

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

**BİS KONTROLLÜ DÜŞÜK VE YÜKSEK AKIMLI
DESFLURAN ANESTEZİSİNİN HEMODİNAMİ VE
MALİYETE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Ferda KÖKSAL

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Yener KARADENİZLİ**

ANKARA-2007

İÇİNDEKİLER

Sayfa no

İÇİNDEKİLER	i
KISALTMALAR	ii
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	3
I. Yeniden Solutmalı Sistemler.....	3
II. Düşük Taze Gaz Akımlı Anestezi Yöntemleri	7
III. Düşük Akımlı Anestezi ve Uygulaması	8
III.a. Premedikasyon.....	8
III.b. İndüksiyon	8
III.c. Başlangıç Dönemi.....	9
III.d. İzlem	10
III.e. Anestezinin Sonlandırılması ve Derlenme	14
IV.Güvenli Anestezi Uygulaması İçin Teknik Şartlar.....	15
V. Düşük Akımlı Anestezi Uygulamasında Kontrendikasyonlar.....	16
V.a. Göreceli Kontrendikasyonlar	16
V.b. Mutlak Kontrendikasyonlar	17
VI. Düşük Akımlı Anestezi Tekniğinin Avantajları.....	18
VI.a. Fizyolojik Solutma Şartları.....	18
VI.b. Maliyette Azalma	19
VI.c. Çevre Kirliliğinde Azalma.....	20

VII. Düşük Akımlı Anestezi Tekniğinin Dezavantajları.....	21
VII.a. Hipoksi Riski.....	21
VII.b. Hiperkapni Riski.....	21
VII.c. İnspire Edilen Anestezik Gaz Konsantrasyonunu Tam Olarak Bilinmemesi.....	22
VII.d. Isı Birikimi Olasılığı.....	22
VII.e. Bakteriyel Kontaminasyon Riskinin Artması.....	22
VII.f. Direnç Artışı.....	23
VII.g. Taze Gaz Bileşimi Değişikliklerinin Anestezik Gaz Değişimine Geç Yansıması.....	23
VII.h. Toksik Gaz Birikimi.....	24
VIII. Anestezide Kullanılan İlaçlar.....	24
VIII.a. Desfluran.....	24
VIII.b. Azotprotoksit.....	29
VIII.c. Veküronyum Bromür.....	31
IX. Anestezi Makinesi.....	32
X. Bispektral İndeks Monitörizasyonu (BİS).....	34
GEREÇ VE YÖNTEM.....	39
BULGULAR.....	45
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	58
ÖZET.....	77
SUMMARY.....	79
KAYNAKLAR.....	81

KISALTMALAR

ADS:	Aldret Derlenme Skalası
BIS:	Bispektral İndeks
CO ₂ :	Karbondioksit
CO:	Karbonmonoksit
DAB:	Diyastolik Arter Basıncı
EEG:	Elektroensefalografi
EKG:	Elektrokardiyografi
ETCO ₂ :	End-tidal Karbondioksit
FiO ₂ :	İnspiratuvar Oksijen Konsantrasyonu
im:	İntramusküler
iv:	İntravenöz
MAK:	Minimum Alveoler Konsantrasyon
N ₂ O:	Azotprotoksit
O ₂ :	Oksijen
OAB:	Ortalama Arter Basıncı
SAB:	Sistolik Arter Basıncı
SpO ₂ :	Periferik Oksijen Satürasyonu
VNS:	Verbal Nümerik Skala
YA:	Yüksek Akım Grubu

GİRİŞ

Düşük akımlı anestezi, yarı kapalı yeniden solutmalı bir sistemle uygulanan ve yeniden solutma oranının en az %50 olduğu inhalasyon anestezisi tekniğidir. Modern yeniden solutmalı sistemler kullanıldığında, taze gaz akım hızı 2 L/dk'nın altına indirilirse düşük akımlı anesteziden söz edilebilir. Bu teknik ilk kez Foldes tarafından 1952 yılında "1 L/dk (0.5 L/dk O₂ ve 0.5 L/dk N₂O) taze gaz akımı uygulaması" olarak adlandırılmıştır. Fakat tekniğin güvenliği ile ilgili endişelerden dolayı düşük akımlı anestezi uygulaması uzun yıllar boyunca yeterince kabul görmemiştir (1).

Son yıllardaki yeni teknolojik gelişmelerin bilimsel yansımaları ile iş güvenliği ve sağlığı konusunda önemli düzenlemelerin getirilmesi, çevre konusundaki bilincin artması, yüksek teknolojiye sahip anestezi makinelerinin geliştirilmesi ve anestezi gazlarının daha ekonomik kullanılmasına bağlı olarak düşük akım anestezi uygulamalarına olan ilgi giderek artmaktadır. Düşük akımlı anestezi yöntemlerinin yaygın olarak kullanılmaması nedeniyle tekniğe karşı çekincelerin olması, çoğu anesteziistin bu uygulama hakkında bilgi sahibi olmamasına ve bundan kaynaklanan deneyim eksikliğine neden olur.

Tekniğe karşı olan endişeler düşük akımlı anestezi uygulamalarının çok fazla olmamasına neden olmuştur. Düşük akımlı anestezi uygulamaktan anesteziistleri uzaklaştıran en önemli neden olan hipoksi riski ve buna bağlı vital fonksiyonlarda bozulma, başlangıç döneminde uygulanan yüksek akımlı anestezi ile yeterli oksijen alımının sağlanması ve akım düşürüldüğünde oksijen yüzdesinde gerekli artışın yapılması ve anestezi makinesi güvenlik alarm sistemleri aktif durumdayken anestezi verilmesi ile tamamen ortadan kaldırılabilir (2).

Bispektral indeks, anestezi ve sedatif ajanların beyindeki hipnotik etkilerini gösteren, EEG'nin amplitüd ve frekans ölçümlerinin derinesi olan anestezi derinliğinin ölçümünde üstünlüğü tartışmasız kabul edilmiş bir yöntemdir (3). Düşük akımlı anestezide akımın düşürülmesi ile muhtemel gaz alım yetersizliğine karşı oluşabilecek farkında olma riski BIS kullanımı ile ortadan kaldırılabilir (4). Maliyet hesaplamalarının yapıldığı çalışmalarda araştırılan gruplara eşit derinlikte anestezi verilmesiyle elde edilen sonuçların daha güvenilir olması sağlanmaktadır.

Çalışmamızda, BIS kontrolü ile güvenli ve standart anestezi derinliği sağlanarak uygulanan desfluran anestezisinin hemodinami ve maliyet üzerindeki etkilerinin, düşük akımlı ve yüksek akımlı anestezi uygulamaları arasında karşılaştırılması amaçlandı.

GENEL BİLGİLER

I. Yeniden Solutmalı Sistemler

Tarihçe:

“Yeniden solutma”, inspire edilen havadaki kullanılmamış anestezi gazlarının karbondioksitten arındırıldıktan ve belli miktarda taze gazla karıştırıldıktan sonra bir sonraki inspirasyonda tamamen ya da kısmen hastaya geri dönmesidir.

Yeniden solutmayı sağlayan karbondioksit absorpsiyonu ilkesinin ilk kez 18. yüzyılda sönmemiş kireç suyu kullanan Abbe Fotana tarafından tanımlandığı, 1850’de John Snow’un potasyum kullanarak bu ilkeyi anesteziye uyarladığı, 1900’lerin başında kostik soda denendiği ve 1915’de Wilson’un sodalayımı geliştirdiği bildirilmektedir. Karbondioksit absorpsiyonu yapılan to-and-fro sistemini 1869’da ilk kullanan Coleman olmasına karşın, kapalı yeniden solutmalı sistem ile anestezi tekniğinin tıp alanında ilk uygulanması 1924’de Ralph M. Waters tarafından gerçekleştirilmiştir. Bernhard Drager tarafından yeniden solutmalı halka sistemi içeren ilk anestezi cihazı geliştirilmiş ve 1924’de klinik uygulamada yer almıştır (5). 1933’te oldukça yanıcı anestetik gaz olan siklopropan kullanıma girmiş ve anestezi uzmanlarının dikkatini operasyon odasındaki tehlikeyi minimize etmek üzere düşük akım kullanımı yönüne çekmiştir (4).

Eski dönemlerde mevcut vaporizatörlerin etkin ve güvenli çalışmaması nedeniyle hastaya ulaşan miktarın tahmini, özellikle düşük akımlı anestezi uygulamalarında oldukça güçtü. Günümüzde anestezi makinelerinin tümü neredeyse oldukça karmaşık halka sistemleri ile donatılırsa da, klinik kullanımda 4–6 L/dk rutinleşmiş ve yeniden solutma önemli ölçüde kullanım dışı bırakılmıştır. Yine de anestezi makinelerinin teknik açıdan gelişmesi, yeni

inhalasyon ajanlarının bulunması ve maliyet değerlendirmelerine dikkat çekilmesi ile düşük akımlı anestezi teknikleri yaklaşık 15 yıldır tekrar popülerite kazanmıştır (4).

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 konulmalıdır. Taze gaz akımı azaltıldıkça, sistemden atılan gaz miktarı da o denli azalmakta ve yeniden solutma oranı yükselmektedir (5).

Bunun yanısıra, eğer hastanın dakika volümüne eşit taze gaz akımı kullanılırsa yeniden solutma ihmal edilebilir seviyeye gelmekte, ekspire edilen hava atık gaz olarak sistem dışına tama yakın atılmakta ve hasta tama yakın taze gaz almaktadır. Eğer 4 L/dk taze gaz akımı kullanılırsa yeniden solutma oranı %20 artmakta ancak hastanın inhalasyon havası yine yüksek oranda taze gaz içermekte, akım 2 L/dk ve altında olursa bu oran %80 olmaktadır (4).

Yeniden solutmalı sistemlerin üstünlükleri; tüketimin ve buna bağlı olarak maliyetin önemli düzeyde azaltılması, anestezi gazlarından yararlanımın artması, çalışma ortamı ve atmosfer kirlenmesinin azaltılması ve anestezi gazlarının daha iyi ısıtılması ve nemlendirilmesidir (6).

Yeniden solutmasız sistemlerin üstünlüğü basit teknik yapılarına dayanır. Ayrıca anestezi gaz bileşimi anestezi tarafından bilinen taze gaz bileşimi ile aynıdır ve taze gaz bileşimindeki her değişiklik anında solutma sistemindeki gazın bileşimine yansıdığı için denetlenebilirlik en üst düzeydedir. Olumsuzlukları ise; anestezi gaz tüketiminin çok fazla ve

gerçekte kullanılan miktarın az olması nedeniyle anestezi gaz maliyetinin yüksek olması, çalışma ortamı ve atmosferde yoğun hava kirliliğine yol açması ve anestezi gazın ısıtılma ve nemlendirilme işlevinin bulunmamasıdır (5).

Sonuç olarak; yeniden solutmalı sistemlerin akılcı kullanımıyla, tüketimin ve buna bağlı olarak maliyetin önemli düzeyde düşürülmesi, anestezi gazlardan yararlanımın artması, çalışma ortamı ve atmosfer kirliliğinin azalması, gazların daha iyi ısıtılması ve nemlendirilmesi sağlanmış olur (7).

Tablo I. Yeniden solutmasız ve yeniden solutmalı sistemlerin özellikleri (5).

	Yeniden solutmasız sistem	Yeniden solutmalı sistem
Teknik yapı	Basit	Karmaşık
Anestezi gaz bileşiminin denetlenebilirliği	Taze gaz bileşimindeki değişiklikler hızla anestezi gaz bileşimine yansır	Belirli bir süre sonra yansır
Anestezi gaz hakkında bilgi	Anestezi gaz bileşimi taze gaz bileşimi ile benzer	Taze gaz akım hızı ne kadar düşük ise anestezi gaz bileşimi ile taze gaz bileşimi arasındaki fark o kadar fazladır
Anestezi gazların ısıtılması ve nemlendirilmesi	Isıtıcı ve nemlendirici etkisi yoktur	Akım hızı ne kadar düşükse anestezi gaz o kadar iyi ısıtılır ve nemlendirilir
Anestezi gaz ve buhar tüketimi	Yüksek	Düşük
Anestezi gazlarla hava kirliliği	Yüksek	Düşük
Anestezi gaz tüketiminden kaynaklanan maliyet	Taze gaz akımı ne kadar yüksekse o kadar yüksek	Taze gaz akımı ne kadar düşük ise o kadar düşük
Solutma sisteminin olası kullanım seçenekleri	Yarı-açık ve çok sınırlı derecede yarı-kapalı sistem	Yarı-açık,yarı-kapalı ya da kapalı sistem

II. Düşük Taze Gaz Akımlı Anestezi Yöntemleri (8, 9)

Yeniden solutmalı bir sistemde uygulanan taze gaz akım miktarına göre, düşük akımlı anestezi;

1. Yarı kapalı yeniden solutmalı sistem

a. Düşük akımlı anestezi

b. Minimal akımlı anestezi

2. Kapalı yeniden solutmalı sistem

a. Kantitatif anestezi

b. Kantitatif olmayan anestezi şeklinde sınıflandırılabilir.

Taze gaz akımı hasta tarafından alınan gaz hacminden azsa ve kısmen yeniden solutma yapılıyorsa işlev yönünden yarı kapalı solutma sistemi olarak tanımlanır.

1.a. Düşük akımlı anestezi: Bu teknik ilk kez Foldes ve arkadaşları tarafından 1952 yılında 1 L/dk (0.5 L/dk O₂/0.5 L/dk N₂O) taze gaz akımı uygulaması olarak adlandırılmıştır.

1.b. Minimal akımlı anestezi: Virtue tarafından 1974 yılında taze gaz akımının 0.5 L/dk (0.3 L/dk O₂ / 0.2 L/dk N₂O) üzerine çıkarılmadığı teknik olarak tanımlanmıştır.

Taze gaz hacmi hasta tarafından alınan gaz hacmine eşitse ve karbondioksit absorpsiyonunun ardından inspire edilen gazın tamamı hastaya yeniden solutuluyorsa kapalı solutma sistemi olarak tanımlanır.

II.a. Kantitatif anestezi: Taze gaz bileşimi ve hacmi herhangi bir zamanda hasta tarafından alınan oksijen, azotprotoksit ve volatil anestezi miktarları ile tam olarak eşit ise “kapalı solutma sistemi ile kantitatif anestezi” olarak tanımlanır.

II.b. Kantitatif olmayan anestezi: Taze gazın yalnızca hacmi hasta tarafından alınan hacim ile eşit, ancak bileşimi eşit değildir.

“Düşük akımlı anestezi” terimi, yarı kapalı yeniden solutmalı bir sistemle uygulanan ve yeniden solutma oranının en az %50 olduğu inhalasyon anestezi tekniklerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Modern yeniden solutmalı sistemler kullanıldığında, taze gaz akım hızı 2 L/dk'nın altına indirilirse, hastaların çoğu için düşük akımlı anestezi söz edilebilir.

III. Düşük Akımlı Anestezi ve Uygulaması

III.a. Premedikasyon:

Rutin uygulamanın aynısı yapılır.

III.b. İndüksiyon:

Preoksijenizasyon yapılması oksijen rezervini arttırmak açısından önerilir.

Intravenöz hipnotik ajan ve kas gevşetici verilir.

Entübasyon yapılır ya da laringeal maske yerleştirilir.

Absorbsiyonlu halka sistemi ile anestezi idamesi sağlanır (1).

III.c. Başlangıç dönemi:

En az 10 dk 1.4 L/dk O₂, 3 L/dk N₂O ile yüksek akımlı anestezi dönemi uygulanır.

Vaporizatör ayarları, halotan %1-1.3, enfluran %2-2.5, izofluran %1-1.5, sevofluran %2-2.5, desfluran %4-6 düzeyinde olacak şekilde başlanır (1).

Denitrojenizasyonla birlikte, hastaya ulaşması hedeflenen volatil anestezik konsantrasyonuna akciğer ve solunum devrelerinin doyurulması için yüksek akımlı başlangıç döneminin uygulanması gerekir.

Gothenburg 6 dk'lık yüksek akım dönemini yeterli görürken, Baum ise bu dönemin 10-15 dk olmasını önermiştir. Günümüz modern gaz monitörlerinin eşliğinde bu aşama kişiye göre farklılık göstermekle birlikte ETN₂O %3-4 oluncaya kadar sürdürülmektedir (1).

Vücut dokularından total 2.7-2 L nitrojen çözünmesi sonucu fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC) içinde 2-1.6 L nitrojen bulunur. Nitrojen eliminasyonu N₂O-O₂ karışımı ile yer değiştirmesi ile başlar. Nitrojen yüksek akım aşamasında yaklaşık 6 dk içinde ortamdan uzaklaştırılır. Düşük akım başlatıldığında nitrojen tekrar dokulardan solunum sistemi içine çözülmeye başlar, fakat hiçbir zaman %5 konsantrasyonu aşamaz. Ekspiratuvar nitrojen konsantrasyonu, anestezi başlangıcından yaklaşık 45 dk sonra en yüksek seviyeye ulaşır (10, 11).

İlk 10-15 dk yüksek akımlı dönemde, erişkin normal kilolu hastada ekspiryum konsantrasyonu volatil ajan için Minimum Alveoler Konsantrasyon (MAK) değerinin 0.7–0.8 katına ulaşmaktadır. Bunun yanısıra %60 N₂O eklenecek olursa ortak MAK'ı 1.3 değerine ulaştırır. Bu değer Anestezik Doz 95'e karşılık gelir ve %95 hastada cilt insizyonuna

yanıtsızlık sağlayacak anestezi gaz konsantrasyonu anlamındadır. Eğer akım çok erken veya çok fazla düşürülürse kaçınılmaz gaz volüm defekti ve sonuç olarak yetersiz ventilasyon ortaya çıkacaktır. Eğer minimal akımlı anestezi uygulanacaksa başlangıç yüksek akım fazı en az 15 dk tutulmalıdır. Yeterli uzunlukta başlangıç yüksek akım fazı kazara olabilecek gaz volüm eksikliklerini engellemek için önemlidir (4, 10).

III.d. İzlem:

Akımın azaltılması ile yeniden solutma oranı önemli ölçüde artmaktadır. Taze gaz akımının düşürülmesi sonucunda sisteme giren anestezi miktarı azalmaktadır. Bu durum taze gaz içindeki volatil anestetik konsantrasyonunun belirgin oranda artması ile kompanse edilebilmektedir. Sadece bu yöntemle solunum sistemindeki anestezi konsantrasyonu sabit tutulmaktadır (12). Düşük akımlı anestezi dönemine geçildiğinde, taze gaz konsantrasyonu enfluran için %3'e, izofluranda %2'ye, sevofluranda %3'e yükseltilmelidir. Spesifik farmakokinetik özelliklerinden dolayı desfluran konsantrasyonu değişmeden kalabilir. Bu değerleri standartlaştırmak gerekirse, ekspire edilen volatil anestezi konsantrasyonunun bu ajanın MAK değerinin 0.7–0.8 katında tutulması gerektiği görülmektedir. Eğer minimal akım anestezi uygulanacaksa, volatil anestezi konsantrasyonları enfluran için %3.5, izofluran için %2.5, sevofluran için %3.5 ve desfluran için %1 düzeyinde artırılmalıdır (4).

Tüm anestezi makinelerinde solunum devresi içinde yaklaşık 5-6 L gaz volümü bulunmaktadır. Yetişkin bir hasta için ortalama akciğer içeriği 2.5 L olarak eklendiğinde sisteme giren anestezi gazın dağılımının büyüklüğü görülebilir. Eğer taze gaz akımı 500 mL/dk uygulanırsa vaporizatör ayarlarında 0'dan %5'e yükselme anestezi devresine

inspiryumda verilen anestezi buhar miktarı 0 dan 25 mL/dk'ya çıkar ve bu dağılım alanına göre çok küçük bir volümdür. Bu nedenle düşük akımlı anestezide volatil anestetiklerin taze gaz konsantrasyonları ile solunum sistemi konsantrasyonları arasında belirgin fark vardır. Bu fark taze gaz akımı azaltıldıkça artar, anestezi ajan çözünürlüğü düştükçe azalır (4, 10).

İnhalasyon anestezi alımını H. Loves formülü ile hesaplanabilir

H. Loves Formülü (13):

$$V_{an} = 1.3 \times MAK \times k \times CO \times t^{-1/2}$$

$$V_{an} = \text{Volatil ajan alımı (mL/dk)}$$

$$k = \text{kan/gaz partiyon katsayısı}$$

$$CO = \text{Kalp debisi}$$

$$t = \text{zaman (dk)}$$

Yeniden solutma sonucunda inspiryum havası, hastanın akciğerinden geçmiş CO₂'i temizlenmiş ve düşük oranda O₂ içeren ekspirasyon havası ile karıştırılacaktır. Gaz karışımındaki düşmüş O₂ oranı, taze gaz O₂ konsantrasyonunun arttırılması ile kompanse edilebilir. Bu nedenle inspiratuvar O₂ konsantrasyonunun güvenli sınırlarda tutulabilmesi için, taze gaz akımındaki O₂ konsantrasyonu düşük akımlı anestezide %50'ye (en az %40), minimal akımlı anestezide ise %60'a (en az %50) çıkartılmalıdır (12).

Anestezi sırasında, bazal metabolik gereksinim doğrultusunda O₂ alımı gerçekleşmektedir. Bu alım 55 ile 100 kg arasında erişkin normotermik hastalar için kullanılan, Brody formülü ile hesaplanır. O₂ alımı formül ile standartlaştırılmaya çalışılsa da

anestezi altında metabolik hızın yavaşlamasından dolayı O₂ alımı da %10-30 oranında azalır. Cerrahi başlangıcı ve anestezi indüksiyonu gibi sempatik aktivitenin arttığı dönemler için ise bu O₂ alımın daha fazla olabilir (14).

Brody Formülü (15):

$$VO_2 = 10 \times BW^{3/4}$$

$$VO_2 = \text{Oksijen alımını (mL/dk)}$$

$$BW = \text{Vücut ağırlığı (kg)}$$

İnspiratuvar O₂ konsantrasyonu hiçbir zaman %30'un altına düşürülmemeli, bu değerin altına indiğinde O₂ akımı total taze gaz akımının %10'u kadar artırılmalı beraberinde N₂O'de aynı oranda düşürülmelidir. O₂ konsantrasyonu tekrar %30'un altına inerse, yine O₂ akımı total taze gaz akımının %10'u kadar ve N₂O'de aynı oranda düşürülmelidir (4).

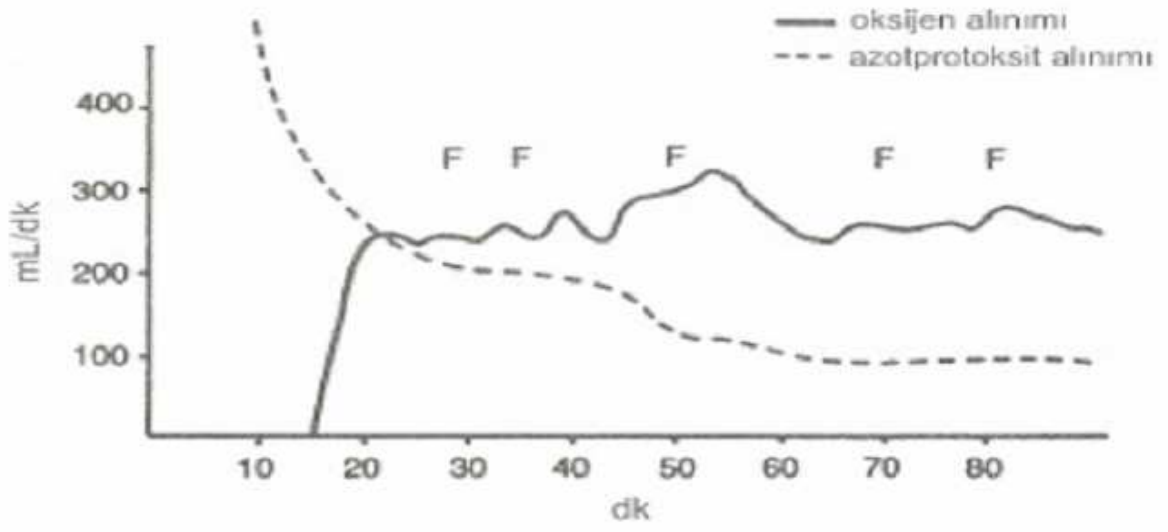
N₂O alımı ise, anestezinin yaklaşık ilk 20-30 dk'sı yüksek iken azalarak bir süre sonra neredeyse sabit seyir gösterir. Örneğin, 70 kg bir hastanın %70 N₂O: %30 O₂ karışımı ile, ortalama anestezinin ilk dakikalarında 100 mL, 25 dk sonra 200 mL/dk, 50 dk sonra 140 mL/dk, 2 sa sonra 90 mL/dk N₂O alımı olur. Bu hasta 90 dk'lık bir operasyonda yaklaşık 20 L N₂O alır. Erişkin bir hasta için N₂O alımı Severinghaus formülü ile hesaplanmaktadır (14).

Severinghaus Formülü (16):

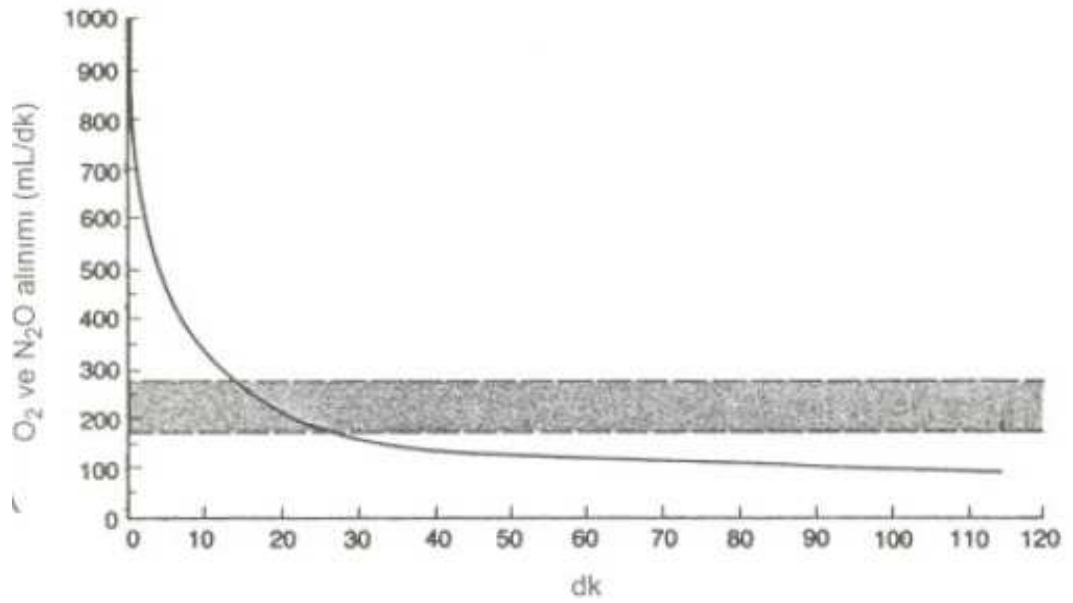
$$VN_2O = 1000 \times t^{-1/2}$$

$$VN_2O = \text{azotprotoksit alımını (mL/dk)}$$

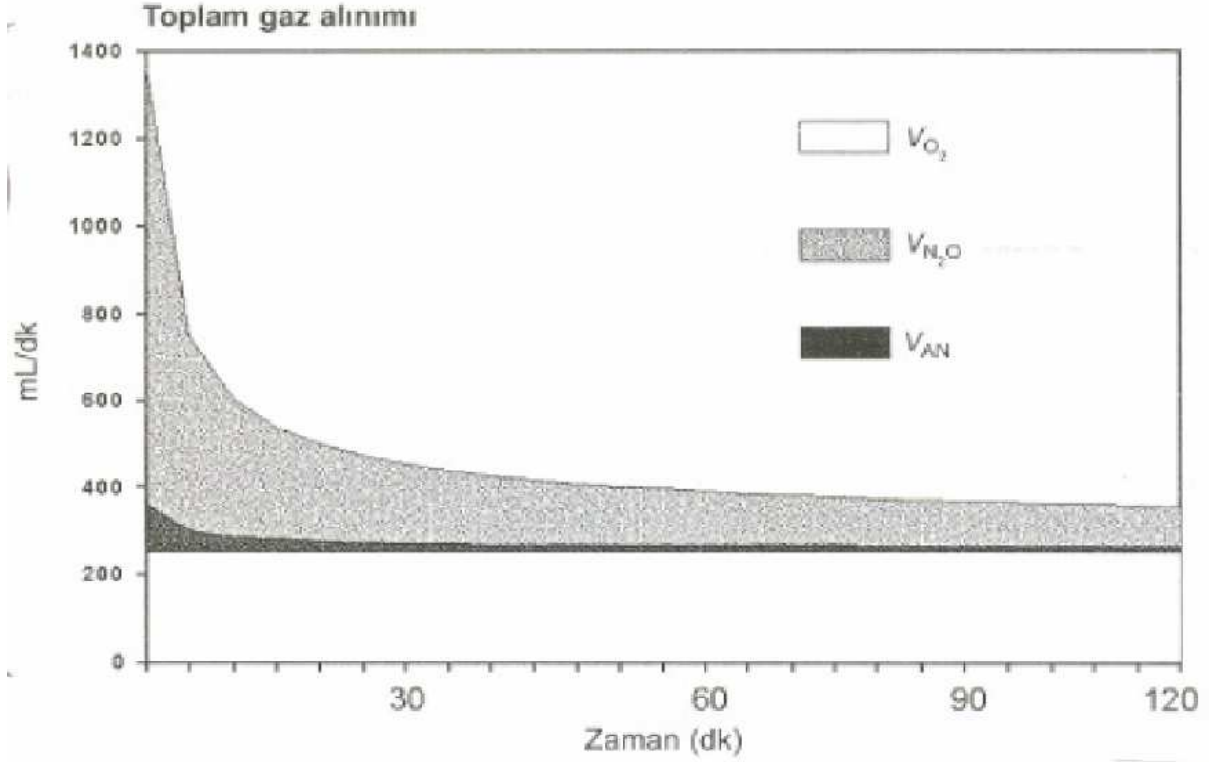
$$t = \text{zaman (dk)}$$



Şekil 1. O₂ ve N₂O alınımı (14).



Şekil 2. O₂ ve N₂O alınımı (14).



Şekil 3. Toplam gaz alınımı (14).

Sonuç olarak, taze gaz akımı ve içeriği her zaman hastanın cevabına ve cerrahi aşamanın gereklerine göre ayarlanmalıdır (4).

III.e. Anestezinin Sonlandırılması ve Derlenme:

Akım ne kadar düşükse anestezi konsantrasyonundaki azalma da o kadar yavaş olmaktadır. Ekstübasyondan 5 dk önce, yüksek akıma geçilerek %100 O_2 ile hastanın uyanması gerçekleştirilir (1, 4)

IV. Düşük Akımlı Anestezinin Güvenliği İçin Teknik Koşullar

Düşük akımlı anestezi uygulamalarında güvenlik için sürekli monitörizasyon gerekmektedir. İnspiratuvar O₂ ve volatil anestezi konsantrasyonu monitörizasyonu kesinlikle gerekmektedir (17). İnspiratuvar O₂ konsantrasyonu alt sınırı %30, inspiratuvar anestezi konsantrasyonları için üst sınır ise halotan ve enfluran için %2-3, sevofluran için %3-5 ve desfluran için %8'dir. Taze gaz akımı mutlaka kaçakları kompanze edebilecek büyüklükte olmalıdır. Bu şekilde olmazsa toplam gaz volümünde yetersizlik oluşur. Havayolu basınç monitörizasyonu veya alternatif olarak dakika volümü monitörizasyonu da vazgeçilmezdir. Bağlantı ayrılması alarmı, alarm alt sınırı tepe basıncının 5 mbar altına ayarlanmalı ve dakika volüm alt alarm limiti de istenen dakika volümünün 0.5 L/dk altı olarak ayarlanmalıdır. İnspiratuvar CO₂ konsantrasyonu monitörizasyonu ile sodalaym etkinliği değerlendirilebilir. Eğer bu mümkün değilse jumbo ya da double kanisterler kullanılmalı ve her gün sodalaym değiştirilmelidir (4).

Güvenlik İçin Teknik Koşullar (18)

- İnspire edilen oksijen konsantrasyonu alt sınırı % 28-30
- Bağlantı ayrılması alt sınırı tepe basınçtan 5 mbar az
- Dakika hacmi alt sınırı istenen değerden 0.5 L/dk az
- İnspire edilen volatil anestezi konsantrasyonu üst sınırı; halotan, enfluran, izofluran % 2-2.5, sevofluran % 3, desfluran % 8

V. Düşük Akımlı Anestezi Uygulamasında Kontrendikasyonlar

V.a. Göreceli Kontrendikasyonlar

1. 10-15dk'dan daha kısa süren inhalasyon anesteziinde düşük akımlı anestezi uygulanacaksa, yetersiz denitrojenizasyon, anestezi derinliğinin gerektiği kadar sağlanamaması ve gaz hacmi eksikliği olabilir.

2. Teknik yetersizlik varsa,

- Yetersiz gaz sızdırmazlık,
- Gaz akım ayarlarının düşük akımlı anesteziye duyarlı yapılamaması,
- Yüz maskesi ile anestezi uygulaması,
- Rijid bronkoskopi işlemi,
- Kafsız endotrakeal tüp kullanımı (çok kaçak varsa),
- Yeniden-solutmasız sistem kullanımı,
- Akut bronkospazmlı hastalarda, gaz rezarvuarı bulunmayan ve körüğün ekspiratuvar dolumu ek bir güçle desteklenmeyen anestezi makineleri gibi durumlarda düşük akımlı anestezi önerilmemektedir.

3. Eser gaz birikim tehlikesi varsa, taze gaz akımı en az 1 L/dk olmalıdır.

4. 1 L/dk'nın altında taze gaz akımı kullanılacaksa,

- Dekompanse diabetes mellitusu olanlar,
- Uzun süreli açlıkta,
- Kronik alkoliklerde,

- Akut alkol zehirlenmesinde,
- Bölgesel kanlanması ileri derecede azalmış ve yoğun transfüzyon yapılan aşırı sigara içicisinde,
- Kalsiyum hidroksit laym ya da Physioflex gibi pervane ile çalışan anestezi makinesi kullanılmadıkça, 3 saatten daha uzun olgularda halotan ya da sevofluran kullanımı gibi durumlarda düşük akımlı anestezi önerilmemektedir (18).

V.b. Mutlak Kontrendikasyonlar

1. Zehirli gazın sürekli uzaklaştırılması ya da hasta tarafından yüksek derecede gaz alımı gereksinimi olan, duman ya da gaz zehirlenmesi, malign hipertermi, septisemi gibi hallerde düşük akımlı anestezi kontrendikedir.
2. Teknik tasarımın hasta gereksinimini yeterince karşılayamadığı, sodaaym tükenmesi, oksijen monitörizasyonu ve anestezik ajan monitörü yetersizliği gibi eksikliklerde düşük akımlı anestezi kesin kontrendikedir (18).

VI. Düşük Akımlı Anestezi Tekniğinin Avantajları

VI.a. Fizyolojik Solutma Şartları:

Anestezik gazların yeniden solutma oranlarının artırılması ile nemlenmiş ve ısıtılmış inspiryum havası ile daha fizyolojik koşullar sağlanmış olur. Böylelikle akciğerdeki silyalı epitelin işlevi ve mukosilyer temizlik korunmuş olur (2, 6, 9).

Üç saatlik kuru gazlarla solutma sonucunda solunum epitelinde önemli düzeyde morfolojik hasar meydana geldiği gösterilmiştir. İnspire edilen gazların ısısının ve neminin yetersiz olması ile sekresyonlar kurur, mukus retansiyonu olur ve bronşiyollerde kısmi tıkanıklıklarla mikroatektaziler gelişir. Baum'a (7) göre, inspire edilen gazın mutlak nemliliği 17-35 mmH₂O/L, ısısının ise 28-32 °C arasında olması gerekirken, Rathgeber'e göre, ısı 30-37 °C, nem 30-35 mmH₂O/L olması gerektiği belirtilmiştir. Solutma gazının ısı ve nemini, solutma sisteminin teknik tasarımı, absorbanın büyüklüğü, hasta hortumlarının boyu ve ısı iletkenliği, ortam ısısı ve yeniden solutma oranı belirler. Düşük akımlı anestezi yöntemlerinin uygulanması sırasında ölçülen ısı ve nem değerleri, yüksek taze gaz akımlı anestezi uygulamalarında ölçülenlere göre bütün zamanlarda daha yüksek bulunmuştur. Tüm bunlara ek olarak, anestezik gaz iklimindeki iyileşme, soğuk ve kuru havanın epitel tarafından ısıtılıp nemlendirilmesi sırasında ortaya çıkan solunum yolu ile ısı ve nem kaybını azaltır. Bu etki anestezi altında gelişen vücut ısısındaki azalmayı hafifletir (7).

VI.b. Maliyette Azalma:

Yeniden solutmanın daha etkin biçimde kullanılması ile, önemli ölçüde tasarruf sağlanabilir. Odin'nin (9) yaptığı bir çalışmada düşük akımlı anestezi ile yüksek akımlı anestezi karşılaştırıldığında; 1 yılda 350 milyon L O₂, 1 milyar L N₂O, 33 000 L sıvı izofluran, 46 000 L sıvı enfluran tüketiminde azalma saptanmıştır. Rutin klinik uygulamalara düşük akımlı anestezi tekniklerinin yerleştirilmesiyle inhalasyon ajanlarının tüketiminde %65 azalma sağlanabilmektedir. Rutin klinik uygulamalara düşük akımlı anestezi tekniklerinin yerleştirilmesiyle inhalasyon ajanlarının tüketiminde %65 azalma sağlanabilmektedir (19). Taze gaz akımının 5 L/dk olduğu yüksek akımlı anesteziye, anesteziğin %80'i boşa harcanır (6).

Akımda yapılacak azalma ve seçilen anestezi ajanına bağlı olarak ortalama, 1 saatlik bir anestezi uygulamasında gaz tüketimi %50-75 arasında azalmaktadır (7). Tek bir anestezi uygulaması toplam hastane maliyetinin oldukça az bir bölümünü oluşturmasına karşın, olgu çokluğu düşünüldüğünde sağlanacak tasarrufun önemi açıktır (9).

Taze gaz oranı dışında volatil anestezi seçimi de maliyeti büyük oranda etkilemektedir. Daha yeni volatil ajanlar olan sevofluran ve desfluran, düşük kan-gaz çözünürlüğüne ve düşük anestezi potense sahiptirler. Bu özellikleri nedeniyle hasta tarafından alınimleri da daha düşüktür. Yüksek akım ile kullanıldıklarında hastanın ekspiryum havası ile büyük miktarda atılım olmakta ve yeniden yüksek bir alveoler konsantrasyon oluşturmak için sistem içine yüksek miktarda anestezi ajan verilmesi gerekmekte ve bu durumda boşa giden anestezi miktarı da daha fazla olmaktadır. Oysa bu ajanlar düşük akımla

kullanılırsa, hem daha fazla tasarruf sağlanmakta, hem de başlangıçta gerekli olan yüksek akım periyodu daha kısa olmaktadır (9, 20, 21) .

Düşük akımlı anestezide maliyet konusunda sıkça tartışılan bir diğer unsur da düşük akımlı anestezi teknikleri altında sodalaym tüketiminin daha fazla olmasıdır. Taze gaz akımının tekniğe uygun şekilde 0.5 L/dk'ya düşürülmesi ile sodalaym maliyeti 3-7 kat arttığı hesaplanmıştır. Ancak klinik uygulamada sodalaymın gerçek anlamda tüketimi yalnızca gaz akımından karbondioksit absorpsiyonu ile olmamakta, ayrıntılı hesaplanması güç olabilecek daha pek çok unsurdan da etkilenmektedir. Bunlardan bazıları, kişisel metabolik değişiklikler, solutma ve cihazla ilgili değişkenler, anestezi uygulamalarının sıklığı ve süresidir (7).

Sonuç olarak; düşük akımlı anestezi uygulamasında, sodalaym maliyeti ile anestezi gaz maliyeti karşılaştırıldığında, anestezi gazlardan sağlanan tasarrufun yanında ve düşük akımlı anestezi tekniklerinin diğer avantajlarında göz önünde bulundurulduğunda, sodalaym tüketimindeki artış oldukça önemsiz kalmaktadır (9).

VI.c. Çevre Kirliliğinde Azalma:

Çevre bilincinin zamanla artması ile çalışma ortamında anestezi gazlara maruz kalma konusu daha fazla önem kazanmaktadır. Çalışma ortamı kontaminasyonunun atık gaz sistemlerinin düzgün çalışması ile önemli düzeyde azaltılabileceği ve sorunun bu şekilde temelden çözülebileceği doğal bir gerçektir. Ancak bu şartlar altında dahi, anestezi makinesi yakınında anestezi gaz konsantrasyonu, yüksek akımlı anestezide, düşük akımlı anesteziden %40-150 oranında daha yüksek bulunmuştur. Tüm bunlara ek olarak azotprotoksit ve volatil

anesteziklerle oluşan kloroflorokarbon (CFC, enfluran, halotan, izofluran) atmosferde sera etkisi oluşturarak atmosferin ısınma sürecine katkıda bulunmakta ve ozon tabakasının hasarına neden olmaktadır (7).

“US National Institute of Occupational Safety and Health”, düşük akım tekniği ile kaçaklara da dikkat edilmesi ile ameliyathane odasında oldukça düşük oranda anestezik gaz konsantrasyonu elde etmiştir (2, 4).

VII. Düşük akımlı Anestezi Tekniğinin Dezavantajları

VII.a. Hipoksi Riski:

Yeniden solutma sonucunda inspiryum havası, hastanın akciğerinden geçmiş CO₂'i temizlenmiş ve düşük oranda O₂ içeren ve ekspirasyon havası ile karıştırılacaktır. Bu nedenle taze gaz akımındaki O₂ konsantrasyonu tekniğe uygun şekilde artırılmalıdır. Yukarıda ayrıntılı olarak değinildiği gibi O₂ alarm alt sınırı %30 olarak ayarlanmalıdır. Bu koşullara dikkatle uyulması durumunda hipoksi riskinin artması söz konusu olmamaktadır (2, 18, 22).

VII.b. Hiperkapni Riski:

Bilindiği üzere yeniden solutma oranı arttıkça CO₂ absorbanından geçen ve tekrar hastaya dönen ekspiryum havası oranı artmaktadır. Fakat ETCO₂ monitörizasyonu ile bu risk hemen hemen yok edilebilmektedir. ETCO₂ monitörizasyonunun yapılamadığı düşük akımlı

anestezi uygulamalarında ise absorbanın günlük değişiminin yapılması ve renk değişikliğine dikkat edilmesi hiperkapni riski azaltacaktır (2, 18, 22).

VII.c. İnspire Edilen Anestezik Gaz Konsantrasyonunu Tam Olarak Bilinememesi:

Taze gaz karışımı içinde gönderilen volatil ajan konsantrasyonuna, yeniden solutma sonrası dönen miktarın eklenmesi, hastaya ulaşan inspiratuvar karışım içindeki gazların anestezi başlangıcından sonuna kadar hasta tarafından alınımının değişikliğe uğraması nedeniyle hastaya ulaşması hedeflenen ve hastanın aldığı gaz konsantrasyon farkını saptamak zordur. Bu nedenden dolayı, düşük akımlı anestezi uygulamalarında anestezik gaz monitörizasyonu gerekmektedir (2, 18, 22).

VII.d. Isı Birikimi Olasılığı:

Çok uzun süreli uygulamalarda, sodalaym kaynaklı ısı birikimi olasılığından söz edilmesine karşın, klinik değerlendirmelerde anlamlı düzeylere ulaşılamamıştır (2, 18, 22).

VII.e. Bakteriyel Kontaminasyon Riskinin Artması:

Yeniden solutmaya bağlı olarak, kontaminasyon riski artabilir. Bu nedenle enfeksiyon kontrolü için tek kullanımlık hasta devreleri, etkin kimyasal dezenfeksiyon ve endotrakeal tüp

ile Y konnektör arasına yerleştirilen antimikrobiyal filtreler gibi yöntemler uygulanmaktadır (2, 18, 22).

VII.f. Direnç Artışı:

Düşük akımlı sistemlerde valvler, hortumlar ve CO₂ absorpsiyon sistemi nedeniyle solunuma karşı direnç artışı gözlenebilir. Ayrıca solutma sistemi içinde artan neme bağlı olarak valv yapışması gibi durumlar gözlenebilir. Bu gibi sorunlar geçmişteki anestezi makinelerinin yerini modern makinelerin almasıyla artık oluşmamaktadır (2, 18, 22).

VII.g. Taze Gaz Bileşimi Değişikliklerinin Anestezik Gaz Değişimine Geç Yansıması:

Düşük akımlı anestezide anestezik gaz değişiklikleri için gereken zaman sabitesinde uzama söz konusudur. Hızlı değişim gerektiren durumlarda, taze gaz akımının artırılarak hedeflenen konsantrasyona ulaşılması daha sonra tekrar akımın düşürülmesi anestezistin elindedir. Ekstübasyon dönemi için uygun zamanda volatil anestezik kapatılıp, uygun zamanda da yüksek akımlı döneme geçilirse ekspiryumdaki ajan atılımındaki gecikme kliniğe yansıtılmamış olmaktadır (2, 18, 22).

VII.h. Toksik Gaz Birikimi: (nitrojen, hidrojen, aseton, haloalkenler, argon, metan, etanol, karbonmonoksit)

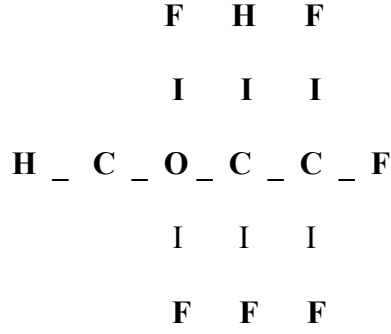
Düşük taze gaz akımları ile anestezi uygulanırsa, solutma sistemi içinde yabancı gazlar birikebileceği gibi 1 L/dk akım hızında uygulanan düşük akımlı anestezi de sürekli olarak yıkama olmakta ve gaz fazlası ile eser gazların da uzaklaştırılması sağlanmaktadır (23).

VIII. Anestezi de Kullanılan İlaçlar

VIII.a. Desfluran:

Desfluran, 1990 yılında Johns tarafından ilk kez klinik uygulamaya sokulmuş ve 1992 yılında kullanımı hızla ABD ve Avrupa'ya yayılmıştır (Şekil 4.). Diğer inhalasyon ajanlarından yalnızca halojenizasyonunda florun yer almasıyla ayrılmaktadır. İzofluranın klorür atomu yerinde bir flor atomu bulunmasıyla desfluran oluşur (Metil-etil-eter, $CF_2H-O-CFH-CF_3$). Bu fark nedeniyle izoflurana göre buhar basıncı, MAK ve moleküler stabilitesi artarken, çözünürlüğü üç kat daha azdır. Çözünürlüğünün düşük olması sayesinde hızlı etki başlangıcı, hızlı hemodinamik kontrol ve hızlı derlenme sağlar (21).

Kaynama noktası 22.8 °C, buhar basıncı 20 °C sıcaklıkta 669 mmHg, partiyon katsayıları kan/gaz için 0.45, yağ/gaz için 18.7'dir. Kan/gaz partiyon katsayısının düşüklüğü induksiyon ve derlenmenin hızlı olmasını, yağda erirliğinin az olması da etkinliğinin azlığı ve MAK değerinin yüksekliğini açıklar. MAK değeri %5.7-10 arasındadır. Bu değer yaşa bağlı farklılıklar göstermek üzere ortalama, oksijen içinde 6.35-7.25, %60 azotprotoksit içinde 3.75-4.25 olarak bulunmuştur (21, 24-27).



Şekil 4. Desfluran molekülünün kimyasal yapısı.

Sistemik Etkileri:

- **Kardiyovasküler:** Kalp atım sayısı, santral venöz basınç ve pulmoner arter basıncında düşük dozlarda genellikle belirgin olmamakla birlikte, orta derecede yükselme yapar. Miyokarda depresyona neden olur. Ancak bu etki halotandan azdır. Desfluran konsantrasyonlarında hızlı yükselme, kalp atım sayısı, kan basıncı ve katekolamin düzeylerinde izofluranda olandan daha belirgin fakat geçici yükselmelere yol açar. Konsantrasyonu hızla %7'nin üzerine yükseltirse, sempatik aktivite artışına, bu da kan basıncı ve nabız sayısında artışa neden olabilir (28).
- **Solunum:** Tidal volümü azaltır ve solunum sayısını artırır. Keskin kokusu induksiyon sırasında hava yolu irritasyonuna neden olur (28, 29).
- **Serebral:** Serebral damarları direkt olarak genişleterek normotansiyon ve normokarbide, serebral kan akımı ve intrakraniyal basıncı artırır. Oksijenin serebral metabolizma hızını belirgin derecede azaltır (28).

- **Nöromusküler:** Sinir-kas kavşağını deprese, kas gevşetici ajanları potansiyalize eder. Periferik sinir stimülasyonuna train-of-four ve tetanik yanıtı doza bağımlı olarak azaltır (28).
- **Renal:** Metabolize olmasıyla oluşan florür iyonu hemen hemen ölçülemeyecek düzeydedir. Desfluran anestezisi uygulanmış olgularda nefrotoksisite belirtilmemiştir (19, 21, 26-28, 30, 31).
- **Hepatik:** Metabolizasyonu sonucu, izofluranın beşte biri düzeyinde trifloroasetat oluşur ve bu oluşan madde halotan hepatitinin etkeni olarak gösterilmektedir fakat gözardı edilebilecek düzeyde az metabolize olur (% 0.002). Peroperatif ve postoperatif dönemde karaciğer fonksiyon testlerinde bozulma ve hepatotoksisite belirtilmemiştir (19, 21, 26-28, 30).

Klinik uygulama:

Desfluran induksiyon döneminde uygulanırsa, keskin kokusu nedeniyle salgı artışı, öksürük, nefes tutma ve laringospazma neden olur. Erişkinlerde çok belirgin olmamakla birlikte çocuklarda bu etkilerle hipoksemi gözlenebilir. Bu nedenle induksiyonda kullanımı önerilmez. Anestezi idamesi sırasında, desfluranın kan ve dokulardaki düşük çözünürlüğü nedeniyle vaporizatörden verilen anestetik konsantrasyonu ile alveollerde bulunan konsantrasyon arasındaki fark isoflurandan beş kat daha düşük olarak sonuçlanır. Anestezi induksiyonunda hedeflenen alveoler konsantrasyona ulaşmak için desfluran ile daha kısa süre yeterli olmaktadır (21, 26, 27).

Anestezi idamesi döneminde, desfluran ile kalp atım hızında artışlara rastlanabilir. Bu taşikardik etki, derin anestezi altında oluşur. Dolayısıyla hastanın uyanık olması ya da ağrı duyması ile karıştırılmamalıdır. Kalp atım hızı artışına, kan basıncı artışı da eşlik edebilir ancak bu belirtiler geçicidir. Anestezinin derinleştirilmesiyle birlikte aniden ortaya çıkar ve birkaç dakika içinde kaybolur (21, 26).

Desfluranın buhar basıncının yüksek olması, vaporizörünün yeni bir teknolojiyle üretilmesini gerektirmiştir. Yüksek bölgelerde oda ısısında kaynar, bu yüzden özel vaporizatöre gereksinim vardır. TEC 6 vaporizörleri (Ohmeda, Madison, ABD) yüksek basınçlı konvansiyonel vaporizatörlerden farklı olarak, elektronik kontrol sistemine sahiptir. Sıvı desfluran 39 °C'ye kadar ısıtılır ve böylece 1 460 mmHg'lık sabit bir buhar basıncı elde edilir. Elektronik olarak kontrol edilen bir regülatör, vaporizatör üzerinde ayarlanmış olan taze gaz konsantrasyonunu sağlayacak miktarda desfluranı buharlaştırarak, taşıyıcı gazla karıştırır. Bu vaporizatör bazı güvenlik özelliklerine sahiptir. Buharlaştırma haznesi ile regülatör arasına yerleştirilmiş ve gaz geçişini engelleyici görev yapan kapatacılı valf, ancak cihazın anestezi makinesindeki yerine düzgün olarak yerleştirilmesi, elektriğe bağlanması ve çalışır durumda olması durumunda açılmaktadır. Desfluran vaporizatörünün çalıştığı gaz akımı sınırları, 0.2-10 L/dk olarak belirlenmiştir (1).

Johnston ve ark.'nın (24) deneysel uygulamalarında yaptıkları çalışmada, %10 konsantrasyonda desfluran ile 1 L/dk taze gaz akımlı anestezi uygulaması sırasında, taşıyıcı gaz olarak %100 O₂ verildiğinde dışarı atılan desfluran konsantrasyonu %10.3, %100 hava ile %9.4, %30 O₂ ve %70 N₂O ile %8.7, %100 N₂O ile %8.1 bulunmuş. Yine aynı çalışmada, taze gaz akım oranı 10 L/dk'ya çıkarılarak aynı parametreler ölçüldüğünde, %100 O₂ ile %100 N₂O arası dışarıya atılan desfluran farkı %0.9 iken bu değer 1 L/dk için %2.25 olarak

hesaplanmıştır. Sonuç olarak, yüksek akımda yüksek vaporizör ayarları gerektiği belirtilmiştir. Anestezinin sonlandırılması döneminde de, desfluranın alveoler konsantrasyonu vaporizatörün kapatılmasıyla hızla azalmaktadır. Buna bağlı olarak derlenme dönemi de daha kısa sürmektedir (21, 26).

Işık ve ark'nın (32) da, desfluran anestezinin verildiği hasta grubunda sözel uyarıya ilk yanıtın alınmasına kadar geçen süre, izofluran verilen gruba oranla iki kat daha kısadır. Yıldırım ve ark'nın (19) benzer şekildeki çalışmalarına göre, sırayla izofluran, sevofluran, desfluran kullanılarak düşük akımlı anestezi verilen üç ayrı grubun karşılaştırılmasında, postoperatif derlenme takibinde Aldret skalasına göre, sevofluran grubu izofluran grubuna göre, desfluran grubu ise diğer iki gruba göre daha kısa sürede derlenme göstermiştir. Çalışmalarında da, desfluran anestezinin verildiği hasta grubunda sözel uyarıya ilk cevabın alınmasına kadar geçen süre, izofluran verilen gruba oranla iki kat daha kısadır. Günübirlik anestezide en iyi ajan olarak bilinen propofol ile desfluranın karşılaştırıldığı bir araştırmada hastalar dört gruba ayrılmış ve her gruba verilecek desfluran ve propofol sabit dozda uygulanmış (desfluran indüksiyon %3-3.5, desfluran idame %6-7.5, propofol indüksiyon 2.5 mg/kg). 1. gruba indüksiyon ve idamede desfluran, N₂O ve O₂ karışımı verilmiş derlenme zamanı 148-196 dk, 2. gruba indüksiyon ve idamede desfluran, O₂ ve hava karışımı uygulanmış derlenme zamanı 120-215 dk, 3. gruba indüksiyonda propofol idamede desfluran, N₂O ve O₂ uygulanmış derlenme 143-204 dk ve son olarak 4. gruba indüksiyon ve idamede propofol, O₂ ve hava karışımı verilmiş derlenme 110-199 dk olarak bulunmuştur. Yapılan değerlendirmelerin sonucunda, propofol ile desfluran derlenme zamanı farkının klinik uygulamada çok da büyük önem taşımadığı belirtilmiştir (26).

Naguib ve ark'nın (30) çalışmasıyla da desfluran ile derlenmedeki sürecin kısalığı bir kez daha belirtilmiştir. Spontan göz açma zamanı ortalama 3.81 dk, derlenme odasında kalış süresi 17.22 dk olarak bulunmuştur.

VIII.b.Azotprotoksit:

Klinik kullanımdaki tek inorganik gazdır. Renksiz ve kokusuzdur. Potent volatil anesteziklerin aksine, oda ısısında ve ortam basıncında gazdır. Basınç altında sıvı olarak korunur. Genel anestezik etkisi zayıf fakat analjezik etkisi güçlüdür (33).

Sistemik Etkileri:

- **Kardiyovasküler:** Miyokardiyal kontraktiletiyi *in vitro* olarak deprese ederse de, *in vivo* olarak arteriyel kan basıncı, kardiyak debi ve kalp atım sayısı değişmez veya katekolaminleri stimüle etmesi nedeniyle önemsiz derecede yükselir. Pulmoner düz kasların kontraksiyonu sağ atrium basıncı yükselişine yol açan pulmoner vasküler rezistans artışı yapar. Endojen katekolaminleri artırdığı için, epinefrin kökenli disritmilerin insidansı yüksektir (28, 29, 33).
- **Solunum:** Santral sinir sistemi stimülasyonu ve pulmoner gerilim reseptörlerinin aktivasyonu sonucu, solunum sayısını artırır, tidal volümü düşürür. Arteriyel hipoksiye ventilatuar yanıtı belirgin derecede deprese eder (28, 29, 33).
- **Serebral:** Serebral kan akımını ve serebral kan volümünü artırarak, intrakraniyal basınçta hafif yükselme yapar. Serebral oksijen tüketimini de artırır (28, 29, 33).

- **Nöromusküler:** Diğer inhalasyon anesteziplerinin aksine önemli kas gevşemesi oluşturmaz (28, 29, 33).
- **Renal:** Renal vasküler rezistansı artırarak kan akımını azaltır. Bunun sonucu glomerüler filtrasyon hızı ve üriner atılım azalır (28, 29, 33).
- **Hepatik:** Hepatik kan akımını düşürür, fakat volatil anesteziplerle olana göre daha az derecededir (28, 29, 33).

Kontrendikasyonları:

Kanda nitrojen 35 kat daha fazla erir. Bu nedenle, nitrojenin kan akımı tarafından absorbe edilmesinden daha hızlı olarak, hava içeren kavitelere difüze olur. Buna bağlı olarak;

- Hava embolisi
- Pnömotoraks
- Akut intestinal obstrüksiyon
- İntrakraniyal hava
- Pulmoner hava kistleri
- İntraoküler hava kabarcıkları
- Timpanik membran greftleri

olan durumlarda kontrendikedir (28, 29, 33).

VIII.c. Veküronyum Bromür:

Steroid yapısındaki veküronyum bromür, bir kuarterner metil grubunun bulunmaması dışında, pankuronyum ile aynı yapıdadır. Bu küçük yapısal değişiklik veküronyumun etki gücünü değiştirmeksizin ajanı yan etkiler bakımından avantajlı hale getirir. Veküronyum çok az oranda karaciğerde metabolize edilir. Birincil olarak safra yoluyla ve ikincil olarak (%25) böbreklerden atılır. Veküronyumun entübasyon dozu 0.08-0.12 mg/kg olup blok süresi yaklaşık olarak 15-20 dakikadır (28, 29).

Sistemik etkileri:

- **Kardiyovasküler:** Yüksek dozlarda bile kardiyovasküler yanıtı yol açmaz (28)
- **Nöromusküler:** Yoğun bakım ünitelerinde yatan hastalarda vekuronyumun uzun süre kullanımı 3-hidroksi metabolitinin birikimi sonucu, uzamış sinir kas bloğuna neden olabilir. Vekuronyum ganglion blokajına ve histamin salınımına yol açmaz, vagolitik etkisi çok azdır (28, 29).
- **Renal-hepatik:** Safra ile atılmasına karşın 0.15 mg/kg'dan yüksek dozda verilmediği sürece, sirozlu hastalarda dahi etki süresinde uzama görülmez (34-36).

IX. Anestezi Makinesi (Julian, Drager Medizintechnik, Lübeck, Almanya)

Julian anestezi makinesi, Drager makineleri içinde taze gaz akımının elektronik olarak denetlendiği ilk üründür. Makine açıldığında otomatik olarak çok basamaklı bir test işlemi başlar, gerek görülmesi durumunda test işlemi bir dakika sonra sonlandırılabilir. Elektronik denetimli gaz akım sistemi, minimal akımlı anestezi için gerekli olan 0.5 L/dk'ya kadar duyarlı bir şekilde çalışır. Taşıyıcı gazın bileşimi (hava-O₂ ya da N₂O-O₂), toplam taze gaz akımı ve oksijen konsantrasyonu ayarlanabilir. Taze gaz akımının 0.5 L/dk'dan daha düşük bir değere ayarlanması olanaksızdır. En düşük oksijen akımının 250 mL/dk ve taze gazdaki oksijen konsantrasyonunun da %25 ile sınırlandırılmış olması, düşük akımlı tekniklerin uygulanması sırasında solutma sistemi içinde azotprotoksit konsantrasyonu çok düştüğü zaman gaz bileşiminin azotprotoksit lehine ayarlanabilmesini engeller. Elektronik olarak denetlenen doz ayarlama sistem, taze gazı 0.5 L'lik bir rezervuar tankta 0.6 ile 1.2 mbar arasında dalgalanan bir basınç altında depolar. Tank içinde depolanmış olan gaz sisteme verilmediği sürece taze gaz bileşimindeki değişiklikler etkili olmayacaktır. Taze gaz, solutma yöntemiyle uyum içinde ve ayarlanmış olan değeri tam karşılayacak miktarda yalnızca ekspiratuvar dönemde solutma sistemi içine verilir. İnspirasyon döneminin sonunda körük içinde kalan gaz hacmi rezervuar işlevi görür. Gaz hacmi eksikliği durumunda körük yeterince dolmaz ve fanusun tabanına kadar ulaşamaz. Ancak; bundan kaynaklanan -1 mbar'lık negatif basınç önemsizdir.

Sonuç olarak; Julian anestezi makinesi, düşük ve minimal akımlı anestezinin kolay ve güvenli bir şekilde uygulanabilmesini sağlar (37, 38).



Şekil 5. Julian (Drager Medizintechnik, Lübeck, Almanya)

X. Bispektral İndeks Monitörizasyonu (BİS)

Genel anesteziğin santral sinir sistemini deprese ederek bilinci bloke etmeleri ve serebral korteksin elektriksel aktivitesinin EEG (Elektroensefalogram) kullanılarak ölçülebilmesinden yola çıkılarak, EEG'nin bazı komponentlerinin kullanılması ile anestezi derinliğinin ölçülebileceği hipotezi 1937'de ortaya atılmıştır. 1996 yılında Amerikan Gıda ve İlaç Komitesi (FDA) tarafından onayı alınmasıyla da BİS monitörizasyonu kullanımı yaygınlaşmıştır (39, 40).

Bispektral indeks, anestezi ve sedatif ajanların beyindeki hipnotik etkilerini, bilinç ve bilinç kaybı arasındaki ilişkiyi gösteren, EEG'nin amplitüd ve frekans ölçümlerinin istatistiksel bir derivesidir. BİS %0-100 arasında sayısal değer olarak hastanın hipnotik düzeyini sürekli olarak ölçer. İdeal anestezi derinlik göstergesi, genel anestezinin ana komponentleri olan hipnoz, analjezi ve kas gevşemesini ölçebilmelidir. Ancak BİS anestezinin yalnızca hipnotik komponentini ölçerek anestezi ve analjezik ajanların titrasyonuna olanak sağlar (3).

BİS başlangıçta sadece hipnoz monitörizasyonu için geliştirilmişken, sayısız çalışmalarla intraoperatif farkında olma riskinin ortadan kaldırılması, hipnotik ajan tüketiminde azalma, ekstübasyon zamanında kısılma, postoperatif bulantı-kusma insidansında azalma, derlenme odasında kısa süre kalım ve hastaneden erken taburculukla efektif ilaç kullanımı ve ekonomi sağlanmıştır (3, 41).

Volatil ve intravenöz anesteziğin kullanılarak yapılan çalışmalarda doza bağlı olarak sedasyon ve hipnotik düzeyin derinleştiği, bunun klinik ve hemodinamik parametrelerle korelasyon gösterdiği saptanmıştır. BİS değişiklikleri dakikalar içinde yavaş olarak gelişir, ani yükselmelerin büyük kısmı artefakt olarak yorumlanmalıdır. Ancak nadiren de olsa, ağırlı ya

da işitsel uyarıların hastada neden olduğu ani uyanma bu şekilde gözlenebilir. En sık artefakt nedenleri; elektrokoter kullanılması, yüksek elektromiyografi (EMG) aktivitesi ile pace ve elektrokardiyogram (EKG) sinyalleri olarak sıralanabilir.

Hatırlama, hafıza ve psikolojik testlerin değerlendirilmesi ile BİS'in yeterli hipnotik düzeyi ortalama %60-40 arasında gösterdiği belirlenmiştir. Uyanık ve premedike edilmemiş hastalar %100-93, uyarılara cevapsızlık %80-75, bilinç kaybı %75-68, genel anestezi altındaki cerrahiye yüksek yanıtızlık %60-45, derin kortikal supresyon %40-30, kortikal sessizlik %0 değerleri olarak tanımlanmıştır (3, 42-46).

Özellikle yüksek doz opioid kullanılan kardiyak anestezi, opioidlerle kombine yapılan TIVA (Total intravenöz anestezi) uygulamalarında görülebilecek farkında ya da uyanık olmanın önlenmesinde, düşük doz anestetik kullanılması gereken kritik hastaların anestezi yönetiminde, sürekli sedasyon uygulanan yoğun bakım hastalarının sedasyon düzeylerinin ve bilinç durumlarının değerlendirilmesinde son derece yararlı bilgiler sağlamaktadır. Anestezi altındaki hastada uyanma, kas gevşetici ve opioid etkisi altında bile BİS diyagramında ani artışlar şeklinde kendini gösterir. Hasta uyanırsa bunun en erken kanıtı BİS sayısal ve dalga göstergelerinde gelişen ani yükselmedir. Yapılan çalışmalar anestezi altındaki hastalarda değişen ağırlı uyarılarla hemodinamik değişiklikler olmadan da hipnotik etki düzeyinin değişebileceği göstermiştir. BİS direkt bir analjezi göstergesi değildir, ancak dolaylı olarak ağırlı uyarıların neden olduğu santral sinir sistemi değişikliklerini ortaya koyabilir. Anestezi altındaki hastada analjezi yeterli değilse ağırlı uyarının neden olduğu kortikal aktivasyon BİS trasesinde değişikliğe yol açar, analjezi sağlandıktan sonra kortikal supresyona paralel olarak BİS normale döner. Klinik çalışmalardan toplanan veriler sonucunda, BİS değerlerinin hipnotik ajana kombine olarak verilen opioidlerden etkilenmediği kanıtlanmıştır. N₂O'in

%50'ye kadar inhalasyonu bilinçsizlik yapmazken, BIS değerini de değiştirmez. %70 N₂O ise sesli uyarılara yanıtızlık oluştururken, BIS değerinde yine değişiklik oluşturmaz. Sonuç olarak N₂O'in hipnotik duruma çok az etkisi vardır ve esas olarak analjezik olup BIS değerini etkilememektedir. Benzer olarak remifentanilin yükselen doz aralıklarına karşı, sabit dozda hipnotik verilerek elde edilen BIS değerlerinin karşılaştırılmasında hiçbir değişiklik saptanmamıştır (39, 42, 47, 48).

BIS monitörizasyonunun yararları:

1. Yeterli hipnotik düzeyi sağlayacak minimal anestejik ajan kullanılmasına,
2. İlaça kişisel yanıt farklılıklarının, birden çok ilaç kullanımının ve farklı cerrahi uyarıların neden olduğu hipnotik düzey değişikliklerinin belirlenmesine ve ortadan kaldırılmasına,
3. Seçilen anestejik yöntemin en etkin şekilde uygulanmasına,
4. Ameliyat sırasında hastanın uyanık ya da farkında olmasının yaratacağı risklerin ortadan kaldırılmasına,
5. Anestejik, analjezik, kas gevşetici ve vazoaktif ajanların en efektif titrasyonuna,
6. Derlenme profilinin kısa ve en iyi şekilde tamamlanmasına,
7. Hastaneden daha erken taburculuğa olanak sağlar (41).

BİS'in klinik kullanımını sınırlayan durumlar

1. Ketamin EEG'de eksitatör değişikliklere neden olan bir ajandır. Bu nedenle BİS ile kullanımı güvenli değildir.
2. Azotprotoksit ile yapılan çalışmalarda %70 konsantrasyona kadar BİS değerini etkilemediği gösterilmiştir.
3. Ensefalopati ya da nrotravmalı hastalarda BİS mental durumu yansıtmaz. Bu nedenle nörolojik hastalıklarda kullanılmamalıdır.
4. Spontan soluyan hastalarda yüksek EMG (Elektromyografi) aktivitesi BİS trasesinde artefakt nedeni olacaktır. Bunun neden olduğu hatayı düzeltmek karmaşık istatistiksel yöntemleri gerektirir (3).

BİS Uygulanması:

Cilt bölgesi alkollü solüsyonlarla temizlenip kurulandıktan sonra frontotemporal bölgeye sensör yerleştirilir. 1. sensör iki kaş arası mesafeden yaklaşık 2 cm yukarıya, 3. sensör sağ ve sol göz hizası ile sağlı deri arası mesafe ortasına, 2. sensör ise, bunların ortasına yapıştırılır. Sensör cihaza bağlandıktan sonra cihaz tarafından sensörlerin iletkenlik testi yapılır. BİS değeri 15-30 sn nceki EEG verisinden türetildiği için, çok kısa süreli de olsa verilerin gecikmeli olarak ekrana geldiği unutulmamalıdır



Şekil 6. Bispektral İndeks Monitörü

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul onayı (20.06.2005 tarih 169 sayılı) ve hasta yazılı onamı alındıktan sonra, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi ameliyathanelerinde gerçekleştirildi. Elektif septorinoplasti operasyonu planlanan ve ASA (Amerikan Anesteziyologlar Derneği) I-II risk grubundan olan 40 erişkin olgu çalışmaya dahil edildi.

Ciddi hepatik, renal, kardiyovasküler hastalığı, astımı, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, hematolojik bozukluğu olanlar, hamileler, opioid, antikoagulan kullananlar ve hasta olur formundaki bilgilere onam vermeyenler çalışmaya dahil edilmedi. Çalışma yapılacak olgulara operasyon ve uygulanacak anestezi yöntemi hakkında bilgi verilip, yazılı onayları alındı. Tüm olgulara operasyondan 1 saat önce 0.1 mg/kg midazolam intramusküler olarak uygulandı.

Olgular; Yüksek Akım (YA) ve Düşük Akım (DA) olmak üzere iki eşit gruba ayrıldı. Grupların belirlenmesi rastgele yapıldı.

Monitörizasyon

1. Hemodinamik izlem için; elektrokardiyografi (EKG), non-invaziv sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB) ve ortalama arter basıncı (OAB) ve periferik oksijen saturasyonu (SpO₂) monitörize edildi (Odam Physiogard, SM 786, France).
2. Anestezi derinliği BIS (A-2000 Bispectral Index, Aspect Medical Systems, Netherlands) ile monitörize edildi. Bu amaçla frontotemporal yerleştirilen elektrodlar kullanılarak ölçülen değerler kaydedildi.

Anestezi Uygulaması

Hastalara el sırtından yerleştirilen 18-20 G iv kanülden 5-7 mL/kg/sa serum fizyolojik infüzyonuna başlandı. Anestezi indüksiyonunda her iki gruba da; 4-6 mg/kg Na-tiyopental, kas gevşemesi için 0.1 mg/kg veküronyum ve analjezi için 2 µg/kg fentanil iv olarak verildi. Anestezi başlangıç zamanı kaydedildi. Yeterli kas gevşemesi sağlandıktan sonra endotrakeal entübasyon gerçekleştirildi. Tüm olgulara, 2 L/dk O₂-2 L/dk N₂O akımı ile BİS değeri göz önüne alınarak %4-8 konsantrasyonda desfluran karışımı verilerek, tidal volüm 8 mL/kg, ETCO₂ 30-40 mmHg sınırları arasında tutulması kaydıyla solunum sayısı 10/dk, SpO₂ %100-94 olması şartıyla FiO₂ 0.5 olarak kontrollü mekanik ventilasyon başlatıldı.

Uygun saha temizliği ve örtülmesini takiben, cerrah tarafından 10 mL 1/200 000 adrenalin içeren %2 lidokain hidroklorür (Jetokain Ampul®, Adeka) ile infiltrasyon anestezisi uygulanarak, 5 dk beklendikten sonra operasyona başlandı. Operasyonun başlangıç zamanı kaydedildi.

Düşük akım grubunda; 10 dk süren yüksek akım anestezi dönemi sonrasında, düşük akımlı anestezi dönemine geçildiğinde akım 1 L/dk'ya (0.5 L/dk O₂-0.5 L/dk N₂O) düşürüldü, yüksek akım uygulanan grupta ise akım değiştirilmeden (2 L/dk O₂-2 L/dk N₂O) devam edildi.

Anestezi idamesi süresince, BİS %40-60 aralığında tutulmak üzere desfluran konsantrasyonu ayarlandı. ETCO₂'in 40 mmHg üzerine çıkması, FiO₂'nin 0.3 ve SpO₂'nin %94'in altına düşmesi durumunda taze gaz akımı 6 L/dk düzeyine yükseltilmesi, kalp atım hızı 50 atım/dk'nın altına düştüğünde 0.5 mg atropin iv olarak uygulanması, OAB 60 mmHg'nin altına düştüğünde ve ya kontrol değerinin %20 altına düştüğünde, öncelikle iv

kristaloid sıvı infüzyonu, bu uygulama ile düzelme sağlanamazsa 5-10 mg efedrin iv uygulanması planlandı.

Uyanma ve Derlenme

Son cerrahi sütünle birlikte desfluran kapatılarak, akım 4 L/dk olacak şekilde tüm hastalara %100 O₂ verildi. Akciğerler spontan solunum geri dönünceye kadar manuel olarak ventile edildi. Spontan solunumun başlamasıyla birlikte 0.02 mg/kg atropin ve 0.04 mg/kg neostigmin iv verilerek deküarizasyon yapıldı. BIS değeri \geq %80'e ulaştığında hastalar ekstübe edildi. Tüm olgular ekstübe edildikten sonra ayılma odasına alınarak olası yan etkiler ve derlenmenin değerlendirilmesi amacıyla 30 dk izlendi. Olguların ağrıları verbal nümerik skalaya (VNS) (0 = ağrı yok, 10 = çok şiddetli ağrı) göre değerlendirildi. VNS \geq 3 olduğunda 1 mg/kg petidin (Aldolan®-Liba) im, bulantı/kusma şikayeti olduğunda 0.25 mg/kg metoklopramid (Metpamid® - Biyofarma) iv uygulandı. Aldret Derlenme Skoru (ADS) \geq 9 olan olguların servislerine gönderildi (49).

Kaydedilen Parametreler ve Kayıt Zamanları

1. Olguların demografik özellikleri (yaş, ağırlık, ASA skoru, cinsiyet) ile anestezi ve operasyon süreleri,
2. Anestezi ile operasyon başlangıç ve bitiş zamanları,
3. Sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB), ortalama arter basıncı (OAB), kalp atım hızı (KAH) ve oksijen satürasyonu (SpO₂) değerleri, operasyon masasına alındığında (kontrol)
4. Sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB), ortalama arter basıncı (OAB), kalp atım hızı (KAH) ve oksijen satürasyonu (SpO₂), ETCO₂ (mmHg),

inspiryum ve ekspiryumda desfluran (%), entübasyondan 1dk sonra, cerrahinin ilk yarım saatinde 5 dk'lık aralıklarla (5, 10, 15, 20, 25, 30), cerrahinin ilk yarım saati sonrasında 10 dk'lık aralıklarla (40, 50, 60, 70, 80, 90), ekstübasyondan 1 dk sonra

5. Derlenme odasında SAB, DAB, OAB, KAH, SpO₂, VNS ve ADS ekstübasyondan 5, 15, 30. dakikalarda kaydedildi.

Maliyet hesaplaması, her iki hasta grubunda peroperatif izlemlerindeki anestezi süresi için ayrı ayrı Dion Formülü uygulanarak hesaplandı ve ortalamaları alındı (50-53).

Dion Formülü (54):

$$C = P \times F \times T \times M / 2412 \times d$$

P = vaporizatör konsantrasyonu (%)

F = taze gaz akımı (L/dk)

T = süre (dk)

M = molekül ağırlığı (g)

d = dansite (g/mL)

C = kullanılan volatil anestezi (mL)

Desfluranın molekül ağırlığı: 1.465 g, dansitesi: 168 g /mL alınarak hesaplama yapıldı (21, 25, 26, 53).

1 mL desfluran satış fiyatı kullanılarak (Mart-2006 tarihinde geçerli olan), tüketilen mL'nin maliyeti YTL olarak hesaplandı.

İstatistiksel Analiz

Yapılan çalışmanın istatistiksel analizi, SPSS 12.0 programı kullanılarak gerçekleştirildi. Veriler, [ortalama-standart sapma, ortanca (%25-75), (en az-en çok), n (%)] olarak sunuldu. İkili bağımsız grupların karşılaştırılmasında Tek Yönlü Anova, bağımlı grupların üç veya daha fazla tekrarlayan ölçümlerinin karşılaştırılması için Tekrarlı Ölçümlerle Varyans Analizi testleri kullanıldı. ASA, cinsiyet, perioperatif ve postoperatif yan etki gibi verilerin değerlendirilmesinde Ki-kare veya Fisherin kesin Ki-kare testleri uygulandı. $p<0.05$ anlamlılık sınırı olarak kabul edildi.

Tablo II. Aldret Derlenme Skorlaması (49).

AKTİVİTE	
4 ekstremitayı komutla veya kendi isteğiyle hareket ettirebilmesi	2
2 ekstremitayı komutla veya kendi isteğiyle hareket ettirebilmesi	1
Ekstremitelerde hareket olmaması	0
SOLUNUM	
Solunum derinliği yeterli, öksürebiliyor	2
Dispne veya sınırlı solunum	1
Apne	0
DOLAŞIM	
Preanestezik düzeyin \pm %20'si	2
Preanestezik düzeyin \pm %20-%50'si	1
Preanestezik düzeyin \pm %50'si	0
BİLİNÇ	
Tam uyanık	2
Uyandırılabilir	1
Sözlü uyarana yanıt yok	0
RENK	
Pembe	2
Soluk, sarı	1
Siyanotik	0

BULGULAR

Çalışmamızdaki olguların demografik verileri ile operasyon ve anestezi süreleri karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark görülmedi (Tablo III).

Zamana bağlı KAH değerleri karşılaştırıldığında; gruplar arası ve grup içi değerlendirmelerde anlamlı farklılık görülmedi (Tablo IV).

Zamana bağlı SAB değerleri karşılaştırıldığında; gruplar arası değerlendirmede DA ve YA için 5. dk değerlerinde anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). Grup içi değerlendirmede ise anlamlı farklılık görülmedi (Tablo V).

Zamana bağlı DAB değerleri karşılaştırıldığında; gruplar arası değerlendirmede DA ve YA için 5, 15, 70, 90. dk değerlerinde anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). Grup içi değerlendirmede anlamlı farklılık görülmedi (Tablo VI).

Zamana bağlı OAB değerleri karşılaştırıldığında; gruplar arası değerlendirmede DA ve YA için 5. dk değerlerinde anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). Grup içi değerlendirmede anlamlı farklılık görülmedi (Tablo VII).

Zamana bağlı SPO₂ değerleri karşılaştırıldığında gruplar arası değerlendirmede DA ve YA için 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, ekstübasyon 1. dk değerlerinde anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). Ancak; istatistiksel anlamlılığa rağmen her iki grup içinde

tüm ölçümlerindeki SPO₂ değerleri normal sınırlar içinde kaldı. Grup içi değerlendirmede anlamlı farklılık görülmedi (Tablo VIII).

Zamana bağlı ETCO₂ değerleri karşılaştırıldığında; gruplar arası ve grup içi değerlendirmenin herikisinde de anlamlı farklılık görülmedi (Tablo IX).

Zamana bağlı inspiryum ve ekspiryum desfluran değerleri karşılaştırıldığında, gruplar arası ve grup içi değerlendirmenin herikisinde de anlamlı farklılık görülmedi (Tablo X).

Zamana bağlı VNS değerleri karşılaştırıldığında; gruplar arası değerlendirmede DA ve YA için 15, 30. dk değerlerinde anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). Grup içi değerlendirmede ise anlamlı farklılık görülmedi (Tablo XI).

Zamana bağlı ADS değerleri karşılaştırıldığında; gruplar arası değerlendirmede DA ve YA için 5, 15. dk değerlerinde anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). Grup içi değerlendirmede anlamlı farklılık görülmedi (Tablo XII).

Hasta başına kullanılan ortalama volatil anesteziik madde miktarının (mL) zamana bağlı verileri karşılaştırıldığında; gruplar arası değerlendirmede anlamlı farklılık görüldü ($p<0.05$) (Tablo XIII).

Her hasta için kullanılan ortalama volatil anesteziik maddenin maliyetinin (YTL) zamana bağlı verileri karşılaştırıldığında; gruplar arası değerlendirmede anlamlı farklılık görüldü ($p<0.05$) (Tablo XIV).

Tablo III. Olguların demografik özellikleri, operasyon ve anestezi süreleri [Ort±SS]

	Grup YA (n=20)	Grup DA (n=20)
Yaş (yıl)	28.0 ± 8.3	27.7 ± 5.5
Ağırlık (kg)	72.1 ± 10.0	66.6 ± 9.4
Boy (cm)	171.8 ± 9.5	166.9 ± 8.6
Cinsiyet (K/E)	9.0/11.0	15.0/5.0
ASA (I/II)	20.0/0.0	17.0/3.0
Anestezi Süresi (dk)	121.3 ± 21.1	118.8 ± 25.0
Operasyon Süresi (dk)	104.9 ± 21.1	99.9 ± 22.4

Tablo IV. KAH değerleri (atım/dk) [Ort±SS (en az-en çok)]

Zaman	Grup YA (n=20)	Grup DA (n=20)
Kontrol	85.0 ± 16.0 (48-16)	82.9 ± 14.7 (53-109)
1. dk	88.8 ± 18.1 (61-127)	97.1 ± 19.1 (67-132)
5. dk	81.1 ± 16.1 (55-113)	91.6 ± 15.8 (71-130)
10. dk	77.6 ± 12.7 (54-100)	84.1 ± 14.8 (59-108)
15. dk	74.5 ± 11.5 (59-99)	78.5 ± 12.8 (59-102)
20. dk	72.5 ± 10.4 (55-90)	78.0 ± 13.8 (56-106)
25. dk	71.3 ± 9.7 (54-88)	77.2 ± 12.7 (60-104)
30. dk	69.5 ± 9.3 (53-84)	75.7 ± 13.5 (60-110)
40. dk	69.4 ± 8.9 (55-89)	74.4 ± 11.8 (56-101)
50. dk	71.2 ± 10.9 (56-91)	73.3 ± 12.2 (57-98)
60. dk	72.4 ± 11.7 (53-95)	73.1 ± 13.2 (58-107)
70. dk	71.5 ± 10.0 (56-94)	73.0 ± 13.0 (57-106)
80. dk	73.0 ± 10.0 (62-100)	76.4 ± 13.6 (58-104)
90. dk	75.8 ± 10.7 (63-95)	75.5 ± 11.5 (57-99)
Ekstübasyon 1. dk	93.0 ± 19.1 (63-127)	97.3 ± 15.2 (73-130)
Derlenme 5. dk	81.7 ± 12.0 (59-104)	90.3 ± 20.7 (52-129)
Derlenme 15. dk	80.6 ± 12.4 (60-102)	83.8 ± 16.5 (56-117)
Derlenme 30. dk	78.0 ± 9.4 (59-97)	85.2 ± 15.4 (58-112)

Tablo V. SAB değerleri (mmHg) [Ort±SS (en az-en çok)]

Zaman	Grup YA (n=20)	Grup DA (n=20)
Kontrol	126.4 ± 16.1 (106-157)	126.1 ± 13.1 (97-152)
1. dk	127.7 ± 19.2 (91-163)	130.3 ± 17.4 (103-164)
5. dk	109.7 ± 14 (85-132)	122.1 ± 17.7 (89-151) *
10. dk	104.0 ± 13.6 (80-125)	102.8 ± 27.0 (61-131)
15. dk	94.1 ± 22.5 (71-118)	102.5 ± 15.0 (71-128)
20. dk	96.3 ± 10.5 (79-111)	100.8 ± 16.2 (71-128)
25. dk	93.7 ± 10.0 (80-111)	94.7 ± 25.3 (73-132)
30. dk	94.8 ± 12.8 (71-118)	100.4 ± 15.7 (61-138)
40. dk	96.4 ± 11.5 (74-118)	100.4 ± 15.7 (78-144)
50. dk	98.3 ± 12.2 (80-123)	101.7 ± 13.8 (78-134)
60. dk	98.9 ± 13.4 (81-126)	102.2 ± 15.5 (80-126)
70.dk	99.8 ± 14.2 (74-121)	105.2 ± 13.9 (84-134)
80. dk	96.8 ± 23.0 (61-124)	107 ± 7.6 (80-139)
90. dk	102.9 ± 14.8 (80-132)	106.9 ± 14.8 (82-129)
Ekstübasyon 1. dk	127.9 ± 17.7 (95-164)	129.2 ± 15.6 (110-158)
Derlenme 5. dk	127.5 ± 17.0 (75-155)	129.9 ± 19.1 (88-155)
Derlenme 15. dk	127.3 ± 14.7 (107-166)	127 ± 17.4 (92-147)
Derlenme 30. dk	128.9 ± 16.8 (105-181)	131.9 ± 16.2 (85-157)

* : p<0.05 (gruplar arası karşılaştırma)

Tablo VI. DAB değerleri (mmHg) [Ort±SS (en az-en çok)]

Zaman	Grup YA (n=20)	Grup DA (n=20)
Kontrol	73.3 ± 11.3 (50-94)	81.9 ± 19.2 (59-150)
1. dk	81.1 ± 16.6 (45-108)	91.8 ± 18.3 (62-128)
5. dk	65.4 ± 10.9 (47-88)	80.3 ± 20.5 (55-151) *
10. dk	57.6 ± 11.9 (40-82)	63.2 ± 17.9 (39-116)
15. dk	48.7 ± 8.3 (34-66)	57.0 ± 15.2 (34-106) *
20. dk	50.1 ± 11.4 (34-74)	55.9 ± 14.2 (34-95)
25. dk	49.1 ± 10.1 (36-74)	55.4 ± 16.4 (35-99)
30. dk	49.2 ± 7.4 (37-62)	56.7 ± 16.6 (37-98)
40. dk	51.3 ± 6.4 (36-61)	56.3 ± 14.5 (41-93)
50. dk	53.9 ± 10.2 (35-71)	58.6 ± 14.2 (42-101)
60. dk	53.2 ± 11.4 (37-76)	59.3 ± 14.0 (42-92)
70. dk	54.7 ± 10.7 (40-75)	63.6 ± 14.7 (43-96) *
80. dk	55.7 ± 1.3 (42-79)	63.8 ± 16.9 (42-94)
90. dk	57.0 ± 11.2 (42-81)	65.4 ± 14.1 (44-93) *
Ekstübasyon 1. dk	80.2 ± 17.6 (53-108)	84.8 ± 17.8 (56-128)
Derlenme 5. dk	75.7 ± 10.2 (49-88)	81.8 ± 17.5 (50-138)
Derlenme 15. dk	75.8 ± 9.8 (57-99)	78.8 ± 22.5 (28-149)
Derlenme 30. dk	75.2 ± 10.1 (54-98)	80.9 ± 18.7 (62-148)

* : p<0.05 (gruplar arası karşılaştırma)

Tablo VII. OAB değerleri (mmHg) [Ort±SS (en az-en çok)]

Zaman	Grup YA (n=20)	Grup DA (n=20)
Kontrol	89.6 ± 11.7 (70-109)	91.8 ± 12.5 (72-120)
1. dk	98.1 ± 16.7 (66-125)	101.7 ± 17.4 (79-135)
5. dk	81.9 ± 11.1 (69-107)	90.2 ± 13.9 (66-112) *
10. dk	74.6 ± 12.8 (51-108)	74.8 ± 14.0 (52-98)
15. dk	67.4 ± 8.3 (53-81)	69.3 ± 12.1 (50-90)
20. dk	66.8 ± 9.6 (51-86)	67.9 ± 11.8 (50-91)
25. dk	65.2 ± 7.6 (49-82)	66.8 ± 14.0 (47-99)
30. dk	65.7 ± 9.0 (48-82)	68 ± 14.6 (49-102)
40. dk	65.9 ± 7.0 (52-78)	68.0 ± 12.2 (50-93)
50. dk	69.5 ± 10.5 (51-86)	70.4 ± 12.1 (47-100)
60. dk	70.9 ± 10.5 (58-91)	71.3 ± 14.1 (44-101)
70. dk	72.1 ± 11.5 (50-88)	75.0 ± 14.4 (48-106)
80. dk	72.3 ± 12.1 (54-99)	76.0 ± 17.3 (43-110)
90. dk	73.3 ± 12.1 (54-99)	77.0 ± 14.5 (44-99)
Ekstübasyon 1. dk	96.5 ± 19.0 (64-131)	98.2 ± 14.8 (74-129)
Derlenme 5. dk	93.5 ± 12.6 (51-114)	91.3 ± 20.5 (60-114)
Derlenme 15. dk	95.5±13.2 (79-136)	94.2 ± 13.8 (69-122)
Derlenme 30. dk	94.8 ± 12.1 (79-125)	99.0±9.3 (79-114)

* : p<0.05 (gruplar arası karşılaştırma)

Tablo VIII. SpO₂ değerleri (%)^a [Ort±SS (en az-en çok)]

Zaman	Grup YA (n=20)	Grup DA (n=20)
Kontrol	98.1 ± 1.3 (95-100)	98.2 ± 1.4 (94-100)
1. dk	98.8 ± 1.3 (96-100)	99.6 ± 0.6 (98-100) *
5. dk	98.2 ± 1.4 (95-100)	99.4 ± 0.6 (98-100) *
10. dk	97.9±1.3 (95-100)	99.3 ± 0.6 (98-100) *
15. dk	97.8 ± 1.4 (95-100)	99.2±0.6 (98-100) *
20. dk	97.8 ± 1.2 (96-100)	99.2±0.6 (98-100) *
25. dk	97.9±1.2 (95-100)	99.1 ± 0.7 (97-100) *
30. dk	97.8 ± 1.4 (95-100)	99.1 ± 0.5 (98-100) *
40. dk	98.0 ± 1.2 (95-100)	99.1±0.6 (98-100) *
50. dk	97.8±1.3 (95-100)	99.0 ± 0.7 (98-100) *
60. dk	97.7 ± 1.3 (95-100)	99.0 ± 0.7 (98-100) *
70.dk	97.9 ± 1.2 (95-100)	99.0 ± 0.7 (98-100) *
80. dk	97.9 ± 1.1 (95-100)	99.0 ± 0.7 (98-100) *
90. dk	97.9 ± 1.2 (95-100)	98.9 ± 0.7 (97-100) *
Ekstübasyon 1. dk	96.6 ± 1.3 (95-98)	97.7 ± 1.2 (95-100) *
Derlenme 5. dk	97.7 ± 1.0 (95-99)	97.0 ± 1.2 (95-100)
Derlenme15. dk	98.3 ± 0.9 (97-100)	98.7 ± 12.0 (96-100)
Derlenme 30. dk	98.8 ± 0.7 (98-100)	98.2 ± 1.1 (96-100)

^a : Normal klinik sınırlar (% 94-100) içinde

*: p<0.05 (gruplar arası karşılaştırma)

Tablo IX. ETCO₂ değerleri (mmHg) [Ort±SS (en az-en çok)]

Zaman	Grup YA (n=20)	Grup DA (n=20)
1. dk	31.1 ± 3.5 (24-36)	30.8 ± 2.9 (26-36)
5. dk	31.6 ± 3.1 (25-36)	30.8 ± 3.4 (26-38)
10. dk	31. ± 2.9 (23-36)	31.1 ± 3.7 (24-36)
15. dk	31.1 ± 2.7 (26-35)	31.8 ± 3.5 (26-38)
20. dk	30.5 ± 2.4 (25-34)	31.4 ± 3.3 (26-38)
25. dk	29.8 ± 2.6 (24-33)	31.1 ± 3.0 (26-37)
30. dk	29.8 ± 2.8 (23-34)	30.7 ± 3.1 (25-37)
40. dk	29.7±3.1 (24-34)	30.3 ± 2.9 (25-37)
50. dk	29.4 ± 3.5 (23-35)	29.6±2.9 (25-37)
60. dk	29.1 ± 3.0 (23-34)	29.4 ± 3.1 (24-38)
70.dk	29.1 ± 3.2 (24-34)	29 ± 3.0 (25-38)
80. dk	28.7 ± 3.2 (23-34)	29.4 ± 3.3 (25-38)
90. dk	28.7 ± 2.7 (23-34)	29.2 ± 2.8 (25-35)

Tablo X. İncspiryum ve ekspiryum desfluran değerleri (%) [Ort±SS (en az-en çok)]

Zaman	Grup YA (n=20)		Grup DA (n=20)	
	İncspiryum	Ekspiryum	İncspiryum	Ekspiryum
1. dk	7.0 ± 1.9 (2.7-10.4)	6.0 ± 1.5 (2.5-8.3)	6.4 ± 2.3 (2.5-10.8)	5.5 ± 2.0 (1.5-9.8)
5. dk	6.7 ± 1.4 (4-8.9)	6.2 ± 1.2 (3.7-8.7)	6.7 ± 1.7 (3.6-9.3)	6.0 ± 1.2 (4.1-8.2)
10. dk	6.7 ± 1.8 (2.1-9.2)	6.1 ± 6.1 (2.6-9)	6.8 ± 1.9 (3.2-11.2)	6.1 ± 1.4 (3.5-8.8)
15. dk	6.9 ± 1.7 (3.7-10.2)	6.5 ± 1.5 (3.3-10)	6.2 ± 1.4 (3.9-8.3)	5.8 ± 1.2 (3.8-8.2)
20. dk	6.8 ± 1.6 (3.8-9.2)	6.4 ± 1.4 (3.9-8.2)	6.4 ± 1.3 (4.7-8.7)	5.9 ± 1.2 (4.2-8.1)
25. dk	6.5 ± 2.0 (2.7-9.9)	6.2 ± 1.6 (2.9-8.8)	6.5 ± 1.4 (4.2-9)	6.0 ± 1.2 (4-8.6)
30. dk	6.5 ± 1.6 (4-9.4)	6.1 ± 1.3 (3.5-8.5)	6.5 ± 1.5 (4.5-9.7)	6.0 ± 1.3 (4.3-9.2)
40. dk	6.3 ± 1.5 (3.4-9.1)	6.1 ± 1.2 (4-8.7)	6.4 ± 1.3 (4.4-8.6)	6.1 ± 1.2 (4.2-8)
50. dk	6.6 ± 1.7 (3.3-10.7)	6.4 ± 1.4 (4.1-9.8)	6.4 ± 1.3 (4.4-9)	6.1 ± 1.2 (4.2-8.5)
60. dk	5.9 ± 1.9 (2.7-8.7)	5.8 ± 1.5 (3.1-8.1)	6.0 ± 1.5 (3.7-9.5)	5.8 ± 1.4 (3.6-9)
70. dk	5.9 ± 1.9 (2.5-8.8)	5.8 ± 1.4 (2.7-8.3)	5.7 ± 1.5 (3-8.3)	5.5 ± 1.4 (3.5-8)
80. dk	6.2 ± 1.6 (3.5-9.1)	6.0 ± 1.4 (3.4-8.7)	5.8 ± 1.3 (3.7-8.5)	5.6 ± 1.3 (3.6-8.2)
90. dk	6.2 ± 1.7 (3.4-10.5)	6.1 ± 1.4 (3.9-9.3)	5.8 ± 1.2 (3-8.1)	5.6 ± 1.1 (3.5-7.7)

Tablo XI. VNS değerleri [Ort±SS (en az-en çok)]

Zaman	Grup YA (n=20)	Grup DA (n=20)
5. dk	2.0 ± 1.5 (0-4)	1.2± 1.3 (0-5)
15.dk	3.1 ± 1.6 (0-6)	2.0 ± 1.5 * (0-5)
30.dk	3.5 ± 2.1 (0-9)	2.3 ± 1.6 * (0-6)

* : p<0.05 (gruplar arası karşılaştırma)

Tablo XII. ADS değerleri [Ort±SS (en az-en çok)]

Zaman	Grup YA (n=20)	Grup DA (n=20)
5. dk	7.4 ± 0.6 (6-8)	8.5 ± 1.2 * (6-10)
15. dk	8.3 ± 0.5 (7-9)	9.0 ± 1.0 * (6-10)
30. dk	8.9 ± 0.6 (8-10)	9.3 ± 0.5 (8-10)

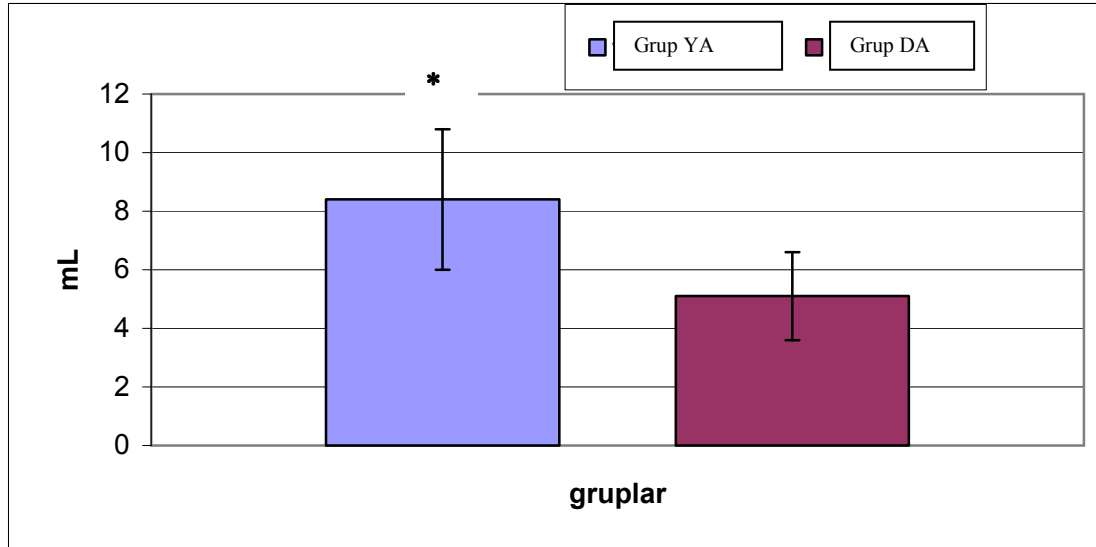
*: p<0.05 (gruplar arası karşılaştırma)

Tablo XIII. Hasta başına kullanılan volatil anesteziik madde miktarı ^a(mL) [Ort±SS]

Grup YA (n=20)	8.4 ± 2.4 *
Grup DA (n=20)	5.1 ± 1.5 *

*: p<0.05 (gruplar arası karşılaştırma)

^a : Dion Formülüne göre



*: p<0.05 (gruplar arası karşılaştırma)

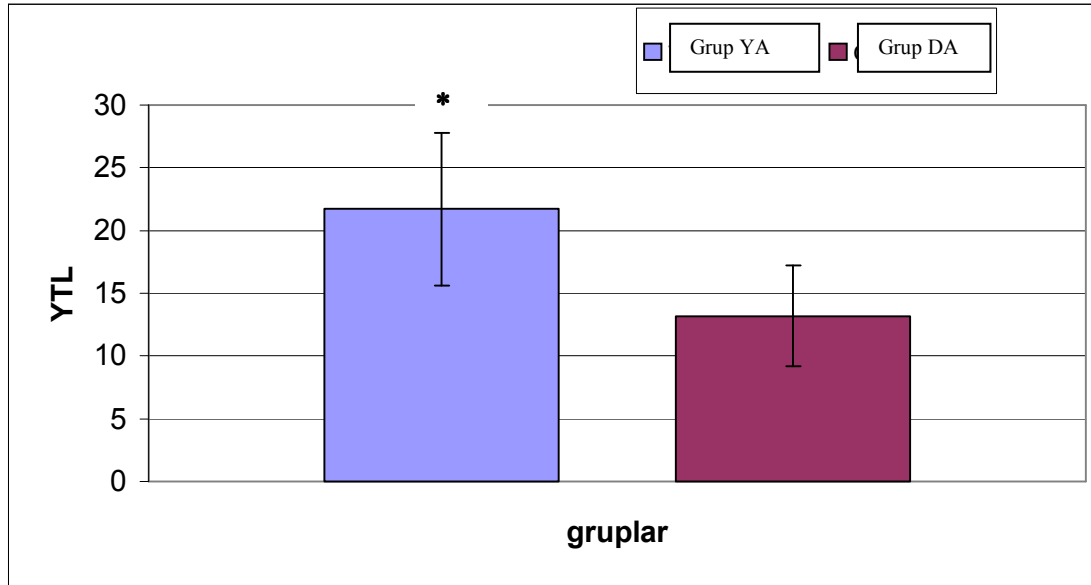
^a : Dion Formülüne göre

Şekil 7. Hasta başına kullanılan ortalama volatil anesteziik madde miktarı ^a(mL) [Ort±SS]

Tablo XIV. Hasta başına kullanılan anesteziik maddenin maliyeti (YTL) [Ort±SS]

Grup YA (n=20)	21.7 ± 6.1 *
Grup DA (n=20)	13.2 ± 4.0 *

* : p<0.05 (gruplar arası karşılaştırma)



*: p<0.05 (gruplar arası karşılaştırma)

Şekil 8. Hasta başına kullanılan ortalama anesteziik maddenin maliyeti (YTL) [Ort±SS]

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda tüm olgularımızda BIS kontrolü altında standart anestezi derinliği sağlayarak, gerekli teknik koşulların sağlanması koşuluyla düşük akımlı anestezi ve yüksek akımlı anestezi yöntemlerini hemodinami ve maliyet açısından karşılaştırdık. Düşük akımlı anestezinin hemodinamik açıdan güvenli, volatil anestezik tüketimi ve maliyet açısından da kazançlı olduğu kanısına vardık.

Düşük akımlı anestezi, ilk olarak 40 yıl önce uygulanmış olmakla birlikte daha sonra teknikle ilgili bazı kaygılardan dolayı kullanıma geçirilememiş ve terk edilmiştir. Son yıllarda sevofluran ve desfluran gibi hızlı indüksiyon ve derlenme sağlayan, ancak pahalı olan inhalasyon ajanlarının kullanılmaya başlanması ile oluşan ekonomik kaygılar, atmosferik kirlenmeye ilişkin ekolojik duyarlılık ve gelişmiş anestezi makinelerinin yaygınlaşması, bu tekniğin yeniden güncel hale gelmesine neden olmuştur.

Anestezi uygulamasında temel amaçlardan biri, fizyolojik sınırları aşan hemodinamik değişikliklere neden olmadan gerçekleştirilen anestezi indüksiyonudur. Ek hastalıklar, yaş, metabolik, fizyolojik değişiklikler gibi hastanın kendisiyle ilgili etkenlerin yanısıra, indüksiyon ve idamede kullanılan anestezik ajan, uygulanan anestezi yöntemi, anesteziistin klinik deneyimleri gibi faktörler de hemodinami üzerinde etkilidir. Çalışmamızda düşük ve yüksek akımlı anestezi uygulanan hasta gruplarında demografik veriler benzer özellikteydi.

Naguib ve ark'nın (30) desfluran kullanımındaki izlenimlerine göre, hemodinamik parametreler peroperatif ve postoperatif dönem boyunca anlamlı farklılık görülmemiştir. Weiskopf ve ark. (55) benzer çalışmasında ise, desfluran ile hipotansiyon ve bunun

sonucunda myokardiyal depresyon gözlenen hastalar bildirilmiştir. Jones ve Cashman (56) ise, desfluran verilen hastaların bir kaçında kutanöz vazodilatasyon sonucu vücut ısısında artış tespit etmişlerdir.

Yıldırım ve ark'ı (19) desfluran, sevofluran ve izofluran kullanılarak düşük ve yüksek akımlı anestezi tekniklerinin uygulandığı hasta gruplarında peroperatif ve postoperatif üç gün süreyle kalp atım hızları, kan basınçları, böbrek fonksiyon testleri, karaciğer fonksiyon testleri ve kardiyak enzimleri değerlendirildiğinde ve postoperatif derlenme ve bulantı-kusmaları karşılaştırıldığında anlamlı değişiklik gözlememişlerdir. Ek olarak erken derlenme sağladığı için, düşük akım uygulamalarında volatil anestezi olarak desfluran ve sevofluranın tercih edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Işık ve ark. (32) tarafından pediyatrik hastalara uyguladığı desfluran ve sevofluran ile düşük akım anestezi tekniğinin stabil hemodinami ile hepatik ve renal fonksiyonlarda da bozulmaya neden olmadığı gösterilmiştir. Gedik'nin (22) yine sevofluran ile düşük akımlı anestezi uygulaması yapılan başka bir çalışmada da hemodinamik stabilite ve düşük akımlı tekniğin güvenli olduğu özellikle belirtilmiştir. Ceylan ve ark.'nın (57) yaptığı, sevofluran ve desfluran ile düşük akımlı anestezi karşılaştırılmasında her iki anestezi ajan kullanımında da peroperatif ortalama arter basıncı değişikliklerinin normal sınırlarda kaldığı ancak kalp atım hızında 15. ve 60. dakikalarda desfluran grubunun sevofluran grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durumun desfluran verildiği zaman oluşan sempatik stimülasyonun daha fazla oranda görülmesiyle ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Bennett ve ark'na (58) göre, özellikle hipertansif hastaların operasyon süresince hemodinamilerinin çok labil seyredebilmesi nedeniyle bu tür hastalarda hızlı kontrol açısından desfluran tercih edilmesi önerilmektedir.

Çalışmamızda ise, tüm izlem zamanlarında gruplar arası karşılaştırmada kalp atım hızlarında anlamlı farklılık görülmemiştir. Sistolik, diyastolik ve ortalama arteriyel basınçların her üçünde de gruplar arası karşılaştırmanın 5. dk'sında indüksiyon öncesi döneme göre anlamlı düşüş gözlenmiştir. Bu durumun indüksiyon ajanı olarak uygulanan, Na tiyopental ve fentanilin her ikisinde hipotansif etkilerinin sonucu olduğu kanısındayız. Yine gruplar arası karşılaştırmada, diyastolik arteriyel basıncın 15, 70 ve 90.dk'larında anlamlı farklılıklar gözlenirse de bu farklılık klinik açıdan normal sınırlar içinde kalmıştır.

Hemodinamik verilerimiz değerlendirildiğinde, düşük akımlı anestezi tekniğinin hemodinamik açıdan güvenli ve stabil bir yöntem olduğu gözlenmiştir. Ayrıca inhalasyon ajanı olarak tercih ettiğimiz desfluranında hemodinamik açıdan olumsuz etkileri görülmemiştir. Dokularda bulunan yaklaşık 2.6-2 L nitrojenin çözünmesi sonucu fonksiyonel rezidüel kapasite içinde 2-1.6 L nitrojen bulunur. Nitrojenin ortamdaki uzaklaştırılması N₂O-O₂ karışımı ile yer değiştirmesi ile başlar (10, 11). Bu nedenle düşük akımlı anestezi tekniği tercih edilse dahi, başlangıçta belli bir süre yüksek akım uygulanması gerekmektedir. Çalışmamızda da düşük akımlı anestezi tekniği uygulanan gruba ilk 10 dk yüksek akım uygulanmıştır. Bu aşamada, kullanılan inhalasyon ajanının fizikokimyasal özellikleri de büyük önem kazanmaktadır (59). Çalışmamızda inhalasyon ajanı olarak desfluranı tercih etmemize neden olan en önemli faktör de kandaki düşük çözünürlüğünden doğan fizikokimyasal üstünlükleridir. Benzer şekilde birçok çalışmada da düşük akımlı anestezi yönteminde volatil anestezi olarak desfluran kullanılmıştır (1, 21, 26).

Desfluran başlangıçta solunum sistemini çok hızlı doldurduğu için indüksiyondan on dakika sonra inspire edilen desfluran konsantrasyonu taze gaz konsantrasyonunun yaklaşık %85'ine ulaşır (1). Anestezi indüksiyondan sonra %1 MAK konsantrasyonda volatil anestezi

ile idame sırasında izofluran için alveoler konsantrasyon inspire edilen konsantrasyonun 1 saat sonra ancak %30'una ulaşırken, desfluran için aynı şartlarda, inspire edilen konsantrasyon alveoler konsantrasyonun yalnızca %10 üzerindedir (9).

Çeşitli inhalasyon ajanlarının FA/FI (fraksiyone end-tidal alveoler konsantrasyonun inspiratuvar konsantrasyona oranı değerlerinin anestezi başlangıcından 30 dk sonra karşılaştırıldığı bir çalışmada; N₂O için 0.99, desfluran için 0.90, izofluran için 0.73 ve halotan için 0.58 değerleri elde edilmiştir. Sonuç olarak anestezi başlangıcından 30 dk sonra desfluran ile alveoler dengenin %90 oranında oluştuğu gösterilmiştir (26).

Taze gaz konsantrasyonu ile inhale edilen anesteziklerin inspire ve ekspire edilen konsantrasyonu arasındaki fark kullanılan ajanın kandaki çözünürlüğü ile ters orantılıdır. %66 N₂O ile %33 O₂ karışımı ve 6 L/dk taze gaz akımı verilerek halotan ve sevofluranın inspiratuvar ve expiratuvar değerlerinin karşılaştırmasında, uygulamanın başlangıcında bir gruba %8 konsantrasyonda sevofluran, diğer gruba %5 konsantrasyonda halotan verilmiş ve ekspire ve inspire edilen anestezik oranı 0.8 oluncaya kadar 6 L/dk akımla anestezi sürdürülmüştür. Bu değere ulaşmak için gerekli olan zaman sevofluranda ortalama 1.7 dk iken halotan için 2.8 dk olarak bulunmuştur (60). Çalışmamızda ise, desfluran için expiratuvar konsantrasyonun inspiratuvar konsantrasyona oranı 1. dk'da 0.85 değerine ulaşılmıştır.

Taze gaz akımının azaltılması sonucunda, sisteme giren anestezik buhar oranı da azalmaktadır. Bu durum taze gazda ajanın konsantrasyonunun belirgin oranda artması ile kompanse edilebilir. Düşük akımlı anestezide enfluranın taze gaz konsantrasyonu %3'e, izofluranın %2'ye, sevofluranın %3'e yükseltilmelidir (4). Desfluran konsantrasyonu ise akım

düşürüldüğü sırada taze gazın desfluran konsantrasyonunda herhangi bir artış yapılmaksızın korunabilir (1).

Düşük akımlı anestezide anesteziğin taze gaz konsantrasyonları ile solunum sistemi konsantrasyonları arasında belirgin fark vardır. Bu fark taze gaz akımı düşürüldükçe artar, anestezi ajan çözünürlüğü azaldıkça da azalır. Eğer volatil anesteziğin konsantrasyonu değiştirilecekse, hastaya ulaşacak anesteziğin ajan dikkate alınarak konsantrasyon ayarlanmalıdır (4).

Johansson ark'nın (61) yaptıkları bir çalışmada, 1 L/dk ve 2 L/dk olmak üzere iki farklı düşük akımlı anestezisinde 120 dk süreyle sevofluran için end-tidal konsantrasyonun inspiratuvar konsantrasyona oranı karşılaştırılmıştır. 1 L/dk'da %1.45, 2 L/dk'da %1.64 inspiratuvar, 1 L/dk'da %1.28, 2 L/dk'da %1.46 ekspiratuvar ortalama değerleri elde edilmiştir. End-tidal konsantrasyonların inspiratuvar konsantrasyonlara oranı 1 L/dk için 0.88, 2 L/dk için ise 0.89 olarak bulunmuştur. Sonuçta olarak yeni düşük çözünürlüklü ajanlarda hasta tarafından alınan gaz oranı akım değeri değişikliklerinden daha az etkilendiği belirtilmiştir. Yine benzer olarak anestezi idamesi sırasında, desfluranın vaporizatörden verilen anesteziğin konsantrasyonu ile alveollerde bulunan konsantrasyon arasındaki farkın izoflurandan beş kat daha az olduğu sonucuna varılmıştır (21).

Çalışmamızda, tüm hasta gruplarına düşük akımlı anestezi uygulaması için gerek görülen teknik tasarıma sahip, Julian (Dräger Medizintechnik, Lübeck, Almanya) anestezi makinesi ile anestezi uygulandı ve desfluranın inspiyum ve ekspiyum değerleri aralıksız monitörize edildi. Bu nedenle, volatil ajanın vaporizatör üzerinde ayarlanan konsantrasyon değerinin ne kadarının hastaya ulaştığı sayısal değer olarak görüldü. Bu değerlerin

incelenmesi sonucunda, her iki gruptaki volatil anestezi inspiratuvar ve ekspiratuvar konsantrasyonlarında grup içi ve gruplar arasında anlamlı fark görülmemiştir.

Düşük akımlı anestezide, inhalasyon ajanının hastaya yeterli ulaşımı, hemodinamik stabilitenin sağlanabilirliği gibi endişeler dışında, düşük akımlı anestezi tekniğini rutin kullanıma geçiremeyen anestezi uzmanları bu yöntemden uzaklaştıran belkide en önemli etken, hastada hipoksi meydana geleceği korkusudur.

Baum'a (62) göre de, düşük akım anestezi tekniklerinin uygulanabilmesi için güvenlik ekipmanı şart koşulmakta ve kapalı sistem anestezisinin rutin kullanıma geçirilmemesindeki temel faktörün çok düşük akım uygulamalarında hipoksi tehlikesi olasılığı olarak belirtilmektedir.

Genel anestezi uygulaması, anestezi yöntemi, solutma şekli ve süresinden bağımsız olarak, akciğer işlevinin azalmasına neden olur. Alveolo-arteriyel oksijen parsiyel basınç farkı ve intrapulmoner şantlar artarken, fonksiyonel rezidüel kapasite ve akciğer kompliyansı azalır. Bu değişiklikler yaşlı ve obez hastalarda, genç ve zayıf hastalara göre daha belirgindir. Hipokseminin güvenli bir şekilde önlenmesi ve yeterli oksijen desteğinin sürekli sağlanabilmesi için inspiryumdaki oksijen konsantrasyonu en az %30 olmalıdır. Oksijen tüketimi, anestezi altında ve vücut ısısı 1°C düştüğünde %10, 0.1 pH'lık asidoza doğru değişiklikte %6 azalmaktadır. Eter, ketamin, etomidat gibi bazı anestezi ajanlarıyla veya solunumsal ya da metabolik alkaloz gibi durumlarda oksijen tüketimi artar. Anestezi derinliği ve kas gevşekliliğinin derecesine göre de oksijen tüketimi yaklaşık %10-15 oranında değişir. Kalp debisi değişiklikleri ve ileri yaş da oksijen tüketimini etkiler (18).

Düşük akımlı anestezi uygulamasında taze gaz bileşimi değiştirilmeksizin akım azaltıldığında, inspire edilen oksijen konsantrasyonu mutlaka azalmaktadır. Akım düşürüldüğünde, inspire edilen gaz içerisinde yeterli oksijen konsantrasyonunu sağlayabilmek için taze gaz içeriğindeki oksijen konsantrasyonunun oranı artırılmalıdır (18).

Baum'a (4) göre, yaklaşık 10-15 dk süren başlangıç fazında yüksek taze gaz akımı döneminde O₂ akımını 1.4 L/dk ve N₂O akımını 3 L/dk olarak önerilmektedir. Çoğu hastada bu taze gaz kompozisyonu inspire edilen O₂'nin en az %30 olmasını garanti eder. Akımın azaltılması ile yeniden solutma önemli ölçüde artmaktadır. İnspiryum gazı, O₂ konsantrasyonu düşük olan ekspirasyon havasını da içermektedir. Gaz karışımındaki düşük O₂ oranı, taze gaz O₂ konsantrasyonunun artırılması ile kompanze edilir ki, akım azaltılırken bu mutlaka yapılmalıdır. Buna göre güvenli oksijenizasyon için düşük akımlı anestezide taze gaz O₂ konsantrasyonu %50'ye (en az %40), minimal akımlı anestezide ise %60'a (en az %50) çıkarılmalıdır.

Bazı elektronik donanıma sahip anestezi makineleri tarafından O₂ tüketimi hesaplanabilmektedir. Fakat makinelerin hesaplarının doğruluk derecesine dair şüphelere karşılık, >1 L/dk ve <1 L/dk taze gaz akımlarında anestezi makinesinin ölçümü ve formüllere göre hesaplanan matematiksel ölçümler arasında sırasıyla, %10 ve %5 farklılık bulunmuştur. Sonuç olarak elektronik akım ölçerlerin O₂ tüketimi ve anestezi gaz alımını tama yakın hesapladıkları kanıtlanmıştır (63).

Yaptığımız çalışmada, başlangıç yüksek akımlı ve devamındaki düşük akımlı dönemlerde FiO₂ konsantrasyonu %50 oranında tutuldu. Anestezi makinesine ait güvenlik alarm sistemleri aktif olarak anestezi uygulaması yapıldı. Elde ettiğimiz verilere göre, her iki

hasta grubunda da rutin olarak uyguladığımız pulsoksimetre izlemelerimize göre hiçbir olgu hipoksiye girmedi. Tüm hasta gruplarının takip zaman dilimleri içinde en düşük SpO₂ değeri %94 olarak gözlemlendi. Ayrıca, yine tüm hasta grupları için ETCO₂ monitörizasyonu anestezi süresince yapıldı ve her iki grupta da grup içi ve gruplar arası anlamlı farklılık görülmedi. Çalışmamıza benzer şekilde, Gedik'in (22) farklı inspiriyum dakika volümü oranlarına göre, sevofluran, N₂O:O₂ karışımı ile uyguladığı düşük akımlı anestezi yöntemlerinde, SpO₂ değeri hiç bir grupta %98'in altına düşmemiş ve tekniğin güvenli bulunduğu belirtilmiştir.

İnspire edilen azotprotoksit konsantrasyonu %60-65 olduğunda belirgin analjezi, somnolans ve amnezi etkileri sağlanabilmektedir. Yüksek taze gaz akımlarında akımın artması ile birlikte taze gaz ve inspiratuvar gazın bileşimleri hemen hemen eşit hale geldiği için, istenen oksijen ve azotprotoksit oranı kolaylıkla oluşturulabilir. Ancak düşük taze gaz akımı uygulamasında oksijen alımı belirli sınırlar içinde sabit kalırken, N₂O alımı eksponansiyel şekilde sürekli azalır. Taze gaz akımı çok erken azaltılırsa sistemden hastaya geçen N₂O miktarı hastanın aldığı oksijen miktarından daha fazla olur (4). Anestezinin başlangıç döneminde, hastanın azotprotoksit ve volatil anestezik gereksinimi yüksektir. Gaz akımı azaltıldığı zaman, anestezi derinliğinde istenmeyen değişiklikler ve sistem içinde gaz hacmi yetersizliğine neden olmamak için azotprotoksit ve anestezik buhar gereksiniminin seçilmiş olan taze gaz akımı ile karşılanıp karşılanamadığı ciddi olarak değerlendirilmelidir (1). N₂O kullanıldığında akım düşürülmeden önce, yaklaşık 4 L/dk yüksek akımlı bir başlangıç dönemi uygulanır. Bu dönemde denitrojenasyon tamamlanır, gaz içeren tüm alanlarda istenen yeterli anestezik konsantrasyonuna ulaşılır, yeterli anestezi derinliği sağlanır ve başlangıçtaki yüksek N₂O alımına izin verilir (62, 64). Uzun anestezi uygulamalarında da zamanla N₂O alımı göreceli olarak düşük değerlere iner. Bu durumda da taze gaz ile sisteme

verilen azotprotoksit miktarı, alınan miktardan daha fazla olacağı için solutma sistemi içinde N₂O birikebilir (1). Çalışmamızda, yeterli denitrojenizasyon için düşük akım uygulanan gruba ilk 10 dk yüksek akım uygulandı. Her iki grup için %50 O₂-%50 N₂O konsantrasyonları orotrakeal entübasyon sonrası ve operasyonun sütürle kapama aşamasına kadar uygulandı. Bu aşamadan önce ve sonra %100 O₂ ile “wash-in” ve “wash-out” sağlandı.

Tüm inhalasyon ajanları ile sodalaym arasındaki etkileşim sonucunda bir miktar CO üretimi olur. Oluşan CO seviyesi seçilen anestezi ajanına, inspire edilen anestezi konsantrasyonuna, CO₂ absorbanının ısısına ve türüne bağlıdır. Çeşitli anestezi ajanlarının CO üretim miktarı; desfluran > enfluran > izofluran şeklinde sıralanmaktadır. Daha az olarak CO üreten ajanlar ise sevofluran ve halotandır. CO₂ absorbanı uzun süre kullanılırsa CO üretimi daha fazla olur ve CO hasta üzerindeki etkisinin saptanması için pulsoksimetre güvenilir değildir. Yüksek oranda CO seviyelerinde bile saturasyon %100 olarak gözlenebilir. Bunun için kooksimetre ile spesifik olarak CO düzeyi ölçülmelidir (65). CO kokusuz, renksiz ve zehirli bir gazdır. Hemoglobine afinitesi oksijene oranla 250 kat daha fazladır. Bunun sonucu karboksihemoglobin kompleksleri oluşur. Fizyolojik koşullarda her insanın kanında bir miktar CO mevcuttur. Bu konsantrasyon sağlıklı kişilerde ortalama %1, sigara içenlerde %10 kadardır. Bu değer aşırı sigara içenlerin dışında, hemoliz, porfiria ve sigara içen vericiden yapılan kan transfüzyonlarında klinik olarak anlamlı düzeylere ulaşabilmektedir. Bunun gibi hastalarda, sürekli CO atılımını sağlamak için kapalı sistemle düşük akımlı anestezi uygulaması yapmak daha doğru seçim olacaktır. Yapılan çalışmalarda da düşük akımlı anestezide karboksihemoglobin değerleri incelenmiş ve bu bakımdan düşük akım uygulamaları yeterince güvenli bulunmuştur (23, 57).

Desfluran kullanımında CO oluşumundan, sodalaymın nem oranındaki azalma ve kuruluk sorumlu tutulmaktadır. Düşük akımlı anestezide kanister içinde daha nemli bir ortam oluştuğu için CO oluşumunun önemli düzeyde engellendiği ileri sürülmektedir (23). Sonuç olarak standart sodalaym ile etkileşim bakımından düşük akımlı anestezi, sevofluran kullanımında bileşik A oluşumunu artırarak göreceli olarak olumsuz, desfluran kullanımında ise CO oluşumunu azaltarak olumlu etki göstermektedir (19).

Thomas ve Arain'nin (31) desfluran, sevofluran ve propofol ile 1 L/dk akım ile 120 dk süresince anestezi uyguladıkları üç hasta grubunda, postoperatif üç gün süreyle kan ve idrar biyokimyasal analizlerinde bileşik A sadece sevofluran uygulanan hastalarda bulunmuştur. Bunun yanısıra tüm hasta gruplarında proteinüri, glukozüri ve albuminüri saptanmıştır. Bunun da volatil anestezige bağlı olmadığı cerrahi strese bağlı olarak gelişen glomerüler kapiller basınç değişiklikleri sonucu oluştuğu belirtilmiştir. Bileşik A'nın sodalaym yapısında bulunan potasyum hidroksit (KOH) ile etkileşim sonucunda oluştuğu ve ısınmada bu reaksiyonu artırdığı gösterilmiştir. Volatil anesteziklerle reaksiyona girmeyen ve toksik madde oluşturmayan sodalaym arayışları sonucunda, KOH içermeyen yapısıyla sevofluran kullanımında bileşik A oluşumunu önemli düzeyde azaltan sodalaym A ve Spherosorb geliştirilmiştir. Sevofluran ile bileşik A oluşumunu daha etkin önlemenin yanısıra desfluran ile de CO oluşumunu önlemek amacıyla hem KOH, hem de NaOH (sodyum hidroksit) içermeyen ve kalsiyum hidroksit laym ya da Ambisorb adı verilen yeni bir absorban da kullanıma girmiştir. Fakat bu yeni geliştirilen absorbanlar anestezi uygulamalarında maliyet açısından fazladan yük getirmektedir (23).

Desfluran, yapısal benzeri olan izoflurana göre degregasyona 10 kat daha dirençlidir. Bu da bozunma ve toksisite arasındaki potansiyel bağlantının bilinmesi nedeniyle daha

güvenle kullanımını sağlar (21). Düşük akımlı anestezide desfluran kullanımı ile CO toksitesi her ne kadar nadir olarak gözlenen bir durum olsa da, bundan kaçınmak için taze absorban kullanılmalı, Sodalaym ve Ambisorb gibi daha güvenli absorbanlar tercih edilmelidir. Bizim çalışmamızda da ETCO₂ monitörizasyonu yapılarak, sodalaym değişimi uygun aralıklarda yapılmıştır.

Düşük akımlı anestezide, yeniden solutmanın olumlu etkileri birçok alanda belirgin olarak gözlenmektedir. Geri dönen gaz ısınır ve nemlenir dolayısıyla daha fizyolojik koşullarda hastaya verilmiş olur (6). Anestezik gazların yeteri kadar nemli olması ve ısınması silyalı epitelin respiratuar yoldaki işlevi olan mukosilyer temizlik için önemlidir (4). Üç saat süre ile kuru gazlarla solutma solunum epitelinde önemli düzeyde morfolojik hasara neden olur. Düşük akımlı anestezi yöntemlerinin uygulanması sırasında ölçülen ısı ve nem değerleri yüksek taze gaz akımlı anestezi uygulamalarında daha yüksek bulunmuştur. Ek olarak, anestezik gaz ısı ve nemindeki iyileşme, soğuk ve kuru havanın epitel tarafından ısıtılıp nemlendirilmesi sırasında ortaya çıkan solunum yolundan ısı ve nem kaybını azaltır. Bu etki sonucunda anestezi altında gelişen vücut ısısındaki azalma ve bundan kaynaklanan titreme azaltılabilmektedir (7).

Yeniden solutmanın maliyet üzerine etkileri de önemlidir. Hastane bütçesinin büyük bir bölümünü anestezi bölümlerine ait olan harcamalar oluşturduğu için, anestezide maliyeti azaltmak daha da önem kazanmaktadır. Odin'in (9) çalışmalarına göre, tüm hastane giderlerinin yaklaşık %1'inin anestezi bölümüne ait olduğu, hastane ilaç deposunun toplam tüketiminin %5.7'sini anestezik ilaçlar ve bununda %20'sini volatil anesteziklerin oluşturduğu saptanmıştır. Anestezikler içinde maliyeti azaltılma potansiyeline sahip tek grup volatil anesteziklerdir. Bir volatil anesteziğin maliyetini belirleyen faktörler; ajanın satış

fiyatı, potansi ve vaporizatörden salınan gaz konsantrasyonu ve taze gaz akımıdır. Anesteziğin satış fiyatı farklı hastanelerde farklı fiyat olabilir, zamanla değişebilir, bu açıdan maliyette çok büyük bir belirleyici değildir. Taze gaz akımının oranı ise bunlar içinde tek değiştirilebilir parametredir. Taze gaz akımı azaltılarak yeniden solutma yolu ile boşa atılan gaz miktarı en aza indirilmiş olmaktadır. Dolayısıyla inhalasyon anesteziğinin maliyetinin belirlenmesindeki en önemli faktör anesteziğin kontrolü olmakta, taze gaz akımını düşürüldükçe tüketim de azaltılabilmektedir (9, 50).

Taze gaz akımı 5 L/dk olduğunda anesteziğin %80'i boşa harcanmakta, oysa ki 3 L/dk ile 1 L/dk arasındaki taze gaz akımıyla dahi, volatil ajan tüketimi ortalama %50 düzeyinde azaltılabilmektedir (6). Lockwood ve White (66) çalışmalarında, taze gaz akımını 7 L/dk'dan, 0.5 L/dk'ya düşürerek 1 saatlik izofluran tüketiminde 146 mL kazanç sağlamışlardır. Pederson ve ark'nın (67) çalışmasında ise, 2 saatlik anestezi süresinde, 3 L/dk ile 10 dk 4.5 L/dk yüksek akımlı dönem uygulanarak 0.6-0.7 L/dk taze gaz akımının maliyeti karşılaştırılmış, izofluran tüketimi yüksek akımlı grupta 40.8 mL iken, düşük akımlı grupta 7.9 mL olarak hesaplanmıştır.

Maliyet hesaplamalarında kullanılan ajan seçimi de fiyat farklarına neden olmaktadır. Desfluranın sentezinin daha pahalı olduğu ve gücünün izofluranda beş kat daha zayıf olduğu göz önüne alındığında kullanımının daha pahalı olacağı düşünülebilir. Ancak sıvı desfluranın her mililitresi, bir mililitre izoflurana kıyasla %8 daha fazla buhar vermektedir. Bu durum, etkin güç farkını yaklaşık üç kat düzeyine indirmektedir. Son olarak, desfluran anesteziğinde daha hızlı derlenme olması maliyette ek avantaj sağlayabilmektedir (20, 21). Birçok çalışmayla da desfluranın, farmakodinamik avantajları açısından, hem ekonomik hem de kusursuz anestezi kontrolü sağladığı desteklenmiştir (9, 66, 68, 69).

Benzer bir çalışmada, 9 dk yüksek akımlı başlangıç evresi uyguladıkları düşük akımlı (1 L/dk) anestezi yöntemlerinde, alveoler konsantrasyon 1.3 MAK seviyesinde tutulması amaçlanarak ve kapalı sistem ile anestezi uygulamalarının başlangıcından 49 dk sonra, desfluran maliyeti izoflurana göre daha düşük hale dönüşmüştür. Yüksek akımlı başlangıç aşamasında, desfluran için 30 \$, izofluran için 18 \$ harcanmıştır. 169 dk sonra ise, desfluran maliyeti 11.8 \$ iken izofluran için 13.57 \$ bulunmuştur (9).

Baum ve Aitkenhead'nin (70) izofluranın, O₂:N₂O karışımı ile yüksek akımlı (4.5 L/dk) ve minimal akımlı (0.5 L/dk) 2 saatlik anestezi karşılaştırmasında, O₂ tüketiminde 115 L, N₂O tüketiminde 300 L, izofluran tüketiminde 5.6 L azalma görülmüştür. Almanya ve İngiltere'de düşük akım tekniği rutin kullanılırsa, 65 360 000 \$ gelir elde edileceği hesaplanmış bulunmaktadır. Bu da maliyette %50–75 oranında azalma sağlamaktadır. Desfluran ve sevofluranın satış fiyatları izofluran ve enflurana göre daha pahalı gibi görünse de, uygulamada düşük çözünürlükteki ajanlar kullanılarak daha da avantajlı sonuçlar çıkarılabileceği, desfluranın hızlı derlenme süresi ve postoperatif izlem ünitelerinde kısa kalış ile izoflurana göre fazla olan satış fiyatı farkını kompanse ettiğini belirtmişlerdir (9).

Yıldırım ve ark'nın (19) Türkiye'deki anestezi uygulamalarında; 8 061 dk süreyle uygulanan taze gaz akımının 1 L/dk oranında olduğu düşük akımlı anesteziye, 312 mL izofluran, 574 mL sevofluran, 1130 mL desfluran kullanıldığı belirlenmiştir. Akım hızının 4 L/dk olması ile ise 889 mL izofluran, 1697 mL sevofluran, 3320 mL desfluran harcanmıştır. Buna göre akımın 4 L/dk'dan, 1 L/dk'ya düşürülmesi ile gazların tüketiminde izofluran için %65, sevofluran için %67, desfluran için %66 azalma sağlanabildiği belirlenmiştir.

Bu konuda sıkça tartışılan bir diğer konu ise, yeniden solutmanın artması ile sodalaym tüketiminin daha fazla olmasıdır. Taze gaz akımının uygun şekilde 0.5 L/dk'ya düşürülmesi ile sodalaym maliyetinin 3-7 kat arttığı hesaplanmıştır. Ancak klinik uygulamada sodalaym tüketimi yalnızca gaz akımından etkilenmemekte, ayrıntılı hesaplanması güç olabilecek daha pek çok unsurdan da etkilenmektedir. Bunlardan bazıları; kişisel metabolik değişikliklerden doğan karbondioksit üretim farkı, taze gaz kullanımı derecesi açısından solutma ve cihazla ilgili değişkenler, anestezi uygulamalarının sıklığı ve süresidir. Genellikle kişinin metabolizmasına bağlı olarak değişmek üzere düşük akım ve kapalı sistem altında kabaca 0.5 kg absorban 6-8 saat etkin olur. Fakat yine de kabul edilebilir ETCO₂ seviyesini aşmıyca kadar kullanılabilir (10).

Baum'un (4) önerdiği anestezi uygulamasına göre, eğer 4.5 L/dk yüksek akım yerine 0.5 L/dk minimal akım 2 saat kullanılırsa enfluran için 15, izofluran için 21, desfluran için 47 \$ kazanç sağlanmaktadır. 2 saatlik kullanımda sodalaymdaki 0.6 \$'lık maliyet yükünün, sağlanan kazanç karşısında kayda değer bir miktar olmadığı vurgulanmaktadır.

Patel ve Goa'nın (26) yaptığı bir çalışmada, anestezi yönetiminde ek ilaç seçiminin maliyete katkısı araştırılmış; iv 0.05 mg/kg midazolam ile premedikasyon yapılmış hasta grubunda desfluran MAK seviyesinde %22 azalma, %60 oranında N₂O inspiratuar karışıma eklenince desfluran MAK seviyesinde infantlarda %22, çocuklarda %26, 18-30 yaş grubu için %45, 31-65 yaş grubu için %53, 65 yaş üstü grupta %68 azalma görülmüştür. % 60:40 oranında N₂O ve O₂ karışımı uygulanan hastalara indüksiyonda sırayla 0, 3, 6, 9 µg/kg dozlarında fentanilin iv verilmesinin, 1.0 MAK değerinden desfluran uygulamasına etkileri sırasıyla %3.7, %3, %1.2, %0.1 MAK desfluran gereksinimi olmuştur. Desfluran ile sadece hava ve O₂ karışımı verilerek, N₂O yokluğu durumunda indüksiyonda iv 3 µg/kg fentanil

verildiğinde MAK değerinde; 18-30 yaş grubu için %59, 31-65 yaş grubu için %48 azalma saptanmıştır. Uygulanan fentanil dozu 3 µg/kg iken, ortalama MAK değerinde %62 azalma gözlenirken, 6 µg/kg olarak artırıldığında %64 azalma saptanmıştır.

Erişkinler (18-65 yaş) için, indüksiyonda fentanil kullanılmadığında desfluran MAK seviyesi %6.33 - 6.35, 3 µg/kg fentanil iv uygulananlarda %3.12-3.46'ya düşerek %46-51 oranında azalma, 6 µg/kg fentanil iv uygulananlarda %2.25-2.97'ye düşerek %53-64 oranında azalma elde edilmiştir. Preoperatif midazolam verilmeyen grupta desfluranın MAK değeri %5.85-6.86 iken, 25 µg/kg midazolam iv verildiğinde, %4.93'e düşerek %15.7 düzeyinde azalma, 50 µg/kg midazolam iv verildiğinde ise %4.88'e düşerek %16.6 oranında azalma gözlenmiştir (71). Çalışmamızda da olgularımıza 0.1mg/kg midazolam im ile premedikasyon uygulanmıştır. Aynı zamanda N₂O kullanılmış olmasına da bağlı olarak gerekli olan desfluran tüketimi yüksek akımlı grupta 8.4 mL iken düşük akımlı grupta 5.1 mL'ye düştüğü belirlenmiştir. Bu azalmanın % 39.3 oranında olması dikkat çekicidir.

Anestezi sırasında BİS uygulamasının intraoperatif uyanıklık riskine karşı çok yararlı bir monitörizasyon yöntemi olduğu bilinmektedir. Bunun yanısıra, serebral monitörizasyonla anestezi derinliğinin bilinmesi sayesinde, erken derlenmeye bağlı olarak postoperatif bakım giderlerinin azaldığı ve gerek intravenöz gerekse volatil anesteziğin tüketiminde azalma sağlanabildiği de bilinmektedir (3, 39, 41, 43, 45, 72). BİS uygulanarak yapılan çalışmalarda kullanılan problemlerin fazladan mali yük getirmesi, maliyet hesaplamalarında son yıllarda tartışma konusu olan yapılmaktadır. Yılı-Hankala ve ark'nın (72), 40 hasta üzerinde yaptığı BiS kontrollü yüksek akımlı anestezi uyguladıkları çalışmalarında, hastaların erken derlenmesi ve postoperatif takip ünitesinde kalım süresinin kısalması açısından, BİS grubunda

avantaj belirlenmiştir. Fakat BİS elektrodlarının maliyetinin yüksek olmasından dolayı sağlanan bu avantajın elektrod için harcanan gideri karşılayamadığı bildirilmiştir. Bu kaynakta, “daha düşük maliyetli analjezik ve kas gevşetici tercihi ve teknik olarak da, ekonomik olduğu tartışılmaz olan düşük akım uygulanmış olsa idi belki de harcamalar gelirlerle kapatılabilirdi” ifadesi ile düşük akımlı anestezi uygulamalarının önemine dikkat çekilmektedir. Ek öneri olarak 74-102 dk altı anestezi uygulamalarında BİS elektrod masrafının karşılanmasının çok zor olduğu, bu nedenle kısa sürmesi öngörülen operasyonlarda kullanılmaması önerilmektedir.

Çalışmamızda BİS, her iki grupta da eşit derinlikte anestezi düzeyi uygulayabilmek için kullanılmıştır. Maliyet değerlendirmesindeki amacımız, sadece inhalasyon ajanının tüketiminin akım değişikliğine bağlı olarak değişimini değerlendirmektir. Fakat daha kapsamlı bir uygulama yapılarak, farmakolojik ve teknik araç-gereç giderlerinin tümünü hesaplamalara dahil eden “total maliyet” hesaplamalarının yapılmasının gerekli olduğu kanısındayız. Çalışmamızda maliyet hesaplaması sonucunda, yüksek akımlı anestezi grubunda ortalama 8.4 mL desfluran tüketimi ile 21.7 YTL tutarında harcama yapılırken, düşük akımlı anestezi grubunda 5.1 mL ortalama desfluran tüketimi ile 13.2 YTL harcama yapıldığı bulunmuştur. Bu azalmanın % 39.3 oranında olması dikkat çekicidir.

Maliyet hesaplaması yapılan çalışmalarda, derlenme takibi çalışmanın tamamlayıcı noktası olmaktadır. Derlenme zamanı ise, anestezi tekniği ve kullanılan ajanlarla değişim göstermektedir. Bu çalışmada yüksek akıma göre değerlendirildiğinde, düşük akım ile derlenmenin daha hızlı olduğu belirlenmiş olsa da, buna bağlı olarak derlenme maliyetindeki azalma tam olarak belirlenmemiştir (73).

Günübirlik anestezide en uygun ajan olarak bilinen propofol ile desfluranın karşılaştırıldığı bir araştırmada hastalar dört gruba ayrılmış ve her gruba verilecek desfluran ve propofol sabit dozlarda uygulanmış. İndüksiyon ve idamede desfluran, N₂O, O₂ karışımı verilen 1.grupta derlenme zamanı 148-96 dk, indüksiyon ve idamede desfluran, O₂, hava karışımı uygulanan 2. grupta derlenme zamanı 120-215 dk, indüksiyonda propofol idamede desfluran, N₂O, O₂ uygulanan 3. grupta derlenme 143-204 dk ve son olarak indüksiyon ve idamede propofol, O₂, hava karışımı verilen 4. grupta derlenme 110–199 dk olarak bulunmuş. Bu çalışmada yapılan analizlerin sonucunda, propofol ile desfluranın derlenme zamanı farkı 17 dk olarak hesaplanmıştır (26).

Naguib ve ark'nın (30) çalışmalarına göre; 2 L/dk akım ile uygulanan desfluranla derlenmedeki sürecin kısalığı bir kez daha belirtilmiştir. Spontan göz açma zamanı ortalama 3.8 dk, derlenme odasında kalış süresi 17.2 dk sürmüştür. Bizim çalışmamızda ise ADS düşük akım uygulanan grupta 15. dk'da 9 değerine ulaşırken, yüksek akım uygulanan grupta 30 dk'da 8.9 olarak hesaplanmış, düşük akım uygulamalarında derlenmenin daha çabuk olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum düşük akım uygulamalarında tüketilen anestezi miktarının daha az olmasına bağlanabilir.

İzofluran, sevofluran, desfluran düşük akımlı anestezi uygulamasındaki postoperatif derlenme takibinde Aldret derlenme skalasına göre sevofluran grubu izofluran grubuna göre, desfluran grubu ise diğer iki gruba göre daha kısa sürede derlenme sağlanmıştır (19). Desfluran ve azotprotoksit ile desfluran ve remifentanil kombinasyonlarının karşılaştırmasının yapıldığı bir çalışmada, desfluran ile minimal akımlı anestezide analjezik gereksiniminin azotprotoksit yerine, remifentanil infüzyon yöntemiyle sağlanmasının daha kolay ve derlenme kalitesinin daha iyi olduğu ileri sürülmüştür (74)..

Günübirlik anestezide ajan seçimi dışında, yöntem olarak düşük akımlı teknik genel olarak anlamlı gibi görünse de başlangıçtaki denitrojenizasyon ve volatil ajan alımı için gerekli olan yüksek akımlı dönem atlanamadığı için, çok kısa süreli anestezi gereksinimlerinde tercih edilmesi mümkün görünmemektedir. Baum (1) ancak cerrahi işlem 10-15 dk'dan daha uzun süreceksse düşük akımlı anestezinin tercih edilmesininin uygun olabileceğini bildirmektedir.

Çalışmamızın derlenme verilerine göre, VNS değerlerinin karşılaştırıldığında; gruplar arası değerlendirmede DA ve YA için 15, 30. dk değerlerinde anlamlı farklılık saptansa da ($p>0.05$), bu farklılık klinik açıdan anlamlı olarak değerlendirilmemiştir.

Zamana bağlı ADS değerleri karşılaştırıldığında; gruplar arası değerlendirmede DA ve YA için 5, 15. dk değerlerinde anlamlı farklılık saptanmıştır ($p>0.05$). Grup içi değerlendirme de ise anlamlı farklılık görülmemiştir. ADS değerleri; YA için 5. dk 7.4, 15. dk 8.3 iken DA için 5. dk 8.5, 15. dk 9 olarak bulunmuştur. Bu verilere göre DA grubunun derlenme verilerinde, 5.dk'da ulaşılan değer YA grubunda 15. dk'da ancak ulaşılabildiği gözlenmiştir. Sonuç olarak, hastayı derlenme ünitesinden çıkarma kriterimiz olan ADS 9 olma koşuluna, yüksek akımda 30. dk'da ulaşılabilirken düşük akımda 15. dk'da ulaşılmıştır. Düşük akımlı anestezinin anestezik gaz tüketimini azaltma özelliğine bağlı olarak derlenmenin hızlı olması sonucunda da derlenme maliyetinin azalabileceği öngörülebilir.

Sonuç olarak çalışmamızda, düşük akımlı anestezi uygulamalarının gerekli teknik koşullar sağlandığında hemodinamik açıdan güvenli olduğunu, volatil anestezik tüketiminde ve ilaç maliyetinde azalma sağladığını belirledik. Modern teknik donanımın sağlanmasıyla düşük akım tekniklerinin güvenli ve basit şekilde uygulanabilmektedir. Anestezik ajan

tüketiminin azaltılmasının yanı sıra; solutulan gazın ısı ve neminin iyileştirilerek postanestezik akciğer komplikasyonlarının azaltılabilmesi, vücut ısısının korunabilmesi, ameliyathane atmosferinin kirlenmesinin önlenmesi ve ozon tabakasına verilen zararın azaltılması, düşük akım uygulamalarının kazandırdığı ek önemli üstünlüklerdir. Tüm bu avantajların sağlanabilmesi için uygun koşullar sağlanmak kaydıyla desfluran ile uygulanan düşük akımlı anestezi tekniklerinin anestezi uygulamalarında tercih edilmesinin yararlı olduğu kanısındayız.

ÖZET

Son yıllarda modern anestezi makinelerinin kullanılması, anestezi gazlarının tüketiminin, maliyetinin azaltılması ve çevre bilincinin artması nedenleriyle düşük akımlı anestezi tekniklerine olan ilgi giderek artmaktadır. Bu çalışmada BIS kontrollünde uygulanan desfluran anestezisinin hemodinami ve maliyete üzerindeki etkilerinin düşük akımlı ve yüksek akımlı anestezi uygulamaları arasında karşılaştırılması amaçlandı.

Çalışmada, elektif septorinoplasti operasyonu planlanan ve ASA I-II risk grubundan olan 40 erişkin olgu rastgele iki eşit gruba ayrıldı. (Düşük akım grubu n=20, Yüksek akım grubu n=20). Tüm olgulara operasyondan 1 saat önce 0.1 mg/kg midazolam intramusküler verilerek premedikasyon uygulandı. Hastaların; sistolik arter basıncı, diyastolik arter basıncı, ortalama arter basıncı, kalp atım hızı, oksijen saturasyonu ve bispektral indeks değeri, end-tidal karbondioksit, inspiryum-ekspiryum desfluran değerleri monitörize edildi. Olguların demografik özellikleri (yaş, ağırlık, ASA skoru, cinsiyet) ile anestezi ve operasyon başlangıç zamanları kaydedildi. Anestezi induksiyonunda her iki gruba da; 4-6 mg/kg Na-tiyopental, kas gevşemesi için 0.1 mg/kg veküronyum ve analjezi için 2 µg/kg fentanil iv olarak verildi. Yeterli kas gevşemesi sağlandıktan sonra endotrakeal entübasyon yapıldı. Tüm olgulara, 2 L/dk O₂, 2 L/dk NO₂ ve %4-8 desfluran karışımı ile bispektral indeks %40-60 düzeyinde kalacak şekilde anestezi derinliği sağlanarak, tidal volüm 8 mL/kg, ETCO₂ 30-40 mmHg sınırları arasında tutularak solunum sayısı 10/dk, SpO₂ %100-94 olması şartıyla FiO₂:0.5 olarak kontrollü mekanik ventilasyon uygulandı. Düşük akımlı anestezi uygulanacak grupta,

ilk 10 dk'dan sonra taze gaz akımı 4 L/dk'dan 1 L/dk'ya düşürüldü. Sistolik arter basıncı, diyastolik arter basıncı, ortalama arter basıncı, kalp atım hızı ve oksijen satürasyonu değerleri, operasyon masasına alındığında (kontrol), bu parametrelerle birlikte ETCO₂ (mmHg), inspiryum ve ekspiryumda desfluran (%), entübasyondan 1dk sonra, anestezinin ilk yarım saatinde 5 dk'lık aralıklarla (5, 10, 15, 20, 25, 30), ilk yarım saatden sonra 10 dk'lık aralıklarla (40, 50, 60, 70, 80, 90) ve ekstübasyondan 1 dk sonra kaydedildi. Anestezi ile operasyon başlangıç ve bitiş zamanları (dk) belirtildi. Derlenme odasında ise sistolik arter basıncı, diyastolik arter basıncı, ortalama arter basıncı, kalp atım hızı ve oksijen satürasyonu, VNS ve ADS değerleri ekstübasyondan sonraki 5, 15, 30. dakikalarda kaydedildi. Maliyet, her iki hasta grubunda peroperatif izlemlerindeki anestezi süresi için ayrı ayrı Dion Formülü uygulanarak hesaplandı ve ortalamaları alındı.

Yüksek ve düşük akım uygulanan iki grup arasında yapılan karşılaştırmada, her iki grupta da; kalp atım hızı, sistolik-diyastolik-ortalama arteriyel basınçlar, oksijen satürasyonu, end-tidal karbondioksit değerlerinde anlamlı bir farklılık saptanmadı. Düşük akımlı grupta derlenmenin daha erken olduğu (ADS \geq 9: Grup DA'da 15. dk, Grup YA'da 30. dk) belirlendi (p<0.05). Düşük akım grubunda volatil anestezi tüketimi ve maliyet açısından önemli azalma sağlandı (p<0.05).

Sonuç olarak, desfluran ile uygulanan düşük akımlı anestezi tekniğinin hemodinamik stabilite ve hızlı derlenme sağladığı, volatil anestezi ajan tüketimini ve ilaç maliyetini azaltabildiği belirlendi.

SUMMARY

Today with the usage of modern anaesthesia machines, the interest for the low flow anaesthesia is continually rising due to its benefits such as decrease in consumption of vapour, decrease in cost and the increase in sensitivity of the humanbeing for the ecology. The aim of this study is to compare the effects of low flow and high flow desflurane anaesthesia techniques by control of BIS monitoring on hemodynamics and cost.

In this study 40 ASA I-II patients scheduled for septorinoplasty operation were selected randomly (Low flow group n=20, High flow group n=20). Intramuscular midazolam 0.1 mg/kg was administered as premedication to all patients 1 hour before the operation. Systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean blood pressure, heart rate, oxygen saturation and bispectral index, end- tidal carbondioxide, inspired-expired desflurane parameters were monitored. Patients demographic parameters (age, weight, ASA score, gender), anaesthesia and operation durations were recorded. Anaesthesia induction was maintained for both groups with; Na-thiopental 4-6 mg/kg, vecuronium 0,1 mg/kg and fentanyl 2 µg/kg intravenously. After endotracheal intubation desflurane %4-8 was administered with fresh gas flow 4 L/min (2 L/min O₂ and 2 L/min NO₂) to obtain bispectral indeks between 40-60. With the arrangements of tidal volume 8 mL/kg, ETCO₂ 30-40 mmHg, respiratory frequency 10 breath/min, SpO₂ %94-100, FiO₂:0.5 controlled mechanical ventilation was applied. In the low flow anaesthesia group fresh gas flow was decreased to 1 L/min from 4 L/min, 10 minutes after induction. Systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean blood pressure, heart rate, oxygen saturation when patient was taken to the operation room (control), with these parameters, end- tidal carbondioxide (mmHg), inspired- expired desflurane concentration (%) were recorded after 1 min from intubation and at 5th, 10th, 15th, 20th,

25th, 30th, 40th, 50th, 60th, 70th, 80th 90th. minutes and as a last one after 1 min from extubation. In the recovery room systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean blood pressure, heart rate, oxygen saturation, Visual Numeric Scale and Aldrete Recovery Scorings at the 5th, 15th, 30th. minutes after extubation were recorded. Dion formula was used for cost calculation. All calculations for all time intervals were made separately and then a mean value of whole was taken. In respect of systolic-diastolic-mean blood pressure, heart rate, oxygen saturation, end-tidal carbondioxide parameters there were no significal differences between the groups. The recovery was faster in the low flow group than those in the high flow group (ARS \geq 9: 15th min in low flow group, 30th min in high flow group) ($p < 0.05$). Cost and the consumption of volatil anaesthetic were calculated lower in low flow group ($p < 0.05$).

As a result hemodynamics was stable at low flow anaesthesia technique with desflurane with a short time of recovery as well as economic with a low cost and consumption of volatile anaesthetics.

KAYNAKLAR

1. Baum JA. Klinik uygulamada düşük akımlı anestezi. In: Bozkurt P, ed. (Çeviri ed: Tomatır E) Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2002; p:225-263
2. Ting PH. Low flow anesthesia: advantages and disadvantages. Datex-Ohmeda. 2003; Part 1.
3. Johansen JW. Update on bispectral index monitoring. Best Prac Clin Anesthesiol. 2006; 20: 81-89.
4. Baum JA. Theory, practice, technical preconditions, advantages, and foreign gas accumulation. J. Anesth. 1999; 13: 166-174.
5. Baum JA. Solutma sistemlerinin teknik özelliklerine göre sınıflandırılması. In: Arkan A, ed. (Çeviri ed: Tomatır E) Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2002; p:13-16.
6. Lajunen M. What and why of low flow anesthesia. Datex-Ohmeda. 2001.
7. Baum JA. Anesteziye yeniden solutmalı sistemlerin üstünlükleri In: Tomatır E, ed. (Çeviri ed: Tomatır E) Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2002; p:88-107.
8. Baum JA. Düşük taze gaz akımlı anestezi yöntemleri In: Balkan BK, ed. (Çeviri ed: Tomatır E) Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2002; p:57-70.
9. Odin I. Low flow and economics of inhalational anaesthesia. Best Pract Res Clin Anaesthesiol. 2005; 19(3): 399-413.

10. Stenqvist O. Low flow anesthesia. Datex-Ohmeda. 2001.
11. Ting PH. Low flow anesthesia: technical requirements and other considerations for low flow anesthesia. Tailor-made Anesthesia. 2003.
12. Kalli SI. Isoflurane administration during routine gynecologic procedure, effect of low fresh gas flow and circle breathing system. Datex-Ohmeda. 2001.
13. Lowe HJ, Ernst EA. The quantitative practice of anesthesia. Williams and Wilkins. 1981
14. Baum JA. Anestezik gazların farmakokinetiği. In: Balkan BK, ed. (Çeviri ed:Tomatır E) Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2002; p: 38-50.
15. Brody S. Bioenergetics and growth. Reinhold Publishing Corp. New York. 1945; p:1023
16. Severinghaus JW. The rate of uptake of nitrous oxide in man. J Clin Invest. 1954; 3:1183-9
17. Sobreira DP, Jreige MM. The fresh-gas flow sequence at the start of low-flow anaesthesia. Anaesthesia. 2001; 56(4): 379.
18. Baum JA. Düşük akımlı anestezi hasta güvenliği boyutu. In: Tomatır E, ed. (Çeviri ed: Tomatır E) Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2002; p: 191-214.
19. Yıldırım A, Göksu H, Toprak GÇ, Kılıç R, Yaşar MA. İzofluran, desfluran, sevofluran ile uygulanan düşük akımlı anestezinin, anestezi kalitesi ve güvenilirliğinin karşılaştırılması. Fırat Tıp Dergisi. 2006; 11(3): 170-174.
20. Avranov MN, Griffin JD, White PF. The effect of fresh gas flow and anesthetic technique on the ability to control acute hemodynamic responses during surgery. Anesth Analg. 1998; 87: 666-670.

21. Eger EI. Desflurane, an overview of its properties critical drug appraisal. *Anesthesiology*. 1993; 20: 87-92.
22. Gedik E. Ekspiryum dakika volümü oranlarına göre düşük akımlı anestezi uygulaması. İnönü Üniversitesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilimdalı Uzmanlık Tezi. 2001; 8-13.
23. Çetinalp S. Yarı kapalı sistemle uygulanan yüksek ve düşük akımlı desfluran anestezisinin inspiyum havası CO ve venöz kan COHb düzeylerine etkisinin karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi Anestezi ve Reanimasyon Anabilimdalı Uzmanlık Tezi. 2005; 19-26.
24. Johnston RV, Andrews JJ, Deyo DJ, Trahan LA, Savrick MD, Grady JJ, Prough DS. The effects of carrier gas composition on the performance of the Tec 6 desflurane vaporizer. *Anesth Analg*. 1994; 79: 548-552.
25. Eger E, Weiskopf RB. The pharmacology inhaled anesthetics. *J Clin Anesth*. 2003;17(2):152.
26. Patel SS, Goa KL. Desfluran a review of its pharmacodynamic and pharmacokinetic properties and its efficacy in general anaesthesia. *Adis International Limited Drug Evaluation*. 1995; 50 (4): 742-767.
27. Keefe NJ, Healy TEJ. The role of new anesthetic agents. *Pharmacology & Therapeutics*. 1999; 84: 233-248.
28. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. İnhalasyon anestezikleri In: Cuhruk H, ed. (Çeviri eds: Tulunay M, Cuhruk H) *Klinik anesteziyoloji*. Ankara: Güneş Kitabevi. 2002; p:137-146.
29. Kayhan Z. Genel anestezi. *Klinik anestezi*. Ankara:Logos Yayıncılık. 2004; p:75-94.

30. Naguib K, Osman H, Shams A. The safety and efficacy of desflurane. M.E.J. Anesth. 1997; 14(1):33-44.
31. Thomas JE, Arain SR. Renal responses to low-flow desflurane, sevoflurane and propofol in patients. Anesthesiology. 2000; 93: 1401-6.
32. Işık Y, Göksu S, Kocoğlu H, Oner U. Low flow desfluran and sevoflurane anaesthesia in children EJ Anaesth. 2006; 23: 60-64.
33. Kayaalp O. Genel anestezinin farmakolojik yönü ve genel anestezipler. Tıbbi farmakoloji. Ankara: Hacettepe Taş. 1996; p: 234-257
34. Tullock WC, Diana P, Cook R, Wilks DH, Brandom BW, Stiller RL, Beach CA. Neuromuscular and cardiovascular effects of high-dose vecuronium. Anesth Analg. 1990; 70: 86-90.
35. Savarese JJ, Caldwell JE, Lien CA, Miller RD. Pharmacology of muscle relaxant and their antagonist. Fifth edition. Miller RD(ed), Churchill Livingstone USA, Anesthesia. 2000; 412-90.
36. Savarese JJ, Neuromuscular blocking agents. Third edition. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. (eds) McGraw-Hill, NewYork, Clin Anesthesiol. 2002; 178-98.
37. Baum JA. Düşük taze gaz akımlı anestezi uygulaması için teknik gereksinimler. In: Öztürk E, ed. (Çeviri ed: Tomatır E) Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2002; p:151-153.
38. Haemodynamic Patient Monitor Drager Medizintechnik GmbH PM. 8060. 1998; p: 3-42
39. Johansen JW, Sebel PS. Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring. Anesthesiology. 2000; 93: 1336-44.

40. Rosow C, Manberg PJ. Bispectral index monitoring anesthesiology clinics of north america. *Anesthesiol Clin North America*. 2001;19: 947-66
41. Glass PSA, Johansen J. The bispectral index monitor. *Surgical Services Management*. 1998; 4, Number 10.
42. BIS by Aspect, USA. Aspect Medical Systems. 2002; p:1-11
43. Chan M. What does the bispectral EEG index monitor? *Anaesthesiology*. 2000;17: 146-148.
44. Kissin I. Depth of anesthesia and bispectral index monitoring. *Anesth Analg*. 2000; 90: 1114-7.
45. Weiskopf RB. Monitoring depth of anesthesia. *Anesthesiology*. 2000; 93, No 3: 876-82.
46. White PF. Use of cerebral monitoring during anaesthesia: effect on recovery profile. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2006; 20: 181-189.
47. Rampil IJ, Kim JS, Lenhardt R, Negishi C, Sessler DI. Bispectral EEG index during nitrous oxide administration. *Anesthesiology*. 1998; 89: 674-7.
48. Puri G.D. Paradoxal changes in bispectral index during nitrous oxide administration. *Br. J. Anesthesia*. 2001; 86 (1): 141-2.
49. Aldrete JA, Kroulik D. A postanesthetic recovery score. *Anesth Analg*. 1970; 49: 924-34.
50. Chernin EL. Pharmacoeconomics of inhaled anesthetic agents: considerations for the pharmacist. *Am J Health-Syst Pharm*. 2004; 61: 18-22.

51. Elliott RA, Davies LM, Payne K, Moore JK, Harper NJN. Costing day case anesthesia: obtaining accurate patient-based costs for adults and children. *International J of Tecno. Asses. in Health Care*. 2004; 20 (4): 552-561.
52. Wong J, Song D, Blanshard H, Grady D, Chung F. Titration of isoflurane using BIS index improves early recovery of elderly patients undergoing orthopedic surgeries. *Can J Anesth*. 2002; 49 (1): 13-18.
53. Mortikamen M. Day case anesthesia in adult knee arthroscopy: with special reference to recovery and cost effectiveness after general and spinal anaesthesia. chapter 4. patient and methods. Department of Anaesthesiology, University of Oulu. Finland. 2002; 95-96.
54. Dion P. The cost of anaesthetic vapours. *Can J Anaesth*. 1992; 39 (6): 633-634.
55. Weiskopf RB, Eger EI, Lonescu P. Desflurane does not produce hepatic or renal injury in human volunteers. *Anesth Analg*. 1992; 74: 570-4.
56. Jones RM, Cashman JN. Cinical impressions and cardiorespiratory effects of a new fluorinated inhalation anaesthetic. *Br. J. Anaesth*. 1990; 64: 11-5.
57. Ceylan A, Kırđemir P, Kabalak A, Aksu C, Baydar M, Gögüş N. Düşük akım desfluran ve sevofluran anestezisinde karboksihemoglobin, hemodinami ve uyanma kriterlerinin karşılaştırılması. *Gülhane Tıp Dergisi*. 2004; 46 (4): 291-297.
58. Bennett JA, Mahadeviah A, Stewart J, Lingaraju N, Keykhah MM. Desflurane controls the hemodynamic response to surgical stimulation more rapidly than isoflurane. *J. Clin Anesth*. 1995; 7: 288-291.
59. Mapleson WW. The theoretical ideal fresh-gas flow sequence at the start of low-flow anaesthesia. *Anaesthesia*. 1998; 53: 264-272.
60. Meakin GH. Low-flow anaesthesia in infants and children. *Br J of Anesth*. 1999; 83: 50-7.

61. Johansson A, Lungberg D, Luttrupp HH. The quotient end-tidal / inspired concentration of sevoflurane in a low-flow system. *J of Clin Anesth.* 2002; 14: 267-270.
62. Baum JA. The theory and practice of low flow, minimal flow and closed system anaesthesia. 2nd edition. *E J Anaesthesiol.* 2004; 21: 166-168.
63. Azami T, Preiss D, Somogyi R, Vesely A, Prisman E, Iscoe S, Wolf AMD, Fisher JA. Calculation of O₂ consumption during low-flow anesthesia from tidal gas concentrations, flowmeter, and minute ventilation. *J. Clin Monitoring and Computing.* 2004; 18: 325-322.
64. Coetzee JF, Stewart LJ. Fresh gas flow is not the only determinant of volatile agent consumption: a multi-centre study of low-flow anaesthesia. *Br J of Anesth.* 2002; 88: 46-55.
65. Whalen FX. Inhaled anesthetics: an historical overview. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2005; 19: 323-330.
66. Lockwood GG, White DC. Measuring the cost of inhaled anaesthetics. *Br J of Anesth.* 2001; 87 (4): 559-63.
67. Pederson FM, Nielsen J, Ibsen M, Guldager H. Low-flow isoflurane nitrous oxide anaesthesia offers substantial economic advantages over high and medium flow isoflurane nitrous oxide anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1993; 37: 509-512.
68. Weiskopf RB, Eger EI. Comparing the cost of inhaled anesthetics. *Anesthesiology.* 1993; 79:1413-1418.
69. Meissner A, Hauenschild M, Aken HKV. Consumption of volatile agents under low flow and metabolic flow conditions. *Anesthesiology.* 2004; 101: A485.
70. Baum JA, Aitkenhead AR. Low flow anaesthesia. *Anaesthesia.* 1995; 50: 37-44.

71. Data Sheet Suprane. Baxter Healthcare Limited. 2006.
72. Ylı-Hankala A, Vakkuri A, Annila P, Korttila K. EEG bispektral index monitoring in sevoflurane or propofol anaesthesia: analysis of direct cost and immediate recovery Acta Anaesthesiol Scan. 1999; 43: 545-549.
73. Schuster M, Standl T. Cost drivers in anesthesia: manpower, technique and other factor. Curr Opin Anaesthesiol. 2006;19: 177-184
74. Doğan H. Minimal akımlı anesteziye desfluran ve azotprotoksit ile desfluran ve remifentanil kombinasyonlarının karşılaştırması Pamukkale Üniversitesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilimdalı Uzmanlık Tezi. 2003; 38-42.



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
YEREL ETİK KURULU

Tarih	Sayı	Konu
20.06.2005	169	Etik Kurul Kararı Hk

Fakültemiz Öğretim Üyesi Prof.Dr.Yener Karadenizli'nin sorumlu araştırmacısı olduğu **“BİS Kontrollü Düşük ve Yüksek Akımlı Desfluran Anestezisinde Hemodinami ve Maliyetin Karşılaştırılması”** başlıklı tez çalışmasında, hasta takip parametreleri içindeki CO (kardiyak output), CI (kardiyak indeks) parametrelerini ölçen cihazdaki arızadan dolayı bu iki parametrenin takip dışı bırakılması istemi Etik Kurulumuzda görüşülerek, uygun bulunmuştur.

Prof.Dr.Türkiz GÜRSEL
BAŞKAN

Prof.Dr.Leyla MEMİŞ
ÜYE

Prof.Dr.Ceyda KARADENİZ
ÜYE

Prof.Dr.Candan TUNCER
ÜYE

Prof.Dr.Aysel ARICIOĞLU
ÜYE

Prof.Dr.Ayla GÜLEKON
ÜYE (Katılmadı)

Prof.Dr.Esin ŞENOL
ÜYE

Prof.Dr.Fatma AKAR
ÜYE

Prof.Dr.Emin ERSOY
ÜYE

Doç.Dr.Canan ULUOĞLU
ÜYE

Doç.Dr.Aykin ŞİMŞEK
ÜYE (Katılmadı)

Yrd.Doç.Dr.Nesrin ÇOBANOĞLU
ÜYE

G.Ü.T.F. Hastanesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD Başkanlığı

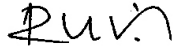
27.04.2005

ANKARA

Konu: Dr. Ferda Köksal'ın Tez Çalışması

Kliniğiniz Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Yener Karadenizli'nin tez hocalığında yürütülmesi planlanan, araştırma görevlisi Dr. Ferda Köksal'ın "Yüksek/Düşük Akımlı Desflurane anestezisinde hemodinami ve maliyet karşılaştırması" konulu tez çalışmasında kullanılacak Suprane Volatil solüsyonlar firmamız tarafından karşılanacaktır.

Bilgilerinize sunarız



Fatih Bozkurt
Ankara Bölge Müdürü