

**T.C
SAĞLIK BAKANLIĞI
HAYDARPAŞA NUMUNE
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
I.ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ
Klinik Şefi: Uzm. Dr. Neşe Aydın**

**YÜKSEK AKIMLI VE DÜŞÜK AKIMLI
SEVOFLURAN
ANESTEZİSİNİN HEMODİNAMİK ETKİLERİ İLE
DERLENME DÖNEMİ ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

(Uzmanlık Tezi)

Dr. Hakan Tanrıöver

İSTANBUL-2006

İÇİNDEKİLER

fa No	Say
1. GİRİŞ.....	
.... 1	
2. GENEL BİLGİLER.....	
... 3	
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	
.... 39	
4. BULGULAR.....	
... 45	
5. TARTIŞMA.....	
65	
6. SONUÇ.....	
70	
7. ÖZET.....	
71	
8. KAYNAKLAR.....	73
9.	

1. GİRİŞ

Yeniden solutmalı sistemler isteğe bağılı olarak yüksek ya da düşük taze gaz akımları ile kullanılabilir(1,2).

Mesleksel güvenlik ve sağılık konusunda daha katı düzenlemelerin getirilmesi, çevre konusunda bilincin artması, çok yüksek teknolojiye sahip anestezi makinelerinin geliştirilmesi ve anestezi gazlarının daha ekonomik kullanılmasına yönelik istemler nedeniyle düşük akımlı anesteziye olan ilgi giderek artmaktadır.

Bergman daha 1986 yılında o dönem için yaygın kullanılmakta olan yüksek taze gaz akımlı anestezinin modern anestezi makinelerindeki yüksek teknik standartlarla belirgin bir çelişki oluşturduğunu dikkat çekmiştir(2).

Yine Bergman, bir yanda özellikle yeniden solutma için tasarlanmış yüksek teknolojik özelliklere sahip (örn: Yeni Avrupa Ortak Standardı EN-740'a uygun (3)) araç gereçlerin varlığı ile diğeryandan günlük anestezi uygulamalarında neredeyse karbondioksit absorpsiyonunu gereksiz kılacak kadar yüksek taze gaz akımları kullanılması arasında akıl almaz bir çelişki olduğunu vurgulamıştır(2).

Anestezi makinelerinin çoğunda teknik olarak ileri solutma sistemleri ve izlem olanakları bulunmasına karşın, neredeyse hiç yeniden-solutmaya izin vermeyecek miktarda taze gaz akımları kullanmanın günümüzle bağdaşmayan anlamsız bir uygulama olduğunu fark eden anestezi oranı hızla artmaktadır.

Düşük akımlı anestezi tekniklerinin yaygın bir şekilde benimsenmesinin önündeki engel, teknik araç gereç yetersizliği değil; daha çok deneyim eksikliği ve yeni teknikleri öğrenme konusundaki isteksizliktir.

Düşük taze gaz akımlı anestezi tekniklerine karşı çekincelerin nedeni, çoğu anestezi uzmanının bu teknikleri pek bilmemesi ve bu teknikler için anestezi gazlarının dozu ve anestezi makinelerinin uygunluğu konusunda büyük bir belirsizlik bulunmasıdır.

1998 yılında yeni ortak teknik norm EN-740 "Anestezi Makineleri ve Modülleri Temel Koşullar" düzenlemesine uyulması, tüm Avrupa Birliği ülkeleri için zorunlu hale gelmiştir. Artık tüm anestezi makinelerinde bulunması zorunlu olan standart güvenlik araçları, düşük akımlı anestezi tekniklerinin güvenle uygulanabilmesi için bütün teknik ön koşulları sağlamaktadır.

Düşük akımlı anestezi; anestezi gaz iklimini iyileştirir, aynı zamanda volatil ajanların ve anestezi gazlarının tüketimini de önemli düzeyde azaltır. Bunun doğal sonucu, hem parasal tasarruf sağlanması ve hem de ameliyathane ortamı ve atmosfer kirliliğinin azalmasıdır.

Anestezi sırasında hastanın maruz kaldığı risk, büyük ölçüde anestezi seçilen anestezi yöntemiyle ilgili deneyimine ve tekniğe özgü olası komplikasyonlar konusundaki bilgisine bağlıdır(4).

Düşük taze gaz akımlı tekniklerle anestezi uygulaması ve bu tekniklerin benimsenmesi, anestezi hem hastayı hem de anestezi makinesini daha iyi anlaması bakımından yeni açılımlar sunar(5,6,7).

Günümüzde tercih edilen anestezi uygulaması, yarı kapalı yeniden solutmalı sistemlerin göreceli olarak yüksek taze gaz akımlarıyla kullanımıdır ve bunun olası nedeni tıbbi-hukuksal (medicolegal) kaygılar ve eğitim eksikliğidir.

Teknik ilerlemenin artması nedeniyle gidişat, düşük akımlı anestezi tekniklerine odaklanmıştır(2).

Sevofluran, pek çok anestezi kliniğinde rutin olarak kullanılan inhalasyon anesteziği haline gelmiştir. Ekonomik ve ekolojik açıdan bakıldığında çözünürlüğü ve anestezi gücü düşük olan bu ajanların, yalnızca düşük akımlı anestezi teknikleriyle kullanılması gerekir. Bir inhalasyon anesteziğinin daha düşük çözünürlüğe ve daha düşük anestezi güce sahip olması, akımın azaltılması ile sağlanabilecek etkinlik artışının da daha yüksek olmasına neden olur(8).

Sistemden büyük miktarda gaz atılımına bağlı olarak, anestezi ajanının duysuz bir şekilde boşa harcandığı sorununun farkına varılması, akımın yeterince düşürülmesi yönünde doğrudan bir etki yapar(9).

Yalnızca klinik uygulama değiştirilerek eldeki araç ve gerecin daha etkili kullanılması ile önemli düzeyde tasarruf sağlanabilir.

Düşük taze gaz akımlı tekniklerin daha ekonomik olduğu yadsınamaz. Ancak, bu tekniklerin üstün olarak nitelendirilebilmesi için hastalar açısından yüksek taze gaz akımlarıyla uygulanan yöntemler kadar güvenli olması koşulunu da vurgulamak gerekir.

Biz bu çalışmamızda elektif inguinal herni operasyonu geçiren hastalarda; yüksek akımlı ve düşük akımlı sevofluran anestezişinin peroperative hemodinami ve derlenme dönemi üzerine etkilerini karşılaştırmayı amaçladık.

2.GENEL BİLGİLER

A) SOLUTMA SİSTEMLERİ

Anestezi makinelerinin hastaya anestezi gaz verilmesini sağlayan teknik ögesidir. Bu sistemler teknik özellikleri uyarınca aşağıdaki amaçların gerçekleştirilmesini sağlar.

- Farklı oranlarda taze ve ekspire edilen gaz içeren anestezi gazların bir araya getirilmesi.
- Anestezi gazların hastaya ulaştırılması.
- Expire edilen karbondioksitin uzaklaştırılması.
- Anestezi gazların ortam atmosferinden ayrı tutulması.
- Anestezi gazların ısı ve nem yönünden uygun iklim koşullarına getirilmesi.

1. SOLUTMA SİSTEMLERİNİN TEKNİK ÖZELLİKLERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

Rezervuarsız Sistemler	Yeniden-solutmasız Sistemler			Yeniden-solutmalı Sistemler
	Akım-denetimli	Valf-denetimli	Yeniden-solutmalı Sistemler	
(a)	(c)	(i)	(m)	(p)
(b)	(d)	(j)	(n)	(r)
A AB F NR	(e)	(k)	(o)	
ekspiratuvar valf karbondioksit absorbanı taze kan yeniden-solutmasız valf	(f)	(l)	(p)	
	(g)	(m)	(q)	
	(h)		(r)	

(a) Schimmelbusch maskesi
(b) Boyle-Davis havayolu
(c) Ayre'nin T parçası
(d) Mapleson E
(e) Kuhn sistemi
(f) Jackson-Rees sistemi
(g) Mapleson D
(h) Bain sistemi
(i) Mapleson A
(j) Magill sistemi
(k) Lack sistemi
(l) Mapleson B
(m) Mapleson C
(n) Valf-denetimli yeniden-solutmasız sistem
(o) Ambu-Paedi sistemi
(p) *To-and-fro* absorpsiyon sistemi
(q) Absorpsiyonlu halka sistemi

Şekil 1: Temel Teknik Özelliklere Göre Sınıflandırılan Solutma Sistemleri

1.1.Anestezi Gaz Rezervuarı Olmayan Solutma Sistemleri

Bu sistemler, anestezi gazlarının ortam atmosferinden ayrı tutulmasını sağlayamazlar. Bu nedenle ortam havasının istemsiz ve denetlenemez bir şekilde anestezi gazlara karışması gerçek bir olasılıktır ve hastaya verilen anestezi konsantrasyonunun kesin denetimi olanaksızdır. Temel özelliği basit teknik tasarımlarıdır.

1.2.Yeniden Solutmasız Sistemler

Teknik açıdan bakıldığında, anestezi altındaki bir hastanın, ekshale ettiği gaz karışımındaki anestezi ajanları bir sonraki inspirasyonunda yeniden kullanması için tasarlanmamış; tersine, expire edilen gaz karışımının tümünün ya da en azından karbondioksit içeren alveol gazının sistemden uzaklaştırılarak atmosfere atılması ve sistemin yeniden taze gaz karışımı ile doldurulması amaçlanmıştır. İkiye ayrılır:

- a) Akım Denetimli Yeniden Solutmasız Sistemler
- b) Valf Denetimli Yeniden Solutmasız Sistemler

1.3.Yeniden Solutmalı Sistemler

“Yeniden Solutma” exhale edilen havadaki kullanılmamış anestezi gazların karbondioksitten arındırıldıktan ve belli miktarda taze gazla karıştırıldıktan sonra bir sonraki inspirasyonda tamamen ya da kısmen hastaya döndüğü bir tekniği tanımlar. Bunun anlamı expire edilen gazdaki karbondioksiti temizleyecek bir cihazın bu tip sistemlerin zorunlu ve bütünleyici bir parçası olarak düşünülmesi gerektiğidir. İkiye ayrılır:

- a) To and fro absorpsiyon sistemleri
- b) Absorpsiyonlu halka sistemleri

2. SOLUTMA SİSTEMLERİNİN İŞLEVSEL ÖZELLİKLERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

2.1. Açık Solutma Sistemleri

Açık Solutma Sistemlerinin ortak özelliği, hastanın soluduğu anestezi gaz karışımının kesin bir şekilde denetlenemez oluşudur. Oda havasının denetimsiz girişi ya da anestezi gaz konsantrasyonlarında denetlenemeyen değişiklikler olabilir.

2.2. Yarı-Açık Solutma Sistemleri

Bu sistemde exhale edilen gaz bütünüyle sistem dışına atılır ve bir sonraki inspirasyonda saf taze gaz verilir. Yani taze gaz akımı dakika hacmine eşit ya da birkaç kat fazla olmalıdır. Kullanılmadan sistem dışına atılan oksijen, azotprotoksit ve volatil anestezi miktarı taze gaz akımı ile orantılıdır. Anestezi gazın bileşimi taze gazınki ile benzerdir. Yarı-Açık solutma sisteminde inspiratuar kol atmosfere kapalıyken, ekspiratuar kol açıktır.

2.3. Yarı-Kapalı Solutma Sistemleri

Bu sistemde taze gaz akımı alınımdan fazla, ancak dakika hacminden azdır. Anestezi uygulamasında bu tekniğin kullanımı, ancak exhale edilen gazın kısmen yeniden-solutulması ve aynı zamanda gaz fazlasının sistemden uzaklaştırılması ile olasıdır. Yeniden solutulan gaz hacmi, taze gaz akımı ve gaz fazlası hacmi ile ters orantılıdır. Taze gaz akımı azaltıldıkça yeniden solutulan gaz oranı artacağından, anestezi ile taze gaz bileşimleri arasındaki fark da artacaktır.

2.4. Kapalı Solutma Sistemleri

Verilen taze gaz hacmi, belirli bir sürede hasta tarafından alınımına uğrayan miktara tam olarak eşitse bu sistem kapalı olarak isimlendirilir. Ekspiratuar gaz hacminin tamamı karbondioksiti temizlendikten sonra izleyen inspirasyonda hastaya geri döner. Sistem içinde gaz hacminin korunması, ancak gaz fazlası atılım valvinin kapalı olması

ve sistemden hiç kaçak olmaması ile sağlanabilir. Taze gaz bileşimi ve hacmi herhangi bir zamanda hasta tarafından alınan oksijen, azotprotoksit ve volatil anestezi miktarları ile tam olarak eşitse kapalı solutma sistemi ile kantitatif anestezi denir(10).Taze gazın yalnızca hacmi hasta tarafından alınımına uğrayan hacim ile eşit ancak bileşimi eşit değilse kapalı solutma sistemi ile kantitatif olmayan anestezi olarak tanımlanır.

3.TEKNİK VE İŞLEVSEL ÖZELLİKLERİNE GÖRE SOLUTMA SİSTEMLERİ

Tablo 1: Değişik Solutma Sistemlerinin Olası Kullanım Seçenekleri

	Açık	Yarı-açık	Yarı-Kapalı	Kapalı
Yeniden-solutmalı sistem	Ø	+	+	+
Akım-denetimli yeniden-solutmasız sistemler	(+) ¹	+	(+) ²	Ø
Valf-denetimli yeniden solutmasız sistemler	(+) ¹	+	Ø	Ø
Rezervuarı olmayan sistemler	+	(+) ³	Ø	Ø

+ : Kullanıma uygun, (+): Kullanım için güvensizlik sınırında, Ø: Teknik özelliği nedeniyle kullanımı olanaksız

¹: Rezervuar boyutu yetersiz, taze gaz akımı düşük ya da inspiratuvar hacim yüksekse ve bu nedenle sistemin inspiratuvar koluna hava girişi varsa, açık sisteme geçmek olasıdır.

²: Karbondioksit içeren ekshalasyon havasının yeniden solutulmasından kaçınmak için yeterince yüksek taze gaz akımı gerektiğinden, yarı-kapalı sistem olarak kullanımı sınırlıdır. Ancak, ölü boşluk içindeki karbondioksit içermeyen ekshale edilen havanın kısmen yeniden-solutulması kabul edilebilir.

³: İnspire edilen hacim küçük ve taze gaz akımı sürekliyse, ağız ve farinks boşluğu ya da yapay bir havayolu gaz rezervuan işlevi görüyorsa, yarı-açık sisteme geçmek olasıdır. Bu koşullar altında, taze gaz akımı göreceli olarak küçüktür ve karbondioksit içeren ekshale edilen havanın denetimsiz şekilde yeniden-solutulması ile yarı-kapalı sisteme geçmek bile olasıdır.

3.1 Gaz Rezervuarı Olmayan Solutma Sistemleri

Bu sistemlerin tipik örneği Boyle-Davis havayoludur. Eğer taze gaz akımı düşükse her inspirasyon sırasında anestezik gazın yanı sıra oda havası da inhale edilir. Tanım olarak bu bir açık solutma sistemidir. Ancak taze gaz akımı yüksek ve tidal hacim düşük olursa, expiratuvar duraklamada taze gaz ile dolan orofarinks taze gaz rezervuarı gibi rol oynar ve böylece hasta yalnızca taze gaz inhale eder. Bu durum açık sistemden yarı-açık bir sisteme belirsiz geçişi temsil eder.

Genel olarak oda havası sisteme serbestçe girebiliyor ve taze gaz akımı ve rezervuarın toplam hacmi inspiratuvar hacimden düşükse, farklı solutma sistemlerinin tümü bir açık sistem özelliği taşıyabilir.

3.2 Yeniden Solutmalı Sistemler

Bu sistemler temel teknik özelliklerine uygun olarak özellikle yeniden solutma için tasarlanmıştır. Taze gaz hacmi hasta tarafından alınımına uğrayan gaz hacmine eşitse ve karbondioksit absorpsiyonunun ardından ekshale edilen gazın tamamı hastaya yeniden solutuluyorsa “Kapalı Solutma Sistemi” olarak tanımlanır. Taze gaz akımı hasta tarafından alınımına uğrayan gaz hacminden fazla, ancak dakika hacminden azsa ve kısmen yeniden solutma yapılıyorsa işlev yönünden “Yarı Kapalı Solutma Sistemi” olarak tanımlanır. Taze gaz akımının artmasıyla kaçınılmaz olarak yeniden solutulan hacim azalırken, sistemden atılan gaz fazlası hacmi de artar. Uygun bir sistem tasarım ve alveol dakika hacminden daha büyük bir taze gaz akımı ile yeniden solutulan kısım yok denebilecek kadar en aza indirilir(11). Böylece inspiratuvar gaz bileşimi taze gaz bileşimi ile gerçekten aynı olur ve bu yeniden solutmalı sistem “Yarı Açık Solutma Sistemi” gibi işlev görür. Yeniden solutmalı sistemler, tasarımları serbest hava girişine olanak vermediği için işlevsel yönden “Açık Solutma Sistemi” olarak tanımlanamaz.

3.3. Yeniden Solutmasız Sistemler

a) Akım Denetimli Yeniden Solutmasız Sistemler:

Yeniden solutmasız sistemler, temel teknik özellik olarak ekspirasyon havasının yeniden solutulması için değil, ekshale edilen gazın uzaklaştırılması ve inspiratuar taze gaz desteği için tasarlanmışlardır(12,13)

Akım denetimli yeniden solutmasız sistemler yarı açık solutma sistemleri kullanacak şekilde tasarlanmışlardır(11).

b) Valf Denetimli Yeniden Solutmasız Sistemler:

Ekspiratuar gaz yeniden solutmayı engelleyen valfden atılmak zorunda olduğundan ekspiratuar gazın yeniden solutulması olanaksızdır. İnspiratuar gaz, yalnızca saf taze gazdan oluştuğundan taze gaz akımı dakika hacmine eşit olmalıdır. Kapalı ya da yarı-kapalı olarak kullanılamazlar.

Solutma sistemlerinin işlev ve dozaj özellikleri büyük ölçüde taze gaz akımının seçimine bağımlı olarak anestezi yönteminin kendisi tarafından belirlenmektedir.

Tablo 2: Taze Gaz Akım Hızına Göre Farklı Solutma Sistemlerinin Kullanımı

	Yarı-açık	Yarı-kapalı	Kapalı
Yeniden-solutmalı sistemler	$V_F \geq MV$	$MV > V_F > \text{Alınım}$	$V_F = \text{Alınım}$
Akım-denetimli yeniden-solutmasız sistemler	$V_F \gg MV$	$V_F \approx MV$	\emptyset
Valf-denetimli yeniden-solutmasız sistemler	$V_F = MV$	\emptyset	\emptyset

V_F : Taze gaz akımı, MV : Dakika hacmi, Alınım: Hasta tarafından alınımına uğrayan toplam gaz

Tablo 3: Farklı Solutma Sistemlerinin Tipik Özellikleri

	Yeniden-solutmasız sistemler	Yeniden-solutmalı sistemler
--	------------------------------	-----------------------------

Teknik yapı	Basit	Karmaşık
Anestezi gaz bileşiminin denetlenebilirliği	Taze gaz bileşiminin değiştirilmesi hemen anestezi gaz bileşimine de yansır.	Taze gaz bileşiminin değiştirilmesi, ancak belirli bir süre sonra anestezi gaz bileşimine yansır.
Anestezi gaz hakkında bilgi	Anestezi gaz bileşimi, taze gaz bileşimi ile benzerdir.	Taze gaz akım hızı ne kadar düşükse, anestezi gaz bileşimi ile taze gaz bileşimi arasındaki fark o kadar fazladır.
Anestezi gazların iklimlendirilmesi	Isıtıcı ve nemlendirici etkisi yoktur.	Taze gaz akım hızı ne kadar düşükse, anestezi gaz iklimlendirilmesi o kadar iyidir.
Anestezi gaz ve buhar tüketimi	Yüksekten aşırı yükseğe kadardır.	Yeniden-solutmalı tekniğin akılcı kullanımı ile düşüktür.
Anestezi gaz ve buharlarla hava kirliliği	Yüksekten aşırı yükseğe kadardır.	Yeniden-solutmalı tekniğin akılcı kullanımı ile düşüktür.
Anestezi gaz ve buhar tüketiminden kaynaklanan maliyet	Taze gaz akım hızı ne kadar yüksekse, o kadar yüksektir.	Taze gaz akım hızı ne kadar düşükse, o kadar düşüktür.
Solutma sisteminin olası kullanım seçenekleri	Yarı-açık ve çok sınırlı derecede yan-kapalı sistem şeklinde.	Taze gaz akım hızına bağımlı olarak; yarı-açık, yan-kapalı ya da kapalı sistem şeklinde.

Yeniden solutmalı sistemlerin akılcı kullanımı anestezi gaz ve buharların ekonomik ve ekolojik kullanılması yönündeki haklı kamuoyu istemine yanıt vermektedir. Anestezi gazların iklimlendirilmesi ve bu sistemlerin işlevsel esnekliği de yeniden solutmalı tekniğin üstünlüğünü destekleyen güçlü gerekçelerdir.

B. ANESTEZİDE YENİDEN-SOLUTMALI TEKNİĞİN ÜSTÜNLÜKLERİ (DÜŞÜK AKIMLI TEKNİKLER)

1. ANESTEZİK GAZLARIN TÜKETİMİNDE (MALİYETTE) AZALMA

Taze gaz akımının düşürülmesi(Yeniden Solutmanın Arttırılması) ile gazların tüketiminde hangi boyutta bir azalma sağlanabileceği bir çok bilimsel çalışmada ortaya konmuştur(14,15,16, 17, 11).

Rutin klinik uygulamada düşük akımlı tekniklerin yerleşmesine yönelik uygun eğitimsel çabalarla inhalasyon ajanlarının tüketimini %65 oranında azaltmak olasıdır (18).

Namiki ve arkadaşları ise, pediatrik anestezide sevofluran tüketimini %86 oranında düşürmeyi başarmıştır(19).

Parasal tasarruf oranı; anestezisi uygulamasının süresine, seçilen ajanın fiyatının ve elbette akım miktarındaki azalmanın boyutuna bağlıdır.

Akımın düşürülmesi ile sağlanan parasal tasarrufa yönelik farklı hesaplamaları karşılaştırmak zordur; çünkü bunların her biri oldukça farklı varsayıma dayanmaktadır. Yine de bu farklı sonuçlar toparlanacak olursa, bir saatlik bir anestezisi uygulamasında gaz tüketiminin %25-75 arasında azaldığı ve bu bağlamda parasal tasarruf sağlandığı söylenebilir.

Tablo 4: Farklı Taze Gaz Akımlarına Göre Anestezik Gazların Maliyetleri (Anestezisi Süresi: 1 Saat)

$V_F \approx 6$ L/dk	$V_F \approx 4$ L/dk	$V_F \approx 3$ L/dk	$V_F \approx 1$ L/dk
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Baum				
İzofluran		28,50	DM	11,20 DM
		19,00	US	7,47 US\$ 8,30
Enfluran		18,00	\$D	DM
		12,00	M	5,53 US\$
			1136	
Cotter ve ark.				
İzofluran	11,40 £		5,16 £	
	17,00 US\$		7,70 US\$	
Enfluran	5,62 £		2,48 £	
	8,40 US\$		3,70 US\$	
Loke ve ark.				
İzofluran	12 \$Aus		6 \$Aus	2 \$Aus
	8,00 US\$		4,00 US\$	1,30 US\$
Enfluran	8,64 \$Aus		4,30 \$Aus	1,44 \$Aus
	5,80 US\$		2,90 US\$	0,96 US\$
Pedersen ve ark.				
izofluran	107 DKK		48,50 DKK	21 DKK
	14,50 US\$		6,50 US\$	2,90 US\$

DM: Alman markı; US\$: Amerikan doları; £: Pound, sterlin;
\$Aus: Avustralya doları; DKK: Danimarka kronu (1996 fiyatlarına göre)

2. ÇEVRE KİRLİLİĞİNDE AZALMA

2.1. Çalışma Ortamında Anestezi Gaz Kirliliğinin Azalması

Anestezi gazlarının düşük konsantrasyonlarda zararlı olup olmadıkları henüz gösterilebilmiş değildir(20,21).

Çevre bilincinin artması sonucunda, çalışma ortamında anestezi gazlara maruz kalma konusu daha fazla önem kazanmaktadır. Bu nedenle günümüzde endüstrileşmiş ülkelerin tamamı, çalışma ortamında bulunabilecek anestezi gaz ve buhar konsantrasyonları için göreceli olarak düşük eşik değerler tanımlamışlardır(21,22).

ABD'de Ulusal Mesleki Güvenlik Ve Sağlık Enstitüsü (National Institute Of Occupational Safety And Health-NIOSH) tarafından kabul edilmiş sınır değerler;

azotprotoksit için 25 ppm, bütün volatil anestezikler için tek başına kullanıldıklarında 2 ppm ve azotprotoksit ile birlikte kullanıldıklarında 0,5 ppm'dir(23).

Avrupa birliğinde bu değerlerden daha esnek ve yukarı doğrudur.

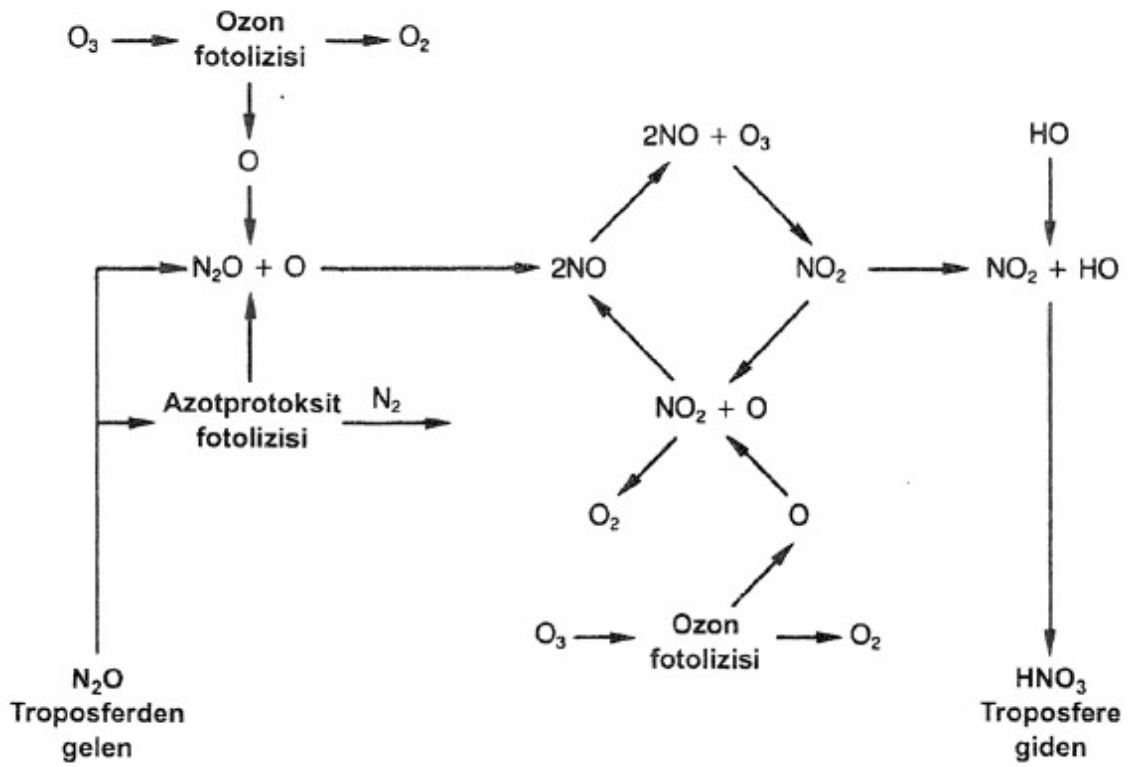
Virtue yalnızca azotprotoksit akımının 0.5L/dk'ya düşürülmesi ile çalışma ortamındaki azotprotoksit konsantrasyonun 29 ppm'e indirilebileceğini kanıtlamıştır (24).

Çalışma ortamının gazlarla kontaminasyonunun atık gaz sistemleri ile önemli düzeyde azaltılabileceği ve sorunun bu şekilde çözülebileceği açıktır. Ancak bu durumda da anestezi makinesi yanındaki anestezik gaz konsantrasyonu, yüksek akımlı anestezide düşük akımlı anesteziden %40–150 oranında daha yüksek bulunmuştur(25).

2.2. Atmosfer Kirliliğinin Azalması

Troposfer içindeki azotprotoksit konsantrasyonu her yıl %0,25 artmaktadır. Bu gaz "sera etkisi" olarak da bilinen özelliği ile atmosferin ısınma sürecine katkıda bulunur (26,27).

Azotprotoksit molekülleri ile ileri derecede stabildir; neredeyse 150 yıl varlıklarını sürdürürler; stratosfere çıkabilirler ve nitrikoksitleri oluşturarak ozon tabakasının tahribine katkıda bulunurlar(23,28).



Şekil 2: Azotprotoksitin Stratosferdeki Ozon İle Tepkimesi

Atmosfere salınan azotprotoksitin %1 kadarı tıbbi kaynaklıdır. Ozon tabakası hasarından az da olsa kullandığımız tüm volatil anestezipler sorumlu tutulmaktadır (26,29,30,31,32,33,34).

Anestezi gazları, atmosfer kirliliğine neden olsa bile sera etkisine ve ozon tabakası hasarına katkıları çok az olduğu için bunun önemi küçük görülmektedir. Yine de vicdani açıdan inhalasyon anesteziplerinin çevreyi kirliletmesinden kaçınmak gerekir (26,32,35).

Günümüzde modern ve ileri teknolojiye sahip yeniden solutmalı sistemlerin akılcı kullanımı ile anestezi gazlarının çevreyi kirletmesi kolayca ve büyük ölçüde azaltılabileceği için konunun vicdani boyutu daha da öne çıkmaktadır(23,26,36).

3. ANESTEZİK GAZ İKLİMİNDE İYİLEŞME

Nemlenmiş ve ısınmış olan ekshale edilen gazın yeniden-solutulma oranının artırılması ve aynı zamanda soğuk ve kuru taze gaz oranının düşürülmesi ile anestezi gaz iklimi klinik bakımdan önemli düzeyde iyileştirilebilir(37,38).

Anestezi gazlarının uygun şekilde nemlendirilmesi ve ısıtılmasının, silialı epitelin işlevi ve mukosilier temizlik üzerindeki önemi, inandırıcı biçimde kanıtlanmıştır. Üç saat kuru gazlarla solutma solunum yolu epitelinde önemli düzeyde morfolojik hasara neden olur. İnspire edilen anestezi gazının ısı ve neminin yetersiz olması, sekresyonları kurutur, mukus retansiyonuna yol açar ve bronşiolerde kısmi tıkanıklık yaparak mikroatelektazi gelişimini kolaylaştırır. Trakeobronşial iklimdeki iyileşme solunum yolu ile olan sıvı ve ısı kaybının azaltılması bakımından da yarar sağlar.

Düşük akımlı anestezi sırasında ölçülen ısı değerleri, yüksek taze gaz akımı ile ölçülenlere göre bütün zamanlarda kesin olarak daha yüksektir(39,40).

Düşük taze gaz akımı kullanılan yeniden solutmalı bir sistemle anestezi uygulandığında nemlilik oranı yüksek taze gaz akımlarına göre önemli düzeyde daha yüksek olur(39,41,42),

Anestezi gazlarının ikliminde iyileşme, soğuk ve kuru gazın epitel tarafından ısıtılıp nemlendirilmesi sırasında ortaya çıkan solunum yolu ile ısı ve nem kaybını azaltır. Bu etki genel olarak gözlenmekte olan vücut ısısındaki azalmayı hafifletir (43,44,45).

4. HASTA İZLEM OLANAKLARINDA VE MAKİNENİN İŞLEVLERİNE YÖNELİK BİLGİDE ARTMA

Düşük akımlı anestezi teknikleri anestezi anestezi gazları ve anestezi makinesinin teknik özellikleri konusunda eğitir ve hassaslaştırır. İnhalasyon

anestezisinin temelleri ve teknik araç ve gerecin işlevi konusundaki bilgi artışının hasta güvenliğini arttıracığı açıktır. Ayrıca düşük akımlı tekniklerin araç gereç bakımının daha dikkatli yapılmasını gerektirmesi de hastalar için yararlıdır(5,6,7).

C. DÜŞÜK TAZE GAZ AKIMLI ANESTEZİ YÖNTEMLERİ

Yeniden solutmalı sistemler seçilen taze gaz akımı bağlamında; yarı açık, yarı kapalı ya da kapalı olabilir. Yeniden solutmalı bir sistem yarı kapalı olarak kullanıldığında sisteme verilecek taze gaz akımı isteğe göre dakika hacminin altındaki herhangi bir değere ayarlanabilir. Ancak, taze gaz akımı hiçbir zaman hastanın alınımlı ve solutma sistemindeki kaçaklar yoluyla olan kayıplardan daha az olmamalıdır. Solutma sisteminde yeterli hacimde gaz varlığının sürdürülebilmesi için en azından kaybolan gaz miktarı yerine konmalıdır.

Taze gaz akımı azaltıldıkça sistemden atılan gaz miktarı da o denli azalmakta ve yeniden solutma oranı yükselmektedir. Yeniden solutmalı bir sistem hastanın dakika hacmine eşit miktarda taze gaz akımı ile kullanılırsa yeniden-solutulan gaz oranı ihmal edilebilecek kadar az olur. Gerçekte hastanın ekspire ettiği gazın tümü gaz fazlası atılım valfinden dışarı atılır ve hasta neredeyse saf taze gaz solur.

Taze gaz akımı 4 L/dk olarak kullanıldığında yeniden solutma oranı %20'ye çıkar. Hastanın inspire ettiği gaz karışımı hala taze gaz akımına benzer içeriktedir.

Akım 2 L/dk ya da altına düşürüldüğünde ise yeniden solutma oranı %50'ye ya da daha üzerine çıkar. Bu durumda yeniden solutma oranı yalnızca düşük taze gaz akımları kullanıldığı zaman önemli düzeylere ulaşmakta ve yeniden solutmalı tekniğin akılcı uygulamasından söz edilmektedir.

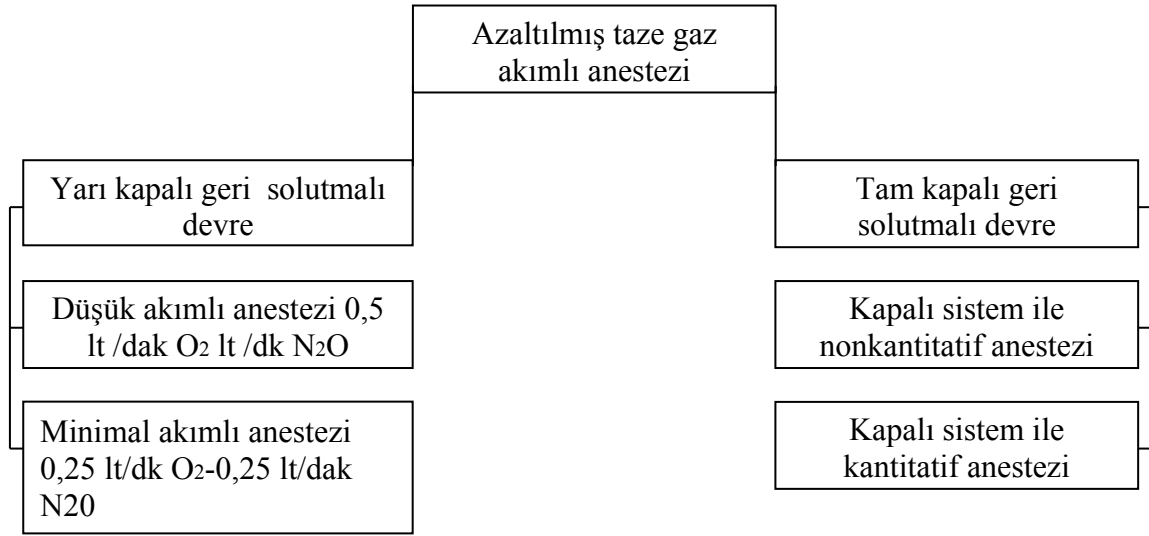
Düşük akımlı anestezi teknikleri ile ilgili terminoloji yeniden solutma oranına ya da taze gaz akımına dayandırılabilir. Yeniden solutma oranını belirleyen en önemli etmen ise taze gaz akım hızıdır.

Düşük akımlı anestezi terimi yarı-kapalı yeniden solutmalı bir sistemle uygulanan ve yeniden solutma oranının en az %50 olduğu inhalasyon anestezisi tekniklerini tanımlamak için sınırlı bir anlamda kullanılabilir. Modern yeniden-solutmalı sistemler kullanıldığında, ancak taze gaz akımı 2 L/dk'nın altına indirilirse hastaların çoğu için düşük akımlı anesteziden söz edilebilir(8).

Terminoloji konusundaki karışıklıkları gidermek için farklı düşük akımlı teknikleri uygulamaya sokan ilk anesteziistler olan Waters, Foldes ve Virtue'nün kullandığı özgün terimlere sadık kalınmalıdır(46,47,48).

Klinik açıdan bakıldığında bu tanımlamalar halen düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anesteziyenin oluştuğu 3 gruba ayrılabilir.

Tablo 5: Azaltılmış Taze Gaz Akımlı Anestezi Uygulamaları



Foldes ve Ark. 1952 yılında 1L/dk'lık taze gaz akımını öneren ilk kişilerdir. Foldes bu tekniğe "Düşük Akımlı Anestezi" demiştir(47,49).

Virtue ise 1974 de taze gaz akımının 0.5L/dk'nın üzerine çıkarılmadığı ve "Minimal Akımlı Anestezi" ismini verdiği bir teknik tanımlamıştır(48,50).

Hem düşük akımlı hem de minimal akımlı anestezi yeniden solutmalı sistemlerin yarı kapalı kullanımına ilişkin uç örneklerdir. Minimal akımlı anesteziye gaz fazlası hacmi erişkin bir hastanın toplam gaz alımının birazcık üstündedir(10).

Yeniden solutma oranı her zaman %50'nin üzerinde varsayılabilir için düşük akımlı anestezi ve minimal akımlı anestezi kesinlikle düşük akımlı anestezi teknikleridir.

"Kapalı Sistemle Anestezi" herhangi bir şekilde fazla gaz kullanımından kaçınılması, solutma sistemine verilen taze gaz miktarının yalnızca hastaya özgü alımı karşılayacak kadar olması ve ekshale edilen gazın tamamının karbondioksit absorpsiyonundan sonra yeniden kullanılması şeklinde tanımlanmaktadır. Böylece kapalı sistemle anesteziye akım hastaya özgü toplam gaz alımı miktarına kadar düşürülür.

Eğer taze gaz akımı miktar olarak toplam alınımı karşılıyorsa buna “Kapalı Sistemle Kantitatif Olmayan Anestezi” denir. Ancak anestezinin seyri boyunca yalnızca solutma sisteminde dolaşan gaz hacmi değil aynı zamanda gaz bileşimi de sabit tutulabiliyorsa, o zaman “Kapalı Sistemle kantitatif Anestezi” tanımı kullanılır(51,52,11,53,54,6,55,56,57).

Tablo 6: Düşük Akımlı Anestezi Teknikleri (Taşıyıcı Gaz: O₂/N₂O)

Düşük akımlı anestezi	
Taze gaz akımı	Sabit, 1 L/dk
Taze gaz bileşimi	%50 O ₂ , %50 N ₂ O
Yeniden-solutma	Kısmen
Gaz fazlası	Var
Anestezik gaz bileşimi	Anestezi süresince değişir
Teknik sınıflandırma	Yarı-kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği
Minimal akımlı anestezi	
Taze gaz akımı	Sabit, 0,5 L/dk
Taze gaz bileşimi	%60 O ₂ , %40 N ₂ O
Yeniden-solutma	Yüksek oranda
Gaz fazlası	Minimal
Anestezik gaz bileşimi	Anestezi süresince değişir
Teknik sınıflandırma	Yarı-kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği
Kapalı sistemle kantitatif olmayan anestezi	
Taze gaz akımı	Alınım ve kaçaqlardan kayba göre aralıklı değiştirilir
Taze gaz bileşimi	solutma devresindeki O ₂ konsantrasyonuna göre aralıklı değiştirilir
Yeniden-solutma	CO ₂ absorpsiyonundan sonra ekshale edilen gazın tamamı
Gaz fazlası	Yok
Anestezik gaz bileşimi	Anestezi süresince değişir
Teknik sınıflandırma	Kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği
Kapalı sistemle kantitatif anestezi	
Taze gaz akımı	O ₂ , N ₂ O ve anestezik ajan alınımına göre sürekli değiştirilir
Taze gaz bileşimi	anestezik gaz bileşenlerinin alınımına göre sürekli değiştirilir
Yeniden-solutma	CO ₂ absorpsiyonundan sonra ekshale edilen gazın tamamı
Gaz fazlası	Yok
Anestezik gaz bileşimi	Önceden ayarlanan değerlere göre anestezi süresince sabit
Teknik sınıflandırma	Kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği

D.DÜŞÜK TAZE GAZ AKIMLI ANESTEZİ UYGULAMASI İÇİN TEKNİK GEREKSİNİMLER

Ulusal standartları birbiriyle uyumlu hale getirmek amacıyla 13 Haziran 1998'den itibaren Avrupa Birliği ülkelerindeki tüm üretici firma ve anestezi uzmanları bağlayan "Anestezi Makineleri ve Modülleri-Temel Gereksinimler" başlıklı ortak Avrupa standardı EN-740 yürürlüğe girmiştir(3).

Anestezi makineleri de AB standartları ile uyumlu olmayı kabul eden bütün tıbbi ürünler gibi ruhsatlandırılmakta ve tüm AB ülkelerinde herhangi bir kısıtlama olmaksızın satılabileceğini gösteren bir "CE" etiketi ile işaretlenmektedir.

Tablo 7: Anestezi Makinelerinde Güvenlik Özellikleri (Avrupa Ortak Standardı EN-740 Koşullarına Göre)

Enerji yetersizlik alarmı
Oksijen desteği yetersizlik alarmı
Azot protoksit akımı durdurucusu
Oksijen <i>bypass</i>
Oksijen oranı denetleyicisi
Tek bir vaporezörün çalışmasını güvenceye alan cihaz
İnspire edilen oksijen konsantrasyonu izlemi
Havayolu basınç izlemi (bağlantı ayrılması ve tıkanıklık alarmı ile birlikte)
Ekspire edilen gaz hacminin izlemi
Solütulan karbondioksit konsantrasyonunun izlemi
Volatil anestezi konsantrasyonunun izlemi

Anestezi uzmanları düşük akımlı anestezi tekniklerini uygulamaya başlamadan önce kullanacakları anestezi makinesinin üretici firma tarafından bildirilmiş olan özelliklerinde bu tekniklere yer verilip verilmediğine bakmalıdır. Ayrıca anestezi makinesine ait teknik özelliklerin düşük akımlı anestezinin güvenli bir şekilde uygulanabilmesi için teknik ön koşulları karşılayıp karşılamadığının da denetlenmesi gerekir(58,59,60).

1. TIBBİ GAZ SAĞLAYICI SİSTEMLER

Özel bir teknik gereksinim yoktur. Anestezi makinesinin gaz çıkış sisteminde azot protoksit akımını otomatik olarak kesebilme ve oksijen yetersizliği için sesli alarm özelliği bulunmalıdır. Bu iki özellik EN-740'a göre zorunludur.

2.GAZ AKIMI DENETİM SİSTEMLERİ

Duyarlı kalibre edilmiş akımölçer tüplere gereksinim vardır. Gaz akımı ayarları 50-100ml/dk'dan başlamalı ve 50ml/dk ya da 100ml/dk'lık artışlarla derecelendirilmiş olmalıdır. Hipoksi önleyici cihazlar ve ORC (Oksijen Ratio Controller) bulunması önemlidir.

3.VAPORİZÖRLER

Her zaman kullanımdan önce dolu olmasına özen gösterilmelidir.

4.GAZ KAÇAĞI OLMAMASI

İyi bir bakım yapılmak koşuluyla anestezi makinelerinin neredeyse hepsi 1L/dk kadar düşük taze gaz akımıyla anestezi uygulamasına elverişlidir. Solutma sistemleri kaçak yönünden üretici firma önerilerine uygun şekilde test edilmelidir. Ortak Avrupa Standardı EN-740 gereğince, bütün absorpsiyonlu halka sistemlerindeki kaçak testinin sonucu 3kPa(=30cmH₂O) basınçta 150ml/dk'nın altında olmalıdır.

5.ANESTEZİ VENTİLATÖRLERİ

Gaz rezervuarlı olmalı ve taze gaz akımını kompanse etme özelliği bulunmalıdır. Taze gaz akımı kompensasyonu yapılmayan anestezi ventilatörlerinde, hastaya verilen gaz hacmi taze gaz akımına bağımlıdır. Taze gaz akımındaki herhangi bir değişiklik dakika hacmini önemli düzeyde etkileyecektir.

E.ANESTEZİ MAKİNELERİNE İLİŞKİN GÜVENLİK OLANAKLARI

Hasta ve anestezi makinesi arasındaki ara yüzde gözlenebilecek olan değişiklikler temel olarak taze gaz bileşimi ve hastanın alınımları tarafından belirlenir.

Yüksek akımda solutma sistemi içindeki gaz bileşimi taze gaz bileşiminden kolayca tahmin edilirken düşük taze gaz akımlarında bu zorlaşır(61,62).

Hastanın ve makinenin performansının sürekli izlenmesi taze gaz akımı seçiminden bağımsız bir zorunluluktur. Bu koşul teknik düzenlemelerde, bilimsel ve profesyonel kuruluşların önerilerinde ve konuya ilişkin eğitimsel yayınların hepsinde ortaya konmuştur(63,64).

Zorunlu izlem kapsamındaki diğer konular; elektrokardiogramın sürekli izlenmesi, dolaşımın düzenli aralıklarla denetlenmesi, hava yolu basıncının ve ekspire edilen tidal hacmin ya da dakika hacminin ölçülmesidir.

Tablo 8: Anestezi Makinelerinde Güvenlik Olanakları

Güvenlik olanakları			
Oksijen eksikliği sinyali	A	B	D
Azotprotoksit akım kesicisi	A	B	D
Oksijen oranı denetleyicisi		B	D

Araç-gereç işlevinin izlemi					
Havayolu basıncı (bağlantı ayrılması ve tıkanıklık alarmıyla birlikte)	A	B		D	E
Ekspire edilen gaz hacmi	(A)	B	C	D	E
İnspire edilen oksijen konsantrasyonu	A	B	C	D	E
Volatil anestezi konsantrasyonu		B	C	D	E
Karbondioksit konsantrasyonu	A	B	C	D	(E)
Fizyolojik değişkenlerin izlemi					
Stetoskop			C	D	
EKG	A		C	D	
Kan basıncı ölçümü	A		C	D	
Isı ölçümü	(A)		C	(D)	
Puls oksimetre	(A)		C	D	

A: Uluslararası tanınmış uzman kuruluşların yaptığı öneriler

B: Ortak Avrupa Teknik Standardı EN-740

C: Whitcher ve ark.'nın standart izlem konusundaki önerileri

D: Alman Anestezi ve Yoğun Bakım Tıbbi Derneği (DGAI) ve Alman Anestezistleri Profesyonel Organizasyonu (BDA) kılavuzları

E: 1 L/dk ya da daha az taze gaz akımı ile güvenli anestezi uygulaması için izlem konusunda özel öneriler

AB ülkeleri ve ABD'deki düzenlemelere göre inspire edilen oksijen konsantrasyonunun sürekli izlenmesi zorunludur. Yeni Avrupa Ortak Standardı olan EN-740'ta anestezi ajan konsantrasyonunun izlenmesi zorunlu hale getirilmiştir. Bunlara ek olarak ekspire edilen karbondioksit konsantrasyonunda izlenmesi gerekir. Modern anestezi makinelerinde bu işlevler vardır. Bu bağlamda gaz bileşiminin kapsamlı biçimde izlenmesi en azından AB ülkelerinde anestezi makinelerinin zorunlu bir güvenlik standardı haline getirilmiştir(63,65,3,66).

Düşük akımlı anestezi sırasında taze gaz akımı düşürüldükçe, taze gazın oksijen konsantrasyonu ile solutma sistemi içindeki oksijen konsantrasyonu arasında daha büyük bir farklılık oluşacağı dikkate alınmalıdır. Ayrıca yeniden solutma oranının artmasıyla inspire edilen oksijen konsantrasyonunun yüksek akımlı anesteziye göre çok daha büyük ölçüde hastaya özgü oksijen alınımı tarafından belirlendiği de akılda tutulmalıdır. Düşük taze gaz akımlarıyla anestezi uygulamasında hasta güvenliğini kesin şekilde sağlamak için solutma sistemindeki oksijen konsantrasyonunun sürekli izlenme zorunluluğu bu nedenlerden kaynaklanır(67).

Taze gaz akımı düşürüldükçe, taze gaz ve solutma sistemi içindeki anestezi konsantrasyonlarına ilişkin fark da artar. Aşırı derecede düşük taze gaz akımları kullanılırken, akım miktarı ve taze gazın anestezi konsantrasyonu zaman zaman değiştirilir. Bu nedenle solutma sistemi içindeki anestezi konsantrasyonunu kesin bir şekilde tahmin etmek deneyimli anestezi uzmanları için bile neredeyse olanaksız olur.

Ayrıca taze gaz akımı değişiklikleri kazayla yanlış doz verilme riskine neden olmaktadır; bu olayın yeterince erken dönemde saptanabilmesi, yalnızca anestezi ajan konsantrasyonunun solutma sisteminden sürekli ölçülmesi ve izlenmesi ile olasıdır (68,69).

Anestezi ajan konsantrasyonunun solutma sistemi içinden sürekli ölçümü özellikle düşük akımlı anestezinin güvenli ve akılcı biçimde uygulanmasını kolaylaştırır (69).

Azotprotoksit konsantrasyonunun sürekli izlenmesine gerek olup olmadığı konusu tartışmalıdır. Inspire edilen oksijen konsantrasyonunun izlenmesi ile azotprotoksit aşırı dozunun da önlenmesi açıktır. Diğer yandan düşük akımlı anestezide gözlenebilen ve büyük ölçüde nitrojenden oluşan yabancı gaz birikimi ancak diğer gazlarla birlikte azotprotoksit konsantrasyonu da ölçülebilirse değerlendirilebilir(70,69).

Gerek kapnografi, gerekse kapnometre hasta ve anestezi makinesi hakkında önemli bilgiler sağlayarak güvenliği oldukça artırır(71,72).

Karbondioksit absorpsiyonu için birer litrelik çift kanister ya da tek büyük kanister kullanılır ve her iş gününden sonra sodaşım düzenli olarak değiştirilirse, düşük akımlı anestezinin güvenle uygulanabilmesi için absorban işlevinin karbondioksit ölçümü ile sürekli izlenme zorunluluğu yoktur(62,73).

Kapnometre ve anestezi gaz bileşiminin sürekli analizi, hem hastanın fiziksel durumunu hem de anestezi makinesinin işlevlerini kapsamlı bir şekilde izleme olanağı verir ve neredeyse bütün olası komplikasyonlar bu izleme yeterince erken dönemde saptanabilir.

	Bağlantı ayrılması	Hipoventilasyon	Özofagus entübasyonu	Hipoksik gaz karışımı	Anestezi aşırı dozu	Hipovolemi	Pnömotoraks	Hava embolisi	Hipertermi	Aspirasyon	Aritmi	Asit-baz dengesizliği	i.v. ilaç aşırı dozu
Puls oksimetre	●	●	●	●			●	●	■	■	■		●
Kapnometre	▲	●	▲			■	■	●	▲	■		●	■
Spirometre	▲	▲	■				■		■				■
Kan basıncı					●	▲	■	●					●
Vol. anest. kons.	■				▲								
İnsp. O ₂ kons.				▲									
EKG					■						▲		
Isı								●					
Oskültasyon	●	■	●		■		■	■		■	●		■

Şekil 3: Komplikeasyonların erken saptanmasında farklı izlem değişkenlerinin değerleri. ▲: En yüksek değer, ●: Orta değer, ■: Düşük değer

F. DÜŞÜK AKIMLI ANESTEZİDE HASTA GÜVENLİĞİ BOYUTU

1. DÜŞÜK TAZE GAZ AKIMLI ANESTEZİ TEKNİKLERİNE ÖZGÜ RİSKLER

1.1. Teknik Araç-Gereç Yetersizliğine Bağlanabilecek Riskler

a) Hipoksi: Uluslararası standartlara göre FiO₂ izlemi zorunludur. Alt alarm sınırı doğru ayarlandığında düşük akımlı anesteziye özgü risk yoktur.

b) Hipoventilasyon ve Karbondioksit Birikimi: Makinenin düzenli bakımı ve kaçak testi yapılması ve kanisterin düzenli aralıklarla değiştirilmesi ya da karbondioksit izlemi varsa bütünüyle tükenene kadar kullanılmasıyla sorun aşılır(73,74).

c) Kazayla Havayolu Basınç Artışı: Çok eski tip makinelerde olabilir. EN-740'a göre yeni nesil makinelerde olması imkânsızdır.

d) Kazayla Volatil Anestezik Aşırı Dozu: Düşük akımlı anestezide uzun zaman sabitesine bağlı olarak solutma sisteminin ajan konsantrasyonu çok yavaş değişir. Yeniden solutma hacminin artması, inhalasyon anestezikleri ile aşırı doz riskinin daha yüksek olacağı anlamına gelmez. Vaporizörde kazayla yanlış doz ayarlama riski açısından bakılacak olursa, solutma sistemi içindeki anestezik konsantrasyonunun çok hızlı değişebildiği ve tehlikeli düzeye ulaşabildiği yüksek taze gaz akımlı anesteziye göre düşük akımlı tekniğin daha güvenli olduğu açıktır.

1.2. Doğrudan Düşük Taze Gaz Akımına Bağlı Riskler

a) Uzun Zaman Sabitesi: Gaz bileşiminde hızlı değişikliği önler. Dezavantaj gibi görülmesine rağmen avantajdır. Sorun iki şekilde çözümlenir. Birincisi, istenirse geçici süre yüksek akıma geçilebilir. İkincisi, yardımcı ilaçlar kullanılabilir.

b) Yabancı Gaz Birikimi: Nitrojen, aseton, etanol, karbonmonooksit, argon, metan, hidrojen, haloalkenler.

- Nitrojen: Daha çok minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi için bu birikim söz konusu olabilir. Hipoksi olasılığı inspire edilen oksijen izlemi ile kesin olarak dışlanabildiğine göre nitrojen birikiminin hasta için herhangi bir risk oluşturmadığını vurgulamak gerekir. Ancak nitrojen birikimi ile azotprotoksit konsantrasyonu önemli düzeyde düşebilir ve bu da azotprotoksitin anestezik etkisini azaltır. Bu sorunun üstesinden gelmek için uygun bir gaz karışımı içeren yüksek taze gaz akımı ile aralıklı yıkama yapılır. Ya da anestezi, intravenöz ya da volatil ajanlar verilerek desteklenir(75,76,67).
- Aseton: Aseton, serbest yağ asitlerinin oksidatif metabolizması ile oluşur. Açlık, dekompanse diabetes mellitus ve antiinsülin hormonların salınımının arttığı durumlarda aseton oluşumunda artış gözlenebilir. Sudaki ve yağdaki yüksek çözünürlüğü nedeniyle, aseton konsantrasyonu ara ara kısa süreli yüksek akımla düşürülemez(76). Güvenlik nedeniyle dekompanse diabetes mellitus bulunan ya da diğer nedenlerle kan aseton düzeyi yüksek olan hastalarda uzun süreli anestezi için 1 L/dk'dan daha düşük taze gaz akımları kullanılması önerilmemektedir.
- Etanol: Yüksek etanol konsantrasyonlarına yalnızca dıştan alım yolu ile oluşan zehirlenmelerde rastlanır. Alkollü bir hastaya cerrahi bir girişim yapıldığında yeterli yıkama etkisi sağlayabilmek için taze gaz akımının 1 L/dk'nın altına düşmemesi akılcı bir davranıştır.
- Karbonmonooksit: Olağan koşullar altında, endojen olarak oluşan karbonmonooksit hacmi çok küçüktür. Ancak; aşırı sigara içenlerde, hemoliz, anemi, porfiriya ve özellikle sigara içen verici kaynaklı kan transfüzyonu durumlarında klinik olarak anlamlı değerlere ulaşabilir. Absorbanın kullanıldığı süre uzadıkça yüksek karbonmonooksit konsantrasyonlarına neden olma olasılığı da o ölçüde artmaktadır. Kazayla karbonmonooksit zehirlenmesinden kaçınmak için günlük uygulamalara başlamadan önce, sistemin 5 L ya da daha yüksek saf oksijen akımı ile yıkanmasını ve absorbanın sıkça değiştirilmesi

önerilmiştir(77). Araştırmalar tam kuru absorbanların CHF2 yapısı içeren volatil anesteziğin hepsiyle kolayca tepkimeye girdiklerini ve farklı ajanların tepkimeye girme derecelerinin azalan bir sıra ile desfluran>enfluran>izofluran şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. Halotanda sevoflurana benzer şekilde karbondioksit absorbanları ile çok az karbonmonooksit oluşturur(78,79). Sodalaymın su içeriği % 4,8'den fazla olursa karbonmonooksit oluşumu tam olarak durmaktadır. Taze sodalaym yaklaşık %15–16 su içerir. Yeniden solutmanın artması ekshale edilen karbondioksitin absorban ile kimyasal etkileşimi sonucunda ek su oluşumunu da arttırır. Bu bağlamda düşük akımlı anestezinin doğru uygulanması kazayla karbonmonooksit zehirlenmesine ilişkin tehlikeyi önemli düzeyde azaltır. Düşük akımlı anestezi teknikleri uygulanırken, kazayla karbonmonooksit zehirlenmesi riskinde tekniğe özgü bir artış kesinlikle sözkonusu değildir. Tam tersine karbonmonooksit oluşumunu engellemek için sürekli düşük taze gaz akımlarının kullanılması temel bir önlem niteliğindedir(80). Karbondioksit absorbanı yeterli miktarda nem içerirse, aşırı derecede düşük taze gaz akımı ve desfluran kullanıldığında bile kazayla karbonmonooksit zehirlenmesi riskinde kesinlikle bir artış olmaz(81).

- Argon: Argon gazı birikimi, anesteziğin gaz izlemine etkilemez ve tıbbi açıdan zararsızdır. Her 90 dakikada bir yüksek taze gaz akımı ile kısa süreli yıkama yapılırsa, argon gazı birikimi engellenebilir (81,82,83,84).
- Metan: Fizyolojik barsak gazlarının başlıcası, barsaklarda bakteri yıkım işlemleri ile oluşan metandır. Metan toksik olmayan yabancı bir gazdır. Oksijen(oksijen içinde %5-60) ya da azotprotoksit (azotprotoksit içinde %4-40) ile karıştığı zaman patlayıcı olabilir. Ancak bu düzeyde metan konsantrasyonlarına uzun sürede kapalı sistemle anestezide bile ulaşılmaz(85,76).
- Hidrojen: Kapalı sistemlerde uzun süreli anestezide bile patlama yapabilecek konsantrasyonlara ulaşılmaz.

- Haloalkenler: Bazı volatil anesteziikler, karbondioksit absorbanları ile kimyasal etkileşime girerek düşük akımlı anestezi sırasında solutma sistemi içinde yabancı eser gazlar şeklinde birikebilen volatil haloalkenleri oluştururlar. Halotan, 2-Bromo-2-kloro-1,1-difloretilen (CFF₂CBrCl(BCDEF)) denilen yıkım ürününü oluşturabilir(86). Sevofluran, karbondioksit absorbanları ile etkileşerek bileşik A-E adı verilen yıkım ürünlerinin oluşumuna neden olur. Bileşik A (florometil-2,2-difloro-1-triflorometil-vinileter) klinik bakımdan önemli konsantrasyonlara ulaşır. Bileşik A'nın solutma sistemi içindeki konsantrasyonu; anesteziik gazın sevofluran konsantrasyonu ve karbondioksit absorbanının ısındaki yükselmeler, absorbanın nem içeriğindeki azalma ve taze gaz akımının düşmesi ile artar. Son unsur; absorbanın karbondioksit yükünde artma, buna bağılı olarak kısmen kanister içindeki ısının da yükselmesi ve yıkama işlevinin azalması sonucu etkili olmaktadır. Absorban kurursa, bileşik A oluşumu ve parçalanmasından kaynaklanan karmaşık bir denge gelişir(88). Bileşik A nefrotoksik bir bileşiktir. Ancak sevofluran ile uzun süreli minimal akımlı anestezide bile bileşik A konsantrasyonunun nefrotoksik eşiğe ulaşmadığı gözlenmiştir. AB ülkelerinde sevofluranın klinik kullanım izni, taze gaz akımına ilişkin herhangi bir kısıtlama olmaksızın verilmiştir. Yine de klinik uygulamada olası eser gazların birikebileceği düşünüldüğünde düşük akımlı teknik, yıkama işlevini güvenli bir şekilde sağlayabilmek için en az 1 L/dk akım kullanılarak uygulanmalıdır(89,90,91,92,93). Hastaya yönelik herhangi bir riskten kaçınmanın en kolay yolu; hiç alkali metal hidroksit içermeyen, fakat özellikle de potasyum hidroksit içermeyen absorbanların uygun şekilde kullanılması olacaktır(74,94). 1998'de Amerikan FDA; 1 L/dk taze gaz akım hızının kabul edilebilir olduğunu fakat 2 MAC /saat'in geçilmemesi gerektiğini ve 1L/dk'dan daha az akım hızlarının önerilmediğini belirtmiştir. AB ülkelerinde, sevofluran için herhangi bir akım kısıtlaması olmaksızın izin verilmiştir(94). Bileşik A'nın insanlarda olası böbrek, karaciğer ve hatta sinir dokusuna toksik

etkileri konusundaki tartışmalar sonuçlanmadığına göre, anestezi uzmanlarının FDA önerilerine uymaları gerekmektedir. Aşırı derecede düşük taze gaz akımları uygulanacaksa, potasyum içermeyen soda ya da en iyi seçenek olarak görülen kalsiyumhidroksit-lym kullanılmalıdır(94,95,96).

Anestezi Uygulamasına Yönelik Sonuçlar

Aşırı derecede düşük taze gaz akımları ile anestezi uygulanırsa, solutma sistemi içinde yabancı gazlar birikebilir. Bu gazlar;

-Aseton, karbonmonooksit, metan ve hidrojen gibi vücut içinde oluşabilir.

-Etonol, karbonmonooksit ve nitrojen gibi vücut tarafından absorbe edilen, dokularda depolanan ve akciğerler yoluyla atılan gazlar olabilir.

-Argon, haloalkenler, karbonmonooksit ve nitrojen gibi sistem içinde oluşan ya da solutma sistemine taze gaz ya da gaz örneği ile birlikte taşınan kontamine edici gazlar olabilir.

Nitrojen, metan ve hidrojen gibi çözünürlüğü çok düşük olan gazlar, gerektiğinde kısa süreli yüksek taze gaz akımı ile yıkama yapılarak sistemden temizlenebilir. Ancak aseton, alkol ve karbonmonooksit gibi suda ve yağda kolayca çözünebilir ya da dokulara ilgisi yüksek olan gazlar, kısa süreli yüksek taze gaz akımı ile temizlenemez. Solutma sistemi içinde yabancı gaz birikiminden düşük akımlı anestezi ile kaçınılabilir; çünkü 1 L/dk akım hızında sürekli olarak uygun bir yıkama etkisi oluşmakta ve gaz fazlası ile birlikte eser gazların uzaklaştırılması da kesin bir biçimde sağlanmaktadır. Eser gaz konusu yüksek akımlı anestezi kaynaklı gereksiz tüketim ve kirliliği haklı çıkarmaz(97).

2. DÜŞÜK TAZE GAZ AKIMLI TEKNİKLERİN GÜVENLİĞE KATKILARI

2.1. Araç Gerece Daha İyi Bakılması Ve Korunması

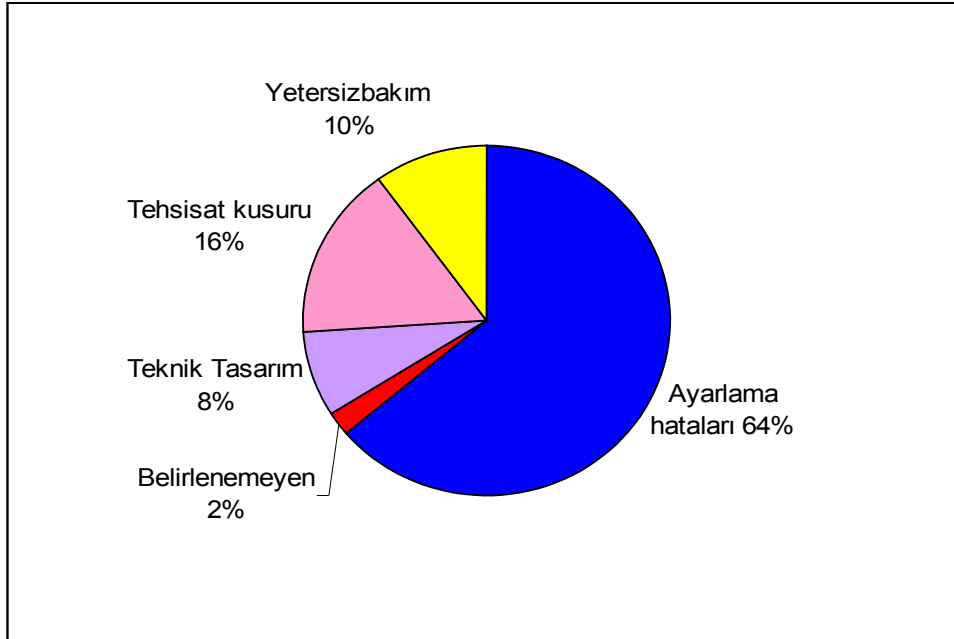
2.2. Uzun Zaman Sabitesi

Doğrudan akımın düşürülmesinden kaynaklanan özel bir güvenlik unsurudur. Bu ani hipoksi ve volatil ajan yanlış dozunu önler.

2.3. İnhalasyon Anestezisinin Kuram Ve Uygulamasına İlişkin Bilgilerin Daha İyi Kavranması

Anestezi sırasında hastanın maruz kaldığı risk, büyük ölçüde anesteziistin seçilen anestezi yöntemi ile ilgili deneyimine ve tekniğe özgü olası komplikasyonlar konusundaki bilgisine bağlıdır(4).

Anestezi ile ilgili istenmeyen olayların yalnızca %4-11'inin kesin olarak araç-gereçteki işlev bozukluğundan kaynaklandığı(98,99,100,101), %70-80'inin ise insan kaynaklı yanlışlığa bağlanması gerektiği gösterilmiştir. Komplikasyonlar genellikle araç-gerecin bakım ve test edilme yetersizliği, makine ve anestezi yöntemi konusunda bilgi eksikliği ve ayarların yanlış yapılması ile orantılıdır(99,102,103).



Şekil 4: Tıpta kullanılan teknik araç-gereç ile oluşan tehlikeli olayların nedenleri

3. DÜŞÜK AKIMLI ANESTEZİ TEKNİKLERİNİN KONTRENDİKASYONLARI

3.1. Göreceli Kontrendikasyonlar

10–15 dakikadan daha kısa süren inhalasyon anestezisinde taze gaz akımının düşürülmesi uygun değildir. Çünkü özellikle azotprotoksit kullanımı ile aşağıdaki risklerde artış olur:

- Yetersiz denitrojenasyon
- Yetersiz anestezi derinliği
- Gaz hacmi eksikliği

Kullanılan araç-gereç teknik ön koşulları karşılamıyorsa; taze gaz akımını düşürmek zor hatta imkânsız hale gelebilir. Teknik ön koşulların sağlanamamasına bağlı göreceli kontrendikasyonlar şunlardır:

- Solutma sistemi ya da ventilatörün gaz sızdırmazlığının yeterli olmaması
- Gaz akım ayarlarının düşük akım aralıklarında duyarlı yapılamaması
- Yüz maskesi ile anestezi uygulaması
- Rijit bronkoskopi işlemi
- Kafsız endotrakeal tüp kullanılması
- Yeniden solutmasız sistemlerin kullanımı
- Akut bronkospazmlı hastalarda, gaz rezervuarı bulunmayan ve körüğün ekspiratuar dolumu ek bir güçle desteklenmeyen anestezi makineleri kullanımı

Olası tehlikeli eser gaz birikimi riskinde bir artış varsa, sürekli yıkama etkisini güvence altına almak için, taze gaz akımı en az 1 L/dk olmalıdır. Aşırı derecede düşük

taze gaz akımı (minimal akımlı ya da kapalı sistemli anestezi) kullanımına yönelik kontrendikasyonlar şunlardır:

- Dekompanse diabetes mellitus
- Uzun süreli açlık durumu
- Kronik alkoliklerde anestezi uygulaması
- Akut alkol zehirlenmesinde anestezi uygulaması
- Bölgesel kanaması ileri derecede azalmış ve yoğun transfüzyon yapılan aşırı sigara içicisi hastalar

3.2. Mutlak Kontrendikasyonlar

Tehlikeli ya da zehirli gazların sistemden sürekli uzaklaştırılması gereken ya da hastaya özgü alınımın aşırı derecede yüksek olması beklenen aşağıdaki özel durumlarda düşük akımlı anestezi teknikleri uygulanmamalıdır:

- Duman ya da gaz zehirlenmesi
- Malign hipertermi
- Septisemi

Yeniden solutmalı tekniklerin genel anlamdaki mutlak kontrendikasyonları ise araç-gerecin hasta güvenliğine yönelik temel gereksinimleri karşılamadığı aşağıdaki durumlardır:

- Sodalaym tükenmesi
- Oksijen monitörü yetersizliği
- Anestezik ajan monitörü yetersizliği

G. SEVOFLURAN İLE DÜŞÜK AKIMLI ANESTEZİ UYGULAMASI

Gerekli tıbbi-teknik altyapı ve izlem sağlandığında kontrendikasyon olmayan durumlarda düşük akımlı anestezi uygulanabilir. Bunlara daha önceki bölümlerde değinildi. Başlangıçta yalnızca karmaşık olmayan cerrahi işlemlerde ve ciddi hastalığı olmayan hastalarda uygulanmalıdır.

Her gün anestezi uygulamalarına başlamadan önce anestezi makinesinin bakımı, kullanıma hazır olduğu ve solutma sisteminde gaz kaçağı bulunmadığı doğrulanmalıdır.

Vaporizör her gün tam doldurulmalıdır. Kanister(sodalaym) karbondioksit izlemi varsa en az haftada bir izlem yapılamıyorsa renk değişikliği başladığı andan itibaren değiştirilmeli ve absorbanın değiştirildiği tarih bir etiketle yazılıp kanister üzerine yapıştırılmalıdır. Bakteri filtresi ve humitvent takılmalı, borularda kavis oluşturulmalıdır.

1. SEVOFLURAN İLE DÜŞÜK AKIMLI ANESTEZİ UYGULAMASI

1.1. Premedikasyon Ve İndüksiyon

Premedikasyon alışlageldiği şekilde yapılabilir. İndüksiyonda normal rutin sırayı izler; preoksijenasyondan sonra bir İ.V. hipnotik ajan ve gerekirse kas gevşetici verilerek, endotrakeal tüp ya da laringeal maske yerleştirilir. Hasta daha sonra yeniden-solutmalı sisteme bağlanır. Bağlantılar iyi kontrol edilmeli, sıkıştırılmalı, kaf iyice şişirilmeli, solutma sistemi anestezi sonlandırılana dek oda havasına açılmamaya çalışılmalıdır. Düşük akımlı anestezi teknikleri yalnızca bu yöntemlerin güvenle uygulanabilmesinin temlini oluşturan;

- a) Uygun monitörizasyon varlığı ve doğru çalışması
- b) Alarm sınırlarının dikkatle ayarlanması ve
- c) Hasta solutma sistemine bağlanır bağlanmaz alarmların çalışabilir duruma gelmesi koşullarında uygulanmalıdır.

- İnspire edilen oksijen konsantrasyonunun alt alarm sınırı %28-30'a
- Bağlantı ayrılma(disconnection) alarmı hastanın tepe basıncından 5cmH₂O daha aşağıya
- Tıkanıklık(occlusion) alarmı 30cmH₂O'ya ve
- Ekspire edilen gaz hacmi alt sınırı da istenen dakika hacminin 500 ml altına,
- Anestezik ajanların(sevofluran) üst alarm sınırı da %3 vol'e ayarlanmalıdır.

1.2. Düşük Akımlı Anestezinin Başlangıç Dönemi

Taze gaz akımı hızı düşürülmeden önce yaklaşık 4 L/dk yüksek taze gaz akımının (1,4L/dkO₂, 3 L/dkN₂O) kullanıldığı bir başlangıç dönemine gereksinim vardır. Bu başlangıç dönemi sırasında;

- Yeterli denitrojenasyon sağlanacak
- Solutma sistemi içine istenen gaz bileşimi doldurulacak ve
- Yeterli anestezi derinliğini güvence altına almak için gerekli anestezi ajan konsantrasyonuna ulaşılabilecektir.

Başlangıçta yüksek akım döneminin süresi akımın ne ölçüde azaltılacağına ve hastaya özgü toplam gaz alınımlı miktarına bağlıdır. Denitrojenasyon, 4–5 L/dk arasında taze gaz akım hızı kullanılarak (taze gaz bileşimi %33 O₂, %68 N₂O) yaklaşık 6–8 dakikada tamamlanır. 10 dakika sonra solutma sistemi içindeki oksijen konsantrasyonu yaklaşık %30 vol'e ve azotprotoksit konsantrasyonu da %65 vol'e ulaşır. Vaporizör ayarı sevofluran için %2,5 vol ayarlanırsa 10 dakikalık başlangıç döneminden sonra inspire edilen konsantrasyon taze gaz konsantrasyonunun %85'ine ulaşır(104).

Bu sırada ekspire edilen konsantrasyon ortalama %1,7 vol. Olur; bu da sevofluran için 0,8xMAC'a eşdeğerdir. Bu anestezi ajan konsantrasyonu %50–65 azotprotoksit konsantrasyonu ile aditif etkileşim gösterdiği için AD₉₅=1,3MAC'a (hastaların %95'inde ilk cilt kesisine motor yanıt olmamasını güvence altına almak için gerekli ajan konsantrasyonu) eşdeğerdir.

1.3. Yüksek Akımdan Düşük Akıma Geçiş

Hasta yeniden solutmalı sisteme bağlandıktan 10 dakika sonra toplam gaz alınımlının hala yaklaşık 600 ml/dk olduğu varsayılabilir. Düşük akımlı anestezi

uygulamak için bu andan sonra taze gaz akımı 1 L/dk'ya azaltılır. Taze gaz hacmi hastanın alınımından fazla olduğu için ek gaz kaybının dengelemeye yetecek kadar gaz fazlası vardır.

Taze gaz akımının azaltılması yeniden solutma oranında belirgin bir artışla sonuçlanır. Böylece, solutulan gaz bileşimi içinde önceki inspiyumla oksijeni tüketilmiş olan gazın payı da artar. İnspire edilen oksijen konsantrasyonunu %30 vol'ün üzerinde tutabilmek için akım düşürüldüğü anda oksijen konsantrasyonunu en az %40'a hatta tercihen %50'ye yükseltmek gerekir.

Devre dışı vaporizör kullanıldığında akım hızının düşürülmesi ile orantılı olarak solutma sistemine verilen anestezi buhar miktarı da azalacaktır. Solutulan gaz bileşimi içinde 0,8xMAC anestezi konsantrasyonunu koruyabilmek için taze gaz içindeki anestezi konsantrasyonu artırılmalı, sevofluran %3 vol'e çıkarılmalıdır.

Akım düşürüldükten sonraki ilk 30–45 dakika içinde inspire edilen oksijen konsantrasyonunda bir artış gözlenebilir. Bu sırada azotprotoksit alınımı hala önemli bir düzeydedir. Ancak azotprotoksit alınımı sürekli azaldığı için daha uzun süreli anestezi uygulamalarında sistem içinde azotprotoksit birikmeye başlar ve bu da oksijen konsantrasyonunda yavaş ama sürekli bir azalmaya neden olur. Oksijen konsantrasyonu %30 vol. olan alt alarm sınırının altına her düştüğünde oksijen akımı toplam gaz akımının %10'u a kadar attırılmalı ve azotprotoksit akımı da aynı oranda azaltılmalıdır. Örneğin; düşük akımlı anestezi oksijen akımı 100 ml/dk arttırılacak 500 ml/dk' dan 600ml/dk' ya çıkarılırken, azotprotoksit akımı da aynı oranda azaltılarak 500 ml/dk' dan 400 ml/dk' ya indirilmelidir.

Düşük akımlı anestezi tekniklerinin hepsinde inspire edilen oksijen konsantrasyonunun temel belirleyicisi hastaya özgü oksijen tüketimidir. Oksijen tüketimi ve dolayısıyla oksijen alınımı yüksek olduğu zaman alveol gazından daha fazla oksijen çekildiği için ekshale edilen gaz karışımındaki oksijen içeriği de o ölçüde düşer(105).

1.4. Anestezinin Sonlandırılma Dönemi

Uzun zaman sabitesi ve anestezi süresine bağlı olarak, cerrahi girişimin bitiminden yaklaşık 15–30 dakika önce düşük taze gaz akım hızı korunurken, vaporizör kapatılarak taze gaz içine volatil ajan verilmesi durdurulabilir. Akım ne kadar düşükse

anestezik konsantrasyonundaki azalma da o kadar yavaştır. Daha sonra hastanın spontan solunumu yeterli hale gelene dek, elle yardımcı solutma yaptırılır. Sistemdeki anestezik gazların bütünüyle uzaklaştırmak için ekstübasyondan yaklaşık 5–10 dakika önce APL valfi açılır, azotprotoksit kesilir ve oksijen akım hızı 4–6 L/dk'ya yükseltilir. Hastanın erken postoperatif bakımı olağan şekilde sürdürülür.

Düşük akımlı tekniklerin bir diğer yöntemi olan minimal akımlı anestezi uygulamasına standart yaklaşım kısaca aşağıdadır:

Gaz akımı ve volatil anestezik ayarlarına ilişkin önerilerin tümü, klinik olarak rehber niteliği kanıtlanmış verilerden oluşmaktadır. Ancak, her hastanın bireysel yanıtına ve cerrahi gereksinimlere göre dikkatle uyarlanması gerekir

Premedikasyon:

- Alışılmış şekilde

İndüksiyon

- Preoksijenasyon
- Intravenöz hipnotik
- Kas gevşemesi
- Entübasyon ya da laringeal maske yerleştirilmesi
- Hastanın absorpsiyonlu halka sistemine bağlanması

Başlangıç dönemi

- En az 10 dk, genelde 15-20 dk (anestezik ajana ve hastanın fizik yapısına bağımlı olarak)
- 1,4 L/dk oksijen
- 3 L/dk azotprotoksit

Vaporizör ayarları:

- halotan %1-1,3 vol
- enfluran % 2-2,5 vol
- izofluran %1-1,5 vol
- sevofluran %2-2,5 vol
- desfluran %4-6 vol

İzlem

- İnspire edilen oksijen konsantrasyonu: alarm alt sınırı %28-30 vol
- Bağlantı ayrılması alarmı: alarm alt sınırı tepe basınçtan 5 mbar az
- Dakika hacmi (MV): alarm alt sınırı istenen değerden 0,5 L/dk az
- İnspire edilen volatil anestezi konsantrasyonu: alarm üst sınırı
 - halotan, enfluran ve izofluran: %2-2,5 vol
 - sevofluran: %3 vol
 - desfluran: %8 vol

Taze gaz akımının düşürülmesi

- 0,25-0,3 L/dk oksijen
- 0,25-0,2 L/dk azotprotoksit

Vaporizör ayarları:

- halotan %2,5-3 vol
- enfluran %3-3,5 vol
- izofluran %2-2,5 vol
- sevofluran %3-3,5 vol
- desfluran + %1-1,5 vol (%5-7,5 vol)

Uzun süreli uygulamalarda (>2-3 saat) kalsiyumhidroksit-laym kullanılmadıkça, sevofluran ile düşük akım tekniği taze gaz akımı 1 L/dk (0,4-0,5 L/dk O₂, 0,6-0,5 L/dk N₂O) ve vaporizör ayarı %2,5-3 vol olacak şekilde uygulanmalıdır. Ancak, kalsiyumhidroksit-laym kullanıldığında uzun süreli uygulamalarda bile hiçbir kısıtlama olmaksızın, taze gaz akım hızı en düşük düzeye indirilebilir.

Taze gaz ayarlarında değişiklik

İnspire edilen oksijen konsantrasyonu alt sınıra indiğinde

- Oksijen akımını 50 mL/dk artır
- Azotprotoksit akımını 50 mL/dk azalt

Anestezi derinliğini uzun zaman sabitesi ile artırma

- Taze gaz akımını 0,5 L/dk olarak sürdür
- Vaporizör ayarını %1-2 vol artır
- İstenen anestezi derinliğine ulaşıldığında, vaporizör konsantrasyonunu istenen değerden yaklaşık %1-2 vol daha yükseğine ayarla

Anestezi derinliğini uzun zaman sabitesi ile azaltma - Taze gaz akımını 0,5 L/dk olarak sürdür

- Vaporizör ayarını %1-3,5 vol azalt
- İstenen anestezi derinliği azalması sağlandığında, vaporizör konsantrasyonunu yaklaşık %1-2 vol'e ayarla

Anestezi derinliğini kısa zaman sabitesi ile artırma ya da azaltma

- Vaporizörü istenen inspire edilen konsantrasyona ayarla
- Taze gaz akımını 4,4 L/dk'ya artır (1,4 L/dk O₂, 3 L/dk N₂O)
- İstenen anestezi derinliğine ulaşıldığında (çoğu kez 5 dk'da), yeniden düşük akımlı anesteziye dön (0,3 L/dk O₂, 0,2 L/dk N₂O).
- Vaporizör ayarını başlangıcın %0,5 vol üzerine ya da %1-2 vol altına ayarla
- Sevofluran ve desfluran kullanıldığında; düşük çözünürlükleri ve vaporizörlerinin geniş ayar aralığı olması nedeniyle, düşük akım hızı korunurken de anestezi konsantrasyonu artırılabilir ya da azaltılabilir. Ancak, bu tür bir uygulama için anestezi ajan monitörü zorunludur.
- Anestezi derinliğini hızla artırmak için başka bir seçenek: yardımcı ilaç olarak hipnotik ya da opioidlerin intravenöz enjeksiyonu

Gaz hacmi eksikliği: tepe basıncı ve dakika hacminde azalma

- Taze gaz akımını kısa bir süre artırarak anestezi gaz rezervuarını yeniden doldur
- Kaçak denetimi yap
- Kaçak devam ediyorsa: taze gaz akımını 0,5 L/dk artır ve düşük akımlı anesteziye geç

Anestezinin sonlandırılması ve derlenme

- Cerrahi işlem sonlanmadan 10-20 dk önce vaporizörü kapat
- Taze gaz akımını 0,5 L/dk olarak sürdür
- Manuel solutma ya da *SIMV* ile hastanın spontan solunuma geçmesini sağla
- Ekstübasyondan 5-10 dk önce 5 L/dk saf oksijenle anestezi gazları uzaklaştır (*wash-out*)
- Genel amaçlı postoperatif bakım protokolünü uygula

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Genel Cerrahi kliniklerine başvuran ve elektif inguinal herni operasyonu planlanan ASA I-III grubundan 18–76 yaşları arasında 40 hasta dahil edildi.

Bu çalışma için etik kuruldan ve hastalardan izin alındı.

Çalışma Dışı Bırakılan Hastalar

- Dekompanse kardiyak ve ciddi kardiyak hastalığı olanlar
- Karaciğer ve böbrek hasarı olan hastalar
- Malign hipertermi öyküsü olan hastalar
- Dekompanse diabetes mellitusu olan hastalar
- Uzun süreli açlık durumu
- Kronik alkolikler
- Septisemi
- Halojenli ilaçlara ve tiopentale karşı bilinen veya şüphelenilen duyarlılık anamnezi olan hastalar
- 3 saatten daha uzun süren olgular
- Tüm kontrendikasyon durumları

Tez için kullanılacak DRAGER-Primus marka anestezi cihazı firma yetkilileri tarafından valf sistemleri kontrol edilip bakımı yapılarak anestezi uygulaması için hazırlandı.

Hastalar rasgele seçilerek iki gruba ayrıldı. Grup I'e yüksek akımlı anestezi (YAA), grup II'ye düşük akımlı anestezi (DAA) uygulanması kararlaştırıldı. Grup I ve grup II'deki hastaların dökümü Tablo 9 ve Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 9: Yüksek Akımlı Anestezi Uygulanan Hastaların(Grup I) Dökümü

HASTA NO	PROTOKOL NO	YAŞ	CİNS	ASA
1	3477036	54	E	II
2	3868147	48	E	I
3	3957227	63	K	III
4	3572866	65	E	III
5	3836782	58	E	II
6	3882222	59	E	III
7	3133855	67	E	III
8	3803792	30	E	I
9	3302652	61	K	II
10	3734827	50	E	II
11	3917430	30	E	I
12	3920328	32	E	II
13	0905804	63	E	III
14	3320802	76	E	II
15	3824862	20	E	I
16	3868710	35	E	II
17	3470472	35	E	II
18	3286444	32	K	II
19	3917004	61	E	III
20	3911928	60	E	II

Tablo 10: Düşük Akımlı Anestezi Uygulanan Hastaların (Grup II) Dökümü

HASTA NO	PROTOKOL NO	YAŞ	CİNS	ASA
1	3299263	51	E	II
2	3908344	24	E	I
3	3032615	28	K	I
4	3898773	39	E	I
5	3522914	18	K	II
6	3888265	30	K	I

7	2084365	49	E	II
8	0811205	45	E	II
9	3494130	43	E	II
10	3884609	65	E	III
11	3050505	43	K	II
12	3888435	37	K	II
13	3668969	29	K	II
14	3625468	58	E	III
15	0876400	57	E	II
16	3569012	34	E	III
17	0865336	75	K	III
18	3683041	74	E	II
19	3834651	29	K	I
20	3470054	38	K	II

Premedikasyon olarak 0,5 mg atropin, 50 mg dolantin verilmesi kararlaştırıldı.

Ameliyat sabahı anestezi cihazının (Drager-Primus) otomatik testlerle anestezi gaz monitörü kalibrasyon ve kaçak testi yapılarak çalışmaya başlandı. Ayrıca her hasta için ventilatör ve solunum devresine yönelik kaçak testi tekrarlandı. Karbondioksit tutucusu kuruluğu ve rengi açısından değerlendirilerek uygun zamanlarda değiştirildi. (Biz güvenlik nedeniyle haftanın iki günü Pazartesi ve Perşembe günleri rutin değiştirdik). Vaporizör her gün kontrol edilerek tam dolu olmasına dikkat edildi.

Premedike edilip ameliyathaneye alınan hastalara, 20 No.lu IV kanül ile damar yolu açıldıktan sonra Siemens SC-7700 monitör ile EKG, SPO2, NIBP monitörizasyonu yapıldı ve preoperatif kan gazı alındı. 3 dakika maske ile %100 O2 ve taze gaz akımı 4,4 L/dk'yken spontan solunumda preoksijenasyon yapıldı. 1-2 mcg /kg fentanyl, 5-7mg /kg thiopentalle indüksiyon yapıldı ve kas gevşemesi 0,6 mg/kg rokuronyum ile sağlandıktan sonra hastalar uygun çaplı bir tüple orotrakeal entübe edildi. Entübasyonu takiben anestezi idamesinde Grup I'e (YAA) 4 L/dk (%50 O2, %50 N2O) taze gaz akımı

ile sevofluran cihaz MAC değeri 1–1,3 olacak şekilde %1–1,5 vol arasında ayarlandı. Grup II’ de ise (DAA) 4,4 L/dk (%34 O₂, %66 N₂O) taze gaz akımı ile sevofluran %1.5 vol ayarlandı ve 10. dakikadan sonra taze gaz akımı 1 L/dk’ya (%50 O₂, %50N₂O) düşürülerek sevofluran cihaz MAC değeri 1–1,3 olacak şekilde %1–2 vol arasında ayarlandı. MAB \pm %20 sınırları içinde tutuldu.

Gereğinde bir kereye mahsus 50mcg/kg fentanyl enjekte edildi. Kas gevşemesinin idamesinde 10mg rokuronyum kullanıldı.

Anestezi cihazında (Drager-Primus) tidal volüm 7–10 ml/kg, solunum frekansı 12/dk, İ:E oranı 1:2 olacak şekilde ayarlandı. Cihazda ölçülen MAC değerleri 1–1,3 arasında tutulmaya çalışıldı. Alarm limitleri fiO₂ %30 alt sınır, sevofluran %3 vol üst sınır, etCO₂ 45mmhg üst sınır, MV olması gereken değer 500 ml altına alt sınır, Paw ölçülen değer 5cmH₂O altı alt sınır, 30cmH₂O üst sınır olarak ayarlandı.

Peroperatif Siemens SC–7700 monitör ile EKG, NIBP, SPO₂ takibi yanında anestezi cihazındaki gaz analizörü ile dijital olarak sevofluran, O₂, N₂O inspiryum ve ekspiryum konsantrasyonları, etCO₂ ve MAC değerleri de takip ve kaydedildi. Ayrıca MV, TV, fr, Paw’da takip edildi.

Perop 30 dakikada kontrol kan gazı analizi yapıldı.

Sistemin dışarı açılmamasına özellikle dikkat edildi.

Anestezi sonlandırılmasında son cilt dikişi atılırken her iki grupta da taze gaz akımı 6 L/dk’ya çıkarılıp sevofluran ve N₂O gazları kesilerek %100 oksijene geçildi. Kas antagonizması tüm hastalarda 0,5 mg atropin, 1,5 mg neostigmin ile sağlandı. Operasyon sonunda tüm hastaların ekstübasyon öncesi ve ekstübasyon sonrası 1.5.10. dakikalardaki derlenme dönemi özellikleri Aldrete Kraulik’in anestezi sonrası değerlendirme sistemi ile değerlendirildi(Tablo 11).

Postoperatif 10. dakika tekrar kan gazı analizi yapıldı.

Volatil ajan kesme-ekstübasyon arası süre; ekstübasyon zamanı olarak, volatil ajan kesme-göz açma arası süre; göz açma zamanı olarak, “Burası neresi?”, “Doğum tarihin ne?” gibi sorulara cevap verme; oryantasyon zamanı olarak kaydedildi.

Tablo 11: Aldrete Ve Kraulik Derlenme Değerlendirme Sistemi

SOLUNUM	Derin nefes alıp öksürebiliyor	2
	Dispneik ve sınırlı	1
	Apneik	0

DOLAŞIM	Kan basıncı anestezi öncesi \pm %20	2
	Kan basıncı anestezi öncesi \pm %20- %50	1
	Kan basıncı anestezi öncesi \pm %50	0
CİLT RENGİ	Pembe	2
	Soluk	1
	Siyanotik	0
ŞUUR	Uyanık şuurlu	2
	Uykulu fakat uyandırılabilir	1
	Uyaranla ancak uyandırılabilir	0
AKTİVİTE	Amaca yönelik	2
	Rasgele	1
	Yok	0

Her bir klinik bulgu için verilen puanların toplamı o zamanki derlenme hızını ve kalitesini göstermektedir. 10 puan tam derlenme olarak kabul edildi. Ne kadar kısa zamanda 10 puana ulaşırsa o kadar hızlı ve kaliteli bir derlenme sağlanmış olmaktadır. Yan etkiler için bulantı, kusma, ağrı, ajitasyon, titreme olup olmadığı da kaydedildi.

İstatistiksel İncelemeler

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 10,0 programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma) yanı sıra niceliksel verilerin karşılaştırılmasında student t test ve Mann Whitney U test kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Ki-Kare testi kullanıldı. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

4.BULGULAR

Çalışma 01.02.2006–01.04.2006 tarihleri arasında Haydarpaşa Numune Hastanesi Anesteziyoloji servisinde toplam 40 olgu üzerinde yapılmıştır. Olguların yaşları 18 ile 76 arasında değişmekte olup ortalama yaş $46,62 \pm 16,17$ 'dir. **Grup I, yüksek akımlı anestezi(YAA)** alan 20 olgudan oluşmakta; **Grup II, düşük akımlı anestezi(DAA)** alan 20 olgudan oluşmaktadır. Hastaların demografik özellikleri tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12: Hastaların Demografik Özellikleri

	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	p
Yaş (Yıl)	49,95 ± 15,94	43,30 ± 16,09	0,197
Boy (cm)	171,95 ± 8,44	166,85 ± 8,58	0,066
Cinsiyet (K/E)	3/17	9/11	0,038*
ASA (I/II/III)	4/12/4	5/11/4	0,926

*p<0,05

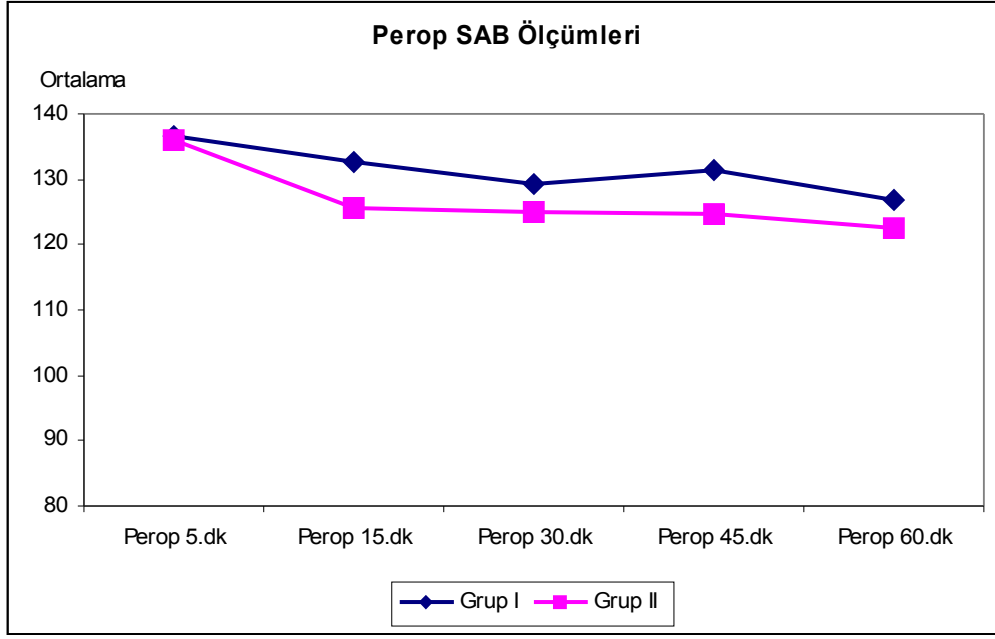
Hastalar yaş, boy ve ASA açısından karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Cinsiyet dağılımları ise gruplara göre anlamlı farklılık göstermekteydi ($p<0,05$). YAA olgularında kadın oranı % 15 iken; DAA olgularında kadın oranı %45 düzeyindedir.

PEROPERATİF DÖNEME AİT DEĞERLENDİRMELER

Tablo 13:Perop SAB Ölçümlerinin Değerlendirmesi

SAB	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Perop 5.dk	136,50 ± 18,06	136,10 ± 31,30	0,961
Perop 15.dk	132,65 ± 12,55	125,50 ± 18,16	0,156
Perop 30.dk	129,35 ± 13,44	125,05 ± 16,64	0,375
Perop 45.dk	131,50 ± 15,29	124,70 ± 14,92	0,163
Perop 60.dk	126,70 ± 15,28	122,75 ± 18,66	0,469

Perop 5.dk, 15.dk, 30.dk, 45.dk ve 60.dk SAB ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

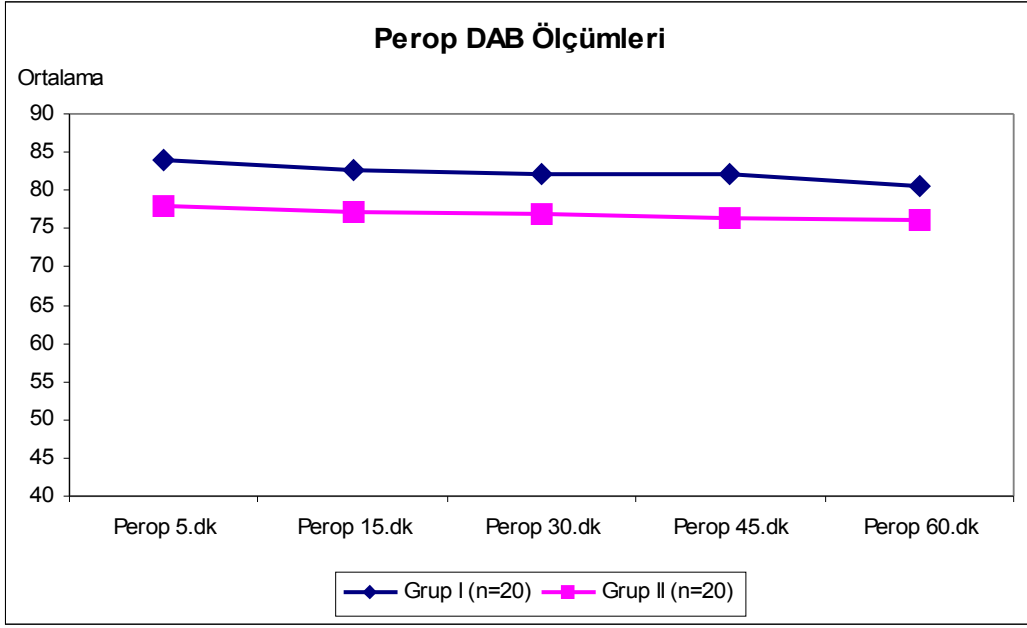


Şekil 5: Perop SAB Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Tablo 14: Perop DAB Ölçümlerinin Değerlendirmesi

DAB	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Perop 5.dk	84,10 ± 14,16	78,05 ± 15,59	0,207
Perop 15.dk	82,85 ± 12,67	77,05 ± 10,64	0,125
Perop 30.dk	82,05 ± 11,53	76,95 ± 12,76	0,193
Perop 45.dk	82,05 ± 13,15	76,45 ± 11,14	0,154
Perop 60.dk	80,60 ± 11,66	76,00 ± 10,76	0,203

Perop 5.dk, 15.dk, 30.dk, 45.dk ve 60.dk DAB ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

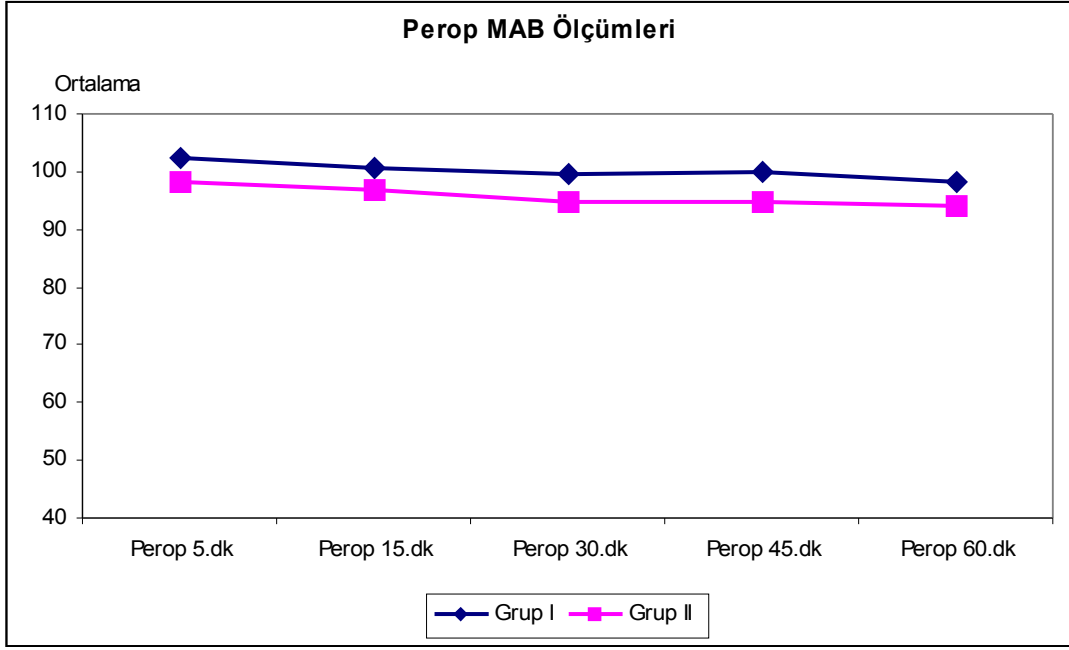


Şekil 6: Perop DAB Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Tablo 15: Perop MAB Ölçümlerinin Değerlendirmesi

MAB	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Perop 5.dk	102,30 ± 12,21	98,30 ± 24,36	0,517
Perop 15.dk	100,85 ± 11,60	96,95 ± 14,72	0,358
Perop 30.dk	99,55 ± 11,53	94,60 ± 13,80	0,226
Perop 45.dk	100,00 ± 10,71	94,85 ± 14,19	0,203
Perop 60.dk	98,30 ± 11,63	94,05 ± 14,48	0,313

Perop 5.dk, 15.dk, 30.dk, 45.dk ve 60.dk MAB ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p > 0,05$).

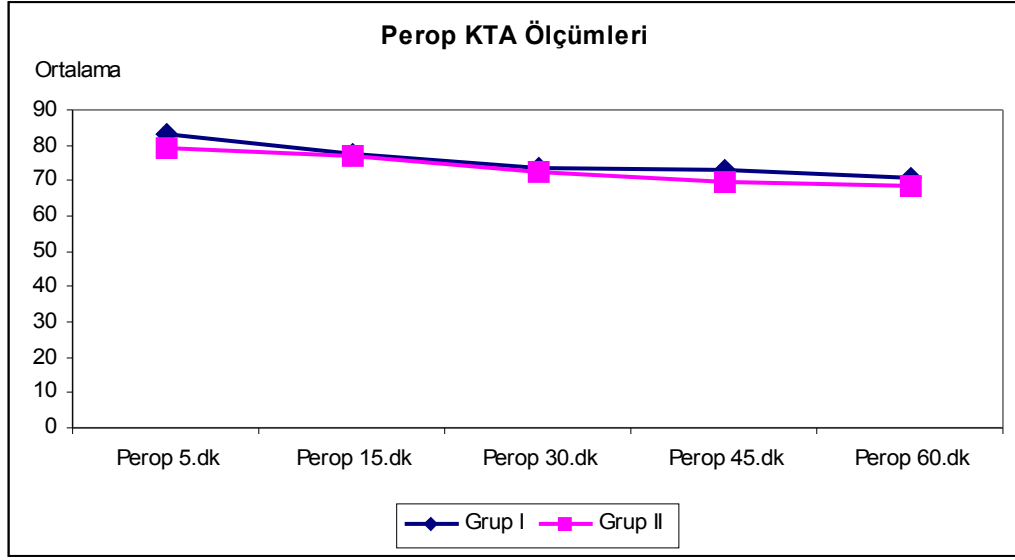


Şekil 7: Perop MAB Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Tablo 16: Perop KTA Ölçümlerinin Değerlendirmesi

KTA	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Perop 5.dk	83,05 ± 12,09	79,50 ± 17,43	0,459
Perop 15.dk	77,85 ± 8,81	77,15 ± 14,78	0,857
Perop 30.dk	73,85 ± 7,98	72,70 ± 13,33	0,743
Perop 45.dk	73,15 ± 11,02	69,70 ± 11,12	0,331
Perop 60.dk	70,65 ± 8,79	68,50 ± 11,15	0,502

Perop 5.dk, 15.dk, 30.dk, 45.dk ve 60.dk kalp atım hızı ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

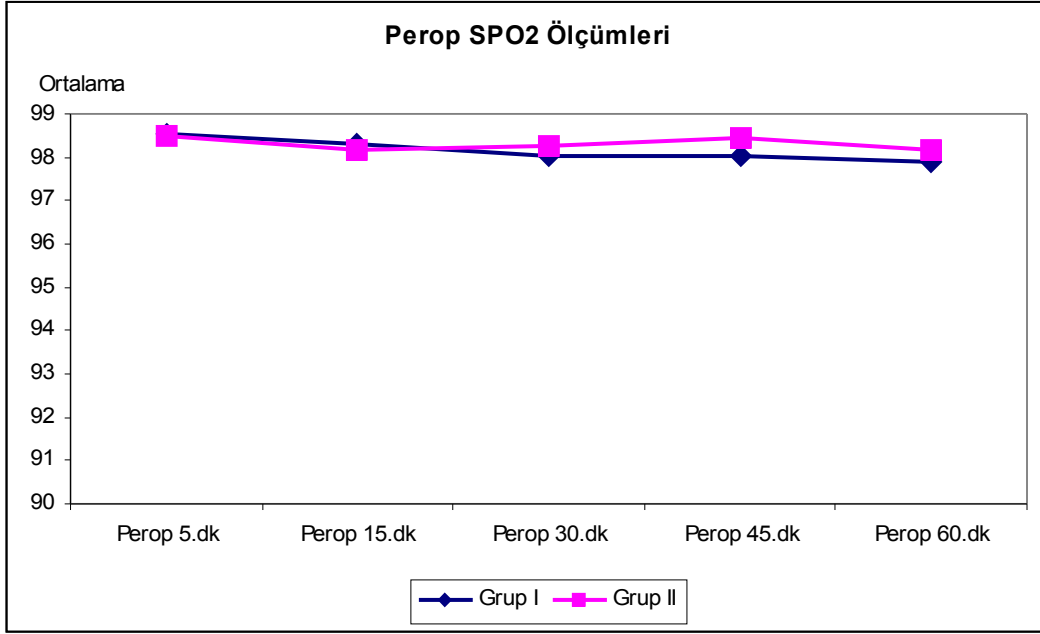


Şekil 8: Perop KTA Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Tablo 17: Perop SPO₂ Ölçümlerinin Değerlendirmesi

SPO ₂	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Perop 5.dk	98,55 ± 0,75	98,50 ± 1,10	0,207
Perop 15.dk	98,30 ± 1,21	98,15 ± 0,93	0,125
Perop 30.dk	98,05 ± 1,19	98,25 ± 1,06	0,193
Perop 45.dk	98,05 ± 1,70	98,45 ± 1,05	0,154
Perop 60.dk	97,95 ± 2,08	98,15 ± 0,93	0,203

Perop 5.dk, 15.dk, 30.dk, 45.dk ve 60.dk SPO₂ ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

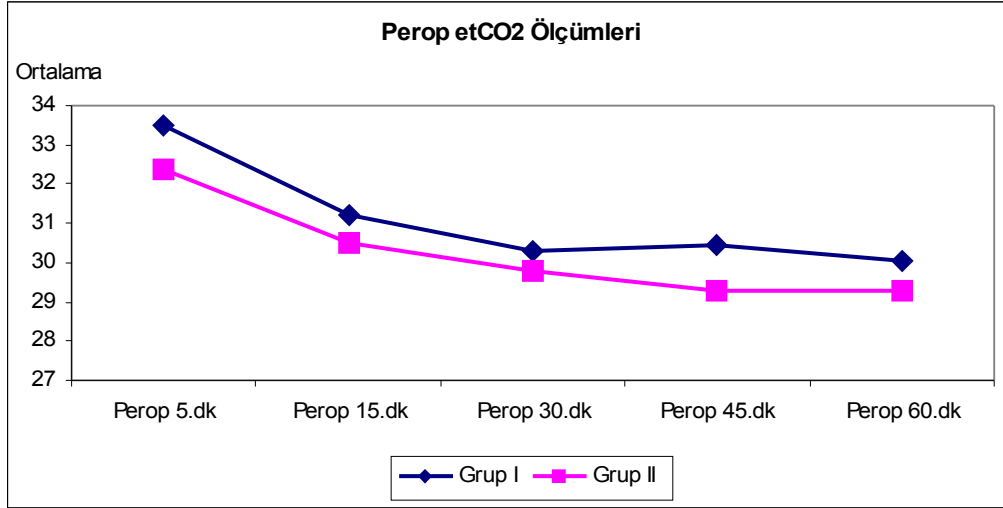


Şekil 9: Perop SPO2 Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Tablo 18: Perop etCO₂ Ölçümlerinin Değerlendirmesi

etCO ₂	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Perop 5.dk	33,55 ± 3,80	32,45 ± 2,87	0,331
Perop 15.dk	31,20 ± 2,98	30,55 ± 3,12	0,505
Perop 30.dk	30,30 ± 3,41	29,85 ± 3,15	0,668
Perop 45.dk	30,45 ± 4,67	29,30 ± 2,93	0,357
Perop 60.dk	30,05 ± 3,92	29,30 ± 3,27	0,516

Perop 5.dk, 15.dk, 30.dk, 45.dk ve 60.dk etCO₂ ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).



Şekil 10: Perop etCO2 Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Tablo 19: Perop MAC Ölçümlerinin Değerlendirmesi

MAC	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Perop 5.dk	1,04 ± 0,11	1,16 ± 0,13	0,001**
Perop 15.dk	1,07 ± 0,10	1,16 ± 0,13	0,023*
Perop 30.dk	1,07 ± 0,09	1,08 ± 0,11	0,657
Perop 45.dk	1,10 ± 0,09	1,08 ± 0,10	0,549
Perop 60.dk	1,09 ± 0,09	1,07 ± 0,09	0,500

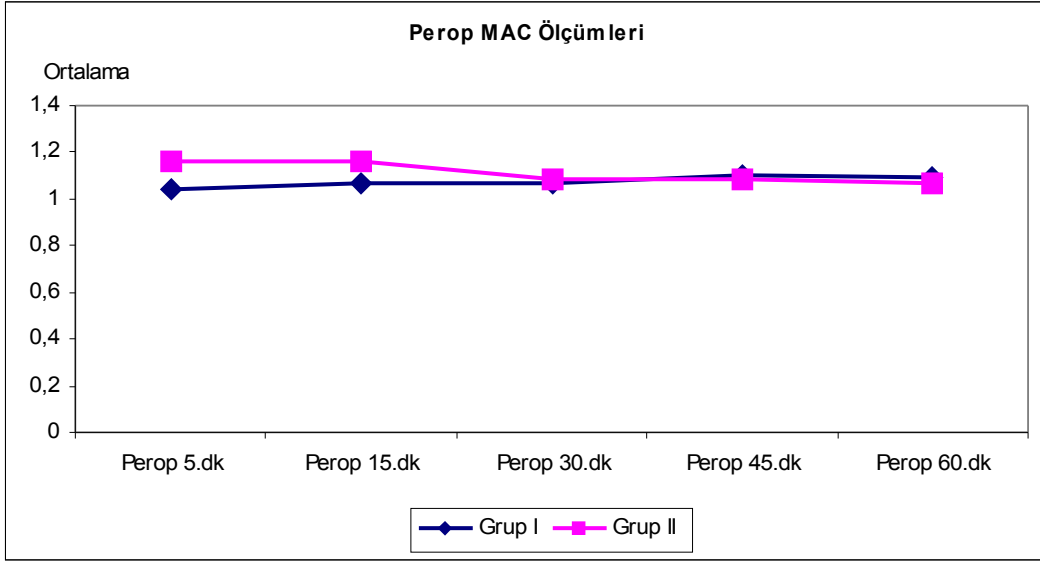
**p*<0,05

***p*<0,01

Perop 5.dk MAC ölçümü ortalaması Grup II'de Grup I'e göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (*p*<0,01).

Perop 15.dk MAC ölçümleri de Grup II'de Grup I'e göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (*p*<0,05).

30.dk, 45.dk ve 60.dk MAC ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (*p*>0,05).

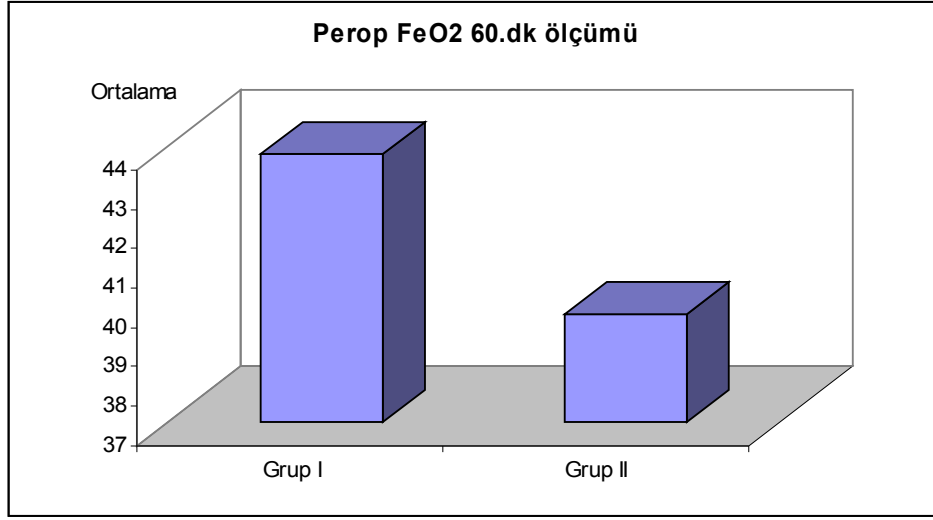


Şekil 11: Perop MAC Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Tablo 20: Perop FeO₂ Ölçümlerinin Değerlendirmesi

	Perop FeO ₂ 60.dk ölçümü		<i>p</i>
	Ortalama	SD	
Grup I	43,80	0,95	0,001**
Grup II	39,75	2,07	
* <i>p</i> <0,01			

Grup I'in FeO₂ 60.dk ölçümü, Grup II'ye göre istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı yüksek bulunmuştur (*p*<0,01).



Şekil 12: Perop FeO2 60.Dk Ölçümünün Gruplara Dağılımı

Tablo 21: Preoperatif Kan Gazı Ölçümlerinin Değerlendirmesi

Preop Kan Gazı	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
PH	7,41 ± 0,02	7,40 ± 0,02	0,201
pCO₂	38,75 ± 4,10	37,20 ± 3,54	0,209
PO₂	81,02 ± 15,81	92,05 ± 13,20	0,022*
SO₂	95,50 ± 3,53	97,30 ± 1,59	0,045*
HCO₃	24,24 ± 2,54	22,50 ± 2,52	0,018*
BE	0,64 ± 2,22	-0,90 ± 1,97	0,013*
COhb	1,42 ± 0,55	1,41 ± 0,67	0,960

Glukoz	106,15 ± 9,74	107,90 ± 22,43	0,751
Laktat	1,27 ± 0,56	1,70 ± 0,47	0,011*

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

Preop kan gazı ölçümleri değerlendirmesinde; PH ve pCO₂ ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedirler ($p > 0,05$).

PO₂ ölçümü ortalama değeri Grup II'de Grup I'e göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

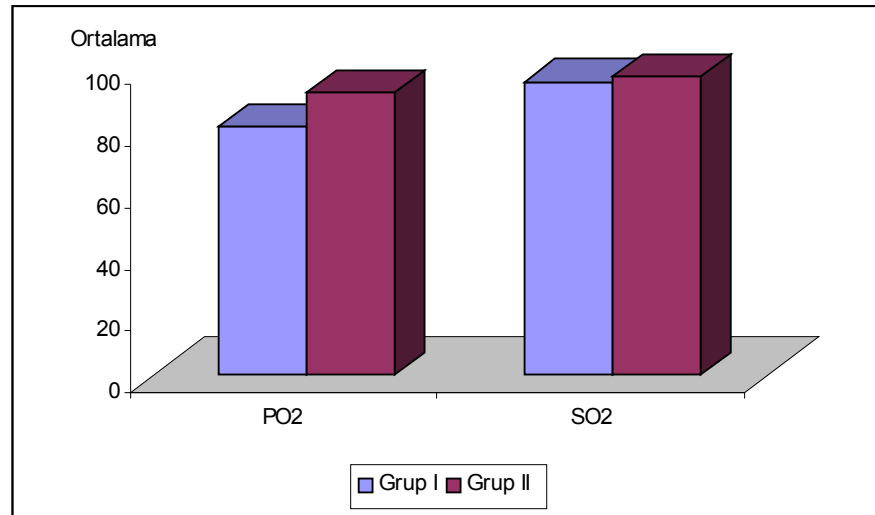
SO₂ ölçümü ortalama değeri Grup II'de Grup I'e göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

HCO₃ ölçümü ortalama değeri Grup II'de Grup I'e göre istatistiksel olarak anlamlı düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

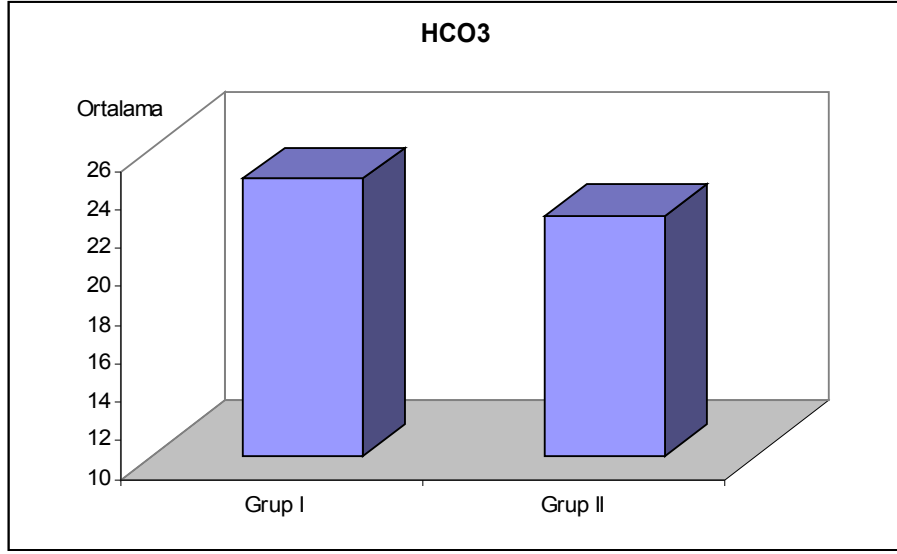
BE ölçümü ortalama değeri Grup II'de Grup I'e göre istatistiksel olarak anlamlı düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

COhb ve glukoz düzeyleri gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p > 0,05$).

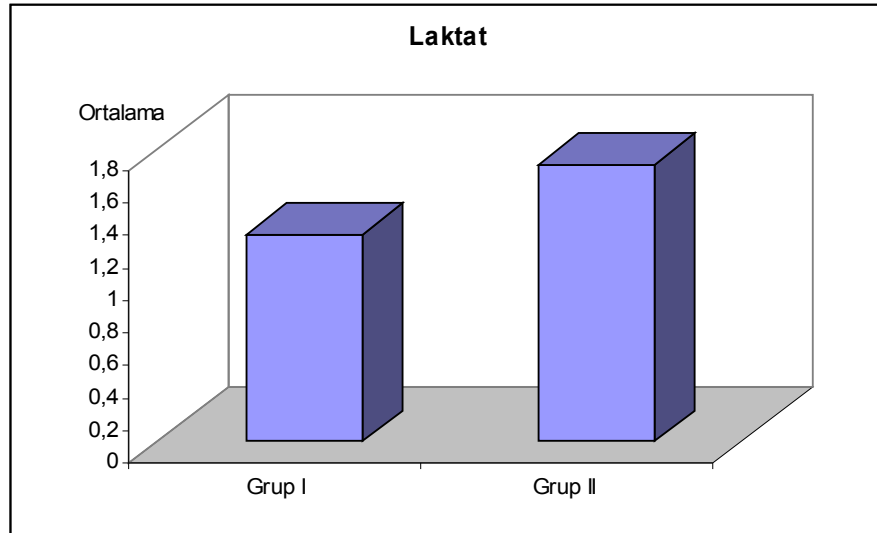
Laktat düzeyleri ortalaması yine Grup II'de Grup I'e göre anlamlı yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).



Şekil 13: Preop PO2 Ve SO2 Ölçümünün Gruplara Dağılımı



Şekil 14: Preop HCO₃ Ölçümünün Gruplara Dağılımı



Şekil 15: Preop Laktat Ölçümünün Gruplara Dağılımı

Tablo 22: Peroperatif 30.dk Kan Gazı Ölçümlerinin Değerlendirmesi

Perop 30.dk Kan Gazı	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>

PH	7,42 ± 0,03	7,42 ± 0,05	0,969
pCO₂	35,67 ± 4,93	33,50 ± 5,06	0,178
PO₂	195,48 ± 54,50	169,40 ± 40,09	0,093
SO₂	98,47 ± 4,07	99,05 ± 0,94	0,512
HCO₃	23,12 ± 2,40	21,50 ± 2,43	0,086
BE	-0,10 ± 1,94	-1,28 ± 2,07	0,121
COhb	1,10 ± 0,51	1,26 ± 0,58	0,379
Glukoz	111,65 ± 15,80	114,80 ± 23,38	0,621
Laktat	1,20 ± 0,44	1,37 ± 0,43	0,242

Perop kan gazı ölçümleri değerlendirmesinde; PH ve pCO₂ ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedirler (p>0,05).

PO₂ ölçümü; SO₂ ölçümü; HCO₃ ölçümü ve BE ölçümü ortalama değeri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Cohb, glukoz ve laktat düzeyleri gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Tablo 23: Postoperatif Kan Gazı Ölçümlerinin Değerlendirmesi

Postop Kan Gazı	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	p
PH	7,37 ± 0,05	7,35 ± 0,02	0,126
pCO₂	41,58 ± 3,49	39,20 ± 4,12	0,056
PO₂	80,77 ± 16,42	93,20 ± 37,64	0,184
SO₂	95,11 ± 3,42	96,25 ± 2,42	0,234
HCO₃	23,22 ± 2,38	21,10 ± 2,80	0,021*
BE	-0,60 ± 1,97	-2,78 ± 2,13	0,002**
COhb	1,26 ± 0,46	1,27 ± 0,56	0,952
Glukoz	112,35 ± 31,89	113,75 ± 28,18	0,884
Laktat	1,39 ± 0,69	1,62 ± 0,75	0,331

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

Postop kan gazı ölçümleri değerlendirmesinde; PH ve pCO₂ ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedirler ($p > 0,05$).

PO₂ ölçümü ve SO₂ ölçümü ortalama değeri de gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p > 0,05$).

HCO₃ ölçümü ortalama değeri Grup I'de Grup II'e göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

BE ölçümü ortalama değeri Grup I'de Grup II'e göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p < 0,01$).

COhb, glukoz ve laktat düzeyleri gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p > 0,05$).

DERLENME DÖNEMİNİN DEĞERLENDİRMESİ

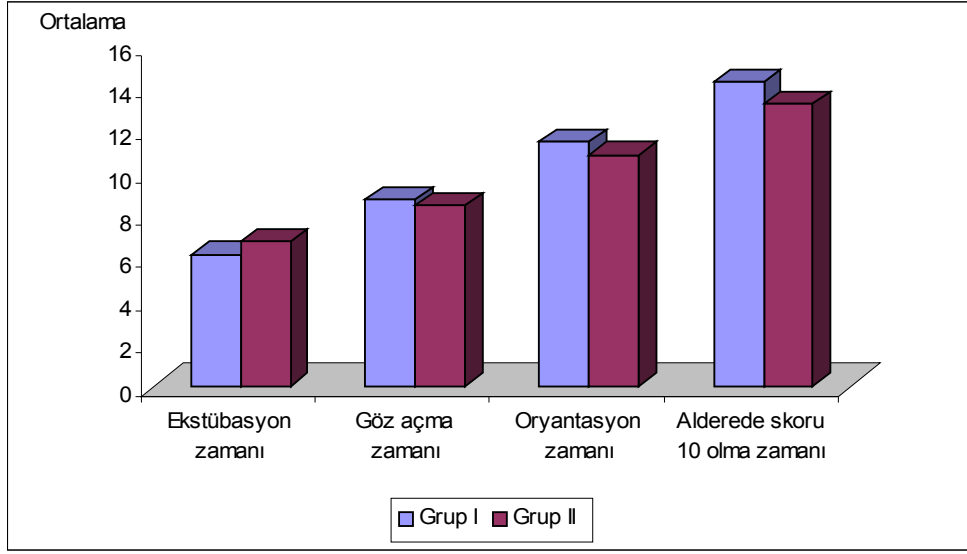
Tablo 24: Derlenme Döneminin Değerlendirmesi

	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Ekstübasyon zamanı	6,17 ± 1,80	6,77 ± 3,15	0,465
Göz açma zamanı	8,75 ± 1,94	8,47 ± 3,13	0,740
Oryantasyon zamanı	11,47 ± 2,34	10,87 ± 3,32	0,513
Alderete skoru 10 olma zamanı	14,25 ± 2,88	13,22 ± 3,38	0,309

Ekstübasyon zamanına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemektedir ($p > 0,05$).

Göz açma zamanı ve oryantasyon zamanı ölçümleri de gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p > 0,05$).

Alderete skoru 10 olma zamanı gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p > 0,05$).



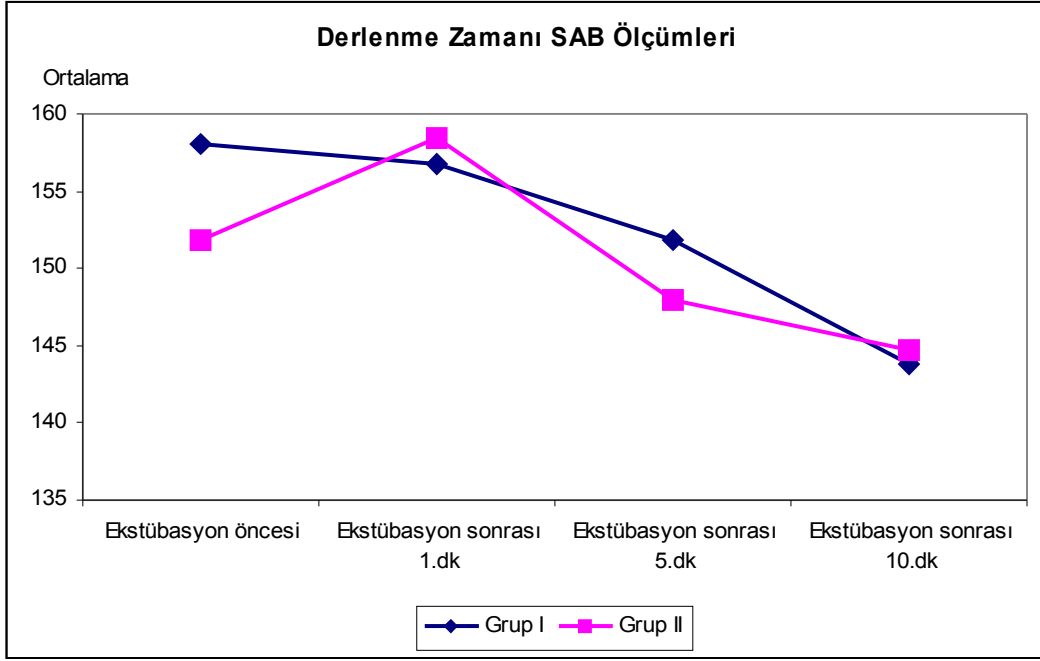
Şekil 16: Grupların Ekstübasyon, Göz Açma, Oryantasyon Zamanı Ve Alderete Skorlarına Göre Dağılımı

Tablo 25: SAB(Sistolik Arter Basıncı) Ölçümlerinin Değerlendirmesi

SAB	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Ekstübasyon öncesi	158,10 ± 15,43	151,80 ± 26,61	0,367
Ekstübasyon sonrası 1.dk	156,75 ± 20,57	158,50 ± 23,69	0,804
Ekstübasyon sonrası 5.dk	151,90 ± 25,30	148,00 ± 19,22	0,582
Ekstübasyon sonrası 10.dk	143,80 ± 20,95	144,75 ± 18,32	0,897

Ekstübasyon öncesi SAB ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Ekstübasyon sonrası 1.dk, 5.dk ve 10.dk ölçümleri de gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedirler ($p>0,05$).



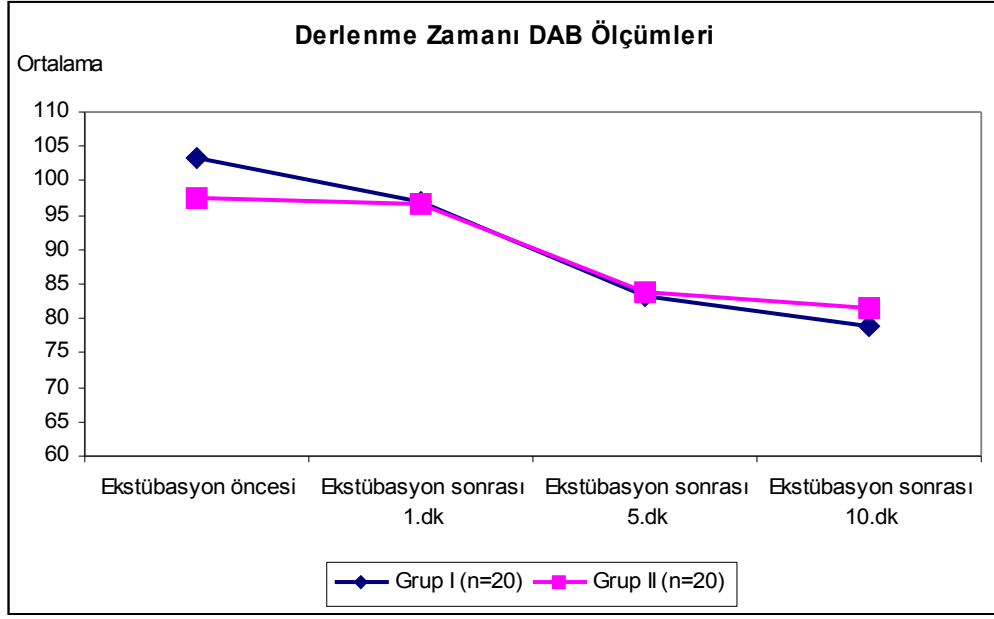
Şekil 17: Derlenme Zamanı SAB Ölçümlerinin Dağılımı

Tablo 26: DAB(Diastolik Arter Basıncı) Ölçümlerinin Değerlendirmesi

DAB	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Ekstübasyon öncesi	103,25 ± 13,61	97,40 ± 19,19	0,273
Ekstübasyon sonrası 1.dk	96,90 ± 16,67	96,55 ± 14,33	0,944
Ekstübasyon sonrası 5.dk	83,15 ± 17,67	83,75 ± 13,30	0,904
Ekstübasyon sonrası 10.dk	78,85 ± 10,83	81,60 ± 10,17	0,413

Ekstübasyon öncesi DAB ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Ekstübasyon sonrası 1.dk, 5.dk ve 10.dk DAB ölçümleri de gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedirler ($p>0,05$).



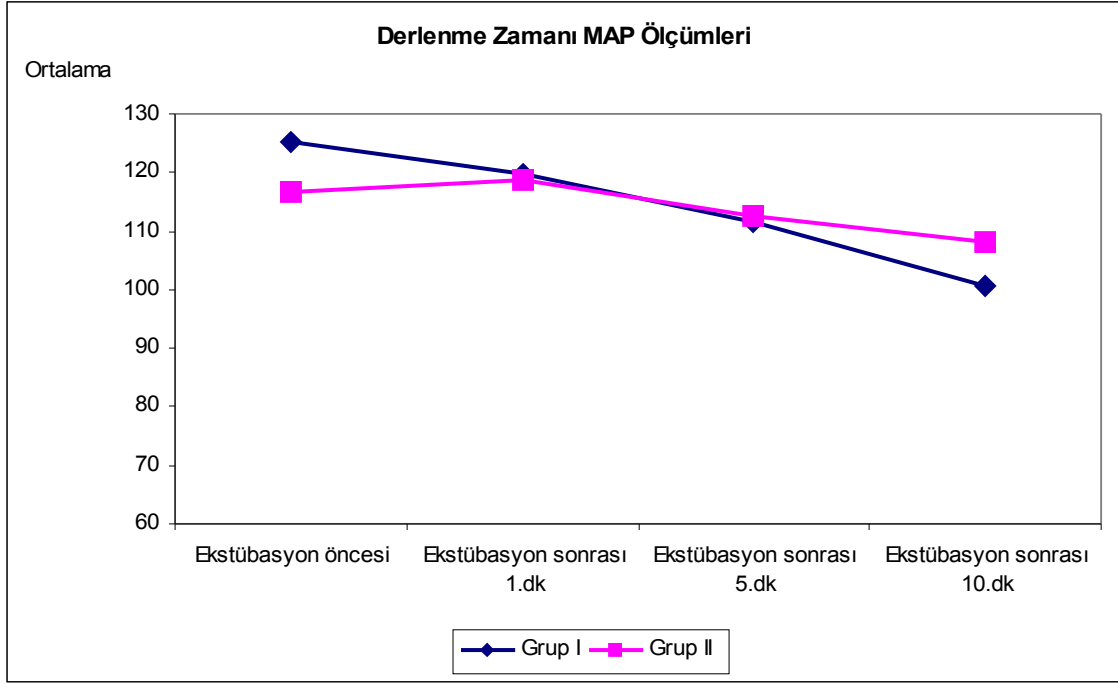
Şekil 18: Derlenme Zamanı DAB Ölçümleri

Tablo 27: MAB(Ortalama Arter Basıncı) Ölçümlerinin Değerlendirmesi

MAB	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Ekstübasyon öncesi	125,15 ± 13,12	116,80 ± 23,79	0,177
Ekstübasyon sonrası 1.dk	119,60 ± 17,72	118,65 ± 19,29	0,872
Ekstübasyon sonrası 5.dk	111,40 ± 17,74	112,70 ± 16,42	0,811
Ekstübasyon sonrası 10.dk	100,65 ± 13,39	108,00 ± 14,31	0,102

Ekstübasyon öncesi MAB ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Ekstübasyon sonrası 1.dk, 5.dk ve 10.dk MAB ölçümleri de gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedirler ($p>0,05$).



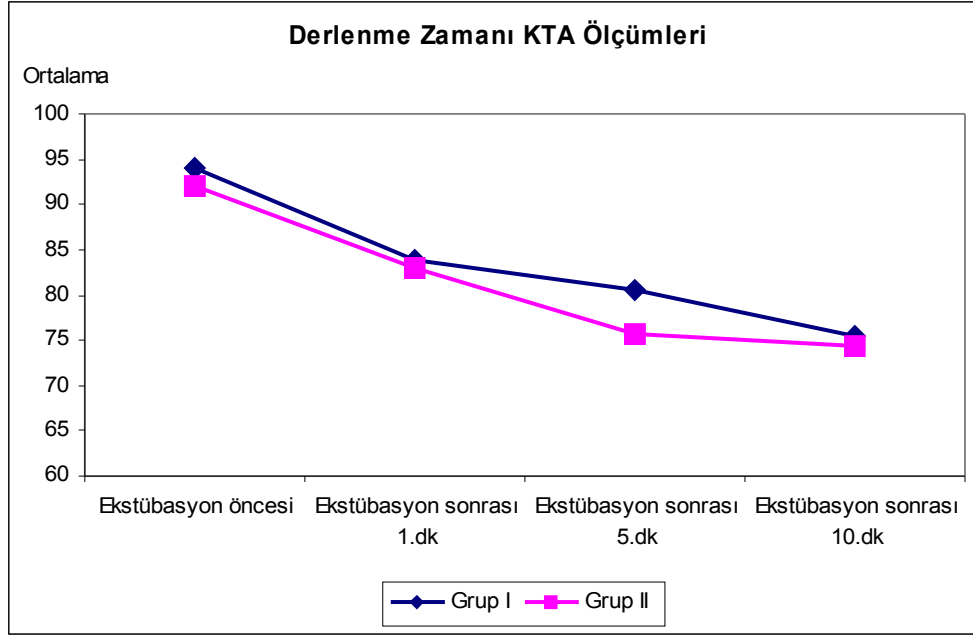
Şekil 19: Derlenme Zamanı MAP Ölçümleri Dağılımı

Tablo 28: KTA(Kalp Tepe Atımı) Ölçümlerinin Değerlendirmesi

KTA	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Ekstübasyon öncesi	93,95 ± 14,73	92,00 ± 15,89	0,690
Ekstübasyon sonrası 1.dk	83,90 ± 16,95	82,95 ± 16,67	0,859
Ekstübasyon sonrası 5.dk	80,55 ± 17,41	75,70 ± 12,29	0,315
Ekstübasyon sonrası 10.dk	75,50 ± 16,01	74,30 ± 11,15	0,785

Ekstübasyon öncesi kalp atım hızı ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Ekstübasyon sonrası 1.dk, 5.dk ve 10.dk kalp atım hızı ölçümleri de gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedirler ($p>0,05$).



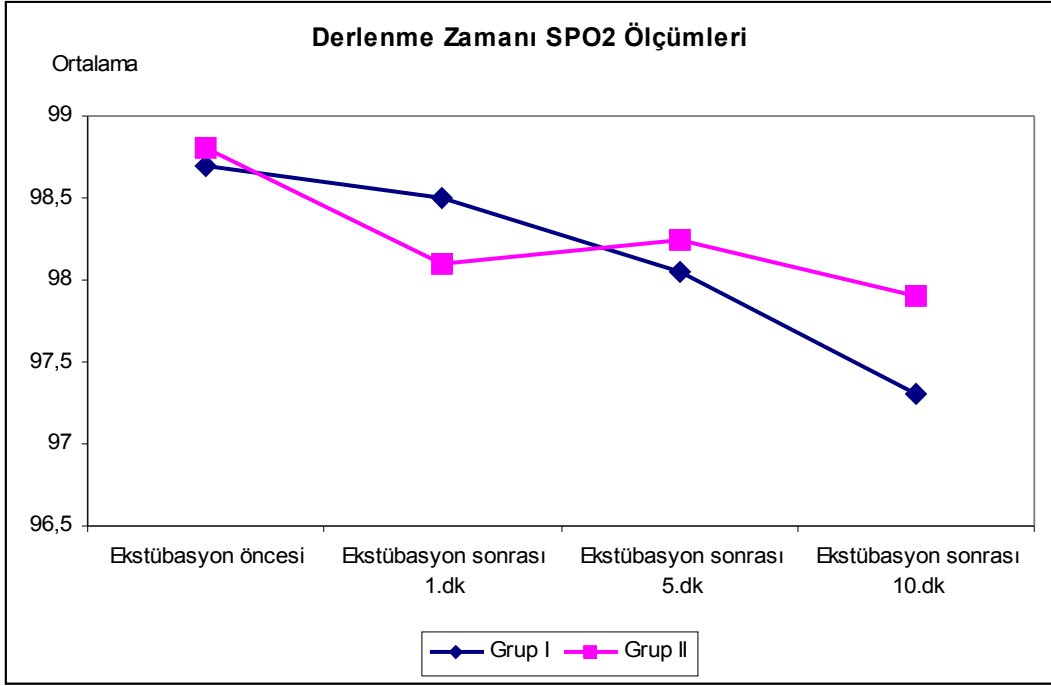
Şekil 20: Derlenme zamanı KTA ölçümleri dağılımı

Tablo 29: SPO₂ ölçümlerinin değerlendirilmesi

SPO ₂	Grup I (n=20) (Ort±SD)	Grup II (n=20) (Ort±SD)	<i>p</i>
Ekstübasyon öncesi	98,70 ± 0,73	98,80 ± 0,69	0,661
Ekstübasyon sonrası 1.dk	98,50 ± 1,27	98,10 ± 1,45	0,360
Ekstübasyon sonrası 5.dk	98,05 ± 2,35	98,25 ± 1,25	0,739
Ekstübasyon sonrası 10.dk	97,30 ± 2,38	97,90 ± 1,44	0,342

Ekstübasyon öncesi SPO₂ ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Ekstübasyon sonrası 1.dk, 5.dk ve 10.dk SPO₂ ölçümleri de gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedirler ($p>0,05$).

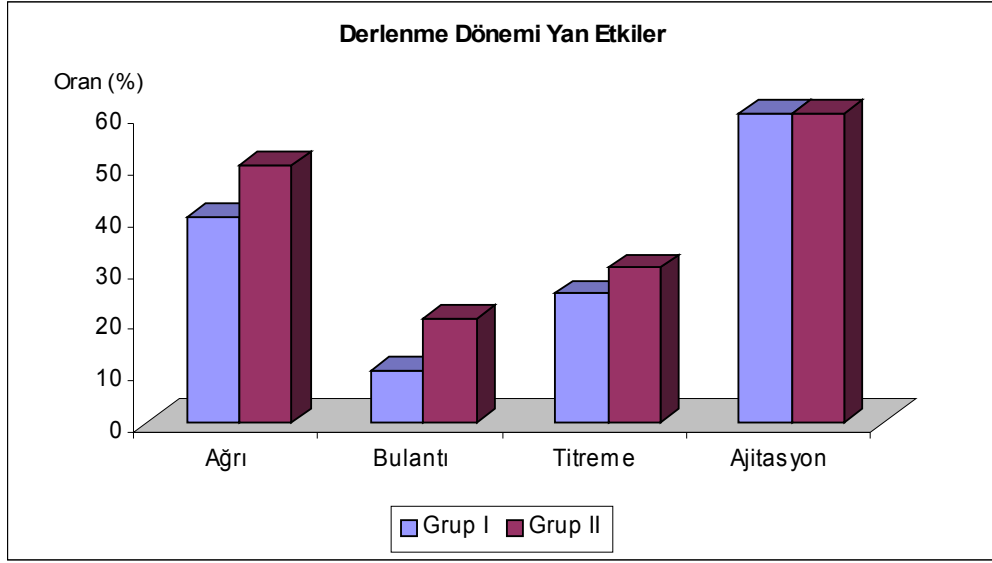


Şekil 21: Derlenme Zamanı SPO2 Ölçümleri Dağılımı

Tablo 30: Derlenme Döneminde Görülen Yan Etkilerin Değerlendirmesi

Yan etkiler	Grup I (n=20)	Grup II (n=20)	<i>p</i>
	n (%)	n (%)	
Ağrı	8 (%40,0)	10 (%50,0)	0,525
Bulantı	2 (%10,0)	4 (% 20,0)	0,661
Titreme	5 (%25,0)	6 (%30,0)	0,723
Ajitasyon	12 (%60,0)	12 (%60,0)	1,000

Derlenme döneminde ortaya çıkan yan etkiler gruplara göre değerlendirildiğinde; ağrı, bulantı, titreme ve ajitasyon görülme oranları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).



Şekil 22: Derlenme Dönemi Yan Etkilerin Gruplara Göre Dağılımı

5.TARTIŞMA

Modern anestezi uygulamasında kullanılan ajanların ortak özellikleri; etki sürelerinin kısa olması, buna bağlı olarak anestezi derinliğinin kolay kontrolü ve postoperatif derlenme sürecinin kısa ve güvenli olmasına olanak sağlamalarıdır.

Sevofluran, düşük çözünürlüğü nedeniyle var olan birçok inhalasyon ajanından daha fazla anestezi derinlik kontrolü ve daha hızlı derlenme sağlamaktadır.

Düşük kan gaz oranı sabitesi(0,65) ile sevofluran hızlı induksiyon ve uyanma sağlayan bir inhalasyon anesteziğidir. Ancak yüksek akımlı uygulamalarda anestezi maliyetini arttırmakta, çevre kirliliğine, personel sağlığının bozulmasına ve anestezi iklim elverişsizliğine yol açabilmektedir. Bu yüzden düşük akımlı uygulamalarda kullanılabilmesi, yüksek önem arz etmektedir. Fakat hasta güvenliği ve tekniğe ait

komplasyonlardan (hipoksi, hiperkapni, hipoverilasyon, CO₂ birikimi vs.) korunulması bundan daha önemlidir.

Modern teknik donanım düşük akımlı tekniklerin güvenli ve basit şekilde kabul görmesi için, tüm gereksinimleri karşıladığı yapılan çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir.

Foldes ve arkadaşları tarafından 10.000'den fazla hastada başarıyla uygulanan 1L/dk'lık düşük akımlı anestezi tekniği, hipoksi tehlikesi bulunduğu varsayımına dayanarak Amerikan anestezi dergilerinin hiçbirisi bu çalışmayı yayın kabul etmediği için Annals of Surgery(47) dergisinde yayınlamak zorunda kalmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Taze gaz bileşimi sabit tutularak taze gaz akımı azaltılırsa

Akım sabit tutularak taze gaz bileşimi N₂O lehine değiştirilirse ve

Taze gaz bileşimi değiştirilmeksizin sabit akım ile anestezi süresi uzarsa, solutma sistemindeki oksijen konsantrasyonu düşmektedir.

Taze gaz bileşimi standart olarak 0,5L/dk O₂, 0,5L/dk N₂O şeklinde ayarlandığında inspire edilen O₂ konsantrasyonu(FiO₂) %30±5'e ulaşmış ve bu oran hiçbir olguda %20'nin altına düşmemiştir. Bizim çalışmamızda bırakın FiO₂ %30±5'i, FeO₂ bile %39,7±2 bulunmuştur.

Düşük taze gaz akımlarında inspire edilen anestezi gaz içinde ekspire edilen gazın oranı artmaktadır. Sonuç olarak düşük taze gaz akımlarında O₂ tüketiminin artması, oksijeni bitmiş gaz karışımının yeniden solutulan hacim içinde büyük yer tutması nedeniyle inspiratuar O₂ konsantrasyonunu yüksek akımlı anesteziye göre çok daha belirgin şekilde düşürür(105). Bizim çalışmamızda da Grup I FeO₂ değeri, Grup II'ye göre istatistiksel olarak anlamlı yüksektir. Fakat görülüyor ki Grup II'de bile kritik sınırın(%30) üzerinde bulunmuştur.

Grote ve arkadaşları(106) 0,5L/dk O₂ ve 0,5 L/dk N₂O ayarı ile inspiratuar O₂ konsantrasyonunun hiçbir zaman %30'un altına inmediği için sürekli O₂ izleminin gereksiz olduğunu söylemişlerdir. FiO₂'nin güvenlik için en az %30 olması gerektiği ortaya konmuştur. Ancak bir iki saat sonra taze gaz bileşiminin 0,6 L/dk O₂ ve 0,4 L/dk N₂O şeklinde değiştirilmesini önermişlerdir. Biz çalışmamızda ekspireatuar O₂

konsantrasyonunu bile(FeO_2) $\%39,7\pm 2$ bulduk. Bu da peroperatif kontrol kan gazındaki yüksek pO_2 değerlerini rahatlıkla açıklıyor.

Taze gaz akımı değişiklikleri, kazayla yanlış doz verilme riskine neden olmaktadır. Bu olayın yeterince erken dönemde saptanabilmesi, yalnızca anestezi ajan konsantrasyonunun solutma sisteminden sürekli ölçülmesi ve izlenmesi ile olasıdır (68,69). Çalışmamızda bu izlem yapıldı ve MAC değerleri Grup I ve Grup II'de benzer bulundu. 5. ve 15. dakikalardaki MAC değerlerinin Grup II'de anlamlı düzeyde yüksek bulunmasının sebebini, düşük akımlı anestezi tekniğinde ilk 10 dakikada taze gaz akımı bileşiminin $\%66$ N_2O olmasına ve bunun MAC değerini yükseltmesine bağladık.

Karbondioksit izleme olanağı varsa, sodalaym bütünüyle tükenene kadar kullanılmalı ve yalnızca haftada bir değiştirilmelidir. Fakat sürekli karbondioksit ölçüm olanağı bulunmayan bir anestezi makinesiyle çalışılıyorsa, çift kanister ya da tek büyük kanister kullanılmalı ve sodalaym rutin olarak daha kısa aralıklarla en azından tükenme başlangıcını gösteren renk değişikliği oldukça değiştirilmelidir. Bu yaklaşım hastaya karbondioksit solutulmasını güvenli bir şekilde önler(73,74). Çalışmamızda etCO_2 izlemi yaptığımız halde haftanın iki günü(Çarşamba ve Cuma) sodalaymı değiştirdik. Grup I ve Grup II arasında perop etCO_2 ve pCO_2 değerleri ve postop pCO_2 değerleri farksızdı ve hiçbir olguda hiperkarbiye rastlanmadı.

Fang ve arkadaşları, karbonmonooksit oluşumunu kolaylaştıran unsurları analiz etmişler, tam kuru olan absorbanların CHF_2 yapısı içeren volatil anestetiklerin hepsiyle kolayca tepkimeye girdiklerini ve farklı ajanların tepkimeye girme derecelerinin azalan bir sıra ile desfluran>enfluran>izofluran>halotan ve sevofluran olduğunu bildirmiştir (78).

Baum J. ve arkadaşlarının rastgele seçilen 1258 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada indüksiyondan 45 dakika sonra taze gaz akımı 4,4 L/dk'dan 0,5 L/dk'ya düşürüldükten 30 dakika sonra COHb konsantrasyonu ölçülmüş ve ortalama COHb konsantrasyonu $\%1,22 \pm 0,98$ olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda $\%1,26 \pm 0,58$ idi ve Grup I (YAA)'den farksızdı(107).

Zacharoski'nin yaptığı çalışmada, anesteziye başlamadan önce $\%2,14 \pm 0,93$ olan COHb konsantrasyonu 60 dakika minimal akımlı anestezi den sonra $\%0,8-1,38 \pm 0,86$

düzeyine gerilemiştir. Bizim çalışmamızda $1,41 \pm 0,6$ 'dan $1,26 \pm 0,587$ e gerilemiştir ve yüksek akımlı anesteziden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır(108).

Morita'nın yaptığı 1800 hastalık bir çalışmada sürekli düşük taze gaz akımları kullanılmasına ve absorbanın yalnızca haftada bir değiştirilmiş olmasına karşın, tek bir hastada COHb artışı gözlenmemiştir. Biz de gözlemedik, tek fark absorbanı haftada iki kez değiştirdik(85).

Baum J ve arkadaşları desfluran ile minimal akımlı anestezide de benzer durumun geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. $n=112$ preop COHb konsantrasyonu $2,1 \pm 1,05$ akım $4,4$ L/dk'dan $0,5$ L/dk'ya düşürüldükten 45 dakika sonra COHb konsantrasyonu $1,42 \pm 1,01$ ve 105 dakika sonra COHb konsantrasyonu $1,41 \pm 0,78$ bulunmuştur. Bizim çalışmamızda taze gaz akımı 1 L/dk ve sevofluran kullanılırken perop 30. dakika COHb konsantrasyonu $1,27 \pm 0,56$ bulundu ve istatistiksel olarak Grup I ile Grup II arasında fark yoktu(81).

Anestezik maddenin kesilmesinden sonra sözlü uyarana yanıtın geri dönüşü kognitif ve motor koordinasyonun geri dönüşünden daha kısa zaman almaktadır. Kognitif ve motor koordinasyon, hastanın kendi fonksiyonlarını üstlendiğini gösterdiğinden daha büyük önem taşır. Derlenme sürecinin kısa olması, hastanın mental ve fizyolojik durumuna mümkün olduğu kadar kısa sürede kavuşması, ajanın farmakokinetiği ile ilgilidir. Derlenme sürecini değerlendiren testler bilincin geri dönüşünün değerlendirilmesi gibi basit olandan; kompleks psikomotor testlere kadar değişir(109). Biz çalışmamızda hastaların ekstübasyon zamanı, göz açma zamanı, oryantasyon zamanı, Aldrete skoru 10 olma zamanını değerlendirerek her iki gruptaki hastaların uyanma ve derlenme değerlerini karşılaştırdık.

Nathanson ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ambulatuvar anestezi uygulanacak 42 hastada $1-2$ sevofluran oksijen içinde 60 N₂O ile idamede kullanılmıştır. İnhal anestezik titre edilerek yeterli derinlikte anestezi sağlanmış ve MAB değerleri induksiyon öncesine oranla 20 sınırları içinde tutulmuş ve sevofluran da ekstübasyon zamanı $8,2 \pm 3,2$ dakika, göz açma zamanı $7,8 \pm 3,8$ dakika, oryantasyon zamanı $11,2 \pm 5,1$ dakika olarak bulunmuştur(110).

Philip ve arkadaşlarının ambulatuvar cerrahi geçirecek 246 yetişkin hastada yaptığı çok merkezli ve karşılaştırmalı çalışmada(40 O₂, 60 N₂O, TGA: 5 L/dk),

ekstübasyon zamanı $6\pm 0,2$ dakika, göz açma zamanı $7\pm 0,3$ dakika, oryantasyon zamanı $9\pm 0,4$ dakika bulunmuştur(111).

Song ve arkadaşlarının laparoskopik tüp ligasyonu operasyonu geçiren hastalarda sevofluranla yaptıkları karşılaştırmalı derlenme çalışmasında ekstübasyon zamanı $7,7\pm 3,5$ dk, oryantasyon zamanı $13,2\pm 4$ dk. bulunmuştur(112).

Christina ve arkadaşlarının sevofluran ve izofluranın derlenme ve hemodinamik etkilerinin karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmada ekstübasyon zamanı $9,6\pm 1$ dk, göz açma zamanı $9,9\pm 1$ dk, oryantasyon zamanı 14 ± 1 dk bulunmuştur(113).

Fredman ve arkadaşlarının ASA I-II olan 146 hastada propofol ve sevofluranı karşılaştırdığı bir çalışmada (%60 N₂O, %40 O₂, TGA 3 L/dk); bulantı-kusma %37-48, baş dönmesi %12-18, baş ağrısı %4 bulunmuştur. Ekstübasyon zamanı 10 ± 5 dk, göz açma zamanı 9 ± 4 dk, oryantasyon zamanı 14 ± 1 dk bulunmuştur(114).

Bizim çalışmamızda Grup I'de ekstübasyon zamanı $6,77\pm 3,15$ dk, göz açma zamanı $8,75\pm 1,9$ dk, oryantasyon zamanı $11,47\pm 2,34$ dk bulundu ve Grup I(YAA) ile Grup II(DAA) arasında bu değerler açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi.

İnhalasyon anesteziplerinde derlenme; ajanın yağda erirliğine, konsantrasyonuna, kullanım süresine ve hastanın alveolar ventilasyon düzeyine bağlıdır. İnhalasyon ajanları kullanılarak uygulanan yaklaşık 2 saatlik anesteziden sonra erken derlenme dönemi 15 dk içinde gerçekleşir(115). İnhalasyon ilaçları dengeli anestezinin sadece bir kısmını oluşturduklarından, uyanma ve derlenme süreci inhalasyon dışı faktörlere de bağlıdır. Bu durumda inhalasyon anesteziplerinin gerçek etkileri baskılanacak ve sonuçlar değişecektir (116). Bu etkiyi azaltmak için kullandığımız diğer ilaçlar(indüksiyon ajanları, opioid, kürar vs.) sabit tutulmaya çalışıldı. Diğer çalışmalardaki zaman farklılıklarının bu nedenlerden kaynaklandığını düşünüyoruz.

Raeder J ve arkadaşları yaptıkları çok merkezli çalışmada sevofluranın bulantı ve kusmaya rastlanma oranını %32 bulmuşlardır(117).

Başka bir çalışmada antiemetik profilaksi olmaksızın POBK %35-68 bulunmuştur (118).

Sevofluranla ilgili Sloan titreme oranını %16 bulmuştur(119).

Biz çalışmamızda derlenme döneminde görülen yan etkilerden ağrı %40-50, bulantı %10-20, titreme %25-30, ajitasyon %60 olarak bulduk ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptamadık.

Diğer çalışmalarla olan istatistiksel farkları operasyon tipine, süresine, opioid kullanım miktarına, kullanılan induksiyon ajanına bağlı olduğunu düşünüyoruz.

6. SONUÇ

Grup I(YAA) ve Grup II(DAA) arasında perop hemodinami, perop-postop kan gazı analizleri, derlenme dönemi hemodinamisi, derlenme dönemi(ekstübasyon zamanı, göz açma zamanı, oryantasyon zamanı, Aldrete skoru 10 olma zamanı) ve derlenme döneminde görülen yan etkiler(ağrı, bulantı-kusma, titreme, ajitasyon) açısından bakıldığında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Her iki grupta da perop ve derlenme döneminde hipoksemi, hiperkarbi, karboksihemoglobin yüksekliğine rastlanmamıştır.

Özellikle anestezi giderleri, çevre kirliliği ve personel sağlığı açısından avantajlı olan düşük akımlı anestezi uygulamalarında sevofluranın güvenli bir şekilde kullanılabilmesi ve düşük akımlı anestezinin modern teknik donanımla yüksek akımlı anestezi kadar güvenli olduğu sonucuna vardık.

7. ÖZET

Biz bu çalışmamızda elektif inguinal herni operasyonu geçiren hastalarda; yüksek akımlı ve düşük akımlı sevofluran anestezisinin perop hemodinami, kan gazı ve derlenme dönemi üzerine etkilerini karşılaştırmayı amaçladık.

Çalışmaya elektif inguinal herni operasyonu planlanan ASA I-III grubundan 18–76 yaşları arasında 40 hasta dahil edildi. 0,5mg atropin, 50 mg dolantin ile premedikasyon yapıp, ameliyathaneye alınan hastalar rasgele seçilerek iki gruba ayrıldı. Grup I'e yüksek akımlı anestezi, Grup II'ye düşük akımlı anestezi uygulanması kararlaştırıldı. Monitörize edilen hastalara preoksijenasyonu takiben indüksiyonda 1-2mcq/kg fentanyl, 5-7 mg/kg thiopental uygulandı ve kas gevşemesi 0,6 mg/kg rokuronyum ile sağlandıktan sonra hastalar uygun çaplı bir tüple orotrakeal entübe edildiler. Anestezi idamesinde peroperatif SAB'nı \pm %20 sınırlarında tutacak şekilde Grup I'e (TGA: 4 L/dk, %50 O₂+%50 N₂O, sevofluran %1-2 vol) ile anestezi idamesi

sağlandı. Grup II'ye ilk 10 dakika(TGA: 4,4 L/dk, %34 O₂+%66 N₂O, sevofluran %1-2 vol), 10. dakikadan sonra (TGA: 1 L/dk, %50 O₂+%50N₂O, sevofluran %1-2 vol) ile anestezi idamesi sağlandı. Gereğinde bir kereye mahsus 50 mcq fentanyl enjekte edildi. Kas gevşemesi idamesi için 10 mg rokuronyum kullanıldı. Anestezi sonlandırılmasında TGA 6 L/dk'ya çıkarılıp gazlar kesilerek %100 O₂'ye geçildi. Kas antagonizması 0,5 mg atropin, 1,5 mg neostigmin ile sağlandı.

Hastaların preoperatif SAB, DAB, MAB, KTA, SPO₂ değerleriyle peroperatif 5., 15.,30.,45.,60.,75.,... SAB, DAB, MAB, KTA, SPO₂, etCO₂, inspiratuar ve ekspiratuar O₂, N₂O, sevofluran konsantrasyonları ile cihazda ölçülen yaşa bağlı MAC değerleri kaydedildi. Preop, perop ve postop kan gazı bakılarak kaydedildi. Ekstübasyon öncesi ve ekstübasyon sonrası 1.,5. ve 10. dakikalarda SAB, DAB, MAB, KTA, SPO₂ değerleri kaydedildi. Yine her iki grupta da hastaların ekstübasyon, göz açma, oryantasyon, aldrete skoru 10 olma zamanı ve derlenme döneminde görülen yan etkiler değerlendirildi.

İki grubu birbiri ile karşılaştırdığımızda, peroperatif dönemde ve derlenme döneminde gruplar arasında SAB, DAB, MAB, KTA ve SPO₂ değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

Peroperatif dönemde etCO₂ değerleri açısından Grup I ve Grup II arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.

Perop 5. ve 15. dakika MAC ölçümleri Grup II'de Grup I'e göre anlamlı düzeyde yüksek bulundu. Diğer zamanlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı. Biz bunu düşük akımlı anestezi uygulamasında ilk 10 dakikada %66 N₂O açılmasına bağladık.

Perop 60. dakika FeO₂ değerleri Grup I'de Grup II'ye göre istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı yüksek bulunmuştur. Fakat bu değerler FiO₂ için bile %30 olan kritik sınırın çok üzerinde olduğu için güvenlik açısından olumsuz bir yanı yoktur.

Perop kan gazı değerleri açısından karşılaştırıldığında Grup I ve Grup II arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.

Postop kan gazı değerleri açısından karşılaştırıldığında Grup I ve Grup II arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.

Perop ve postop kan gazı incelemesinde her iki grupta da hipoksemi, SPO₂ düşüklüğü, hiperkarbi ve COHb yüksekliğine rastlanmamıştır.

Derlenme dönemi değerlendirilmesinde; ekstübasyon zamanı, göz açma zamanı, oryantasyon zamanı, ve Aldrete skoru 10 olma zamanı açısından Grup I ve Grup II arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.

Derlenme döneminde ortaya çıkan yan etkiler gruplara göre değerlendirildiğinde; ağrı, bulantı-kusma, titreme ve ajitasyon görülme oranları açısından değerlendirildiğinde Grup I ve Grup II arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.

Sonuç olarak perop hemodinami ve derlenme dönemi açısından yüksek akımlı anestezi ile düşük akımlı anestezi arasında fark yoktur. Bununla birlikte anestezi giderleri, çevre kirliliği ve personel sağlığı açısından avantajlı olan düşük akımlı anestezi uygulamalarında sevofluranın güvenli bir şekilde kullanılabileceği ve düşük akımlı anestezinin modern teknik donanımla yüksek akımlı anestezi kadar güvenli olduğu sonucuna vardık.

8. KAYNAKLAR

1. Baum J, Narkosesysteme. Anaesthesist 1987; 36, 393-399.
2. Bergmann H. Das Narkosegerat in Gegenwart und Zukunft aus der Sicht des Klinikers. Anaesthesist 1986; 35, 587-594.
3. CEN-Comite Europeen de Normalisation, ed. Anaesthetic Workstations and their modules- Particular requirements. EN 740. Brussels, 1998.
4. Eyrich K. Sorgfalt bei der Pramedikation und Wahl des Anesthesieverfahrens. Ansth Intensivmed 1979; 20, 39-43.
5. Edsall DW. Economy is not a major benefit of closed-system anesthesia. Anesthesiology 1981; 54, 258-259.

6. Baum J. Quantitative anaesthesia in the low-flow system. In Van Ackern K, Frankenberger H, Konecny E and Steinbereithner K, eds, Quantitative anaesthesia; Low Flow and Closed Circuit. Anaesthesiology an Intensive Care Medicine, vol. 204. Springer, Berlin, 1989, pp. 44-57.
7. Cullen SC. Who is watching the patient? *Anesthesiology* 1972; 37, 361-362.
8. Baum JA and Aitkenhead AR. Low-flow anaesthesia. *Anaesthesia* 1995 (Suppl);50, 37-44.
9. Euliano TY, van Oostroom JH, van der Aa J. Waste gas monitor reduces wasted volatile anaesthetic. *J Clin Mon Comp* 1999; 15, 287-293.
10. Baum J. Clinical applications of low flow and closed circuit anaesthesia. *Acta Anaest Belg* 1990; 41, 239-247.
11. Ernst EA. Closed circuit anesthesia. In list FW and Schalk HV, eds, Refresher-Kurs ZAK 85. Akademische Druck-und Verlagsanstalt, Graz 1985, 127-137.
12. Gray TC, Nunn JF and Utting JE. *General Anaesthesia*. Butterworth, London, 1980.
13. Nemes C, Niemer M and Noack G. *Datenbuch Anasthesiologie*. Fischer, Stuttgart, 1979.
14. Stanke HG and Baum J. CIA-Costs of inhalation anaesthesia. Computer program for calculation of costs of inhalation anaesthesia, Vers. 3.0E. Hosp. St. Elisabeth-Stift, Lindenstrasse 3-7, D-49401 Damme, May 1999.
15. Feiss P, Demontoux MH and Colin D. Anaesthetic gas and vapour saving with minimal flow anesthesia. *Acta Anesth Belg* 1990; 41, 249-251.

16. Pedersen FM, Nielsen J, Ibsen M and Guldager H. Low-flow isoflurane-nitrous oxide anaesthesia offers substantial economic advantages over high-flow and medium flow isoflurane-nitrous oxide anaesthesia. *Acta Anaesth Scand* 1993; 37, 509-512.
17. Cotter SM, Petros AJ, Dore CJ, Berber ND and White DC. Low-flow anaesthesia. *Anaesthesia* 1991; 46, 1009-1012.
18. McKenzie AJ. Reinforcing a "low flow" anaesthesia policy with feedback can produce a sustained reduction in isoflurane consumption. *Anaesth Intens Care* 1998; 26, 371-376.
19. Igarashi M, Watanabe H, Iwasaki H and Namiki A. Clinical evaluation of low-flow sevoflurane anaesthesia for paediatric patients. *Acta Anaesth Scand* 1999; 43, 19-23.
20. Pothmann W, Shimada K, Goerig M, Fuhlrott M and Schulte am Esch J. Belastungen des Arbeitsplatzes durch Narkosegase. *Anaesthesist* 1991; 40, 339-346.
21. Schulte am Esch J. Gefahren der Narkosegasbelastung am Arbeitsplatz. *Anasth Intensivmed* 1994; 35, 154-161.
22. Huber E. Rechtliche Aspekte und MAK-Werte. *Anasth Intensivmed* 1994; 35, 162-165.
23. Waterson CK. Recovery of waste anesthetic gases. In Brown BR, ed., *Future Anesthesia Delivery Systems. Contemporary Anesthesia Practice*, vol. VIII. Davies, Philadelphia, 1984, pp. 109-124.
24. Virtue RW. Low flow anesthesia: advantages in its clinical application, cost and ecology. In Dldrete JA, Lowe HJ and Virtue RW, eds, *Low Flow and Closed System Anesthesia*. Grune and Stratton, New York, 1979, pp. 103-108.

25. Imberti R, Preseglio I, Imbriani M, Ghittori S, Cimino F and Mapelli A. Low flow anaesthesia reduces occupational exposure to inhalation anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995; 39, 586-591.
26. Logan M and Farmer JG. Anaesthesia and the ozone layer. *Br J Anaesth* 1989; 53, 645-646.
27. James MFM. Nitrous oxide: still useful in the year 2000? *Curr Opin Anaesthesiol* 1999; 12, 461-466.
28. Graul EH and Forth W. Das "gute" Ozon. *Dt Arztebl* 1990; 87, 2284-2291.
29. Graul EH and Forth W. Das "gute" Ozon. *Dt Arztebl* 1990; 87, 2284-2291.
30. Hoechst: Umweltschadung der Fluor-Chlor- Kohlenwasserstoffe (FCKW) und ihre Bedeutung für die Anästhesie. Stellungnahme der Fa. Hoechst, Frankfurt a. M., vom 4 September 1989.
31. Hutton P and Kerr JA. Anaesthetic agents and the ozone layer. *Lancet* 1989; 8645, 1011-1012.
32. Pierce JMT and Linter SPK. Anaesthetic agents and the ozone layer. *Lancet* 1989; 8645, 1011-1012.
33. Solomon S and Albritton D. Time-dependent ozone depletion potentials for short and long-term forecasts. *Nature* 1992; 357, 33-37.
34. Radke J and Fabian P. Die Ozonschicht und ihre Beeinflussung durch N₂O und Inhalationsanästhetika. *Anaesthesist* 1991; 40, 429-433.

35. Noerreslet J, Frieberg S, Nielsen TM and Römer U. Halothane anaesthetic and the ozone layer. *Lancet* 1989; 8640, 719.
36. Sharmen SJ and Cullen BF. Nitrous oxide and the greenhouse effect. *Anesthesiology* 1988; 68, 816-817.
37. Aldrete JA, Cubillos P and Sherrill D. Humidity and temperature changes during low flow and closed system anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1981; 25, 312-314.
38. Kleemann PP, Schickel BK and Jantzen JPAH. Heted breathing tubes affect humidity output of circle absorban systems, *J Clin Anaesth* 1993; 5, 463-467.
39. Bengtson JP, Bengtson A and Stenqvist O. The circle System as a humidifier. *Br J Anaesth* 1989; 63, 453-457.
40. Buijs BHMJ. Herwardering van het Gesloten Ademsysteem in de Anesthesiologie. Dissertationsschrift der Erasmus-Universitat, Rotterdam, 1988.
41. Kleemann PP. Tierexperimentelle und klinische untersuchungen zum Stellenwert der Klimatisierung anasthetischer Gase im Narkosekreissystem bei Langzeiteingriffen. Wissenschaftliche Verlagsabteilung Abbott GmbH, Wiesbaden, 1989.
42. Kleemann PP. Humidity of anesthetic gases with respect to low flow anaesthesia *Anaesth Intens Care* 1994; 22, 396-408.
43. Imrie MM and Hall GM. Body temperature and anaesthesia. *Br J Anaesth* 1990; 64, 346-354.

44. Stone DR, Downs JB, Paul WL and Perkins HM. Adult body temperature and heated humidification of anesthetic gases during general anesthesia. *Anesth Analg* 1981; 60, 736-741.
45. Aldrete JA. Closed circuit anesthesia prevents moderate hypothermia occurring in patients having extremity surgery, *The Circilar* 1987; 4, 3-4.
46. Waters RM. Clinical scope and utility of carbon dioxide filtration in inhalation anaesthesia. *Anesth Analg* 1924; 3, 20-22.
47. Foldes FF, Ceravolo AJ and Carpenter SL The administration of nitrous oxide-oxygen anesthesia in closed systems. *Ann Surg* 1952; 136, 978-981.
48. Virtue RW. Minimal flow nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology* 1974; 40, 196-198.
49. Foldes FF and Duncalf D. Low flow anesthesia: a plea for simplicity. In Lawin P, van Aken H and Schneider U, eds, *Alternative Methoden in der Anasthsie. INA-Schriftenreihe, BD. 50.* Thieme, Stuttgart, 1985, pp.1-7.
50. Virtue RW. Toward closed system anesthesia. *Anaesthesist* 1977; 26, 545-546.
51. Nunn JF. Techniques for induction of closed circuit anesthesia. In Aldrete JA, Lowe HJ and Virtue RW, eds. *Low Flow and Closed Circuit Anesthesia.* Grune and Stratton, New York, 1979, pp, 3-10.
52. Barton F and Hunn JF. Totally closed circuit nitrous oxide/Oxygen anaesthesia. *Br J Anaesth* 1975; 47, 350-357.

53. Weingarten M. Low flow and closed circuit anesthesia. In Aldrete JA, Lowe HJ and Virtue RW, eds, *Low Flow and Closed Circuit Anesthesia*. Grune and Stratton, New York, 1979, pp. 67-74.
54. Wallroth CF. Technical conception for an anesthesia system with electronic metering of gases and vapors. *Acta Anaesth Belg* 1984; 35, 279-293.
55. Versichelen L and Rolly G. Mass-spectrometric evaluation of some recently introduced low flow, closed circuit systems. *Acta Anaesth Belg* 1990; 41, 225-237.
56. Westenskow DR and Wallroth DF. Closed-loop control for anesthesia breathing systems. *J Clin Monit* 1990; 6, 249-256.
57. Wallroth CF, Jaklitsch R and Wied. HA. Technical realisation of quantitative metering and ventilation. In van Ackern K, Frankenberger H, Konecny E and Steinbereithner K, eds. *Quantitative Anaesthesia: Low Flow and Closed Circuit*. *Anesthesiologie und Intensivmedizin*, Bd. 204. Springer, Berlin, 1989, pp. 96-108.
58. Moyle JTB, Davey A and Ward CS. *Ward's Anaesthetic Equipment*. 4th edn. W.B. Sanders, London, 1998.
59. Ehrenwerth J and Eisenkraft JB. *Anesthesia Equipment. Principles and Applications*. Mosby, St. Louis, 1993.
60. Dorsch JA and Dorsch SE. *Understanding Anesthetic Equipment. Construction, Care and Complications*. 3rd. edn. Williams and Wilkins, Baltimore, 1994.
61. Frankenberger H. Monitoring während Narkosen mit reduziertem Frischgasfluss. In Lawin P, van Aken H and Schneider U, eds, *Alternative Methoden der Anästhesie*, INA-Schriftenreihe, Bd. 50. Thieme, Stuttgart, 1985, pp. 19-32.

62. Nunn J F. Monitoring of totally closed systems. In Aldrete JA, Lowe HJ and Virtue RW, eds, *Low flow and Closed System Anesthesia*. Grune and Stratton, New York 1979, pp. 199-209.

63. American Society of Anesthesiologists (ASA). Standards for basic anesthetic monitoring. In Miller RD, ed., *Anesthesia*, 5th edn. Churchill Livingstone, Philadelphia, 1999, p. 1468-1469.

64. WFSA. International standards for a safe practice of anaesthesia. *Eur J Anaesth* 1993; 10, 12-15.

65. American Society for Testing and Materials, ed. ASTM designation: F 1161-88: Standard Specification for Minimum Performance and Safety Requirements for Components and Systems of Anesthesia Gas Machines. ASTM Standards, 1988, pp. 509-532.

66. Winter A and Spence AA. An International Consensus on Monitoring? *Br Anaesth* 1990; 64, 263-266.

67. Spieb W. Narkose im geschlossenen System mit kontinuierlicher inspiratorischer Sauerstoffmessung. *Anaesthesist* 1977; 26, 503-513.

68. Baum J Die Messung der Anesthetikamittelkonzentration. *Anesth Intensivmed* 1991; 32, 284-286.

69. Whitcher C. Monitoring of anesthetic halocarbons: self-contained (stand-alone) equipment. *Sem Anesth* 1986; 5, 213-223.

70. Jantzen JPAH. Monitoring der Narkosebeatmung. In Jantzen JPAH and Klemann PP, eds, *Narkosebeatmung: Low Flow, Minimal Flow, Geschlossenes System*. Schattauer, Stuttgart, 1989, pp. 25-47.

71. Lotz P. Sicherheitstechnische Aspekte bei der Anwendung medizinisch-technischer Geräte im Krankenhaus. Mt- Medizintechnik 1984; 104, 133-137.

72. Baum J. Kapnometrie und Kapnographie als Sicherheitsfaktoren in der Anästhesie. Anaesthesiol Reanimat 1991; 16, 12-22.

73. Baum J, Enzenauer J, Krause Th and Sachs G. Atemkalk-Nutzungsdauer. Kosten und Verbrauch in Abhängigkeit vom Frischgasflub. Anaesthesiol Reanimat 1993; 18, 108-113.

74. Baum J. Atemkalk: Hinweise zu korrektem Umgang und fachgerechter Nutzung. Stellungnahme der Kommission für Normung und technische Sicherheit der DGAI. Ansth Intensivmed 1999; 40, 507-509.

75. Bengtson JP, Bengtson A and Stenqvist O. Sampled gas need not be returned during low-flow anesthesia. J Clin Monit 1993; 9, 330-334.

76. Morita S, Lata W, Hambro K and Snider MT. Accumulation of methane, acetone, and nitrogen in the inspired gas during closed-circuit anesthesia. Anesth- Analg 1985; 64, 343-347.

77. Moon RE. Carbon monoxide gas may be linked to CO₂ absorbent. Anesthesia Patient Safety Foundation Newsletter 1991; 6, 8.

78. Fang ZX, Eger II EI, Laster MJ, Chortkoff BS, Kandel L and Ionescu P. Carbon monoxide production from degradation of desflurane, enflurane isoflurane, halothane and sevoflurane by soda lime and baralyme. Anesth Analg 1995; 80, 1187-1193.

79. Straub JM, Baum J, Sümpelmann R, Krohn S and Callies A. Zersetzung von Hatothan, Enfluran und Isofluran an trockenem Atemkalk zu Kohlenmonoxid. Anaesthesist 1996; 45, 708-801.

80. Baum J, Straub JM. Kohlenmonoxidbildung am Atemkalk. *Anasth Intensivmed* 1995; 36, 237-240.

81. Baum J, v. Legat M and Leier M. The Carbon nonoxide story. *Eur J Anaesth* 1997; 14, 57-58.

82. Rathgeber J, Züchner K, Kietzmann D and Kraus E. Leistungsfähigkeit eines mobilen Sauerstoffkonzentrators für die Narkosebeatmung. *Anesthesist* 1995; 44, 643-650.

83. Parker CJR and Snowdon SL: Predicted and measured oxygen concentrations in the circle system using low fresh gas flows with oxygen supplied by an oxygen concentrator. *Br J Anaesth* 1988; 61, 397-402.

84. Aldrete JA and Virtue RW. Prolonged inhalation of inert gases by rats. *Anesth Analg* 1967; 46, 562-565.

85. Morite S. Inspired gas contamination by non-anesthetic gases during closed circuit anesthesia. *Circular* 1985; 2, 24-25.

86. Sharp HJ, Trudell JR and Cohen EN. Volatile metabolites and decomposition products of halothane in man. *Anesthesiology* 1979; 50, 2-8.

87. Kenna JG and Jones RM. The organ toxicity of inhaled anesthetics. *Anesth Analg* 1995; 81, 551-566.

88. Fang ZX, Eger II EI. Factors affecting the concentration of compound A resulting from degradation of sevoflurane by soda lime and Baralyme in a Standard anesthetic circuit. *Anesth Analg* 1995; 81, 564-568.

89. Mazze RI and Jamison RL. Low-flow sevoflurane- is it safe? *Anesthesiology* 1997; 86, 1225-1227.

90. Kharash ED, Frink EJ, Zager R, Bowdle TA, Artru A and Nogami WM: Assessment of low-flow sevoflurane and isoflurane effects on renal function using sensitive markers of tubular toxicity. *Anesthesiology* 1997; 86, 1238-1253.

91. Mazze RI, Friedman M, Delgado-Herrera L, Galvez ST and Mayer DB. Renal toxicity of compound A plus sevoflurane compared with isoflurane in non-human primates. *Anesthesiology* 1998; 89, A490.

92. Reinhardt C, Gronau E, Wüsten R, Goeters C, Vrana S, Baum J and van Aken H. Compound A in minimal flow sevoflurane. *Anesthesiology* 1998; 89, A142.

93. Baum JA. Low-flow anesthesia: theory, practice, technical preconditions, advantages, and foreign gas accumulation. *J Anesth* 1999; 13, 166-174.

94. Kharasch ED. Putting the brakes on anesthetic breakdown. *Anesthesiology* 1999; 91, 1192-1194.

95. Baum J, van Aken H. Calcium hydroxide lime-a new carbon dioxide absorbent. A rationale for judicious use of different absorbents. *Eur J Anaesth* 2000; 17, 597-600.

96. Murray JM, Renfrew CW, Bedi A, McCrystal CB, Jones DS and Fee JPH. Amsorb: a new carbon dioxide absorbent for use in anesthetic breathing systems. *Anesthesiology* 1999; 91, 1342-1348.

97. Baumgarten RK and Reynolds WJ. Much ado about nothing: trace gaseous metabolites in the closed circuit. *Anesth Analg* 1985; 64, 1029-1030.

98. Ahnefeld FW, Kilian J and Friesdorf W. Sicherheit und Instandhaltung medizinisch-technischer Geräte. *Anasth Intensivmed* 1981; 22, 291-308.
99. Schreiber P and Schreiber JM. *Electronic surveillance during anesthesia*. North American Draeger, Telford, 1986.
100. Lotz P. Sicherheitstechnische Aspekte bei der Anwendung medizinisch-technischer Geräte im Krankenhaus. *Mt- Medizintechnik* 1984; 104, 133-137.
101. Lunn JN and Mushin WW. *Mortality Associated with Anaesthesia*. Nuffield Provincial Hospitals Trust, London, 1982.
102. Calkins JM. Why new delivery systems? In Brown BR, ed., *Future Anesthesia Delivery Systems*. Contemporary Anesthesia Practice, vol. VIII. Davies, Philadelphia, 1984; pp. 3-9.
103. Keats AS. What do you now about anesthetic mortality? *Anesthesiology* 1979; 50, 387-392.
104. Baum J and Stanke HG. Low Flow-und Minimal Flow Anästhesie mit Sevofluran. *Anaesthesist* 1998; 47, 570-576.
105. Westenskow DR. How much oxygen? *Int Clin Monitor Comput* 1986; 2, 187-189.
106. Grote B, Adolphs A and Merten G. Inhalationsnarkose im Low-Flow-System. In *Geschlossenes System für Inhalationsnarkosen*, Internationales Symposium, Düsseldorf, 7-8 May 1982, Abstract.
107. Baum J, Sachs G, v.d. Driesch C and Stanke HG. Carbon monoxide generation in carbon dioxide absorbents. *Anesth Analg* 1995; 81, 144-146.

108. Zacharowski K. Die unblutige und präzise Bestimmung von carboxyhamoglobin und Blutvolumen. Inauguraldissertation der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Fachbereich Medizin, 1995.

109. Cartwright PD. Recovery after anesthesia with alfentanil or halotane. *Con Anest Soc Journal* 1985; 32(5): 479-83.

110. Nathanson, Michael H, Fredman B, Smith I, White PF: Sevoflurane versus desflurane for outpatient anesthesia. A comparison of maintenance and recovery profiles. *Anesthesia and Analgesia* 1995: 81(6); 1186.

111. Philip, Beverly K., MDA Multicenter Comparison of Maintenance and Recovery with Sevoflurane or Isoflurane for Adult Ambulatory Anesthesia, August 1996, Volume 83, Number 2, *Anesthesia and Analgesia* 1994-1998.

112. Song, Dajun, M.D., Titration of Volatile Anesthetics Using Bispectral Index Facilitates Recovery after Ambulatory Anesthesia, October 1997, Volume 84, Number 7, *Anesthesiology*, 1994-1998.

113. Christina, MB ChB, Clinical comparison of sevoflurane and isoflurane when administered with nitrous oxide for surgical procedures of intermediate duration, October 1995, Volume 42, Number 10, *Canadian Journal of Anaesthesia*, 1991-1995.

114. Fredman, Brian, MB, BCh, Sevoflurane for Outpatient Anesthesia: A Comparison with Propofol, October 1995, Volume 81, Number 4, *Anesthesia and Analgesia* 1994-1998.

115. Aitkenhead AR, Smith G. Inhalation anesthetic agents. *Textbook of Anesthesia* 2nd. ELBS, Anesth, 1990,160.

116. Tarazi EM, Philip BK. A Comparison of recovery after sevoflurane or desflurane in ambulatory anesthesia. *Journal of Clinical Anesthesia* 1998; 10:272-7.

117. Raeder J, Gupta A, Pedersen-FM: Recovery characteristics of sevoflurane or ropofol based anaesthesia for day care surgery. *Anesth Analg* 1997 Sep;91(8):988-94.

118. Aldrete JA Kroulik D.: Postanesthetic recovery score *Anesth Analg* 1970; 49(6): 924-934.

119. Sloan MH., Conard PF., Karsunky PK., Gross JB.: Sevoflurane Versus Isoflurane: Induction and Recovery Characteristics qith Single-Breath Inhaled Inductions of Anesthesia. *Anesth. Analg.* 1996; 82:528-32.