

SUMMARY

Low flow anesthesia is a technique that uses a re-breathing system to return at least 50% of the exhaled gases to the lungs following the CO₂ elimination. The aim of this study was to compare the efficacy of 1 L.min⁻¹ and 4 L.min⁻¹ fresh gas flows on body temperature and postoperative shivering

After the approval of the local ethics committee, 64 patients (18-60 year olds, ASA I-II) who would be operated in Urology and General Surgery departments, were included in the study. Anesthesia was induced with an iv bolus of propofol (2.5 mg.kg⁻¹) and fentanyl (1 µg.kg⁻¹) and was maintained with desflurane (5-6%) in all groups. A fresh gas flow of 6 L.min⁻¹ was given during the first 10 minutes, then reduced to 1 L.min⁻¹ in Group L and, 4 L.min⁻¹ in Group H. Heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), peripheral oxygen saturation (SpO₂) and tympanic temperature values were recorded during intraoperative and postoperative periods. Postoperative shivering was assessed with a 5-point scale.

The HR, MAP and SpO₂ values in all groups were similar during the intraoperative and postoperative periods. In Group H, tympanic temperature values were significantly lower than Group L during the intraoperative 20th, 30th, 60th, 90th and postoperative 5th, 10th, 15th, 20th, 25th minutes (p<0.05). Postoperative shivering was seen in 65% of patients in Group H and in 40% of patients in Group L. In Group H, the rate of postoperative shivering was significantly higher than Group L (p<0.05)

High-flow anesthesia techniques are better in protecting the body temperature and reducing rate in postoperative shivering when compared with low flow anesthesia techniques. However, incidence of postoperative shivering was higher in low flow anesthesia. Therefore, interventions for the prevention of postoperative shivering are important in patients whom were anesthetized with low flow techniques.

KEYWORDS: Desflurane, low flow anesthesia, shivering

Giriş

Postanestezi titreme (PAT), genel anestezi sonrası en sık rastlanan komplikasyonlar arasındadır. Genel anestezi sonrasında PAT insidansının %5-70 arasında değiştiği ve hastanın yaşı, cinsiyeti, anestezi indüksiyonunda ve idamesinde kullanılan ilaçlar, cerrahi süresi gibi faktörlerin PAT insidansını etkilediği bildirilmektedir.¹⁻³

Anestezi sonrası titreme, hastanın konforunu bozmakta, oksijen (O₂) tüketiminde, karbondioksit (CO₂) üretiminde, göz içi ve kafa içi basınçlarda, katekolamin salınımında ve kalp debisinde artışa neden olmaktadır.^{2,4,5} PAT taşikardi, hipertansiyon, laktik asidoz, hipoksemi, monitörlerde artefakta bağlı monitörizasyon güçlükleri ve yara yerinde gerilme nedeniyle postoperatif ağrının artmasına da yol açmaktadır.^{1,2,4-9} Bu nedenlerle, PAT'nin önlenmesi veya tedavi edilmesine yönelik çalışmalar sıklıkla yapılır. Bu amaçla geçmiş çalışmalarda meperidin, tramadol, klonidin, doksapram, nalbufin, fizostigmin, sufentanil, ketanserin, ondansetron, urapidil, nefopam, pentazosin, klorpromazin, deksmedetomidin gibi ilaçlar kullanılmıştır.^{2,3,6,9-16}

Düşük akımlı anestezi; geri solunmalı bir anestezi sistemi yardımıyla, hastadan ekshale edilen gaz karışımının karbondioksit eliminasyonu ardından, vücudun metabolik gereksinimini sağlayacak miktarda taze oksijen akımı ve volatil anestezi ile birlikte tekrar kullanılması olarak tanımlanmaktadır.¹⁷⁻¹⁹ Düşük akımlı anestezinin; solutulan gaz karışımının ısı ve nemini iyileştirerek anestezi sonrası boğaz ağrısı ve akciğer komplikasyonlarını azalttığı ve vücut ısısının daha iyi korunmasını sağladığı bildirilmektedir.¹⁸⁻²⁰ Bununla birlikte yaptığımız literatür araştırmasında anestezi sonrası titreme üzerine yüksek ve düşük taze gaz akımlarının etkisine yönelik çalışmalar kısıtlıdır.

Çalışmamızın hipotezi, düşük akımlı anestezi kullanımı ile vücut ısısının korunması ve anestezi sonrası titremenin de azaltılabileceği yönündedir.

Bu randomize, kontrollü çalışmada, 4 L.dk⁻¹ taze gaz akımı ile, 1 L.dk⁻¹ taze gaz akımının, desfluran ile uygulanan genel anestezi sırasında, vücut ısısı ve anestezi sonrası titreme üzerine etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Etik kurul onayı ve hastaların izni ile, 18-60 yaşları arasında, ASA I-II fiziksel durumunda, üroloji ve genel cerrahi tarafından operasyon uygulanacak 64 hasta çalışmaya alındı. Randomize sayılar tablosu kullanılarak hastalar rastgele yöntemle iki gruba ayrıldı. Önceden bilinen kardiyorespiratuar, endokrin, nörolojik, nöromusküler patolojisi olan, vazoaaktif ilaç, MAO inhibitörü, trisiklik antidepresan, beta bloker, alkol, uyuşturucu kullanım öyküsü olan, vücut ısısı 38°C'nin üzerinde ve 36°C'nin altında olan, öngörülen operasyon süresi bir saatten az, dört saatten fazla olan hastalar çalışmaya alınmadı.

Tüm hastalara operasyondan 45 dakika önce intramusküler (i.m.) 0.07 mg.kg⁻¹ midazolam ile premedikasyon uygulandı. Operasyon odasına alınan hastalara periferik damar yolu açılarak ringer laktat solüsyonu infüzyonuna başlandı. Anestezi indüksiyonu intravenöz (i.v.) yol ile verilen 2.5 mg.kg⁻¹ propofol ve 1 µg.kg⁻¹ fentanil ile uygulandı. İndüksiyon sonrası i.v. 0.6 mg.kg⁻¹ rokuronyum verilerek kas gevşemesi sağlanması ardından hastalar ortra-

keal olarak entübe edildi. Anestezi idamesi %70 nitroz oksit ve %30 oksijenden oluşan taze gaz akımı içerisinde %5-6 desfluran ile sağlandı. Taze gaz akımı denitrojenasyonu sağlamak ve hızla yeterli anestezi derinliğine ulaşmak amacıyla ilk 10 dakika için 6 L.dk⁻¹ (O₂/N₂O: 2/4) olarak ayarlandı. Daha sonra akım hızı FiO₂ 0.30'un üzerinde olacak şekilde Grup H'de (n=32) 4 L.dk⁻¹, (O₂/N₂O=1.2/2.8) Grup L'de (n=32) 1 L.dk⁻¹ (O₂/N₂O=0.5/0.5) olarak ayarlandı. Tüm hastalara End tidal karbondioksit (EtCO₂) konsantrasyonu 35-40 mmHg olacak şekilde mekanik ventilasyon uygulandı.

Tüm operasyon boyunca intravenöz ve yıkama sıvılarının oda ısısında olması sağlandı ve verilen toplam sıvı miktarı kaydedildi. Operasyon odasının ısısı 20-25°C arasında tutuldu.

Operasyon süresince, kalp atım hızı (KAH), ortalama arter basıncı (OAB), periferik oksijen saturasyon değerleri (SpO₂), EtCO₂ fraksiyone inspiratuar oksijen konsantrasyonu (FiO₂), End tidal desfluran konsantrasyonu ADU (Datex-Ohmeda® S/5 Anesthesia Monitor) anestezi cihazı monitörü ile, postoperatif dönemde Petaş® KMA monitör ile ölçüldü. Hastaların preoperatif, intraoperatif ve postoperatif timpanik ısı ölçümleri Braun®

IRT 3520 Thermoscan Plus cihazı ile yapıldı.

Operasyon bitiminde anesteziik gazlar kesildi ve i.v. 1 mg atropin ve 2 mg neostigmin verilerek dekürarizasyon yapıldı. Spontan solunum ve koruyucu refleksler geri döndüğünde ekstübasyon uygulandı ve anesteziik gazların kesilmesinden ekstübasyona kadar geçen süre ölçülerek ekstübasyon süresi olarak kaydedildi. Operasyon başlama, bitiş zamanları ve oda ısıları kaydedildi.

Daha sonra hastalar derlenme ünitesine alınarak aktif ısıtma uygulanmaksızın battaniye ile örtüldü ve yüz maskesi ile 3 L.dk⁻¹ oksijen verildi. Postoperatif 5., 10., 15., 20., 25., 30., 45. ve 60. dakikalarda KAH, OAB, SpO₂ değerleri, timpanik ısıları kaydedildi.

Postoperatif ağrı, 10 basamaklı sözel ağrı skalası (VRS) (0: Ağrı yok, 10: Dayanılmaz şiddette ağrı), derlenme Aldrete derlenme skorlaması ile değerlendirildi (A. Aktivite: 2: Bütün ekstremitelerini hareket ettirebiliyor, 1: İki ekstremitede hareketli, 0: Ekstremitelerde hareket yok; B. Solunum: 2: Solunum derinliği yeterli, öksürebiliyor, 1: Solunum hareketleri yüzeysel, dispne, 0: Apne; C. Arteriyel kan basıncı: 2: Normal değerden sapma \pm %10 ya da daha

az, 1: Normal değerden sapma \pm % 11-20, 0: Normal değerden sapma \pm % 21 ya da daha fazla; D. Bilinç durumu: 2: Tamamen açık, 1: Verbal uyarıya reaksiyon veriyor, 0: Verbal uyarıya reaksiyon yok; E. Cilt rengi: 2: Normal, 1: Soluk, gri, marmorize, ikterik, 0: Siyanotik). Titremenin değerlendirilmesinde 5 noktalı titreme skalası kullanıldı (0: Titreme yok, 1: Titreme yok fakat periferik vazokonstriksiyon, piloereksiyon veya başka neden olmaksızın periferik siyanoz mevcut, 2: Bir kas grubunda belirgin aktivite, 3: Birden çok kas grubunda belirgin aktivite, 4: Tüm vücut kaslarının etkilendiği şiddetli kas aktivitesi).^{11,12,14}

Verilerin istatistiksel analizinde; KAH, OAB değerleri, SpO₂, EtCO₂, timpanik ısı, yaş, boy, ağırlık, operasyon süreleri için tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA), cinsiyet, postanesteziik titreme skorları ve ASA fiziksel durumları için ki-kare testleri kullanıldı. Veriler ortalama (ort.) \pm standart sapma (st. sapma) olarak gösterildi. P<0.05 anlamlı farklılık olarak kabul edildi.

BULGULAR

Gruplar, yaş, vücut ağırlığı, boy, ASA risk sınıfı, cinsiyet dağılımları, operasyon tipleri, operasyon süreleri, intraoperatif dönemde kullanılan fentanil miktarları ve intraoperatif dönemde kullanılan intravenöz sıvı miktarları bakımından benzerdi (p>0.05). Gruplar arasında ekstübasyon süresi ve Aldrete skorunun 9 değerine ulaşması için geçen süre açısından da anlamlı farklılık bulunmamaktaydı (p>0.05) (Tablo 1, 2).

Tablo 1: Gruplarda demografik veriler ve özellikler

	Grup H (n=32)	Grup L (n=32)	p
Yaş (yıl) (Ort \pm SD)	36.16 \pm 11.94	38.06 \pm 11.99	0.526
Ağırlık (kg) (Ort \pm SD)	72.13 \pm 12.88	75.19 \pm 11.29	0.316
Boy (cm) (Ort \pm SD)	169.47 \pm 8.72	167.19 \pm 9.80	0.329
Cinsiyet (K/E) (n, %)	15 (%46.9) / 17 (%53.1)	17 (%53.1) / 15 (%46.9)	0.401
ASA (I/II) (n, %)	20 (%62.5) / 12 (%37.5)	21 (%65.6) / 11 (%34.4)	0.500

Tablo 2: Gruplarda operasyon özellikleri

	Grup H (n=32)	Grup L (n=32)	p
Operasyon (n, %)			0.517
Kolelityazis	14 (%43.8)	12 (%37.5)	
Nefrektomi	4 (%12.5)	2 (%6.3)	
Nefrolityazis	14 (%43.8)	18 (%56.3)	
Operasyon süresi (dk) (Ort \pm SD)	133.28 \pm 36.65	136.01 \pm 35.66	0.765
Intraoperatif fentanil (μ g) (Ort \pm SD)	73.44 \pm 35.89	76.56 \pm 27.63	0.698
Intraoperatif i.v. sıvı volümü (ml) (Ort \pm SD)	2237.53 \pm 668.05	2187.90 \pm 505.93	0.737
Ekstübasyon süresi (dk) (Ort \pm SD)	10.34 \pm 3.18	9.63 \pm 3.40	0.385
Aldrete skoru 9 (dk) (Ort \pm SD)	18.47 \pm 4.17	17.88 \pm 3.87	0.557

İntraoperatif ve postoperatif dönemde gruplar arasında KAH, OAB, SpO₂, EtCO₂, FiO₂ değerleri yönünden farklılık yoktu (p<0.05). Hiçbir hastada OAB değerleri hipotansiyon olarak değerlendirilebilecek düzeylere düşmedi ve vazopresör ajan kullanım gereksinimi olmadı. Hastaların intraoperatif ve postoperatif dönemde KAH, OAB ve SpO₂ değişiklikleri Şekil 1, 2 ve 3'te görülmektedir.

Preoperatif dönemde timpanik membrandan ölçülen santral ısılar yönünden Grup H ve Grup L arasında anlamlı farklılık yokken; intraoperatif 20., 30., 60., 90. ve postoperatif 5., 10., 15., 20., 25. dakikalarda ölçülen timpanik ısılardan yüksek taze gaz akımı kullanılan grup olan Grup H'de, düşük taze gaz akımı kullanılan grup olan Grup L'ye göre anlamlı olarak düşük olduğu belirlendi (p<0.05) (Şekil 4).

Postanesteziik dönemde titreme insidansının Grup H'de (%65), Grup L'ye (%40) göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu görüldü (p<0.05) (Şekil 5). Gruplar, hastalarda gözlenen en yüksek postanesteziik titreme skoru açısından karşılaştırıldığında da Grup H ile Grup L arasında anlamlı farklılık mevcuttu (p<0.05) (Şekil 6).

TARTIŞMA

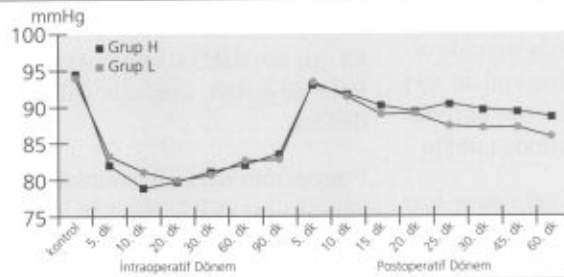
Çalışmamızda, 4 L.dk⁻¹ taze gaz akımı kullandığımız hastalarda, 1 L.dk⁻¹ taze gaz akımı kullandığımız hastalar ile karşılaştırıldığında daha düşük vücut ısısı değerleri ve daha yüksek oranda postanesteziik titreme insidansı olduğu belirlendi.

Son yıllarda yeniden-solutmalı sistemlerle düşük taze gaz akımlı anestezi uygulamaları giderek artmaktadır. Bunun en önemli nedenleri arasında anestezi gazlarının tüketimini azaltmak, anestezi maliyetini düşürmek, çalışma ortamının anestezi gazlarıyla kirlenmesini en aza indirmek, azotprotoksit (N₂O) ve halojenli hidrokarbonların atmosferi kirlenmesini azaltmak, hastaya verilen gazları ısıtıp, nemlendirerek hastanın ısı ve nem kaybını en aza indirmek gibi faktörler sayılmaktadır.¹⁶⁻²⁰

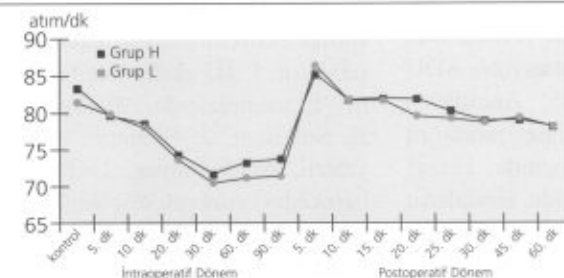
Desfluran günümüzün modern volatıl anesteziikleri içinde en yenisidir. Düşük kan/gaz partiyon katsayısı nedeniyle N₂O'ye benzer hızda alınıp atılabilmekte, çok az metabolize olmaktadır. Ancak düşük potensiyeli ve yüksek fiyatı ile anesteziide kullanımı oldukça pahalı bir ajandır.^{16,18-20} Desfluran, yağda çözünürlüğü ve metabolizasyonu düşük olması nedeniyle düşük akım anestezi tekniği ile kullanım için en uygun inhalasyon

ajanları arasında sayılmaktadır.^{16,18-20} Bu nedenle çalışmamızda desfluran kullanımını tercih edildi.

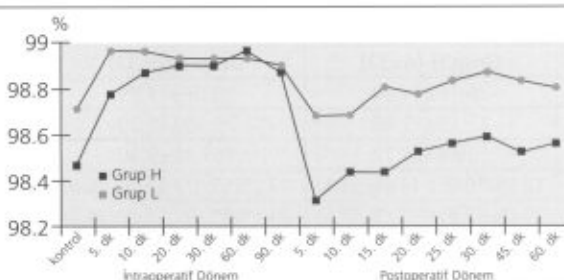
Postanesteziik titremenin nedeni tam anlaşılamamış olmasına rağmen, bazı faktörlerin etkili olduğu bilinmektedir. Bunların en önde gelenleri; hipotermi, stres, ağrı, spinal reflekslerin önlenememesi ve azalmış sempatik aktivitedir.^{10-13,16} Bu faktörler arasında en önemlisi hipotermidir. Isıtılmayan cerrahi hastalarda hipotermi gelişir.^{11,16} Eğer ısı termoregülatuar eşik altına düşerse postanesteziik titreme tetiklenir. Operasyon sonrası hipotermik hastalarda vazokonstriksiyon ve titreme gelişir.^{10-13,16}



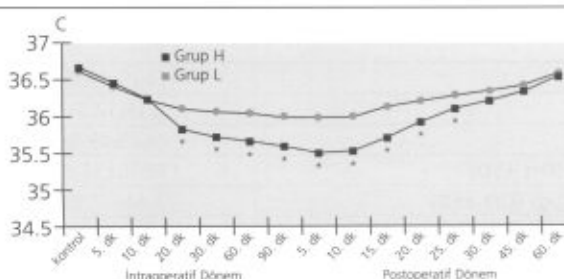
Şekil 1. Gruplarda intraoperatif ve postoperatif dönemde OAB değişiklikleri (mmHg, Ort±SD)



Şekil 2. Gruplarda intraoperatif ve postoperatif dönemde KAH değişiklikleri (atım/dk, Ort±SD)



Şekil 3. Gruplarda intraoperatif ve postoperatif dönemde SpO₂ değişiklikleri (% , Ort±SD)



Şekil 4. Gruplarda intraoperatif ve postoperatif dönemde timpanik ısı değişiklikleri (°C, Ort±SD)

* p<0.05, Grup H ile Grup L karşılaştırıldığında, One-way ANOVA testi

Postanesteziik titreme sıklıkla volatil anesteziiklerin kullanımından sonra görülür. Desfluranın da diğer volatil anesteziikler gibi vazokonstriksiyon ve titreme eşiğini düşürdüğü gösterilmiştir. Desfluranın titreme eşiklerini 2-4°C azaltarak etki gösterdiği bildirilmektedir.^{16,21} Çalışmamızda da desfluran kullandığımız her iki grupta da yüksek oranda postanesteziik titreme olduğu gözlemlendi.

Operasyon sırasında, vücuttaki toplam ısı kaybının yaklaşık %10'unun solunum yoluyla olduğu bildirilmektedir.²² Düşük akımlı anesteziinin intraoperatif vücut ısısı üzerine etkileri tartışmalıdır. Anesteziik gazların ısıtılıp nemlendirilmesi nedeniyle solunum yoluyla ısı ve nem kaybı azalmaktadır ve bu etkinin genel olarak vücut ısısındaki düşmeyi hafifleteceği bildirilmektedir.^{16,22,23-25} Üz yirmi dakika ventilasyonun ardından düşük akımlı anesteziide inspiratuvar

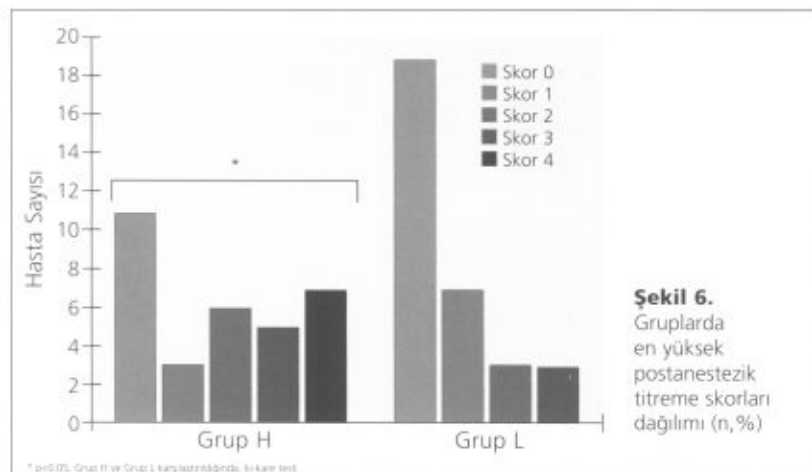
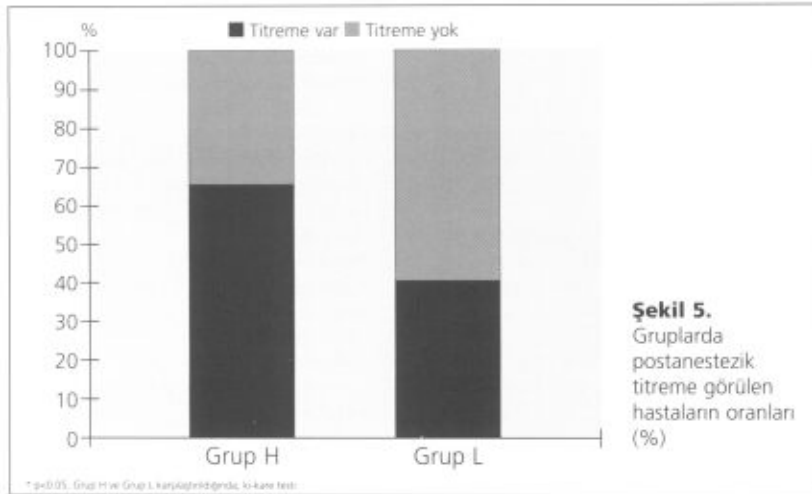
ısı 31.5±3.2°C iken, yüksek akımlı anesteziide 24.0±2.0°C olduğu saptandı. Igarashi ve ark. da inspiratuvar gaz ısısının ve nem oranının düşük akımlı anesteziide, yüksek akımlı anesteziye göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.^{26,27}

Bu değişikliklerin vücut ısısına yansımalarının değerlendirildiği bir çalışmada, Aldrete JA ve ark.²⁸ düşük akımlı anestezi sırasında vücut ısısının ilk 60 dakika içerisinde ortalama 0.8°C düşmenin ardından, takip eden saatlerde anesteziinin başlangıcındaki değere yükseldiğini bildirmiştir. Bu çalışmaya benzer şekilde Yıldız ve ark.¹⁶ 1 L.dk⁻¹ taze gaz akım hızı ile desfluran kullandıkları çalışmalarında rektal ısıda anestezi sonunda 0.66-0.90°C'lik bir düşüş belirlediklerini bildirmişlerdir. Röhm ve ark.¹ farklı anestezi yöntemlerinin vücut ısısı ve postanesteziik titreme üzerine etkilerini araştırmışlar ve 1

L.dk⁻¹ taze gaz akımı ile desfluran anesteziisi kullandıkları grupta vücut ısısının anestezi sırasında ortalama 0.6°C düştüğünü belirtmişlerdir. Çalışmamızda da düşük ve yüksek taze gaz akımı kullandığımız her iki grupta da kontrol değerleri ile karşılaştırıldığında, vücut ısısında düşme olmasına karşın, yüksek taze gaz akımı kullandığımız grupta vücut ısısı değerlerinin, düşük akımlı anestezi kullandığımız gruptan anlamlı olarak düşük olduğunu belirledik.

Postanesteziik titremenin nedenleri arasında hipotermi olmasına karşın, titremesi olan her olguda merkezi ısı düşük değildir. Normotermik hastalarda da postanesteziik titreme izlenebilirken, merkezi ısı düşmesine rağmen postanesteziik titreme gözlenmediğini bildiren çalışmalar da vardır. Yapılan bazı çalışmalarda da postanesteziik anesteziik titreme ile merkezi ısı arasında tam bir ilişki bulunmadığı bildirilmektedir.^{13,15} Ward ve ark.²⁹ intraoperatif vücut ısısının postanesteziik titremeyi etkilemediğini savunmuşlardır. Merkezi ısı ile postanesteziik titreme arasında tam bir korelasyon bulunamaması nedeniyle titremede non-termoregülatuar mekanizmaların da rol oynayabileceği vurgulanmaktadır. Rezidüel anesteziiklerin etkisi ile inen kortikal yol inhibisyonu, spinal refleks hiperaktivite ile sonuçlanmakta ve bunun sonucunda postanesteziik titreme oluşabilmektedir.^{13,30}

Röhm ve ark. 1 L.dk⁻¹ taze gaz akımı ile desfluran uyguladıkları ve anestezi sırasında vücut ısısının kontrol değerine göre sadece 0.6°C düştüğünü belirledikleri çalışmalarında, hastaların %37'sinde postanesteziik titreme olduğunu belirlemişlerdir. Yıldız ve ark.¹⁶ da 1 L.dk⁻¹ taze gaz akımı ile desfluran uyguladıkları hastaların %45'inde postanesteziik titreme olduğunu gözlemişlerdir. Çalışmamızda da düşük akımlı anestezi kullandığımız grup, yüksek akımlı anestezi kullanılan grup ile karşılaştırıldığında vücut ısısı korunmuş ve postanesteziik titreme oranları anlamlı olarak azalmıştır.



Ancak, postanestezik titreme oranının düşük akımlı anestezi kullanılan grupta %40 gibi yüksek bir oranda görülmesi dikkat çekicidir. Bu bulgu bize geçmiş çalışmalarda da vurgulandığı gibi postanestezik titremede non-termoregülatuar mekanizmaların rolünün de etkin olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak; yüksek akımlı anestezi ile karşılaştırıldığında düşük akımlı anestezide vücut ısısı daha iyi korunmaktadır. Postanestezik titreme oranları düşmesine rağmen, non-termoregülatuar mekanizmaların etkisi nedeniyle, düşük akımlı anestezi kullanılan hastalarda da postoperatif titreme yüksek insidanda görülmektedir. Bu nedenle postanestezik titremenin önlenmesine yönelik diğer yöntem ve ilaçların düşük akımlı anestezi yöntemleri uygulanan hastalar için önemli olduğunu düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

- Röhm DK, Riechmann J, Boldt J, et al. Total intravenous anesthesia with propofol and remifentanyl is associated with a nearly twofold higher incidence in postanesthetic shivering than desflurane-fentanyl anesthesia. *Med Sci Monit* 2006; 12: CR452-6.
- Piper SN, Röhm KD, Suttner SW, et al. A comparison of nefopam and clonidine for the prevention of postanaesthetic shivering: A comparative, double-blind and placebo-controlled dose-ranging study. *Anaesthesia* 2004; 59: 559-64.
- Röhm KD, Riechmann J, Boldt J, et al. Physostigmine for the prevention of postanaesthetic shivering following general anaesthesia – a placebocontrolled comparison with nefopam. *Anaesthesia* 2005; 60: 433-8.
- Ciafalo MJ, Clergue F, Devilliers C, et al. Changes in ventilation, oxygen uptake and carbondioxide output during recovery from isoflurane anesthesia. *Anesthesiology* 1989; 70: 737-41.
- De Witte J, Sesler DI. Perioperative shivering. *Physiology and pharmacology. Anesthesiology* 2002; 96: 467-84.
- Erbay H, Atalay H, Serin S ve ark. Postoperatif titremeyi önlemede oral klonidin premedikasyonunun etkisi. *Anestezi Dergisi* 2000; 8: 193-6.
- Barker SJ, Shah NK. Effects of motion on the performance of pulse oximeters in volunteers. *Anesthesiology* 1996; 85: 774-81.
- Sharkey A, Gulden RH, Lipton JM, Giesecke AH. Effect of radiant heat on the metabolic cost of postoperative shivering short communication. *Anesthesiology* 1987; 66: 249-55.
- Wang JJ, Ho ST, Lee SC, Liu YC. A comparison among nalbuphine, meperidine and placebo for treating postanesthetic shivering. *Anesth Analg* 1999; 88: 686-9.
- Karaaslan D, Özmen S, Peker TT ve ark. İki farklı zamanda uygulanan deksmedetomidinin ameliyat sonrası titreme üzerine etkisi. *Türk Anest Rean Der Dergisi* 2006; 34: 320-6.
- Başdoğan-Moğol E, Yavaşcaoğlu B, Kaya FN ve ark. Genel anestezi sonrası titreme tedavisinde meperidin ve tramadolün karşılaştırılması. *Türk Anest Rean Der Dergisi* 2005; 33: 227-32.
- Akın A, Tosun Z, Esmaoğlu A ve ark. Genel anestezi sonrası titreme tedavisinde tramadol ve meperidinin karşılaştırılması. *Türk Anest Rean Der Dergisi* 2004; 32: 16-21.
- Tuncer S, Pirbudak L, Yosunkaya A ve ark. Anestezi sonrası titremeyi önlemede tramadol ve meperidinin karşılaştırılması. *Türk Anest Rean Der Dergisi* 2002; 30: 41-6.
- Kaya M, Karakuş D, Sarıyıldız O ve ark. Genel anestezi sonrası titreme tedavisinde tramadolün etkinliği. *Türk Anest Rean Der Dergisi* 2002; 30: 90-3
- Şahin T, Kılıçkan L, Canatay H ve ark. Sevofluran'ın neden olduğu postoperatif titremeye klonidinin etkisi. *Türk Anest Rean Der Dergisi* 2002; 30: 203-8
- Yıldız TŞ, Baykara N, Bozkurt N ve ark. Düşük akımlı desfluran anestezisinde klonidinin titreme üzerine etkisi. *Türk Anest Rean Der Dergisi* 2005; 33: 29-35.
- Balkan BK. Düşük taze gaz akımlı anestezi yöntemleri. Baum JA, (Çeviri Editörü E Tomatr). Düşük akımlı anestezi-Düşük akımlı, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezide kuram ve uygulama. 1. baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2002: 54-72.
- Çukdar G, Turan İÖ, Ayoğlu H ve ark. Düşük ve yüksek akımlı desfluran anestezisinin hemodinamiye ve anestezik gaz tüketimine etkilerinin karşılaştırılması. *Türk Anest Rean Der Dergisi* 2008; 36: 222-9.
- Erbay HR, Tomatr E, Hancı V ve ark. Desfluran-N₂O, sevofluran-N₂O minimal akım ve propofol-remifentanyl anestezilerinde maliyetlerin karşılaştırılması. *Türkiye Klinikleri J Anest Reanim* 2009; 7: 11-8.
- Tomatr E. Düşük akımlı anestezi ve maliyet. *Anestezi Dergisi* 2002; 10: 119-56.
- Annadata R, Sessler DI, Tayefeh F, et al. Desflurane slightly increases the sweating threshold but produces marked, nonlinear decreases in the vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesiology* 1995; 83: 1205-11.
- Baum JA. *Düşük Akımlı Anestezi*. Çev. Ed. E. Tomatr, 1. baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2002: 105.
- Imrie MM, Hall GM. Body temperature and anaesthesia. *Br J Anaesth* 1990; 64: 346-54.
- Newton DE. Proceedings: The effect of anaesthetic gas humidification on body temperature. *Br J Anaesth* 1975; 47: 1026.
- Stone DR, Downs JB, Paul WL, Perkins HM. Adult body temperature and heated humidification of anesthetic gases during general anesthesia. *Anesth Analg*. 1981; 60: 736-41.
- Henriksson BA, Sundling J, Hellman A. The effect of a heat and moisture exchanger on humidity in a low-flow anaesthesia system. *Anaesthesia*. 1997; 52: 144-9.
- Igarashi M, Watanabe H, Iwasaki H, et al. Clinical evaluation of low flow sevoflurane anesthesia for pediatric patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 19.
- Aldrete JA. Closed circuit anesthesia prevents moderate hypothermia occurring in patients having extremity surgery. *The Circular* 1987; 4: 3-4.
- Ward JEH, Crossley AWA. Perioperative body temperature does not influence postanaesthetic shivering. *Br J Anaesth* 1995; 75: 659-63.
- Sessler DI, Israel D, Pozos RS, et al. Spontaneous post-anesthetic tremor does not resemble thermoregulatory shivering. *Anesthesiology* 1988; 68: 843-50.