

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

LOMBER CERRAHİLERDE PRON POZİSYONUN KAFA İÇİ
BASINCA ETKİLERİNİN ULTRASONOGRAFİK OPTİK
SİNİR KILIFI ÇAPI ÖLÇÜMÜYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

TIPTA UZMANLIK TEZİ
Dr. SEVİL KALBIYEVA

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. ZERRİN ÖZKÖSE ŞATIRLAR

ANKARA
ŞUBAT 2023

T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

LOMBER CERRAHİLERDE PRON POZİSYONUN KAFA İÇİ
BASINCA ETKİLERİNİN ULTRASONOGRAFİK OPTİK
SİNİR KILIFI ÇAPI ÖLÇÜMÜYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

TIPTA UZMANLIK TEZİ
Dr. SEVİL KALBIYEVA

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. ZERRİN ÖZKÖSE ŞATIRLAR

ANKARA
ŞUBAT 2023

KABUL ve ONAY

**Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Tez Sınav Tutanağı**

Adı ve Soyadı	Dr. Sevil Kalbiyeva
Baba Adı	Shahali
Doğum Yeri/Tarihi	Ermenistan /25.02.1985
Diploma Tarihi/Diploma No	25.06.2009 /011900
Mezun Olduğu Fakülte	Azerbaycan Üniversitesi Tıp Fakültesi
İhtisas Yaptığı Anabilim Dalı/Bilim Dalı	Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD.
İhtisas Süresi	Yıl: 5 Ay:
Sınav Yapılmasını İsteyen Makam	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı

Uzmanlık Tezinin Adı: “Lomber cerrahilerde pron pozisyonun kafa içi basınca etkilerinin ultrasonografik optik sinir kılıfı çapı ölçümüyle değerlendirilmesi “

JÜRİ KARARI:
01.02.2023 tarihinde saat 11⁰⁰ de toplanan Sınav Jürisi adayın yapmış olduğu “Lomber cerrahilerde pron pozisyonun kafa içi basınca etkilerinin ultrasonografik optik sinir kılıfı çapı ölçümüyle değerlendirilmesi “ isimli uzmanlık tezi başarılı bulunmuştur ve uzmanlık sınavına girmeye hak kazanmıştır.

JÜRİ ÜYELERİ

BAŞKAN
Prof. Dr. Ömer KURTIPEK
Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD. Başkanı

ÜYE

Prof. Dr. Zerrin ÖZKÖSE ŞATIRLAR
Anesteziyoloji ve Reanimasyon
A.D. Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK
Yıldırım Bayazıt Üniversitesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon
A.D. Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Zerrin ÖZKÖSE ŞATIRLAR
T.C. G.U.T.F. Gazi Hastanesi
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
Diploma No: 7542
Dip. Tescil No: 43338

Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK
Ankara Sehir Hast.
Anest. ve Rean. Kliniği
Dip./Uzm. Tez No: 74967

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	II
KISALTMALAR DİZİNİ	III
TABLolar LİSTESİ.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Lomber cerrahiler	2
2.2. Pron pozisyonu	2
2.2.1. Pron pozisyonu çeşitleri.....	2
2.2.2. Pron pozisyonunun fizyolojik etkileri	5
2.2.2.1. Kardiyovasküler Etkiler.....	5
2.2.2.2. Solunumsal Etkiler.....	6
2.2.3. Pron Pozisyonunun komplikasyonları	7
2.3. BEYİN FONKSİYONLARI.....	10
2.3.1. Beyin Kan Akımı.....	10
2.3.2. Kafa İçi Basıncı	11
2.3.3. Kafa İçi Basıncı Artışının Bulguları.....	11
2.3.4. Kafa İçi Basıncı Artışı Monitorizasyon Teknikleri	12
2.3.4.1. Non-İnvaziv İntrakranial Basıncı Monitörizasyonu Yöntemleri	12
2.3.4.2. Non- invaziv yolla KİB ölçümü	13
2.4. Optik Sinir Anatomisi	14
2.4.1. Optik sinirin ultrasonografik ölçümü	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM	18
3.1. Örneklem büyüklüğü Hesaplanması.....	22
3.2. İstatistiksel Analiz.....	23
4. BULGULAR	24
5. TARTIŞMA	37
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	45
7. KAYNAKLAR.....	46

KISALTMALAR DİZİNİ

ARDS	: Akut Respiratuar Distress Sendrom
ASA	: American Society of Anesthesiologist (Amerikan Anesteziyoloji Derneği)
BMI	: Body Mass Indeks (Vücut kitle endeksi)
BOS	: Beyin omurilik sıvısı
BT	: Bilgisayarlı tomografi
DKB	: Diyastolik kan basıncı
İAB	: İntrabdominal basınç (Karın içi basınç)
İİH	: İdiopatik intrakraniyal hipertansiyon
İVK	: İnferior vena kava
KAH	: Kalp atım hızı
KİB	: Kafa içi basınç
KOAH	: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
LDH	: Lomber disk hernisi
LSS	: Lumbal spinal stenoz (Dar kanal)
MR	: Magnetik rezonans
NSAİİ	: Non-steroid antiinflamatuvar ilaç
OAB	: Ortalama arter basıncı
OSÇ	: Optik sinir çapı
OSKÇ	: Optik sinir kılıf çapı
PEEP	: Pozitif ekspiryum sonu basıncı
Pİ	: Pulsatilité indeksi
SKB	: Sistolik kan basıncı
SPB	: Serebral perfüzyon basıncı

- SSS** : Santral Sinir sistemi
- SVB** : Santral venöz basınç
- SVR** : Sistemik vasküler direnç
- USG** : Ultrasonografi



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Hastaların Bazal Demografik ve Klinik Özellikleri.....	26
Tablo 2. Hastaların Operasyon Öncesi ve Operasyon Süresince Vital Bulguları.....	28
Tablo 3. İntraoperatif Her İki Göz OSÇ ve OSKÇ Ölçümleri.	33
Tablo 4. Her İki Göz OSKÇ Ölçümlerinde İndüksiyon Sonrası Ölçüme Göre Delta Değişimleri..	34
Tablo 5. Her İki Gözde OSÇ ve OSKÇ ile Yaş İlişkisi.	34
Tablo 6. Her İki Gözde OSÇ ve OSKÇ ile Obezite İlişkisi.	35
Tablo 7. Her İki Gözde OSÇ ve OSKÇ ile Komorbidite İlişkisi.	35
Tablo 8. Her İki Gözde OSÇ ve OSKÇ ile Vital Bulgular Arasında İlişki.....	35
Tablo 9. Her İki Gözde OSÇ ve OSKÇ ile Anestezi Süresi ve Operasyonda Verilen Sıvı Miktarı Arasında İlişki.	36

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Pron Pozisyon ve Destek Bölgeleri.....	3
Şekil 2. Jackson Spine Table Pozisyonu (6).	3
Şekil 3. Rellton-Hall Pozisyonu	4
Şekil 4. Andrews Pozisyonu.....	4
Şekil 5. Serebral Otoregülasyon (30).	11
Şekil 6. Pron pozisyon epizodunun ortalama kafa içi basıncı (KİB), supin pozisyona kıyasla önemli ölçüde artırdığını göstermektedir (31).....	12
Şekil 7. Optik Sinir Anatomisi (47).	14
Şekil 8. Lineer prob (7-10 MHz).....	15
Şekil 9. Yüksek frekanslı lineer prob ile kapalı göz kapağı üzerinden optik sinir ultrasonografi tekniği.....	16
Şekil 10. Optik Sinir Kılıf Çapının Ultrasonografik Görüntüsü (52).....	17
Şekil 11. Hastalarda ölçüm zamanlarındaki optik ultrasonografi görüntüleri.	20
Şekil 12. Kliniğimizde uygulanan optik ultrasonografi görüntüleri	22
Şekil 13. Çalışmaya Dahil Edilen Hastaların Komorbid Hastalıkları.	24
Şekil 14. Cerrahi Öncesi Hastaların Amerikan Anestezi Cemiyeti (ASA) Sınıflamasına Göre Değerlendirilmesi.	25
Şekil 15. Cerrahi Öncesi Hastaların Mallampati Sınıflamasına Göre Değerlendirilmesi.....	25
Şekil 16. İntraoperatif Hastaların Nabız Ölçümleri.	27
Şekil 17. İntraoperatif Hastaların Ortalama Arter Basıncı Ölçümleri.....	27
Şekil 18. İntraoperatif Hastaların Oksijen Satürasyonu Ölçümleri.....	28
Şekil 19. İntraoperatif Sağ Optik Sinir Çapı Transvers Ölçümleri.	29
Şekil 20. İntraoperatif Sağ Optik Sinir Çapı Sagital Ölçümleri.....	29
Şekil 21. İntraoperatif Sağ Optik Sinir Kılıfı Çapı Transvers Ölçümleri.....	30
Şekil 22. İntraoperatif Sağ Optik Sinir Kılıfı Çapı Sagital Ölçümleri.	30
Şekil 23. İntraoperatif Sol Optik Sinir Çapı Transvers Ölçümleri.	31
Şekil 24. İntraoperatif Sol Optik Sinir Çapı Sagital Ölçümleri.....	31
Şekil 25. İntraoperatif Sol Optik Sinir Kılıfı Çapı Transvers Ölçümleri.	32
Şekil 26. İntraoperatif Sol Optik Sinir Kılıfı Çapı Sagital Ölçümleri.....	33

ÖZET

Lomber Cerrahilerde Pron Pozisyonun Kafa İçi Basınca Etkilerinin Ultrasonografik Optik Sinir Kılıfı Çapı Ölçümüyle Değerlendirilmesi

Giriş ve Amaç: Spinal cerrahilerde rutin olan pron pozisyonunun intrakraniyal basıncı (İKB) artırdığı düşünülmektedir. İntrakraniyal basınç ölçümünde altın standart ventrikül içi kateterli basınç ölçümü olsa da bu işlem invaziv ve komplikasyonlara açıktır. Optik sinir kılıfının dura materin bir uzantısı olması nedeniyle optik sinir kılıfı çapındaki (OSKÇ) değişiklikler İKB'ı yansıtmaktadır. Son çalışmalarda OSKÇ ölçümleri İKB'nin değerlendirilmesi için hızlı, güvenilir, tekrarlanabilir ve non-invaziv bir teknik olarak önerilmektedir. Bu çalışmada, spinal cerrahi geçiren hastalarda pron pozisyonun birincil olarak İKB'ye etkisini ultrasonografik OSKÇ ölçümleriyle değerlendirmeyi, ikincil olarak da OSKÇ'ye etkili olabilecek demografik ve klinik faktörleri araştırmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamız tek merkezli ve prospektif olarak planlandı. Tüm hastalardan yazılı bilgilendirilmiş onam alındı ve çalışma protokolü, Helsinki Bildirgesi'nin etik yönergelerine uygun olarak kurumsal etik kurul tarafından onaylandı. Elektif şartlarda lomber cerrahi geçirecek, 18-80 yaş arasında, ASA I-III risk grubunda hastalar çalışmaya dahil edildi. Acil cerrahiye alınan, çalışmaya katılmayı kabul etmeyen, <18 ve >80 yaş, geçirilmiş göz ve kraniyal operasyonu, glokom öyküsü, KİBAS bulguları, kraniyal anomalisi olan, intraoperatif aşırı kanama beklenen, OSKÇ ölçümü yapılamayan hastalar çalışma dışında bırakıldı. Hastalara bispektral indeks monitörizasyonu ile standart anestezi uygulandı. Optik ultrasonografi, streç filmle kapatılmış üst göz kapağına lineer prob ile göze baskı uygulamadan B modunda uygulandı. Göz küresinin 3 mm aşağısındaki hizada OSKÇ ölçümü yapıldı. Her optik sinir için transvers ve sagittal düzlemlerdeki ölçümlerinin ortalamaları değerlendirildi. Pron pozisyonundaki ölçümler bir kişi yardımıyla hasta başı 30° sağa ve sola çevrilerek alındı. Hastalar entübe edilmeden önce her iki gözden kontrol ölçümü (T0), entübasyonu takiben supin pozisyonundaki ikinci ölçümleri alındı (T1). Cerrahi sonlandığında pron pozisyonunda (T2), daha sonra supin pozisyonunda hasta uyandırılmadan önce (T3) son ölçümleri alındı. Operasyon süresinde OSKÇ'lerdeki delta değişim yüzdeleri hesaplandı. Sürekli değişkenlerde iki bağımsız grup karşılaştırmalarında Student t-testi ile, normal dağılan değişkenler arasındaki kolerasyon katsayıları ve istatistiksel anlamlılıklar Pearson testi ile hesaplandı. Zamanla tekrarlanan ölçümlerin değişimi analizi Repeated

Measures ANOVA kullanılarak incelendi. Kontrol değerle diğer ölçümler arasındaki fark yüzdesi ANOVA test istatistik sonuçları baz alınarak yorumlandı. İstatistiksel anlamlılık için tip-1 hata düzeyi %5 olarak belirlendi.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen toplam 84 hastanın 49'u (%58.3) kadın, 35'i (%41.7) erkekti. Hastaların yaş ortalaması 52.4 ± 14.3 , boy ortalaması 168.6 ± 8.6 cm, vücut ağırlığı ortalaması 79.4 ± 12.7 kg olup, ortalama vücut kütle indeksi 27.9 ± 4.1 kg/m² idi. Toplam 39 (%46.4) hasta komorbid hastalığa sahipti. Her iki göz için T1, T2, ve T3 ortalama OSÇ değerleri benzer olup, T0 ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek saptandı ($p < 0.001$). Pron pozisyonundaki OSKÇ ortalamasının (T3), T0 ve T1 ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu gösterildi ($p < 0.001$). Kontrol değerle karşılaştırıldığında en yüksek fark T2 ölçümünde bulundu (%12.6, $p < 0.001$). Her iki gözde pron pozisyonda ölçülen OSÇ ve OSKÇ ile yaş, obezite, komorbid hastalık varlığı, hemodinamik değişkenler, anestezi süresi ve operasyonda verilen sıvı miktarı arasında istatistiksel anlamlı korelasyon gösterilemedi.

Sonuç: Sonuç olarak kafa içi basınç artışının saptanmasında non-invaziv bir yöntem olan ve yatak başı kolayca uygulanabilen oküler ultrasonografi önemli bir yer tutmaktadır. Yöntemin duyarlılık ve özgüllüğünün saptanması için altın standart olan invaziv ölçüm yöntemleri ile karşılaştırmalı ileri çalışmalara gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler: Lomber cerrahi, pron pozisyonu, kafa içi basınç, ultrasonografi, optik sinir kılıfı çapı.

ABSTRACT

Effects of Prone Position on Intracranial Pressure During Spine Surgery: Evaluation of Optic Nerve Sheath Diameter by Ultrasonographic Measurement

Introduction and Aim: Prone positioning, which is common during spine procedures, raises intracranial pressure (ICP). Although being the gold standard for ICP measurement, intraventricular catheterization is invasive and prone to complications. Because the optic nerve sheath (ONSD) is an extension of dura mater, ONSD reflects changes in ICP. In recent studies, ONSD measurements are recommended as a rapid, reliable, reproducible and non-invasive technique for the evaluation of ICP. In this study, our primary objective was to determine prone position impact on ICP in patients undergoing spinal surgery using ultrasonographic measurements of ONSD, and our secondary objective was to evaluate demographic and clinical characteristics that might have an impact on ONSD.

Materials and Methods: Our study was planned as a single center and prospective study. Written informed consent was obtained from all patients, and the study protocol was approved by the institutional committee, ensuring that it conformed to the ethical guidelines of the Declaration of Helsinki. Patients in the ASA I-III risk group, aged between 18-80 years, who would undergo lumbar surgery under elective conditions were included in the study. Patients who were admitted to emergency surgery, refused to participate in the study, were <18 and >80 years old, had a previous eye and cranial operation, had a history of glaucoma, had CRPS findings, had cranial anomalies, were expected to have excessive intraoperative bleeding, and could not measure ONSD. Standard anesthesia was applied to the patients with bispectral index monitoring. Optic ultrasonography was assessed in B mode via linear probe. The ONSD was assessed 3 mm below the eyeball. The mean of measurements in transverse and sagittal planes for each optic nerve was evaluated. In prone position, measurements were obtained with the head turned 30 degrees to the right and left by assistance of a second person. Control measurements (T0) were taken from both eyes before the patients were intubated, and the second measurements were taken in the supine position after intubation (T1). At the end of the surgery, the last measurements were taken in the prone position (T2) and then in the supine position (T3) before the patient was awakened. The percentages of delta change in ONSDs during the operation were calculated. In the comparison of two independent groups for continuous variables,

Student's t-test was calculated, and correlation coefficients and statistical significance between normally distributed variables were calculated using Pearson's test. Analysis of variation of repeated measures over time was analyzed using Repeated Measures ANOVA.

Results: Of the 84 patients, 49 (58.3%) were female and 35 (41.7%) were male. The mean age of the patients was 52.4 ± 14.3 years, mean height was 168.6 ± 8.6 cm, mean body weight was 79.4 ± 12.7 kg, and mean BMI was 27.9 ± 4.1 kg/m². A total of 39 (46.4%) patients had comorbid disease. Mean ONSD at T1, T2, and T3 were similar and were found to be significantly higher than T0 measurements ($p < 0.001$). Compared to the control value, the highest difference was found in the T2 measurement (12.6%, $p < 0.001$). There was no statistically significant correlation between ONSD in the prone position with age, obesity, presence of comorbid disease, hemodynamic variables, duration of anesthesia and amount of fluid administered during the operation.

Conclusion: To conclude, ocular ultrasonography, a non-invasive technique that is simple to use at the bedside, plays a significant role in the identification of elevated intracranial pressure in prone positioning. There is need for further studies comparing invasive measurement methods and ultrasonographic ONSD in order to ascertain the sensitivity and specificity of the method.

Key Words: Lumbar surgery, prone position, intracranial pressure, ultrasonography, optic nerve diameter, optic nerve sheath diameter.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Lomber cerrahi operasyonlarının büyük çoğunluğunu lomber disk hernisi ve lomber stenoz hastalıkları oluşturur. Bunun dışında tümör cerrahileri, travma ve dejeneratif hastalıklar da ameliyat sebebi olabilir.

Vertebra cerrahisi ile ilgili ilk olarak eski Mısır'da yazılmış papiruslarda rastlanmakla beraber, ilk lomber laminektomi operasyonu 1932'de, "rüptüre intervertebral disk" tanısı olan bir hastada bir beyin cerrahı olan Mixter ve bir ortopedist olan Barr tarafından gerçekleştirilmiştir (1). Bu operasyon Profesör Yaşargil tarafından 1967'de mikroskop altında yapılarak mikrodiskektomi ameliyatı olarak tanımlanmış ve 105 olguyu içeren operasyon sonuçları 1977'de yayınlanmıştır (1).

Lomber cerrahiler rutin olarak pron yani hastanın yüzünün yere dönük olduğu pozisyonlarda uygulanır. Supin pozisyonundan pron pozisyona geçiş, hastanın intraabdominal basıncındaki artışa bağlı olarak zamanla kafa içi basınç artışını da tetiklemeye başlar (2, 3).

İntraoperatif dönemde non-invaziv yöntemlerden birisi olan Optik Sinir Kılıf Çapı Ölçümü (OSKÇ) intrakraniyal basınç artışı saptanmasında kullanılan ve diğer tekniklere göre kolay ulaşılabilir, hızlı, komplikasyon riski düşük ve etkinliği gösterilmiş bir tanı yöntemidir. Genel olarak optik sinir kılıf çapının 5 mm ve üzerinde ölçülmesi kafa içi basınç artışı ile ilişkilendirilmiştir.

Bu çalışmada amaç, lomber cerrahilerdeki öncelikle pron pozisyonun kafa içi basınca olan etkilerini ve intraoperatif değişkenlerin, ultrasonla optik sinir kılıf çapını peroperatif çeşitli zamanlarda ölçerek saptamak ve optik ultrasonografinin peroperatif hasta takibindeki kullanım alanını ortaya koymaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. LOMBER CERRAHİLER

Lomber cerrahi uygulamaları en sık travma ve dejeneratif hastalıklara sekonder semptomatik sinir kökü veya kord basısının tedavisi amacıyla uygulanır. Bası bulguları protrusyon ve spondilozis sonucunda ortaya çıkar. Bu semptomlar genellikle 30-50 yaşlardaki hastalarda görülür.

Dejenere olan diskin lomber sinir köküne bası yapmasıyla oluşan bel ve bacak ağrıları lomber disk hernisi (LDH) tablosunu ortaya çıkarır. Defisiti 6 hafta süren ve konservatif tedaviye yanıtı olmayan hastalarda elektif diskektomi ameliyatı sıklıkla gerçekleştirilmektedir.

Lomber cerrahi gerektiren bir diğer hastalık grubu spinal stenozdur. Lomber spinal stenoz (LSS) lomber spinal kanal ve intervertebral foramenlerdeki daralmanın sinir köklerine bası yapması ile meydana gelen patolojinin genel adıdır (4).

Lomber cerrahiler tümör, damar malformasyonları, abse veya hematoma boşaltılması gibi cerrahi girişimleri de içerir (5).

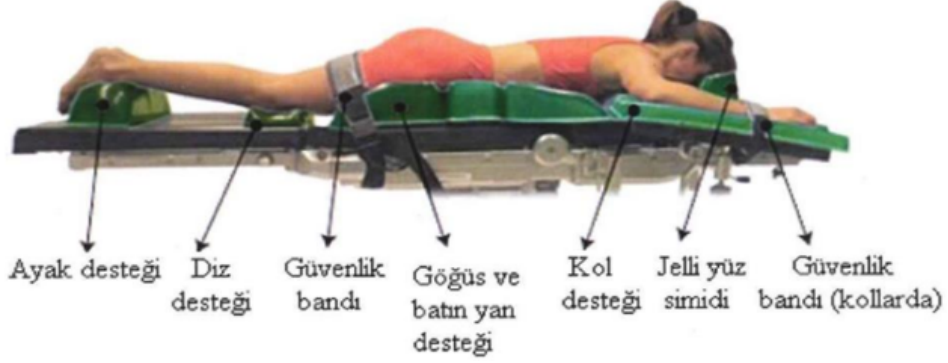
2.2. PRON POZİSYONU

Pron pozisyon posterior fossa, vertebra, bazı alt ekstremité cerrahileri ve anal bölge cerrahilerinde posterior cerrahi erişim için kullanılmaktadır. Bu pozisyon için ameliyat masaları, çeşitli materyallerden yapılmış olan destekler, kol tahtaları ve özel yüz yastıkları gibi çeşitli ekipmanlar kullanılır. Ameliyatların türüne, hastaların yaş ve vücut ağırlıklarına göre komplikasyonları ve yaralanmalarını azaltmak için, teknolojik ve inovatif gelişime paralel olarak çok sayıda ekipman kullanılsa da pron pozisyonla ilişkili fizyolojik değişiklikler ve komplikasyonlar halen önemli bir yer tutmaktadır.

2.2.1. PRON POZİSYONU ÇEŞİTLERİ

İlk kullanıldığı zamanlarda abdominal basıya dikkat edilmediği için inferior vena kavaya (İVK)'ya yapılan bası sonucu venöz pleksusta kan miktarının artmasına ve ameliyat sırasında daha fazla kanamaya sebep olmuştur. Ayrıca düzgün pozisyon verilmediği için lomber lordozun artması sonucunda cerrahin rahat çalışması da engellenmiştir. Bundan dolayı 1949'da Ecker lomber cerrahiler için günümüzde de farklı modifikasyonlarını

kullandığımız pozisyonu kullanmıştır ve pron pozisyon komplikasyonlarını olabildiğince azaltmayı başarmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Pron Pozisyon ve Destek Bölgeleri

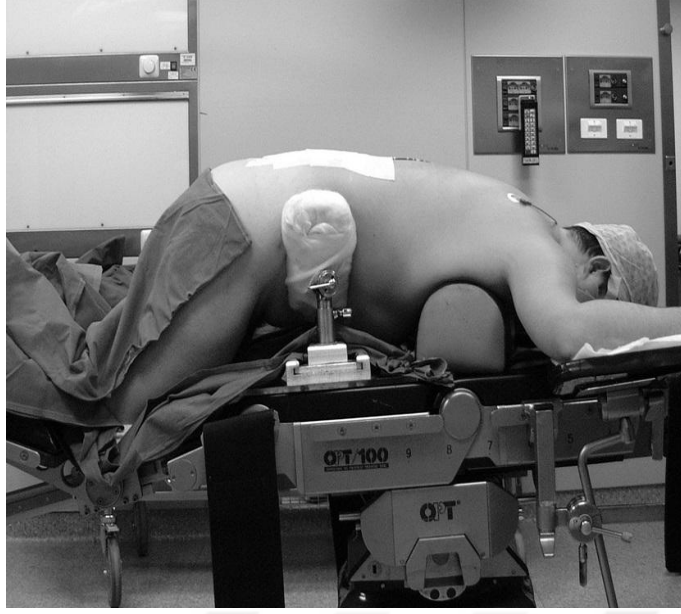
Hastanın supin pozisyonundan pron pozisyona geçirilmesi önemli ve dikkat gerektiren bir aşamadır. Hastanın ameliyat masasına temas noktalarına aşırı basınç, aşırı gerilme ve sıkışma olmamasına, hastanın göğüs kompresyonunun olmamasına, göğüs duvarının rahatlıkla ventilasyon hareketleri yapabilmesine izin verilmelidir (6).

Lomber cerrahilerde göğüs yastıklarını kullanarak intraabdominal basıncı azaltıp, cerrahi sahada kanamayı azaltan “*Jackson Spine Table*” pozisyonu sık kullanılmaktadır (Şekil 2) (6).



Şekil 2. Jackson Spine Table Pozisyonu (6).

Lomber cerrahilerden diskektomi operasyonu için en sık kullanılan pozisyon, değiştirilmiş pron pozisyon olan Relton-Hall pozisyonudur (Şekil 3). Bu pozisyon lomber fleksiyonu olan hastanın güvenli ve stabil bir yüzüstü pozisyonunu garanti eder (6).



Şekil 3. Rellton-Hall Pozisyonu

Mikrodiskektomi ameliyatları için daha çok kullanılan alternatif bir pozisyon da Andrews tip masa üzerinde diz-göğüs pozisyonudur (Şekil 4). Bu pozisyon da hastanın iyi lomber fleksiyonu ile güvenli ve stabil şekilde konumlanmasını sağlar. Yalnız bu pozisyon sırasında hastanın öne doğru kayması intraabdominal basıncın artmasına sebep olabilir (7).



Şekil 4. Andrews Pozisyonu

2.2.2. PRON POZİSYONUNUN FİZYOLOJİK ETKİLERİ

2.2.2.1. KARDİOVASKÜLER ETKİLER

Pron pozisyonun stroke volüm (SV) ve kardiyak indekste (Kİ) %10 ile %20 arasında bir düşüşe neden olarak pulmoner vasküler direnci arttırdığı; buna karşın OAB, sağ atriyum basıncı ve pulmoner wedge basıncının değişmediği gösterilmiştir. Kardiyak indeks ve atım hacmindeki azalmaya, İVK'ya olan bası nedeniyle preload (ön yük) azalması ve/veya intratorasik basınçtaki artışın sol ventrikül kompliyansını azaltması neden olabilir (8).

Lomber laminektomi geçiren ve preoperatif kardiyak komorbiditesi olmayan hastalarda yapılan bir transösafageal ekokardiyografi çalışmasında; sol ventrikül dolum basınçlarında akut azalmayı yansıtan sol ventrikül diyastol sonu alanındaki küçülme ve pulmoner venöz akımındaki sistolik küntleşme gösterilmiştir (9) .

Kardiyak komorbiditesi olmayan hastalarda, bu değişiklikler büyük ölçüde kardiyak kontraktilite ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonundaki artışlarla telafi edilebilir ve önemli bir değişiklik gözlenmez veya çok az değişiklik olabilir. Ancak VKİ'si yüksek olan, beraberinde kardiyak veya solunumsal komorbiditeleri olan hastalarda önemli hemodinamik değişiklikler beklenebilir (10). Tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi taraması kullanılan bir çalışmada; miyokard enfarktüsü veya iskemik kalp hastalığı öyküsü olan uyanık hastalarda pron pozisyonun kardiyak fonksiyonlar üzerindeki etkileri araştırılmış ve tüm hastalarda Kİ ile sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunda anlamlı derecede azalma olduğu gözlenirken, önceden sistolik disfonksiyonu olan hastalarda Kİ'deki azalmanın daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (11). Önyük bağımlı veya düşük kardiyak kontraktilitesi veya diyastolik disfonksiyonu olan tüm hastalar pron pozisyonda hemodinamik bozulma riski altındadırlar. Bu hastalar preoperatif olarak dikkatlice değerlendirilmeli ve gerekli görülürse preoperatif kardiyovasküler problemleri olan hastalarda pozisyona bağlı komplikasyonların erken tespit edilebilmesi için invaziv hemodinamik monitörizasyon yapılmalıdır (10, 11).

Pron pozisyonundaki hemodinamik hedefler normal kalp hızını sinüs ritminde sürdürebilmek, yeterli sol ventrikül diyastolik hacmini sağlayabilmek ve kardiyak kontraktiliteyi sürdürebilmektir. Bu amaçlar doğrultusunda sıvı yönetimi dikkatle ve özenle yapılmalıdır. Hastaya yetersiz sıvı replasmanı yapılması durumunda hipotansiyon, hemodinamik instabilite ve renal yetmezlik gelişimi; aşırı sıvı replasmanında ise pulmoner

ödem ve konjestif kalp yetmezliği gelişimi, doku ödemi, yara iyileşmesinde gecikme, dilüsyonel anemi, koagülopati ve gastrointestinal motilitenin geç kazanılması gibi komplikasyonlar ortaya çıkmaktadır (12). Pron pozisyona alınmış hastalara rutin olarak sıvı ön yüklemesi yapılmasının pron pozisyonun hipotansif etkilerini azalttığı gösterilmiştir (13). Bazı hastalarda koroner ve serebral perfüzyon basınçlarını korumak için inotropik farmakolojik ajan kullanımı da gerekebileceği unutulmamalıdır.

2.2.2.2. SOLUNUMSAL ETKİLER

Kompansatuar tonus mekanizmalarının anestezi ajanlarının etkisi ile baskılanmış olması ve kas tonusunun anestezi altında kaybolması nedeniyle supin pozisyondan pron pozisyona geçişte bazı solunumsal problemler meydana gelebilir. Supin pozisyonda abdominal içeriğin diyafragmayı yukarıya itmesi sonucu göğüs kompliansındaki azalmaya bağlı olarak fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK) azalır. Pron pozisyonda FRK supin pozisyondan belirgin olarak daha fazla bulunmuştur, ancak yine de oturur pozisyondan daha düşüktür.

Krayer ve ark. yaptıkları çalışmada anestezi indüksiyonundan ve kas gevşemesinden sonra diafragmanın ekspirasyon sonu pozisyonunun supin pozisyondaki hastalarda değişmezken, pron pozisyondakilerde anlamlı olarak sefafe doğru volüm şifti meydana geldiğini göstermişlerdir (14). Supin pozisyonda mekanik ventilasyon sırasında diafragmanın hareket paterni uniform iken pron pozisyonda hareketin çoğu dorsal (nondependent) bölgededir. Hastaya uygun pozisyon verilirse abdominal organların diafragma bası yaparak oluşturduğu volüm şifti azaltılarak pulmoner kompliansın normale yakın olması sağlanabilir. Eğer hastanın abdominal boşluğu iyi düzenlenir, bası altında olmamasına dikkat edilirse pron pozisyondaki FRK azalması daha düşük olacaktır. Bu hastalarda özellikle omuz ve pelvis iyi desteklendiğinde abdominal bası azalarak diafragmada ek bir inspiratuar güç sağlandığı da bildirilmiştir. Palmon ve ark, vücut ağırlığından bağımsız olarak pron pozisyonda Jackson masasına alınan hastalarda pulmoner parametrelerde anlamlı bir değişiklik olmadığını saptamışlardır (15). Çalışmacıların hipotezine göre pron pozisyondaki pulmoner komplians değişikliğinin hasta VK'si ve kullanılan cerrahi masa ile ilişkilidir. Genel anestezi altında paralize hastalarda yapılan çalışmalarda, Pelosi ve ark. pron pozisyonunun solunumsal mekanikleri minimal etkilediğini, FRK'yı iyileştirdiğini, PaO₂'yi arttırdığını, PaCO₂'yi değiştirmediğini saptamışlar; bu pozisyonun solunum sistemi kompliansını belirgin olarak etkilemediğini,

respiratuar rezistansın pron pozisyonunda hafifçe arttığını, bu artışın esas olarak göğüs duvarı rezistansına bağlı olduğunu bildirmişlerdir (16).

2.2.3. PRON POZİSYONUNUN KOMPLİKASYONLARI

Görme kaybı: Pron pozisyonundaki cerrahiler sonrası gelişen postoperatif görme kayıplarında (POGK) öncelikle mekanik nedenler ekarte edilmeli, yüzüstü pozisyonunda oküler bölgeye bası ve gelişen lokal ekimoz veya periorbital hassasiyet gibi bulgular araştırılmalıdır. Mekanik olmayan nedenler arasında en sık görülen iskemik optik nöropati, santral retinal arter ve ven oklüzyonu ile oksipital lob enfarktıdır.

Pron pozisyonunda yapılan spinal cerrahiler sonrası görülen POGK'nın en sık nedeni %89 oranında iskemik optik nöropatidir. Hipoksiye ya da hipoperfüzyona bağlı optik sinir hasarına bağlı olarak ortaya çıkar (17). Bu tür hasarların en sık görüleni %60 oranında posterior iskemik nöropati (PION), %40 oranında ise anterior iskemik nöropatidir (AION) (18). Doku perfüzyon basıncı, dokunun arteriyel ve venöz kan basıncı arasındaki farka bağlıdır. Cerrahi PION hastalarında, arteriyel hipotansiyon ile eşzamanlı artmış orbital venöz basınç tehlikeli bir kombinasyon olup, optik sinire kan akışının azalmasına ve iskemiye neden olur. Görme kaybı genellikle bilateral ve irreversibl olduğu için bu durumun önüne geçmek için gerekli tedbirlerin alınması ve farkındalığın oluşturulması önemlidir. Görme kaybı oluşuktan sonra geri dönüşünü sağlayan etkin bir tedavi bulunamamıştır. Perioperatif profilaktik önlemler arasında arteriyel hipotansiyon süresinin, aşırı sıvı replasmanına bağlı hemodilüsyonun, göz küresi üzerindeki basıncın ve ameliyat süresinin en aza indirilmesi önemlidir.

Santral retinal arter oklüzyonu, postoperatif dönemde gözlenebilen nadir fakat ciddi sonuçlara neden olan bir komplikasyondur. Genellikle arteriyel emboli, trombotik ataklar, göz küresine bası veya travma sonrası ortaya çıkmaktadır ve retinaya kan akışını azaltmaktadır. Çalışmalar oklüzyonun baş pozisyonu, pitoz ve oftalmoplejinin eşlik ettiği göz küresine dışardan basıyla ilişkili olduğunu göstermiştir. Santral retinal arter oklüzyonuna neden olan göz küresine bası ortadan kaldırıldığında, iskemiye uğramış vasküler kanallar dilate olur ve damar duvarından doku boşluklarına sıvı geçişi olur. Sonuçta orbital ödem, proptozis, oküler parezi ve retina ödemi oluşur. Fundoskopik muayenede tipik olarak retinal ödeme ek olarak “cherry red spot” bulgusu mevcuttur. Cerrahi işlem sırasında göz küresine kompresyon sonucu santral retinal arter oklüzyonu nadiren de olsa literatürde bildirilmiştir (19) .

Periferik sinir komplikasyonları: Çoğunlukla eksternal bası sebebiyle meydana gelir. Diğer sinirlere kıyasla daha yüzeysel seyreden ulnar sinir ve peroneal sinirde hasarlanma daha fazladır. Erkek cinsiyet, aşırı obez ya da aşırı zayıf olmak, 14 günden fazla hastane yatışının olması, sigara bağımlılığı, kontrolsüz diyabet, vasküler patolojiler, ileri yaş, hipotansiyon periferik nöropati insidansının artmasına neden olur. Hasarın oluşmasındaki temel mekanizma basıya bağlı perfüzyon bozukluğunun neden olduğu ödem, iskemi ve nekrozdur. Önkolun pronasyonda kalması ulnar sinirin hasarlanmasını kolaylaştırır. Bu yüzden supinasyona getirilmesi, brakial pleksus hasarını önlemek için koltuk altlarına ve ulnar siniri korumak için de dirseğe basıncı azaltabilecek pedlerin yerleştirilmesi sorunu büyük oranda çözecektir.

Nöropraksi: Pron pozisyonunda servikal spinal kord ve brakial pleksus, fleksiyon ve ekstansiyon esnasında gerilmeye bağlı hasar görebilir. Ayrıca intranöral venöz basıncın artması, lokal ödem bu duruma katkıda bulunabilir. Diyabet, hipotermi, anatomik varyasyonlar, malnutrisyon ve hipotansiyon da risk faktörleri arasındadır (20).

Artmış intraabdominal basınç ve artmış kanama: Pron pozisyonunda abdominal içeriğe uygulanan herhangi bir bası doğrudan inferior vena kava (İVK) basıncını arttıracaktır. Epidural venöz pleksusta kapak bulunmadığı için İVK'daki bu basınç artışı doğrudan epidural venöz pleksusa da yansiyacak, epidural venöz pleksusta meydana gelen bu basınç artışı da spinal cerrahi vakalarında ameliyat sahasındaki kanama miktarını artıracaktır. Bu nedenle pron pozisyona getirilen hastalarda batın ön duvarına bası olmamasına dikkat edilmelidir. Toraks ve abdomene yerleştirilen göğüs yastıkları uygun boyutlarda seçilmez ve yerleştirilmezse pelvik ve abdominal bası sonucu intraabdominal basınç (İAB) dolayısıyla vena kava inferiördeki basınç artar ve venöz dönüş azalır (21). İntraabdominal basıncın 12 mmHg üzerine çıkması abdominal kompartman sendromu için yüksek risk teşkil ettiğinden intraabdominal basınç ölçümü özellikle riskli hastalarda gerekli olabilir. Mesane basıncı değerlerinin batın içi basınç değerleri ile yüksek korelasyon göstermesinden hareketle, mesane içi yerleştirilen kateter ile intraabdominal basınç ölçülebilir.

Yüzde ve boyunda bası yaraları: PP'de cerrahi esnasında birinci derece bası yaraları %5 ve %66 arasında bildirilmiştir (22, 23). Artmış sıvı yükü ve uzun cerrahi fasiyal ödeme neden olabilir. PP'de yüzde yaklaşık 30 mmHg basınç oluşur. Ancak çene ve alın

bölgesinde bu basınç 50 mmHg düzeyine çıkabilir (24). Kıkırdaktan oluşan kulaktaki basınç artışı hemotama, kondrite, iskemik ve nekroza neden olabilir.

Hepatik disfonksiyon: Artmış CVP nedeniyle hepatic disfonksiyon olabilir. Beraberinde hipotansiyon olması iskemik hepatit ile sonuçlanabilir.

Tromboz ve inme: Tromboz riski yaş, malignite, obezite ve majör cerrahi ile artar. Vena cava inferiordaki kısmi oklüzyon kan akımını yavaşlatıp staz ve pıhtılaşmaya neden olabilir (25). Hastanın başına nötral pozisyon verilmemesi karotid veya vertebral arterlerde diseksiyona neden olabilir. Aşırı boyun fleksiyonu veya rotasyonu serebral perfüzyonu bozabilir (20).

Bacak kompartman sendromu: Yüzüstü pozisyonlarda bacakta kompartman sendromu görülmesi ve rabdomiyoliz görülebilen bir durumdur (26). Obezite, periferik vasküler hastalık, uzun süren operasyonlar risk faktörüdür. Ekstremitte distalde bir pulse oksimetre takılması bu durumu önlemek için kullanılabilir (26).

Makroglossi ve sublingual hematoma: Cerrahinin uzun sürmesi, başın nötral pozisyonda olmaması ve ağız içinde airway veya bir aparat olması durumunda sık görülen bir komplikasyondur. Tükürük bezleri kanalları , vasküler yapılar ve lenfatikler baş tamamen fleksiyonda iken obstrükte olabilir (27).

Endotrakeal tüp ve laringeal maskenin yer değiştirmesi: Hastayı pron pozisyona çevirme esnasında; hasta monitorizasyonunda geçici kesilme olur ve ETT ile diğer intravenöz veya arteriyel kateterler yerinden çıkabilir. Oksijen desatürasyonu; hasta pron pozisyona çevirilmeden hemen önce ventilatör ile bağlantısı kesilen ETT'nin çevirildikten sonra yeniden ventilatöre bağlanmasına kadar geçen zaman diliminde meydana gelebilir. Hastaları pozisyon değişikliğinden önce %100 O₂ desteği altında tutarak daha fazla oksijen rezervi sağlamak bu sorunu hafifletebilir. Solunum devresinin geçici olarak bağlantısının kesilmesi ayrıca (eğer kullanılıyorsa) inhalasyon anesteziklerinin verilmesini de kesintiye uğratacağından bu durum hastaların uyanıklık riskini artırabilir. Hastalar; endotrakeal tüp veya laringeal maskenin, yerçekimi etkisiyle yerinden çıkması açısından yüksek risk grubundadır (28). Pron pozisyonda ETT kaf basıncı düşükse tüpün yerinden çıkma olasılığı da artacaktır.

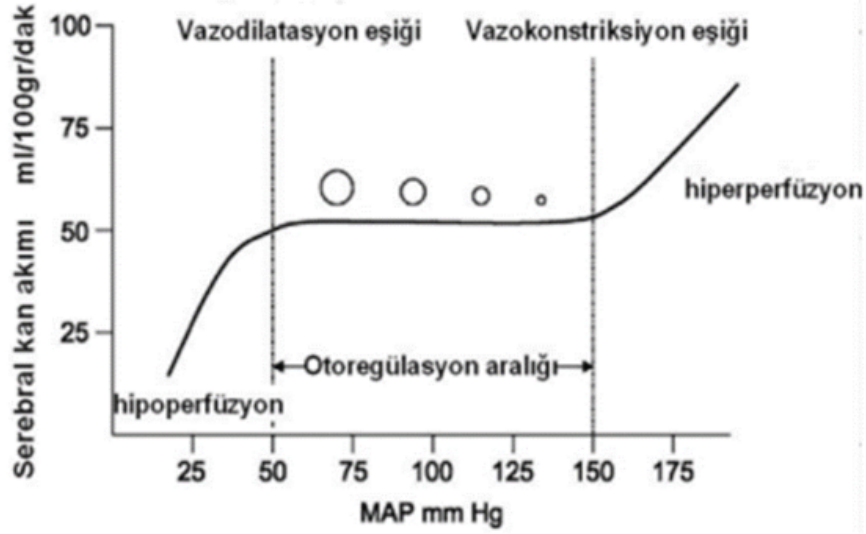
Memelerin bası altında kalması: Pron pozisyonda hastanın memesi göğüs yastıklarının içine alınmalı, direkt basıdan korunmalıdır. Meme protezi olan hastalarda iskemi görülebileceğinden bu hastalara pozisyon verirken daha dikkatli olunması gerekir.

2.3. BEYİN FONKSİYONLARI

Serebral perfüzyon basınç (CPP) terimi ortalama arter basınçla intrakraniyal basınç veya santral venöz basınç arasındaki farkı ifade eder. Normal koşullarda İCP'daki herhangi artıp azalmayı kompanse eden mekanizmalar dengeler. Kan basıncı 60-160 mmHg arasında artıp azalma gösterirse, serebral kan akımı dolayısıyla intrakraniyal basınç oto regülasyon sayesinde dengelenir. Bu değerlerin altında ve üstünde serebral kan akımı normal sınırlarda sabit durmaz, beyin damarları vazodilatasyona ve vazokonstriksiyona bağımlı hale gelir. Serebral kan akımına etki eden diğer etken PaCO₂'dir. Bu sebepten hiperventilyasyonun ve hipoventilasyonun beyin serebral kan akımına ve beyin damarlarına etkisi oldukça önemlidir. PaCO₂ artışı beyin kan damarlarında genişlenmeye dolayısıyla beyine daha fazla kan yönelmesine neden olurken, PaCO₂ azalması beyin kan damarlarının daralmasına ve kan akışının azalmasına sebep olur. Vücut ısısının beyin kan akımına etkisi de göz ardı edilmemelidir, çünkü vücut ısısı 1 derece azalırken serebral kan akımı % 6-7 azalmaktadır (29).

2.3.1. BEYİN KAN AKIMI

CPP=MAP-İCP ilişkisine bakacak olursak, İCP yükseldiği zaman MAP da artar, bunun sebebi serebral perfüzyon basıncını normal değerler arasında tutmaktır. Ancak bu SPB'nı güvenli olmayan seviyeye getirir. Böylece beyin hasarı görülme riski de artacaktır. Uzun süre kronik hipertansiyon hastası olan hastalarda otoregülasyon dengesi bozulur, kan basıncının ani yükselmesi zamanı arterler vazokonstrükte olur, bu da beyin perfüzyonunu normal seviyede tutar, basınç artışları daha uç noktalara kadar ilerlemez. Buna ek olarak kan basıncındaki ani düşüşler ise uzun süre hipertansiyon hastası olanlarda beyin dolaşım bozukluğu semptomları işaretleri ortaya çıkarabilir. Bu yüzden kronik hipertansiyonu olan hastalarda yüksek serebral perfüzyon basınç değerlerine izin verilebilir (30).



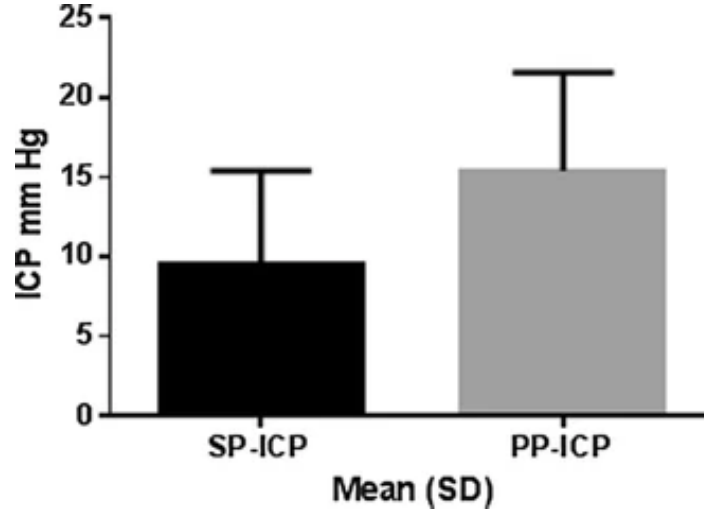
Şekil 5. Serebral Otoregülasyon (30).

2.3.2. KAFA İÇİ BASINCI

Kafatası beyin, beyin omurilik sıvısı (BOS) ile arteriyel ve venöz kanı içeren genişleyemeyen bir yapıdır. Beyin, BOS ve kan hacminin değişen basınçlarının toplamı kafa içi basıncı (KİB) oluşturur. Normal KİB yaşa ve vücut pozisyonuna göre değişir ve sırtüstü yatan erişkinde 7-15 mmHg arasındadır. Kafaiçi basınç ve hacim arasında sıkı bir ilişki vardır. Bu ilişkiyi en iyi Monroe-Kellie hipotezi açıklamaktadır. Bu hipoteze göre kapalı ve genişleyemeyen bir yapı olan kafatasının hacmi sabit olduğundan, kafa içinde yer alan beyin, kan ve BOS'dan birinin hacmindeki artış veya tümör, ödem, hematoma gibi yer kaplayan yeni bir hacim oluşması, diğer bileşenlerde kompensatuar bir değişiklik ile dengelenir. Bu da kraniyoserebrospinal dokuların kompliyans denilen kraniumun artan basınca bağlı volüm değişikliği yeteneğinden kaynaklanır. Kafa içi kompliyans sağlamken kafa içi basınç arttığında kompanzasyon mekanizmaları devreye girer. Başlıca kompanzasyon mekanizmaları BOS salınımında azalma, BOS emiliminde artma ve venöz kanın ekstrakraniyal alana yönlendirilmesidir.

2.3.3. KAFA İÇİ BASINÇ ARTIŞININ BULGULARI

Kafa içi basınç artışı sendromunun (KİBAS) bulguları, serebral şift-herniasyon veya serebral iskemi bulgularıyla birlikte ortaya çıkabilir. Baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı-kusma, papil ödem ve bilinç değişiklikleri KİBAS bulgularındandır. Posterior fossadaki vital merkezlerin basılanmasıyla bradikardi, hipertansiyon ve apneyle sonlanan solunum düzensizlikleri gelişir ve bu üçlü "Cushing Triadı" olarak adlandırılır.



Şekil 6. Pron pozisyon epizodunun ortalama kafa içi basıncı (KİB), supin pozisyona kıyasla önemli ölçüde artırdığını göstermektedir (31).

2.3.4. KAFA İÇİ BASINÇ ARTIŞI MONİTORİZASYON TEKNİKLERİ

Non-invaziv yöntemler

Klinikte yakın aralıklarla yapılan dikkatli nörolojik muayene ile KİB'nin seyri hakkında fikir yürütülebilir. Görüntüleme yöntemleri (BT ve MR), Transkraniyal doppler ve daha yeni bir yöntem olan ultrasonografi ile optik sinir kılıfının çapının ölçümü kullanılan yöntemlerdir.

İnvaziv yöntemler

- Subaraknoid vida sistemi
- Epidural ve subdural kateterli sistemler
- Ventrikül monitörizasyon sistemleri
- İntraparankimal basınç monitörü

2.3.4.1. NON-İNVAZİV İNTRAKRANİYAL BASINÇ MONİTÖRİZASYONU YÖNTEMLERİ

KİB ölçümünün en güvenilir ve altın standart yöntemi ventrikül içi EVD olduğu bilinmekte, ancak bu yöntem işlemin zorluğu, kanama, enfeksiyon gibi bir sıra komplikasyon ve riskleri de beraberinde getiriyor (32).

İnvaziv olmayan yöntem genelde hastanın durumu elverişli olmadığında, koagülopati varlığında tercih edilir. Birçok non-invaziv muayene yöntemleri bize KİB'a tanı konulmasında yardımcı olabilir. Manyetik rezonans, ultrason, bilgisayar tomografi, transkraniyal Dopler, tonometri, elektroensefalografi ile ortaya çıkan fiziksel ve anatomik değişikliklere dayanarak bize intrakraniyal basınç yüksekliği ile ilgili fikir verebilir. Fakat bu yöntemlerin hiçbiri bize %100 tanı koyma için yeterli değil. Hastaya morfolojik değişiklikler ve farklılıkları gösteren yöntemlerin (mesela ultrason ile Optik sinir kılıf çapı ölçerek) birçok muayene metotlarını birlikte değerlendirerek en az zararla en doğru tanı konulması mümkündür (33).

2.3.4.2. NON- INVAZIV YOLLA KİB ÖLÇÜMÜ

Transkraniyal Doppler Ultrasonografi yöntemi pulsatilite indeksi (Pİ) hesaplanmasına göre yapılan metottur. Midserebral arterin akım hızı ile sistolik ve diastolik arasındaki fark ile elde edilir (34).

Pİ ve EVD ile ölçülen basınç değerleri arasında uygunluk görülmüştür (35). Ancak yüksek intrakranial basınç esnasında elde edilen değerlerde yanılma ve yanlış ölçümler görülməsi mümkündür (36). Uzman radyolog zorunluluğu ve prob uyumsuzluğu bu yöntemin kullanım oranını %80-85 civarında tutmuştur

Timpanometre

Timpanik membran hareketlerinin verdiği değere göre KİB ile uygunluğu görülmüştür (37). Yalnız bu değerler beyin patolojisi olmayanlarda daha doğru sonuçlar ortaya çıkarmış, beyin patolojisi olan hastalarda doğruluk payı azalmıştır (38).

İlk kez 1968 yılında intrakraniyal basınç yüksekliği olan maymunlarda optik sinir kılıfı dilatasyonu gözlemlendi (39).

Ultrasonun kullanım alanlarının artması ve intrakraniyal basıncın invaziv olmayan yolla ölçülebilirliği, bu yöntemin KİB artışı olan patolojik durumlarda güvenle kullanılmasını sağlıyor (40, 41).

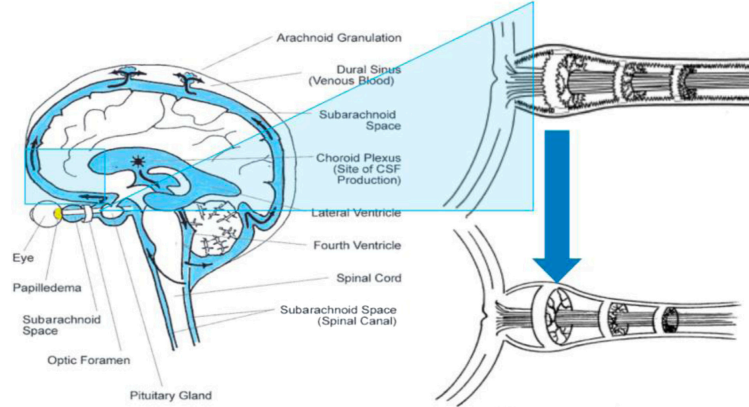
Ultrasonun aleyhinde olan durum ölçümü yapanlar arasında minimal ölçüm hatalarının olabilmesidir. Bu değişiklikler çok küçük hata payı olarak kabul edilebilir (42).

Optik sinir zedelendiği durumlarda bu yöntemin yapılma şansı azalıyor. Kafa travmalarında, tiroit hastalıkları, intrakraniyal kitle, enfeksiyöz durumlar benzer vakalardır (43, 44, 45). İntrakraniyal basınç artışı zamanı optik sinir kılıf çapının artması çalışmalarda duyarlılık %74-%75 özgüllük ise %79- %100 olarak gözlemlenmiştir (42).

2.4. OPTİK SINIR ANATOMİSİ

Diensefalondan başlayarak optik sinir kanalında öne ve yanlara doğru ilerleyen ve orbitaya giren , SSS beyaz cevherinin bir uzantısı olan yapı optik sinir adı alır. BOS ve dura mater uzantısı olan optik sinirin kılıf ile etrafı sarılmıştır. Tüm uzunluğu 40mm çapı kılıfla birlikte 4 mm ulaşır. Kılıf çapı 0,4 mm-dir. Kılıfla sinir arasında 0.1 mm bir boşluk kalır ki, bu da subaraknoid alandır ve 0,1 ml bos hareket eder (46). BOS tüm optik sinir boyunca serbest bir şekilde hareket halindedir. Ve bu serbestliği sağlayan bir sistem mevcuttur. Aynı zamanda bu iki yapı arasında belli bir BOS basıncı da vardır.

İntrakraniyal basınçtaki yükselme, bu subaraknoid boşluktan özellikle retrobulber segment aracılığıyla iletilir ve optik diskte papil ödem gelişir. İntrakranial basınç yükselmesi BOS'un subaraknoid bölgeye doğru itilmesine, aynı zamanda optik sinir etrafında artış BOS artmış basıncı oluşturur. Bu zaman artmış basınç optik sinir kılıfını gerer ve dilate eder ve optik sinir kılıf çapı (OSKÇ) genişler (Şekil 8).



Şekil 7. Optik Sinir Anatomisi (47).

Optik sinir kılıfındaki genişlenme göz küresinin 3 mm mesafesinde en iyi görülür. Bu bölgede trabeküler ağ yapısı vardır ve bu yapı leptomeningeal hücre ve fibroz kolajen yapılardan oluşmuştur. Zengin damar yapısından ibarettir. Dolayısıyla İKB arttığında genişlenmeyi en iyi göreceğimiz yer de bu bölgedir. Arka bölgede ise kayda değer bir genişlenme gözlenmez (46).

2.4.1. OPTİK SINIRIN ULTRASONOGRAFİK ÖLÇÜMÜ

Optik sinir kılıfı 1970 yılından başlayarak önce A modda daha sonra ise B modda ölçülmeye başlanmıştır. A mod Ossoining metodu ile kılıf ve siniri bir- birinden ayırmış ve ölçüm yapılmıştır. Daha sonra göz kliniklerinde göz patolojilerine tanı ve tarama yapılması için B mod daha yaygınlaşmıştır.

OSKÇ ölçümü lineer proba, yani ölçüsü 7.5-10 Mhz arasında dalgalar gönderen prop ile yapılır.



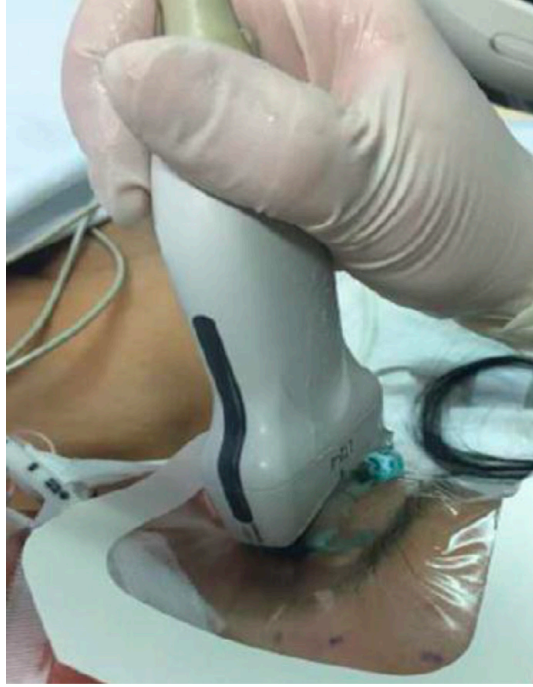
Şekil 8. Lineer prob (7-10 MHz).

Derinliği 4-5 cm ayarlayıp, retrobulbar sahaya odak noktası belirleyip, optik göz küresinin 3 mm gerisinden ölçümün yapılması uygun görülmüştür. Göz kapaklarının üzerinde koruyucu şeffaf ince poietilen tabaka yerleştirilerek, az jel ile prob göz kapaklarının üzerine koyulur. Her gözden vertikal ve sagital olmak üzere iki ölçüm alınır ve bu ölçümlerin ortalama bir değer çıkarılması önerilir.

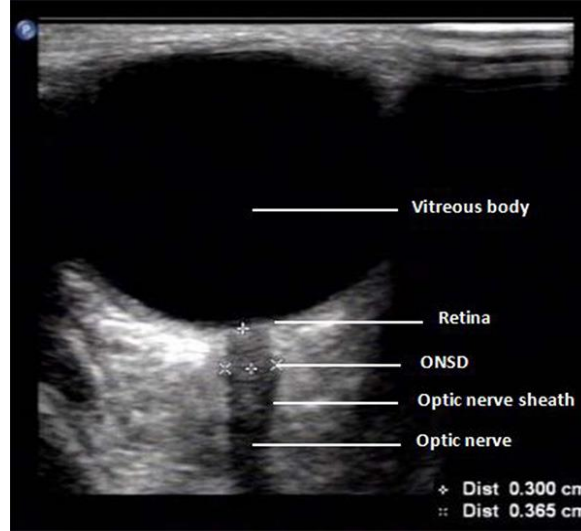
Milimetrik değerlerin ölçümü bir takım yanlış ölçmelere sebep olabilir. Hata payının daha az olması için göz küresi ve optik sinirin anatomik olarak en iyi şekilde monitöre yansıtılması gerekiyor. Muayenenin deneyimli uzman tarafından yapılması

olabilecek ölçüm hatalarının önüne geçer. Tayal ve ark.nın çalışmasında OSKÇ ölçümünün deneyimli uzman tarafından 4 dakika gibi kısa sürede yapılabileceği göstermişler (48).

OSKÇ'nin ultrasonografi tekniği anatomik prensipler üzerine tanımlanmıştır (49, 50) (51). Hasta sırtüstü pozisyonda 20° yatay olarak yatırılır. Kapalı üst göz kapağı üzerine kalın bir jel tabakası uygulanır. Prob, göze basınç uygulanmasını önlemek için göz kapağının temporal alanında sadece jel üzerine yerleştirilir. Probun konumu, optik sinirin küreye girişini görüntülemek için uygun bir açı oluşturacak şekilde ayarlanır. İki boyutlu B modu kullanılır ve OSKÇ, optik sinire dik bir ekseninde bir elektronik kaliper kullanılarak küreden 3 mm geride ölçülür (Şekil 9) (52).



Şekil 9. Yüksek frekanslı lineer prob ile kapalı göz kapağı üzerinden optik sinir ultrasonografi tekniği.



Şekil 10. Optik Sinir Kılıf Çapının Ultrasonografik Görüntüsü (52).

Optik sinir kılıfı çapının ultrasonografisi, sadece anlık artan İKB'yi değil, aynı zamanda travmatik beyin hasarı devam eden hastalarda İKB'deki ani değişiklikleri saptamak için de doğru, basit ve hızlı bir ölçüm olarak düşünülebilir. Bu tekniği öğrenmek kolaydır, beyin ödeminden etkilenmez ve travmada olduğu gibi invaziv İKB monitörizasyonunun mümkün olmadığı koşullarda yararlıdır. Çalışmalarda optik sinir kılıfı çapının normal üst sınırı tartışmaya açık olsa da, genel olarak kabul edilen 5.0 ila 5.7 mm arasında değişmekte olduğu, 5.0 mm üzerinde ölçülmesinin İKB artışı (> 20 mm Hg) işaret ettiği (53). İKB, beyin ölümünde de son derece yüksek olduğundan, OSKÇ'nin de artması şaşırtıcı olmaz. OSKÇ ultrasonografisi ile artmış KİB ölçümü beyin ölümü tanısına spesifik olmamakla beraber pratik, kolay ve yatak başı uygulanabilen bir tetkik olduğu için bu amaçla da uygulanmaktadır (54) .

Optik sinir kılıfı çapının (OSKÇ) ultrasonografisi, intrakraniyal hipertansiyonun olası bir göstergesi olarak geliştirilmiştir (55). Oküler sonografi ile saptanan artmış bir OSKÇ, travmatik beyin hasarı bulunan erişkinlerde ve hidrocefali veya karaciğer yetmezliği olan çocuklarda İKB'nin yüksek olduğu klinik bulguları ile ilişkili bulunmuştur (56, 57).

Yoğun bakım hastaları dışında da ameliyathane şartlarında özellikle laparoskopik robotik cerrahiler gibi derin Trendelenburg pozisyonu uygulanan ve İKB artışına neden olabilecek cerrahilerde sonografik OSKÇ'nin izlenmesi, İKB'deki değişiklikler hakkında faydalı bilgiler sağlayabilir (49, 58).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu klinik çalışma, 28.06.2021 tarihinde Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul onayı (Karar No: 596) alındıktan sonra, Gazi Üniversitesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı ile Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı ameliyathanesinde gerçekleştirildi.

Tek merkezli ve prospektif olarak planlanan çalışma için hastalar intraoperatif ultrasonografik ölçüm yapılacağı konusunda bilgilendirildikten sonra yazılı ve sözlü onamları alındı ve hasta tercihi/uygunluk durumlarına göre odanın sorumlu öğretim üyesi tarafından hastalar değerlendirildi. Elektif şartlarda lomber cerrahi geçirecek, 18-80 yaş arasında, ASA I-III risk grubunda hastalar gönüllülük esasına göre çalışmaya dahil edildi. Acil cerrahiye alınan, çalışmaya katılmayı kabul etmeyen, 18 yaş altı ve 80 yaş üstü, geçirilmiş göz ve kraniyal operasyonu, glokom öyküsü, KİBAS bulguları, kraniyal anomalisi olan, intraoperatif aşırı kanama beklenen, optik sinir kılıfı çapı ölçümü yapılamayan hastalar çalışma dışında bırakıldı.

Hastaların kimlik ve demografik bilgileri (Boy, vücut ağırlığı, VKİ, cinsiyet, ASA skoru), geçirilmiş cerrahi öyküsü, bilinen hastalıkları, kullandığı ilaçlar ve Mallampati skoru sorgulandı ve kaydedildi. Ameliyathane odasına alınan hastalara standart ASA monitörizasyonu (iki derivasyonlu elektrokardiyogram, periferik oksijen satürasyonu ve noninvaziv kan basıncı takibi) yapıp, periferik intravenöz damar yolu açıldı. Tüm hastalar ayrıca anestezi derinliği için bispektral indeks (BİS) ile, kas gevşetici düzeyi için train of four (TOF) ile monitörize edildi. Preoperatif değerleri (Kalp atım hızı [KAH], ortalama arter basıncı [OAB], oksijen satürasyonu [SpO₂], BİS, TOF) olgu rapor formuna kaydedildi.

Anestezi indüksiyonu intravenöz 1 mg/kg lidokain (Aritmal, Osel, Türkiye), BİS <60 olacak şekilde 2-3 mg/kg Propofol (Propofol-PF, Polifarma, Türkiye) ve 0,6 mg/kg rokuronyum (Muscuron flakon, Koçak Farma, Türkiye) ile sağlanıp, hastalar 0,2 mcg/kg/dk remifentanil (Rentanil flakon, VEM İlaç, Türkiye) infüzyonu altında uygun boyutta endotrakeal entübasyon tüpü ile entübe edildi. İntraoperatif dönemde BİS 40-60 olacak şekilde sevofluran ile anestezi idamesi, remifentanil infüzyonu ile analjezi sağlanırken, nöromusküler bloker gereksinimi 0,1- 0,15 mg/kg rokuronyum bromid ile karşılandı. Postoperatif analjezi için 0,1 mg/kg morfin (Morfin hidroklorür, Osel İlaç, Türkiye) ve 1 gr parasetamol (Parol infüzyon solüsyon, Mefar İlaç, Türkiye) uygulandı.

Operasyon sırasında hemodinamik değişiklikler ve ventilasyon parametreleri kaydedildi. Sistolik arteriyel basınçta (SAB) %30 veya üzerinde düşme ya da OAB'da 60 mmHg altına düşme olmayacak şekilde remifentanil infüzyon dozunda ayarlama yapıldı ve gereğinde intravenöz efedrin ile müdahale edildi. Kardiyak atım hızının 50 atım/dk'nin altında olduğu durumlarda 0,5 mg atropin intravenöz bolus uygulanarak müdahale edildi.

Hastaların genel anestezi indüksiyonu yukarıda tarif edildiği gibi yapıldıktan sonra entübasyon öncesinde USG (LOGIQ E, GE Healthcare, ABD) aracılığıyla her iki gözden kontrol optik sinir çapı (OSÇ) ve optik sinir kılıfı çapı (OSKÇ) ölçümü yapıldı. Entübasyonu takiben mekanik ventilatöre bağlanan hastalarda supin pozisyonadaki ikinci OSKÇ ölçümleri alındı. Hasta dikkatlice supin pozisyonundan pron pozisyona çevrildi. Pron pozisyonunda brakial pleksusun aşırı gerilmesini önlemek için omuz abduksiyonu 90 derece ile sınırlandırıldı. Dirsekte ulnar sinir üzerindeki basıyı en aza indirmek için ön kol nötral pozisyona getirilerek göğüs, pelvis ve dizlerin altına yumuşak dolgu uygulandı. Gözlere, buruna ve ağıza herhangi bir doğrudan basıdan kaçınmak için hastanın yüzü yumuşak kafa yastığı üzerinde nötr pozisyonunda tutuldu. Pron pozisyonunda sağ OSKÇ'yi ölçmek için bir kişi yardımıyla hasta başı 30 derece sağa doğru, daha sonra sol OSKÇ'yi ölçmek için 30 derece sola çevrildi. Cerrahi sonlandığında pron pozisyonunda ve daha sonra supin pozisyonunda hasta uyandırılmadan önce son ölçümleri alındı.

Hastaların ultrasonografik OSÇ ve OSKÇ sırasıyla; entübe edilmeden önce her iki gözden kontrol ölçümü (T0), entübasyonu takiben supin pozisyonunda ikinci ölçümleri olacak şekilde alındı (T1). Cerrahi sonlandığında pron pozisyonunda (T2) ve takiben hastalar pron pozisyonundan supin pozisyona döndürüldükten sonra hasta uyandırılmadan önce (T3) son ölçümleri alındı (**Şekil 11**).



A) *Supin pozisyonunda, indüksiyon sonrası, entübasyon öncesinde transvers ve sagittal düzlemde kontrol ölçüm (T0)*



B) *Supin pozisyonunda, entübasyonu takiben transvers ve sagittal düzlemde ikinci ölçümler (T1)*



C) *Cerrahi sonlandığında pron pozisyonunda transvers ve sagittal düzlemde üçüncü ölçümler (T2)*

Şekil 11. Hastalarda ölçüm zamanlarındaki optik ultrasonografi görüntüleri.

Optik ultrasonografi (LOGIQ e, GE Healthcare, USA), streç filmle kapatılmış üst göz kapağına dikkatlice yerleştirilmiş lineer 7.5 mHz ultrason probu ile göze baskı uygulamadan, iki boyutlu B modda lens görüntülenecek şekilde uygulandı. Hastalar supin pozisyonda iken, göz kapağı kapalıyken göz üzerine bir streç film örtüldü. Streç film üzerine USG jeli eklenerek daha iyi bir görüntü elde edebilmeye çalışıldı. Kapalı üst göz kapağı üzerine yerleştirilen lineer prob ile sinirin göz küresine girdiği yerde, optik sinir göz küresinden posteriora doğru uzaklaşan hipoekoik bir görünüm şeklinde izlendi. Göz küresinin posteriorunda, optik diskin 3 mm aşağısındaki hiza optik sinir çapı (OSÇ) ve optik sinir kılıfı çapı (OSKÇ) ölçümü yapılmak üzere işaretlendi. Optik siniri çevreleyen hipoekoik görünümdeki subaraknoid alanın kenarında yer alan hiperekoik görünümdeki dural kılıflar arasında kalan alandan ölçüm yapıldı (Şekil 13). Biri transvers düzlemde, diğeri sagittal düzlemde olmak üzere her optik sinir için iki ölçüm alınarak ortalamaları değerlendirildi. Pron pozisyonundaki ölçümler bir kişi yardımıyla hasta başı 30° sağa ve sola çevrilerek alındı.



A) Optik sinir göz küresinden posteriora doğru uzaklaşan hipoekoik bir görünüm şeklinde izlenmekte



B) Optik sinir çapı ve optik sinir kılıfı çapı ölçümü yapılacak göz küresinin posteriorunda 3 mm aşağısı işaretlenmiş olarak görülmekte



C) Optik siniri çevreleyen hipoekoik görünümdeki subaraknoid alanın kenarında yer alan hiperekoik görünümdeki dural kılıflar arasında kalan mesafe optik sinir kılıfı çapı olarak ölçülmektedir.

Şekil 12. Kliniğimizde uygulanan optik ultrasonografi görüntüleri

Hastaların demografik ve hemodinamik verilerinin yanı sıra, anestezi ve cerrahi süreleri, pron pozisyon süreleri de kaydedildi. Operasyon süresinde ölçüm zamanlarındaki (T1,2,3) OSKÇ değerleriyle kontrol (T0) OSKÇ değerleri arasındaki değişim yüzdeleri hesaplandı. Her iki gözde pron pozisyonda ölçülen OSC ve OSKÇ ile yaş, obezite, komorbid hastalık varlığı, hemodinamik değişkenler, anestezi süresi ve operasyonda verilen sıvı miktarı arasında istatistiksel korelasyon araştırıldı.

Olgu rapor formunu dolduran ve ultrasonografik ölçümleri yapan sorumlu yardımcı araştırmacı ile, verilerin saklanması ve değerlendirilmesinden sorumlu yardımcı araştırmacı farklı kişiler olup körlük yöntemi olarak planlanmıştır.

3.1. ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜ HESAPLANMASI

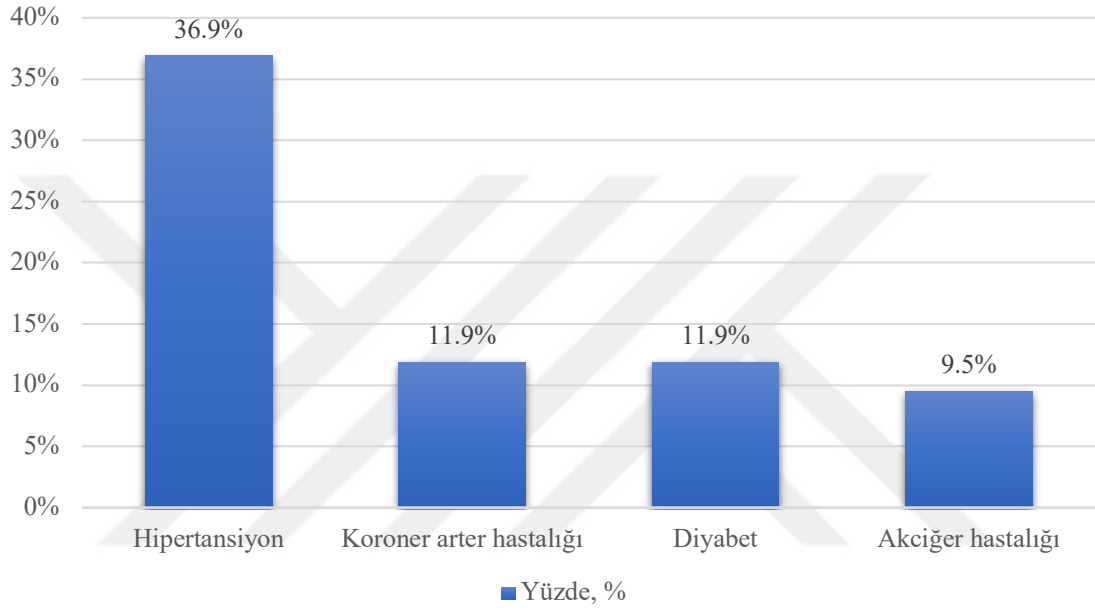
Örneklem büyüklüğünü belirlemek için, G*Power 3.0.10 programı kullanılarak yapılan güç analizi sonucunda; %80 güç, %5 hata payı ve $d=0,345$ etki büyüklüğü ile toplamda 68 örnek sayısı yeterli bulunmuştur. Olası kayıplar göz önüne alındığında optik sinir kılıf çapı ölçümünün en az 75 hastada değerlendirilmesine karar verilmiştir.

3.2. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel analizler IBM® SPSS versiyon 25.0 yazılımı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı analizler kategorik değişkenlerde sıklık ve yüzde, sürekli değişkenlerde ise ortalama±standart sapma (SS) ile sunuldu. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) incelendi. Sürekli değişkenlerde iki bağımsız grup karşılaştırmalarında Student t-testi kullanıldı. Normal dağılan değişkenler arasındaki kolerasyon katsayıları ve istatistiksel anlamlılıklar Pearson testi ile hesaplandı. Zamanla nabız, ortalama arter basıncı, SpO₂, OSÇ ve OSKÇ değişimi tekrarlı ölçümler varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) kullanılarak incelendi. OSÇ ve OSKÇ ile demorafik ve klinik faktörler arasında ilişkiler incelendiğinde her sinir çapı parametresi için transvers ve sagital ölçümlerin aritmetik ortalaması alındı. OSKÇ transvers ve sagital ölçümlerin aritmetik ortalaması alındıktan sonra operasyon süresinde çapın delta değişim yüzdeleri hesaplandı. Yüzde değer ortalamaları arasındaki fark ANOVA test istatistik sonuçları baz alınarak yorumlandı. İstatistiksel anlamlılık için tip-1 hata düzeyi %5 olarak belirlendi.

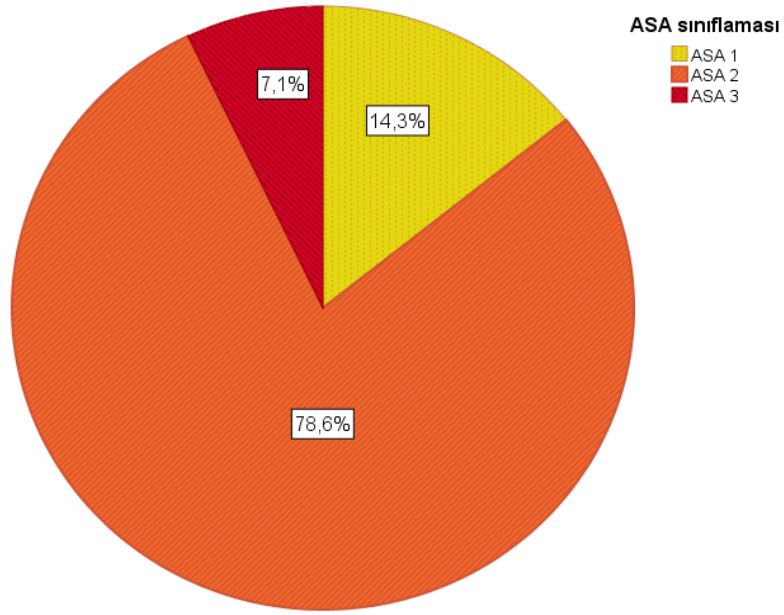
4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen toplam 84 hastanın [49 (%58.3) kadın ve 35 (%41.7) erkek] yaş ortalaması 52.4 ± 14.3 idi. Hastaların boy ortalaması 168.6 ± 8.6 cm, vücut ağırlığı ortalaması 79.4 ± 12.7 kg olup, ortalama vücut kütle indeksi 27.9 ± 4.1 kg/m² idi. Toplam 39 (%46.4) hasta komorbid hastalığa sahipti. Bunlardan 31 (%36.9) hastada hipertansiyon, 10 (%11.9) hastada koroner arter hastalığı, 10 (%11.9) hastada diyabet, 8 (%9.5) hastada akciğer hastalığı vardı (Şekil 13).

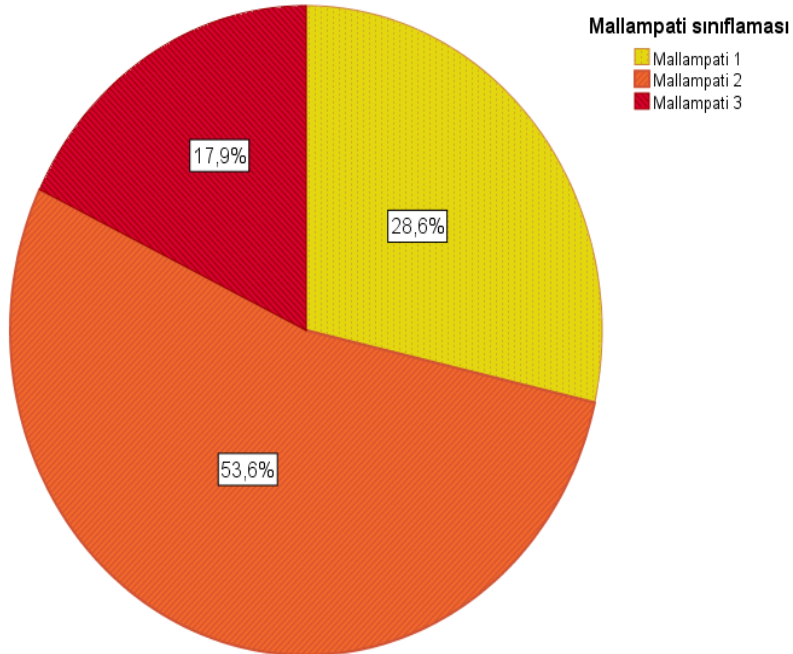


Şekil 13. Çalışmaya Dahil Edilen Hastaların Komorbid Hastalıkları.

Cerrahi öncesi Amerikan Anestezi Cemiyeti (ASA) sınıflamasına göre ele alındığında 12 (%14.3) hasta sınıf 1, 66 (%78.6) hasta sınıf 2, 6 (%7.1) hasta ise sınıf 3 olarak değerlendirildi (Şekil 2). Mallampati sınıflamasına göre ise 24 (%28.6) hasta sınıf 1, 45 (%53.6) hasta sınıf 2, 15 (%17.9) hasta ise sınıf 3 kategorisinde idi (Şekil 14 ve Şekil 15, Tablo 1).



Şekil 14. Cerrahi Öncesi Hastaların Amerikan Anestezi Cemiyeti (ASA) Sınıflamasına Göre Değerlendirilmesi.



Şekil 15. Cerrahi Öncesi Hastaların Mallampati Sınıflamasına Göre Değerlendirilmesi.

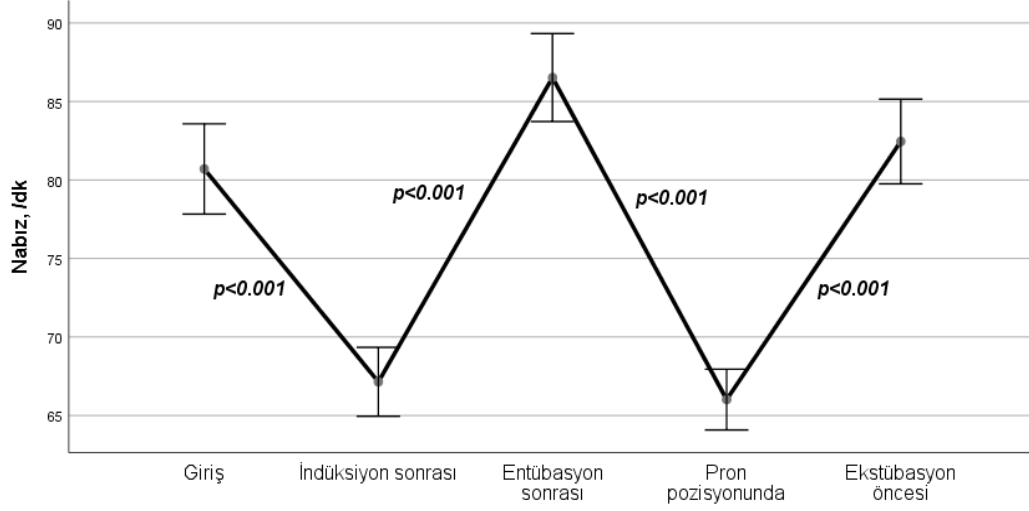
Tablo 1. Hastaların Bazal Demografik ve Klinik Özellikleri.

Özellikler	(%), n=84
Cinsiyet	
Kadın	49 (58.3)
Erkek	35 (41.7)
Yaş, ortalama±SS, yıl	52.4±14.3
Boy, ortalama±SS, cm	168.6±8.6
Vücut ağırlığı, ortalama±SS, kg	79.4±12.7
Vücut kütle indeksi, kg/m ²	27.9±4.1
Komorbid hastalık varlığı	39 (46.4)
Hipertansiyon	31 (36.9)
Koroner arter hastalığı	10 (11.9)
Diyabet	10 (11.9)
Akciğer hastalığı	8 (9.5)
ASA sınıflaması	
Sınıf 1	12 (14.3)
Sınıf 2	66 (78.6)
Sınıf 3	6 (7.1)
Mallampati sınıflaması	
Sınıf 1	24 (28.6)
Sınıf 2	45 (53.6)
Sınıf 3	15 (17.9)

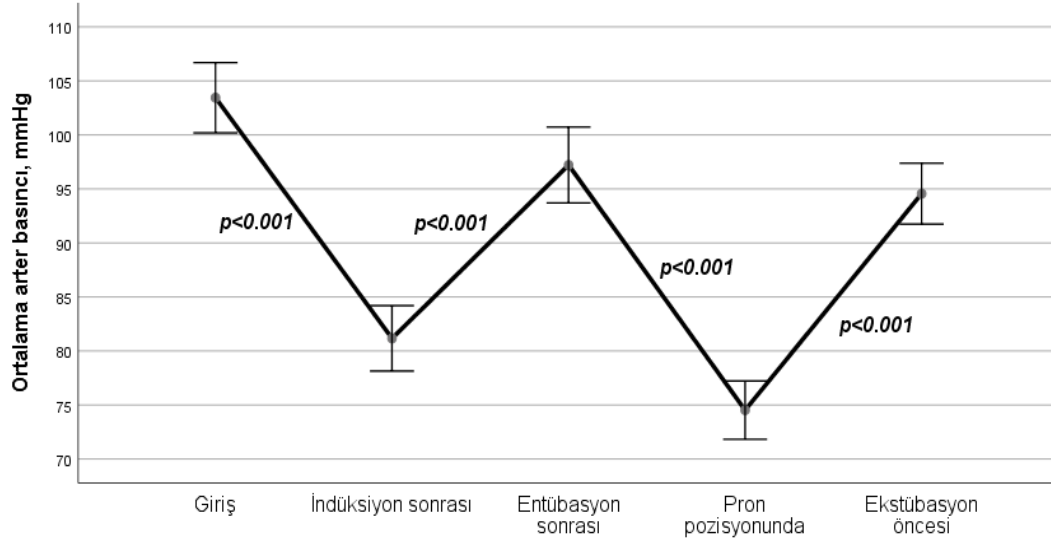
ASA: Amerikan Anestezi Cemiyeti, SS: standart sapma.

Hastaların girişte ortalama kalp atım hızı dakikada 80.7±13.25, indüksiyon sonrası 67.1±10.1, entübasyon sonrasında 86.5±12.9, pron pozisyonunda 66±8.9, ekstübasyon öncesinde ise 82.4±12.4 idi (p<0.001). Her ölçümde elde edilen nabız ortalaması bir önceki ölçüme göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı saptandı (Şekil 4). Girişte ortalama arter basıncı 103.4±14.9 mmHg, indüksiyon sonrası 81.2±13.9 mmHg, entübasyon sonrası 97.2±16.2 mmHg, pron pozisyonunda 74.5±12.4 mmHg, ekstübasyon sonrası ise 94.5±12.9 mmHg olarak ölçüldü (p<0.001). Benzer şekilde, her ölçümde elde edilen ortalama arter basıncı değeri bir öncekine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı saptandı (Şekil 5). Hastaların operasyona girişte ortalama oksijen satürasyonları %97.4±1.6, indüksiyon sonrası %98.4±0.9, entübasyon sonrası %98.5±0.8, pron

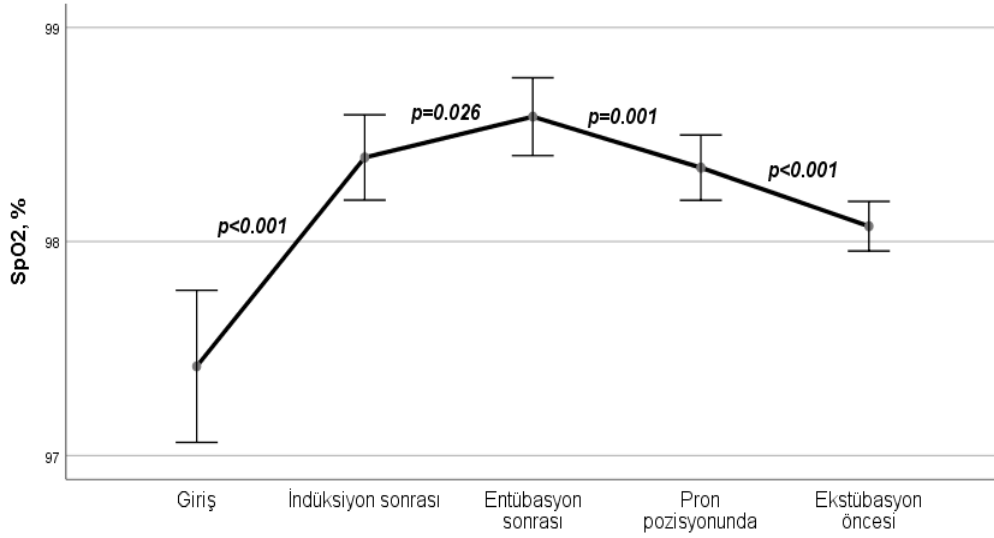
pozisyonunda 98.3 ± 0.7 , ekstübasyon sonrası ise 98 ± 0.5 idi ($p < 0.001$). Operasyon süresinde en yüksek oksijen satürasyonu değerlerine entübasyon sonrasında ulaşıldı. Satürasyon değişimi istatistiksel olarak anlamlı saptanmakla beraber hastalarda ameliyat süresince oksijen satürasyonu 97 'nin altına inmedi (Şekil 16-18, Tablo 2).



Şekil 16. İntraoperatif Hastaların Nabız Ölçümleri.



Şekil 17. İntraoperatif Hastaların Ortalama Arter Basıncı Ölçümleri.



Şekil 18. İntraoperatif Hastaların Oksijen Satürasyonu Ölçümleri.

Transvers ölçümlerde sağ OSÇ ortalaması indüksiyon sonrası 0.322 ± 0.024 mm, entübasyon sonrası 0.337 ± 0.026 mm, pron pozisyonunda 0.339 ± 0.026 mm, ekstübasyon öncesinde ise 0.338 ± 0.027 mm saptandı ($p < 0.001$). Sagital ölçümlerde sağ OSÇ ortalaması indüksiyon sonrası 0.326 ± 0.018 mm, entübasyon sonrası 0.337 ± 0.022 mm, pron pozisyonunda 0.342 ± 0.028 mm, ekstübasyon öncesi ise 0.341 ± 0.026 mm idi ($p < 0.001$). Her iki ölçümde entübasyon sonrası, pron pozisyonunda ve ekstübasyon öncesi ortalama OSÇ değerleri benzer olup, indüksiyon sonrası ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksekti ($p < 0.001$, **Tablo 2**, **Şekil 19** ve **20**).

Tablo 2. Hastaların Operasyon Öncesi ve Operasyon Süresince Vital Bulguları

Bulgular	Giriş	İndüksiyon sonrası	Entübasyon sonrası	Pron pozisyonunda	Ekstübasyon öncesi	p değeri
Nabız, ortalama±SS, /dk	80.7±13.25 ^a	67.1±10.1 ^b	86.5±12.9 ^c	66±8.9 ^b	82.4±12.4 ^a	<0.001
OAB, ortalama±SS, mmHg	103.4±14.9 ^a	81.2±13.9 ^b	97.2±16.2 ^c	74.5±12.4 ^d	94.5±12.9 ^c	<0.001
SpO ₂ , ortalama±SS, %	97.4±1.6 ^a	98.4±0.9 ^b	98.5±0.8 ^c	98.3±0.7 ^b	98±0.5 ^d	<0.001

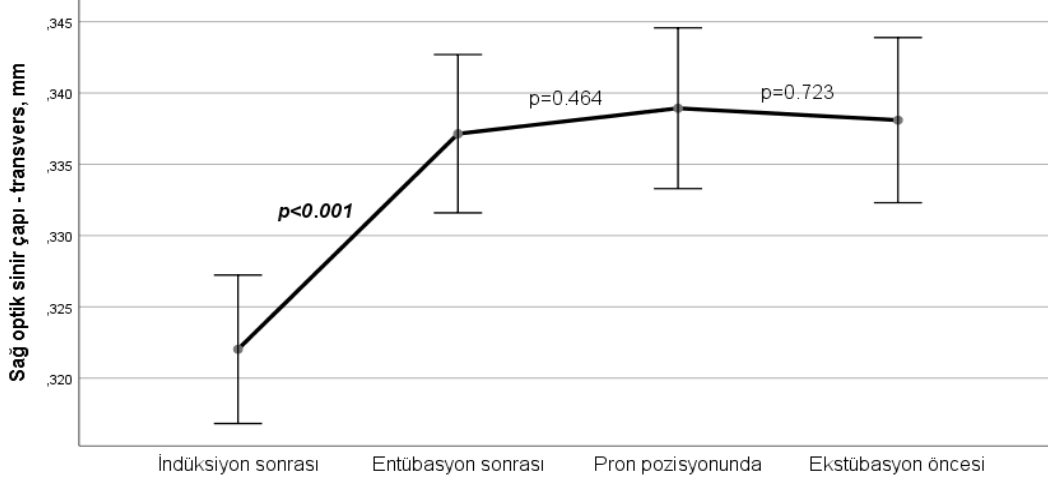
*p değeri Tekrarlayan Ölçümler ANOVA testi sonuçlarına dayanmaktadır.

a ile b, c ve d arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

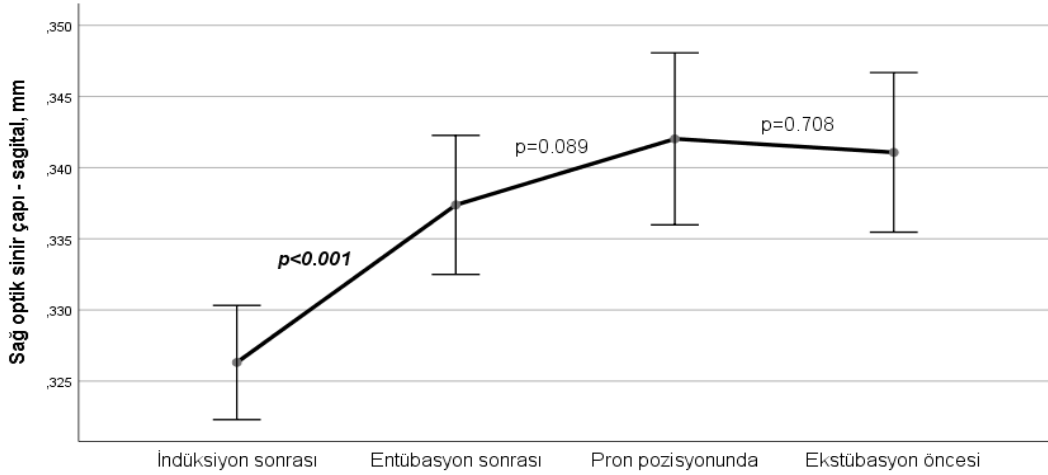
b ile c ve d arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

c ile d arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

OAB: ortalama arter basıncı, SS: standart sapma



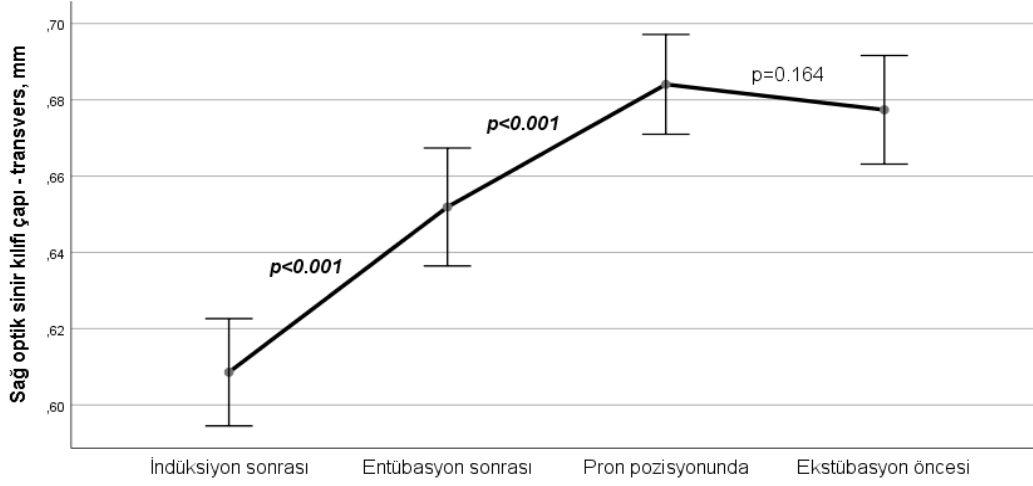
Şekil 19. İntraoperatif Sağ Optik Sinir Çapı Transvers Ölçümleri.



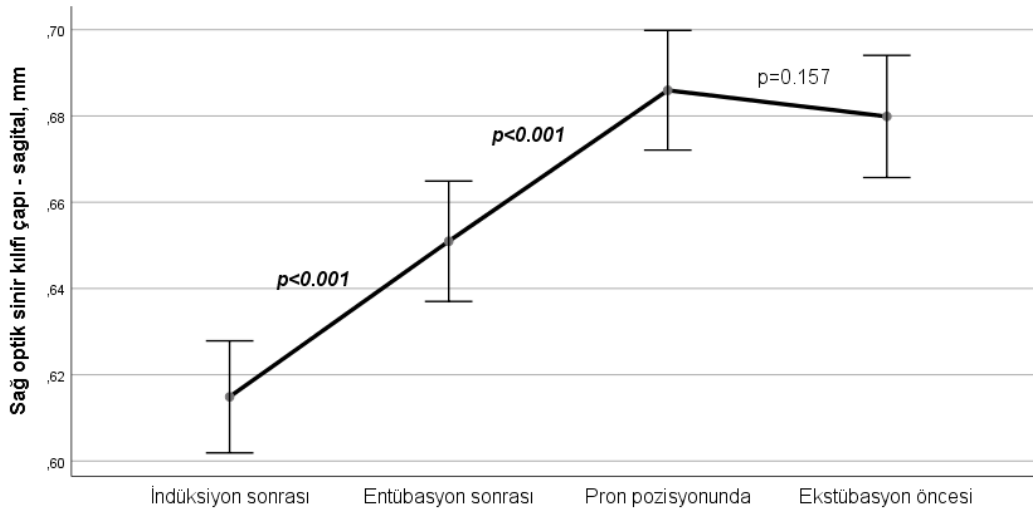
Şekil 20. İntraoperatif Sağ Optik Sinir Çapı Sagittal Ölçümleri.

Transvers ölçümlerde sağ OSKÇ ortalaması indüksiyon sonrası 0.608 ± 0.065 mm, entübasyon sonrası 0.652 ± 0.071 mm, pron pozisyonunda 0.684 ± 0.06 mm, ekstübasyon öncesi ise 0.677 ± 0.066 mm izlendi ($p<0.001$). Sağ OSKÇ ortalaması sagittal ölçümlerde indüksiyon sonrası 0.615 ± 0.06 mm, entübasyon sonrası 0.651 ± 0.064 mm, pron pozisyonunda 0.686 ± 0.064 mm, ekstübasyon öncesi ise 0.679 ± 0.065 mm idi ($p<0.001$).

Her iki ölçümde benzer şekilde pron pozisyonunda OSKÇ ortalaması indüksiyon ve entübasyon sonrası ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek saptandı ($p<0.001$). Bununla birlikte, pron pozisyonu ölçümleri ile ekstübasyon öncesi ölçümler hem transvers ($p=0.164$), hem de sagittal ($p=0.157$) değerlendirmede benzerdi (Şekil 21 ve 22).

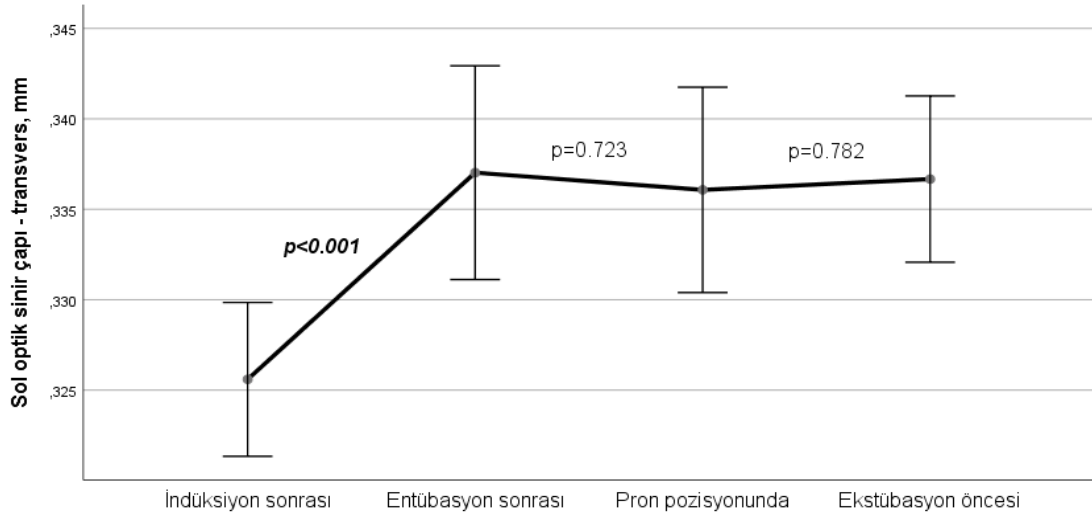


Şekil 21. İntraoperatif Sağ Optik Sinir Kılıfı Çapı Transvers Ölçümleri.

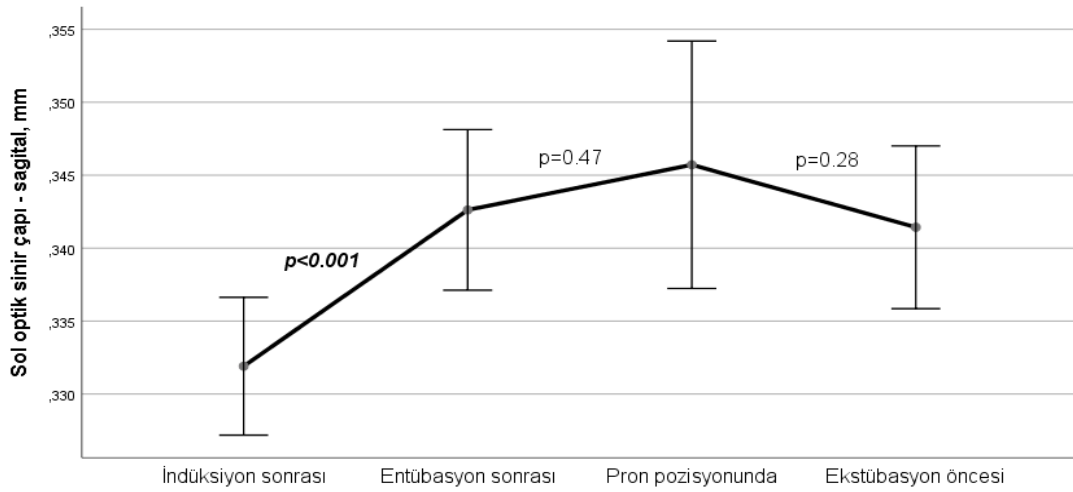


Şekil 22. İntraoperatif Sağ Optik Sinir Kılıfı Çapı Sagittal Ölçümleri.

Transvers ölçümlerde sol OSÇ ortalaması indüksiyon sonrası 0.325 ± 0.02 mm, entübasyon sonrası 0.337 ± 0.027 mm, pron pozisyonunda 0.336 ± 0.026 mm, ekstübasyon öncesinde ise 0.337 ± 0.021 mm saptandı ($p < 0.001$). Sagittal ölçümlerde sol OSÇ ortalaması indüksiyon sonrası 0.332 ± 0.02 mm, entübasyon sonrası 0.345 ± 0.04 mm, pron pozisyonunda 0.346 ± 0.04 mm, ekstübasyon öncesi ise 0.341 ± 0.026 mm idi ($p < 0.001$). Her iki ölçümde benzer şekilde entübasyon sonrası, pron pozisyonunda ve ekstübasyon öncesi ortalama OSÇ değerleri benzer olup, indüksiyon sonrası ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksekti ($p < 0.001$, Şekil 23 ve 24).

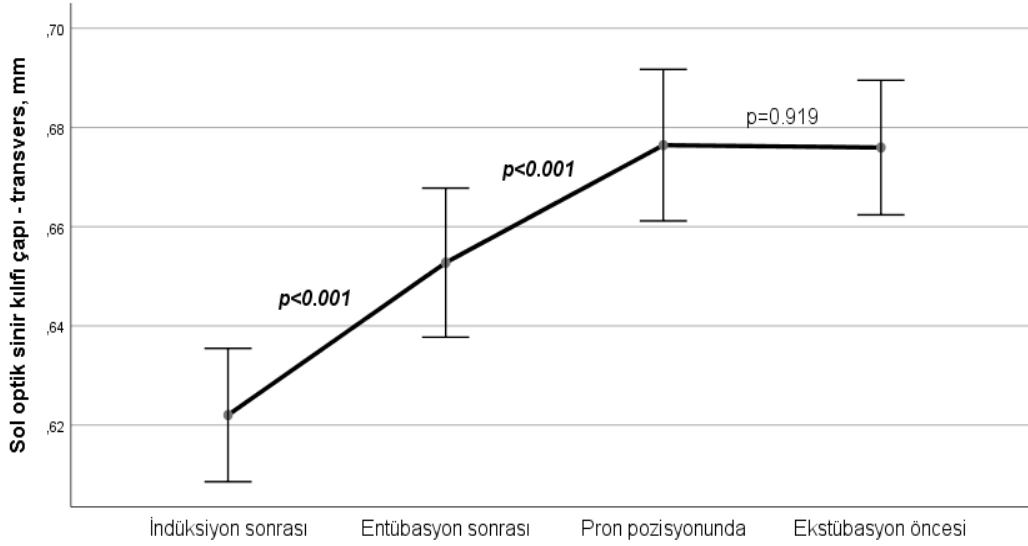


Şekil 23. İntraoperatif Sol Optik Sinir Çapı Transvers Ölçümleri.

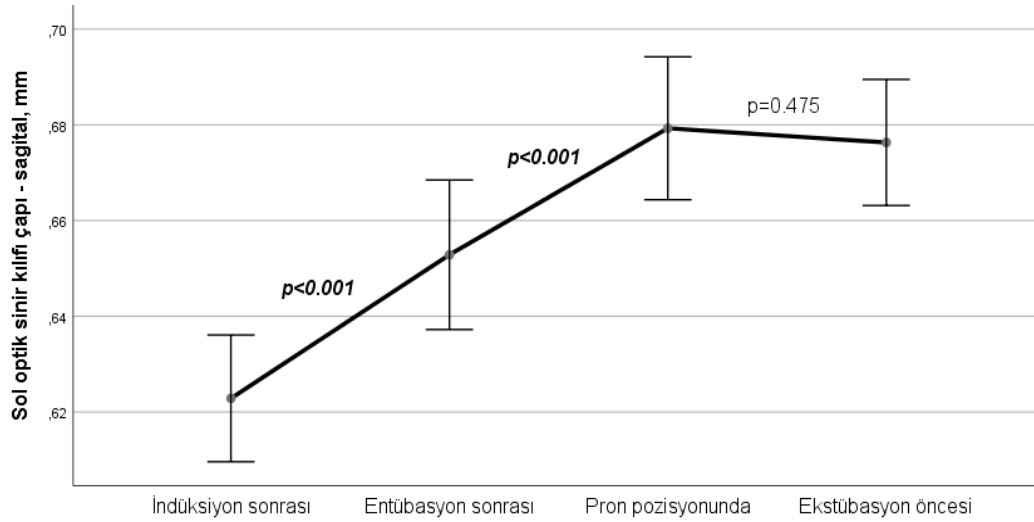


Şekil 24. İntraoperatif Sol Optik Sinir Çapı Sagittal Ölçümleri.

Transvers ölçümlerde sol OSKÇ ortalaması indüksiyon sonrası 0.622 ± 0.06 mm, entübasyon sonrası 0.653 ± 0.07 mm, pron pozisyonunda 0.676 ± 0.07 mm, ekstübasyon öncesi ise 0.676 ± 0.06 mm izlendi ($p < 0.001$). Sol OSKÇ ortalaması sagittal ölçümlerde indüksiyon sonrası 0.623 ± 0.06 mm, entübasyon sonrası 0.653 ± 0.072 mm, pron pozisyonunda 0.679 ± 0.068 mm, ekstübasyon öncesi ise 0.676 ± 0.06 mm idi ($p < 0.001$). Her iki ölçümde benzer şekilde pron pozisyonunda OSKÇ ortalaması indüksiyon ve entübasyon sonrası ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek saptandı ($p < 0.001$). Bununla birlikte, pron pozisyonu ölçümleri ile ekstübasyon öncesi ölçümler hem transvers ($p = 0.919$), hem de sagittal ($p = 0.475$) değerlendirmede benzerdi (Şekil 25 ve 26, Tablo 3 ve Tablo 4).



Şekil 25. İntraoperatif Sol Optik Sinir Kılıfı Çapı Transvers Ölçümleri.



Şekil 26. İntraoperatif Sol Optik Sinir Kılıfı Çapı Sagital Ölçümleri.

Tablo 3. İntraoperatif Her İki Göz OSÇ ve OSKÇ Ölçümleri.

Parametreler, ortalama±SS, mm	İndüksiyon sonrası	Entübasyon sonrası	Pron pozisyonunda	Ekstübasyon öncesi	p değeri *
Sağ optik sinir çapı - transvers	0.322±0.024 ^a	0.337±0.026 ^b	0.339±0.026 ^b	0.338±0.027 ^b	<0.001
Sağ optik sinir çapı - sagittal	0.326±0.018 ^a	0.337±0.022 ^b	0.342±0.028 ^b	0.341±0.026 ^b	<0.001
Sağ optik sinir kılıfı çapı – transvers	0.608±0.065 ^a	0.652±0.071 ^b	0.684±0.06 ^c	0.677±0.066 ^c	<0.001
Sağ optik sinir kılıfı çapı - sagittal	0.615±0.06 ^a	0.651±0.064 ^b	0.686±0.064 ^c	0.679±0.065 ^c	<0.001
Sol optik sinir çapı - transvers	0.325±0.02 ^a	0.337±0.027 ^b	0.336±0.026 ^b	0.337±0.021 ^b	<0.001
Sol optik sinir çapı - sagittal	0.332±0.02 ^a	0.345±0.04 ^b	0.346±0.04 ^b	0.341±0.026 ^b	0.002
Sol optik sinir kılıfı çapı - transvers	0.622±0.06 ^a	0.653±0.07 ^b	0.676±0.07 ^c	0.676±0.06 ^c	<0.001
Sol optik sinir kılıfı çapı - sagittal	0.623±0.06 ^a	0.653±0.072 ^b	0.679±0.068 ^c	0.676±0.06 ^c	<0.001

*p değeri Tekrarlayan Ölçümler ANOVA testi sonuçlarına dayanmaktadır.

a ve b arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.001).

b ve c arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.001$).

a ve c arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.001$).

SS: standart sapma

Tablo 4. Her İki Göz OSKÇ Ölçümlerinde İndüksiyon Sonrası Ölçüme Göre Delta Değişimleri.

Parametreler*, ortalama $\pm$ SS, mm	Delta değişim (%)			p değeri [‡]
	T ₀ -T ₁	T ₀ -T ₂	T ₀ -T ₃	
Sağ optik sinir kılıfı çapı	6.7 ^a	12.6 ^b	11.5 ^b	<0.001
Sol optik sinir kılıfı çapı	5 ^a	9.2 ^b	9 ^b	<0.001

*Her sinir çapı parametresi için transvers ve sagittal ölçümlerin aritmetik ortalaması alınmıştır.

[‡] p değeri Tekrarlayan Ölçümler ANOVA testi sonuçlarına dayanmaktadır.

a ve b arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

SS: standart sapma

Pron pozisyonunda OSÇ ve OSKÇ ile ilişkili olabilecek demografik ve klinik faktörler araştırıldı. Her iki parametre için transvers ve sagittal ölçümlerin aritmetik ortalaması alınarak analizler gerçekleştirildi. Yaşın pron pozisyonunda kafa içi basınca etkisini incelemek amaçlı hastalar 65 yaş altı ($n=63$) ve 65 yaş ve üstü ($n=21$) olarak iki gruba ayrıldı. Yapılan analizlerde sağ OSÇ ($p=0.923$), sağ OSKÇ ($p=0.886$), sol OSÇ ($p=0.666$) ve sol OSKÇ ($p=0.418$) ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olmadığı gösterildi (**Tablo 5**).

Tablo 5. Her İki Gözde OSÇ ve OSKÇ ile Yaş İlişkisi.

Parametreler*, ortalama $\pm$ SS, mm	<65 yaş, $n=63$	≥ 65 yaş, $n=21$	p değeri
Sağ optik sinir çapı	0.34 $\pm$ 0.026	0.34 $\pm$ 0.023	0.923
Sağ optik sinir kılıfı çapı	0.684 $\pm$ 0.06	0.687 $\pm$ 0.07	0.886
Sol optik sinir çapı	0.342 $\pm$ 0.03	0.338 $\pm$ 0.02	0.666
Sol optik sinir kılıfı çapı	0.681 $\pm$ 0.06	0.667 $\pm$ 0.07	0.418

*Her sinir çapı parametresi için transvers ve sagittal ölçümlerin aritmetik ortalaması alınmıştır.

Pron pozisyonundaki ölçümlerle obezite arasında ilişkinin incelenmesi için hastalar $VKİ < 30 \text{ kg/m}^2$ ($n=59$) ve $VKİ \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ($n=25$) olarak iki gruba ayrıldı. Yapılan analizlerde sağ OSC ($p=0.112$), sağ OSKÇ ($p=0.816$), sol OSC ($p=0.786$) ve sol OSKÇ ($p=0.699$) ile obezite arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olmadığı ortaya konuldu (**Tablo 6**).

Tablo 6. Her İki Gözde OSC ve OSKÇ ile Obezite İlişkisi.

Parametreler*, ortalama $\pm$ SS, mm	Vücut kütle indeksi		p değeri
	$<30 \text{ kg/m}^2$, $n=59$	$\geq 30 \text{ kg/m}^2$, $n=25$	
Sağ optik sinir çapı	0.343 $\pm$ 0.03	0.333 $\pm$ 0.017	0.112
Sağ optik sinir kılıfı çapı	0.686 $\pm$ 0.06	0.682 $\pm$ 0.05	0.816
Sol optik sinir çapı	0.341 $\pm$ 0.03	0.339 $\pm$ 0.03	0.786
Sol optik sinir kılıfı çapı	0.676 $\pm$ 0.07	0.682 $\pm$ 0.05	0.699

*Her sinir çapı parametresi için transvers ve sagittal ölçümlerin aritmetik ortalaması alınmıştır.

Çalışmaya dahil edilen 39 hasta komorbid hastalığa sahipti. Komorbid hastalık varlığı ile pron pozisyonunda ölçülen sağ OSC ($p=0.166$), sağ OSKÇ ($p=0.268$), sol OSC ($p=0.177$) ve sol OSKÇ ($p=0.069$) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktu (**Tablo 7**).

Tablo 7. Her İki Gözde OSC ve OSKÇ ile Komorbidite İlişkisi.

Parametreler*, ortalama $\pm$ SS, mm	Komorbid hastalık		p değeri
	Yok, $n=45$	Var, $n=39$	
Sağ optik sinir çapı	0.344 $\pm$ 0.03	0.336 $\pm$ 0.023	0.166
Sağ optik sinir kılıfı çapı	0.691 $\pm$ 0.06	0.677 $\pm$ 0.06	0.268
Sol optik sinir çapı	0.344 $\pm$ 0.03	0.336 $\pm$ 0.026	0.177
Sol optik sinir kılıfı çapı	0.69 $\pm$ 0.065	0.664 $\pm$ 0.066	0.069

*Her sinir çapı parametresi için transvers ve sagittal ölçümlerin aritmetik ortalaması alınmıştır.

Pron pozisyonunda ultrasonografik ölçümlerle eşzamanlı vital bulgular arasında ilişki kolerasyon analizi ile incelendi. Yapılan analizlerde nabız veya ortalama arter basıncı ile OSC ve OSKÇ arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olmadığı görüldü (**Tablo 8**).

Tablo 8. Her İki Gözde OSC ve OSKÇ ile Vital Bulgular Arasında İlişki.

Parametreler*, ortalama±SS, mm	Nabız		Ortalama arter basıncı	
	R	p değeri	R	p değeri
Sağ optik sinir çapı	-0.073	0.509	-0.191	0.082
Sağ optik sinir kılıfı çapı	-0.047	0.672	-0.005	0.96
Sol optik sinir çapı	-0.185	0.091	-0.137	0.213
Sol optik sinir kılıfı çapı	0.03	0.787	-0.063	0.569

*Her sinir çapı parametresi için transvers ve sagittal ölçümlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. R=kolerasyon katsayısı.

Benzer şekilde anestezi süresi ve operasyonda verilen sıvı miktarı ile pron pozisyonunda ölçülen OSC ve OSKÇ arasında bağlantı araştırıldı. Yapılan analizlerde anestezi süresi ile her iki gözde OSC ve OSKÇ ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı kolerasyon olmadığı gösterildi. Operasyonda verilen sıvı miktarı ile sağ OSC arasında anlamlı negatif yönlü kolerasyon olduğu saptandı ($r=-0.266$, $p=0.015$). Sağ OSKÇ ($p=0.439$), sol OSC (0.361) ve sol OSKÇ ($p=0.521$) ile verilen sıvı miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olmadığı ortaya konuldu (Tablo 9).

Tablo 9. Her İki Gözde OSC ve OSKÇ ile Anestezi Süresi ve Operasyonda Verilen Sıvı Miktarı Arasında İlişki.

Parametreler*, ortalama±SS, mm	Anestezi süresi		Verilen sıvı miktarı	
	R	p değeri	R	p değeri
Sağ optik sinir çapı	-0.202	0.065	-0.266	0.015
Sağ optik sinir kılıfı çapı	-0.082	0.457	-0.086	0.439
Sol optik sinir çapı	-0.127	0.25	-0.101	0.361
Sol optik sinir kılıfı çapı	-0.096	0.383	-0.071	0.521

*Her sinir çapı parametresi için transvers ve sagittal ölçümlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. R=kolerasyon katsayısı.

5. TARTIŞMA

Prospektif randomize kontrollü çalışmamızda, lomber cerrahilerde pron pozisyonun kafa içi basıncına etkisini ultrasonografik OSKÇ ölçümü ile değerlendirildi ve tüm hastalarda pron pozisyonu süresinin sonunda OSKÇ’de anlamlı artış olduğu ve bu artışın kontrol değerle karşılaştırıldığında diğer ölçüm zamanlarına göre istatistiksel olarak daha fazla olduğu gözlemlendi. İkincil olarak da pron pozisyonunda OKSÇ değişikliklerine etkili olabilecek demografik ve klinik faktörler araştırıldı ancak OSKÇ artışı ile yaş, obezite, komorbid hastalık varlığı, hemodinamik değişkenler, anestezi süresi ve operasyonda verilen sıvı miktarı arasında istatistiksel anlamlı korelasyon gösterilemedi.

Kraniyospinal boşluk neredeyse tamamen genişleyemez yapıda olduğu için beyin dokusu, beyin omurilik sıvısı ve kraniyum içerisindeki kan volümü toplamı sabit olacaktır. Bu temel prensipi en iyi Monro-Kellie doktrini, beyin genişleyemeyen bir kafatasıyla çevrili olduğu için, intrakraniyal bir bileşenin hacmi arttığında kanın ve beyin omurilik sıvısının telafi edici yer değiştirmesinin meydana geldiğini söyleyerek savunur (59). Kafa içi basıncın sabit kalması için bu komponentlerden herhangi birinde oluşacak olan artış diğer yapılardaki azalmayla dengelenmek zorundadır. Artmış KİB, beyin omurilik basıncının 15 mmHg üzerinde olması olarak tanımlanır ve beyin hasarının bir sonucu olarak sıklıkla karşımıza çıkar. Başlangıçta artan KİB artışına bağlı olarak beyin omurilik sıvısı, kraniyel kaviteden spinal kanala doğru yer değiştirir. Bu kompensatuar mekanizmanın yetersiz kalması durumunda beyindeki elastik yapılarda kompresyon gelişerek basıncın dengelenmesi sağlanmaya çalışılır. Kontrolsüz KİB artışı, tedaviye rağmen KİB’ın 20 mmHg veya daha fazla artması olarak tanımlanır (60). Kafa içi basınç kontrol edilemezse herniasyon sendromları gelişebilir.

Ventriküler kateterler ile ventrikül sıvı basıncı ölçümü, KİB’yi izlemenin en doğru, düşük maliyetli ve güvenilir yöntemi olduğundan KİB ölçmek için mevcut altın standarttır. Bu invaziv monitörizasyon tekniğinin artmış KİB’i olan hastalarda beyin omurilik sıvısı drenajına imkân vererek tedavi edici özelliği olmasına karşın sık kalibrasyon, kateterin yerinin değişebilmesi, uygulayacak deneyime sahip hekim bulunamaması, enfeksiyon ve kanama riski olması ve de en önemlisi invaziv olması nedeniyle aktif kullanılması ve uygulaması zordur (61, 62).

Yatak başında uygulanabilecek invaziv olmayan yöntemler arasında fundoskopi ve transkraniyal doppler sayılabilir. Fundoskopi muayenesi yatak başı uygulanabilir ancak geç

bulgu verebilmekte ve de yeteri kadar spesifik ya da senstitif değildir. Çünkü KİB artışı durumunda ilk bulgu optik sinirin genişlemesidir ve daha sonra fundus değişiklikleri ve optik disk ödemi veya papilödem günler sonra ortaya çıkar. Buradan hareketle transorbital ultrasonografi, KİB'i oftalmoskopiden daha önce tespit eder (63, 64). Bir diğer yöntem olan transkraniyal doppler için iyi yetişmiş eleman ve teknik ekipman gerekliliği kullanımını sınırlar. Yapılan çalışmalar, OSKÇ ölçümünü öğrenmenin transkraniyal doppler ölçümü öğrenmekten çok daha kolay olduğu belirtmektedir (65, 66). Yine noninvazif yöntemlerden otomatik kızılötesi pupillometri ve OSKÇ ölçümünün, özellikle yüksek KİB riski taşıyan hastalarda ve kardiyak arresti takiben erken nöroprognostik değerlendirme için akut beyin hasarının izlenmesinde faydalı oldukları gösterilmiştir (67).

Kafa içi basınç artışının noninvaziv monitörizasyonu olarak önerilen çeşitli beyin ultrasonografi teknikleri arasında (68) şimdi artan ilgi OSKÇ ölçümüne ayrılmıştır. İlk olarak 1964 yılında deneysel bir çalışmada, optik siniri saran subaraknoid boşluğun intrakraniyel boşlukla devamlılık halinde olduğunu göstermiş ve BOS basıncındaki değişimlerin OSKÇ boyunca iletildiğini ortaya atmıştır (69). Optik sinir kılıfı çapının ultrasonografik cihazlar kullanılarak ölçülmesi noninvaziv, maliyeti düşük ve hasta başı uygulanabilen oldukça hızlı bir yöntemdir. Optik sinir, merkezi sinir sisteminin bir parçasıdır ve kılıfı, intrakranial subaraknoid boşluk ile doğrudan devamlılık içindedir. Dolayısıyla kafa içi basınç, beyin omurilik sıvısı akışının engellenmemesi koşuluyla sinir ve kılıf boyunca iletilir. Optik sinir kılıfının retrobulbar kısmı posterior kısmına göre daha gerilebilir ve bu nedenle KİB arttığında hacmini artırma eğilimindedir. Bu, bilgisayarlı tomografi ve magnetik rezonans görüntüleme veya ultrason ile çap artışı olarak saptanabilir (70).

Sınır değerleri ve doğruluğu tanımlamak için ultrason tabanlı OSKÇ ölçümleri invaziv olarak ölçülen KİB ile karşılaştırılmıştır. Optik sinir kılıfı çapı ile değerlendirilen normal KİB ($KİB < 20 \text{ mmHg}$) için sınırlar 4,8 ila 6 mm arasındadır (71). Literatürde, birçok çalışma bu yöntem için yüksek doğruluk, altın standartla iyi korelasyon katsayısı ve iyi duyarlılık ve özgüllük tanımlamıştır (72, 73, 74). Literatürde OSKÇ ölçümlerinin, artan KİB'in klinik ve radyolojik belirtileri dahil olmak üzere KİB ile güçlü bir şekilde korele olduğu gösterilmiştir.

Kemberly ve ark., ultrasonografik non-invaziv olarak ölçülen OSKÇ ölçüm değerleriyle, invaziv ventrikulostomi ile KİB ölçüm değerlerini karşılaştırmıştır. Yazarlar,

bir ROC eğrisi kullanarak KİB >20 cm H₂O'yu saptamak için yaygın olarak kullanılan OSKÇ >5 mm eşiğini sistematik olarak doğrulamışlardır. Bu çalışma, KİB'in ventrikülostomi ölçümlerini OSKÇ ölçümleriyle doğrudan ilişkilendirmiş ve yüksek KİB için invaziv olmayan bir test olarak OSKÇ ölçümlerinin kullanılmasını destekleyen sonuçları ortaya koymuştur (75). Bizim çalışmamızda OSKÇ değerlerinde anlamlı fark olmasına rağmen bunu invaziv yöntemle doğrulamadık. Buna rağmen bir çok çalışmada ultrasonografik yöntemle izlenen artmış OSKÇ değerlerinin invaziv yöntemlerle de doğrulandığını görüyoruz (75, 76). Ayrıca, artan OSKÇ, diğer noninvaziv görüntüleme yöntemleriyle karşılaştırıldığında yüksek KİB'nin daha erken bir belirticidir.

Pron pozisyonuna bağlı görülen endotrakeal tüplerin kıvrılması, endotrakeal tüpün sekresyon nedeniyle tıkanma ihtimali, bası yaralanmaları, sinir sıkışmaları, damar yolları ve santral kateterlerin çıkması, abdominal bası sonucu karın içi basınç artışı pozisyon verilirken dikkat edilmesi gereken komplikasyonlardır (77).

Pron pozisyonu sırasında karın içi basınç artışı diyaframın yukarı doğru hareket etmesine neden olur. Vena kava inferiorun kompresyona uğramasıyla santral venöz basınç artar ve merkezi sinir sistemi büyük venlerinden, sağ atriuma venöz drenaja karşı direnç gelişerek KİB artışına neden olur (78).

Biz çalışmamızda hastalara pozisyon verirken karın içi basınç artışını minime indirmek için abdomen serbest kalacak şekilde modifiye pron pozisyonunu tercih ettik aynı zamanda destekleyici göğüs yastıkları ve kafanın fazla ekstansiyonunu engellemek, bası yaraları ve göze basıyı engellemek amacı ile jel kafa yastıkları kullandık.

Günümüzde pron pozisyonu, ventilasyon ve perfüzyonun düzenli dağılımı sonucu oksijenizasyonu iyileştirdiği için özellikle ARDS hastalarının tedavisinde sıklıkla kullanılan bir teknik haline gelmiştir. Ne yazık ki, bu yaklaşım artmış KİB olan hastaları kapsamamaktadır. Hatta, akut beyin hasarı olan hastalarda terapötik pron pozisyonlama genellikle yapılmaz ve artmış KİB pron pozisyon için bir kontrendikasyon olarak kabul eden çalışmalar vardır (31). Roth ve ark., nöroyoğun bakım hastalarında pron pozisyonunda tedavi gören hastaların hastaların supin ve pron pozisyonlardaki KİB değerlerini, serebral perfüzyon basınçlarını ve oksijenasyonlarını değerlendiren bir çalışma yapmışlar. İnvaziv olarak KİB monitörizasyonu yapılan bu hastalarda pron pozisyonun supin pozisyona göre kafa içi ve göz içi basıncı arttırdığını saptamışlardır. Bu nedenle, pron pozisyon verilecek

hem akut beyin hasarı hem de akut solunum yetmezliği olan hastalarda, ciddi KİB yükselmesinin erken tanınması için KİB monitörizasyonu önermişlerdir (31).

Vücut pozisyonu yarattığı hemodinamik değişikliklerden dolayı intrakranial ve intraokuler basıncı etkiler. Ameliyathanede KİB takibi için ultrasonografi ile OSKÇ ölçümü yapılması avantajlıdır. Hasta başında daha kolay değerlendirme sağladığı gibi, radyasyon maruziyetinin olmaması ve klinisyene OSKÇ ölçümleri ile hastanın klinik bulgularını takip etme imkânı sağlaması, tekrarlanabilir olması avantajlarıdır ve bütün bunlar da tanı doğruluğunu artırır. Literatürde, rutin cerrahi prosedürler sırasında intrakraniyal hipertansiyon gelişme riski taşıyan hastalarda, Trendelenburg pozisyonu veya pnömoperitoneum veya pron pozisyon gerektiren cerrahi geçiren sağlıklı hastalarda OSKÇ kullanımı tarif edilmiştir (71). Pron pozisyonunun KİB üzerindeki etkilerini araştırıldığı çalışma sayısı sınırlıdır. Kafa içi basınç artışı daha sıklıkla Trendelenburg pozisyonu uygulanan laparoskopik cerrahi vakalarında araştırılmıştır (79).

Kermorgant ve ark., 12 sağlıklı erkek gönüllü ile baş aşağı eğme manevrası sırasında KİB artışının sempatik sinir sistemi aktivitesini ve serebral kan akım hızını etkileyip etkilemediğini belirlemeye çalışmışlar. Beyin kan damarlarındaki akım transkraniyal doppler ile, KİB artışı ultrason ile OSKÇ ölçümüyle değerlendirilmiştir. Çalışmada, baş aşağı eğim sırasında ne kalp atım hızı ne de kalp basıncı önemli ölçüde değişmezken, OSKÇ önemli ölçüde artmıştır. İndüklenen KİB’de akut ancak ılımlı artışın, sempatik aktivitede bir artış, korunmuş serebral otoregulasyon ile serebral kan akımında bir azalma ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (80). Bizim çalışmamızda ise pron pozisyonunda hastaların hemodinamik bulguları düşerken OSKÇ’lerinde artış gözlenmiştir.

Soo –Bin Yoon ve ark. 2020 yılında kraniosinostoz operasyonu yapılacak 30 bebek hastaya boyun ekstansiyonu ve pron pozisyonun intrakraniyal basıncı etkisini değerlendirmek için OSKÇ ölçümü yapmıştır. Tüm ölçümlerde boyun ekstansiyonu ile pron pozisyon sonrasında OSKÇ değerlerinde fark yoktu. Ameliyat sonrasında OSKÇ ameliyat öncesine göre azalmış olduğu belirtilmiştir (80).

Sonuç olarak, kraniosinostoz cerrahisi geçiren bebeklerde cerrahi prosedür, postoperatif dönemde intrakraniyal basıncı azaltabilse de, baş ekstansiyonu ile yüzüstü pozisyon kafa içi basıncı daha fazla artırmadığı gösterilmiştir (80).

Krishnakumar ve ark. 2022 yılında elektif supratentorial cerrahi geçirecek 58 hastada ameliyat öncesi beyin ödemi öngörmede kalp hızı değişkenliği (HRV) parametrelerinin ve OSKÇ 'nın ameliyat öncesi yararlılığını belirlemeyi amaçlayan çalışma gerçekleştirdi. Ödemli beyin görülen hastalarda BT'de, OSKÇ'da , ve kalp hızı parametrelerinde anlamlı fark vardı. BT de 2. derece üzerinde, OSKÇ'nın ise 0.63 mm üzerinde olması beyin ödeminin iyi bir göstergesidir. BT bulguları ile OSKÇ ve kalp hızı değerlerindeki değişiklikler intraoperatif beyin durumunu tahmininde yardımcı olabilir ve KİB'in göstericisi olarak kullanılabilir (81). Bizim yaptığımız çalışmada da hastaların vital bulguları kayıt altına alınmıştır. Farklı birim zamanlarda değişiklik gösteren kalp atım hızının OSKÇ ile korelasyonu olmadığını gözlemledik.

Furgula ve ark.2007 yılında kafa travmalarında intrakraniyal basınç artışı ve otonomik sistem disfonksiyonları arasında ilişkiyi araştırmıştır.Klinik pratikte görülen otonomik sistem (AS) aktivitesi bozukluklarının çoğu, kafa travmalarından ve kafa içi basıncın artmasından kaynaklanır. Serebral lezyonların, çoğunlukla sempato-adrenal deşarjın aracılık ettiği hipersempatik durumlar ürettiği açıklanmıştır. Çalışmanın amacı, beyin tümörlü hastalarda KİB'in kalp hızı değişkenliği üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Sonuçlar, artmış KİB 'lı tüm hastaların otonomik sistem bozukluklarına sahip olduğuna dair kanıt sağladı. Kalp hızı değişkenliği ve kardiyovasküler refleksler, otonomik sistem işlev bozukluğunun tanımlanmasında faydalı olduğu açıklanmıştır (82).

Kim ve ark.2019'da Trendelenburg pozisyonunda RLRP (Robotik Radikal prostatektomi) yapılan 32 erkek hastada propofol ve sevofluran kullanılan iki farklı grupta KİB değerlendirilmesi için OSKÇ ölçümü yapılmıştır.. Ameliyat sırasında gruplar arasında OSKÇ önemli ölçüde farklı görülmüştür. Sevofluran grubunda OSKÇ daha fazla artmış olarak görülmüştür. Sonuç olarak, İV anestezi Robotik cerrahi sırasında KİB 'daki artışı azaltabilir (83).

Thakkar ve ark. 2022 yılında elektif primer beyin tümör ameliyatı planlanan 90 hastada üç farklı pozisyonunda OSKÇ ölçümü yapmış, supin (T0), anestezi indüksiyonundan 10 dakika sonra (T1), son pozisyonundan 10 dak. sonra (T2) OSKÇ , T1 ve T2 arasında ölçülmüştür. Grup S ve P arasında OSKÇ değişmemiş, ancak grup L 'de OSKÇ 'nin arttığı görülmüştür (84).

Chopra ve ark. 2022 yılında Şant operasyonlarından önce ve sonra OSKÇ'nı karşılaştırmak ve OSKÇ 'ni KİB ile ilişkilendirmek ve aynı zamanda KİB 'ı >20 mm Hg

olduğunda tahmini OSKÇ sınırını belirlemek için genel anestezi altında şant operasyonu planlanan 40 erişkin hastada çalışma yapmıştır. OSKÇ 'nin ultrasonografik ölçümü indüksiyondan önce , indüksiyondan sonra, entubasyon sonrası, şant cerrahisi sonra ve ardından 12 saat boyunca her iki saatten bir yapılmıştır. Doğrudan İCP. İlk ventrikuler ponksiyon sırasında beyin cerrahi tarafından ölçülmüştür ve $< 0,05$ p değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. İndüksiyon öncesi, indüksiyon sonrası ve entubasyon sonrası ortalama OSKÇ'nın ameliyat sonrası OSKÇ ile karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlıydı. Entubasyondan sonra doğrudan KİB ile OSKÇ arasında güçlü bir pozitif korelasyon bulunmuştur. Sonuç ultrasonografi ile OSKÇ ölçümü Şant operasyonu sonrası KİB'in normalleşme değerlendirilmesi önemli ve güvenli araç olduğu gösterilmiştir (85).

Butts ve ark. 2022 yılında ultrasonun KİB'daki değişiklikleri belirlemek için güvenli bir şekilde kullanıp kullanılmayacağını belirlemeye çalışmışlar. Toplam 36 hasta müayene için alınmıştır. Beyindeki lezyonun yeri ONSD ve İCP arasındaki uyumsuzluğu önemli ölçüde etkiliyor gibi görüldü. Bu KİB'deki değişiklikler izlemek için ultrason kullanımının genelleştirilemeyeceğini ve belirli koşullarda sınırlı olabileceğini gösterir. Kafa içi patolojinin yeri, KİB ve OSKÇ arasındaki uyumsuzlukta önemli bir faktör gibi görünmektedir (86).

Knodel ve ark. 2021 yılında 25 İdiopatik İntrakraniyal Hipertansiyon (İİH) hastasında prospektif tek merkezli çalışmada optik sinirin sonografik ve oftalmik değerlendirilmesine dair bir çalışma yapmışlar. Hastalarda papilödem, görme keskinliği, fundus muayenesi, papilödem/ optik disk elevasyonu (ODE), optik sinir kılıf çapı (OSKÇ), optik sinir çapı (OSÇ) nörosonolojik parametreleri başlangıçta ve 6 ay sonrasında yeniden ölçüm yapmışlar. ONSD, kontrollere kıyasla, İİH bireylerde önemli ölçüde genişlemiş. Çalışma Transorbital sonografinin ve oftalmolojik parametrelerin, yüksek KİB'ı saptamak ve izlemek için değerli ve invaziv olmayan bir yöntem olduğunu doğrulamıştır (87).

Chandrapatham ve ark. 2021 yılında OSKÇ ölçümünün yaşla ve cinsiyetle bir ilişkisinin olup olmadığını araştırmak için çalışma yapmışlar. Bu prospektif gözlemsel çalışmanın amacı, düşük riskli cerrahi prosedürler için preanestetik değerlendirme sırasında işe alınan sağlıklı İtalyan gönüllülerden oluşan bir çalışmada yaş ve cinsiyetin OSKÇ 'nı etkileyip etkilemediğini araştırmaktı. Erkekler ve kadınlar arasında önemli bir OSKÇ farkı bulundu OSKÇ ile yaş arasında pozitif bir korelasyon bulundu. OSKÇ'nın

yaşla birlikte arttığı ve sağlıklı erkek popülasyonda anlamlı olarak daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. ONSD ölçümü yapılırken bu tutarsızlıklar dikkate alınmalıdır (88).

Goeres ve ark. 2016 yılında sağlıklı yetişkin gönüllülerden oluşan bir popülasyonda OSKÇ için normal bir değer aralığı tanımlamak için 120 yetişkin çalışmaya alınmıştır. 55 erkek ve 65 kadın gönüllüde ortalama OSKÇ 3,68mm olarak bulunmuştur. Regresyon analizi üzerine ortalama OSKÇ yaş, kilo, boy ile değişmemiş, ancak cinsiyete göre değişmişti. Erkekler için ortalama OSKÇ ölçümü 3.78 mm kadınlar için 3.60 mm olarak gösterilmiştir. Bu çalışma, sağlıklı gönüllülerde OSKÇ aralığı tanımlanmıştır ve cinsiyetle bağlı farkı ortaya koymuştur (89).

Bizim çalışmamızda hastaların yaşı, cinsi ile hastanın optik sinir kılıf ölçüsü arasında önemli bir korelasyon bulunmamıştır.

Sigh ve ark. 2021’de beyin cerrahisi planlanan hastalarda perioperatif entubasyon sonrası kafa içi basıncın artmasını varsayarak hastalarda OSKÇ ölçümü yapılmıştır. İki ayrı grupta 60 hasta değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmada 2. Grupta sağ ve sol gözde OSKÇ hafif geriledi, yalnız her iki grupta da anlamlı istatistiksel farklılık görülmedi (90, 91).

Bizim çalışmamızda ise hastaların entubasyon sonrası optik sinir çaplarında artma görülmüştür.

Wright ve ark. 2009 da intrakraniyal patolojisi, eşlik eden ARDS tanısı olan hastalarda pron pozisyonun etkilerini göstermek için 10 makaleden ibaret bir metaanaliz sunmuştur. Çalışmalara göre pron pozisyon sırasında intrakranial basınç artışında yükselmeler, serebral perfüzyon basıncında azalmalar meydana gelse de bu hastalarda pron pozisyon uygun monitorizasyonlar eşliğinde güvenle kullanılabilir (92).

Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına bakarak ve bu çalışmalarda kontrol OSKÇ ölçümlerinin çoğunlukla supin pozisyonda ancak indüksiyon öncesi olup kesin bir normal değer belirtilemediği için geçerli olan OSKÇ ölçüm değerlerinin yanıltıcı olabileceğini düşündük. Bu sebeple kontrol değerlerine göre ölçüm zamanlarındaki OSKÇ değişim yüzdelerini ölçüm zamanları içinde karşılaştırarak analiz ettik.

Çalışmamızın tek merkezli olması ve OSKÇ’nın önceki çalışmalarla belirlenmiş intrakraniyal basınç artışını gösteren minimum sınır değerlerinin net olmaması çalışmanın sınırlamaları olarak düşünülebilir. Etik nedenlerden dolayı ölçümleri yapan araştırmacı

sayısının az olması hasta sayısını sınırlandırmış olabilir, ancak belirlenen örneklem büyüklüğünden daha fazla hastanın çalışmaya dahil edilmesi istatistiksel kaliteyi arttırmıştır. Tüm hastalarda anestezi derinliğinin monitörize edilip standardize edilerek anestetik ajanlara bağlı olabilecek OSKÇ değişikliklerinin önlenmesi ve yine KİB üzerine etkisi olduğu bilinen ventilasyon parametrelerinin (PEEP) her hastada standart tutulması çalışmanın güçlü yanlarından.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Pron pozisyonun ameliyathanelerde en sık kullanılan cerrahi ameliyat pozisyonlarından biri olup, lomber cerrahilerde rutin olarak kullanılmaktadır. Pron pozisyonun KİB artışına olan etkisini ultrasonografik OSKÇ ölçümleriyle non-invaziv olarak değerlendirmeyi amaçladığımız çalışmamızın sonucunda lomber cerrahilerde pron pozisyonun kafa içi basıncı OKSÇ'ni önemli ölçüde artırdığını gözlemledik.

Kafa içi basıncı artışının olumsuz sonuçlar yaratabileceği hastalarda ultrasonografik OSKÇ ölçümleri ile KİB değişikliklerinin monitörize edilmesi önemli bir yer tutmaktadır. Her ne kadar anestezi süresi ile OSKÇ değişikliği arasında korelasyon gösterilememişse de çalışmamızda en yüksek OSKÇ değerlerinin pron pozisyonunun sonunda yapılan ölçümlerde gözlenmesi, özellikle pron pozisyon süresinin uzun tutulması gereken hastalarda göz önünde bulundurulması gereken uyarıcı bir bulgu gibi görünmektedir. Bu durumda pron pozisyonda ameliyat planlanan intrakraniyal patolojisi olan hastalarda dikkatli olunması, yakın monitorizasyonla ve non-invaziv olarak ultrasonla OSKÇ ölçmekle takip edilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Pron pozisyonunda cerrahi geçiren hastalarda KİB artışının saptanmasında non-invaziv bir yöntem olması ve yatak başı kolayca uygulanabilmesi nedeniyle oküler ultrasonografi faydalı olabilir. Yöntemin duyarlılık ve özgüllüğünün saptanması için altın standart olan invaziv ölçüm yöntemleri ile karşılaştırmalı ileri çalışmalara gereksinim vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Koebbe CJ, Maroon JC, Abla A, El-Kadi H, Bost J. Lumbar microdiscectomy: a historical perspective and current technical considerations. *Neurosurgical Focus*. 2002;13(2):1-6.
2. Park CK. The effect of patient positioning on intraabdominal pressure and blood loss in spinal surgery. *Anesthesia & Analgesia*. 2000;91(3):552-7.
3. Dabrowski W, Siwicka-Gieroba D, Robba C, Badenes R, Malbrain ML. The prone position must accommodate changes in IAP in traumatic brain injury patients. *Critical Care*. 2021;25(1):1-3.
4. Katz JN, Harris MB. Lumbar spinal stenosis. *New England Journal of Medicine*. 2008;358(8):818-25.
5. Gibson JNA, Waddell G. Surgical interventions for lumbar disc prolapse: updated Cochrane Review. *Spine*. 2007;32(16):1735-47.
6. Bess RS, Lenke LG. Blood loss minimization and blood salvage techniques for complex spinal surgery. *Neurosurgery Clinics*. 2006;17(3):227-34.
7. Rigamonti A, Gemma M, Rocca A, Messina M, Bignami E, Beretta L. Prone versus knee-chest position for microdiscectomy: a prospective randomized study of intra-abdominal pressure and intraoperative bleeding. *LWW*; 2005.
8. Backofen J. Hemodynamic changes with prone position during general anesthesia. *Anesth Analg*. 1985;64:194.
9. Toyota S, Amaki Y. Hemodynamic evaluation of the prone position by transesophageal echocardiography. *Journal of clinical anesthesia*. 1998;10(1):32-5.
10. Craen RA. An update on the prone position: continuing professional development. *Canadian Journal of Anesthesia*. 2016;63(6):737.
11. Shimizu M, Fujii H, Yamawake N, Nishizaki M. Cardiac function changes with switching from the supine to prone position: analysis by quantitative semiconductor gated single-photon emission computed tomography. *Journal of Nuclear Cardiology*. 2015;22:301-7.
12. Ornstein E, Berko R. Anesthesia techniques in complex spine surgery. *Neurosurgery Clinics*. 2006;17(3):191-203.

13. Wu CY, Lee TS, Chan KC, Jeng CS, Cheng YJ. Does targeted pre-load optimisation by stroke volume variation attenuate a reduction in cardiac output in the prone position. *Anaesthesia*. 2012;67(7):760-4.
14. Kraye S, Rehder K, Vettermann J, Didier EP, Ritman EL. Position and motion of the human diaphragm during anesthesia-paralysis. *Anesthesiology*. 1989;70(6):891-8.
15. Palmon SC, Kirsch JR, Depper JA, Toung TJ. The effect of the prone position on pulmonary mechanics is frame-dependent. *Anesthesia & Analgesia*. 1998;87(5):1175-80.
16. Pelosi P, Croci M, Calappi E, Cerisara M, Mulazzi D, Vicardi P, et al. The prone positioning during general anesthesia minimally affects respiratory mechanics while improving functional residual capacity and increasing oxygen tension. *Anesthesia & Analgesia*. 1995;80(5):955-60.
17. Pinar HU, Kaşdoğan ZEA, Başaran B, Çöven İ, Karaca Ö, Doğan R. The effect of spinal versus general anesthesia on intraocular pressure in lumbar disc surgery in the prone position: A randomized, controlled clinical trial. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2018;46:54-8.
18. Nickels TJ, Manlapaz MR, Farag E. Perioperative visual loss after spine surgery. *World journal of orthopedics*. 2014;5(2):100.
19. Lee SH, Chung I, Choi DS, Shin I-W, Kim S, Kang S, et al. Visual loss due to optic nerve infarction and central retinal artery occlusion after spine surgery in the prone position: A case report. *Medicine*. 2017;96(31).
20. Akhavan A, Gainsburg DM, Stock JA. Complications associated with patient positioning in urologic surgery. *Urology*. 2010;76(6):1309-16.
21. Shih P, Slimack NP, Roy A, Fessler RG, Koski TR. Abdominal complications following posterior spinal fusion in patients with previous abdominal surgeries. *Neurosurgical focus*. 2011;31(4):E16.
22. Grisell M, Place HM. Face tissue pressure in prone positioning: a comparison of three face pillows while in the prone position for spinal surgery. *Spine*. 2008;33(26):2938-41.
23. Koreckij J, Price N, Schwend RM. Vectored cranial-cervical traction limits facial contact pressure from prone positioning during posterior spinal deformity surgery. *Spine*. 2011;36(15):E993-E7.

24. Leibovitch I, Casson R, Laforest C, Selva D. Ischemic orbital compartment syndrome as a complication of spinal surgery in the prone position. *Ophthalmology*. 2006;113(1):105-8.
25. Mimami K, Iida M, Iida H. Case report: central venous catheterization via internal jugular vein with associated formation of perioperative venous thrombosis during surgery in the prone position. *Journal of anesthesia*. 2012;26:464-6.
26. Ali AA, Breslin DS, Hardman HD, Martin G. Unusual presentation and complication of the prone position for spinal surgery. *Journal of clinical anesthesia*. 2003;15(6):471-3.
27. Hans P, Demoitie J, Collignon L, Bex V, Bonhomme V. Acute bilateral submandibular swelling following surgery in prone position. *European journal of anaesthesiology*. 2006;23(1):83-4.
28. Raphael J, Rosenthal-Ganon T, Gozal Y. Emergency airway management with a laryngeal mask airway in a patient placed in the prone position. *Journal of clinical anesthesia*. 2004;16(7):560-1.
29. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, Cahalan MK, Stock MC, Ortega R, et al. *Fundamentos de anestesiología clínica*: Artmed Editora; 2017.
30. Strandgaard S, Paulson O. *Cerebral blood flow and its pathophysiology in hypertension*. Oxford University Press; 1989.
31. Roth C, Ferbert A, Deinsberger W, Kleffmann J, Kästner S, Godau J, et al. Does prone positioning increase intracranial pressure? A retrospective analysis of patients with acute brain injury and acute respiratory failure. *Neurocritical care*. 2014;21:186-91.
32. Beer R, Lackner P, Pfausler B, Schmutzhard E. Nosocomial ventriculitis and meningitis in neurocritical care patients. *Journal of neurology*. 2008;255:1617-24.
33. Ghajar J. Intracranial pressure monitoring techniques. *New Horiz*. 1995;3(3):395-9.
34. Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, Caplan LR, Connors JJ, Culebras A, et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2013;44(7):2064-89.

35. Voulgaris SG, Partheni M, Kaliora H, Haftouras N, Pessach IS, Polyzoidis KS. Early cerebral monitoring using the transcranial Doppler pulsatility index in patients with severe brain trauma. *Med Sci Monit.* 2005;11(2):Cr49-52.
36. Bellner J, Romner B, Reinstrup P, Kristiansson KA, Ryding E, Brandt L. Transcranial Doppler sonography pulsatility index (PI) reflects intracranial pressure (ICP). *Surg Neurol.* 2004;62(1):45-51; discussion
37. Tsivgoulis G, Alexandrov AV, Sloan MA. Advances in transcranial Doppler ultrasonography. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2009;9(1):46-54.
38. Shimbles S, Dodd C, Banister K, Mendelow AD, Chambers IR. Clinical comparison of tympanic membrane displacement with invasive intracranial pressure measurements. *Physiol Meas.* 2005;26(6):1085-92.
39. Hayreh SS. Pathogenesis of oedema of the optic disc. *Doc Ophthalmol.* 1968;24(2):289-411.
40. Bäuerle J, Nedelmann M. Sonographic assessment of the optic nerve sheath in idiopathic intracranial hypertension. *J Neurol.* 2011;258(11):2014-9.
41. Sekhon MS, McBeth P, Zou J, Qiao L, Kolmodin L, Henderson WR, et al. Association between optic nerve sheath diameter and mortality in patients with severe traumatic brain injury. *Neurocrit Care.* 2014;21(2):245-52.
42. Soldatos T, Karakitsos D, Chatzimichail K, Papathanasiou M, Gouliamos A, Karabinis A. Optic nerve sonography in the diagnostic evaluation of adult brain injury. *Crit Care.* 2008;12(3):R67.
43. Kimberly HH, Shah S, Marill K, Noble V. Correlation of optic nerve sheath diameter with direct measurement of intracranial pressure. *Acad Emerg Med.* 2008;15(2):201-4.
44. Bäuerle J, Lochner P, Kaps M, Nedelmann M. Intra- and interobserver reliability of sonographic assessment of the optic nerve sheath diameter in healthy adults. *J Neuroimaging.* 2012;22(1):42-5.
45. Ballantyne SA, O'Neill G, Hamilton R, Hollman AS. Observer variation in the sonographic measurement of optic nerve sheath diameter in normal adults. *Eur J Ultrasound.* 2002;15(3):145-9.
46. Killer HE, Laeng HR, Flammer J, Groscurth P. Architecture of arachnoid trabeculae, pillars, and septa in the subarachnoid space of the human optic nerve: anatomy and clinical considerations. *Br J Ophthalmol.* 2003;87(6):777-81.

47. Hansen HC, Lagrèze W, Krueger O, Helmke K. Dependence of the optic nerve sheath diameter on acutely applied subarachnoidal pressure - an experimental ultrasound study. *Acta Ophthalmol.* 2011;89(6):e528-32.
48. Tayal VS, Neulander M, Norton HJ, Foster T, Saunders T, Blaivas M. Emergency department sonographic measurement of optic nerve sheath diameter to detect findings of increased intracranial pressure in adult head injury patients. *Ann Emerg Med.* 2007;49(4):508-14.
49. Maissan IM, Dirven PJ, Haitsma IK, Hoeks SE, Gommers D, Stolker RJ. Ultrasonographic measured optic nerve sheath diameter as an accurate and quick monitor for changes in intracranial pressure. *J Neurosurg.* 2015;123(3):743-7.
50. Helmke K, Burdelski M, Hansen HC. Detection and monitoring of intracranial pressure dysregulation in liver failure by ultrasound. *Transplantation.* 2000;70(2):392-5.
51. Dubourg J, Javouhey E, Geeraerts T, Messerer M, Kassai B. Ultrasonography of optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2011;37(7):1059-68.
52. Zhu T, Yuan C, Qian M, Zhao L, Li H, Xie Y. Effect of dexmedetomidine on intracranial pressure in patients undergoing gynecological laparoscopic surgery in Trendelenburg position through ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter. *Am J Transl Res.* 2022;14(9):6349-58.
53. Topcuoglu MA, Arsava EM, Bas DF, Kozak HH. Transorbital Ultrasonographic Measurement of Optic Nerve Sheath Diameter in Brain Death. *J Neuroimaging.* 2015;25(6):906-9.
54. Chin JH, Seo H, Lee EH, Lee J, Hong JH, Hwang JH, et al. Sonographic optic nerve sheath diameter as a surrogate measure for intracranial pressure in anesthetized patients in the Trendelenburg position. *BMC Anesthesiol.* 2015;15:43.
55. Newman WD, Hollman AS, Dutton GN, Carachi R. Measurement of optic nerve sheath diameter by ultrasound: a means of detecting acute raised intracranial pressure in hydrocephalus. *Br J Ophthalmol.* 2002;86(10):1109-13.
56. Blaivas M, Theodoro D, Sierzenski PR. Elevated intracranial pressure detected by bedside emergency ultrasonography of the optic nerve sheath. *Acad Emerg Med.* 2003;10(4):376-81.

57. Hansen HC, Helmke K. The subarachnoid space surrounding the optic nerves. An ultrasound study of the optic nerve sheath. *Surg Radiol Anat.* 1996;18(4):323-8.
58. Verdonck P, Kalmar AF, Suy K, Geeraerts T, Vercauteren M, Mottrie A, et al. Optic nerve sheath diameter remains constant during robot assisted laparoscopic radical prostatectomy. *PLoS One.* 2014;9(11):e111916.
59. Monro A. Observations on the Structure and Functions of the Nervous System: Illustrated with Tables. By Alexander Monro, M. D. President of the Royal College of Physicians, and Professor of Physic, Anatomy, and Surgery in the University of Edinburgh: Printed for, and sold by, William Creech; 1783.
60. Hawryluk GW, Citerio G, Hutchinson P, Kolias A, Meyfroidt G, Robba C, et al. Intracranial pressure: current perspectives on physiology and monitoring. *Intensive Care Medicine.* 2022;48(10):1471-81.
61. Ghajar J. Intracranial pressure monitoring techniques. *New horizons (Baltimore, Md).* 1995;3(3):395-9.
62. Ostrup RC, Luerksen TG, Marshall LF, Zornow MH. Continuous monitoring of intracranial pressure with a miniaturized fiberoptic device. *Journal of neurosurgery.* 1987;67(2):206-9.
63. Hayreh M. Optic disc edema in raised intracranial pressure. *Arch Ophthalmol.* 1977;95:1237-44.
64. Galetta S, Byrne SF, Smith JL. Echographic correlation of optic nerve sheath size and cerebrospinal fluid pressure. *Journal of Neuro-Ophthalmology.* 1989;9(2):79-82.
65. Moretti R, Pizzi B. Optic nerve ultrasound for detection of intracranial hypertension in intracranial hemorrhage patients: confirmation of previous findings in a different patient population. *Journal of neurosurgical anesthesiology.* 2009;21(1):16-20.
66. Geeraerts T, Launey Y, Martin L, Pottecher J, Vigué B, Duranteau J, et al. Ultrasonography of the optic nerve sheath may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury. *Intensive care medicine.* 2007;33:1704-11.
67. Romagnosi F, Bongiovanni F, Oddo M. Eyeing up the injured brain: automated pupillometry and optic nerve sheath diameter. *Current opinion in critical care.* 2020;26(2):115-21.

68. Robba C, Goffi A, Geeraerts T, Cardim D, Via G, Czosnyka M, et al. Brain ultrasonography: methodology, basic and advanced principles and clinical applications. A narrative review. *Intensive care medicine*. 2019;45:913-27.
69. Goel RS, Goyal NK, Dharap SB, Kumar M, Gore MA. Utility of optic nerve ultrasonography in head injury. *Injury*. 2008;39(5):519-24.
70. Patterson DF, Ho M-L, Leavitt JA, Smischney NJ, Hocker SE, Wijdicks EF, et al. Comparison of ocular ultrasonography and magnetic resonance imaging for detection of increased intracranial pressure. *Frontiers in neurology*. 2018;9:278.
71. Rasulo FA, Bertuetti R. Transcranial Doppler and optic nerve sonography. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2019;33:S38-S52.
72. Karakitsos D, Soldatos T, Gouliamos A, Armaganidis A, Poularas J, Kalogeromitros A, et al., editors. Transorbital sonographic monitoring of optic nerve diameter in patients with severe brain injury. *Transplantation proceedings*; 2006: Elsevier.
73. Girisgin AS, Kalkan E, Kocak S, Cander B, Gul M, Semiz M. The role of optic nerve ultrasonography in the diagnosis of elevated intracranial pressure. *Emergency Medicine Journal*. 2007;24(4):251-4.
74. Strumwasser A, Kwan RO, Yeung L, Miraflor E, Ereso A, Castro-Moure F, et al. Sonographic optic nerve sheath diameter as an estimate of intracranial pressure in adult trauma. *Journal of Surgical Research*. 2011;170(2):265-71.
75. Kimberly HH, Shah S, Marill K, Noble V. Correlation of optic nerve sheath diameter with direct measurement of intracranial pressure. *Academic Emergency Medicine*. 2008;15(2):201-4.
76. Lochner P, Czosnyka M, Naldi A, Lyros E, Pelosi P, Mathur S, et al. Optic nerve sheath diameter: present and future perspectives for neurologists and critical care physicians. *Neurological Sciences*. 2019;40:2447-57.
77. Taccone P, Pesenti A, Latini R, Polli F, Vagginelli F, Mietto C, et al. Prone positioning in patients with moderate and severe acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *Jama*. 2009;302(18):1977-84.
78. Halverson A, Buchanan R, Jacobs L, Shayani V, Hunt T, Riedel C, et al. Evaluation of mechanism of increased intracranial pressure with insufflation. *Surgical endoscopy*. 1998;12:266-9.
79. Robba C, Cardim D, Donnelly J, Bertuccio A, Bacigaluppi S, Bragazzi N, et al. Effects of pneumoperitoneum and Trendelenburg position on intracranial

pressure assessed using different non-invasive methods. *BJA: British Journal of Anaesthesia*. 2016;117(6):783-91.

80. Yoon S-B, Ji S-H, Jang Y-E, Lee J-H, Kim E-H, Kim J-T, et al. Effects of prone positioning with neck extension on intracranial pressure according to optic nerve sheath diameter measured using ultrasound in children. *Child's Nervous System*. 2020;36:1001-7.

81. Krishnakumar M, Gopalakrishna KN, Dhritiman C, Bhadrinarayan V, Sundaram M, Goyal A, et al. Preoperative assessment of optic nerve sheath diameter and heart rate variability to predict intraoperative brain condition in patients with supratentorial tumors: a prospective observational study. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 2022:1-9.

82. Furgała A, Madroszkiewicz D, Madroszkiewicz E, Gościński I, Kolasieńska-Kloch W, Moskała M, et al. Autonomic system disturbances in patients with increased intracranial pressure caused by brain tumors evaluated by heart rate variability. *Folia Medica Cracoviensia*. 2007;48(1-4):35-44.

83. Kim Y, Choi S, Kang S, Park B. Propofol affects optic nerve sheath diameter less than sevoflurane during robotic surgery in the steep trendelenburg position. *BioMed Research International*. 2019;2019.

84. Thakkar KD, Sethuraman M, Praveen R, Vimala S, Prathapadas U. Effect of Different Surgical Positions on the Changes in Cerebral Venous Drainage in Patients Undergoing Neurosurgery: A Prospective Observational Study. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. 2022;10.1097.

85. Chopra A, Das PK, Parashar S, Misra S, Tripathi M, Malviya D, et al. Clinical Relevance of Transorbital Ultrasonographic Measurement of Optic Nerve Sheath Diameter (ONSD) for Estimation of Intracranial Pressure Following Cerebrospinal Fluid Diversion Surgery. *Cureus*. 2022;14(5).

86. Butts C, Wilson J, Lasseigne L, Oral E, Kaban N. Ultrasound of the optic nerve does not appear to be a consistently reliable or generalizable method to monitor changes in intracranial pressure. *Journal of intensive care medicine*. 2022;37(5):663-70.

87. Knodel S, Roemer S, Moslemani K, Wykrota A, Käsmann-Kellner B, Seitz B, et al. Sonographic and ophthalmic assessment of optic nerve in patients with idiopathic intracranial hypertension: A longitudinal study. *Journal of the Neurological Sciences*. 2021;430:118069.

88. Chandrapatham K, Cardim D, Czosnyka M, Bertuccio A, Di Noto A, Corradi F, et al. Variability of the optic nerve sheath diameter on the basis of sex and age in a cohort of healthy volunteers. *Intracranial Pressure and Neuromonitoring XVII*. 2021:121-4.
89. Goeres P, Zeiler FA, Unger B, Karakitsos D, Gillman LM. Ultrasound assessment of optic nerve sheath diameter in healthy volunteers. *Journal of critical care*. 2016;31(1):168-71.
90. Singh D, Singh A, Sharma A, Sandhu K. Study of Changes in Optic Nerve Sheath Diameter Following Tracheal Intubation Using Macintosh Laryngoscope or Fiberoptic-Guided Intubation Through Ambu Aura-I: A Randomised Controlled Study. *Cureus*. 2021;13(11).
91. Küçükosman G, Aydın BG, Gülçek N, Okyay RD, Pişkin Ö, Ayoğlu H. The effect of laryngoscope types on hemodynamic response and optic nerve sheath diameter: McCoy, Macintosh, and C-MAC video-laryngoscope. *Saudi Medical Journal*. 2020;41(9):930.
92. Wright JM, Gerges C, Shammassian B, Labak CM, Herring EZ, Miller B, et al. Prone position ventilation in neurologically ill patients: a systematic review and proposed protocol. *Critical care medicine*. 2021;49(3):e269-e78.