

Two-catheter ablation technique in AVNRT ablation: GATA experience

Hasan Kutsi Kabul(*), Erkan Yıldırım(*), Erol Gürsoy(*), Salim Yaşar(*), Umuttan Doğan(**),
Emre Yalçınkaya(***), Barış Buğan(****), Sedat Köse(*****)

ÖZET

AVNRT tedavisinde iki-kateter ablasyon tekniği: GATA deneyimi

Amaç: İki kateter ablasyon tekniği ile uygulanan AVNRT tedavisinde merkezimizin deneyimlerini sunmak istedik.

Yöntem ve Sonuçlar: Tipik AVNRT tanısı bulunan 276 hasta çalışmamıza dahil edildi. İki kateter tekniği ile yavaş yol ablasyonu uygulandı ve 275 hastada başarılı ablasyon sağlandı (%99,6). Toplam işlem ve floroskopi zamanları sırası ile $48 \pm 4,5$ ve $15,3 \pm 3,2$ dakikaydı. 7 hastada (%2,5) komplikasyon gözlemlendi. Hiçbir hastamızda kardiyak pil implantasyonu gerektiren AV blok gözlenmedi.

Tartışma: AVNRT tedavisinde iki-kateter ablasyon tekniği daha kısa işlem ve floroskopik görüntüleme zamanı, daha az komplikasyon oranı ve daha düşük maliyetlerle uygulanabilir. Bu nedenlerle, iki-kateter ablasyon tekniği deneyimli operatörler ile daha hızlı, daha güvenli ve daha uygun maliyetli bir yöntem olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: AVNRT; Ablasyon; İki-kateter tekniği

SUMMARY

Aim: To present our center's experience of AVNRT ablation with two-catheter ablation technique.

Methods and Results: 276 patients with the diagnosis of typical AVNRT were finally included into the study. Slow pathway ablation was performed with two-catheter ablation technique. Successful ablation was obtained in 275 patients (99.6%). The procedure and fluoroscopy times were 48 ± 4.5 and 15.3 ± 3.2 minutes, respectively. Complications occurred in 7 (2.5%) patients. None of the ablations were resulted in complete AV block requiring pacemaker.

Conclusion: Two-catheter AVNRT ablation technique could be performed with shorter fluoroscopic and total procedural times, less complication rates and low cost; therefore could be regarded as quick, safe and cost-effective treatment modality with experienced operators.

Key words: AVNRT; Ablation; Two-catheter technique

Introduction

Atrioventricular nodal reentrant tachycardia (AVNRT) is the most common arrhythmia in patients with regular supraventricular tachycardia. Selective radiofrequency catheter ablation of the slow pathway has been regarded as an ideal method to treat most of the patients with AVNRT.

Conventional catheter ablation requires the use of five catheters, albeit some operators use fewer catheters. The use of multiple catheters result in increased cost and higher radiation exposure both to the patient and the staff.

We hypothesized that reaching the widely accepted procedural endpoints of successful catheter ablation of AVNRT with two catheters would be a feasible method. In our study, we present our center's experience of AVNRT ablation with only two catheters (diagnostic and ablation) in 1004 consecutive patients.

Material and Methods

The population of this retrospective study consisted of 1004 consecutive patients who underwent radiofrequency ablation for the treatment of AVNRT at Gulhane Military Medical Academy (GATA) (Ankara, Turkey), between January 2009 and December 2013. Patients with fast-slow and slow-slow forms of AVNRT, other associated arrhythmias and structural heart diseases were excluded from the study. Finally, 276 patients (mean age was 22 years and 3 of them were female) were included into the study. After the confirmation of the diagnosis of AVNRT, slow pathway ablation was performed in the same session.

Electrophysiological study

After discontinuation of all antiarrhythmic drugs for a week, the patients underwent baseline electrophysiologic study in the fasting state without administration of any sedation. Two catheters were advanced via a femoral venous access under fluoroscopic guidance: (1) a 6-Fr non-steerable quadripolar diagnostic catheter (Medtronic, Minneapolis, USA); (2) a 7F, 4-mm tip ablation catheter (Mariner RF, Medtronic, Minneapolis, USA). Right and/or left anterior oblique fluoroscopic views were used (Figure 1 and 2). Initially, diagnostic catheter was placed to the right atrial appendage and ablation catheter was introduced to right ventricle. Programmed extra stimulation and incremental pacing were carried out to examine retrograde and anterograde conduction. Basal sinus cycle length,

* Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Kardiyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

** Akdeniz Üniversitesi, Kardiyoloji Bölümü, Antalya, Türkiye

*** Aksaz Asker Hastanesi, Kardiyoloji Bölümü, Muğla, Türkiye

**** Girne Asker Hastanesi, Kardiyoloji Bölümü, Girne, KKTC

***** Liv Ankara Hastanesi, Kardiyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

Ayrı Basım İsteği: Doç.Dr. Hasan Kutsi Kabul
GATA Kardiyoloji Kliniği,
06018, Etlik, Ankara
e-mail: hkkabul@yahoo.com

Makalenin Geliş Tarihi: Jan 22, 2016 • Kabul Tarihi: Mar 08, 2016 • Çevrim İçi Basım Tarihi: 18 Mart 2016

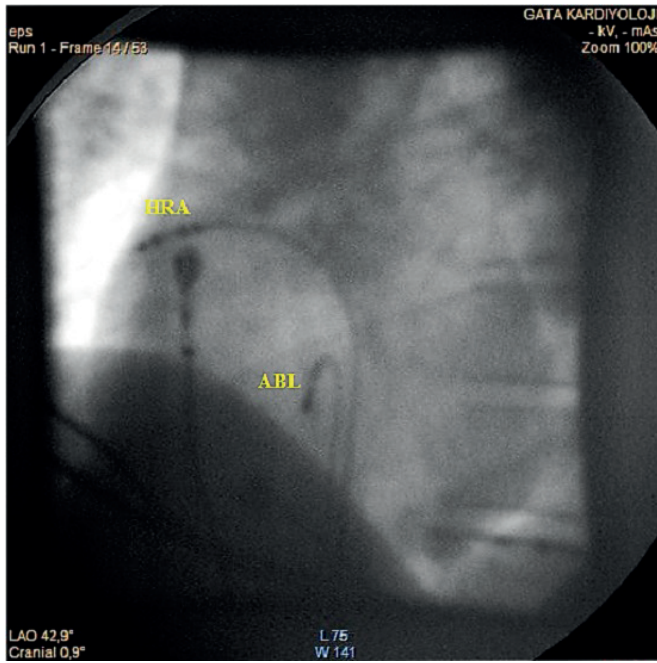


Figure 1. Left anterior oblique (LAO) view of catheters; HRA: high right atrium, ABL: Ablation



Figure 2. Right anterior oblique (RAO) view of catheters; HRA: high right atrium, ABL: Ablation

anterograde and retrograde Wenckebach block cycle length and effective refractory period of the AVN (atrioventricular node) were determined.

Dual AVN physiology was defined as ≥ 50 ms increment in last extra-stimulus to QRS interval in response to a 10 ms decrement of the premature atrial beat following an eight-beat train cycle of either 500 or 600 ms. PR interval exceeding the R-R interval during atrial pacing, atrial echo beats and two ventricular responses to a single atrial impulse were accepted as other criteria demonstrating the presence of dual AV physiology.

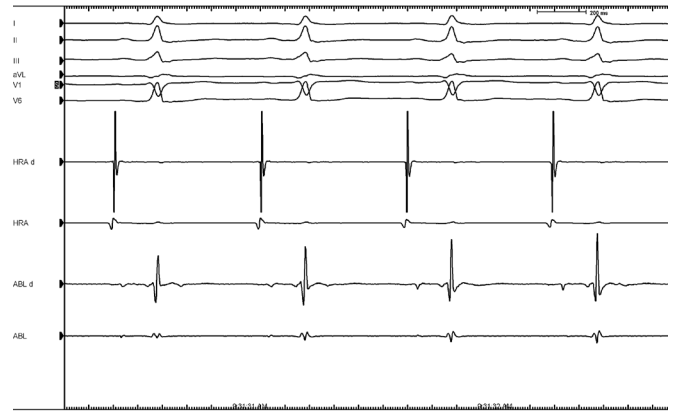


Figure 3. Intracardiac electrocardiogram obtained with HRA and ABL catheters; HRA: high right atrium, ABL: Ablation

Up to a two extra-stimuli were used. If baseline pacing failed to induce tachycardia, pacing protocols were repeated after the administration of intravenous atropin (0.01–0.02 mg/kg), aiming an increment in heart rate of 20 to 30%. Ablation was not performed if tachycardia could not be induced or any evidence of dual AVN physiology was absent.

An integrated approach combining the anatomic and electrogram-guided approach was used during the ablation procedure (Figure 3). Once the diagnosis was confirmed, the ablation catheter was placed to the His bundle region which was accepted as an anatomical landmark for apex of the triangle of Koch. Baseline conduction time measurements for Atrial-His (AH) and His-ventricle (HV) were recorded. Subsequently, the ablation catheter was introduced to the right ventricle, moved inferior-medially to lie anterior to the coronary sinus ostium, and then withdrawn along the tricuspid annulus until the distal pair of electrodes recorded a small atrial and a large ventricular electrograms. The A/V electrogram amplitude ratio was aimed to range between 1:10 and 1:2. Identification of slow pathway potential was also used to define target sites for ablation. Atrak system (Medtronic Cardiorhythm, Minneapolis, USA) was used to generate radiofrequency current. Settings were adjusted to maximum power of 50 W and maximum temperature of 60 degrees Celsius. If an accelerated junctional rhythm was observed, the energy application was continued for 30 to 60 seconds. Radiofrequency energy delivery was stopped if an accelerated junctional rhythm did not appear within 10 seconds and different sites were mapped to define optimal ablation cite.

The end point for successful ablation was an elimination of inducibility of AVNRT and dual AV node physiology. Procedure time was defined as the time period between the initial placement and final removal of the femoral venous sheaths. Fluoroscopy time was defined as the total time under fluoroscopy during the electrophysiologic procedure.

Follow-up

Patients were monitored in the hospital for 12 to 24 hours. No specific antiarrhythmic drugs were prescribed. Oral acetylsalicylate of 100 mg/day was recommended for a month. Follow-up information was obtained at the time of revisits at the outpatient or ambulatory arrhythmia clinic, pacemaker registry data or by telephone interviews with patients or their family members.

Statistical analysis

Continuous variables were expressed as mean $\pm$ standard deviation and categorical variables as numbers and percentages. Data were analysed using SPSS for Windows version 21.0 statistical software (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

Results

The mean AVNRT cycle length was 350 ± 50 ms. The procedure and fluoroscopy times were 48 ± 4.5 and 15.3 ± 3.2 minutes, respectively. Junctional rhythm during RF application was obtained in 273 patients (98.9%). In 35 patients (12.7%), persistence of residual antegrade slow pathway with or without single AV nodal echo was observed. Successful ablation was obtained in 275 patients (99.6%).

Complications occurred in 7 (2.5%) patients: access site haematoma ≤ 5 cm without need for blood transfusion (3 patients), short transient AV block (2 patients), deep venous thrombosis complicated with pulmonary embolus and pericardial effusion requiring pericardiocentesis. None of the patients required urgent surgical intervention. None of the ablations were resulted in complete AV block requiring pacemaker.

Continuous ECG monitoring for 12 - 24 hours was performed after ablation in hospital, and no AV abnormality was documented.

Discussion

Our major finding was that AVNRT can be diagnosed and treated effectively by the simplified approach with only two catheters. In a recent study, Liao et al. reported their retrospectively analyzed database of 3442 AVNRT patients that were followed-up approximately 10 years after ablation (1). 0.4% of the patients received permanent pacemaker implantation for late AV block, and they found that younger age and transient AV block during the procedure were independently associated with permanent pacemaker implantation. Femenia et al. (2) reported long-term results of slow pathway ablation using two-catheter approach in 344 patients with AVNRT. In their 6-year retrospective follow up, there were no need of permanent pacemaker implantation. Procedural success rate was high (99.6%) in our study. These results are consistent with earlier studies reporting immediate success rates between 97% and 99% (3,4). Procedural complication rate was low (2.5%). There was no acute or late permanent AV block related to the ablation procedure.

In our study, fluoroscopy and total procedure times are similar to those reported by Femenia et al. (2) Their fluoroscopy and total procedure times were 10.8 and 29.4 minutes, respectively.

Liew et al. compared conventional with minimal catheter approaches for the ablation of regular supraventricular tachycardias (5). They found no significant difference in overall procedure times, fluoroscopy times, or radiation doses. Fluoroscopy times were reported to be approximately 17 minutes and procedure durations were higher than 80 minutes in both group. Liao et al. reported the retrospective experience of three tertiary medical centers in Taiwan with fluoroscopy time of 13.5 minutes and procedure duration of 54 minutes (1). As far as we know this is the largest group of patients with AVNRT who had undergone ablation of slowpathway by

conventional approach. Our fluoroscopic and total procedural times are also comparable with the study.

Limitations

The present study was limited in several aspects. Unidentified recurrence of AVNRT can not be completely ruled out due to the retrospective nature of our study. The need for use of a third catheter to exclude supraventricular tachycardias other than AVNRT was present in 5% of our cases. Therefore, it should be kept in mind that during the routine performance of two catheter approach, additional use of catheters could be considered especially in complex cases. Although we observed high efficacy and low complication rates in two catheter approach, two catheter approach was not compared with multicatheter technique. End points of ablation was checked using atropin, as we currently do not have isoproterenol in our country. Finally, considering that the majority of our study consisted of male and young patients, the results could not be generalized to the whole population.

Conclusion

One of the major advantages of two-catheter technique is the need for fewer venous punctures which is associated with less complication rates, especially groin hematomas.

Furthermore, considering the cost of 290 \$ per catheter, the use of less catheters could decrease the financial burden for health care providers. Although the two-catheter AVNRT ablation technique may be insufficient in more challenging cases, it could be performed with shorter fluoroscopic and total procedural times, less complication rates and low prices; therefore could be regarded as quick, safe and cost effective treatment modality with experienced operators.

References

1. Liao JN, Hu YF, Wu TJ, et al. Permanent pacemaker implantation for late atrioventricular block in patients receiving catheter ablation for atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *Am J Cardiol* 2013; 111 : 569-573.
2. Femenia F, Arce M, Arrieta M, Palazzolo J, Trucco E. Long-term results of slow pathway ablation in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia: simple approach. *J Electrocardiol* 2012; 45 : 203-208.
3. Clague JR, Dagres N, Kottkamp H, Breithardt G, Borggrefe M. Targeting the slow pathway for atrioventricular nodal reentrant tachycardia: initial results and long-term follow-up in 379 consecutive patients. *Eur Heart J* 2001; 22 : 82-88.
4. Estner HL, Ndrepepa G, Dong J, et al. Acute and long-term results of slow pathway ablation in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia--an analysis of the predictive factors for arrhythmia recurrence. *Pacing Clin Electrophysiol* 2005; 28 : 102-110.
5. Liew R, Baker V, Richmond L, et al. A randomized-controlled trial comparing conventional with minimal catheter approaches for the mapping and ablation of regular supraventricular tachycardias. *Europace* 2009; 11: 1057-1064.

Propofol, Sevofluran ve İzofluranın perioperatif süreçte beyin kan akımı üzerine etkilerinin karşılaştırılması

Oğuz Kilickaya(*), Sukru Tekindur(*), Memduh Yetim(**), Ferruh Bilgin(***), H.İlker İpekdağ(****), Ü.Hıdır Ulaş(*****), Ahmet Coşar(*)

TITLE: The Effects of Propofol, Sevoflurane and Isoflurane on Cerebral Blood Flow Velocity Throughout Perioperative Period

ABSTRACT

This study is aimed to compare the effects of propofol, sevoflurane and isoflurane on cerebral blood flow velocity by using Transcranial Doppler ultrasonography throughout perioperative period. We enrolled 30 healthy, male subjects for the study and randomized for three groups [propofol (n=10), sevoflurane group (n=10), isoflurane group (n=10)]. We measured flow velocity of right middle cerebral artery (VMCA), by using Transcranial Doppler ultrasonography from temporal bone window throughout perioperative period [preoperative, intraoperative (under normocapnic and hypocapnic conditions) and postoperative].

After induction of anesthesia using propofol (2mg/kg) and fentanyl (2 µg/kg), laryngeal mask airway was inserted and the anesthesia was maintained with either propofol infusion, or sevoflurane or isoflurane inhalation. There were no significant differences between preoperative and postoperative VMCA measurements for all the groups (p>0,05). The VMCA values under normocapnic conditions were decreased significantly according to awake values in propofol group (p<0,05). According to awake values Sevoflurane produced a little decrease, and isoflurane produced a little increase in VMCA under normocapnic conditions, but the difference was not found significant (p>0,05). Under hypocapnic conditions, VMCA decreased significantly in all groups (p<0,05). In conclusion, it seems to be safe using propofol as an anesthetic agent, especially in patients undergoing neurosurgical procedure.

Key words: Anesthetic Agents, Transcranial Doppler Ultrasonography, Hypocapnia

ÖZET

Bu çalışma, anestezi ajanlarından propofol, sevofluran ve izofluranın perioperatif süreçte, beyin kan akımı üzerine etkilerini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya, 30 sağlıklı erkek olgu alınmış ve rastgele üç gruba ayrılmıştır: Propofol grubu (n=10), Sevofluran grubu (n=10), İzofluran grubu (n=10). Bütün gruplarda, preoperatif dönemde, transkraniyal doppler ultrasonografi ile sağ temporal kemik pencereden orta serebral arterdeki kan akım hızı ölçülmüştür. Her üç grupta anestezi induksiyonu propofol (2mg/kg) ve fentanyl (2 µg/kg) ile yapılmış ve olgularda havayolu açıklığı laringeal maske ile sağlanmıştır. Anestezinin idamesinde; Propofol grubunda, 5-10 mg/kg/sa propofol infüzyonu, Sevofluran grubunda, %2 konsantrasyonda sevofluran ve İzofluran grubunda, %1,5 konsantrasyonda izofluran inhalasyonu kullanılmıştır. İntraoperatif dönemde, normokapnik ve hipokapnik koşullarda, iki kez, transkraniyal doppler ultrasonografi ile arter kan akım hızı ölçümü yapılmıştır. Bu ölçüm, erken postoperatif dönemde de yapılarak kaydedilmiştir. Buna göre, her üç grupta, preoperatif ve postoperatif ölçümler arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır (p>0,05). Preoperatif ölçümler ile normokapnik süreçteki ölçümler arasında; propofol grubunda anlamlı bir düşüş saptanırken (p<0,05), preoperatif ölçümlere göre, sevofluran grubunda ortaya çıkan hafif düşüş ve izofluran grubunda ortaya çıkan hafif artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). Hipokapnik süreçte ölçümler her üç grupta da anlamlı olarak düşmüştür (p>0,05). Sonuç olarak, özellikle nörocerrahi geçirecek olgularda propofol infüzyonunun daha güvenli olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anestezi ajanları, Transkraniyal doppler ultrasonografi, Hipokapni

Giriş

Serebral otoregülasyon, beyin kan akımının (CBF), sistemik kan basıncındaki değişimlerden etkilenmeden, sabit bir düzeyde sürdürülmesini sağlayan mekanizmadır (1). Nöroanestezide, serebral dolaşımın otoregülasyonunu bozmadan yeterli serebral perfüzyon basıncı ile uygun cerrahi koşulların oluşturulması en temel yaklaşımlardan birisidir. Bu noktada, genel anestezi uygulamalarında seçilecek anestezi ajanının serebral otoregülasyonu bozup bozmadığı, serebral kan akımını ve serebral kan volümünü etkileyip etkilemediği ve intrakraniyal basınçta herhangi bir değişikliğe neden olup olmadığı önem kazanmaktadır.

Intrakraniyal basınç, birçok nedene bağlı olarak yükselebilir. Nöroanestezide, intrakraniyal basınçtaki olası artışların önlenmesi veya zaten yüksek olan intrakraniyal basıncın düşürülmesi bir zorunluluktur ve anesteziyolog, bunu, ancak, kranium içerisindeki yapıların hacmini azaltarak gerçekleştirebilir.

Kranium içerisinde dört temel yapı bulunmaktadır (2); hücreler, beyin omurilik sıvısı (BOS), ekstrasellüler sıvı, kan. Bu kompartimanlardan, hücre ve BOS kompartimanlarının hacmini azaltma konusunda anesteziyoloğun yapabileceği bir tedavi ve manüplasyon söz konusu değildir. Kranium içerisindeki intrasellüler ve ekstrasellüler sıvı kompartimanlarının hacmi, steroid ve diüretik kullanımı ile azaltılsa bile, bu konuda farklı görüşler ileri sürülmektedir (3,4). Kranium içerisindeki kan kompartımanı, intrakraniyal basıncın düşürülmesi konusunda, anesteziyoloğun, anestezi yönetiminde dikkat edeceği basit noktalar ve yaklaşımlar (pozisyon, anestezi ajan seçimi vs.) ile hızlı bir değişim sağlayabileceği en uygun kompartımandır.

Dolaşımın venöz tarafında; boyun bölgesinde venöz dönüşü engel olan durumlara (intratorasik basıncın artması, bronkospazm gibi) ve basılara (boyun aşırı lateral pozisyonu, tüp tespiti için kullanılan boyun bağları gibi) dikkat edilerek ve serebral venöz drenajı artıran bir pozisyon (baş yukarı postür gibi) tercih edildiğinde, değerlendirmede sıklıkla göz ardı edilen bu pasif kompartıman, kafa içi basıncının (ICP) düşürülmesi konusunda oldukça etkin bir rol üstlenmektedir.

Dolaşımın arteriyel bölümünde ise; hangi anestezi tekniğinin ve hangi anestezi ajanının tercih edildiği önem kazanmaktadır. Teknik ve ajanın serebral kan akımı (CBF) üzerine olan etkileri serebral kan volümünün (CBV) artmasına veya azalmasına neden olabilmektedir.

* Gülhane Military Medical Academy (GMMA) Department of Anesthesiology and Reanimation, Ankara, TURKEY

** Van Military Hospital, Van, TURKEY

*** Özel Tınaztepe Hospital, İzmir, TURKEY

**** Near East University, Department of Neurology, Lefkoşa, TRNC

***** Gülhane Military Medical Academy (GMMA) Department of Neurology, Ankara, TURKEY

Ayrı Basım İsteği: Memduh Yetim MD;
Van Military Hospital, Tuzba, Van, Turkey
e-mail: memduhyetim@yahoo.com

Makalenin Geliş Tarihi: Mar 19, 2016 • Kabul Tarihi: May 13, 2016 • Çevrim İçi Basım Tarihi: 5 Haziran 2016

CBF, seçilen anestezi tekniği ve kullanılan anestezik ajandan başka, kan basıncı, vücut ısı, kullanılan vazodilatör ajanlar, kan viskozitesi, ağrı, parsiyel karbondioksit basıncı (PaCO_2) veya parsiyel oksijen basıncı (PaO_2) gibi pek çok değişkenden etkilenebilen dinamik bir parametredir.

Çalışmamızda, CBF üzerine etkisi olduğu bilinen bu değişkenleri, bütün gruplarda standardize ederek, preoperatif süreçte kontrol değerlerini aldıktan sonra, anestezi pratiğinde rutin olarak kullanılan anestezik ajanların (propofol, sevofluran ve izofluran), normokapnik ve hipokapnik koşullar altında, CBF üzerine olan etkilerini karşılaştırmayı ve bu etkilerin postoperatif süreçte devam edip etmediğini saptamayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Kurumsal etik komitenin onayı alındıktan sonra, çalışmaya 20-35 yaş arasında, ASA I, vücut kitle indeksi 21-26 kg/m² arasında olan ve genel anestezi altında, nörocerrahi prosedürler dışında, elektif cerrahi prosedür planlanan 34 gönüllü erkek hasta alındı. Tüm katılımcılar, çalışma öncesinde, çalışma ile ilgili tüm detaylar hakkında hem sözel hem de yazılı olarak bilgilendirildi ve tüm katılımcılar için aydınlatılmış onam belgesi düzenlendi.

Çalışmadan dışlanma kriterleri :

Çalışmaya katılmak istemeyen veya düzenli olarak herhangi bir ilaç kullanan ve bilinen nörolojik, serebrovasküler, kardiyovasküler, solunumsal, endokrin sistemik ve metabolik rahatsızlığı olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Gruplar :

Hastalar genel anestezi amacıyla uygulanan anestezi ajana göre rastgele üç gruba ayrıldı:

1. Grup: Propofol Grubu (n=13)
2. Grup: Sevofluran Grubu (n=10)
3. Grup: İzofluran Grubu (n=11)

Yöntem :

Tüm hastalar ameliyathanenin premedikasyon bölümüne alınarak elektro kardiyogram (EKG), nabız, non-invaziv arteriyel kan basıncı (NIBP) ve periferik oksijen saturasyonu (SpO_2) ve aksiler ısı probu ile vücut sıcaklığı yönünden monitörize edilerek, 20 Gauge anjiyotet ile intravenöz (IV) damar yolu açıldı ve 2 ml/kg/saat hızından % 0.9 NaCl infüzyonuna başlandı.

Tüm hastalarda, supin pozisyonda, sağ temporal kemik penceresinden, Transkraniyal Doppler Ultrasonografi (TCD) ile middle serebral arterdeki (MCA) akım hızı (flow velocity: V_{MCA}) monitörize edildi. Sonrasında eş zamanlı olarak, tüm hastalarda hemodinamik parametreler (sistolik ve diyastolik kan basıncı, ortalama arter basıncı, SpO_2 , nabız, vücut sıcaklığı), MCA akım hızı (V_{MCA}) ve pulsatilite indeksi (PI) kaydedildi ve hastalardan arteriyel kan gazı örneği alınarak pH, PaCO_2 , PaO_2 , HCO_3 , BE, hemoglobin (Hb) ve hematokrit (Hct) değerleri not edildi. Bu veriler preoperatif kontrol verileri olarak kabul edildi.

Premedikasyon amacıyla herhangi bir ilaç verilmeyen hastalar, operasyon salonuna alındığında yeniden EKG, nabız, NIBP, SpO_2 ve vücut ısı yönünden monitörize edildi.

Preoksijenasyon ve anestezi indüksiyonunu (2 mg/kg propofol, 2 µg/kg fentanil) takiben, havayolu açıklığı, LMA (laryngeal mask airway) ile sağlandı. Anestezinin idamesinde;

1. Grupta; % 50 O_2 ve hava karışımına ilaveten, propofol infüzyonu (5-10 mg/kg/saat),
2. Grupta; % 50 O_2 ve hava karışımına ilaveten, 1 MAC sevofluran inhalasyonu,
3. Grupta ise, % 50 O_2 ve hava karışımına ilaveten, 0.8 MAC izofluran inhalasyonu uygulandı.

Tüm gruplarda, end-tidal karbondioksit basıncı (EtCO_2) monitörize edildi ve indüksiyon sonrası ventilasyon parametreleri, hastaların preoperatif PaCO_2 değerleri baz alınarak normokapni sağlanacak şekilde ayarlandı. TCD ile V_{MCA} , preoperatif kontrol ölçümündeki derinlik esas alınarak, yeniden monitörize edildi.

Cerrahi başladıktan 30 dakika sonra, hastanın hemodinamik parametreleri ile V_{MCA} ve PI kaydedildi ve bununla eşzamanlı olarak hastadan arteriyel kan gazı örneği alındı. Daha sonra hastanın dakika solunum frekansı artırılarak (3-5 /dakika), EtCO_2 'de 5-8 mmHg'lık bir düşüş sağlandı ve EtCO_2 stabil olduktan 15 dakika sonra yeniden hastanın hemodinamik parametreleri ile V_{MCA} ve PI kaydedildi ve bununla eşzamanlı olarak hastadan arteriyel kan gazı örneği alınarak kan gazı parametreleri ile Hb ve Hct değerleri not edildi.

Hipokapni sonrası ventilasyon parametreleri, normokapnik süreçteki değerler baz alınarak yeniden değiştirildi. Normokapnik ve hipokapnik süreçler, hastadan alınan ilk kan gazı örneğinde saptanan PaCO_2 ile, bununla eşzamanlı olarak ölçülen EtCO_2 arasındaki farkın (DCO_2) tespit edilmesi sonrası yapılan EtCO_2 izlemlerine göre ayarlandı.

Cerrahi bitimine kadar, her grup için rutin olan anestezi protokolü sürdürüldü. Cerrahinin sonlanması takiben hasta, uyandırılarak uyanma ve derlenme bölümüne alındı.

Uyanma ve derlenme bölümünde EKG, nabız, NIBP, SpO_2 ve vücut ısı ve TCD ile V_{MCA} yönünden yeniden monitörize edilen hastalar, uyanma ve derlenme açısından Modifiye Aldrete Skoru ile değerlendirildi. Hastaların hemodinamik parametreleri ile V_{MCA} ve PI, Modifiye Aldrete Skoruna göre, 10 tam puan aldıktan bir saat sonra, yeniden kaydedildi ve eşzamanlı olarak hastalardan arteriyel kan gazı örneği alınarak, kan gazı parametreleri ile Hb ve Hct değerleri not edildi. Daha sonra hastalar kliniklerine gönderilerek çalışma süreci tamamlandı.

Çalışmaya alınan olgulara uygulanan cerrahi girişimler, tüm gruplarda artroskopi (n=14), inguinal herni (n=9) ve varikosel (n=7) operasyonları ile sınırlandırıldı. Bu prosedürlerin gruplara dağılımı Tablo 1.'de gösterilmektedir. Operasyon süresi, 80 dakikadan kısa süren veya 120 dakikadan uzun süren olgular ile intraoperatif süreçte rutin çalışma protokolü dışına çıkan olgular çalışma dışı bırakıldı.

Table I. Olgulara uygulanan cerrahi prosedürlerin gruplara dağılımı.

Grup Prosedür	Propofol Grubu (n=10)	Sevofluran Grubu (n=10)	İzofluran Grubu (n=10)
Artroskopi	4	5	5
İnguinal Herni	3	3	3
Varikozel	3	2	2

Çalışmaya alınan tüm olgularda, indüksiyon sırasında yapılan fentanil (2 µg/kg, IV) dışında, hem intraoperatif, hem de postoperatif süreçte herhangi bir opioid uygulanmadı. Postoperatif ağrı kontrolü için, tüm olgulara tenoksikam (oksamen 40 mg, IV), postoperatif bulantı ve kusma profilaksisi için tüm olgulara ondansetron (zofer 4 mg, IV) uygulandı.

Çalışma sürecinde, iki olgu hipotansiyon geliştiği (MAP < 60 mmHg) için, bir olgu rutin olarak uygulanan tenoksikam sonrası flushing ve ürtiker gözlemlendiğinden ve bir diğer olguda da postoperatif analjezi için meperidin kullanıldığından çalışma dışı bırakıldılar.

İstatistiksel analiz :

Veriler ortalama ± SD olarak ifade edildi. Gruplar arasında, demografik verilerin karşılaştırılması, Kruskal-Wallis testi

ile yapıldı. Anestezik ajanların hemodinamik parametreler, V_{MCA} , PI ve $PaCO_2$ üzerine olan etkilerini karşılaştırmak için Friedman testi kullanıldı. Grup içerisinde yapılan eşleştirilmiş karşılaştırmalar Bonferroni ile düzeltilmiş Wilcoxon testi ile, gruplar arasında yapılan eşleştirilmiş karşılaştırmalar Bonferroni ile düzeltilmiş Mann-Whitney U testi ile yapıldı. Her üç grup arasında yapılan karşılaştırmalar için, yine Kruskal-Wallis testi kullanıldı. $P < 0,05$ değeri, istatistiksel açıdan anlamlı olarak kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya katılan 30 hastanın demografik verileri karşılaştırıldı. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Hastaların demografik verileri Tablo 2.1. 'de gösterilmektedir.

Table 2.1. Hastaların demografik verileri.

Grup Parametre	Propofol Grubu (n=10)	Sevofluran Grubu (n=10)	İzofluran Grubu (n=10)	P değeri
Yaş (yıl)	26,1 ± 4,48	25,5 ± 4,81	25,9 ± 3,28	0,804
Cinsiyet (e/k)	10 / 0	10 / 0	10 / 0	-
Vücut Kitle İndeksi (BMI) (kg/m ²)	23,74 ± 1,22	23,25 ± 1,26	23,71 ± 1,57	0,625

Çalışmaya alınan tüm olgularda, perioperatif Hct ve vücut ısıları değerleri normal sınırlarda idi ve tüm gruplarda birbirine benzerdi.

Çalışmada, birbirleri ile karşılaştırılan anestezik ajanların $PaCO_2$, V_{MCA} ve PI üzerine etkilerini gösteren veriler, ortalama ± SD olacak şekilde, Tablo 2.2 'te gösterilmektedir.

Tablo 2.2. Anestezik ajanların PaCO₂, V_{MCA} ve PI üzerine etkileri.

Parametre	Grup	Propofol Grubu (Grup 1 ; n=10)	Sevofluran Grubu (Grup 2 ; n=10)	İzofluran Grubu (Grup 3 ; n=10)	p değeri
PaCO ₂ (mmHg)	Preop	34,46 ± 2,67	34,41 ± 3,25	33,53 ± 3,50	0,72
	Normokapni	34,49 ± 2,51	34,54 ± 3,13	33,6 ± 3,58	0,83
	Hipokapni	28,75 ± 2,21	29,02 ± 2,32	28,2 ± 3,36	0,85
	Postop	35,36 ± 2,46	35,6 ± 3,16	35,22 ± 3,98	0,85
	p değeri	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
V _{MCA} (cm/sn)	Preop	54,08 ± 9,6	53,54 ± 9,63	52,93 ± 9,24	0,99
	Normokapni	36,3 ± 5,02	48,96 ± 9,27	58,54 ± 7,07	< 0,001
	Hipokapni	30,77 ± 4,87	39,64 ± 8,37	42,37 ± 7,67	0,005
	Postop	53,13 ± 9,36	54,63 ± 9,08	55,16 ± 8,38	0,91
	p değeri	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
PI	Preop	0,88 ± 0,19	0,88 ± 0,25	0,84 ± 0,2	0,95
	Normokapni	0,98 ± 0,11	0,88 ± 0,13	0,8 ± 0,16	0,03
	Hipokapni	1,15 ± 0,11	1,07 ± 0,17	1,08 ± 0,21	0,44
	Postop	0,89 ± 0,13	0,86 ± 0,13	0,85 ± 0,12	0,91
	p değeri	< 0,001	0,001	0,001	-

PaCO₂, V_{MCA} ve PI yönünden, perioperatif süreçte yapılan grup içi karşılaştırmalar :

Buna göre, takip edilen parametrelerin, perioperatif süreçte ne yönde değiştiğine dair yapılan grup içi karşılaştırmalarda, hemen hemen tüm parametreler için, perioperatif süreçte elde edilen değişik ölçümler arasında, istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır (Tablo 2.2).

Her grubun kendi içerisinde yapılan, PaCO₂ ile ilgili karşılaştırmalar, çalışmanın metodolojisi ile örtüşen sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Her üç grupta da, intraoperatif dönemin normokapnik ve hipokapnik süreçleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir düşme saptanmıştır (sırası ile; p=0,03, p=0,03, p=0,03). İstatistiksel açıdan anlamlı olan intraoperatif dönemin hipokapnik sürecindeki bu düşüş, doğal olarak, preoperatif ve postoperatif dönemlerdeki PaCO₂ ölçümleri ile karşılaştırıldığında da, istatistiksel olarak anlamlı farklar ortaya çıkarmıştır (p<0,05). Her üç grupta da, PaCO₂ için, preoperatif dönemde, intraoperatif dönemin normokapnik sürecinde ve postoperatif dönemde yapılan ölçümler arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

V_{MCA}'nın, çalışma sürecinde farklı zamanlarda yapılan ölçümleri arasında, her grup için farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Propofol grubunda, preoperatif dönemde yapılan V_{MCA} ölçümleri ile, intraoperatif dönemin normokapnik sürecinde yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir düşme saptanmıştır (p=0,03). Yine intraoperatif dönemin

normokapnik ve hipokapnik süreçleri arasında da, istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş ortaya çıkmıştır (p=0,03).

Sevofluran grubunda ise, intraoperatif dönemin normokapnik sürecinde yapılan V_{MCA} ölçümleri, preoperatif dönemde yapılan ölçümlere göre bir düşüş gösterse bile, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,07). İntraoperatif dönemin normokapnik ve hipokapnik süreçleri arasında ise, istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş ortaya çıkmıştır (p=0,03).

İzofluran grubunda, V_{MCA} yönünden, preoperatif dönemde yapılan ölçümler ile intraoperatif dönemin normokapnik süreci içerisinde yapılan ölçümler arasında bir artış söz konusudur, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,07). Yine, normokapnik ve hipokapnik süreçler arasında, diğer iki grupta olduğu gibi, istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş saptanmıştır (p=0,03).

Hem propofol, hem de sevofluran grubunda, preoperatif dönemdeki V_{MCA} ölçümleri ile, intraoperatif dönemin hipokapnik sürecindeki V_{MCA} ölçümleri arasında bir düşme gözlenmiş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (sırası ile; p=0,03, p=0,03). Ancak, izofluran grubunda, bu iki ölçüm arasında, benzer bir düşüş saptanmasına rağmen, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,06). Bu durumun, izofluran grubunda, preoperatif dönemde yapılan V_{MCA} ölçümleri ile, intraoperatif dönemin normokapnik sürecinde yapılan ölçümleri arasında meydana gelen artıştan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Her üç grupta da, preoperatif dönemde yapılan V_{MCA} ölçümleri ile, postoperatif dönemde yapılan ölçümler arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (sırası ile; $p=0,17$, $p=0,12$, $p=0,09$).

PI ile ilgili, grup içerisinde, farklı zamanlarda hesaplanan değerler karşılaştırıldığında, her üç grupta da, normokapnik ve hipokapnik süreçler esnasında hesaplanan değerler arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir artış ortaya çıkmıştır (sırası ile; $p=0,03$, $p=0,03$, $p=0,03$). Yine intraoperatif dönemin hipokapnik sürecinde hesaplanan PI değeri ile, postoperatif dönemde hesaplanan PI değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir düşme gözlenmiştir (sırası ile; $p=0,03$, $p=0,03$, $p=0,03$).

$PaCO_2$, V_{MCA} ve PI yönünden, perioperatif süreçte yapılan gruplar arası karşılaştırmalar :

Her üç grup arasında, perioperatif sürecin belli aşamalarında takip edilen parametreler açısından yapılan karşılaştırmalar, sadece, intraoperatif dönemin normokapnik sürecinde; V_{MCA} ve PI açısından (sırası ile $p<0,001$ ve $p=0,03$) ve yine intraoperatif dönemin hipokapnik sürecinde; V_{MCA} açısından ($p=0,005$) istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkarmıştır. Bu bulgu, çalışmada birbirleri ile karşılaştırılan anestezi ajanların, CBF üzerine, hem normokapnik, hem de hipokapnik koşullar altında, istatistiksel olarak anlamlı ve birbirlerinden farklı etkileri olduğunu göstermektedir (Tablo 2.2.).

Intraoperatif dönemin normokapnik sürecinde gruplar arasında V_{MCA} ölçümleri yönünden yapılan karşılaştırmalar :

Gruplar arasında, intraoperatif dönemin normokapnik sürecinde, V_{MCA} yönünden yapılan eşleştirilmiş karşılaştırmalarda, Propofol grubunda, hem Sevofluran grubuna ($p=0,02$), hem de İzofluran grubuna göre ($p<0,001$), V_{MCA} değeri, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştır.

Sevofluran ve İzofluran grupları arasında yapılan karşılaştırmalarda, normokapnik koşullarda, V_{MCA} preoperatif

kontrol değerlerine göre, sevofluran grubunda hafif azalırken, İzofluran grubunda hafif artma göstermiş, ancak bu farka rağmen, iki grup arasında, normokapnik koşullarda, V_{MCA} yönünden yapılan karşılaştırmada, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,12$).

Intraoperatif dönemin hipokapnik sürecinde gruplar arasında, V_{MCA} ölçümleri yönünden yapılan karşılaştırmalar :

Intraoperatif dönemin hipokapnik sürecinde, gruplar arasında yapılan eşleştirilmiş karşılaştırmalarda ise;

Propofol grubunda, Sevofluran grubuna göre istatistiksel açıdan anlamlı bir fark oluşmazken ($p=0,07$), İzofluran grubuna göre, istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır ($p=0,02$).

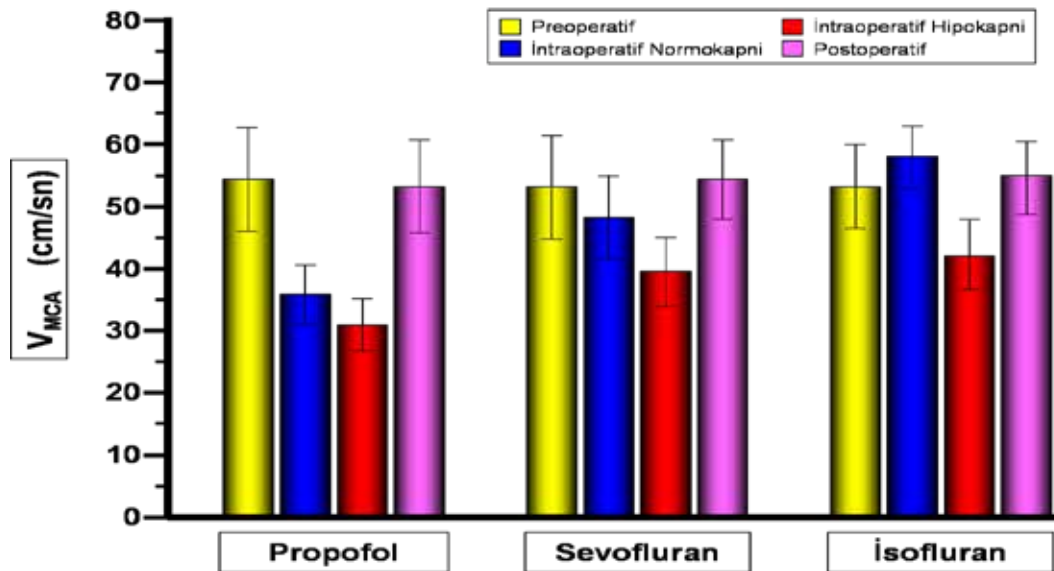
Hipokapnik süreçte, Sevofluran ve İzofluran grupları arasında yapılan karşılaştırmalarda; her iki grupta da intraoperatif dönemin normokapnik ve hipokapnik süreçleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlenmesine (sevofluran grubu için; $p=0,03$ ve İzofluran grubu için; $p=0,03$) rağmen, hipokapnik süreçteki V_{MCA} ölçümleri karşılaştırıldığında, iki grup arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır ($p=0,09$). (Şekil 1.).

Gruplar arasında, intraoperatif dönemde, normokapnik V_{MCA} ve hipokapnik V_{MCA} ölçümleri arasında oluşan fark yönünden yapılan karşılaştırmalar :

Her üç grup arasında, normokapnik süreçte ölçülen V_{MCA} ile, hipokapnik süreçte ölçülen V_{MCA} ölçümleri arasındaki farkın değerlendirildiği karşılaştırmalarda; gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar ortaya çıkmıştır ($p<0,001$).

Gruplar arasında yapılan ikili eşleştirilmiş karşılaştırmalarda ;

Propofol grubunda, hem Sevofluran, hem de İzofluran grubuna göre, normokapnik ve hipokapnik süreçlerdeki



Şekil 1. Anestezik ajanların, çalışma sürecinde farklı zamanlarda yapılan V_{MCA} ölçümleri üzerine olan etkileri

V_{MCA} ölçümleri arasındaki fark daha düşük bulunmuş olup, bu sonuç, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (sırası ile; $p=0,06$, $p=0,01$).

Yine, Sevofluran ve İzofluran grupları arasında yapılan ikili karşılaştırmada; İzofluran grubunda, V_{MCA} ölçümleri arasındaki bu fark daha yüksek bulunmuş olup, bu sonuç da istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p=0,009$).

Tartışma

Bu çalışma, çalışma protokolünde birbirleri ile karşılaştırılan ajanlardan propofolün, middle serebral arterdeki akım hızını (V_{MCA}), özellikle normokapnik koşullar altında, sevofluran ve izoflurana göre anlamlı olarak azalttığını göstermiştir.

Yapılan insan çalışmalarında, propofolün, serebral metabolik hızı (CMR) azalttığı ve buna sekonder olarak CBF, CBV ve ICP'ı düşürdüğü vurgulanmaktadır (5). Stephan ve arkadaşları (6), iki farklı propofol dozunu (2 mg/kg ve 0,2 mg/kg/dk) karşılaştırmışlar ve CBF ve CMR'da sırası ile % 51 ve % 36'lık düşüşler olduğunu ileri sürmüşlerdir. Propofol-fentanil kombinasyonunu, izofluran-fentanil ve sevofluran-fentanil kombinasyonları ile karşılaştıran bir çalışmada ise, propofol-fentanil kombinasyonunun, diğer gruplara göre intrakraniyal tümörü olan hastalarda, subdural basıncı anlamlı olarak azalttığı bildirilmiştir (7).

Yapılan çalışmalarda, propofol uygulaması esnasında, hem CO_2 'e serebrovasküler yanıtın, hem de otoregülasyonun korunduğu ileri sürülmekle birlikte, propofolün serebral damar yatağında vazokonstriktif etkisinden dolayı, hipokapnik süreçte, CBF'te beklenen düşüşten daha az bir düşüşün gerçekleştiği bildirilmektedir (8,9). Yaptığımız bu çalışmada da, propofol grubunda, hipokapnik süreçte elde ettiğimiz V_{MCA} ölçümleri, normokapnik ölçümlere göre, diğer iki gruba nazaran, daha az bir düşüş trendi göstermiştir.

Volatil anesteziğin, CBF üzerine olan etkileri ile ilgili TCD çalışmaları çelişkili sonuçlar içermektedir ve bu durum, volatil anesteziğin, CBF üzerine iki zıt etki göstermesi ile açıklanmaktadır (10). Bu ajanlar, serebral metabolizmayı, doza bağımlı bir şekilde azaltarak, CBF'i düşürürken, aynı zamanda, intrensik serebral vazodilatör aktiviteye sahip olduklarından dolayı, damar düz kası üzerine olan direk etkileri nedeniyle CBF'i artırır. (11-13). Doza bağımlı olarak değişen bu dengenin, genel ifadelerle, 0,5 MAC konsantrasyonlar için CMR süpresyonu sonucu CBF'in azalması yönünde, 1,0 MAC'ın üzerindeki konsantrasyonlar için, vazodilatör etkinin ön plana çıkması ile CBF'in artması yönünde değiştiği ileri sürülmektedir (14).

Sevofluranın, CBF üzerine etkileri ile ilgili olarak, hem kan akımını düşürdüğüne (15,16), hem de değiştirmedigine (17) ilişkin deneysel çalışmalar yayınlanmıştır. Yapılan bir TCD çalışmasında, 1,2 MAC sevofluran ve 1,2 MAC sevofluran + NO_2 karşılaştırılmış ve sevofluranın, V_{MCA} 'yı düşürdüğü ve her iki grupta da otoregülasyonun bozulmadığı saptanmıştır (18). Yine, Fairgrieve ve arkadaşlarının (18), çocuklarda yapmış oldukları çalışmada, sevofluranın 0,5, 1,0 ve 1,5 MAC konsantrasyonları karşılaştırılmış ve bu üç konsantrasyon

arasında, OAB yönünden anlamlı farklılıklar saptanmasına rağmen, CBF akım hızının, anlamlı olarak değişmediği bildirilmiştir.

Literatürde, izofluranın, CBF üzerine etkilerini karşılaştıran çalışmalarda da, birbiri ile çelişen sonuçlar mevcuttur. İzofluranın, çocuk hastalarda, farklı konsantrasyonlarını karşılaştıran bir çalışmada, 0,5 MAC ve 1,5 MAC arasında, V_{MCA} ölçümleri açısından herhangi bir fark bulunamamıştır (19). Buna karşın, izofluran'ın 1,1 MAC konsantrasyonları ile yapılan bir çalışmada, beyin kan akımı, Kety-Schmidt yöntemi ile ölçülmüş, ve CBF'in yaklaşık % 19 oranında arttığı bulunmuştur (20). Sevofluran ve izofluranı karşılaştıran bir çalışmada, her iki ajan için de 1,5 MAC'lık konsantrasyonlar kullanılmış ve her iki ajanın da, benzer şekilde CBF'i artırdığı tespit edilmiştir (21).

Deyne ve arkadaşlarının (22) yapmış oldukları bir araştırmada, sevofluranın, 1,5 MAC'ın altındaki konsantrasyonlarda, serebral otoregülasyonu bozmadığı ve ICP artışına yol açmadığı, ancak, IV anestezi ajanlarla karşılaştırıldığında, hem izofluran, hem de sevofluranın (izofluran>sevofluran), nörocerrahi prosedürler esnasında, dura açıldıktan sonra cerebral şişmeye eğilimi artırdığı vurgulanmaktadır.

TCD ultrasonografi ile, middle serebral arterdeki akım hızını ölçtüğümüz bu çalışma ile, beyin sadece belli bir bölgesindeki akım hızını ortaya çıkarmış olduk. Ancak, yapılan çalışmalarda, volatil anestezi ajanların, beyin kan akımını, beyin bazı bölgelerinde artırırken, bazı bölgelerinde azalttığı saptanmıştır. Yapılan bir PET çalışmasında, sevofluranın, 1,0 MAC konsantrasyonu için, CBF'i, beyin korteks bölgesinde azalttığı, serebellumda ise artırdığı bildirilirken (23), izofluran ile yapılan çalışmalarda, CBF'teki artışın, subkortikal alanlarda, kortikal alanlara göre daha fazla olduğu ileri sürülmektedir (24).

CBF ile $PaCO_2$ arasında sıkı bir korelasyon söz konusudur ve bu korelasyonun, $PaCO_2$ 'nin 25 mmHg'nın altında olduğu durumlarda bozulduğu ileri sürülmektedir (25). Normal koşullar altında, $PaCO_2$ 'de meydana gelen her 1 mmHg'lık değişiklik, CBF'i dakikada, 1-2 ml/100 gr değiştirmektedir (26). CBF'in istirahat düzeyini değiştiren anestezi ajanlar, dolayısı ile, serebral dolaşımın CO_2 'ye vereceği yanıtı da etkileyebilmekte olup, CBF'in istirahat düzeyinin arttığı koşullarda, hipokapniye olan yanıtın da artacağı, bunun aksine, istirahat düzeyinin azaldığı koşullarda, hipokapniye olan yanıtın azalacağı bildirilmektedir (50). Bizim yaptığımız çalışmada, karşılaştırılan her üç ajan da, intraoperatif dönemin hipokapnik sürecinde, V_{MCA} değerini, normokapnik süreçte ölçülen veya preoperatif dönemde ölçülen değere göre anlamlı olarak azaltmıştır. Bununla birlikte, normokapnik ve hipokapnik süreçler arasındaki V_{MCA} farkı açısından, her üç grup arasında yapılan eşleştirilmiş ikili karşılaştırmalarda, istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlenmiştir. İntraoperatif dönemin normokapnik V_{MCA} ve hipokapnik V_{MCA} ölçümleri arasındaki bu farkın, propofol grubunda daha az, izofluran grubunda ise en fazla olması, yukarıda bahsedilen literatür bilgisini desteklemektedir.

Sonuç

Elbette, TCD ile beynin mutlak kan akımını ölçmek veya beynin global kan akımını değerlendirmek mümkün değildir. Ancak, beyin kan akımı ile akım hızında olabilecek bağlı değişiklikler arasında çok iyi bir korelasyon söz konusu olduğundan dolayı, kolay uygulanabilirliğinin yanı sıra, sürekli monitörizasyon ile anlık değişikliklerin farkına varma olanağı sunması, hem PaCO₂'ye serebrovasküler yanıtın değerlendirilmesinde, hem de anestezi ajanları gibi beyin kan akımına etki edebilecek diğer değişkenlerin karşılaştırmalı çalışmalarında, TCD, giderek yaygınlaşan kullanım alanları ile ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmada, temel olarak, üç farklı anestezi ajanının, hem perioperatif süreçte MCA'deki kan akım hızına etkilerini karşılaştırdık, hem de hipokapnik koşullar altında, PaCO₂'ye olan serebrovasküler yanıtın, bu anestezi ajanları arasında, ne yönde ve nasıl değiştiğini değerlendirdik.

Sonuç olarak, çalışma protokolünde belirtilen doz ve konsantrasyonlarda,

1. Her üç anestezi ajanının da, preoperatif ve postoperatif V_{MCA} değerlerini, anlamlı düzeyde değiştirmediğini,
2. Propofolün, sevofluran ve izoflurana nazaran, V_{MCA}'yı, normokapnik koşullar altında, preoperatif kontrol değerlerine göre anlamlı olarak azalttığını,
3. Her üç ajanın da, intraoperatif dönemin normokapnik ve hipokapnik süreçleri arasında, V_{MCA}'yı anlamlı olarak düşürdüğünü,
4. Bu düşüşün, propofol uygulaması ile, diğer iki gruba göre, daha az olduğunu ve en fazla düşüşün, izofluran grubunda gerçekleştiğini saptadık.

Bu sonuçlar ile, özellikle nörocerrahi prosedürlerde veya intraoperatif ve postoperatif süreçte, ICP artışının hem hasta açısından, hem de cerrahi prosedürün performansı açısından risk oluşturduğu olgularda, anestezi idamesinin propofol infüzyonu ile sağlanması, çalışma protokolünde belirtilen doz ve konsantrasyonlar için, diğer iki ajana göre daha güvenli bir seçenek gibi gözükmektedir. Ancak, bu konuda kesin yargılara varabilmek için, daha geniş serilere sahip randomize kontrollü deneysel çalışmalara gereksinim olduğu kanısındayız.

Kaynaklar

1. Czonyka M, Miller C. Monitoring of cerebral autoregulation. *Neurocrit.Care* 2014;2:95–102
2. Miller RD, Miller's Anesthesia, 8th Ed, Elsevier, Philadelphia, 2015: 2158-99
3. Sankhyani N, Vykunta Raju KN, Suvasini S, Gulati S. Management of raised intracranial pressure. *Indian J Pediatr* 2010;77:1409–1416
4. Mierzwa J, Wronski J, Juniewicz H, Abraszko R. Analysis of own clinical material treated by conservative and aggressive control of intracranial hypertension. *Neurol Neurochir Pol.*, 1999;33(5):1077-87.

5. Schlünzen L, Juul N, Hansekv KV, Cold GE. Regional cerebral blood flow and glucose metabolism during propofol anaesthesia in healthy subjects studied with positron emission tomography. *Acta Anaest. Scand.* 2012;56(2):248-55
6. Stephan H, Sonntag H, Schenk HD, Kohlhausen S. Effects of Disoprivan (propofol) on the circulation and oxygen consumption of the brain and CO₂ reactivity of brain vessels in the human. *Anaesthesist* 1987;36:60–65.
7. Vandesteene A, Trempont V, Engelman E, et al. Effect of propofol on cerebral blood flow and metabolism in man, *Anaesthesia*, 1988;43:42–43.
8. Marval PD, Perin ME, Hancock MS, Mahajan RS. The effects of propofol or sevoflurane on the estimated cerebral perfusion pressure and zero flow pressure, *Anesth Analg.*, 2005;100:835–40
9. Santra S, Das B. Subdural pressure and brain condition during propofol vs isoflurane - nitrous oxide anaesthesia in patients undergoing elective supratentorial tumour surgery. *Indian Journal of Anaesthesia* 2009;53 (1):44-51
10. Moppett IK, Mahajan RP. Transcranial Doppler ultrasonography in anaesthesia and intensive care, *Br J Anaesth.*, 93: 710–24, 2004
11. Matta BF, Heath KJ, Tipping K, Summors AC. Direct cerebral vasodilatory effects of sevoflurane and isoflurane, *Anesthesiology*, 1999;91: 677–80
12. Shan J, Sun L, Wang D, Li X. Comparison of the neuroprotective effects and recovery profiles of isoflurane, sevoflurane and desflurane as neurosurgical preconditioning on ischemia/reperfusion cerebral injury. *Int J Clin Exp Pathol* 2015;8(2):2001-2009
13. Bruins B, Kilbaugh TJ, Margulies SS, Friess SH. The anesthetic effects on vasopressor modulation of cerebral blood flow in an immature swine model. *Anesth Analg.* 2013;116(4): 838–844
14. Miller RD, Miller's Anesthesia, 8th Ed, Elsevier, Philadelphia, 2015: 387-422.,
15. Reinsfelt B, Westerlind A, Ricksten SE. The effects of sevoflurane on cerebral blood flow autoregulation and flow-metabolism coupling during cardiopulmonary bypass. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011; 55: 118–123
16. Goettel N, Patet C, Rossi A, Burkhart CS, Czonsnyka M, Strebel SP, Steiner LA. Monitoring of cerebral blood flow autoregulation in adults undergoing sevoflurane anesthesia: a prospective cohort study of two age groups. *J Clin Monit Comput* DOI 10.1007/s10877-015-9754-z
17. Kaisti KK, Langsjö JW, Aalto S, et al. Effects of sevoflurane, propofol, and adjunct nitrous oxide on regional cerebral blood flow, oxygen consumption, and blood volume in humans. *Anesthesiology* 2003; 99:603–613

18. Fairgrieve R, Rowney DA, Karsli C, Bissonnette B. The effect of sevoflurane on cerebral blood flow velocity in children, *Acta Anaesthesiol Scand*. 2003; 47(10):1226-1230,
19. Bissonnette B, Leon JE. Cerebrovascular stability during isoflurane anesthesia in children, *Can J Anaesth*, 1992; 39:128-134,
20. Lenz C, Rebel A, Klaus V, et al. Local cerebral blood flow, local cerebral glucose utilization, and flow-metabolism coupling during sevoflurane versus isoflurane anesthesia in rats, *Anesthesiology* 1998; 89:1480–1488.
21. Oshima T, Karasawa F, Okazaki Y, Wada H, Satoh T. Effects of sevoflurane on cerebral blood flow and cerebral metabolic rate of oxygen in human beings: a comparison with isoflurane, *Eur J Anaesthesiol*. 2003; 20(7):543-547.
22. De Deyne C, Joly LM, Ravussin P. Newer inhalation anaesthetics and neuro-anaesthesia: what is the place for sevoflurane or desflurane? *Ann Fr Anesth Reanim* 2004; 23(4):367-374.
23. Kaisti K, Metsahonkala L, Teras M, et al., Effects of surgical levels of propofol and sevoflurane anesthesia on cerebral blood flow in healthy subjects studied with positron emission tomography, *Anesthesiology* 2002; 96:1358–1370.
24. Reinstrup P, Ryding E, Algotsson L, et al. Distribution of cerebral blood flow during anesthesia with isoflurane or halothane in humans, *Anesthesiology* 1995; 82:359–366.
25. Sato M, Pawlik G, Heiss WD. Comparative studies of regional CNS blood flow autoregulation and responses to CO₂ in the cat, *Stroke* 1984; 15:91–97.
26. Smith AL, Wollman H. Cerebral blood flow and metabolism: Effects of anesthetic drugs and techniques, *Anesthesiology* 1972; 36:378–400.