

Laparoskopik Bariatrik Cerrahinin Serebral Oksijenizasyon Üzerine Etkisi

Effect of Laparoscopic Bariatric Surgery on Cerebral Oxygenation

Ezgi TURAN^a,
İclal ÖZDEMİR KOL^b,
Onur AVCI^b,
Ahmet Cemil İSBİR^b,
Kenan KAYGUSUZ^b,
Sinan GÜRSOY^b

^aAnesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,
Sivas Yıldızeli Devlet Hastanesi,
^bAnesteziyoloji ve Reanimasyon AD,
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Tıp Fakültesi,
Sivas, TÜRKİYE

Received: 20.08.2018
Received in revised form: 20.09.2018
Accepted: 20.09.2018
Available online: 28.06.2019

Correspondence:
Onur AVCI
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Tıp Fakültesi,
Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD,
Sivas,
TÜRKİYE/TURKEY
dronuravci@gmail.com

ÖZET Amaç: Bariatrik cerrahi yöntemleri morbid obez hastalarda tedavinin önemli bir parçasıdır. Bu çalışmada; genel anestezi altında laparoskopik bariatrik cerrahinin ters trendelenburg pozisyonu, karbondioksit insüflasyonu ve pnömoperitonyum süresince serebral oksimetri ile takip edilen rSO₂ değerleri üzerine olan etkilerini araştırdık. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya, Cumhuriyet Üniversitesi etik kurul onayı alındıktan sonra 40 gönüllü bariatrik cerrahi operasyonu uygulanacak, 18-60 yaş arası, ASA I- III olan genel cerrahi hastası dahil edildi. Hastaların hemodinamik parametreleri ve rSO₂ değerleri başlangıçta, operasyon süresince her 5 dakikada bir, anestezi indüksiyonundan hemen sonra (T1), CO₂ insüflasyonunun başlangıcında (T2), pnömoperitonyumun 10. dakikasında (T3), pnömoperitonyumun 20. dakikasında (T4) ve 30. dakikasında (T5), hasta pozisyonunun ters trendelenburg yapılmasının 5. dakikasında (T6), 10. dakikasında (T7), cerrahi bittikten sonra hasta supin pozisyona getirildikten sonra (T8) ve ekstübasyon sonrası (T9) değerler ölçülüp kaydedildi. **Bulgular:** Çalışmaya alınan bireylerin değişik zamanlarda ölçülen rSO₂ değerleri karşılaştırıldığında farklılık anlamlı bulundu. Ölçümler ikiyeşerli olarak karşılaştırıldığında; bazal ile T1, T2, T8 arası farklılık, T1 ile T9 arası farklılık anlamlı bulunurken, diğer değerler arasındaki fark anlamsız bulundu. Çalışmamızda rSO₂ değerleri izleminde bazal değere göre indüksiyon sonrası, CO₂ insüflasyon başlangıcı ve ters trendelenburg 10. dk değerlerinde istatistiksel olarak artış saptandı. İndüksiyon sonrası ölçülen rSO₂ değerine göre ekstübasyon sonrası değerde azalma görüldü. Hiçbir hastamızda operasyon boyunca serebral desatürasyon gözlenmedi. **Sonuç:** Genel anestezi altında bariatrik cerrahi yapılan sınırlı sayıdaki hastalarda uygulanan ters trendelenburg pozisyonun ve pnömoperitonyumun serebral oksijen saturasyonu açısından belirgin bir farklılık oluşturmadığını, cerrahi pozisyonun hastalarda hemodinamik olarak iyi tolere edildiğini ve rSO₂'deki değişimlerin hemodinamik değişikliklerle de paralellik gösterdiğini tespit ettik.

Anahtar Kelimeler: Obezite; bariatrik cerrahi; yakın-kızılötesi spektroskopisi

ABSTRACT Objectives: Bariatric surgery methods are an important piece of morbid obesity treatment. In this research; we investigated the effects of laparoscopic bariatric surgery on rSO₂, which is measured by using cerebral oxymeter, during reverse trendelenburg position, carbon dioxide insuflation and pneumoperitonium under general anesthesia. **Material and Methods:** After the patients' and Cumhuriyet University Ethics Committee's approval are taken; 40 voluntary, ASA I-III bariatric surgery patients at the age of 18-60 years were taken into the research. Hemodynamic parameters and rSO₂ values were recorded at every 5 minutes of the operation, immediately after anesthesia induction (T1), at the starting of CO₂ insuflation (T2), at 10th (T3), 20th (T4) and 30th (T5) minute of pneumoperitonium (T3), at 5th (T6) and 10th (T7) minute of positioning the patient into reverse trendelenburg, after positioning the patient into supine position at the surgery (T8) and after extubation (T9). **Results:** When we compare the rSO₂ values which were measured at different times, the difference was significant. When the measurements were compared as in double; differences between basal and T1, T2, T8 and difference between T1 and T9 were significant and differences between the other values were insignificant. In our research; there was a statistically increase in rSO₂ after induction, at the start of CO₂ insuflation and at 10th minute of positioning into reverse trendelenburg when compared to basal value. There was a decrease in rSO₂ values that measured after extubation compared to values that measured after induction. Cerebral desaturation was not observed in any patient during the operation. **Conclusion:** It was seen that there was no significant difference in terms of cerebral oxygen saturation of the pneumoperitoneum and reverse trendelenburg position applied in limited number of patients undergoing bariatric surgery under general anesthesia. Surgery position was hemodynamically well-tolerated by the patients and the changes on rSO₂ have parallels with hemodynamic changes.

Keywords: Obesity; bariatric surgery; near infrared spectroscopy

Obezite; adipoz dokuda anormal yağ birikmesi sonucu vücut ağırlığının, olması gereken ideal vücut ağırlığından fazla olması olarak tanımlanır.¹ Obezite tanısında Beden Kitle İndeksi (BKİ) kullanılmaktadır. BKİ; vücut ağırlığının, metre cinsinden boyun karesine bölünmesi ile bulunmaktadır. Beden kitle indeksinin 30 kg/m² üzerinde olması obezite lehinedir.² Obezitenin; tip 2 diyabet, hiperlipidemi, hipertansiyon, koroner arter hastalığı, uyku apnesi ve bazı kanser tipleri ile yakından ilişkisi bulunmaktadır.^{3,4} Obezite tedavisinde günümüzde kullanılmakta olan birçok yöntem mevcuttur. Bunlar diyet, spor, farmakolojik tedavi, psikolojik destek ve davranış tedavisi ve cerrahi tedaviler olarak sınıflandırılabilir. Cerrahi yöntemlerin daha başarılı olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.⁵ Bu durum bariatrik cerrahinin öneminin ve gün geçtikçe sayısının artmasına sebep olmuştur. Ancak bariatrik cerrahide obeziteye bağlı fizyolojik değişiklikler, cerrahinin laparoskopik yöntemle gerçekleştiriliyor olması ve zor hasta pozisyonları bu hastalarda anestezi yönetiminde bazı zorluklara neden olmaktadır.

Serebral oksimetre bölgesel oksijen saturasyonunun ölçümünde kullanılan, near infrared spectroscopy (NIRS) tekniğiyle çalışan, serebral oksijen sunumu ve tüketim arasındaki dengenin invaziv olmayan ve sürekli bir monitörü olarak kullanılabilen bir tekniktir. Nabız ve akım gerektirmeden kapiller örneği yansıtarak hedef organ oksijenizasyonunu ve perfüzyonunu gösterir.⁶ Genel anestezi uygulamalarında NIRS teknolojisi kullanılarak yapılan sınırlı sayıda çalışma vardır.⁷

Bu çalışmada genel anestezi altında laparoskopik bariatrik cerrahinin ters trendelenburg pozisyonu, karbondioksit insuflasyonu ve pnömo peritonyum süresince serebral oksimetri ile takip edilen rSO₂ değerleri üzerine olan etkilerini araştırmayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma için, Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun 11.07.2017 tarih ve 2017-07/21 numaralı kararı ile onay alındı. Çalışmaya; bariatrik cerrahi operasyonu uygulanacak, 18-60 yaş arası, ASA fiziksel durum sınıflaması I-III olan

40 gönüllü Genel Cerrahi hastası dahil edildi. Çalışmaya alınmama kriterleri arasında; 18-60 yaş grubu aralığında olmamak, ASA III'den yukarı olmak, hastanın çalışmaya onay vermemesi, kontrolsüz kardiyovasküler, respiratuar, metabolik, serebrovasküler hastalığı olan hastalar olarak belirlendi. Elektif şartlarda bariatrik cerrahi operasyonu planlanan hastalar operasyon salonuna alındı. Hastalar yapılacak çalışma ile ilgili bilgilendirildi ve tüm hastalara yazılı aydınlatılmış onam belgesi imzalatıldı. Tüm hastaların yaşı, kilosu, boyu, cinsiyeti, cerrahinin tipi öncelikli olarak kaydedildi.

Hastalar, işlem yapılacak olan masaya alınarak elektrokardiyografi (EKG), noninvaziv arteriyel kan basıncı ve puls oksimetreyi (SpO₂) (Drager Infinity Vista XL monitör) içerecek şekilde rutin monitörizasyonları yapıldı. Hastalara 18 veya 20 gauge kanül ile periferik intravenöz (i.v) damar yolu açıldı ve idame dozunda kristalloid infüzyonuna başlandı.

Monitorizasyonları sağlandıktan sonra ortalama kan basıncı (OKB), kalp atım hızı (KAH), periferik oksijen saturasyonu (SpO₂), bölgesel oksijen saturasyonu (rSO₂) (somatenic regional oxymetri) ölçüldü ve bu değerler bazal değer olarak alındı.

Ameliyattan yarım saat öncesi midazolam (Pharmada, 5mg/1ml) 0,025-0,05 mg/kg intramüsküler uygulanarak premedikasyon yapılan hastalara anestezi induksiyonunda propofol (Fresenius Kabi %2) 2,5 mg /kg dozunda, stres yanıtı baskılamak amacıyla fentanil (Vem, 0,5mg/10ml) 1-1,5 mikrogram/kg dozunda kullanıldı. Kas gevşetici ajan olarak da 0,5 mg/kg rokuronyum bromür (Merck Sharp & Dohme, 50mg/5ml) kullanıldı. İdamede ise %100 O₂ içinde %2 sevofluran (Abbive) kullanılarak inhalasyon anestezisi yapıldı. Bütün hastalara preoperatif dönemde aspirasyon ve tromboemboli profilaksisi uygulandı. Hastalar için özel cerrahi masalar kullanıldı. Hastalar rutin 3 dk preoksijenize edildikten sonra uygun endotrakeal tüp ile entübe edildi. Sonrasında anestezi idamesine geçildi. Tidal volüm 6ml/kg, etCO₂ (end tidal karbondioksit) değerleri 35-45 mmHg arasında olacak şekilde ve PEEP (Positive End Expiratory Pressure, ekspirasyon sonu pozitif basınç) değerleri 5 cm H₂

O olacak şekilde mekanik ventilatör ayarları yapıldı.

Hastalar monitorize edildikten sonra OKB, KAH, SPO₂ ve rSO₂ değerleri ölçülerek kaydedildi (Bazal). Operasyon süresince her 5 dakikada bir OKB, KAH, SPO₂, etCO₂ ve rSO₂ değerleri kaydedildi. Aynı işlemler anestezi indüksiyonundan hemen sonra (T1), CO₂ insüflasyonunun başlangıcında (T2), pnömoperitonyumun 10.dakikasında (T3), pnömoperitonyumun 20. dakikasında (T4) ve 30. dakikasında (T5), hasta pozisyonunun ters trendelenburg yapılmasının 5. dakikasında (T6), 10.dakikasında (T7), cerrahi bittikten sonra hasta pozisyonu supin pozisyona getirildikten sonra (T8) ve ekstübasyon sonrası (T9) değerler ölçülüp kaydedildi.

Başlangıçta ölçülen rSO₂ değerlerinin kritik seviyeler altına inmesi halinde intraabdominal basınç düşürülerek, hasta pozisyonu ters trendelenburg pozisyonundan supin pozisyona getirilerek müdahale edildi. Pnömoperitonyum basınçlarının 12-15 mmHg düzeyinde tutulmasına özen gösterildi.

Uygun saha temizliği ve örtülmeyi takiben verres iğnesiyle umblikustan girilerek CO₂ insüflasyonuna başlandı. Yeterli intraabdominal basınç sağlandıktan sonra trokarlar yerleştirildi ve hasta 20 derece ters trendelenburg pozisyona alındı. Cerrahi süresince intraabdominal basınç 12-15 mmHg'de idame ettirildi. Operasyon sonunda kas gevşeticinin etkisini antagonize etmek amacıyla sugammadex (Schering-plough 100 mg/ml) 4mg/kg dozda uygulandı.

İSTATİSTİKSEL YÖNTEM

Çalışmada elde edilen verilerin SPSS (Ver: 22;0) programına yüklenerek değerlendirilmesinde pa-

rametrik test varsayımları yerine getirildiğinde (Kolmogorov-Smirnov) tekrarlı ölçümlerde varyans analizi, bonferroni testi, değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için korelasyon analizi kullanılmış, verilerimiz tablolarda aritmetik ortalama, ± standart sapma şeklinde belirtilip yanılma düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

BULGULAR

Çalışmaya aldığımız hastaların 20 (%50)'si kadın, 20 (%50)'si erkekti.

Çalışmaya aldığımız bireylerin demografik verileri **Tablo 1**'dedir.

Çalışmaya alınan bireylerin değişik zamanlarda ölçülen OKB değerleri karşılaştırıldığında, farklılık anlamlı bulundu (p<0,05). Ölçümler ikişerli olarak karşılaştırıldığında; bazal ve T1 ile T7 arası farklılık, T3, T4, T5, T6, T7, T8 ile T9 arası farklılık anlamlı bulunurken (p<0,05), diğer değerler arasındaki fark anlamsız bulunmuştur (p>0,05) (**Tablo 2**).

Çalışmaya alınan bireylerin değişik zamanlarda ölçülen KAH değerleri karşılaştırıldığında farklılık anlamlı bulundu (p<0,05). Ölçümler ikişerli olarak karşılaştırıldığında; bazal ile T1, T2, T9 arası farklılık, T2 ile T5, T6, T7, T8 arası farklılık, T9 ile T5, T6, T7, T8 arası farklılık anlamlı bulunurken (p<0,05), diğer değerler arasındaki fark anlamsız bulundu (p>0,05) (**Tablo 3**).

Çalışmaya alınan bireylerin değişik zamanlarda ölçülen SpO₂ değerleri karşılaştırıldığında, farklılık anlamlı bulundu (p<0,05). Ölçümler ikişerli olarak karşılaştırıldığında; bazal ile T1,T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 arası farklılık, T1, T2, T3, T4, T5,

TABLO 1: Çalışmaya alınan bireylerin demografik verileri.

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Yaş (yıl)	18,0	60,0	34,27	11,15
Kilo (kg)	90,0	185,0	126,07	19,90
Boy (m)	1,53	1,90	1,68	0,081
BKİ (kg/m ²)	36,36	64,00	44,26	5,67
Operasyon süresi (dk)	60	100	74,83	8,69
P, peritonyum süresi (dk)	35	70	51,30	8,98

T6, T7, T8 ile T9 arası farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer değerler arasındaki fark anlamsız bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4).

Çalışmaya alınan bireylerin değişik zamanlarda ölçülen EtCO₂ değerleri karşılaştırıldığında, farklılık anlamlı bulundu ($p<0,05$). Ölçümler ikiserli olarak karşılaştırıldığında; T1 ile T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 arası farklılık, T2 ile T3, T4, T5, T6, T7, T8 arası farklılık, T3 ile T4, T5 arası farklılık, T4 ile T7 arası farklılık, T5 ile T6, T7 arası farklılık ve T7 ile T8 arası farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer değerler arasındaki fark anlamsız bulundu ($p>0,05$) (Tablo 5).

TABLO 2: Değişik zamanlarda ölçülen Ortalama kan basıncı (OKB) değerlerinin karşılaştırılması.

Zaman	Ortalama	Standart Sapma
Bazal	103,17 ^a	9,03
T1	102,99 ^a	12,08
T2	102,17	12,79
T3	99,23	15,54
T4	95,33	13,18
T5	95,89	12,92
T6	95,85	16,71
T7	94,28	13,26
T8	97,82	15,15
T9	110,07 ^c	15,91

^a $p<0,05$; T7 ile karşılaştırıldığında

^b $p<0,05$; T7 ile karşılaştırıldığında

^c $p<0,05$; T3, T4, T5, T6, T7, T8 ile karşılaştırıldığında

TABLO 3: Değişik zamanlarda ölçülen kalp atım hızı (KAH) değerlerinin karşılaştırılması.

Zaman	Ortalama	Standart Sapma
Bazal	90,13a	14,36
T1	97,90	13,09
T2	100,55b	15,51
T3	94,88	14,26
T4	94,03	12,91
T5	92,60	13,74
T6	91,98	13,89
T7	92,10	13,06
T8	91,50	11,10
T9	100,70c	10,81

^a $p<0,05$; T1, T2, T9 ile karşılaştırıldığında

^b $p<0,05$; T5, T6, T7, T8 ile karşılaştırıldığında

^c $p<0,05$; T5, T6, T7, T8 ile karşılaştırıldığında

TABLO 4: Değişik zamanlarda ölçülen Periferik Oksijen Satürasyonu (SpO₂) değerlerinin karşılaştırılması.

Zaman	Ortalama	Standart Sapma
Bazal	96,43 ^a	2,19
T1	98,95	2,49
T2	99,08	1,24
T3	98,63	1,87
T4	98,23	2,25
T5	98,18	2,43
T6	98,45	1,96
T7	98,58	1,94
T8	98,22	2,29
T9	95,48 ^b	2,80

^a $p<0,05$; T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 ile karşılaştırıldığında

^b $p<0,05$; T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 ile karşılaştırıldığında

TABLO 5: Değişik zamanlarda ölçülen End Tidal Karbondioksit (etCO₂) değerlerinin karşılaştırılması.

Zaman	Ortalama	Standart Sapma
T1	36,95 ^a	2,72
T2	39,17 ^b	2,52
T3	41,55 ^c	3,04
T4	42,90 ^d	2,64
T5	43,28 ^e	2,60
T6	41,65	3,00
T7	40,72 ^f	2,39
T8	42,82	2,89

^a $p<0,05$; T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 ile karşılaştırıldığında

^b $p<0,05$; T3, T4, T5, T6, T7, T8 ile karşılaştırıldığında

^c $p<0,05$; T4, T5 ile karşılaştırıldığında

^d $p<0,05$; T7 ile karşılaştırıldığında

^e $p<0,05$; T6, T7 ile karşılaştırıldığında

^f $p<0,05$; T8 ile karşılaştırıldığında

Çalışmaya alınan bireylerin değişik zamanlarda ölçülen rSO₂ değerleri karşılaştırıldığında, farklılık anlamlı bulundu ($p<0,05$). Ölçümler ikiserli olarak karşılaştırıldığında; bazal ile T1, T2, T8 arası farklılık, T1 ile T9 arası farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer değerler arasındaki fark anlamsız bulundu ($p>0,05$) (Tablo 6).

TARTIŞMA

Günümüzde bariatrik cerrahi kalıcı kilo kaybı, komorbid durumlarda iyileşme ya da düzelme, yaşam süresinde ve kalitesinde artma sağlayabildiği için morbid obezitede en etkili tedavi şekli olarak gö-

TABLO 6: Değişik zamanlarda ölçülen serebral oksijenizasyon (rSO_2) değerlerinin karşılaştırılması

Zaman	Ortalama	Standart Sapma
Bazal	71.40 ^a	9.02
T1	78.70 ^b	10.87
T2	76.50	9.62
T3	74.97	8.96
T4	75.40	9.71
T5	75.63	9.05
T6	74.82	10.10
T7	75.47	9.63
T8	77.75	8.45
T9	73.95	8.25

^a $p < 0,05$; T1, T2, T8 ile karşılaştırıldığında

^b $p < 0,05$; T9 ile karşılaştırıldığında

rülmektedir. Çoğu bariatrik cerrahi operasyonu laparoskopik olarak uygulanmaktadır.⁸ Laparoskopik bariatrik ameliyatların sayısı, obezitenin artan prevalansı nedeniyle artmaya devam etmektedir. Laparoskopik cerrahi sırasında obezite ve CO_2 pnömoperitonunun, genel anestezi sırasında solunum mekaniği ve oksijenizasyon üzerinde benzer zararlı etkileri vardır. Artan vücut kitlesi ve pnömoperitonyum, genel anestezi sırasında gaz değişimlerini azaltabilen fonksiyonel rezidüel kapasiteyi ve solunum sistemi uyumunu azaltır. Biz bu çalışmada laparoskopik bariatrik cerrahilerde ters trendelenburg pozisyonu, CO_2 insüflasyonu ve pnömoperitonyum süresince hastaları serebral oksimetre cihazıyla monitörize ederek rSO_2 değişimlerini değerlendirdik. Bu çalışmada laparoskopik bariatrik cerrahide, hasta pozisyonunun ve pnömoperitonyumun hastalarda serebral oksijen saturasyonu açısından belirgin bir fark oluşturmadığı tespit edildi.

Genel anestezi altında uygulanan tüm işlemler, özellikle yaşlı hastalar başta olmak üzere beyin perfüzyonunda bozulmalara yol açabilmektedir.⁹ Buna karşın rutin pratikte beyin nadiren monitörize edilmektedir. Yapılan birçok çalışmada serebral oksijen saturasyonunun intraoperatif dönemde monitorize edilmesinin uygun ve kullanışlı bir yöntem olduğu gösterilmiştir.¹⁰ Daha çok beyin ve kalp damar cerrahisinde serebral doku oksijenizasyonu hakkında invaziv olmadan bilgi verdiği için

geniş kullanım alanı olan serebral oksimetre son yıllarda periferik dolaşım monitörizasyonunda, nörolojide ve çeşitli laparoskopik cerrahi işlemlerde kullanılmaya başlanmıştır.¹¹ Serebral kan akımı, aşırı manevralar tarafından değiştirildiği zaman, serebral oksijenizasyonda ani değişiklikleri saptamak için NIRS'ın etkinliği, Levy ve ark. tarafından gösterilmiştir.¹²

Laparoskopik işlemler, iyi cerrahi görünüm ve pürüzsüz cerrahi manipülasyon için ters trendelenburg pozisyonu ve uzamış pnömoperitoneum gerektirir. Bununla birlikte, torakoabdominal basınç yükseldikçe serebral venöz drenaj ve CO_2 absorpsiyonu ile serebral damarları genişletir ve serebral kan hacmini artırır, serebral homeostazda belirgin değişikliklere neden olabilir.¹³ Bunun yanında uyanık gönüllülerdeki hipoksemi, hiperkapni ve hipokapni koşulları sırasında beyin oksijenizasyonunun NIRS izlemesinin doğruluğunu gösteren ek doğrulama çalışmaları yapılmıştır. Sağlıklı erişkinde hipoksik bir karışımın solunmasıyla indüklenen arteriyel hipoksemiye yanıtın incelendiği çalışmada serebral oksimetre değerlerinin hesaplanan serebral saturasyon ile iyi korelasyon gösterdiğini göstermişlerdir.¹⁴ Serebral oksimetrenin noninvaziv olarak bilgi vermesi; serebral hipoksi değerlendirilmesinde önemli bir kolaylık sağlamaktadır. Serebral NIRS ve somatik NIRS (renal) ile kateterden alınan santral venöz oksijen saturasyonunun korelasyonunu değerlendiren bir çalışmada, serebral NIRS değerleri ve santral venöz oksijen değerleri arasında anlamlı istatistiksel korelasyon bulunmuştur.¹⁵

Karaciğer transplantasyonu yapılan hastalarda transkraniyal Doppler ve NIRS ile otoregülasyon izlemenin uygulanabilirliğini test etmek ve perioperatif dönemde meydana gelebilecek değişiklikleri değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada; NIRS ile transkraniyal doppler monitörizasyonu karşılaştırılmış ve bozulmuş serebral kan akımı otoregülasyonunun düşük NIRS değerleriyle korelasyonu gösterilmiştir.¹⁶

Ono ve ark. subaraknoid hemoraji geçiren 5 hastada vazospazmı belirlemede serebral oksimetrenin anjiyografi ya da single foton emisyon tomo-

grafisi ile uyumlu çalıştığını ve NIRS monitö rizasyonun vazospazm bölgesindeki gerçek zamanlı bölgesel oksijen doygunluğunu değerlendirebileceğini ve mevcut diğer izleme sistemlerinden daha üstün olabileceğini bildirmişlerdir.¹⁷

Jo ve ark. 60 hasta üzerinden gerçekleştirilen laparoskopik ve açık gastrektomi sonrası serebral oksijen saturasyonu ve erken postoperatif bilişsel işlevlerdeki değişiklikleri araştırdıkları çalışmada hem laparoskopik hem de açık gastrektominin, desfluran anestezisi altındaki hastalarda serebral desaturasyon veya erken postoperatif kognitif disfonksiyona neden olmadığını belirtmişlerdir.¹⁸ Başka bir çalışmada, laparoskopi grubunda gözlenen daha yüksek rSO₂, ters trendelenburg pozisyonunda pnömoperitonyum sırasında yükselen ETCO₂ ve PaCO₂ düzeylerine bağlı olarak daha yüksek serebral kan akımı ile açıklanmıştır.¹⁹ Bizim çalışmamızda da insüflasyon başlangıcı, pnömoperitonyum 10.dk, 20.dk, 30.dk, ters trendelenburg 5.dk, 10.dk zamanlarında ölçülen EtCO₂ değerleri ile aynı zamanlarda ölçülen rSO₂ arasında korelasyon analizi yapıldığında bu zamanlarda EtCO₂ değerleri arttığında rSO₂ değerlerinin de arttığını tespit ettik.

Colak ve ark.nın koroner arter baypas cerrahisi sonrası intraoperatif serebral oksimetre izlemenin nörokognitif fonksiyonlar üzerine etkisini araştırdıkları 200 hastanın dahil edildiği randomize, prospektif çalışmada serebral rSO₂ desaturasyonunu düzeltmek için yapılan intraoperatif serebral oksimetre izleme ve müdahalelerin hastaların daha iyi bilişsel sonuçlarına neden olduğunu ve operasyonlar sırasında uzun süreli serebral desaturasyonun, bilişsel gerilemenin önemli bir habercisi olarak değerlendirilebileceği sonucuna varmışlardır.²⁰ Çalışmamızda hiçbir hastada serebral desaturasyon saptanmadı ve düzeltici müdahalelere gerek olmadı. Park ve ark. pnömoperitoneumun dik trendelenburg pozisyonunda serebral oksijenizasyon üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada DaVinci robot yardımlı laparoskopik radikal prostatektomi operasyonu sırasında, serebral oksijenizasyon hafifçe artmıştır, bu da prosedürün serebral iskemiye indüklediğini göstermektedir.²¹ PaCO₂, DaVinci RALP uygulanan hastalarda trendelenburg

pozisyonunda pnömoperitoneum sırasında normal sınırdan tutulmalıdır, çünkü rSO₂, PaCO₂'deki artış ile birleştiğinde artmıştır sonucuna varmışlardır.

Laparoskopik cerrahide uygulanan CO₂ insüflasyonu ile intraabdominal basınç 12-14 mmHg seviyesine kadar yükseltilmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda, sağlıklı olgularda intraabdominal basınç 14 mmHg seviyesinde tutulmasına rağmen, büyük hemodinamik değişikliklerin olabileceği ve bu değişikliklerin intraabdominal basınca, kullanılan CO₂ volümüne, intravasküler volüme, ventilasyon tekniğine, kullanılan anestezik ajanlara ve cerrahi şartlara da bağlı olabileceği bildirilmiştir.²² CO₂ insüflasyonu sonucunda intraabdominal basınç artar ve venöz dönüş engellenerek kalp debisi düşer. Bu girişimlerde uygulanan ters trendelenburg pozisyonu kalp debisini daha da düşürür. Ayrıca periton gerilmesine bağlı artmış vagal tonüs ve hiperkarbiye bağlı ventriküler aritmiler sık görülen komplikasyonlardır.²³ Bizim çalışmamızda intraabdominal basınç tüm olgularda 12-15 mmHg seviyesinde tutuldu, hiçbir hastada işlem boyunca kardiyak bir komplikasyon görülmedi.

Harris ve ark. laparoskopik kolesistektomi yapılan 6 hastada perioperatif transözofageal eko-kardiografi ile hemodinamik parametreleri araştırdıkları çalışmalarında, periton insüflasyonuna yanıt olarak santral venöz basınç, ortalama arteriyel basınç ve sistemik vasküler dirençte artış meydana geldiğini tespit etmişlerdir.²⁴ Hirvonen ve ark.da, uyanık hastaların supin pozisyondan fowler pozisyonuna getirildiklerinde kardiyak indeks, atım (stroke) indeksi, santral venöz basınç ve pulmoner kapiller kama basıncının azaldığını, sistemik vasküler direncin arttığını tespit etmişlerdir.²⁵ Ancak bu hastalarda fowler pozisyonunda atım indeksinin azaldığını fakat kardiyak indeksin belirgin olarak değişmediğini (%20'nin altında azalma) tespit etmişler ve bunu da kalp atım hızındaki kompensatuvar yükselmenin sonucu olarak yorumlamışlardır.

Laparoskopik cerrahilerde sistolik kan basınçları değerlerinde indüksiyondan sonra azalma, insüflasyondan sonra ise artma gözlenebilmektedir.

Diamant ve ark. CO₂ insüflasyonu süresince arter basıncının %20 yükseldiğini tespit etmişlerdir.²⁶ Bazı araştırmacılar ise laparoskopik kolesistektomilerde CO₂ insüflasyonu süresince ortalama arter basıncında %22-24 azalma tespit etmişlerdir.²⁷ Bizim çalışmamızda ortalama kan basınçları izleminde; bazal değer ve insüflasyon başlangıcında ölçülen değerlere göre ters trendelenburg 10. dk değerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma olmuştur. Pnömo-peritonyum 10.dk, 20.dk, 30.dk, ters trendelenburg 5.dk, 10.dk ve supin pozisyon değerlerine göre ekstübasyon sonrası ortalama kan basıncı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış olmuştur. Ayrıca çalışmamızda OKB değerleri değerlendirildiğinde pnömo-peritonyum 20.dk, 30.dk, ters trendelenburg 5.dk, 10.dk zamanlarında ölçülen OKB değerleri arttığında rSO₂ değerlerinde de artış olduğunu tespit ettik.

Berg ve ark. ise laparoskopik kolesistektomi yapılan 40 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada intraabdominal CO₂ insüflasyonu ile KAH'da supin pozisyonunda %12 yükseliş, cerrahi pozisyonunda %18 yükseliş saptamışlardır.²⁸ Ayrıca arteriyel kan basıncında supinde %21 ve cerrahi pozisyonunda %28 yükseliş ile santral venöz basınçta da %20'den daha fazla artış gözlemişlerdir. Çalışmamızdaki kalp atım hızları izleminde bazal değere göre indüksiyon sonrası, CO₂ insüflasyon başlangıcı ve ekstübasyon sonrası değerlerde istatistiksel olarak anlamlı artış olmuştur. CO₂ insüflasyon başlangıç değerlerine göre pnömo-peritonyum 30.dk, ters trendelenburg 5.dk, 10.dk ve supin pozisyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma olmuştur. Pnömo-peritonyum 30.dk, ters trendelenburg 5.dk, 10.dk ve supin pozisyon değerlerine göre ekstübasyon sonrası değerlerde artış olmuştur.

Bazı çalışmalarda anestezi ile serebral oksijenizasyon arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Lovell ve ark. anestezi indüksiyonu boyunca serebral oksijenizasyonu takip etmişler ve de propofol indüksiyonu sırasında hipotansiyon oluşmasına rağmen rSO₂'de düşüş yerine hafif bir yükseliş tespit etmişlerdir.²⁹ Bu artışı, inspire edilen oksijen fraksiyonunun (FiO₂), propofol indüksiyonu boyunca oda havasından %25 fazla olmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Çalışmamızda rSO₂ değerleri izleminde

bazal değere göre indüksiyon sonrası, CO₂ insüflasyon başlangıcı ve ters trendelenburg 10.dk değerlerinde istatistiksel olarak artış olmuştur. İndüksiyon sonrası ölçülen rSO₂ değerine göre ekstübasyon sonrası değerinde azalma olmuştur. Hiçbir hastamızda operasyon boyunca serebral desatürasyon gözlenmemiştir.

Kwak ve ark. yaptıkları çalışmada yüksek pozitif end ekspiratuar basınç propofol anestezi altında laparoskopik kolesistektomi sırasında serebral oksijen satürasyonunu koruduğunu vurgulamışlardır.³⁰ Benzer şekilde Cullen ve ark. serebral oksijen satürasyonunda ölçülen değişikliklerin spesifik vücut pozisyonunun yanı sıra, serebral perfüzyonunun durumundan da etkilendiği ancak muhtemelen her ikisinin de etkili olabileceğini bildirmiştir.³¹ McPerson ve ark. yaptıkları bir çalışmada, sağlıklı gönüllüleri farklı oksijenizasyon ve ventilasyon durumlarında 20°'ye kadar ters trendelenburg pozisyonuna almışlar ve gruplar arasında serebral oksijen satürasyonları bakımından benzer sonuçlar rapor etmişlerdir.³²

Kolb ve ark.nın insanlarda izokapnik hipoksiye akut serebrovasküler ve solunum tepkilerini ölçmek için yaptıkları çalışmada hipokside rSO₂'nin azaldığını, hiperkapnide hem rSO₂ hem de orta serebral arter akış hızının arttığı sonuca varmışlardır.³³ Abe ve ark.nın laparoskopik cerrahide orta serebral kan akımının değişikliklerini araştırdıkları çalışmada laparoskopi boyunca beyin kan akımının arttığı ve bu değişikliklerin PaCO₂ artışı ile ilgili olabileceği gösterilmiştir.³⁴ Zuckerman ve ark. laparoskopik kolesistektomi sırasında pnömo-peritonun ve hasta pozisyonunun hemodinami üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada CO₂ insüflasyonunun hafif hemodinamik etkilere neden olduğu ve ters trendelenburg pozisyonunun eklenmesi hastanın hemodinamik durumunu değiştirmedeği sonucuna varmışlardır.³⁵

Papadimitriou ve ark.nın jinekolojik laparoskopik cerrahide sevofluran anestezi sırasında iki farklı karbondioksit yönetim stratejisi altında serebral kan akım hızı değişikliklerini araştırdıkları çalışmada hastalarda normal PaCO₂ değerleri sağlandığı sürece pnömo-peritonyumun beyin kan akımında de-

ğişiklik oluşturmadığı ve normokapninin serebral oksijenizasyon açısından kıymetli olduğu tespit edilmiştir.³⁶ Jo ve ark.nın laparoskopik bariatrik cerrahi sırasında havalandırma stratejisinin arteriyel ve serebral oksijenizasyon üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada OKB, KAH, rSO₂'de anlamlı değişiklik gözlenmediği, etCO₂ değerlerinde zamanla artış olduğu, hiçbir hastada serebral desatürasyon olmadığı tespit edilmiştir.³⁷ Ters trendelenburg pozisyonunun solunum mekaniği ve gaz değişimleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. İnspiryum/ekspiryum oranları 1/1 ve 2/1 olarak değiştirilerek yapılan bu çalışmada 5 cmH₂O PEEP ile basınç kontrollü ventilasyon sırasında, farklı havalandırma stratejileri kullanımı, sadece solunum mekaniği ve arteriyel oksijenizasyonunu iyileştirmekle kalmadığı, aynı zamanda ters trendelenburg pozisyonunda laparoskopik bariatrik cerrahi geçiren obez hastalarda hemodinamik bozulma olmaksızın rSO₂'yi koruduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bizim çalışmamızda etCO₂ değerleri izleminde insüflasyon başlangıç değeri ve pnömoperitonyum 10.dk değerine göre diğer zamanlarda ölçülen etCO₂ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış olmuştur. Pnömoperitonyum 10.dk değerine göre pnömoperitonyum 20.dk ve 30.dk değerlerinde artış olmuştur. Pnömoperitonyum 20. dk değerine göre ters trendelenburg 10.dk değerinde azalma olmuştur. Pnömoperitonyum 30.dk değerine göre ters trendelenburg 5.dk ve 10.dk EtCO₂ değerlerinde istatistiksel olarak azalma olmuştur. Bizim çalışmamızda, genel anestezi altında bariatrik cerrahi yapılan sınırlı sayıdaki hastalarda uygulanan ters

trendelenburg pozisyonun ve pnömoperitonyumun serebral oksijen satürasyonu açısından belirgin bir farklılık oluşturmadığı, cerrahi pozisyonun hastalarda hemodinamik olarak iyi tolere edildiği ve rSO₂'deki değişimlerin hemodinamik değişikliklerle de paralellik gösterdiği kanaatine varıldı. Bu konuda daha fazla olgu üzerinde ileri çalışmalara gereksinim olduğunu düşünmekteyiz.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Ezgi Turan, İclal Özdemir Kol, Onur Avcı; **Tasarım:** Ahmet Cemil İsbir, Kenan Kaygusuz, Sinan Gürsoy; **Denetleme/Danışmanlık:** Ezgi Turan, İclal Özdemir Kol, Onur Avcı; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Ezgi Turan, İclal Özdemir Kol, Onur Avcı; **Analiz ve/veya Yorum:** Ahmet Cemil İsbir, Kenan Kaygusuz, Sinan Gürsoy; **Kaynak Taraması:** Ahmet Cemil İsbir, Kenan Kaygusuz, Sinan Gürsoy; **Makalenin Yazımı:** Ezgi Turan, İclal Özdemir Kol, Onur Avcı; **Eleştirel İnceleme:** Ahmet Cemil İsbir, Kenan Kaygusuz, Sinan Gürsoy; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Ahmet Cemil İsbir, Kenan Kaygusuz, Sinan Gürsoy.

KAYNAKLAR

- Deitel M. A brief history of the surgery for obesity to the present, with an overview of nutritional implications. J Am Coll Nutr. 2013;32(2):136-42. [Crossref] [PubMed]
- Yavuz D. [Obesity]. Türkiye Klinikleri J Endocrin-Special Topics. 2009;2(3):30-5.
- Aladağ N. [Management of adult obesity in primary care]. Türkiye Klinikleri J Med Sci. 2004;24(5):508-17.
- Öğünç G. [Laparoscopic bariatric surgery]. Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci. 2007;3(26):1-12.
- Kral JG, Christou NV, Flum DR, Wolfe BM, Schauer PR, Gagner M, et al. Medicare and bariatric surgery. Surg Obes Relat Dis. 2005;1(1):35-63. [Crossref] [PubMed]
- Denault A, Deschamps A, Murkin JM. A proposed algorithm for the intraoperative use of cerebral near-infrared spectroscopy. Semin Cardiothorac Vasc Anesth. 2007;11(4):274-81. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Pollard V, Prough DS, DeMelo AE, Deyo DJ, Uchida T, Widman R. The influence of carbon dioxide and body position on near-infrared spectroscopic assessment of cerebral hemoglobin oxygen saturation. Anesth Analg. 1996;82(2):278-87. [Crossref] [PubMed]
- Buchwald H. Bariatric surgery for morbid obesity: health implications for patients, health professionals, and third-party payers. J Am Coll Surg. 2005;200(4):593-604. [Crossref] [PubMed]
- Morgan GE, Mikhail MS, Murray MS, Larson CP. Regional anesthesia & pain management. Clinical Anesthesiology. 3rd ed. Los Angeles: The McGraw-Hill Companies; 2002. p.253-344.

10. Samra SK, Dy EA, Welch K, Dorje P, Zelenock GB, Stanley JC. Evaluation of a cerebral oximeter as a monitor of cerebral ischemia during carotid endarterectomy. *Anesthesiology*. 2000;93(4):964-70. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
11. Lee JR, Lee PB, Do SH, Jeon YT, Lee JM, Hwang JY, et al. The effect gynaecological laparoscopic surgery on cerebral oxygenation. *J Int Med Res*. 2006;34(5):531-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
12. Levy WJ, Levin S, Change B. Near-infrared measurement of cerebral oxygenation: correlation with electroencephalographic ischemia during ventricular fibrillation. *Anesthesiology*. 1995;83:738-46. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
13. Cooke SJ, Paterson-Brown S. Association between laparoscopic abdominal surgery and postoperative symptoms of increased intracranial pressure. *Surg Endosc*. 2001;15(7):723-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
14. Henson LC, Calalang C, Temp JA, Ward DS. Accuracy of a cerebral oximeter in healthy volunteers under conditions of isocapnic hypoxia. *Anesthesiology*. 1998;88(1):58-65. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
15. Marimón GA, Dockery WK, Sheridan MJ, Agarwal S. Near-infrared spectroscopy cerebral and somatic (renal) oxygen saturation correlation to continuous venous oxygen saturation via intravenous oxymetry catheter. *J Crit Care*. 2012;27(3):314.e13-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Zheng Y, Villamayor AJ, Merritt W, Pustavoitau A, Latif A, Bhambani R, et al. Continuous cerebral blood flow autoregulation monitoring in patients undergoing liver transplantation. *Neurocrit Care*. 2012;17(1):77-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
17. Ono S, Arimitsu S, Ogawa T, Manabe H, Onoda K, Tokunaga K, et al. Continuous evaluation of regional oxygen saturation in cerebral vasospasm after subarachnoid haemorrhage using INVOS®, portable near infrared spectrography. *Cerebral Vasospasm*. 2008;104:215-8. [[Crossref](#)]
18. Jo YY, Kim JY, Lee MG, Lee SG, Kwak HJ. Changes in cerebral oxygen saturation and early postoperative cognitive function after laparoscopic gastrectomy: a comparison with conventional open surgery. *Korean J Anesthesiol*. 2016;69(1):44-50. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
19. Choi SH, Lee SJ, Rha KH, Shin SK, Oh YJ. The effect of pneumoperitoneum and Trendelenburg position on acute cerebral blood flow-carbon dioxide reactivity under sevoflurane anaesthesia. *Anaesthesia*. 2008;63(12):1314-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Colak Z, Borojevic M, Bogovic A, Ivancan V, Biocina B, Majeric-Kogler V. Influence of intraoperative cerebral oximetry monitoring on neurocognitive function after bypass surgery: a randomized, prospective study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015;47(3):447-54. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Park EY, Koo BN, Min KT, Nam SH. The effect of pneumoperitoneum in the steep Trendelenburg position on cerebral oxygenation. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2009;53(7):895-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Cunningham AJ, Brull SJ. Laparoscopic cholecystectomy: anesthetic implications. *Anesth Analg*. 1993;76(5):1120-33. [[Crossref](#)]
23. Puri GD, Singh H. Ventilatory effects of laparoscopy under general anesthesia. *Br J Anaesth*. 1992;68(2):211-3. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Harris SN, Cohen IS, Luther MA, Perrino AC. Transesophageal echocardiographic (tee) assessment of venous return during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg*. 1998;86(2):209. [[Crossref](#)]
25. Hirvonen EA, Poikolainen EO, Pääkkönen ME, Nuutinen LS. The adverse haemodynamic effects of anaesthesia, head-up tilt, and carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*. 2000;14(3):272-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Diamant M, Benumof JL, Saidman LJ. Hemodynamic of increased intra-abdominal pressure: interaction with hypovolemia and halothane anesthesia. *Anesthesiology*. 1978;48(1):23-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Goodale RL, Beebe DS, McNeven MP, Boyle M, Letourneau JG, Abrams JH, et al. Hemodynamic, respiratory, and metabolic effects of laparoscopic cholecystectomy. *Am J Surg*. 1993;168(5):533-7. [[Crossref](#)]
28. Berg K, Wilhelm W, Grundmann U, Ladenburger A, Feifel G, Mertzluff F. Laparoscopic cholecystectomy--effect of position changes and CO2 pneumoperitoneum on hemodynamic, respiratory and endocrinologic parameters. *Zentralb Chir*. 1997;122(5):395-404.
29. 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(3):554-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Kwak HJ, Park SK, Lee KC, Lee DC, Kim JY. High positive end-expiratory pressure preserves cerebral oxygen saturation during laparoscopic cholecystectomy under propofol anesthesia. *Surg Endosc*. 2013;27(2): 415-20. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Cullen DJ, Kirby RR. Beach chair position may decrease cerebral perfusion: catastrophic outcomes have occurred. *APSF Newsletter*. 2007;22(2):25-7.
32. McPerson RW, Szymanski J, Rogers MC. Somatosensory evoked potential changes in position-related brain stem ischemia. *Anesthesiology*. 1984;61(1):88-90. [[Crossref](#)]
33. Kolb JC, Ainslie PN, Ide K, Poulin MJ. Protocol to measure acute cerebrovascular and ventilatory responses to isocapnic hypoxia in humans. *Respir Physiol Neurobiol*. 2004;141(2):191-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. 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):1-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
35. Zuckerman R, Gold M, Jenkins P, Rauscher LA, Jones M, Heneghan S. The effects of pneumoperitoneum and patient position on hemodynamics during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*. 2001;15(6):561-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
36. 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(4):361-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
37. Jo YY, Kim JY, Park CK, Chang YJ, Kwak HJ. The effect of ventilation strategy on arterial and cerebral oxygenation during laparoscopic bariatric surgery. *Obes Surg*. 2016;26(2):339-44. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]