



T.C.

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

GAZİOSMANPAŞA EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

**SEPTORİNOPLASTİ AMELİYATLARINDA DÜŞÜK AKIM VE
YÜKSEK AKIM ANESTEZİNİN SEREBRAL OKSİMETRE VE
BİSPEKTRAL İNDEKS ÜZERİNE ETKİLERİ**

Dr. Melike TEZDÖNEN

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL/2020



T.C.

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

GAZİOSMANPAŞA EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

**SEPTORİNOPLASTİ AMELİYATLARINDA DÜŞÜK AKIM VE
YÜKSEK AKIM ANESTEZİNİN SEREBRAL OKSİMETRE VE
BİSPEKTRAL İNDEKS ÜZERİNE ETKİLERİ**

Dr. Melike TEZDÖNEN

Tez Danışmanı: Prof.Dr.Ülkü Aygen TÜRKMEN

Yardımcı Tez Danışmanı: Uzm.Dr. Bengü ÖZÜTÜRK

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL/2020

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince hem mesleki hem de hayata dair bilgi ve deneyimleriyle bize yol gösterici olan klinik eğitim sorumlusu ve aynı zamanda tez danışmanım olan değerli hocam Prof. Dr. Ülkü Aygen TÜRKMEN' e,

Mesleki bilgi ve deneyimleriyle bize yol gösteren klinik eğitim görevlilerimiz Doç. Dr. Nergis SUNGUR, Uzm. Dr. Cengiz YUMRU, Uzm .Dr. Tülin Esra ÇIRPICI ve Uzm. Dr. Seher BAYRAKTARKATAL' a,

Tez sürecinde beni destekleyen ve yardımcı tez danışmanım olan Uzm. Dr. Bengü ÖZÜTÜRK' e, manevi desteğini hep yanımda hissettiğim Uzm. Dr. Zuhale ÇAVUŞ' a ve asistanlık süresince kendilerinden çok şey öğrendiğim diğer tüm uzmanlarıma,

Gece gündüz demeden yoğun çalışma koşullarını paylaştığım, her biri ile birbirinden güzel anılar biriktirdiğim, her birini ayrı sevdiğim yol arkadaşlarım olan asistan arkadaşlarıma,

Birlikte çalışmaktan keyif aldığım, saygıdeğer hemşire, teknisyen ve tekniker arkadaşlarıma,

Canım anneme ve babama, bana hiçbir zaman yalnızlık hissettirmeyen ve tüm hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen canım ablalarım, abilerim ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Dr. Melike TEZDÖNEN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	4
Septorinoplasti ve Anestezi	4
Düşük Akımlı Anestezi	5
Düşük Akımlı Anestezi Teknikleri	6
Düşük Akımlı Anestezinin Uygulanması	8
Düşük Akımlı Anestezinin Avantajları	10
Çevre Kirliliğinde Azalma	10
Çalışma Ortamında Anestezik Gaz Kirliliğinde Azalma	10
Atmosfer Kirliliğinde Azalma	10
Maliyette Azalma	11
Anestezik Gaz Tüketiminde Azalma	11
Sodalaym Tüketimi	11
Anestezik Gaz İkliminde İyileşme	11
Anestezi Eğitime Katkı	11
Düşük Akımlı Anestezinin Dezavantajları	12
2.2.4.1.Hipoksi	12
2.2.4.2.Solutma Sistemi İçinde Karbondioksit Birikmesi	12

Kazayla Volatil Anestezik Aşırı Dozu	12
Hipoventilasyon ve Solutma Yöntemindeki Değişiklikler	13
Uzun Zaman Sabitesi	13
Yabancı Gaz Birikimi	13
Düşük Akım Uygulamasının Endikasyonları	14
Düşük Akımlı Anestezinin Kontrendikasyonları	14
2.2.7.Düşük Akımlı Anestezi Uygulamasında Sevofluran	15
2.3.Bispektral İndeks(BİS)	16
2.4. Serebral Oksimetre (NIRS=Near Infrared Spectroscopy)	17
2.4.1.Çalışma Prensibi	18
3.GEREÇ VE YÖNTEM	20
4.BULGULAR	23
5.TARTIŞMA VE SONUÇ	34
KAYNAKLAR	41
ETİK KURUL ONAYI	49
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ TEZ ONAYI	50
ÖZGEÇMİŞ	51

KISALTMALAR DİZİNİ

APL	Adjustable Pressure Limitation
ASA	American Society of Anesthesiologists
BIS	Bispektral İndeks
CO₂	Karbondioksit
EEG	Elektroensefalografi
EKG	Elektrokardiyografi
EtCO₂	End-Tidal Karbondioksit
FiO₂	İnspiratuar Oksijen Fraksiyonu
IV	Intravenöz
KAH	Kalp Atımı Hızı
MAK	Minimum Alveoler Konsantrasyon
N₂O	Azot Protoksit
NIRS	Near Infrared Spectroscopy
SPO₂	Periferik Oksijen Satürasyonu
SjvO₂	Juguler Venöz Oksijen Satürasyonu
rSO₂	Bölgesel Serebral Oksijenasyon
PbtO₂	Beyin Dokusu Parsiyel Oksijen Basıncı
O₂	Oksijen

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	Sedasyon düzeyi ve BİS arasındaki korelasyon	16
Tablo 2.	Araştırmaya Dahil Edilme ve Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	20
Tablo 3.	Hastaların Demografik Özellikleri ve Operasyon Süreleri	23
Tablo 4.	SPO2 Değerleri	25
Tablo 5.	Kalp Tepe Atımı Değerleri	26
Tablo 6.	Sistolik Arter Basıncı Değerleri	27
Tablo 7.	Diastolik Arter Basıncı Değerleri	28
Tablo 8.	Bispektral İndeks (BİS) Değerleri	31

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Azaltılmış Taze Gaz Akımlı Anestezi Uygulamaları	6
Şekil 2.	ASA Skoru Dağılımı	24
Şekil 3.	Cinsiyet Dağılımı	24
Şekil 4.	Ortalama Arter Basıncı(OAB) Gruplar Arası Karşılaştırılma	28
Şekil 5.	End-tidal Karbondioksit (EtCO ₂) Gruplar Arası Karşılaştırma	29
Şekil 6.	İnspire Edilen Oksijen Yüzdesi (FiO ₂) Gruplar Arası Karşılaştırma	29
Şekil 7.	Minimum Alveolar Konsantrasyon (MAK) Gruplar Arası Karşılaştırma	30
Şekil 8.	Sağ Serebral Hemisfer Rejyonel Oksijen Saturasyonu (rSO ₂) Gruplar Arası Karşılaştırılması	32
Şekil 9.	Sol Serebral Hemisfer Rejyonel Oksijen Saturasyonu (rSO ₂) Gruplar Arası Karşılaştırılması	33

ÖZET

AMAÇ

Çalışmamızda; kontrollü hipotansiyon uygulanan ve yarı oturur pozisyonda yapılan septorinoplasti vakalarında düşük akımlı anestezi ile yüksek akımlı anestezi tekniklerini, non-invazif yöntem olan BIS ve serebral oksimetri ile takip ederek anestezi derinliğinin sağlanmasındaki etkinliklerini ve hemodinamik parametreler üzerindeki güvenilirliklerini karşılaştırmayı amaçladık.

GEREÇ YÖNTEM

Etik kurul iznini takiben; prospektif, randomize kontrollü bu çalışmaya genel anestezi altında, elektif septorinoplasti operasyonu planlanan, dahil olma kriterlerini karşılayan ve çalışmaya katılmakla ilgili bilgilendirilmiş onam formunu imzalayarak kabul etmiş olan 50 hasta alındı. Hastaların hemodinamik verileri olan KAH, SAB, DAB, OAB, SpO₂, her iki serebral hemisfer için rSO₂ değerleri, BIS değerleri induksiyon öncesi, induksiyondan sonra 1. dk'da, entübasyon öncesi, entübasyon sonrası, operasyon süresince 10.dk, 20.dk, 30.dk, 45.dk, 60.dk ve sonrasında yarım saat aralıklarla ve ani değişiklikler olduğunda ve ekstübasyon sonrası 5.dk da kaydedildi. EtCO₂, inspire edilen oksijen konsantrasyonu (FiO₂) ve minimum alveolar konsantrasyon (MAK) entübasyon sonrası monitörize edilerek diğer parametrelerle birlikte kaydedildi. Çalışmamızda ilk 90 dakikada elde edilen veriler ve ekstübasyon sonrası 5.dakikadaki veriler kullanıldı. Kaydedilen veriler düşük akımlı anestezi (0,8L/dk) ve yüksek akımlı anestezi (3 L/dk) uygulanan hasta grupları arasında karşılaştırıldı. İstatistiksel olarak p<0,05 anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya, düşük akımlı anestezi grubunda (Grup D) 25 hasta ve yüksek akımlı anestezi grubunda (Grup Y) 25 hasta olmak üzere toplam 50 hasta dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen olgular arasında cinsiyet, ASA risk grubu, yaş, boy, ağırlık, vücut kitle indeksi (VKİ) ve operasyon süreleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0,05). Uygulanan akım yöntemlerine göre ayrılan gruplar arasında induksiyon öncesi, induksiyondan sonra 1. dk'da, entübasyon öncesi, entübasyon sonrası, operasyon süresince 10.dk, 20.dk, 30.dk, 45.dk, 60.dk, 90.dk ve ekstübasyon sonrası 5.dk da kaydedilen kalp tepe

atımı, SPO2 sistolik arter basıncı, diyastolik arter basıncı, ortalama arter basıncı MAK, EtCO2 ve FiO2 değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Olgularda ölçülen en düşük BIS değeri; Grup D' de induksiyon sonrası değerde görülürken ($31,92 \pm 9,504$) Grup Y' de entübasyon öncesi değerde görüldü ($34,68 \pm 9,209$). Her iki gruptaki olguların ölçülen en yüksek ortalama sağ rSO2 değerleri entübasyonun 1. dakikasında ölçüldü (Grup D ortalama: $71,40 \pm 6,481$; Grup Y ortalama: $73,16 \pm 7,798$). Grup D'de ölçülen en düşük değer ortalama: $64,60 \pm 4,778$ olup induksiyon sonrası ölçüldü. Grup Y'de ise ölçülen en düşük değer ortalama: $63,57 \pm 6,694$ olup operasyonun 20.dakikasında ölçüldü. Her iki gruptaki olguların ölçülen en yüksek ortalama sol rSO2 değerleri entübasyonun 1. dakikasında ölçüldü (Grup D ortalama: $71,48 \pm 6,801$; Grup Y ortalama: $72,44 \pm 6,696$). Grup D'de ölçülen en düşük değer ortalama: $64,00 \pm 7,326$ olup induksiyon sonrası ölçüldü. Grup Y'de ise ölçülen en düşük değer ortalama: $64,40 \pm 6,449$ olup operasyonun 60.dakikasında ölçüldü. BIS , sağ rSO2 ve sol rSO2 açısından yapılan gruplar karşılaştırmada her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

SONUÇ

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulguları değerlendirdiğimizde, septorinoplasti anestezisinde intraoperatif hemodinami, yeterli anestezi derinliği ve serebral oksijenasyon açısından iki yönteminde yeterli güvenliği sağladığı sonucuna vardık.

Anahtar Kelimeler: Düşük akım anestezi, bispektral indeks, serebral oksimetri,

ABSTRACT

AIM

In our study we aimed to compare low and high flow anaesthesia techniques by using BIS which is a non invasive method and cerebral oximetry, in septorhinoplasty patients whom we applied controlled hypotension and settled in semisitting position. We tried to determine their reliability and effectivity on hemodynamic parameters and depth of anaesthesia.

MATERIAL AND METHODS

After approval by the local Ethics Committee; 50 patients were involved in the study consisted of planned elective septorhinoplasty under general anaesthesia, matching the inclusion criteria and signed informed consent about the research. Hemodynamic parameters such as HR, SPB, DBP, MAP, SpO₂, and BIS values, rSO₂, for both hemispheres were recorded before induction, 1. minute, after induction, before intubation, after intubation, 10min, 20min, 30min, 45min, 60min during the operation and consequent half an hour intervals or while sudden changes and 5 min after extubation. After intubation, EtCO₂, inspired oxygen concentration (FiO₂) and minimum alveolar concentration (MAC) were monitored and recorded in addition to the other parameters. In our study, data were used in the first 90 minutes and in the fifth minute after extubation. Recorded data were compared between the patient groups whom received low flow anaesthesia (0,8L/min.) and high flow anaesthesia (3 L/min.). p-values < 0.05 were assumed statistically significant.

RESULTS

25 patients in low flow anaesthesia group (Group D) and 25 patients in high flow anaesthesia group (Group Y), total of 50 patients are included to the study. There were not any statistical significant differences regarding gender, age, ASA risk score, height, weight, body mass index and duration of operations ($p > 0,05$). Comparing the groups depending on the anaesthesia flow, heart rate, SPO₂, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean arterial pressure, MAC, EtCO₂ and FiO₂ measurements did not show any statistically significant difference ($p > 0,05$) before induction, 1 min after induction, before intubation, after intubation, 10min., 20min., 30min., 45min., 60min, 90min., during the operation and 5 min. after the extubation.

The lowest BIS measurement in Group D was after induction ($31,92 \pm 9,504$), and the lowest measurement in Group Y was before induction ($34,68 \pm 9,209$). The highest mean right rSO₂ values were measured in the 1. minute after intubation in both groups. (Group D mean: $71,40 \pm 6,481$; Group Y mean: $73,16 \pm 7,798$). The lowest value in Group D mean rSO₂ was $64,60 \pm 4,778$ measured after induction. Group Y's lowest measured mean rSO₂ value was $63,57 \pm 6,694$, and it's measured in the 20. minute of the operation. Throughout the groups, the highest mean left rSO₂ value was in the 1.minute of intubation (Group D mean: $71,48 \pm 6,801$; Group Y mean: $72,44 \pm 6,696$). In group D, the lowest mean rSO₂ value, $64,00 \pm 7,326$, was recorded after induction. In group Y the lowest mean rSO₂ value, $64,40 \pm 6,449$, was recorded in the 60. minute of operation. Comparing the right and left rSO₂ of BIS, there was not any significant difference between two groups ($p > 0.05$).

CONCLUSIONS

The main conclusion that we've come up with after the research, was both methods provided enough reliability according to intraoperative hemodynamics, sufficient anesthesia depth, and cerebral oxygenization in septorhinoplasty.

Key words: Low flow anaesthesia, bispectral index, cerebral oximetry

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Anestezi yöntemi seçiminde; cerrahi işlemin türü, eşlik eden durumlar, hastanın genel durumu ve tercihi gibi nedenlerle birlikte hasta konforunun sağlanması, düşük maliyet, ameliyathane ortamı ve atmosfer kirliliğinin en az düzeyde olması önemlidir. Günümüzde genel anestezi uygulamalarının çoğunda volatil anestezipler kullanılmaktadır. İnhalasyon anestezisi pratiğinde 4-6 L/dk taze gaz akımı kullanılarak uygulanan yarı-kapalı sistem uzunca bir süredir en çok tercih edilen yöntem olmuştur. Bu miktardaki taze gaz akımı hastanın yaklaşık dakika ventilasyonuna eşittir.

Seçilen taze gaz akımı esas alındığında yeniden solutmalı sistemler; kapalı, yarı-kapalı veya yarı-açık olabilir. Yarı kapalı sistem kullanıldığında sisteme verilecek taze gaz akımı isteğe göre dakika hacminin altındaki herhangi bir değere ayarlanabilir. Ancak seçilecek taze gaz akımı değeri; devredeki kaçaklar ve hastanın alımından az olmamalıdır [1].

Düşük akımlı anestezi, yarı-kapalı yeniden solutmalı bir sistemle uygulanan ve yeniden solutma oranının en az %50 olduğu inhalasyon anestezisi tekniklerini tanımlamaktadır [2]. Klinik uygulamada taze gaz akımının 1 L/dk'nın altında kullanılması düşük akım anestezi sınıfında değerlendirilmektedir. Düşük akımlı anestezi, anestezi gaz iklimini iyileştirir. Anestezi gazların tüketimini önemli ölçüde azaltmakla beraber anestezi gaz maruziyetini, maliyet, ameliyathane ve atmosfer kirliliğini azaltmaktadır. İnhalasyon anestezisi, anestezi gazların nem oranı artmakta, ısı kaybı azalmakta, postoperatif hipotermi riski azalmakta ve solunum sistemi fizyolojisi daha iyi korunmaktadır [3].

Gelişmiş teknoloji olanakları rutin pratiğimize yeni bakış açıları getirmektedir. Günümüzde bu teknoloji ile üretilen anestezi cihazları; hasta takibinde sonsuz olanak sağlamanın yanı sıra hasta güvenliğini arttırmaktadır. Ancak bu olanaklara rağmen inhalasyon anestezisi tekniğinde yüksek akım kullanılması hem ekonomik hem de ekolojik olarak zarar vermektedir.

Yeniden solutmalı ve CO₂ absorpsiyonu yapılan bir sistemde yüksek taze gaz akışı kullanılmasının nedenleri olarak; inspire edilen anestezi gaz konsantrasyonundan ve CO₂ atılımının yeterliliğinden emin olma gereksinimi, tüketilen anestezi gaz maliyetinin cerrahi tedavinin toplam maliyetinde nispeten küçük yer tutması ve alışkanlık olduğu söylenebilir [4].

Yakın zamana kadar anestezi derinliği takibinde inspire edilen anestezi gaz konsantrasyonu ve minimum alveolar konsantrasyon (MAK) kullanılmaktaydı. Artık

günümüzde bispektral indeks (BİS) monitörü anesteziklerin beyin dokusundaki hipnotik etkilerini ölçebilmekte ve anestezi derinliğinin takibinde kullanılmaktadır [5]. BİS; anestezik ve sedatif ajanların beyindeki hipnotik etkilerini, bilinç ve bilinç kaybı arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak gösteren, EEG amplitüd ve frekanslarının istatistiksel bir derivativesidir [6]. BİS kullanımı; anestezi derinliğinin ölçülmesini, anestezi titrasyonunu ve operasyon sırasında izlemi kolaylaştırır [7].

Anestezi pratiğinde düşük taze gaz akımının kullanılmasının önündeki diğer bir engel hipoksemi endişesidir. Standart monitorizasyon sırasında kullanılan ortalama arter basıncı, pulse oksimetre ve kalp hızı gibi parametrelerin doku oksijenasyonunu göstermede her zaman yeterli olmadığı bilinmektedir. Bu eksiklikler doğrultusunda ileri monitorizasyon yöntemleri ile geliştirilen serebral oksimetre; Near Infrared Spektroskopisi (NIRS) yöntemi ile serebral rejijyonel doku oksijen saturasyonu ölçümü yapılmaktadır. Serebral oksimetre, fronto-temporal bölgeye yapıştırılan prop ile ölçüm yapan non-invazif bir yöntemdir. Bu probun üzerinde iki farklı ışık sensörü bulunur. Bu sensörler ile ekstrakraniyel (cilt ve kemik) dokulardan ve beyin dokusundan veri alınır. İki kaynak arasındaki fark hesaplanarak sonuç elde edilir. Proplar aracılığı ile oksihemoglobin ve deoksihemoglobin sinyallerini yorumlayarak bölgesel serebral oksijenasyonu (rSO₂) ölçer. Hemoglobinin oluşturduğu sinyal %75-85 venöz ve %15- 25 arteriyel ağırlıklıdır. Dolayısıyla normal rSO₂ değerleri %60 civarındadır. Serebral oksimetre yaklaşık 30 yıl önce tanımlanmış olmasına rağmen rutin olarak tüm operasyonlarda uygulanmamaktadır ancak son iki dekad süresince özellikli klinik uygulamalar ve cerrahi işlemlerde kullanılmaya başlanmıştır [8].

Anestezi ajanlar direkt olarak serebral oksijen tüketim hızını, serebral perfüzyon basıncını, serebral kan akımını ve serebrovasküler direnci etkiler. Aynı zamanda indirekt etkiyle vücut ısısı, kan gazları, sistemik arteriyel ve venöz basıncı etkileyerek; serebral kan akımı, oksijen tüketimi ve intrakranial basıncı değiştirebilirler [9].

Cerrahi işlemlerde kullanılan yarı oturur pozisyon, oturur pozisyonun bir versiyonudur. Yatak başının 15 dereceden daha fazla kaldırılması olarak tanımlanır ve venöz dönüşün azalmasına bağlı hipotansiyona yatkınlık görülür. Başın kalp seviyesinin üzerinde olması beyin perfüzyonunda azalmaya neden olacağından optimal kan basıncının sağlanması anestezi takibinde önemlidir. Bu pozisyonda supin pozisyona göre fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK) ve komplians artar. Bu pozisyonun PaO₂ üzerine yararlı etkisi olsa da ; venöz dönüşü azaltıp kardiyak outputu düşürmesi bu yararlı etkiyi azaltır [10].

Genel anestezi takibi sırasında bölgesel serebral oksijen saturasyonunun takip edilmesi ve güvenilir eşiğin üstünde tutulması ile postoperatif komplikasyonların azalmasının yanı sıra hastanede kalış sürelerinin kısaldığını gösteren çalışmalar mevcuttur [7].

Düşük akımlı anestezi tekniklerinin, yüksek akımlı anestezi tekniklerine oranla daha ekonomik olduğu bilinmektedir. Ancak, düşük akımlı anestezi tekniklerinin üstün olarak nitelendirilebilmesi için hastalar açısından yüksek akımlı anestezi teknikleri kadar güvenli olması koşulunu sağlamalıdır.

Çalışmamızda; kontrollü hipotansiyon uygulanan ve yarı oturur pozisyonda yapılan septorinoplasti vakalarında düşük akımlı anestezi (0,8 L/dk) ile yüksek akımlı anestezi (3 L/dk) tekniklerini, non-invazif yöntem olan BIS ve serebral oksimetri ile takip ederek anestezi derinliğinin sağlanmasındaki etkinliklerini ve hemodinamik parametreler üzerindeki güvenilirliklerini karşılaştırdık.

Septorinoplasti ve Anestezi

Burun tıkanıklığı toplumun yaklaşık olarak %65- 75'ini etkileyen bir durumdur. Bunun en sık sebebi ise nazal septal deviasyonlardır [11] .Bu deviasyonların düzeltilmesi ve eğriliğin neden olduğu estetik kaygıyı ortadan kaldırmak amacıyla da hastalara çeşitli nazoseptal cerrahi teknikler uygulanır. Septorinoplasti (SRP) girişimleri esnasında görülen en sık sorun kanamadır. İntraoperatif kanama operasyon bölgesindeki görüntüyü azaltır [12]. SRP ameliyatlarının genel anestezi yönetiminde, hasta başının ayaklarından yaklaşık 40 cm yüksekte olacak şekilde yarı oturur ya da ters trendelenburg pozisyonuna getirilmesi ve kontrollü hipotansiyonun uygulanması kanamayı azaltarak ameliyatın başarısını arttırmaktadır [13].

Kontrollü hipotansiyon uygulanarak intraoperatif kanamanın azaltılması, temiz bir cerrahi alan ile işlemin daha güvenli, kolay ve kısa sürede yapılmasını mümkün kılar [14]. Arteriyel kan basıncının bilinçli ve geri dönüşümlü olarak normal değerinin yaklaşık %50'sinin altına veya ortalama arter basıncının 50-65 mmHg'ya kadar düşürülmesi ve bu seviyede sürdürülmesi kontrollü hipotansiyondur. Bu uygulamayla kan kaybında yarıya yakın azalma olabildiği kabul edilmektedir [12] [14]

Cerrahi işlem sırasında hasta baş seviyesinin kalp seviyesinden yukarıda tutulması baş-boyun bölgesinde hipotansiyon sağlar ve kanlanmayı azaltır. Yarı oturur pozisyon, yatak başının 15 dereceden daha fazla kaldırılması olarak tanımlanır ve venöz dönüş azaldığı için hipotansiyona yatkınlık söz konusudur. Başın kalp seviyesinin üzerinde olması beyin perfüzyonunda azalmaya sebep olabileceğinden optimal kan basıncının sağlanması özellikle önemlidir. Bu pozisyonda supin pozisyona göre FRK ve komplians artar. Bu pozisyonun PaO₂ üzerine olan yararlı etkisi olsa da; venöz dönüşü azaltıp kardiyak outputu düşürmesi bu yararlı etkiyi azaltır [10]. Ortalama arter basıncının 50-65 mmHg arasında korunduğu kontrollü hipotansiyon yöntemlerinde serebral otonöregülasyonun bozulması veya yetersiz serebral perfüzyon nedeniyle postoperatif nörolojik hasar oluşabileceği konusunda çelişkili yayınlar mevcuttur. Erdem ve ark. [15] NIRS takibi ile kontrollü hipotansiyon uyguladıkları rinoplasti vakalarında periferik oksijen satürasyonu normal seyretmesine rağmen serebral oksijen satürasyonunun %20'den daha fazla azalabileceği sonucuna varmışlardır. Düşük akımlı anestezi tekniklerinde hipoksik gaz karışımı solutma ve hipoksi endişesi ve SRP gibi

kontrollü hipotansiyon uygulanan operasyonlarda serebral desatürasyon riski nedeniyle anesteziistler düşük akımlı anestezi tekniklerini kullanmakta çekingen davranmaktadır.

Düşük Akımlı Anestezi

Düşük akımlı anestezi kavramı; yarı kapalı yeniden solutmalı bir sistemde uygulanan, CO₂ absorbanından geçtikten sonra ekshale edilen gazın yeniden solutma oranının en az %50 olduğu inhalasyon anestezisi tekniklerini tanımlamak için kullanılmaktadır [16]. Literatürde ilk kez taze gaz akımının 1 L/dk 'ya düşürüldüğü düşük akım anestezi tekniği 1952'de Foldes ve ark. [17] tarafından, 10000'den fazla hastada başarıyla uygulandıktan sonra yayınlanmıştır. Virtue ise [18] 1974 yılında taze gaz akımını maksimum 0,5 L/dk olarak sınırlandırdığı "Minimal Akımlı Anestezi" tekniğinden bahsetmiştir.

Günümüzde kullanılan anestezi makinelerinin çoğunda ileri teknolojiye ait ventilasyon modları ve takip olanakları bulunmaktadır. 1998 yılında yeni ortak teknik norm EN-740 "Anestezi Makineleri ve Modülleri Temel Koşullar" düzenlemesine uyulmasını tüm Avrupa Birliği ülkeleri için zorunlu hale gelmiştir [19]. Bu olanaklara rağmen yeniden solutmaya neredeyse hiç izin verilmeyecek düzeyde yüksek taze gaz akımı kullanılması büyük bir çelişki yaratmaktadır ve bunun farkında olan anesteziist sayısı gün geçtikçe artmaktadır.

Sahip olduğumuz imkanlar göz önüne alınınca teknik araç ve gereç yetersizliğinden ziyade yeni teknikleri öğrenme ve uygulamadaki isteksizlik ve bundan kaynaklanan tecrübe eksikliği düşük akımlı anestezi tekniklerinin yaygın bir şekilde kullanılmasının önündeki engel olarak karşımıza çıkmaktadır.

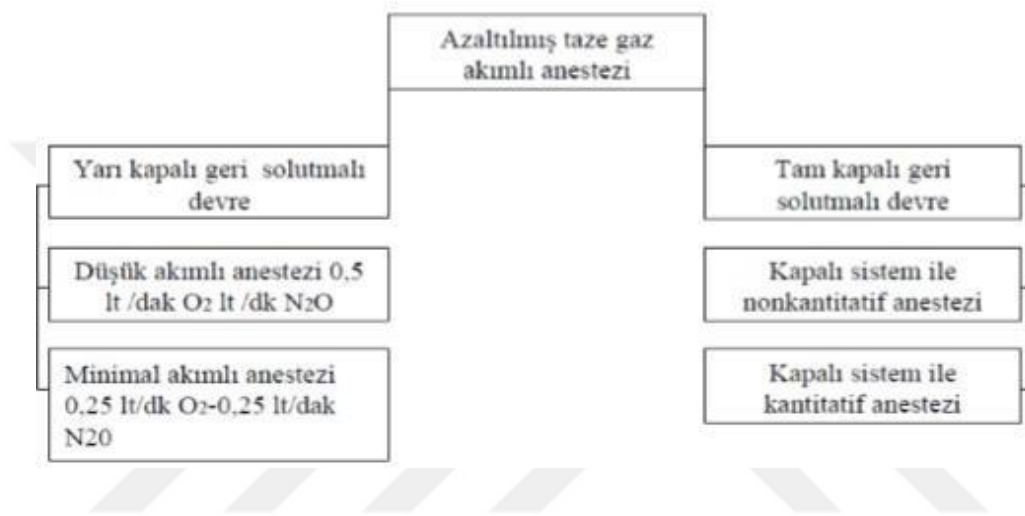
Düşük akımlı anestezi tekniğinde; taze gaz akımı hastanın dakika ventilasyonundan önemli ölçüde daha düşüktür [20]. Taze gaz akımı, anesteziistin tercihiyle bağlı olarak soluk hacminin altındaki herhangi bir değere ayarlanabilir.

Yeniden solutmalı sistemler; yarı-açık, yarı-kapalı ya da kapalı olabilir. Yeniden solutmalı bir sistem yarı-kapalı olarak kullanıldığında, sisteme verilecek taze gaz akımı tercihe göre ayarlanabilir. Ancak taze gaz akımının hiçbir zaman hastanın alımı ve solutma sistemindeki kaçaklar yolu ile olan kayıplardan daha düşük olmamasına dikkat edilmelidir. Taze gaz akımı azaltıldıkça, sistemden atılan gaz miktarı da o kadar azalır ve yeniden solutma oranı artmaktadır. Yeniden solutmalı bir sistemde hastanın dakika soluk hacmine eşit miktarda taze gaz akımı kullanılırsa, yeniden solutulan gaz oranı ihmal edilebilecek kadar düşük olur. Taze gaz akımı 4 L/dk olarak kullanıldığında yeniden solutma oranı yaklaşık

%20'ye yükselirken akım 2 L/dk'ya da altına düşürüldüğünde ise yeniden solutma oranı %50'ye veya daha üzerine yükselir [21].

Düşük Akımlı Anestezi Teknikleri

Yarı kapalı ve kapalı sistemlerde akım hızına bağlı olarak düşük akımlı anestezi ve minimal akımlı anestezi teknikleri uygulanabilmektedir (Taşıyıcı gaz olarak oksijen(O₂) ve azot protoksit(N₂O) kullanılmakta) [22].



Şekil 1. Azaltılmış Taze Gaz Akımlı Anestezi Uygulamaları [23].

Yarı-kapalı yeniden solutmalı sistemde düşük akımlı anestezi

- Taze gaz akımı sabit, 1 L/dk (0,5 L/dk O₂ / 0,5 L/dk N₂O)
- Taze gaz bileşimi %50 O₂ ve %50 N₂O
- Yeniden solutma kısmen mevcut
- Gaz fazlası var
- Anestezik gaz bileşimi anestezi süresince değişir
- Teknik sınıflandırma: Yarı-kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği

Yarı-kapalı yeniden solutmalı sistemde minimal akımlı anestezi

- Taze gaz akımı sabit, 0,5 L/dk (0,3 L/dk O₂ / 0,2 L/dk N₂O)
- Taze gaz bileşimi %60 O₂ ve %40 N₂O

- Yeniden solutma yüksek oranda mevcut
- Gaz fazlası minimal
- Anestezik gaz bileşimi anestezi süresince değişir
- Teknik sınıflandırma: Yarı-kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği

Kapalı yeniden solutmalı sistemle kantitatif olmayan anestezi (Gaz hacmi sabit)

- Taze gaz akımı alınımlar ve kaçaklar nedeniyle kayıp miktarına göre aralıklı olarak değiştirilir
- Taze gaz bileşimi solutma devresindeki O₂ konsantrasyonuna göre aralıklı olarak değiştirilir
- Yeniden solutma CO₂ absorpsiyonundan sonra ekshale edilen gazın tamamı
- Gaz fazlası yok
- Anestezik gaz bileşimi anestezi süresince değişir
- Teknik sınıflandırma: Kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği

Kapalı yeniden solutmalı sistemle kantitatif anestezi (Gaz hacmi ve anestezik gaz bileşimi sabit)

- Taze gaz akımı O₂, N₂O ve anestezik ajan alınımlarına göre sürekli değiştirilir
- Taze gaz bileşimi anestezik gaz bileşenlerinin alınımlarına göre sürekli değiştirilir
- Yeniden solutma CO₂ absorpsiyonundan sonra ekshale edilen gazın tamamı
- Gaz fazlası yok
- Anestezik gaz bileşimi önceden ayarlanan değerlere göre anestezi süresince sabit
- Teknik sınıflandırma: Kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği

Kapalı Sistemle Anestezi; herhangi bir şekilde fazla gaz kullanımından kaçınılması, solutma sistemine verilen taze gaz miktarının yalnızca hastaya özgü alınımlarını karşılayacak kadar olması ve ekshale edilen gazın tamamının karbondioksit absorpsiyonundan sonra yeniden kullanılması şeklinde tanımlanmaktadır. Böylece kapalı sistemle anestezi akımı hastaya özgü toplam gaz alınımlar miktarına kadar düşürülür. Eğer taze gaz akımı miktar olarak toplam alınımlarını karşılıyorsa buna “Kapalı Sistemle Kantitatif Olmayan Anestezi” denir. Ancak anestezinin seyri boyunca yalnızca solutma sisteminde dolaşan gaz hacmi değil aynı zamanda gaz bileşimi de sabit tutulabiliyorsa, o zaman “Kapalı Sistemle Kantitatif Anestezi” tanımı kullanılır [23].

Baker akım hızlarına göre standart tanımlamalar vermiştir [23].

Metabolik akım 250 ml/dk,

Minimal akım 250-500 ml/dk,

Düşük akım 500-1000 ml/dk,

Orta akım 1-2 L/dk,

Yüksek akım 2-4 L/dk.

Düşük Akımlı Anestezinin Uygulanması

Düşük akımlı anestezi tekniklerinin güvenle uygulanabilmesi için uygun monitörizasyonun varlığı, doğru çalışması, alarm sınırlarının dikkatle ayarlanması ve hasta solutma sistemine bağlanmadan önce veya bağlanır bağlanmaz alarmların çalışılabilir hale gelmesi şartı ile uygulanmalıdır. Standart anestezi monitörizasyonu kan basıncı, EKG, kapnometre, pulsoksimetre, vücut ısısı ile birlikte dakika volümü, hava yolu basıncı, inspire edilen oksijen konsantrasyonu(FiO_2), 1 L/dk altındaki taze gaz akımlarında solunan gazdaki anestezi ajan konsantrasyonunu monitörize edilecek şekilde olmalıdır [24].

Düşük akımlı anestezi uygulamasına başlarken inspire edilen oksijen konsantrasyonunun alt alarm sınırı %28-30'a, tıkanıklık alarmı 30 cmH₂O'ya, bağlantı ayrılma alarmı tepe basıncından 5 cmH₂O daha aşağıya ve ekspire edilen gaz hacmi alt alarm sınırı da istenen dakika hacminin 500 ml altına ayarlanmalıdır [25].

İndüksiyon için normal rutin sıra uygulanır; preoksijenizasyondan sonra IV hipnotik ajan ve kas gevşetici kullanılarak endotrakeal entübasyon yapılır. Hasta daha sonra yeniden solutmalı sisteme bağlanır. Taze gaz akım hızı düşürülmeden önce yaklaşık 4 L/dk yüksek taze gaz akımının kullanıldığı bir başlangıç dönemi gerekmektedir. Bu dönemde, yeterli denitrojenasyon sağlanmalı, solutma sistemi içine taze gaz bileşimi doldurulmalı ve yeterli anestezi derinliğini güvence altına almak için gerekli anestezi konsantrasyonuna ulaşılmalıdır [24].

Denitrojenasyon ya da daha çok bilinen adıyla preoksijenasyon, akciğerlerdeki nitrojenin (FRK'nin %69'dan fazlasını oluşturur) oksijenle yer değiştirerek apnenin başlaması sonrası alveo-kapiller kana difüzyon için yedek bir oksijen deposu sağlar, böylece fonksiyonel rezidüel kapasite ve oksijen rezervi artırılmış olur [26]. Denitrojenasyon 4-5 L/dk arasında taze gaz akım hızı kullanılarak yaklaşık 6-8 dk'da tamamlanır. 10 dk sonra solutma sistemi içindeki oksijen konsantrasyonu yaklaşık %30 vol'e ulaşır. Bu andan sonra taze gaz akımı 1

L/dk'ya azaltılır ve bu taze gaz akım hızının azaltılması yeniden solutma oranında bir artışa neden olur. İnspire edilen oksijen konsantrasyonunu %30 vol'ün üzerinde tutabilmek için akım düşürüldüğü anda oksijen konsantrasyonunu en az %40'a, hatta %50'ye yükseltmek gerekmektedir. Devre dışı vaporizatör kullanıldığında akım hızının düşürülmesi ile orantılı olarak solutma sistemine verilen anestezi buhar miktarı da azalacaktır. Solutulan gaz bileşimi içinde 0,8 MAC anestezi konsantrasyonunu koruyabilmek için taze gaz içindeki anestezi konsantrasyonu artırılmalıdır [24].

Uygulama sırasında, kazayla oluşacak gaz hacmi eksikliği (örn:solunum devresinin ayrılması), hem azalan dakika hacminde, hem de tepe ve plato basınçlarında ani azalmaya neden olacağı için ventilatör monitöründen çok çabuk fark edilir. Herhangi bir nedenle gaz hacmi eksikliği oluştuğunda, anestezi gaz hacmini tamamlamak için taze gaz hacmi en az 1-2 dk süre ile artırılmalıdır.

Düşük akımlı anestezi tekniklerinde anestezi gazların ısı ve nemliliği yüksek akımlı anestezi tekniklere göre önemli derecede yüksek olduğu için özellikle ameliyathane ısısı havalandırma ile düşük tutulduğunda oluşan ısı farkı nedeniyle hasta hortumları içinde su yoğunlaşması artar. Yoğunlaşmış su, hortumların en alt noktasında birikir ve havayolu basınç eğrisinde tepeler ve ince dalgalanmalar yaratır. Hortumlar solutma sisteminden ayrılmalı, su boşaltılarak hortumlar devreye tekrar bağlanmalıdır [27].

Düşük akımlı anestezi tekniklerinde zaman sabitesi; taze gazın anestezi ajan konsantrasyonundaki değişikliklerin, solutma sistemindeki anestezi ajan konsantrasyonuna çok geç yansması olarak tanımlanmıştır. Zaman sabitesi, hastaya özgü alınının sabit olduğu kabul edilirse, kısmen dolaşan gaz hacmiyle doğru orantılı, solutma sistemine verilen ajan miktarı ve taze gaz akımıyla ters orantılıdır. Uzun zaman sabitesi nedeniyle anestezi süresine bağımlı olarak, düşük akımlı anestezi uygulamasında cerrahi girişimin bitiminden 15-30 dk önce düşük taze gaz akım hızı korunurken, vaporizatör kapatılarak taze gaz bileşimi içine volatil ajan verilmesi durdurulabilir. Akım ne kadar düşükse, anestezi konsantrasyonundaki düşme o kadar yavaştır. Sonrasında hastanın spontan solunumu yeterli hale gelene kadar elle yardımcı solutma yapılır. Sistemdeki anestezi gazları bütünü ile uzaklaştırmak için ekstübasyondan yaklaşık 5-10 dk önce Adjustable Pressure Limitation (APL) valfi açılır ve oksijen akım hızı 4-6 L/dk'ya artırılır. Hastanın erken postoperatif bakımı rutin uygulamalara göre yapılır [24].

Düşük Akımlı Anestezinin Avantajları

Düşük akımlı anestezinin avantajları başlıca çevre kirliliğinde azalma, maliyette azalma, anestezi gaz ikliminde iyileşme ve anestezi eğitimine katkı olarak sıralanabilir.

Çevre Kirliliğinde Azalma

Çalışma Ortamında Anestezi Gaz Kirliliğinde Azalma

Solunum devrelerinde kaçak olmamasına çok dikkat edilmesine ve atık sistemlerinin kullanılmasına rağmen yüksek akımlı anestezi teknikleri ile çalışanlar, volatil anesteziyelere maruz kalmaktadırlar. Kullanılan anestezi gazlarının ameliyathaneye ortamına dağılması ile oluşan atmosfer kirliliğinin, ameliyathanede çalışan personelde karaciğer ve böbrek hastalıkları, spontan abortus, konjenital anomali ve kanser insidansını arttırdığı bilinmektedir.

Anestezi makinesinin çevresinde ölçülen anestezi gaz konsantrasyonu, yüksek akımlı anestezide düşük akımlı anestezie göre %40–150 oranında daha yüksek bulunmuştur [28]. Atık gaz sisteminin olmadığı durumlarda, düşük akımlı anestezinin kullanılması, anestezi gazlara maruz kalmanın azaltılmasının en kolay yoludur [29].

Düşük akımlı anestezi teknikleri kullanıldığında, artan gaz miktarı azalmış olduğu için uzun süreli anestezilerde anestezi gaz atığı % 70-90 oranında düşmektedir. Böylece, sadece geri solutmanın uygun kullanımı ile iş yerindeki N₂O konsantrasyonu Amerika Birleşik Devletleri'nin koyduğu sınırlara (<30 ppm) düşürülebilmektedir [30]. Virtue [18] yalnızca N₂O akımının 0,5L/dk'ya düşürülmesi ile çalışma ortamındaki N₂O konsantrasyonun 29 ppm'e indirilebileceğini kanıtlamıştır.

Atmosfer Kirliliğinde Azalma

Halotan, enfloran, isofloran gibi halojenli kloroflorokarbon türevi olan volatil anestezi ajanlar, N₂O'le birlikte atmosferin stratosferik ozon tabakasında hasara neden olmaktadır [31]. Azotun atmosferde bulunan konsantrasyonu her yıl %0,25 artmaktadır [32]. Halotanın atmosferik yarı-ömrü yaklaşık 2 yıl, isofloranın 6 yıl, N₂O 'in ise 150 yıldır [33]. Bu avantajlardan faydalanmak için taze gaz akımı 1L/dk ya da daha altında olması gerektiği belirtilmektedir [34]. Anestezi gaz ve buharların küresel ısınmaya katkısı şimdilik çok küçük görünse de, ekolojik duyarlılık yönünden düşük akımlı anestezinin çevre dostu olduğu açıktır [4].

Maliyette Azalma

Anestezi Gaz Tüketiminde Azalma

Anestezi gaz tüketimindeki azalma doğal olarak maliyeti de düşürmektedir. Maliyette azalma oranı ise seçilen anestezi ajanının fiyatına, akım miktarındaki azalmaya ve anestezi uygulamasının süresine bağlıdır. Seçilen akım hızına ve seçilen anestezi ajana bağlı olarak 1 saatlik bir anestezi uygulaması süresince gaz tüketiminin %50 ile %70 arasında azaldığı ve bu nedenle maliyette tasarruf sağlandığı söylenebilir.

Sodalyum Tüketimi

Düşük akımlı anestezi teknikleri uygulanırken, yeniden solutmalı sistemlerde akım düşüldükçe absorbe edilen CO₂ miktarı artacağından sodalyum tüketimi artmaktadır. İlk bakışta bu bir maliyet artışı gibi görünse de anestezi gaz tüketiminden sağlanan maliyet azalması çok daha fazla olduğu için toplam anestezi süresindeki maliyet azalmaktadır [35].

Anestezi Gaz İkliminde İyileşme

Üç saatlik kuru hava ile ventilasyon sonrası hava yolu epitelinde ciddi morfolojik değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca mukus birikimi, bronşiollerde tıkanıklıklar ve mikroatelektazilere eğilim artar. Kuru havanın bu etkilerini engellemek için anestezi esnasında 17-30 mmHg'lik bir nemlendirme ve 28-32 °C'lik bir ısı sağlanmalıdır [36]. Anestezi gazların uygun şekilde nemlendirilmesi ve ısıtılmasının, silyalı epitelin işlevi ve mukosilyer aktivite üzerindeki etkisi önemlidir. Taze gaz karışımının 6 L/dk'dan 0,5 L/dk'ya düşürülmesi sonucu bu gaz karışımı içindeki rölatif nemlilik oranının % 45'den % 98'e ve ısının da 22°C'den 25°C'e çıkması sağlanır.

Kleemann ve ark. [37] 0,6 L/dk taze gaz akımı ile 2 saatlik bir anesteziden sonra inspire edilen gaz ısısının ortalama 31,5 °C'ye yükseldiğini göstermiştir Kleemann [38] başka bir çalışmada 0,6 L/dk taze gaz akımı ile sürdürülen 2 saatlik anestezinin ardından inspire edilen gazın ortalama nemliliğini 21 mgH₂O/L olarak bulmuştur. Düşük akımlı anestezide solutulan gaz karışımında sağlanan ısı ve nemlilik yüksek akıma oranla büyük ölçüde düzelmekle birlikte yardımcı araç gereksinimi ortadan kalkmaktadır.

Anestezi Eğitime Katkı

Düşük akımlı anestezi teknikleri, anesteziste hem hastayı hem de anestezi makinesini daha iyi anlaması bakımından yeni fırsatlar sunar. Düşük akımlı anestezinin kuramsal temeli ve klinik özellikleri açısından inhalasyon anestezisine ilişkin bilgilerin daha iyi kavranması gereklidir. Anestezi ile ilgili istenmeyen olayların %4-11' inin araç ve gereçteki

bozukluklardan kaynaklandığı, %70- 80'inin insan kaynaklı hatalara bağlı olduğu bildirilmiştir. Komplikasyonlar genellikle araç-gerecin bakımının aksaması, test edilmemesi, makine ve anestezi yönetimi konusunda bilgi ve tecrübe eksikliği ve ayarların yanlış yapılması ile ilişkili bulunmuştur. Düşük akımlı anestezi teknikleri, hasta güvenliğine önemli ölçüde katkı yapmakta ve inhalasyon anestezisi sırasındaki teknik ve fizyolojik süreçlerin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır [39].

Düşük Akımlı Anestezinin Dezavantajları

2.2.4.1.Hipoksi

Yeniden solutmalı sistem kullanılarak yapılan anestezi uygulamalarında, taze gaz akımı ve gaz karışımı, inspiryumdaki oksijen konsantrasyonunu önemli ölçüde etkiler. Bu nedenle taze gaz akımı ile ilgili yapılan değişikliklerde özellikle inspiryumdaki oksijen konsantrasyonuna dikkat edilmelidir [40]. Anestezi uygulamasında hipoksinin kesin olarak önlenmesi ve yeterli oranda oksijen sunumu sağlanabilmesi için inspiryumdaki oksijen konsantrasyonu en az %30 olmalıdır [30].

Düşük akımlı anestezi uygulamasında inspiryumdaki oksijen konsantrasyonunun ölçümü şarttır. Bu da hipoksi riskini ortadan kaldırmaktadır [41]. Günümüzde ulusal ve uluslararası standartlara göre inhalasyon anestezi uygulamalarında oksijen konsantrasyonunun sürekli izlemi zorunlu kılınmıştır. Alt alarm sınırı doğru ayarlandığında hastaya yönelik düşük akımlı anesteziye bağlı hipoksi riski yoktur.

Solutma Sistemi İçinde Karbondioksit Birikmesi

Düşük akımlı anestezide, yüksek akımlı anestezinin tersine yeniden solutulmuş hacim büyük olduğu için absorbanın tükenmesiyle solutma sistemi içinde CO₂ konsantrasyonu azımsanmayacak derecede yükselir. İnspire edilen CO₂ izleme imkanı varsa, soda lime bütünüyle tükenene kadar kullanılmalı ve haftada bir değiştirilmelidir. CO₂ izleme imkanı olmayan anestezi makinelerinde çift kanister ya da tek büyük kanister kullanılmalıdır. Soda lime rutin olarak daha kısa aralıklarla, en azından tükenme başlangıcını gösteren renk değişikliği olunca değiştirilmelidir. Bu işlem hastaya CO₂ solutulmasını güvenli bir şekilde önlemektedir [42].

Kazayla Volatil Anestezik Aşırı Dozu

Düşük akımlı anestezi uygulamasında, hastanın inspire ettiği anestezik gaz konsantrasyonunun vaporizatörde ayarlanan ile direkt ilişkili olmaması önemli bir dezavantajdır [31]. Bu nedenle anestezik ajan monitörizasyonu olmaksızın anestezi

derinliğinin ayarlanması zordur [43]. Düşük akımlı anestezide, uzun zaman sabitesine bağlı olarak solutma sisteminin ajan konsantrasyonu çok yavaş değişmektedir. Bundan ötürü yüksek akımlı anestezi ile kıyaslandığında solutma sistemi içindeki anestezi konsantrasyonu daha yavaş değiştiği için düşük taze gaz akımlı anestezi daha güvenlidir. Solutma sistemi içindeki anestezi konsantrasyonu sürekli izlenemiyorsa, 1 L/dk' dan daha düşük akımlarla anestezi uygulanmamalıdır. Ortak Avrupa Standardı EN-740 kapsamında inhalasyon anestezisi konsantrasyonunun sürekli izlenmesi zorunludur [42].

Hipoventilasyon ve Solutma Yöntemindeki Değişiklikler

Yeniden solutmalı sistemde kaçaklar nedeniyle önemli düzeyde kayıp olursa, solutma sistemi içindeki gaz hacmi eksilir, solutulan dakika hacmi azalır ve solutma yönteminde değişikliğe ve yetersizliğe yol açar. Bu sebeple düşük akımlı anestezi uygulanacaksa önce anestezi makinesi ve solutma sistemine yönelik kaçak testi yapılmalıdır. Avrupa ortak standardında kaçağa bağlı gaz kaybı için izin verilen en yüksek miktar 3kPa (30 cmH₂O) basınçta 150 ml/dk olarak belirlenmiştir. Kaçaklardan ötürü olan gaz kaybı, düşük taze gaz akımları kullanıldığında sistem içinde dolaşan gaz hacmini azaltır; buna bağlı hipoventilasyon gelişir ve değişken basınçlı solutmaya yol açabilir. Kaçağa bağlı gaz kayıplarından kaynaklanan tüm sorunlar anestezi makinelerinin uygun şekilde bakımı, hazırlanması ve kullanımı ile en aza indirilebilir [42].

Uzun Zaman Sabitesi

Düşük akımlı anestezi sırasında gerektiği zaman gaz bileşiminde hızlı bir değişiklik yapılamadık ancak uzun zaman sabitesi özel bir risk taşımaz. Çünkü istendiği zaman düşük akımdan yüksek akıma geçilebilir ve hedeflenen gaz bileşimi kısa zaman sabitesi ile kolaylıkla sağlanabilmektedir.

Yabancı Gaz Birikimi

Gazların sistemden dışarı atılmaması veya az atılması nedeniyle, hasta tarafından alınmayan veya kimyasal olarak emilen herhangi bir gaz birikme eğiliminde olacaktır. Bu tür gazlar hasta nedenli olabilir, tıbbi gazların bir kirletici maddesi olabilir veya karbon dioksit emilimi için kullanılan absorbanlarla reaksiyonundan kaynaklanabilir. Kronik alkolizm, karbonmonoksit zehirlenmesi, kontrolsüz diyabet, metanol intoksikasyonu gibi durumlarda hasta kaynaklı istenmeyen gaz birikimi (metanol, karbonmonoksit, etanol vb.) olacağından bu tip durumlarda düşük akım anestezisi önerilmemektedir [44].

Düşük Akım Uygulamasının Endikasyonları

Düşük akım anestezisinin tarif edilen teknikleri ayrı bir anestezi yönteminin varlığını temsil etmez. Bunun yerine yeniden solutma sistemlerinde kullanılması gereken teknikleri tarif eder. Bu sebeple genel anestezi uygulama endikasyonları düşük akımlı anestezi için de geçerlidir. Yeniden solutma sistemine sahip bir anestezi makinesi kullanıldığında, fazla miktarda anestezi gazının gereksiz yere salınımını önlemek için mevcut teknik ve izleme kaynaklarının kullanılmasını sağlamak amaçlanır.

Düşük Akımlı Anestezinin Kontrendikasyonları

Göreceli kontrendikasyonlar

1. 10-15 dakikadan kısa süren vakalar
2. Akut bronkospazmı olan hastalar
3. Yüz maskesi ile anestezi uygulamaları
4. Rijit bronkoskopi işlemi
5. Kafsız endotrakeal tüp kullanımı (kaçak oranı yüksek ise)
6. Ventilatörün gaz sızdırmazlığının yeterli olmaması

Aşırı derecede düşük taze gaz akımı (minimal akımlı ya da kapalı sistemle anestezi) kullanımının kontrendike olduğu durumlar;

1. Kontrolsüz diabetes mellitus
2. Uzun süreli açlık durumu
3. Kronik alkolizm
4. Akut alkol zehirlenmesi olan hastalarda anestezi uygulaması

Mutlak kontrendikasyonlar

1. Duman ya da gaz zehirlenmesi
2. Malign Hipertermi
3. Septik şok
4. Sodyum tükenmesi
5. Oksijen monitörizasyon yetersizliği

Düşük Akımlı Anestezi Uygulamasında Sevofluran

Sevofluran, 1960'ların sonlarında B. M. Regan tarafından ilk defa sentezlenmiştir [45] ve 1992'de ilaç olarak lisansı alınmış ve diğer volatil anesteziyelere alternatif olarak anestezi pratiğinde yerini almıştır [46]. Yeni inhalasyon ajanlarından olan sevofluran düşük çözünürlük özelliğine sahiptir. Bu özelliği sayesinde sistemi oldukça hızlı doldurur. Düşük ve minimal akımlı anestezide çözünürlüğü düşük olan bu ajan kullanıldığı zaman, başlangıçtaki yüksek akım dönemi nispeten daha kısa tutulabilir ve yaklaşık 10 dk yeterlidir. Taze gaz akımının 4L/dk ve sevofluran konsantrasyonunun %2,5 vol olduğu 10 dk'lık başlangıç döneminden sonra inspire edilen konsantrasyon ortalama %1,7 vol olup; bu da sevofluran için 0,8 MAK'a eşdeğerdir [47].

Sevofluran, eter yapısında ve florinle halojenlenmiştir. Sahip olduğu molekül yapısı düşük çözünürlüğe ve anestezi gücünün düşük olmasına neden olur. Bir anestezi ajanının gücü ne kadar düşük ise boşa giden anestezi gaz miktarı o kadar fazladır. Düşük akımlı anestezi ile atılan anestezi gaz miktarı ciddi biçimde azalır. Anestezi ajan giderlerinden önemli ölçüde tasarruf sağlanır. Sevofluranın hasta tarafından düşük miktarda alınması, anestezi taze gaz konsantrasyonunun daha erken azaltılmasına imkan sağlar

Kan-gaz partiyon katsayısının küçük olması nedeniyle alveolar konsantrasyonu hızlı bir şekilde yükselir. Anestezi indüksiyonu kolay ve hızlıdır [48]. Kandaki düşük çözünürlük nedeniyle, indüksiyon aşamasında alveol havasındaki konsantrasyonun, inspirasyon havasındaki konsantrasyona oranının hızla yükseldiği, anestezi uygulaması sonlandırıldığında bu oran hızla azaldığı gözlenir [49].

Sevofluranın karbondioksit absorbanları ile etkileşiminde Compound A/Bileşik A oluşur ve bu madde böbrekler ve sinir dokusunda toksik etki yapabilir. Solutma sistemleri ısıtılmalı olan anestezi makineleri kullanıldığında Bileşik A düzeyinin minimal akımlı anestezide 60 ppm'ye kadar yükseldiği, düşük akımlı anestezide ise nadir olarak 25 ppm'yi aştığı gözlenmiştir. Amerikan FDA, bu nedenle sevofluranın 1L/dk'dan daha az taze gaz akımlarıyla kullanılmamasını ve miktar olarak da saate 2 MAK'tan fazla verilmemesini önermektedir. Günümüze değin uzun süreli düşük akımlı anestezi sonrasında bile böbrek işlevinde klinik olarak anlamlı denebilecek kalıcı bir bozukluk bildirilmemiştir. Bu nedenle Avrupa Birliği'ne bağlı tüm ülkelerde sevofluran kullanımına dair herhangi bir akım kısıtlaması yoktur [47]. İnsanlarda uygulanan düşük akımlı uzamış sevofluran anestezisi sırasında CO₂ absorbanı olarak sodalime kullanıldığında oluşan Bileşik A miktarı 7,6 ppm'in

altında olup renal bozukluk bildirilmemiştir. Düşük akımlı anestezi devrelerini inceleyen çalışmaların hiçbirinde karaciğer ya da böbrek toksisitesi bulgusuna rastlanmamıştır [50].

2. Bispektral İndeks (BİS)

Cerrahi operasyon geçirecek birçok hasta yetersiz genel anesteziye bağlı olarak işlem sırasında uyanık kalma, ağrı duyup hareket edememe ihtimaline karşı korku ve endişe duyar. “Awareness” (farkındalık) hastanın ameliyat sırasında uyanık olması, kötü rüya görüyor olması veya belli bazı olayları anımsamasıdır [51]. Bu farkındalık, post-travmatik stres bozukluğuna neden olan tedirgin edici bir durumdur [52] [53]. Bu yüzden anestezi derinliği ölçümü için pek çok monitörizasyon yöntemi geliştirilmiştir.

BİS 1985 yılından beri Aspect firması tarafından geliştirilen kompleks, özel bir EEG parametresidir. BİS beyin üzerindeki anestezik etkiyi ölçen bir araç olarak kabul edilmektedir. Alın ve temporal bölgeye uygulanan yapışkan elektrotlar aracılığı ile EEG sinyallerini algılar [54]. BİS monitörü; baskılanma oranı, EEG aktivitesi, sinyal kalite indeksi ve ham EEG dalga şekli hakkında bilgi verir [55]. Monitör algıladığı EEG dalgalarını işleyerek bunları 0 ile 100 arasında sayısal bir ölçeğe dönüştürür [54]. BİS değerinin 100 civarında olması hastanın uyanık olduğunu gösterirken 0 değeri izoelektirik EEG’yi gösteririr. Değer 70’in altına indikçe anestezi sırasındaki farkındalık olasılığı ciddi şekilde azalır. 60’ın altında hastanın bilinçli olma olasılığı çok düşüktür. BİS değeri 40’ın altına indiğinde EEG’de kortikal nöron baskılanması artmaktadır. Prospektif çalışmalarda BİS indeks değerlerinin genel anestezi sırasında 40-60 değerleri arasında tutulmasının yeterli hipnotik etkiyi sağladığı bildirilmiştir [56].

Tablo 1. Sedasyon düzeyi ve BİS arasındaki korelasyon [55].

BİS değeri	Sedasyon düzeyi
86-100	Uyanık, hafıza ve bilinçli hatırlama tam
66-85	Yüksek sesli uyarana cevap var
41-65	Uyaranlara minimal cevap, hatırlama olasılığı düşük
20-40	Ağrılı uyarana cevapsız derin sedasyon
<20	EEG’de supresyon
0 değeri	Beyin aktivitesi yok

Amerika Birleşik Devletleri'nde, Joint Commission for Accreditation of Healthcare Organization (JCHAO) yılda 20 bin ila 40 bin arasında, anestezi uygulaması sırasında uyanıklık yaşayan hasta olduğundan bahsetmektedir ve genel anestezi ya da sedasyon sırasında BİS monitörü kullanımının, uyanıklık insidansında azalma sağlayabileceğini vurgulamaktadır [57].

Elektif abdominal, jinekolojik, ürolojik ve ortopedik cerrahi geçiren hastalarda BİS monitörizasyonunun, intraoperatif sevofluran gereksinimini %29 azalttığı gösterilmiştir [58]. Minör ortopedik cerrahi geçiren hastalarda BİS monitörizasyonunun intraoperatif desfluran gereksinimini anlamlı düzeyde azalttığı gösterilmiştir [59]. Desfluran ve sevofluran gibi inhalasyon anesteziklerinin BİS monitorizasyonu kullanılarak titre edilmesinin ilaç kullanımını azalttığı ve anesteziden hızlı uyanmaya katkı sağladığı bildirilmektedir [60].

Serebral Oksimetre (NIRS=Near Infrared Spectroscopy)

Doku ve organlara, özellikle de beyine yeterli miktarda oksijen verilmesi anestezi için temel bir hedeftir. Uzun süreli hipoksi ya da oksijen sunumunun azalmasının beyin üzerindeki kötü etkileri bilinmesine rağmen anestezi sırasında en az izlenen organlardan biri olmaya devam etmektedir [61]. Uygulanan standart yaklaşım, preoperatif ve postoperatif dönemde uygun serebral perfüzyon ve oksijenasyonu sağlamak için önceden belirlenmiş aralıkta kan basıncının korunması üzerine kuruludur. Ancak kan basıncı yeterince sağlansa da beyin oksijenasyonu yetersiz kalabilmektedir [62]. Beyin oksijenasyonu, yeterli beyin kan akışına ve kanın oksijen içeriğine bağlıdır. Bunlardan herhangi birini etkileyen faktörler, serebral oksijenasyonda bir azalma ve serebral oksimetre değerlerinde bir azalma ile sonuçlanacaktır.

Yoğun bakım ünitelerinde ve ameliyathanede beyin monitorizasyonu için birçok yöntem mevcuttur. Postoperatif görülen nörolojik hasar ve serebral yan etkiler hala birçok cerrahi prosedür sonrası sorun oluşturmaktadır [63]. Çeşitli beyin monitorizasyon yöntemlerini yoğun bakım ve anestezi pratiğine entegre etmek, olası risklerin erken tanısı ve zamanında müdahaleler ile beyin hasarını azaltarak perioperatif etkileri optimize etmemizi sağlamaktadır [64].

Bazı monitorizasyon yöntemleri ile beyin oksijenizasyonu direkt (beyin dokusu oksijen basıncı gibi) veya indirek olarak (serebral metabolizmanın mikrodializ örneği gibi) ölçülebilmektedir. Beyin oksijenizasyonunu direkt olarak ölçebilen en yaygın monitorizasyon yöntemleri beyin dokusu parsiyel oksijen basıncı (PbtO₂), juguler venöz oksijen saturasyonu (SjvO₂) ve yakın kızılötesi spektrometre (NIRS) ölçümleridir [65]. SjvO₂ ve PbtO₂ altyapı ve teknik deneyim gerektiren invazif yöntemler olmasına karşın, NIRS hastaların alnına prop ile

uygulanabilen devamlı ve non invazif bir monitörizasyon yöntemidir. Jobsis ilk olarak 1977'de serebral oksijenasyonu ölçmek için yakın kızılötesi spektroskopisi (NIRS) kullanma kavramını ortaya koymuş olup ticari olarak 1990'larda kullanılmaya başlanmıştır [62].

Çalışma Prensipleri

Serebral oksimetreler, oksimetre problemlerine bağlı bir monitörden oluşur ve yapışkan problemler mevcut olup frontal lobun kafa derisine yapıştırılır. Bu problemler hem alıcı hem de ışık kaynağı özelliğindedir. Serebral oksimetre ölçen cihazların çalışma prensibi, her maddenin karakteristik bir ışık absorptansı olmasına dayanmaktadır. NIRS'de spesifik frekanslarda ışık absorbe eden ana materyaller hemoglobin ve sitokrom C oksidazdır [66]. Her hemoglobin durumu için absorpsiyon spektrumları farklıdır. Deoksihemoglobin için absorpsiyon spektrumu 650-1000 nm ve oksihemoglobin için 700-1150 nm'dir. NIRS, dokunun near infrared ışığa göreceli geçirgenlik farkını temel alarak sensör altındaki bölgenin oksihemoglobininin total hemoglobine oranını ölçer. Bu oran rSO2'nin yüzde değeri olarak ifade edilir [67] [68].

$$rSO2 = \text{oksihemoglobin} / \text{total hemoglobin}$$

Serebral oksimetreler, Beer-Lambert Yasasını kullanarak serebral oksijenasyonu hesaplar. Beer-Lambert yasası iki fiziksel kanunun bir birleşimidir ve formülü aşağıdaki gibidir [61] [69] [70].

$$[X] = \frac{\Delta A}{L \times \epsilon}$$

[X] = Kromofor konsantrasyonu

ΔA = Işık zayıflaması

L = Işığın kat ettiği uzunluk

ϵ = Kromofor sönme katsayısıdır

NIRS bazlı serebral ve doku oksimetreler; nabız oksimetresinin aksine, pletismografi içermez ve bu nedenle arteriyel ve venöz kan arasında ayırım yapmaz. Bu nedenle serebral ve doku oksimetreler oksijen iletiminin bir göstergesi değildir, daha ziyade bölgesel oksijen arzı ile talep arasındaki denge hakkında bilgi sağlar [71]. Nabız oksimetresinden diğer bir farkı

pulsatil akım gerekmez ve bu nedenle NIRS kardiyopulmoner arrest ve diğer pulsatil olmayan durumlarda da kullanılmaktadır [72].

Hemoglobin sinyali %75-85 venöz (2/3) ve %15-25(1/3) arteriyel ağırlıklıdır. Dolayısıyla normal rSO₂ değerleri %60 civarındadır. Normal rSO₂ değerleri %58-82, ortalama %60 ve dalga boyları 730 ve 810 kabul edilmektedir. Normal değerler kişiler arasında büyük farklılıklar gösterdiğinden kesin rakamsal değerlerden çok, bir "trend" monitörü olarak kullanılması daha uygundur. Başlangıç NIRS değerleri başlangıç hemodinami, FiO₂, PaCO₂ ve SO₂ ile birlikte not edilmesiyle daha ideal veriler elde edilir. Anestezi indüksiyonundan önce hasta uyanık iken ilk veri alınır, induksiyondan sonra tekrarlanır, sık aralıklarla NIRS değerleri not edilir ve başlangıç değerine göre her düşüş saniye cinsinden süre ile birlikte not edilir. Anormal olarak kabul edilen değerler bazale göre %20 ve üzeri düşüş, sağ ve sol taraf arası 9 ve üzeri birim farkının olması, %50'nin altındaki tüm değerlerdir. Ayrıca %40 altındaki tüm değerler serebral iskeminin habercisi kabul edilir. Ayrıca NIRS'ın pediatrik hastalarda somatik (karaciğer, böbrek, mezenter) kullanımı da vardır [73].

Serebral oksimetre, hipokseminin neden olduğu serebral oksinejenasyon değişikliklerinin güvenilir bir göstergesidir [74]. rSO₂ değerleri ; hiperkapni, hipokapni, hipoksemi ve arteriyel hipotansiyon boyunca serebral oksijenasyonu yansıtmakta ve bize yol gösterici olmaktadır [75].

NIRS non-invazif ve kullanımı kolay olması nedeniyle giderek popülerite kazanmaktadır. Genel anestezide rutin bir monitörizasyon yöntemi olarak kullanılması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gaziosmanpaşa Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu'nun 29.12.2019 tarih ve 175 sayılı kararı ile etik açıdan onaylanmıştır.

Çalışmaya hastanemiz Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ek Hizmet Binası ameliyathanesinde genel anestezi altında 2020 Ocak – 2020 Mart ayları arasında elektif septorinoplasti operasyonu geçiren 50 hasta alındı. Prospektif, randomize kontrollü bu çalışmaya dahil olma kriterlerini karşılayan (Tablo 2.) ve çalışmaya katılmakla ilgili bilgilendirilmiş onam formunu imzalayarak kabul etmiş olan 50 hasta alındı.

Tablo 2. Araştırmaya dahil edilme ve araştırmaya dahil edilmeme kriterleri

Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri
18-65 yaş arası hastalar
ASA 1 ve ASA2 hastalar
Elektif septorinoplasti yapılacak hastalar
Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar
Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri
Çalışma katılmayı kabul etmeyen hastalar
Serebrovasküler olay geçirmiş olan hastalar
Beyin operasyonu geçirmiş olan hastalar
Alkol ve madde bağımlılığı olan hastalar
Bilinen karotis darlığı olan hastalar
Beklenen cerrahi süresi 45 dakikadan kısa olanlar

Hastaların takibinde genel anestezi için GE Healthcare, Avance CS² cihazı kullanıldı. Anestezi devrelerinin kaçak kontrolü ve gaz monitörlerinin kalibrasyonu her uygulamadan önce tekrar yapıldı ve günün ilk hastasında karbondioksit absorbanı (sodalime) yenilendi.

Premedikasyon uygulanmayan tüm hastalar operasyondan en az 6 saat önceye kadar aç bırakıldı. Ameliyat masasına alınan hastalara, el sırtındaki periferik venlerden 18-20 G intravenöz kanül takılarak %0,9 NaCl infüzyonuna (5-7 mL/kg/st) başlandı. Hastaların elektrokardiyografi (EKG), noninvazif kan basıncı ve periferik oksijen satürasyonu (SpO₂) monitörizasyonları yapıldı. Kalp atım hızı (KAH), sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB), ortalama arter basıncı (OAB), periferik oksijen satürasyonu (SPO₂) ölçümleri kaydedildi. Hastaların alın bölgeleri alkolü pamukla silinerek sağ ve sol frontal loblara denk gelen alın bölgesine iki adet kendinden yapışkanlı serebral oksimetre problrı yapıştırıldı (root with O₃ Regional Oximetry, Masimo, USA). Sağ ve sol hemisfer için ayrı ayrı kaydedilen ilk değerler preoperatif bazal değer olarak kabul edildi. Bazal değerdeki %20'lik düşüş müdahale için kritik sınır olarak kabul edildi. Frontotemporal bölgeye yerleştirilen elektrotlar(BIS Quatro Sensor, Medtronic, US) aracılığı ile anestezi derinliği Bispektral İndeks (BIS,complete 2-channel Monitoring System, Medtronic , US) monitörize edildi.

Bazal veriler kayıt altına alındıktan sonra hastalara 0,03 mg/kg midazolam, 1mcg/kg fentanil, 2-2.5mg/kg propofol ve 0.6 mg/kg rokuronyum ile anestezi indüksiyonu yapılip orotrakeal entübe edildi. Entübasyon sonrasında %50 O₂ + %50 hava + %2-2,5 sevofluran karışımı taze gaz akımı 4 L/dk'ya ayarlanarak mekanik ventilasyona başlandı. Hastalar kapalı zarf yöntemiyle rastgele iki gruba ayrıldı. Kullanılan taze gaz akışına göre düşük akımlı anestezi kullanılan grup 'Grup D' (n=25); yüksek akımlı anestezi kullanılan grup ise 'Grup Y' (n=25) olarak adlandırıldı. 10.dk sonunda düşük akımlı anestezi uygulanan hastalarda taze gaz akımı 0,8 L/dk' ya, yüksek akımlı anestezi uygulanan hastalarda akım 3 L/dk' ya düşölerek anestezi sürdürölüdü. İntraoperatif analjezi amaçlı remifentanil infüzyonu kalp atımı hızı (KAH) ve ortalama arter basıncı (OAB) göz önünde bulundurularak 0,05-0,2 µcg/kg/dk olarak titre edilerek uygulandı. Operasyon süresince inspiratuar O₂ konsantrasyonları (FiO₂) monitorize edilerek ve sürekli izlenerek, monitörde izlenen değerinin %40'ın altına düşmesine izin verilmedi. Düşmesi halinde uygulanan O₂ konsantrasyonu %10 arttırıldı. Sevofluran'ın MAK değeri 0,8 ile 1,2 arasında, BIS değerleri 40-60 arası olacak şekilde titre edildi. Sağ ve sol rSO₂ değerlerinde bazal değere göre %20'lik düşölüş müdahale için kritik sınır olarak kabul edildi. Operasyon bitimine yaklaşık 15 dk kala sevofluran vaporizatörü kapatıldı. Operasyonun sonlanması ile %100 O₂'ye geçilip taze gaz akımı 6 L/dk'ya yükseltilerek

ekspiratuar sevofluran konsantrasyonu 0'a ulaştığında, ekstübasyon kriterleri oluştuğunda hastalar ekstübe edildi.

Hastaların hemodinamik verileri olan KAH, SAB, DAB, OAB, SpO₂, her iki serebral hemisfer için rSO₂ değerleri, BİS değerleri indüksiyon öncesi, indüksiyondan sonra 1. dk'da, entübasyon öncesi, entübasyon sonrası, operasyon süresince 10.dk, 20.dk, 30.dk, 45.dk, 60.dk ve sonrasında yarım saat aralıklarla ve ani değişiklikler olduğunda ve ekstübasyon sonrası 5.dk da kaydedildi. EtCO₂, inspire edilen oksijen konsantrasyonu (FiO₂) ve minimum alveolar konsantrasyon (MAK) entübasyon sonrası monitörize edilerek diğer parametrelerle birlikte kaydedildi.

İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS 25.0 İstatistik paket programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (Ortalama, Standart sapma) yanı sıra normal dağılımın incelenmesi için Kolmogorov - Smirnov dağılım testi kullanıldı. Normal dağılan verilerde parametrik testler , normal dağılmayan verilerde ise non-parametrik testler kullanıldı. Sayısal verilerin karşılaştırılmasında iki grup durumunda, parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında non-parametrik dağılımlarda Mann Whitney U testi , kategorik verilerde ise Ki-kare testi kullanıldı. Sonuçlarda $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya, Grup D’de 25 hasta ve Grup Y’de 25 hasta olmak üzere toplam 50 hasta dahil edildi. Gruplar arasında cinsiyet, ASA risk grubu, yaş, boy, ağırlık, vücut kitle indeksi (VKİ) ve operasyon süreleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). Hastalara ait demografik veriler Tablo 3’ de görülmektedir.

Tablo 3. Hastaların Demografik Özellikleri ve Operasyon Süreleri

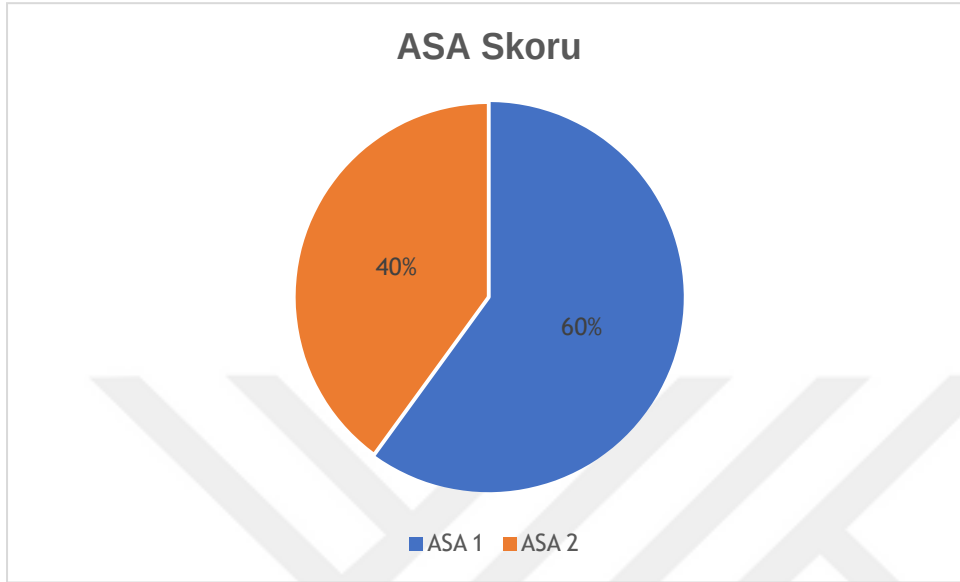
	Grup D(n=25) (Mean±SS) (min-max)	Grup Y (n=25) (Mean±SS) (min-max)	p değeri
Cinsiyet (K/E)	12/13	9/16	0,39*
ASA skoru (1-2)	15/10	15 /10	1,00*
Yaş (yıl)	28,88 ± 8,05 (18-47)	33,95 ± 12,70 (18-64)	0,18
Operasyon süresi (dk)	124,4 ± 56,2 (70-260)	126,52 ± 66,05 (70-286)	0,756
Boy (cm)	169,08 ± 9,92 (146-188)	168,32 ± 9,49 (147-184)	0,892
Kilo (kg)	71,64 ± 17,29 (48-118)	69,94 ± 14,02 (43-110)	0,969
VKİ	24,68±5,44 (19-42)	24,04±4,0 (17-34)	0,969

Ss: Standart sapma, min: minimum, max: maksimum, Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu,

Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

*chi-square test kullanılmıştır.

Olguların %60'ının (n=30) ASA skorunun 1, %40'ının (n=20) ASA skorunun 2 olduğu gözlenmiştir (Şekil 2). Olguların %42'sinin (n=21) kadın, %58'inin (n=29) erkek olduğu gözlenmiştir (Şekil 3). Gruplar arası istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$)



Şekil 2. ASA Skoru Dağılımı



Şekil 3. Cinsiyet Dağılımı

Hasta takibinde; indüksiyon öncesi, indüksiyon sonrası, endotrakeal entübasyon öncesi, endotrakeal entübasyon sonrası 1.dk, 10.dk, 20.dk, 30.dk, 45.dk, 60.dk ve devamında yarım saatte bir ve ekstübasyon sonrası 5.dk verileri kayıt altına alındı. Çalışmamızda ilk 90 dakikada elde edilen veriler ve ekstübasyon sonrası 5.dakikadaki veriler kullanıldı.

Tablo 4. SPO2 Değerleri

	Grup D		Grup Y		
	MEAN	SS	MEAN	SS	<i>p değeri</i>
İNDÜKSİYON ÖNCESİ	99,36	0,81	98,48	1,711	0,700
İNDÜKSİYON SONRASI	99,92	0,277	99,76	0,723	0,589
ENTÜBASYON ÖNCESİ	99,88	0,332	99,68	0,988	0,918
ENTÜBASYON SONRASI	99,76	0,523	99,52	0,918	0,323
10.dk	99,24	0,831	98,80	1,291	0,266
20.dk	99,00	1,323	98,96	1,136	0,578
30.dk	98,96	1,136	98,96	1,020	0,822
45.dk	99,20	0,866	98,92	1,115	0,427
60.dk	99,24	0,831	99,04	0,978	0,473
90.dk	99,24	0,664	99,13	1,060	0,901
EKTÜBASYON SONRASI 5.dk	98,32	1,909	98,56	1,387	0,873

SS:Standart Sapma, Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu,Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

SPO2 açısından karşılaştırmada Tablo 4'te gösterildiği gibi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 5. Kalp Tepe Atımı Değerleri

	Grup D		Grup Y		
	MEAN	SS	MEAN	SS	<i>p değeri</i>
İNDÜKSİYON ÖNCESİ	77,16	9,965	81,76	9,615	0,105
İNDÜKSİYON SONRASI	79,12	10,097	77,80	9,482	0,540
ENTÜBASYON ÖNCESİ	80,32	15,008	86,04	16,682	0,177
ENTÜBASYON SONRASI 1.dk	98,68	16,329	98,48	15,546	0,869
10.dk	90,36	15,84	90,84	12,747	0,831
20.dk	70,88	12,313	74,4	9,622	0,214
30.dk	67,08	8,5	69,76	8,89	0,308
45.dk	64,56	10,227	66,4	9,50	0,409
60.dk	63,36	8,836	65,88	9,645	0,244
90.dk	60,82	8,450	61,53	7,039	0,596
EKTÜBASYON SONRASI 5.dk	89,92	17,781	85,2	14,127	0,322

SS:Standart Sapma, Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu,Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

KTA açısından karşılaştırmada Tablo 5'te gösterildiği gibi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 6. Sistolik Arter Basıncı Değerleri

	Grup D		Grup Y		
	MEAN	SS	MEAN	SS	<i>p değeri</i>
İNDÜKSİYON ÖNCESİ	129	15,234	131,16	15,206	0,573
İNDÜKSİYON SONRASI	115,96	11,556	113,12	106,16	0,203
ENTÜBASYON ÖNCESİ	108,04	23,05	106,16	17,578	0,114
ENTÜBASYON SONRASI	136,28	15,831	131,8	20,585	0,497
10.dk	110,68	13,689	111,08	16,5	0,696
20.dk	91,16	15,326	90,24	15,815	0,816
30.dk	86,84	12,769	88,28	12,598	0,691
45.dk	86,04	12,614	85,32	9,595	0,515
60.dk	85,32	9,595	88,68	12,308	0,62
90.dk	85,59	9,274	82,67	8,252	0,363
EKTÜBASYON SONRASI 5.dk	124,88	14,607	121,48	19,919	0,522

SS:Standart Sapma, Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu,Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

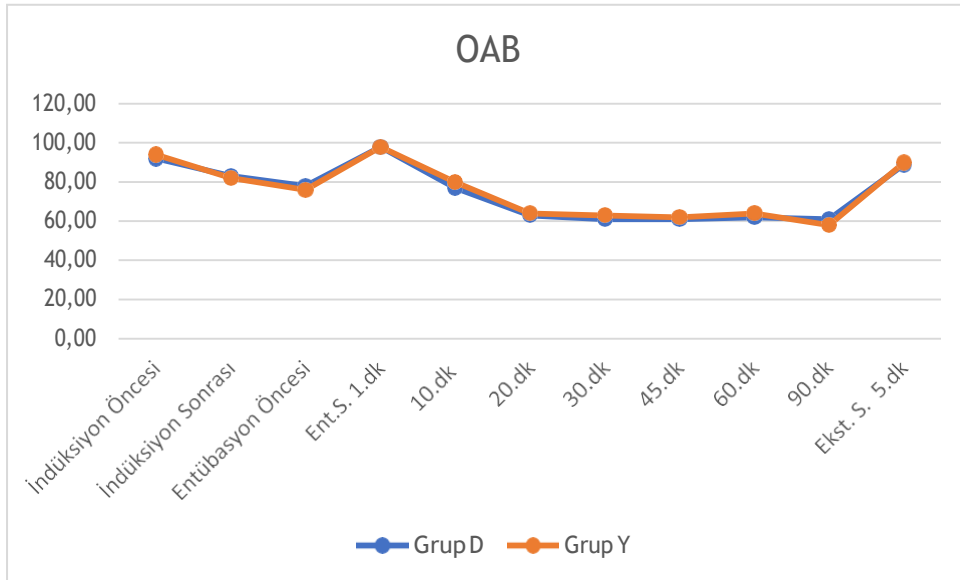
Sistolik arter basıncı açısından yapılan karşılaştırmada Tablo 6’da gösterildiği gibi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 7. Diyastolik Arter Basıncı Değerleri

	Grup D		Grup Y		
	MEAN	SS	MEAN	SS	<i>p değeri</i>
İNDÜKSİYON ÖNCESİ	73,2	9,566	76,06	10,563	0,281
İNDÜKSİYON SONRASI	67,92	50,88	66,2	12,878	0,443
ENTÜBASYON ÖNCESİ	63,88	9,778	61,68	13,384	0,285
ENTÜBASYON SONRASI 1.dk	79,84	12,779	82,48	28,202	0,741
10.dk	60,92	12,083	64,48	12,447	0,228
20.dk	49,72	6,12	51,12	9,324	0,599
30.dk	48,24	6,604	50,88	7,418	0,276
45.dk	48,84	10,135	51,64	8,774	0,180
60.dk	50,48	11,259	52,12	8,338	0,307
90.dk	49,06	6,746	46,2	6,073	0,263
EKTÜBASYON SONRASI 5.dk	72,68	10,699	74,04	17,252	0,977

SS:Standart Sapma, Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu,Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

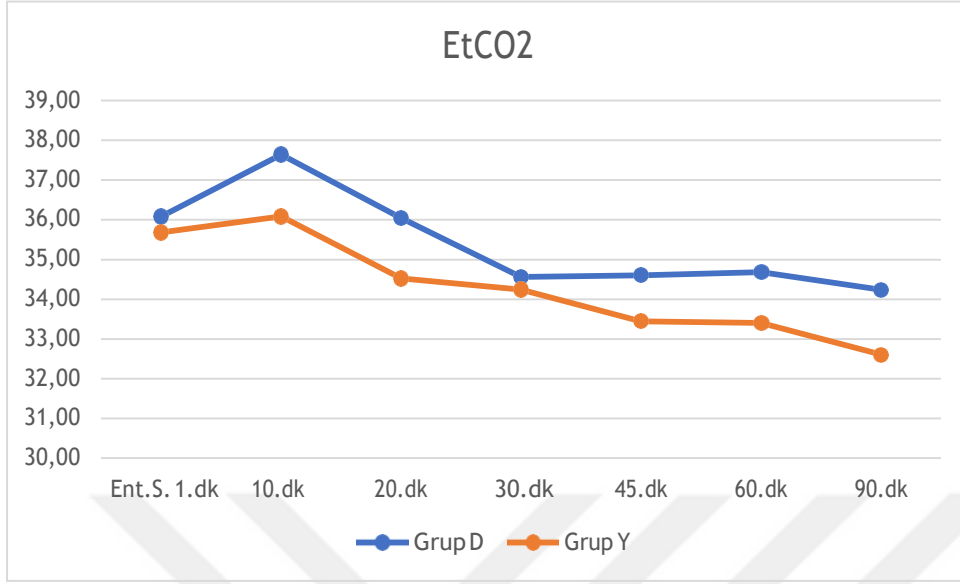
Diastolik arter basıncı açısından yapılan karşılaştırmada tablo-5 'gösterildiği gibi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. ($p>0,05$).



Şekil 4. Ortalama Arter Basıncı(OAB) Gruplar Arası Karşılaştırma

Ent. S: entübasyon sonrası , Ekst. S: ekstübasyon sonrası , Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu, Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

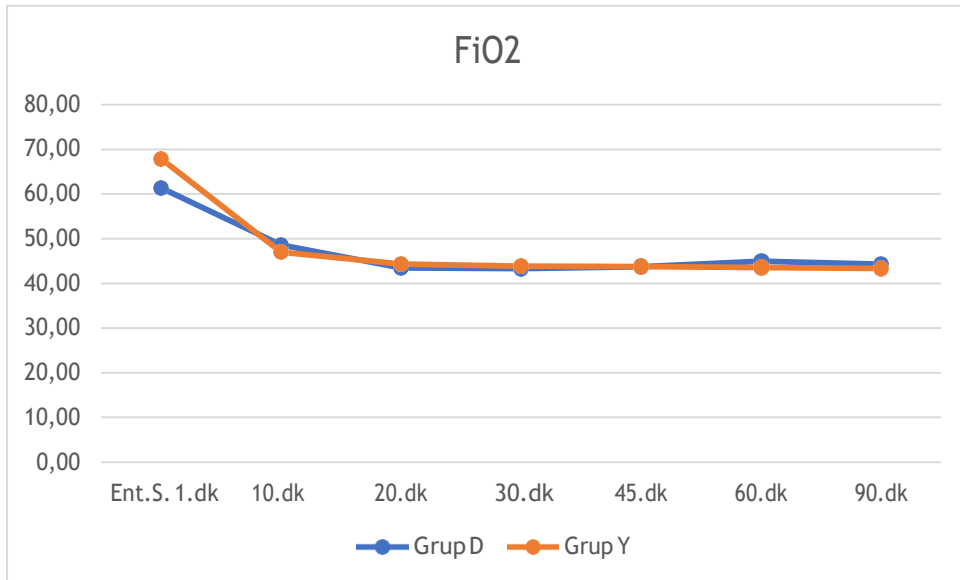
Ortalama arter basıncı açısından gruplar arası yapılan karşılaştırmada Şekil 4'te gösterildiği gibi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).



Şekil 5. End-tidal Karbondioksit (EtCO2) Gruplar Arası Karşılaştırma

Ent. S: entübasyon sonrası , Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu, Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

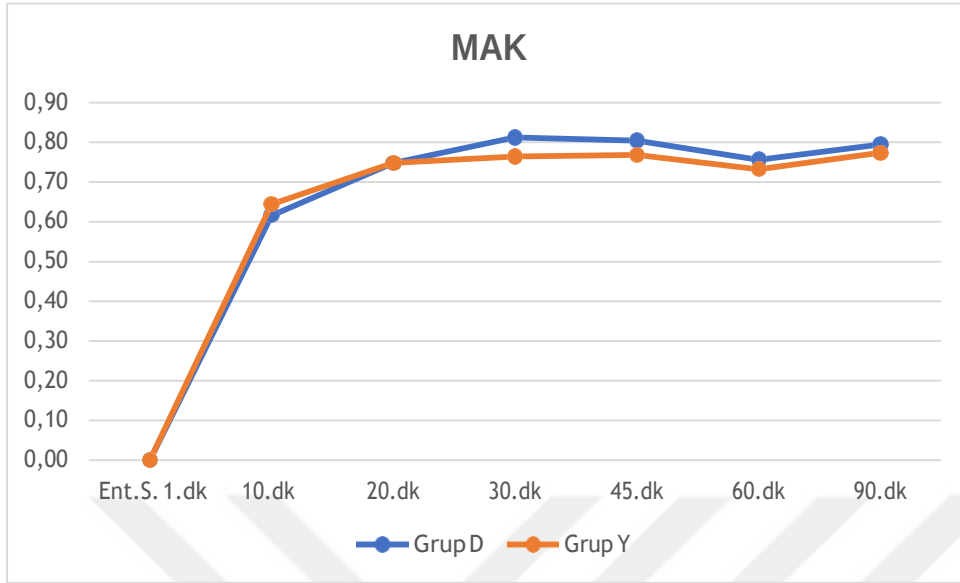
End-tidal CO2 takibi açısından gruplar arası yapılan karşılaştırmada şekil 5 'da gösterildiği istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. ($p>0,05$).



Şekil 6. İnspire Edilen Oksijen Yüzdesi (FiO2) Gruplar Arası Karşılaştırma

Ent. S: entübasyon sonrası , Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu, Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

FiO2 takibi açısından gruplar arasında yapılan karşılaştırmada Şekil 6’da gösterildiği gibi istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).



Şekil 7. Minimum Alveolar Konsantrasyon (MAK) Gruplar Arası Karşılaştırma

Ent. S: entübasyon sonrası , Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu, Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

Entübasyondan 10.dk ya kadar geçen sürede her iki grupta MAK değeri 0,6-0,7 arası bir değere ulaşmaktadır. 10. dk mean değeri Grup D ‘de $0,616 \pm 0,1179$ ve Grup Y ‘de $0,644 \pm 0,1387$ olarak hesaplandı. MAK takibi açısından gruplar arasında yapılan karşılaştırmada Şekil 7 ‘de gösterildiği gibi istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. ($p>0,05$).

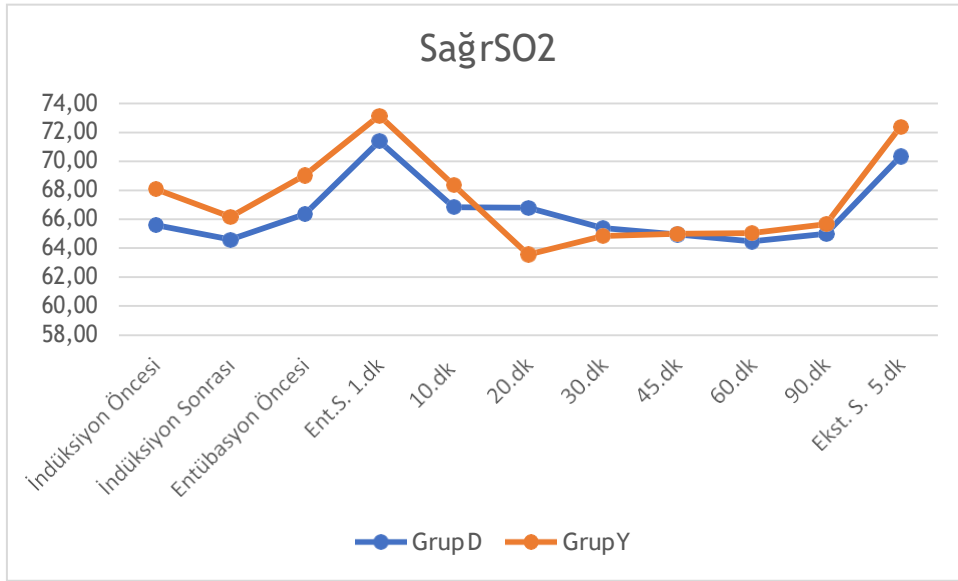
Tablo 8. Bispektral İndeks (BİS) Değerleri

	Grup D		Grup Y		
	MEAN	SS	MEAN	SS	<i>p değeri</i>
İNDÜKSİYON ÖNCESİ	97,32	1,03	97,16	0,898	0,339
İNDÜKSİYON SONRASI	31,92	9,504	37,0	8,732	0,790
ENTÜBASYON ÖNCESİ	35,92	9,587	34,68	9,209	0,449
ENTÜBASYON SONRASI 1.dk	40,72	12,219	42,28	15,296	0,808
10.dk	40,40	10,008	40,12	8,233	0,823
20.dk	38,84	6,296	41,6	8,475	0,356
30.dk	37,08	6,639	40,72	11,006	0,264
45.dk	39,44	7,644	41,92	8,046	0,366
60.dk	39,24	6,821	43,08	7,772	0,129
90.dk	41,41	8,086	43,07	8,388	0,248
EKTÜBASYON SONRASI 5.dk	87,16	6,823	86,16	5,064	0,755

SS:Standart Sapma, Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu,Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

Olgularda ölçülen en düşük BİS değeri; Grup D’ de indüksiyon sonrası değerde görülürken ($31,92 \pm 9,504$) Grup Y’ de entübasyon öncesi değerde görüldü ($34,68 \pm 9,209$).

BİS takibi açısından gruplar arasında yapılan karşılaştırmada Tablo 8’de gösterildiği gibi istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

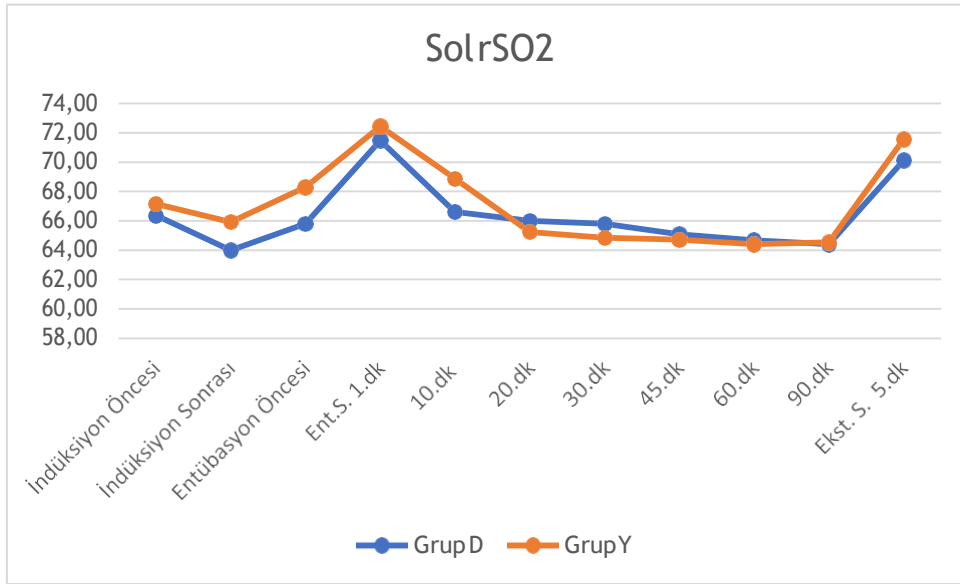


Şekil 8. Sağ Serebral Hemisfer Rejyonel Oksijen Saturasyonu (rSO2) Gruplar Arası Karşılaştırılması

Ent. S: entübasyon sonrası , Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu, Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

Her iki gruptaki olgular sağ serebral hemisfer rejyonel oksijen saturasyonu (sağ rSO2) değerleri açısından değerlendirildi (Şekil 8). Her iki gruptaki olguların ölçülen en yüksek ortalama sağ serebral hemisfer rejyonel oksijen saturasyonu değerleri entübasyonun 1. dakikasında ölçüldü (Grup D ortalama: $71,40 \pm 6,481$; Grup Y ortalama: $73,16 \pm 7,798$). Grup D’de ölçülen en düşük değer ortalama: $64,60 \pm 4,778$ olup indüksiyon sonrası ölçüldü. Grup Y’de ise ölçülen en düşük değer ortalama: $63,57 \pm 6,694$ olup operasyonun 20.dakikasında ölçüldü.

Sağ serebral hemisfer rejyonel oksijen saturasyonu açısından gruplar karşılaştırıldığında her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$).



Şekil 9. Sol Serebral Hemisfer Rejyonel Oksijen Saturasyonu (sol rSO2) Gruplar Arası Karşılaştırılması

Ent. S: entübasyon sonrası , Grup D: Düşük akımlı anestezi grubu, Grup Y: Yüksek akımlı anestezi grubu

Her iki gruptaki olgular sol serebral hemisfer rejyonel oksijen saturasyonu (rSO2) değerleri açısından değerlendirildi (Şekil 9). Her iki gruptaki olguların ölçülen en yüksek ortalama sol rSO2 değerleri entübasyonun 1. dakikasında ölçüldü (Grup D ortalama: $71,48 \pm 6,801$ olup Grup Y ortalama: $72,44 \pm 6,696$). Grup D’de ölçülen en düşük değer ortalama: $64,00 \pm 7,326$ olup indüksiyon sonrası ölçüldü. Grup Y’de ise ölçülen en düşük değer ortalama: $64,40 \pm 6,449$ olup operasyonun 60.dakikasında ölçüldü. Sol serebral hemisfer rejyonel oksijen saturasyonu açısından gruplar karşılaştırıldığında her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$).

Septorinoplasti, kanama kontrolünün önemli olduğu burun cerrahilerinden biridir. Cerrahi sahanın net görülebilmesi, olası komplikasyonların önlenmesi açısından çok önemlidir. Mevcut kanamalar ameliyat sahasında çalışma performansını olumsuz etkileyeceğinden, kansız bir alan elde etmek için kan basıncının kontrollü bir şekilde düşürülmesi gerekmektedir.

Günümüzde, anesteziistlerin % 85- 90'ı; inhalasyon anestezisi pratiğinde eksale edilen havanın neredeyse tamamının atık sisteminden atıldığı yüksek taze gaz akımlarını tercih etmektedir. Çevresel kirlenme, çalışan maruziyeti ve anestezi atıklarının etkileri göz önünde tutulmadan kullanılan yüksek taze gaz akımlarının, maliyeti arttırıcı etkileri de düşünülmemektedir [76] [2].

Artık anestezi makinelerinin yüksek standarda sahip olması düşük akımlı anestezi uygulamasını büyük ölçüde kolaylaştırmış ve volatil anesteziğin çevre kirliliği olmadan avantajlarından faydalanılmasına olanak sağlamıştır [25]. Son yıllarda sevofluran ve desfluran gibi hızlı indüksiyon ve derlenme sağlayan ancak pahalı olan inhalasyon ajanlarının, kullanıma girmesi ile oluşan ekonomik kaygılar, atmosferik kirlenmeye ilişkin ekolojik duyarlılık ve gelişmiş anestezi makinalarının yaygınlaşması düşük akım anestezinin popüler hale gelmesine neden olmuştur. Düşük akım anestezi yöntemiyle, ameliyathane içi ve atmosferik kirlenme azalmakta, inhalasyon ajan tüketimi azalmakta, hava yolu neminin azalması ve hipotermi gibi yan etkiler ise daha düşük oranda görülmektedir [77]. Grigoliia GN. ve ark. [78] 2007 yılında yayınladıkları makalede inhalasyon anestezisi ve kapalı sistem anestezisinin tarihini anlatırken; kapalı ya da yarı kapalı anestezi sistemlerinin 1850 yılından bu yana kullanıldığını, sevofluran ve desfluran gibi düşük çözünürlüğe sahip yeni inhalasyon ajanlarının, maliyeti azaltmak amacıyla, düşük akımlı anestezide kullanımlarının yeni bir dönem başlattığını ifade etmişlerdir.

Düşük akımlı anestezi tekniklerinin güvenle kullanılabilmesi için uygun monitörizasyonun varlığı, alarm sınırlarının ayarlanması ve hasta solutma sistemine bağlanır bağlanmaz alarmların çalışabilir hale gelmesi koşulu ile uygulanmalıdır. Düşük akımlı anestezide, taze gaz akımı azaltıldıkça ayarlanan O₂ oranı ile inspire edilen O₂ konsantrasyonu arasındaki fark artar. İnspiryumdaki düşük O₂ miktarı ise hipoksi riskini arttırır. Sürekli ve yeterli düzeyde O₂ sunumunun sağlanabilmesi ve hipokseminin kesin olarak önlenmesi için inspire edilen oksijen konsantrasyonunun alt alarm sınırı %28-30'a,

bağlantı ayrılma alarmı tepe basıncından 5 cmH₂O daha aşağıya ve ekspire edilen gaz hacmi alt alarm sınırı da istenilen dakika hacminin 500 ml altına ayarlanmalıdır [25].

İstirahat halinde oksijen tüketiminin hesaplanması için Bordy' in geliştirdiği denklem kullanılır. Brody'ye göre O₂ tüketimi sıcak kanlı canlılar için vücut ağırlığının 3/4. kuvveti ile ilişkilidir [79].

$$VO_2: 10 \times (\text{Vücut ağırlığı (kg)})^{3/4} \text{ (ml/dk)}$$

Bu denklem ile anestezi uygulanmamış 70 kg ağırlığındaki birisi için hesaplanan oksijen tüketimi yaklaşık 250 ml/dk 'dır. Lowe' ye göre O₂ tüketimi anestezi indüksiyonunda anestezi öncesi değerinin %15- 30 altına düşer [80]. Yapılan çalışmalarda 250 ml/dk olarak hesaplanan O₂ tüketiminin, minimal akımlı anestezi uygulaması sırasında 1 MAC altında 165 ml/dk'ya düştüğü bulunmuştur . Anestezi sırasında O₂ tüketimi birçok etkenden etkilenir. Hipokseminin kesin olarak önlenmesi ve sürekli yeterli oranda O₂ sunumu sağlanabilmesi için inspiryumdaki O₂ konsantrasyonu en az %30 olmalıdır [30].

Septorinoplasti hastalarında kontrollü hipotansiyonla berabere düşük akımlı anestezi uyguladığımız bu çalışmamızda inspire edilen oksijen konsantrasyon eşik değerini %40 olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda yarı-kapalı yeniden solutmalı sistem kullanılıp, gerekli güvenlik ekipmanları ve kontroller yapılarak uygulanan düşük akımlı anestezi grubunda oksijen değerleri güvenlik sınırları içinde kalmıştır ve herhangi bir hipoksi durumu ile karşılaşılmamıştır. Hiçbir hastada komplikasyon ve satürasyon düşüklüğü yaşanmamıştır. Düşük akımlı ve yüksek akımlı anestezi grupları arasında FiO₂ ve SPO₂ değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p>0,05).

Düşük akımlı anestezi tekniklerinde yeniden soluma nedeniyle CO₂ yükü arttığı için volatil anesteziklerin absorbanlarla etkileşimlerinin arttığı bilinmektedir [81]. Taze gaz akımı 0,5 L/dk' ya düşüldüğünde absorban kullanımı 4 kat artmaktadır. Bu nedenle düşük akımlı anestezi uygulamalarında EtCO₂ ve FiCO₂ monitörizasyonu yapılmalıdır [82]. Hiperkapniden kaçınmak için soda lime'in düzenli ve sık aralıklarla değiştirilmesi önerilmektedir [82] [23]. Yıldırım ve ark.'ı [83] yaptıkları düşük akımlı anestezi çalışmasında hem inspire edilen hem de ekspire edilen CO₂ değerlerinde, düşük akım uygulamasının 60.dk'dan itibaren istatistiksel olarak anlamlı artış bulmuşlar ve hastaların eş zamanlı kan gazı örneklerinde, PaCO₂ değerlerinde, kan pH'sını değiştirmeyecek düzeyde, anlamlı artış gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda anestezi süresince EtCO₂ düzeylerinde düşük akımlı

anestezi grubunda görülen en yüksek değer operasyonun 60.dk sırada 47mmHg' idi. İki grup arasında EtCO₂ değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi (p>0,05).

Işık ve ark. [84] çocuklar üzerinde yaptıkları bir çalışmada, desfluran ve sevofluran ile düşük akımlı anestezinin, çocuklarda hemodinamik parametrelerde ve böbrek ve karaciğer fonksiyonlarında olumsuz etkiler oluşmayacağı sonucuna varmışlardır. Kayhan ve ark.'nın [85] desfluran ile düşük akımlı ve yüksek akımlı anestezide hemodinamik parametrelerin torasik elektriksel biyoempedans monitarizasyonu aracılığıyla karşılaştırma yaptıkları çalışmada, 1 MAC altında 1 L/dk desfluran uygulanmasıyla düşük akım grubunda kalp atım hızı ve ortalama arter basıncı değerlerinde değişme saptanmamıştır.

Çalışmamızda düşük akımlı anestezi grubunda hemodinamik instabilite gözlenmedi. KTA ve OAB açısından her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (p>0,05).

Baum ve ark.'nın [86] 2000 yılında yaptıkları çalışmada, düşük akımlı anestezi tekniklerinde taşıyıcı gaz olarak N₂O 'un rutin klinik uygulamada kullanılmamasının hiçbir sorun teşkil etmeyeceğini; eksik hipnotik etkinin inhalasyon anestezik konsantrasyonunu 0,2-0,25 x MAK yükselterek elde edilebileceğini ve eksik analjezik etkinin de kullanılan opioid miktarını artırarak telafi edilebileceğini bildirmişlerdir. Hatta N₂O olmadan yapılan düşük akım anestezi tekniklerinin avantajları olduğunu belirtmişlerdir. Bu avantajları ; anestezi başlangıç aşamasındaki yüksek taze gaz akışı kullanılan sürenin daha kısa tutulabileceği, sistemden azotu yıkamanın artık gerekli olmayacağı ve hiçbir N₂O alımı olmadığı için yanlılıkla solunum sistemi içinde dolaşan gaz hacmi eksikliği olasılığının en aza indirileceği şeklinde sıralamışlardır. Bozkurt ve ark. [87] 2005 yılında 35 çocuk üzerinde yaptıkları çalışmada sevofluran kullanarak, 0,5 L/dk hava ve 0,5 L/dk O₂ taze gaz akımı ile uyguladıkları anesteziye morfin infüzyonu eklemişlerdir ve çalışmanın sonunda inspire edilen oksijen konsantrasyonun yüksek oluşu, hipoksik gaz karışımlarının oluşumunu engeller ve ek morfin kullanımı ile inspire sevofluran konsantrasyonunda azalmadan kaynaklanan yüzeyel anestezi olasılığı ve N₂O yokluğu telafi edilir olduğunu öne sürmüşlerdir. Çalışmamızda taşıyıcı gaz olarak N₂O kullanılmamış olup; intraoperatif analjezi amaçlı remifentanil infüzyonu 0,05-0,2 µg/kg/dk uygulanmıştır.

Düşük akımlı anestezinin olası komplikasyonları arasında hipoksi ve yetersiz anestezi derinliği yer almaktadır. Yüksek akımlı anestezi tekniklerine oranla, düşük akımlı anestezide; anestezi derinliğinin kontrolünü sağlamak daha zordur ve yetersiz anestezi derinliğine veya derin anestezi durumuna hızlı müdahale edebilmek zorlaşır [88]. Tekniği yeni uygulamaya

başlayan anesteziistlerin tedirginliklerinin, anestezinin tehlikeli bir şekilde derinleşmesinden çok yüzeyelleşmesi olduğunu belirtmişlerdir. Anestezi süresince uyanıklığın takibi ve önlenmesi için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Anestezi idamesinde 0,2 µcg/kg/dk remifentanil infüzyonunun kullanıldığı bir çalışmada, anestezi derinliği inspirasyon ve ekspirasyon gaz karışımı içindeki sevofluran ve desfluran konsantrasyonları ölçülerek SAB, DAB ile kalp hızı kaydedilmiş ve terleme takip edilerek değerlendirilmiştir [89]. Silva 'nın [90] yaptığı bir çalışmada anestezi derinliğini klinik değerlendirmede sistolik arter basıncının temel bileşen olarak dikkate alınmasını önermiştir.

Sleigh ve ark [91] çalışmalarında BİS'in sensitivitesini %97,3, spesifitesini ise %94,4 olarak bildirmiştir. Kerssens ve ark [92] en ideal anestezi derinliğinin BİS düzeyinin 40-60 arasında olduğunda sağlandığını belirtmişlerdir. İdeal anestezi derinliğindeki BİS değeri Leslie ve ark.'ları [93] tarafından 57 olarak bildirilmiştir. BİS değeri bir monitörde gösterilen tek bir sayısal değer olup, 30 saniyenin üzerindeki EEG kayıtlarından elde edilir. Buradan da anlaşılabileceği gibi BİS değeri daima 20-30 saniye önceki anestezi düzeyini gösteren bir belirteçtir [94].

Çalışmamızda yetersiz anestezi derinliği ve gereksiz ilaç kullanımının önüne geçmek amacıyla BİS monitorizasyonu kullanıldı. Anestezi uygulaması boyunca hedef değer 40-60 arası belirlendi. Hem düşük akımlı anestezi hem de yüksek akımlı anestezi grubumuzda operasyon süresince BIS değerlerinde artış veya uyanıklık gözlemlenmedi. BİS takibi açısından gruplar arasında yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. (p>0,05).

Böylelikle çalışmamızda N2O kullanılmadan uygulanan düşük akımlı anestezide ek analjezik olarak remifentanil infüzyonu ile birlikte BİS monitorizasyonunun kullanılmasının; düşük akımlı anestezinin olası riskleri olan hipoksi ve yetersiz anestezi derinliği riskini ortadan kaldırdığını ve 0,8 L/dk akımının güvenle kullanılabileceğini gözlemledik.

Üçüncü kuşak inhalasyon anestezi ajanları olan sevofluran ve desfluran düşük kan ve doku çözünürlüğüne sahip olduklarından alveoler ve beyin konsantrasyonları arasındaki dengenin hızlı sağlanmasını kolaylaştırır ve bu durum onların düşük akım tekniğinde ideal birer ajan olmalarını sağlar [41]. Odin ve ark. [95] anestezide maliyet kontrolü için öncelikle taze gaz akımında azalmanın gerekli olduğunu, mevcut halojenli ajanların akılcı kullanımının ancak bu şekilde mümkün olabileceğini ifade etmişlerdir ve sevofluranın inhalasyon indüksiyonu için, derlenme ve operasyon sonrası bakım için uygun bir ajan olduğu sonucuna varmışlardır. Düşük akımlı anestezi tekniklerinde, atık gaz miktarı azaldığı için taşıyıcı gazlar

ve volatil anestezişiklerden önemli bir tasarruf sağlandığı bilinmektedir. Önceki çalışmalarda akım hızı 5 L/dk olduğunda anestezişik ajan ve gazların %80-90'ının kullanılmadan atıldığı bildirilmiştir [96]. Çalışmamızda anestezişik ajan olarak sevofluran kullandık. Çalışmada kullandığımız GE Healthcare Avance CS² anestezi cihazı operasyon boyunca kullanılan anestezişik ajan tüketimini hesaplamaktadır. Ancak çalışmamızda anestezişik ajan maliyet analizi yapılmamıştır.

Anestezi uygulamasında sürekli CO₂ monitörizasyonu, CO₂ geri solunma riskini saptamada önemli bir araçtır; inspire edilen CO₂ konsantrasyonunda sıfırın üzerinde hızlı bir yükselme absorbanın kullanım süresinin bittiğini gösterir [97]. Çalışmamızda standart sodalime absorbanı kullanıldı. Anestezi makinesinden inspire edilen karbondioksit değeri (FiCO₂) alarm sınırını 1 olarak değiştirildi ve çalışma boyunca herhangi bir sorunla karşılaşılmadı. Ancak, sodalime rengi ve kanisterin ısısının kontrolü, ilk kullanılan hastada yeni değiştirilmiş olması gibi durumlara özellikle dikkat edildi. Ayrıca FiCO₂ sürekli takip edilerek absorbanın tükenip tükenmediği kontrol edildi.

Literatürde NIRS monitörizasyonu ile farklı ajanların karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Yapılan çalışmalarda sevofluranın serebral oksijen saturasyonunu propofolden daha iyi koruduğu gösterilmiştir [98] [99]. Çalışmamızda sevofluran kullanımını tercih ettik. Çalışmalar, rSO₂ değerlerinin hastaya ait boy, kilo ve cinsiyetten etkilenmediğini göstermiştir [100]. Hipoksemi, hipokapni, hiperkapni ve arteriyel hipotansiyon rSO₂ değerlerini etkileyen faktörlerdir [75]. Çalışmamızda Grup D ve Grup Y'nin; KTA, SPO₂, sistolik arter basıncı, diastolik kan basıncı, ortalama kan basıncı ve EtCO₂ değerlerini karşılaştırdığımızda istatistiksel yönden iki grup arasında anlamlı fark görülmedi (p>0,05).

Cipolla [101] çalışmasında hiperventilasyona bağlı EtCO₂ ve PaCO₂'nin düşmesinin, serebral damarlarda vazokonstriksiyon sonucu kan akımını azaltarak serebral oksijen desaturasyonuna neden olduğu sonucuna varmıştır. Çalışmamızda takiplerimiz boyunca kaydedilen en düşük EtCO₂ değeri 22 mmHg olup bunun indüksiyon sırasında yapılan hiperventilasyon kaynaklı, kısa süreli bir hipokapni olduğunu düşünüldü ve aynı anda ölçülen sağ ve sol rSO₂ değerlerine bakıldığında serebral desatürasyon görülmedi. Takiplerde ölçülen en yüksek EtCO₂ değeri 47 mmHg idi.

Serebral oksijen saturasyonunu değerlerinin normal aralığı ile ilgili veriler hala tartışmalıdır. Ancak %40'tan az rSO2 değerleri veya bazal ölçümlerin %25'inden daha büyük değişiklikler, azalmış serebral oksijenasyona sekonder nörolojik olayların habercisi olabilir [102]. Bununla birlikte farklı değerleri savunan farklı çalışmalar da mevcuttur. Madsen ve ark. [103] kardiyak ve respiratuar hastalığı bulunmayan istirahatteki hastalarda yaptıkları çalışmada serebral rSO2 normal değerinin 55-78 arasında olduğunu göstermişlerdir. Kim ve ark. [104] ise 20–36 yaş arası 39 sağlıklı gönüllü üzerinde yaptıkları çalışmada bazal serebral rSO2 değerini 71 ± 6 olarak bulmuşlardır. Yapmış olduğumuz çalışmada grupların bazal sağ ve sol rSO2 değerleri istatistiksel yönden birbirine yakındı. İndüksiyon öncesi ölçülen ortalama sağ rSO2 değerleri Grup D'de $65,6 \pm 4,103$; Grup Y'de ise $68,08 \pm 5,597$ idi. İndüksiyon öncesi ölçülen ortalama sol rSO2 değerleri Grup D'de $66,36 \pm 4,751$; Grup Y'de ise $67,16 \pm 3,891$ idi. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Takiplerimizde hiçbir olguda %20'den fazla düşüş görülmedi. Olguların hiçbirinde bazal değer olarak kaydedilen rSO2 değeri %55'in altında değildi.

Hasta seçimimizde; oturur ve yarı oturur pozisyonda yapılan cerrahilerde kan basıncı ve serebral oksijen saturasyonunda değişiklikler olabileceği dikkate alınmıştır. Kim ve ark. [105] oturur pozisyonda omuz cerrahisi geçiren hastalarda desfluran ile propofolü karşılaştırdıkları çalışmada, desfluranın serebral oksijen saturasyonunu propofolden daha iyi koruduğu sonucuna varılmışlardır. Lovell ve ark. [106] anestezi indüksiyonu boyunca serebral oksijenasyonu takip etmişler ve propofol indüksiyonu sırasında hipotansiyon oluşmasına rağmen rSO2'de düşüş yerine hafif artış saptamışlardır. Bu çalışmanın aksine bizim çalışmamızda propofol indüksiyonunu takiben hem sağ hem sol rSO2 değerlerinde bazal değere göre düşüş görüldü. İndüksiyon öncesi ölçülen ortalama sağ rSO2 değerleri Grup D'de $65,6 \pm 4,103$, Grup Y'de ise $68,08 \pm 5,597$; ortalama sol rSO2 değerleri Grup D'de $66,36 \pm 4,751$; Grup Y'de ise $67,16 \pm 3,891$ iken indüksiyon sonrası ortalama sağ rSO2 değerleri Grup D'de $64,6 \pm 4,778$; Grup Y'de ise $67,16 \pm 5,640$; indüksiyon sonrası ortalama sol rSO2 değerleri Grup D'de $64,00 \pm 7,326$, Grup Y'de $65,92 \pm 5,34$ olarak ölçüldü. Her iki grupta da entübasyon sonrası ölçülen sağ ve sol rSO2 değerleri indüksiyon öncesi ve indüksiyon sonrası değerlere göre daha yüksek bulundu. Ancak gruplar arasında entübasyon sonrası ölçülen sağ ve sol rSO2 değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

Fassoulaki ve ark. [107] 2006 yılında yaptıkları sevofluran ve desfluranın rSO2 üzerindeki etkilerini karşılaştırdıkları çalışmada eşdeğer konsantrasyonlarda desfluran ve sevofluranın NIRS üzerine benzer etki gösterdiğini saptamışlardır. Ancak konsantrasyon artışı

her iki ajanda da NIRS değerlerinde artışa neden olduğunu göstermişlerdir. Fassoulaki ve ark. bu çalışmalarında serebral oksimetri ile birlikte bizim gibi BİS monitörizasyonu kullanmışlardır. Çalışmamızda tek anestezi ajan üzerinden düşük ve yüksek akımlı anestezinin serebral oksijenizasyon üzerine etkilerini karşılaştırdık. Anestezi ajanının serebral metabolizma üzerine farklı etkileri olduğunu artık biliyoruz. Farklı anestezi ajanların serebral oksijenizasyon üzerine etkileri ve bu ajanların düşük akımlı anestezide güvenli kullanımlarını gösteren daha çok çalışma yapılması gerektiği kanaatindeyiz.

Sonuç olarak; düşük akımlı anestezi teknikleri uzun yıllardır bilinmesine rağmen anesteziistlerin çekinceleri nedeniyle, pratikte kullanımı artmış olmakla beraber günümüzde hala hakettiği yeri bulmadığını düşünmekteyiz. Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulguları değerlendirdiğimizde, septorinoplasti anestezisinde intraoperatif hemodinami, yeterli anestezi derinliği ve serebral oksijenasyon açısından iki yönteminde yeterli güvenliği sağladığı sonucuna vardık.

KAYNAKLAR

- [1] Baum JA, Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi de kuram ve uygulama. (Tomatır E., Çev) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. (Orjinal Basım Tarihi 2000); 54-56, 2002.
- [2] Baum JA, Low-flow anesthesia: theory, practice, technical preconditions, advantages, and foreign gas accumulation. J Anesth, 13(3): p. 166-74, 1999.
- [3] A. Johansson, D. Lundberg ve H. Luttropp, Low-flow anaesthesia with desflurane: Kinetics during clinical procedures. Eur J Anaesth.; 18:499-504, 2001.
- [4] Tomatır E, Sabuncu C, Şentürk Y, minimal akım anestezi rutin olarak kullanılabilir mi. Anestezi Dergisi; 5:95-100, 1997.
- [5] Johansen JW, Update on Bispectral Index Monitoring. Best Prac Res Clin Anaesthesiol ; 20: 81-99, 2006.
- [6] Stanski D, Quantitation of Depth of Thiopental Anesthesia . Anesthesiology; 77:2357-244, 1992.
- [7] Myles P.S et al, Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-Aware randomised controlled trial. Lancet, 363(9423): p. 1757-63, 2004.
- [8] Vegh T, Cerebral oximetry in general anaesthesia. Turk J Anaesthesiol Reanim; 44(5):247-249, 2016.
- [9] Kayhan Z, Genel Anestezi, Klinik Anestezi, Genişletilmiş 3. basım, Logos Yayıncılık İstanbul; 763-764, 2004.
- [10] Perilli V, Sollazzi L, Bozza P, Modesti C, Chierichini A, Tacchino RM, Ranieri R. , The effects of the reverse trendelenburg position on respiratory mechanics and blood gases in morbidly obese patients during bariatric surgery. Anesth Analg. 91(6) :1520-5, 2000.
- [11] Sedwick JD, Lopez AB, Gajewski BJ, Simons RL, Caudal septoplasty for treatment of septal deviation: aesthetic and functional correction of the nasal base. Arch Facial Plast Surg ; 7:158-62, 2005.
- [12] Kayhan Z, Klinik Anestezi Genişletilmiş 3. Baskı Ankara, Logos Yayıncılık; 496-501, 2004.
- [13] Flint P.W, Haughey B.H, Robbins KT, Thomas JR, Niparo J, Lesperance M, Cummings Otolaryngology- Head and Neck Surgery. 6.th Ed. Saunders, Philadelphia; P:256-68, 2014.
- [14] Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ, Hipotansive Agents. In Clinical Anesthesiology. 3 rd editions. California, McGraw-Hill; 231-232, 2002.

- [15] Erdem AF, Kayabasoglu G, Tuna AT, Palabiyik O, Tomak Y, Beyaz SG, Effect of controlled hypotension on regional cerebral oxygen saturation during rhinoplasty: a prospective study. J Clin Monit Comput ;30: 655-60, 2016.
- [16] Baum JA, Aitkenhead A. Low-flow anaesthesia. Anaesthesia ;50:37-44, 1995.
- [17] Foldes FF, Ceravolo AJ and Carpenter SL., The administration of nitrous oxide -oxygen anesthesia in closed systems. Ann surg ;978-981, 1952.
- [18] Virtue RW, Minimal-flow nitrous oxide anesthesia. Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists ;40(2):196-8, 1974.
- [19] Baum JA, Düşük akımlı , minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. (Tomatır E. Çev.) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 11-268, 2002.
- [20] Baum JA, What does the term, low flow anaesthesia mean? In: Baum JA (Ed): Low-Flow Anaesthesia with Drager Machines, 2. Edition, Dragerwerk AG, Lübeck ;8, 1993.
- [21] Baum JA, Düşük akımlı , minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. (Tomatır E.,Çev) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. (Orjinal Basım Tarihi 2000) ;54-71, 2002.
- [22] Arkan A. et al., Minimal taze gaz akımlı anestezi uygulaması. Turk Anest Rean Cem Mecmuası. Vol. 17, 1989.
- [23] Baum JA, Clinical applications of low flow and closed circuit anaesthesia. Acta Anaest Belg ;41: 239-247, 1990.
- [24] Baum JA, Düşük akımlı , minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. (Tomatır E.,Çev) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. (Orjinal Basım Tarihi 2000);220-265, 2002.
- [25] Baum JA, Düşük akımlı , minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. (Tomatır E.,Çev) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. (Orjinal Basım Tarihi 2000).174-208,2002.
- [26] Rosenblatt WH, Airway management In: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, editors: Clinical Anesthesia 4th. Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 595- 638, 2001.
- [27] Saygı N, Çocuklarda düşük akımlı anestezinin uygulanabilirliği ve güvenilirliği. Uzmanlık tezi. İstanbul,CTÜF, 2001.
- [28] Imberti R, Preseglio I, Imbriani M, Ghittori S, Cimino F and Mapelli A., Low flow anaesthesia reduces occupational exposure to inhalation anaesthetics. Acta Anaesthesiol Scand ; 39, 586-591, 1995.

- [29] Frink EJ Kaharasch E, Low flow anaesthesia and the role of sevoflurane: A contemporary clinical perspective, Adis International Inc. ; 15-25, 1998.
- [30] Arkan A, Kuvaki B, Azaltılmış taze gaz akımlı anestezi yöntemleri. Anestezi Dergisi, 9;1-18, 2001.
- [31] Göğüş D, Göksu S, Öner Ü, Altıntaş F, Düşük akımlı anestezi uygulaması. Klinik Gelişim, 12:813-16, 1999.
- [32] Baum JA, What are the ecological benefits of low flow anaesthesia? In: Baum JA (Ed): Low-Flow Anaesthesia with Drager Machines, 2. Edition, Dragerwerk AG, Lübeck;52, 1993.
- [33] Logan M, Farmer JG , Anaesthesia and ozone layer. Br J Anaest, 63 :645-6646, 1989.
- [34] Baum JA, Aitkenhead AR: Low flow anaesthesia. Anaesthesia, 50 suppl:37-44, 1995.
- [35] Cotter S, Petros A, Dore C, Barber N, White D , Low-flow anaesthesia: Practice, cost implications and acceptability. Anaesthesia;46(12):1009-12, 1991.
- [36] Baum JA, Does better conditioning of anaesthetic gases reduce the frequency of postoperative pulmonary complications? In: Baum JA (Ed): Low-Flow Anaesthesia with Drager Machines, 2. Edition, Dragerwerk AG, Lübeck ;50, 1993.
- [37] Kleemann PP, Schickel BK and Jantzen JPAH, Heated breathing tubes affect humidity output of circle absorban systems. J Clin Anaesth; 5, 463-467, 1993.
- [38] Kleemann PP, Humidity of anesthetic gases with respect to low flow anaesthesia. Anaesth Intens Care ; 22, 396-408, 1994.
- [39] Baum JA, Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi de kuram ve uygulama. (Tomatır E., Çev) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. (Orjinal Basım Tarihi 2000);210-212, 2002.
- [40] Baum JA, Düşük akımlı , minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi de kuram ve uygulama. (Tomatır E., Çev) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. (Orjinal Basım Tarihi 2000);96-100, 2002.
- [41] Möllhoff T, Burgard G, Prient T, Low-flow and minimal-flow anesthesia using the laryngeal mask airway. Eur J Anaesth, 13 :456-62, 1996.
- [42] Baum JA, Düşük akımlı , minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi de kuram ve uygulama. (Tomatır E., Çev) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. (Orjinal Basım Tarihi 2000);191-215, 2002.
- [43] Meakin GH, Low-flow anaesthesia in infants and children. Br J Anaesth, 83:50-7, 1999.

- [44] Brattwall M, Warrén-Stomberg M, Hesselvik F, Jakobsson J, Brief review: theory and practice of minimal fresh gas flow anesthesia. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*;59(8):785-97, 2012.
- [45] Wallin RF, Regan BM, Napoli MD, Stern IJ, Sevoflurane: A New Inhalational Anesthetic Agent. *Anesth. Analg*; 54: 758-5, 1975.
- [46] Brown B, Sevoflurane: Introduction and Overview, *Anesth. Anal.*
- [47] Baum JA, Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. (Tomatır E., Çev) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. (Orjinal Basım Tarihi 2000);245-247, 2002.
- [48] Lerman J, Inhalational anesthetics. *Paediatr Anaesth*;14: 380-383, 2004.
- [49] Yasuda N, Lockart S.H, Eger EI, Comparison of Kinetics of Sevoflurane and Isoflurane in Humans, *Anesth. Analg*;72:311-324, 1991.
- [50] Frink EJ Jr, Malan TP, Morgan SE, et al, Quantification of the Degradation Product of Sevoflurane in two CO₂ Absorbents During Low Flow Anesthesia in Surgical Patients. *Anesthesiology*;77: 1064-1069, 1992.
- [51] Tsai PS, Huang CJ, Hung YC, Cheng CR, Effects on the Bispectral Index during Elective Caesarean Section: A Comparison of Propofol and Isoflurane. *Acta Anaesthesiol Sin*;39:17-22, 2001.
- [52] Lennmarken, C., K. Bildfors, G. Enlund, P. Samuelsson, and R. Sandin, Victims of awareness. *Acta Anaesthesiol Scand*, 46(3): 229-31, 2002.
- [53] Sebel P.S., T.A. Bowdle, M.M. Ghoneim, I.J. Rampil, R.E. Padilla, T.J. Gan, and K.B. Domino, The incidence of awareness during anesthesia: a multicenter United States study. *Anesth Analg*, 99(3): 833- 9, 2004.
- [54] Frasser GL, Riker RR, Bispectral index monitor in intensive care unit provides more than noise. *Pharmacotherapy* 25:19-27, 2005.
- [55] S. B. Akıncı, B. Çelebioğlu, Bispectral İndeks Monitörizasyonu. *Türk Yoğun Bakım Derneği Dergisi*. Cilt 4; 85-90, 2006.
- [56] Gan TJ, Glass PS, Windsor A Payne F, Rosow C, Sebel P, Manberg P, Bispectral index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol, alfentanil and nitrous oxide anesthesia. BIS utility Study Group: *Anesthesiology*; 87:808- 8, 1997.

- [57] joint Commission on Accreditation of Healthcare, O., Preventing and managing the impact of anesthesia awareness. *Jt Comm Perspect*, 24(12): 10-1, 2004.
- [58] Aime, I., N. Verroust, C. Masson-Lefoll, G. Taylor, P.A. Laloe, N. Liu, and M. Fischler, Does monitoring bispectral index or spectral entropy reduce sevoflurane use? *Anesth Analg*, 103(6): 1469-77, 2006.
- [59] Kreuer, S., J. Bruhn, C. Stracke, L. Aniset, M. Silomon, R. Larsen, and W. Wilhelm, Narcotrend or bispectral index monitoring during desflurane-remifentanyl anesthesia: a comparison with a standard practice protocol. *Anesth Analg*, 101(2): 427-34, 2005.
- [60] Song, D., G.P. Joshi, and P.F. White, Titration of volatile anesthetics using bispectral index facilitates recovery after ambulatory anesthesia. *Anesthesiology*, 87(4): 842-8, 1997.
- [61] Tosh W, Patteril M, Cerebral oximetry. *BJA Educ*;16(12):417-421, 2016.
- [62] Edmonds HL Jr, Ganzel BL, Austin EH, Cerebral oximetry for cardiac and vascular surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.*; 8 (2): 147-66, 2004.
- [63] Hogue CW, Palin CA, Arrowsmith JE, Cardiopulmonary Bypass Management and Neurologic Outcomes: An Evidence-Based Appraisal of Current Practices. *Anesth Analg.* ; 103(1): 21- 37, 2006.
- [64] Grocott HP, Davie S, Fedorow C, Monitoring of brain function in anesthesia and intensive care. *Curr Opin Anaesthesiol* 23(6): 759-64, 2010 .
- [65] Rohlwick UK, Figaji A, Methods of monitoring brain oxygenation. *Childs Nerv Syst* 26(4): 453-64, 2010 .
- [66] Denault A, Deschamps A, Murkin JM, A proposed algorithm for the intraoperative use of cerebral near-infrared spectroscopy. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* ;11:274-281, 2007.
- [67] Owen-Reece H, Smith M, Elwell CE, Goldstone JC, Near infrared spectroscopy. *Br J Anaesth.* ;82:418- 26, 1999.
- [68] McCormick PW, Stewart M, Goetting MG, Dujovny M, Lewis G, Ausman JI, Noninvasive cerebral optical spectroscopy for monitoring cerebral oxygen delivery and hemodynamics. *Crit Care Med.*;19:89 - 97, 1991.
- [69] Stepan J, Hogue CW, Cerebral and tissue oximetry. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* ;28(4):429-439, 2014.

- [70] Ferrari M, Progress of near-infrared spectroscopy and topography for brain and muscle clinical applications. J Biomed Opt.;12(6):062104, 2007.
- [71] Goldman S, Sutter F, Ferdinand F, Trace C, Optimizing Intraoperative Cerebral Oxygen Delivery Using Noninvasive Cerebral Oximetry Decreases the Incidence of Stroke for Cardiac Surgical Patients. Heart Surg Forum.;7(5): E376-81, 2004.
- [72] Tobias JD, Cerebral oximetry monitoring provides early warning of hypercyanotic spells in an infant with tetralogy of Fallot. J Intensive Care Med. ;22:118-20, 2007.
- [73] Holzschuh M, Woertgen C, Metz C, Dynamic changes of cerebral oxygenation measured by brain tissue oxygen pressure and near infrared spectroscopy. Neurol Res; 19:246-8, 1997.
- [74] Olsen KS, Svendsen LB, Larsen FS, Validation of transcranial near infrared spectroscopy for evaluation of cerebral blood flow autoregulation. J Neurosurg Anesthesiol;8:280-5, 1996.
- [75] Madsen PL, Secher NH, Near-infrared oximetry of the brain. Prog Neurobiol. ;58:541-60, 1999.
- [76] Baxter A.D, Low and minimal flow inhalational anaesthesia. Can J Anaesth ;44: 643-53, 1997.
- [77] Tomatır, E, Sabuncu, C, Şentürk Y, İnhalasyon anesteziinde güncel yöntem kapalı devre. Anestezi dergisi;5:95-100, 1997.
- [78] Grigoliia GN, Makhatadze TA, Sulakvelidze kR, Tutberidze kN, Gvelesiani LG, Theory and practice of low-flow anaesthesia. Georgian Med News. Apr;(145):7-12, 2007.
- [79] Brody S, Bioenergetics and Growth. Reinhold, New York, 1945.
- [80] Lowe HJ, Ernst EA, The Quantitative Practice of Anesthesia. Williams-Wilkins, Baltimore, 1981.
- [81] Eger El II, Kalbin D, Bowland T, et al, Nephrotoxicity of sevoflurane versus desflurane anesthesia volunteers. Anesth Analg ;84: 160-168, 1999.
- [82] Baum JA, Low flow anaesthesia with Dräger machines. Lübeck, Drägerwerk AG ;6-65, 1993.
- [83] Yıldırım A, Göksu H, Toprak GÇ, Kılıç R, Yaşar MA, İzofluran, Desfluran ve Sevofluran ile Uygulanan Düşük Akımlı Anestezinin, Anestezi Kalitesi ve Güvenilirliğinin Karşılaştırılması. Fırat Tıp Dergisi 11(3): 170-4, 2006.
- [84] Isik Y, Goksu S, Kocoglu H, Oner U, Low flow desflurane and sevoflurane anaesthesia in children. Eur J Anaesthesiol;23(1):60-4, 2006.
- [85] Kayhan Z, Klinik Anestezi, 2. Baskı, Logos Yayıncılık ;56-130, 1997.

- [86] Baum J, Sievert B, Stanke HG, Brauer K, Sachs G , Nitrous oxide free low-flow anesthesia. *Anaesthesiol Reanim*;25(3):60-7, 2000.
- [87] Bozkurt P, Saygi Emir N, Tomatir E, Yeker Y, N2O-free low-flow anesthesia technique for children. *Acta Anaesthesiol Scand.* ;49(9):1330-3, 2005 .
- [88] Chernin EL, Pharmacoeconomics of inhaled anesthetic agents: Considerations for the pharmacist. *Am J Health-Syst Pharm* 61(Suppl 4): 18-22, 2004.
- [89] Kızıltepe H , Düşük Akım Anestezisinde Sevofluran ve Desfluranın nefrotoksisitelerinin karşılaştırılması. Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği Uzmanlık Tezi. İstanbul, 2006.
- [90] Couto De Silva JM, Systolic arterial pressure as a monitor depth of anaesthesia. *Br J Anaesth*; 67: 506, 1991.
- [91] Sleight JW, Donovan J, Comparison of bispectral index, 95% spectral edge frequency and approximate entropy of the EEG, with changes in heart rate variability during induction of general anaesthesia. *Br J Anaesth* ; 82: 666-71, 1999.
- [92] Kerssens C, Klein J, van der Woerd A, Bonke B, Auditory information processing during adequate propofol anesthesia monitored by electroencephalographic bispectral index. *Anesth Analg* ; 92: 1210-4, 2001.
- [93] Leslie K, Sessler DI, Smith WD, et al, Prediction of movement during propofol/nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology* ; 53: 52-63, 1996.
- [94] Sebel PS, Can we monitor depth of anesthesia? *Anesth Analg* ; 92: 94-8, 2001.
- [95] Odin I, Feiss P, Low flow and economics of inhalational anaesthesia. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* ;19(3):399-413, 2005.
- [96] Perkins R, Meakin G, Economics of low-flow anaesthesia. *Anaesthesia*; 51: 1089-92, 1996.
- [97] Arkan A, Düşük Akımlı Anestezinin Temel Prensipleri. *Anestezi Dergisi* 10: 119-156, 2002.
- [98] L. Valencia, A. Rodríguez-Pérez, B. Kühlmorgen, RY. Santana, Does sevoflurane preserve regional cerebral oxygen saturation measured by near-infrared spectroscopy better than propofol? *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 33, 2014.

- [99] Ruzman T, Simurina T, Gulam D, Ruzman N, Miskulin M , Sevoflurane preserves regional cerebral oxygen saturation better than propofol: Randomized controlled trial, *Journal of Clinical Anesthesia*, 36, 110-117, 2017.
- [100] Edmonds HL Jr, Ganzel BL, Austin EH 3rd, Cerebral oxymetry for cardiac and vascular surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* ;8: 147-166, 2004.
- [101] Cipolla. MJ, *The Cerebral Circulation*. Morgan & Claypool Life Sciences. Chapter 5 Control of Cerebral Blood Flow, 2009.
- [102] Morgan ve Mihail Klinik Anesteziyoloji , çev: Prof. Dr. F. Handan Cuhruk, Lange, 5. baskı, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, bölüm: 6, syf: 136, 2015.
- [103] Madsen PL, Nielsen HB, Christiansen P, Well-being and cerebral oxygen saturation during acute heart failure in humans. *Clin Physiol* ; 20 (2): 158-64, 2000.
- [104] Kim MB, Ward DS, Cartwright CR, Estimation of jugular venous O2 saturation from cerebral oximetry or arterial O2 saturation during isocapnic hypoxia. *J Clin Monit Comput* ; 16 (3): 191-9., 2000.
- [105] Ji Young Kim, Jong Seok Lee, Kyung Cheon Lee, Hong Soon Kim, Seung Hyun Kim, Hyun Jeong Kwak , The effect of desflurane versus propofol on regional cerebral oxygenation in the sitting position for shoulder arthroscopy *J Clin Monit Comput* 28: 37, 2014.
- [106] Lovell AT, Owen-Reece H, Elwell CE, Smith M, goldstone JC, Continuopus measurement of cerebral oxygenation by near infrared spectroscopy during induction of anesthesia. *Anesth Analg*;88:554-8, 1999.
- [107] Fassoulaki A, Kaliontzi H, Petropoulos G, Tsaroucha A. , The effect of desflurane and sevoflurane on cerebral oximetry under steady-state conditions. *Anesth Analg.* ;102(6):1830-5, 2006 .

ÖZGEÇMİŞ

Adı- Soyadı: Melike TEZDÖNEN

Doğum yeri ve Tarihi: Mardin / 1990

İletişim: mlk_tzdnn@hotmail.com

Yabancı dil: İngilizce

1996-1998	Başak Köyü İlköğretim Okulu
1998-2000	Kızıltepe Cumhuriyet İlköğretim okulu
2000-2003	Kızıltepe Merkez İlköğretim ve Ortaokulu
2003-2006	Mardin Milli Piyango Süper Lisesi
2006-2007	Kızıltepe Atatürk Lisesi
2007-2013	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi
2013-2015	Bitlis Tatvan Toplum Sağlığı Merkezi
2015-2020	Halen Gaziosmanpaşa Eğitim ve Araştırma Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği- Asistan Hekim