtmişlerdir (propofol grubu için 44,08 \$ / saat, desfluran grubu için 11,24 \$ / saat).

Baxter (6), anestezi ajan maliyetlerinin akım hızları ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Taze gaz akımlarının 1,5 L/dk'ya düşürülmesi için gerekli eğitimin verilmesi ile volatil anestezi ajan maliyetlerinde %25 oranında azalma olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda ortalama desfluran tüketim miktarları; orta akım: 53.2 g/saat, düşük akım: 48.3 g/saat ve minimal akım: 34.7 g/saat olarak bulundu. Orta ve düşük akım uygulanan grupların tüketim miktarları, Coetzee ve Steward (72) ve Weiskopf ve Eger (69) sonuçları ile uyumlu bulundu. Minimal akım için tüketim miktarı Coetzee ve Steward (72) sonuçlarından yüksek olarak bulundu. Bunun nedeni; Coetzee ve Steward (72) çalışması ile bizim çalışmamız arasında; kullanılan fentanil dozları, operasyon süreleri ve desfluran uygulama prosedürleri bakımından farklılıklar bulunmasıdır.

Çalışmamızda taze gaz akımının azaltılması ile volatil anestezi ajan tüketim miktarlarının da azaldığını gördük. Çalışmamıza göre taze gaz akımının 2 L/dk'dan 0,5 L/dk hızına düşürülmesi ile, desfluran tüketiminde yaklaşık olarak %30 oranında bir azalma sağlanmaktadır. Çalışma sonuçlarımız Weiskopf ve Eger (69), Coetzee ve Steward (72), Baum (83) ve Baxter'in (6) sonuçları ile uyumludur.

Düşük ve minimal akımlı anestezi uygulamasının rutin kullanımı ile hasta güvenliğinin artacağı ve volatil anestezi ajan tüketim miktarlarının azalacağını söyleyebiliriz.

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Son zamanlarda kullanımı yaygınlaşan desfluranın; intraoperatif dönemde orta, düşük ve minimal anestezi uygulamalarında solunum parametrelerinde bir bozukluğa neden olmadığını, alveolar konsantrasyonun değişmeden idame ettiğini ve iyi bir hemodinamik stabilite sağladığını belirledik.

2. Farklı taze gaz akımlarında desfluran uygulanan hastalarda, derlenme verileri arasında bir farklılık olmadığını ve herhangi bir komplikasyon gelişmediğini gördük.

3. Desfluranın düşük ve minimal akımlı anestezi uygulamalarında kullanımı ile tüketiminin azaldığı ve hızlı derlenme periyodu nedeniyle klinik faydaları göz önünde bulundurulduğunda, uygun monitorizasyon imkanları ile günlük anestezi pratiğinde kullanılmasının avantajlı olabileceği,

4. Desfluranın klinik ve derlenme dönemi avantajları dolayısıyla, özellikle düşük akımlı anestezi uygulaması için alternatif bir seçenek olabileceği kanısına varıldı.

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı orta (2 L/dk), düşük (1 L/dk) ve minimal (0,5 L/dk) taze gaz akımlarında desfluran anestezisinin intraoperatif dönem hemodinamik stabilite ve end tidal desfluran konsantrasyonları, erken dönem derlenme verileri (gözlerini açma, ekstübasyon ve emirlere uyma süreleri), modifiye Aldrete derlenme skorları ve desfluran tüketim miktarları üzerine olan etkilerini araştırmaktır.

ASA I-II risk grubunda 18-65 yaşları arasında 90 hasta üzerinde çalışıldı. Olgulara premedikasyon uygulanmadı. Preoksijenasyon sonrası, propofol (2-2,5 mg/kg), fentanil (1-3 µg/kg) ve vekuronyum (0,1 mg/kg) ile indüksiyon yapıldı. Entübasyondan sonra desfluran vaporizatörü % 4-6 konsantrasyonuna ayarlanıp, 6-8 dakika yüksek akım (6 L/dk) ile denitrojenizasyon yapıldı ve yeterli anestezi derinliğine ulaşıldı. Hastalar rastgele üç gruba ayrılarak taze gaz akımı düşürüldü. Desfluran bütün gruplara end tidal konsantrasyonu %3-5 aralığında ve 1-1,5 MAC değerinde olacak şekilde vaporizatör ayarlanarak uygulandı. Orta akım grubuna (grup I); 2 L/dk taze akımı (1 L/dk O<sub>2</sub> + 1 L / dk N<sub>2</sub>O + desfluran), düşük akım grubuna (grup II); 1 L/dk taze gaz akımı (0.5 L/dk O<sub>2</sub> + 0.5 L/dk N<sub>2</sub>O + desfluran, minimal akım grubuna (grup III) ise; 0,5 L/dk taze gaz akımı (0.3 L/dk O<sub>2</sub> + 0.2 L/dk N<sub>2</sub>O + desfluran) kullanıldı. Hastaların giriş, indüksiyon, insizyon ve insizyon sonrası 5, 10, 15, 30, 45 ve 60. dakika kalp atım hızları, ortalama arter basınçları ve end-tidal desfluran konsantrasyonları kaydedildi. Operasyon boyunca olguların PETCO<sub>2</sub> değerleri 30-40 mmHg aralığında tutuldu. Hastaların inspire ve ekspire edilen oksijen, nitroz oksit değerleri izlendi. Bütün gruplarda, operasyon bitiminden 10-15 dakika önce yüksek taze gaz akımlı anesteziyeye geçildi. Operasyon bitiminde hastaların gözlerini açma, ekstübasyon, emirlere uyma süreleri ve desfluran tüketim miktarları vaporizatör tartılarak belirlendi. Hastalar post operatif 5, 15 ve 30. dakikalarda modifiye Aldrete skorlaması ile değerlendirildi.

Hastaların KAH, OAB ve end-tidal desfluran konsantrasyonları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir değişiklik bulunamadı (p>0.05). Erken dönem derlenme verileri ve modifiye Aldrete skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamadı (p>0.05). Desfluran tüketim miktarlarında her üç grupta da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur (p<0.01).

Çalışmamız sonucunda; düşük akımlı anestezi uygulaması ile intraoperatif dönemde hemodinamik stabilitenin sağlandığı ve end tidal desfluran konsantrasyonlarının değişmeden idame ettiğini belirledik. Taze gaz akımının azaltılması ile hastaların derlenme dönemi verileri değişmeden, volatil anestezik ajan tüketiminde azalma sağlanabileceği ve desfluranın hızlı derlenme süresi ve düşük akımlı anestezi tekniğine uygunluğunun önemli bir klinik avantaj olabileceği kanısına vardık.

## SUMMARY

The aim of this study is to investigate the perioperative hemodynamic stability and end tidal desflurane concentrations, emergence and recovery characteristics, and volatile agent consumption of desflurane general anesthesia with fresh gas flows; 2 (medium flow), 1 (low flow) and 0,5 (minimal flow) L/min.

Ninety, ASA physical status I-II patients 18-65 years old were included. Patients received no premedication. After preoxygenation general anesthesia induction was performed with propofol (2-2,5 mg/kg), fentanyl (1-3 µg/kg) and vecuronium (0,1 mg/kg). Desflurane vaporizer settings was adjusted to 4-6% concentration after intubation and a high flow (6 L/min) denitrogenization phase was applied for 6-8 minutes to reach a sufficient anesthesia level. Patients were randomly allocated to three groups and fresh gas flows were reduced. In all groups desflurane vaporizer settings were adjusted between the concentrations of 3-5% (1-1,5 MAC). In medium flow group (group I) 2 L/min fresh gas flow; (1 L/min O<sub>2</sub> + 1 L/min N<sub>2</sub>O + desflurane), in low flow group (group II) 1 L/min fresh gas flow (0.5 L/min O<sub>2</sub> + 0.5 L/min N<sub>2</sub>O + desflurane), in minimal flow group (group III) 0,5 L/min fresh gas flow (0.3 L/min O<sub>2</sub> + 0.2 L/min N<sub>2</sub>O + desflurane) were applied. Patients' heart rate, mean arterial pressure and end tidal desflurane concentrations were recorded at entrance (basal), induction, incision and after incision 5, 10, 15, 30, 45 and 60th minutes. During the operation PETCO<sub>2</sub> was maintained in the range of 30-40 mmHg. Patients' inspired and expired oxygen, nitrous oxide values were observed. Fresh gas flows were increased to high flow, 10-15 minutes before the end of operation, in all groups. At the end of the operation, emergence times (open eyes, extubation and obey commands) and desflurane consumption (by weighing) were measured. Aldrete scores were assessed at 5, 15 and 30 minutes after the operation.

There were no statistical difference between the heart rate, mean arterial pressure, end tidal desflurane concentrations, emergence times and Aldrete scores of the groups ( $p > 0.05$ ). Desflurane consumptions were statistically different in all groups ( $p < 0.01$ ).

As a result, we determined that perioperative hemodynamic stability were obtained and the end tidal desflurane concentrations were continued without changing with low flow anesthesia technique. We suggest that without an influence on recovery period, volatile agent consumption can be reduced by decreasing fresh gas flows. And well-suited characteristics for low flow anesthesia and the early recovery period of desflurane may be a considerable clinical advantage.

## KAYNAKLAR

1. Rosenberg MK, Bridge P, Brown M. Cost comparison: A desflurane- versus a propofol-based general anesthetic technique. *Anesth Analg* 1994; 79:852-855.
2. Saidman LJ. The role of desflurane in the practise of anesthesia. *Anesthesiology* 1991; 74:399-401.
3. Ghouri AF, Bodner M, White PF. Recovery propile after desflurane-nitrous oxide versus isoflurane-nitrous oxide in outpatients. *Anesthesiology* 1991; 74:419-424.
4. Eger II E I. Uptake and Distribution. In: Miller RD (ed). *Anesthesia* (5<sup>th</sup> ed). Philadelphia, Churcill Livingstone, 2000:74-95.
5. Kayhan Z. Klinik Anestezi. Anesteziye kullanılan sistem aygıtlar. İstanbul, Logos Yayıncılık, 1997:110-130.
6. Baxter AD. Low flow and minimal flow inhalational anaesthesia. *Can J Anaesth* 1997; 44:643-653.
7. Johansson A, Lundberg D, Luttrupp HH. Low-flow anaesthesia with desflurane: kinetics during clinical procedures. *Eur J Anaesth* 2001; 18:499-504.
8. Baum JA. Low flow anaesthesia in clinical practise. In: Baum JA (ed). *Low Flow Anaesthesia. The theory and practise of low flow, minimal flow and closed system anaesthesia* (2<sup>nd</sup> ed). Oxford, Butterworth Heinemann, 2001:220-268.
9. Baum J, Berghoff M, Stanke HG, Petermayer M, Kalff G. Niedrigflußnarkosen mit desflurane. *Anaesthesist* 1997; 46:287-293.

10. Hargasser S, Hipp R, Breinbauer B, Mielke L, Entholzner E, Rust M. A lower solubility recommends the use of desflurane more than isoflurane, halotane, and enflurane under low-flow conditions. *J Clin Anesth* 1995; 7:49-53.
11. Kayhan Z. *Inhalasyon Anestezikleri. Klinik Anestezi. 2. Baskı. İstanbul, Logos Yayıncılık 1997, 71-83.*
12. Eger II E I. History of Desflurane. In: *Desflurane (Suprane): A compendium and reference. Anaquest. The healthpress Publishing Group, Inc., Rutherford, USA. 1993; 2-5.*
13. Beaussier M, Decorps A, Tilleul P, Balladur P, Lienhart A. An observational evaluation of the rate of awakening after isoflurane or desflurane used in daily clinical practice. *J Clin Anesth* 2000; 12:586-591.
14. Eger II E I. Desflurane an overview of its properties. *Anesthesiol Rev* 1993;20:87-92.
15. Eger II E I. Stability of I-653 in soda lime. *Anesth Analg* 1987; 66:983-985.
16. Eger II E I. New inhaled anesthetics. *Anesthesiology* 1994; 80:906-922.
17. Taylor RH, Lerman J. Minimum alveolar concentration of desflurane and hemodynamic responses in neonates, infants and children. *Anesthesiology* 1991; 75:975-979.
18. Fisher DM, Zwass MS. MAC of desflurane in %60 nitrous oxide in infants and children. *Anesthesiology* 1992; 76:354-356.
19. Rampil IJ, Stephen HL, Maurice SZ, Natalie P, Yasuda N, Eger II E I, et al. Clinical characteristics of desflurane in surgical patients: minimum alveolar concentration. *Anesthesiology* 1991; 74:429-433.
20. Gold MI, Abello D, Herrington RN. Minimum alveolar concentration of desflurane in patients older than 65 yr. *Anesthesiology* 1993; 79:710-714.



21. Reves JG. Inhalational Anesthetics. In: Morgan GE Jr, Mikhail MS, Murray MJ (eds). *Clinical Anesthesiology* (3<sup>rd</sup> ed). New York, Mc Graw Hill, 2002;127-150.
22. Sutton TS, Koblin DD, Gruenke LD, Weiskopf RB, Rampil IJ, Waskell L, et al. Fluoride metabolites after prolonged exposure of volunteers and patients to desflurane. *Anesth Analg* 1991; 73:180-185.
23. Baden JM, Rice SA. Metabolism and Toxicity of Inhaled Anesthetics. In: Miller RD (ed). *Anesthesia* (5<sup>th</sup> ed). Philadelphia, Churchill Livingstone, 2000; 147-173.
24. Eger II E I, Koblin DD, Bowland T, Ionescu P, Laster MJ, Fang Z, et al. Nephrotoxicity of sevoflurane versus desflurane anesthesia in volunteers. *Anesth Analg* 1997; 84:160-168.
25. Eger II E I, Gong D, Koblin DD, Bowland T, Ionescu P, Laster MJ, et al. Dose –Related Biochemical Markers of Renal Injury After Sevoflurane Versus Desflurane Anesthesia in Volunteers. *Anesth Analg* 1997; 85:1154-1163.
26. Fang ZX, Eger II E I, Laster MJ, Chortkoff BS, Kandel L, Ionescu P. Carbon monoxide production from degradation of desflurane, enflurane, isoflurane, halotane, and sevoflurane by soda lime and baralyme. *Anesth Analg* 1995; 80:1187-1193.
27. Yasuda N, Stephan HL, Eger II E I, Weiskopf RB, Brynte HJ, Beth AF, et al. Kinetics of desflurane, isoflurane, and halotane in humans. *Anesthesiology* 1991; 74:489-498.
28. Devapor® Desflurane vaporizer. Drager Medical AG & Co. KgaA (4<sup>th</sup> ed), 2001.
29. Baum JA. Technical requirements for anaesthesia management with reduced fresh gas flow. In: Baum JA (ed). *Low Flow Anaesthesia. The theory and practise of low flow, minimal flow and closed system anaesthesia* (2<sup>nd</sup> ed). Oxford, Butterworth Heinemann, 2001: 111-173.

30. Lockhart SH, Rampil IJ, Yasuda N, Eger II EI, Weiskopf RB. Depression of ventilation by desflurane in humans. *Anesthesiology* 1991; 74:484-488.
31. Weiskopf RB, Cahalan MK, Eger II EI, Yasuda N, Rampil IJ, Ionescu P, et al. Cardiovascular Actions of Desflurane in Normocarbic Volunteers. *Anesth Analg* 1991; 73:143-156.
32. Eger II EI, Weiskopf RB, Cahalan MK, Ionescu P, Rampil IJ, Yasuda N, et al. Cardiovascular actions of desflurane with and without nitrous oxide during spontaneous ventilation in humans. *Anesth Analg* 1991; 73:165-174.
33. Thomson IR, Bowering JB, Robert HJ, Michael AF, Rosenbloom M. A Comparison of desflurane and isoflurane in patients undergoing coronary artery surgery. *Anesthesiology* 1991; 75:776-781.
34. Helman JD, Jacqueline ML, Wayne HB, Nonato P, Gary RW, Reeves JD, et al. The risk of myocardial ischemia in patients receiving desflurane versus sufentanil anesthesia for coronary artery bypass graft surgery. *Anesthesiology* 1992; 77:47-62.
35. Parsons RS, Jones RM, Wrigley SR, MacLeod KGA, Platt MW. Comparison of desflurane and fentanyl-based anaesthetic techniques for coronary artery bypass surgery. *Br J Anaesth* 1994; 72:430-438.
36. Caldwell JE, Michael JL, Magorian T, Heier T, Yasuda N, Lynam DP, et al. The neuromuscular effect of desflurane, alone and combined with pancuronium or succinylcholine in humans. *Anesthesiology* 1991; 74:412-418.
37. Hoffmann WE, Charbel FT, Edelman G. Desflurane increases brain tissue oxygenation and pH. *Acta Anaesth Scand* 1997; 41:1162-1166.
38. Ornstein E, Young WL, Fleisher LH, Ostapovich N. Desflurane and isoflurane have similar effects on cerebral blood flow in patients with intracranial mass lesions. *Anesthesiology* 1993; 79:498-502.
39. Christopher RT, Losasso TJ, Muzzi DA, Weglinski MR. Brain relaxation and cerebrospinal fluid pressure during craniotomy for resection of supratentorial mass lesions. *J Neurosurg Anesth* 1996; 8:126-132.

40. Vaughan DJA, Thornton C, Wright DR, Fernandes JR, Robbins P, Dore C, et al. Effects of different concentrations of sevoflurane and desflurane on subcortical somatosensory evoked responses in anaesthetized non-stimulated patients. *Br J Anaesth* 2001; 86:59-62.
41. Suttner SW, Schmidt CC, Boldt J, Hüttner I, Kumle B, Piper SN. Low-flow desflurane and sevoflurane anesthesia minimally affect hepatic integrity and function in elderly patients. *Anesth Analg* 2000;91:206-212.
42. Weiskopf RB, Eger EI II, Ionescu P, Yasuda N, Cahalan MK, Fereire B, et al. Desflurane does not produce hepatic or renal injury in human volunteers. *Anesth Analg* 1992;74:570-74.
43. Ebert TJ, Shahbaz RA. Renal responses to low-flow desflurane, sevoflurane, and propofol in patients. *Anesthesiology* 2000; 93:1401-1406.
44. Wallace DH, Armstrong A, Darras A, Gajraj N, Gambling D, White P. The effect of desflurane or low dose enflurane on uterine tone at cesarean delivery: placental transfer and recovery. *Anesthesiology* 1993S; 79: A1019.
45. Bennett JA, Lingaraju N, Horrow JC, McElrath T, Keykhah MM. Elderly patients recover more rapidly from desflurane than from isoflurane anesthesia. *J Clin Anesth* 1992; 4:378-381.
46. Juvin P, Servin F, Giraud O, Desmots JM. Emergence of elderly patients from prolonged desflurane, isoflurane, or propofol anesthesia. *Anesth Analg* 1997; 85:647-651.
47. Smiley RM, Ornstein E, Matteo RS, Pantuck EJ, Pantuck CB. Desflurane and isoflurane in surgical patients: Comparison of emergence time. *Anesthesiology* 1991; 74:425-428.
48. Abbaud TK, Swart F, Zhu J, Donovan MM, Peres Da Silva E, Yakal K. Desflurane analgesia for vaginal delivery. *Acta Anaesth Scand* 1995; 39: 259-261.

49. Meiser A, Sirtl C, Bellgardt M, Lohmann S, Garthoff A, Kaiser J, et al. Desflurane compared with propofol for postoperative sedation in the intensive care unit. *Br J Anaesth* 2003; 90:273-280.
50. Frederic AB. Postanesthesia Care. In: Morgan GE Jr, Mikhail MS, Murray MJ (eds). *Clinical Anesthesiology* (3<sup>rd</sup> ed). New York, Mc Graw Hill, 2002; 793-803.
51. Kayhan Z. Klinik Anestezi. İnhalasyon anesteziklerinin re-distribüsyonu ve eliminasyonu, anesteziden uyanma. İstanbul, Logos Yayıncılık, 1997:67-68.
52. Feeley TW, Macario A. The Postanesthesia Care Unit. In: Miller RD (ed). *Anesthesia* (5<sup>th</sup> ed). Philadelphia, Churchill Livingstone, 2000: 2302-2322.
53. Frederic AB. Postanesthesia Care. In: Morgan GE Jr, Mikhail MS, Murray MJ (eds). *Clinical Anesthesiology* (3<sup>rd</sup> ed). New York, Mc Graw Hill, 2002;793-803.
54. Kayhan Z. Anestezi sırası ve sonrasında gelişen sorun ve komplikasyonlar. Klinik Anestezi. İstanbul, Logos Yayıncılık, 1997:506-528.
55. Hines R, Barash PG, Watrous G, O'Connor T. Complications occurring in the postanesthesia care unit: a survey. *Anesth Analg* 1992; 74:503-509.
56. Rose KD, Cohen MM, Wigglesworth DF, DeBoer DP, Math M. Critical respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesthesiology* 1994; 81:410-418.
57. Aldrete JA. The postanesthesia score revisited. *J Clin Anesth* 1995; 7:89-91.
58. Baum JA, Aitkenhead AR. Low-flow anaesthesia. *Anaesthesia* 1995; 50S: 37-44.
59. Watcha MF, White PF. Economics of Anesthetic Practice. *Anesthesiology* 1997; 86:1170-1196.

60. Larson PC Jr. Breathing Systems. In: Morgan GE Jr, Mikhail MS, Murray MJ (eds). *Clinical Anesthesiology* (3<sup>rd</sup> ed). New York, Mc Graw Hill, 2002; 27-39.
61. Andrews JJ. Inhaled Anesthetics Delivery Systems. In: Miller RD (ed). *Anesthesia* (5<sup>th</sup> ed). Philadelphia, Churchill Livingstone, 2000:174-206.
62. Baum JA. Anaesthetic methods with reduced fresh gas flows. In: Baum JA (ed). *Low Flow Anaesthesia. The theory and practise of low flow, minimal flow and closed system anaesthesia* (2<sup>nd</sup> ed). Oxford, Butterworth Heinemann, 2001: 54-72.
63. Baker AB. Low Flow and Closed Circuits. *Anaesth Int Care* 1994; 22:341-342.
64. Atalay A, Kuvaki B. Azaltılmış taze gaz akımlı anestezi yöntemleri. *Anestezi Dergisi* 2001; 9:1-18.
65. Baum JA. Patient safety aspects of low flow anaesthesia. In: Baum JA (ed). *Low Flow Anaesthesia. The theory and practise of low flow, minimal flow and closed system anaesthesia* (2<sup>nd</sup> ed). Oxford, Butterworth Heinemann, 2001:191-219.
66. Baum JA. Monitoring. In: Baum JA (ed). *Low Flow Anaesthesia. The theory and practise of low flow, minimal flow and closed system anaesthesia* (2<sup>nd</sup> ed). Oxford, Butterworth Heinemann, 2001:172-190.
67. Baum JA. *Low flow anaesthesia with Drager Machines* (3<sup>rd</sup> ed). Lübeck, Drager Medizintechnik GmbH, 1998:50-53.
68. Cotter SM, Petros AJ, Dore CJ, Barber ND, White DC. Low-flow anaesthesia. *Anaesthesia* 1991; 46:1009-1012.
69. Weiskopf RB, Eger II E I. Comparing the costs of inhaled anesthetics. *Anesthesiology* 1993; 79:1413-1418.

70. Hendrickx JFA, Coddens J, Callebaut F, Artico H, Deloof T, Demeyer I, et al. Effect of N<sub>2</sub>O on sevoflurane vaporizer settings during minimal-and low-flow anesthesia. *Anesthesiology* 2002; 97:400-404.
71. Çeliksöz H, Göksu S, Öner Ü, Elmacioğlu MA. "Low-flow" anestezi ile izofluran uygulanmasının klinik olarak değerlendirilmesi. *Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Cemiyeti Mecmuası* 2000; 28:221-225.
72. Coetzee JF, Stewart LJ. Fresh gas flow is not the only determinant of volatile agent consumption: a multi-centre study of low-flow anaesthesia. *Br J Anaesth* 2002; 88:46-55.
73. Lee DJH, Robinson DL, Soni N. Efficiency of a circle system for short surgical cases: comparison of desflurane with isoflurane. *Br J Anaesth* 1996; 76:780-782.
74. Avramov MN, Griffin JD, White PF. The effect of fresh gas flow and anesthetic technique on the ability to control acute hemodynamic responses during surgery. *Anesth Analg* 1998; 87:666-670.
75. Bennett JA, Mahadeviah A, Steward J, Lingaraju N, Keykhah MM. Desflurane controls the hemodynamic response to surgical stimulation more than isoflurane. *J Clin Anesth* 1995; 7:288-291.
76. Nathanson MH, Freidman B, Smith I, White PF. Sevoflurane versus desflurane for outpatient anesthesia: A comparison of maintenance and recovery profiles. *Anesth Analg* 1995; 81:1186-1190.
77. Hemelrijck JV, Smith I, White PF. Use of desflurane for outpatient anesthesia. A comparison with propofol and nitrous oxide. *Anesthesiology* 1991; 75:197-203.
78. Dupont J, Tavernier B, Ghosez Y, Durinck L, Thevenot A, Moktadir-Chalons N, et al. Recovery after anaesthesia for pulmonary surgery: desflurane, sevoflurane and isoflurane. *Br J Anaesth* 1999; 82:355-359.
79. Song D, Joshi GP, White PF. Fast-track eligibility after ambulatory anesthesia: A comparison of desflurane, sevoflurane, and propofol. *Anesth Analg* 1998; 86:267-273.

80. Wrigley SR, Fairfield JE, Jones RM, Black AE. Induction and recovery characteristics of desflurane in day case patients: A comparison with propofol. *Anesthesia* 1991; 46:615-622.
81. Tarazi EM, Philip BK. A comparison of recovery after sevoflurane or desflurane in ambulatory anesthesia. *J Clin Anesth* 1998; 10:272-277.
82. Beaussier M, Deriaz H, Abdelahim Z, Aissa F, Lienhart A. Comparative effects of desflurane and isoflurane on recovery after long lasting anaesthesia. *Can J Anaesth* 1998; 45:429-434.
83. Baum JA. Advantages of the rebreathing technique in anaesthesia. In: Baum JA (ed). *Low Flow Anaesthesia. The theory and practise of low flow, minimal flow and closed system anaesthesia* (2<sup>nd</sup> ed). Oxford, Butterworth Heinemann, 2001: 88-110.