

Jinekolojik Laparoskopik Operasyonlarda İntraabdominal Karbondioksit İnsüflasyonuna Bağlı End-Tidal Karbondioksit Değişiklikleri Serebral Oksijenizasyonu Etkiliyor Mu?

Do End-Tidal Carbon dioxide Changes Due to Intraabdominal Carbon dioxide Insulation in Gynecological Laparoscopic Operations Affect Cerebral Oxygenation?

Semra Cevher¹ , Asuman Sargin² , Semra Karaman² , Fatma Zekiye Aşkar² 

¹ Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim Araştırma Hastanesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Bakırköy/İstanbul

² Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Bornova/İzmir

ÖZET

AMAÇ: Çalışmamızda, jinekolojik laparoskopik cerrahi geçiren hastalarda, End-tidal Karbondioksit (EtCO₂) değerlerindeki artışın serebral oksijenizasyondaki etkileri ve bunun hastaların kognitif fonksiyonlar üzerindeki etkisini araştırmayı hedefledik.

GEREÇ VE YÖNTEM: Jinekolojik laparoskopik operasyon uygulanan 43 hasta çalışmaya dahil edildi. Operasyon süresince end-tidal karbondioksit (EtCO₂) değerlerine göre hastalar ılımlı hipokarbik (Grup 1) (n=21) ve ılımlı hiperkarbik (Grup 2) (n=22) olarak 2 gruba ayrıldı. Hastaların indüksiyon öncesi (T1), indüksiyon sonrası (T2), insüflasyonda (T3), insüflasyondan 20 dk. (T4), 50 dk. (T5), 80 dk. (T6) sonrası, desüflasyonda (T7), ekstübasyon sonrası (T8) hemodinamik verileri ve Near Infra-Red Spektroskopi (NIRS) değerleri kaydedildi. Hastalara operasyondan 1 saat önce ve 1 saat sonra standardize mini mental test (SMMT) uygulandı.

BULGULAR: Hastaların tamamında operasyon süresi ile birlikte EtCO₂, parsiyel karbondioksit basıncı (paCO₂) ve NIRS değerlerinde artış saptanırken 2 grup arasında anlamlı fark gözlenmedi. Çalışmaya katılan bir hastada ekstübasyon sonrası bronkospazma geliştiği dönemde serebral desatürasyon gözlemlendi.

SONUÇ: İntraoperatif EtCO₂ değerlerinden bağımsız olarak hastalarda; CO₂ insüflasyonu sonrası zamanla bağlantılı olarak NIRS değerlerinde artış görüldü. Hastaların postoperatif SMMT puanları preoperatif değerlerine göre yüksek bulundu. Bunun CO₂ gazının serebral damarlar üzerine yaptığı vazodilatasyonla ilişkili olduğunu düşünmekteyiz. Ancak bu sonuç klinik olarak önemli bir fark yaratmadı.

Anahtar Kelimeler: Near Infra-Red Spektroskopi, laparoskopi, serebral perfüzyon, jinekolojik anestezi, mini mental durum testi

ABSTRACT

OBJECTIVE: In our study, we aimed to investigate the effects of the increase in EtCO₂ values on cerebral oxygenation and its effect on cognitive functions in patients undergoing gynecological laparoscopic surgery.

MATERIALS AND METHODS: 43 patients who underwent gynecological laparoscopic operation were included in the study. The patients were divided into two groups according to end-tidal carbon dioxide values (EtCO₂) throughout the operation as moderate hypocarbic (Group 1) (n = 21) and moderate hypercarbic (Group 2) (n = 22). The hemodynamic data and Near Infrared Spectroscopy (NIRS) values of the patients before induction (T1), after induction (T2), at insufflation (T3), 20 minutes (T4), 50 minutes (T5) and 80 minutes (T6) after insufflation, at desufflation (T7) and after extubation (T8) were recorded. The standardized mini-mental test (SMMT) was applied to the patients 1 hour before the operation in the preoperative period and 1 hour after the operation in the postoperative period

RESULTS: In all patients, EtCO₂, partial pressure of carbon dioxide (paCO₂) and NIRS values increased with the operation time. A significant difference was not observed between the 2 groups. In 1 patient included in the study, cerebral desaturation was observed during the period when bronchospasm developed after extubation.

CONCLUSION: An increase in NIRS values was observed over time after CO₂ insufflation in the patients independent of the intraoperative EtCO₂ values. Postoperative SMMT scores of the patients were higher compared to their preoperative values. We think that this was associated with vasodilatation in the cerebral vessels caused by CO₂ gas. However, this result did not make a clinically significant difference.

Keywords: Near-Infrared Spectroscopy, laparoscopy, cerebral perfusion, gynecological anesthesia, mini-mental state examination

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Asuman Sargin, MD, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Kazımdirik Mah, Ege Üniv. Hst. No:9 Bornova, İzmir/Türkiye

E-Posta/E-Mail: asuozdemir@hotmail.com || Tel: +90 532 749 8824

Received/Geliş Tarihi: 18.06.2021|| **Accepted/Kabul Tarihi:** 22.11.2021

Bu Eser Creative Commons Atıf-Gayriticari 4.0 Uluslararası Lisansı İle Lisanslanmıştır. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).



GİRİŞ

Laparoskopik jinekolojik cerrahi için, trendelenburg pozisyonu ve CO₂ insüflasyonu ile yapılan pnömoperitoneum gerekmektedir. Bunun sonucunda kardiyovasküler, respiratuvar, metabolik ve serebral fizyolojide değişiklikler meydana gelir. Trendelenburg pozisyonu ve pnömoperitoneum, intrakraniyal basınçta artışa neden olduğu gibi serebral kan akımı ve volümünde de değişikliklere sebep olur. Bu değişiklikler, serebral perfüzyon basıncını etkilemektedir. Laparoskopik jinekolojik operasyonlarda serebral hemodinamideki değişiklikler serebral oksijenizasyonun da etkilenmesine yol açar. Ayrıca pnömoperitonyuma bağlı olarak CO₂ hızla peritoneal membrandan kan dolaşımına absorbe olur ve dolaşımdaki CO₂, karbonik asit yapımı ile respiratuvar asidoz oluşturmaktadır (1).

Serebral oksimetre ölçümü, non invaziv Near Infra-Red Spektroskopi (NIRS) tekniğiyle çalışan bir monitörizasyondur ve 30 yılı aşkın süredir gündemde olsa da rutin olarak tüm operasyonlarda uygulanmamaktadır. Serebral oksimetre ölçümü, non invaziv NIRS tekniğiyle çalışan bir monitörizasyondur. NIRS olarak bilinen cihazlar sürekli ve invaziv girişim gerektirmediğinden güvenli bir yöntem olup beyindeki oksijen azlığının saptanmasını sağlamaktadır. Bu monitörizasyonun kardiyak cerrahiler, hipotansif cerrahiler ve trendelenburg pozisyonunda uzun süre takip edilen hastalarda serebral doku oksijen düzeyini değerlendirmede fayda sağladığı farklı çalışmalarla gösterilmiştir (2-5).

Çalışmamızda, jinekolojik laparoskopik cerrahi geçiren hastalarda, EtCO₂ değerlerindeki artışın serebral oksijenizasyondaki etkileri ve bunun kognitif fonksiyonlar üzerindeki etkisini araştırmayı hedefledik.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya hastane etik kurul onayı (kurul no:18-5/34) ve hastaların yazılı onamları sonrası jinekolojik laparoskopik cerrahi geçiren 46 hasta dahil edildi. End-tidal karbondioksit (EtCO₂) değerine göre ılımlı hipokarbi (32±5 mmHg) (Grup 1) ve hiperkarbi (42±5 mmHg) (Grup 2) grubu olarak randomize iki gruba ayrılan hastalardan roküronyum ve sugammadex alerjisi olanlar, roküronyum alerjisi, sugammadex alerjisi, böbrek ve karaciğer hastalığı, serebrovasküler, nörolojik, nöromusküler, kardiyak, pulmoner hastalık, alın bölgesinde geniş deri yarası veya cilt hastalığı olan, serebral kan akımını etkileyecek ilaç kullanan

hastalar ile gebelik ve laktasyonu olan hastalar çalışma kapsamı dışında tutuldu.

Operasyon ekibi NIRS değerlerinden habersiz olarak normal rutin operasyon prosedürünü uyguladı. İşlemden bir saat önce hastalar standardize mini mental test (SMMT) ile değerlendirildi. Operasyon salonuna alındıktan sonra standart monitörizasyon (EKG, puls oksimetre ve non-invaziv kan basıncı monitörizasyonu) sonrası genel anestezi uygulandı. Ancak anestezi uygulaması öncesi hastaların her iki frontal bölgesi temizlendikten sonra NIRS probu yapıştırıldı. Anestezi indüksiyonunda tüm hastalarda 0,5 mg Atropin, 1-2 mg/kg propofol, 1,5-2 mcg/kg fentanil, 0,6 mg/kg roküronyum uygulandı ve hastalar orotrakeal entübe edildi. Orotrakeal entübasyon sonrası radial arter kanülü takılarak invaziv arter monitörizasyonu uygulandı. Operasyon sırasında tidal volümü 6 ml/kg olacak şekilde ayarlandı. Hastaların EtCO₂ değeri 32±5 mmHg altında veya 42±5 mmHg'den yüksek ise solunum sayısı artırılıp azaltılarak bu sınırlar içerisinde kalması sağlandı. Operasyon sırasında hastaların tümünde trendelenburg pozisyonu baş aşağı 15° olacak şekilde ayarlandı. Olgu rapor formuna hastanın demografik verileri (yaş, boy, kilo), operasyon ve anestezi süreleri, sistolik, diyastolik ve ortalama kan basınçları, kalp hızı, oksijen saturasyonu, EtCO₂ basıncı, ekspirasyon sonu pozitif basınç (PEEP), tidal volüm, solunum frekansı, pnömoperitonyum basıncı, pH, parsiyel oksijen basınç (PaO₂) ve parsiyel karbondioksit basınç (PaCO₂) değerleri kaydedildi. NIRS değerlerine monitörde indüksiyon öncesi (T1), indüksiyon sonrası (T2), gaz insüflasyonu sırasında (T3), insüflasyondan 20 dk. (T4), 50 dk. (T5) ve 80 dk. (T6) sonra, desüflasyonda (T7) ve ekstübasyon sonrası (T8) bakıldı. Yine anestezi indüksiyonundan 10 dk. sonra, insüflasyondan 20 dk. sonra, 80 dk. sonra (operasyon süresi>120 dk. olduğunda) ve ekstübasyondan 5 dk. sonra hastalardan arteriyel kan gazı alındı ve olgu rapor formuna kaydedildi. Ayrıca pnömoperitonyum süresi, operasyon sırasında verilen sıvı (kristaloid ve kolloid) miktarları, yoğun bakımda ve hastanede kalış süreleri de not edildi. Operasyonun bitiminden 1 saat sonra hastalara tekrar SMMT yapıldı. Hastalarda gelişen serebral saturasyon değişiklikleri ile hastaların kognitif fonksiyonlarına etkisi olup olmadığı istatistiksel olarak belirlendi.

İstatistiksel Yöntem:

İstatistiksel hesaplamalarda SPSS 15.0 (Windows için, SPSS inc., IL, ABD) programından yararlanıldı. Veriler ortalama ± standart sapma (SD) şeklinde ifade edildi. İstatistiksel analizlerde gruplar arası karşılaştırmalarda kategorik değişkenler için ki-kare ve Fisher exact testi, niceliksel değişkenler için bağımsız örneklili t testi ve Mann-Whitney U testi, korelasyon analizleri için Pearson yöntemi kullanılmış ve p≤0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 46 hastadan 2 tanesinde cilt altı amfizem gelişmesi 1 hastada ise ekstübasyon sırasında ciddi bronkospazm gelişmesi nedeniyle 3 hasta çalışma kapsamı dışında tutulmuş ve istatistiksel değerlendirmeler için toplam 43 hasta kullanılmıştır.

Demografik Veriler

Hastaların demografik verileri değerlendirildiğinde toplam 43 hastanın yaş ortalaması 40,16±11,16 yıl idi. Gruplar arasında hastaların ağırlığı dışındaki demografik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Hastaların vücut kitle indeksinde de (VKİ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (Tablo 1).

Tablo 1. Hastaların Demografik Verileri

	Grup 1 (n±SD)	Grup 2 (n±SD)	p
Yaş	39,73±11,92	40,62±10,58	0,79
Boy (cm)	160±6,8	163,19±5,28	0,09
Ağırlık (kg)	64,59±9,44	72,9±13,42	0,023*
VKİ (kg/m ²)	25,32±4,14	27,35±4,87	0,014

n: sayı, SD: standart sapma, VKİ: vücut kitle indeksi

Ek hastalık açısından iki grup karşılaştırıldığında Grup 1'deki hastalarda ek hastalık oranı %31,8 iken, Grup 2'de %57,1 olarak bulundu ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı (p=0,09).

Grup 1'de anestezi süresi ortalama 130,68±43,84 dk., operasyon süresi ortalama 111,59±43,07 dk. bulunurken, Grup 2'de anestezi süresi ortalama 128,1±52,45 dk., operasyon süresi 108,1±50,46 dk. bulundu. Her iki grupta da anestezi ve operasyon süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (p=0,861, p=0,808).

Grup 1'deki hastalarda pnömoperitoneum süresi ortalama 96,36±40,47 dk., Grup 2'deki hastalarda ise ortalama 90,33±48,76 dk. olduğu tespit edildi. Her iki grup arasında pnömoperitoneum süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (p=0,66).

Hastaların postoperatif yoğun bakımda kalma süreleri Grup 1'de ortalama 1,5 gün, Grup 2'de 1,67 gün olarak bulunurken hastanede kalış süreleri Grup 1'de ortalama 3,64 gün, Grup 2'de ise 4,05 gün olarak saptanmıştır. Postoperatif yoğun bakımda kalış süresi ile peroperatif hastanede kalış süreleri arasında pozitif bir korelasyon olduğunu görülmüştür (korelasyon katsayısı=+0,8). Hastaların yoğun bakımda kalma süreleri uzadıkça hastanede kalma süreleri de artmış olarak tespit edilmiştir.

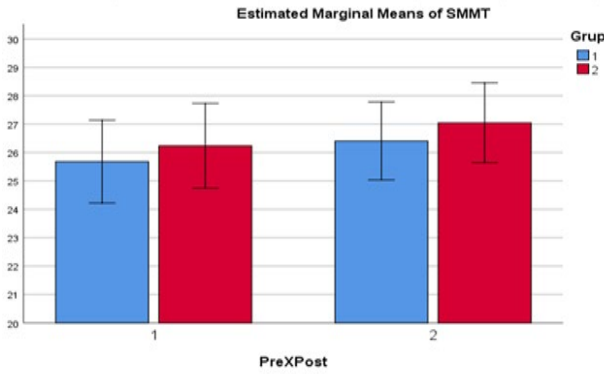
Her iki grup uygulanan hidrasyon açısından değerlendirildiğinde, Grup 1'deki hastalara intraoperatif ortalama 1065,91±306,8 mL kristaloid sıvı alırken, Grup 2'deki hastalar ise ortalama 995,24±257,8 mL kristaloid sıvı almıştır. Gruplar, verilen kristaloid solüsyon miktarı açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p=0,41). Hastaların hiçbirinde intraoperatif kolloid solüsyon ihtiyacı olmamıştır.

Operasyondan yaklaşık 1 saat önce yapılan SMMT değerleri hastalarda 25,68±3,85 iken, Grup 2'deki hastalarda 26,24±2,8 olarak bulundu (Şekil-1). Hastalara operasyondan 1 saat sonra yapılan SMMT değerleri ise Grup 1'de 26,41±3,55 iken, Grup 2'de 27,05±2,76 olarak tespit edildi. Grupları kendi içinde değerlendirildiğinde; her iki grupta da preoperatif SMMT değerleri ile postoperatif SMMT değerleri aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edildi (p=0,009, p=0,009). Fakat iki grup arasında değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (p=0,53). Preoperatif SMMT değeri düşük olan hastaların postoperatif SMMT değerlerinin de düşük, yüksek olanların ise yine yüksek olduğu görüldü. Bu açıdan değerlendirildiğinde preoperatif SMMT değerleri ile postoperatif SMMT değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir (korelasyon katsayısı=+0,78).

Hastaların preoperatif ve postoperatif SMMT değerleri ile ek hastalık varlığı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş olup (p=0,01), bu ilişkinin gruplar arasında anlamlı olmadığı saptandı (p=0,93).

Preoperatif SMMT değeri düşük olan hastaların postoperatif yoğun bakımda kalış ve hastanede kalış sürelerinin yüksek, yüksek olanların ise düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil-1). Bu ilişki preoperatif SMMT değerleri ile yoğun bakım ve hastanede kalış süreleri arasında negatif bir korelasyon olduğunu göstermektedir (korelasyon katsayısı= -0,55, -0,54).

Şekil 1. Grupların Preoperatif ve Postoperatif SMMT Değerleri



* $p < 0.05$. SMMT: Standardize Mini Mental Test

Hemodinami ve NIRS Verileri

Tüm hastaların bazal kalp atım hızı (KAH), sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB), ortalama arter basıncı (OAB) ve periferik oksijen saturasyonu (SpO₂) değerleri sırasıyla 86,95±13,25 atım/dk., 138,41±21,81 mmHg, 81,67±9,85 mmHg, 99,51±19,05 mmHg ve 98,34±1,41 olarak saptandı.

Hastaların KAH değerleri zamansal olarak incelendiğinde her iki grupta da T2 ve T8 değerleri tüm zamanlar arasında en yüksek değerler olarak saptanırken, T2 değerleri T1 değerlerine göre yüksek ve T2 döneminden sonra T8 dönemine kadar bütün zamanlarda progresif olarak bir düşüş saptanmıştır. Bu değerler birbirleri ile karşılaştırıldığında T1 ve T2 ile T1 ve T3 değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu, diğer bütün dönemlerde ise başlangıç ve bir önceki dönemlere göre ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

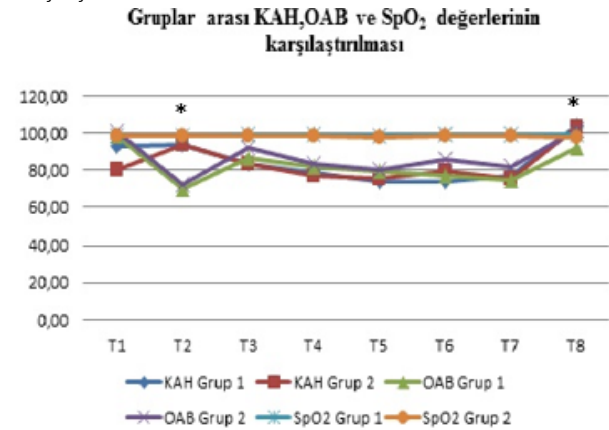
Hastaların SAB değerleri zamansal olarak incelendiğinde her iki grupta da T1 ve T8 değerleri tüm zamanlar arasında en yüksek değerler olarak saptanırken, T2 değerleri T1 değerlerine göre düşük, T3 dönemi T2 dönemine göre yüksek ve T3 döneminden sonra T8 dönemine kadar bütün zamanlarda progresif olarak bir düşüş saptanmıştır. Bu değerler birbirleri ile karşılaştırıldığında T1 ve T8 ile T2 ve T7 değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu, diğer bütün dönemlerde ise başlangıç ve bir önceki dönemlere göre ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Hastaların DAB değerleri zamansal olarak incelendiğinde her iki grupta da T1 ve T8 değerleri tüm zamanlar arasında en yüksek değerler olarak saptanırken, T2 değerleri T1 değerlerine göre düşük, T3 dönemi T2 dönemine göre yüksek ve T3 döneminden sonra T8 dönemine kadar bütün

zamanlarda progresif olarak bir düşüş saptanmıştır. Bu değerler birbirleri ile karşılaştırıldığında T2 ve T7 ile T3 ve T8 değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu, diğer bütün dönemlerde ise başlangıç ve bir önceki dönemlere göre ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca değerler tüm zamanlarda her iki grup arasında karşılaştırıldığında Grup 2'deki hastaların DAB değerleri Grup 1'deki hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur. ($p=0.03$)

Hastaların OAB değerleri zamansal olarak incelendiğinde her iki grupta da T1 ve T8 değerleri tüm zamanlar arasında en yüksek değerler olarak saptanırken, T2 değerleri T1 değerlerine göre düşük, T3 dönemi T2 dönemine göre yüksek ve T3 döneminden sonra T8 dönemine kadar bütün zamanlarda progresif olarak bir düşüş saptanmıştır. Bu değerler birbirleri ile karşılaştırıldığında T2 ve T7, T1 ve T3 ile T1 ve T8 değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu, diğer bütün dönemlerde ise başlangıç ve bir önceki dönemlere göre ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Şekil- 2).

Şekil 2. Gruplar Arasında KAH, OAB ve SpO₂ değerlerinin karşılaştırılması



* $p < 0.05$. KAH: Kalp atım hızı, SAB: Sistolik arter basıncı, DAB: Diyastolik arter basıncı, OAB: Ortalama arter basıncı, SpO₂: Periferik oksijen saturasyonu. T1: induksiyon öncesi, T2: induksiyon sonrası, T3: insüflasyonda, T4: insüflasyondan 20 dk., T5: insüflasyondan 50 dk., T6: insüflasyondan 80 dk. sonrası, T7: desüflasyonda,

SpO₂ değerlerine bakıldığında ise zamanla anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen, Grup 1'deki SpO₂ değerleri Grup 2'deki SpO₂ değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p=0,01$).

Hastaların kaydedilen PEEP, tidal volüm ve frekans değerleri incelendiğinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (PEEP için $p=0,15$, tidal volüm için $p=0,53$,

frekans için p=0,31). Ancak frekans değerlerinde T2 ve T3 dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen, T3 döneminden sonra zamana bağlı olarak her iki grupta da anlamlı bir artış gözlenmiştir (p=0,000).

Anestezi induksiyonu sonrası dönemde kan gazı sonuçları incelendiğinde zamana bağlı olarak pH, paO₂ ve SpO₂ değerlerinde anlamlı bir düşüş, paCO₂ değerlerinde ise anlamlı bir artış tespit edilmiştir (p=0,000). Ayrıca bu parametreler her iki grup arasında karşılaştırıldığında Grup 2'de pH değerinin Grup 1'e göre daha düşük, paCO₂ değerinin ise daha yüksek olduğu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,000, p=0,000). Grup 1'de ise Grup 2'ye göre paO₂ değerinin anlamlı yüksek olduğu tespit edilmiştir (p=0,034). Ancak her iki grupta kan gazında bakılan SpO₂ değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır (p=0,22). Tüm zamanlarda kaydedilen serebral bölgesel kan akımı oksijen saturasyonu (rSO₂), sağ rSO₂ (RrSO₂) ve sol rSO₂ (LrSO₂) değerlerine bakıldığında ise, zamanla her iki değerde anlamlı artışlar tespit edilmiştir (p=0,000) (Şekil3). Ancak Grup 1 ve Grup 2 de RrSO₂ ve LrSO₂ değerleri karşılaştırıldığında her iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır (RrSO₂ için p=0,21, LrSO₂ için p=0,20) (Tablo 2).

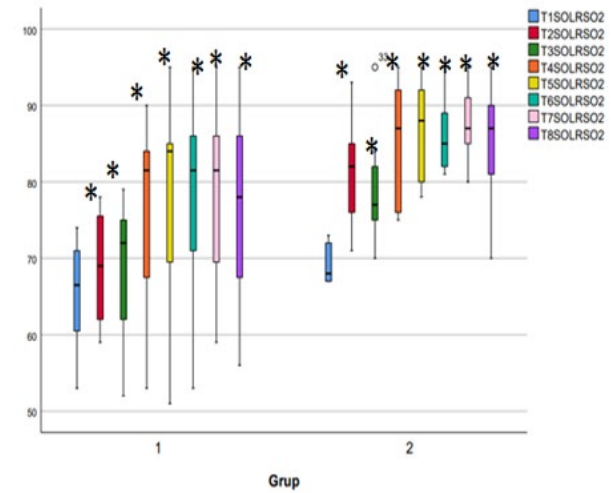
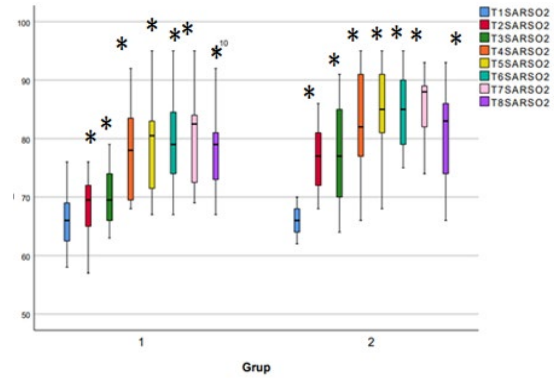
Tablo 2. Sağ ve Sol Serebral Bölgesel Kan Akımı Oksijen Satürasyonu ile EtCO₂ Arasındaki İlişki

		T2	T3	T4	T5	T6	T7
		EtCO ₂	EtCO ₂	EtCO ₂	EtCO ₂	EtCO ₂	EtCO ₂
CC	RrSO ₂	0,256	-0,036	0,050	0,031	0,021	0,031
	LrSO ₂	0,246	0,049	0,092	0,032	0,273	0,192
Sig	RrSO ₂	0,098	0,817	0,751	0,863	0,928	0,844
	LrSO ₂	0,112	0,757	0,559	0,859	0,232	0,218
CC	RrSO ₂	.470 ^{**}	.318 [*]	.337 [*]	.378 [*]	.484 [*]	.317 [*]
	LrSO ₂	.390 ^{**}	.310 [*]	0,213	0,270	.492 [*]	0,258
Sig	RrSO ₂	0,001	0,038	0,027	0,027	0,026	0,038
	LrSO ₂	0,010	0,043	0,170	0,123	0,023	0,095
CC	RrSO ₂	.310 [*]	.324 [*]	0,275	0,214	0,321	0,212
	LrSO ₂	0,254	0,300	0,159	0,176	.446 [*]	0,200
Sig	RrSO ₂	0,043	0,034	0,074	0,225	0,156	0,173
	LrSO ₂	0,100	0,051	0,308	0,320	0,043	0,199
CC	RrSO ₂	0,149	0,207	0,240	0,086	0,059	0,152
	LrSO ₂	-0,009	0,085	0,051	-0,046	0,147	0,036
Sig	RrSO ₂	0,340	0,182	0,122	0,629	0,801	0,330
	LrSO ₂	0,955	0,587	0,745	0,797	0,525	0,819
CC	RrSO ₂	-0,032	0,102	0,102	0,082	0,081	0,018
	LrSO ₂	-0,055	0,144	0,034	-0,051	0,155	0,001
Sig	RrSO ₂	0,858	0,567	0,566	0,645	0,728	0,920
	LrSO ₂	0,759	0,417	0,849	0,775	0,503	0,993
CC	RrSO ₂	0,041	0,245	0,222	0,134	0,094	0,236
	LrSO ₂	0,164	0,324	0,363	0,228	0,200	0,357
Sig	RrSO ₂	0,861	0,284	0,334	0,561	0,685	0,302
	LrSO ₂	0,478	0,151	0,105	0,321	0,384	0,112
CC	RrSO ₂	0,129	0,218	0,166	0,051	0,222	0,117
	LrSO ₂	0,047	0,170	0,051	0,036	0,304	0,053
Sig	RrSO ₂	0,411	0,160	0,287	0,774	0,334	0,456
	LrSO ₂	0,764	0,277	0,745	0,840	0,180	0,735

*p<0,05. RrSO₂: Sağ serebral bölgesel kan akımı oksijen saturasyonu, LrSO₂: sol serebral bölgesel kan akımı oksijen saturasyonu, CC: Correlation Coefficient, Sig: Significance (2-tailed), T1: induksiyon öncesi, T2: induksiyon sonrası, T3: insüflasyonda, T4: insüflasyondan 20 dk., T5: insüflasyondan 50 dk., T6: insüflasyondan 80 dk. sonrası, T7: desüflasyonda, EtCO₂

Tüm zamanlarda kaydedilen RSO₂ (sağ rSO₂) ve LSO₂ (sol rSO₂) değerlerinde zamanla her iki değerde anlamlı artışlar tespit edilmiş (Şekil-3) olup bu artışın SMMT puanındaki artışla ilişkisi ise aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 3). Buna göre; rSO₂ değerlerindeki artış ile SMMT puanlarındaki artış arasında anlamlı herhangi bir korelasyon tespit edilmemiştir.

Şekil 3. Grup 1 ve Grup 2'deki hastaların tüm zamanlardaki sağ ve sol serebral bölgesel kan akımı oksijen saturasyonu (rSO₂) değerleri



*p<0.05. Serebral bölgesel kan akımı oksijen saturasyonu (rSO₂), RrSO₂: sağ rSO₂, LrSO₂: sol rSO₂, T1: induksiyon öncesi, T2: induksiyon sonrası, T3: insüflasyonda, T4: insüflasyondan 20 dk., T5: insüflasyondan 50 dk., T6: insüflasyondan 80 dk. sonrası, T7: desüflasyonda,

TARTIŞMA

Günümüzde jinekolojik işlemlerin çoğu laparoskopik olarak gerçekleştirilmektedir. Jinekolojik laparoskopi operasyonu sırasında meydana gelen CO₂ pnömoperitonyumu ve derin

trendelenburg pozisyonu sonucu intrakraniyal basınç ve beyin kan akımı değişiklikleri nedeniyle serebral O₂ metabolizması etkileneceği gösterilmiştir (6).

Tablo-3: Sağ ve Sol Serebral Bölgesel Kan Akımı Oksijen Satürasyonu ile Preoperatif ve Postoperatif SMMT Arasındaki İlişkisi

		Pre-Op SMMT		Post-Op SMMT	
T1	RrSO ₂	CC	0,017	-0,125	
		Sig	0,912	0,426	
	LRSO ₂	CC	-0,050	0,070	
		Sig	0,748	0,654	
T2	RrSO ₂	CC	-0,066	-0,173	
		Sig	0,674	0,267	
	LRSO ₂	CC	-0,115	-0,019	
		Sig	0,465	0,904	
T3	RrSO ₂	CC	0,137	0,056	
		Sig	0,381	0,721	
	LRSO ₂	CC	-0,028	0,017	
		Sig	0,858	0,915	
T4	RrSO ₂	CC	-0,002	-0,016	
		Sig	0,990	0,918	
	LRSO ₂	CC	-0,049	0,008	
		Sig	0,757	0,957	
T5	RrSO ₂	CC	-0,051	-0,092	
		Sig	0,776	0,606	
	LRSO ₂	CC	0,041	0,108	
		Sig	0,818	0,541	
T6	RrSO ₂	CC	0,068	-0,072	
		Sig	0,770	0,757	
	LRSO ₂	CC	0,117	0,035	
		Sig	0,614	0,882	
T7	RrSO ₂	CC	-0,056	-0,071	
		Sig	0,722	0,653	
	LRSO ₂	CC	-0,014	0,111	
		Sig	0,931	0,479	

RrSO₂: Sağ serebral bölgesel kan akımı oksijen satürasyonu, LRSO₂: sol serebral bölgesel kan akımı oksijen satürasyonu, CC: Correlation Coefficient, Sig: Significance (2-tailed), T1: indüksiyon öncesi, T2: indüksiyon sonrası, T3: insüflasyonda, T4: insüflasyondan 20 dk., T5: insüflasyondan 50 dk., T6: insüflasyondan 80 dk. sonrası, T7: desüflasyonda, T8: ekstübasyon sonrası. SMMT: Standardize Modifiye Mental Test, Pre-Op: Operasyon Öncesi, Post-Op: Operasyon Sonrası

Yapılan çalışmalar elektif jinekolojik laparoskopilerde CO₂ insüflasyonu, pnömoperitonyum ve trendelenburg süresince hastaları serebral oksimetreyle ile rSO₂ değişimlerini izlemenin önemini vurgulanmaktadır. Çalışmamızda jinekolojik laparoskopik operasyonlarda intraabdominal CO₂ insüflasyonuna bağlı NIRS değerlerinin EtCO₂ değişikliklerinden bağımsız zamana bağlı olarak da arttığını tespit ettik.

Lee ve ark (7), trendelenburg pozisyonu ve pnömoperitonyum beyin kan akımı ve hacmini daha fazla olmak üzere intrakraniyal basıncı artırdığı tespit etmişlerdir. Çalışmalarında serebral fizyolojide meydana gelen bu

değişikliklerin serebral perfüzyon ve serebral oksijenizasyonu etkilediği belirtilmiştir. Pnömooperitonyum sırasındaki beyin kan akımı değişikliklerinin PaCO₂ artışına bağlı değiştiği ancak PaCO₂'in normokarbik seviyede olmasının pnömoperitonyum sonucu serebral kan akımı değişikliğini engel olacağını savunmuşlardır. Trendelenburg pozisyonunda da serebral oksijenizasyon değerlerinde düşmenin normokarbik tutulduğu sürece negatif bir etkisi olmadığı da vurgulanmıştır. Fakat pnömoperitonyum süresi boyunca hiperkapnenin olmasının serebral oksijenizasyonu bozacağını ifade etmişlerdir. Yapılan bir hayvan çalışmasında pnömoperitonyumun intraabdominal ve intratorasik basınca neden olarak serebrospinal sıvı absorpsiyonunda bozulmaya yol açtığı belirtilmiştir. Bunun sonucunda lomber venöz drenajın azalması ile intrakraniyal basıncın artmış olduğunu belirtmişlerdir. Hiperkarbinin de vazodilatasyon nedeni ile intrakraniyal basınçta artışta etkili olduğu da vurgulanmıştır (8). Pozisyon ve pnömoperitoneum kadar hiperkarbinin intrakraniyal basıncı etkilediğini belirten birçok çalışma bulunmaktadır (4, 5, 9-11). Birçok çalışmada da normokarbinin serebral oksijenizasyon için önemli olduğu görülmektedir (5, 12).

De Waal (13) düşük intraabdominal basınçlı pnömoperitonyumun çocuklar üzerinde serebral oksijenizasyonu ve serebral kan hacmini nasıl etkilediği konusundaki çalışmalarında CO₂ insüflasyonunun tüm hastalarda EtCO₂'de yükselmeye neden olduğu, sonucunda ise rSO₂'de ve serebral kan akımında artışın meydana geldiğini saptamışlardır. Desüflasyon sonrasında ise EtCO₂ ve PaCO₂ değerlerinde düşüş görülmesine rağmen bazal değerlere ulaşılmadığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da insüflasyonla beraber EtCO₂ ve rSO₂ değerlerinde artış olmuş ancak desüflasyon ile rSO₂ değerlerinde değişiklik olmamıştır. Bu da beklenen bir sonuçtur.

Asaad (14), EtCO₂'in 40 mmHg'nin üstüne çıktığında rSO₂ değerlerinde anlamlı bir artma olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca ortalama arter basıncı ve kalp atım hızının da yükseldiğini saptamıştır. Meng ve ark (14), EtCO₂ değerlerinin 45mmHg'dan 25 mmHg'ye düşürülmesinin rSO₂ değerlerinde de %4,3'lük bir düşmeye neden olduğunu, farklı EtCO₂ değerleri karşılaştırıldığında ise yüksek EtCO₂'de daha az serebral desatürasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Kitajima ve ark (16) ise farklı bir serebral oksijenizasyon monitörü ile EtCO₂'i laparoskopik cerrahi

sırasında 33,9±1,3 mmHg ile maksimum 52,8±3,3 mmHg'ye kadar artırmış ve hiperkapninin tetiklediği serebral kan hacmindeki artış ile hem serebral oksihemoglobin hem de azalan hemoglobin değerlerinde, insüflasyon sonrası yükselme olduğunu göstermişlerdir. Biz de çalışmamızda özellikle EtCO₂ değerinin yükselmesi ile rSO₂'de fark oluşup oluşmayacağını tespit etmek istedik. Ancak gruplar arasında herhangi bir fark tespit etmedik. Bunun nedeni Asaad'ın çalışmasını özellikle obez hastalarda (BMI of ≥30 kg/m²) yaptığı için diğer sistemlerdeki ek sorunların bu sonuca katkıda bulunabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürlere bakıldığında Gipson ve ark. (17) yaptığı çalışmanın laparoskopik cerrahi uygulamalarda serebral oksijenizasyonu değerlendiren çok önemli bir çalışma olduğu görülmektedir. Toplam 70 hastayı içeren ve 1004 tane rSO₂ değeri kaydedilen çalışmalarında, hastaların geçirdiği birçok laparoskopik cerrahide pnömoperitonyuma bağlı serebral oksijen satürasyonun değişebileceğini bulmuşlardır. Hastaların komorbid hastalıklarının da serebral oksijen satürasyonun olumsuz yönde etkilenebileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda EtCO₂'i yüksek olan hasta grubumuzda komorbid hastalıkların da daha yüksek olduğunu tespit ettik. Bu hastalarımızda rSO₂ değerlerinin de anlamlı olmasa da nispeten daha yüksek olduğu görülmektedir.

Trendelenburg pozisyonuna bağlı serebral doku oksijen satürasyonda azalmanın görüldüğü önemli parametrelerden birisi de hastanın yaşıdır (18). Yapılan bir çalışmada bazal rSO₂ değerlerinin genç hasta grubunun, beklendiği gibi yaşlı hasta grubuna göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak genç hasta grubunda rSO₂ değerindeki maksimum düşüş, yaşlı hasta grubuna göre daha az bulunmuştur (19). İleri yaşlı hastalarda serebral oksijen ihtiyacı ve desteği arasında dengenin korunması çok daha kritik olabilmektedir. Bizim çalışmamızda hastalarımızın yaşları arasında anlamlı bir fark yoktu.

Oztan ve ark (20), laparotomi ve laparoskopik cerrahi geçiren hastalardaki CO₂ insüflasyonunun ve trendelenburg pozisyonunun beyin oksijenizasyonuna olan etkilerini değerlendirmişlerdir. Laparoskopik cerrahi grubunda LSO₂ değerlerinde bütün dönem boyunca bazal değere göre anlamlı yükseldiğini ancak her iki grup hastaların RSO₂ değerlerinde anlamlı bir farklılık olmadığını görmüşlerdir. Nedeni olarak LSO₂'deki yükselmenin hastaya verilen sol lateral pozisyon ile ilgili olabileceğini,

pozisyonunda bu açıdan önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda RSO₂ ve LSO₂ değerlerinde tüm zamanlarda bazal değere göre anlamlı bir artma olmadığı saptanmıştır. Bizim vakalarımızda hastalar sadece trendelenburg pozisyonuna alınmış olup lateral pozisyon verilmemiştir.

Kamney ve ark. (21) laparoskopik yöntemle ventriküloperitoneal (VP) şant yapılacak 10 hastada farklı intraabdominal basınç uygulamasında pik inspiratuvar basınç (PIB) ve intrakraniyal basınçları (IKB) değerlendirmişler, EtCO₂ sabit olduğu zaman intraabdominal basınçta artma ile PIB ve IKB'de da artma olmasına rağmen serebral perfüzyon basıncında (SPB) anlamlı bir değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir. Ancak bir kısım hastada 15 cmH₂O intraabdominal basınç ile IKB fazla yükseldiğini ve SPB nasıl olursa olsun müdahale edilmesi gereken önemli bir durum olduğunu belirtmişlerdir. Başka çalışmalarda da intrakraniyal lezyonu olan hastalarda laparoskopik cerrahi uygulamalarında, trendelenburg pozisyonu ile artan IKB, BKA ve beyin kan volümünde azalma sonucu serebral doku oksijenizasyonda bozulma olabileceği bildirilmiştir (22, 23).

Kolb ve ark. (24) hipoksida rSO₂'nin düştüğünü, hiperkapnide ise hem rSO₂ hem de orta serebral arter akış hızının yükseldiği sonucuna varmışlardır. Yapılan bir çalışmada, anestezi indüksiyonu sırasında serebral oksijenizasyonda anestetik ajana bağlı gelişen hipotansiyona rağmen rSO₂'de hafif bir artma tespit edilmiş ve bunun nedeni inspire edilen oksijen fraksiyonunun (FiO₂) oda havasından fazla olmasına bağlanmıştır (25). Picton ve ark (26) yaptığı bir çalışmada, EtCO₂ farklı seviyede ve farklı FiO₂ değerlerinde rSO₂ değerleri arasında karşılaştırma yapmışlardır. EtCO₂'i 30-35 mmHg aralığında iken FiO₂ %1 ve FiO₂ %0,3 değerlerinde rSO₂'nin oksijen fraksiyonu fazla olduğunda %8 oranında daha yüksek bulmuşlardır. EtCO₂'i 40-45 mmHg aralığında ise FiO₂ %1 ve FiO₂ %0,3 değerlerinde rSO₂'deki bu yükselmenin %7 oranında olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak tüm gruplar arasında kombine artmış EtCO₂ ve yüksek FiO₂'nin serebral satürasyonu korumada en başarılı durum olduğunu bulmuşlardır. Bizim çalışmamızın sonucunda da FiO₂ aynı değerlerde iken EtCO₂ değerindeki artışın serebral satürasyon üzerine olumlu etkisi olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda insüflasyon ve trendelenburg pozisyonundan sonra OAB değerlerinde artış olduğu görüldü. Hipotansiyonda serebral oksijenizasyona etkileri yaşa bağlı olarak da değişmektedir (15). Anestezi indüksiyonunda uygulanan propofol bağı olarak hem yaşlı hem de genç grupta OAB ve rSO₂ değerlerinde bazale göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir. Bazal rSO₂ değerleri yaşlı hasta grubunda %77,3±6,1 iken genç hasta grubunda %83±6,1 olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada indüksiyonda gelişen hipotansiyona bağı olarak rSO₂'de anlamlı düşme olduğunu bildirmişlerdir. Lovell ve ark. (23) anestezi indüksiyonu boyunca serebral oksijenizasyonu ölçtüklerinde ise propofol uygulanmasına rağmen rSO₂'de düşme yerine hafif bir artış saptamışlardır. Bunu propofol bağı hipotansiyona rağmen FiO₂'nin propofol indüksiyonu boyunca oda havasından %25 fazla olmasına bağlamışlardır. Özgün ve ark (27) OAB ile rSO₂ arasında negatif bir korelasyon tespit etmiştir.

Laparoskopik cerrahide hastalarda; pnömoperitonyum, pozisyon (trendelenburg, sağ-sol tilt) ve desüflasyona bağı olarak hemodinamik değişiklikler görülebilmektedir. Eric E. C. De Waal' in (13) yaptığı bir çalışmada; CO₂ insüflasyondan sonra OAB ve KAH'de artışa neden olduğu tespit edilmiştir. O'Malley ve Cunningham (28) laparoskopik uygulamalarda OAB artışının intraabdominal basınca bağı aorta bası oluşmasına ve afterloadta artış görülmesi sonucu gelişebileceğini ifade etmişlerdir. Schman ve ark (29), trendelenburg pozisyonunda yüksek kan basıncının serebral ödem oluşmasını ağırlaştırabileceği veya tetikleyebileceği için OAB'nin normal aralıkta tutulması gerektiğini vurgulamışlardır. Trendelenburg pozisyonu sonrası başlangıçta gelişen ortalama kan basıncındaki yüksekliğin serebral oto regülasyon ile önemli bir etki yapmayacağını ifade etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise; hemodinamik parametrelerden KAH'de laparoskopik cerrahi olan hastalarda trendelenburg pozisyonundan 5 dk. sonra ve supin pozisyondan 5 dk. sonra anlamlı artış olsa da OAB, EtCO₂ ve SpO₂ değerlerinde anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır (20). Osama M. Asaad'ın (14) çalışmasında pnömoperitonyum ve ters trendelenburg pozisyonuyla birlikte OAB değerlerinde anlamlı bir azalma olmuştur. Bizim çalışmamızda; insüflasyon ve trendelenburg pozisyonuyla birlikte OAB değerlerinde yükselme olurken desüflasyondan sonra OAB değerlerinde düşme görülmüştür. Ancak OAB ile rSO₂ arasında herhangi bir korelasyon bulunmamıştır.

De Waal (13) artan rSO₂ ile serebral kan volümünde (SKV) arasında pozitif korelasyon olduğunu ancak paCO₂ ile rSO₂ arasında bir korelasyon bulunmadığını saptamıştır. Çalışmamızda SKV değerlerini ölçmedik fakat paCO₂ ile rSO₂ arasında anlamlı bir pozitif korelasyon tespit edildi. Yapılan bir başka çalışmada insüflasyonda verilen CO₂ akım hızıyla rSO₂ değerleri arasında ilişki bulunmadığını intraabdominal basınçla ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (30). Bizim çalışmamızda tüm hastalarda standart intraabdominal basınç ve CO₂ insüflasyon hızı uygulandığı için bu konuda herhangi değerlendirme yapılamadı. Ancak çalışmamızda pnömoperitonyum ve trendelenburg pozisyonuyla birlikte rSO₂ değerlerinde bir önceki döneme göre anlamlı artış meydana gelmiştir. Bu artışın pnömoperitonyumla beraber CO₂ insüflasyonu sonucu olduğunu düşünmekteyiz.

Casati ve arkadaşlarının (18) yaptığı bir başka çalışmada, serebral oksijen desatürasyonuna müdahale edilen gruba göre müdahale edilmeyen grupta; daha düşük SMMT puanı, daha uzun postoperatif yoğun bakım ve hastanede kalış süresine sahip olduğu gösterilmiştir. Wobith ve ark (31) yaptığı bir diğer çalışmada ise düşük SMMT değerlerinin uzun hastanede kalış süresiyle ilişkili olabileceği gösterilmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada da düşük SMMT puanına sahip olan hastaların daha uzun postoperatif yoğun bakım ve hastanede kalış sürelerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Colak ve ark. (32) koroner arter bypass cerrahisi sırasında NIRS monitörizasyonunun, operasyon sonrası nörokognitif fonksiyonlardaki gerileme üzerine etkilerini değerlendirmek için yaptıkları çalışmalarında postoperatif 7. günde yaptıkları kognitif değerlendirmede NIRS ile izlenen grupta kognitif fonksiyonların diğer gruba göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Yao ve ark (33) kardiyopulmoner bypass olan hastalarda beyin oksijen desatürasyonun (rSO₂ %40), ameliyat sonrası nöropsikolojik disfonksiyonla ilişkili olduğunu belirtmektedir.

Çalışmamız sonucunda; intra operatif rSO₂ değerlerinin EtCO₂ değerlerinden bağımsız bir şekilde zamanla ilişkili olarak yükseldiğini ve postoperatif SMMT değerlerinin preoperatif SMMT değerlerine göre daha yüksek olduğunu tespit ettik. Bu sonucun, intra operatif dönemde CO₂ değerlerinin yükselmesi ve serebral vazodilatasyona sebep olması nedeniyle serebral perfüzyona olumlu etkileri ile

ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz. Ancak bu konuda net bir şey söyleyebilmek için yüksek serili, daha geniş hasta profiline ve daha uzun pnömoperitoneum süresine sahip çok sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır.

Etik: Bu çalışmanın etik kurul onayı alınmıştır (no:18-5/34).

Ethics committee approval had been taken (no:18-5/34).

Yazar katkı durumu; Çalışmanın konsepti; SC, AS, SK, FZA, dizaynı; SC, AS, SK, FZA, Literatür taraması; SC, AS, SK, FZA, verilerin toplanması ve işlenmesi; SC, AS, SK, FZA, istatistik; SC, AS, SK, FZA, yazım aşaması; SC, AS, SK, FZA,

Author contribution status; The concept of the study; SC, AS, SK, FZA, design; SC, AS, SK, FZA, literature review; SC, AS, SK, FZA, collecting and processing data; SC, AS, SK, FZA, statistics; SC, AS, SK, FZA, writing phase; SC, AS, SK, FZA,

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

The author declares no conflict of interest.

Finansal Destek: yoktur / Funding: none

doi: <https://doi.org/10.33713/aegetbd.930256>

KAYNAKLAR

1. Ninomiya K, Kitano S, Yoshida T, T Bando, D Baatar, T Matsumoto. Comparison of pneumoperitoneum and abdominal wall lifting as to hemodynamics and surgical stress response during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*.1998;12:124-8.
2. Murkin JM, Adams SJ, Novick RJ, Quantz M, Bainbridge D, Iglesias I, et al. Monitoring brain oxygen saturation during coronary bypass surgery: a randomized, prospective study. *Anesth Analg* 2007;104(1):51-8.
3. ST Tan. Cerebral Oksimetri In Cardiac Surgery. *Hong Kong Med J* 2008;14:220-5.
4. Huettemann E, Terborg C, Sakka SG, Petrat G, Schier F, Reinhart K. Preserved CO₂ reactivity and increase in middle cerebral arterial blood flow velocity during laparoscopic surgery in children. *Anesth Analg* 2002;94:255-8.
5. Papadimitriou LS, Livanios SH, Moka EG, Demesticha TD, Papadimitriou JD. Cerebral blood flow velocity alterations, under two different carbon dioxide management strategies, during sevoflurane anesthesia in gynecological laparoscopic surgery. *Neurol Res* 2003;25:361-9.
6. Erol S, Günaydın B. Jinekolojik Laparoskopik Cerrahide Serebral Oksimetre Kullanımının Önemi. *Gazi Med J* 2012;23:126-32.
7. Lee JR, Lee PB, Do SH, Jeon YT, Lee JM, Hwang JY, Han SH. The effect of gynaecological laparoscopic surgery on cerebral oxygenation. *J Int Med Res* 2006;34:1-6.
8. Acar C, Toktaflı C. Laparoskopik cerrahinin temel fizyolojik etkileri. *Türk Urol Sem* 2010;1:119-125.
9. Abe K, Hashimoto N, Taniguchi A, Yoshiya I. Middle cerebral

artery blood flow velocity during laparoscopic surgery in head-down position. *Surg Laparosc Endosc* 1998;8:1-4.12.

10. Fujii Y, Tanaka H, Tsuruoka S, Toyooka H, Amaha K. Middle cerebral arterial blood flow velocity increases during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1994;78:80-3.13.

11. Huettemann E, Terborg C, Sakka SG, Petrat G, Schier F, Reinhart K. Preserved CO₂ reactivity and increase in middle cerebral arterial blood flow velocity during laparoscopic surgery in children. *Anesth Analg* 2002;94:255-8.

12. Cho H, Nemoto EM, Yonas H, Balzer J, Scلابassi RJ. Cerebral monitoring by means of oximetry and somatosensory evoked potentials during carotid endarterectomy. *J Neurosurg* 1998;89:533-8.

13. de Waal EC, Vries JW, Kruitwagen CL, Kalkman CJ. The effects of low-pressure carbon dioxide pneumoperitoneum on cerebral oxygenation and cerebral blood volume in children. *Anesth Analg*. 2002;94:500-5.

14. Asaad OM. Different ventilation techniques and hemodynamic optimization to maintain regional cerebral oxygen saturation (rScO₂) during laparoscopic bariatric surgery: a prospective randomized interventional study. *J Anesth*. 2018;32(3):394-402.

15. Meng L, Mantulin WW, Alexander BS. Head-up tilt and hyperventilation produce similar changes in cerebral oxygenation and blood volume: an observational comparison study using frequency domain near-infrared spectroscopy. *Can J Anaesth*. 2012;59:357-65.

16. Kitajima T, Shinohara M, Ogata H. Cerebral oxygen metabolism measured by near-infrared laser spectroscopy during laparoscopic cholecystectomy with CO₂ insufflation. *Surg Lap Endo*. 1996;6:210-2.

17. Gipson CL, Johnson GA, Fisher R, et al. Changes in cerebral oximetry during peritoneal insufflation for laparoscopic procedures. *J Minim Access Surg*. 2006;2:67-72.

18. Casati A, Fanelli G, Pietropaoli P, Proietti R, Tufano R, Montanini S. Monitoring cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing general abdominal surgery: a prospective cohort study. *Eur J Anaesthesiol* 2007;24:59-65.

19. Hung YC, Huang CJ, Kuok CH, Chien CC, Hsu YWI. The effect of hemodynamic changes induced by propofol induction on cerebral oxygenation. *J Clin Anesth* 2005;17:353-7.

20. Oztan MO, Aydın G, Çakar EB, Sutaş Bozkurt P, Köylüoğlu G. Effects of Carbon Dioxide Insufflation and Trendelenburg Position on Brain Oxygenation During Laparoscopy in Children. *Surgia Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2019;29(2):90-94.

21. Kamney THE, Elmadhun NY, Kasper EM, Papavassiliou E, Schneider BE. Abdominal insufflation for laparoscopy increases intracranial and intrathoracic pressure in human subjects. *Surg Endosc* 2016;30:4029-4032.

22. Magnaes B. Body position and cerebrospinal fluid pressure. Part 1: clinical studies on the effect of rapid postural changes. *J Neurosurg* 1976 44:687-97.

23. Lovell AT, Marshall AC, Elwell CE, Smith M, Goldstone JC. Changes in cerebral blood volume with changes in position in awake and anesthetized subjects. *Anesth Analg* 2000;90:372-76.

24. Kolb JC, Ainslie PN, Ide K, Poulin MJ. Proctocol to measure acute cerebrovascular and ventilatory responses to isocapnic hypoxia in humans. *Respir Physiol Neurobiol* 2004;141:191-199.
25. Lovell AT, Owen-Reece H, Elwell CE, Smith M, Goldstone JC. Continuous measurement of cerebral oxygenation by near infrared spectroscopy during induction of anesthesia. *Anesth Analg* 1999;88:554-8.
26. Picton P, Dering A, Alexander A, Neff M, Miller BS, Shanks A, Housey M, Mashour GA. Influence of Ventilation Strategies and Anesthetic Techniques on Regional Cerebral Oximetry in the Beach Chair Position: A Prospective Interventional Study with a Randomized Comparison of Two Anesthetics. *Anesthesiology*. 2015;123(4):765-74.
27. Özgün A., Sargin A., Karaman S., Günüşen İ., Alper I., Aşkar F. Z. The relationship between the Trendelenburg position and cerebral hypoxia in patients who have undergone robot-assisted hysterectomy and prostatectomy. *Turk J Med Sci* 2017;47:1797-1803.
28. O'Malley C, Cunningham AJ. Physiologic changes during laparoscopy. *Anesthesiol Clin North Am* 2001;1:1-18.
29. Schramm P, Treiber AH, Berres M, Pestel G, Engelhard K, Werner C, Closhen D. Time course of cerebrovascular autoregulation during extreme Trendelenburg position for robotic-assisted prostatic surgery. *Anaesthesia* 2014;69:58-63.
30. Pelizzo G, Carlini V, Iacob G, et al. Pediatric laparoscopy and adaptive oxygenation and hemodynamic changes. *Pediatr Rep*. 2017;9:21-25.
31. Wobith M, Acikgöz A, Grosser K, Weimann A. Preoperative cognitive function in very old patients: Influence on the complication rate and length of hospitalization. *Chirurg* 2019;90:930-935.
32. Colak Z, Borojevic M, Bogovic A, Ivancan V, Biocina B, Kogler VM, Influence of Intraoperative Cerebral Oximetry Monitoring on Neurocognitive Function After Bypass Surgery: a randomized, prospective study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2015;47:447-54.
33. Yao F.S. , Tseng C.C. , Ho C.Y. , Levin S.K, Illner P. Cerebral oxygen desaturation is associated with early postoperative neuropsychological dysfunction in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004;18(5):552-558