



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

**YARI OTURUR POZİSYONDA İNTRAKRANİYAL KİTLE**  
**OPERASYONU GEÇİREN OLGULARDA ANESTEZİ**  
**YÖNETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Ozan Ali Taşdemir**

**UZMANLIK TEZİ**  
**Olarak Hazırlanmıştır.**

**ANKARA**  
**2024**





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

**YARI OTURUR POZİSYONDA İNTRAKRANİYAL KİTLE**  
**OPERASYONU GEÇİREN OLGULARDA ANESTEZİ**  
**YÖNETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Ozan Ali Taşdemir**

**UZMANLIK TEZİ**  
**Olarak Hazırlanmıştır.**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Doç. Dr. Başak Akça**  
**YARDIMCI TEZ DANIŞMANI**  
**Öğr. Gör. Dr. Pınar Özdemir Yaşar**

**ANKARA**  
**2024**

## TEŞEKKÜR

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'ndaki uzmanlık eğitimim süresince engin bilgi ve tecrübesiyle bizlere yol gösteren, her zaman yanımda olan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Fatma Sarıcaoğlu'na,

Uzmanlık tezi hazırlama sürecimde bana yol gösteren; yoğun çalışma temposuna rağmen zamanını, tecrübesini, desteğini esirgemeyen, sürekli ilerlemem ve kendimi geliştirmem için bana motivasyon sağlayan tez danışmanım Doç. Dr. Başak Akça'ya, tezimin son haline gelmesindeki katkılarından ötürü Doç. Dr. Aysun Ankaç Yılbaş'a ve yardımcı tez danışmanım Öğr. Gör. Dr. Pınar Özdemir Yaşar'a,

Anestezi hekimi olma yolunda mesleki bilgi ve becerileriyle eğitimime katkıda bulunan tüm Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Birlikte keyifle çalıştığım asistan arkadaşlarım ve diğer çalışma arkadaşlarıma,

Bugünlere gelmemde çok büyük emekleri olan; gözlerindeki gururu görmenin beni çok mutlu ettiği, benim iyi olmam için hiçbir şeyi esirgemeyeceğini bildiğim canım aileme,

Sevgisi ve desteğiyle hem tez sürecinde hem de hayatımın her anında yanımda olan, varlığıyla bana güç veren, biricik yol arkadaşım eşim Dr. Meriç Taşdemir'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Ozan Ali Taşdemir

## ÖZET

**Yarı Oturur Pozisyonda İntrakraniyal Kitle Operasyonu Geçiren Olgularda Anestezi Yönetiminin Değerlendirilmesi Dr. Ozan Ali Taşdemir, Hacettepe Üniversitesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon ABD, Ankara 2024.** Çalışmamızda, yarı oturur pozisyonda yapılan, yetmiş dört intrakraniyal kitle vakasını retrospektif olarak; yaş, ASA sınıfı, lezyon türü, yoğun bakım ve hastanede kalış, patent foramen ovale (PFO) varlığı, sıvı replasmanları, End-tidal karbondioksit (EtCO<sub>2</sub>) ve parsiyel karbondioksit basıncı (pCO<sub>2</sub>) değişimleri, venöz hava embolisi (VHE) ve diğer perioperatif komplikasyonlar açısından taradık. Amacımız; merkezimizdeki yarı oturur pozisyondaki kraniyotomi vakalarına ait demografik verilerin, postoperatif hastanede kalış süresine etki eden faktörlerin ve oturur pozisyonla ilişkilendirilmiş venöz hava embolisi ve diğer komplikasyonların kapsamlı bir incelemesini oluşturmak ve sonuçlarımızı literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırmaktır. Gerekli izinler alındıktan sonra veriler; hasta kabul notlarından, anestezi raporlarından ve hastane sistemindeki kayıtlardan elde edilmiştir. Literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında; ASA skorunun hastanede kalma süresine etkisi, ASA skorunun yoğun bakımda kalma süresine etkisi, ASA skorunun VHE insidansı için bir risk faktörü olmayışı, PFO varlığının paradoksal hava embolisi ile ilişkilendirilememesi, uzamış cerrahinin gecikmiş taburculukla ilişkili oluşu, hipotansiyon sıklığı, yapılan sıvı replasmanları ile ilgili veriler diğer çalışmalarla korele izlenmiştir. VHE sıklığının düşük olmasının ve tanımlanan VHE hastalarının klinik tablosunun diğer çalışmalara göre daha ciddi olmasının nedeninin VHE monitörizasyonunda EtCO<sub>2</sub> kullanılması sebebiyle tanı alamayan vakalarla ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Çalışmamızın sonuçları kliniğimizde komplikasyon gelişmeyen hastaların hızla taburcu edildiğini göstermekle birlikte; VHE gelişen hastaların yoğun bakımda takip edilme ihtiyacının benzer çalışmalardan yüksek olduğunu göstermektedir. Bu da monitörizasyon ve tanıda daha hassas metotların kullanılmasına olan ihtiyacı göz önüne sermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yarı oturur pozisyon, kraniyotomi, venöz hava embolisi, hastanede kalış süresi

## SUMMARY

**Evaluation of Anesthesia Management in Cases Undergoing Intracranial Mass Operation in Semi-Sitting Position Dr. Ozan Ali Taşdemir, Hacettepe University Department of Anesthesiology and Reanimation, Ankara 2024.** In our study, we retrospectively evaluated seventy four intracranial mass cases in the semi-sitting position, including age, ASA class, lesion type, stay in intensive care and hospital, presence of patent foramen ovale (PFO), fluid replacements, End-tidal carbon dioxide (EtCO<sub>2</sub>) and partial pressure of carbon dioxide (pCO<sub>2</sub>) changes, We screened for venous air embolism (VAE) and other perioperative complications. Our aim is to create a comprehensive review of the demographics of semi-sitting craniotomy cases in our center, factors affecting the duration of post-operative hospital stay, and venous air embolism and other complications associated with the sitting position, and to compare our results with other studies in the literature. After obtaining the necessary permissions, we obtained this data from patient admission notes, anesthesia reports and records in the hospital system. Compared to similar studies in the literature; Data regarding the effect of ASA score on the duration of hospital stay, the effect of ASA score on the duration of intensive care unit stay, the fact that ASA score is not a risk factor for the incidence of VAE, the presence of PFO cannot be associated with PHE, the association of prolonged surgery with delayed discharge, the frequency of hypotension and fluid replacements are consistent with other studies. It has been emphasized that the reason why the frequency of VHE is low and the clinical picture of the identified VAE patients is more serious compared to other studies may be related to cases that cannot be diagnosed due to the use of EtCO<sub>2</sub> alone in the diagnosis of venous air embolism. Although the results of our study show that patients who did not develop complications in our clinic were discharged quickly; It shows that the need to monitor patients who develop VAE in intensive care is higher than similar studies. This reveals the need to use more sensitive methods in monitoring and diagnosis.

**Keywords:** Semi-sitting position, craniotomy, venous air embolism, length of hospital stay

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
SUMMARY	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
RESİMLER LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Beyin Tümörleri	3
2.2. İntrakraniyal Kitle Cerrahisinde Anestezi	7
2.2.1. Preoperatif Yaklaşım	7
2.2.2. Perioperatif Dönem	11
i. Yarı Oturur Pozisyon (Fowler Pozisyonu)	28
2.2.3. Postoperatif Dönem	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM	36
3.1. Çalışma Protokolü	36
3.2. İstatistiksel Analiz	37
4. BULGULAR	38
5. TARTIŞMA	51
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
7. KAYNAKLAR	64

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- EtCO<sub>2</sub>: End-tidal karbondioksit  
EEG: Elektroensefalogram  
DSÖ: Dünya Sağlık Örgütü  
ASA: Amerika Anestezistler Derneği  
BT: Bilgisayarlı Tomografi  
MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme  
KİB: Kafa İçi Basıncı  
SAK: Subaraknoid Kanama  
OSA: Obstrüktif Uyku Apnesi  
VKİ: Vücut Kitle Endeksi  
Hct: Hematokrit  
Hb: Hemoglobin  
VHE: Venöz Hava Embolisi  
PFO: Patent Foramen Ovale  
PAE: Paradoksal Arteriyel Emboli  
TTE: Transtorasik Ekokardiyografi  
TÖE: Transözofagiyal Ekokardiyografi  
PKD: Prekordiyal Doppler  
EtN<sub>2</sub>: End-tidal Nitrojen  
FiO<sub>2</sub>: Fransiyone Oksijen Konsantrasyonu  
SpO<sub>2</sub>: Pulse Oksimetre Oksijen Saturasyonu  
TKD: Transkraniyal doppler  
SSEP: Somatosensoriyel Uyarılmış Potansiyeller  
MEP: Motor Uyarılmış Potansiyeller  
VEP: Vizüel Uyarılmış Potansiyeller  
BIS: Bispektral İndeks  
RSI: Hızlı Ardışık Entübasyon  
ETT: Endotrakeal Tüp  
TIVA: Total İntravenöz Anestezi  
CMR: Serebral metabolizma hızı  
POBK: Postoperatif Bulantı ve Kusma



İONM: İntraoperatif Nöromonitorizasyon

SKA: Serebral Kan Akımı

PAB: Pulmoner Arteriyel Basınç

EVD: Ekstraventriküler Drenaj

AKB: Arteriyel Kan Basıncı

OAB: Ortalama Arteriyel Basınç

KH: Kalp hızı

PEEP: Pozitif Ekspiryum Sonu Basıncı

İKB: İntrakraniyal Basınç

FRK: Fonksiyonel Rezidüel Kapasite

ASGÜ: Anestezi Sonrası Gözlem Ünitesi

SVO: Serebrovasküler Olay

GKS: Glaskow Koma Skoru

UADH: Uygunsuz Antidiüretik Hormon Salgılanması Sendromu

STK: Serebral Tuz Kaybı

DMAH: Düşük Molekül Ağırlıklı Heparin

ERAS: Ameliyat Sonrası Hızlandırılmış İyileşme

ES: Eritrosit Süspansiyonu

TDP: Taze Donmuş Plazma

VP Şant: Ventriküloperitoneal Şant

YBÜ: Yoğun Bakım Ünitesi

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 2.1.</b> Hava embolisinin miktarına göre görülen semptom ve bulgular	22
<b>Şekil 4.1.</b> Lezyon tipine göre vakaların tanımı	39
<b>Şekil 4.1.</b> Tümör sınıflamasına göre vakaların dağılımı	40
<b>Şekil 4.2.</b> Komplikasyonların insidanslarının grafik olarak gösterimi	40
<b>Şekil 4.3.</b> EtCO <sub>2</sub> 'de vaka boyunca olan değişim	41
<b>Şekil 4.4.</b> Yapılan arteriyel kan gazı analizlerinde pCO <sub>2</sub> değerlerinin dağılımı	41
<b>Şekil 4.5.</b> Hastaların ASA skoruna göre dağılımı	42
<b>Şekil 4.6.</b> VHE gelişen ve gelişmeyen hastalarda hipotansiyon görülme durumu	44
<b>Şekil 4.7.</b> Ameliyat süresi ve taburculuk süresi arasındaki ilişkiyi gösteren veri dağılım grafiği	46
<b>Şekil 4.8.</b> Chiari malformasyonu ameliyatı ve intraventriküler hava görülmesi arasındaki ilişki	47
<b>Şekil 4.9.</b> Chiari malformasyonu ameliyatı ve pnömosefali ilişkisi	47

## RESİMLER LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Resim 2.1.</b> Oturur pozisyon (Yüksek Fowler pozisyonu)	29
<b>Resim 2.2.</b> Yarı oturur pozisyon (Semi Fowler pozisyonu)	29
<b>Resim 2.3.</b> Oturur pozisyonunun varyasyonları	30

## TABLOLAR LİSTESİ

	Sayfa
<b>Tablo 2.1.</b> Beyin tümörlerinin DSÖ tarafından derecelerine göre sınıflandırılması	4
<b>Tablo 2.2.</b> Beyin tümörlerinin derecelerine göre özellikleri	5
<b>Tablo 2.3.</b> Beyin tümörüyle ilişkili risk faktörleri	6
<b>Tablo 2.4.</b> Venöz hava embolisinin saptanmasında kullanılan metotların karşılaştırılması	14
<b>Tablo 2.5.</b> VHE değerlendirme ölçekleri	24
<b>Tablo 4.1.</b> Verilerin toplandığı tarihte hasta mortalitesi ve hastaların perioperatif ekokardiyografi ile değerlendirilme durumları	38
<b>Tablo 4.2.</b> Vakaların lezyon türüne göre ve tümör sınıflamasına göre dağılımı	38
<b>Tablo 4.3.</b> Hastalarda perioperatif komplikasyonların görülme sıklığı	39
<b>Tablo 4.4.</b> Hastaların demografik bilgileri	40
<b>Tablo 4.5.</b> Yarı oturur pozisyonda cerrahi süresi ve hastanede kalış süreleri	40
<b>Tablo 4.6.</b> Hava embolisi varlığı ve ASA skorunun taburculuk süresine etkisi	42
<b>Tablo 4.7.</b> Hava embolisi varlığı ve ASA skorunun YBÜ yatış süresine etkisi	43
<b>Tablo 4.8.</b> Hava embolisi dışındaki perioperatif komplikasyonların ameliyat süresi ile ilişkisi	43
<b>Tablo 4.9.</b> Hava embolisi varlığının ve EtCO <sub>2</sub> ölçümlerinin hipotansiyon sıklığı ile ilişkisi	44
<b>Tablo 4.10.</b> Komplikasyon gelişme durumunun YBÜ yatış süresi ve taburculuk süresi üzerine etkisi	45
<b>Tablo 4.11.</b> Ameliyat süresinin taburculuk süresine etkisi	45
<b>Tablo 4.12.</b> Hastalarda VHE görülmesi ASA skoru ve arasındaki ilişki	46
<b>Tablo 4.13.</b> Chiari malformasyonu sebebiyle ameliyat olan hastalarda komplikasyon görülme sıklığının diğer hasta grupları ile karşılaştırılması	47
<b>Tablo 4.14.</b> Hava embolisi varlığında EtCO <sub>2</sub> düşüşü ve pCO <sub>2</sub> artışındaki değişim	48
<b>Tablo 4.15.</b> VHE gelişen ve gelişmeyen grupta EtCO <sub>2</sub> düşüşü ve pCO <sub>2</sub> artışı arasındaki ilişki	48

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 4.16.</b> EVD, Şant ve pre-op hidrosefali bulunması ile pnömoşefali görölmesi üzerine etkisi	49
<b>Tablo 4.17</b> Replasman sıvılarının türü ve kullanım miktarları	49
<b>Tablo 4.18.</b> VHE olan ve olmayan grupta sıvı replasmanlarının karşılaştırılması	50

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Yarı oturur pozisyon olarak da bilinen semi-fowler pozisyonu, cerrahi sırasında hastanın başının 45 ila 60 derece yükseltildiği bir yatak pozisyonudur. Nöroşirurjikal girişimlerde yarı oturur pozisyon, De Martel tarafından klinik uygulamaya girişinden bu yana çok yol kat etmiştir <sup>1</sup>. Bu pozisyonun lateral dekübit ve yüzüstü pozisyona göre çeşitli cerrahi avantajları vardır ve titiz anestezi teknikleriyle uygun şekilde kullanıldığında, oturur ve yarı oturur pozisyon, cerrahi erişim için güvenli bir yol sağlar <sup>2</sup>.

Yarı oturur pozisyon, özellikle posterior fossa lezyonlarına yönelik girişimlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Scheller ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, yarı oturur pozisyon, vestibüler schwannom cerrahisi sırasında daha yüksek tam tümör rezeksiyonu oranları ve daha az sayıda fasiyal sinir hasarı ile ilişkilendirilmiştir <sup>3</sup>. Schackert G. ve arkadaşları tarafından yapılan daha yakın tarihli bir çalışma, bu pozisyonun prosedürü hızlandırdığını ve azalmış kan kaybıyla ilişkili olduğunu ileri sürmektedir <sup>4</sup>. Pineal bölge operasyonlarında ise bu pozisyon, serebellumun herhangi bir retraksiyona ihtiyaç duymadan yerçekimi ile aşağı doğru indiği bir koridor sağlamaktadır. Yarı oturur pozisyonda paraspinal venöz pleksus basıncının azalmasının, posterior servikal omurga ameliyatları sırasında da kan kaybını azalttığı düşünülmektedir. Bu pozisyon ayrıca, servikal omurganın enstrümantasyon amacıyla radyolojik olarak görüntülenmesine de izin verir <sup>5</sup>. Yarı oturur pozisyonun; mekanik ventilasyon sırasında hava yolu basıncının azalması, özellikle morbid obez hastalarda fonksiyonel rezidüel kapasitenin korunumu, diyafragma hareketinde daha az bozulma, endotrakeal tüpe daha rahat erişim ve mikro aspirasyonlardan korunma gibi anestezi avantajları da mevcuttur.

Yarı oturur pozisyonun majör komplikasyonları, nörolojik (kuadripleji, pnömocefali ve periferik sinir hasarı) ve kardiyovasküler (venöz hava embolisi, hipotansiyon ve patent foramen ovale varlığında paradoksal arteriyel embolizm) olarak kategorize edilebilir. Bu pozisyonda en sık görülen ve en korkulan risk ise, venöz bölgedeki negatif intravasküler basınç nedeniyle vasküler sisteme hava girmesi ve bunun potansiyel olarak hayatı tehdit eden hava embolisine yol açmasıdır <sup>2</sup>. Hava, dolaşıma girdikten sonra superior vena kavayı geçerek sağ atriyuma, ardından sağ

ventrikülden pulmoner dolaşıma geçerek gaz değişimini engeller ve end-tidal karbondioksidin (EtCO<sub>2</sub>) düşmesine neden olur. Pulmoner dolaşımında bulunan hava hacmi yeterince büyükse, pulmoner vasküler dirençte artışa ve pulmoner hipertansiyona neden olabilir. Büyük hava hacimleri, kalp debisinde azalma ve hipotansiyona yol açan sağ ventrikül çıkış obstrüksiyonuna neden olabilir. Paradoksal arteriyel embolizm vakalarında ise, sisteme giren hava arteriyoller tıkanıklığa, distal hipoperfüzyona ve hipoksiye neden olur. Ortaya çıkan hücresel hasar, doku ödeme ve oksijenasyonun daha da azalmasına yol açar <sup>6</sup>.

Tüm bu komplikasyonların önlenmesi ve erken tanınması amacıyla, American Society of Anaesthesiologists (ASA)'in tavsiye ettiği standart monitörizasyon yöntemlerine ek olarak, invaziv kan basıncı izlemi amacıyla intraarteriyel kanülasyon, sağ atriyumda bulunan havanın aspirasyonunu sağlamak amacıyla santral venöz kateterizasyon ve anestezinin derinliği hakkında daha iyi fikir edinmek için kullanılan elektroensefalogram (EEG) tabanlı monitörizasyon da preoperatif olarak sağlanmalıdır <sup>7,8</sup>.

Biz bu çalışmada oturur pozisyonda yapılan kraniyotomilerde komplikasyonların sıklığını gözden geçirmeyi; ameliyat süresi, komplikasyonlar, komorbiditeler ile taburculuk, yoğun bakım yatışı ve mortalite arasındaki ilişkiyi değerlendirmeyi, mevcut hasta verileri ile komplikasyonlar arasındaki ilişkiyi tanımlamayı amaçladık.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Beyin Tümörleri

Beyin ve diğer SSS (santral sinir sistemi) tümörleri, adolesanlarda ve genç yetişkinlerde en sık görülen ikinci kanser türüdür; daha ileri yaştaki yetişkinlerde ise en sık görülen sekizinci kanser türünü temsil eder <sup>9</sup>. Primer SSS tümörleri tüm kanserlerin yalnızca %1,4 ' nü oluşturmasına rağmen, en agresif tümörler arasında yer alır ve mortalitesi yaklaşık olarak %60'tır. Glial hücrelerden köken alan malign gliomalar en sık görülen primer beyin tümörüdür ve tüm primer beyin neoplazmalarının %80'inden fazlasını oluşturur <sup>10</sup>.

Primer beyin tümörleri; lokal ve sistemik etki ile nörolojik, bilişsel, psikososyal ve ekonomik sorunlara neden olarak bireylerin yaşamlarını önemli derecede olumsuz etkiler <sup>11</sup>. Ancak; maksimum ve güvenli rezeksiyon için ileri cerrahi tekniklerin geliştirilmesi, gelişmiş radyoterapi teknikleri ve klasik adjuvan kemoterapinin rolünün daha iyi anlaşılmasıyla, primer beyin tümörlerine bağlı morbidite ve mortaliteye dair daha iyi sonuçlar elde edilebilmektedir <sup>12</sup>.

Beyin tümörlerinin, farklı kriterlerin (davranış paterni, histolojik olarak köken aldığı hücre tipi, doku tipi, tümör lokalizasyonu, derece) baz alındığı birçok farklı sınıflandırması yapılmıştır <sup>13</sup>.

Beyin tümörlerinin Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından derecelerine göre sınıflandırılması **Tablo 2.1.** ve **Tablo 2.2.**'de özetlenmiştir <sup>14</sup>:



**Tablo 2.1.** Beyin tümörlerinin DSÖ tarafından derecelerine göre sınıflandırılması

	Derece (Grade)	Tümör Tipi
<b>Düşük Dereceli</b>	Derece 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraniofarengjom</li> <li>• Kordomalar</li> <li>• Gangliogliom</li> <li>• Gangliositom</li> <li>• Pilositik Astrositom</li> </ul>
	Derece 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pineositom</li> <li>• Diffüz Astrositom</li> <li>• Oligodendrogliom</li> </ul>
<b>Yüksek Dereceli</b>	Derece 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anaplastik Ependimom</li> <li>• Anaplastik Astrositom</li> <li>• Anaplastik Oligodendrogliom</li> </ul>
	Derece 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glioblastoma Multiforme</li> <li>• Medulloblastom</li> <li>• Ependimoblastom</li> <li>• Pineoblastom</li> </ul>

**Tablo 2.2** Beyin tümörlerinin derecelerine göre özellikleri

	Derece (Grade)	Özellikler
<b>Düşük Dereceli</b>	Derece 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yalnızca cerrahiyle yüksek oranda tedavi edilebilir.</li> <li>• Uzun süreli yaşam beklentisi vardır.</li> <li>• Genellikle benignidir.</li> <li>• İnfiltratif değildir.</li> </ul>
	Derece 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Düşük oranda infiltratiftir.</li> <li>• Nispeten yavaş büyür.</li> <li>• Daha yüksek dereceli bir tümör olarak tekrarlayabilir.</li> </ul>
<b>Yüksek Dereceli</b>	Derece 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maligndir.</li> <li>• İnfiltratiftir.</li> <li>• Daha yüksek dereceli bir tümör olarak tekrarlama eğilimindedir.</li> </ul>
	Derece 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malignitesi en yüksek olan derecedir.</li> <li>• Hızlı büyür ve agresiftir.</li> <li>• Geniş çapta infiltratiftir.</li> <li>• Sıklıkla tekrarlar.</li> <li>• Nekroza eğilimlidir.</li> </ul>

Primer beyin tümörlerinin etiyolojisi net olmamakla birlikte, popülasyonun tümör yatkınlığına atfedilen bazı risk faktörleri mevcuttur (**Tablo 2.3.**)<sup>15</sup>.

**Tablo 2.3.** Beyin tümörüyle ilişkili risk faktörleri

<b>Doğrulanmış Risk Faktörleri</b>	<b>Doğrulanmamış Risk Faktörleri</b>
<b>Çevresel</b>	<b>Çevresel</b>
Yüksek doz iyonize radyasyon maruziyeti	Cep telefonları
<b>Genetik</b>	Alkol
Nörofibromatozis tip 1-2	Viral enfeksiyonlar
Li-Fraumeni sendromu	Sigara
Von Hippel-Lindau hastalığı	Vinil klorür, pestisit ve kauçuk maruziyeti
Tüberosklerozis	Gıda maddelerinde bulunan N-nitrozo bileşikleri
Turcot sendromu	Aspartam maruziyeti
Cowden hastalığı	Elektromanyetik alan maruziyeti
Gorlin sendromu	<b>Genetik</b>
	Genetik polimorfizmler (örneğin; XRCC1)

Bir bireyde beyin tümörü görülme olasılığı, tümörün hücresel kökenine ve konumuna bağlı olarak değişmekle beraber, yaşla birlikte artar ve bu tümörler en sık 55-64 yaşları arasında görülür. İki cinsiyet arasında ise bu sıklık, erkek/kadın oranı 1,5:1 olacak şekilde dağılır (neredeyse yalnızca kadınlarda görülen menenjiyom hariç)<sup>16</sup>. Risk faktörlerine yönelik halen süren tartışmalara rağmen, baş bölgesinin özellikle tedavi amaçlı olarak; X-Ray, Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans (MR) görüntülemeleri sırasında yüksek dozda iyonize radyasyona maruz bırakılması, beyin tümörlerinin gelişiminde kesin olarak rol oynayan risk faktörlerinden bazılarıdır<sup>17-20</sup>. Çeşitli hastalıkların tedavisi için radyoterapiye maruz kalan çocukların, maruziyeti takip eden yaklaşık 15 yıllık süre boyunca, beyin tümörlerine karşı daha hassas oldukları rapor edilmiştir. Radyasyona bağlı beyin tümörleri ise, lösemili çocuk

ve gençlerde nispeten daha yaygın görülmektedir<sup>15</sup>. Nörofibromatozis tip I ve II, Von Hippel-Lindau hastalığı, Tüberosklerozis, Li-Fraumeni sendromu, Cowden hastalığı, Gorlin sendromu ve Turcot sendromu gibi bazı kalıtsal hastalıklar da beyin tümörlerine %2 oranında katkıda bulunur<sup>21, 22</sup>. Cep telefonları, viral enfeksiyonlar, allerjenler, alkol, N-nitrozo bileşikler, bazı kimyasallar ve sigara gibi diğer bazı risk faktörlerinin de beyin tümörlerinin oluşumuna katkısı çelişkilidir. Cep telefonlarının bir risk faktörü olduğuna ilişkin özel bir açıklama bulunmamakla birlikte, DSÖ tarafından, cep telefonu kullanımının kısıtlanması önerilmektedir<sup>15, 23</sup>.

## 2.2. İntrakraniyal Kitle Cerrahisinde Anestezi

### 2.2.1 Preoperatif Yaklaşım

İntrakraniyal cerrahi uygulanacak bir hastanın preoperatif değerlendirmesinde, herhangi bir hastanın rutin değerlendirmesi ve hazırlanmasına ek olarak; nörolojik sistemin, mevcut hastalığa dair özelliklerin ve hastanın komorbiditelerinin gözden geçirilmesine önem verilmelidir. Nörolojik öykü zorunludur. Alınan öykü; lezyonun tipini, yerini, semptomları ve nörolojik problemle ilgili medikasyonu da içermelidir. Sorulan sorular arasında; nöbet geçmişi, nörolojik defisit varlığı, artan kafa içi basıncının (KİB) belirti ve semptomlarından olan baş ağrısı, bulantı, kusma, konfüzyon varlığı, geçici iskemik atak ve inme geçmişi yer almalıdır. Nörolojik muayene; bilinç düzeyinin yanı sıra, duyu ve motor sistemlerin ve kraniyal sinirlerin değerlendirilmesini de içermelidir<sup>24</sup>.

İntrakraniyal cerrahi uygulanacak hastalarda; kan basıncı dalgalanmaları, elektrokardiyografik anormallikler, aritmiler ve miyokard iskemisini veya yetmezliğini içeren kardiyovasküler komorbiditeler yaygındır. Bu durum, miyokard ve otonom sinir sistemi üzerindeki merkezi nörojenik etkilerin bir sonucu olarak ortaya çıkıyor olabilir. Birçok çalışma, perioperatif beta blokör kullanan hastalarda sonuçların iyileştiğini bildirmiştir; ancak daha yeni çalışmalar, kalp hızının iyi kontrol edilmediği veya düşük riskli olan hastalarda perioperatif beta blokör kullanımının etkili olmayabileceğini göstermiştir<sup>25, 26</sup>. Nonkardiyak cerrahi uygulanan hastalar üzerinde yapılan retrospektif bir incelemeye göre, hemoglobinde %35' den daha fazla azalma şeklinde görülen akut cerrahi anemi, beta blokör kullanan hastalarda kardiyak

komplifikasyon riskini arttırmaktadır. Bu durum, beta blokör kullanmakta olan elektif cerrahi hastalar için transfüzyon eşiğinin daha düşük olması gerektiğini düşündürmektedir<sup>27</sup>. POISE çalışması ise, beta blokör kullanan hastalarda, kardiyovasküler olayların primer sonuçlarında önemli bir azalma ve miyokard enfarktüsü oranlarında %30'luk bir azalma olduğunu; ancak 30 günlük inme insidansında ve mortalitede önemli bir artış olduğunu göstermiştir<sup>28</sup>. Perioperatif beta blokör uygulamasına ilişkin güncel kılavuzlar, preoperatif beta blokör kullanımı olan hastalarda perioperatif dönemde de beta blokajın devam ettirilmesi gerektiğini savunmaktadır<sup>29</sup>. Ayrıca, beta blokörlerin titrasyon yapılmadan akut uygulanmasının zararlı olabileceği de vurgulanmaktadır. Statinlerin perioperatif kardiyak sonuçları iyileştirdiği gösterilmiştir. Dolayısıyla preoperatif statin kullanımı olan hastalarda tedaviye devam edilmelidir<sup>29</sup>.

Solunum sisteminin preoperatif incelenmesi ve optimize edilmesi, intraoperatif ve postoperatif yeterli oksijenasyon ve ventilasyonun sağlanması açısından önemlidir. Nörolojik bozuklukları olan hastalarda, nörolojik sonuçları ve sağ kalımı olumsuz etkileyebilecek, mide içeriğinin aspirasyonu ve pnömoni gibi solunum komplikasyonları meydana gelebilir. Beyin hasarlı, subaraknoid kanamalı (SAK) ve inme geçirmiş hastalarda nörojenik pulmoner ödem ortaya çıkabilir. Sigara içme öyküsü ve sigarayı bırakma, preoperatif değerlendirmenin bir parçası olmalıdır<sup>30</sup>. Ancak çoğu çalışma, ameliyat öncesi sigara içmenin majör kardiyovasküler olaylar için bağımsız bir risk faktörü olduğunu gösterememiştir<sup>31</sup>. Sigara, maksimum egzersiz kapasitesini ve endotel aracılı vazodilatasyon gibi kardiyovasküler fonksiyon ölçütlerini azaltır. Dolayısıyla preoperatif kısa süreli sigara bırakmanın bile faydalı olabileceği akla yatkın görünmektedir. Sigarayı bırakma, ideal olarak ameliyattan en az 6-8 hafta önce başlamalıdır; çünkü bu sigaradan uzak kalma süresi, akciğer fonksiyonlarında iyileşme ve genel perioperatif morbiditede azalma ile ilişkilidir<sup>32,33</sup>. Obstrüktif uyku apnesi (OSA) öyküsü, hastaların intraoperatif ve postoperatif bakımını etkileyebilir. Akromegali ve Cushing hastalığı tanıları olan hastalarda, OSA insidansı nispeten yüksektir. OSA'nın klinik semptomları; gündüz uyku hali, aşırı horlama ve bölünen gece uykularını içerir. STOP anketi OSA için onaylanmış bir tarama aracıdır<sup>34</sup>. OSA hastalarının tespiti için; vücut kitle indeksi (VKİ), yaş, boyun çevresi ve cinsiyete ilişkin ek bilgilerin de dikkate alınması gerekmektedir<sup>35</sup>.

Diyabet, böbrek yetmezliği ve karaciğer hastalıkları gibi diğer tıbbi bozukluklar da hastaların anestezi yönetimini etkilemektedir ve preoperatif dönemde optimize edilmelidir. Hiperglisemi, nöroşirurjik sonuçları olumsuz etkiler<sup>36</sup>. Prospektif bir analiz, sıkı glisemik kontrol sonrasında gerçekleştirilen beyin cerrahisi operasyonlarında mortalitenin azaldığını göstermiştir<sup>37</sup>. Genel olarak, hipo ve hiperglisemiden kaçınmak, kan şekeri seviyelerini 100 mg/dL ile 150 mg/dL arasında tutmak amacıyla sık izlem yapmak önerilmektedir<sup>24</sup>.

Preoperatif dönemde beyin cerrahisi hastaları; kanama, dehidratasyon, diüretik uygulaması, mannitol uygulaması ve sıvı kısıtlaması nedeniyle intravasküler hacimde hızlı değişiklikler gösterebilirler. Nöroşirurji hastalarının sıvı yönetiminde; intravasküler hacmin restorasyonu, serebral perfüzyon basıncının korunması, hiperglisemik ve hipotonik sıvılardan kaçınılması ön plana çıkar<sup>38</sup>. Plazma ozmolalitesini değiştirmedikleri ve dolayısıyla beyin ödeme eğilim yaratmadıkları için plazmalit ve %0,9 salin gibi izoozmolar solüsyonlar kullanılır. Plazma ozmolalitesinin azalması, bunun sonucunda beyin ödeminin kötüleşmesi nedeniyle glukoz içeren solüsyonlar ve Ringer Laktat gibi hipoozmolar solüsyonlardan kaçınılır<sup>39</sup>.

Preoperatif muayenede; hastanın düzenli olarak kullandığı ilaçlar özenle sorgulanmalıdır. Antiepileptik ilaç kullanımı olan hastalarda, bu ilaçların intraoperatif farmakokinetik etkileşimlerinin görüldüğü bilinmektedir. Ameliyat öncesi deksametazon uygulanan hastalar, dikkatli takip gerektiren yüksek kan şekeri düzeylerine ulaşabilirler<sup>40, 41</sup>. Antiplatelet ajan veya antikoagülan kullanımı olan hastalarda, bu tedavileri ameliyattan önce durdurma kararı tartışmalıdır ve planlamanın ideal olarak ameliyat öncesi değerlendirme sırasında açıklığa kavuşturulması gerekir<sup>42, 43</sup>. Kanama riski yüksek cerrahilerde orta-yüksek trombotik risk içeren elektif vakalara yönelik öneriler; aspirine devam edilmesi, ancak klopidogrel kesilmesi; nörolojik ve kardiyovasküler risklerin düşük olduğu elektif vakalara yönelik öneriler ise tüm antiplatelet ajanların kesilmesi gerektiğini göstermektedir (Aspirin için 7 gün, Klopidogrel için 10 gün ve Tiklopidin için 14 gün)<sup>43, 44</sup>. Çıplak metal stenti bulunan ve ikili antiplatelet tedavi alan hastalarda nonkardiyak elektif cerrahiden önce bu tedavinin sonlandırılabilmesi için, stentin takıldığı günden itibaren en az 30 gün geçmiş olması gerekmektedir. İlaç salınımlı

stenti olan hastalarda ise bu süre 6 aydır. Her iki hasta grubunda da implantasyondan sonraki ilk 4 ila 6 haftalık sürede acil nonkardiyak cerrahi planlanıyorsa; kanama riski, stent trombozunu önlemenin yararına ağır basmadığı sürece ikili antiplatelet tedaviye devam edilmelidir <sup>45,46</sup>. Varfarin gibi ajanlarla antikoagülasyon uygulanan hastaların, tedavinin durdurulması için gereken zaman aralığını (ameliyattan önce 4-5 gün) ve bu aralıkta düşük molekül ağırlıklı heparin ve/veya fraksiyone olmayan heparin ile antikoagülasyonun gerekli olup olmadığını belirlemek için daha fazla değerlendirmeye ihtiyaçları vardır <sup>42</sup>.

Hipoksemi ve hiperkarbi, sekonder nörolojik hasarı şiddetlendirdiğinden, preoperatif muayenede zor havayolunun tespit edilebilmesi, bu hastalarda perioperatif havayolu yönetimi sırasında oldukça değerli olacaktır. Zor havayoluna katkıda bulunan çok sayıda faktör olmasına rağmen, nöroşirürjide bu durum sıklıkla hipofizer, kraniyofasiyal patolojilerde ve kronik omurga patolojilerinde görülür. 1612 nöroşirürjik vakanın incelendiği bir çalışmada, hastaların %17'sine fiberoptik entübasyon uygulandığı belgelenmiştir <sup>47</sup>.

Beyin cerrahisi hastalarında %30-33'lük hematokrit (Hct), oksijen taşıma kapasitesi ve viskozitenin optimal kombinasyonunu sağlar <sup>38</sup>. Preoperatif laboratuvar testlerinde ölçülen hemoglobin (Hb) düzeyinin, önemli kan kaybıyla ilişkili cerrahi prosedürler uygulanacak hastalarda, ortaya çıkabilecek transfüzyon ihtiyacını öngördüğü gösterilmiştir <sup>48</sup>. Dolayısıyla, perioperatif transfüzyonun planlanmasına yardımcı olmak için bu parametre kullanılabilir. Herhangi bir komorbiditesi bulunmayan hastalarda, rutin preoperatif pıhtılaşma testlerinin kanamayı öngörmeye herhangi bir rolü yoktur. Bu testleri isterken, hemostatik mekanizmaları etkileyebilecek antitrombotik ilaç kullanım öyküsü de dikkate alınmalıdır. Anormal hemostaz varlığında hem tarama testleri hem de spesifik testler, bozukluğun kusurlu trombin üretimi ve pıhtı oluşumundan mı yoksa trombosit fonksiyon bozukluğundan mı kaynaklandığını belirlemede yardımcı olacaktır. POCT (Point-of-Care Testing)'deki yenilikler, klinisyene intraoperatif transfüzyon yönetimi ve hemostatik tedavi konusunda rehberlik edebilir <sup>49</sup>.

Yarı oturur pozisyonda gerçekleştirilen vakalarda ortaya çıkabilecek komplikasyonlardan olan venöz hava embolisi (VHE), patent foramen ovale (PFO) varlığında paradoksal arteriyel emboli (PAE)'ye yol açabilir. Dolayısıyla, preoperatif

dönemde, görüntüleme teknikleriyle PFO varlığının veya yokluğunun kesinleştirilmesi değerlidir. Günümüzde PFO'nun tespitinde kullanılan iki ana yöntem transtorasik ekokardiyografi (TTE) ve transözofageal ekokardiyografi (TÖE)'dir <sup>2</sup>. Duyarlılığı ve özgüllüğü yüksek olan, ancak özellikle sağ-sol şantı küçük olanlar olmak üzere tüm hastalarda tarama için uygun olmayabilen TTE ile karşılaştırıldığında TEE, PFO varlığının saptanmasında altın standart olarak kabul edilmektedir <sup>50</sup>. Ekokardiyografi sırasında, sağdan sola şantların varlığını tespit etmek için kabarcık çalışması ve Valsalva manevrası yapılır. Küçük kabarcıklar, bir tuzlu su çözeltisinin şırıngada az miktarda hava ile karıştırılması ve bunun periferik bir damara hızlı bir şekilde enjekte edilmesiyle oluşturulur. Valsalva manevrası, fonksiyonel bir PFO'yu gizleyen gizli bir septumu açmak için sağ atriyal basıncı yükseltir <sup>51</sup>. Hastaların TEE kullanılarak değerlendirildiği bir Fransız PFO-ASA çalışmasında PFO, sol atriyumda en az üç kontrast kabarcığının ortaya çıkması olarak tanımlandı <sup>52</sup>. Kriptojenik inmelerin nedenini araştıran bir başka çalışmada ise PFO, sol atriyumda birden fazla kontrast kabarcığının ortaya çıkması olarak kabul edildi ve araştırmacılar, büyük bir şant için sol atriyumda ondan fazla kabarcık varlığını eşik değer olarak kullandılar <sup>53</sup>.

### **2.2.2. Perioperatif Dönem**

#### **Monitörizasyon**

Yarı oturur pozisyon artmış venöz hava embolisi riski nedeniyle yakın takip gerektirir. İntraoperatif izlem, intrakraniyal kitle cerrahisinde nöroanestezi için rutin olan EKG, pulse oksimetre, kapnografi, invaziv arteriyel kan basıncı, ısı ve idrar çıkışı monitörizasyonuna ilave spesifik monitörizasyon metotlarını gerektirir <sup>7</sup>. Eğer daha önce var olan bir intrakraniyal basınç artışı biliniyorsa arteriyel kanülasyon indüksiyon öncesi yapılabilir. İnvaziv arteriyel monitörizasyon, basıncı sürekli olarak atımdan atıma ölçmek ve sık kan gazı analizi için endikedir. Transdüser, mastoid kemik seviyesinde sıfırlanmalı ve serebral perfüzyon basıncı hesaplanmalıdır. Venöz hava embolisi meydana gelirse havanın aspirasyonu gerekli olabileceğinden, bu pozisyonda ameliyat olacak hastalara internal juguler venöz kateter yerleştirilmelidir <sup>8</sup>. Yapılan in vitro çalışmaya göre süperior vena cava ve sağ atrium bileşkesine yerleştirilen santral venöz kateter hava embolisi aspirasyonunda diğer yerleşimlere üstündür <sup>54</sup>. EKG kılavuzluğunda santral venöz kateterizasyonda doğru yerleşim oranının %96 civarında



olduğu gösterilmiştir <sup>55</sup>. Venöz hava embolisini tespit etmek için çeşitli monitörler kullanılabilir.

**Prekordiyal Doppler (PKD)**, hava embolisini tespit etmek için kullanılan invaziv olmayan izleme cihazlarının en hassas olanıdır ve  $0,015 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  kadar az miktarda intrakardiyak havayı tespit edilebilir <sup>56</sup>. Hasta nihai cerrahi pozisyondayken sağ parasternal bölgede atriya yerleştirilir. Proben konumunun doğrulanması venöz hava embolisinin erken tanısı için hayati öneme sahiptir. Santral venöz kateter yoluyla  $0,25\text{-}1 \text{ ml}$  hava veya  $3\text{-}5 \text{ ml}$  hava ile karıştırılmış salin solüsyonu enjekte edilerek probun konumu doğrulanabilir, alternatif olarak doğrulama için periferik venöz kateter de kullanılabilir. Prekordiyal doppler subjektif ve niceliksel olmayan bir yöntem olduğundan tanısal yanlış negatiflerle sonuçlanabilir. Anestezist hava kalp boşluklarına girdiğinde oluşan prekordiyal doppler sesine referans olması açısından daha önceden aşına olmalıdır <sup>57</sup>.

**Transözofageal ekokardiyografi (TÖE)**, prekordiyal doppler'den daha duyarlıdır ancak invazivdir, pahalıdır ve özofagus hasarı gibi komplikasyonlarla ilişkilendirilebilir <sup>58</sup>. Transözofageal ekokardiyografi, paradoksal hava embolisi tanısı koymasının yanı sıra, hava embolisi tanısı için en hassas invaziv yöntemdir <sup>59</sup>. Popülasyonun %35' inde mevcut olabilen ve paradoksal merkezi sinir sistemi embolisi ile sonuçlanabilen patent foramen ovale' in teşhisi için esastır. TÖE, kalpteki  $0,01\text{-}0,19 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  arasındaki küçük hava hacimlerinin teşhisine olanak sağlar <sup>60</sup>. Kapnografide herhangi bir değişiklik olmaksızın TÖE kullanılarak hava embolisi tanısı konulduğu takdirde, hava embolisinin herhangi bir hemodinamik dengesizliğe neden olmasının muhtemel olmadığı sonucuna varılmıştır. Her ne kadar en hassas yöntem olsa da transözofageal ekokardiyografinin rutin kullanımı her vakada hava embolisi tanısının konulacağını garanti etmez <sup>61</sup>.

**End-tidal karbondioksit (EtCO<sub>2</sub>)**, venöz hava embolisi durumunda hipotansiyonun eşlik ettiği ani düşüşle tanıyı sağlayabilecek en yaygın ve en kolay izleme yöntemidir. EtCO<sub>2</sub>'de  $2 \text{ mmHg}$ 'lik bir değişiklik venöz hava embolisinin bir göstergesi olabilir. Bu nedenle özellikle yüksek riskli prosedürlerde alarm alt sınırı bu küçük azalmayı bile algılayacak şekilde ayarlanmalıdır <sup>62</sup>. Maalesef EtCO<sub>2</sub> monitörizasyonu çok spesifik değildir ve sistemik hipotansiyon durumunda güvenilirliğinin değerlendirilmesi zordur. Ayrıca spontan soluyan hastalarda üst

solunum yolu obstrüksiyonu, ağız solunumu ve solunum hızındaki değişiklikler veya gaz analiz cihazı portunun mukusla tıkanması sebebiyle bu monitör güvenilir hale gelebilir <sup>63, 64</sup>.

**End-tidal nitrojen (EtN<sub>2</sub>)** ölçümü, venöz hava embolisi tanısında faydalı olabilir. Ancak çoğu anestezi departmanında bu imkân bulunmamaktadır. EtN<sub>2</sub>'deki %0,04 kadar düşük değişiklikleri ölçen en hassas gaz analizi yöntemidir <sup>65</sup>. EtN<sub>2</sub>'deki değişikliklerin EtCO<sub>2</sub>'deki değişikliklerden 30-90 saniye önce meydana geldiği gösterilmiştir <sup>66</sup>. Duyarlılık büyük boluslu venöz hava embolileri sırasında EtCO<sub>2</sub>'yi aşar ancak daha yavaş sürüklenen hacimlerde daha az duyarlı olabilir <sup>67</sup>. Hasta %100 oksijen soluduğunda ekspirasyon gaz monitöründe nitrojenin bulunması yüksek oranda VHE' i düşündürür. Ne yazık ki tüm anestezik monitörlerin EtN<sub>2</sub>'yi ölçme özelliği yoktur ve taşıyıcı gaz olarak nitroz oksit kullanılıyorsa bu yöntem kullanışlı değildir. Ayrıca hava embolisi sonrası EtN<sub>2</sub>'nin erkenden artışı pulmoner dolaşımdan havanın temizlendiğini gösterebilir fakat yöntem hipotansiyon nedeniyle sınırlıdır <sup>64</sup>.

**Pulse oksimetri**, görülen oksijen saturasyonundaki değişiklik VHE'nin geç bir bulgusudur ve hastalar genellikle ameliyat sırasında genel olarak yüksek FiO<sub>2</sub> ile ventile edildikleri için ciddi bir fizyolojik bozukluk gerektirir. Transkutanöz oksijen ve karbondioksit ölçümleri hassasiyeti en düşük ölçümlerdir. SpO<sub>2</sub>'deki bir düşüş venöz hava embolisini doğrulayabilir ancak yüksek solunan oksijen konsantrasyonları kullanılıyorsa venöz hava embolisine rağmen oluşmayabilir. Artan şant VHE sırasında oldukça erken dönemde ortaya çıkar, bu nedenle solunan oksijenin VHE tedavisinde erken dönemde artırılması gerekir <sup>68</sup>.

**Transkraniyal Doppler'** in VHE tanısındaki rolü, patent foramen ovale varlığında arteriyel hava embolizminin tanımlanmasıyla sınırlıdır. Valsalva manevrasının kullanılmasıyla bu yöntemin duyarlılığının arttığı gösterilmiştir <sup>61</sup>. Transözofageal ekokardiyografi, interatriyal septum ve PFO'nun doğrudan görüntülenmesine olanak sağlarken; transkraniyal Doppler (TKD), PFO varlığında intravenöz hava enjeksiyonu sonrasında orta serebral arterde tespit edilen mikrokabarcıklara dayanan oldukça hassas dolaylı bir yöntemdir <sup>69</sup>.

**Pulmoner arter kateteri**, venöz hava embolisini (0.25 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>) nispeten duyarsız bir şekilde ölçen bir monitördür <sup>65</sup>; duyarlılığı prekordiyal dopplerden daha düşüktür ve kullanımını gerektiren başka bir komorbiditesi olmayan bir hasta için

fazlasıyla invazivdir. Pulmoner arter kateterinin küçük kalibreli lümeninden hava çekme yeteneği sınırlıdır. Dolayısıyla pulmoner arter kateterinin kullanımı, kalp debisi veya mikst venöz saturasyon için bir izleme aracı olarak kullanılmasından fayda görebilecek önemli komorbiditeleri olan hastalarla kısıtlıdır<sup>7</sup>. Kapnografi ve pulmoner arter basıncı izleme, venöz hava embolisi tanısı için benzer hassasiyetlere sahiptir<sup>70</sup>. Ek olarak sol ve sağ atriyumlar arasındaki basınç farkı paradoksal hava embolisi riskinin değerlendirilmesine yardımcı olabilir<sup>71</sup>.

**Özofagus stetoskopunun** hassasiyetinin hava embolisinin tespit etmede çok düşük olduğu gösterilmiştir ( $1,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ). Klasik 'değirmen çarkı' üfürümünün duyulması için önemli miktarda havanın içeri çekilmesi gerekir ve bu genellikle zaten kardiyovasküler kollaps belirtileriyle birliktelik gösterir. VHE' i tespit etmek için daha hassas, invaziv olmayan monitörlerin bulunmasıyla, özofagus stetoskopunun klinik kullanımı çok azalmıştır<sup>56</sup>.

**Elektrokardiyogramdaki** değişikliklerin VHE tespiti açısından hassasiyeti düşüktür. Değişiklikler yalnızca hızlı hava girişi durumunda erken dönemde görülür ve bunun dışında genellikle zaten bozulmuş olan kalp durumunu yansıtır<sup>72</sup>. Hayvan çalışmalarında 12 derivasyonlu elektrokardiyogramda görülen ilk değişiklik sivri P dalgalarıdır. İnsanlarda ilk önce ST-T değişiklikleri kaydedilir, bunu supraventriküler ve ventriküler taşiaritmiler takip eder<sup>73</sup>. Çalışmalar EKG'nin olguların %15 ile %27' inde normal olduğunu göstermiştir<sup>74</sup>.

**Tablo 2.4.** Venöz hava embolisinin saptanmasında kullanılan metotların karşılaştırılması

Saptama Metodu	Sensitivite (ml/kg)	Kullanılabilirlik	İnvazivlik	Sınırlamalar
TÖE	Yüksek (0,02)	Düşük	Yüksek	Uzmanlık gerekli, pahalı, invaziv
Prekordiyal Doppler	Yüksek (0,05)	Orta	Yok	Obez hastalar
PA Kateter	Yüksek (0,25)	Orta	Yüksek	Küçük kalibreli lümen, sabit mesafe
TK Doppler	Yüksek	Orta	Yok	Uzmanlık gerekli
EtN <sub>2</sub>	Orta (0,5)	Düşük	Yok	N <sub>2</sub> O kullanımı, Hipotansiyon
EtCO <sub>2</sub>	Orta (0,5)	Orta	Yok	Pulmoner hastalık
Oksijen Satürasyonu	Düşük	Yüksek	Yok	Geç değişiklikler
Özofageal Stetoskop	Düşük (1,5)	Yüksek	Düşük	Geç değişiklikler
EKG	Düşük (1,25)	Yüksek	Düşük	Geç değişiklikler

## Nörofizyolojik Monitörizasyon

İntraoperatif nöromonitorizasyon, operasyon süresince cerrahi manipülasyonların etkilerini en aza indirmek ve nörolojik morbiditeyi azaltmak için uygulanan teknikleri kapsar. Somatosensöriyel uyarılmış potansiyeller (SSEP) periferik sinirler üzerindeki duyu yollarında üretilen ve periferik ve merkezi iletim yolları yoluyla kortekse doğru rostral olarak yayılan elektrofizyolojik tepkilerin bir ölçüsüdür. Tipik olarak median/ulnar ve tibial sinirler yoluyla periferik sinirlere stimülasyon yoluyla elde edilir. Alt ekstremitede popliteal fossadan ve üst ekstremitede Erb noktasından, omurganın dorsal kolonundan ve somatosensöriyel korteksten gelen yanıtların kaydedilmesini içerir. SSEP skolyoz düzeltme, omurilik dekompresyonu ve stabilizasyon prosedürlerinde, brakial pleksus ameliyatlarında, tümör rezeksiyonlarında, intrakraniyal anevrizmaların kliplenmesinde ve karotis endarterektomisinde intraoperatif olarak endikedir. Motor uyarılmış potansiyeller (MEP) serebral korteks veya spinal korda direk veya indirekt uyarı verilerek piramidal hücrelerde aksiyon potansiyeli oluşturmakla başlatılır, merkezi sinir sisteminden kortikospinal yollar ve alfa motor nöronları boyunca kasa gelen uyarı çeşitli motor yapılardan kaydedilir. MEP'ler kortikospinal yolların ve anterior omurilik yollarının bütünlüğünü değerlendirmek için kullanılır. İntraoperatif MEP'ler omurilik parankiminin risk altında olduğu ve motor defisit olabilecek herhangi bir ameliyatta örneğin; anterior spinal prosedürler, spinal stenozda geniş dekompresyon, spinal nörovasküler cerrahi, intradural intramedüller kitleler, skolyoz cerrahisi, serebellopontin açığı ve beyin sapındaki cerrahi prosedürlerde endikedir. EMG, kasın elektriksel aktivitesinin kaydedilmesidir. EMG kaydı sırasında izlenen değişiklikler, o kası innerve eden sinirin fonksiyonlarında bir değişiklik olduğunu yansıtır. Teknik olarak herhangi bir kas grubu monitörize edilebileceği gibi, esasen operasyon bölgesine özel monitörizasyon bölgeleri izlenmelidir (yüz kasları, dil, ekstremiteler). Pedikül vidalarının yerleştirilmesi, sinir köklerinin risk altında olduğu dekompresyon, skolyoz deformitesinin düzeltilmesi, disk herniasyonu ve/veya spondiloza sekonder radikülopati ve sinir kökü tutulumu olan tümörlerin çıkarılmasını içeren cerrahi prosedürler sırasında motor sinir kökü mekanik aktivasyonunu ve bozulmasını tespit etmek için kullanılır<sup>75</sup>. Vizüel uyarılmış potansiyeller (VEP) göz kapakları kapalı iken retinanın flaş uyarılması sonrasında görsel korteksten kaydedilen görsel yolağın (optik

sindir, optik kiazma, lateral genikülat yapı, optik dallanmalar ve kortikal görsel korteks) duyusal uyarılmış potansiyelleridir. Potansiyel olarak parasellar bölge cerrahisinde kullanımı faydalı olabilir. VEP monitorizasyonunun kısıtlı olmasının nedeni, aynı bireyde kullanımında bile kayıt farklılıkları olması, inhalasyon ajanlarından etkilenmesi, ve mevcut tekniklerin yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır <sup>76</sup>. Aynı şekilde SSEP ve MEP ölçümleri inhalasyon anesteziğinden daha fazla olmakla birlikte, intravenöz anesteziğle de amplitüd düşüşü ve uzamış latens göstermiştir <sup>77</sup>.

Entropi ve Bispektral indeks (BIS) EEG tabanlı monitorizasyonlardır. Bispektral İndeks (BIS), anesteziğin hipnotik etkilerini ölçmek için özel olarak geliştirilmiş, yeniden işlenmiş bir EEG parametresidir. Klinik fayda çalışmaları aynı zamanda BIS izlemenin anesteziğin daha iyi titre edilmesine olanak sağladığını, bunun sonucunda da daha az hipnotik ilaç kullanımı ve daha iyi iyileşme sağladığını göstermiştir <sup>78</sup>. Sedasyon için BIS değerlerinin 65-85 arası, genel anestezi için ise 45-60 arası değerler önerilir. 40 BIS değerlerinin altı kortikal baskılama, 20'nin altı burst supresyon, 0 ise kortikal sessizlik olarak nitelendirilir <sup>79</sup>. Daha yüksek anesteziğ konsantrasyonları EEG'de daha düşük anesteziğ konsantrasyonlarına göre daha fazla düzen ve daha az rastgelelik gösterir. Entropi bu düzenlilik miktarını ölçer <sup>80</sup>. Entropinin iki ayrı bileşeni vardır; state entropy (SE) ve yanıt (response, RE) entropy. Farklı frekans aralıkları ile SE kortikal aktiviteyi, RE ise frontal kasların EMG sinyalini değerlendirir. SE ve RE değerlerinin 40-65 arasında olması hastanın uygun anestezi derinliğinde olduğunu gösterir. RE ve SE'de 10'dan fazla artış hastanın ağrı hissetmesi veya nöromuskuler blokajın ortadan kalkmaya başlamasıyla ilişkilendirilmiştir <sup>81</sup>. BIS cihazlarının da frontal kaslar aracılı EMG ölçüm özelliği bulunmaktadır. BIS yoğun bakımda da prognostikasyon açısından değerlidir. Kraniyotomi sonrası yoğun bakımda izlenen hastaların BIS değerlerindeki dalgalanma nörolojik komplikasyonlarla ilişkili olarak bulunmuştur <sup>82</sup>. Acil beyin cerrahisi hastalarında propofole karşı BIS reaktivitesinin kaybı, kötü fonksiyonel sonuçları öngörmüştür <sup>83</sup>.

## İndüksiyon

Oturur pozisyonda opere edilecek hastaların indüksiyonunda farklı yaklaşımlar mevcuttur fakat son dönemde yapılan çalışmalarda sıklıkla indüksiyonda propofol, tiyopental gibi intravenöz ilaçlara başvurulmaktadır<sup>84</sup>. Fentanil veya alfentanil gibi kısa etkili opioidler, laringoskopi ve entübasyon sırasında hipertansif yanıtları azaltmak için kullanılır. Kas gevşemesini sağlamak ve endotrakeal entübasyonu kolaylaştırmak için rokuronyum veya atrakuryum gibi depolarizan olmayan bir nöromüsküler ajan verilir. Öksürüğün neden olduğu kafa içi basınç (KİB) artışını önlemek için nöromüsküler blokaj için yeterli sürenin tanınması önemlidir. Modifiye hızlı ardışık entübasyon (RSI) tekniği, hava yolunun derhal güvenliğini sağlamak ve kafa içi basınçtaki herhangi bir geçici artışı önlemek için kullanılabilir. Mayfield pinlerinin uygulanmasına hipertansif yanıtı önlemek için sıklıkla kısa etkili opioidlerin boluslarının kullanılması tercih edilir<sup>85</sup>.

Ameliyat sırasında endotrakeal tüpün (ETT) bükülmesini önlemek için güçlendirilmiş veya spiralli ETT kullanılabilir ve yapışkan bantlar kullanılarak yerine sabitlenebilir. ETT bağları serebral venöz drenajı engelleyebileceği ve kafa içi basıncı artırabileceği için kullanılmamalıdır. Ameliyat sonrası bulber disfonksiyonla ilgili herhangi bir endişe varsa nazogastrik tüp yerleştirilmelidir. Hastaların gözleri koruyucu göz bandı ile kapatılarak ve su geçirmez pansuman ve dolgu uygulanarak ameliyat sırasında oluşabilecek hasarlardan korunur<sup>86</sup>.

## İdame

Nöroanestezide ilaç seçimi hastaların sonucunu doğrudan etkileyebilir. Beyin cerrahisinin amacı perfüzyon-metabolizma eşleşmesini etkilemeden serebral kan akışını (SKA) ve KİB' i azaltmaktır. Propofol ve remifentanil gibi ultra kısa etkili opioidlerin kullanıldığı total intravenöz anestezi (TIVA), çok çeşitli nöroşirurjik veya nöroradyolojik prosedür geçiren intrakraniyal kitle hastaları için güvenli bir anestezi tekniğidir. İdame için inhalasyon ajanı (örneğin sevofluran) da kullanılabilir, ancak TIVA daha iyi bir postoperatif iyileşme profili sağlayabilir ve inhalasyon anestezi ajanlara kıyasla postoperatif bulantı ve kusma (POBK) riskini azaltabilir. Zhou ve ark., sevofluran-remifentanil kombinasyonunun, intravenöz propofol-remifentanile kıyasla daha yüksek intraoperatif hipotansiyon, beyin ödemi ve postoperatif bulantı ve kusma

insidansı ile ilişkili olduğu sonucuna vardı <sup>87</sup>. İntraoperatif motor uyarılmış potansiyel nöromonitörizasyonun uygun şekilde kullanımı için TIVA gereklidir <sup>88</sup>.

Elektif beyin cerrahisi hastalarında intravenöz propofol ile inhalasyon ajanlarını karşılaştıran uzun vadeli sonuçları inceleyen çalışmalar, bir tekniğin diğerine göre faydasını kesin olarak göstermede başarısız olmuştur. Bu nedenle elektif beyin cerrahisi hastasında anestezinin idamesinde inhalasyon ajanlarının kullanımı kabul edilebilir bir alternatiftir <sup>88</sup>.

Nöroanesteziye nitroz oksitten (N<sub>2</sub>O) kaçınılır çünkü serebral vazodilatasyona neden olarak KİB artmasına neden olabilir. N<sub>2</sub>O ayrıca pnömoşefaliyi şiddetlendirir ve POBK riskini artırır.

Remifentanil ultra kısa etkili bir opioiddir ve m-reseptörleri için seçici bir agonisttir. Kullanıldığında genellikle serebral metabolizma hızını (CMR) azaltır ve ICP üzerinde minimum etkiye sahiptir. Remifentanilin kardiyovasküler etkisi esas olarak bradikardi ve sistemik kan basıncının azalmasıdır <sup>89</sup>. Remifentanil ve propofolün kombine kullanımının serebral oteoregülasyonu koruduğu ve intraoperatif olarak başka nöromüsküler ajanlara olan ihtiyacı azalttığı düşünülmektedir <sup>90</sup>. Remifentanilin kısa bağlanma duyarlı yarı ömrünün (context sensitive half-time) ameliyatın sonunda remifentanil infüzyonu kesildiğinde hastanın daha uzun etkili opioide ihtiyaç duyması anlamına geldiği unutulmamalıdır.

Deksmedetomidin, sedatif, anksiyolitik ve analjezik özelliklere sahip oldukça seçici bir α-2 adrenoreseptör agonistidir. Sedatif ve anksiyolitik etkileri, locus coeruleus'taki noradrenalin nöronları aracılığıyla oluşur. Postsinaptik membran uyarılabilirliğini azaltır, sempatik uyarımı engeller, katekolamin seviyelerini düşürür ve dolayısıyla ameliyat sonrası stres tepkisini azaltır. Deksmedetomidinin kardiyovasküler etkileri, noradrenalin salınımını inhibe ederek ve periferik vazokonstriksiyona neden olarak vasküler düz kaslar üzerindeki etkileri aracılığıyla sağlanır. Düşük konsantrasyonlarda deksmedetomidin bradikardi ve hipotansiyona neden olur; yüksek konsantrasyonlarda bradikardi ve hipertansiyona neden olur. Bu olumlu hemodinamik profil, antihipertansif ilaçların intraoperatif kullanımının azalmasına neden olur. Postoperatif dönemde deksmedetomidin opioid ihtiyacını azaltabilir ve hava yolu üzerinde minimum etkiye sahiptir <sup>91</sup>.

İntraoperatif nöromonitörizasyon (İONM), majör ve yüksek riskli kraniyotomiler sırasında intraoperatif nörolojik hasarı tespit etmek ve önlemek amacıyla yaygın olarak kullanılır. Yaygın izleme modları, transkraniyal motor uyarılmış potansiyellerin (TcMEP'ler) ve somatosensoriyel uyarılmış potansiyellerin (SSEP'ler) ölçümünü içerir. Bu potansiyeller, volatil anestezi ajanlarının depresan etkilerine propofolden çok daha duyarlıdır, bu nedenle İONM yapılırken rutin olarak total intravenöz anestezi (TİVA) kullanılır. Bununla birlikte, TcMEP'ler, özellikle daha yüksek dozlara ihtiyaç duyulduğunda propofolün etkilerine karşı da duyarlıdır<sup>92</sup>. Daha yüksek dozlara ihtiyaç duyulduğunda ve/veya TcMEP veya SSEP amplitüdüleri bilinen bir neden olmaksızın azaldığında, propofolü adjuvanlarla kullanmak yaygın bir uygulamadır. Olasılıklar arasında daha yüksek dozlarda opioidlerin kullanılması ve/veya ketamin veya deksmedetomidin gibi propofolün etkilerini güçlendiren adjuvanların eklenmesi yer alır. 0.3-0.5 mcg/kg/saat deksmedetomidin infüzyonunun, uyarılmış potansiyeller üzerinde çok az etkisi vardır veya hiç etkisi yoktur, ancak propofolün hipnotik etkilerini belirgin şekilde güçlendirecek ve böylece propofol uygulama oranında %50'ye kadar bir azalmaya olanak sağlayacaktır<sup>93</sup>.

Deksametazon sıklıkla serebral kan akımını azaltması ve beyindeki fraksiyonel oksijen ekstraksiyonunu artırması nedeniyle tümörle ilişkili beyin ödemi için kullanılır. Bu, KİB' in azalmasına neden olur ve dolayısıyla semptomları hafifletir ve dolayısıyla bu hastalarda yaşam kalitesini artırır. Deksametazonun uzun süreli uygulanması (>2 hafta) hipotalamik hipofiz eksenini baskılayabilir ve ameliyatın akut stresine yanıtı bozabilir. Bu hastalarda perioperatif steroid takviyesi düşünülmelidir<sup>94</sup>.

Deksametazon, diyabetik olmayan hastalarda bile plazma glikoz düzeylerinde artışla ilişkilidir. Hiperglisemi, nöroşirürji hastalarında, özellikle de malign beyin tümörünün primer rezeksiyonunu takiben kötü sonuçlarla ilişkilidir. Deksametazon aynı zamanda POBK riskini azaltmak için antiemetik olarak da kullanılır. Ancak hipofiz adenomunun transsfenoidal rezeksiyonu yapılan hastalarda deksametazondan kaçınılmalıdır. Perioperatif dönemde hipotalamik hipofiz ekseninin monitörizasyonunu bozabilir ve deksametazon supresyon testini engelleyebilir<sup>40</sup>.



## Venöz Hava Embolisi

Venöz hava embolisi (VHE) ciddi bir nöroşirürjik komplikasyondur. İncelenen literatür modeline bağlı olarak görülme sıklığı 7% ile 78% arasında değişmektedir; ancak çoğu durumda klinik bulgu vermez<sup>95</sup>. VHE' in görülme sıklığındaki bu geniş aralık, muhtemelen bildirilen cerrahi ve anestezi tekniklerinin çok çeşitliliğinden ve kullanılan farklı tanı yöntemlerinden kaynaklanmaktadır<sup>96</sup>. Oturma pozisyonunun faydası hem beyin cerrahisinde hem de nöroanesteziye hala tartışma konusudur. Hastanın dik pozisyonu beyin cerrahına birçok avantaj sunarken, aynı zamanda anestezi uzmanına da birçok zorluk getirir. Her türlü beyin cerrahisi işleminde VHE gelişme riski mevcuttur; ancak hastanın oturur veya yarı oturur pozisyonda olmasını gerektiren işlemlerde görülme sıklığı daha yüksektir<sup>97</sup>. Hastada lateral dekübit, sırtüstü veya yüzüstü pozisyonda da ortaya çıkabilir. VHE ile daha sık ilişkilendirilen prosedürler oturma pozisyonunda kraniyotomi, posterior fossa cerrahisi ve kraniyosinostoz onarımıdır<sup>64</sup>.

Hava embolisi, venöz sistemin iki farklı bölgesinde basınç farkının varlığında meydana gelir ve bu da sağ atriyum ile kranial venöz sinüsler arasında negatif basınca neden olur. Merkezi sinir sisteminin venöz sistemi çevresel basınca maruz kaldığında ve iki bölge arasında en az 5 cm H<sub>2</sub>O farkı olduğunda hava girişi olacaktır. Hava hacmi, hastanın pozisyonu ve cerrahi işlemin türü de dahil olmak üzere çeşitli faktörler klinik tabloya katkıda bulunur. İnsanlarda hava embolisinin letal dozu 3-4 ml/kg'dır. Yetişkinlerde klinik belirtileri tetikleyebilecek venöz sistemdeki hava hacmi 100 ml civarındadır<sup>98</sup>. Hava dolaşıma girdiğinde superior vena kava ve sağ atriyumun içine yerleşir. Bu hava hacminin bir kısmı triküspit kapaktan geçerek pulmoner artere ulaşabilir. Hava miktarı az olduğunda, pulmoner kılcal damarlar yeterli filtreleme yeteneğine sahiptir, ancak hava hacmi daha büyük olduğunda hava, pulmoner kılcal damarlara geçerek vazokonstriksiyona ve ventilasyon perfüzyon oranının bozulmasına neden olur. Bu hava pulmoner arter akışını engelleyerek pulmoner arter basıncı (PAB) artışına, akut sağ kalp yetmezliğine veya sol ventriküler dolumun azalmasına bağlı olarak kalp debisinde düşüğe neden olabilir<sup>57</sup>.

Hastaların %20-30'unda paradoksal embolizme neden olabilecek patent foramen ovale var olabilmektedir. Genellikle fonksiyonel olarak kapalıdır ancak sağ atriyum basıncı sol atriyum basıncını aşarsa açılabilir. Patent foramen ovale (PFO)' in

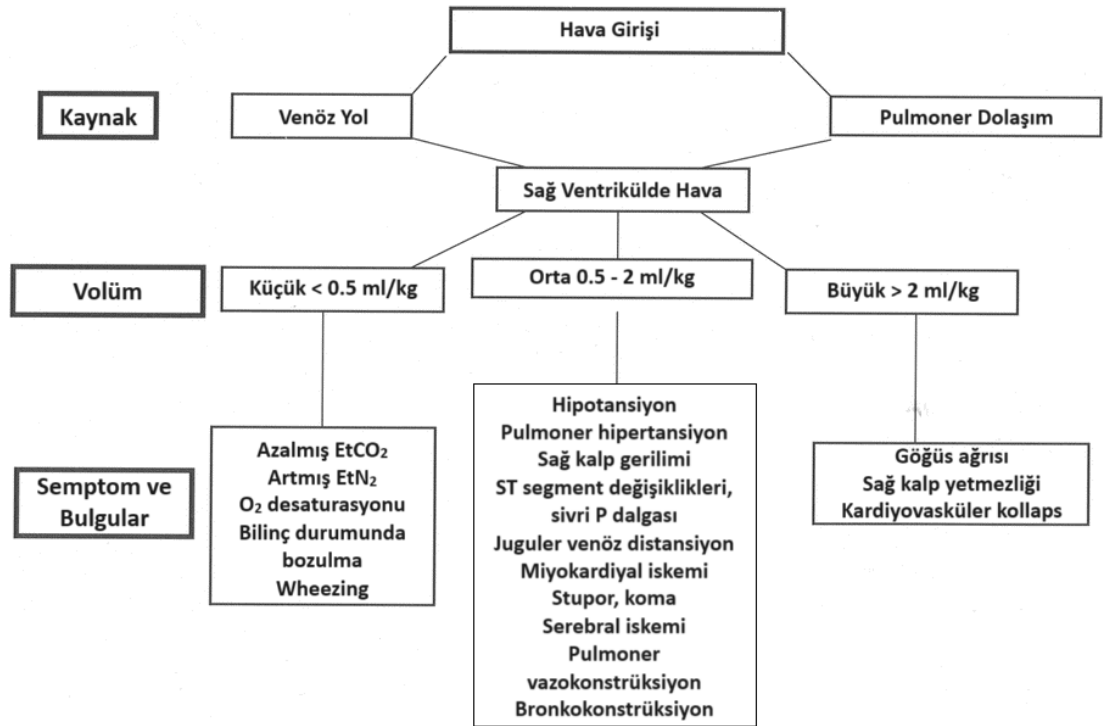
açılması ve sağdan sola şantın olması için sağ atriyumdan sol atriyuma 5 mmHg'lik bir basınç gradiyentinin gerekli olduğu ileri sürülmektedir<sup>99</sup>. Genellikle sol atriyum basıncı sağ atriyum basıncından daha yüksektir, ancak bazı durumlarda bunun tersi meydana gelir. Bu durum paradoksal embolizm için risk teşkil eder. Oturur pozisyonda ve hipovolemide sağ atrium basıncı sol atriyumdan daha az düşer oluşan rölatif bir basınç artışı embolizmi kolaylaştırır. Solunumsal değişiklikler sırasında inspiryumda sağ atrium basıncı geçici olarak solu geçer. Öncesinde olan bir VHE de, sağ atrium basıncını arttıracak ve paradoksal embolizm için fırsat doğuracaktır. Pozitif ekspiryum sonu basıncı (PEEP) kullanımı durumunda basınçta yaşanan kesintiler durumunda geçici sağdan sola gradiyent oluşur<sup>100</sup>. Bu fenomenden, kontrastlı EKO ile PFO tanısı koyulması sırasında yararlanılır<sup>7</sup>.

Cerrahi işlem sırasında hasta uyanık olduğunda VHE; arteriyel oksijen desatürasyonu, arteriyel hipotansiyon, dispne, göğüs ağrısı ve bulantı ile ilişkili bir öksürük atağı olarak ortaya çıkabilir. Ayrıca oskültasyonda, de novo kalp üfürümü tespit edilebilir. Ameliyat sonrası dönemde hastalarda fokal nörolojik defisitlerden komaya kadar farklı nörolojik bozukluklar gelişebilir. Akut sağ kalp yetmezliği, pulmoner hipertansiyon, miyokardiyal iskemi ilişkili pulmoner ödem ve kardiyovasküler kollaps gibi kardiyak problemler de gelişebilir<sup>101</sup>. Bir VHE' i takiben koagülopatinin varlığı ve trombosit sayısında azalma da rapor edilmiştir; bu durum, görünüşe göre hava kabarcıklarının pulmoner mikro damar sistemi üzerindeki etkisiyle tetiklenerek inflamatuvar faktörlerin salınmasına ve trombosit aktivasyonuna neden olur<sup>102</sup>.

Oturur pozisyonundaki VHE sıklığını azaltmak için çeşitli manevralar kullanılmıştır. Santral venöz basıncı düşük olan hastalarda sağ atriumla cerrahi saha arasındaki basınç farkının daha fazla olduğu gösterilmiştir. Dolayısıyla iyi hidrate edilmiş bir hastada VHE riski daha düşüktür. Oturur pozisyonun derecesine bağlı olarak sağ atriyum basıncının 10 ila 15 cm H<sub>2</sub>O arasında tutulması önerilmiştir<sup>7</sup>. Yapılan çalışmalarda PEEP kullanımının VHE' in önlenmesinde etkin olduğu gösterilmiş olsa da hayvan modellerinde patent foramen ovale varlığında PEEP kullanımı sağ atriyum basıncının solu geçmesine ve paradoksal VHE olmasına neden olmuştur<sup>103</sup>. Ayrıca koruyucu etkisi için yüksek PEEP (>20 mmHg) gerekmesi sebebiyle kullanımı tartışmalıdır<sup>104</sup>. Bununla birlikte, orta derecede hipoventilasyonda

(PaCO<sub>2</sub> 44 mmHg), transvers sinüs basıncı normoventilasyona kıyasla önemli ölçüde artar. Beyin dokusunun hacmini artırabileceği ve daha fazla retraksiyon gerektirerek olumlu etkilerini dengeleyebileceği için rutin olarak kullanmak mantıklı olmasa da hiperventilasyondan kaçınmak mantıklı bir stratejidir<sup>105</sup>. Boyun turnikesi kullanımı serebral venlerdeki basıncı yükselterek hava embolisi insidansını düşürebilir. Fakat kullanımı beyin ödemeine, karotis arter oklüzyonuna, karotis sinüs basısına bağlı bradikardi ve hipotansiyona, kötü cerrahi koşullara sebep olabilir. VHE olduğunda veya VHE riski yüksek durumlarda cerrahın isteği üzerine aralıklı olarak kullanılabilir<sup>106</sup>. Askeri anti şok pantolonları 50 mmHg basınçta kullanıldığında sağ atriumun basıncını atmosfer basıncının üzerine çıkarabilmektedir. Karın içi organ perfüzyonunu bozması, hipoventilasyon ve kompartman sendromuna sebep olabilmesi nedeniyle yüksek riskli hastalarda kullanılmamalıdır<sup>103</sup>. Bunun yanında nitroz oksit kullanımı durumunda çok daha düşük volümde hava embolileri çok daha hızlı ve fazla hemodinamik değişikliğe sebep olmaktadır. Nitroz oksitin kanda oksijenden 34 kat daha fazla çözünürlüğe sahip olması nedeniyle sisteme giren hava hacmini hızla artırır<sup>107</sup>.

**Şekil 2.1.** Hava embolizminin olumsuz etkileri. Küçük akut hacimler genellikle iyi tolere edilirken, daha büyük hacimlerin kardiyovasküler, pulmoner ve serebral organ sistemleri üzerinde önemli etkileri vardır.



## Venöz Hava Embolisi Yönetimi

VHE yönetiminde hava aspirasyonu rutin olarak kullanılmaktadır. Ancak bunun başarılı olması için kateter ucunun, havanın birikme eğiliminde olduğu superior vena kava-sağ atriyal bileşkede doğru şekilde konumlandırılması gerekir. Bunun en pratik yolu daha önce monitörizasyon bölümünde bahsedilen EKG kılavuzluğunda kateter yerleştirilmesidir. Negatif geniş P dalgasının görüldüğü yer kateterin olması istenen atriokaval bileşke ile 2 cm distaline işaret eder <sup>54, 55</sup>. Katater yerini doğrulamak için direkt grafinden faydalanılabilir. Hasta pozisyonu ile yeri değişebileceğinden bu metot her zaman işe yaramayabilir. Çok delikli Bunegin-Albin kateterleri hava aspirasyonunda tek delikli kateterlere üstündür. Tek büyük bir hava geçişi yerine daha küçük hacimlerde hava kabarcıklarının venöz sisteme girmesi durumunda aspirasyonun faydası azalacaktır. Bunegin-Albin kateterinin başarısı dahi %30-%60 arasındadır <sup>108</sup>. %75 hava alımı için 212 ml/kg/dakikalık aspirasyon hızının gerekli olduğu gösterilmiştir. VHE'in iyi monitörize edilmesi hava aspirasyonu ihtiyacını azaltır. TÖE' in bir monitör olarak kullanılmaya başlanmasından bu yana VHE'lerin büyük bir kısmının küçük olduğu ve tanının daha erken konulduğu bilinmektedir <sup>7</sup>.

VHE tedavisi dolaşıma hava akışını durdurmayı ve ortaya çıkabilecek komplikasyonları yönetmeyi amaçlamaktadır. Venöz emboliden şüpheleniliyorsa, beyin cerrahından alanı irrije etmesi ve açık olabilecek kan damarlarını kapatması istenmelidir. %100 oksijen kullanılmalı nitroz oksit veya herhangi bir hava/oksijen karışımını kullanmaktan daima kaçınılmalıdır. Hastanın başı sağ atriyum hizasına indirilmeli ve hava kabarcıklarının sağ atriyuma doğru hareket etmesi için hasta sol lateral dekübitusa (Durant manevrası) yatırılmalıdır. Santral venöz kateterden, superior vena kava ile sağ atriyum arasında kalan hava aspire edilmelidir. Masif bir emboli durumunda ileri resüsitasyon manevralarına hızla başlanmalıdır. Juguler venlere geçici çift taraflı kompresyon, açıktaki venöz sinüslerden hava akışını azaltır. Bu tartışmalı bir manevradır çünkü kafa içi basıncını artırabilir, beyin perfüzyonunu azaltabilir ve aynı zamanda karotis arterlere baskı yapabilir. Hiperbarik oksijenin kullanımı son dönemde hızla artmıştır <sup>68</sup>. Hiperbarik oksijen, nitrojenin emilimini ve çözünmüş oksijenin kana geçişini kolaylaştırarak kabarcıkların boyutunu azaltır. Paradoksal hava embolisinde hiperbarik oksijen kullanımı daha sıktır <sup>57</sup>.

**Tablo 2.5.** VHE için derecelendirme ölçekleri. Oturur pozisyonda ameliyat edilen hastalarda yayınlanmış farklı çalışmaların sonuçları <sup>84</sup>(AKB: Arteriyel kan basıncı, KH: Kalp atım hızı, OAB: Ortalama arteriyel basınç)

VHE Sınıflaması	Evre 1	Evre 2	Evre 3	Evre 4	Evre 5
<b>Girard skalası</b>	Hemodinamik değişiklik olmadan pozitif PKD sinyali	Pozitif PKD + Artmış PAB ve/veya $ETCO_2 > 3$ mmHg	Pozitif PKD + Artmış PAB ve/veya $ETCO_2 > 3$ mmHg	Tansiyonda ani 40% düşüş veya nabızda 40% artış ve en az bir evre 2 kriteri	Kardiyovasküler kollaps ve en az bir evre 2 kriteri
<b>Schafer ve ark. <sup>102</sup></b>	18 (34,6%)	20 (38,4%)	11 (21,2%)	3 (5,7%)	0
<b>Tübingen skalası</b>	TÖE'de hava kabarcıkları	TÖE'de hava kabarcıkları + $ETCO_2$ 'de $\leq 3$ mmHg düşüş	TÖE'de hava kabarcıkları + $ETCO_2$ 'de $> 3$ mmHg düşüş	TÖE'de hava kabarcıkları + $ETCO_2$ 'de $> 3$ mmHg düşüş + OAB'de $\geq 20\%$ düşüş veya KH'da $\geq 40\%$ artış	VHE sebebiyle olan aritmi ile KPR gerektiren hemodinamik instabilite
<b>Feigl ve ark. <sup>109</sup></b>	22 (75,8%)	2 (6,9%)	4 (13,8)	1 (3,4%)	0
<b>Jadik skalası</b>	Minör klinik VHE; $EtCO_2$ 'de $> 3$ mmHg düşüş	Orta derecede klinik VHE; pozitif TEE AKB düşüşü veya KH artışı ile	Ciddi klinik VHE; pozitif TEE AKB'de $> 40\%$ düşüş veya KH'de $> 40\%$ artış ile	-	-
<b>Jadik ve ark. <sup>110</sup></b>	2 (66,6%)	1 (33,3%)	0	-	-

### **Diğer Komplikasyonlar**

Ortostatik hipotansiyon (OH) ve serebral perfüzyon basıncı düşüşü, oturur pozisyonda sık görülen komplikasyonlardır. Yeterli sıvı replasmanı genellikle bu durumun ortaya çıkmasını engeller. Bu pozisyonda hipotansiyon görülme sıklığı %5 ile %38 arasında değişmektedir. Bunun nedeni; alt ekstremitelerde kan birikmesi, venöz dönüşün, atım hacminin ve kalp debisinin azalmasıdır. OH' in tanımı, vücut pozisyonu değişikliğinden sonra sistolik kan basıncının (SKB) 20 mm Hg azalması veya diyastolik kan basıncının (DKB) 10 mm Hg azalmasıdır. Günlük yaşamda vücut pozisyonundaki değişiklik, kompensasyon mekanizmaların etkinleştirilmesini gerektiren karmaşık bir fizyolojik eylemdir. Ancak hasta genel anestezi altında oturma pozisyonuna transfer edildiğinde durum daha da karmaşıklaşır ve bu kompensasyon mekanizmaları ciddi şekilde bozulur. En önemli belirleyiciler; bazı antihipertansif ilaçların ve beta blokerlerin alımı, arteriyel hipertansiyon, Parkinson hastalığı ve diyabettir <sup>111</sup>. Ortaya çıkan hipotansiyon serebral perfüzyon basıncını azaltır ve serebral hipoksiye neden olabilir <sup>112</sup>. Vazopressör ilaçlar geçici bir çözüm sunabilir fakat bunların sürekli kullanımı kardiyak stabiliteyi daha da bozacaktır. Böyle bir durumda oturur pozisyonu sonlandırmak daha iyi bir tercih olabilir <sup>7</sup>. 20 hasta üzerinde yapılan prospektif gözlemsel çalışmada, oturur pozisyona getirmeden önce hastalara 20 mL/kg kristalloid önden yüklenilmesinin; hemodinamik stabiliteyi koruduğu ve herhangi bir vazopressör gereksinimini ortadan kaldırdığı gösterilmiştir <sup>113</sup>. Her ne kadar ameliyat sırasında oturur pozisyonda hipotansiyon oluşabileceği bilinse de bazı çalışmalar 70 mmHg'nin üzerindeki kan basınçlarında SKA ve dinamik otoregülasyonun korunabileceğini göstermiştir <sup>114</sup>. Hastanın kalçası fleksiyonda ve dizleri kalp hizasına kadar kaldırılacak şekilde doğru konumlandırılması da hipotansiyonu en aza indirecektir. Bu açıdan modifiye yarı oturur pozisyon daha avantajlıdır <sup>115</sup>.

Pnömocefali oturur pozisyonundaki ameliyatların sonrasında sıklıkla gelişir ve görülme sıklığı %100'e yakın olduğu çalışmalar mevcuttur <sup>116</sup>. Bunun nedeni oturur pozisyonda yerçekimi etkisi sonucunda BOS drenajı yoluyla giren veya dura kapatılırken kranyum içinde kalan serbest havadır. Mannitol uygulamasına sekonder olarak beyin hacminin azalması, hiperventilasyon, yer kaplayan kitlenin

uzaklaştırılması ve intraoperatif kanama nedeniyle intravasküler kan hacminin azalması pnömoşefali ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca SSEP' te bozulma ile ilişkilendirilmiştir <sup>117</sup>. Nitröz oksit eğer kullanılıyorsa ameliyat bitmeden 20 ila 30 dakika önce kesilmelidir; pnömoşefali nitröz oksit kullanılmadığı durumlarda da gelişebilir ve haftalarca sürebilir <sup>118</sup>. Hastada hidrosefali de mevcutsa pnömoşefali riski artar. Tansiyon pnömoşefali farklı çalışmalara göre sıklığı %1,6 ile 3,9 arasında değişen yaşamı tehdit eden bir acil durumdur <sup>119, 120</sup>. Cerrahi sonrasında bilinç durumu bozukluğu, şiddetli huzursuzluk, nöbet, kafa içi basıncı artışı olduğunda düşünülmelidir. Tedavisi intrakraniyal basıncın acilen düşürülmesidir. Kafa içi basıncında akut artışa ve nörolojik bozulmaya neden olan tansiyon pnömoşefali, ventriküler pnömoşefali durumunda EVD implantasyonu; subdural pnömoşefali durumunda burr hole drenajı ile tedavi edilebilir <sup>120</sup>. Posterior fossa cerrahisi sonrası pnömoşefali sıklığı üzerine yapılan bir çalışmada çalışmaya dahil edilen 30 hastanın 7' inde bariz olmak üzere 27 hastada subdural hava mevcuttu ve bu hastaların 19'unda intraventriküler hava da tespit edildi <sup>116</sup>. Lomber drenaj kateterleri veya ventriküloperitoneal şantların pnömoşefali gelişmesi durumunda klempenmesi veya geri çekilmesi önerilmektedir <sup>121</sup>. Nöroşirürjik açıdan aciliyet teşkil etmeyen hastalara konservatif oksijen inhalasyon tedavisi uygulanabilir. Hastalar %100 oksijen veya geri solumasız maske ile tedavi edilebilir. Bu fenomeni açıklayan teori, intrakraniyal kavitede sıkışmış nitrojenin oksijen ile yer değiştirmesidir. Güncel bir çalışmada 30 ml' den fazla pnömoşefalisi olan hastalarda 3 saat %100 oksijen ile tedavi; postoperatif ilk günde, daha iyi uyanıklıkla ilişkili bulunmuştur <sup>122</sup>. Pnömoşefali mevcut travmatik beyin hasarı olan hastaları içeren prospektif bir çalışma, hiperbarik oksijen tedavisi ile intrakraniyal havanın kontrol grubuna göre daha hızlı emildiğini göstermiştir <sup>123</sup>.

Hidrosefali ile posterior fossa ve orta hat tümörleri sıklıkla ilişkilidir. Perioperatif olarak harici ventriküler drenaj (EVD) katateri yerleştirilmesi veya yerleştirilmeden primer tümörün çıkarılması genellikle birinci basamak tedavidir. Posterior fossa cerrahisi öncesinde şant takılması çoğunlukla semptomatik vakalara veya özel durumlara yöneliktir. Preoperatif dönemde bulunan şantın, pnömoşefali gelişmesi üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı gösterilmiştir <sup>124</sup>.

Subdural hematoma sıklığı açısından oturur pozisyonla daha konvansiyonel pozisyonlar kıyaslandığında artan bir risk bulunamamıştır <sup>125</sup>. Farklı çalışmalara göre

sıklığı %1 civarında olup kitle eksizyonu sonrası köprü venlerinde oluşan retraksiyon muhtemel bir sebep olarak gösterilmiştir <sup>126</sup>.

Makroglossi ve faringeal yapıların ödemi bir diğer ilişkili komplikasyondur. Baş ve boynun aşırı fleksiyonu juguler venöz ve lenfatik drenajı engelleyebilir, bu da serebral venöz basıncı artırır ve postoperatif yüz, dil, yumuşak damak ve posterior faringeal duvar ödemine neden olabilir. Bu, postoperatif hava yolu obstrüksiyonu, hipoksemiye ve reentübasyon ve uzun süreli ventilasyon ihtiyacına yol açabilir. Oral airwaylerin kullanılması ve uzun ameliyat süresi de bu durumla ilişkilidir. Bebekler trakea çaplarının küçük ve dillerinin nispeten büyük olması nedeniyle daha yüksek ödem riski altındadır. TÖE kullanılacaksa faringeal yapılarda travmayı önlemek için küçük çaplı TÖE probları kullanılması önerilmiştir <sup>127</sup>.

Kuadrupleji, oturur pozisyonda başın akut fleksiyonuna sekonder olarak omurilik üzerindeki uzun süreli basıncının neden olduğu nadir fakat potansiyel olarak yıkıcı bir komplikasyondur. Bölgesel omurilik kan akışı hipotansiyon atakları sırasında tehlikeye girebilir ve omurilikte iskemik hasara neden olabilir. Pozisyonlandırma sırasında dikkatli olunması ve ameliyat sırasında belirgin ve uzun süreli hipotansiyondan kaçınılması bu komplikasyonun önlenmesine yardımcı olabilir <sup>128</sup>. Çene ile göğüs arasında her zaman en az 2 cm boşluk bulunmalı ve baş rotasyonu minimize edilmelidir <sup>7</sup>. Omurilik perfüzyonunun yeterliliğinin bir göstergesi olarak SSEP ile izleme önerilmiştir. Servikal omurganın dejeneratif hastalığı olan hastalarda spondilolistezis lokal omurilik perfüzyonunun bozulmasına neden olabileceğinden oturma pozisyonu göreceli olarak kontrendike olabilir. Ayrıca, ciddi serebrovasküler hastalığı olan hastalarda oturma pozisyonu potansiyel olarak tehlikelidir <sup>127</sup>.

Periferik sinir nöropatisi ve oturur pozisyon birlikteliği %1'in altındadır <sup>8</sup>. Literatür araştırmasında siyatik sinir paralizi, peroneus communis sinir hasarı, rekürren laringeal sinir hasarı en çok adı geçenlerdir. Peroneal nöropati riskini azaltmak amacıyla fibula başında peroneal sinire sert bir yüzeyin baskı yapmasını önlemek için özel dolgu kullanılır <sup>129</sup>. Oturur pozisyonda kraniyotomi uygulanan 15 hastanın ikisinde TÖE kullanımına bağlı olarak rekürren laringeal sinir felci tanımlanmıştır. Probu sertliği ve çapının; boyun fleksiyonu ve trakeal entübasyonla birleştiğinde katkıda bulunan faktörler olduğu öne sürülmüştür <sup>130</sup>.



Bunların yanı sıra oturur pozisyonda boyun fleksiyonu ve başın yana eğilmesi akut parotitle sonuçlanabilir <sup>131</sup>. Akustik nöroma sebebiyle oturur pozisyonda opere edilen bir hastada, VHE sonrası akut respiratuar distress sendromu görülmüştür <sup>132</sup>. Oturur pozisyonda VHE sonrası trombositopeni raporlanmıştır <sup>102</sup>.

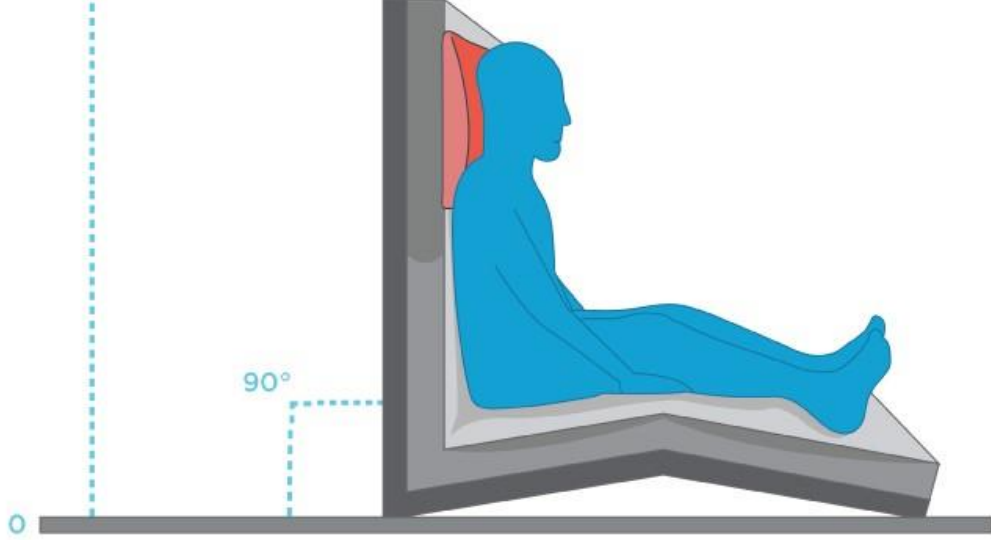
### **i. Yarı Oturur Pozisyon (Fowler Pozisyonu)**

Beyin cerrahisinde klasik olarak posterior fossa ve servikal omurga operasyonlarında kullanılan oturur pozisyon yaklaşımı, ilk kez 1930'da De Martel tarafından uygulanmıştır <sup>1</sup>. Pozisyon, ameliyat alanının daha iyi görüntülenmesi için yerçekimi destekli beyin retraksiyonu ve azalmış torasik çıkış basıncı nedeniyle gelişmiş venöz drenaj avantajı sağlar. Ayrıca, ameliyat sırasında hava yoluna kolay erişim ve yüzün gözlemlenebilmesi de bu pozisyonun diğer avantajlarındandır. Ancak, en önemlisi VHE olmak üzere, pek çok yıkıcı komplikasyonla olan ilişkisi nedeniyle, günümüzde birçok merkezde kullanımı kısıtlıdır <sup>133</sup>. 1981-1984 ve 1981-1991 yılları arasında yapılan iki araştırmada, bu pozisyonda gerçekleştirilen beyin cerrahisi vakalarının oranında önceki yıllara göre düşüş gözlemlendiği bildirilmiştir <sup>134, 135</sup>. Bununla beraber, 2000 yılında yapılan bir araştırma, beyin cerrahisi merkezlerinin %75'inin hala oturur pozisyonu kullandığını, ancak bunların %61'inde buna alternatif bir yaklaşımın mevcut olmadığını göstermiştir <sup>136</sup>.

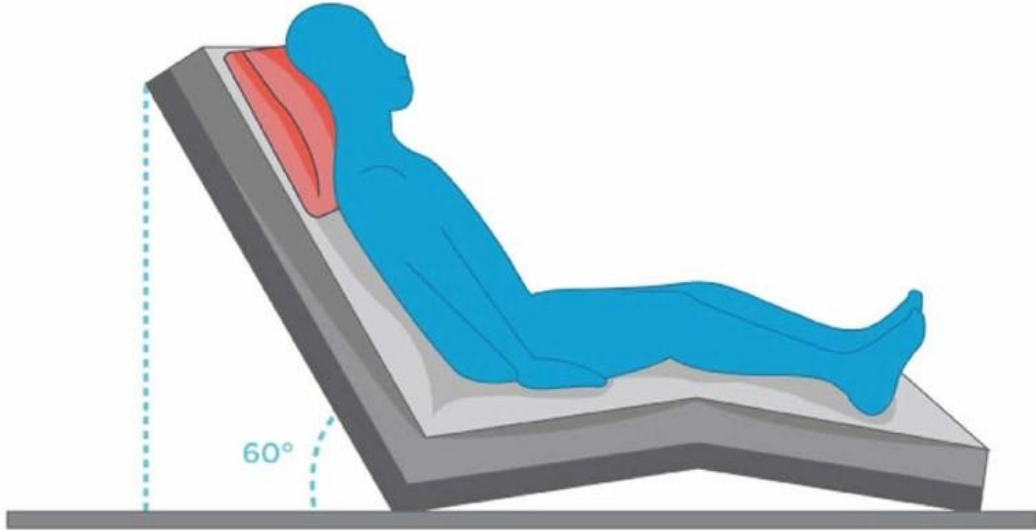
Oturur pozisyon (Yüksek Fowler pozisyonu); hastanın 90 derecelik şezlong pozisyonunda bulunduğu durumu temsil etmektedir (**Resim 2.1.**). Yarı oturur pozisyon (Fowler pozisyonu) ise hastanın 45-60 derecelik şezlong pozisyonunda bulunduğu, bacaklarının diz hizasında bükülü veya düz olduğu, minimum baş kaldırma açısı ile optimal cerrahi görüş açısı arasında optimal dengenin elde edildiği durumdur <sup>137</sup> (**Resim 2.2.**). Hastaya verilen açıdan bağımsız, oturur pozisyonlarda gerçekleştirilen tüm beyin cerrahisi prosedürlerinde VHE görülme oranları %1,6'dan %76'ya kadar geniş bir aralıkta rapor edilmiştir <sup>138</sup>. Bu pozisyonlarda, yara seviyesindeki venöz basınç genellikle negatif olduğundan, hava bu yöne doğru sürüklenebilir <sup>7</sup>. Yükselme açısı arttıkça, baş ile sağ atriyum arasındaki dikey mesafe artar. Bu nedenle, yükselme açısı dolaylı olarak yerçekimsel gradientleri yansıtır. Az sayıda makale, yükselme açısı ile VHE oluşumu arasındaki ilişkiyi açıkça tanımlamıştır. Son çalışmalar, VHE insidansının 45 derecelik açıda, 30 derecelik

açıdan daha yüksek olduğunu göstermiştir<sup>139</sup>. Bir başka çalışma ise, VHE' in meydana geldiği minimum açının 32,4 derece olduğunu; açı ne kadar yüksekse VHE görülme ihtimalinin de o kadar yüksek olduğunu göstermiştir<sup>137</sup>.

**Resim 2.1.** Oturur pozisyon (Yüksek Fowler pozisyonu)



**Resim 2.2.** Yarı oturur pozisyon (Fowler pozisyonu)



Uygulamada şu basamaklar izlenir: Supin pozisyonda gerçekleştirilen indüksiyon sonrasında, alt ekstremitelerde venöz göllenmeyi azaltmak amacıyla kompresif giysiler veya kolluklar kullanılabilir<sup>140</sup>. Prekordiyal Doppler, TÖE, kan basıncı ölçümü için arteriyel hatlar, ilaç uygulaması ve hava aspirasyonu için santral

venöz hatlar cerrahi ekibin ve anestezi ekibinin tercihine göre yerleştirilir <sup>141</sup>. Tipik olarak, Mayfield çivili başlık supin pozisyonda daha kolay uygulanır. Hasta, hemodinamik bozulmayı önlemek için kademeli olarak, supin pozisyondan oturur pozisyona getirilir <sup>127</sup>. Hasta oturma pozisyonuna ulaştığında, çivili başlık masaya sabitlenen bir Mayfield çapraz çubuk adaptörüne anteriordan sabitlenir <sup>125</sup>. Bacaklar, santral venöz basıncı yükseltmek ve hipotansiyonu önlemek için kaldırılır; venöz dönüşü iyileştirmek için kalça ve dizler fleksiyona getirilir <sup>141, 142</sup>. Serebral perfüzyon basınçlarının doğru ölçümü için, arteriyel monitörizasyonda baş seviyesi referans alınmalıdır. Hasta oturur pozisyona getirildikten sonra, başın son pozisyonunda vakaya göre uygun değişiklikler yapılır. Oturma pozisyonunun varyasyonları arasında, Hernesniemi tarafından desteklenen "dua etme" veya "ileri takla atma" pozisyonu yer alır <sup>140</sup>. Burada; üst gövde ve baş, öne ve aşağı doğru bükülür. Bu pozisyon, cerrahın ameliyat sırasında yorgunluğunu azaltmak için ellerini hastanın omuzlarına ve sırtına koymasına olanak tanır. Aynı zamanda, tentoryum başın yaklaşık 30 derece öne eğilmesiyle neredeyse yatay bir pozisyona ulaştığından, posterior fossadaki daha derin yapıların görselleştirilmesini de kolaylaştırır <sup>140</sup>.

**Resim 2.3.** Oturur pozisyonun varyasyonları arasında, Hernesniemi tarafından desteklenen "dua etme" veya "ileri takla atma" pozisyonu yer alır <sup>133</sup>.



Oturur pozisyonun, nöroşirurjik açıdan sunduğu pek çok avantaj mevcuttur. Bunlar; pozisyonun bimanuel diseksiyona olanak sağlaması, serebellumun herhangi bir retraksiyona ihtiyaç duymadan yerçekimi ile aşağı doğru inmesi, daha kısa operasyon süresi, kan ve BOS drenajı sayesinde cerrahi müdahalenin kolaylaşması,

azalmış KİB, kanamada ve transfüzyon ihtiyacında azalmaz<sup>2</sup>. Bu pozisyonun anestezik avantajları ise; mekanik ventilasyon sırasında hava yolu basıncının azaltılması, özellikle morbid obez hastalarda fonksiyonel rezidüel kapasitenin korunması, diyafragma hareketinde daha az bozulma, endotrakeal tüpe (ETT) daha kolay erişim ve mikroaspirasyonların önlenmesidir<sup>119, 143, 144</sup>. Oturur pozisyonun dezavantajı ise; PAE, VHE, hipotansiyon, pnömosefali, aşırı boyun fleksiyonuna bağlı kuadripleji, periferik sinir hasarı ve makroglossi gibi sorunlara yol açabilmesidir<sup>2</sup>.

Sağ kalpten sol kalbe doğru belirgin bir basınç gradiyentine sahip konjenital kalp hastalığı varlığı, yarı oturur pozisyon için mutlak bir kontrendikasyondur (2).

Geleneksel olarak PFO, yarı oturur pozisyonda ameliyat için mutlak bir kontrendikasyon olarak kabul ediliyordu. Bununla birlikte, deneyimli tıp merkezlerinde, standart anestezi ve cerrahi protokoller altında, PFO'lu hastaların yarı oturur pozisyonda beyin cerrahisi operasyonu geçirmesi, kabul edilebilir bir riskle mümkün olmaktadır<sup>109, 145, 146</sup>. Bununla birlikte, yarı oturur pozisyon endikasyonunun disiplinler arası tartışılması gerekmektedir ve cerrahi ekibin, PFO'ya rağmen oturur pozisyona devam etmek için iyi bir gerekçeye ihtiyacı vardır.

Yarı oturur pozisyonda risk altında olan diğer bir hasta grubu, artan yetersiz serebral perfüzyon riskine maruz kalacakları için kardiyovasküler ve/veya serebrovasküler hastalığı olan kişilerden oluşur<sup>127</sup>. Relatif kontrendikasyonlar arasında; ileri biyolojik yaş, kontrolsüz hipertansiyon ve şiddetli otonomik nöropati bulunmaktadır.

Posterior fossa cerrahisi uygulanan çocuklarda, yarı oturur pozisyonun; anestezistlerin ve pediatrik beyin cerrahlarının bu uygulamaya ve olası komplikasyonlara aşina olması, dikkatli anestezik ve cerrahi teknikler izlemesi durumunda güvenle kullanılabilceği gösterilmiştir<sup>147-149</sup>.

### 2.2.3. Postoperatif Dönem

Postoperatif beyin cerrahisi hastasının bakımının temel bileşenleri arasında hava yolunun güvenli yönetimi ve solunum desteğinin kesilmesi, sistemik dolaşımın optimum kontrolü, stabil sıvı ve elektrolit homeostazisi, kan şekerinin düzenlenmesi ve beslenmeye başlanması, etkili analjezi ve bulantı kusma kontrolü yer alır. Tüm beyin cerrahisi hastaları, nörolojik komplikasyonların erken tanınmasının

sağlanabileceği özel bir alanda derlenmelidir. Hasta yoğun bakım ünitesi yerine anestezi sonrası gözlem ünitesi (ASGÜ)'nde bir süre yakın takip altında tutulduktan sonra nöroşirürji servisine taburcu edilebilir <sup>150</sup>. Fakat; posterior fossa cerrahisi, anevrizma kliplenmesi gibi yüksek riskli cerrahi işlemler sonrası hastaların bir sonraki güne kadar daha uzun takibi gerekebilmektedir. Komplikasyonlar, en sık cerrahi sonrasındaki 4 saat içinde görülür <sup>151</sup>.

Beyin cerrahisi, %24'e varan oranlarda ciddi morbidite ile ilişkilidir. En sık görülen komplikasyonlar; transfüzyon ihtiyacı (%5), pnömoni (%4), sepsis (%4) ve serebrovasküler olaydır (SVO) (%2). 30 günlük reoperasyon oranı ise %7 civarındadır <sup>152</sup>.

Beyin cerrahisinde ameliyatın bitiminde masada ekstübasyon hedeflenir. Hızlı bir derlenme, nörolojik fonksiyonun ivedilikle değerlendirilmesine ve komplikasyonların erken tespitine olanak tanır. ETT varlığına bağlı ıkmama İKB' de istenmeyen artışlara sebep olabileceğinden remifentanil infüzyonu altında hastanın uyanık olarak ekstübasyonu veya hasta derin anestezi altındayken ekstübasyon tercih edilebilir. Obezite veya zor hava yolu varlığı; uyanık trakeal ekstübasyonu destekleyen faktörler arasında yer alır: Yeterli tidal hacim oluşturmaları, normotansif, normotermik olmaları, kan şekeri, elektrolitler ve asit-baz dengesi gibi metabolik parametrelerinin normal aralıkta olması gerekir. Hastaların dik oturması gerekir çünkü bu sadece fonksiyonel rezidüel kapasiteyi (FRK) arttırmakla kalmaz, aynı zamanda serebral venöz drenajı da kolaylaştırır. Uzun süreli oturma pozisyonu hava yolu ödeme ve makroglossiye yol açarak ekstübasyon sonrasında hava yolu yönetimini zorlaştırabilir. ETT' i söndürerek ve inspiratuar ve ekspiratuar tidal hacimler arasındaki farkı gözlemleyerek 'kaçak testi' kullanılabilir <sup>153</sup>.

İntrakraniyal hemoraji, serebral ödem, serebral iskemi ve pnömoşefali gibi postoperatif komplikasyonlar Glaskow Koma Skoru (GKS)'nda gerilemeyle sonuçlanabilir <sup>154</sup>. Pnömoşefali; en sık oturur pozisyonda posterior fossa cerrahisi, transsfenoidal cerrahi ve kronik subdural hematoma boşaltılmasından sonra ortaya çıkar. Küçük miktarlardaki hava iyi tolere edilir ve genellikle yalnızca baş ağrısı olarak kendini gösterir. Normobarik yüksek konsantrasyonlu oksijen tedavisi ile tedavi edilir. Ancak tansiyon pnömoşefali acil tedavi gerektirir ve açık cerrahi veya endoskopik yaklaşım gerektirebilir <sup>155</sup>. Nöbetler, sıvı-elektrolit bozuklukları, kranial sinir hasarı

ve bulbar palsy, BOS kaçağı ve sepsis de postoperatif nöroşirurjik komplikasyonlardandır. Posterior fossa veya kafa tabanı cerrahisini takiben, bulbar fonksiyonda bozulma meydana gelebilir. Bu hastalarda kraniyal sinirler (özellikle VII, VIII, IX, X ve XII) dikkatle muayene edilmelidir. Hava yolunun sürekli olarak yeniden değerlendirilmesi gerekir ve eğer bulbar fonksiyonda herhangi bir bozukluk tespit edilirse; aspirasyon riski nedeniyle, hastanın trakeal entübasyon altında yoğun bakım ünitesine kabulü, tercih edilen yönetimdir. Beyin sapı ödemi olan hastalarda, bozulmuş bulbar fonksiyon; otonom fonksiyondaki veya hayati merkezlerdeki bozulmadan önce gelebilir. Uzun süreli bulbar fonksiyon bozukluğu olan veya bu risk altında olan hastalar, trakeostomi gerektirebilir <sup>154</sup>.

Postoperatif kan basıncı takibinde sistolik 160 mmHg üzerindeki değerler intrakraniyal kanamayı hızlandırabilir ve beyin ödemi kötüleştirir. Altta yatan neden hipertansif hastalık, idrar retansiyonu, hiperkarbi, ağrı olabilir <sup>156</sup>. Hızlı etkili beta blokörler öncelikli tercihtir fakat kontraendike ise hidralazin uzun ve öngörülemeyen etkileri sebebiyle dikkatli kullanılmalıdır. Nitratlar serebral vazodilatasyona veya İKB artışına sebep olduğu için kullanılmamalıdır <sup>157</sup>. Hipotansiyon en sık hipovolemi ile ilişkilidir. Bunun sebebi intraoperatif dönemde beyin ödeminden kaçınmak için yapılan restriktif sıvı yönetimidir. Sepsis, pulmoner emboli, kalp yetmezliği, anafaksi daha nadir nedenlerdir. Ayırıcı tanıda kardiyak debi monitörleri faydalıdır. Sıvı resüsitasyonuna yanıtız hastalarda ilk tercih olarak metaraminol, efedrin veya nöradrenalin ile kan basıncı regüle edilmelidir.

Supratentoryal kraniyotomi sonrası nöbet oluşumunun %15 ile %20 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Nöbetin etiolojisinde hipoksemi, hiperkarbi, hipoglisemi, elektrolit imbalansı ve hipotermi gibi cerrahi olmayan nedenler yer alır ve bunların hepsinin dışlanması gerekir. İntrakraniyal kanama veya beyin ödemi gibi tedavi edilebilir cerrahi nedenler için acil kraniyal BT tanıya yardımcı olur ve varsa cerrahi endikasyonun belirlenmesini sağlar. Ameliyat sonrası yakın dönemde antiepileptik ilaç tedavisine devam edilmelidir. Postoperatif nöbetlerin tedavileri arasında fenitoin ve levetirasetam öncelikli tercihlerdir <sup>158</sup>.

Su ve elektrolit dengesindeki bozukluklar hızla bilinç düzeyinde bozulma ve nöbetlere neden olabilir. Sıvı kayıpları izotonik veya hipertonic sıvılarla yerine koyulmalıdır; hipotonik solüsyonlar serebral ödem riskini artırır. Glikoz içeren

solüsyonlar bir iskemik durumu kötüleştirebilen ve beyin hasarından sonra daha kötü sonuçlarla ilişkilendirilen hiperglisemiye neden olabilir.

Hipofiz fonksiyon bozuklukları; subaraknoid kanama, kafatası kırıkları, kraniyofasiyal travma ve hipotalamus-hipofiz cerrahisi sonrasında ortaya çıkabilir. Diabetes insipidus saatlik idrar çıkışı >200 ml/saat ise ve idrar osmolalitesi düşükse artan plazma osmolalitesi ve aşırı susama eşlik ediyorsa akla gelmelidir. Eş zamanlı idrar ve serum sodyum düzeyleri ve ozmolariteler istenmelidir. Desmopressin, sıvı dengesinin ve plazma sodyum seviyelerinin yakından izlenmesi tercih edilen tedavidir. Hiponatremiye hem uygunsuz antidiüretik hormon salgılanması sendromu (UADH) hem de serebral tuz kaybı (STK) neden olabilir. Klinikteki benzerlik sebebiyle ayrıcı tanı yapmak zordur. Bir bozukluk için endike olan tedavi diğerinde olumsuz klinik sonuçlara yol açabileceğinden doğru tanı çok önemlidir. Birincil ayırım, efektif arteriyel kan hacminin değerlendirilmesinde yatmaktadır. UADH, antidiüretik hormonun aracılık ettiği böbrekte su tutulmasına bağlı olarak hacim genişlemesi olan bir durumdur. STK, renal tuz kaybına bağlı olarak daralmış bir efektif volüm ile karakterizedir. STK hastalarında kuvvetli tuz replasmanı gerekirken, UADH hastalarında tercih edilen tedavi sıvı kısıtlamasıdır <sup>159</sup>.

Postoperatif ağrı tedavisi genellikle yetersiz düzeyde kalmaktadır. İlk 24 ile 48 saatte, hastaların üçte ikisi, orta ya da yüksek şiddetli ağrı tariflemiştir. Trigeminal ve servikal sinir dallarını hedefleyen skalp bloğu hem mayfield çivilerinin yerleşiminin hem de skalp inziyonunun ağrısını baskılar. Parasetamol ve NSAİİ'ler (Nonsteroid anti inflamatuvar ilaçlar) yan etkileri göz önünde bulundurularak kullanılabilir. Morfin, fentanil ve oksikodon, daha az öngörülemeyen yan etki sebebiyle tramadol ve kodeine tercih edilir. Solunum depresyonu ve sedasyondan kaçınılarak titre edilmelidirler. Bağırsak motilitesinin bozulacağı göz önünde bulundurularak hastaya müshil reçete edilmesi önerilir <sup>160</sup>.

Kraniyotomi hastalarında POBK insidansı %20 ile %70 arasındadır. Artan KİB nedeniyle intraserebral kanamaya neden olabilir ve hastanın yatış süresi uzayabilir. Risk faktörleri arasında kadın cinsiyeti, taşıt tutması veya POBK öyküsü, sigara içmemek ve opioid kullanımı yer alır. İnfratentoryal cerrahi, mikrovasküler dekompresyon ve akustik nöroma cerrahisinde POBK insidansı yüksektir. Yüksek riskli hastalara, rutin olarak deksametazon ve ondansetron ile intraoperatif profilaksi

verilmektedir. Ameliyat sonrasında farklı sınıftaki anti-emetiklerin kombinasyonu önerilir <sup>161</sup>.

Venöz tromboembolizm engellenebilir bir morbidite ve mortalite nedenidir. Mekanik olarak pnömotik kompresyon cihazlarıyla ve farmakolojik olarak düşük molekül ağırlıklı heparin (DMAH) ile profilaksi sağlanır. Cerrahi çekinceler sebebiyle DMAH genellikle postoperatif komplikasyonsuz 48. saatte başlanmaktadır ve bu konuda bir görüş birliği sağlanamamıştır. Sepsis, azalmış mobilizasyon, uzamış cerrahi ve malign hastalıklar risk faktörleridir <sup>162</sup>.

Deksametazon düşük mineralokortikoid aktiviteye sahiptir ve bu nedenle minimum düzeyde tuz tutma özelliğine sahiptir. Beyin ödemi için etkili bir tedavidir ancak kan kortizol düzeylerini etkiler. Hipofiz ameliyatı öncesi hidrokortizon tedavisi uygulanan hastalarda tedaviye postoperatif dönemde de devam edilmeli ve adrenal supresyon riski olanlarda doz artışı ihtiyacı değerlendirilmelidir <sup>163</sup>.

Tüm bunlara ek olarak EVD'lerin doğru konumlandırılması, asepsi kurallarına dikkat edilmesi bir diğer önemli husustur. Normotermi; yara iyileşmesi, erken derlenme ve yara yeri enfeksiyonun önlenmesi üzerine etkilidir. Yutma güçlüğüne dair bir bulgu yoksa hastalar erken dönemde beslenmelidir. Posterior fossa cerrahisi hastalarında, bulbar disfonksiyon açısından dikkatli olunmalı; gerekli durumlarda yutma testi yapılmadığı sürece oral beslenmeye başlanmamalıdır <sup>153</sup>.

ERAS (ameliyat sonrası hızlandırılmış iyileşme) protokolleri, ameliyatın ardından erken iyileşmeye olanak tanıyan multimodal perioperatif bakım stratejileridir. Nöroşirürjide nispeten yeni bir kavramdır. Protokoller, organ fonksiyonunu sürdürmek ve ameliyata verilen stres tepkisini azaltmak amacıyla; ameliyat öncesi, ameliyat sırasında ve ameliyat sonrası dönemleri ele alır. Nöroşirürjide, ERAS'ın postoperatif bileşeni; akut postoperatif ağrının yönetimine, POBK 'a, oral beslenmenin erken başlanmasına ve erken mobilizasyona odaklanır. ERAS protokollerinin; hastanede kalış süresini, hastanede yatış maliyetlerini azalttığı ve kraniyotomi hastalarında daha iyi fonksiyonel sonuçları sağladığı gösterilmiştir <sup>164</sup>.



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Protokolü

Çalışmamız için; Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Araştırma Etik Kurulu'nun 07.11.2023 tarihli ve SBA 23/279 numaralı yazısı ile onay alındı.

Hacettepe Üniversitesi Hastanesi ameliyathanesinde Ocak 2018 – Eylül 2023 tarihleri arasında genel anestezi altında oturur pozisyonda kraniyotomi ile elektif intrakraniyal cerrahi geçirmiş hastaların dosyaları gerekli izinler alındıktan sonra hastane arşivinden temin edildi.

Hasta dosyalarında yer alan hasta kabul notları, anestezi takip formu, hasta anamnezi ve epikrizi retrospektif olarak tarandı.

Dosya taraması sırasında aşağıda belirtilen veriler kaydedilmiştir.

- a) Yaş
- b) Ağırlık
- c) ASA skoru
- d) Eşlik eden kronik hastalıklar
- e) Yarı oturur pozisyonda kalma süresi
- f) Vital bulgular
- g) İntraoperatif EtCO<sub>2</sub> ve pCO<sub>2</sub> değerleri
- h) Yapılan sıvı replasmanı
- i) İntraoperatif komplikasyonlar
- j) Postoperatif komplikasyonlar
- k) Yoğun bakım yatış süresi
- l) Postoperatif hastanede kalış süresi
- m) Hastane dışı sağ kalım

İncelenen anestezi formlarına göre; her hasta EKG, pulse oksimetre, invaziv kan basıncı, EtCO<sub>2</sub>, BIS ve saatlik idrar çıkışı ile monitörize edilmiştir. İndüksiyon; hedef kontrollü infüzyon modeli (TCI) ile propofol ve remifentanil kullanılarak yapılmış olup; hedef doku veya plazma konsantrasyonları belirlenerek indüksiyon sağlanmıştır. Entübasyon sonrasında, intrakardiyak EKG kılavuzluğunda sağ internal juguler ven kateterize edilmiştir. Mayfield pinlerinin denk geldiği skalp bölgelerine,

prilokain ve bupivakain ile lokal anestezi in filtrasyonu yapıldıktan sonra hasta, yarı oturur pozisyona alınmıştır.

Tüm hastalar cerrahi sonunda ekstübe edilerek; bilinç durumu ve motor kuvvet muayenesi yapıldıktan sonra, postoperatif izlem için nöroşirurji yoğun bakım ünitesine devredilmiştir.

Kaydedilen veriler, istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

### **3.2. İstatistiksel Analiz**

Veriler, IBM SPSS.25 (IBM Inc., Chicago, IL, ABD) programına aktarılarak istatistiksel analizlerle değerlendirildi. İstatistiksel analizlere geçmeden önce, veri giriş hatasının olmaması ve parametrelerin beklenen aralıkta olup olmadığı ile ilgili kontroller yapıldı. Sürekli değişkenlerin, tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama ve standart sapma; kategorik değişkenlerin tanımlanmasında ise kişi sayısı (n) ve yüzde (%) değerleri verildi. Kategorik değişkenler arasındaki kıyaslamalarda, Ki-Kare testi kullanıldı. Sürekli değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği, Kolmogrov Smirnov normallik testi ile; varyans homojenliği ise Levene's testi ile kontrol edildi. Gruplar arasındaki karşılaştırmalar normal dağılım görülmeyen durumlarda ortalama kıyaslaması için Mann Whitney-U testi; medyan kıyaslaması için ise Medyan testi ile yapıldı. Sürekli değişkenlerin birbiri arasındaki korelasyonun incelenmesinde ise Spearman's rho analizi uygulandı. Bütün analizlerde anlamlılık düzeyi olarak  $p < 0.05$  değeri kabul edildi.

#### 4. BULGULAR

Çalışmaya Ankara ili Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Ameliyathanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği'nde opere olan toplamda 74 hasta dahil edildi.

**Tablo 4.1.** Verilerin toplandığı tarihte hasta mortalitesi ve hastaların perioperatif ekokardiyografi ile değerlendirilme durumları

<b>Mortalite</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Exitus	20	27,0
Perioperatif dönemde exitus	1	1,4
Sağ	53	71,6
<b>Ekokardiyografi Değerlendirmesi</b>	21	28,4
<b>Patent Foramen Ovale</b>	6	8,1

Yarı oturur pozisyonda ameliyat edilen hastaların 20'si (%27) veri toplama sırasında exitus olarak tespit edilmiştir. 53 hasta (%71,6) yaşamına devam etmektedir. 21 hasta perioperatif dönemde ekokardiyografi ile değerlendirilmiş olup, 6 hastada patent foramen ovale tespit edilmiştir.

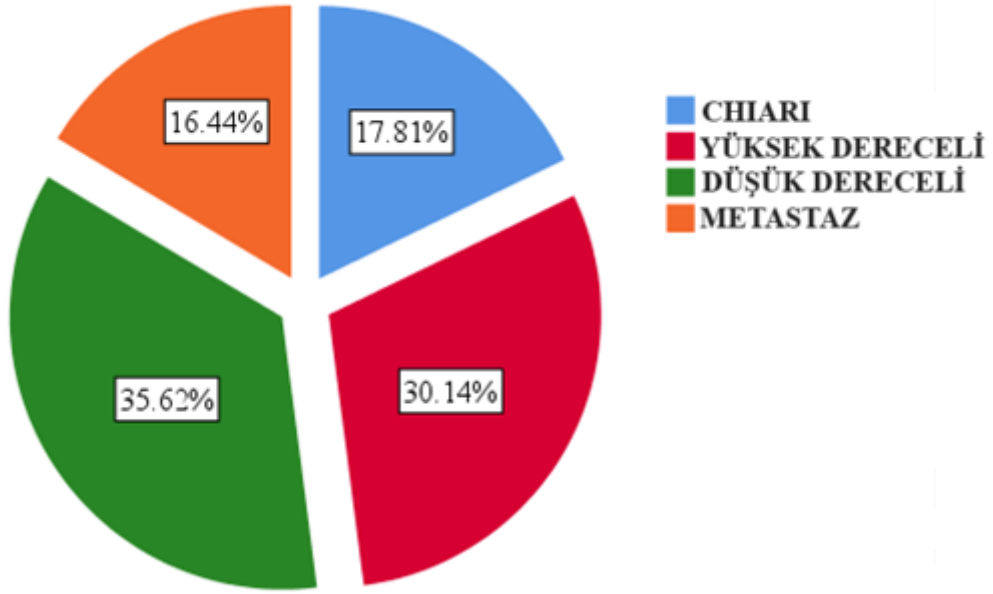
**Tablo 4.2.** Hastaların lezyon türüne göre ve tümör sınıflamasına göre dağılımı

Chiari malformasyonu	13	17,6
İntrakranial kitle	13	17,6
Posterior fossa tümörü	48	64,9
<b>Tümör Sınıflaması</b>		
Chiari	13	17,6
Yüksek dereceli tümör	22	29,7
Düşük dereceli tümör	26	35,1
Metastaz	12	16,2
<b>Dahili Hastalık</b>	17	23,0

Hastaların 48'i (%64,9) posterior fossa tümörü, 13'ü (%17,6) intrakranial kitle, 13'ü (%17,6) ise Chiari malformasyonu varlığı nedeniyle opere edilmiştir. Hastaların

26'sında (%35,1) düşük dereceli tümör, 22'sinde (%29,7) yüksek dereceli tümör, 13'ünde (%17,6) Chiari malformasyonu ve 12'sinde (%16,2) tümör metastazı mevcuttur.

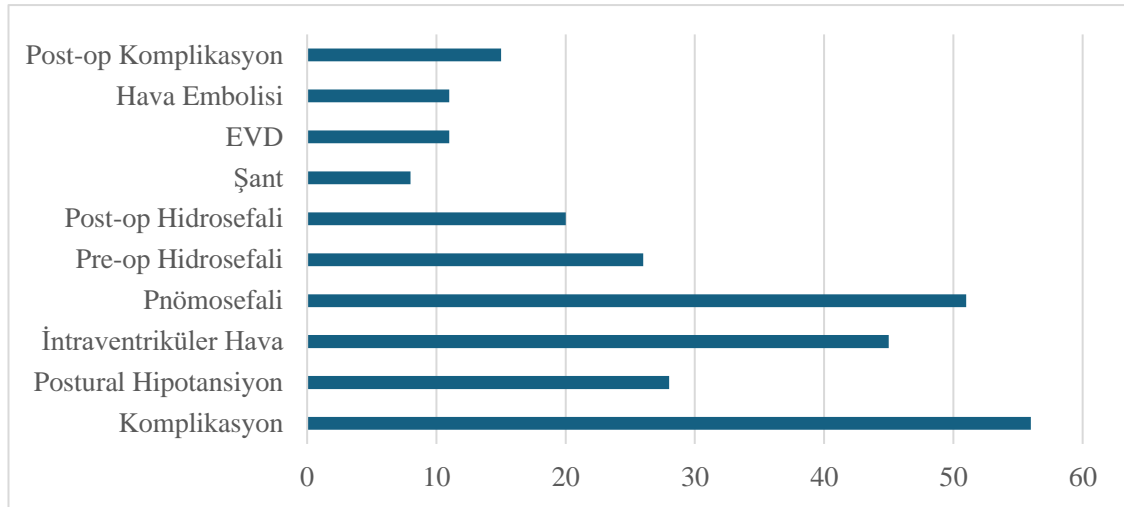
**Şekil 4.1.** Tümör sınıflamasına göre vakaların dağılımı



**Tablo 4.3.** Hastalarda perioperatif komplikasyon görülme sıklığı

Komplikasyon	n	%
<b>Komplikasyon</b>	56	75,7
<b>Postural Hipotansiyon</b>	28	37,8
<b>İntraventriküler Hava</b>	45	76,3
<b>Pnömocefali</b>	51	86,4
<b>Preoperatif Hidrosefali</b>	26	35,1
<b>Ventriküloperitoneal Şant İhtiyacı</b>	8	10,8
<b>Ekstra Ventriküler Drenaj Kateteri İhtiyacı</b>	11	14,9
<b>Venöz Hava Embolisi</b>	11	14,9
<b>Postoperatif Komplikasyon</b>	15	20,3

56 hastada komplikasyon görülmüştür. Pnömocefali ve intraventriküler hava en sık görülen komplikasyonlardır.

**Şekil 4.2.** Komplikasyon insidanslarının grafik olarak gösterimi**Tablo 4.4.** Hastaların demografik verileri

	<b>Ort.</b>	<b>SS</b>	<b>Medyan</b>	<b>Min.</b>	<b>Maks.</b>
<b>Yaş</b>	26,86	22,88	22,00	1	81
<b>Ağırlık (kg)</b>	51,80	27,26	60,00	7,00	105,00

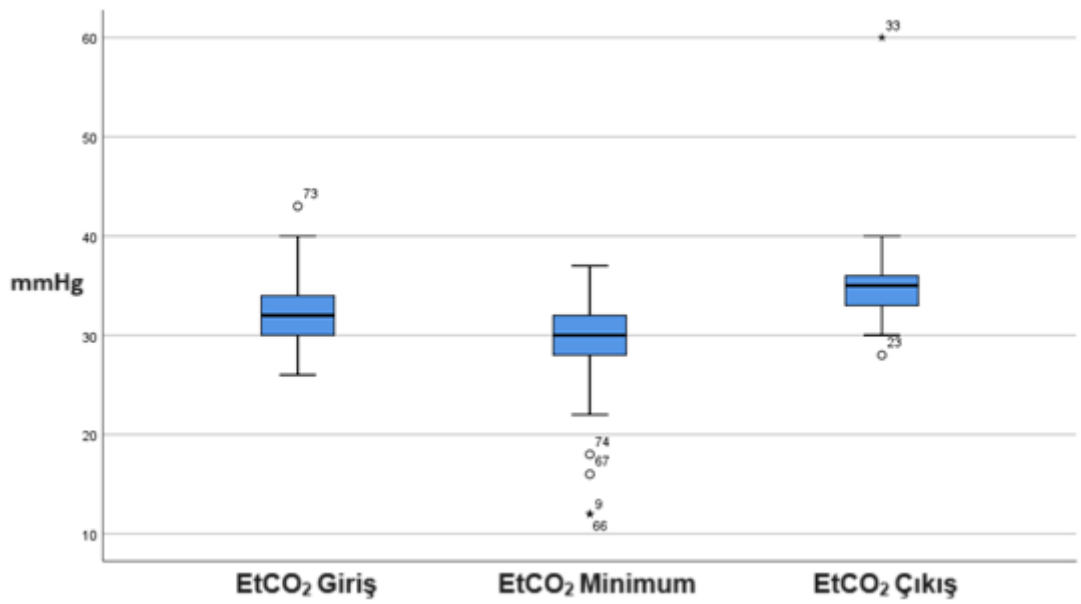
Çalışmaya dahil edilen en küçük hasta 1, en büyük hasta ise 81 yaşında olup, hastaların ortalama yaşları  $26,86 \pm 22,88$ 'dir. Hastaların ortalama ağırlıkları  $51,80 \pm 27,26$  kilogramdır. Hastaların 41'i (%55,4) erişkin, 33'ü (%44,6) çocuktur.

**Tablo 4.5.** Yarı oturur pozisyonda ameliyat süresi, yoğun bakım ünitesinde ve hastanede yatış süreleri

	<b>Ort.</b>	<b>SS</b>	<b>Medyan</b>	<b>Min.</b>	<b>Maks.</b>
<b>Ameliyat Süresi (dk)</b>	277,91	92,07	270,00	90,00	600,00
<b>Taburculuk Süresi (gün)</b>	7,20	5,55	5,00	2,00	30,00
<b>Yoğun Bakımda Yatış Süresi (gün)</b>	1,55	2,38	1,00	0,00	20,00

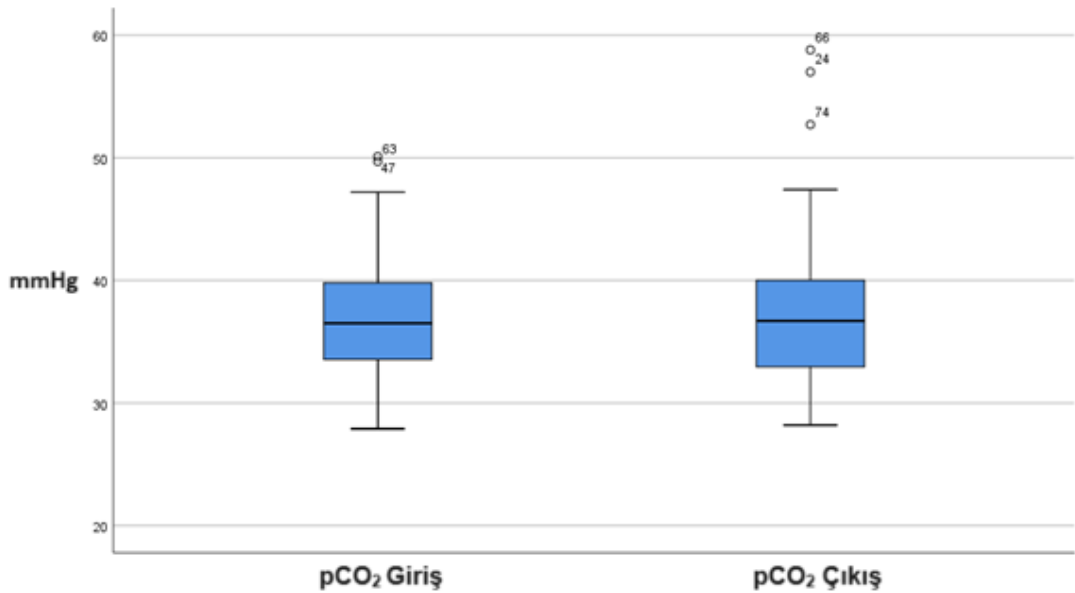
Çalışmaya dahil edilen 74 hastanın ortalama ameliyat süresi  $277,91 \pm 92,07$ 'dir. Hastaların ortalama yoğun bakım ünitesinde yatış süresi  $1,55 \pm 2,38$  gün, taburculuk süresi ise  $7,20 \pm 5,55$  gündür.

**Şekil 4.3.** EtCO<sub>2</sub> değerinde ameliyat boyunca olan değişim



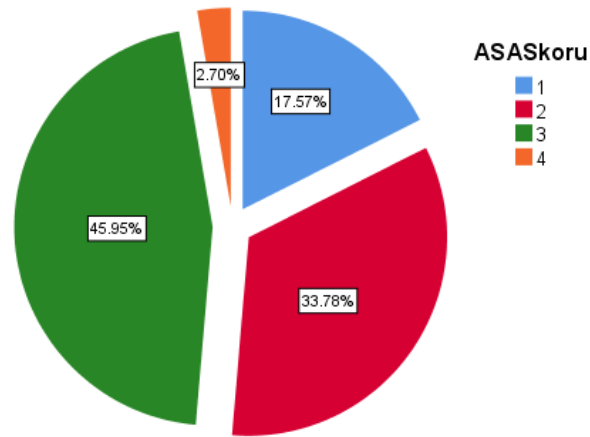
EtCO<sub>2</sub>'nin entübasyon sonrası ölçülen ilk değerinin ortalaması  $32,31 \pm 3$  mmHg, intraoperatif görülen minimum değerinin ortalaması  $29,09 \pm 4,42$  mmHg, ekstübasyon öncesi ölçülen son değerinin ortalaması  $34,96 \pm 3,77$  mmHg dir.

**Şekil 4.4.** Arteriyel kan gazı analizlerinde pCO<sub>2</sub> değerlerinin dağılımı



Entübasyon sonrası cerrahi başlamadan görülen ilk kan gazı analizinde ortalama pCO<sub>2</sub> değeri 36,83±4,95 mmHg'dir. Ameliyat sonrası ekstübasyon öncesi görülen kan gazı analizinde ortalama pCO<sub>2</sub> değeri 37,51±6,10 mmHg'dir.

**Şekil 4.5.** Hastaların ASA skoruna göre dağılımı



Hastaların ASA skoru incelendiğinde, 13'ünün (%17,6) ASA 1, 25'inin (%33,8) ASA 2, 34'ünün (%45,9) ASA 3, 2'sinin ise (%2,7) ASA 4 olduğu saptanmıştır.

**Tablo 4.6.** Venöz hava embolisi varlığı ve ASA skorunun taburculuk süresine etkisi

Venöz Hava Embolisi	Taburculuk Süresi (gün)			p
	Ort.	SS	Medyan	
Yok	6,76	5,38	5	0,075
Var	9,73	6,10	9	
ASA Skoru				0,034*
1	5.31	2.72	4	
2	5.36	2.71	4	
3	8.71	6.89	6	
4	17.00	4.24	17	

\*:p<0,05

Venöz hava embolisi varlığının, hastalarda ortalama taburculuk gününe istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür (p>0,05). Ortalama taburculuk süresinin ise, ASA skoru 4 olanlarda, 1 ve 2 olanlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu gözlenmiştir (p<0,05).

**Tablo 4.7.** Hava embolisi varlığı ve ASA skorunun yoğun bakımda yatış süresine etkisi

Hava Embolisi	Yoğun Bakımda Yatış Süresi (gün)			p
	Ort.	SS	Medyan	
Yok	1,21	0,85	1	0,027*
Var	3,55	5,63	1	
<b>ASA Skoru</b>				
1	1.08	0.28	1	0,007*
2	1.24	0.83	1	
3	1.38	1.18	1	
4	11.50	12.02	11.5	

\*:p<0,05

Yoğun bakımda yatış süresinin hava embolisi gelişen hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Ortalama yoğun bakım ünitesinde yatış süresinin de ASA skoru 4 olanlarda, diğer gruplara göre yüksek olduğu saptanmıştır (p<0,05).

**Tablo 4.8.** Perioperatif komplikasyonların ameliyat süresi ile ilişkisi

Postural Hipotansiyon	Ameliyat Süresi (dk)		p
	Ort.	SS	
Yok	258,26	79,56	0,018*
Var	310,18	103,12	
<b>İntraventriküler Hava</b>			
Yok	259,29	80,33	0,339
Var	293,67	102,06	
<b>Pnömoşefali</b>			
Yok	281,25	73,38	0,902
Var	286,18	101,68	
<b>Venöz Hava Embolisi</b>			
Yok	271,19	93,45	0,079
Var	316,36	76,32	
<b>Postoperatif Komplikasyon</b>			
Yok	266,69	84,35	0,060
Var	322,00	110,06	

Operasyon süresinin postural hipotansiyon gelişen hastalarda anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür (p<0,05). Hastaların ortalama ameliyat süresinin, intraventriküler hava, pnömoşefali, venöz hava embolisi, postoperatif komplikasyon varlığına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği görülmüştür (p>0.05)



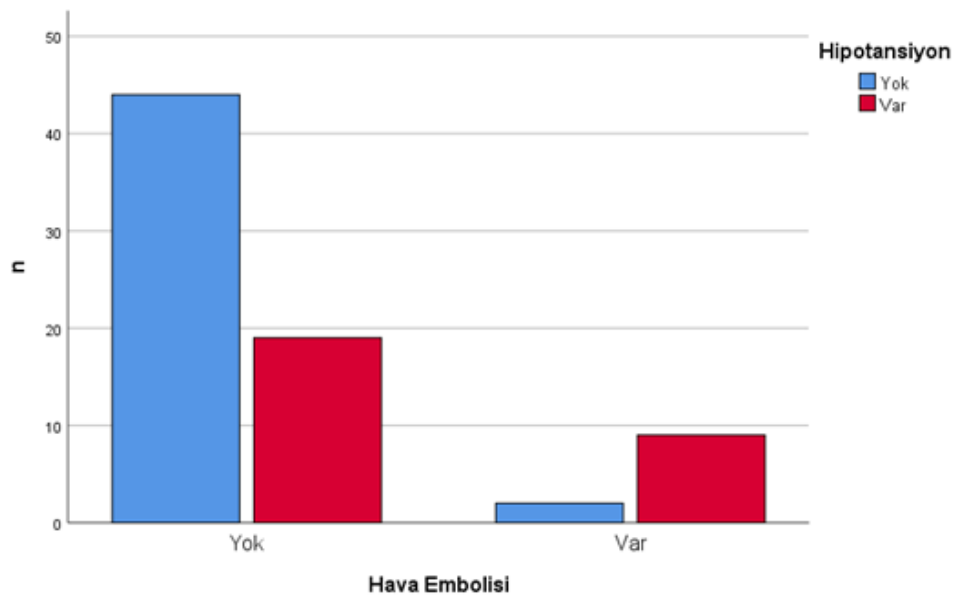
**Tablo 4.9.** Hava embolisi varlığının ve EtCO<sub>2</sub> ölçümlerinin hipotansiyon sıklığı ile ilişkisi

	<b>Hipotansiyon</b>		<b>p</b>
	<b>Yok</b>	<b>Var</b>	
	<b>n(%)</b>		
<b>Venöz Hava Embolisi</b>	2(4,3)	9(32,1)	<b>0,002*</b>
	<b>Ort. ±SS</b>		
<b>EtCO<sub>2</sub>-Giriş (mmHg)</b>	32,50 ±3,44	32,00 ±2,09	0,563
<b>EtCO<sub>2</sub>-Minimum (mmHg)</b>	29,80 ±3,46	27,93 ±5,53	0,297
<b>EtCO<sub>2</sub>-Çıkış (mmHg)</b>	35,07 ±4,42	34,79 ±2,39	0,964

*Entübasyon sonrası ölçülen ilk değer EtCO<sub>2</sub>-Giriş, intraoperatif görülen en düşük değer EtCO<sub>2</sub>-Minimum, vaka sonunda ekstübasyon öncesi görülen değer EtCO<sub>2</sub>-Çıkış olarak kabul edilmiştir.*

Venöz hava embolisi gözlenen hastaların 9' unda (%32,1) hipotansiyona rastlanmıştır. Farklı zamanlarda ölçülen etCO<sub>2</sub> değerlerinin hipotansiyon görülmesi ile ilişkisi gösterilememiştir. (p>0,05).

**Şekil 4.6.** Venöz hava embolisi (VHE) gelişen ve gelişmeyen hastalarda hipotansiyon gelişimi



VHE gelişen hastaların %81,81 inde hipotansiyon görülmüştür. VHE gelişimi ile hipotansiyon görülmesi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır. (p<0,002)

**Tablo 4.10.** Komplikasyon gelişiminin yoğun bakımda yatış süresi ve taburculuk süresi üzerine etkisi

	Komplikasyon				p
	Yok		Var		
	Ort.	SS	Ort.	SS	
<b>Yoğun Bakımda Yatış Süresi (gün)</b>	1.06	0.24	1.71	2.72	0.172
<b>Taburculuk Süresi (gün)</b>	4.56	1.95	8.05	6.06	<b>0.016*</b>
<b>Mortalite</b>	<b>n(%)</b>				
Exitus	2(11.1)		18(32.7)		0.074
Sağ	16(88.9)		37(67.3)		

\*:p<0,05

Komplikasyon gözlenen hastaların ortalama taburculuk süresi, komplikasyon gözlenmeyenlere oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir (p<0,05). Ortalama YBÜ yatış süresi ve mortalite oranları, komplikasyon varlığı durumunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir (p>0,05).

**Tablo 4.11.** Hastalarda venöz hava embolisi görülmesi ve ASA skoru arasındaki ilişki

ASA Skoru	Hava Embolisi		p
	Yok	Var	
	n(%)		
<b>1</b>	12(92,3)	1(7,79)	0,415
<b>2</b>	22(88,0)	3(12,0)	
<b>3</b>	28(82,4)	6(17,6)	
<b>4</b>	1(50,0)	1(50,0)	

ASA skoru daha yüksek olan hastalarda VHE sıklığında anlamlı bir artış olmadığı gözlenmiştir (p>0,05).

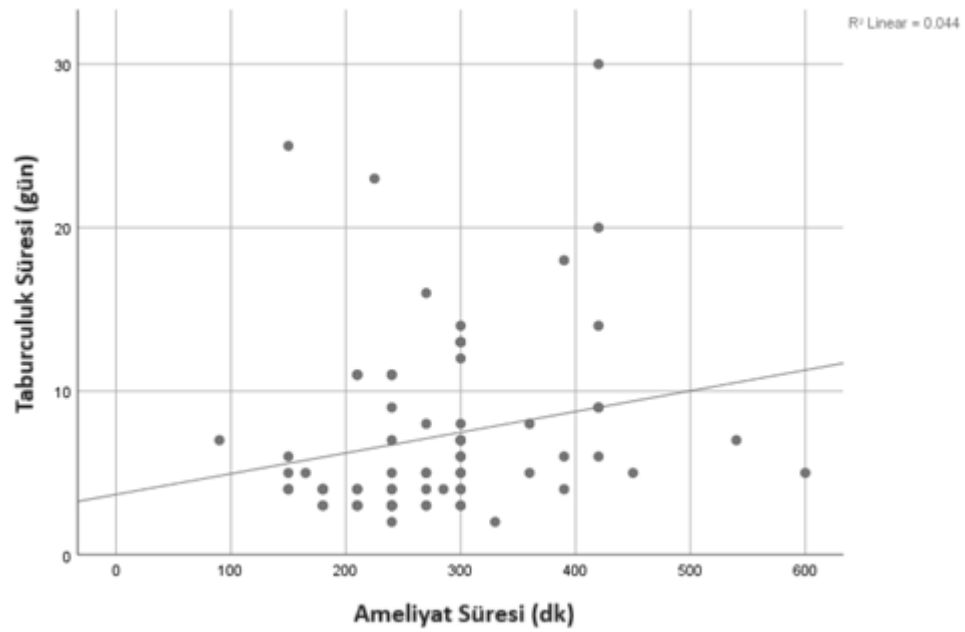
**Tablo 4.12.** Ameliyat süresinin taburculuk süresine etkisi

		<b>Ameliyat Süresi (Dk)</b>
<b>Taburculuk Süresi(Gün)</b>	<b>r</b>	0.320
	<b>p</b>	0,005*

\*: $p < 0,05$

Ameliyat süresi ile taburculuk süresi arasında pozitif orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır ( $p:0,005$ ).

**Şekil 4.7.** Ameliyat süresi ve taburculuk süresi arasındaki ilişkiyi gösteren veri dağılım grafiği



Grafikte görüldüğü üzere hastaların ameliyat süresi ve taburculuk süresine ilişkin verileri linear bir çizgi etrafında istatistiksel olarak anlamlı sonuç verecek şekilde dağılmaktadır ( $p < 0,005$ ).

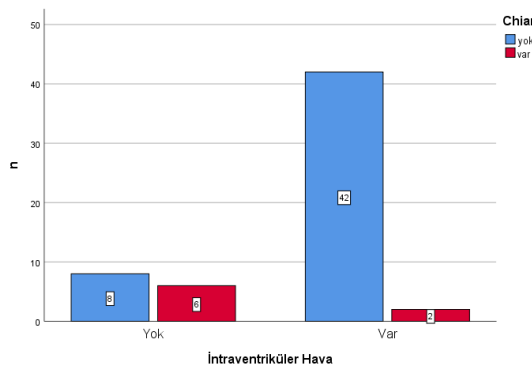
**Tablo 4.13.** Chiari malformasyonu sebebiyle cerrahi geçiren hastalarda komplikasyon görülme sıklığının diğer hasta grupları ile karşılaştırılması

	Chiari malformasyonu		p
	Yok	Var	
	n(%)		
Postural Hipotansiyon	24(85,7)	4(14,3)	0,535
İntraventricüler Hava	42(95,5)	2(4,5)	<b>0,002*</b>
Pnömocefali	46(92,0)	4(8,0)	<b>0,009*</b>
Preoperatif Hidrosefali	23(88,5)	3(11,5)	0,356
Postoperatif Hidrosefali	17(85,0)	3(15,0)	0,700
Ventriküloperitoneal Şant İhtiyacı	7(87,5)	1(12,5)	0,677
EVD kateteri ihtiyacı	11(100,0)	0(0,0)	0,195
Hava Embolisi	10(90,9)	1(9,1)	0,676
Postoperatif Komplikasyon	15(100,0)	0(0,0)	0,057

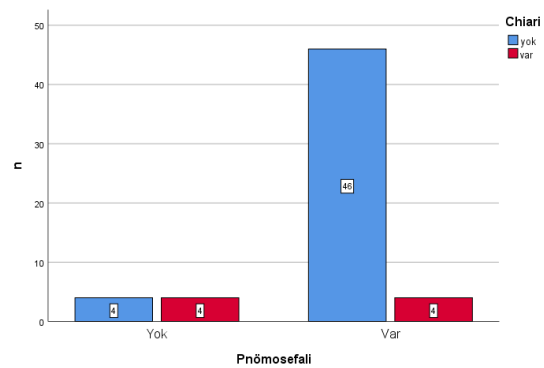
\*:p<0,05

Chiari malformasyonu nedeniyle cerrahi geçiren hastalarda postural hipotansiyon, preoperatif hidrosefali, postoperatif hidrosefali, ventriküloperitoneal şant ihtiyacı, EVD kateteri ihtiyacı, hava embolisi, postoperatif komplikasyon sıklığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmiştir (p>0,05). Chiari malformasyonu olan hastalar, diğer endikasyonlar nedeniyle cerrahi geçiren hastalarla karşılaştırıldığında pnömocefali ve intraventricüler hava görülme ihtimali istatistiksel olarak anlamlı ölçüde düşüktür (p<0,05).

**Şekil 4.8.** Chiari malformasyonu ameliyatı ve intraventricüler hava görülmesi arasındaki ilişki



**Şekil 4.9.** Chiari malformasyonu ameliyatı ve pnömocefali ilişkisi



**Tablo 4.14.** Hava embolisi varlığında intraoperatif EtCO<sub>2</sub> düşüşü ve pCO<sub>2</sub> artışıdaki değişim

	<b>Hava Embolisi</b>		<b>p</b>
	<b>Yok</b>	<b>Var</b>	
	<b>Medyan (Ort. ±SS)</b>		
<b>EtCO<sub>2</sub> düşüşü (mmHg)</b>	5(5,02±2,64)	10(12,45±7,15)	<0,001*
<b>pCO<sub>2</sub> artışı (mmHg)</b>	7(4,32±56,5)	10(23,64±98,05)	0,475

\*:p<0,05

Hava embolisi gözlenen hastaların ortalama intraoperatif EtCO<sub>2</sub> düşüş miktarının, gözlenmeyen hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır (p<0,001). Medyan intraoperatif pCO<sub>2</sub> artış miktarında ise anlamlı bir değişkenlik gözlenmemiştir (p>0,05).

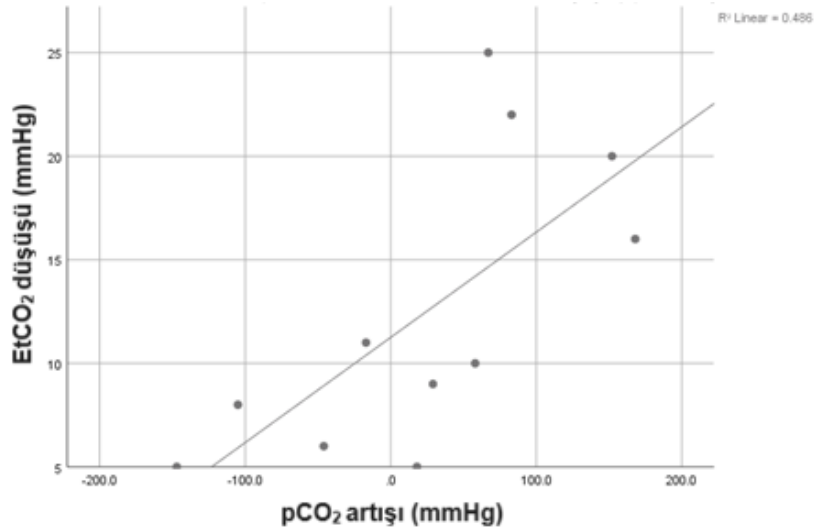
**Tablo 4.15.** Venöz hava embolisi gelişen ve gelişmeyen grupta EtCO<sub>2</sub> düşüşü ve pCO<sub>2</sub> artışı arasındaki ilişki

		<b>EtCO<sub>2</sub> Düşüşü (mmHg)</b>
<b>pCO<sub>2</sub> Artışı (mmHg)</b>	R	0,169
	P	0,174
Hava embolisi olanlarda;		<b>EtCO<sub>2</sub> Düşüşü (mmHg)</b>
<b>pCO<sub>2</sub> Artışı (mmHg)</b>	r	0,784
	p	<b>0,004*</b>

\*:p<0,05

Tüm hastalar değerlendirildiğinde pCO<sub>2</sub> artışı ile EtCO<sub>2</sub> düşüşü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır (p>0,05). Hava embolisi olan hastalarda pCO<sub>2</sub> artışı ile EtCO<sub>2</sub> düşüşü arasında yüksek derecede pozitif korelasyon gözlenmiştir (p<0,05).

**Şekil 4.10.** Hava embolisi olan hastalarda EtCO<sub>2</sub> düşüşü ile arteriyel kan gazındaki pCO<sub>2</sub> artışı arasında korelasyonu gösteren grafik



Grafik verilerin lineer bir çizgi etrafında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç verecek şekilde dağıldığı görülmektedir.

**Tablo 4.16.** EVD kateteri, ventriküloperitoneal (VP) şant ve preoperatif hidrosefali bulunmasının pnömosefali görülmesi üzerine etkisi

	Pnömosefali		p
	Yok	Var	
	n(%)		
<b>VP Şant</b>	1(12,5)	7(87,5)	0,924
<b>EVD Katateri</b>	1(9,1)	10(90,9)	0,617
<b>Preoperatif Hidrosefali</b>	3(12,0)	22(88,0)	0,763

Hastalarda VP şant, EVD katateri, preoperatif dönemde hidrosefali olması ile pnömosefali görülme durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.17** Replasman sıvılarının türü ve kullanım miktarları

	Ort.	SS	Medyan	Min.	Maks.
<b>Kristaloid Sıvılar(ml)</b>	1468,92	963,08	1275,00	100,00	4200,00
<b>Kolloid Sıvılar (ml)</b>	350,00	250,17	350,00	40,00	1000,00
<b>Eritrosit Süspansiyonu (ml)</b>	290,63	303,44	150,00	100,00	1050,00
<b>Taze Donmuş Plazma (ml)</b>	190,00	41,83	200,00	150,00	250,00

Hastalarda sıvı replasmanında en sık kristalloid sıvılar tercih edilmiştir. 16 hastada eritrosit süspansiyonu (ortalama 290 ml), 5 hastada ise taze donmuş plazma (ortalama 190 ml) kullanılmıştır.

**Tablo 4.18.** Venöz hava embolisi olan ve olmayan grupta sıvı replasmanlarının karşılaştırılması

	Venöz Hava embolisi olmayanlarda			Venöz Hava embolisi olanlarda			p
	Ort	SS	Medyan	Ort	SS	Medyan	
<b>Eritrosit Süspansiyonu (ml)</b>	283.33	353.76	100	312.50	25.0	300	<b>0,019*</b>
<b>Taze Donmuş Plazma (ml)</b>	150.00	-	150	216.67	28.86	200	0,200
<b>Kristalloid Sıvılar</b>	1360.63	868.54	1200	2089.09	1263.68	2000	0,081
<b>Kolloid Sıvılar (ml)</b>	339.58	221.17	350	381.25	339.05	325	0,983

Hava embolisi olan hastalarda daha yüksek oranda eritrosit süspansiyonu replasmanı yapılmıştır ( $p=0,019$ ). Diğer sıvı replasman ürünlerinin kullanımında farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Çalışmamızda, oturur pozisyonda intrakraniyal kitle cerrahisi geçirmiş farklı demografik verilere sahip hastalarda perioperatif dönemde gelişen komplikasyonların sıklığını ve operasyon süresi, komplikasyonlar, komorbiditeler ile taburculuk, yoğun bakım yatışı arasındaki ilişkiyi retrospektif olarak değerlendirdik.

Literatürde intrakraniyal kitle cerrahisi için kitlenin yerine göre farklı cerrahi pozisyonların karşılaştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Her bir cerrahi pozisyonun avantaj ve dezavantajlarının bulunması, kitlenin yeri ve yaklaşım şeklinin değişebilmesi nedeniyle ideal cerrahi pozisyonun ne olduğuna dair bir uzlaşa sağlanamamıştır <sup>118</sup>.

Matjasko ve arkadaşlarının, 554 vakayı retrospektif olarak inceledikleri çalışmalarında, oturur pozisyon ilişkili mortalite oranı %1 olarak bulunmuştur <sup>165</sup>. Harrison ve arkadaşlarının çocuk hastalarda oturur pozisyonda yapılan nöroşirurji ameliyatlarını inceledikleri araştırmada ise venöz hava embolisi (VHE) ilişkili morbidite veya mortaliteye rastlanılmamış olup VHE gelişen 38 hastanın tamamı tedaviye iyi yanıt vermiştir <sup>148</sup>. Yine tek klinikteki 600 hastanın incelendiği bir derlemede mortalite %3,7 bulunmuş ve mevcut mortalite oranları hava embolisi ile ilişkilendirilememiştir <sup>166</sup>. Hindistan’da 93 hastada yapılan çalışmada, bir hasta VHE nedeniyle postoperatif dönemde eksitus olmuş; bir hastada ise VHE nedeni uzun süreli intraoperatif hipotansiyon sebebiyle kuadripleji gelişmiştir <sup>167</sup>. Bizim çalışmamızda da perioperatif dönemde bir hastada mortalite görülmüş olup mortalite oranı %1,4’tür. Bu hastada, intraoperatif VHE gelişmiş olup postoperatif dönemde de nöbet izlenmiştir. Çalışmamız VHE ile ilişkili mortalite açısından, benzer çalışma gruplarıyla korelasyon göstermektedir. Bunun dışında, geniş hasta gruplarında, yarı oturur pozisyonda ameliyat yapma konusunda deneyime sahip ekiplerle yapılan çeşitli prospektif çalışmalarda, hava embolisi ile ilişkilendirilebilecek herhangi bir ölüm veya kalıcı ve ciddi nörolojik defisit bildirilmemiştir <sup>109</sup>.

Patent foramen ovale (PFO) varlığında, oturur pozisyonda cerrahi yapılması ile ilgili farklı görüşler mevcuttur. Bir grup, PFO bulunan hastalarda paradoksal hava embolisi (PHE) riski mevcut olması ve bunun hayatı tehdit eden bir komplikasyon olması nedeniyle, rutin tarama yapılmasını önerip; PFO varlığında oturur pozisyonda



cerrahi yapılmasını kontrendike bulmaktadır<sup>168, 169</sup>. Bu görüş 1990'lı yıllarda yapılan ve PFO varlığında PHE riskinin %12'ye kadar çıkabildiğini iddia eden birtakım çalışmalara dayanmaktadır<sup>169, 170</sup>. Fathi ve ark., PFO mevcut hastalarda oturur pozisyonda gerçekleştirilecek yüksek riskli cerrahiden 2 ila 4 hafta önce PFO kapatılması gerektiğini savunmuştur<sup>171</sup>. Aksine Duke ve ark., oturur pozisyondaki hastalarda intraoperatif olarak TÖE kullanarak taradıkları 126 hastanın %14'ünde PFO saptamış olup herhangi bir pozisyon değişikliğine gitmemiştir. Bu hastaların ise hiçbirinde PHE gelişmemiştir<sup>172</sup>. Preoperatif rutin tarama konusunda da fikir ayrılıkları mevcuttur. Harrison ve ark. tarafından bildirilen seride, ameliyat öncesi tarama yapılmamıştır ve yazarlar deneyimlerine dayanarak oturma pozisyonunun güvenilirliğini savunsalar da, potansiyel olarak PHE riski taşıyan çocuklarda bu cerrahi pozisyonun kullanılmasının değerlendirilmesinde son derece dikkatli olunmasını tavsiye etmektedir<sup>148</sup>. Feigl ve ark. tarafından yapılan çalışma, PFO' su olduğu bilinen, oturur pozisyonda ameliyat edilecek hastalarda yapılmış olan ilk prospektif çalışmadır. PFO'su olduğu bilinen 52 hasta TÖE ile monitörize edilmiş; PHE'ye neden olabilecek masif kanamalar için planlı boyun venöz kompresyonu hazırlığı yapılmıştır. Hiçbir PHE vakasına rastlanmamış ve prosedürün güvenilirliği doğrulanmıştır<sup>109</sup>. 2018 yılında Klein ve ark. tarafından yapılan ve PFO varlığında oturur pozisyonda kraniyotomi ile ilgili tüm çalışmaların sistematik derlemesinde 977 hastanın 82'sinde (%8) PFO mevcut olmasına rağmen bu hastalarda PHE bildirilmemiştir<sup>146</sup>. Bizim çalışmamızda da 73 hastanın 21'inin (%28,4) transtorasik ekokardiyografi tetkiki mevcut idi. Bu hastaların 6'sında PFO saptamış olup, hastaların en büyüğü 9 yaşındaydı. Literatüre benzer şekilde bu hastalarda masif PHE gözlenmemiştir. Tüm bu çalışmaların ve bilgilerin ışığında güncel yaklaşım olarak PFO varlığı, oturur pozisyon için bir kontrendikasyon olarak görülmemektedir. Yüksek riskli hastalarda preoperatif dönemde PFO kapatılabilir ve önemli olan bu hasta grubunda venöz hava embolisinin erken tanı ve tedavisine yönelik hazırlıklı olunmasıdır<sup>84, 146</sup>.

Yarı oturur pozisyon birçok klinik tarafından fayda zarar durumu gözetilerek, daha sıklıkla; posterior fossa cerrahisi, infratentorial kitleler ve servikal lezyonlar için tercih edilmektedir. Özellikle vaskülaritesi fazla, büyük posterior fossa ve cerebellum kitleleri için bu pozisyon tercih edilmektedir<sup>109</sup>. Gliom, menenjiyom, ependimom,

schwannom, vasküler malformasyon, hematoma, metastaz, Chiari malformasyonu ve spinal kitle oturur pozisyonda yapılan cerrahilerin endikasyonu olabilir <sup>96, 166</sup>. Domaigne' in 2005'te yaptığı vaka serisi takdiminde; 58 hastadan 42'si (%72) posterior fossa patolojileri, 8'i (%14) spinal lezyonlar, 8'i (%14) supratentoriyal kitle sebebiyle opere edilmiştir <sup>96, 173</sup>. 2020 yılında iki ayrı klinikteki 53 hastanın gözlemsel verilerinin toplandığı çalışmada, 32 (%60) hastanın posterior fossa patolojileri, 2 (%4) hastanın servikal spinal lezyon, 19 (%36) hastanın ise periferik parankim kitlesi nedeniyle opere edildiği görülmüştür <sup>174</sup>. Arjantin'de 119 hastada yapılan bir çalışmada ise dağılım posterior fossa cerrahisi 85 (%71), supratentoriyal cerrahi 13 (%11), servikal spinal cerrahi 21 (%18) şeklindedir <sup>175</sup>. Dilmen ve ark., oturur pozisyon verilen 601 erişkin hastanın 527'sinin (%87,6) ve 91 çocuk hastanın 86'sının (%94,5) posterior fossa cerrahisi sebebiyle ameliyat edildiğini belirtmiştir <sup>142</sup>. Bizim çalışmamızda ise benzer şekilde 74 hastanın dağılımı 48 (%64,9) posterior fossa tümörü, 13 (%17,6) servikal lezyon, 13 (%17,6) intrakraniyal kitledir. Tüm çalışmalarda görüldüğü gibi oturur pozisyon öncelikli olarak posterior fossa cerrahilerinde iyi bir seçenektir <sup>176</sup>. Chiari malformasyonu gibi kraniyoservikal bileşke ve spinal cerrahilerde yüzüstü pozisyon en yaygın kabul gören pozisyonudur. Oturur pozisyon, bu pozisyona belli hasta gruplarında bir alternatif olarak görülmektedir <sup>177</sup>. Daha detaylı yapılan araştırmalarda, serebellopontin açılı tümörlerinde, bu pozisyonun daha sıklıkla ve istatistiksel olarak anlamlı derecede tercih edildiğini görmekteyiz <sup>4, 174, 178, 179</sup>. Bizim çalışmamızda, cerrahi bölgelerin daha alt birimlere ayrılmamış olmasının, farklı cerrahilerde hangi pozisyonların seçildiğinin analizi açısından kısıtlılık yarattığı söylenebilir. Bunun yanında, farklı kliniklerdeki oturur pozisyonda ameliyat edilen hastalar içindeki, Chiari malformasyonu mevcut olanların oranlarına baktığımızda, 333 ile 740 arasında hasta içeren dört büyük çalışmada, bu oran %2 ile %11 arasında değişmektedir <sup>119, 134, 166, 180</sup>. Bizim kliniğimizde, chiari malformasyonu olan hastalar, vakaların %17,6'sını oluşturmuştur. Yine bu çalışmalarda, metastatik hastalık sebebiyle oturur pozisyonda cerrahi işleme alınan hasta oranı %7 ile %10 arasındadır <sup>134, 166, 180</sup>. Çalışmamızda metastatik hastalıkların oturur pozisyon cerrahileri içindeki oranı %16,2 dir. Bu veriler göz önüne alındığında, kliniğimizde primer intrakraniyal patolojilerinin yanı sıra chiari malformasyonu ve metastatik hastalıklarda da oturur pozisyonun sık başvurulan bir teknik olduğu söylenebilir. Her

iki endikasyonla, oturur pozisyonda cerrahi işleme alınan hastaların bütün vakalara oranı, diğer çalışmalardan daha fazladır.

Oturur pozisyonda opere edilen hastaların olduğu çalışma gruplarında, hastaların ASA (American Society of Anesthesiologists) skorları VHE insidansı ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Al-Afif ve arkadaşlarının çalışmasında, ASA skoru yüksek olan hastalarda, diğer hastalara göre VHE sıklığı daha düşük bulunmuştur <sup>180</sup> (p= 0,0532). Yazarlar bunun nedeninin hem nöroanesteziyoloji hem de nöroşirürji ekiplerinin, her adımda daha dikkatli çalışması ve hastanın cerrahi riskinin daha yüksek olabileceği konusunda artmış bir farkındalık bulunması olabileceğini belirtmiştir. 425 hastayı içeren bir başka çalışmada, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamış olmakla birlikte; ASA skoru 1 olan hastalarda, daha sık hava embolisi görülmüştür <sup>181</sup>. Bizim çalışmamızda da ASA skoru ile hava embolisi varlığı arasında anlamlı bir ilişki ortaya koyulamamıştır.

Pnömoşefali, oturur pozisyonda uygulanan kraniyotomi prosedürlerinin bilinen bir komplikasyonudur <sup>117</sup>. Supratentoryal kraniyotomide pnömoşefali görülme sıklığının %100'e kadar çıkabildiği bildirilmektedir <sup>182</sup>. Pozisyona göre pnömoşefali insidansının; modifiye lateral pozisyon için %73, prone için %57, oturur pozisyon için %100 olduğu raporlanmıştır <sup>183</sup>. Bir çalışmada oturur pozisyonda ameliyat edilen 90 hastada, havanın yeri incelenmiş ve havanın subdural (87 hasta), intraventriküler (50 hasta) ve sisternal (33 hasta) boşluklarda bulunduğu belirtilmiştir <sup>184</sup>. Konu üzerinde yapılan iki çalışmaya göre; pnömoşefali bir çalışmada %3,7 <sup>185</sup> ve diğerinde %31 <sup>110</sup> insidansla letarjiye sebep olmuştur. Bir hastada subdural drenaj gerekli olmuştur. Standefer'in 488 hastayla yaptığı çalışmada, intradural girişim yapılan 275 hastanın 8'inde (%3) tansiyon pnömoşefali gelişmiştir <sup>119</sup>. Pnömoşefali gelişen hastalarda hava, subdural, sisternal ve intraventriküler kompartmanların birden fazlasında bulunabilmektedir <sup>116</sup>. İntraventriküler havanın, özellikle oturur pozisyonda yapılan cerrahilerden sonra daha sık görüldüğü raporlanmıştır <sup>183</sup>. Bizim çalışmamızda, postoperatif dönemde görüntülemesi bulunan 59 vakanın 51'inde (%86.4) pnömoşefali görülmüştür. Bu vakaların 6'sında intraventriküler alanda hava olmayıp; mevcut hava sisternal ve subdural alandadır. Chiari malformasyonu sebebiyle opere olan 8 hastanın 4'ünde pnömoşefali mevcut olup (%50), bunların 2'sinde (%25) intraventriküler alanda da hava mevcuttur. Geri kalan 50 hastanın ise 46'sında

pnömocefali (%92), 42'sinde intraventriküler hava (%84) mevcut olup; bu veriler göz önüne alındığında, çalışmamızda Chiari malformasyonu sebebiyle ameliyat olan hasta grubunda intraventriküler hava ve pnömocefali görülme olasılığı, diğer endikasyonlarla cerrahiye alınan hastalardan anlamlı derecede düşük bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Pnömocefali insidansına etkisi araştırılan bir diğer faktör, ameliyatın süresidir. Sloan ve ark., posterior fossa cerrahisinde supratentoriyal pnömocefali gelişmesine etki eden faktörleri araştırdıkları çalışmalarında <sup>117</sup> 95 hastadan, ameliyatı 4 saatin altında süren hastaların 11'inde pnömocefali gözlenmezken, pnömocefali gözlenen hastalarda pnömocefali miktarı %50 daha azdır. Bizim çalışmamızda, pnömocefali ve ameliyat süresi arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Nöroanesteziye oturur pozisyonundan bahsedildiğinde ilk akla gelmesi gereken komplikasyon VHE'dir. 1970'lerden sonra kullanımı sıklaşan ve 1990'lara kadar sık kullanılan bu pozisyonun, lezyona rahat erişim, daha az kanama, kafa içi basıncı ve ödem sıklığında azalma gibi avantajları bulunmaktadır <sup>110</sup>. Buna karşın, bu süreçte yaşanan ve pozisyon ilişkili olduğu düşünülen, VHE, PHE, tansiyon pnömocefali, spinal kord hasarı, kompresyona bağlı periferik nöropati ve kardiyak arrest gibi komplikasyonlarla ilgili çalışmalar yayınlanmıştır <sup>119, 130, 134, 186</sup>. Sonrasında, birçok klinik, bu yöntemle daha mesafeli durmuş ve klinik kullanımında azalma olmuştur <sup>187, 188</sup>. Daha yakın dönemde, ilgili çalışmaların sıklığı tekrar artmış, güncel metotlarla VHE tanı oranları araştırılmış ve bunların morbidite ve mortalite ile ilişkisi yeniden gözden geçirilmeye başlanmıştır <sup>110, 181</sup>. Daha erken dönemdeki yanlış tanı oranları, transtorasik ekokardiyografinin tanıdaki kısıtlılığına bağlanmış olsa da <sup>169</sup>, 2010 yılından sonra yapılan çalışmalarda da VHE görülme insidansı açısından oldukça büyük farklılıklar görülmektedir <sup>109, 166, 185, 189</sup>. Burada retrospektif modellenen ve hastaların PKD ile monitörize edildiği çalışmalarda, VHE oranı % 4,9 olarak ifade edilirken, Feigl ve ark. tarafından prospektif ve TÖE ile monitörize edilen hasta grubunda, bu oran %55,7 şeklinde bulunmuştur <sup>109, 189</sup>. 2023 yılında, yine TÖE ile yapılan prospektif bir araştırmada, oturur pozisyonda VHE oranı %55,9 gibi çok benzer bir orandadır <sup>190</sup>. Buradan yola çıkılarak, monitörizasyon şeklinin tanıda bilinen etkisine ek olarak çalışma dizaynının da tanı oranına etki ettiği söylenebilir. EtCO<sub>2</sub> ile yapılan VHE monitörizasyonu orta derecede duyarlı olup 0,5 ml/kg altındaki hava

embolilerini yakalamakta başarısızdır <sup>64</sup>. EtCO<sub>2</sub>, birçok çalışmada VHE tanısında, yardımcı tanı kriteri olarak kullanılmıştır. Duke ve ark. tarafından, 1998 yılında 222 hastayla yapılan retrospektif çalışmada; PKD ile hastaların %27 sinde VHE görülürken, bu hastaların sadece %5 inde EtCO<sub>2</sub>'de düşüş gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada hastalar TÖE ile değerlendirildiğinde %28 oranında VHE izlenmiştir <sup>172</sup>. 2022'de TTE ile TÖE'nin karşılaştırıldığı çalışmada, TTE kullanıldığında hastaların %11,8 inde VHE tespit edilirken, diagnostik araç olarak TÖE kullanıldığında bu oran %40,5 a çıkmaktadır. Bu çalışmada, hastaların %6,3'ünde 3 mmHg'den fazla EtCO<sub>2</sub> düşüşü gözlenmiştir <sup>180</sup>. Çalışmalarda EtCO<sub>2</sub> için anlamlı kabul edilen düşüş miktarı 3 ila 5 mmHg arasında değişmektedir <sup>110, 189</sup>. Şu anda en yaygın kabul gören Tübingen sınıflamasında, 3 mmHg (0,4 kPa) eşik değer olarak kabul edilmektedir <sup>109</sup>. 1992-1998 yılları arasında yalnızca EtCO<sub>2</sub> ile takip edilen çocukların incelendiği bir çalışmada, VHE insidansı %9,3 olarak raporlanmıştır <sup>148</sup>. Ammirati ve ark. yaptıkları çalışmada, EtCO<sub>2</sub> düşüşü için eşiği 5 mmHg olarak belirlemiş; %26,8 hastada düşüş olduğunu belirtmiş fakat bu hastaların sadece ikisinde hava aspire edilebildiği için düşüşlerin başka sebeplerle ilişkili olabileceği düşünülmüştür <sup>189</sup>. Bizim çalışmamızda, yine aynı şekilde 3 mmHg'lik düşüşü eşik kabul ederek yaptığımız analiz sonucunda; %14,9'a tekabül eden, 11 hastada VHE gözlenmiştir. Düşüşün gözlendiği sırada yapılan eş zamanlı kan gazı analizlerinde görülen pCO<sub>2</sub> değerindeki yükselişle EtCO<sub>2</sub>'deki düşüş istatistiksel olarak anlamlı korelasyon göstermiştir (p: 0,004). Bu sonuç VHE olarak değerlendirdiğimiz klinik değişikliklerin tanı değerini kuvvetlendirmektedir.

VHE tanısı alan 11 hastamızın 2'sinde EtCO<sub>2</sub> düşüşüne eşlik eden hipotansiyon veya taşikardi mevcut olmadığından bu hastalar 'Tübingen Grade 3' kabul edildi. 8 hastada EtCO<sub>2</sub> düşüşüyle birlikte %20'den fazla sistolik kan basıncı düşüşü mevcuttu. Bu sebeple 11 hastadan 8'i 'Tübingen Grade 4' olarak değerlendirildi. 1 hastada dirençli hipotansiyon nedeniyle vazopressör ihtiyacı oluşmasından ve eşlik eden nöbet varlığından ötürü hasta 'Tübingen Grade 5' kabul edildi. Tübingen sınıflamasının kullanıldığı çalışmalardan örnek verecek olursak; Feigl ve arkadaşlarının, Tübingen sınıflamasını ilk olarak tanımladıkları çalışmada VHE görülen hastaların %83'ünü (tüm hastaların %46,1'i) grade 1 ve 2 hastalar oluşturmaktadır <sup>109</sup>. Yine oturur pozisyonda kraniyotomi vakalarında, TÖE ile ameliyat boyunca izlenen hastaların kayıtlarının sonradan incelendiği çalışmada 39

hastadan 28 (%72)' inde, toplamda 105 embolik hadisenin 48'i TÖE ile intraoperatif dönemde fark edilmiş; bu 48 olayın sadece 4'ü kapnografide 3 mmHg'den büyük değişikliğe neden olmuştur. Bu çalışmaya göre, VHE'de EtCO<sub>2</sub> monitörizasyonun sensitivitesi %9'dur<sup>190</sup>. Hevia ve ark. tarafından yapılan, kapnografi ile tanı alabilen VHE oranının görece yüksek olduğu çalışmada, intraoperatif hadiselerin %63'ünde anlamlı değişiklik mevcuttur<sup>191</sup>. Çalışmalara göre TÖE veya PKD gibi monitörizasyon yöntemleri kullanılmadığında, venöz hava embolisi gelişen hastaların en az %37'si gözden kaçmaktadır. Bu oran %91'e kadar çıkabilmektedir. EtCO<sub>2</sub> ve TÖE'nin beraber kullanımı ise en sensitif yöntemdir<sup>110</sup>.

Duke ve ark., oturur pozisyonda (n=222) vestibüler schwannoma nedeniyle ameliyat edilen, eş zamanlı TÖE ve PKD ile monitörize hastalarda şiddetli VHE beraberinde hipotansiyon görülme sıklığını %1,8 olarak bildirmiştir<sup>172</sup>. Harrison'ın oturur pozisyonda ameliyat edilen 407 çocuk hastada yaptığı ve hastaların sadece kapnografi ile takip edildiği retrospektif araştırmada, VHE insidansı %9,3 iken; hastaların %2 sinde SKB' de %10'dan fazla düşüş gözlenmiştir<sup>148</sup>. VHE gelişen birçok çalışmada benzer şekilde ciddi VHE'nin öncelikle EtCO<sub>2</sub>'de düşüğe sebep olduğu gösterilse de aksini iddia eden çalışmalar da mevcuttur. Almanya'da farklı sebeplerle oturur pozisyonda ameliyat edilen 740 çocuk ve erişkin hastanın dahil edildiği çalışmada, TTE veya TÖE' de gözlemlenebilen VHE gelişen 119 hastadan 18'inde herhangi bir EtCO<sub>2</sub> düşüşü olmadan SKB'de 10 mmHg'den fazla düşüş olmuştur<sup>180</sup>. Her ne kadar tanı ve tedavi şemalarında dolaşıma giren hava miktarı ile semptom ve bulgular arasında bir korelasyon olduğu belirtilse de<sup>64</sup> hangi faktörlerin bir VHE'yi klinik olarak semptomatik hale getirdiği sorusu hala araştırmaya açıktır. Bizim çalışmamızda da VHE tanısı alan 11 hastanın 9'unda intraoperatif dönemde hipotansiyon görülmüş olup (p: 0,002), bu hastaların tamamı Tübingen skalasına göre VHE açısından anlamlı düşüş olarak kabul edilmiştir. Çalışmamızda, intraoperatif dönemde görülen hipotansiyon sıklığı daha yüksektir (%38). Bu da akla EtCO<sub>2</sub> takibi ile tanı almayan veya retrospektif çalışmanın doğasından ötürü gözden kaçmış olabilecek hava embolilerinin hipotansiyona neden olabileceği düşüncesini getirmektedir.

Birçok çalışmada, oturur pozisyondaki hastalarda, EtCO<sub>2</sub> 30- 40 mmHg arasında tutulup hiperventilasyondan kaçınılarak izlem yapılmıştır<sup>84</sup>. Feigl ve ark.

tamamı PFO'lu hastalarda yaptığı çalışmada, saatlik kan gazı analizi ile daha yakın takibi tercih etmiştir <sup>109</sup>. Kliniğimizde tüm hastaların intraoperatif EtCO<sub>2</sub> izlemi kabaca 29 ila 35 mmHg aralığında dağılmaktadır. Ayrıca sıklıkla en az iki kan gazı analizi yapılmış olup her iki örnekte, pCO<sub>2</sub> dağılımı benzer şekildedir. İntraoperatif dönemde görülen minimum EtCO<sub>2</sub> değerindeki düşüklüğün sadece VHE görülen değil tüm hasta gruplarında bulunması, bu durumun ventilasyon stratejileri ve hipotansiyon ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Yarı oturur pozisyonda kraniyotomi yapılan hastalarda, postoperatif dönemde, hastanın YBÜ' de ve hastanede yatış süresine etki eden parametreler, yakın dönemde yapılan çalışmalarda sıklıkla analiz edilmektedir. VHE'nin yatış süresine etkisi olup olmadığına dair çalışmalara bakıldığında; Ganslandt ve arkadaşlarının 600 hasta içeren çalışmalarında, VHE gelişiminin hem servis hem YBÜ yatış süresini ortalama 1 gün uzatsa da istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmadığı gösterilmiştir <sup>166</sup>. Al-Afif ve arkadaşlarının çalışmasında da sonuç benzer şekildedir <sup>180</sup>. Hevia ve arkadaşlarının yaptığı en güncel çalışmada, VHE gelişen hastalar YBÜ'de ortalama 3 gün daha uzun kalmıştır (p= 0,001) ve toplam hastanede kalış süresi de 6 gün uzamıştır (p: 0,166) <sup>191</sup>. Bizim çalışmamızda, VHE gelişimi, YBÜ yatış süresine ortalama 2 gün (p: 0,027), hastanede toplam kalma süresine ortalama 3 gün etki etmiştir (p: 0,075). Çalışmalardaki yatış süreleri değerlendirildiğinde, VHE gelişmeyen grupta, hastanemiz en kısa YBÜ yatış süresine sahip olup (1,55 gün) hastaların daha erken servise taburcu edilebildiği görülmüştür. Çalışmamızdaki hastalarda, VHE tanısı koyulması durumunda, YBÜ yatış süresindeki anlamlı artış, kapnograf aracılığıyla tanı alabilen embolilerin sıklıkla yüksek dereceli olması ve yakın takip gerektirecek semptom ve bulgularla birlikte olması nedenli olabilir.

Hastaların uzun süre yoğun bakım ve serviste takip ihtiyacını öngörmemizi sağlayabilecek bir diğer parametre, hastaların ASA skorlaması olabilir. ASA sınıflamasının, cerrahi sonrası komplikasyon ve mortaliteye ilişkin bağımsız bir risk faktörü olduğu bilinmektedir <sup>192</sup>. Hormuzdiyar ve arkadaşlarının yaptığı, tümör nedeniyle kraniyotomi yapılan hastaların hastanede kalış süresinin incelendiği çalışmada, ASA 3 veya daha yüksek skor hastanede kalış süresinin uzaması ile doğrudan ilişkilidir <sup>193</sup>. 2018'de yayınlanan ve yine primer beyin tümörleri sebebiyle ameliyat olan hastaların, postoperatif hastanede kalış süreci açısından incelendiği

çalışmada, ASA skoru 3 ve üzeri olan hastaların, hastanede kalış süresinin daha uzun olduğu, daha sık reopere edildiği ve daha sık tekrarlayan hastane yatışları olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ )<sup>194</sup>. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde ASA skoru arttıkça servis ve YBÜ' de kalış süresi artmakta olup sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p:0,034$  ve  $p:0,007$ ). Ortalama hastanede kalış süresi, ASA 4 hastalarda, ASA 1 ve 2 olanlara göre anlamlı derecede yüksektir. Ortalama YBÜ yatış süresi, ASA 4 hastalarda diğerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir.

Hava embolisi, ameliyatın her aşamasında gerçekleşebilir. Cilt insizyonu, kemiğin kaldırılması veya duranın açılması aşamalarında meydana gelebilir. VHE' nin en sık kaynaklandığı anatomik bölgenin neresi olduğu ile ilgili farklı sonuçlar mevcuttur. İki ayrı çalışma, en sık orijin aldığı bölgeyi birbirinden farklı şekilde sırasıyla kemik ve kas dokusunun geçildiği aşamalar olarak bulmuştur.<sup>165, 167</sup>. Ameliyat süresi uzadıkça, hava embolisi riskinin artıp artmadığı da diğer bir araştırma konusudur. Rodrigez ve arkadaşlarının çalışmasında, VHE gelişen grupta ameliyat süresi daha uzundur<sup>168</sup>. Bu çalışmada 13 hastanın 6'sında tümör rezeksiyonu (%46), 4'ünde kraniotomi (%31), 2'sinde yumuşak doku diseksiyonu (%15), 1'inde çivili başlık yerleştirilmesi (%8) sırasında hava embolisi gelişmiştir. Ganslandt ve ark., VHE embolisi gelişen vakaların gelişmeyen vakalardan 64 dakika daha uzun olduğu sonucuna varsalar da<sup>166</sup> operasyon süresi ve VHE insidansı arasındaki ilişkiyi analiz eden diğer çalışmalarda anlamlı bir ilişki elde edilememiştir<sup>181, 201</sup>. Bizim çalışmamızda, hava embolisi gelişen grupta, operasyon süresinin 45 dakika daha uzun olduğu görülse de bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p:0,079$ ). 2022 yılına ait cerrahi süresinin yarım saatlik periyotlara bölündüğü konuyla ilgili en detaylı çalışmada, ameliyatın 30 ila 60'ncü dakikaları arasında diğer zaman aralıklarına oranla hava embolisi görülme riskinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir<sup>194</sup>. Bu dönem kas ve kemik insizyonları ile küçük venlerin açılması, kafatası ve dura arasındaki vena emissaria' nın ekspoz olmasından tipik bir dönemdir. Çalışmaya göre bu dönemde hava embolisi riski %25,5 iken, operasyonun 150. dakikasından sonra bu oran %1,5'a kadar düşmektedir. Bu sonuç, ameliyat süresi uzadıkça, VHE insidansında belirgin bir artış olmamasını kısmen açıklamaktadır.

Cerrahi süresinde uzama; pnömosefali, cerrahi alanda enfeksiyon gibi komplikasyonların sıklığında artışa neden olmaktadır<sup>117, 195</sup>. Bu komplikasyonlar,



postoperatif hemorajiye neden olarak reoperasyon sıklığında artışa neden olarak yatış süresini uzatabilir <sup>196</sup>. Kraniyotomi sonrası hastanede kalış süresini etkileyen faktörler incelendiğinde, operasyon süresi 180 dakika altında olan popülasyonun yaklaşık %50'si 8 günden önce taburcu olurken; 300 dakika üzerinde süren operasyonlardan sonra bu oran %20'nin altına düşmektedir <sup>193</sup>. Elektif kraniyotomi vakalarının YBÜ'ye kabul sıklığını araştıran çalışmada, yine uzamış cerrahi süresi, yakın takip ihtiyacının artışı ile ilişkilendirilmiştir <sup>197</sup>. Farklı endikasyonlarla cerrahi geçiren hastalarda da benzer sonuçlara ulaşılan çalışmalar mevcuttur <sup>198</sup>. Çalışmamızda da ilgili grafikte görüldüğü gibi vakaların süre dağılımı ile uzamış taburculuk süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu gözlenmiştir (p:0,005).

Yarı oturur pozisyonun avantajlarından birinin daha az kanama olduğu bilinmektedir <sup>126, 176</sup>. Lezyona daha rahat ulaşım sağlanması, daha kısa cerrahi süresi, daha az retraksiyon ihtiyacı, iyi venöz drenaj sağlanarak kanın cerrahi alandan daha kolay uzaklaşması bunu sağlar. Bu sayede bu pozisyonda yapılan cerrahilerde daha az kan ürünü kullanımı olması beklenir. Black ve arkadaşlarının, oturur pozisyonla supin pozisyonu karşılaştırdıkları çalışmada, oturur pozisyonda ortalama 359 ml, supin pozisyonda ise 507 ml kanama gözlenmiştir (p<0,05) <sup>134</sup>. Oturur pozisyonda hastaların sadece %3'üne 2 üniteden fazla eritrosit replasmanı gerekirken; supin pozisyonda bu oran %13'tür. Oturur pozisyonda alınan hastaların %57'sinde, supin pozisyonda alınan hastaların ise %49'unda kan ürünü replasmanı ihtiyacı olmuştur. Dilmen ve arkadaşlarının yaptığı, çocuk ve erişkin hastaların ayrı ayrı incelendiği çalışmada oturur pozisyondaki erişkin hastalarda ortalama 236 ml, çocuk hastalarda 133 ml kanama görülmüş olup; erişkin hastalarda ortalama 595 ml, çocuk hastalarda 280 ml kan transfüzyonu yapılmıştır <sup>142</sup>. Sonali ve arkadaşlarının oturur pozisyonda kraniyotomileri incelediği çalışmada 150 hastanın 4'ünde (%2,66) kan replasmanı ihtiyacı olmuştur <sup>199</sup>. Bizim çalışmamızda, erişkin hastalarda ortalama 521 ml, çocuk hastalarda ortalama 111 ml eritrosit süspansiyonu kullanmıştır. 74 hastanın 16'sında ES replasmanı ihtiyacı olmuştur. 2 üniteden fazla replasman yapılan hasta sayısı 2'dir (%2,7). Kliniğimizde, oturur pozisyondaki kraniyotomilerde eritrosit süspansiyonu kullanımı benzer çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur. Klinikler arasındaki bu veri korelasyonu, oturur pozisyonun kanama açısından avantajını doğrular niteliktedir.

Yarı oturur pozisyon sıklıkla hipotansiyonla ilişkilendirilmiştir. Özellikle pozisyon verme sırasında bu durum belirgindir <sup>200</sup>. Pozisyonla ilgili kardiyovasküler instabilite ve hipotansiyon; volatil ajanlar ve intravenöz anesteziğin miyokardiyal kontraktilite üzerindeki depresan etkileri, aralıklı pozitif basınçlı ventilasyonun venöz dönüş etkisi nedeniyle daha da belirgin hale gelebilir. Her ne kadar yerçekimi etkisi cerrahi alandan kanın drenajını sağlasa da aynı etki bacaklarda venöz göllenmeye neden olur <sup>201</sup>. Venöz sistemde göllenen kan; vücut kitle endeksi, intravasküler hacim durumu ve öncesinde var olan hipertansiyondan etkilenebilir. İnhalasyon ajanları, kapiller ve venöz damar duvarlarındaki permeabiliteyi bozup ekstravasküler alana sıvı geçişine neden olup bu volümü daha da arttırabilir. Oturur pozisyonundaki hipotansiyonun insidansı ile ilgili sonuçlar hipotansiyonun tanımına göre değişebilmekle birlikte %5 ile %38 arasında değişmektedir <sup>127</sup>. Çalışmamızda SKB’de %20’den fazla düşüş anlamlı kabul edilmiştir. 74 hastanın 28’inde (%38) intraoperatif dönemde hipotansiyon gelişmiştir. Aynı eşiği anlamlı kabul eden Martinez’in çalışmasında 53 hastanın 15 (%28)’inde intraoperatif hipotansiyon gelişmiştir <sup>174</sup>. Çalışmamızda hastaların takip formlarında indüksiyon sonrası ve birinci saatteki invaziv AKB verileri dikkate alınmıştır. Benzer bir çalışmada, pozisyona bağlı gelişen hipotansiyon insidansı %19 (n:63) bulunmuştur. Dilmen ve arkadaşlarının çalışmasında, 692 hasta için bu oran %35 bulunmuştur <sup>142</sup>. Farklı çalışmalarda intraoperatif VHE’ye bağlı hipotansiyon oranları %4,9 <sup>180</sup> ila %14 <sup>191</sup> arasında değişkenlik göstermektedir.

Pozisyona bağlı gelişen hipotansiyonun tedavisi için bir dönem kolloid sıvıların kristalloid sıvılara üstün olduğu düşünülmüştür. Fakat sonrasında bu üstünlüğün sanıldığı kadar fazla olmadığı anlaşılmıştır <sup>202</sup>. Kolloid sıvılar, her ne kadar kardiyak indeksin iyileşmesine bir miktar fayda sağlasa da, kritik hastada ciddi morbidite ve mortalite ile ilişkilendirilmeleri sebebiyle sıvı resüsitasyonunda ilk tercih olmaktan uzaktır <sup>203</sup>. Daha önce bahsedilen çalışmalarda ve bizim çalışmamızda bu bilgilerle uyumlu olarak kristalloid sıvıların sıvı yönetiminde ilk tercih olarak kullanıldığı görülmektedir. Ganslandt ve ark., 600 hastaya ortalama 3500 ml kristalloid, 500 ml kolloid vermişlerdir <sup>166</sup>. Al-Afif ve ark., ortalama 2700 ml kristalloid ve 1000 ml kolloid kullanmıştır. Başka iki çalışmada, ortalama kristalloid kullanımı 2000 ml civarında olup, ilk çalışmada neredeyse hiç kolloid sıvı

kullanılmamış (~50 ml) ikincide ise yine 500 ml civarında kolloid, replasmanda kullanılmıştır<sup>125,174</sup>. Lindroos ve ark., erişkin hastalarda ortalama 2250 ml kristalloid, 630 ml kolloid kullanmış; çocuk hastalarda ortalama 775 ml kristalloid ve tek bir çocuk hastada 1000 ml kolloid kullanmıştır<sup>138</sup>. Bizim çalışmamızda ise erişkin hastalara ortalama 2130 ml kristalloid, 377 ml kolloid verilmiştir. Çocuk hastalarda ise bu rakamlar 968 ml'ye 290 ml'dir. Klinikler arasında ortalama hidrasyon miktarı büyük farklar göstermektedir. Bu farklı kliniklerdeki komplikasyon görülme oranı, oturur pozisyonda alınan vaka türlerinin sıklığının değişkenliği, hasta komorbiditeleri ile ilgili olabileceği gibi anestezi ekibinin sıvı yönetiminde ne kadar restriktif davrandığı ile de ilişkilendirilebilir. Himes ve Martinez, oturur pozisyonu horizontal pozisyonla karşılaştırmıştır. Oturur pozisyonundaki hastalara daha fazla kristalloid ve kolloid verilmiş olup; Himes kristalloid replasmanı açısından anlamlı fark bulmuştur<sup>125, 174</sup>. Ganslandt ve ark., çalışmasında VHE gelişen gruba 1500 ml daha fazla kristalloid verilmiştir<sup>166</sup> (3000/4500). Fakat bu hasta grubunda hiç kan ürünü kullanılmadığını belirtmek gerekir. Bizim çalışmamızda, VHE gelişen erişkin hasta grubuna 800 ml daha fazla kristalloid sıvı verilmiştir (1751/2562). VHE gelişmesinde intravasküler volüm azlığının bir kolaylaştırıcı faktör olduğundan daha önce bahsettiğimiz üzere, bu hastalarda kalp seviyesi ile cerrahi saha seviyesi arasındaki basınç gradiyentini düşürmek için agresif sıvı tedavisi uygulanması önemli ve etkilidir<sup>113</sup>. Sıvı replasmanındaki bu yaklaşım tedavinin bir parçası olarak kabul edilmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nöroşirürjide oturur pozisyon; kafa içi basınçta azalma, bimanuel diseksiyon olanağı, yerçekimi ile serebellumun aşağı doğru inmesi, kanama ve transfüzyon ihtiyacında azalma gibi pek çok cerrahi avantaj sunar. Ancak pozisyona sekonder komplikasyonlar, özellikle de pnömosefali ve venöz hava embolisi riski nedeniyle 2000'lerin başında popülaritesini yitirmiştir. Yıllar içinde teknolojik gelişmeler sayesinde ilgili komplikasyonların güncel tanı ve tedavi metotlarıyla önlenip tedavi edilebiliyor olması sayesinde bu pozisyonun kullanımı ile ilgili çalışmalarda artış gözlenmekte ve kullanımı son yıllarda yeniden tartışılmaktadır.

Çalışmamızın sonucunda oturur pozisyonda venöz hava embolisi insidansı %14,9 bulunmuştur. ASA skorunun, hastanede ve yoğun bakım ünitesinde kalma süresini etkilediği gösterilse de; venöz hava embolisi insidansı için bir risk faktörü olmadığı izlenilmiştir. Hastalarda patent foramen ovale olması, hava embolisi gelişmesi riski ile korelasyon göstermemiştir. Elde ettiğimiz; cerrahi sürenin uzaması ile birlikte taburculuk süresinin uzaması, intraoperatif hipotansiyon görülme sıklığı, intraoperatif gerekli sıvı replasman miktarı gibi veriler diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Literatürle kıyaslandığında çalışmamızda, venöz hava embolisi insidansı düşük olmakla birlikte, hastalarının klinik tablosu daha ağır izlenmektedir. Bu durum değerlendirildiğinde, monitörizasyonda emboli tespit edilebilmesi açısından sadece EtCO<sub>2</sub> kullanılması nedeniyle, tanı alamayıp atlanan vakaların bu duruma yol açmış olabileceği düşünülmektedir. Komplikasyon gelişmeyen hastaların taburculuk süresinin kısa olduğu, venöz hava embolisi gelişen hastaların ise yoğun bakım ve hastanede kalış süresinin benzer çalışmalardan yüksek olduğu izlenilmiştir. Bu durum; monitörizasyon ve tanıda daha hassas metotların kullanılmasının, hastanede kalış süresini etkileyerek, daha maliyet etkin bir tedavi düzeni sağlanabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak; nöroşirürjide oturur pozisyon, olası risklerin nasıl tanınıp yönetileceğini bilerek ve risk/yarar dengesi gözetilerek, bunun yanı sıra transözofageal ekokardiyogram gibi uygun monitörizasyon yöntemlerinin kullanımı ile birlikte, endikasyonu olan ya da oturur pozisyonda kraniyotominin cerrahi avantajlarına ihtiyaç duyulabilecek hastalarda güvenle kullanılabilir.

## 7. KAYNAKLAR

1. MARTEL D. Surgical treatment of cerebral tumors. *Surg Gynecol Obstet.* 1931;52:381-5.
2. Tufegdzic B, Lamperti M, Siyam A, Roser F. Air-embolism in the semi-sitting position for craniotomy: a narrative review with emphasis on a single centers experience. *Clinical Neurology and Neurosurgery.* 2021;209:106904.
3. Scheller C, Rampp S, Tatagiba M, Gharabaghi A, Ramina KF, Ganslandt O, Bischoff B, Matthies C, Westermaier T, Pedro MT. A critical comparison between the semisitting and the supine positioning in vestibular schwannoma surgery: subgroup analysis of a randomized, multicenter trial. *Journal of Neurosurgery.* 2019;133(1):249-56.
4. Schackert G, Ralle S, Martin KD, Reiss G, Kowalski M, Sobottka SB, Hennig S, Podlesek D, Sandi-Gahun S, Juratli TA. Vestibular schwannoma surgery: outcome and complications in lateral decubitus position versus semi-sitting position—a personal learning curve in a series of 544 cases over 3 decades. *World Neurosurgery.* 2021;148:e182-e91.
5. Gan C, King JA, Maartens NF. The role and safety of the sitting position in instrumented cervical surgery. *Journal of Clinical Neuroscience.* 2016;25:75-8.
6. Khan ZH, Samadi S, Zanjani AP, Hatemi BM. Air embolism in sitting position during neurosurgical operations and it's prevention: a narrative review. *Archives of Anesthesiology and Critical Care.* 2019;5(2):54-61.
7. Domaigne CM. Anaesthesia for neurosurgery in the sitting position: a practical approach. *Anaesth Intensive Care.* 2005;33(3):323-31. doi: 10.1177/0310057x0503300307. PubMed PMID: 15973914.
8. Goraksha S, Thakore B, Monteiro J. Sitting Position in Neurosurgery. *J Neuroanaesth Crit Care.* 2019;07(02):077-83. doi: 10.1055/s-0039-1693078.
9. Iorgulescu JB, Sun C, Neff C, Cioffi G, Gutierrez C, Kruchko C, Ruhl J, Waite KA, Negoita S, Hofferkamp J. Molecular biomarker-defined brain tumors: epidemiology, validity, and completeness in the United States. *Neuro-oncology.* 2022;24(11):1989-2000.

10. Strong MJ, Garces J, Vera JC, Mathkour M, Emerson N, Ware ML. Brain tumors: Epidemiology and current trends in treatment. *Brain Tumors Neurooncol.* 2015;1(1):1-21.
11. Catt S, Chalmers A, Fallowfield L. Psychosocial and supportive-care needs in high-grade glioma. *The lancet oncology.* 2008;9(9):884-91.
12. van den Bent MJ, Geurts M, French PJ, Smits M, Capper D, Bromberg JE, Chang SM. Primary brain tumours in adults. *The Lancet.* 2023;402(10412):1564-79.
13. Doolittle ND, editor. State of the science in brain tumor classification. *Seminars in oncology nursing*; 2004: Elsevier.
14. Kim HS, Lee DY. Nanomedicine in clinical photodynamic therapy for the treatment of brain tumors. *Biomedicines.* 2022;10(1):96.
15. Kayode A, Shahzadi A, Akram M, Anwar H, Kayode O, Akinnawo O, Okoh S. Brain Tumor: An overview of the basic clinical manifestations and treatment2020.
16. Bondy ML, Scheurer ME, Malmer B, Barnholtz-Sloan JS, Davis FG, Il'Yasova D, Kruchko C, McCarthy BJ, Rajaraman P, Schwartzbaum JA. Brain tumor epidemiology: consensus from the Brain Tumor Epidemiology Consortium. *Cancer.* 2008;113(S7):1953-68.
17. Davis F, Il'Yasova D, Rankin K, McCarthy B, Bigner DD. Medical diagnostic radiation exposures and risk of gliomas. *Radiation research.* 2011;175(6):790-6.
18. Braganza MZ, Kitahara CM, Berrington de González A, Inskip PD, Johnson KJ, Rajaraman P. Ionizing radiation and the risk of brain and central nervous system tumors: a systematic review. *Neuro-oncology.* 2012;14(11):1316-24.
19. Picano E, Vano E, Domenici L, Bottai M, Thierry-Chef I. Cancer and non-cancer brain and eye effects of chronic low-dose ionizing radiation exposure. *BMC cancer.* 2012;12:1-13.
20. Perkins A, Liu G. Primary brain tumors in adults: diagnosis and treatment. *American family physician.* 2016;93(3):211-7B.
21. Farrell CJ, Plotkin SR. Genetic causes of brain tumors: neurofibromatosis, tuberous sclerosis, von Hippel-Lindau, and other syndromes. *Neurologic clinics.* 2007;25(4):925-46.

22. Hemminki K, Tretli S, Sundquist J, Johannesen TB, Granström C. Familial risks in nervous-system tumours: a histology-specific analysis from Sweden and Norway. *The lancet oncology*. 2009;10(5):481-8.
23. Ostrom QT, Barnholtz-Sloan JS. Current state of our knowledge on brain tumor epidemiology. *Current neurology and neuroscience reports*. 2011;11:329-35.
24. Sivanaser V, Manninen P. Preoperative assessment of adult patients for intracranial surgery. *Anesthesiology research and practice*. 2010;2010.
25. Lindenauer PK, Pekow P, Wang K, Mamidi DK, Gutierrez B, Benjamin EM. Perioperative beta-blocker therapy and mortality after major noncardiac surgery. *New England Journal of Medicine*. 2005;353(4):349-61.
26. Yang H, Raymer K, Butler R, Parlow J, Roberts R. The effects of perioperative  $\beta$ -blockade: results of the Metoprolol after Vascular Surgery (MaVS) study, a randomized controlled trial. *American heart journal*. 2006;152(5):983-90.
27. Beattie WS, Wijeyesundera DN, Karkouti K, McCluskey S, Tait G, Mitsakakis N, Hare GM. Acute surgical anemia influences the cardioprotective effects of  $\beta$ -blockade: a single-center, propensity-matched cohort study. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2010;112(1):25-33.
28. Group PS. Effects of extended-release metoprolol succinate in patients undergoing non-cardiac surgery (POISE trial): a randomised controlled trial. *The Lancet*. 2008;371(9627):1839-47.
29. Fleisher LA, Beckman JA, Brown KA, Calkins H, Chaikof EL, Fleischmann KE, Freeman WK, Froehlich JB, Kasper EK, Kersten JR, Riegel B, Robb JF. 2009 ACCF/AHA Focused Update on Perioperative Beta Blockade Incorporated Into the ACC/AHA 2007 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Care for Noncardiac Surgery. *Journal of the American College of Cardiology*. 2009;54(22):e13-e118. doi: doi:10.1016/j.jacc.2009.07.010.
30. Shinton R, Beevers G. Meta-analysis of relation between cigarette smoking and stroke. *British medical journal*. 1989;298(6676):789-94.
31. Goldman L, Caldera DL, Nussbaum SR, Southwick FS, Krogstad D, Murray B, Burke DS, O'malley TA, Goroll AH, Caplan CH. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. *New England Journal of Medicine*. 1977;297(16):845-50.

32. Bentz CJ. Nicotine gum and varenicline, but not behavioral interventions, reduce relapse in persons who have stopped smoking. *Annals of Internal Medicine*. 2009;151(4):JC1-11.
33. Quraishi SA, Orkin FK, Roizen MF. The anesthesia preoperative assessment: an opportunity for smoking cessation intervention. *Journal of clinical anesthesia*. 2006;18(8):635-40.
34. Chung SA, Yuan H, Chung F. A systemic review of obstructive sleep apnea and its implications for anesthesiologists. *Anesthesia & Analgesia*. 2008;107(5):1543-63.
35. Chung F, Yegneswaran B, Liao P, Chung SA, Vairavanathan S, Islam S, Khajehdehi A, Shapiro CM. STOP questionnaire: a tool to screen patients for obstructive sleep apnea. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2008;108(5):812-21.
36. McGirt MJ, Woodworth GF, Brooke BS, Coon AL, Jain S, Buck D, Huang J, Clatterbuck RE, Tamargo RJ, Perler BA. Hyperglycemia independently increases the risk of perioperative stroke, myocardial infarction, and death after carotid endarterectomy. *Neurosurgery*. 2006;58(6):1066-73.
37. Krinsley JS, editor. Effect of an intensive glucose management protocol on the mortality of critically ill adult patients. *Mayo Clinic Proceedings*; 2004: Elsevier.
38. Tommasino C. Fluids and the neurosurgical patient. *Anesthesiology Clinics of North America*. 2002;20(2):329-46.
39. PROUGH DS, JOHNSON JC, POOLE Jr GV, STULLKEN EH, JOHNSTON Jr WE, ROYSTER R. Effects on intracranial pressure of resuscitation from hemorrhagic shock with hypertonic saline versus lactated Ringer's solution. *Critical care medicine*. 1985;13(5):407-11.
40. Hockey B, Leslie K, Williams D. Dexamethasone for intracranial neurosurgery and anaesthesia. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2009;16(11):1389-93. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2009.03.007>.
41. Lukins MB, Manninen PH. Hyperglycemia in Patients Administered Dexamethasone for Craniotomy. *Anesthesia & Analgesia*. 2005;100(4):1129-33. doi: 10.1213/01.Ane.0000146943.45445.55. PubMed PMID: 00000539-200504000-00037.



42. Dunn AS, Spyropoulos AC, Turpie AGG. Bridging therapy in patients on long-term oral anticoagulants who require surgery: the Prospective Peri-operative Enoxaparin Cohort Trial (PROSPECT). *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2007;5(11):2211-8. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2007.02729.x>.
43. Llau JV, López-Forte C, Sapena L, Ferrandis R. Perioperative management of antiplatelet agents in noncardiac surgery. *European Journal of Anaesthesiology | EJA*. 2009;26(3):181-7. doi: 10.1097/EJA.0b013e328324b79f. PubMed PMID: 00003643-200903000-00001.
44. Thachil J, Gatt A, Martlew V. Management of surgical patients receiving anticoagulation and antiplatelet agents. *British Journal of Surgery*. 2008;95(12):1437-48. doi: 10.1002/bjs.6381.
45. Levine GN, Bates ER, Bittl JA, Brindis RG, Fihn SD, Fleisher LA, Granger CB, Lange RA, Mack MJ, Mauri L, Mehran R, Mukherjee D, Newby LK, O'Gara PT, Sabatine MS, Smith PK, Smith SC, Jr. 2016 ACC/AHA Guideline Focused Update on Duration of Dual Antiplatelet Therapy in Patients With Coronary Artery Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines: An Update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention, 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery, 2012 ACC/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS Guideline for the Diagnosis and Management of Patients With Stable Ischemic Heart Disease, 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction, 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes, and 2014 ACC/AHA Guideline on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Management of Patients Undergoing Noncardiac Surgery. *Circulation*. 2016;134(10):e123-55. Epub 20160329. doi: 10.1161/cir.0000000000000404. PubMed PMID: 27026020.
46. Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, Barnason SA, Beckman JA, Bozkurt B, Davila-Roman VG, Gerhard-Herman MD, Holly TA, Kane GC, Marine JE, Nelson MT, Spencer CC, Thompson A, Ting HH, Uretsky BF, Wijeyesundera DN. 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: a report of the American

- College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(22):e77-137. Epub 20140801. doi: 10.1016/j.jacc.2014.07.944. PubMed PMID: 25091544.
47. Heidegger T, Gerig HJ, Ulrich B, Schnider TW. Structure and process quality illustrated by fiberoptic intubation: analysis of 1612 cases. *Anaesthesia.* 2003;58(8):734-9. doi: 10.1046/j.1365-2044.2003.03200.x. PubMed PMID: 12859463.
48. Faris PM, Spence RK, Larholt KM, Sampson AR, Frei D. The predictive power of baseline hemoglobin for transfusion risk in surgery patients. *Orthopedics.* 1999;22(1 Suppl):s135-40. doi: 10.3928/0147-7447-19990102-06. PubMed PMID: 9927114.
49. Thiruvenkatarajan V, Pruett A, Adhikary SD. Coagulation testing in the perioperative period. *Indian J Anaesth.* 2014;58(5):565-72. doi: 10.4103/0019-5049.144657. PubMed PMID: 25535418; PMCID: PMC4260302.
50. Ren P, Li K, Lu X, Xie M. Diagnostic value of transthoracic echocardiography for patent foramen ovale: a meta-analysis. *Ultrasound Med Biol.* 2013;39(10):1743-50. Epub 20130629. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.03.016. PubMed PMID: 23820251.
51. Banas JS, Jr., Meister SG, Gazzaniga AB, O'Connor NE, Haynes FW, Dalen JE. A simple technique for detecting small defects of the atrial septum. *Am J Cardiol.* 1971;28(4):467-71. doi: 10.1016/0002-9149(71)90012-9. PubMed PMID: 4938004.
52. Mas JL, Arquizan C, Lamy C, Zuber M, Cabanes L, Derumeaux G, Coste J. Recurrent cerebrovascular events associated with patent foramen ovale, atrial septal aneurysm, or both. *N Engl J Med.* 2001;345(24):1740-6. doi: 10.1056/NEJMoa011503. PubMed PMID: 11742048.
53. Cabanes L, Coste J, Derumeaux G, Jeanrenaud X, Lamy C, Zuber M, Mas JL. Interobserver and intraobserver variability in detection of patent foramen ovale and atrial septal aneurysm with transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2002;15(5):441-6. doi: 10.1067/mje.2002.116718. PubMed PMID: 12019427.
54. Hanna PG, Gravenstein N, Pashayan AG. In vitro comparison of central venous catheters for aspiration of venous air embolism: effect of catheter type, catheter tip

position, and cardiac inclination. *J Clin Anesth.* 1991;3(4):290-4. doi: 10.1016/0952-8180(91)90222-9. PubMed PMID: 1910796.

55. Gebhard RE, Szmuk P, Pivalizza EG, Melnikov V, Vogt C, Warters RD. The accuracy of electrocardiogram-controlled central line placement. *Anesth Analg.* 2007;104(1):65-70. doi: 10.1213/01.ane.0000250224.02440.fe. PubMed PMID: 17179244.

56. Gildenberg PL, O'Brien RP, Britt WJ, Frost EAM. The efficacy of Doppler monitoring for the detection of venous air embolism. *Journal of Neurosurgery.* 1981;54(1):75-8. doi: <https://doi.org/10.3171/jns.1981.54.1.0075>.

57. Giraldo M, Lopera LM, Arango M. Venous air embolism in neurosurgery. *Colombian Journal of Anesthesiology.* 2015;43(Supplement):40-4.

58. Nozaki K. Selection of semisitting position in neurosurgery: essential or preference? *World Neurosurg.* 2014;81(1):62-3. Epub 20130209. doi: 10.1016/j.wneu.2013.02.020. PubMed PMID: 23403340.

59. Shaikh N, Ummunisa F. Acute management of vascular air embolism. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock.* 2009;2(3):180-5. doi: 10.4103/0974-2700.55330. PubMed PMID: 01408631-200902030-00008.

60. Wong AY, Irwin MG. Large venous air embolism in the sitting position despite monitoring with transoesophageal echocardiography. *Anaesthesia.* 2005;60(8):811-3. doi: 10.1111/j.1365-2044.2005.04237.x. PubMed PMID: 16029232.

61. Stendel R, Gramm HJ, Schröder K, Lober C, Brock M. Transcranial Doppler ultrasonography as a screening technique for detection of a patent foramen ovale before surgery in the sitting position. *Anesthesiology.* 2000;93(4):971-5. doi: 10.1097/0000542-200010000-00016. PubMed PMID: 11020748.

62. Brechner TM, Brechner VL. An audible alarm for monitoring air embolism during neurosurgery. *J Neurosurg.* 1977;47(2):201-4. doi: 10.3171/jns.1977.47.2.0201. PubMed PMID: 874544.

63. Vinay B, Sriganesh K, Gopala Krishna KN. An abrupt reduction in end-tidal carbon-dioxide during neurosurgery is not always due to venous air embolism: a capnograph artefact. *J Clin Monit Comput.* 2014;28(2):217-9. Epub 20130831. doi: 10.1007/s10877-013-9505-y. PubMed PMID: 23996497.

64. Mirski MA, Lele AV, Fitzsimmons L, Toung TJ. Diagnosis and treatment of vascular air embolism. *Anesthesiology*. 2007;106(1):164-77. doi: 10.1097/00000542-200701000-00026. PubMed PMID: 17197859.
65. Souders JE. Pulmonary air embolism. *J Clin Monit Comput*. 2000;16(5-6):375-83. doi: 10.1023/a:1011455701892. PubMed PMID: 12580220.
66. Matjasko J, Petrozza P, Mackenzie CF. Sensitivity of end-tidal nitrogen in venous air embolism detection in dogs. *Anesthesiology*. 1985;63(4):418-23. doi: 10.1097/00000542-198510000-00013. PubMed PMID: 3898921.
67. Drummond JC, Prutow RJ, Scheller MS. A comparison of the sensitivity of pulmonary artery pressure, end-tidal carbon dioxide, and end-tidal nitrogen in the detection of venous air embolism in the dog. *Anesth Analg*. 1985;64(7):688-92. PubMed PMID: 3925817.
68. van Hulst RA, Klein J, Lachmann B. Gas embolism: pathophysiology and treatment. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2003;23(5):237-46. doi: 10.1046/j.1475-097x.2003.00505.x. PubMed PMID: 12950319.
69. Caputi L, Carriero MR, Falcone C, Parati E, Piotti P, Materazzo C, Anzola GP. Transcranial Doppler and transesophageal echocardiography: comparison of both techniques and prospective clinical relevance of transcranial Doppler in patent foramen ovale detection. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2009;18(5):343-8. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2008.12.001. PubMed PMID: 19717016.
70. Callahan M, Barton C. Prediction of outcome of cardiopulmonary resuscitation from end-tidal carbon dioxide concentration. *Crit Care Med*. 1990;18(4):358-62. doi: 10.1097/00003246-199004000-00002. PubMed PMID: 2108000.
71. RF B. Venous air embolism: An historical perspective 1983. 169-76 p.
72. Ferrari E, Imbert A, Chevalier T, Mihoubi A, Morand P, Baudouy M. The ECG in pulmonary embolism. Predictive value of negative T waves in precordial leads--80 case reports. *Chest*. 1997;111(3):537-43. doi: 10.1378/chest.111.3.537. PubMed PMID: 9118684.
73. McGINN S, WHITE PD. ACUTE COR PULMONALE RESULTING FROM PULMONARY EMBOLISM: ITS CLINICAL RECOGNITION. *Journal of the*

- American Medical Association. 1935;104(17):1473-80. doi: 10.1001/jama.1935.02760170011004.
74. Panos RJ, Barish RA, Whye DW, Jr., Groleau G. The electrocardiographic manifestations of pulmonary embolism. *J Emerg Med.* 1988;6(4):301-7. doi: 10.1016/0736-4679(88)90367-8. PubMed PMID: 3225435.
75. Sanders B, Catania S, Luoma AMV. Principles of intraoperative neurophysiological monitoring and anaesthetic considerations. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine.* 2020;21(1):39-44. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2019.10.020>.
76. Sarihasan B. MH. NÖROANESTEZİ REHBERİ - Nörofizyolojik Monitorizasyon. akademi.tard.org.tr2017.
77. Liu EHC, Wong HK, Chia CP, Lim HJ, Chen ZY, Lee TL. Effects of isoflurane and propofol on cortical somatosensory evoked potentials during comparable depth of anaesthesia as guided by bispectral index. *British Journal of Anaesthesia.* 2005;94(2):193-7. doi: <https://doi.org/10.1093/bja/aei003>.
78. Rosow C, Manberg PJ. Bispectral index monitoring. *Anesthesiology Clinics of North America.* 2001;19(4):947-66. doi: [https://doi.org/10.1016/S0889-8537\(01\)80018-3](https://doi.org/10.1016/S0889-8537(01)80018-3).
79. Johansen JW. Update on Bispectral Index monitoring. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology.* 2006;20(1):81-99. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2005.08.004>.
80. Vakkuri A, Yli-Hankala A, Talja P, Mustola S, Tolvanen-Laakso H, Sampson T, Viertiö-Oja H. Time-frequency balanced spectral entropy as a measure of anesthetic drug effect in central nervous system during sevoflurane, propofol, and thiopental anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2004;48(2):145-53. doi: 10.1111/j.0001-5172.2004.00323.x. PubMed PMID: 14995935.
81. Bozinov O, Grotzer MA, Sarnthein J. Intraoperative Monitoring of Facial Nerve Motor-Evoked Potentials in Children. *World Neurosurg.* 2015;84(3):786-94. Epub 20150516. doi: 10.1016/j.wneu.2015.05.008. PubMed PMID: 25986204.
82. Herrero S, Carrero E, Valero R, Rios J, Fábregas N. [Postoperative surveillance in neurosurgical patients - usefulness of neurological assessment scores and bispectral

- index]. *Rev Bras Anesthesiol.* 2017;67(2):153-65. Epub 20161229. doi: 10.1016/j.bjan.2016.12.001. PubMed PMID: 28041617.
83. Chan DYC, Li LF, Lui WM, Poon CCM, Tsang ACO, Leung GKK. Predictive value of Bispectral Index (BIS) in emergency neurosurgical patients: Loss of BIS reactivity to propofol predicts poor functional outcomes. *Clinical Neurology and Neurosurgery.* 2022;221:107382. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2022.107382>.
84. Gracia I, Fabregas N. Craniotomy in sitting position: anesthesiology management. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2014;27(5):474-83. doi: 10.1097/aco.000000000000104. PubMed PMID: 25051265.
85. Nguyen A, Mandavalli A, Diaz MJ, Root KT, Patel A, Casauay J, Perisetla P, Lucke-Wold B. Neurosurgical Anesthesia: Optimizing Outcomes with Agent Selection. *Biomedicines.* 2023;11(2). Epub 20230127. doi: 10.3390/biomedicines11020372. PubMed PMID: 36830909; PMCID: PMC9953550.
86. Hussein Z, Zakaria WAW, Luoma AMV. Anaesthesia for neurosurgery. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine.* 2022;23(12):782-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2022.10.010>.
87. Zhou Z, Ying M, Zhao R. Efficacy and safety of sevoflurane vs propofol in combination with remifentanyl for anesthesia maintenance during craniotomy: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2021;100(51):e28400. doi: 10.1097/md.00000000000028400. PubMed PMID: 34941178; PMCID: PMC8702137.
88. Wong SSC, Chan WS, Irwin MG, Cheung CW. Total Intravenous Anesthesia (TIVA) With Propofol for Acute Postoperative Pain: A Scoping Review of Randomized Controlled Trials. *Asian J Anesthesiol.* 2020;58(3):79-93. Epub 20201103. doi: 10.6859/aja.202009\_58(3).0001. PubMed PMID: 33176410.
89. Paris A, Scholz J, von Knobelsdorff G, Tonner PH, Esch JS. The effect of remifentanyl on cerebral blood flow velocity. *Anesthesia & Analgesia.* 1998;87(3):569-73.
90. Maurtua MA, Deogaonkar A, Bakri MH, Mascha E, Na J, Foss J, Sessler DI, Lotto M, Ebrahim Z, Schubert A. Dosing of remifentanyl to prevent movement during craniotomy in the absence of neuromuscular blockade. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2008;20(4):221-5. doi: 10.1097/ANA.0b013e3181806c4a. PubMed PMID: 18812884.

91. Syrous NS, Sundstrøm T, Søfteland E, Jammer I. Effects of Intraoperative Dexmedetomidine Infusion on Postoperative Pain after Craniotomy: A Narrative Review. *Brain Sciences*. 2021;11(12):1636. PubMed PMID: doi:10.3390/brainsci11121636.
92. Nathan N, Tabaraud F, Lacroix F, Mouliès D, Viviani X, Lansade A, Terrier G, Feiss P. Influence of propofol concentrations on multipulse transcranial motor evoked potentials. *British Journal of Anaesthesia*. 2003;91(4):493-7. doi: <https://doi.org/10.1093/bja/aeg211>.
93. Mahmoud M, Sadhasivam S, Salisbury S, Nick TG, Schnell B, Sestokas AK, Wiggins C, Samuels P, Kabalin T, McAuliffe J. Susceptibility of transcranial electric motor-evoked potentials to varying targeted blood levels of dexmedetomidine during spine surgery. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2010;112(6):1364-73.
94. Ruskin KJ, Rosenbaum SH, Rampil IJ. *Fundamentals of neuroanesthesia: a physiologic approach to clinical practice*: Oxford University Press, USA; 2013.
95. Leslie K, Hui R, Kaye AH. Venous air embolism and the sitting position: A case series. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2006;13(4):419-22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2005.08.007>.
96. Günther F, Frank P, Nakamura M, Hermann EJ, Palmaers T. Venous air embolism in the sitting position in cranial neurosurgery: incidence and severity according to the used monitoring. *Acta Neurochir (Wien)*. 2017;159(2):339-46. Epub 20161128. doi: 10.1007/s00701-016-3034-7. PubMed PMID: 27896454.
97. Rath GP, Bithal PK, Chaturvedi A, Dash HH. Complications related to positioning in posterior fossa craniectomy. *J Clin Neurosci*. 2007;14(6):520-5. doi: 10.1016/j.jocn.2006.02.010. PubMed PMID: 17430775.
98. Palmon SC, Moore LE, Lundberg J, Toung T. Venous air embolism: a review. *J Clin Anesth*. 1997;9(3):251-7. doi: 10.1016/s0952-8180(97)00024-x. PubMed PMID: 9172037.
99. Perkins-Pearson NA, Marshall WK, Bedford RF. Atrial pressures in the seated position: implication for paradoxical air embolism. *Anesthesiology*. 1982;57(6):493-7. doi: 10.1097/00000542-198212000-00011. PubMed PMID: 7149307.

100. Perkins NA, Bedford RF. Hemodynamic consequences of PEEP in seated neurological patients--implications for paradoxical air embolism. *Anesth Analg.* 1984;63(4):429-32. PubMed PMID: 6367545.
101. Furtado SV, Venkatesh PK, Murthy GK, Furtado AD, Hegde AS. Paradoxical Embolus Across Atrial Septal Defect and Posterior Circulation Infarct in Neurosurgical Patients. *International Journal of Neuroscience.* 2010;120(7):516-20. doi: 10.3109/00207451003760072.
102. Schäfer ST, Sandalcioglu IE, Stegen B, Neumann A, Asgari S, Peters J. Venous air embolism during semi-sitting craniotomy evokes thrombocytopenia. *Anaesthesia.* 2011;66(1):25-30. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2010.06584.x>.
103. Meyer PG, Cuttaree H, Charron B, Jarreau MM, Perie AC, Sainte-Rose C. Prevention of venous air embolism in paediatric neurosurgical procedures performed in the sitting position by combined use of MAST suit and PEEP. *Br J Anaesth.* 1994;73(6):795-800. doi: 10.1093/bja/73.6.795. PubMed PMID: 7880669.
104. Giebler R, Kollenberg B, Pohlen G, Peters J. Effect of positive end-expiratory pressure on the incidence of venous air embolism and on the cardiovascular response to the sitting position during neurosurgery. *Br J Anaesth.* 1998;80(1):30-5. doi: 10.1093/bja/80.1.30. PubMed PMID: 9505774.
105. Young ML, Smith DS, Murtagh F, Vasquez A, Levitt J. Comparison of surgical and anesthetic complications in neurosurgical patients experiencing venous air embolism in the sitting position. *Neurosurgery.* 1986;18(2):157-61. doi: 10.1227/00006123-198602000-00007. PubMed PMID: 3960292.
106. Sale JP. Prevention of air embolism during sitting neurosurgery. The use of an inflatable venous neck tourniquet. *Anaesthesia.* 1984;39(8):795-9. doi: 10.1111/j.1365-2044.1984.tb06527.x. PubMed PMID: 6476317.
107. Losasso TJ, Black S, Muzzi DA, Michenfelder JD, Cucchiara RF. Detection and hemodynamic consequences of venous air embolism. Does nitrous oxide make a difference? *Anesthesiology.* 1992;77(1):148-52. doi: 10.1097/00000542-199207000-00021. PubMed PMID: 1609988.
108. Colley PS, Artru AA. Bunegin-Albin catheter improves air retrieval and resuscitation from lethal venous air embolism in upright dogs. *Anesth Analg.* 1989;68(3):298-301. PubMed PMID: 2919770.



109. Feigl GC, Decker K, Wurms M, Krischek B, Ritz R, Unertl K, Tatagiba M. Neurosurgical procedures in the semisitting position: evaluation of the risk of paradoxical venous air embolism in patients with a patent foramen ovale. *World Neurosurg.* 2014;81(1):159-64. Epub 20130104. doi: 10.1016/j.wneu.2013.01.003. PubMed PMID: 23295634.
110. Jadik S, Wissing H, Friedrich K, Beck J, Seifert V, Raabe A. A standardized protocol for the prevention of clinically relevant venous air embolism during neurosurgical interventions in the semisitting position. *Neurosurgery.* 2009;64(3):533-8; discussion 8-9. doi: 10.1227/01.Neu.0000338432.55235.D3. PubMed PMID: 19240616.
111. Ricci F, De Caterina R, Fedorowski A. Orthostatic Hypotension: Epidemiology, Prognosis, and Treatment. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66(7):848-60. doi: 10.1016/j.jacc.2015.06.1084. PubMed PMID: 26271068.
112. Srivastava S. The sitting position for Neurosurgery: A bane or a boon. *Neurology India.* 2018;66(1):223-5. doi: 10.4103/0028-3886.222830. PubMed PMID: 02223311-201866010-00043.
113. Ranjith M, Bidkar PU, Narmadalakshmi K, Talawar PR. Effects of Crystalloid Preloading (20 ml/kg) on Hemodynamics in Relation to Postural Changes in Patients Undergoing Neurosurgical Procedures in Sitting Position;9. doi: 10.4103/jnrp.jnrp\_371\_17.
114. Soeding PF, Wang J, Hoy G, Jarman P, Phillips H, Marks P, Royse C. The Effect of the Sitting Upright or 'Beachchair' Position on Cerebral Blood Flow during Anaesthesia for Shoulder Surgery. *Anaesthesia and Intensive Care.* 2011;39(3):440-8. doi: 10.1177/0310057x1103900315. PubMed PMID: 21675064.
115. Heymanns V, Jung S, Tallo A, Cheko A, Alyeldien A, Tsogkas A, Doukas A, Daemi-Attaran P, Alsharif M, Mahyvash M. Experiences with the sitting position in posterior fossa surgery in 310 patients. *J Neurol Disord.* 2015;1:002.
116. Di Lorenzo N, Caruso R, Floris R, Guerrisi V, Bozzao L, Fortuna A. Pneumocephalus and tension pneumocephalus after posterior fossa surgery in the sitting position: a prospective study. *Acta Neurochir (Wien).* 1986;83(3-4):112-5. doi: 10.1007/bf01402388. PubMed PMID: 3812035.

117. Sloan T. The Incidence, Volume, Absorption, and Timing of Supratentorial Pneumocephalus During Posterior Fossa Neurosurgery Conducted in the Sitting Position. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. 2010;22(1).
118. Rozet I, Vavilala MS. Risks and benefits of patient positioning during neurosurgical care. *Anesthesiol Clin*. 2007;25(3):631-53, x. doi: 10.1016/j.anclin.2007.05.009. PubMed PMID: 17884711; PMCID: PMC2265668.
119. Standefer M, Bay JW, Trusso R. The sitting position in neurosurgery: a retrospective analysis of 488 cases. *Neurosurgery*. 1984;14(6):649-58. doi: 10.1227/00006123-198406000-00001. PubMed PMID: 6462398.
120. Sachkova A, Schemmerling T, Goldberg M, Solomiichuk V, Rohde V, von Eckardstein KL, Schatlo B. Predictors of ventricular tension pneumocephalus after posterior fossa surgery in the sitting position. *Acta Neurochirurgica*. 2018;160(3):525-38. doi: 10.1007/s00701-017-3444-1.
121. . Literature review *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas*. 1999;6(5):420–4.
122. Hong B, Biertz F, Raab P, Scheinichen D, Ertl P, Grosshennig A, Nakamura M, Hermann EJ, Lang JM, Lanfermann H, Krauss JK. Normobaric hyperoxia for treatment of pneumocephalus after posterior fossa surgery in the semisitting position: a prospective randomized controlled trial. *PLoS One*. 2015;10(5):e0125710. Epub 20150520. doi: 10.1371/journal.pone.0125710. PubMed PMID: 25992622; PMCID: PMC4439020.
123. Paiva WS, de Andrade AF, Figueiredo EG, Amorim RL, Prudente M, Teixeira MJ. Effects of hyperbaric oxygenation therapy on symptomatic pneumocephalus. *Ther Clin Risk Manag*. 2014;10:769-73. Epub 20141006. doi: 10.2147/tcrm.S45220. PubMed PMID: 25328392; PMCID: PMC4199555.
124. Polemikos M, Bronzlik P, Heissler HE, Hermann EJ, Al-Afif S, Esmaeilzadeh M, Krauss JK. The semi-sitting position in patients with indwelling CSF shunts: perioperative management and avoidance of complications. *Acta Neurochirurgica*. 2023;165(2):421-7. doi: 10.1007/s00701-022-05430-4.
125. Himes BT, Mallory GW, Abcejo AS, Pasternak J, Atkinson JLD, Meyer FB, Marsh WR, Link MJ, Clarke MJ, Perkins W, Van Gompel JJ. Contemporary analysis of the intraoperative and perioperative complications of neurosurgical procedures

performed in the sitting position. *J Neurosurg.* 2017;127(1):182-8. Epub 20160805. doi: 10.3171/2016.5.Jns152328. PubMed PMID: 27494821.

126. Lubnin AY. [Sitting position in neurosurgery: realizing the risks]. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko.* 2022;86(3):99-108. doi: 10.17116/neiro20228603199. PubMed PMID: 35758085.

127. Porter JM, Pidgeon C, Cunningham AJ. The sitting position in neurosurgery: a critical appraisal. *Br J Anaesth.* 1999;82(1):117-28. doi: 10.1093/bja/82.1.117. PubMed PMID: 10325848.

128. Jagannathan S, Krovvidi H. Anaesthetic considerations for posterior fossa surgery. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care and Pain.* 2014;14(5):202-6. doi: 10.1093/bjaceaccp/mkt056.

129. Practice Advisory for the Prevention of Perioperative Peripheral Neuropathies 2018: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Prevention of Perioperative Peripheral Neuropathies. *Anesthesiology.* 2018;128(1):11-26. doi: 10.1097/aln.0000000000001937. PubMed PMID: 29116945.

130. Cucchiara RF, Nugent M, Seward JB, Messick JM. Air embolism in upright neurosurgical patients: detection and localization by two-dimensional transesophageal echocardiography. *Anesthesiology.* 1984;60(4):353-5. doi: 10.1097/00000542-198404000-00013. PubMed PMID: 6703390.

131. Berker M, Sahin A, Aypar U, Ozgen T. Acute parotitis following sitting position neurosurgical procedures: review of five cases. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2004;16(1):29-31. doi: 10.1097/00008506-200401000-00007. PubMed PMID: 14676567.

132. Lam KK, Hutchinson RC, Gin T. Severe pulmonary oedema after venous air embolism. *Can J Anaesth.* 1993;40(10):964-7. doi: 10.1007/bf03010100. PubMed PMID: 8222037.

133. Basma J, Nguyen V, Sorenson J. Intracranial Procedures in the Supine, Semi-Sitting, and Sitting Positions. In: Arthur A, Foley K, Hamm CW, editors. *Perioperative Considerations and Positioning for Neurosurgical Procedures: A Clinical Guide.* Cham: Springer International Publishing; 2018. p. 83-100.

134. Black S, Ockert DB, Oliver WC, Jr., Cucchiara RF. Outcome following posterior fossa craniectomy in patients in the sitting or horizontal positions.

Anesthesiology. 1988;69(1):49-56. doi: 10.1097/00000542-198807000-00008. PubMed PMID: 3389566.

135. Elton RJ, Howell RS. The sitting position in neurosurgical anaesthesia: a survey of British practice in 1991. *Br J Anaesth.* 1994;73(2):247-8. doi: 10.1093/bja/73.2.247. PubMed PMID: 7917746.

136. Liutkus D, Gouraud JP, Blanloeil Y. [The sitting position in neurosurgical anaesthesia: a survey of French practice]. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2003;22(4):296-300. doi: 10.1016/s0750-7658(03)00090-x. PubMed PMID: 12818321.

137. Kurihara M, Nishimura S. Estimation of the head elevation angle that causes clinically important venous air embolism in a semi-sitting position for neurosurgery: a retrospective observational study. *Fukushima J Med Sci.* 2020;66(2):67-72. Epub 20200605. doi: 10.5387/fms.2019-33. PubMed PMID: 32507799; PMCID: PMC7470760.

138. Lindroos AC, Niiya T, Randell T, Romani R, Hernesniemi J, Niemi T. Sitting position for removal of pineal region lesions: the Helsinki experience. *World Neurosurg.* 2010;74(4-5):505-13. Epub 20110112. doi: 10.1016/j.wneu.2010.09.026. PubMed PMID: 21492603.

139. Türe H, Harput MV, Bekiroğlu N, Keskin Ö, Köner Ö, Türe U. Effect of the degree of head elevation on the incidence and severity of venous air embolism in cranial neurosurgical procedures with patients in the semisitting position. *J Neurosurg.* 2018;128(5):1560-9. Epub 20170714. doi: 10.3171/2017.1.Jns162489. PubMed PMID: 28707996.

140. Lehecka M, Laakso A, Hernesniemi J, Çelik Ö. Helsinki Microneurosurgery Basics and Tricks: M. Lehecka, A. Laakso and J. Hernesniemi; 2011.

141. Gale T, Leslie K. Anaesthesia for neurosurgery in the sitting position. *J Clin Neurosci.* 2004;11(7):693-6. doi: 10.1016/j.jocn.2004.05.007. PubMed PMID: 15337126.

142. Dilmen OK, Akcil EF, Tureci E, Tunali Y, Bahar M, Tanriverdi T, Aydin S, Yentur E. Neurosurgery in the sitting position: retrospective analysis of 692 adult and pediatric cases. *Turk Neurosurg.* 2011;21(4):634-40. PubMed PMID: 22194128.

143. Rabelo N, Silva B, Cunha C, Furtado I, Valli D, Filho L, Marchini L, Honorato Pereira VH, Santos dos Passos G, Dias L, Tanaka J, Plastina F, Rabelo N. Semi-sitting

Position in Neurosurgery: A Review. *Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia: Brazilian Neurosurgery*. 2016;35. doi: 10.1055/s-0036-1572507.

144. Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT, Nicolas JM, Nogué S, Ferrer M. Supine body position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a randomised trial. *Lancet*. 1999;354(9193):1851-8. doi: 10.1016/s0140-6736(98)12251-1. PubMed PMID: 10584721.

145. Magendie F. *Journal of Physiology and Pathophysiology*. 1821;1:192.

146. Klein J, Juratli TA, Weise M, Schackert G. A Systematic Review of the Semi-Sitting Position in Neurosurgical Patients with Patent Foramen Ovale: How Frequent Is Paradoxical Embolism? *World Neurosurg*. 2018;115:196-200. Epub 20180426. doi: 10.1016/j.wneu.2018.04.114. PubMed PMID: 29704690.

147. Gupta P, Rath GP, Prabhakar H, Bithal PK. Complications related to sitting position during Pediatric Neurosurgery: An institutional experience and review of literature. *Neurol India*. 2018;66(1):217-22. doi: 10.4103/0028-3886.222852. PubMed PMID: 29322987.

148. Harrison EA, Mackersie A, McEwan A, Facer E. The sitting position for neurosurgery in children: a review of 16 years' experience. *Br J Anaesth*. 2002;88(1):12-7. doi: 10.1093/bja/88.1.12. PubMed PMID: 11881865.

149. Klein O, Boussard N, Guerbouz R, Helleringer M, Joud A, Puget S. Surgical approach to the posterior fossa in children, including anesthetic considerations and complications: The prone and the sitting position. Technical note. *Neurochirurgie*. 2021;67(1):46-51. Epub 20200612. doi: 10.1016/j.neuchi.2020.04.128. PubMed PMID: 32540342.

150. Badenes R, Prisco L, Maruenda A, Taccone FS. Criteria for Intensive Care admission and monitoring after elective craniotomy. *Current Opinion in Anesthesiology*. 2017;30(5):540-5.

151. Matta BF, Menon DK, Smith M. Core topics in neuroanaesthesia and neurointensive care: Cambridge University Press; 2011.

152. Rolston JD, Han SJ, Lau CY, Berger MS, Parsa AT. Frequency and predictors of complications in neurological surgery: national trends from 2006 to 2011. *J Neurosurg*. 2014;120(3):736-45. Epub 20131122. doi: 10.3171/2013.10.Jns122419. PubMed PMID: 24266542.

153. Errico M, Luoma AMV. Postoperative care of neurosurgical patients: general principles. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 2023;24(5):282-90. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2023.03.011>.
154. Bose G, Luoma AMV. Postoperative care of neurosurgical patients: general principles. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 2017;18(6):296-303. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2017.03.004>.
155. Gupta A, Gelb A, Duane D, Adapa R. Guidelines for The Provision of Neuroanaesthetic Services. RCOA, 20202018.
156. Lillemäe K, Järviö JA, Silvasti-Lundell MK, Antinheimo JJP, Hernesniemi JA, Niemi TT. Incidence of Postoperative Hematomas Requiring Surgical Treatment in Neurosurgery: A Retrospective Observational Study 2017;108:491-7.
157. Der-Nigoghossian C, Levasseur-Franklin K, Makii J. Acute Blood Pressure Management in Neurocritically Ill Patients. *Pharmacotherapy*. 2019;39(3):335-45.
158. Greenhalgh J, Weston J, Dundar Y, Nevitt SJ, Marson AG. Antiepileptic drugs as prophylaxis for postcraniotomy seizures. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2020(4). doi: 10.1002/14651858.CD007286.pub5. PubMed PMID: CD007286.
159. Palmer BF. Hyponatremia in patients with central nervous system disease: SIADH versus CSW. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2003;14(4):182-7. doi: [https://doi.org/10.1016/S1043-2760\(03\)00048-1](https://doi.org/10.1016/S1043-2760(03)00048-1).
160. Kirollos R, Helmy A, Thomson S, Hutchinson P. Oxford textbook of neurological surgery: Oxford University Press; 2019.
161. Uribe AA, Stoicea N, Echeverria-Villalobos M, Todeschini AB, Esparza Gutierrez A, Folea AR, Bergese SD. Postoperative Nausea and Vomiting after Craniotomy: An Evidence-based Review of General Considerations, Risk Factors, and Management. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. 2021.
162. Adeeb N, Hattab T, Savardekar A, Jumah F, Griessenauer CJ, Musmar B, Adeeb A, Trosclair K, Guthikonda B. Venous thromboembolism prophylaxis in elective neurosurgery: a survey of board-certified neurosurgeons in the United States and updated literature review. *World Neurosurgery*. 2021;150:e631-e8.
163. Medikonda R, Patel K, Jackson C, Saleh L, Srivastava S, Feghali J, Mohan A, Pant A, Jackson CM, Weingart J. The safety and efficacy of dexamethasone in the

perioperative management of glioma patients. *Journal of neurosurgery*. 2021;136(4):1062-9.

164. Liu B, Liu S, Zheng T, Lu D, Chen L, Ma T, Wang Y, Gao G, He S. Neurosurgical enhanced recovery after surgery ERAS for geriatric patients undergoing elective craniotomy: A review. *Medicine*. 2022;101(33):e30043.

165. Matjasko J, Petrozza P, Cohen M, Steinberg P. Anesthesia and surgery in the seated position: analysis of 554 cases. *Neurosurgery*. 1985;17(5):695-702. doi: 10.1227/00006123-198511000-00001. PubMed PMID: 4069324.

166. Ganslandt O, Merkel A, Schmitt H, Tzabazis A, Buchfelder M, Eyupoglu I, Muenster T. The sitting position in neurosurgery: indications, complications and results. a single institution experience of 600 cases. *Acta Neurochirurgica*. 2013;155(10):1887-93. doi: 10.1007/s00701-013-1822-x.

167. Bithal PK, Pandia MP, Dash HH, Chouhan RS, Mohanty B, Padhy N. Comparative incidence of venous air embolism and associated hypotension in adults and children operated for neurosurgery in the sitting position. *European Journal of Anaesthesiology | EJA*. 2004;21(7):517-22. PubMed PMID: 00003643-200407000-00003.

168. Leonard IE, Cunningham AJ. Editorial I: The sitting position in neurosurgery—not yet obsolete! *BJA: British Journal of Anaesthesia*. 2002;88(1):1-3. doi: 10.1093/bja/88.1.1.

169. Papadopoulos G, Kuhly P, Brock M, Rudolph KH, Link J, Eyrich K. Venous and paradoxical air embolism in the sitting position. A prospective study with transoesophageal echocardiography. *Acta Neurochirurgica*. 1994;126(2):140-3. doi: 10.1007/BF01476424.

170. von Gösseln H-H, Samii M, Suhr D, Bini W. The lounging position for posterior fossa surgery: anaesthesiological considerations regarding air embolism. *Child's Nervous System*. 1991;7(7):368-74. doi: 10.1007/BF00304200.

171. Fathi AR, Eshtehardi P, Meier B. Patent foramen ovale and neurosurgery in sitting position: a systematic review. *British Journal of Anaesthesia*. 2009;102(5):588-96. doi: <https://doi.org/10.1093/bja/aep063>.

172. Duke DA, Lynch JJ, Harner SG, Faust RJ, Ebersold MJ. Venous air embolism in sitting and supine patients undergoing vestibular schwannoma resection.

- Neurosurgery. 1998;42(6):1282-6; discussion 6-7. doi: 10.1097/00006123-199806000-00047. PubMed PMID: 9632186.
173. Domaigne CM. Neurosurgery in the sitting position: a case series. *Anaesth Intensive Care*. 2005;33(3):332-5. doi: 10.1177/0310057x0503300308. PubMed PMID: 15973915.
174. Mavarez-Martinez A, Israelyan LA, Soghomonyan S, Fiorda-Diaz J, Sandhu G, Shimansky VN, Ammirati M, Palettas M, Lubnin AY, Bergese SD. The Effects of Patient Positioning on the Outcome During Posterior Cranial Fossa and Pineal Region Surgery. *Frontiers in Surgery*. 2020;7. doi: 10.3389/fsurg.2020.00009.
175. Villalonga J, Roman G, Pailler J, Saenz A, Baldoncini M, Campero A. Posición semisentada en neurocirugía. Nota técnica y presentación de casos ilustrativos 2020. doi: 10.59156/revista.v34i04.58.
176. Gruenbaum SE, Gruenbaum BF, Shapira Y, Zlotnik A. 2 - Patient Positioning for Neurosurgical Procedures. In: Kumar M, Kofke WA, Levine JM, Schuster J, editors. *Neurocritical Care Management of the Neurosurgical Patient*. London: Elsevier; 2018. p. 15-24.
177. Bastianon Santiago R, Kaye B, Hagerty V, Mandel M, Dabecco R, Ali A, Obrzut M, Botero J, Borghei-Razavi H, Adada B. Chiari Malformation Type 1 and Semi-Sitting Position—A Suitable Alternative for Patients with High BMI. *World Neurosurgery*. 2023;177:e433-e9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.06.071>.
178. Alam S, Hossain A, Amin R, Wakil A, Islam K, Chowdhury R. The Sitting Position in Neurosurgery: A Clinical Study in 30 Cases. *Bangladesh Journal of Neuroscience*. 2012;28(1):45-51.
179. Samii M, Gerganov V. Approaches to the Cerebellopontine Angle. In: Samii M, Gerganov V, editors. *Surgery of Cerebellopontine Lesions*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013. p. 115-45.
180. Al-Afif S, Elkayekh H, Omer M, Heissler HE, Scheinichen D, Palmaers T, Nakamura M, Hermann EJ, Samii M, Krauss JK. Analysis of risk factors for venous air embolism in the semisitting position and its impact on outcome in a consecutive series of 740 patients. *Journal of Neurosurgery*. 2022;137(1):258-65. doi: <https://doi.org/10.3171/2021.7.JNS211107>.



181. Saladino A, Lamperti M, Mangraviti A, Legnani FG, Prada FU, Casali C, Caputi L, Borrelli P, DiMeco F. The semisitting position: analysis of the risks and surgical outcomes in a contemporary series of 425 adult patients undergoing cranial surgery. *Journal of Neurosurgery JNS*. 2017;127(4):867-76. doi: <https://doi.org/10.3171/2016.8.JNS16719>.
182. Reasoner Daniel K, Todd Michael M, Scamman Franklin L, Warner David S. The Incidence of Pneumocephalus after Supratentorial Craniotomy: Observations on the Disappearance of Intracranial Air. *Anesthesiology*. 1994;80(5):1008-12. doi: 10.1097/00000542-199405000-00009.
183. Toung TJ, McPherson RW, Ahn H, Donham RT, Alano J, Long D. Pneumocephalus: effects of patient position on the incidence and location of aerocele after posterior fossa and upper cervical cord surgery. *Anesth Analg*. 1986;65(1):65-70. PubMed PMID: 3455673.
184. Hernández-Palazón J, de la Rosa-Carrillo VN, Tortosa JA, Martínez-Lage JF, López F, Poza M. Anesthetic technique and development of pneumocephalus after posterior fossa surgery in the sitting position. *Neurocirugía*. 2003;14(3):216-21. doi: [https://doi.org/10.1016/S1130-1473\(03\)70540-5](https://doi.org/10.1016/S1130-1473(03)70540-5).
185. Hervías A, Valero R, Hurtado P, Gracia I, Perelló L, Tercero FJ, González JJ, Fàbregas N. Detección de embolismo aéreo venoso y de foramen oval permeable en pacientes neuroquirúrgicos intervenidos en posición de sedestación. *Neurocirugía*. 2014;25(3):108-15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neucir.2013.12.002>.
186. Yasargil MG, Fox JL. The microsurgical approach to acoustic neurinomas. *Surg Neurol*. 1974;2(6):393-8. PubMed PMID: 4428345.
187. Schaffranietz L, Grothe A, Olthoff D. [Use of the sitting position in neurosurgery. Results of a 1998 survey in Germany]. *Anaesthesist*. 2000;49(4):269-74. doi: 10.1007/s001010050827. PubMed PMID: 10840535.
188. Kida H, Nishikawa N, Matsunami K, Kawahito M, Ota M, Miyao S. Sitting position in the neurosurgery: the results of a questionnaire sent to neurosurgeons of medical colleges. *Masui The Japanese Journal of Anesthesiology*. 2000;49(5):566-9.
189. Ammirati M, Theeb Lamki T, Brian Shaw A, Forde B, Nakano I, Mani M. A streamlined protocol for the use of the semi-sitting position in neurosurgery: A report

on 48 consecutive procedures. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2013;20(1):32-4. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2012.05.037>.

190. Konrad FM, Mayer AS, Serna-Higuera LM, Hurth H, Tatagiba M, Reutershan J, Rosenberger P, Drexler B. Occurrence and Severity of Venous Air Embolism During Neurosurgical Procedures: Semisitting Versus Supine Position. *World Neurosurgery*. 2022;163:e335-e40. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.03.125>.

191. Hevia Rodríguez P, Elúa Piñín A, Larrea Aseguiñolaza A, Samprón N, Armendariz Guezala M, Úrculo Bareño E. Semisitting position for cerebello-pontine angle surgery: Analysis of complications and how to avoid it. *Neurocirugía (English Edition)*. 2024;35(1):18-29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neucie.2023.07.001>.

192. Hackett NJ, De Oliveira GS, Jain UK, Kim JYS. ASA class is a reliable independent predictor of medical complications and mortality following surgery. *International Journal of Surgery*. 2015;18:184-90. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2015.04.079>.

193. Dasenbrock HH, Liu KX, Devine CA, Chavakula V, Smith TR, Gormley WB, Dunn IF. Length of hospital stay after craniotomy for tumor: a National Surgical Quality Improvement Program analysis. *Neurosurgical Focus FOC*. 2015;39(6):E12. doi: <https://doi.org/10.3171/2015.10.FOCUS15386>.

194. Senders JT, Muskens IS, Cote DJ, Goldhaber NH, Dawood HY, Gormley WB, Broekman MLD, Smith TR. Thirty-Day Outcomes After Craniotomy for Primary Malignant Brain Tumors: A National Surgical Quality Improvement Program Analysis. *Neurosurgery*. 2018;83(6):1249-59. doi: 10.1093/neuros/nyy001. PubMed PMID: 29481613.

195. Fang C, Zhu T, Zhang P, Xia L, Sun C. Risk factors of neurosurgical site infection after craniotomy: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Infection Control*. 2017;45(11):e123-e34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.06.009>.

196. Algattas H, Kimmell KT, Vates GE. Risk of Reoperation for Hemorrhage in Patients After Craniotomy. *World Neurosurgery*. 2016;87:531-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.09.020>.

197. Florman JE, Cushing D, Keller LA, Rughani AI. A protocol for postoperative admission of elective craniotomy patients to a non-ICU or step-down setting. *J*

Neurosurg. 2017;127(6):1392-7. Epub 20170303. doi: 10.3171/2016.10.Jns16954. PubMed PMID: 28298034.

198. Garbarino LJ, Gold PA, Sodhi N, Anis HK, Ehiorobo JO, Boraiah S, Danoff JR, Rasquinha VJ, Higuera-Rueda CA, Mont MA. The effect of operative time on in-hospital length of stay in revision total knee arthroplasty. *Ann Transl Med.* 2019;7(4):66. doi: 10.21037/atm.2019.01.54. PubMed PMID: 30963061; PMCID: PMC6409231.

199. Kore<sup>1</sup> S. A prospective study observing outcome following posterior fossa craniotomy in patients with sitting position.

200. Lindroos A-C. Perioperative fluid therapy in neurosurgery : effects on circulatory and haemostatic variables [G5 Doctoral dissertation (article)]: University Of Helsinki; 2013.

201. Millar RA. Neurosurgical anaesthesia in the sitting position. A report of experience with 110 patients using controlled or spontaneous ventilation. *Br J Anaesth.* 1972;44(5):495-505. doi: 10.1093/bja/44.5.495. PubMed PMID: 5044079.

202. Verheij J, Van Lingen A, Beishuizen A, Christiaans HM, De Jong JR, Girbes AR, Wisselink W, Rauwerda JA, Huybregts MA, Groeneveld AJ. Cardiac response is greater for colloid than saline fluid loading after cardiac or vascular surgery. *Intensive care medicine.* 2006;32:1030-8.

203. Perner A, Haase N, Guttormsen AB, Tenhunen J, Klemenzson G, Åneman A, Madsen KR, Møller MH, Elkjær JM, Poulsen LM. Hydroxyethyl starch 130/0.42 versus Ringer's acetate in severe sepsis. *New England Journal of Medicine.* 2012;367(2):124-34.