



T. C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

**LAPAROSKOPİK KOLESİSTEKTOMİ VAKALARINDA SEREBRAL
KAN AKIMININ VE SEREBRAL OKSİJENİZASYONUN TRANSKRANİYAL
DOPPLER VE NIRS İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Kadir Buğra BAŞARAN

UZMANLIK TEZİ

BURSA – 2024



**T. C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**LAPAROSKOPİK KOLESİSTEKTOMİ VAKALARINDA SEREBRAL
KAN AKIMININ VE SEREBRAL OKSİJENİZASYONUN TRANSKRANİYAL
DOPPLER VE NIRS İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Kadir Buğra BAŞARAN

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Suna GÖREN

BURSA – 2024

İÇİNDEKİLER

Özet.....	ii
İngilizce Özet (Summary)	iv
Giriş.....	1
Genel Bilgiler.....	3
Gereç ve Yöntem.....	19
Bulgular.....	24
Tartışma ve Sonuç.....	46
Kaynaklar.....	56
Ekler	59
Teşekkür.....	63
Özgeçmiş	64

ÖZET

Laparoskopik Kolesistektomi (L/K) planlanan hastalarda Near-Infrared Spektrometri (NIRS) ve Transkranyal Doppler-USG (TCD-USG) kullanarak, perioperatif dönemde serebral dokuda bölgesel oksijenizasyon ve intrakranyal kan akımı değişikliklerini saptamayı amaçladık.

Çalışmaya elektif L/K uygulanan, "American Society of Anesthesiologists" (ASA) skoru I-II olan, 18-65 yaş, bilinen damar hastalığı, nörolojik sorunu olmayan 40 hasta dahil edildi. Hastalarda bölgesel serebral oksijen saturasyonu (NIRS-L, NIRS-R), A. cerebri media (MCA) ve A. carotis interna (ICA)'da akım hızları (FV), pulsatilite indeksi (PI) değerleri preoperatif, anestezi indüksiyonu, insuflasyon ve ters Trendelenburg (rT) pozisyonu sonrası, nötr pozisyonda, ekstübasyon öncesi ve ayılma ünitesinde ölçülerek değerlendirildi.

Pnömomperitoneum ve rT pozisyonuyla; iki taraflı NIRS değerlerinde azalma saptandı (L: $p<0,001$; $p=0,04$; R: $p<0,001$; $p<0,001$). MCA-FV'de insuflasyon ve rT pozisyonuyla azalma ($p=0,001$; $p=0,012$) gözlemlendi. MCA-FVmean'de insuflasyon ile azalma ($p=0,019$); MCA-PI'da rT pozisyonuyla artma ($p=0,044$) gözlemlendi. İCA ölçümlerinde anlamlı bir fark bulunamadı (Tüm dönemlerde $p>0,05$). NIRS-R ve MCA-FV değerleri arasında insuflasyon ve rT pozisyonu sonrasında ilişki saptandı (Sırasıyla $r=0,420$; $p=0,009$; $r=0,587$; $p<0,001$). MCA-FVmean'in sadece rT pozisyonu sonrası NIRS-R değeri ile ilişkili olduğu gözlemlendi ($r=0,562$, $p<0,001$). Perioperatif dönemde hemodinamik ve serebral oksijenasyon değerleri, USG ölçümlerinde klinik olarak müdahale gerektirecek bir değişim gözlemlenmedi.

Sonuç olarak; L/K hastalarında serebral oksijenasyon ve akım değerlerinde değişimin insuflasyon döneminde başladığı ve rT pozisyonunun etkisiyle devam ettiği saptandı. NIRS ve serebral kan akımı arasında insuflasyon ve rT pozisyonunda anlamlı bir ilişki saptandı. İntrakranyal kan akımında ve oksijenasyonda bozulma olması durumunda NIRS'in daha erken uyarı verebileceği, ASA I-II sınıfı hastalarda NIRS ile değerlendirmenin yeterli

olabileceği, ancak ASA III-IV hastalarda her iki analiz yönteminin ortak kullanılmasının serebral kanlanma ve oksijenasyon hakkında daha fazla yararlı olabileceği kanısına varıldı.

Anahtar Kelimeler: NIRS, TCD-USG, Laparoskopik Kolesistektomi, Serebral Oksijenasyon, Serebral Kan Akımı



SUMMARY

Evaluation of Cerebral Blood Flow and Cerebral Oxygenation with Transcranial Doppler and NIRS in Laparoscopic Cholecystectomy Cases

We aimed to detect changes in regional oxygenation and intracranial blood flow in cerebral tissue during the perioperative period in patients scheduled for Laparoscopic Cholecystectomy (L/C) using Near-Infrared Spectrometry (NIRS) and Transcranial Doppler-USG (TCD-USG).

The study included 40 patients aged 18-65, with an "American Society of Anesthesiologists" (ASA) score of I-II, who had no known vascular disease or neurological problems, and underwent elective L/C. Regional cerebral oxygen saturation (NIRS-L, NIRS-R), flow velocities (FV) in the middle cerebral artery (MCA) and internal carotid artery (ICA), and pulsatility index (PI) values were measured and evaluated preoperatively, during anesthesia induction, after insufflation and reverse Trendelenburg (rT) position, in neutral position, before extubation, and in the recovery unit.

With pneumoperitoneum and the rT position, a decrease in bilateral NIRS values was observed (L: $p<0.001$; $p=0.04$; R: $p<0.001$; $p<0.001$). A decrease in MCA-FV was observed with insufflation and rT position ($p=0.001$; $p=0.012$). A decrease in MCA-FVmean was observed with insufflation ($p=0.019$); an increase in MCA-PI was observed with the rT position ($p=0.044$). No significant difference was found in ICA measurements ($p>0.05$ at all periods). A correlation was found between NIRS-R and MCA-FV after insufflation and the rT position ($r=0.420$; $p=0.009$; $r=0.587$; $p<0.001$, respectively). MCA-FVmean was found to be associated with NIRS-R only after the rT position ($r=0.562$, $p<0.001$). During the perioperative period, no clinically significant changes requiring intervention were observed in hemodynamic and cerebral oxygenation values or USG measurements.

In conclusion, it was observed that changes in cerebral oxygenation and flow values began during the insufflation period and continued with the effect of the rT position in L/C patients. A significant relationship was found between NIRS and cerebral blood flow during insufflation and the rT position. It was concluded that NIRS might provide earlier warnings in the event of impaired intracranial blood flow and oxygenation, and that evaluation with NIRS could be sufficient in ASA I-II class patients. However, the combined use of both analysis methods in ASA III-IV patients could be more beneficial for assessing cerebral perfusion and oxygenation.

Keywords: NIRS, TCD-USG, Laparoscopic Cholecystectomy, Cerebral Oxygenation, Cerebral Blood Flow

GİRİŞ

Taşlı kolesistit tanılı hastalarda cerrahi tedavi amacıyla yılda 500.000'den fazla hastaya uygulanan Laparoskopik Kolesistektomi (L/K), ilk olarak Alman cerrah Prof. Dr. Med Erich Mühe tarafından 1985 yılında uygulanmıştır. Pnömomperitoneum ve ters Trendelenburg (rT) pozisyonu ile uygulanan L/K, taşlı kolesistit tanılı hastalar için altın standart tedavi yöntemidir (1).

Genel anestezi altında gerçekleştirilen L/K'lerde indüksiyon sıklıkla propofol veya sodyum tiyopental ile uygulanmaktadır. Hastalar entübe edilip mekanik ventilasyon desteğine alındıktan sonra anestezi idamesi ise inhalasyon anestezikleri, sıklıkla sevofluran ile sağlanmaktadır (2). Cerrahi işlem, batının cerrahi cilt antisepsisini takiben umblikustan yerleştirilen Verres iğnesi ile batının karbondioksit (CO₂) gazı ile doldurulmasıyla başlar.

L/K sırasında CO₂ insuflasyonu ile artan batın içi basınç, venöz dönüşün engellenmesiyle ön yükün azalmasına; diyafragma elevasyonuna ve ventilatörde kolayca saptanabilen akciğer basınçlarında artmaya yol açmaktadır. Diyafragma elevasyonuna ek olarak peritoneal alandan difüzyon yoluyla emilen CO₂, plazmada bulunan karbonik anhidraz enzimi ile karbonik aside dönüşmektedir (3). Bu tepkime ile hastada CO₂ retansiyonu artıp, anestezi makinesinde ve arteriyel örnekten alınan kan gazında parsiyel CO₂ basınçlarında (pCO₂) ve soluk sonu CO₂ (EtCO₂) atılımında artmaya neden olmaktadır.

Pnömomperitoneum sırasında artan CO₂, tüm vücutta ve intrakranyal damarlarda dilatasyona yol açmaktadır. İntrakranyal vazodilatasyon ile artan serebral kan akımı, kafa içi basınçta (KİB) artış meydana getirir (4). Ekspiryum sonrası alveolar gaz değişimini kolaylaştırması ve diyafragma elevasyonuna bağlı atelektazilerin engellenmesi amacıyla ventilasyon sırasında uygulanan pozitif soluk sonu basıncı (PEEP); pnömomperitoneum ile birlikte serebral hemodinamiyi etkilemekte olup, intraserebral oksijenasyonun takibini gerekli kılmaktadır. Gelişebilecek olan bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rScO₂)

değişiklikleri, Near-Infrared-Spektrometre (NIRS) ile ölçülebilmektedir (4). Serebral kan akımındaki değişimler ise Transkranyal Doppler USG (TCD-USG) ile değerlendirilebilmektedir (5). Uç organda hipoksinin anlık olarak saptanmasına yardımcı olan NIRS ile yapılan rScO₂ takibi; hastada gelişen intrakranyal ve dolaylı yoldan tüm vücut organlarında gelişebilecek hipoksiyi önceden tespit edebilmemizi sağlamaktadır (6). Yani, NIRS değerlerindeki düşüş ile hastanın hemodinamisinde belirgin bozulma olmadan doku oksijenasyon bozuklukları tespit edilebilmektedir.

L/K sırasında serebral kan akımı ve oksijenasyon etkileyebilecek bir diğer faktör hastaya verilen rT pozisyonudur (7,8). Literatürde baş yukarı pozisyonunun serebral kan akımı ve serebral oksijenasyon üzerine etkilerini inceleyen birçok araştırma görmek mümkündür (7,9-11). İnsuflasyon ve baş yukarı pozisyonun önyükü azalttığı, sistemik vasküler dirençte (SVR) artmaya, ortalama arteriyel basınçta (OAB) ve kardiyak outputta (CO) azalmaya neden olduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (8,12). Bu nedenle oluşturulan pnömoperitoneum ve verilen baş yukarı pozisyonun serebral oksijenasyona ve serebral kan akımına etkisi yadsınamaz.

Serebral kan akımının değerlendirilmesinde kullanılan TCD-USG, non-invaziv olmasının yanında yatak başı uygulanabilen kolay bir görüntüleme yöntemidir. TCD-USG ile pnömoperitoneum ve hastaya verilen farklı pozisyonlarda gelişen serebral kan akımı değişiklikleri kolaylıkla saptanabilmektedir (13). TCD-USG ile saptanabilen serebral damarlardaki akım değişimleri (en sık MCA kullanılmaktadır), hastada gelişebilecek iskemiye tespit etmede gerçek zamanlı veri sunmaktadır (5). Tüm bu nedenlerle, L/K sırasında TCD-USG ve NIRS'in birlikte kullanımı; pnömoperitoneum ve rT pozisyonları ile serebral kan akımı ve serebral oksijenasyonda gelişebilecek değişimlerin saptanması iskeminin ve hipoksinin daha erken önlenmesini kolaylaştırabilir.

Çalışmamızda L/K hastalarında perioperatif farklı dönemlerde NIRS ile ölçümü yapılan serebral oksijenasyondaki değişimleri, TCD-USG ile serebral kan akımındaki değişimleri saptamayı, serebral oksijenasyon ile serebral kan akımı arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmayı amaçladık.

GENEL BİLGİLER

I. Laparoskopik Kolesistektomi (L/K)

L/K ilk olarak alman cerrah Prof. Dr. Med Erich Mühe tarafından 1985 yılında uygulanmıştır (1). Amerika Birleşik Devletleri'nde 1990'lı yıllarda giderek popüler olan laparoskopik yaklaşım günümüzde her yıl 500.000'den fazla hastaya uygulanmaktadır (14). Laparoskopik cerrahinin; hastanede kalım süresini azaltması, yara yerlerinde kozmetik açıdan daha az skar bırakması ve hastaların iyileşme sürecinin daha hızlı sonuçlandırması açısından tercih sıklığı günden güne artmaktadır.

Trokar adı verilen cerrahi aksesuarlar vasıtasıyla ciltten intraabdominal alana geçişi mümkün kılan laparoskopik işlem, abdominal kavitenin, hava, CO₂ gibi gazlarla doldurulmasıyla cerraha görüş alanı sağlamakta ve cerrahi işlemin diğer organlarda minimal hasar ile sürdürülebilmesini sağlamaktadır.

Standart olarak Verres iğnesi ile umblikustan batın içine girilmesi ve iğne arayıcılığıyla batın içinin cerrahi gaz ile doldurulması süreci cerrahi operasyonun başlangıcını oluşturur. Umblikusa yerleştirilen 10 mm trokar içerisinden batın içine yönlendirilen 5 mm video laparoskop ile batın içi diyagnostik olarak incelenebilmektedir. Batın içinden gelen laparoskopik görüntü ile cerrahinin kullanacağı diğer trokarların yerleştirilmesi kolaylaşmaktadır. Trokarlar ile oluşabilecek delici, kesici yaralanmalar video laparoskopik görüntüleme ile engellenebilmektedir.

Batın ön duvarında midklaviküler hatta yerleştirilen 5 mm trokar ile Lig. falciforme hepatise ulaşılması ve kesenin görüntülenmesi ile cerrahi prosedürün güvenli bir biçimde sürdürülmesi sağlanmaktadır (1).

II.Pnömooperitoneum

II.A. Pnömooperitoneum Tanımı

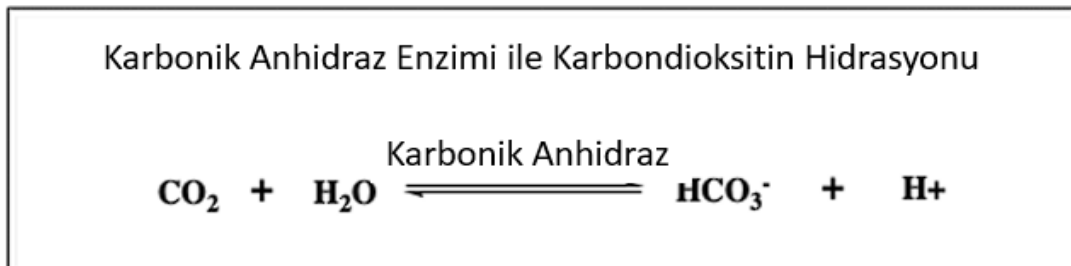
Laparoskopik cerrahi sırasında batın içi peritoneal boşluğunun CO₂ ya da hava ile doldurulmasına pnömooperitoneum adı verilmektedir. İntraperitoneal boşluğun insuflasyon ile doldurulması, hemodinamik ve respiratuvar mekanizmalarda birçok değişikliğe neden olan kompleks bir durumdur. Laparoskopik cerrahi türünün seçiminde, insuflasyonun yaratabileceği respiratuvar, mekanik ve sistemik değişikliklerin göz önüne alınması, intraabdominal basınç değerinin 10-12 mmHg değerini aşmaması ve hasta seçiminin bu kriterlere uygun olarak yapılması önerilmektedir (15,16).

II.B. Pnömooperitoneum ve Kan Gaz ve Asit-Baz Metabolizması

Pnömooperitoneumda en sık kullanılan ajan CO₂'dir. Cerrahi ekipmanın CO₂ ile insufle edilmiş alanda güven ile çalışması; CO₂'nin periton zarı tarafından kolaylıkla emilebilir olması, hava embolisi riskinin az olması ve yanabilir bir gaz olmaması CO₂'nin tercih edilme nedenlerindendir.

Pnömooperitoneum sırasında kullanılan CO₂, peritoneal zardan emilim ile plazma pCO₂ seviyelerinde artma, kan pH'ında düşme, solunum ile CO₂ atılımına bağlı olarak EtCO₂ seviyelerinde artma ile sistemik etkilere yol açar (15).

Peritondan difüzyon yoluyla plazmaya geçen CO₂'nin küçük bir kısmı, eritrositler ile taşınmaktadır. Büyük çoğunluğu ise plazmada bulunan su ve karbonik anhidraz enzimi ile tepkimeye girerek, akciğerlerde bikarbonat (HCO₃⁻) ve hidrojen (H⁺) iyonuna tersinir tepkime ile dönüşebilen Karbonik Asit'i oluşturmaktadır (Şekil-1) (17).



Şekil-1: Karbonik Anhidraz Enzim Reaksiyonu. (17)..

II.B.a. Karbondioksit Eliminasyonu

Plazma karbonik anhidraz enzimi ile oluşan karbonik asit, eritrositlerde ve plazmada bulunan tampon sistemiyle HCO_3^- ve H^+ iyonlarına ayrılır. Oluşan HCO_3^- ve H^+ iyonları, akciğer kapiller ağında bulunan karbonik anhidraz enziminin indüklediği tersinir reaksiyon ile H_2O ve CO_2 'ye geri dönüştürülür. İnsüflasyon ile dolaşıma karışan CO_2 , respiratuvar yolla ölçülen EtCO_2 değerinde %50'ye varan artışlara neden olur. Bu CO_2 atılımındaki belirgin artış, sağlıklı bireylerde %10 oranında solunum frekansının arttırılmasıyla tolere edilebilirken; KOAH, kalp yetmezliği tanılı, hipovolemik ve katabolik sürecin belirgin olduğu hastalarda tolere edilemez.

CO_2 artışı ve bunun sonucunda oluşan respiratuvar asidoz tablosunu tolere edemeyeceği öngörülen hastalarda uygulanan yakın EtCO_2 ve arteriyel kan pH takibi; hiperkarbi ve asidozun sistemik komplikasyonlarını engellemede önemli rol oynar (17).

II.C. Pnömooperitoneum ve Akciğer Soluk Basınçları

Laparoskopik cerrahide uygulanan insüflasyon, akciğer mekanizması üzerine doğrudan etkilidir. İntraabdominal basıncın artması ve batın içinde bulunan gaz koleksiyonunun diyafragmayı eleve etmesiyle; fonksiyonel rezidüel kapasitede azalma ve alveoler ölü boşlukta artma meydana gelir.

Postoperatif uygulanan solunum fonksiyon testlerinde, 1.saniye zorlu soluk hacmi (FEV_1), tepe ekspiratuvar akım (PEF) ve zorlu vital kapasitede (FEV) azalma gözlenmiştir (Tablo-1). Bunlara ek olarak intraabdominal gaz koleksiyonunun yaptığı basınç artışı, akciğer tepe basınçlarında artmaya ve akciğer kompliyansında azalmaya neden olmaktadır (17).

Tablo-1: İntrabdominal insuflasyonun pulmoner mekanizmaya etkileri

Solunum Faktörü	Değişim
Fonksiyonel Rezidüel Kapasite	↓
Alveoler Ölü Boşluk	↑
Tepe Havayolu Basıncı	↑
Pulmoner Kompliyans	↓
Zorlu Ekspiriyum Volumü (FEV ₁)	↓
Zorlu Vital Kapasite	↓
Tepe Ekspiriyum Akışı	↓

↓: azalma, ↑: artma. (17).

Azalmış akciğer kompliyansı; alveoler düzeyde mikroatelektazilere ve ventilasyon/perfüzyon oranında değişikliklere yol açmaktadır. Tüm bu faktörler laparoskopik cerrahi sırasında spontan solunumu olan hastada hipoksiyi belirginleştirebileceğinden; hastaların ventilatör kontrollü modda, ekspirasyon sonu pozitif basınç (PEEP) ile takip edilmesi önerilmektedir (17). Ventilasyon sırasında PEEP uygulamaları, postoperatif solunum testlerinde hiç PEEP uygulanmamış hastalara göre işlem sonrası belirgin oranda iyileşme sağlamaktadır (2). PEEP ile ekspiriyumda alveoler açıklık sağlandığından O₂ ve CO₂ difüzyonu devam eder. Bu mekanizma ile rezidüel kapasitede artış olsa bile hipoksi engellenebilmektedir. Obstrüktif ve restriktif akciğer hastalığına sahip hastalarda bu tolerasyonun daha kısıtlı olması nedeniyle; laparoskopik cerrahi yerine laparotomik cerrahilerin seçimi hastanın solunumsal fonksiyonlarının korunmasında oldukça önemlidir (2).

II.D. Pnömoreperitoneumun Kardiyak ve Hemodinamik Etkileri

Peritoneal boşluğun insuflasyonu; hiperkarbi ve intraabdominal basınç ile kardiyak fonksiyonu etkiler. Ilımlı hiperkarbi (pCO₂: 45-50mm Hg) olması durumunda kardiyak etkiler minimal iken; şiddetli hiperkarbi (pCO₂>50mm Hg) olması durumunda direkt ve indirekt kardiyak etkiler belirginleşmektedir (18).

Belirgin hiperkarbi; kardiyovasküler sistem üzerine etkisini, miyokardiyal depresyon ve vazodilatasyon olarak göstermektedir. Bu etki, merkezi sinir sistem (MSS) üzerinden otonom sempatik deşarj ile şekillenir. Salınan katekolaminler aracıyla, kalp tepe atımında (KTA), santral venöz

basınçta (SVB), pulmoner arter basıncında (PAB), kalp debisinde ve CO'da artış meydana gelir (Tablo-2) (18).

Tablo-2: İntraabdominal insuflasyonun kardiyovasküler istem üzerine etkileri

Hemodinamik parametre	Hiperkarbi ile değişim	Artmış intraabdominal basınç ile değişim
KTA(atım/dk)	Yükselir	Yükselir
OAB(mmHg)	Yükselir	Yükselir
SVB(mmHg)	Yükselir	Yükselir/Düşer
Atım hacmi(l)	Yükselir	Düşer
CO(l/dk)	Yükselir	Yükselir/Düşer

KTA: Kalp Tepe Atım.

OAB: Ortalama Arteriyel Basınç.

SVB: Santral Venöz Basınç.

CO: Kalp Debisi ve Atım Hacmi.(18)

Söz konusu bu dengenin bozulması; hastanın intravasküler hacim durumu, hastanın pozisyonu ve intraabdominal basınç değeri ile doğrudan ilişkilidir. Hayvan deneylerinde intraabdominal basıncın 5 mmHg artması ile kardiyak debinin, OAB'nin ve SVB'nin arttığı gözlemlenmiştir. İntraabdominal basıncın 5 mmHg'dan daha fazla arttırıldığı hayvan deneyi olgu serilerinde Vena cava inferior (VCI) üzerindeki basıncın ve damar direncinin artmasıyla ön yükün azaldığı, buna bağlı olarak CO'nun azaldığı gözlemlenmiştir (17).

Dexter ve ark.'nın (19) L/K uygulanan hastalarda yapmış olduğu çalışmada, intraabdominal basınç 7 ile 15 mmHg olacak şekilde pnömoperitoneum oluşturulmuş ve her 2 grupta OAB ile KTA'da artış saptanmıştır. Buna ek olarak intraabdominal basıncının yüksek olduğu grupta; CO'nun azaldığını gözlemlenmiştir. Kelman ve ark.'nın (18) yapmış olduğu benzer çalışmada, intraabdominal basıncın 14 mmHg'ye arttırılmasıyla, OAB %37 artmış, CO %18 azalmıştır.

II.E. Pnömooperitoneum ve İntrakranyal Değişiklikler

Monroe-Kellie Doktrini ile açıklanabilecek olan KİB, 3 elementin birbiri ile ilişkisinden oluşmaktadır. Bunlar; kemik bir yapı ile sınırlandırılmış parankimal doku, arteriyel kan, venöz kan ve beyin omurilik sıvısı (BOS) olarak

sıralanabilir (20). Tüm bu 3 komponentte oluşan ani yükselme KİB artışına neden olmaktadır.

Oluşturulan pnömoperitoneum:

- 1- İntraabdominal ve intratorasik basınç artışı ile lomber venöz pleksustan BOS emiliminin azalmasına;
- 2- Vena cava inferior (VCI) drenajı olan sakral ve lomber dural venlerde gelişen venöz dilatasyon ile artmış MSS'nin kanlanmasına;
- 3- İnsufle edilen CO₂ ile; serebral damarlarda vazodilatasyon ve intraparenkimal kan völümünü artmasına,
- 4- CO₂ gazının direkt etkisi ile parenkimal ödem gelişmesine neden olur (17).

Söz konusu pnömoperitoneum ilişkili KİB'deki artış, arteriyel pH, pO₂, pCO₂ ve OAB'den bağımsız olarak da gözlenmektedir. İntraabdominal alanda 8 mmHg değerindeki düşük basınç artışının bile, bazal olarak ölçülen KİB'i arttırdığı bilinmektedir (17).

III. Cerrahi pozisyonlama

Anestezi indüksiyonunu takiben verilen hasta pozisyonu cerrahi alana ulaşımı kolaylaştıran ana etmenlerden biridir. Bu pozisyonlar, supin pozisyon, pron pozisyon, lateral dekübit pozisyonlar, Trendelenburg pozisyonu, ters Trendelenburg (rT) pozisyonu, tam oturur ve yarı oturur pozisyon olarak kabaca sıralanabilir.

Laparoskopik cerrahiler için sıklıkla başvuru pozisyonlar Trendelenburg ve rT pozisyonlarıdır. Üst abdominal cerrahiler içerisinde en sık uygulanan L/K'de ise rT pozisyonu kullanılmaktadır. Literatürde, cerrahi pozisyon ve anestezi yönetiminin hemodinami üzerine etkilerini sıkça karşılaştırmıştır (17-19,21).

Sağlıklı bireylerde üst abdominal cerrahi prosedürler açısından yapılan araştırmalarda baş yukarı pozisyonlar olan Trendelenburg pozisyonunun, rT pozisyonunun, tam oturur ve yarı oturur pozisyonların

abdominal insüflasyon ile birlikte hemodinamiyi doğrudan etkilediği sonucuna varılmıştır (17-19,21).

Joris ve ark.'nın (22) yapmış olduğu çalışmada; cerrahi başlangıcında uygulanan insüflasyonun ve baş yukarı pozisyonun; kardiyak indekste %50'ye varan düşüşe neden olduğu saptanmıştır.

IV. Doppler Ultrasonografi (D-USG)

Doppler Ultrasonografi (D-USG), 19. Yüzyılda fizik alanında birçok çalışma yapan fizikçi Christian Andreas Doppler tarafından Doppler Efekt (DE) olarak tanımlanmış ve geliştirilmiştir (23). DE, belirli bir frekansa sahip ses dalgasının hareketli bir nesneye çarptığındaki frekans değişimi olarak tanımlanabilir. Tıbbi açıdan açıklanacak olursa D-USG, doku içerisindeki damarlarda dolaşan eritrositlere çarpan ultrason dalgalarındaki frekans sapmalarının değerlendirilmesi işlemidir.

IV.A. Transkranyal Doppler Ultrasonografi (TCD-USG)

TCD-USG beynin stetoskopu olarak tanımlanabilir. Son dekatlarda yapılan çalışmalarda TCD-USG ile yapılan birçok ölçüm, akut beyin hasarını saptamada non-invaziv ve ucuz olması gerekçeleriyle potansiyel olarak güçlü bir değerlendirme testi olarak görülmektedir (23).

TCD-USG, hepatik disfonksiyon, sepsis, aktif enfeksiyon durumu gibi invaziv ölçümlerin yapılması kontraendike olan hallerde dahi uygulanabilirliğinin kolay olması ve hastanın klinik durumunda akut değişikliğine neden olmaması sebepleriyle oldukça güvenilir kullanım alanına sahiptir. Dahası TCD-USG, preoperatif, intraoperatif değerlendirmede beyin kanlanmasını göstermede kolaylıkla kullanılabilir bir yöntemdir (23).

Atım dalga paterni (PW) prensibiyle çalışan multipl derinlikte bulunan damarlardaki akımın saptanmasına olanak sağlayan TCD-USG ile bazal serebral arterlerin görüntülenmesi; uygun akustik pencere, uygun akım yönü, hedef arterin derinliği ve probun yerleştirilme açısıyla doğrudan ilişkili olup, transkranyal değerlendirmenin temelini oluşturur (23).

Akustik pencere olarak seçilebilecek 4 bölge mevcuttur. Bunlar; transtemporal, suboksipital, submandibular ve transorbital pencerelerdir. Bu akustik pencereler içerisinde en sık kullanılan transtemporal pencere olup, anatomik olarak; arcus zygomaticus üzerinde, epikantus lateralis dışında ve aurikular çıkıntının medialinde yer alır. Temporal pencere daha sık olarak orta serebral arter (MCA), anterior serebral arter (ACA), posterior serebral arter (PCA) ve internal karotis arter (İCA) terminal dallarının görüntülenmesinde kullanılır (23).

Akustik pencerelerden bazal serebral arterlerdeki akımın görüntülenebilmesi için USG dalga frekansının 2 MHz ve altında olması gerekmektedir. Çünkü 2 MHz üzerindeki dalga boyları kafatasını geçemez (23).

IV.A.a TCD-USG Parametreleri

TCD-USG değerlendirilmesinde kullanılan basit parametreler; MCA kan akım hızı (FV), Glossing pulsatilite indeksi (PI) ve Pourcelot direnç indeksi ve Lindegaard oranı (LR) olarak sıralanabilir. Aşağıdaki formülde, pulsatilite indeksinin ve relaksasyon indeksinin hesaplanması gösterilmiştir (**FV**: akım hızı, **PI**: pulsatilite indeksi; **RI**: relaksasyon indeksi, **s**: sistolik, **d**:diastolik, **m**: ortalama).

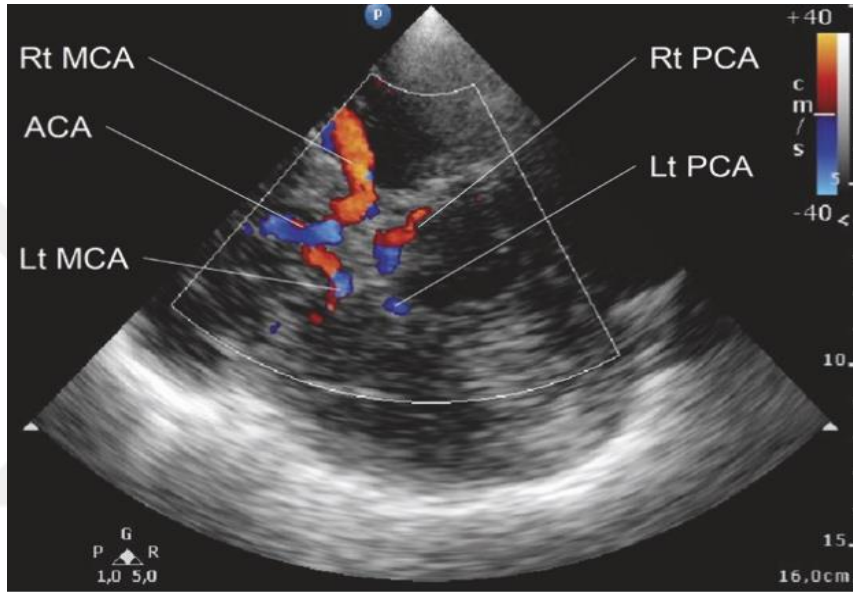
$$PI = \frac{FV_s - FV_d}{FV_m} \quad RI = \frac{FV_s - FV_d}{FV_s}$$

TCD-USG görüntülemesinde kullanılan ileri değerlendirme parametreleri ise; mikroembolik sinyallerin saptanması, zorlu inspiryum ile bazal serebral vazomotor aktivitenin değerlendirilmesini kapsar.

IV.A.b TCD-USG’de Transtemporal Pencere ve Görüntülenebilen Anatomik Yapılar

Transtemporal pencere, tüm Will’s Poligonu ve bazal serebral arterin değerlendirilmesi için kullanılan ana akustik penceredir. Transtemporal pencere için 3 anatomik alan tanımlanmıştır. Bunlar ön temporal, orta temporal ve arka temporal alanlardır. Arka temporal alanlar daha çok yaşlı hastaların

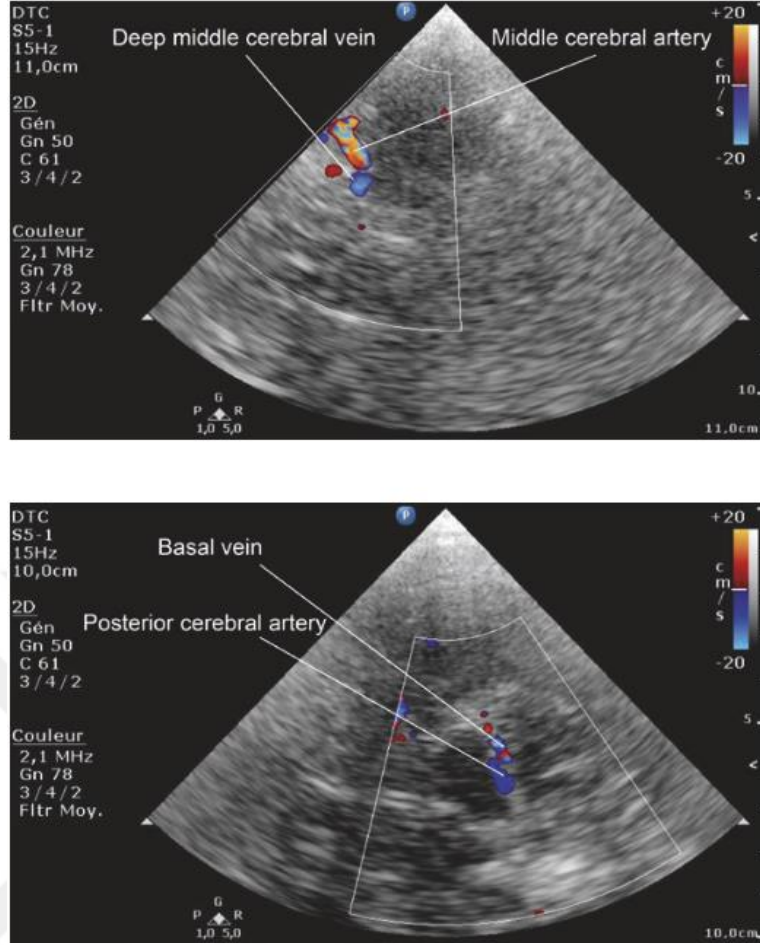
değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (10). Orta temporal alan, transtemporal akustik pencerenin en iyi görüntüleme sağlayan alanı olarak kabul edilir. Ancak kadın cinsiyetin %23'ünde, hiperostozis ve osteoporoz tablolarında transtemporal pencere bulunmamaktadır (23). Renkli doppler modu kullanılarak; MCA ve ACA'nın görüntülenmesi ile Will's Poligonu; PCA'nın görüntülenmesi ile ICA ve V. basilaris kolaylıkla görüntülenebilir (Şekil-2) (23).



Şekil-2: Transtemporal pencere, TCD-USG ile renkli Doppler görüntüsü. **Rt MCA:** sağ orta serebral arter, **Rt PCA:** sağ posterior serebral arter, **Lt PCA:** sol posterior serebral arter, **Lt MCA:** sol orta serebral arter, **ACA:** anterior serebral arter.

Renkli TCD-USG görüntülenmesi sırasında MCA, tipik olarak 40-60 mm derinlikte gözlemlenirken, proba yaklaşan kırmızı renkle bir refle verir. ACA ise, 60-70 mm derinliğinde, probdan uzaklaşır tipte mavi bir refle vermesiyle kolaylıkla tanınabilir (23).

PCA, 65-77 mm derinlikte, arterin anatomik konumu gereğince önce proba yaklaşan kırmızı, arterin distaline gidildikçe probdan uzaklaşır mavi bir refle vermektedir. Transtemporal akustik pencerede daha derin görüntüleme yapılması halinde; MCA'daki akım probdan uzaklaşır tarzda mavi refle gözlemlenirken, PCA'nın hemen üzerinde proba yaklaşır kırmızı refle veren baziller veni görmek mümkündür (23) (Şekil-3).



Şekil-3: Derin transtemporal pencerede orta serebral arter, posterior serebral arter ve baziller venin görünümü.

IV.A.c TCD-USG'de Değerlendirilen Parametreler

IV.A.c.1 Akım Hızı (FV)

FV; TCD-USG ile büyük damarlardan geçen eritrositlerin damar içindeki hızının değerlendirilmesi prensibidir. FV, bu nedenle beyin içi kan akımının değerlendirilmesinde kullanılabilir. Ölçülen FV değeri, probun damarı kestiği açının kosinüsü ($\cos$) ile doğrudan ilişkilidir. Probun damarı kestiği açı, 0° 'ye yaklaştıkça; gerçek FV değerine yaklaşmak mümkündür. Prob açısı 90° 'ye yaklaştığında $\cos 90^\circ$ sıfır olacağından akımın ölçümü imkânsız olacaktır. FV, sıfır olarak bulunacaktır.

FV'nin normal aralığı ilk olarak, Aaslid ve ark. (24) tarafından 1982 yılında tanımlanmıştır. Aaslid'in yaptığı çalışmalarda saptadığı değerler, bir sonraki 20 yılda geliştirilerek günümüzdeki ortalama değerlerine ulaşmıştır (24) (Tablo-3).

Tablo-3: Akım hızının ölçülen damar üzerindeki referans değerleri

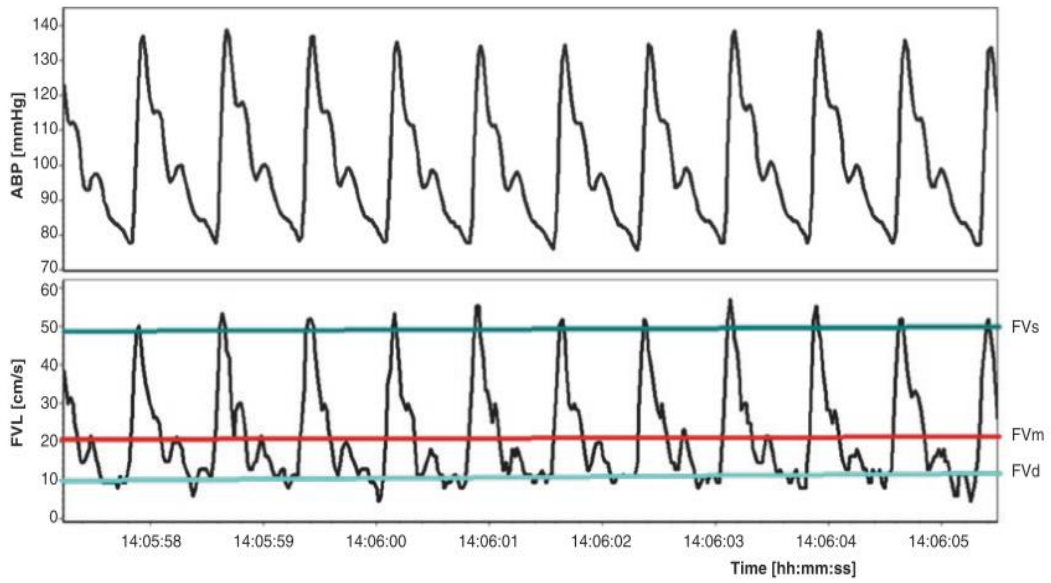
Arter	Ortalama Akım Velositesi
Orta Serebral Arter	46-86
Anterior Serebral Arter	41-76
Posterior Serebral Arter	33-64
Anterior İnterkommunikar Arter	37
Tranvers İnterkommunikar Arter	60
Oftalmik Arter	20
Karotid Sifon	55
Vertebral Arter	27-55
Baziller Arter	30-57

FV: akım velositesi (cm/sn). (24).

FV'nin yukarıdaki tabloda verilen normal değerleri, sadece akış hızı ve damar çapı ile ilişkili olmayıp, kollateral akımlar, hematokrit (Hct) değeri, pCO₂, OAB ve KİB ile ilişkili bir değişkendir. Bu nedenle, tek parametre üzerinden değil; diğer tüm parametrelerle birlikte değerlendirilmesi daha uygundur. Yaş, cinsiyet, gebelik durumu gibi diğer hemodilüsyon ve hemokonsantrasyon ile Hct'yi etkileyecek tüm değişkenler, FV'yi etkiler. pCO₂'deki her 1 mmHg artış, FV'de %2,5-3 artışa neden olur. Doğumda ortalama 24 cm/sn olan FV değeri, 4-6 yaşlarına erişildiğinde 100 cm/sn değerine kadar yükselir. 70li yaşlara doğru her dekatta 10 cm/sn düşüşe uğrar. 70 yaşındaki bir kişide ortalama 40 cm/sn'dir.

FV'nin ölçülen değeri kadınlarda erkeklere göre %10-15 daha fazladır. Gebelik durumunda 2. trimestere kadar normal olan FV, 3. trimesterin başlamasıyla düşme eğilimindedir. Uyku sırasında ise FV ortalama olarak %14 düşüşe uğrar (23). Ortalama FV (FV_m), OAB hesaplamasında kullanılan aşağıdaki denklem ile bulunabilir (FV_m: ortalama akış hızı, FV_s: sistolik akış hızı, FV_d: diyastolik akış hızı) (Şekil-4).

$$FV_m = (FV_s + 2FV_d)/3$$

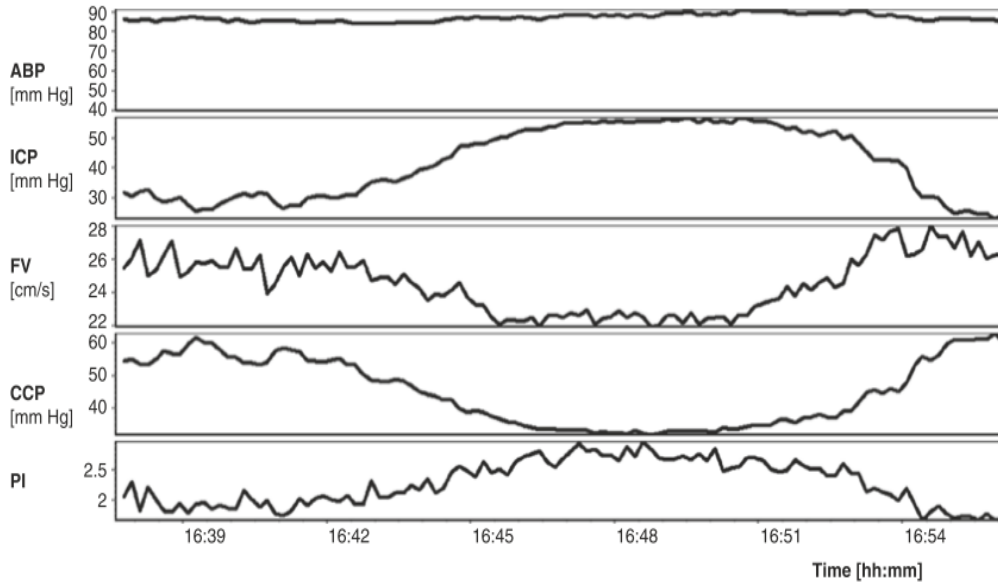


Şekil-4: Akım hızı (FV), ortalama akım değeri ile ortalama arter basıncı (OAB) değerinin karşılaştırılması. (23).

V.A.c.2 Pulsatilite İndeksi (PI)

İntrakranyal akım değişiklikleri TCD-USG ile değerlendirilirken, en sık kullanılan parametre Glossing Pulsatilite İndeksi (PI)'dir. PI, TCD-USG ile saptanan ortalama akım değerinin arasındaki indeksi farkıdır. PI'nın FV'den en büyük üstünlüğü, prob açısından bağımsız oluşudur (23).

PI'nın normal aralığı 0,5 ile 1,0 arasındadır. PI'nın bu normal değerini etkileyen faktörler, OAB pulsatilitesi, CO, KİB, Hct, vücut ısısı, SVR, serebral vasküler kompliyans ve serebrospinal boşluğunun kompliyansı olarak sıralanabilir. PI'daki artış, KİB'de artışı saptamaya yardımcı olabileceği gibi; KİB artışının saptanmasında tek başına kullanılması yeterli değildir (23) (Şekil-5) (Tablo-4).



Şekil-5: Pulsatilite indeksi, akım hızı, kan basıncı, kafa içi basınç değerleri ve birbirileri arasındaki ilişki. **ABP:** arteriyel kan basıncı, **ICP:** kafa içi basınç, **FV:** akım hızı, **CCP:** kritik kapanma basıncı, **PI:** pulsatilite indeksi. (23).

Tablo-4: Normal pulsatilite indeksi değerleri

Arter	20-40 Yaş Arası	40-60 Yaş Arası
Anterior Serebral Arter	0.80 ± 0.14	0.85 ± 0.16
Orta Serebral Arter	0.83 ± 0.14	0.82 ± 0.13
Posterior Serebral Arter	0.76 ± 0.12	0.79 ± 0.12
Vertebral Arter	0.82 ± 0.03	0.78 ± 0.04
Baziller Arter	0.81 ± 0.05	0.78 ± 0.05

(25).

IV.A.c.4 Kritik Kapanma Basıncı (CCP)

CCP, ilk olarak 1952 yılında kritik değer olarak, Bruton tarafından tanımlanmıştır (26). Bu basınç değeri, serebral kan akımının sıfıra yaklaştığı en düşük eşik değeri olarak tanımlanabilir. Vazomotor tonus ve KİB bu değeri etkileyen majör değerlerdir. KİB artışıyla, serebral damarlara olan baskı artacak ve vasküler kapanma gerçekleşecektir (23).

IV.A.c.5 TCD-USG'nin Kısıtlılıkları

Uygun maliyetli olmasına ve USG cihazlarının günümüz kliniklerinde kolaylıkla bulunabilmesine rağmen TCD-USG; uygulayıcı bağımlı, sınırlı uygulama kapasitesi ve tanısal doğruluğunun MR-Anjiografi'ye göre daha düşük olması kısıtlılıklarını taşımaktadır (27). TCD-USG'nin uygulayıcı bağımlı olması ve uygulayıcının üç boyutlu kranial malformasyonlar konusunda yetersiz bilgi sahibi oluşu TCD-USG için en önemli kısıtlımadır. Sınırlılık oluşturan diğer etmenler ise, siyah ırk, Asya ırkı ve yaşlı kadınlarda yaygın olan %10-15'lik yetersiz akustik pencere varlığıdır. Akustik pencerelerin etrafında bulunan kemik yapıların kalınlığı, gözenek yapısı ve bunların etkileşimiyle ortaya çıkan USG enerji kaybı değerlendirmeyi sınırlandırmaktadır (5).

V. Near-InfraRed Spektrofotometri (NIRS)

NIRS, yakın infrared ışığın dokulardan geçerken kromofor moleküller tarafından tutulması ve bu tutulumun değerlendirilmesi prensibine dayalı bir fotometri yöntemidir (28). Işığın dokular tarafından tutulumu hem kromofor maddeler, hem de dokuya penetre olan ışığın dalga boyu ile ilişkilidir. Vücutta bulunan kormofor maddeler; Oksihemoglobin (HbO₂), Deoksihemoglobin (HHb), Sitokrom oksidaz enzimleri, Miyogloblin olarak sıralanabilir.

1. Ultraviyole ışık 100-400 nm boyunda olup; DNA ve proteinler tarafından;
2. Görünen ışık, 400-700 nm boyunda olup, Hb tarafından;
3. Infrared ışık ise 700-1000nm boyunda olup, su tarafından absorbe edilir.

Tüm bu ışık tiplerinin doku tarafından absorbe edilmesi mümkün değildir. Çünkü tüm ışık demetleri dokuya yeteri kadar penetre olamazlar (28). NIRS'ta kullanılan NIR ışık ise, su molekülleri ya da proteinler tarafından absorbe edilemediğinden dokuya penetre olabilir. Bu nedenle rScO₂ ölçümlerinde, NIRS kullanımı gündeme gelmiştir. Dokuda bulunan kromofor

madde miktarındaki artış; rScO₂ değerlendirmesinde karışıklıklara neden olabileceği için, 700-850 nm dalga boyunda NIR ışık kullanılmıştır.

Bu ışık, dokuda en fazla HbO₂ ve HHb tarafından absorbe edilir. NIRS'ın kullanıma girdiği ilk dönemlerde 2 dalga boyu ile bu iki kromofor maddedeki absorbans için iki dalga boyu ile karşılaştırma yapılmış olsa da; günümüzde çoklu dalga boyu prensipleri ile ölçüm yapılmaktadır (28).

V.A NIRS ve Serebral Oksijenasyon

NIRS tekniği ile dokulardaki HbO₂ ve HHb konsantrasyon değişimi, ilk kez 1977 yılında Jöbsis ve ark. (29) tarafından kaydedilmiştir. Bu çalışma serebral doku oksijenasyonu açısından yol gösterici olmuş ve NIRS'ı serebral oksijenasyonun değerlendirilmesinde kullanılan araç haline getirmiştir. Günümüz adıyla serebral oksimetri, NIRS kullanılarak rScO₂'nin değerlendirilmesini tanımlamaktadır. Günümüzde serebral oksimetrisinin değerlendirilmesi için kullanılan 3 teknik bulunmaktadır.

V.A.1 Uzaysal Çözünüm Spektroskopisi (SRS):

Bu teknikte sürekli olarak yayılan fotonlar, doku içerisinde dağılıma uğrar. Bu fotonların dağılımı eliptik bir yörüngededir. Böylece detektör ve ışık kaynağı yakın yerleştirilebilir. Basit ve taşınır olması nedenleriyle günümüzde en sık kullanılan sistemdir (28). HbO₂/HHb absorpsiyon oranını daha doğru tespit ettiği bildirilmiştir.

V.A.2 Frekans Bağımlı Spektroskopisi (FRS):

Sürekli ve değişken dalga genliğinde fotonlar kullanılmaktadır. Geriye yansıyan fotondaki değişimler dikkate alınarak analiz yapılır. Dokuda bulunan kromofor madde miktarı ile ölçüm arasında büyük farklılıklar oluşturabilir.

V.A.3 Zaman Bağımlı Spektroskopisi (TRS):

Pikosaniye gibi küçük zaman aralıklarıyla ışık kaynağından salınan fotonlarla HbO₂/HHb oranının ölçülmesi prensibine dayalı olan oldukça pahalı bir yöntemdir.

Serebral oksimetre cihazları, pulse oksimetri gibi pulsatil bir atımı saptamaz ve atımdan bağımsızdır. Bu nedenle; arteriyel ve venöz kan akımını ayıramadıkları için; dokuya oksijen sunumundan ziyade, dokunun oksijen ihtiyacı ile oksijen sunumu arasındaki oranı saptamaktadırlar.

V.B NIRS ve Klinik Kullanım

Serebral oksimetreler ve NIRS; iskeminin soğuk dönemini gösterebilir. Bu nedenle beyin fonksiyonlarının korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Başlangıç değerlerindeki bireysel farklılık, ortak bir NIRS değeri oluşturmayı imkânsız kılmıştır. Bu nedenle, hastanın bazal NIRS değerinin klinik olarak trend monitörü olarak izlenmesi gerekmektedir.

NIRS trendinde, rScO₂ değeri başlangıçta %40'dan az olması ya da rScO₂ değerinin başlangıç değerinden %25 daha büyük olması serebral iskeminin habercisi olabilir (28). Özellikle oturur pozisyon veya baş yukarı pozisyonun kullanıldığı cerrahilerde serebral dokuda desatürasyonun gelişebileceği, serebral oksimetri takiplerinde gösterilmiştir (30).

V.C NIRS Kullanımının Kısıtlamaları

Serebral oksimetrelerin en önemli kısıtlılığı ekstrakraniyal dokulardan kaynaklanan sinyaller nedeniyle ölçümlerin direkt beyin oksijen satürasyonunu yansıtmamasıdır. Bu etkiyi azaltmak için bazı üretici firmalar iki detektör kullanmıştır. Burada ışık kaynağına yakın birinci detektör skalp, uzak olan ikinci detektör ise daha derin dokulardan veri sağlar (28). Böylece çevre dokulardan gelen parazit sinyaller engellenebilmektedir.

Oksijenasyonu etkileyen; Hb ve Hct düzeyinde düşme, hipotansiyon, beyin ödemi gibi klinik durumlara ek olarak; saçtaki kromofor melanin pigmenti, sarılıkta artan bilirubin rScO₂ değerinde anlamsız değişikliklere neden olabilmektedir.

Frontal bölgeye yapıştırılan problar nedeniyle çoğunlukla değerlendirilen serebral doku frontal lobdur. Bu nedenle NIRS monitörizasyonu sırasında derin beyin dokularının oksijenasyon durumu hakkında değerlendirme kısıtlı kalmaktadır (28).

GEREÇ VE YÖNTEM

I. Araştırmanın Uygunluğu ve Bilimsel Dayanağı

Bursa Uludağ Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu'nun 18 Ocak 2023 tarih ve 2023-1/18 no.lu kararı ile onay alındıktan sonra, Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 1424 proje numarası ve TTU-2023-1424 proje kodu ile 03/04/2023 tarihinde Lisansüstü Tez Projesi (LTP) olarak desteklenmesine karar verildi. Ayrıca Clinicaltrials.gov'dan NCT06036498 ID numarası alındı. 02 Temmuz 2023 – 27 Haziran 2024 tarihleri arasında Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Uygulamaları Araştırma Merkezi Hastanesi'nde taşlı kolesistit tanısıyla elektif laparoskopik kolesistektomi uygulanan hastalar prospektif olarak değerlendirildi.

Tez çalışması amacıyla IBM SPSS 23.0 istatistiksel çalışma programı kullanılarak; "Preserved CO2 Reactivity and Increase in Middle Cerebral Arterial Blood Flow Velocity During Laparoscopic Surgery in Children" başlıklı makalede yer alan tanımlayıcı istatistikler kullanılarak hesaplanan (etki büyüklüğü=0,526) %95 güven düzeyi ($\alpha=0,05$) ve %90 güç ile çalışmamızın tamamlanabilmesi için gerekli olan en düşük hasta sayısı 36 olarak saptandı. Söz konusu kaynakçada belirtilen çalışma baz alınarak oluşturulan örneklem büyüklüğümüz %10 hasta kaybı da dikkate alınarak 40 hasta olarak belirlendi.

II. Çalışmaya Alınan Hasta Grubu ve Özellikleri

Çalışmaya; 18-65 yaş arası, Amerikan Anestezistler Derneği (ASA) sınıf I-II hastalar dahil edildi. SVO öyküsü olan hastalar, KİBAS nedeniyle takipli hastalar, periferik (Ateroskleroz) damar hastalığı ve santral damar hastalığı (Karotis stenozu, karotiste plak) tanıları olan hastalar, gebelik durumu veya şüphesi olan hastalar, genel durumu düşkün, aşırı senil, obez hastalar ve intraoperatif dönemde laparotomiye geçilen hastalar çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya dâhil edilen tüm hastalara perioperatif dönemde analiz edilecek

TCD-USG ve NIRS hakkında bilgi verildi. Çalışmaya katılan toplam 40 hasta ile TCD-USG ve NIRS değerlerindeki değişim değerlendirilecek şekilde tek grup oluşturuldu.

III. Anestezi Yönetimi

Çalışmamıza alınan hastalara operasyon odasında, elektrokardiyogram (EKG), non-invaziv kan basıncı (OAB), periferik satürasyon (SpO₂), Bispektral İndeks (BIS) monitorizasyonu yapıldı. Bilateral frontal bölgeye yerleştirilen NIRS probları ile sağ ve sol frontotemporal alandan rScO₂ değerleri ölçüldü. Beyin kan akımı bazal değerinin saptanması amacıyla sağ temporal pencereden TCD-USG uygulandı. Karotis arterde stenoz ve plak varlığının dışlanması amacıyla bilateral İCA'ya D-USG yapıldı. Ölçümü yapılan bilateral NIRS, TCD-USG ve Karotis D-USG değerleri bazal başlangıç değeri olarak kayıt edildi. 20 G kanül ile damar yolu açıldı. 0.03 mg/kg dozunda iv midazolam (Zolamid®, Defarma, Ankara, Türkiye) ile premedikasyon uygulandı. Ardından 3 ml/kg/st %0.9 NaCl solüsyonu ile sıvı infüzyonu başlandı.

Preoperatif monitörizasyonu takiben 4 lt/dk %20 hava + %80 O₂ karışımı ile 5 dk preoksijenizasyon uygulanarak, 1 mg/kg iv lidokain (Aritmal®2®, Osel, İstanbul, Türkiye), 1-2 mg/kg iv propofol (Propofol-PF®, Polifarma, İstanbul, Türkiye) ya da 4 mg/kg iv tiyopental sodyum (Pental 0,5 gr®, İ.E. Ulagay, İstanbul, Türkiye), 2 mcg/kg iv fentanil (Talinat®, Vem, İstanbul, Türkiye) ve 0.6 mg/kg iv rokuronyum (Esmeron®, Merck Sharp & Dohme, New Jersey, ABD) ile anestezi indüksiyonu verildi. Cerrahi anestezi sağlanan hastalar endotrakeal tüp ile entübe edildi. Her iki hemitoraksın oskültasyonu ve EtCO₂ monitörizasyonu ile tüpün yeri doğrulandı. Mekanik ventilasyon desteği, volüm kontrollü ventilasyon modunda, soluk tidal volümü(V_t) 6-8 ml/kg(ideal kilo baz alınarak), solunum sayısı(SS) 12-16, tepe inspiratuvar basınç (P_{peak}) ≤25 cmH₂O, I:E oranı: 2:1, PEEP: 5 cmH₂O, EtCO₂: 35-45 mmHg olacak şekilde sağlandı. Solunum monitorizasyonu amacıyla V_t, SS ve EtCO₂ değerleri kayıt altına alındı. EtCO₂ değerinde 35 mmHg'nin altına

düşüş hipokapni, 45 mmHg'nin üzerine çıkış hiperkapni olarak değerlendirilerek V_t sabit tutulup SS değişiklikleri ile normokapni sağlandı. Anestezi idamesinde %50 hava + %50 O_2 karışımı içinde sevofluran (Sevorane® Likit %100, AbbVie, Queenborough Kent, İngiltere) %40-60 BIS değeri hedefli titrasyon uygulanarak 2 lt/dk taze gaz akımı ile kullanıldı. Anestezi idamesinde sevofluranın yanı sıra roküronyum (Esmeron®, Merck Sharp & Dohme, New Jersey, ABD) 35-45 dk'lık aralıkla ile 0.15 mg/kg iv uygulandı. Postoperatif dönemde analjezi sağlamak amacıyla 10mg/kg iv parasetamol (Paracerol®, Polifarma, Tekirdağ, Türkiye) ve 100 ml %0,9 NaCl solüsyonu içerisinde 100 mg iv tramadol (Contramal®, Abdi İbrahim, İstanbul, Türkiye) kullanıldı.

Anestezi süresince OAB'nin, preoperatif değerin %20'sinden fazla düşmesi hipotansiyon olarak tanımlanarak 5 mg iv efedrin; kalp atım hızının (KTA) <60 atım/dk olması bradikardi olarak tanımlanarak 0.5 mg iv atropin ile tedavi edildi. OAB ve KTA'da %20 artış olması durumunda 50 µg iv fentanil uygulandı. NIRS değerlerinin preoperatif değerin %20-25'inden fazla düşmesi doku hipoksisi olarak değerlendirilerek; NIRS değerleri normal sınıra gelinceye dek FiO_2 %10 ve akış 1 lt/dk arttırıldı. NIRS değerinin preoperatif değerden %20-25 daha yüksek seyretmesi hiperoksi olarak yorumlanarak, FiO_2 değeri %10, akış değeri 1lt/dk azaltıldı. Tüm bu değişimler çalışma dönemlerinde kayıt altına alındı.

IV. Cerrahi İşlem

Genel anestezi indüksiyonunun ardından cerrahi ekip tarafından steril antisepsi kurallarının uygulanmasıyla, supin pozisyonda batın içi basınç 10-12 mmHg olacak şekilde Verres iğnesi ile abdominal CO_2 insuflasyonuna başlandı. İnsuflasyon ile sağlanan pnömoperitoneumun ardından cerrahi trokarlar yerleştirildi. Videolaparoskop ile batın içi görüş sağlanmasını takiben hastaya baş yukarı olacak şekilde 30° rT pozisyonu verildi. Cerrahi alanda diseksiyonu takiben safra kesesinin çıkarılıp ve kanama kontrolünün yapılmasının ardından hasta supin pozisyona alındı. Batın içi basınç 0-5

mmHg olacak şekilde batın içi gazın desuflasyonu sağlandı. Trokarların çıkarılmasını takiben cerrahi kesilerin sutureasyonu uygulandı. Pansumanın yapılmasını takiben genel anestezi idamesi sonlandırıldı. Genel durumu stabil, normotansif olan, 6 siklus boyunca yeterli V_t oluşturan hastalar ekstübe edilip bir süre daha gözlemlendikten sonra ayılma ünitesine alındı.

V. Verilerin Kayıt Altına Alınması

Çalışmaya katılan hastaların preoperatif anestezi değerlendirilmeleri sırasında yaş, kilo, boy, vücut kitle indeksi, komorbidite, ASA sınıfları, Hb ve Hct değerleri kaydedildi.

Serebral oksijenasyonun değerlendirilmesi amacıyla, NIRS (INVOS 5100c Regional Oximeter, Medtronic®, Amerika Birleşik Devletleri) cihazı ve uyumlu transdermal probu kullanılarak, bilateral frontotemporal alanlardan devamlı monitörizasyon yöntemi ile elde edilen $rScO_2$ (NIRS-L ve NIRS-R) (%) değerleri kayıt altına alındı.

TCD-USG (HITACHI® Arietta v70, Japonya) ile akım ölçümleri için 2 MHz Doppler probu kullanılarak; sağ transtemporal akustik pencereden 4-6 cm derinlikte gözlenen MCA'da, ardışık 3 kez ölçüm yapıp en yüksek sistolik MCA-FV (cm/sn), MCA-FVmean (cm/sn) ve MCA-PI değerleri kayıt edildi.

Karotis D-USG değerlendirmesi için 5-12 MHz'lik lineer USG probu kullanılarak, sağ boyunda 2-3 cm derinlikte görüntülenen İCA'da, 8 kalp siklusu boyunca ölçümle elde edilip ortalaması alınan sistolik Karotis-FV (cm/sn), Karotis-FVmean (cm/sn) ve Karotis PI değerleri kayıt edildi. USG görüntüleri ve ölçümleri radyolog tarafından doğrulandıktan sonra çalışma verisi olarak kaydedildi.

NIRS, TCD-USG ve Karotis D-USG ölçümleri baş orta hatta ve nötr pozisyonda iken yapılarak pozisyon ile oluşabilecek ölçüm hatalarının ortadan kaldırılması amaçlandı.

Rutin anestezik monitörizasyon, serebral oksijenizasyon ve akım değişiminin saptanması amacıyla ölçümü yapılan KTA (atım/dk), OAB (mmHg), SpO_2 (%), BIS (%), SS (soluk/dk), V_t (ml), $rScO_2$ (NIRS-L/R), $EtCO_2$,

MCA-FV, MCA-FVmean, MCA-PI, Karotis-FV, Karotis-FVmean ve Karotis-PI değerleri; preoperatif (T1), anestezi indüksiyonu sonrası 5.dk (T2), insuflasyon sonrası 5.dk (T3), rT pozisyonu sonrası 5.dk (T4), nötr pozisyona geçiş ve desuflasyon sonrası 5.dk (T5), ekstübasyon öncesi 5.dk (T6) ve ayılma ünitesinde 5.dk (T7) 'da olmak üzere perioperatif toplam yedi dönemde kayıt altına alındı. Ayrıca cerrahi sırasında insuflasyonun başlangıcından nötr pozisyonda trokarların çıkarılmasına kadar geçen süre pnömoperitoneum süresi (T_p) (dk) ve anestezi indüksiyonu başlangıcı ile ekstübasyon arasındaki dönem anestezi süresi (dk) olarak kaydedildi.

VI. İstatistiksel yöntem

Verinin istatistiksel analizi IBM SPSS 28.0 (IBM Corp. Released 2021. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programı ile yapıldı. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Tanımlayıcı istatistikler nicel veri için ortalama ve standart sapma veya medyan(minimum- maksimum) nitel veri için frekans ve yüzde olarak belirtildi. Bağımlı örneklemelerin karşılaştırmalarında normal dağılım gösteren veri için eşleştirilmiş t-testi normal dağılmayan veri için Wilcoxon İşaret Sıra testi kullanıldı. Değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon katsayısı ile incelendi. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak belirlendi.

BULGULAR

L/K planlanan hasta grubu içerisinde çalışmaya 18 erkek, 22 kadın olmak üzere toplam 40 hasta dâhil edildi. Çalışmaya katılan hastaların 25'inin tanesinin ASA-I, 15 tanesinin ASA-II sınıfı olduğu gözlemlendi (Tablo-5). Çalışmaya katılan 40 hasta arasından yeterli cerrahi görüş olmaması nedeniyle laparotomiye geçilen 1 hasta, USG cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamayan 1 hasta, toplamda 2 hasta çalışma dışı bırakıldı.

Tablo-5: Çalışmaya alınan hastaların demografik özellikleri (n=38)

	Ort.±SD/Yüzde Oranı (%)
Yaş	49±12,45
Cinsiyet (E/K) (n)/(%)	16(42,1)/22(57,9)
Ağırlık(kg)	78,16±11,60
Boy(cm)	170,39±7,89
VKİ(kg/cm ²)	26,87±3,38
Preoperatif Hb Değeri(g/dL)	12,1±2,3
Preoperatif Hct Değeri(%)	36,7±9,4
ASA Skoru(ASA I/ASA II) (n)	23(60,5)/15(39,5)
Yandaş hastalık: Hipertansiyon	12(31,5)
Diyabetes Mellitus	7(18)
Hipotiroidi	2(0,5)
Cerrahi girişim süresi(dk)	21,43±12,10
Pnömooperitoneum süresi(T _p)	13,25±8,22

Ort.±SD: Ortalama değer ± standart sapma.

Hb: Hemoglobin.

Hct: Hemotokrit.

VKİ: Vücut kitle indeksi.

ASA: Amerikan Anesteziyologlar Derneği.

Çalışmaya alınan 38 hastadan 12'sinde primer hipertansiyon (HT), 7'sinde Tip 2 DM, 2'sinde hipotiroidi tanıları mevcuttu (Tablo-5). Perioperatif dönem süresince ölçüm dönemlerinde kaydedilen temel monitörizasyonu verilerine ait değerler Tablo-6'da verilmiştir (EK-1).

Tablo-6: Perioperatif dönemde ölçülen verilerin ortalama değerleri

	Preoperatif Dönem	İndüksiyon Sonrası	İnsuflasyon Sonrası	rT Pozisyonu Sonrası	Nötr Pozisyon	Ekstübasyon Öncesi	Ayılma Ünitesi
OAB (mmHg)	100,47 ±13,77	90,03 ±14,33	80 ±10,47	89,82 ±16,1	86,26 ±14,96	89,55 ±11,9	92,61 ±8,22
KTA (atım/dk)	82,29 ±12,27	88,29 ±15,02	82,68 ±15,82	82,26 ±16,13	75,34 ±14,07	77,29 ±15,59	85,76 ±11,05
SpO2 (%)	97,87 ±1,71	99,71 ±0,57	99,00 ±1,45	99,13 ±1,21	99,08 ±0,88	99,16 ±1,03	99,76 ±0,43
BIS (%)	92,92 ±3,96	45,71 ±9,0	40,74 ±5,35	41,03 ±5,08	41,76 ±6,80	66,34 ±7,12	90,37 ±9,80
Vt (ml)	-/-	482 ±33	483 ±17	484 ±44	479 ±39	472 ±26	-/-
SS (soluk/dk)	13 ±1,1	14 ±1,5	15 ±2,1	15 ±1,8	14 ±1,4	14 ±1,2	14 ±2,1
EtCO ₂ (mmHg)	-/-	36,26 ±2,84	33,79 ±3,09	36,47 ±6,61	39,47 ±7,33	37,05 ±3,94	-/-
İAB (mmHg)	-/-	-/-	11 ±1,5	12 ±1,2	5 ±1,2	-/-	-/-

Ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

OAB: Ortalama arteriyel basınç.

KTA: Kalp tepe atımı.

SpO2: Periferik atım oksimetre değeri.

BIS: Bispektral indeks.

Vt: Tidal volüm.

SS: Solunum sayısı,

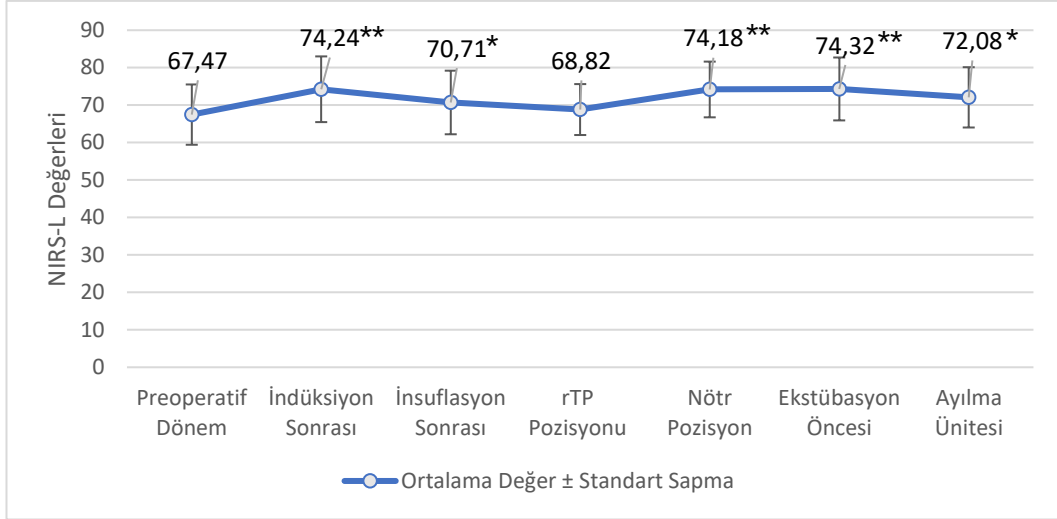
EtCO₂: Soluk sonu karbondioksit değeri.

MAK: Minimal alveolar konsantrasyon.

İAB: intraabdominal basınç değeri.

Çalışmaya dahil edilen 38 hastanın OAB, KTA, SpO₂, EtCO₂ ve BIS değerlerinde ölçüm yapılan dönemler arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi. Çalışma dönemleri süresince izlenen hemodinamik değerlerde müdahale gerektirecek bir sorun gözlenmedi.

Perioperatif ölçümü yapılan NIRS-L, NIRS-R, MCA-FV, MCA-FVmean, MCA-PI, Karotis-FV, Karotis-FVmean ve Karotis-PI değerlerinin analizi sonucu elde edilen veriler sırasıyla verildi. Hastaların NIRS ve TCD-USG değerlerinde klinik olarak hipoksinin ve iskeminin geliştiğini gösteren, ek bir uygulama gerektiren anlamlı düşme ya da artma saptanmadı.



Şekil-6: Ölçüm dönemlerinde sol bölgesel serebral oksijen satürasyonu değerlerinin değişimi.
NIRS-L: Sol bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rScO₂) (%), *p<0,05, **p<0,001.

Tablo-7: Ölçüm dönemlerinde sol bölgesel serebral oksijen satürasyonu (NIRS-L) değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

	Ort.±SD	Maksimum	Minimum	Preoperatif Döneme Göre Değişim (%)	P değeri
Preoperatif Dönem	67,47±8,05	87,00	50,00	0	1,000
İndüksiyon Sonrası Dönem	72,24±8,77	91,00	57,00	10,03	0,000**
İnsüflasyon Sonrası Dönem	70,71±8,49	86,00	53,00	4,80	0,008*
rT Pozisyonu Sonrası Dönem	68,82±6,80	82,00	56,00	2,00	0,409
Nötr Pozisyon Sonrası Dönem	74,18±7,44	89,00	62,00	9,88	0,000**
Ekstübasyon Öncesi Dönem	74,32±8,40	93,00	59,00	10,15	0,000**
Ayılma Ünitesi	72,08±8,05	88,00	52,00	6,83	0,012*

n:38, *p<0,05, **p<0,001.

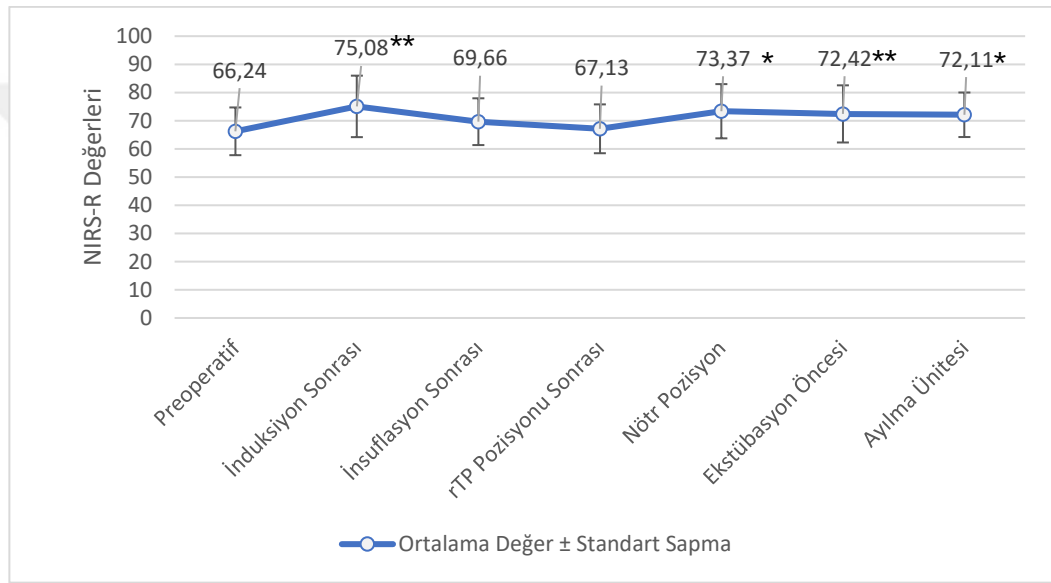
NIRS-L: Sol bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rScO₂) (%).

Ort±SD: Ortalama değer ± standart sapma

Hastalarda frontotemporal bölgeden alınan NIRS-L değerleri preoperatif dönemde alınan ölçümler ile karşılaştırıldığında; indüksiyon sonrası %10,03, insüflasyon sonrası %4,80 oranında artış olduğu saptandı (Sırasıyla; p<0,01, p=0,008). Preoperatif NIRS-L değeri ile rT pozisyonunda NIRS-L değerleri arasında yapılan karşılaştırmada %2,00'lik artış

bulunmasına karşın; nötr pozisyona dönüş sonrası NIRS-L değerlerinde %9,88'lik bir artış saptandı (Sırasıyla $p=0,409$, $p<0,001$). Ekstübasyon öncesi dönemde %10,15'lik, ayılma ünitesinde ise %6,83'lük artış olduğu gözlemlendi ($p<0,001$, $p=0,012$) (Şekil-6) (Tablo-7).

İndüksiyon sonrası dönem ile karşılaştırıldığında ise insuflasyon sonrası dönemde alınan NIRS-L değerleri arasında %2,1'lük düşüş; rT sonrası dönemde alınan NIRS-L değerleri arasında %4,73'lük düşüş saptandı (Sırasıyla $p<0,001$, $p=0,040$).



Şekil-7: Ölçüm dönemlerinde sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu değerlerinin değişimi. **NIRS-R:** sağ bölgesel serebral doku satürasyonu (rScO₂) (%), * $p<0,05$, ** $p<0,001$.

Tablo-8: Ölçüm dönemlerinde sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (NIRS-R) değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

	Ort.±SD	Maksimum	Minimum	Preoperatif Döneme Göre Değişim (%)	P Değeri
Preoperatif Dönem	66,24±8,47	88,00	46,00	0	1,000
İndüksiyon Sonrası Dönem	75,08±10,91	91,00	51,00	13,34	0,000**
İnsuflasyon Sonrası Dönem	69,66±8,30	85,00	51,00	5,16	0,087
rT Pozisyonu Sonrası Dönem	67,13±8,67	85,00	47,00	1,34	1,000
Nötr Pozisyon Sonrası Dönem	73,37±9,62	95,00	57,00	10,76	0,014*
Ekstübasyon Öncesi Dönem	72,42±10,14	95,00	50,00	9,32	0,000**
Ayılma Ünitesi	72,11±7,90	89,00	55,00	8,86	0,001*

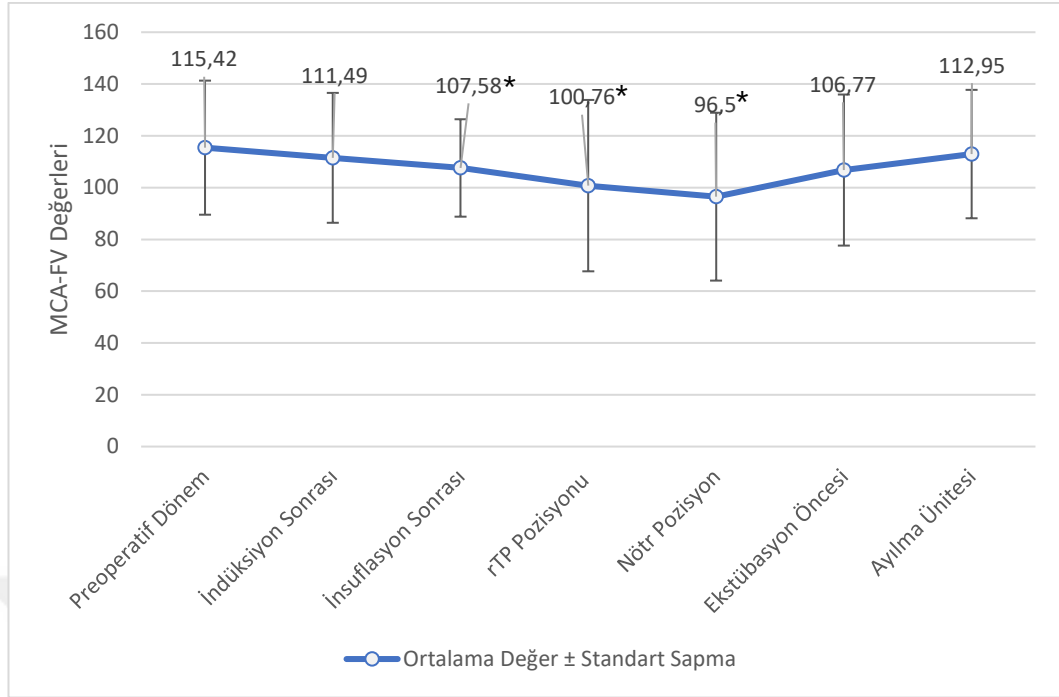
n:38; *p<0,05, **p<0,001.

NIRS-R: Sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rScO₂) (%)

Ort±SD: Ortalama değer ± standart sapma

Preoperatif dönemde sağ frontotemporal bölgeden alınan NIRS-R değerleri ile yapılan karşılaştırmada; indüksiyon sonrası dönemde %13,34'lık bir artış (p<0,001), insuflasyon sonrası dönemde %5,16'lık bir artış (p=0,087), rT pozisyonu sonrası dönemde %1,34'lük bir artış (p=1,000), nötr pozisyonu takiben ölçülen değerlerde %10,76'lık bir artış (p=0,014), ekstübasyon önce ölçülen değerlerde %9,32 ve ayılma ünitesinde %8,86'lık bir artış saptandı (Sırasıyla p<0,001, p=0,001) (Şekil-7) (Tablo-8).

Bu ölçümlere ek olarak indüksiyon sonrası NIRS-R değerleri ile yapılan karşılaştırmada, insuflasyon sonrası %7,2 oranında, rT pozisyonu sonrası %10,58 oranında düşme olduğu saptandı (Sırasıyla p<0,001, p<0,001). rT pozisyonunu takiben cerrahi sırasında hasta nötr pozisyona alındıktan sonra kaydedilen NIRS-R ölçüm değerleri arasında %8,50 oranında artış saptandı (p=0,014).



Şekil-8: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter akım hızı değerlerinin değişimi. **MCA-FV:** orta serebral arter akım hızı (cm/sn), *p<0,05, **p<0,001.

Tablo-9: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter akım hızı (MCA-FV) değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

	Ort.±SD	Maksimum	Minimum	Preoperatif Döneme Göre Değişim (%)	P Değeri
Preoperatif Dönem	115,42±25,89	145,00	50,00	0	1,000
İndüksiyon Sonrası Dönem	111,49±18,81	136,00	54,00	-3,4	1,000
İnfüflasyon Sonrası Dönem	107,58±25,08	155,00	60,00	-6,79	0,001*
rT Pozisyonu Sonrası Dönem	100,76±33,09	177,00	53,00	-12,70	0,012*
Nötr Pozisyon Sonrası Dönem	96,50±32,41	162,00	44,00	-16,39	0,028*
Ekstübasyon Öncesi Dönem	106,77±29,17	175,00	70,00	-7,49	0,859
Ayılma Ünitesi	112,95±24,80	164,00	42,00	-2,14	1,000

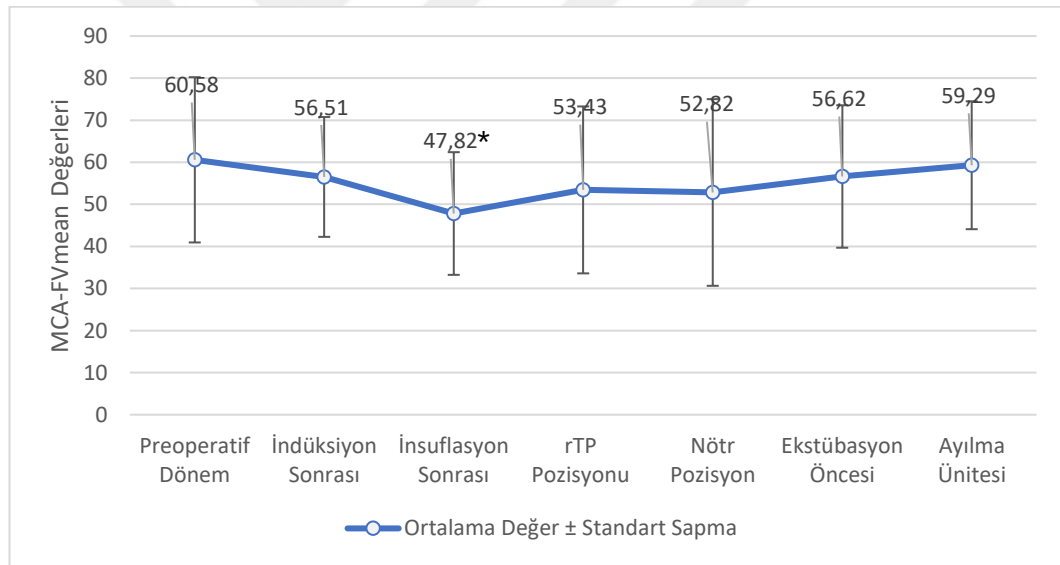
n:38, *p<0,05.

MCA-FV: Orta serebral arter akım hızı (cm/sn).

Ort±SD: Ortalama değer ± standart sapma

Preoperatif dönemde TCD-USG ile ölçülen MCA-FV değeri ve indüksiyon sonrası ölçülen MCA-FV değeri arasında %3,4'lük bir düşüş ($p=1,000$), insuflasyon sonrası ölçülen MCA-FV değeri arasında %6,79'luk bir düşüş ($p=0,001$), rT pozisyonu sonrası dönemde ölçülen MCA-FV değeri arasında %12,70'lik bir düşüş ($p=0,012$), nötr pozisyonundaki MCA-FV değeri arasında %16,39'luk bir düşüş ($p=0,028$) saptandı. Ekstübasyon öncesi MCA FV değerinde %7,49'luk, ayılma ünitesindeki MCA FV değerlerinde %2,41'lik bir düşüş saptandı. Bu değerler arasında anlamlı bir fark saptanmadı (Sırasıyla $p=0,859$, $p=1,000$) (Şekil-8) (Tablo-9).

Bu ölçümlere ek olarak indüksiyon sonrası MCA-FV değerleri ile yapılan karşılaştırmada, ölçüm dönemlerinde anlamlı bir fark saptanmadı (Tüm dönemlerde $p>0,05$).



Şekil-9: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter ortalama akım hızı değerlerinin değişimi. **MCA-FVmean:** orta serebral arter ortalama akım hızı (cm/sn), * $p<0,05$, $p<0,001$.

Tablo-10: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter ortalama akım hızı (MCA-FVmean) değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

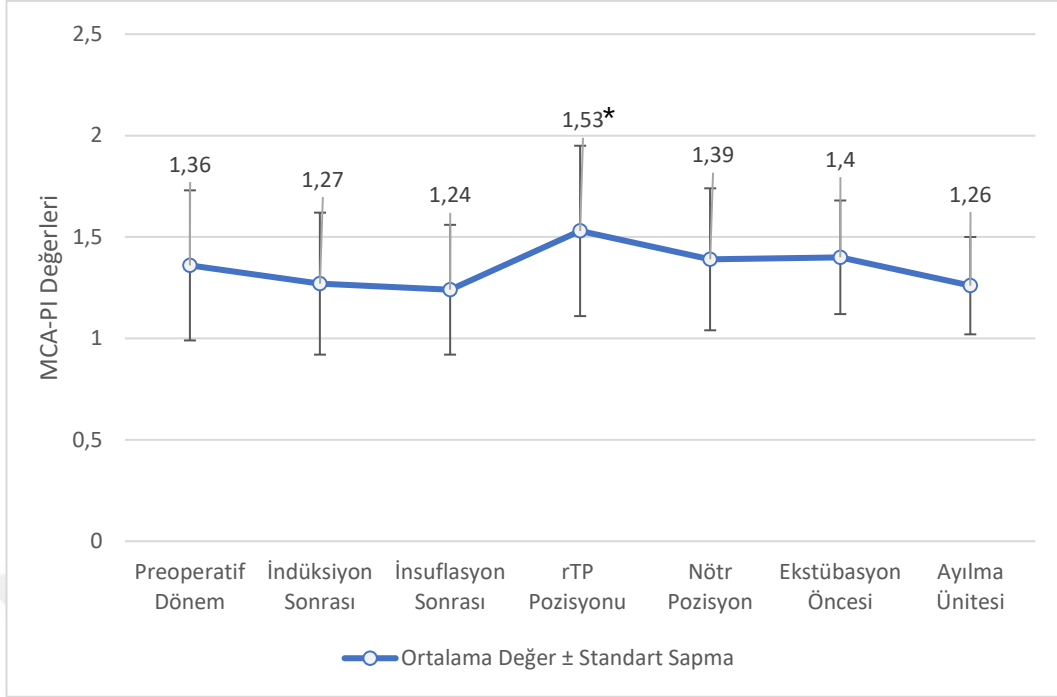
	Ort.±SD	Maksimum	Minimum	Preoperatif Döneme Göre Değişim (%)	P Değeri
Preoperatif Dönem	60,58±19,64	148,00	24,00	0	1,000
İndüksiyon Sonrası Dönem	56,51±14,24	90,00	32,00	-6,71	1,000
İnsuflasyon Sonrası Dönem	47,82±14,58	112,00	26,00	-21,06	0,019*
rT Pozisyonu Sonrası Dönem	53,43±19,84	124,00	25,00	-11,80	1,000
Nötr Pozisyon Sonrası Dönem	52,82±22,18	112,00	28,00	-12,80	0,195
Ekstübasyon Öncesi Dönem	56,62±16,93	100,00	32,00	-6,53	1,000
Ayılma Ünitesi	59,29±15,20	100,00	20,80	-2,12	1,000

n: 38; *p<0,05, **p<0,001.

MCA-FVmean: Orta serebral arter ortalama akım hızı (cm/sn).

Ort±SD: Ortalama değer ± standart sapma

Preoperatif MCA-FVmean değerleri ile yapılan karşılaştırmada; indüksiyon sonrası değerde %6,71'lik bir düşüş (p=1,00), insuflasyon sonrası değerde %21,06'lık bir düşüş (p=0,019), rT pozisyonu sonrası değerde %11,80'lik bir düşüş (p=1,00), nötr pozisyona dönüş değerinde %12,80'lik bir düşüş (p=0,195), ekstübasyon öncesi değerde %6,53'lük bir düşüş (p=1,000), ayılma ünitesindeki değerde %2,21'lik bir düşüş (p=1,000) olduğu saptandı (Şekil-9) (Tablo-10). Bu ölçümlere ek olarak indüksiyon sonrası MCA-FVmean değerleri baz alınarak yapılan karşılaştırmada, diğer ölçüm dönemlerinde anlamlı bir fark saptanmadı (Tüm dönemlerde p>0,05).



Şekil-10: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter pulsatilite indeksi değerlerinin değişimi. **MCA-PI:** orta serebral arter pulsatilite indeksi, $p<0,05$, $p<0,001$.

Tablo-11: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter pulsatilite indeksi (MCA-PI) değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

	Ort.±SD	Maksimum	Minimum	Preoperatif Döneme Göre Değişim (%)	P Değeri
Preoperatif Dönem	1,36±0,37	2,23	0,61	0	1,000
İndüksiyon Sonrası Dönem	1,27±0,35	2,07	0,59	-6,61	1,000
İnsüflasyon Sonrası Dönem	1,24±0,32	1,81	0,48	-8,82	1,000
rT Pozisyonu Sonrası Dönem	1,53±0,42	2,38	0,78	12,5	0,044*
Nötr Pozisyon Sonrası Dönem	1,39±0,35	2,03	0,80	2,20	1,000
Ekstübasyon Öncesi Dönem	1,40±0,28	2,01	1,02	2,94	1,000
Ayılma Ünitesi	1,26±0,24	2,20	1,02	-7,35	1,000

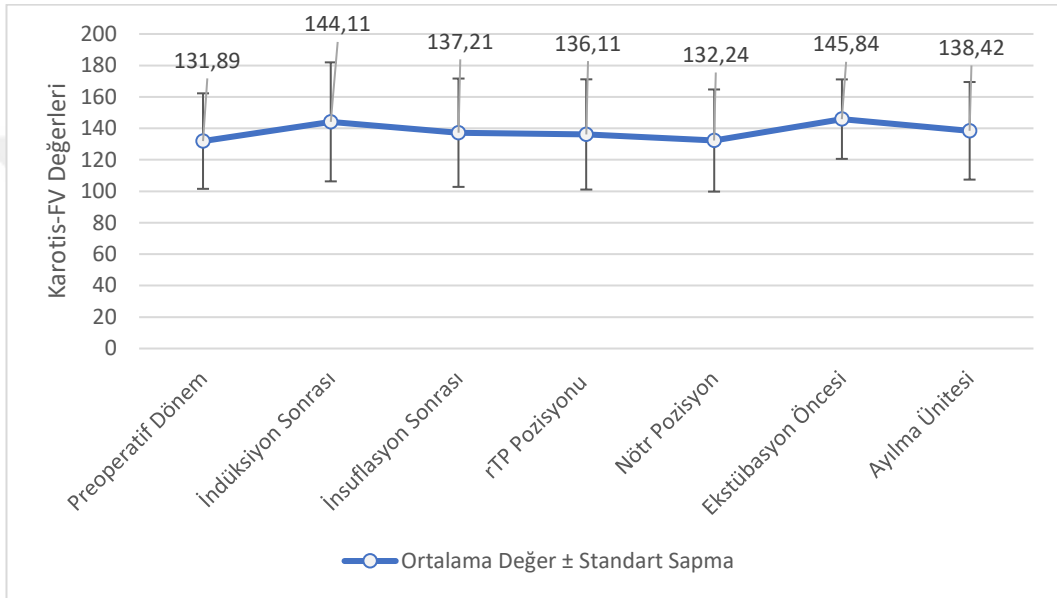
n: 38; * $p<0,05$, ** $p<0,001$.

MCA-PI: Orta serebral arter pulsatilite indeksi.

Ort±SD: Ortalama değer ± standart sapma

MCA-PI değerleri ele alındığında preoperatif dönem ile yapılan karşılaştırmada, indüksiyon sonrası dönemde %6,61'lik düşüş ($p=1,00$),

insuflasyon sonrası dönemde %8,82'lik düşüş ($p=1,00$), rT pozisyonu sonrası dönemde %12,50'lik artış ($p=0,044$), nötr pozisyon sonrası dönemde %2,20'lik artış ($p=1,00$), ekstübasyon öncesi dönemde %2,94 artış ($p=1,00$), ayılma ünitesinde ise %7,75'lik düşüş ($p=1,00$) saptandı (Şekil-10) (Tablo-11). Bu ölçümlere ek olarak indüksiyon sonrası MCA-PI değerleri ile yapılan karşılaştırmada, takip eden diğer ölçüm dönemlerinde anlamlı bir fark saptanmadı (Tüm dönemlerde $p>0,05$).



Şekil-11: Ölçüm dönemlerinde karotis arter akım hızı değerlerinin değişimi. **Karotis-FV:** internal karotis arter akım hızı (cm/sn), * $p<0,05$, ** $p<0,001$.

Tablo-12: Ölçüm dönemlerinde karotis arter akım hızı (Karotis-FV) değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

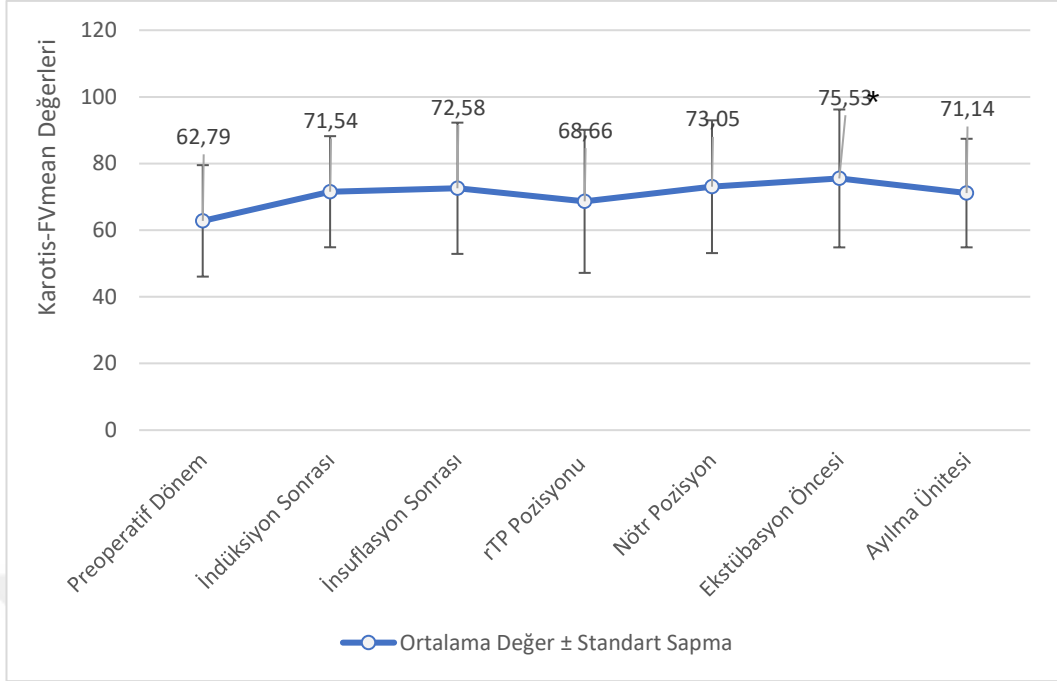
	Ort.±SD	Maksimum	Minimum	Preoperatif Döneme Göre Değişim (%)	P Değeri
Preoperatif Dönem	131,89±30,36	200,00	78,00	0	1,000
İndüksiyon Sonrası Dönem	144,11±37,84	284,00	75,00	9,26	1,000
İnsuflasyon Sonrası Dönem	137,21±34,44	281,00	73,00	4,01	1,000
rT Pozisyonu Sonrası Dönem	136,11±35,04	223,00	68,00	3,19	1,000
Nötr Pozisyon Sonrası Dönem	132,24±32,48	214,00	67,00	0,26	1,000
Ekstübasyon Öncesi Dönem	145,84±25,27	233,00	100,00	10,57	0,111
Ayılma Ünitesi	138,42±31,02	240,00	88,00	4,95	1,000

n: 38, *p<0,05, **p<0,001.

Karotis-FV: internal karotis arter akım hızı (cm/sn).

Ort±SD: Ortalama değer ± standart sapma

Preoperatif dönemde ölçülen Karotis-FV değeri ile karşılaştırıldığında; indüksiyon sonrası değerde %9,26'lık artış (p=1,00), insuflasyon sonrası değerde %4,01'lik artış (p=1,00), rT sonrası değerde %3,19'luk bir artış (p=1,00), nötr pozisyon sonrası değerde %0,26'lık artış (p=1,00), ekstübasyon öncesi değerde %10,57'lik artış (p=0,111), ayılma ünitesi değerde %4,95'lik artış (p=1,00) saptandı (Şekil-11) (Tablo-12). Karotis-FV değerleri indüksiyon sonrası dönem ile karşılaştırıldığında ise takip eden diğer ölçüm dönemleri arasında anlamlı bir fark saptanmadı (Tüm dönemlerde p>0,05).



Şekil-12: Ölçüm dönemlerinde karotis arter ortalama akım hızı değerlerinin değişimi. **Karotis-FVmean:** internal karotis arter ortalama akım hızı (cm/sn), *p<0,05, **p<0,001.

Tablo-13: Ölçüm dönemlerinde karotis arter ortalama akım hızı (Karotis-FVmean) değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

	Ort.±SD	Maksimum	Minimum	Preoperatif Döneme Göre Değişim (%)	P Değeri
Preoperatif Dönem	62,79±16,72	92,00	21,00	0	1,000
İndüksiyon Sonrası Dönem	71,54±16,77	112,00	38,00	13,93	0,579
İnsüflasyon Sonrası Dönem	72,58±19,69	149,00	40,00	15,59	0,707
rT Pozisyonu Sonrası Dönem	68,66±21,47	128,00	35,00	9,34	1,000
Nötr Pozisyon Sonrası Dönem	73,05±19,92	104,00	35,00	16,34	0,062
Ekstübasyon Öncesi Dönem	75,53±20,69	149,00	32,00	20,28	0,003*
Ayılma Ünitesi	71,14±16,29	136,00	21,20	13,29	0,087

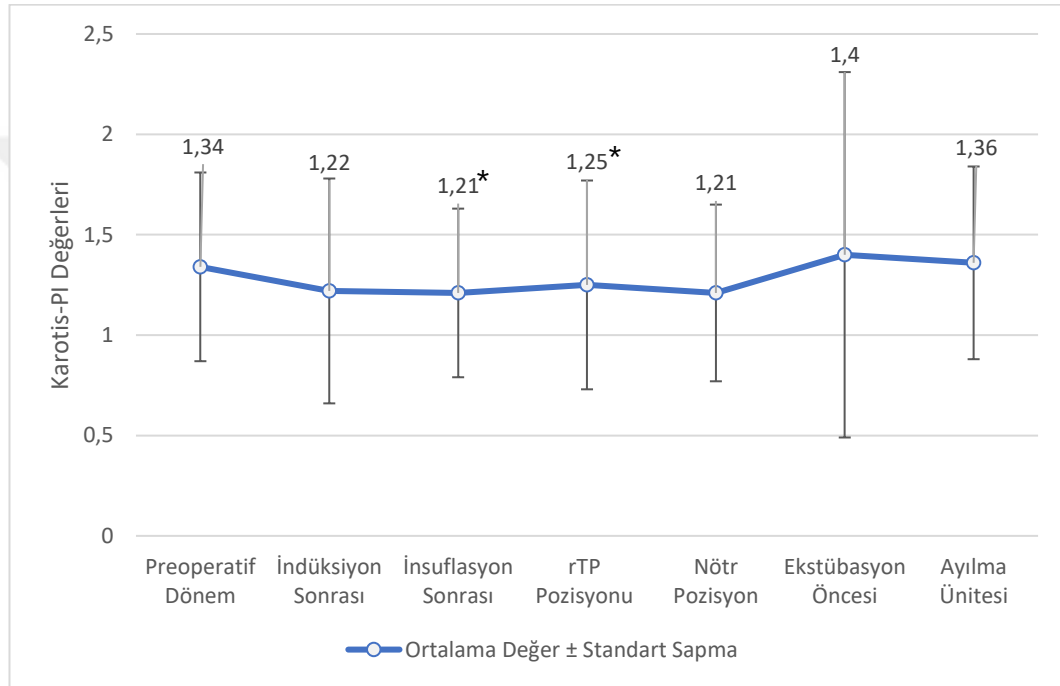
n: 38, *p<0,05, **p<0,001.

Karotis-FVmean: Internal karotis arter ortalama akım hızı (cm/sn).

Ort±SD: Ortalama değer ± standart sapma

Preoperatif dönemde ölçülen Karotis-FVmean değeri ile yapılan karşılaştırmada diğer dönemlerde bir artış olduğu görüldü. İndüksiyon sonrası

dönemde bu artış %13,93 ($p=0,579$), insuflasyon sonrası dönemde %15,59 ($p=0,707$), rT Pozisyonu döneminde %9,34 ($p=1,00$), nötr pozisyon döneminde %16,34 ($p=0,062$), ekstübasyon öncesi dönemde %20 ($p=0,003$), ayılma ünitesi döneminde %13,29 ($p=0,0879$) oranında idi (Şekil-12) (Tablo-13). Ayrıca indüksiyon sonrası Karotis-FVmean değerleri baz alınarak yapılan karşılaştırmada, diğer ölçüm dönemlerinde anlamlı bir fark saptanmadı (Tüm dönemlerde $p>0,05$).



Şekil-13: Ölçüm dönemlerinde karotis arter pulsatilite indeksi değerlerinin değişimi. **Karotis-PI:** internal karotis arter pulsatilite indeksi, * $p<0,05$, ** $p<0,001$.

Tablo-14: Ölçüm dönemlerinde karotis arter pulsatilite indeksi (Karotis-PI) değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

	Ort.±SD	Maksimum	Minimum	Preoperatif Döneme Göre Değişim (%)	P Değeri
Preoperatif Dönem	1,34±0,47	3,04	0,13	0	1,000
İndüksiyon Sonrası Dönem	1,22±0,56	2,98	0,13	-8,95	0,579
İnsuflasyon Sonrası Dönem	1,21±0,42	2,73	0,41	-9,70	0,036*
rT Pozisyonu Sonrası Dönem	1,25±0,52	2,69	0,55	-6,71	0,030*
Nötr Pozisyon Sonrası Dönem	1,21±0,44	2,39	0,51	-9,70	0,073
Ekstübasyon Öncesi Dönem	1,40±0,91	4,96	0,60	4,47	1,000
Aylıma Ünitesi	1,36±0,48	3,06	0,87	1,49	1,000

n: 38, *p<0,05, p<0,001.

Karotis-PI: Karotis arter pulsatilite indeksi.

Ort±SD: Ortalama değer ± standart sapma

Preoperatif dönemde ölçülen Karotis-PI değerleri ile yapılan karşılaştırmada; sadece insuflasyon sonrası dönemdeki %9,70'lik düşüş (p=0,036) ve rT pozisyonu sonrası dönemdeki %6,71'lik düşüş (p=0,03) anlamlı bulundu. Diğer dönemlerdeki değişim oranlarının istatistik açısından anlamsız olduğu belirlendi (p>0,05) (Şekil-13) (Tablo-14). Bu ölçümlere ek olarak indüksiyon sonrası Karotis-PI değerleri ile yapılan karşılaştırmada ise diğer ölçüm dönemleri arasında anlamlı bir fark saptanmadı (Tüm dönemlerde p>0,05).

Tablo-15: Ölçüm dönemlerinde sağ ve sol bölgesel serebral oksijen satürasyonu (NIRS-L ve NIRS-R) değerleri arasındaki değişimin karşılaştırılması

NIRS-L/ NIRS-R	Ortalama Değerlerin Karşılaştırılması	95% Doğruluk Payı ile Alt ve Üst Limit Farkları		P değeri
		Alt Limit	Üst Limit	
Preoperatif Dönem	1,23684	-1,22812	3,70180	0,316
İndüksiyon Sonrası Dönem	-0,03301	-0,06782	0,00180	0,062
İnsuflasyon Sonrası Dönem	-0,00528	-0,03308	0,02251	0,702
rT Pozisyonu	0,00759	-0,02753	0,04271	0,664
Nötr Pozisyon	-0,00806	-0,05355	0,03743	0,722
Ekstübasyon Öncesi Dönem	1,89474	0,13081	3,65866	0,136
Ayılma Ünitesi	-0,02632	-1,95730	1,90467	0,978

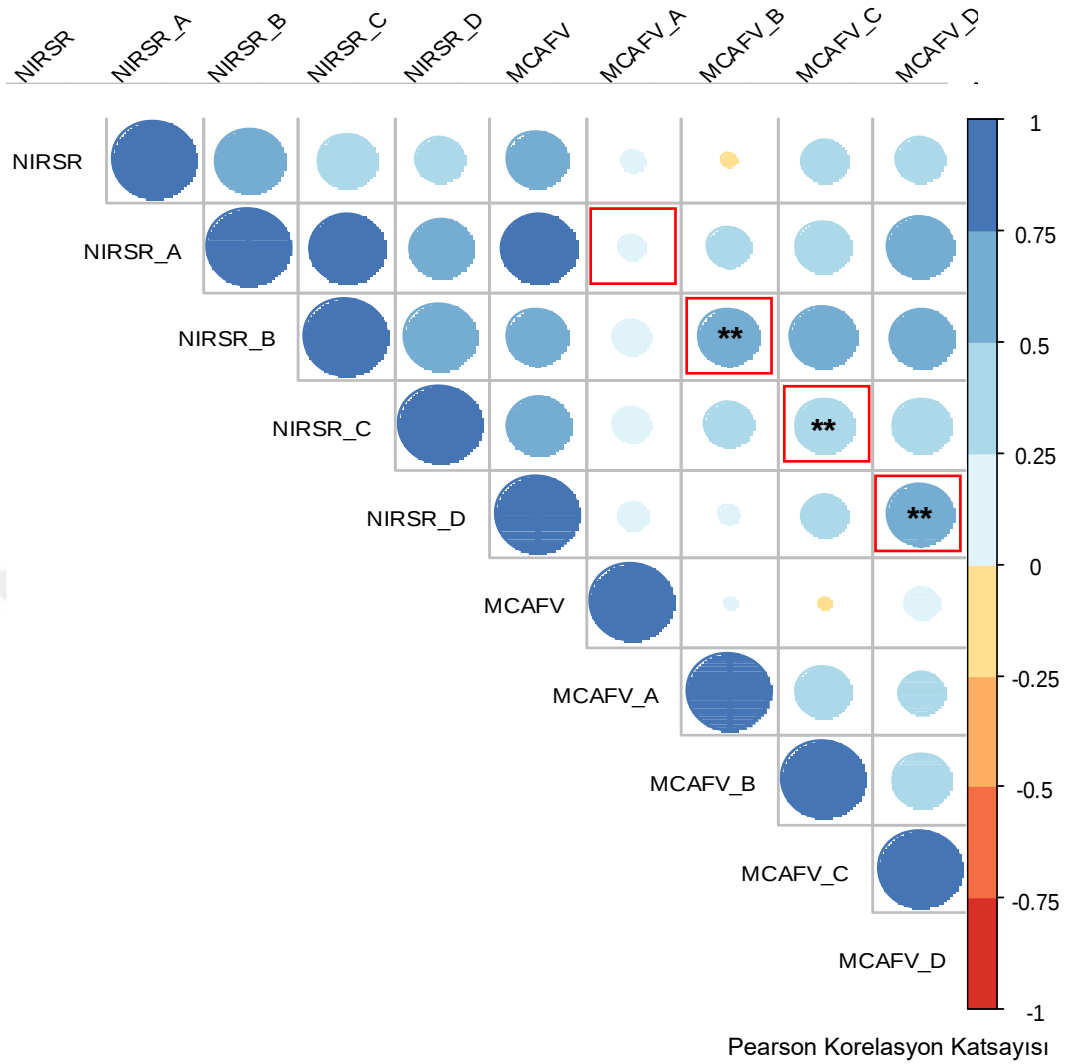
n:38, *p<0,05, **p<0,001.

NIRS-L: Sol bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rScO₂) (%).

NIRS-R: Sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rScO₂) (%).

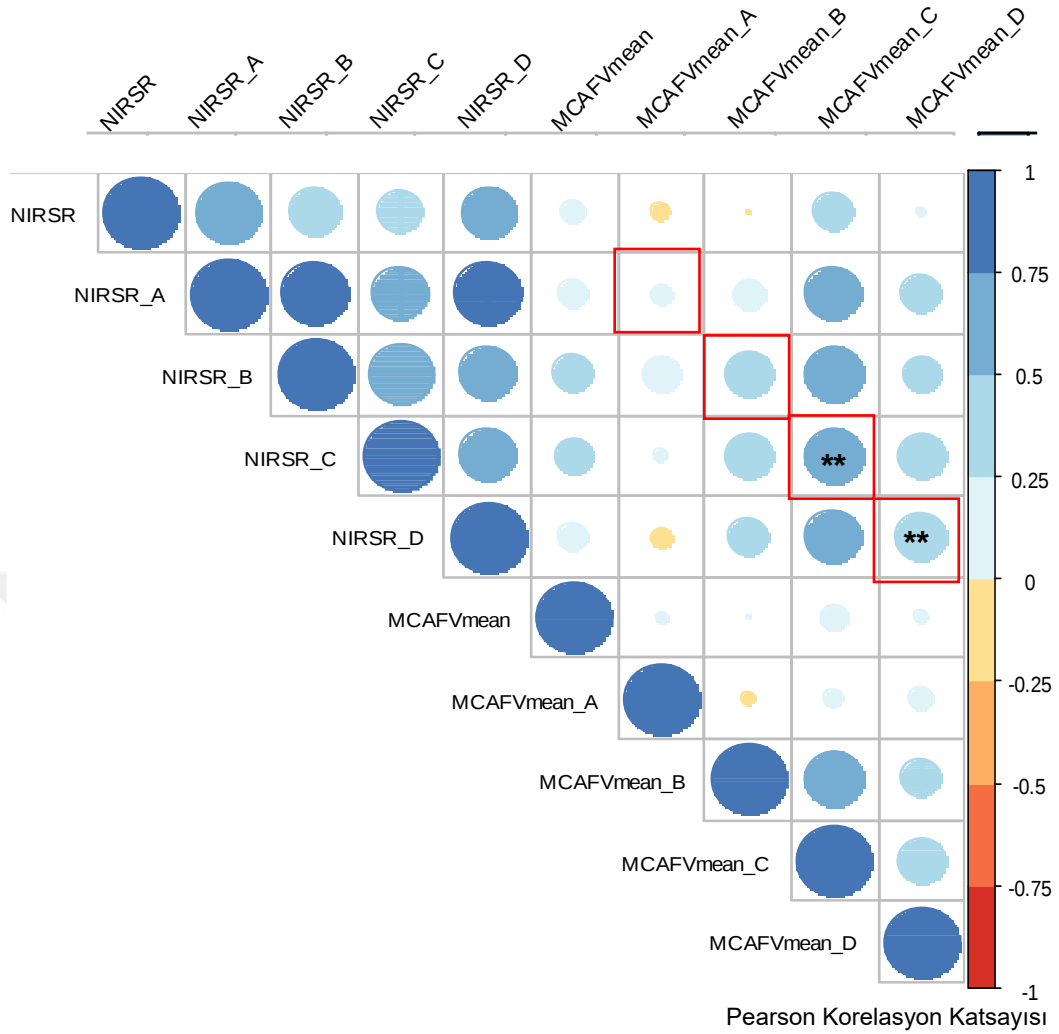
rT: Ters Trendelenburg.

Ölçüm evrelerinde NIRS-L ve NIRS-R değerleri arasında Bağımlı T-Testi ile yapılan analiz sonucunda NIRS-L ve NIRS-R değerlerindeki değişimin birbirine benzer olduğu, preoperatif, indüksiyon sonrası, insuflasyon sonrası, rT pozisyonu sonrası, nötr pozisyon sonrası, ekstübasyon öncesi dönemlerde ve ayılma ünitesinde ölçülen NIRS-L ve NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığı saptandı (Sırasıyla p= 0,316, p=0,062, p=0,702, p=0,664, p=0,722, p=0,136, p=0,978) (Tablo-15). Bu nedenle, TCD-USG ölçümleri sağ transtemporal pencereden yapıldığından NIRS ve TCD-USG parametreleri arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla karşılaştırmalar NIRS-R değeri temel alınarak yapıldı.



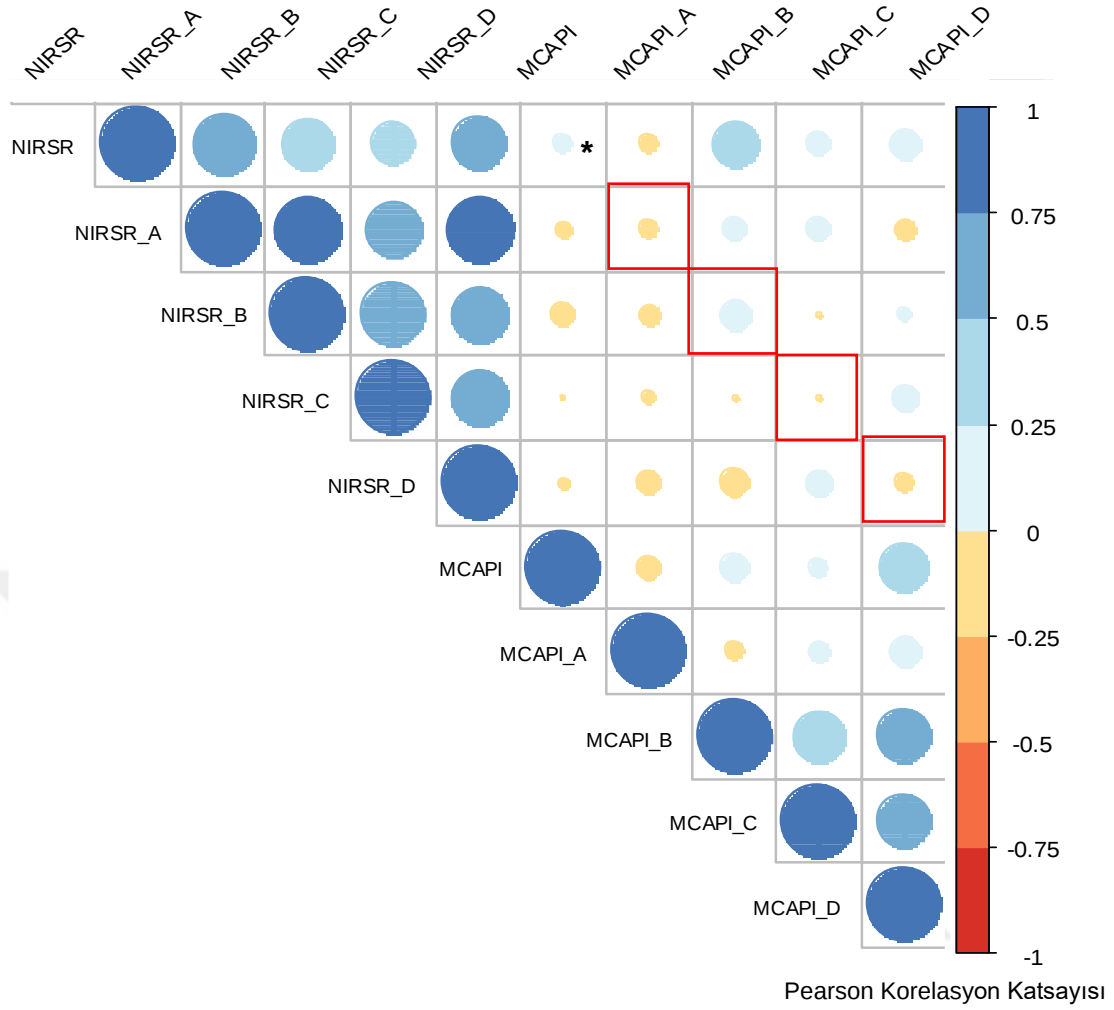
Şekil-14: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter akım hızı (MCA-FV) ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (NIRS-R) değerlerinin korelasyonu. **MCA:** orta serebral arter, **FV:** akım hızı, **NIRS-R:** sağ bölgesel serebral oksijen saturasyonu (rScO₂), **A:** indüksiyon sonrası dönem, **B:** insuflasyon sonrası dönem, **C:** ters Trendelenburg pozisyonu, **D:** nötr pozisyon, n:38, *p<0,05, **p<0,001.

Preoperatif dönemde ölçülen MCA-FV ile NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($r=0,157$; $p=0,346$). İndüksiyon sonrası ölçülen MCA-FV değeri ile indüksiyon sonrası NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=-0,040$; $p=0,814$). İnsuflasyon sonrası ölçülen MCA-FV değeri ile insuflasyon sonrası ölçülen NIRS-R değeri arasında anlamlı bir ilişki bulundu ($r=0,420$; $p=0,009$). rT pozisyonu sonrası ölçülen NIRS-R ve MCA-FV değerleri arasında anlamlı bir değişiklik saptandı ($r=0,587$; $p<0,001$). Nötr pozisyonda ölçülen NIRS-R ve MCA-FV değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptandı ($r=0,423$; $p=0,009$) (Şekil-14) (EK-2).



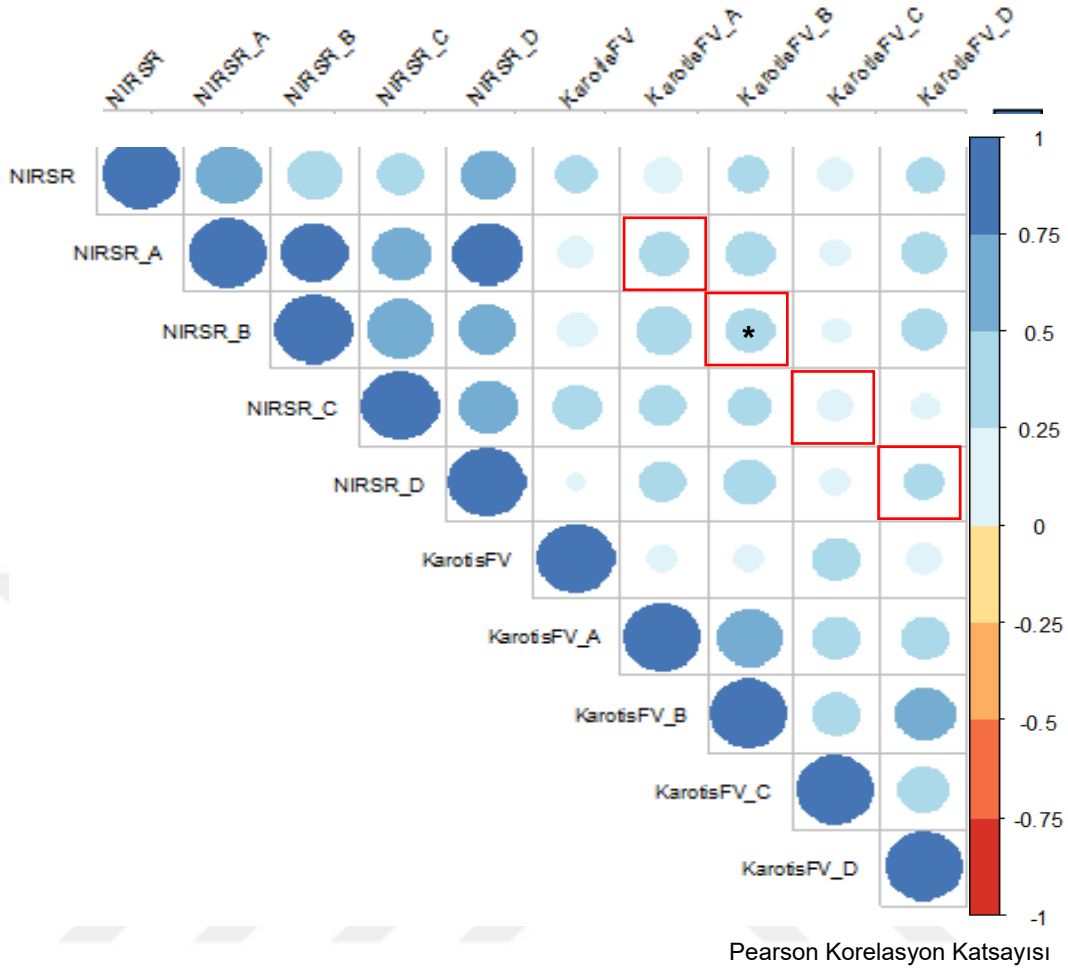
Şekil-15: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter ortalama akım hızı(MCA-FVmean) ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (NIRS-R) değerlerinin korelasyonu. **MCA:** orta serebral arter, **FVmean:** ortalama akım hızı, **NIRS-R:** sağ bölgesel serebral oksijen saturasyonu (rScO₂) (%), **A:** indüksiyon sonrası dönem, **B:** insuflasyon sonrası dönem, **C:** ters trendelenburg pozisyonu, **D:** nötr pozisyon, n:38, *p<0,05; **p<0,001.

Preoperatif olarak ölçülen MCA-FVmean değeri ile preoperatif NIRS-R değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($r=-0,019$; $p=0,909$). İndüksiyon sonrası ölçülen MCA-FVmean değeri ile indüksiyon sonrası NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=-0,068$; $p=0,685$). İnsuflasyon sonrası ölçülen MCA-FVmean değeri ile insuflasyon sonrası ölçülen NIRS-R değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($r=0,202$; $p=0,225$). rT pozisyonunu takiben ölçülen MCA-FVmean ile NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptandı ($r=0,638$; $p<0,001$). Nötr pozisyonda ölçülen MCA-FVmean ve NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptandı ($r=0,407$; $p=0,011$) (Şekil-15) (EK-3).



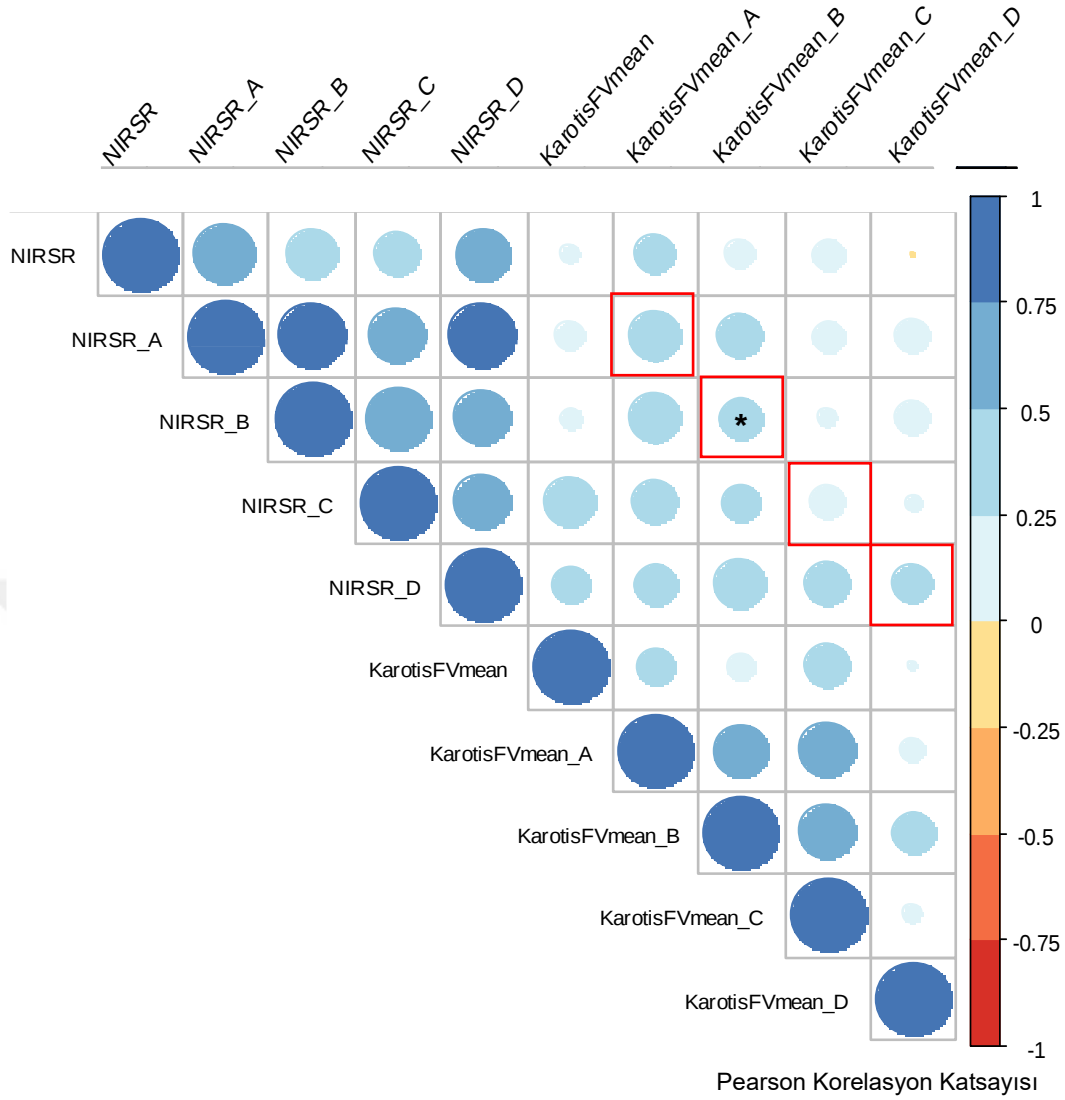
Şekil-16: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter pulsatilite indeksi ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (NIRS-R) değerlerinin korelasyonu. **MCA:** orta serebral arter, **PI:** pulsatilite indeksi, **NIRS-R:** sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rScO₂), **A:** indüksiyon sonrası dönem, **B:** insuflasyon sonrası dönem, **C:** ters Trendelenburg pozisyonu, **D:** nötr pozisyon, n:38, *p<0,05, **p<0,001.

Preoperatif olarak ölçülen MCA-PI değeri ile preoperatif NIRS-R değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($r=0,014$; $p=0,934$). İndüksiyon sonrası ölçülen MCA-PI değeri ile indüksiyon sonrası NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=-0,069$; $p=0,680$). İnsuflasyon sonrası ölçülen MCA-PI değeri ile insuflasyon sonrası ölçülen NIRS-R değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı ($r=0,106$; $p=0,525$). RT pozisyonunu takiben ölçülen MCA-PI ile NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=-0,013$; $p=0,940$). Nötr pozisyonda ölçülen MCA-PI ve NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=0,127$; $p=0,446$) (Şekil-16) (EK-4).



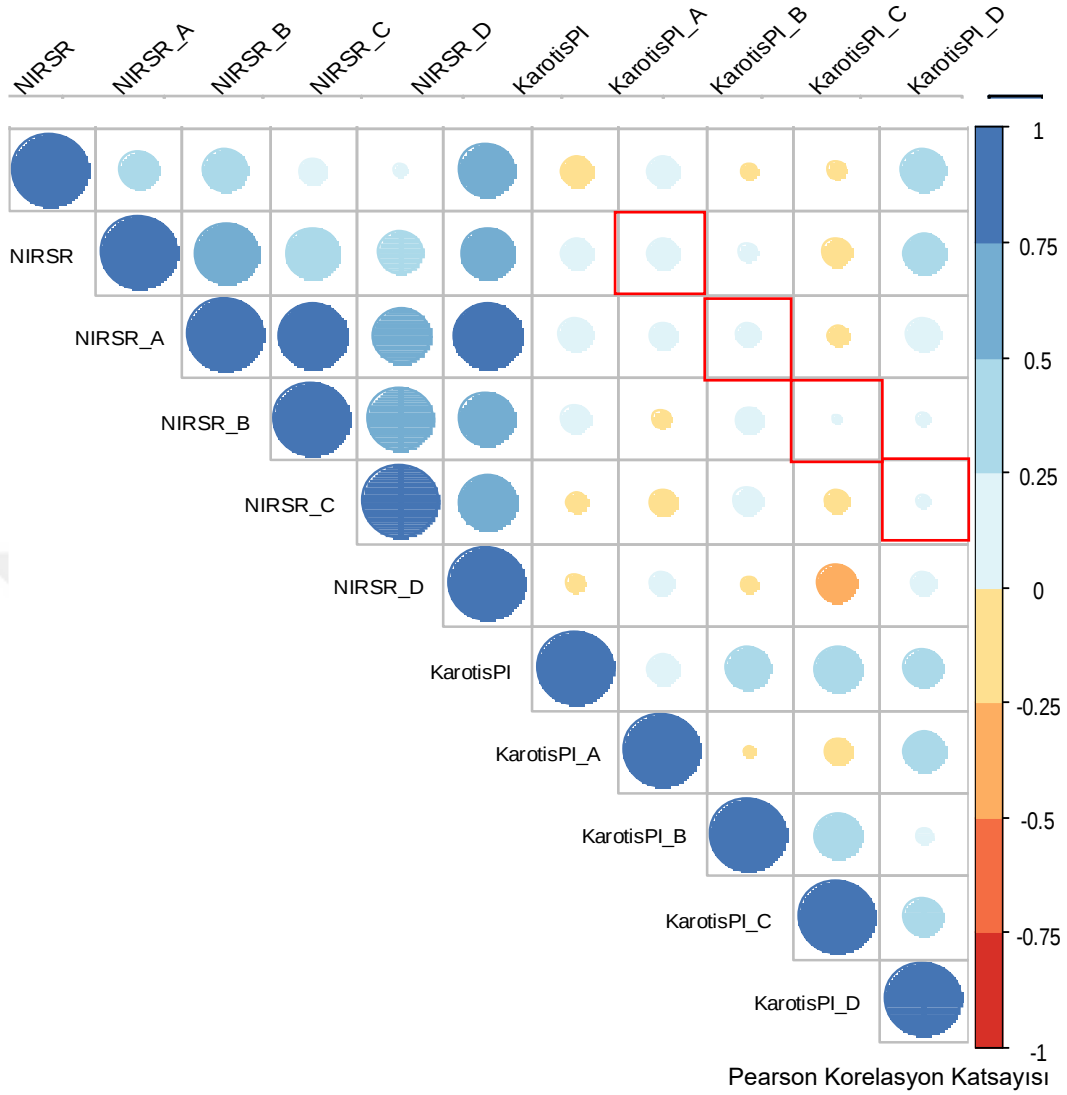
Şekil-17: Ölçüm dönemlerinde karotis arter sistolik akım hızı (Karotis-FV) ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu değerlerinin korelasyonu. **Karotis:** internal karotis arter, **FV:** akım hızı, **NIRS-R:** sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rScO₂), **A:** indüksiyon sonrası dönem, **B:** insuflasyon sonrası dönem, **C:** ters Trendelenburg pozisyonu, **D:** nötr pozisyon, n:38, *p<0,05; **p<0,001.

Karotis-FV ve NIRS değerleri arasındaki korelasyon incelendiğinde preoperatif dönemde anlamlı bir ilişki bulunmadı ($r=-0,016$; $p=0,922$). İndüksiyon sonrası dönemde ölçülen Karotis-FV değeri ile indüksiyon sonrası NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=0,245$; $p=0,138$). İnsuflasyon sonrası ölçülen Karotis-FV değeri ile insuflasyon sonrası ölçülen NIRS-R değeri arasında anlamlı bir ilişki bulundu ($r=0,402$; $p=0,012$). rT pozisyonunu takiben ölçülen Karotis-FV ile NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=0,137$; $p=0,413$). Nötr pozisyonda ölçülen Karotis-FV ve NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=0,134$; $p=0,424$) (Şekil-17) (EK-5).



Şekil-18: Ölçüm dönemlerinde karotis arter ortalama akım hızı (Karotis-FVMean) ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu değerlerinin korelasyonu. **Karotis:** internal karotis arter, **FVmean:** ortalama akım hızı, **NIRS-R:** sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rScO₂), **A:** indüksiyon sonrası dönem, **B:** insuflasyon sonrası dönem, **C:** ters Trendelenburg pozisyonu, **D:** Nötr Pozisyon, n:38, *p<0,05, **p<0,001.

Preoperatif olarak ölçülen Karotis-FVmean değeri ile preoperatif NIRS-R değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($r=-0,040$; $p=0,812$). İndüksiyon sonrası Karotis-FVmean ve NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=0,286$; $p=0,082$). İnsuflasyon sonrası ölçülen Karotis-FVmean değeri ile insuflasyon sonrası ölçülen NIRS-R değeri arasında anlamlı bir ilişki bulundu ($r=0,363$; $p=0,025$). rT pozisyonunu takiben ölçülen Karotis-FVmean ile NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=0,085$; $p=0,611$). Nötr pozisyonda ölçülen Karotis-FVmean ve NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=0,056$; $p=0,738$) (Şekil-18) (EK-6).



Şekil-19: Ölçüm dönemlerinde karotis arter pulsatilite indeksi (Karotis-PI) ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu değerlerinin korelasyonu. **Karotis:** internal karotis arter, **PI:** pulsatilite indeksi; **NIRS-R:** sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rScO₂), **A:** indüksiyon sonrası dönem, **B:** insuflasyon sonrası dönem; **C:** ters Trendelenburg pozisyonu, **D:** nötr pozisyon, **n:38**, *p<0,05, **p<0,001.

Preoperatif olarak ölçülen Karotis-PI değeri ile preoperatif NIRS-R değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı ($r=-0,183$; $p=0,271$). İndüksiyon sonrası Karotis-PI ve NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=0,188$; $p=0,257$). İnsuflasyon sonrası ölçülen Karotis-PI değeri ile insuflasyon sonrası ölçülen NIRS-R değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı ($r=0,115$; $p=0,490$). rT pozisyonunu takiben ölçülen Karotis-PI ile NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=0,018$; $p=0,916$).

Nötr pozisyonda ölçülen Karotis-PI ve NIRS-R değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($r=0,043$; $p=0,798$) (Şekil-19) (EK-7).



TARTIŞMA VE SONUÇ

Laparoskopik kolesistektomi hastalarında cerrahi yöntemin beyin kan akımına ve serebral oksijenasyona etkisini araştırdığımız çalışmamızda, intraabdominal insuflasyon ve rT pozisyonunun beyin kan akımı ve serebral oksijenasyonda azalmaya neden olduğu ve bu etkinin insuflasyon döneminde en belirgin olduğu saptandı. NIRS ve TCD-USG değerleri arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla yapılan korelasyon analizleriyle, insuflasyon, rT pozisyonu ve nötr pozisyonunda MCA-FV ve NIRS değerleri arasında anlamlı ilişki olduğu saptandı. Ek olarak, NIRS ile serebral alandaki değişimlerin TCD-USG'den daha önce saptanabileceği çıkarımı yapıldı.

Demografik olarak homojen sayılabilecek olan çalışma grubumuzda, KTA, OAB, BIS, SpO₂, SS, Vt parametreleri arasında perioperatif dönemde anlamlı bir değişiklik gözlenmedi. NIRS ve TCD-USG ölçümünü engelleyebilecek ek patoloji saptanmadı. Preoperatif dönemde ölçülen NIRS ve TCD-USG değerleri bazal değer olarak kabul edilip, literatürdeki çalışmalara benzer bulundu (7,13). Çalışmaya dahil edilen 38 hastaya etCO₂: 35-45 mmHg olacak şekilde uyguladığımız ventilasyon stratejileri ile normokapninin sürekliliği sağlandı, L/K sırasında uygulanan insuflasyonun ve rT pozisyonunun serebral kanlanmaya ve oksijenasyona etkilerini incelemek amaçlandı.

Genel anestezi altında gerçekleştirilen L/K'da; indüksiyon, insuflasyon ve cerrahi pozisyonlar ile serebral kanlanma ve oksijenasyonda değişimler gözlenmektedir (7,8,12). Uygulanan preoksijenasyon ve anestezik ilaçlar sistemik ve serebral oksijenasyonu etkileyen faktörlerdendir. Anestezi indüksiyonu amacıyla kullanılan propofol ve sodyum tiyopental; serebral kan akımını, serebral kan hacmini ve intrakraniyal basıncı azaltıcı etki gösterir. Propofol, serebral perfüzyon basıncında kritik bir azalma oluşturur. Sodyum tiyopental ise; serebral oksijen tüketiminde, serebral kan akımından daha büyük bir düşüşe neden olur. Her iki ilacın benzer derecede serebral koruma sağladığı da bilinmektedir (2). Anestezi idamesi amacıyla kullanılan sevofluran

ise, serebral kan akımında ve intrakraniyal basınçta hafif artışlara neden olmaktadır. Ayrıca sevofluran, yüksek minimal alveolar konstanrasyon (MAK) değerlerinde serebral kan akımını azaltmaktadır (2). Opiodlerin etkileri minimal düzeydedir. L/K hastalarında Total İntravenöz Anestezi (TİVA) ve sevofluran ile uygulanan inhalasyon anestezisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada sevofluran uygulanan grupta bölgesel serebral oksijen satürasyonunun daha iyi korunduğu saptanmıştır (31).

Propofol ve sevofluran ile uygulanan anestezi indüksiyonu ve serebral oksijenasyon ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada; propofol ile anestezi indüksiyonu sonrası HbO₂ değerinde değişim olmadan, serebral kan akımında azalma olduğu, sevofluran (1 MAK) ile anestezi indüksiyonu sonrası ise serebral kan akımında azalma olmasına karşın, HbO₂ değerinde artış olduğu gözlenmiştir (32). Çalışmamızda, bu çalışmaya benzer olarak anestezi indüksiyonu ile NIRS değerlerinde artma olduğu saptandı. Serebral kan akımının değerlendirildiği MCA-FV değerlerinde düşme olduğu görülse de bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Çalışma grubumuzda anestezi indüksiyonunda propofol ve tiyopental; anestezi idamesinde sevofluran kullanılmasına bağlı serebral kan akımında istatistiksel anlamlı azalma olmadan, serebral metabolizmadaki azalmaya bağlı NIRS değerlerinde artma gözlenmiş olabileceği düşünüldü. Ayrıca indüksiyon öncesi uygulanan preoksijenasyon periyodu sistemik oksijenasyonu arttırarak NIRS değerlerinde artışa neden olmuş olabilir.

L/K sırasında oluşturulan pnömoperitoneum ve uygulanan rT pozisyonu serebral kan akımı ve serebral oksijenasyonu etkilemektedir (4). İAB: 10-12 mmHg olacak şekilde insuflasyon amacıyla kullanılan CO₂ gazı, hem venöz sisteme ve organlara bası etkisiyle hem de metabolik etkiyle hastaları risk altına sokmaktadır. Metabolik etki, CO₂'in çeşitli reaksiyonlar ve peritondan emilim yoluyla kana geçip hiperkarbi oluşturmasıyla gözlenmektedir (15). Ancak çalışmamızda da uyguladığımız gibi normokapnik ventilasyon stratejileriyle bu etkiyi azaltmak mümkündür.

Pnömoperitoneum ve Trendelenburg pozisyonunun serebral oksijenasyon üzerine etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, Trendelenburg

pozisyonu sonrası İAB:15mmHg olacak şekilde pnömoperitoneum oluşturulan hasta grubunda, pozisyon sonrası 5. dk'da başlayan NIRS artışı anlamsız bulunup, 15. ve 30.dk'larda devam eden NIRS artışları istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır (3). Çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak, supin pozisyonunda pnömoperitoneum oluşturulup, pnömoperitoneumu takiben 5. dk'da ölçülen NIRS değerlerinde ise indüksiyon sonrası döneme göre anlamlı bir azalma saptandı (NIRS-L: $p<0,001$, NIRS-R: $p<0,001$). Verilen rT pozisyonu sonrası yapılan ölçümlerde ise insuflasyon dönemine benzer şekilde NIRS değerlerinde anlamlı azalmanın devam ettiği görüldü (NIRS-L: $p=0,04$, NIRS-R: $p<0,001$). İki çalışma arasındaki serebral oksijenasyon değerlerinde gözlenen farkın, cerrahi pozisyonlara bağlı gelişebilecek venöz dönüş ve serebral kanlanmadaki değişime bağlı olabileceği düşünüldü. Çünkü Trendelenburg pozisyonu ile artan preload, serebral kanlanmayı artırıcı etki göstermektedir (2). Ek olarak, omuz cerrahilerinde uygulanan baş yukarı şezlong pozisyonun serebral oksijenasyona etkilerinin değerlendirildiği başka bir çalışmada da, 30° ve 45° baş yukarı pozisyona alınan hastalarda serebral oksijenasyona azalma olduğu saptanmıştır (10). Bu çalışmaya benzer olarak hemodinamik olarak stabil takip edilen hasta grubumuzda pnömoperitoneumun eşlik ettiği 30° rT pozisyonu ile serebral oksijenasyonda azalma olduğu gözlemlendi. Ruzman ve ark. da (7) L/K hastalarında aynı dönemlerde benzer değişiklikler saptamışlar, hatta bazı hastaların rScO₂ değerlerinde kritik düzey olan %20'den daha fazla düşme gözlemlenmiştir.

L/K sonunda, supin pozisyona dönüş ve desuflasyon ile baş seviyesi altındaki organlarda göllenmiş olan kan sistemik dolaşıma katılmakta (2), pnömoperitoneum etkisi ile artmış intratorasik basınç, büyük damarlara olan bası ve lomber pleksus üzerindeki bası ortadan kalkmaktadır (15,20). Bu nedenle nötr pozisyona dönüşte, intrakranyal kanlanmada ve oksijenasyonda değişim gerçekleşmesi kaçınılmazdır. Ayrıca, anestezinin sonlandırılması sırasında ve hastalarda ekstübasyon ile gelişebilecek hipoksi durumunun önlenmesi için kullanılan oksijen tedavilerinin, sistemik ve serebral oksijenasyonu artırıcı etkisi mevcuttur. Ruzman ve ark. (7) obez ve yaşlı hastaları kapsayan, anestezi idamesini TİVA (Propofol+sulfentanil) ile

sağladığı L/K vakalarında serebral oksijenasyonu değerlendirdiği çalışmada ise anestezi indüksiyonu ile NIRS değerlerinde yükselme, insuflasyon ve rT pozisyonuyla NIRS değerlerinde düşme, nötr pozisyona dönüşte ve ayılma ünitesinde NIRS değerlerinde yükselme saptanmıştır. Ayılma ünitesinde alınan hastaların 30. ve 60. dk'daki NIRS değerlerinde ise preoperatif bazal değere geri dönüş saptanmıştır. Çalışmamızda sevofluran idamesi kullanılmasına rağmen bu çalışmaya benzer olarak, NIRS değerlerinde preoperatif değere göre anestezi indüksiyonu ile yükselme (NIRS-L: $p<0,001$, NIRS-R: $p<0,001$), indüksiyon sonrası değerlerde insuflasyon (NIRS-L: $p<0,001$; NIRS-R, $p=0,004$) ve rT pozisyonu (NIRS-L: $p<0,001$, NIRS-R: $p<0,001$) ile azalma, nötr pozisyona dönüşte (NIRS-L: $p<0,001$, NIRS-R: $p=0,014$) ve ekstübasyon öncesi dönemde (NIRS-L ve NIRS-R, $p<0,001$) artma olduğu saptandı. Ayılma ünitesinde de (NIRS-L: $p=0,012$, NIRS-R: $p=0,001$) preoperatif döneme göre hala yüksek değerlerde kalmaya devam ettiği, ancak ekstübasyon öncesi dönemde ölçülen NIRS değerlerinden daha düşük olduğu gözlemlendi. Çalışmamızda, ayılma ünitesinde sadece 5. dk'da ölçüm yapılmış olmasına rağmen, NIRS değerlerinin 30. ve 60. dk'larda ölçümü yapılmış olsaydı, Ruzman ve ark.'nın (7) çalışmasındaki gibi preoperatif değerlere dönebileceği kanısına varıldı.

Çalışmamızda TCD-USG ile yapılan incelemelerde; hasta grubunun genç olması, ASA I-II olması ve osteoporoz gibi akustik pencerelerde bozulmaya neden olabilecek patoloji bulunmaması tüm hastalarda yeterli görüntü elde edilmesini kolaylaştırdı.

Farklı intravenöz anestezik ilaçların MCA-FV üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (33), MCA akım hızının ilaç uygulamasından 1 dk sonra düştüğü, entübasyon ile yükseldiği daha sonrasında yavaşça düşme trendine girdiği saptanmıştır. Ancak bu çalışmada, çalışmamızdan farklı olarak entübasyon öncesi analjezik ilaç (Fentanil) kullanılmadığı gözlemlendi. Schwarz ve ark.'nın (34) kranial cerrahiler dışı hastalardan oluşan ve Ultralight teknoloji ve akusto-optik yöntemle serebral kan akımını değerlendirdiği bir çalışmada, propofol ile anestezi indüksiyonu sonrası beyin kan akımında azalma, ardından entübasyon ile gelişen hipertansif yanıtla bağlı kan akımında

artma saptanmıştır. Çalışmamızda MCA-FV ölçümünü indüksiyon sonrası ve entübasyonu takiben gerçekleştirmiş olmamız, indüksiyon sırasında analjezik ilaç (Fentanil) kullanmamız ve hemodinamik parametrelerde (OAB, KTA) anlamlı bir değişim meydana gelmemesinin sonucu olarak, serebral kan akımında belirgin bir değişimin oluşmadığı düşünüldü.

Cosmo ve ark.'nın (11) L/K vakalarında etCO₂: 28-30 mmHg olacak şekilde ventilasyon sağlayarak serebral hemodinamiyi incelediği çalışmasında, pnömoperitoneum hemen öncesi ölçülen ortalama MCA-FV değerinde düşme saptanmış, pnömoperitoneumun hemen sonrası ölçülen MCA-FV değerlerinde ise anlamlı değişim saptanamamıştır. MCA-FV'deki bu değişime ek olarak, pnömoperitoneum ile kardiyak atım hacmi ve CO'da anlamlı bir düşüş, SVR'de artış saptanmıştır. MCA-FV, CCA-FV ve İCA-FV akımlarının aralarındaki farklılık ve ilişkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, MCA'daki akımın İCA'dan daha yüksek olduğu saptanmış olsa da; MCA-FV ile İCA-FV arasında orta düzeyde bir korelasyon olduğu bildirilmiştir (35).

Cosmo ve ark. 'dan (11) farklı olarak Yoon ve ark.'nın (12) TİVA ile anestezi idamesinin sağlandığı pnömoperitoneum ICA akımlarıyla serebral kanlanma ilişkisinin değerlendirildiği bir çalışmasında ise, insuflasyon ile ICA akımlarında azalma saptanmıştır. Bu çalışmada gözlenen İCA'daki azalma ile beyin kanlanmasının azaldığı yorumu yapılabilir. Çalışmamızda, indüksiyon sonrası MCA-FV ve MCA-FVmean değerlerinde insuflasyon ile anlamlı bir değişim saptanamazken, preoperatif MCA-FV ve MCA-FVmean değerlerinde insuflasyon ile azalma saptandı (sırasıyla p=0,001 ve p=0,019). Preoperatif MCA-FV'deki azalmanın, artmış İAB ile bozulmuş lomber pleksus drenajı ve değişmiş BOS dağılımı ile gelişmiş olabileceği kanısına varıldı (20).

Lovell ve ark.'nın (9) uyanık ve anestezili hastalarda uygulamış olduğu pozisyonun serebral kan hacmine etkisini değerlendirdiği çalışmada, 18° baş yukarı alınan uyanık hasta grubunun serebral kan hacminde azalma olduğu saptanmıştır. Anestezi uygulanan diğer hasta grubunda da baş yukarı pozisyon ile serebral kan hacminde azalma saptanmış, ancak bu azalmanın bir süre sonra plato çizdiği gözlenmiştir. Benzer şekilde, Aguirre ve ark.'nın (36) analiz ettiği omuz cerrahisi için interskalen blok uygulanıp şezlong

pozisyonuna alınan uyanık hastalarında, baş yukarı pozisyonla OAB değerlerinde azalma gözlenmiş ve MCA-FV'de preoperatif değere göre azalma saptanmıştır. Çalışmamızda da rT pozisyonu ile preoperatif MCA-FV'de azalma ($p=0,012$) saptandı. Serebral kan hacminin indirekt olarak yorumlanmasını sağlayan MCA-FV ile serebral kan hacmi hakkında da bilgi sahibi olunabilir. Lovell ve ark.'nın (9) saptadığı tilt açısı ile serebral kan volümü arasındaki anlamlı ters ilişki, 30° baş yukarı rT pozisyonuna alınan hastalarımızdaki beyin kan akımındaki azalmayı destekler niteliktedir.

MCA-PI'daki değişimler intrakranyal vasküler ve serebrovasküler kompliyansın yansıması olarak gözlenmektedir. Artmış MCA-PI değerleri intrakranyal vasküler rezistansta artışı gösterdiğinden, KİB'de artışı tespit etmeye yardımcı olmaktadır (25). Halverson ve ark.'nın (20) invaziv intrakranyal basınç ölçümünü içeren Trendelenburg ve rT pozisyonları uygulayarak yapmış olduğu deneysel çalışmada, Trendelenburg pozisyonunun KİB'de anlamlı bir yükselme oluşturduğu saptanmış ve bu basınç yüksekliğinin Trendelenburg pozisyonu sonrasına alınan deneklerde de devam ettiği görülmüştür. Ancak çalışmamızda Halverson ve ark. (20) gibi invaziv intrakranyal basınç takibi yapılamadığından, KİB artışını saptamaya yönelik bir objektif bir sonuç elde edilemedi. RT pozisyonunda gözlenen MCA-PI artışının ($p=0,044$) MCA-FV'deki azalmayla ($p=0,012$) eş zamanlı gözlenmesi, intrakranyal vasküler rezistansta yükselme olarak yorumlandı.

Çalışmamızda, nötr pozisyonundaki MCA-FV değerlerinde preoperatif döneme göre azalma tespit edildi ($p=0,028$). Ancak bu azalma eğiliminin rT pozisyonu sonrası ölçümlerinden daha az olduğu görüldü. Nötr pozisyon ve desuflasyon sonrasında gelişen MCA-FV'deki azalmanın, sonlandırılmış pnömoperitoneum etkisiyle artmış serebral venöz komponent ve azalmış arteriyel komponent ile serebral otoregülasyonun yeniden sağlandığını gösterdiği düşünüldü. Ekstübasyon öncesi ve postoperatif ayılma ünitesinde ölçülen MCA-FV, MCA-FVmean ve MCA-PI değerlerinde ise preoperatif bazal değere dönüş izlendi.

İCA, serebral kanlanmanın %80'ini sağlamakta olup serebral doku haricinde hiçbir yapıya anatomik dal vermemektedir. Bu nedenle İCA üzerinde

gelişebilecek akım değişimleri doğrudan ve dolaylı olarak serebral metabolizmaya etki etmektedir (23). Skytjoti ve ark.'nın (8) TİVA ile anestezi idamesini sağladığı laparoskopik cerrahi çalışmalarında; anestezi indüksiyonu, insuflasyon sonrası ve rT pozisyonu sonrası dönemlerde İCA kan akımı değerlendirilmiş, OAB'deki düşüşün yanı sıra artan SVR ve azalan kardiyak indeks ile İCA kan akımlarında azalma saptanmıştır. Çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak indüksiyon, insuflasyon ve rT pozisyonları ile Karotis-FV ve Karotis-FVmean akımlarında anlamlı bir değişim saptanmadı. Bu durum kullanılan anestezi yöntemlerindeki farklılığa, entübasyon ve cerrahi prosedür sırasında yeterli kas gevşemesi sağlamak ve hemodinamik bozulmayı engellemek için roküronyum kullanılmasına ve yüksek doz analjezik (remifentanil ve fentanil) kullanımından kaçınılmasına bağlı olduğu düşünüldü.

Yoon ve ark.'nın (12) TİVA ile anestezi idamesini sağladığı, entübasyon sırasında roküronyum kullanılan; anestezi indüksiyonunun ve insuflasyonun CCA kan akımlarındaki değişimine etkisini araştırdığı çalışmasında, kardiyak indekste düşüş ve SVR'de artma gözlenirken, indüksiyon sonrası ve insuflasyon ile CCA-FVmean'de anlamlı değişim saptanamamıştır. Çalışmamızda, benzer şekilde Karotis-FVmean değerlerinde indüksiyon ve insuflasyon ile anlamlı bir değişim saptanmadı. Karotis-FVmean'de gözlenen ekstübasyon öncesi anlamlı yükselmenin ($p=0,003$) ise, ekstübasyon öncesi anestezi derinliğinin azaldığı (BİS: $66,34\pm7,12$) dönemde ölçüm alınmasına sekonder gelişmiş olabileceği düşünüldü. Ancak aynı dönemde ölçülen serebral kan akımlarında belirgin değişim gözlenmedi. Bu nedenle serebral kanlanma açısından yapılacak değerlendirmelerde Karotis D-USG yerine TCD-USG ile MCA görüntülemesinin yapılmasının serebral kan akımı hakkında daha objektif sonuçlar sunabileceği düşünüldü.

Çalışmamızda değerlendirilen diğer Karotis D-USG parametresi olan Karotis-PI değerinde insuflasyon ve rT pozisyonu sonrası gözlenen azalma ($p= 0,036$ ve $p=0,030$), ekstrakranial yerleşim gösteren ve çevresi yumuşak doku ile çevrili İCA'nın kompliyansının MCA'dan daha fazla olduğu destekler niteliktedir. MCA-FV değerlerinde, preoperatif döneme göre insuflasyon ve rT pozisyonu ile belirgin değişim gözlenmesine rağmen, Karotis-FV'de anlamlı

değişim bulunamadı. Bu durum, azalmış Karotis-PI ile saptanan İCA'daki artmış kompliyanza bağlı gelişmiş olabilir.

Beyin oksijen gereksinimini sağlamak üzere sistemik dolaşımdaki oksijenin %20'sine kullanır (2). Oksijenin taşınması, hem kandaki oksijen miktarına hem de belirli bir bölgeye olan kan akışına bağlıdır. Arteriyel damardaki hemoglobinin oksijen satürasyonu ölçümü için pulsoksimetre, dokudaki hemoglobinin oksijen satürasyonu ölçümü için NIRS yaygın olarak kullanılmaktadır (37). TCD-USG, arteriyel kan akımını ölçmede yararlanılan non-invaziv, kullanımı kolay bir yöntem olmakla birlikte uygulayıcı bağımlıdır (5,25). NIRS; atım bağımsız olup, serebral dokuya oksijen sunumunu ve dokunun oksijen kullanımı arasındaki dengeyi gösteren bir parametredir (28). Elde edilen NIRS değerleri, ölçümün yapıldığı damar yatağındaki %75 venöz %25 arteriyel kandan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle NIRS ile serebral venöz komponent hakkında yorum yapılabilir. TCD-USG ile elde edilen MCA-FV değeri ise pulsatil akımın değerlendirildiği, serebral arteriyel komponentteki değişimin saptanmasında kullanılan önemli bir parametredir (5). Dolayısıyla her iki monitörizasyon yönteminin birlikte kullanımı arteriyel komponent, venöz komponent ve doku oksijenasyonu hakkında eş zamanlı değerlendirmeye olanak sağlar.

Çalışmamızda, serebral arteriyel ve venöz komponentleri değerlendirebilmek amacıyla NIRS ve MCA-FV değerleri arasında korelasyon analizi yapıldı. Anestezi indüksiyonu sonrası NIRS değerlerinde artış olmasına rağmen, MCA-FV'de bu birliktelik gözlenmedi. MCA-FV ve NIRS değerleri arasında, insuflasyon sonrası ($r=0,420$; $p=0,009$) ve rT pozisyonunda ($r=0,587$; $p<0,001$) belirgin bir ilişki saptandı. Nötr pozisyona dönüş ile bu ilişkinin devam ettiği gözlemlendi ($r=0,423$; $p=0,008$). Benzer şekilde MCA-FVmean ile NIRS arasında rT pozisyonunda da anlamlı bir ilişki saptandı ($r=0,638$; $p<0,001$). Çalışmanın diğer dönemlerinde MCA-FV'de görülen değişim anlamsız bulunmasına rağmen, NIRS ile serebral doku oksijenasyonunun değiştiği gözlemlendi. Buradan yola çıkarak, NIRS'ın TCD-USG'ye göre serebral dolaşım açısından daha erken uyarı sağlayabileceği çıkarımı yapıldı. Ancak özellikle kırılğan, ağır sistemik hastalığı olan, senil ve

düşkün hastalarda serebral kan akımının ve serebral oksijenasyonunun değerlendirilmesinde NIRS ve TCD-USG'nin birlikte kullanılmasının yararlı olabileceği düşünüldü.

L/K vakalarında uygulanan insuflasyonun ve rT pozisyonunun serebral akımı ve oksijenasyon üzerine etkilerini değerlendiren çalışmamız, NIRS ile TCD-USG incelemelerini birlikte yapan yakın dönemdeki ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Perioperatif değerlendirmeler ile elde edilen sonuçlar, anestezi indüksiyonu, pnömoperitoneum, rT pozisyonu, nötr pozisyona dönüş, ekstübasyon öncesi dönem ve ayılma ünitesinde hastalarda gözlenen serebral kan akımı ve oksijenasyon hakkında ayrıntılı bilgi sağladı. Tüm hastalarda normokapni oluşturulması ve hemodinamik parametrelerin stabil olarak izlenmesi; intraabdominal gaz volümünün, gaz basıncının ve verilen rT pozisyonunun etkilerini saptamamızı kolaylaştırdı.

Çalışmamızın kısıtlılıkları; sistemik hiperkarbi durumunun non-invaziv bir metot olan kapnogram ile izlenmesi, ventilasyonun normokapnik sınırlar içinde uygulanması sonucu gelişebilecek hiperkarbinin beyin kan akımına etkisinin göz ardı edilmesi, operasyon dönemlerinde KİB takibinin non-invaziv ya da invaziv yöntemlerle yapılmamış olması, sistemik arteriyel basıncın non-invaziv olarak 5 dakikalık periyodlarla izlenmiş olması nedeniyle hemodinamide indüksiyon, entübasyon, insuflasyon ve rT pozisyonuna geçiş dönemlerinde oluşabilecek akut değişimlerin saptanamaması sayılabilir. Hastalarımızın ASA I-II sınıfı olması ve L/K gibi minimal invaziv cerrahi hastalarının monitorizasyonunda invaziv yöntemlerin tercih edilmemesi neden ile kullandığımız standart non invaziv monitorizasyonun yeterli olacağı düşünüldü. Ayrıca hastaların postoperatif dönemde nörolojik açıdan izlenmiş olması klinik sonucun etkilenme durumunu saptamak açısından yararlı olabilirdi. Bu nedenle, hasta grubunun genç ve demografik özelliklerinin homojen olması neden ile elde edilen verilerin genel popülasyonu yansıtmadığı da dikkate alınmalıdır.

Laparoskopik kolesistektomi vakalarında serebral kan akımının ve serebral oksijenasyonun TCD-USG ve NIRS ile değerlendirdiğimiz çalışmamızda, insuflasyon döneminde daha belirgin ve rT pozisyonu sonrası

dönemde devam eden serebral akım ve oksijenasyonda azalma saptandı. Bu azalmanın nötr pozisyon ve desuflasyon sonrasında intrakranyal koruyucu mekanizmalarla ortadan kalktığı, akım ve oksijenasyon değerlerinde artma olduğu gözlemlendi. Çalışmamızda, NIRS ile yapılan oksijenasyon değerlendirmelerinde anlamlı düşme ve artma saptanmış olsa da, çalışmaya katılan hastalarda %45'in altında NIRS değeri izlenmedi, serebral hipoksiyi düşündürecek %25'ten fazla düşüş gelişmedi.

Beyin kan akımını ve serebral oksijenasyonu değerlendirdiğimiz Pearson Korelasyon testlerinde; NIRS ile MCA-FV değerleri arasında insuflasyon, rT pozisyonu ve nötr pozisyonda ilişki saptandı. Çalışmanın diğer dönemlerinde MCA-FV'de görülen değişim anlamsız olmasına rağmen, NIRS ile serebral doku oksijenasyonun değiştiği gözlemlendi. Sonuç olarak, L/K hastalarında NIRS'ın TCD-USG'ye göre serebral hipoksi ve iskemi açısından daha erken uyarı sağlayabileceği düşünüldü. Her iki analiz yönteminin ortak kullanılmasının serebral durumu daha net gösterdiği saptanmış olsa da; NIRS'ın günümüz klinik uygulamasında daha yaygın kullanılması ve TCD-USG gibi uygulayıcı bağımlı testlerden daha objektif sonuç vermesi nedeniyle ASA I-II sınıfı hasta popülasyonunda serebral kanlanma ve oksijenasyon hakkında yeterli izlem sağlayabildiği çıkarımı yapıldı. Ancak kırılabilirliği yüksek, düşkün, ağır sistemik hastalığı olan ASA III-IV ve senil hastalarda serebral oksijenasyon ve kan akımının değerlendirilmesinde NIRS ile TCD-USG'nin birlikte kullanımının daha yararlı olacağı kanısına varıldı.

KAYNAKLAR

1. Reynolds W, The first laparoscopic cholecystectomy. JSL. 2001;5 (1): 89–94
2. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD, Morgan & Mikhail'in Klinik Anesteziyoloji Konu Kitabı 5. Baskı Ankara: Güneş Tıp Kitapevi, Lange, 2015.
3. Park EY, Koo BN, Min KT, et al, The effect of pneumoperitoneum in the steep Trendelenburg position on cerebral oxygenation. Acta Anaesthesiol. Scand. 2009;53 (7): 895-9
4. Sargin M, Uluer MS and Özmen S, Comparison of the effects of different positive end-expiratory pressure levels on cerebral oxygen saturation with near infrared spectroscopy during laparoscopic cholecystectomy. Surg. Laparosc. Endosc. Percutaneous Tech. 2017;27 (1): 30-5
5. Purkayastha SS and Sorond F, Transcranial doppler ultrasound: technique and application. Semin. Neurol. 2012;32 (4) :411-20
6. Ali J, Cody J, Maldonado Y, et al. Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) for Cerebral and Tissue Oximetry: Analysis of Evolving Applications. J. Cardiothorac. Vasc. Anesth. 2022;36 (8) : 2758-66
7. Ružman T, Mraović B, Šimurina T, et al, Transcranial cerebral oxymetric monitoring reduces brain hypoxia in obese and elderly patients undergoing general anesthesia for laparoscopic cholecystectomy. Surg. Laparosc. Endosc. Percutaneous Tech. 2017;27 (4) : 248-52
8. Skytjoti M, Elstad M and Søvik S, Internal carotid artery blood flow response to anesthesia, pneumoperitoneum, and head-up tilt during laparoscopic cholecystectomy. Anesthesiology. 2019;131 (3) : 512-20
9. Lovell AT, Marshall AC, Elwell CE, M. Smith, and J. C. Goldstone, Changes in cerebral blood volume with changes in position in awake and anesthetized subjects. Anesth. Analg. 2000;90 (2) : 372-6
10. Songy CE, Siegel ER, Stevens M, et al, The effect of the beach-chair position angle on cerebral oxygenation during shoulder surgery. J. Shoulder Elb. Surg. 2017;26 (9) : 1670-5
11. De Cosmo G, Iannace E, Primieri P, et al, Changes in cerebral hemodynamics during laparoscopic cholecystectomy. Neurol. Res. 1999;21 (7) : 658–60
12. Yoon HK, Bae H, Yoo S, et al. Relationships between common carotid artery blood flow and anesthesia, pneumoperitoneum, and head-down tilt position: a linear mixed-effect analysis. J. Clin. Monit. Comput. 2023;37 (2) : 669-77
13. Casati A, Fanelli G, Pietropaoli P, et al. Monitoring cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing general abdominal surgery: A prospective cohort study. Eur. J. Anaesthesiol. 2007;24 (1) : 59-65
14. Olsen DO, Laparoscopic cholecystectomy, Am. J. Surg., 1991;161 (3): 339-44
15. Safran DB and Orlando R, Physiologic effects of pneumoperitoneum. Am. J. Surg. 1994;164 (2) : 281-6.

16. Lawrence PF, O'Connell JB and Smeds MR, Essentials of General Surgery and Surgical Specialties. In: O. J. Hines, M. J. Sorensen (eds). Biliary Tract. 6th Edition. California: Wolters Kluwer Press. 2018. 449-73
17. Grabowski JE and Talamini MA, Physiological effects of pneumoperitoneum. J. Gastrointest. Surg. 2009;13 (5) :1009-16
18. Kelman GR, Swappy GH, Smith I, et al. Cardiac Output And Arterial Blood-Gas Tension During Laparoscopy. Br. J. Anaesth. 1972;44 (11) : 1155-62
19. Dexter SPL, Vucevic M, Gibson J, et al. Hemodynamic consequences of high- and low-pressure capnoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. Surg. Endosc. 1999;13 (4) : 376-81
20. Halverson A, Buchanan R, Jacobs L, et al. Evaluation of mechanism of increased intracranial pressure with insufflation. Surg. Endosc. 1998;12 (3) : 266-9
21. Hirvonen E A, Poikolainen EO, Pääkkönen ME, et al. The adverse hemodynamic effects of anesthesia, head-up tilt, and carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. Surg. Endosc. 2000;14 (3) : 272-7
22. Joris JL, Noirot DP, Legrand MJ, et al. Hemodynamic Changes During Laparoscopic Cholecystectomy. Anesth. Analg. 1993;76 :1067-71
23. Robba C and Citerio G, Echography and Doppler of the Brain. In: Fedriga M and Czosnyka M (eds.). Flow Velocity, Pulsatility Index, Autoregulation, and Critical Closing Pressure. Switzerland: Springer Nature. 2021. 3-8; 65-74.
24. Aaslid R, Markwalde TM, and Nornes H, Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. J. Neurosurg. 1982;57 (6) : 769-74
25. Ali MF, Transcranial Doppler ultrasonography (uses, limitations, and potentials): a review article. Egypt. J. Neurosurg. 2021;36 (20) : 1-9.
26. Nichol J, Jerrard W, Claxton EB, et al. Fundamental critical instability of the small blood vessels and closing pressures in vascular beds. 1936;164 : 330-44
27. Jaiswal SK, Fu-Ling Y, Gu L, et al. Accuracy of transcranial doppler ultrasound compared with magnetic resonance angiography in the diagnosis of intracranial artery stenosis. J. Neurosci. Rural Pract., 2019;10 (3) : 400-4
28. Kaya C and Er MC, Yakın kızılötesi spektroskopisi ile ölçülen rejyonel serebral oksijen saturasyonu : sistematik bir derleme. Bozok Tıp Derg. 2018;8 (1) : 125–30
29. Jobsis FF, Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. Science. 1977;198 (4323) : 1264-7
30. Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, et al. Cerebral oxygen desaturation events assessed by near-infrared spectroscopy during shoulder arthroscopy in the beach chair and lateral decubitus positions. Anesth. Analg.. 2010;111 (2) : 496-505

31. Ruzman T, Simurina T, Gulam D, et al. Sevoflurane preserves regional cerebral oxygen saturation better than propofol: Randomized controlled trial. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2017;36 : 110–7
32. Kondo Y, Hirose N , Maeda T, et al. Changes in cerebral blood flow and oxygenation during induction of general anesthesia with sevoflurane versus propofol. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2016;876 (60) : 479-84
33. Thiel A, Zickmann B, Roth H, et. al. Effects of intravenous anesthetic agents on middle cerebral artery blood flow velocity. 1995;5 : 92-8.
34. Schwarz M, Rivera G, Hammond M, et al, Acousto-optic cerebral blood flow monitoring during induction of anesthesia in humans. *Neurocrit. Care*, 2016;24 (3) : 436-41.
35. Nagai Y, Kemper MK, Earley CJ, et al. Blood-flow velocities and their relationships in carotid and middle cerebral arteries. *Ultrasound Med. Biol.* 1998;24 (8) : 1131-6
36. Aguirre JA, Märzendorfer O, Brada M, et al. Cerebral oxygenation in the beach chair position for shoulder surgery in regional anesthesia: impact on cerebral blood flow and neurobehavioral outcome. *J. Clin. Anesth.* 2016;35 : 456-64
37. Nitzan M, Nitzan I and Arieli Y, The various oximetric techniques used for the evaluation of blood oxygenation. *Sensors (Switzerland)*. 2020;20 (17) : 1-28

EKLER

EK-1: Ölçüm dönemlerinde kayıt altına alınan verilerin ortalama ve standart sapmaları değerleri

	Preoperatif Dönem	İndüksiyon Sonrası	İnsüflasyon Sonrası	rT Sonrası	Nötr Pozisyon	Ekstübasyon Öncesi	Ayılma Ünitesi
OAB	100,47 ±13,77	90,03 ±14,33	80 ±10,47	89,82 ±16,1	86,26 ±14,96	89,55 ±11,9	92,61 ±8,22
KTA	82,29 ±12,27	88,29 ±15,02	82,68 ±15,82	82,26 ±16,13	75,34 ±14,07	77,29 ±15,59	85,76 ±11,05
SpO2	97,87 ±1,71	99,71 ±0,57	99,00 ±1,45	99,13 ±1,21	99,08 ±0,88	99,16 ±1,03	99,76 ±0,43
BIS	92,92 ±3,96	45,71 ±9,0	40,74 ±5,35	41,03 ±5,08	41,76 ±6,80	66,34 ±7,12	90,37 ±9,80
Vt	-/-	482 ±33	483 ±17	484 ±44	479 ±39	472 ±26	-/-
SS	13 ±1,1	14 ±1,5	15 ±2,1	15 ±1,8	14± 1,4	14 ±1,2	14 ±2,1
EtCO ₂	-/-	36,26 ±2,84	33,79 ±3,09	36,47 ±6,61	39,47 ±7,33	37,05 ±3,94	-/-
MAK	-/-	0,26 ±0,08	0,96 ±0,08	0,96 ±0,8	0,96 ±0,8	0,41 ±0,09	-/-
İAB	-/-	-/-	11 ±1,5	12 ±1,2	5 ±1,2	-/-	-/-
rScO ₂ -L	67,47 ±8,05	72,24 ±8,77	70,71 ±8,49	68,82 ±6,8	74,18 ±7,44	74,32 ±8,40	72,08 ±8,05
rScO ₂ -R	66,24 ±8,47	75,08 ±10,91	69,66 ±8,30	67,13 ±8,67	73,37 ±9,62	72,42 ±10,14	72,11 ±7,90
MCA-FV	115,42 ±25,89	107,58 ±25,08	88,39 ±18,81	100,76 ±33,09	96,50 ±32,41	106,77 ±29,17	112,95 ±24,80
MCA-PI	1,36 ±0,37	1,27 ±0,35	1,24 ±0,32	1,53 ±0,42	1,39 ±0,35	1,40 ±0,28	1,26 ±0,24
MCA-FVmean	60,58 ±19,64	56,51 ±14,24	47,82 ±14,58	53,73 ±19,84	52,82 ±22,18	56,62 ±16,93	59,29 ±15,20
Karotis-FV	131,89 ±30,36	144,11 ±37,84	137,21 ±34,44	136,11 ±35,04	132,24 ±32,48	145,84 ±25,27	138,42 ±31,02
Karotis-PI	1,34 ±0,47	1,22 ±0,56	1,21 ±0,42	1,25 ±0,52	1,21 ±0,44	1,40 ±0,91	1,36 ±0,48
Karotis-FVmean	62,79 ±16,72	71,54 ±16,67	72,58 ±19,69	68,66 ±21,47	73,05 ±19,92	75,53 ±20,69	71,14 ±16,29

Mean±SD olarak verilmiştir. n:38

OAB: Ortalama arteriyel basınç (mmHg).

KTA: Kalp tepe atımı (atım/dk).

SpO2: Periferik atım oksimetre değeri (%).

BIS: Bispektral indeks (%).

Vt: Tidal volüm (ml).

SS: Solunum sayısı (soluk/dk).

EtCO2: Soluk sonu karbondioksiti (mmHg).

MAK: Minimal alveolar konstanrasyon.

İAB: İntraabdominal basınç (mmHg).

rScO₂-L: Sol serebral bölgesel oksijen saturasyonu (%).

rScO₂-R: Sağ serebral bölgesel oksijen saturasyonu (%).

MCA FV: Orta serebral arter akım hızı (cm/sn).

MCA PI: Orta serebral arter pulsatilite indeksi.

MCA FVmean: Orta serebral arter ortalama akım hızı (cm/sn).

Karotis FV: İnternal karotis arter akım hızı (cm/sn).

Karotis PI: İnternal karotis arter pulsatilite indeksi.

Karotis FVmean: Karotis arter ortalama akım hızı (cm/sn).

EK-2: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter akım hızı ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu değerlerinin korelasyonu

NIRS-R		Preoperatif	İndüksiyon	İnsuflasyon	rT Pozisyonu	Nötr Pozisyon
MCA-FV						
Preoperatif	Pearson Correlation	0,157	0,088	0,117	0,216	0,202
	<i>P değeri</i>	0,346	0,600	0,486	0,193	0,223
İndüksiyon Sonrası	Pearson Correlation	-0,312	-0,040	0,271	0,509**	0,364*
	<i>P değeri</i>	0,056	0,814	0,100	0,001	0,025
İnsuflasyon Sonrası	Pearson Correlation	-0,049	0,308	0,420**	0,636**	0,497**
	<i>P değeri</i>	0,768	0,060	0,009	0,000	0,001
rT Pozisyonunda	Pearson Correlation	0,332*	0,353*	0,618**	0,587**	0,480**
	<i>P değeri</i>	0,042	0,030	0,000	0,000	0,002
Nötr Pozisyonda	Pearson Correlation	0,091	0,132	0,328*	0,282	0,423**
	<i>P değeri</i>	0,588	0,429	0,044	0,086	0,008

n:38, *p<0,05; **p<0,001.

NIRS-R: Sağ serebral bölgesel oksijen satürasyonu (rScO₂) (%).

MCA-FV: Orta serebral arter akım hızı (cm/sn).

rT: Ters Trendelenburg pozisyonu.

EK-3: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter ortalama akım hızı ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu değerlerinin korelasyonu

NIRS-R		Preoperatif	İndüksiyon	İnsuflasyon	rT Pozisyonu	Nötr Pozisyon
MCA-FV mean						
Preoperatif	Pearson Correlation	-0,019	0,113	0,161	0,296	0,252
	<i>P değeri</i>	0,909	0,499	0,335	0,071	0,126
İndüksiyon Sonrası	Pearson Correlation	-0,077	-0,068	0,104	0,246	0,035
	<i>P değeri</i>	0,646	0,685	0,535	0,136	0,833
İnsuflasyon Sonrası	Pearson Correlation	-0,030	-0,006	0,202	0,411*	0,398*
	<i>P değeri</i>	0,859	0,969	0,225	0,010	0,013
rT Pozisyonunda	Pearson Correlation	0,204	0,299	0,562**	0,638**	0,596**
	<i>P değeri</i>	0,219	0,068	0,000	0,000	0,000
Nötr Pozisyonda	Pearson Correlation	0,014	0,022	0,293	0,277	0,407*
	<i>P değeri</i>	0,933	0,894	0,074	0,092	0,011

n:38, *p<0,05; **p<0,001.

NIRS-R: Sağ serebral bölgesel oksijen satürasyonu (rScO₂) (%).

MCA-FVmean: Orta serebral arter ortalama akım hızı (cm/sn).

rT: Ters Trendelenburg pozisyonu.

EK-4: Ölçüm dönemlerinde orta serebral arter pulsatilite indeksi ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu değerlerinin korelasyonu

NIRS-R		Preoperatif	İndüksiyon	İnsuflasyon	rT Pozisyonu	Nötr Pozisyon
MCA-PI	Pearson Correlation	0,014	0,075	-0,058	-0,118	-0,005
	P değeri	0,934	0,654	0,730	0,482	0,978
İndüksiyon Sonrası	Pearson Correlation	-0,405*	-0,069	-0,071	-0,083	-0,045
	P değeri	0,012	0,680	0,671	0,622	0,789
İnsuflasyon Sonrası	Pearson Correlation	-0,071	.382*	0,106	0,176	-0,007
	P değeri	0,673	0,018	0,525	0,290	0,967
rT Pozisyonunda	Pearson Correlation	0,115	0,117	0,099	-0,013	-0,011
	P değeri	0,493	0,485	0,556	0,940	0,947
Nötr Pozisyonunda	Pearson Correlation	-0,026	0,185	-0,083	0,034	0,127
	P değeri	0,877	0,266	0,619	0,838	0,446

n:38, *p<0,05; **p<0,001.

NIRS-R: Sağ serebral bölgesel oksijen satürasyonu (rScO₂) (%).

MCA-PI: Orta serebral arter pulsatilite indeksi.

rT: Ters Trendelenburg pozisyonu.

EK-5: Ölçüm dönemlerinde karotis arter akım hızı ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu değerlerinin korelasyonu

NIRS-R		Preoperatif	İndüksiyon	İnsuflasyon	rT Pozisyonu	Nötr Pozisyon
Karotis-FV	Pearson Correlation	-0,016	0,299	0,210	0,237	0,391*
	P değeri	0,922	0,068	0,207	0,152	0,015
İndüksiyon Sonrası	Pearson Correlation	0,152	0,245	0,420**	0,486**	0,355*
	P değeri	0,362	0,138	0,009	0,002	0,029
İnsuflasyon Sonrası	Pearson Correlation	0,431**	0,284	0,402*	0,418**	0,331*
	P değeri	0,007	0,084	0,012	0,009	0,042
rT Pozisyonunda	Pearson Correlation	0,036	0,209	0,153	0,137	0,209
	P değeri	0,832	0,207	0,359	0,413	0,208
Nötr Pozisyonunda	Pearson Correlation	0,457**	0,255	0,375*	0,368*	0,134
	P değeri	0,004	0,122	0,020	0,023	0,424

n:38, *p<0,05; **p<0,001.

NIRS-R: Sağ serebral bölgesel oksijen satürasyonu (rScO₂) (%).

Karotis-FV: İnternal karotis arter akım hızı (cm/sn).

rT: Ters Trendelenburg pozisyonu.

EK-6: Ölçüm dönemlerinde karotis arter ortalama akım hızı ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu değerlerinin korelasyonu

NIRS-R		Preoperatif	İndüksiyon	İnsuflasyon	rT Pozisyonu	Nötr Pozisyon
Karotis-FVmean						
Preoperatif	Pearson Correlation	-0,040	0,078	0,165	0,086	0,473**
	P değeri	0,812	0,642	0,323	0,608	0,003
İndüksiyon Sonrası	Pearson Correlation	-0,071	0,286	0,477**	0,485**	0,390*
	P değeri	0,671	0,082	0,002	0,002	0,016
İnsuflasyon Sonrası	Pearson Correlation	0,319	0,176	0,363*	0,356*	0,260
	P değeri	0,051	0,291	0,025	0,028	0,115
rT Pozisyonunda	Pearson Correlation	0,101	0,184	0,206	0,085	0,237
	P değeri	0,544	0,268	0,214	0,611	0,152
Nötr Pozisyonda	Pearson Correlation	0,470**	-0,002	0,241	0,226	0,056
	P değeri	0,003	0,990	0,145	0,173	0,738

n:38, *p<0,05; **p<0,001.

NIRS-R: Sağ Serebral Bölgesel Oksijen Satürasyonu (rScO₂) (%).

Karotis-FVmean: İnternal karotis arter ortalama akım hızı (cm/sn).

rT: Ters Trendelenburg pozisyonu.

EK-7: Ölçüm dönemlerinde karotis arter pulsatilite indeksi (Karotis-PI) ile sağ bölgesel serebral oksijen satürasyonu (NIRS-R) değerlerinin korelasyonu

NIRS-R		Preoperatif	İndüksiyon	İnsuflasyon	rT Pozisyonu	Nötr Pozisyon
Karotis-PI						
Preoperatif	Pearson Correlation	-0,183	0,195	0,224	0,171	-0,083
	P değeri	0,271	0,241	0,176	0,303	0,620
İndüksiyon Sonrası	Pearson Correlation	0,263	0,188	0,133	-0,066	-0,128
	P değeri	0,111	0,257	0,427	0,693	0,443
İnsuflasyon Sonrası	Pearson Correlation	-0,002	0,075	0,115	0,142	0,150
	P değeri	0,988	0,655	0,490	0,394	0,369
rT Pozisyonunda	Pearson Correlation	-0,025	-0,171	-0,092	0,018	-0,116
	P değeri	0,880	0,306	0,582	0,916	0,489
Nötr Pozisyonda	Pearson Correlation	0,118	.329*	0,203	0,034	0,043
	P değeri	0,481	0,043	0,221	0,841	0,798

n:38, *p<0,05; **p<0,001.

NIRS-R: Sağ Serebral Bölgesel Oksijen Satürasyonu (rScO₂) (%).

Karotis-PI: İnternal karotis arter pulsatilite indeksi

rT: Ters Trendelenburg Pozisyonu;

TEŞEKKÜR

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı çatısı altında bulunduğum beş yıllık uzmanlık eğitimi süresince bilgi ve birikimlerinden faydalandığım, desteklerini her zaman hissettiğim tüm değerli hocalarıma, tez aşamasında ve klinik uygulama pratiğimde karşılaştığım her sorunumu hoşgörü ve sabırla çözen, tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Suna GÖREN'e, tez çalışmam sırasında yapmış olduğum radyolojik değerlendirmelerde her daim yanımda olan Radyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Uzm. Dr. Ö. Fatih İncikli'ye; asistanlık hayatım boyunca sevgi ve desteğini benden hiç esirgemeyen Doç. Dr. Selcan AKESSEN'e, Uzm. Dr. Seda CANSABUNCU'ya; Uzm. Dr. Leman Gökçenur AYDIN'a teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Birlikte keyifli ve güzel anılar biriktirdiğim asistan arkadaşlarıma, kıymetli anestezi teknikeri arkadaşlarıma ve yoğun bakımda çalıştığım tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmam sırasında ilgi ve desteği için Genel Cerrahi Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Ekrem KAYA'ya, Prof. Dr. Pınar TAŞAR'a, Öğr. Dr. Fuat AKSOY'a ve emeği geçen tüm Genel Cerrahi Anabilim Dalı çalışanlarına teşekkür ederim.

Varoluşumun sebebi ve şu an olduğum kişi olmamı sağlayan biricik annem Kadriye BAŞARAN'a, her kararımdayanımda dimdik duran biricik ablam Asu Tuğba BAŞARAN'a; bir kardeşten daha öte olan, her kararımdayanımda destegini hissettiğim biricik kardeşim Aslı ERSOY'a; yanımda dimdik durup benden destegini hiç esirgemeyen en yakın dostum Yasin ERDOĞAN'a; asistanlık süresi boyunca dertleştiğim, beraber vakit geçirmekten keyif aldığım tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

..... yılında 'da doğdum. İlköğretimi Bursa Hamzabey İlköğretim Okulu'nda okudum. Lise eğitimimi İstanbul Beşiktaş Anadolu Lisesi'nde tamamladım. 2012 yılında Bursa Uludağ Tıp Fakültesi'nde tıp eğitimine başladım ve 2018 yılında mezun oldum. Haziran 2019 tarihinden bu yana Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.

