

Bispektral İndeks Monitörizasyonu Eşliğinde Azot Protoksitli ve Azot Protoksitsiz Düşük Akımlı Anestezi: Hemodinami, Derlenme, Volatil Anestezik Tüketimi ve Maliyet Üzerine Etkileri

Nitrous Oxide and Nitrous Oxide-Free Low-Flow Anesthesia Using Bispectral Index Monitoring: Effects on Hemodynamics, Recovery Times, Volatile Anesthetic Consumption and Costs

Bengü Gülhan Köksal, Volkan Hancı, Gülay Erdoğan, Bülent Serhan Yurtlu, Rahşan Dilek Okyay, Hilal Ayoğlu, Işıl Özkoçak Turan

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye

Özet

Amaç: Çalışmamızda anestezi derinliği bispektral indeks (BIS) monitörizasyonu ile izlenerek, düşük akımlı anestezi yönteminde desfluran-N₂O ve desfluran-fentanil kombinasyonlarının hemodinami, derlenme, volatil anestezik tüketimi ve maliyet üzerine etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Yöntemler: Etik kurul ve hastaların yazılı onamları ile alındıktan sonra 60 hasta rastgele iki eşit gruba ayrıldı. Noninvaziv kan basıncı, EKG, SpO₂, BIS monitörize edildi. Tüm hastalarda 5 dk. süreyle 10 L.dk⁻¹ %100 oksijen ile maske preoksijenasyonunun ardından anestezi induksiyonu 2 mg.kg⁻¹ propofol ve 2 µg.kg⁻¹ fentanil ile sağlandı. Tüm hastalarda kas gevşetici ajan olarak 0,6 mg.kg⁻¹ rocuronyum kullanıldı. Anestezi idamesi için %6 desfluran seçildi. Grup 1'de 6 L.dk⁻¹ %50 O₂-N₂O karışımı, Grup 2'de 6 L.dk⁻¹ O₂-kuru hava karışımı taşıyıcı gaz olarak ayarlandı. İlk 10 dk sonunda taze gaz akımı 1 L.dk⁻¹ düzeyine düşürüldü. Grup 2'de tüm operasyon boyunca fentanil infüzyonu 1 µg.kg.saatt⁻¹ hızında yapıldı. Desfluran düzeyi BIS 40-60 olacak şekilde ayarlandı. Kan basıncı, kalp hızı, SpO₂, BIS, FiO₂, etO₂, FiN₂O, EtN₂O, FiCO₂, EtCO₂, Fidesfluran, Et_{desfluran} değerleri ile uygulama sonunda derlenme süreleri ve maliyet kaydedildi. Veriler istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Arteriyel kan basıncı, kalp hızı, plato basınçları, desfluran, Fi_{desfluran}, Et_{desfluran} düzeylerinin ve derlenme sürelerinin iki grupta da benzer olduğu görüldü. Grup 2'de BIS değerlerinin (p<0,001) ve anestezi maliyetinin (p<0,001) daha yüksek olduğu bulundu.

Sonuç: Desfluran ile düşük akımlı anestezide azot protoksit yerine intravenöz fentanil infüzyonu kullanılması arasında hemodinamik açıdan farklılık olmadığı ve düşük akımlı anestezide fentanil infüzyonu ile uygulanan anestezinin bir alternatif olarak değerlendirilebileceği, ancak anestezi maliyetinde ve BIS değerlerinde yükselmeye neden olabileceği kanısına varıldı. (*Haseki Tıp Bülteni* 2010; 48: 132-8)

Anahtar Kelimeler: Düşük akım anestezi, desfluran, azot protoksit, BIS, maliyet

Abstract

Aim: In this study, we aimed to compare the effects of desflurane-N₂O and desflurane-fentanyl combinations on hemodynamics, recovery times, volatile anesthetic consumption and costs in low-flow desflurane anesthesia by bispectral index (BIS) monitoring of depth of anesthesia.

Methods: After approval of ethics committee and obtaining patient consents, 60 patients were divided into two equal groups randomly. Non-invasive blood pressure measurement, ECG, SpO₂ and BIS were monitored. All patients received 10 L.min⁻¹ 100% oxygen with mask for 5 minute before intubation. 2 mg.kg⁻¹ propofol, 2 µg.kg⁻¹ fentanyl and 0.6 mg.kg⁻¹ rocuronium bromide were administered at induction in both groups. Desfluran 6% was chosen for anesthesia maintenance. Group 1 received 50% O₂-N₂O mixture in 6 L.min⁻¹ and Group 2 received 50% O₂-air mixture in 6 L.min⁻¹ as carrier gas. Low-flow anesthesia (1 L.min⁻¹) was started after a 10-min period of initial high flow (6 L.min⁻¹). In Group 2, infusion of fentanyl was begun in 1 µg.kg.hour⁻¹ rate. Desflurane level was adjusted at a main BIS value of 40-60. Blood pressure, heart rate, FiO₂, etO₂, FiN₂O, EtN₂O, FiCO₂, EtCO₂, Fidesfluran and Et_{desflurane} were recorded.

Results: There were no significant differences between the two groups in terms of heart rate, arterial blood pressure, settings of desfluran and recovery time. BIS values (p<0.001) and anesthetic agent costs (p<0.001) were higher in Group 2.

Conclusion: Using fentanyl infusion instead of nitrous oxide in low flow-anesthesia with desflurane did not alter the hemodynamic parameters. Fentanyl infusion with medical air-oxygen as carrier gas is an alternative technique, but increases BIS values and anesthetic agent costs. (*The Medical Bulletin of Haseki* 2010; 48: 132-8)

Key Words: low-flow anesthesia, desflurane, N₂O, BIS, anesthetic gas costs.

Giriş

Anestezik gazların tüketimini, anestezi maliyetini, çalışma ortamı ile atmosferin azot protoksit (N_2O) ve halojenli hidrokarbonla kirlenmesini ve hastanın ısı ile nem kaybını azaltmak gibi olumlu etkileri nedeniyle yeniden-solütmali sistemlerle düşük taze gaz akımlı anestezi uygulamaları giderek artmaktadır (1,2). Desfluran düşük çözünürlüğü ve geniş doz aralığında ayarlanılabilen vaporizatörü nedeniyle düşük akım anestezi tekniklerinde kullanım için ideal bir anestezik ajan olarak göze çarpmaktadır. Düşük akım uygulamalarında minimal kardiyovasküler yan etkileri ve hızlı uyanma ile klinik kullanımda avantajları olduğu gösterilmiştir (3,4). Ancak yüksek fiyatı, anestezide rutin kullanımını engellemektedir (2-4).

Azot protoksit anestezi uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, vitamin B_{12} 'deki kobalt atomunu geri dönüşümsüz bir biçimde okside ederek inaktive eder ve hücre fonksiyonları üzerine toksik etkileri vardır. Vitamin B_{12} ile etkileşerek metiyonin sentetazı inhibe etmesi megaloblastik anemiye ve medulla spinaliste subakut kombine dejenerasyona da neden olabilir. Kemik iliği depresyonu, megaloblastik anemi, nörojenik yetersizlik periferik nöropati ve pernisiyöz anemi ile sonuçlanır (5). Bu nedenle anestezide rutin kullanımı üzerine tartışmalar sürmektedir. Düşük akımlı anestezi uygulamalarında taşıyıcı gaz olarak N_2O kullanımının terk edilmesi, hastanın oksijen (O_2) ya da kuru hava- O_2 karışımı ile solutulması böylece N_2O 'in istenmeyen yan etkilerinden sakınılması yönünde görüşler vardır (6). Bu durumda analjezi gereksiniminin opioid eklenmesi ile sağlanabileceği bildirilmektedir (7).

Çalışmamızda; anestezi derinliği BIS monitörizasyonu ile izlenerek, düşük akımlı anestezi yönteminde desfluran- N_2O ve desfluran-fentanil kombinasyonlarının hemodinami, derlenme, volatil anestezik tüketimi ve maliyet üzerine etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Yöntemler

Bu çalışma Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Hastane Etik Kurul onayı (16.04.2009 tarihli B.30.2.ZKÜ.O.H1.00.00/001-462-5001 sayılı) ve hastaların yazılı onamları alındıktan sonra, Eğitim Uygulama Araştırma Hastanesi ameliyathanelerinde Temmuz 2009-Şubat 2010 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

Rastgele, prospektif olarak planlanan bu çalışmada ortalama 2-4 saat süreli elektif cerrahi geçirecek, yaşları 18-65 arasında değişen, ASA I-II risk grubundan toplam 60 hasta çalışmaya alındı.

Koroner arter hastalığı ve kardiyovasküler hastalığı, diabetes mellitus, böbrek, karaciğer yetersizliği, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, opioid duyarlılığı olan hastalar, malign hipertermi veya geç uyanma öyküsü olan, alkol bağımlılığı olan hastalar, gebe ve emziren kadınlar çalışma dışında bırakıldı.

Tüm hastalara standart olarak ameliyattan 30 dakika önce i.m. 0.07 mg.kg^{-1} midazolam ile premedikasyon yapıldı.

Her hasta için önceden anestezi devrelerinin kaçak kontrolü ve gaz monitörlerinin kalibrasyonu yapıldı; tek kullanımlık anestezi devresi ve bakteri filtresi kullanıldı, gün sonunda CO_2 absorbanı (soda-lime) değiştirildi.

Ameliyat masasına alınan hastalara 20 G intraket ile damar yolu açıldıktan sonra 10 ml.kg^{-1} Ringer Laktat ile sıvı replasmanı uygulandı.

Hastalar operasyon odasına alındıktan sonra noninvaziv kan basıncı, EKG, periferik oksijen saturasyonu (SpO_2) monitörize edildi; kontrol ölçümleri kaydedildi. Tüm hastalara bispektral indeks monitörizasyonu uygulandı.

BIS elektrotları 1. elektrot altında iki göz arasında 1,5-2 cm yukarıya, 2. elektrot sağ ya da solda göz hizasında saç ile göz arası mesafenin ortasına, 3. elektrot ise bunların arasında bir yere yerleştirilerek, cihaz kalibrasyonu ve elektrotların temas testi tamamlandıktan sonra ölçülen BIS değeri kaydedildi.

Tüm hastalarda 5 dk süreyle 10 L.dk^{-1} %100 oksijen ile maske preoksijenasyonunun ardından anestezi indüksiyonu 2 mg.kg^{-1} propofol ve $2 \mu\text{g.kg}^{-1}$ fentanil ile sağlandı. Tüm hastalarda kas gevşetici ajan olarak $0,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ rokuronyum kullanıldı. Kas gevşetici verildikten 2 dk sonra hastalar entübe edildi.

Çalışmaya alınan 60 olgu rastgele sayılar tablosundan yararlanılarak 2 gruba ayrıldı. Entübasyon sonrası 10 dk. süre Grup 1'de 4 L.dk^{-1} %50 O_2-N_2O karışımı içinde %6 konsantrasyonda desfluran, Grup 2'e 4 L.dk^{-1} %50 O_2 -kuru hava karışımı içinde %6 desfluran uygulandı. Daha sonra ise her iki grupta da düşük akıma (1 L.dk^{-1}) geçildi.

Grup 1'de; 4 L.dk^{-1} % 50 O_2-N_2O karışımı içinde desfluran %6 volüm değerinden başlandı, ilk 10 dk sonunda taze gaz akımı 1 L.dk^{-1} (500 ml.dk^{-1} $O_2-500 \text{ ml.dk}^{-1}$ N_2O) düzeyine düşürüldü, desfluran düzeyi BIS 40-60 olacak şekilde ayarlandı.

Grup 2'de; 4 L.dk^{-1} %50 O_2 -kuru hava karışımı içinde desfluran %6 volüm değerinden başlandı, indüksiyonla birlikte fentanil $1 \mu\text{g.kg.saat}^{-1}$ hızında infüzyona başlandı, ilk 10 dk. sonunda taze gaz akımı 1 L.dk^{-1} (500 ml.dk^{-1} $O_2-500 \text{ ml.dk}^{-1}$ kuru hava) düzeyine düşürüldü. Bu grupta tüm operasyon boyunca fentanil infüzyonu $1 \mu\text{g.kg.saat}^{-1}$ hızında sabit tutuldu. Desfluran düzeyi BIS 40-60 olacak şekilde ayarlandı.

Bispektral indeks değerinin 60'ın üzerine çıkması yüzeysel anestezi, 40'ın altına inmesi derin anestezi olarak kabul edilerek, anestezi derinliğinin kontrolü vaporizörde %1-2 desfluran konsantrasyonu değişiklikleri ile sağlandı.

Operasyon sırasında her iki grupta da, tidal volüm 8 ml.kg^{-1} olarak ayarlandı. Tüm hastalarda solunum frekansı ise EtCO₂ düzeyi 35-40 mmHg arasında olacak şekilde

ayarlandı. FiO_2 %30'in üzerinde korundu, $EtCO_2$ 'in 40 mmHg üzerine çıkması, FiO_2 'in 30 mmHg altına inmesi ya da SpO_2 'nin 95'in altına inmesi durumunda taze gaz akımının 4 L.dk⁻¹ düzeyine yükseltilmesi planlandı.

Operasyon bitiminden 5 dk. önce taze gaz akımı 4 L.dk⁻¹ düzeyine çıkarılıp, son cilt sütürüne başlandığında anestezi kesilerek hasta %100 O_2 ile spontan solunum geri dönünceye kadar manuel olarak solutuldu.

Spontan solunumun başlamasıyla, kas gevşetici 0,04 mg.kg⁻¹ neostigmin ve 0,01 mg.kg⁻¹ atropin ile antagonize edildi; her 10 sn'de bir spontan solunum kontrol edildi. Hastalarda, yeterli spontan solunum çabası oluşup, BIS değeri >%80'e ulaştığında ekstübasyon uygulandı.

Kan basıncı, kalp hızı, SpO_2 , vücut sıcaklığı, Pplato, BIS değerleri, FiO_2 , EtO_2 , $EtCO_2$ ve $Fi_{desfluran}$, $Et_{desfluran}$, FIN_2O , EtN_2O düzeyleri, vaporizatör yüzdesi anestezi öncesi, entübasyon sonrası, 5., 10., 15., 20., 25., 30., 40., 50., 60., 90., 120., 150. 180. 210. 240. dakikalarda ölçülerek kaydedildi.

Tüm hastalara postoperatif ağrı kontrolü için operasyon bitiminden 15 dakika önce 1 mg.kg⁻¹ i.v. tramadol uygulandı. Ayrıca tüm hastalara bulantı-kusma profilaksisi için 10 mg i.v. metoklopramid uygulandı.

Derlenme süreleri Aldrete skoruna göre belirlendi (Tablo 1). Aldrete 9 puan tam derlenme olarak kabul edilerek ekstübasyondan sonra geçen süre kaydedildi.

Tüm hastalarda desfluran, azot protoksit, oksijen ve fentanil tüketimi belirlendi.

Tablo 1. Aldrete Skorlaması	
Kriter	Skor
A. Aktivite	
Bütün ekstremiteler hareketli	2
İki ekstremitte hareketli	1
Ekstremitelerde hareket yok	0
B. Solunum	
Solunum derinliği yeterli, öksürbiliyor	2
Solunum hareketleri yüzeysel, dispne	1
Apne	0
C. Arteriyel kan basıncı	
Normal değerden sapma \pm % 10 ya da daha az	2
Normal değerden sapma \pm % 11-20	1
Normal değerden sapma \pm % 21-ya da daha fazla	0
D. Bilinç durumu	
Tamamen açık	2
Verbal uyarıya reaksiyon veriyor	1
Verbal uyarıya reaksiyon yok	0
E. Cilt rengi	
Normal	2
Soluk, gri, marmorize, ikterik vb.	1
Siyanotik	0

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 13.0 programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler sayısal veriler için aritmetik ortalama \pm standart sapma, kategorik yapıdaki veriler için sayı ve yüzde şeklinde ifade edildi. Ölçümle belirtilen değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Ölçümle belirtilen değişkenlerde gruplar arası farklılıklar iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi ile incelendi. Kategorik yapıdaki değişkenler için gruplar arası farklılıklar ki-kare analizi ile değerlendirildi.

Bulgular

Gruplar demografik veriler, operasyon tipleri, operasyon süreleri ve ASA risk grubu yönünden benzerdi ($p > 0,05$). Hastalara ait demografik veriler Tablo 2'de, uygulanan operasyon tiplerinin gruplara göre dağılımı ise Tablo 3'de görülmektedir.

Tablo 2. Gruplara ait demografik veriler (ort \pm SS)

Veriler	Grup 1 (n=30)	Grup 2 (n=30)	P
Yaş (yıl)	42,9 \pm 11,9	44,6 \pm 14,7	0,611
Ağırlık (kg)	76,2 \pm 13,5	72,9 \pm 13,0	0,340
Cinsiyet (E/K)	20/10	19/11	1,000
ASA (I/II)	15/15	15/15	1,000
Anestezi süresi (dk)	138,3 \pm 30,1	138,0 \pm 24,8	0,963

Tablo 3. Uygulanan operasyon tiplerinin gruplara dağılımı ($p=0,080$)

Operasyon tipleri	Grup 1	Grup 2
Abdominal Cerrahi	2	9
Endoskopik/Laparoskopik Cerrahi	15	11
Ekstremitte Cerrahisi	7	3
Diğer	6	7

Tablo 4. Gruplarda ortalama arteriyel kan basıncı değişiklikleri (mmHg) (ort \pm SS)

Ölçüm zamanları	Grup 1	Grup 2
Kontrol	107 \pm 12	105 \pm 13
Entübasyon sonrası	94 \pm 12	95 \pm 14
5. dk	83 \pm 10	83 \pm 13
10. dk	80 \pm 12	79 \pm 12
15. dk	79 \pm 12	82 \pm 12
20. dk	82 \pm 12	85 \pm 13
30. dk	89 \pm 13	90 \pm 16
40. dk	89 \pm 12	90 \pm 15
50. dk	89 \pm 12	89 \pm 15
60. dk	91 \pm 12	90 \pm 14
90. dk	92 \pm 13	87 \pm 13

Gruplar ortalama arteriyel kan basınçları, kalp atım hızları, periferik oksijen saturasyonları yönünden karşılaştırıldığında, gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamadı ($p>0,05$) (Tablo 4,5).

Gruplar arasında inspiratuar (FiO_2) açısından anlamlı farklılık bulundu ($p<0,001$). Ekspiryum sonu oksijen (etO_2) değerleri karşılaştırıldığında da gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu belirlendi ($p<0,001$) (Tablo 6).

Çalışma süresince ölçülen ekspiryum sonu CO_2 değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında fark anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). Her iki grupta uygulanan desfluran vaporizör ayarları, Fidesfluran ve Etdesfluran düzeyleri karşılaştırıldığında iki grupta da sonuçlar benzer bulundu ($p>0,05$).

Bununla birlikte, uygulama süresince kontrol zamanı hariç gruplar karşılaştırıldığında bispektral indeks (BIS) değerleri yönünden anlamlı farklılık izlendi ($p<0,001$). Zaman içerisinde her iki grupta da BIS değişimi anlamlı bulundu ($p<0,001$). Elde edilen değerler genel anestezi için uygun düzeyde bulundu (Tablo 7).

Gruplar plato basınçları değişiklikleri açısından değerlendirildiğinde, gruplar arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmadı ($p=0,823$).

Gruplarının derlenme süreleri Aldrete skoru ile belirlendi. Aldrete 9 puan skoruna ulaşma süreleri Grup 1'de $3,9\pm 0,9$

Tablo 5. Gruplarda Kalp Hızı Değişiklikleri (atım/dk) (ort±SS)

Ölçüm zamanları	Grup 1	Grup 2
Kontrol	82±9	86±14
Entübasyon sonrası	85±13	89±12
5. dk	76±12	81±13
10. dk	73±13	77±12
15. dk	70±11	74±11
20. dk	68±10	71±9
30. dk	67±10	70±8
40. dk	66±9	70±8
50. dk	66±10	69±8
60. dk	66±9	68±8
90. dk	68±9	67±7

Tablo 6. Gruplarda FiO_2 ve etO_2 değişiklikleri (ort±SS)

Ölçüm zamanları	Grup 1		Grup 2	
	FiO_2	etO_2	FiO_2	etO_2
5. dk	48,9 ±2,6	47,2 ±2,4	55,1 ±2,3	51,5±2,3
10. dk	47,7±1,6	45,9±2,0	54,7±1,9	50,4±2,6
15. dk	46,3±2,0*	44,5±1,9*	51,2±2,4	47,7±2,8
20. dk	44,8±2,4*	42,8±2,5*	49,1±2,4	44,9±2,7
30. dk	42,9±2,1*	40,4±2,7*	47,8±2,1	43,4±2,5
40. dk	42,1±2,3*	39,6±2,8*	47,3±2,05	42,6±2,5
50. dk	41,4±2,3*	39,0±2,9*	46,8±2,5	41,9±2,7
60. dk	41,3±2,3*	38,5±3,0*	46,5±2,6	41,7±2,9
90. dk	40,7±2,5*	37,8±2,8*	46,7±2,5	42,0±2,7

(Grup N ve Grup F karşılaştırıldığında * $p<0,001$)

dakika, Grup 2'de ise $3,6\pm 0,7$ dakika olarak belirlendi. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamadı ($p=0,107$).

Toplam desfluran ($p=0,561$) ve oksijen ($p=0,089$) tüketimi yönünden gruplar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamadı. Bununla birlikte gruplar arasında toplam anestezi maliyetleri açısından anlamlı farklılık mevcuttu ($p<0,001$) (Tablo 8,9). Her iki grupta da BIS elektrodu maliyetinin anestezi maliyetinden yüksek olması dikkat çekiciydi.

Tartışma

Desfluran ile düşük akımlı anestezi uygulamasında azot protoksit ile fentanil infüzyonunu karşılaştırdığımız çalışmamızda, gruplar arasında hemodinamik veriler ve plato basınçları arasında farklılık olmamasına karşın,

Tablo 7. Gruplarda Bispektral İndeks (BIS) değişiklikleri (ort±SS)

Ölçüm zamanları	Grup 1	Grup 2
Kontrol	97±1	96±1
Entübasyon sonrası	36±7*	44±8
5. dk	42±6*	47±5
10. dk	42±3*	47±5
15. dk	43±4*	47±5
20. dk	43±5*	48±6
30. dk	42±4*	49±6
40. dk	42±4*	48±6
50. dk	43±4*	46±5
60. dk	42±3*	46±5
90.dk	41±3*	47±4

(Grup N ve Grup F karşılaştırıldığında * $p<0,001$)

Tablo 8. Grupların Toplam Anestezik Gaz ve Fentanil Tüketimlerinin Karşılaştırılması (Ort±SS)

	Grup 1 (n=30)	Grup 2 (n=30)	p
Oksijen (L)	97,7± 41,9	115,0±37,5	0,089
Azot protoksit (L)	84,3±35,0	-	-
Kuru hava (L)	-	81,9±28,4	-
Desfluran (mL)	40,0±14,0	42,0±13,3	0,561
Fentanil (mcg)	-	162,97±36,8	-

Tablo 9. Grupların Maliyetlerinin Karşılaştırılması (Ort±SS)

	Grup 1 (n=30)	Grup 2 (n=30)	p
Anestezik ajan maliyeti (TL)	17,92±6,16	20,17±5,62	0,101
İnfüzyon seti (TL)	-	10,45±00,00	-
Anestezik ajan ve infüzyon seti toplam maliyeti	17,92±6,16	30,62±5,62	<0,001
BIS elektrodu (TL)	35,00±00,00	35,00±00,00	1
Toplam (TL)	52,92±6,16	65,62±5,62	<0,001

anestezi maliyetinin ve BIS değerlerinin fentanil kullanılan grupta daha yüksek olduğunu belirledik.

Desfluran düşük çözünürlüğü ve geniş doz aralığında ayarlanabilen vaporizatörü nedeniyle düşük akım anestezi tekniklerinde kullanım için ideal bir anestetik ajan olarak göze çarpmaktadır (2-4). Yapılan çalışmada desfluranın %6 üzerindeki vaporizatör ayarlarında kullanılmasının sempatik aktivite artışına neden olarak, kalp hızı ve kan basıncında artışa neden olduğu bildirmiştir (8,9). Desfluran dozunun hızla değiştirilmesinin özellikle koroner arter hastalarında ve hipertansif hastalarda riskli olabileceği ve bu durumdan kaçınılması gerektiği bildirilmektedir (10). Bununla birlikte, yapılan çalışmalarda düşük akımlı anestezide desfluranın etkilerini inceleyen Elmacioğlu ve ark. (11) 0,5-1-2 L.dk⁻¹ taze akım hızları ile desfluran anestezisi uyguladıklarında, perioperatif dönemde hemodinamik stabilitenin korunduğunu bildirmiştir. Çukdar ve ark. (4) induksiyon sırasında fentanil uyguladıkları ve anestezi idamesini düşük ve yüksek taze gaz akımlı desfluran ile sürdürdükleri çalışmalarında, hemodinamik verilerin stabil seyrettiğini ve gruplar arasında hemodinamik veriler açısından fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da gruplarımız arasında hemodinamik açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Her iki grupta da induksiyonda 2 µg.kg⁻¹ dozunda kullandığımız fentanilin, desfluranın neden olabileceği sempatik aktivite artışını engellediğini düşünmekteyiz.

Azot protoksit kullanılan düşük taze gaz akımlı anestezi uygulamalarında, taze gaz akım hızı azaldıkça ve geri solunan gaz karışımı arttıkça, potansiyel olarak FiO₂ değerinin azalacağı bildirilmektedir. FiO₂'nin güvenli değerde kalması için, taze gaz girişi azaltıldığında, taze gaz içindeki O₂ konsantrasyonunun artırılması gerektiği bildirilmektedir. Bu şekilde hastaya hipoksik gaz karışımının gitmesinin önlenmesi belirtilmektedir (12). Azot protoksitsiz düşük akımlı anestezi uygulamalarında ise hipoksik gaz karışımı ve hipoksemi riskinin azaldığı; hasta güvenliğinin artacağı bildirilmektedir (12). Çalışmamızda gruplarda FiO₂ yüzdeleri normal sınırlar içerisinde seyretmesine karşın, azot protoksit kullandığımız grupta FiO₂ yüzdeleri, fentanil kullandığımız gruptan, istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha düşük bulundu. Bu sonuç, O₂ ve N₂O alımının zamanla gösterdiği değişiklik ve düşük akımlı anestezi uygulamasının inspiratuar gaz konsantrasyonları üzerine bilinen etkileri ile uyumlu olarak değerlendirildi.

Kızıltepe ve ark. (13) yaptıkları çalışmada %50 O₂, %50 hava karışımı kullanarak FiO₂ konsantrasyonunu izlemişler ve operasyon süresince inspire ve ekspire edilen O₂ konsantrasyonunda önemsiz azalmalar olduğunu, ancak bu azalmanın %30'un altına inmediğini ve arter kan gazı analizinde hipoksi bulgularına rastlamadıklarını belirtmişlerdir. Payas ve ark. (14) düşük taze gaz akımı ile sevofluran kullandıkları çalışmalarında sunulan oksijenle FiO₂ arasındaki farkın zamanla açıldığını, FiO₂ değerinin zaman arttıkça belirgin olarak düştüğünü, ama hiçbir grupta FiO₂'nin %30'un altına inmediğini belirtmişlerdir. Her iki grupta da düşük taze gaz

akımı kullandığımız çalışmamızda da, hiçbir olguda SpO₂ değeri %97'nin, FiO₂ değeri %30'un altına düşmedi ve FiCO₂ düzeyi sıfırın üzerine çıkmadı.

Taze gaz karışımı standart olarak 0,5 L dk⁻¹ O₂ ve 0,5 L dk⁻¹ N₂O şeklinde ayarlandığında, FiO₂ konsantrasyonu %30 düzeyinde kaldığından, sürekli O₂ izleminin gereksiz olabileceği bildirilmişse de (15), Çukdar ve ark (4) çalışmalarında güvenlik açısından sürekli O₂ izlemi yaptıklarını bildirmişlerdir. Pedersen ve ark (16) da düşük akımlı anestezi uygulaması sırasında inspiratuar O₂ konsantrasyonu monitörizasyonunun gerekli olduğunu belirtmektedirler. Çalışmamızda da düşük akımlı anestezi kullanılan her iki grubumuzda da ayrıntılı gaz monitörizasyonu yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda desfluran için etkin ET_{desfluran} düzeyinin %4-6 arasında olduğu bildirilmektedir. Düşük akımlı anestezi uygulaması sırasında vaporizatörde ayarlanan volatil anestetik konsantrasyonu ile inspire edilen konsantrasyon arasında farklılık oluşabilmektedir. Düşük akımlı anestezi sırasında anestezi derinliğini korumak amacıyla isofluran ve sevofluran gibi volatil anestetiklerin konsantrasyonu maksimum kapasiteye kadar artırılabilir; desfluranın vaporizatör ayarının değiştirilmeden devam edebileceğini belirtilmektedir (12). Çukdar ve ark. (4) da düşük ve yüksek taze gaz akımı ile desfluran kullandıkları çalışmalarında vaporizatör ayarlarının %4-6 arasında sabit tutulduğunu ve gruplar arasında Fi_{des} ile Et_{des} değerleri açısından anlamlı fark olmadığını, her iki grupta da ekspire edilen desfluran konsantrasyonu %5'in altında olmadığından yüzeysel anestezi bulgularına rastlanmadığını bildirmişlerdir. Her iki grupta da düşük akımlı anestezi kullandığımız çalışmamızda da vaporizatör ayarları BIS değeri 40-60 arasında tutulacak şekilde vaporizatör değerlerini ayarladık. Çalışmamızda gruplar arasında vaporizatör ayarları, Fi_{desfluran} ve Et_{desfluran} düzeylerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık saptanmadı. Ayarlanan vaporizatör ayarlarının %4,8 ile 5,2 arasında olduğu görüldü. Gruplar arasında vaporizatör ayarları açısından anlamlı farklılık bulunmamaktaydı.

Çalışmamızda hemodinamik ve solunumsal veriler dışında plato basınçları da monitörize edilmiştir. Benzer şekilde plato basınçlarının izlendiği çalışmalarda Kızıltepe ve ark. (13) yüksek akım döneminden düşük akım dönemine geçtikten sonra Pplato'daki farklılığı istatistiksel olarak anlamlı bulmamıştır. Çukdar ve ark. (4) da Pplato'lar karşılaştırıldığında, gruplar arasında fark olmadığı ve hiçbir olguda hava yolu basıncının artmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda da her iki grupta düşük akımlı anestezi kullandığımız gruplar arasında ve yüksek akım periyodu ile karşılaştırıldığında, plato basınçları açısından anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır.

Bispektral indeks analizi (BIS) yöntemi, anestezi derinliğinin objektif bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Genel anestezi sırasında BIS değerlerinin hatırlama ve

farkında olmayı ortadan kaldırmak için 40-60 arasında tutulması gerekmektedir. Genel anestezi sırasında, yüzeysel anestezi endişesi ile aşırı doz ilaç kullanımını önlemek BIS'in yararlarından biridir (17,18). Çalışmamızda her iki grupta da benzer olarak BIS değerlerinin 40-60 aralığında seyrettiği görüldü ve hiçbir hastada yüzeysel anestezi ya da derin anestezi düzeyi ile karşılaşılmadı. Bununla birlikte Grup 1 ile Grup 2 BIS değerleri açısından karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu, Grup 2'de BIS değerlerinin daha yüksek seyrettiği görüldü. Konuyla ilgili olarak Kushida ve ark. (18) yaptıkları çalışmalarında, sezaryen olgularında intratekal, epidural ve intravenöz olarak verilen fentanilin BIS üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmacılar intratekal 2,5 ml %0,5 izobarik bupivakaine ek olarak gruplarında sırasıyla intratekal yolla 20 µg fentanil, intravenöz yolla 100 µg fentanil ve epidural yolla 100 µg fentanil kullandıkları çalışmalarında, sadece intratekal yolla verilen fentanilin BIS değerini anlamlı derecede düşürdüğünü göstermişlerdir. Mi ve ark (19) da anestezi induksiyonunda 30 mg.kg⁻¹ propofol ve 2 µg.kg⁻¹ fentanil infüzyonu ile 30 mg.kg⁻¹ propofol ve salin infüzyonunu karşılaştırdıkları çalışmalarında, bilincin kaybolduğu zamandaki ölçülen ortalama BIS değerlerinin fentanil uygulanan grupta 74,1, fentanil uygulanmayan grupta 60,8 olarak ölçülmüş ve aradaki farklılığın anlamlı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde fentanil kullandığımız grupta BIS değerleri, azot protoksit kullanılan gruptan anlamlı olarak yüksek değerlerdedir.

Desfluranın, kan-gaz partiyon katsayısı düşük olması nedeni ile hızlı induksiyon ve derlenme özelliği mevcuttur (2-4). Düşük akımlı anestezi uygulamasında sistemin ajan ile doldurulma ve boşaltılması kısa sürmekte, klinik deneyimler induksiyon ve derlenmenin kısa olduğunu bildirmektedir (20). Desfluran anestezi sonrası ortalama derlenme süresinin 3,5-8,4 dk. arasında bulunduğu belirtilmektedir (21,22). Çalışmamızın sonucunda gruplarda derlenme sürelerinin benzer olduğu, her iki uygulamanın da hızlı ve tam derlenme özellikleri ile güvenle kullanılabilirliği izlenimi edinildi.

Hızla artan sağlık giderleri ve modern inhalasyon anesteziplerinin yüksek maliyetleri, anestezi maliyet kontrolünü gündeme getirmiştir (2). Çalışmamızda da her iki grubun anestezi maliyetlerinin analizi yapılmıştır. Maliyet analizi sonunda, fentanil kullanılan grupta maliyet daha yüksek olarak bulunmuştur. Bununla birlikte infüzyon seti ve BIS elektrodundan kaynaklanan maliyet artışları çıkarıldığında, gruplar arasında kullanılan anestezi madde maliyetleri açısından farklılık bulunmamaktadır. Yapılan maliyet analizinde BIS elektrodunun yüksek maliyeti de dikkati çekmektedir. BIS elektrodunun maliyetinin azot protoksit kullanılan grupta kullanılan anestezi ajan maliyetinin iki katı olduğu bulunmuştur. İşçimen ve ark. (23) BIS ile anestezi uygulanan olgularda ilaç tüketimi yönünden kazanç sağladığı, ancak

bu hesaplamalara monitör ve sensör fiyatı eklendiğinde BIS kullanılan olgularda maliyetin arttığı saptamışlardır. Lui (24) maliyet ile ilgili yaptığı meta-analizde; BIS monitörizasyonun, elektrot fiyatından dolayı, anestezi maliyetini 5,5 dolar artırdığı sonucuna varmıştır.

Çalışmamızda bazı kısıtlılıklar da bulunmaktadır. Sodalime ile etkileşim sonucunda, desfluran kullanımında karbon monoksit (CO) oluştuğu bilinmektedir. Düşük akımlı anestezi yöntemlerinde ortaya çıkan CO miktarının klinik olarak önemsiz olduğu belirtilmektedir (25). Çalışmamızda, sistemde biriken CO miktarları ve hastalarda karboksihemoglobin (COHb) miktarı ölçülmedi. Ancak sodalime ile desfluranın olası bir etkileşiminden kaçınmak ve olası CO birikimi ile COHb artışının önlenmesi için çalışmamızda her gün sonunda CO₂ absorbanı değiştirildi. Çalışmamızın diğer bir kısıtlılığı da sodalime maliyetinin analiz edilmemesidir. Gerçek bir maliyet hesabının yapılabilmesi için sodalime tüketimindeki artışın da hesaplanması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda 2 saatlik minimal akım anesteziinde sodalime tüketimindeki artıştan kaynaklanan maliyet yükselmesinin, sağlanan tasarrufun yaklaşık %2,7'si kadar olduğu bildirilmektedir (25).

Sonuç olarak; desfluran ile düşük akımlı anestezi azot protoksit yerine intravenöz fentanil infüzyonu kullanımının hemodinamik açıdan fark oluşturmadığı ve düşük akımlı anestezi fentanil infüzyonu ile uygulanan anestezinin bir alternatif olarak değerlendirilebileceği, ancak anestezi maliyetinde ve BIS değerlerinde yükselmeye neden olabileceği kanısına varıldı.

Kaynaklar

1. Arkan A. Solutma sistemleri - teknik özellikler ve işlev. In: Baum JA, editor (Tomatır E, Çev.Ed). Düşük akımlı anestezi, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. 1st ed. İstanbul Nobel Tıp Kitapevleri; 2002. p. 1-17.
2. Hanci V, Yurtlu S, Ayoğlu H, ve ark. Effect of low-flow anesthesia education on knowledge, attitude and behavior of the anesthesia team. Kaohsiung J Med Sci 2010;26:417-23.
3. Erbay RH, Tomatır E, Hanci V ve ark. Desfluran-N₂O, sevofluran- N₂O minimal akım ve propofol-remifentanil anestezi-lerinde maliyetlerin karşılaştırılması. Türkiye Klinikleri J Anest Reanim 2009;7:11-8. [Abstract]
4. Çukdar G, Özkoçak Turan I, Ayoğlu H et al. Düşük ve yüksek akımlı desfluran anesteziinin hemodinami ve anestezi gaz tüketimi üzerine etkilerinin karşılaştırılması. Türk Anest Rean Der Dergisi 2008;36:222-9.
5. Krajewski W, Kucharska M, Pilacik B et al. Impaired vitamin B12 metabolic status in healthcare workers occupationally exposed to nitrous oxide. Br J Anaesth 2007;99:812-8. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
6. Bozkurt P. Azotprotoksitsiz düşük akımlı anestezi teknikleri. In: Baum JA, editor (Tomatır E, Çev.Ed). Düşük akımlı anestezi, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. 1st ed. İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri; 2002. p. 269-79.

7. Baum J, Sievert B, Stange HG et al. Nitrous oxide free low-flow anesthesia. *Anaesthesiol Reanim* 2000;25:60-7. [Abstract]
8. Muzi M, Ebert TJ, Hope WG, Bell LB. Site(s) mediating sympathetic activation with desflurane. *Anesthesiology* 1996;85:737-47. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
9. Gormley WP, Murray JM, Trinick TR. Intravenous lidocaine does not attenuate the cardiovascular and catecholamine response to a rapid increase in desflurane concentration. *Anesth Analg* 1996;82:358-61. [Abstract] / [PDF]
10. Leung J, Pastor D. Dissociation between haemodynamics and sympathetic activation during anaesthetic induction with desflurane. *Can J Anaesth* 1998;45:533-40. [Abstract] / [PDF]
11. Elmacioğlu MA, Göksu S, Koçoğlu H et al. Effect of flow rate on hemodynamic parameters and agent consumption in low-flow desflurane anesthesia: An open labels prospective study in 90 patients. *Current Therapeutic Research* 2005; 66:4-12. [Abstract] / [PDF]
12. Bozkurt P. Klinik uygulamada düşük akımlı anestezi. In: Baum JA, editor (Tomatır E, Çev.Ed). *Düşük akımlı anestezi, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuran ve uygulama*. 1st ed. İstanbul Nobel Tıp Kitapevleri; 2002. p. 220-68.
13. Kızıltepe H. *Düşük akım anesteziinde sevofluran ve desfluranın nefrotoksitelerinin karşılaştırılması*. İstanbul Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim Ve Araştırma Hastanesi; 2006.
14. Payas A. Desfluran Anestezi uygulanan kardiyak hastalarda bispektral indeks ve nöromüsküler blok monitorizasyonunun anestezi derinliği ve derlenme üzerine etkileri. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi; 2007.
15. Hekimoğlu S, Paksoy İ, Özer Çınar S ve ark. Orta süreli ameliyatlarda sevofluran ve desfluranla sağlanan düşük akım anestezi bubre ve karaciğer işlevlerine etkisi. *Anestezi Dergisi* 2006;14:180-5.
16. Pedersen FM, Nielsen J, Ibsen M et al. Low-flow isoflurane-nitrous oxide anaesthesia offers substantial economic advantages over high and medium-flow isoflurane-nitrous oxide. *Acta Anaesthesiol Scand* 1993;37:509-12. [Abstract]
17. Rosow C, Manberg PJ. Bispectral index monitoring. *Anesth Clin North America* 1998;19:947-66.
18. Kushida A, Murao K, Kimoto M, Nakao S et al. Fentanyl shows different effects by administration routes on bispectral index during spinal anesthesia in patients undergoing cesarean section. *Masui* 2006;55:1393-7. [Abstract]
19. Mi WD, Sakai T, Kudo T et al. Performance of bispectral index and auditory evoked potential monitors in detecting loss of consciousness during anaesthetic induction with propofol with and without fentanyl. *Eur J Anaesthesiol* 2004;21:807-11. [Abstract]
20. Hargesser SH, Mielke LL, Entholzner EK et al. Experiences with new inhalational agents in low flow anesthesia and closed circuit technique. *Appl Cardio Pulm Pathophysiol* 1995;5:47-57. [Abstract]
21. Gold MI, Abello D, Herrington RN. Minimum alveolar concentration of desflurane in patients older than 65 yr. *Anesthesiology* 1993;79:710-4. [Abstract] / [PDF]
22. Eger II EI. Uptake and distribution. In Miller RD, editor. *Anesthesia*. 6th edition, Pennsylvania. Churchill Livingstone. 2005 p. 131-51.
23. İşçimen R, Korfalı G, Yavaşcaoğlu B. Pediatrik olgularda bispektral indeks monitorizasyonun hemodinami, derlenme ve kullanım maliyeti üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 2008;34:115-21. [Abstract]
24. Liu SS. Effects of bispectral index monitoring on ambulatory anesthesia: a meta-analysis of randomized controlled trials and a cost analysis. *Anesthesiology* 2004;101:311-5. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
25. Tomatır E. Düşük akımlı anestezi hasta güvenliği boyutu. In: Baum JA, editor (Tomatır E, Çev.Ed). *Düşük akımlı anestezi, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuran ve uygulama*. 1st ed. İstanbul Nobel Tıp Kitapevleri; 2002. p. 191-219.