

İzofluran, Desfluran ve Sevofluran ile Uygulanan Düşük Akımlı Anestezinin, Anestezi Kalitesi ve Güvenilirliğinin Karşılaştırılması

Aslı YILDIRIM, Hülya GÖKSU^a, Gonca Çağlar TOPRAK, Rifat KILIÇ, Mehmet Akif YAŞAR

Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı ELAZIĞ

ÖZET

Amaç: Düşük akımlı anestezi ekspirasyon havasının yeniden kullanımını artırmayı amaçlayan bir yöntemdir. Bu çalışmada düşük akımlı anestezide, izofluran, sevofluran, desfluran güvenlik ve anestezi kalitesi açısından karşılaştırıldı.

Gereç ve Yöntem: Etik kurul ve hasta onayıyla, 20-50 yaşlarında, ASA I-II, 60 hasta çalışmaya alındı. Hastalar randomize olarak 3 gruba (n=20) ayrıldılar. Anestezi idamesinde %50 O₂, %50 hava içinde; izofluran grubuna (Grup İ) %1.5 izofluran, sevofluran grubuna (Grup S) %2 sevofluran, desfluran grubuna (Grup D) %5 desfluran, uygulandı. Anestezi süresince hemodinamik, solunumsal parametreler izlendi, kan gazı örnekleri alındı. Kanda üre, kreatinin, serum glutamik oksaloasetik transferaz, serum glutamik pürivik transferaz, laktat dehidrogenaz, gama glutamil transpeptidaz, kreatin kinaz myokard bandı, troponin, idrarda üre ve kreatinin ölçüldü. Uyanma, derlenme kalitesi değerlendirildi. Veriler, Kruskal- Wallis, chi-square ve ANOVA testleri ile değerlendirildi. p<0,05 anlamlı kabul edildi.

Bulgular: İnspire edilen O₂ değerleri Grup-S'de 1. döneme göre 7,8,9. dönemlerde istatistiksel anlamlı azaldı (p<0,05). 7. dönemde Grup-D'nin değeri, izofluran grubuna göre istatistik anlamlı düşüktü (p<0,05). Ekspire edilen O₂ değerleri Grup-S'de 8, 9. dönemlerde 1.döneme göre istatistiksel anlamlı azaldı (p<0,05). İnspire edilen CO₂ değerleri üç grupta, 1.döneme göre 6, 7, 8, 9. dönemlerde istatistiksel anlamlı arttı (p<0,05). Ekspire edilen CO₂ değerleri, 1. döneme göre Grup-I'de 6, 8, 9. Grup-S'de, Grup-D'de, 7, 8, 9. zamanlarda istatistiksel anlamlı arttı (p<0,05). PaCO₂, 1.döneme göre Grup-I'de 8, 9. Grup-S'de 7, 8, 9, Grup-D'de ise 6, 7, 8, 9. dönemlerinde istatistiksel anlamlı arttı (p<0,05).

Sonuç: Her üç ajanla uygulanan düşük akımlı anestezinin, güvenli olduğu, akımın azaltılması açısından birbirlerine üstünlüklerinin olmadığı, Grup-D'deki hastaların erken uyandığı, derlendiği ortaya çıkmıştır. ©2006, Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Anahtar kelimeler: Düşük akımlı anestezi, izofluran, sevofluran, desfluran

ABSTRACT

The Safety and Quality of Low Flow Anaesthesia with Isoflurane, Sevoflurane and Desflurane

Objectives: Low flow anaesthesia is a method for reusing the expiration air. In this study we compare the anaesthesia quality and security at isoflurane, sevoflurane, desflurane in low flow anaesthesia.

Materials and Methods: Ethical commity approval, ASA I-II group, 20-50 years old, 60 patients included into the study. The patients were randommily divided into 3 groups. 50 % O₂ in 50 % air used for maintainance of anaesthesia, patients received 1,5 % isoflurane , 2 % sevoflurane, 5 % desflurane. Urea, creatinin, SGOT, SGPT, GGT, CK-MB, troponin blood samples obtained also both urine urea, creatinin measured. We examine the quality of awakening, recovery. Kruskal-Wallis, chi-square, ANOVA tests are used for the statistical analysis.

Results: The inspired O₂ values decreased statistically significant at 7th period. The expired O₂ values at sevoflurane group were statistically significant lower than control group at 8th,9th period. The inspired CO₂ values at all three groups decreased statistically significant compared to control group. The expired CO₂ values decreased CO₂ values decreased statistically meaning fally at 6,8 and 9th periods at isoflurane group, when compared with 1th period, at 7,8 and 9 th periods at sevoflurane group , desflurane group. PaCO₂ values at 1 th period were increased statistically significant at 6,8 and 9th periods in isoflurane and at 7,8 and 9th periods in both sevoflurane, desflurane groups.

Conclusion: The low flow anaesthesia by all agents were secure. Three were no differences between the groups at lowering flows, however patients at desflurane group awaked , recovery earlier than other groups. ©2006, Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Key words: Low flow anaesthesia, isoflurane, sevoflurane, desflurane.

Foldes ve arkadaşları 1952'de 10.000'den fazla hastada başarıyla uyguladıktan sonra taze gaz akımının 1 L/dak'ya düşürüldüğü anestezi tekniğini yayınlamışlardır. Bu teknik Foldes'in adlandırdığı şekilde 'Düşük Akımlı Anestezi' olarak tanımlanmaktadır (1,2,3). Virtue ise 1974'de, taze gaz akımının 0,5 L/dak'ya düşürüldüğü ve 'Minimal Akımlı Anestezi' ismini verdiği bir başka tekniği tanımlamıştır (3).

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

etmen taze gaz akım hızıdır. Taze gaz akımı hastanın dakika hacmine eşit olursa, yeniden solunan gaz oranı ihmal edilecek kadar düşük olur ve hasta neredeyse saf taze gaz solur (1,4). Düşük akımlı anestezi terimi, yarı-kapalı yeniden solutmalı bir sistemle uygulanan ve yeniden solutma oranının en az % 50 olduğu inhalasyon anestezisi tekniğini tanımlamak için sınırlı olarak kullanılmaktadır. Modern anestezi cihazları kullanıldığında, bu geri soluma derecesi, sadece taze gaz akım hızı 2 L/dak'ya azaltıldığında başarılabilir (1,3,4).

Taze gaz akım hızı düşürülmeden önce yaklaşık 4 lt/dak yüksek taze gaz akımının kullanıldığı bir başlangıç dönemine

^a Yazışma Adresi: Dr. Hülya Göksu, Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, ELAZIĞ
Tel: 0 424 2333555 e-mail: ikraeva@yahoo.com

gereksinim vardır Bu dönemde, solutma sistemi içine istenen gaz bileşimi doldurulacak ve yeterli anestezi derinliğini güvence altına almak için gerekli anestezi ajan konsantrasyonuna ulaşılabilecektir (2,5,6).

Konvansiyonel anestezi ajanları içinde düşük akımlı anestezi için en uygun olanı, kendine özgü farmakokinetik ve farmakodinamik özellikleri nedeniyle izoflurandır (3,6,7).

Sevofluran düşük akımlı anestezide kullanım için uygun bir ajandır. Düşük çözünürlüğe sahiptir, dolayısıyla sistemi hızla doldurur (8).

Desfluran düşük çözünürlüğü nedeniyle başlangıçtaki yüksek akım dönemi minimal akımlı anestezide bile 10 dak'ya kısaltılabilir. Ancak bu yaklaşım gaz hacmi eksilmesi riski taşıdığından yalnızca gaz rezervuarı olan anestezi ventilatörleri kullanıldığında önerilebilir. N₂O kullanıldığında akım düşürülmeden önce, yaklaşık 4 L/dak yüksek akımlı bir başlangıç periyodu uygulanır. Bu dönemde denitrojenasyon tamamlanır, gaz içeren tüm alanlarda istenen anestezi konsantrasyonuna ulaşılır, yeterli anestezi derinliği sağlanır ve başlangıçta yüksek N₂O alınmasına izin verilir. (3) Düşük akımlı anestezide olası riskler ya teknik araç gereç yetersizliğine bağlı ya da direkt taze gaz akımının düşürülmesine bağlı olabilir (3,9).

Atık gaz konsantrasyonunu ve volatil anesteziyle kronik karşılaşmayı en aza indirmek için önerilen uygulamalardan birisi de düşük akımlı anestezi teknikleridir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Fırat üniversitesi Tıp Fakültesi etik kurulunun ve hastaların onayı alındıktan sonra ASA I-II grubu, her iki cinsten, 20-50 yaş arasında, 60 hasta çalışma kapsamına alındı. Süresi 1 saatten az olmayan batın, toraks ve beyin cerrahisi dışında operasyon geçirecek hastalar çalışmaya dahil edildi. Operasyon masasına alınan hastaların kalp atım hızı (KAH), ortalama arteriyel basıncı (OAB), periferik O₂ satürasyonu (SpO₂) monitörize edildi. İntravenöz (iv) damar yolu, 20 gauge (G) branül ile açıldı ve 5-10 ml/kg/st %0.9 sodyum klorür (NaCl) infüzyonuna başlandı. İnvazif arter basıncı izlemi, kan gazı analizleri ve kan örneklemeleri için Allen testi yapıldıktan sonra, radyal artere 20 G branül yerleştirildi. Hastalara 2 dakika süre ile, yüz maskesiyle %100 O₂ verilerek preoksijenasyon sağlandı. Anestezi induksiyonu için 2 µg/kg fentanil (Fentanyl Citrate, Abbott Lab. North Chicago, ABD), 5 mg/kg tiyopental (Pental Sodyum, İ.E. Ulagay, İstanbul, Türkiye) ve 0,1 mg/kg veküronyum (Norcuron, Organon, Oss. Hollanda) iv uygulandı. Kas gevşemesi görüldüğünde orotrakeal entübasyon yapıldı ve hasta Dräger Cato (Lübeck, Almanya) anestezi cihazı ile tidal volüm 10 ml/ kg ve frekans 12/ dak olacak şekilde ventile edildi. CO₂ absorbanı olarak soda-lime (Sorbo-lime, Berkim, Türkiye) kullanıldı. Anestezi idamesinde, hastalar randomize olarak üç gruba (n=20) ayrıldı. Birinci grup izofluran grubu (Grup İ), ikinci grup sevofluran grubu (Grup S), üçüncü grup desfluran grubu (Grup D) olarak belirlendi. Tüm hastalara %50 O₂ ve %50 kuru hava ile birlikte; izofluran grubuna %1,5 izofluran (Forane, Abbott Lab. İngiltere), sevofluran grubuna %2,5 sevofluran (Sevorane, Abbott Lab, North Chicago, ABD), desfluran grubuna %5 desfluran (Suprane, Baxter, Puerto Rico, ABD) uygulandı. İlk 10 dak. 4 L/ dak'lık akım devam edildikten sonra, akım 1 L/ dak.'ya düşüldü; cerrahinin bitmesine 10 dak. kala yeniden 4 L/ dak. akıma geçildi.

Hemodinamik ve solunumsal parametreler, 4 L/dak akım ile ventilasyonun başında (1), 1 L/dak akım ile ventilasyonun başında (2), 1 L/dak. akım uygulanmasının 5. (3), 10. (4), 30. (5), 60. (6) ve 120. (7) dakikalarında, 1 L/dak ventilasyonun sonunda (8) ve ekstübasyon döneminde (9) kaydedildi. Bütün bu dönemlerde, heparinli enjektöre 2 ml arteriyel kan gazı örnekleri alınarak pH, pCO₂, pO₂, HCO₃ ve COHb değerleri ölçüldü. Cerrahi öncesi (1), ekstübasyondan hemen sonra (2), ameliyat sonrası 24. (3) ve 48. (4) saatlerde üre, kreatinin, SGOT, SGPT, LDH, GGT, CK-MB ve troponin ölçümü için kan örnekleri ile üre ve kreatinin ölçümü için idrar örnekleri alındı.

Operasyon boyunca tüketilen anestezi ajan miktarının tespiti için Dräger Cato anestezi cihazı kılavuzunda belirtilen, üretici firmanın önerdiği hesaplama formülü kullanıldı: Anestezi ajanının tüketimi (ml/saat) = 3 x Taze gaz akımı (L/dak) x konsantrasyon (%)

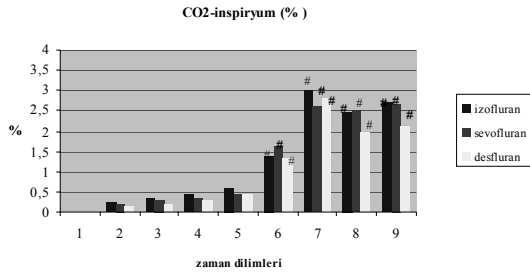
İstatistiksel analiz için SPSS 10.0 versiyonu kullanıldı. Veriler ortalama ± standart sapma (SD) olarak alındı. Cinsiyet chi-square testi ile, diğer demografik veriler, operasyon süresi, düşük akım süresi ve uyanma parametreleri Kruskal-Wallis testi ile değerlendirildi. P < 0,05 anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

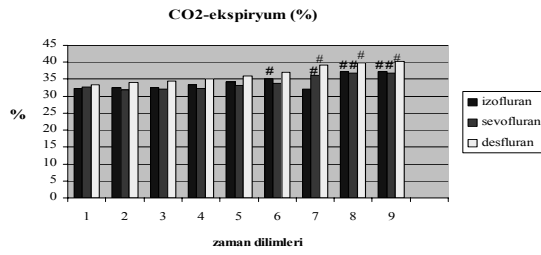
Gruplar arasında cinsiyet, yaş, ağırlık ve boy yönünde istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu (p>0,05). Kalp atım hızında hem izofluran grubunda hem de sevofluran ve desfluran gruplarında da aynı şekilde kontrol değerine göre 9. dönemde artış gözlemlendi. Bu artış istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,05). İzofluran, sevofluran ve desfluran gruplarının birbirleri ile karşılaştırılmasında ise, izofluran ve desfluran gruplarının kalp atım hızı değerleri, sevofluran grubuna göre yüksek bulunmakla beraber, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0,05) Ortalama arteriyel basınç, her bir grubun kendi içinde tekrarlayan ölçümlerinde anlamlı farklılık göstermedi (p>0,05). Gruplar arası karşılaştırmada ise, izofluran grubuna göre desfluran grubunda 1, 2, 3, 4, 6, 8 ve 9. dönemlerde anlamlı artış saptandı (p<0,05).

İnspire edilen O₂ değerleri, izofluran ve desfluran gruplarının kendi içindeki tekrarlayan ölçümlerinde anlamlı farklılık göstermedi (p>0,05). Sevofluran grubunda ise kontrol değerine göre 7, 8 ve 9. zaman dilimlerinde anlamlı azalma gözlemlendi (p<0,05). Gruplar arası karşılaştırmada 7. zaman diliminin ortalama değerleri dikkate alındığında desfluran grubunun değeri, izofluran grubuna göre anlamlı düşük bulundu (p<0,05). Ekspire edilen O₂ değerlerinde sevofluran grubunun tekrarlayan ölçümlerinde 8 ve 9. zaman dilimlerinde, kontrol değerine göre anlamlı azalma olduğu bulundu (p<0,05). İnspire edilen CO₂ değerlerinin karşılaştırılmasında, her üç grubun da kendi içlerindeki tekrarlayan ölçümlerinde, 1. zaman dilimine göre 6, 7, 8 ve 9. zaman dilimlerinde anlamlı artış bulundu (p<0,05).

Ekspire edilen CO₂ değerlerinde, izofluran grubunda 1. zaman dilimine göre 6, 8 ve 9. zamanlarda anlamlı artış gözlemlendi (p<0,05). Sevofluran ve desfluran gruplarında ise, 1. zaman dilimine göre 7, 8 ve 9. zamanlarda anlamlı artış bulundu (p<0,05 lundu (p<0,05)

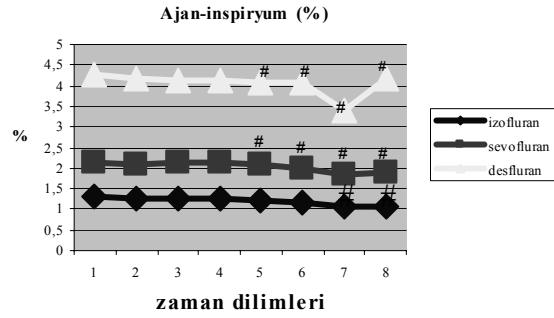


Şekil 1. Ölçüm dönemlerine göre, inspire edilen CO2 değişiklikleri.



Şekil 2. Ölçüm dönemlerine göre, ekspire edilen CO2 değişiklikleri.

İnspire edilen ajan konsantrasyonu, izofluran grubunda 1. dönemle karşılaştırıldığında 5, 6, 7 ve 8. zaman dilimlerinde anlamlı azaldı ($p<0,05$). Sevofluran grubunda 6, 7 ve 8. zaman dilimlerinde, 1. döneme göre anlamlı azalma gözlemlendi ($p<0,05$). Desfluran grubunda ise 1. zaman dilimine göre 7 ve 8. zamanlarda azalma kaydedildi ($p<0,05$).



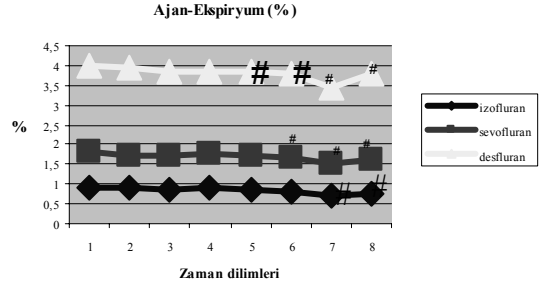
Şekil 3. Ölçüm dönemlerine göre, inspire edilen anestezi ajan konsantrasyonu.

Ekspire edilen ajan konsantrasyonunda, izofluran ve sevofluran gruplarının tekrarlayan ölçümlerinde 1. döneme göre 5, 6, 7 ve 8. dönemlerde anlamlı azalma bulundu ($p<0,05$). Desfluran grubunda ise 1. zaman dilimine göre 7 ve 8. zamanlarda anlamlı azalma vardı ($p<0,05$).

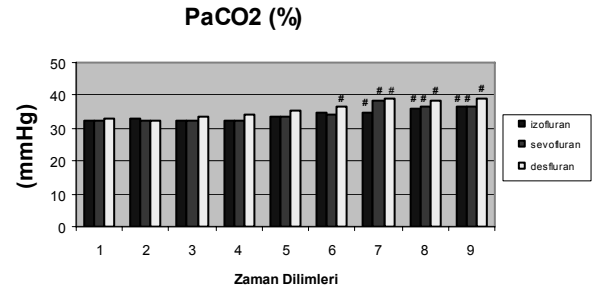
PaCO₂ ise, izofluran grubunun 1. zaman dilimindeki ortalama değerine göre, 8 ve 9. dönemlerde anlamlı artış gösterdi ($p<0,05$). PaCO₂ değerlerinde, sevofluran grubunda 1. döneme göre 7,8 ve 9. dönemlerde anlamlı artış bulundu ($p<0,05$). Desfluran grubunun PaCO₂ değerleri ise, 1. zaman dilimine göre 6, 7, 8 ve 9. dönemlerde anlamlı arttı ($p<0,05$).

SGPT değerlerinde ise, desfluran grubunda operasyon sonrası 24. ve 48. saatlerde, operasyon öncesine göre anlamlı artış gözlemlendi ($p<0,05$).

Kan ve idrar örneklerindeki üre ve kreatinin değerleri, grupların kendi içlerinde farklı zamanlarda ve gruplar arası karşılaştırmalarda anlamlı fark göstermedi ($p>0,05$).



Şekil 4. Ölçüm dönemlerine göre, ekspire edilen anestezi ajan konsantrasyonu.



Şekil 5. Ölçüm dönemlerine göre, PaCO₂ değişiklikleri.

TARTIŞMA

Modern anestezi cihazlarının çoğu, yeniden solutmalı sistem donanımına sahiptir. Bu cihazlar kullanılarak taze gaz akımının 2 L/dak veya daha düşük verilmesiyle, ekspire edilen gaz karışımının içindeki CO₂ tutulduktan sonra, en az % 50'si tekrar inspire edilebilir. Bununla birlikte yeniden soluma, sadece taze gaz akımı büyük oranda azaltıldığında ve düşük akımlı anestezi uygulandığında gerçekleşir. Başlangıç döneminin süresi, yalnızca yeterli anestezi derinliğini güvence altına almak için gerekli olan ajan konsantrasyonunu oluşturmaya yetecek bir süredir. Bu süre, kullanılan ajanın farmakolojik özellikleri ve ajana özgü vaporizatörün teknik özellikleri ile belirlenir. Ayrıca, hasta tarafından yalnızca oksijen ve volatil ajan alınacağı için toplam gaz alımını azalır ve böylece gaz fazlası hacminin oldukça artması beklenir. Dolayısıyla, 1 L/dak. ya da 0.5 L/dak. kadar düşük taze gaz akımları kullanıldığında kazayla oluşabilecek gaz hacmi eksikliği riski de azalacaktır (3,9,10,11).

Bito ve ark. (12) düşük akım uygularken, anestezi derinliğinin istenen düzeydeki idamesini sağlamak için, inspire edilen ajan yüzdesini değil, sistolik arteriyel basıncı göz önüne almışlardır. Biz hastalarımıza opioid kullandık ve bunun MAC'ı azaltıcı etkisinden yararlanarak, ajan konsantrasyonlarımızı akımı değiştirdiğimiz anlarda artırmadık. Uyguladığımız inhalasyon ajanlarının inspire ve ekspire edilen konsantrasyonlarını monitörize ettik. Anestezi süresi ilerledikçe hem inspire hem de ekspire edilen ajan yüzdesinde, istatistiksel olarak anlamlı azalmalar belirledik.

İnspire edilen en düşük değerleri, izofluran için % 1.06±0.11, sevofluran için % 1.84±0.21, desfluran için % 3.41±0.86 olarak bulduk.

Çalışmamızda her üç gruptaki hastaların, hem inspire edilen hem de ekspire edilen CO₂ değerlerinde, düşük akım uygulamasının 60. dakikasından itibaren istatistiksel olarak anlamlı artış bulduk. Hastaların eş zamanlı kan gazı örneklerinde, PaCO₂ değerlerinde de anlamlı artış gözledik. Bu artışlar, kan pH'sını değiştirecek düzeyde değildi.

Bonome ve ark. (13) desfluran ve izofluran uygulayarak yaptıkları deneysel araştırmada, CO ve COHb oluşumu açısından düşük akımlı anestezinin güvenli olduğunu göstermişlerdir. Bulgularımız literatürle uyumlu olup, düşük akımlı anestezinin CO oluşumu için risk faktörü değil, tersine bir önlem olduğunu desteklemektedir.

Hidayuki ve ark. (14) sevofluranın, düşük ve yüksek akımla uygulanmasını karşılaştırdıkları çalışmalarında serum üre ve kreatin düzeylerini postoperatif 7 gün boyunca ölçmüşlerdir. Düşük akım grubunda, yüksek akım grubuna göre, biyokimyasal göstergelerde artış olsa da, nefrotoksisitenin sözkonusu olmadığını vurgulamışlardır. Bulgularımız literatürle uyumlu olarak, düşük akımlı anestezi uygulamasının böbrek fonksiyonları üzerine olumsuz etkisinin olmadığını göstermektedir.

Ebert ve ark. (15) düşük akımla sevofluran uyguladıkları hastalarında, SGOT, alkalin fosfataz ve total bilirubin düzeylerini ölçerek hepatik fonksiyonları değerlendirmiş ve güvenli bulmuşlardır. Her üç ajanın da düşük akımla kullanılmasını, hepatik fonksiyonlar açısından güvenli olarak değerlendirdik.

Düşük akımla uygulanan sevofluran için uyanma süresini Lerman ve ark. (16) 12.3±10.8 dak, Naito ve ark. (17) 4.3±1.1 dak. bulmuşlardır. Sevofluran uygulanan hastalarda ekstübasyon süresini ise, Piat ve ark. (18) 14.9±1.6 dak, Sarner ve ark. (19) 8.3±2.5 dak. bulmuşlardır. Sevofluran anestezisi sonrasında derlenme süresini, Lerman ve ark. (16) 19.3±14.0

dak. bulmuşlardır. Lerman ve ark. sevofluran uyguladıkları 175 hastanın %8'inin ajitasyon göstererek uyandığını kaydetmişlerdir. Biz çalışmamızda, izofluran grubundan üç, sevofluran ve desfluran gruplarından birer hastada ajitasyon gözledik. Hastaların hiçbirinde terleme ve hıçkırık olmadı. Aldrete skalasına göre derlenme süresi, Stewart koma skalası, göz açma ve ekstübasyon sürelerini değerlendirerek üç grubu karşılaştırdığımızda, sevofluran grubunun izofluran grubuna göre, desfluran grubunun ise diğer iki gruba göre daha kısa sürede ayıldığını ve derlendiğini gözledik.

Düşük akımla anestezinin, başlıca üstünlüklerinden birisi, anestezi ajan tüketimini azaltarak sağladığı ekonomik avantajlardır. Hargasser ve ark. (20) çalışmalarında, taze gaz akımının 3 lt/dak'dan 1 lt/dak'ya düşürülmesiyle, desfluran tüketiminin %60 azaldığını göstermişlerdir. Çalışmamızda, toplam 8061 dak uygulanan düşük akımlı anestezide, 312 ml izofluran, 574 ml sevofluran, 1130 ml desfluran kullandık. Akım hızının 4 L/dak'ya çıkartılması durumunda 889 ml izofluran, 1697 ml sevofluran, 3320 ml desfluran harcanacağını hesapladık. Buna göre akımın 4 lt/dak'dan 1 L/dak'ya düşürülmesi ile gazların tüketiminde izofluran için % 65, sevofluran için % 67, desfluran için % 66 azalma olmuştur.

Modern teknik donanım, düşük akım tekniklerinin güvenli ve basit şekilde kabul görmesi için tüm gereksinimleri karşılamaktadır. Anestezi ajan ve buhar tüketimini azaltması, solutulan gazın ısı ve nemini iyileştirerek postanestezi boğaz ağrısı ve akciğer komplikasyonlarını azaltması, vücut ısısını koruması, inhalasyon anestezisinin kuramsal inceliklerini uygulamaya aktarması, en önemlisi ozon tabakasına verilen zararın azaltılması ve ameliyathane atmosferinin kirlenmesinin önlenmesi bu uygulamanın üstünlükleridir. Verilerimiz, izofluran, sevofluran ve desfluran ile uygulanan düşük akımlı anestezinin, uygun monitörizasyon ve anestezi cihazı kullanmak kaydı ile güvenli olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla yeterli izlem olanaklarına sahip olunan her koşulda, konuyla ilgili bilgi donanımına sahip olunarak düşük akımlı anestezi uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Baum JA. Low-flow anaesthesia: The sensible and judicious use of inhalation anaesthetic M105. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41: 264-267.
- Coetsee JF, Stewart LJ. Fresh gas flow is not the only determinant of volatile agent consumption: a multi-centre study of low-flow anaesthesia. *Br J Anaesth* 2002; 88: 46-55
- Baum JA. Low Flow Anaesthesia. The Theory and practice of low flow , minimal flow and closed system anaesthesia. 2nd English ed. London: Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 2001.
- Baum JA. Low-flow anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 1996; 13: 432-435.
- Cotter SM, Petros AJ, Dore CJ, Barber ND, White DC. Low - flow anaesthesia, practice cost implications and acceptability. *Anaesthesia* 1991; 46: 1009 – 1012
- Baum J, Zuchner K, Holscher U, Sievert B, Stanke HG, Gruchmann T, Rathgeber J. Climatization of anesthetic gases using different breathing hose systems. *Anaesthesist* 2000; 49: 4
- Wissing H, Kuhn I, Reitbrock S, Fuhr U. Pharmacokinetics of inhaled anaesthetics in a clinical setting: comparison of desflurane, isoflurane and sevoflurane. *Br J Anaesth* 2000; 84: 443-449.
- Brown B. Sevoflurane: Introduction and overview. *Anesth Analg* 1995; 81: 51-53.
- Igarashi M, Watanabe H, Iwasaki H, Namiki A. Clinical evaluation of low-flow sevoflurane anaesthesia for paediatric patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 19-23.
- Düşük Akımlı Anestezi Sempozyumu Konuşma Metinleri. *Anestezi Dergisi* 2002; 10: 119-156.
- Pedersen FM, Nielsen J, Ibsen M, Guldager H. Low-flow isoflurane-nitrous oxide anaesthesia offers substantial economic advantages over high- and medium-flow isoflurane-nitrous oxide anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1993; 37: 509-512.
- Baum J, Sievert B, Stanke HG, Brauer K, Sachs G. Nitrous oxide free low-flow anaesthesia. *Anaesthesiol Reanim* 2000; 25: 60-67.
- Bitto H, Ikeda K. Long-duration, low-flow sevoflurane anaesthesia using two carbon dioxide absorbents. Quantification of degradation products in the circuit. *Anesthesiology* 1994; 81: 340-345
- Bonome C, Belda J, Alvarez R, Soro M, Fernandez G, Cortes A. Low-flow anaesthesia and reduced animal size increase carboxyhemoglobin levels in swine during desflurane and isoflurane breakdown in dried soda-lime. *Anesth Analg* 1999; 89: 909-919.

14. Higuchi H, Hiroki W, Yumi U, Kohichiro G, Masuyuki K, Tetsuo S. Effects of probenecid on renal function in surgical patients anesthetized with low-flow sevoflurane. *Anesthesiology* 2001; 94: 21-31.
15. Ebert TJ, Frink EJ, Kharasch ED. Absence of biochemical evidence for renal and hepatic dysfunction after 8 hours of 1,25 minimum alveolar concentration sevoflurane anesthesia in volunteers. *Anesthesiology* 1998; 88: 601-610.
16. Lerman J, Davis PJ, Welborn LG, Orr RJ, Rabb M, Carpenter R, Motoyama E. Induction, recovery, and safety characteristics of sevoflurane in children undergoing ambulatory surgery. *Anesthesiology* 1996; 84: 1332-1340.
17. Naito Y, Tamai S, Shingu K, Fujimori R, Mori K. Comparison between sevoflurane and halothane for paediatric ambulatory anaesthesia. *Br J Anaesth.* 1991; 67: 387-389.
18. Piat V, Dubois MC, Johanet S, Murat I. Induction and recovery characteristics and hemodynamic responses to sevoflurane and halothane in children. *Anesth Analg* 1994 ; 79: 840-844.
19. Sarner JB, Levine M, Davis PJ, Lerman J, Cook DR, Motoyama EK. Clinical characteristics of sevoflurane in children. *Anesthesiology* 1995; 82: 38-46.
20. Hoffman WE, Charbel FT, Edelman G, Ausman JI. Thiopental and desflurane for brain protection. *Neurosurgery* 1998; 43: 1050-1053.

Kabul Tarihi: 10.05.2006