



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

OBEZ HASTALARDA PRON POZİSYONUNDA UYGULANAN PEEP
DÜZEYLERİNİN SOLUNUM MEKANİKLERİ, İNTRAABDOMİNAL BASINÇ VE
HEMODİNAMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

UZMANLIK TEZİ
DR. İLKNUR HATİCE AKBUDAK

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. HAFİZE ÖKSÜZ

KAHRAMANMARAŞ / 2013

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bana emeği geçen, bu çalışmanın her aşamasında sabırla destek olan ve yol gösteren değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Hafize ÖKSÜZ'e teşekkür ederim.

Eğitim sürem boyunca bilgi, destek ve tecrübelerini esirgemeyen Doç. Dr. Nimet ŞENOĞLU'na,

İstatistikle ilgili değerli katkıları ve yardımlarından dolayı Doç. Dr. Ali ÇETİNKAYA'ya, Doç. Dr. Mustafa SERİNKEN'e,

Ayrıca beraber çalıştığım Uzm. Dr. İdris ALTUN ve Arş. Gör. Dr. H.Cem KESİLMEZ'e, tüm asistan arkadaşlarıma, tekniker arkadaşlarıma, ameliyathane - yoğun bakım hemşire ve personeline,

Bugünlere gelmemi sağlayan, maddi manevi desteklerini her zaman hissettiğim aileme,

Büyük özveri ve sabırla bana destek olan çok değerli eşime ve hergün özlemle yolumu bekleyen, yoğun çalışma temposunda yorgunluğumu yanlarında unuttuğum, varlıklarıyla hayatımı güzelleştiren sevgili oğlum ve kızıma teşekkür ederim.

Dr. İlkur Hatice AKBUDAK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER.....	II
TABLolar DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
KISALTMA LİSTESİ	VI
ÖZET.....	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 Anestezinin Solunum Mekaniklerine Etkisi	2
2.2 PEEP.....	3
2.2.1 Klinikte PEEP Uygulaması	4
2.2.2 PEEP Endikasyonları	4
2.2.3 PEEP Göreceli Kontrendikasyonları	4
2.2.4 PEEP Kesin Kontrendikasyonları	5
2.3 Tepe İnspiratuar Basınç	5
2.4 Plato Basıncı	5
2.5 Kompliyans	5
2.5.1 Statik Kompliyans	6
2.5.2 Dinamik Kompliyans	6
2.6 Pulmoner Fonksiyonun Değerlendirilmesi.....	6
2.6.1 Alveolo - Arteriyel Oksijen Farkını Etkileyen Faktörler.....	7
2.6.2 P (a - et) CO2 Basıncını Arttıran Nedenler	7
2.6.3 P(a - et) CO2 Basıncını Azaltan Nedenler.....	7
2.6.4 Ventilasyon	8
2.6.5 Perfüzyon	8
2.6.6 V/ Q Oranı	8
2.7 Arteriyel Kanülasyon.....	8
2.7.1 Arteriyel Kanülasyon Komplikasyonları.....	9
2.7.2 Arteriyel Kan Gazı.....	9

2.8 Pron Pozisyon.....	10
2.8.1 Pron Pozisyonuna Bağlı Olası Komplikasyonlar	11
2.9 Obezite	11
2.9.1 Obezite ve Akciğer	12
2.9.2 Obezite ve Solunum Sistemi Mekaniği.....	13
2.9.2.1 Obezitede Kompliyans	13
2.9.2.2 Obezitede Rezistans	13
2.9.2.3 Obezitede Solunum Kas Fonksiyonları.....	13
2.10 İntraabdominal Basınç.....	14
2.10.1 İAB'nin Komponentleri	14
2.10.2 Doğrudan İAB Ölçüm Yöntemleri	15
2.10.3 Dolaylı İAB Ölçüm Yöntemleri	15
2.11 İntraabdominal Hipertansiyon	18
2.11.1 İAH'nin Solunum Sistemi Üzerine Etkileri	18
2.11.2 İAH'nin Diğer Sistemler Üzerine Etkileri	19
3. MATERYAL METOD.....	22
4. BULGULAR	24
4.1 Prondan Önceki Supin Pozisyonundaki Ölçümlerin Karşılaştırılması.	24
4.2 Pron Pozisyonundaki Ölçümlerin Karşılaştırılması.	25
4.3 Prondan Sonraki Supin Pozisyonundaki Ölçümlerin Karşılaştırılması.....	31
4.4 Hasta-Pozisyon Değişkenine Göre, Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması.	32
4.5 Pron Pozisyonunda Ardışık Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	37
5. TARTIŞMA	40
6. SONUÇLAR	47
7. KAYNAKLAR	48

TABLolar DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1: Cinsiyet, yaş, vücut kitle indeksi ve ameliyat süresi değişkenlerinin gruplara göre karşılaştırılması	24
Tablo 2: Pron öncesi supin pozisyonundaki ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması	25
Tablo 3: 15. dakikada pron pozisyonundaki ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması	26
Tablo 4: 30. dakikada pron pozisyonundaki ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması	27
Tablo 5: 45. dakikada pron pozisyonundaki ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması	28
Tablo 6: 60. dakikada pron pozisyonundaki ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması	29
Tablo 7: 75. dakikada pron pozisyonundaki ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması	30
Tablo 8: 90. dakikada pron pozisyonundaki ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması	31
Tablo 9: Pron sonrası supin pozisyonundaki ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1: Gruplar arası SAB ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi	33
Şekil 2: Gruplar arası DAB ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi	33
Şekil 3: Gruplar arası OAB ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi	34
Şekil 4: Gruplar arası KTA ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi	34
Şekil 5: Gruplar arası PetCO2 ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi	35
Şekil 6: Gruplar arası İAB ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi.....	35
Şekil 7: Gruplar arası PIP ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi	36
Şekil 8: Gruplar arası Pplato ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi	36
Şekil 9: Gruplar arası kompliyans ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi	37
Şekil 10: Gruplar arası İAB ortalama değerlerinin pron pozisyondaki ölçümlere göre değişimi.	38
Şekil 11: Gruplar arası PIP ortalama değerlerinin pron pozisyonda ölçümlere göre değişimi	38
Şekil 12: Gruplar arası Pplato ortalama değerlerinin pron pozisyonda ölçümlere göre değişimi	39

KISALTMA LİSTESİ

AKS	: Abdominal Kompartman Sendromu
ARDS	: Akut Respiratuar Distres Sendromu
ASA	: American Society of Anesthetists (Amerikan Anestezistler Derneği)
Cd	: Dinamik kompliyans
Cs	: Statik kompliyans
CO₂	: Karbondioksit
DAB	: Diastolik Arter Basıncı
dk	: Dakika
E / K	: Erkek / Kadın
FRK	: Fonksiyonel Rezidüel Kapasite
FVC	: Zorlu Vital Kapasite
GİS	: Gastrointestinal Sistem
HCO₃	: Bikarbonat
IRDS	: Yenidoğanın İdiopatik Solunum Sıkıntısı Sendromu
İ / E	: İspirasyon / Ekspirasyon
İAB	: İtraabdominal Basınç
İKB	: İtrakranial Basınç
İAH	: İtraabdominal Hipertansiyon
İTB	: İtratorasik Basınç
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
KTA	: Kalp Tepe Atımı
MAC	: Minimum Alveolar Konsantrasyon
NG	: Nazogastrik Sonda
OAB	: Ortalama Arter Basıncı
O₂	: Oksijen
p	: İstatistiksel anlamlılık düzeyi
PaCO₂	: Parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı
PaO₂	: Parsiyel arteriyel oksijen basıncı
P(A-a)O₂	: Alveoler ve arteriyel parsiyel oksijen basıncı farkı
PACO₂	: Parsiyel alveolar karbondioksit basıncı.

PEEP	: Pozitif End Ekspiratuar Pressure (Ekspiryum sonu pozitif basınç)
PEEPi	: İntrensek PEEP
P(a-et)CO₂	: Arter ve end tidal parsiyel karbondioksit basıncı farkı
PetCO₂	: Solunum sonu ekspire edilen karbondioksit
pH	: Kandaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması
PIP	: Peak Inspiratuar Pressure
Pplato	: Plato basıncı
SAB	: Sistolik Arter Basıncı
SF	: Serum Fizyolojik
sn	: Saniye
SpO₂	: Periferik oksijen saturasyonu
ss	: Standart sapma
V / Q	: Ventilasyon / perfüzyon oranı
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
VT	: Tidal Volüm

ÖZET

Bu çalışmada amacımız, obez hastalara geçireceği ameliyat nedeniyle verilecek pron pozisyonun ve farklı seviyelerde PEEP uygulanmasının hemodinami, solunum parametreleri ve İAB üzerine etkilerini değerlendirmektir.

Çalışma, etik komite onayının ardından, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi ameliyathanesinde batın dışı nedenlerle ameliyat olan VKİ 30 ve üzerinde olan 54 hasta üzerinde gerçekleştirildi.

Hastalar PEEP uygulanmayan Grup 1 (PEEP 0) , 5 cmH₂O PEEP uygulanan Grup 2 (PEEP 5) ve 10 cmH₂O PEEP uygulanan Grup 3 (PEEP 10) olarak randomize olarak üç gruba ayrıldı. Operasyon sırasında idrar takibi amaçlı takılmış olan üretral mesane kateteri kullanılarak; revize edilmiş Cheatham aralıklı ölçüm tekniği ile İAB ölçüldü. KTA, SpO₂, SAB, DAB, OAB, PIP, Pplato, PetCO₂, VT, İAB ölçüldü. Komplianları anestezi makinesinden kaydedildi. Arter kan gazı örnekleri, solunum mekaniği değerlerinin kaydedildiği dönemlerde eş zamanlı olarak alındı. Pron çevirmeden hemen önce supin pozisyonunda ve pron pozisyonunda 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk ve 90. dk ile operasyon bitiminde prondan supin pozisyonuna döndürüldükten 10 dk sonra kaydedildi.

Pron pozisyonda uygulanan spinal cerrahide 5 cmH₂O PEEP ve 10 cmH₂O PEEP uygulamasının supin pozisyona göre arter kan gazı testlerinde anlamlı fark oluşturmadığı; fakat CO₂ atılımını hızlandırdığını saptadık. PEEP'in hemodinamik sistem üzerine etkisinin minimal düzeyde olduğunu; SAB, DAB, OAB ve KTA hızında azalmaya yol açtığını, bu azalmanın da normal klinik sınırlar içerisinde kaldığını saptadık. Ameliyatta pron pozisyonunda supin pozisyonuna göre 5 cmH₂O PEEP ve 10 cmH₂O PEEP uygulamasının PIP ve pPlato'yu anlamlı artırdığını, kompliansı anlamlı azalttığını belirledik. Obez hastalarda, pron pozisyonunda supin pozisyonuna göre İAB değerinde artış tesbit ettik. Olgularda pron pozisyon süreci içinde PEEP uygulaması ile İAB'nin arttığını 10 cmH₂O PEEP uygulamasının daha yüksek İAB oluşturduğunu belirledik.

Bu çalışmanın ışığı altında pron pozisyonda opere olacak yüksek VKİ'ye sahip, akciğer hastalığı olmayan kişilerde PEEP kullanımının İAB'yi artırıp, kan basıncını düşürdüğünden dolayı PEEP uygulamasında dikkatli olunmasını önermekteyiz. İleriki çalışmaların daha fazla sayıda hasta ile yapılmasının yararlı olacağı kanaatindeyiz.

Anahtar kelimeler: Obezite, PEEP, pron pozisyonu, İAB, hemodinami, akciğer

ABSTRACT

In this study, our aim was to evaluate the effects of prone position and different degree PEEP application to the obese patients due to their surgery on the hemodynamics, respiratory parameters and IAP.

The study was performed after having ethical committee approval on the 54 patients whose BMI is higher than 30 and have extraabdominal surgery in the Kahramanmaraş Sütçü İmam University Medical Faculty. During operation IAP was measured by revised Cheatham intermittent measuring technique using urinary catheter inserted for urine follow up. Heart rate, SpO₂, systolic TA, diastolic TA, median TA, PIP, Pplato, PetCO₂, Vt, IAP was measured. Compliances were recorded from the anaesthesia machine. Arterial blood gases samples were taken at the same time of respiratory mechanics recording time. The patients values were recorded on the supine position and on the prone position after turning the patient at 15., 30., 45., 60., 75. and 90. minutes.

We found that PEEP application at 5 cm H₂O and 10 cm H₂O in the supine position in the spinal surgery performed in the prone position didn't change the ABG analysis significantly; but accelerate the excretion of CO₂. We found that PEEP's effect on the hemodynamics is minimal, cause to lessen SAP, DAP, MAP and HR, and we found that these changes were between normal clinical ranges. We found that applying 5 cm H₂O PEEP and 10 cmH₂O PEEP in the prone position during the surgery increases PIP and Pplato and reduces compliance significantly. We found IAP values of the obese patients are greater than the prone position than the supine position.

We found that PEEP application during the prone position increases IAP and 10 cm H₂O pressure application causes higher IAP values.

In the light of this study we recommend caution while using PEEP in the patients without lung disease who'll be operated in the prone because PEEP usage can increase IAP and reduces BP. We believe future studies that future studies should be done with more patients.

Key words; Obesity, PEEP, prone position, IAP, hemodynamics, lung

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Hastaların vital parametreleri ameliyat süresince buldukları pozisyona bağlı olarak etkilenmekte ve değişiklikler gösterebilmektedir. Cerrahi ekibin tercihleri doğrultusunda cerrahi yaklaşımı kolaylaştıracak ama aynı zamanda kardiyovasküler ve pulmoner fonksiyonları tehlikeye atmayacak pozisyonu bulmak zordur. Pozisyon verme sırasında bası altında kalan alanların korunması, eklemlerde aşırı fleksiyon ve ekstansiyondan kaçınılması da gerekmektedir.

Pron pozisyon spesifik cerrahi endikasyonlar dışında, akut solunum yetmezliği tedavisinde de oksijenizasyonu iyileştirmek için kullanılmaktadır. Bu pozisyon sırasında periferik ödem, oligüri ve hipotansiyon gibi değişiklikler gözlemlenebilir.

Lomber disk cerrahisinde eğer unilateral eksizyon yapılacaksa lateral pozisyon tercih edilebilir. Birçok cerrah ise lomber disk çıkarılmasında pron pozisyonu daha uygun bulmaktadır.

Obez hastalarda (vücut kitle indeksi (VKİ) > 30) pozisyon vermek normal vücut ağırlığına sahip hastalara göre daha zor ve önemlidir. Normalde supin pozisyonda fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK) % 30 azalmaktadır. Pron pozisyonda hastanın toraksı ve batını bası altında kalmaktadır. Obezite büyük ölçüde toraks ve abdomende cilt altı yağ dokusundaki artışa bağlı olarak; akciğer, göğüs duvarı ve diafragma arasındaki karşılıklı etkileşimle belirlenen solunum mekaniğini olumsuz etkiler, solunum sistemi rezistansı, solunum kas fonksiyonları, akciğer volümleri, solunum kontrolü ve gaz değişimi üzerine istenmeyen etkileri sonucu egzersiz kapasitesini azaltır.

Solunum mekaniği ve akciğer fonksiyonları üzerine etkileri uzun yıllardır bilinen obeziteye bağlı pulmoner değişikliklerin, bulgu vermeyen anormalliklerden ağır semptomatik durumlara kadar farklı boyutlarda görülebildiği ve tüm hastalıklara bağlı mortalite ve morbiditeyi etkilediği bilinmektedir.

Obez hastalara geçireceği ameliyat nedeniyle pron pozisyon verilecekse, bu pozisyonun ve farklı seviyelerde PEEP (Pozitif End Ekspiratuar Pressure) uygulanmasının hemodinami, solunum parametreleri ve intraabdominal basınç (İAB) üzerine etkilerinin bilinmesi gerekir. Bu gerekçelerle bu çalışmayı planladık.

2. GENEL BİLGİLER

Nöroşirurji ameliyatlarında hastalar dolaşım ve solunum mekaniklerini etkileyebilecek pozisyonlarda tutulurlar. Pozisyonun ve genel anestezinin arter kan gazı üzerine olan etkileri nöroşirurji hastalarında önemlidir, çünkü arter kan gazı değişiklikleri serebral kan akımı ve intrakranial basınç (İKB) üzerinde önemli etkilere sahiptir (1).

Mekanik olarak ventile edilen hayvanlarda ve insanlarda pulmoner kan akımı ve gaz dağılımı pozisyona bağlı olarak supin pozisyonda bulunan hastalara göre farklılık gösterir (2, 3).

Pron pozisyonunda göğüs duvarına olan basıya bağlı olarak toraks duvar hareketi kısıtlanır. Kürara bağlı olarak kas tonusunun azalması nedeniyle abdominal organlar diafragmayı sefale doğru yönlendirir. Obez hastalarda İAB daha yüksek olduğundan etkiler daha belirgin olur (4-6). Bu etkiler ile oluşan akciğer hacmi ve pulmoner kan akımındaki farklılaşma solunum mekaniğini etkiler. Pron pozisyonda eğer abdominal harekete olanak verilirse solunum mekanikleri üzerine ters bir etki yaratmaz, hatta oksijenizasyonu iyileştirir, akciğer hacimleri ve kompliyansın artmasına neden olur (7, 8). Anestezi altındaki normal bir hasta dolaşım üzerine olan etkileri kompanse edebilirken, düşük kardiyak rezervli ya da periferik dolaşım yetersizliği olan kişilerde sorun yaşanabilir (9).

Hasta gerekli monitorizasyonlar yapıldıktan sonra mümkünse sedyede entübe edilmeli, entübasyon tüpü dikkatlice tespit edildikten sonra dikkatli bir şekilde yardımcı personellerle birlikte ameliyat masasına alınmalı, öncelikli olarak entübasyon tüpünün yerinde olup olmadığı kontrol edilmelidir. Pozisyon verirken baş - boyun gövde ile uyumlu ve eş zamanlı çevrilmelidir. Kollar ve boynun aşırı ekstansiyonundan kaçınılmalıdır (10).

Pron pozisyonda abdominal basıya bağlı olarak inferior vena cava akımı etkilenir; hipotansiyon ve lomber epidural venöz göllenme ile epidural alanda fazla miktarda kanamaya yol açabilir (11).

Lomber disk cerrahisinde spinal ve epidural anestezi de kullanılabilmesine rağmen çoğu cerrahın tercihi genel anestezi yönündedir.

2.1 Anestezinin Solunum Mekaniklerine Etkisi

Anestezinin solunum fonksiyonuna etkisi çok yönlüdür. Anestezik ve diğer ilaçların etkisi, anestezi derinliği, solunumun preoperatif durumu, anestezi ve cerrahinin özellikleri, anestezi aleti ve ventilatörün ayarları gibi birçok etkenin ortak sonucu olarak ortaya çıkar (10). Ayrıca santral depresyon, periferik kemoreseptörlerin depresyonu, kompliyansın azalması, ventilasyon ve perfüzyon (V/Q) oranı ve FRK'de değişme, kas gevşeticiler, ölü

boşluk artışı, pulmoner dolaşım, hipoksik pulmoner vazokonstriksiyon ve cerrahi pozisyon anestezinin solunum mekanikleri üzerine olan etkilerinden sorumlu olan faktörlerdendir.

Pozitif basınçlı mekanik ventilasyon intrakardiyak basınçlar da dahil olmak üzere tüm intratorasik damarlarda ölçülen basıncı artırır. Mekanik olarak ventile edilen hastalarda pron pozisyonla pulmoner vasküler rezistansta düşme gözlemlenebilir (12). Pozitif basınçlı ventilasyon uygulanması ile kompensatuar mekanizmalar devreye girer ve hemodinamik parametrelerde değişim nadiren gözlenir. Atım hacmindeki azalma, hızlı bir şekilde taşikardiye yol açar, arter ve venlerdeki konstriksiyona bağlı olarak sistemik vasküler dirençte ve periferik venöz basınçta artışa yol açar (13). Alt ekstremiteler ve böbreklerde periferik şantlar oluşabilir.

Kompansasyon mekanizmalarının tam çalışabilmesi için normal reflekslerin sağlam olması gerekmektedir. Hipoksi ile gelişen pulmoner damarlarda daralma ve pulmoner hipertansiyon pulmoner vasküler rezistansın artmasına yol açar. Mekanik ventilasyon bu kapiller yatakları açarak oksijenizasyonu iyileştirdiğinde pulmoner perfüzyon ve pulmoner vasküler rezistans düzelebilir (14).

2.2 PEEP

Genel anestezi sırasında ventilasyonun inspirasyon fazı, anestezi makinesinin üst solunum yolunda oluşturduğu pozitif basınçla, ekspirasyon fazı ise pasif olarak gerçekleşir (13). Pozitif basınçlı mekanik ventilasyon, intrakardiyak da dahil olmak üzere tüm intratorasik damarlardaki basıncı artırır. Mekanik olarak ventile edilen hastalarda pron pozisyonda pulmoner vasküler rezistansta düşme gözlemlenebilir (12). İnspirasyon sırasında toraks içinde artan basınç damarlara ve torakstaki diğer yapılara iletilerek büyük kan damarlarının basınç altında kalmasına yol açar ve santral venöz basınç artar. Ortalama hava yolu basıncı ne kadar yüksek ise, bu etki de o kadar fazla olur. Böylece normal kalp fonksiyonu üzerine PEEP uygulamasının etkileri, sadece pozitif basınçlı ventilasyondan daha fazladır.

Normal hastalarda pozitif basınçlı ventilasyon uygulanması ile kompensatuar mekanizmalar devreye girer ve hemodinamik parametrelerde değişim nadiren gözlenir. Kalp atım hacmindeki azalma, hızlı bir şekilde taşikardi oluşturur. Arter ve venlerde konstrüksiyona bağlı olarak sistemik vasküler dirençte ve periferik venöz basınçta artış oluşur (13). Yapılan çalışmalarda, pron pozisyonda supin pozisyona oranla oksijenizasyonun daha iyi olduğu gösterilmiştir. Bunun olası açıklaması V/Q oranındaki göreceli iyileşme olabilir. Kalp, ön mediasteninin büyük bir kısmını kaplar ve böylece ön tarafta, arka tarafa göre daha az akciğer volümü yer alır. Sonuç olarak pron pozisyonda, bağımsız alanlarda daha fazla ventile

edilebilir akciğer alanı bulunmaktadır (15). Anestezi altındaki normal kardiyak fonksiyonlara sahip bir hasta PEEP uygulamasının hemodinami üzerine olan etkilerini kompanse edebilirken, düşük kardiyak rezervli ya da periferik dolaşım yetersizliği olan kişilerde bu kompensasyonun sağlanmasında sorun yaşanabilir (9).

2.2.1 Klinikte PEEP Uygulaması

Minimum veya Fizyolojik PEEP: Hastanın normal FRK'sini korumaya yardımcı olmak için minimum düzeyde (3-5 cmH₂O) PEEP uygulanır. Minimum PEEP ile çok küçük miktarda havayolu basıncı uygulandığından genellikle bir komplikasyona yol açmaz.

Orta Dereceli PEEP: Sınırları 5-15 cmH₂O'dur. En sık kullanılan terapötik PEEP aralığıdır. Azalmış FRK ve kompliyansın eşlik ettiği, artmış intrapulmoner şantın yol açtığı inatçı hipoksemi tedavisinde kullanılır.

Maksimum PEEP: 15 cmH₂O'dan yüksek değerler yüksek PEEP olarak kabul edilir.

Optimum PEEP (terapötik PEEP, tercih edilen PEEP): Artmış oksijen transportu, FRK ve kompliyansa azalmış şantın eşlik ettiği durumlarda, PEEP'in yararlı etkilerine maksimum düzeyde ulaşıldığı noktalardır. Bu düzeyde PEEP, azalmış venöz dönüş, azalmış kardiyak output, azalmış kan basıncı, artmış şant ile ölü boşluk ve barotravma gibi önemli kardiyopulmoner yan etkiler olmaksızın kullanılabilen en uygun PEEP'tir (16).

Auto / İntrensek PEEP (PEEPi): Kronik obstrüktif akciğer hastalıklarında (KOA) akciğerlerin iyi boşalamaması nedeniyle akciğerlerde bir miktar hava kalır ve bu sürekli olarak bir pozitif basınç meydana getirir (16).

2.2.2 PEEP Endikasyonları

- ARDS (Akut Respiratuar Distres Sendromu)
- IRDS (Yenidoğanın İdiopatik Solunum Sıkıntısı Sendromu)
- Kardiyojenik pulmoner ödem
- Bilateral diffüz pnömoni
- Postoperatif atelektazi tedavisi (16)

2.2.3 PEEP Göreceli Kontrendikasyonları

• Hipovolemi: Hasta hemoraji ya da dehidratasyon nedeniyle hipovolemik şokta ise kardiyak outputu azaltabileceği ve dolaşımı bozabileceği için PEEP zararlı olabilir.

• İKB yüksek kişilerde PEEP, santral venöz basıncı arttırarak kafa içi basıncının daha da artmasına neden olabilir.

• Tek taraflı akciğer hastalığı (lober pnömoni, pnömoni vb.) olanlarda kan dağılımı ve akciğer ventilasyonu üzerinde istenmeyen etkilere yol açabilir.

- Yakın zamanda akciğer operasyonu geçirmiş kişiler, PEEP uygulanırken yakın takibe alınmalıdır (16).

2.2.4 PEEP Kesin Kontrendikasyonları

- Tedavi edilmemiş büyük pnömotoraks ve tansiyon pnömotoraks: Uygulanan pozitif basınç intraplevral mesafedeki hava miktarını arttırabilir ve fatal sonuç doğurabilir.

- Bronkoplevral fistül
- Barotravma
- Amfizematöz hastalıklar
- Bronşit
- Kot fraktürü (16)

2.3 Tepe İspiratuar Basınç

İspirasyon esnasında meydana gelen maksimum basınçtır. İspirasyon sırasında ölçülen iki basıncın toplamıdır; havayolu direncine karşı gazı ilerletmek için gerekli basınç ile alveolleri dolduran gaz volümünün basıncının toplamıdır (17).

Hastanın akciğer ve göğüs duvarının direncinden, kompliyansından ve hastanın solunum sistemine giren gazın akım hızından etkilenir. Dinamik kompliyansın (Cd) hesaplanmasında kullanılır (13). Barotravmadan kaçınmak için PIP < 40 cmH₂O olmalıdır.

2.4 Plato Basıncı

Gaz akımının olmadığı periyotta hastanın akciğerlerinde tidal volümün (VT) sürdürülebilmesi için gerekli olan basınç miktarını gösterir. Statik kompliyansın (Cs) ölçülmesinde kullanılır. Akciğer hastalığı olmayan bir hastada normal ventilasyon esnasında PIP, Pplato'ya eşittir ya da hafifçe yüksektir. Her iki basınçta da aynı anda yükselme, VT artışına ya da kompliyans azalışına bağlı olabilir. Pplato değişmeden PIP artar ise hava yolları direncine (endotrakeal tüpün kıvrılması, bronkospazm, sekresyon, yabancı cisim aspirasyonu, hava yollarına bası vb.) veya akım hızında bir artışa bağlı olduğu düşünülebilir (13). Barotravmadan kaçınmak için Pplato < 30-35 cmH₂O olmalıdır.

2.5 Kompliyans

Akciğerin ve toraksın genişleyebilme kabiliyetidir. Birim basınç değişikliği ile oluşan hacim değişikliğidir. Akciğerin normal kompliyansı, akciğer dokusu ve onu çevreleyen toraks yapılarının kompliyanslarının toplamıdır. Normal değeri 150-200 ml/cmH₂O'dur. Endotrakeal entübasyon uygulanmış ve mekanik olarak ventile edilen erişkin erkekte 40-50 ml/cmH₂O, kadında ise 35-45 ml/cmH₂O'dur (13).

2.5.1 Statik Kompliyans

Statik koşullar altında akciğerlere hiç gaz akımı yokken ölçülen her ünite basınç değişikliğinin oluşturduğu hacim değişikliğidir. Alveoler duvarın ve göğüs kafesinin elastik büzüşmesini yansıtır. Ölçümünde inspiratuar duraklama ile elde edilen Pplato kullanılır. Normal değeri 70–100 ml/cmH₂O'dur. Düşük olduğunda hastanın solunum işi artar ve ventilasyonun daha az efektif olduğunu gösterir. Basınç kontrollü ventilasyonda VT azalırken, basınç sabit kalır. Volüm kontrollü ventilasyonda ise VT sabit kalırken PIP ve Pplato yükselir.

$$C_s = VT / P_{plato} - PEEP$$

Cs'yi azaltan nedenler:

- Hava hapsi
- Pulmoner ödem
- Atelektazi
- Konsolidasyon
- Pnömoni
- Pnömotoraks
- Hemotoraks
- Plevral efüzyon
- Pnömomediastinum
- Abdominal distansiyon
- Göğüs duvarı kompliyansındaki değişiklikler

2.5.2 Dinamik Kompliyans

Ventilatör tarafından verilen VT'nin PIP'e bölünmesiyle bulunur. Hava akımı sırasında ölçüldüğü için hem akciğer hem de göğüs duvarı büzüşmesinden, ayrıca endotrakeal tüp, devre ve havayolu direncinin neden olduğu basınçtan ibarettir. Hem kompliyans hem de direnç öğelerini içermesi nedeniyle aslında bir impedans ölçümüdür (13). Normal değeri 60-100 ml/cmH₂O'dur.

$$C_d = VT / PIP - PEEP$$

2.6 Pulmoner Fonksiyonun Değerlendirilmesi

Ekspire edilen karbondioksit (CO₂) konsantrasyonu (End Tidal CO₂, PetCO₂) solunum sonu ekspire edilen CO₂ basıncını yansıtır. İki soluk arası sürekli olarak CO₂ basıncı ölçümünde mass spektrometrisi ve kızılötesi CO₂ ışık absorpsiyonu en çok kullanılan yöntemlerdir.

PetCO₂, parsiyel arteriyel CO₂ basıncının (PaCO₂) değerini tahmin etmede kullanılabilir. Ventilasyonu ve perfüzyonu iyi olan alveollerdeki CO₂ basıncı (PACO₂) PetCO₂'ye eşittir.

Normal bireylerde PetCO₂ ile PaCO₂ arasında 0,6 mmHg civarında küçük bir gradyent vardır. Ölü boşluk arttığında PetCO₂, PaCO₂'den düşük bulunur ve PetCO₂, PaCO₂'yi güvenilir şekilde yansıtamaz. PetCO₂, PaCO₂'den düşük ise ölü boşluk ventilasyonunun arttığı düşünülmelidir. PetCO₂ ve PaCO₂'nin karşılaştırılması, V/Q anormalliğinin ve optimal PEEP'in saptanmasında faydalıdır. PetCO₂ normal değeri 35-40 mmHg arasındadır. Arter ve end tidal parsiyel CO₂ basıncı farkı [P (a-et) CO₂] normal değeri 4-6 mmHg'dır. Alveoler ölü boşluktaki değişimlerden etkilenir. PEEP değerinin artırılması ile artan P (a-et) CO₂ kardiyak outputta düşmeye yol açar (17).

2.6.1 Alveolo - Arteriyel Oksijen Farkını Etkileyen Faktörler (13)

- Sağdan sola şantın miktarı
- Oksijen (O₂) tüketimi
- Arteriyo - venöz oksijen içeriği farkı
- Kardiyak output
- FiO₂
- Oksihemoglobin disosiyasyon eğrisinde PaO₂' nin pozisyonu
- Oksihemoglobin disosiyasyon eğrisinin pozisyonu

2.6.2 P (a - et) CO₂ Basıncını Arttıran Nedenler (18)

- KOAH
- Pulmoner emboli
- İntrensek akciğer hastalığı
- Fizyolojik ölü boşluğu arttıran nedenler
- Sol kalp yetmezliği
- Ters trendelenburg pozisyonu
- Hipovolemi

2.6.3 P(a - et) CO₂ Basıncını Azaltan Nedenler (19)

- Kardiyak outputun artması
- Hipervolemi

2.6.4 Ventilasyon

Normal ve sakin solunum sırasında akciğerlerin genişlemesi diafragmanın aşağı hareketi ve kostaların dışarı açılmasıyla sağlanır. Akciğer; üst bölümlerde göğüs duvarından uzaklaşmaya çalıştığı, alt kısımlarda ise kaideye doğru yerçekimi etkisiyle basıldığı için; intraplevral basınç apekte en negatif değerde iken, bazalde en yüksek değerdedir. İntraalveoler basınç her yerde aynı olduğu için alveollerin distansiyonu, alveolar basınç-plevral basınç farkıyla belirlenir. Alveoller apekte en büyük hacimde iken, bazalde en küçük hacimdedir.

2.6.5 Perfüzyon

Akciğerde kan akımının dağılımını etkileyen en önemli özellik yerçekimidir. Akciğerin değişik bölgelerindeki ekspansiyonun farklı olması, perivasküler ödem ve hipoksik pulmoner ödem gibi diğer faktörler de kan akımının dağılımına katkıda bulunur.

2.6.6 V/Q Oranı

Normal koşullarda erişkinde dakikalık ventilasyonun 5 L, perfüzyonun 6 L olduğu kabul edildiğinde, $V/Q = 0.8$ 'dir. Akciğerin değişik bölgelerinde ventilasyon ve perfüzyonun farklı olması nedeniyle V/Q oranı lokalizasyona göre değişir. Akciğer bazalindeki perfüzyon fazla olduğundan $V/Q < 1$ 'dir. Buna karşın apekte yeteri kadar perfüzyon olmadığı için $V/Q > 1$ 'dir. Ayakta duran bir kişi için geçerli olan bu durum, değişik vücut pozisyonlarında değişiklik gösterebilir (10).

2.7 Arteryel Kanülasyon

Kan basıncının direkt olarak ölçülmesine olanak verir (20). Kan basıncının hızlı ve ani değişikliklere uğrayabileceği girişimler sırasında ve sonrasında, dolaşımın pulsatil olmadığı kardiopulmoner by-pass süresince, şiddetli vazokonstriksiyon nedeniyle periferik nabızların alınmadığı durumlarda, büyük kardiyotorasik ve vasküler girişimlerde kan basıncını direkt olarak ölçmek gerekmektedir. Kan gazı ve diğer gerekli kanların alınmasına, asit-baz dengesinin izlenmesine imkan verirken, hastanın tekrar tekrar invaziv işleme maruz kalmasını önler (21). En sık radialis, brakialis ve dorsalis pedis arterleri kullanılır. Doğru ölçüm için monitörün transduseri aort kökü ve atrium hizasında olmalıdır. Sırtüstü yatan bir kişi için bu ön ve orta aksiller hat arasındadır.

Direkt ölçüm değeri, indirekt ölçümden hipertansif ve aterosklerotik hastalığı olan kişilerde 10–20 mmHg daha fazladır. Radial arter kanüle edilmeden önce elin kanlanmasını sağlayan ulnar arterin eli yeterli şekilde kanlandırıp kanlandırmadığı kontrol edilmelidir. Bu amaçla Allen testi uygulanır. Bu testte el yumruk yapılarak kanı boşaltılır, ulnar ve radial arterler üzerine bası uygulanarak kan akımı durdurulur. El açılırken ulnar arter üzerindeki bası

kaldırılır. Kanı boşaldığı için beyazlaşmış olan palmar bölgenin kızardığı süre kayıt edilir. < 7 sn normal (pozitif Allen testi), 8-14 sn şüpheli ve > 15 sn anormal (negatif Allen testi) olarak kabul edilir.

Ulnar arterin yeterliliği doppler yöntemi ile de belirlenebilir. Trombotik komplikasyonları önlemek için arteryel hat dekstroz içermeyen heparinli sıvı ile (1U/ml) 1–3 ml/saat hızda sürekli veya 0,5–1 ml heparinli sıvı ile aralıklı olarak yıkanmalıdır. Distal arterlerdeki tromboz genellikle birkaç hafta içerisinde kanalize olur.

2.7.1 Arteryel Kanülasyon Komplikasyonları

- Ağrı
- Arter ve çevre dokuya travma
- Hematom
- Enfeksiyon
- Tromboz
- Arteryel spazm
- Distal emboli (hava, pıhtı, kanül parçası)
- Proksimal emboli (büyük miktarda, basınçlı sıvı ile yıkama)
- Arteriovenöz fistül
- Psödoanevrizma

2.7.2 Arteryel Kan Gazı

pH: Vücuttaki hidrojen iyon (H^+) konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır. H^+ konsantrasyonu, vücut sıvılarının ne kadar asidik ya da bazik olduğunu gösterir. Arteryel kanda normal pH değeri 7.36-7.44 aralığındadır. pH değeri 7.36'dan düşük ise “asidoz”, 7.44'ten büyük ise “alkaloz” olarak tanımlanır. Arteryel kanda pH: 6.8-7.8 sınırları hayatın mümkün olduğu sınır değerlerdir. Venöz kanda pH değeri arteryel kandan 0.01-0.02 birim daha düşüktür (19).

Parsiyel arteriyel oksijen basıncı (PaO_2): Kandaki erimiş O_2 'nin oluşturduğu parsiyel basıncı gösterir. O_2 'nin % 98'i hemoglobine bağlı, % 2'si ise eriyik halde dolaşımda bulunur (22). Sağlıklı, deniz seviyesinde, oda havasında solunum yapan bir erişkin için PaO_2 normal değerleri 97 mmHg'dır.

$PaCO_2$: Arteryel kandaki parsiyel CO_2 basıncıdır. Alveoler ventilasyonun göstergesidir. $PaCO_2$ için 37-43 mmHg değerleri normal sınırlardır. Yaş ve pozisyondan etkilenmez. $PaCO_2$ arttıkça kanda asit miktarı artmaktadır. $PaCO_2$ değişiklikleri PaO_2 değerini de etkilemektedir (19).

Aktüel Bikarbonat: Kan örneğinde ölçülen HCO_3 değeridir. Total CO_2 'den veya Henderson-Hasselbach eşitliğine göre pH ve PaCO_2 değerlerinden hesaplanarak bulunur. Normal sınırları 21-28 mmol/L'dir. Vücutta asit-baz dengesinin hem solunumsal hem de metabolik komponenti ile ilişkilidir (20).

Standart Bikarbonat: Solunumsal HCO_3 değişikliklerini elimine etmek için standart koşullardaki (37°C sıcaklık ve PaCO_2 40 mmHg) HCO_3 konsantrasyonudur. Normal sınırları 21-27 mmol/L'dir (19).

Baz Fazlası veya Açığı: Metabolik sistemde herhangi bir bozukluk sonucu oluşan fazla asit veya baz gösterir. Standart koşullarda kan örneği pH'sının 7.4 olabilmesi için eklenmesi gereken güçlü asit ya da baz miktarı ile ölçülür. Baz fazlası < -2 mmol/L olması metabolik asidozu; $> +2$ mmol/L olması ise metabolik alkolozu gösterir (19).

2.8 PronPozisyon

Klasik yüzüstü pozisyonda yüz, göğüs, bacakların ön kısmı, dizler ve ayak parmakları destek yüzeyine temas eder. Genel anestezi altındaki hastada bu pozisyon bazı sorunlar yaratabilir. Omuz ve pelvis hizasına yastık yerleştirilerek karnın serbest hareketi sağlanır, kemikli noktalara yumuşak destekler konur, başın altına yüzü serbest bırakacak şekilde simit yerleştirilir. Gözler, burun ve kulaklar üzerine bası olmamasına dikkat edilmelidir (23).

1959 yılında Lynch ve Safar genel anestezi altındaki paralize hastalarda, pron pozisyonun, solunum sistemi kompliyansını azalttığını, PIP değerlerini ise arttırdığını ileri sürmüşlerdi (24, 25). 1995 yılında Pelosi ve ark. ise uygun pozisyon verildiğinde yani göğüs duvarı ve pelvis destekleri uygulandığında kompliyans ve PIP değerlerinde anlamlı bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir (26).

Yapılan bir çalışmada anestezi indüksiyonundan ve kas gevşemesinden sonra bilgisayarlı tomografi ile diafragmanın ekspirasyon sonu pozisyonu supin pozisyondaki hastalarda değişmezken, pron pozisyondakilerde sefale doğru volüm şifti oluşturduğu belirlenmiştir. Supin pozisyonda mekanik inflasyon sırasında diafragma hareketinin paterni neredeyse uniform olduğu, pron pozisyonda ise tersine uniform olmadığı, hareketin çoğunun dorsal (nondependent) bölgede olduğu saptanmıştır (27).

Genel anestezi altında paralize hastalarda pron pozisyonun solunumsal mekanikleri minimal etkilediği, FRK'yi iyileştirdiği, PaO_2 'yi arttırdığı ve PaCO_2 'yi değiştirmedeği gösterilmiştir. Bu durum diafragma üzerindeki basıncın azalması ve supin pozisyonunda kapanma eğiliminde olan alveollerin açılmasıyla açıklanabilmektedir (28, 29). Pelosi ve ark. pron pozisyonun solunum sistemi kompliyansını belirgin olarak etkilemediğini, solunum

direncinin pron pozisyonda hafifçe arttığını, bu artışın da esas olarak göğüs duvarı rezistansına bağlı olduğunu bildirmişlerdir (5).

Pron pozisyonunda PaCO₂ ve PetCO₂ değerleri ventile edilen havanın artmasına ve artmış nondependent alana bağlı olarak anlamlı şekilde azalabilmektedir. Besler ve ark. pron pozisyonunda PaCO₂ ve PetCO₂ değerlerinin; ventile edilen havanın artmasına ve artmış nondependent alana bağlı olarak anlamlı şekilde azaldığını, ortalama havayolu basıncının arttığını ve PetCO₂ gradiyentinin anlamlı olarak değişmediğini saptamışlardır (30).

2.8.1 Pron Pozisyonuna Bağlı Olası Komplikasyonlar

Pron pozisyonunun uygun verilememesine bağlı olarak oluşabilecek bası, aşırı ekstansiyon ve fleksiyon hareketleri ile periferik sinir hasarı oluşabilir. Pron pozisyonda özellikle brakial pleksus ve peroneal sinire dikkat etmek gerekir (16). Pozisyon verilirken dikkat edilmesi gereken diğer bir önemli nokta da hemodinamiyi bozabilecek ve korneal hasarlanmaya yol açabilecek göz küresine bası olmamasıdır. Kadınlarda memeler, erkeklerde ise dış genital organların basıya maruz kalmamasına da ayrıca dikkat edilmelidir. Hasta gerekli monitörizasyonlar yapıldıktan sonra mümkünse sedyede entübe edilmeli, entübasyon tüpü tespit edildikten sonra dikkatli bir şekilde yardımcı personellerle birlikte ameliyat masasına alınmalıdır. Pozisyon verilirken baş ve boyun gövde ile uyumlu ve eş zamanlı çevrilmelidir. Kollar ve boynun aşırı ekstansiyonundan kaçınılmalıdır (10).

Pron pozisyonunda göğüs duvarına olan basıya bağlı olarak toraks duvar hareketi sınırlanır. Kas gevşeticilerin etkisine bağlı olarak kas tonusunun düşmesi ile de diafragma abdominal içeriğe bağlı olarak sefale doğru yönelir. Obez hastalarda İAB daha yüksek olduğundan toraksa olan etki daha belirgin olur. Sonuçta oluşan akciğer hacim değişiklikleri ve pulmoner kan akımındaki farklılaşma solunum mekaniğini etkiler (4-6).

Spontan soluyan kişide negatif intratorasik basınç (İTB) havayı içeri doğru çekerken aynı zamanda kanın da toraks damarlarına ve kalbe doğru çekilmesine sebep olur. Kanın sağ atriyuma dönmesi ile sağ kalp ön yükü artar bu da sağ kalp atım hacminin artması ile sonuçlanır. Ekspiryumun pasif ve İTB'nin daha az negatif olması, dönen kan miktarını azaltır, hipotansiyon ve taşikardi gelişebilir (17).

2.9 Obezite

Obezite, vücutta yağ dokusunun aşırı birikmesi sonucu ortaya çıkan bir klinik durumdur (31). Her ne kadar artmış vücut ağırlığı ile eşdeğer görülse de bu her zaman doğru değildir. Zayıf fakat kaslı bireylerde yağ dokusu artışı olmadan standartların üstünde vücut ağırlığı gözlenebilir (32). Yağlanmayı direkt olarak ölçmemesine rağmen basit bir ölçüm

olduğu için klinikte en sık başvurduğumuz ölçüt VKİ'dir (33). VKİ: Ağırlık (kg) / boy (m²) formülü ile hesaplanır (31).

2.9.1 Obezite ve Akciğer

Solunum fonksiyonları akciğer, göğüs duvarı ve diafragma arasındaki karşılıklı etkileşimle belirlenmektedir (34). Solunum mekaniği ve akciğer fonksiyonları üzerine etkileri uzun yıllardır bilinen obeziteye bağlı pulmoner değişiklikler bulgu vermeyen anormalliklerden ağır semptomatik durumlara kadar farklı boyutlarda görülebilir (35, 36). Obez bireyler hekime genellikle şişmanlıktan yakılarak gelmezler. Çabuk yorulma, nefes darlığı, eklem ağrıları, variköz venler en sık hastaneye başvuru şikayetleridir (37). Temel tıp kitaplarında nefes darlığı nedenleri arasında obezite sayılmamakla birlikte obez bireylerin çoğu solunum fonksiyon testleri ile ilişkisi tam olarak gösterilemeyen nefes darlığı tarif ederler (38).

Dispne; mekanik, nörolojik, metabolik faktörlerin de rol oynadığı; üst solunum yolları, akciğer parankimi, göğüs duvarı ve santral sinir sistemi gibi değişik bölgelerden gelen sinyallerin kompleks bir interaksyonu sonucu ortaya çıkmaktadır (39). Obezlerde göğüs duvarı kütlesi ve abdomen boyutlarında artışın bir sonucu olarak görülen restriktif solunumsal defekt ve buna bağlı artmış solunum işi nefes darlığını açıklamaya yönelik hipotezlerden sadece birisidir. Bireyin kondüsyonunda azalma da nefes darlığıyla sonuçlanabilir. Yapılan çalışmalarda nefes darlığı ile VKİ arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (40).

Son hipotezler, dispnenin orjini konusunda artmış santral motor emri yansıtan respiratuar kas eforunun önemi üzerinde durmaktadır (40). Sakin soluyan obezlerde ekspiratuar akım kısıtlılığı ve artmış inspiratuar yükü sonuçlanan PEEPi gösterilmiştir. PEEPi, ekspiratuar akım kısıtlılığı, kas güçsüzlüğü de nefes darlığına katkıda bulunmaktadır.

Obezite; solunum mekaniği, rezistans, solunum kas fonksiyonları, akciğer volümleri, solunum kontrolü ve gaz değişimi üzerine istenmeyen etkileri sonucu solunum fonksiyonlarını etkiler, egzersiz kapasitesini azaltır. Toraks ve abdomende cilt altı yağ dokusundaki artış, solunum kompliyansı ve solunum kas fonksiyonlarının azalmasına neden olarak göğüs duvarı mekaniğini olumsuz etkiler (37).

Genel anestezi komplikasyonları için de obezite önemli bir risk faktörüdür. Özellikle perioperatif ve postoperatif dönemde atelettazi, hipoksemi, pulmoner tromboembolizm, aspirasyon pnömonisi, akut solunum yetersizliği gibi komplikasyonlar obez bireylerde daha sıklıkla görülür (42). Akciğer volümlerindeki azalma, yatar pozisyonda daha belirgin hale gelir (43). Genel anestezi esnasında VKİ ile ilişkili olarak FRK, total solunum sistemi kompliyansında ve oksijenasyonda azalma, solunum sistemi rezistansında artış gösterilmiştir.

(42). Obezite ve solunum fonksiyonlarındaki bozukluk, tüm hastalıklara bağlı mortalite ve morbiditeyi etkiler (44).

2.9.2 Obezite ve Solunum Sistemi Mekanikliği

2.9.2.1 Obezitede Kompliyans

Obezlerde hem göğüs duvarı, hem akciğer kompliyansındaki azalmaya bağlı olarak total akciğer kompliyansı azalmıştır. Bu durum artmış pulmoner kan akımı ve artmış kapanış volümüyle açıklanabilir (37-45). Artmış yağ dokusunun toraks ve abdomene uyguladığı baskı elastik yükü arttırarak kompliyansın azalmasına neden olabilir (46).

2.9.2.2 Obezitede Rezistans

Hava yolları, göğüs duvarı ve hava yolu rezistansı VKİ ile korele olarak obezlerde artmıştır. Azalmış akciğer volümü, artmış rezistanstan kısmen sorumludur (34-45). Yine obezlerde tarif edilen periferik hava yolu hastalığının da, rezistans artışından sorumlu olduğuna işaret edilmektedir (37). Obezlerdeki rezistans artışının yatar pozisyonda daha da arttığı gösterilmiştir (42).

Daha önce yapılan çalışmalarda havayolu kondüktansının ki rezistansın resiprokudur, akciğer volümleriyle lineer ilişkili olduğu da gösterilmiştir (42). Obezlerde artmış respiratuar iş ve azalmış respiratuar kompliyans bildirilmiş, hem akciğer hem göğüs duvarı kompliyansının azaldığı gösterilmiştir (37).

2.9.2.3 Obezitede Solunum Kas Fonksiyonları ve Solunum Paterni

Solunum kas enduransı obez bireylerde daha belirgin derecede azalmıştır. Morbid obezlerde diafragmada yağ infiltrasyonu gösterilmiştir. Bu da kas gücünde azalmadan sorumlu olabilir (37).

Morbid obezlerde en önemli solunum kası olan diafragmanın aşırı gerilmesine bağlı olarak kas gücü ve etkinliğinde azalma meydana gelir. Solunum kaslarının efektif çalışmamasının bir sonucu olarak da solunum işi artar ve bu da solunum kas yorgunluğuyla sonuçlanır (45).

Obez bireylerde artmış solunum işini kompanse etmek amacıyla solunum paterninde değişiklikler izlenir. Solunum frekansı normal bireylerden % 40 daha fazladır. Ekspirasyon süresinin belirgin derecede kısalmasıyla birlikte inspirasyon süresinin solunum süresine oranı normal düzeydedir (45). Hiperkapnik stimülasyon sonrasında obez olmayan kontrol grubuyla kıyaslandığında obezlerin solunum frekansının daha fazla olduğu, ekspirasyon süresinin daha kısa olduğu, ekspirasyon sonu akciğer volümü ve PEEPi artışı gösterilmiştir (47). Aynı zamanda normokapnik obez bireylerde de solunum frekansının ve beraberinde solunum iş yükünün de arttığı gösterilmiştir (40).

V/Q uyumsuzluğu ve artmış solunum işi, obez bireylerde sık rastlanılan bir bulgudur. Obez insanlarda ventilasyon baskın bir şekilde üst loblarda olur. Ancak ventilasyonun tam tersine perfüzyon alt loblarda baskın olduğundan V/Q uyumsuzluğu ve hipoksemi söz konusudur. Bununla birlikte ventilasyonda da azalma mevcuttur ve hiperkarbi de saptanır. Hipoksi ve hiperkarbiye ventilasyon yanıtının düşük olması, mekanik faktörler ve solunum kas güçsüzlüğü hipoventilasyonun nedeni olarak gösterilmektedir (37).

V/Q uyumsuzluğunun da katkısıyla obezlerde görülen hipokside ve alveoler ve arteriyel parsiyel oksijen basıncı farkı [P (A-a) O₂] gradyentinde kilo kaybını takiben belirgin düzelme gözlenmiştir. Obez bireylerde metabolizma da artmıştır. Normal bireylere göre obezlerde O₂ tüketimi % 25, CO₂ üretimi % 40 daha fazladır. Bazı çalışmalarda basit obezlerin % 40'ında, obez bireylerin % 65'inde CO₂ inhalasyonuna ventilatör cevabın azaldığı gösterilmiştir. Hipoksiye cevap, morbid obez hastalarda azalmasına karşın basit obezitede normal ya da artmış olarak bulunmuştur (37). Progresif egzersiz sırasında santral obezitesi olan bireylerde daha yüksek O₂ ihtiyacı, daha hızlı ve yüzeysel solunum, daha düşük bir anaerobik eşik gözlenmiştir (46).

2.10 İnterabdominal Basıncı

Abdominal basınç artışının ilk kez 1911 yılında Haven Anderson tarafından tanımlanması üzerinden yaklaşık yüz yıl geçmesine rağmen bu konudaki çalışmaların büyük kısmı farkındalığın artmasıyla ancak son 20 yılda olmuştur. Bu farkındalığın artmasında, son yıllarda yoğun bakımda yatan hastaların daha ciddi statüde olmasının yanında, özellikle sepsiste hedefe yönelik erken tedavi yaklaşımının yaygın olarak uygulanışının da etkili olduğu düşünülmektedir. Abdominal Kompartman Sendromu Birliği'nin [World Society of the Abdominal Compartment Syndrome (WSACS)] 2004 yılında kurulması ve yaklaşım algoritmalarının oluşturulması, bu konudaki ilgi ve çalışmaların artması sonucunu getirmiştir (48).

2.10.1 İnterabdominal Basıncın Komponentleri

Abdominal basıncın belirlenmesinde batın içi organların oluşturduğu etkinin yanı sıra batın boşluğunu oluşturan yapıların da etkisi çok önemlidir. Karın boşluğu; üstte kosta ark, arkada vertebral kolon ve aşağıda pelvisin oluşturduğu sert yapılar ile esnek yapılar olarak adlandırılan karın duvarı ve diafragmanın çevrelediği kapalı bir kutu olarak kabul edilebilir. Duvarların elastikiyeti ve içerdiği organların özellikleri karın içi basıncını belirler (48).

İAB; yaş, postür, obezite, gebelik gibi pek çok farklı durumdan etkilenir. Normal değeri, negatif basınçtan pozitif değerlere kadar değişiklikler gösterebilir. WSACS'a göre İAB'nin sağlıklı yetişkindeki normal değeri 0-5 mmHg olup farklı klinik durumların

oluşturduğu değişikliklere göre daha üst değerler de normal olarak kabul edilir. Kritik hastalıkta 5-7 mmHg, postlaparotomide 10-15 mmHg, septik şokta 15-25 mmHg, akut batında 25-40 mmHg seviyesindedir.

İAB, 2006 yılında yayınlanan uzlaşma raporuna (48) göre karın içinde gizlenmiş basınç olarak tanımlanmıştır. Karın boşluğunu üstten diafragma ve kotlar, önden ve yandan karın kasları, alttan pelvis ve arkadan vertebra çevrelemektedir. Karın boşluğunu oluşturan diafragma ve karın kasları elastik iken, pelvis, kotlar ve vertebra sert yapılardır. Karın duvarının bu özel yapısı ve içeriğindeki organların yoğun sıvı içeriği Pascal kanununa göre karın içi basıncın karının herhangi bir yerinden ölçülmesine olanak sağlamaktadır.

İAB; fizyolojik olarak inspiyum (diafragma kontraksiyonları) ve ekspiyum (diafragma gevşemesi), organların hacimlerindeki değişimler, peritonda büyüme, asit ve kan birikmesi, tümör, gebelik ve karın duvarında genişlemeyi engelleyen ödem ve yanık skarları gibi durumlardan etkilenmektedir. 2007 yılında yayınlanan uzlaşma raporuna (50) göre; a) yoğun bakım ünitesine yeni yatan her hastaya, b) klinik bozulma veya yeni organ bozulması bulgularından herhangi biri ya da intraabdominal hipertansiyon (İAH), abdominal kompartman sendromu (AKS) risk faktörlerinden herhangi ikisi mevcut ise bazal İAB ölçümü yapılmalıdır. Hastanın takibinde klinik durumuna göre seri İAB ölçümleri yapılmalıdır. İAB ölçüm yöntemleri doğrudan ve dolaylı ölçüm yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (51).

2.10.2 Doğrudan İntraabdominal Basınç Ölçüm Yöntemleri

Intraperitoneal kateter ile basınç ölçümü: Bu ölçümde periton içine yerleştirilen bir kateter kullanılmaktadır. Bu kateterin bir su manometresine veya basınç transdüserine bağlanması ile ölçüm yapılır. Bu yöntemin dezavantajları yüksek enfeksiyon riski ve kateter yerleştirilmesi zorluğudur. Bu iki özellik kullanımı kısıtlamaktadır (48-50).

2.10.3 Dolaylı İntraabdominal Basınç Ölçüm Yöntemleri

a. Fizik muayene: Yapılan çalışmalar (51, 52) fizik muayenenin yükselmiş İAB saptanmasındaki etkinliğinin % 40-60 arasında olduğunu göstermektedir. Duyarlılığının düşük olmasından dolayı İAB artışı ölçümünde kullanılması önerilmemektedir.

b. Rektal yolla İAB ölçümü: Bu yöntemde rektuma yerleştirilen özel bir aparat yardımıyla İAB ölçümü yapılmaktadır. Gastrointestinal sistem (GİS) kanaması, diyaresi olan, GİS motilitesi değişmiş hastalarda kullanılamaması, aparatın maliyetinin yüksek olması, manipülasyon zorluğu, aparatın yerleştirildiği yerde nekroz oluşturması ve uzun süreli kullanımda sfinkter zafiyeti bu yöntemin kullanımını kısıtlayan en önemli faktörlerdir (48-50).

c. Uterin yolla İAB ölçümü: Bu yöntem rektal yoldan İAB ölçümüne benzemektedir. Uterin yoldan yerleştirilen bir aparat yardımıyla İAB ölçümü yapılmaktadır. Bu yöntemin jinekolojik kanama ve enfeksiyonu olan hastalarda kullanılamaması, aparatın maliyetinin fazlalığı, aparatın konulduğu yerde nekroz oluşturması ve aparatın manipülasyon zorluğu kullanımını kısıtlamaktadır (48, 49).

d. İnférieur vena kava yoluyla İAB ölçümü: Bu yöntemde transfemoral yolla inferior vena kavaya bir kateter yerleştirilmekte ve basınç ölçümü yapılmaktadır. Bu yolun en önemli avantajları sürekli monitörizasyona imkan sağlaması ve mesane disfonksiyonu olan hastalarda kullanılabilmesidir. Yüksek enfeksiyon riski, trombotik komplikasyonlar ve kateterin maliyetinin yüksek olması kullanımını kısıtlamaktadır (48-50). İAB yükselmesinin saptanmasında fizik muayene, rektal, uterin ya da inferior vena kava yoluyla İAB ölçülmesi önerilmemektedir (48-50).

e. Gastrik yolla İAB ölçümü: Bu yöntemde ya bir nazogastrik (NG) sonda ya da bir intragastrik kateter yardımıyla İAB ölçülür. Sondanın ya da kateterin ucu bir su manometresine ya da basınç transdüserine bağlanır. Yöntemde midaksiller hat referans noktası olarak kabul edilir. Bu yöntemde en önemli dezavantaj mide motilitesi değişmiş yoğun bakım hastalarında yöntemin kullanım zorluğudur. Gastrik yolla İAB ölçümü aralıklı veya devamlı olarak yapılabilir.

Gastrik yolla İAB ölçümünde kullanılan metotlar şöyle sıralanabilir:

1. Collee aralıklı ölçüm tekniği: Bu teknikte 14F NG sonda mideye yerleştirilir, NG sonda yeri mide asit sıvısının aspirasyonu, steteskop ile dinleme ya da radyolojik olarak teyit edildikten sonra midedeki tüm hava aspire edilir, daha sonra 100 ml serum fizyolojik (SF) enjekte edilir. Yöntemde midaksiller hat referans noktası olarak kabul edilerek bir su manometresi ya da basınç transdüseri yoluyla ölçüm sağlanır.

2. Malbrain aralıklı/sürekli ölçüm tekniği: Bu teknikte medikal firmaların ürettiği özel bir özofagus balon kateteri mideye yerleştirilir. Kateter içindeki tüm hava alınır, daha sonra 1 ml hava tekrar verilerek ve midaksiller hat referans noktası olarak kabul edilerek ölçüm yapılır.

3. Sürekli ölçüm tekniği: Bu teknikte medikal firmaların ürettiği kılavuz teli olan veya olmayan sürekli ölçüm kateterleri mideye yerleştirilir. Bu kateterler üretilen firmaların önerilerine bağlı olarak 0.1-1 ml hava ile balon şişirilerek ve midaksiller hat referans noktası olarak kabul edilerek monitörden sürekli İAB monitörizasyonu yapılır.

f. Mesane yoluyla İAB ölçümü: İAB'nin ölçülmesinde bugün en sık kullanılan yöntem mesane içi basıncını ölçen yöntemdir. Mesane ekstraperitoneal ve aynı zamanda intraabdominal bir organdır ve duvarının esnek olması nedeniyle intraperitoneal basıncı gayet iyi yansıtmaktadır.

Mesane yoluyla basınç ölçümünde kullanılan yöntemler şunlardır:

1. Kron yöntemi

1984 yılında Kron ve arkadaşları tarafından tarif edilmiştir (53). Bu yöntemde mesaneye takılan bir idrar sondası ile idrar torbasının birleşim yerine bir iğne saplanır ve bu branül bir intradüser yardımıyla monitöre bağlanarak, İAB ölçümü yapılır. Bu yöntemde symphysis pubis referans noktasıdır ve 50-100 ml SF kullanılır. Bu yöntem esnasında her ölçümde steril set hazırlanmasının zaman kaybına yol açması, aynı basınç transdüseri santral venöz basınç ölçümünde de kullanıldığı için her ölçümde tekrar kalibrasyon gerekmesi, her ölçümde hastada üriner sistem enfeksiyonu görülme riskinin artması ve uygulama iğne ile yapıldığından sağlık çalışanları için kaza riski mevcudiyeti varlığı yöntemin dezavantajlarıdır (50-53).

2. Revize edilmiş Cheatham aralıklı ölçüm tekniği

Bu yöntemde ise idrar torbasına giden hortum, idrar sondasının kültür portununun 40 cm uzağından steril şekilde kesilir. Daha sonrasında kesik iki ucun arasına üçlü üç yollu aparat yerleştirilir. Bu üçlü üç yollu aparat medikal firmalar tarafından imal edilmiş olabileceği gibi, üç adet üçlü musluğun birleştirilmesi ile de yapılabilir. Üçlü üç yollu aparatın ilk portuna iv infüzyon torbası, ikinci portuna 50 ml'lik enjektör ve üçüncü portuna ise basınç transdüseri bağlanır. Ölçüm 25-50 ml SF kullanılarak yapılır ve midaksiller hat sıfır noktası olarak kabul edilir. Üçüncü üçlü musluk bu teknikte idrar klemp gibi davranır (50).

3. İdrar sütun tekniği

Bu yöntemde elektronik alıcıya gerek yoktur, hızlı ve ucuz ölçüm sağlar. Burada medikal firmaların ürettiği foley manometre idrar sondası ve torbası arasına yerleştirilir. Serbest idrar akışına bırakılır. Daha sonra idrar sondası klemlenerek 20 ml SF idrar sondası kültür portundan ara parçaya enjekte edilir. Özel aparatın üst kısmındaki klemp atmosfer havasına açılarak ve midaksiller hat sıfır noktası kabul edilerek İAB ölçümü yapılır (50). Mesane yoluyla basınç ölçümü nörojenik mesane, mesane perforasyonu ve pelvis

patolojisi olan hastalarda kontrendikedir (48-50). 2006 yılında yayınlanan uzlaşma raporuna göre (48) aralıklı İAB ölçümünde referans yol mesane yoluyla ölçüm olarak önerilmiştir. Bu yöntem basit ve ucuzdur.

2.11 İntraabdominal Hipertansiyon

Karın içinin, tıpkı ekstremitelerde olduğu gibi bir kompartman olarak tanımlanabileceği görüşü ile bu kompartmandaki basınç artışının yol açtığı olumsuz lokal ve sistemik etkiler bulunmaktadır. İAH kavramı ilk kez 1860'lı yıllarda Marey ve Burt'un karın içi basınç artışının solunum sistemi üzerine etkisini tanımlamalarıyla ortaya atılmıştır (54). Emerson ise 1911'de İAH'nin kardiyovasküler sistem üzerine etkilerini tanımlamıştır. İAH'nin böbrek fonksiyonları üzerine etkisi 1913'te Wendt tarafından, AKS kavramı ise 1984'te Kron tarafından ortaya konulmuştur (54). AKS, İAH'ye organ yetmezliğinin eşlik etmesidir.

İAH; İAB \geq 12 mmHg devamlı veya patolojik yükselmesidir. 4-6 saat arayla en az iki standart basınç ölçümünde İAB \geq 12 mmHg olmasıdır. Klinisyenler için İAB $>$ 20-25 mmHg olması organ yetmezliği ve kötü prognozla ilişkilidir.

İAH sınıflandırması:

- Sınıf I İAB 12-15 mmHg
- Sınıf II İAB 16-20 mmHg
- Sınıf III İAB 21-25 mmHg
- Sınıf IV İAB $>$ 25 mmHg

Semptomların süresine göre İAH:

- **Kronik İAH;** morbid obez, intraabdominal tümör, kronik asit veya gebelik gibi **aylar veya yıllar içinde**
- **Akut İAH;** travma veya intraabdominal kanama gibi **saatler içinde**
- **Subakut İAH;** etiyolojik faktörlerden **günler içinde**
- **Hiperakut İAH;** gülme, öksürük, fiziksel aktivite vb. **dakikalar içinde** gelişen İAH'dir.

2.11.1 İntraabdominal Hipertansiyonun Solunum Sistemi Üzerine Etkileri

Diafragma rijit bir yapıda olmadığından batın içinde basınç artışı olduğunda bu basınç diafragmanın yükselmesi ile intratorasik sahaya yansır. Artmış olan İTB akciğer parankimini ciddi şekilde sıkıştırarak pulmoner fonksiyon bozukluğuna yol açar. Yükselen diafragma ile; FRK, total akciğer kapasitesi ve rezidüel volüm azalır. Akciğer parankimine olan bu kompresyon etkisi İAB 16-30 mmHg değerlerinde başlar ve bu durum hemorajik şok ve hipotansiyon varlığında daha belirginleşir. Akciğerlerdeki sıkışma alveollerde atelektaziye yol açar. Özellikle kaudal bölgelerde İAB'nin alt lobları sıkıştırmasıyla kompresyon atelektazileri

oluşur. İAH'nin neden olduğu atelektazinin pulmoner infeksiyon olasılığını arttırdığı bilinmektedir(54).

İAB artışında yükselen diafragma, akciğer ve göğüs kafesi kompliyansını azaltır. V/Q oranı bozulur, ölü boşluk artar. Spontan soluyan hastalarda solunum sayısı, solunum işi artar. Bu değişiklikler AKS'nin erken dönemlerinde meydana gelir. Hipoksemi, hiperkarbi gelişir ve sonuçta mekanik ventilasyon ihtiyacı doğar. Mekanik ventilasyonda ise PIP ve Pplato genellikle yüksek seyreder. Yüksek inflasyon basınçlarında mekanik ventilasyon alveolar distansiyona yol açabilir ve bu aşırı gerilme inflamatuvar mediatörlerin salınımıyla var olan akciğer hasarını daha da şiddetlendirir. Böylece sağlam olan akciğer bölgeleri de tahrip olmaya başlar. Sonuçta klinik olarak “zor ventile olan ve zor oksijenlenen” hasta ile karşılaşılacaktır.

Artmış İTB ve hipoksik pulmoner vazokonstrüksiyon, pulmoner hipertansiyona yol açar. Zaten hipoperfüzyon nedeniyle var olan metabolik asidoza, bozulmuş olan CO₂ klirensinin neden olduğu respiratuvar asidoz da ilave olur.

İAB artışının akciğer volümüne olumsuz etkisi akut akciğer hasarlı hastada daha da belirgin olur. Akciğer hasarı varlığında İAH atelektaziye arttırmakla kalmamakta, aynı zamanda ödem formasyonunu da geliştirmektedir (55).

2.11.2 İntraabdominal Hipertansiyonun Diğer Sistemler Üzerine Etkileri

İAH temelindeki patoloji; genişleyebilme kapasitesi sınırlı olan bir bölgede basınç artışı olduğunda kompartmanlar arası dokularda kan akımının bozulmasıdır ki; bu ilk önce mikrovasküler yatak ile sınırlı iken ileri safhada arteryel kan akımı ve venöz dönüşü etkiler. Vücuttaki her bir organ sistemi, az ya da çok birbirine bağımlı çalışır. Herhangi birinde ortaya çıkan bir bozulma diğer sistemlerin işlevini de etkiler. Dolayısıyla İAH'nin, çeşitli organ sistemlerinin makro ve mikro dolaşımında yapmış olduğu olumsuz etkiler bir sistemden diğerine aktarılarak bir kısır döngü ortaya çıkarır.

Herhangi bir nedenle karın içi basıncında artış olduğu zaman, bu durum karın içi damar yapılarını, özellikle venöz sistemi ciddi şekilde etkiler. İlk etkilenen de vena kava inferiorudur. Bu büyük damarın sıkışması içindeki kan akımını önemli ölçüde düşürür. Inferior vena kavaya ve vena portaya doğrudan bası sonucu kalbe dönen kan azalır. Bunun yanında, sefale doğru itilen diafragmanın toraks boşluğunu daraltması sonucu artan İTB, vena kava superiordan kalbe dönen kan miktarını azalttığı gibi, kalbin diastolde genişlemesini de önemli ölçüde engeller. Ventriküler kompliyans ve kontraktilite azalır. Sistemik vasküler direnç, yani ard yük hem aortaya hem de sistemik damarlanmaya olan basıyla artar. Bu durum sol ventrikül ard yükünü artıracaktır. Pulmoner vasküler direnç ise pulmoner parankim üzerine

olan bası ile artar. Bu da sağ ventrikül ard yükünü artırarak sağ ventrikül dilatasyonu ve yetersizliğine, sağ ventrikülün sola doğru itilmesiyle sol ventrikülde dolun defektine neden olabilir. Kalbin atım hacmi azalır, kardiyak debi düşer. Ancak İAH şiddetli değilse; ortalama arter basıncı, venöz dönüşteki ve kardiyak debideki azalmaya rağmen stabil kalır. Yani ortalama arter basıncı, önce kanın şant yoluyla abdominal boşluktan başka yere çıkmasıyla artar, ancak sonra kompensatuar mekanizmaların tükenmesiyle hipotansiyon gelişir. Hipotansiyon “geç dönem” bulgusu olarak kabul edilir. Hipovolemik hastalarda normovolemik olanlara göre kardiyak debi, daha düşük İAB değerlerinde azalmaya başlar. Yükselmiş olan İTB de yapay olarak santral venöz basıncı ve pulmoner arter kama basıncını artırır. Klinik olarak hastalarda yüksek dolun basınçları ve yüksek sistemik vasküler direnç ile birlikte azalmış kardiyak debi söz konusudur.

Artmış İAB femoral damarları sıkıştırır. Femoral ven kan akımı ve pulsasyonu belirgin bir şekilde azalır. Ekstremiteler venöz hidrostatik basıncında artış periferik ödeme yol açar. Bu değişiklikler venöz tromboz gelişme riskini getirecektir. Üstelik İAB'deki azalma femoral venöz basıncı azaltırken pulmoner emboliye sebep olabilir.

Orta şiddette bir İAH femoral venöz kan akımını bozarken, şiddetli İAH durumlarında femoral arter kan akımının da çok azaldığı, hatta durduğu tanımlanmıştır. Ekstremitelere ve splanknik sahaya oksijen sunumunun azalmasıyla anaerobik metabolizma ve laktik asidoz ortaya çıkar.

Öksürme, ıkınma, öğürme gibi eylemlerde olduğu gibi İAB ve İTB artışları İKB'yi doğrudan etkiler. İAH de aynı şekilde İKB'yi artırır ve serebral perfüzyon basıncını düşürebilir(48).

İAH'de renal arter ve renal vene bası ile renal ven basıncı ve renal vasküler direnç önemli ölçüde yükselir. Bu da glomerüller ve tubuler fonksiyonları bozarak idrar debisinde önemli ölçüde azalmaya yol açar. Glomerüller filtrasyonun azalması, kan üre azotu ve serum kreatininin artışına ve kreatinin klirensinin azalmasına neden olur.

Tüm organ sistemleri içinde barsaklar İAB yükselmelerine karşı en hassas organlardır. Mezenterik kan akımında azalma İAB 10 mmHg'da ortaya çıkar. İAB 40 mmHg olduğunda çölyak arter kan akımı % 43, superior mezenterik arter kan akımı ise % 69 azalır. İAH'nin mezenterik perfüzyon üzerine negatif etkisi hipovolemi ya da hemoraji varlığında daha belirgindir. Azalmış arteriyel kan akımının yanında yükselmiş olan İAB'nin ince duvarlı mezenterik venleri sıkıştırmasıyla venöz tansiyon yükselir ve intestinal ödem gelişir. İç organlardaki büyüme de İAB artışı ile sonuçlanır. Yani bir kısır döngü başlar ki; bu da doku perfüzyonunun daha da kötüleşmesine, barsak iskemisine, intramukozal pH azalmasına,

beslenme toleransının bozulmasına, sistemik metabolik asidoza ve mortalite artışına neden olur(48).

Hepatik arter, ven ve portal ven kan akımı İAH varlığında azalmaktadır. Hepatik arter kan akımı kardiyak debi azalmasından doğrudan etkilenir. Hepatik ve portal ven kan akımları karaciğerin dışarıdan komprese olmasıyla azalır. Hepatik mikrosirkülasyonda azalma, hepatik mitokondriyal fonksiyon azalması ve enerji ürünlerinin çoğalmasına neden olur. Hipoksi ve konjesyon sonucu; pıhtılaşma faktörlerinin sentezi, bilirubin, laktat klirensi, glukoz metabolizması, sitokrom P450 sistemi gibi karaciğerin çok önemli fonksiyonlarında yetersizlik ortaya çıkacaktır.

Artmış İAB karın duvarının genişleyebilirliğini azaltarak İAH'nin şiddetlenmesine yol açar. Abdominal kaslar ve fasyada meydana gelen iskemi, yırtılma, herniasyon, nekrotizan fasiit gibi infeksiyöz ya da noninfeksiyöz komplikasyonları getirebilir.

İAH, retinal kapiller rüptür ile santral görmede akut bir azalmaya yol açabilmektedir. Bu tablo İAB ve/veya İTB artışındaki ani yükselmelerde de görülebilmektedir (48).

3.MATERYAL METOD

Çalışma, etik komite onayının ardından, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi ameliyathanesinde batın dışı nedenlerle ameliyat olan VKİ 30 ve üzerinde olan 54 hasta üzerinde gerçekleştirildi.

Çalışmaya gönüllü olmayı kabul eden, onayı alınmış, ASA (Amerikan Anestezistler Derneği) I-II grubu, 18-65 yaş arasında, daha önceden bilinen diyabetes mellitus veya kardiyopulmoner hastalığı bulunmayan, toraks cerrahisi operasyonu geçirmeyen hastalar dahil edildi. Tüm hastalar operasyondan bir gün önce görülerek preanestezik değerlendirmeleri yapıldı.

Hastalara uygulama hakkında bilgi verildi, çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar çalışmaya dahil edildi.

Hastalar PEEP uygulanmayan Grup 1 (PEEP 0), 5 cmH₂O PEEP uygulanan Grup 2 (PEEP 5) ve 10 cmH₂O PEEP uygulanan Grup 3 (PEEP 10) olarak randomize olarak üç gruba ayrıldı.

Hastaların genel anestezi uygulaması sonrasında supin pozisyonu ve pron pozisyonu sonrası olmak üzere verileri kaydedildi. Hastalara premedikasyon uygulanmadı.

Operasyon sırasında idrar takibi amaçlı takılmış olan üretral mesane kateteri kullanılarak; **revize edilmiş Cheatham aralıklı ölçüm tekniği** ile İAB ölçüldü.

İlk ölçümler için pron pozisyonu öncesi supin pozisyonunda KTA, noninvaziv arteriyel basınç ve periferik oksijen saturasyonu (SpO₂) ve İAB başlangıç değerleri kaydedildi. Preoperatif ölçüm için arter kan gazı örneği alındı. Hastalara 1 mcg/kg fentanyl, 5 mg/kg pentotal, 0,6 mg/kg rokuronyum ile induksiyon yapıp, idamede 1 MAC sevorane ile devam edilerek standart dengeli anestezi uygulandı. Anestezi uygulaması Drager Primus marka anestezi iş ünitesi ile sağlandı. Ventilasyon sırasında solunum sayısı 12 nefes/dk, inspirasyon ekspirasyon zaman oranı (İ/E) 1:2, VT 8 mL/kg olacak şekilde sabit tutuldu. Grup 1 pron pozisyonuna çevrildikten sonra PEEP uygulanmadı, Grup 2 ve Grup 3'e pron pozisyonuna çevrildikten sonra sırasıyla 5 ve 10 cmH₂O PEEP uygulandı.

İkinci ölçümler; induksiyondan sonra supin dönem 10. dk'da yapıldı.

Üçüncü ölçümler; pron çevirmeden hemen önce supin pozisyonunda, diğer ölçümler ise hastaya operasyon amaçlı verilen pron pozisyonundan sonra 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk,

75. dk ve 90. dk ile operasyon bitiminde prondan supin pozisyonuna döndürüldükten 10 dk. sonra kaydedildi. KTA, SpO₂, sistolik arter basıncı (SAB), diastolik arter basıncı (DAB), ortalama arter basıncı (OAB), PIP, Pplato, PetCO₂, VT, İAB ölçüldü.

Her üç gruptaki vakaların Cs'si anestezi makinesinden kaydedildi.

Arter kan gazı örnekleri, solunum mekaniği değerlerinin kaydedildiği dönemlerde eş zamanlı olarak alındı. Alınan kan gazı örnekleri Radiometer ABL70 marka kan gazı cihazı ile değerlendirildi. Ameliyat süresince; noninvaziv arteryel basınç, kalp atım hızı, SpO₂ düzeyi, Siemens monitör ile ölçülerek kaydedildi.

İstatiksel analiz

İstatistiksel analizler, SPSS versiyon 17 yazılımı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı analizler ortalama (\pm standart sapma-ss), ortanca (çeyrekler arası dağılım aralığı), sayı ve yüzde kullanılarak verildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu, analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Normal dağılıma uyan değişkenlerin gruplara göre farklılığı Anova testi ile, normal dağılıma uymayan değişkenlerin gruplara göre farklılığı ise Kruskal Wallis testi ile değerlendirildi. İkişerli karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi kullanılarak yapıldı ve Bonferroni düzeltmesi kullanılarak değerlendirildi. Zamanla, incelenen değişkenlerdeki değişime grupların etkisi tekrarlı ölçümler varyans analizi kullanılarak incelendi. Gruplar arasında anlamlı farklılık bulunan durumlarda, ikişerli post-hoc karşılaştırmalar Tukey testi kullanılarak yapıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi (p) değerinin 0,05'in altında olduğu durumlar, istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar olarak değerlendirildi.

4.BULGULAR

Çalışma için 54 olgu retrospektif olarak incelenmiştir. Çalışma grubumuz 26 kadın (%55,6) ve 28 (%44,4) erkek hastadan oluştu. Yaş ortalaması $51,6 \pm 12,3$ (minimum:27, maksimum:65) saptandı. PEEP uygulamasına göre gruplar arası cinsiyet, yaş, VKİ ve ameliyat süresi değişkenlerinin karşılaştırması Tablo 1’de sunulmuştur. Gruplar arasında istatistiksel olarak bu değişkenlerde anlamlı farklılık bulunmamıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Cinsiyet, yaş, VKİ ve ameliyat süresi değişkenlerinin gruplara göre karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p değeri
Cinsiyet (E/K)	9/9	7/11	12/6	0.43
Yaş ortalaması (yıl± ss)	47,8 (13.0)	55,2 (10,4)	51.9 (13,2)	0.19
Süre (dk±ss)	105.11±15.03	112.19±18.03	108.12±11.03	0.56
VKİ (kg/m ² ±ss)	31,6 ±0,4	30,9±0,34	31,7±0,49	0,87

4.1 Prondan Önceki Supin Pozisyonundaki Ölçümlerin Karşılaştırılması

Hastalarda prondan önceki supin pozisyonundaki ölçümlerin gruplara göre karşılaştırılmasında; sadece PIP ve Pplato değişkenleri açısından anlamlı farklılık olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0.02 ve 0.04) (Tablo 2). Mann Whitney U testi ile gruplar arası ikili karşılaştırmalar yapıldığında hem PIP hem de Pplato değişkenleri için sadece Grup 1 ve Grup 3 arasında anlamlı farklılık olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0.005 ve 0.001). Diğer değişkenlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı.

Tablo 2: Prondan önceki supin pozisyonundaki ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p değeri
SAB (mmHg)	112,8	120,7	123,1	0,19
DAB (mmHg)	67,6	75,8	72,4	0,96
OAB (mmHg)	82,3	92,3	89,2	0,65
KTA (dk)	78,4	82,8	80,5	0,78
PetCO ₂ (mmHg)	33,7	32,2	33,2	0,45
İAB (mmHg)	14,9	17,5	17,1	0,40
PIP (cmH ₂ O)	17,0	20,1	22,3	0,02*
Pplato (cmH ₂ O)	15,5	18,2	19,8	0,04**
Cs (ml/cmH ₂ O)	51,9	48,6	42,8	0,32
PH	7,41	7,42	7,42	0,30
PaCO ₂ (mmHg)	37,7	33,9	33,3	0,69
PaO ₂ (mmHg)	256,7	198,3	212,3	0,50
SpO ₂ (%)	98,9	98,7	98,7	0,10

* Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.005)

** Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.001)

4.2 Pron Pozisyonundaki Ölçümlerin Karşılaştırılması

Hastaların pron pozisyonunda 15., 30., 45., 60., 75. ve 90. dk'larda ölçümleri tekrarlandı. Bu ölçümlerde, her zaman dilimi için gruplar arası farklılık olup olmadığı araştırıldı.

15. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin karşılaştırılması

Hastalarda 15. dk'da pron pozisyonundaki ölçümlerin gruplara göre karşılaştırılmasında; sadece PIP ve Pplato değişkenleri açısından anlamlı farklılık olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0,01 ve 0,009) (Tablo 3). Mann whitney U testi ile gruplar arası ikili karşılaştırmalar yapıldığında her iki değişken için anlamlı farklılığın grup 1 ve grup 3

arasında olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0.008 ve 0.001). Diğer değişkenlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi.

Tablo 3: 15. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p değeri
SAB (mmHg)	105,6	109,1	121,4	0,06
DAB (mmHg)	66,7	72,1	77,5	0,12
OAB (mmHg)	80,3	84,7	93,4	0,11
KTA (dk)	75	72	78,7	0,60
PetCO ₂ (mmHg)	30,8	30,8	30,2	0,68
İAB (mmHg)	18,5	20	22,1	0,06
PIP (cmH ₂ O)	20	23,6	25,9	0,01*
Pplato (cmH ₂ O)	18,5	21,7	24,5	0,009**
Cs (ml/cmH ₂ O)	38,3	36,6	34,2	0,41
pH	7,43	7,43	7,44	0,36
PaCO ₂ (mmHg)	39,9	33,3	32,3	0,47
PaO ₂ (mmHg)	167,3	186,6	192,5	0,35
SpO ₂ (%)	98,8	98,7	98,8	0,51

* Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.008)

** Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.001).

30. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin karşılaştırılması

Hastalarda 30. dk'da pron pozisyonundaki ölçümlerin gruplara göre karşılaştırılmasında; PIP ve Pplato değişkenlerinde anlamlı farklılık olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0,03 ve 0,03) (Tablo 4). Mann whitney U testi ile gruplar arası ikili karşılaştırmalar yapıldığında her iki değişken için anlamlı farklılığın Grup 1 ve Grup 3 arasında olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0.01 ve 0.02). Diğer değişkenlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi.

Tablo 4: 30. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p değeri
SAB (mmHg)	107,7	106,1	109,5	0,6
DAB (mmHg)	67,1	70,2	69	0,8
OAB (mmHg)	81,4	82,5	85,4	0,8
KTA (dk)	69,9	68,2	75,2	0,4
PetCO ₂ (mmHg)	30,1	30,2	29,2	0,4
İAB (mmHg)	19	20,8	21,9	0,1
PIP (cmH ₂ O)	21,2	24	26,2	0,03*
Pplato (cmH ₂ O)	19,6	21,8	25	0,03*
Cs (ml/cmH ₂ O)	35,9	35,5	33,6	0,7
pH	7,43	7,40	7,43	0,6
PaCO ₂ (mmHg)	33,3	32,8	32,7	0,5
PaO ₂ (mmHg)	175,3	183,6	200,8	0,15
SpO ₂ (%)	98,8	98,8	98,8	0,9

* Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.01)

** Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.02)

45. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin karşılaştırılması

Hastalarda 45. dk'da pron pozisyonundaki ölçümlerin gruplara göre karşılaştırılmasında; PIP ve Pplato değişkenleri açısından anlamlı farklılık olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0,001 ve 0,003) (Tablo 5). Mann Whitney U testi ile gruplar arası ikili karşılaştırmalar yapıldığında her iki değişken için anlamlı farklılığın grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0.001 ve 0.003). Diğer değişkenlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmedi.

Tablo 5: 45. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p değeri
SAB (mmHg)	105,7	101,9	104,2	0,65
DAB (mmHg)	64,4	66	66,2	0,81
OAB (mmHg)	79,3	77,3	79,2	0,91
KTA (dk)	65,1	65,9	68,7	0,32
PetCO ₂ (mmHg)	29,6	30,2	28,6	0,25
İAB (mmHg)	19	21,2	21,2	0,13
PIP (cmH ₂ O)	20,9	24,2	27,1	0,001*
Pplato (cmH ₂ O)	19,5	21,9	25,6	0,003**
Cs (ml/ cmH ₂ O)	33,8	35,7	33,2	0,7
pH	7,42	7,42	7,43	0,4
PaCO ₂ (mmHg)	32,7	33	32,9	0,6
PaO ₂ (mmHg)	177,3	192,3	201,5	0,2
SpO ₂ (%)	98,9	98,7	98,9	0,2

* Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.001)

** Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.003)

60. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin karşılaştırılması

Hastalarda 60. dk'da pron pozisyonundaki ölçümlerin gruplara göre karşılaştırılmasında; PIP ve Pplato değişkenleri açısından anlamlı farklılık olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0,003 ve 0,001) (Tablo 6). İkili karşılaştırmalar yapıldığında her iki değişken için anlamlı farklılığın grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0.002 ve 0.001). Diğer değişkenlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmedi.

Tablo 6: 60. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p değeri
SAB (mmHg)	101,5	104,9	104,9	0,39
DAB (mmHg)	63,7	66	66	0,75
OAB (mmHg)	77,7	79	79,0	0,8
KTA (dk)	64,7	65,7	65,7	0,9
PetCO ₂ (mmHg)	29,8	29,7	29,7	0,3
İAB (mmHg)	18,5	21	21	0,09
PIP (cmH ₂ O)	21	23,3	23,3	0,003*
Pplato (cmH ₂ O)	19,3	21,6	21,6	0,001**
Cs (ml/cmH ₂ O)	34,6	36,2	36,2	0,6
pH	7,40	7,41	7,41	0,03
PaCO ₂ (mmHg)	33,6	32,7	32,7	0,2
PaO ₂ (mmHg)	188,8	190,4	190,4	0,6
SpO ₂ (%)	98,8	98,7	98,7	0,9

* Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.002)

** Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.001)

75. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin karşılaştırılması

Hastalarda 75. dk'da pron pozisyonundaki ölçümlerin gruplara göre karşılaştırılmasında; sadece PIP ve Pplato değişkenleri açısından anlamlı farklılık olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0,01 ve 0,003) (Tablo 7). Gruplar arası ikili karşılaştırmalar yapıldığında her iki değişken için anlamlı farklılığın Grup 1 ve Grup 3 arasında olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0.01 ve 0.001). Diğer değişkenlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmedi.

Tablo 7: 75. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p değeri
SAB (mmHg)	106,1	105,3	103,1	0,6
DAB (mmHg)	66,8	66	64,5	0,18
OAB (mmHg)	81,6	82	78,1	0,2
KTA (dk)	65,5	66,4	63,2	0,8
PetCO ₂ (mmHg)	29,5	29,9	28,3	0,12
İAB (mmHg)	19,4	21	21	0,31
PIP (cmH ₂ O)	21	23,1	26,2	0,01*
Pplato(cmH ₂ O)	19,6	21,3	26,7	0,003
Cs (ml/cmH ₂ O)	34,2	35,7	33,5	0,8
pH	7,41	7,40	7,44	0,3
PaCO ₂ (mmHg)	33,7	34,1	31,5	0,08
PaO ₂ (mmHg)	174	198,2	196,8	0,6
SpO ₂ (%)	98,8	98,8	98,7	0,2

* Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.01)

** Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.001)

90. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin karşılaştırılması

Hastalarda 90. dk'da pron pozisyonundaki ölçümlerin gruplara göre karşılaştırılmasında; PIP ve Pplato değişkenleri açısından anlamlı farklılık olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0,01 ve 0,003) (Tablo 8). İkili karşılaştırmalar yapıldığında her iki değişken için anlamlı farklılığın Grup 1 ve Grup 3 arasında olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0.02 ve 0.001). Diğer değişkenlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı.

Tablo 8: 90. dk'da pron pozisyonunda ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p değeri
SAB (mmHg)	104,8	107,1	102	0,6
DAB (mmHg)	66,8	70,1	64,1	0,18
OAB (mmHg)	81,2	82,3	78	0,2
KTA (dk)	66,8	65,7	65	0,8
PetCO ₂ (mmHg)	29,8	29,3	28,1	0,1
İAB (mmHg)	19,6	20,8	21	0,3
PIP (cmH ₂ O)	20,8	22,7	26	0,01*
Pplato (cmH ₂ O)	18,8	21,5	24,7	0,003**
Cs (ml/ cmH ₂ O)	37,7	35,6	33,5	0,8
PH	7,41	7,41	7,42	0,3
PaCO ₂ (mmHg)	33,7	34	31,5	0,08
PaO ₂ (mmHg)	189,5	195,5	196,8	0,6
SpO ₂ (%)	98,9	98,8	98,8	0,2

* Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.02)

** Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.001)

4.3 Prondan Sonraki Supin Pozisyonundaki Ölçümlerin Karşılaştırılması

Hastalarda prondan sonraki supin pozisyonundaki ölçümlerin gruplara göre karşılaştırılmasında; sadece PIP ve Pplato değişkenleri açısından anlamlı farklılık olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0,009 ve 0,04) (Tablo 9). Mann Whitney U testi ile gruplar arası ikili karşılaştırmalar yapıldığında her iki değişken için anlamlı farklılığın Grup 1 ve Grup 3 arasında olduğu belirlendi (p değeri sırasıyla 0.001 ve 0.02).

Tablo 9: Prondan sonraki supin pozisyonundaki ölçümlerin ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması

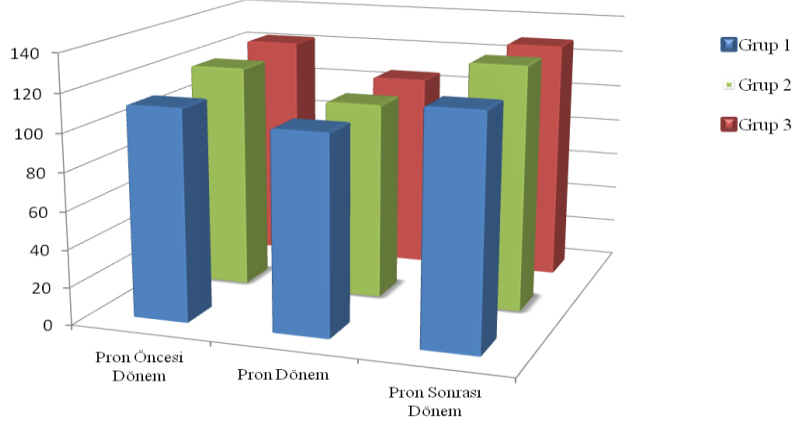
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p değeri
SAB (mmHg)	121,5	130,2	129,6	0,5
DAB (mmHg)	70,6	80,1	78,2	0,15
OAB (mmHg)	85,6	97	96,8	0,13
KTA (dk)	68,4	74,9	71,8	0,39
PetCO ₂ (mmHg)	31,9	31,6	30,8	0,18
İAB (mmHg)	14	15,9	16	0,19
PIP (cmH ₂ O)	16,2	19,3	20,1	0,009*
Pplato (cmH ₂ O)	14,8	16,9	19,5	0,04**
Cs (ml/ cmH ₂ O)	49,2	46,1	40,1	0,3
pH	7,22	7,40	7,40	0,4
PaCO ₂ (mmHg)	36,4	45,6	36,2	0,8
PaO ₂ (mmHg)	211,4	224,7	227,5	0,6
SpO ₂ (%)	98,7	98,8	98,7	0,8

* Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.001)

** Grup 1 ve grup 3 arasında olduğu belirlendi (p =0.02)

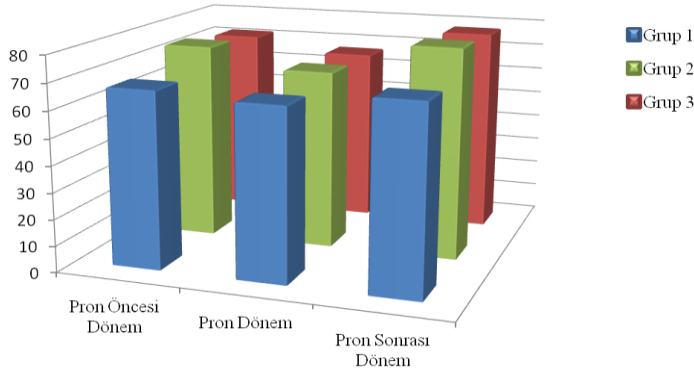
4.4 Hasta-Pozisyon Değişkenine Göre, Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Pron öncesi, pron ve pron sonrası pozisyonlarında hastalardan elde edilen değerlerin ortalamaları tekrarlayan ölçüm varyans analizi ile istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Her üç grup için SAB ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi **Şekil 1**'de gösterilmiştir. Gruplar arasındaki süreç boyunca istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (p=0.12). Fakat tüm grupların pron dönemleri SAB değerleri, tüm grupların supin dönemleri SAB değerlerinden anlamlı olarak düşük izlendi (p=0.018).



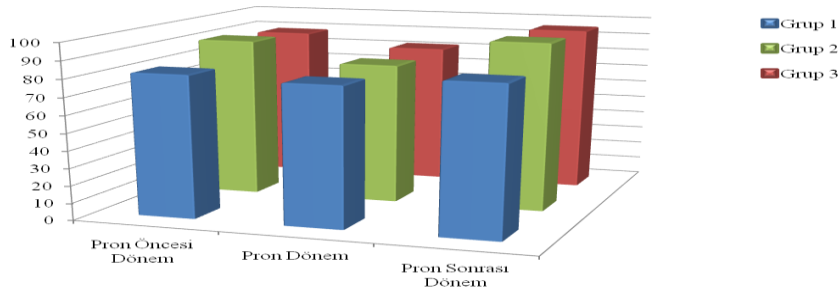
Şekil 1: Gruplar arası SAB (mmHg) ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi

Her üç grup için DAB ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi Şekil 2’de gösterilmiştir. Gruplar arasında süreç boyunca istatistiksel anlamlı fark olduğu belirlendi ($p=0.03$). Gruplar arasında yapılan ikili kıyasa göre Grup 1 ve Grup 2 arasında, Grup 1 ve Grup 3 arasında süreç boyunca anlamlı fark saptandı (p değeri sırasıyla 0.013 ve 0.05). Tüm grupların pron dönemleri DAB değerleri, tüm grupların supin dönemleri DAB değerlerinden anlamlı olarak düşük izlendi ($p=0.013$).



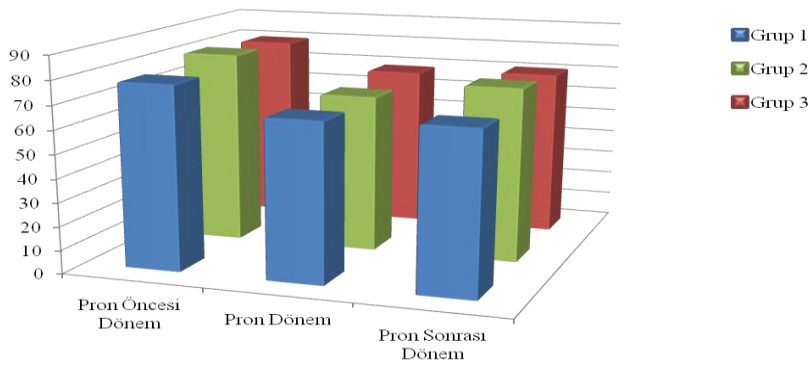
Şekil 2: Gruplar arası DAB (mmHg) ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi

Gruplar arası OAB değerlerinin pozisyona göre değişimi Şekil 3'te gösterilmiştir. Gruplar arası istatistiksel anlamlı farklılık belirlendi ($p=0.011$). Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda sadece Grup 1 ve Grup 2 arasında süreç boyunca anlamlı fark saptandı ($p=0.002$). Fakat tüm grupların pron dönemleri OAB değerleri ; tüm grupların supin dönemleri OAB değerinden anlamlı olarak düşük izlendi ($p=0.002$).



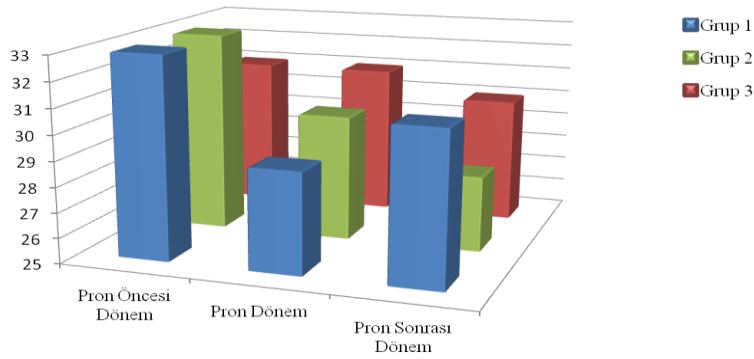
Şekil 3: Gruplar arası OAB (mmHg) ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi

Gruplar arası KTA ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi Şekil 4'te gösterilmiştir. Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda gruplar arasında süreç boyunca anlamlı fark gözlenmedi ($p=0.59$). Fakat tüm grupların pron dönemleri KTA değerleri; tüm grupların supin dönemleri KTA değerlerinden anlamlı olarak düşük izlendi ($p=0.02$).



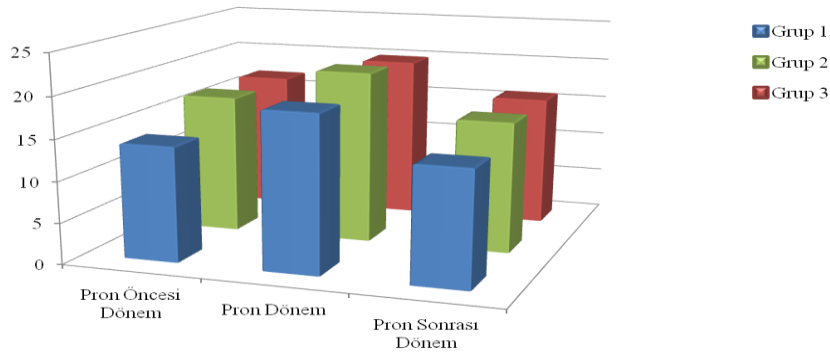
Şekil 4: Gruplar arası KTA (vuru/dk) ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi

Her üç grup için PetCO₂ ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi Şekil 5'te gösterilmiştir. Gruplar arasında yapılan kıyasa göre süreç boyunca anlamlı fark olmadığı belirlendi (p=0.26). Tüm grupların supin dönemleri PetCO₂ değeri ile tüm grupların pron dönemleri PetCO₂ değeri arasında anlamlı fark izlendi (p=0.01).



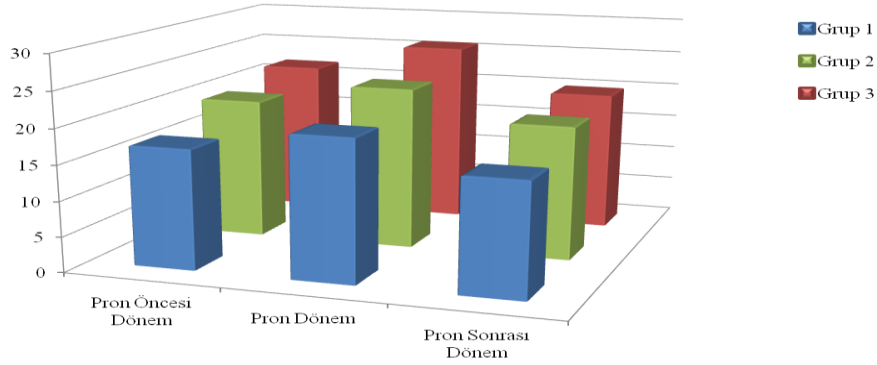
Şekil 5: Gruplar arası PetCO₂ (mmHg) ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi

Gruplar arası İAB ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi Şekil 6'da gösterilmiştir. Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda süreç boyunca anlamlı fark gözlemlenmedi (p=0,38).



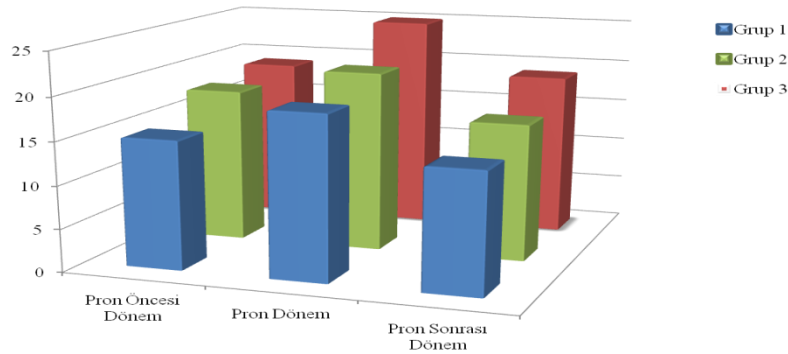
Şekil 6: Gruplar arası İAB (mmHg) ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi

Her üç grup için PIP ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi Şekil 7’de gösterilmiştir. Gruplar arasında yapılan kıyasa göre süreç boyunca anlamlı fark olduğu (İAB değerleri pron dönemde daha yüksek)belirlendi (p=0.002). Gruplar arasındaki yapılan ikili kıyasa göre Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı fark (p=0.0001), Grup 1- Grup 3 arasında da süreç boyunca anlamlı fark olduğu belirlendi.(p=0.05).



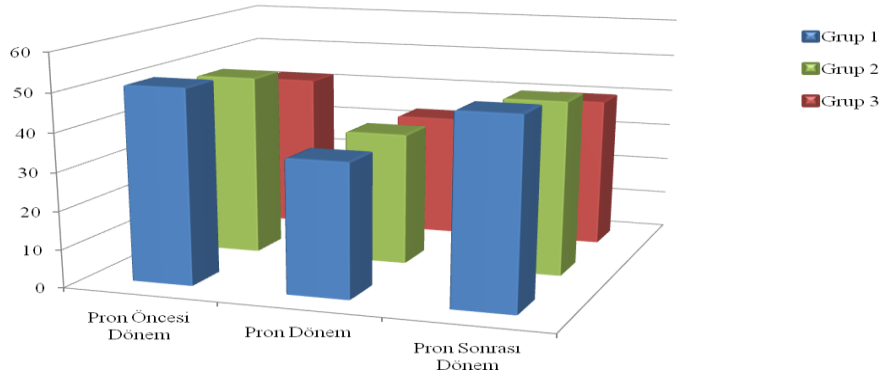
Şekil 7: Gruplar arası PIP (cmH₂O) ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi

Gruplar arası Pplato ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi Şekil 8’de gösterilmiştir. Gruplar arasında süreç boyunca anlamlı fark olduğu belirlendi (p=0.001). Gruplar arasında yapılan ikili kıyasa göre Grup 1ve Grup 2 arasında süreç boyunca anlamlı fark olduğu saptandı (p=0.0001).



Şekil 8: Gruplar arası Pplato (cmH₂O) ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi

Gruplar arası kompiyans ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi Şekil 9’da gösterilmiştir. Gruplar arası kompiyans ortalama değerlerinin pozisyona göre değişiminin karşılaştırılmasında ise; gruplar arasında süreç boyunca anlamlı fark olmadığı belirlendi ($p=0,21$). Tüm grupların supin dönemleri kompiyans değeri ile tüm grupların pron dönemleri kompiyans değeri arasında anlamlı fark izlendi ($p=0.02$).



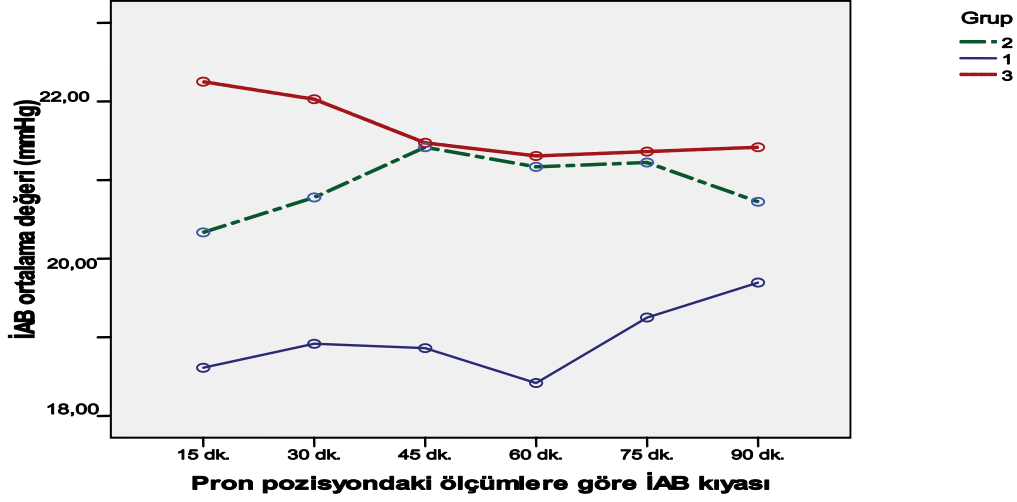
Şekil 9: Gruplar arası kompiyans (ml/cmH₂O) ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi

Aynı şekilde kan gazı pH, pCO₂, pO₂ ve SpO₂ değişkenleri için de gruplar arasında süreç boyunca anlamlı fark gözlemlenmedi (p değeri sırasıyla 0.23, 0.42, 0.81, 0.93).

4.5 Pron Pozisyonunda Ardışık lmlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

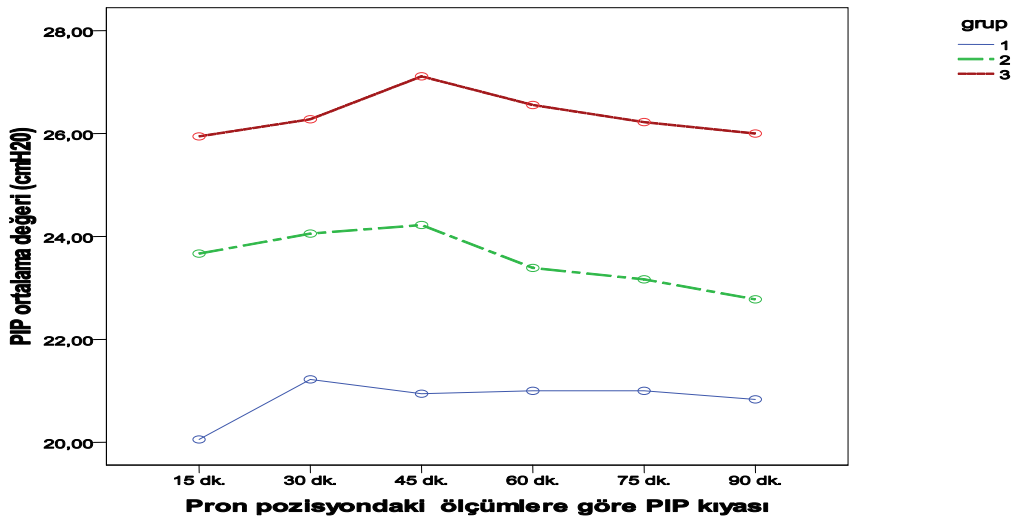
Pron pozisyonunda hastalardan elde edilen 15., 30., 45., 60., 75. ve 90. dk. lm değerleri ortalamaları tekrarlayan ölçüm varyans analizi ile istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Her  grup için pron pozisyonundaki SAB değerleri değişimi incelendi. Gruplar arasında anlamlı fark olmadığı belirlendi ($p=0.80$). Benzer şekilde DAB, OAB, KTA ve PetCO₂ değişkenleri için de gruplar arası farklılık saptanmadı [p değeri sırasıyla ($p=0.72$), ($p=0.81$), ($p=0.68$), ($p=0.27$)].

Her üç grup için pron pozisyondaki İAB ortalama değerlerinin ölçümlere göre değişimi Şekil 10’da gösterilmiştir. Gruplar arasında süreç boyunca anlamlı fark gözlemlendi ($p=0.05$). Grup 1 ve Grup 3 arasında süreç boyunca anlamlı fark olduğu saptandı ($p=0.03$).



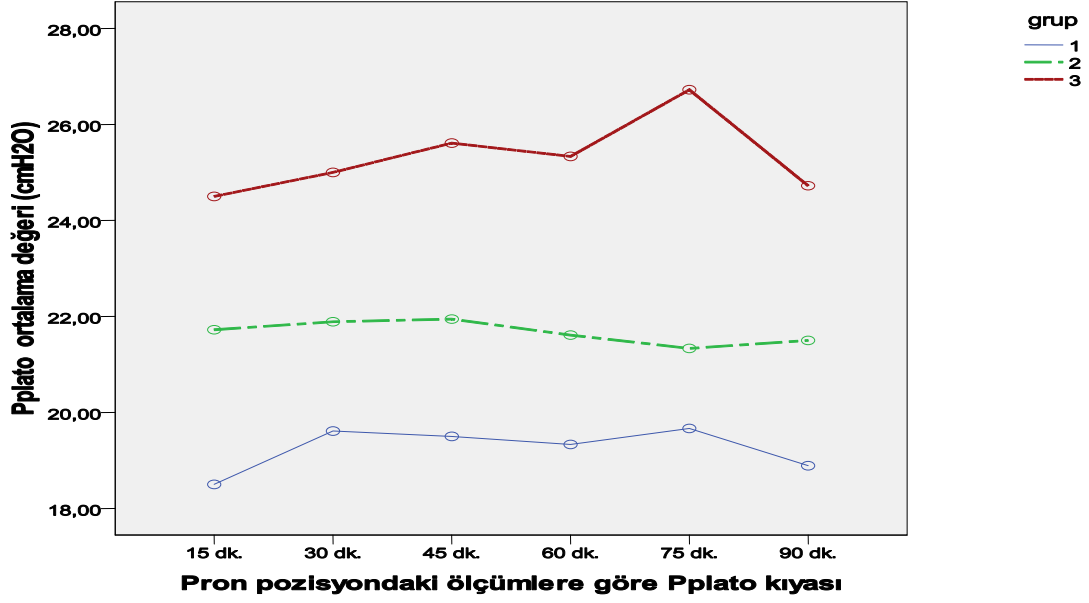
Şekil 10: Gruplar arasında İAB değerlerinin pron pozisyondaki ölçümlere göre değişimi

Her üç grup için pron pozisyondaki PIP ortalama değerlerinin ölçümlere göre değişimi Şekil 11’de gösterilmiştir. Gruplar arasında süreç boyunca anlamlı fark olduğu belirlendi ($p=0.003$). Grup 1 ve Grup 3 arasında süreç boyunca istatistiksel anlamlı fark saptandı ($p=0.002$).



Şekil 11: Gruplar arası PIP değerlerinin pron pozisyondaki ölçümlere göre değişimi

Her üç grup için pron pozisyonundaki Pplato değerlerinin değişimi Şekil 12’de gösterilmiştir. Gruplar arasında süreç boyunca anlamlı fark saptandı ($p=0.001$). Gruplar arasında Grup 1-Grup 3 ve Grup 2-Grup 3 arasında anlamlı fark olduğu belirlendi [p değeri sırasıyla ($p=0.001$) ve ($p=0.043$)].



Şekil 12: Gruplar arasında Pplato değerlerinin pron pozisyonundaki ölçümlere göre değişimi

Çalışmada ölçülen kompliyans, pH, pCO_2 , pO_2 ve SpO_2 ortalama değerlerinin pozisyona göre değişimi de incelendi, bu değişkenler için gruplar arasında süreç boyunca anlamlı fark olmadığı saptandı [p değeri sırasıyla ($p=0.70$), ($p=0.25$), ($p=0.28$), ($p=0.16$) ve ($p=0.87$)].

5. TARTIŞMA

Beyin cerrahi ameliyatlarında hastalar dolaşım ve solunum mekaniklerini etkileyebilecek pozisyonlarda tutulurlar. Pozisyonun ve genel anestezinin arter kan gazı üzerine olan etkileri nöroşirurji hastalarında önemlidir.

Ameliyatlar genel, epidural ya da lokal anestezi ile gerçekleştirilebilir. Genel anestezi, pron pozisyonda hava yolunu en iyi koruma olanağı sağladığı için en çok tercih edilen anestezi yöntemidir. Pron pozisyon, komplikasyonları ve zorlukları daha fazla olan cerrahi pozisyonlar arasındadır. Pron pozisyon sırasında respiratuar kompliyans düşmektedir. Kompliyansı en çok azaltan sebepler, göğüs ekspansiyonunun kısıtlanması, göğüs duvarı elastisitesinde azalma, obezite, kas gevşeticiler ve abdominal basıdır (26). Bu yan etkileri en az düzeye indirmek için batın ve toraksın bu pozisyondan en az düzeyde etkilenmesini sağlamak gerekir. Bu amaçla, batın hareketlerinin serbestleşmesi için toraks ve pelvik bölgenin her iki tarafına destekler konulmalıdır.

Lomber disk cerrahisinde pron pozisyona bağlı olarak İAB artışı ve toraks kompresyonu sonucu oluşan olumsuz pulmoner etkileri önlemek için PEEP kullanılmasına yönelik çalışmalara literatürde rastlanılmamaktadır.

Fridrich ve ark. ile Flaatten ve ark. yaptıkları araştırmalarda pron pozisyonda ventile edilen akut respiratuar yetmezlik sendromlu hastalarda oksijenizasyonun iyileştiğini göstermişlerdir (16,10).

Lim ve ark. akut akciğer hasarlı köpek modelinde yaptıkları çalışmada pron pozisyonunun düşük PEEP'in oksijenizasyon üzerine olan etkisini arttırdığını ve yüksek PEEP seviyesi ile oluşabilecek hemodinamik dengesizliği azalttığını göstermişlerdir (2).

Intraoperatif PEEP uygulaması günümüzde rutin olarak kullanılmamaktadır. Wetterslev ve ark. bir çalışmalarında, obez olguların üst abdominal açık cerrahi operasyonlarında intraoperatif 0 ve 15 mmHg PEEP uygulamışlar, 0 mmHg PEEP uygulanan olgularda postoperatif pnömoninin daha sık oluştuğunu saptamışlardır (56). Almarakbi ve ark. obez olguların laparoskopik üst batın cerrahisinde 10 cmH₂O PEEP uygulamışlar ve 10 dk aralıkla sigh uyguladıkları grupta oksijenasyonun daha da iyi olduğunu bildirmişlerdir (57). Tusman ve ark.'nın 90 olguluk serilerinde; obez hastalarda 0, 5 ve 10 cmH₂O PEEP uygulamışlar, 0 cmH₂O PEEP uygulananlara oranla 5-10 cmH₂O uygulananlarda daha iyi oksijenizasyon saptamışlardır (58). Araştırmacılar 5 ile 10 cmH₂O PEEP uygulamasının

oksijenasyon üzerine etkilerinin benzer olduğunu vurgulamışlardır. Kim ve ark. benzer dizaynla yaptıkları çalışmalarında 5-10 cmH₂O PEEP uygulamasının 0 cmH₂O PEEP'e oranla PaO₂ üzerinde daha fazla artışa yol açtığını ve atelektaziyi önlediğini bildirmişlerdir (59). Pron pozisyonda PEEP uygulamasının etkinliğine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlamadık. İntraoperatif PEEP uygulamalarının daha çok obez hastalarda ve supin pozisyonda araştırılması, pulmoner fonksiyonlar üzerine obezitenin olumsuz etkilerini azaltma amaçlıdır. Pron pozisyon da, obez hastalarda olduğu gibi pulmoner fonksiyonlar üzerine olumsuz etkilere sahiptir.

Pulmoner fonksiyonun en önemli göstergesi arteriyel kan gazı sonuçlarıdır. Asit-baz dengesi açısından pH üzerine pulmoner atılımla uzaklaştırılan CO₂'nin etkisi çok büyüktür. Ancak organizmadaki tampon sistemleri pH üzerine aktif bir şekilde etki etmektedir. Bu tampon sistemleri içerisinde en yüksek oranda etkiye sahip olan da HCO₃ tampon sistemidir. HCO₃ tampon sistemi metabolizma sonucunda oluşan H⁺'i karbonik aside çevirir. Hücre metabolizması sonucu oluşan karbonik asit hızlı bir şekilde H⁺ ve HCO₃'e çevrilir. HCO₃ konsantrasyonu düşer, PaCO₂ sabit kalırsa pH düşer. Tersine HCO₃ konsantrasyonu artar, PaCO₂ sabit kalırsa pH artar (60, 61). Olgularımızın pH değerleri incelendiğinde her üç grupta da değişimin anlamsız olduğu, yani intraoperatif PEEP uygulamasının pH üzerine etkisinin olmadığı görülmektedir. Bu sonuç asit-baz tampon sistemlerinin devreye girdiği göz önüne alındığında savunulabilir bir sonuçtur.

PaO₂ pulmoner fonksiyonun bir diğer önemli göstergesidir. Pelosi ve ark. 17 hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında, pron pozisyonun genel anestezi süresince respiratuar mekaniklere, FRK ve oksijenizasyona etkisini değerlendirmişler, supin pozisyona göre pron pozisyonunda FRK ve PaO₂ değerinde anlamlı artış saptamışlardır (26). Pelosi ve ark. daha sonra yaptıkları başka bir çalışmada (5), 10 obez hastada genel anestezi altında pron pozisyonun pulmoner fonksiyonlara etkisini incelemişler; pron pozisyondaki PaO₂ değerinin, supin pozisyona göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar, PaO₂ değeri üzerine olan bu olumlu etkinin, akciğerlerdeki V/Q oranının düzelmesiyle gerçekleştiğini savunmaktadırlar. Pelosi ve ark.'nın daha sonra yaptıkları bir başka çalışmada PEEP uygulamasının morbid obez hastalarda PaO₂ değerleri üzerine olumlu etkisinin daha yüksek olduğu vurgulanmıştır. Buna yol açan fizyolojik mekanizmayı da, artmış İAB'nin oluşturduğu ekspiryum sonu akciğer volüm azalmasını PEEP' in engelleyerek oksijenasyonu arttırdığı şeklinde açıklamaktadırlar (62). Obez olgularda olduğu gibi, normal olgularda da pron pozisyonda İAB değerleri supin pozisyona oranla daha yüksektir. Bu pozisyonda uygulanacak

PEEP, bu fizyolojik etkiyle pulmoner fonksiyonları olumlu yönde etkileyici olacaktır. Çalışma sonuçlarımızda PEEP uygulanan ve uygulanmayan olguların tüm ölçüm zamanlarındaki PaO₂ değerleri arasında anlamlı fark tesbit edemedik. Literatürden farklı olması, hasta sayımızın azlığı ile ilişkili olabilir. Olgularda PEEP uygulanmış ve uygulanmamış olması olguların kan oksijen düzeyini tehlikeli bir şekilde azaltmamakta ve gruplar arasında anlamlı fark oluşturmamaktadır. Ancak PEEP uygulanması stres altında ya da olası komplikasyon durumlarında daha iyi bir oksijen rezervi, korunmuş bir pulmoner fonksiyon sağlayabilir, mortalite ve morbidite üzerine olumlu etki gösterebilir. Bu durum özellikle pulmoner fonksiyonu sınırlı olan olgular ile obez olgularda göz önüne alınması gereken bir faktördür.

1995 yılında Pelosi ve ark.'nın cerrahi pozisyonlar ve PaCO₂ üzerine olan çalışmasında supine oranla pron pozisyonda PaCO₂ değişimini anlamsız bulmuşlardır (26). Aynı dönemde Magi ve ark. ise tersini savunmuş, pron pozisyonda PaCO₂ değerinin supine oranla azaldığını göstermişlerdir (63). Manikandan ve ark.'nın 2002 yılında yaptıkları cerrahi pozisyonun pulmoner gaz değişimi üzerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında Magi ve ark.'nın bulgusuna benzer bir sonuca ulaşmışlar, pron pozisyonda PaCO₂ değerinin anlamlı olarak düştüğünü, lateral pozisyonda değişmediğini, supin pozisyonunda ise arttığını göstermişlerdir (1).

Çalışmamızda PEEP uygulanan ve uygulanmayan gruplardaki olgularda, PaCO₂ değerlerinin olguların tüm ölçüm zamanlarındaki PaCO₂ değerlerini arasında anlamlı fark saptamadık. Bu bulgumuzun literatür ile uyuşmamasını hasta sayımızın azlığı ile ilişkilendirdik.

Hemodinami üzerine pron pozisyonun ve PEEP uygulamasının doğrudan etkisi vardır. Pron pozisyonda İAB'nin aşırı yükselmesine yol açacak hatalı pozisyon verilmesi durumunda kan alt ekstremitelerde gölleneceği için kardiyak output azalacaktır. PEEP uygulaması da İTB'yi arttırarak kalbe olan venöz dönüşü azaltarak yine kardiyak outputu azaltacaktır. PEEP uygulamasının bu yöndeki olumsuz etkisi özellikle yoğun bakım hastalarında ve yüksek değerlerde uygulanma durumunda gözlenmektedir. Fizyolojik kabul edilebilecek 5-7 cmH₂O PEEP değerleri yoğun bakım hastalarında ve peroperatif olgularda hemodinamiyi minimal düzeyde etkilemektedir. Pron pozisyonun hemodinami üzerine etkisini araştıran makalelerin ağırlıklı olarak yoğun bakım hastaları üzerinde yapıldığı görülmektedir (63, 64). Pron pozisyonun hemodinami üzerine etkisini araştıran bu makaleler arasında ağırlıklı olarak hemodinaminin olumsuz etkilendiği görüşü hakimdir. Pron pozisyonda yapılan lomber disk

hernisi operasyonlarında 10 cmH₂O PEEP uygulamasının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; PEEP uygulanan ve uygulanmayan olguların hepsinde anlamlı SAB düşüşü gösterilmiştir (65). Bizim araştırmamızda da PEEP uygulanan ve uygulanmayan tüm grup olgularında DAB ve OAB'de supine göre pron dönemleri arasında anlamlı bir düşüş gözlemlendiği saptanmıştır. Bu düşüş normal klinik sınırlarda olmakla birlikte, PEEP uygulanan olgularda daha belirgin olarak gerçekleşmiştir. Bu da pron pozisyonun ve PEEP uygulamasının birlikte hemodinami üzerine daha güçlü bir olumsuz etki gösterdiğinin bulgusu olabilir. Ancak bulgularımıza göre, bu düşüşün normal fizyolojik sınırlar arasında kalmış olması nedeniyle; fizyolojik düzeyde PEEP uygulamasının hemodinami üzerinde çok da olumsuz etkisinin olmadığını düşünmekteyiz.

Pron pozisyonda perkutan nefrolitotomi uygulanan, ASA I-II sınıftan 20 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, hastaların KTA hızlarında bazal değerlere göre anlamlı bir düşüş olduğu bildirilmiş ve bunun peroperatif anestezi derinliğine bağlı geliştiği iddia edilmiştir (66). Benzer protokolle ve PEEP uygulanan 40 olgu üzerinde yapılan bir başka çalışmada da KTA hızlarında azalma olduğu; ancak bu azalmanın PEEP uygulananlarda daha az anlamlı olduğu bildirilmiştir (67). Araştırmamızın sonuçlarına göre PEEP uygulanan ve uygulanmayan tüm olgularda pron pozisyonunda supin pozisyona göre KTA hızında bir azalma olduğu saptanmıştır. Bu azalma normal klinik sınırlar içerisindedir. Fakat her 3 grubun kendi aralarında anlamlı fark belirlenmedi. Yani PEEP uygulamasının kalp atım hızı üzerine olumlu ya da olumsuz herhangi bir etkisini saptayamadık. Bu bulgumuzu biz de anestezi derinliğinin etkisine bağlamaktayız.

Pron pozisyonunda elektif lomber dekompresyon ameliyatı olan ASA I-II, 20 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, oksijenizasyonun düzeldiği, PaCO₂ değerlerinin değişmediği, PetCO₂ değerlerinin ise azaldığı bildirilmektedir. Araştırmacılar bunu; pron pozisyonda göğüs duvarının esnekliğinin artması, VT'nin buna bağlı olarak artışı ve CO₂ atılımının artmasına bağlamaktadırlar (65). Çalışma sonuçlarımıza göre, PEEP uygulanan ve uygulanmayan tüm olgularımızda pron döneminde supin dönemine oranla PetCO₂ değerlerinde anlamlı azalma olduğunu saptadık. Bu bulgumuz, arteryel kan gazlarından PaCO₂ değerlerindeki anlamlı azalma ile paralellik göstermemektedir. Bu azalmanın her iki grupta da benzer oranlarda gerçekleşmemesi nedeniyle; PEEP uygulamasının PetCO₂ üzerine olumlu ya da olumsuz bir etkisinin olmadığı kanısındayız. Ancak, toraks ve pelvik bölgenin iyi desteklenip, batın içi basıncın artışına izin verilmemesi durumunda; pron pozisyonda solunumun rahat

yapılabilmesi ve VT artışına bağlı olarak PetCO₂ seviyesinde azalmaya yol açtığını düşünmekteyiz.

Pron pozisyonun oksijenasyon üzerine etkisi daha çok yoğun bakım hastalarında ve arteriyel kan gazı testleri ile yapılmaktadır (67-70). Çalışmamız sonuçlarına göre PaO₂ değerleri üzerine pron pozisyonu ile supin pozisyonu arasında pozisyonun etkisi belirgindir. PEEP uygulanmayan , PEEP 5 ve PEEP 10 uygulanan olgularda PaO₂ değerleri üzerine etkiyi benzer bulduk. Pron pozisyonun solunum üzerine olumlu etkisine bağlı olarak PaO₂ değerlerinde de artışa neden olduğunu düşünmekteyiz. PEEP uygulamasının PaO₂ üzerine olumlu etkisinin tespit edememizin nedeni olgu sayımızın azlığı ile ilişkili olduğunu düşünmekteyiz.

Brezo ve ark. ASA I-II grubunda abdominal operasyon olacak 26 hastada yaptıkları çalışmada, PEEP uygulanmayan grupta alveollerin kollapsına bağlı olarak kompliyansın azaldığını tespit etmişlerdir (71).

Pelosi ve ark. çalışmalarında normal kilodaki ve obez hastalarda pron pozisyonunun Cs' yi arttırdığı ama göğüs duvarı kompliyansını düşürdüğünü sonuç olarak da respiratuar sistem kompliyansının etkilenmediğini göstermişlerdir (5).

Qui ve ark. 3 farklı PEEP seviyesinde (5, 10, 15 cmH₂O) recruite olan akciğer volümlerini araştırdıkları çalışmada VT sabit olması koşuluyla değişik PEEP düzeylerinde Cs değerleri arasında belirgin fark gözlememişlerdir (72).

Lynch ve ark. çalışmalarında pron pozisyonuna dönme ile birlikte kompliyans % 30-35 düşüş ve hava yolu basıncında yükselme tespit etmişlerdir (24).

Bizim çalışmamızda PEEP 0, PEEP 5 ve PEEP 10 grupları arasında pron öncesi supin, pron ve pron sonrası supin dönem kompliyans değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi (p=0.21).

Pron dönemi PEEP 0, PEEP 5 ve PEEP 10 grupları arasında kompliyans değerleri açısından anlamlı fark izlenmedi (p=0.7). Fark tespit edilememesini gruptaki olgu sayısının azlığına bağlı olabileceği düşünmekteyiz. Sonuç olarak tüm olgularda pron döneminde supin dönemlerine göre anlamlı olarak kompliyans düşük belirlendi (p=0.02).

Hedenstierna'nın aksine pron pozisyonda opere olacak genel anestezi altındaki hastalarda PEEP uygulanmasını kompliyans üzerine olumlu etkilerinden dolayı önerilebileceği kanaatindeyiz (73).

Kraut ve ark. laparoskopik kolesistektomi olan hastalarda yaptıkları çalışmada bir gruba 10 cmH₂O PEEP uygulamış, diğer gruba ise PEEP uygulamamıştır. Her iki grupta da PIP değerlerinde eşit artış tespit etmişlerdir (74).

Ulukaya ve ark. yaptıkları çalışmada laparoskopik kolesistektomi olan hastalarda bir gruba 5 cmH₂O PEEP uygulamış diğer gruba ise PEEP uygulamamıştır. Sonuçta her iki grupta da PIP değerlerinin preinsüflasyona göre anlamlı derecede yükseldiği ama iki grubu karşılaştırdığında istatistiksel fark olmadığını tespit etmişlerdir (75).

Çalışmamızda pron öncesi supin, pron ve pron sonrası supin dönemlerde PIP değeri için her üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlendi (p=0.002). PIP değerleri açısından, PEEP 0 ve PEEP 5 arasında anlamlı fark (p=0.0001), PEEP 0 ve PEEP 10 arasında da anlamlı fark olduğu belirlendi (p=0.05).

Çalışmamızda PEEP 10 grubunun pron dönemdeki PIP değerleri PEEP 0 ve PEEP 5 grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede yüksek bulundu (p=0.003). PEEP 0 ve PEEP 10 arasında süreç boyunca istatistiksel anlamlı fark saptandı (p=0.002). Bu beklediğimiz bir bulgu idi, çünkü basınçlar başlangıç değerinden itibaren okundu. Normalde manometre üzerindeki başlangıç değeri sıfırdır ve bu ekspirasyon boyunca ve inspirasyondan önce havayollarında ek bir basınç olmadığını gösterir. PEEP uygulanması ile ekspiryum sırasında basıncın sıfıra düşmesi engellenir. Her inspirasyonda inspiratuar basınç sıfır değil ayarlanan PEEP değerinden ölçülmeye başlanır.

Çalışmamızda pron öncesi supin, pron ve pron sonrası supin dönemlerde Pplato değeri için her üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlendi (p=0.001). PEEP 0 ve PEEP 5 arasında anlamlı fark tespit edildi (p=0.0001).

Çalışmamızda PEEP 10 grubunun pron dönemdeki Pplato değerleri PEEP 0 ve PEEP 5 grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede yüksek bulundu (p=0.001). PEEP 5 ve PEEP 10 arasında süreç boyunca istatistiksel anlamlı fark saptandı (p=0.043). Bu beklediğimiz bir bulgu idi, çünkü basınçlar başlangıç değerinden itibaren okundu. PEEP uygulanması ile ekspiryum sırasında basıncın sıfıra düşmesi engellenir. Her inspirasyonda inspiratuar basınç sıfır değil ayarlanan PEEP değerinden ölçülmeye başlanmaktadır.

Pelosi ve ark.'nın daha sonra yaptıkları bir başka çalışmalarında PEEP uygulamasının morbid obez hastalarda PaO₂ değerleri üzerine olumlu etkisinin daha yüksek olduğu vurgulanmıştır. Buna yol açan fizyolojik mekanizmayı da, artmış İAB'nin oluşturduğu ekspiryum sonu akciğer volüm azalmasını PEEP'in engelleyerek oksijenasyonu arttırdığı şeklinde açıklamışlardır (62).

Heirng ve ark. yaptıkları bir çalışmada ARDS'li hastalarda pron pozisyon uygulamasının İAB'de çok az bir artışa neden olduğunu tespit etmişler ve İAB'nin renal ve kardiyak fonksiyonlar üzerine zararlı bir etkisini izlememişlerdir (76).

Park yaptığı spinal ameliyatlarda pron pozisyonun İAB ve kanama kaybı çalışmasında pron pozisyonunda İAB artışı saptamış ve kan kaybı ile ilişkilendirmiştir (77).

Literatürde mekanik ventilasyonda PEEP' in İAB üzerine etkisi ilişkili çalışmalarda ilk olarak Sussman ve ark. PEEP'in İAB üzerine etkisi incelemişler (78), PEEP uygulanmasının İAB üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını göstermişlerdir. Ferrer ve ark. ise PEEP uygulaması ile İAB artışı tespit ettiler (79). Verzilli ve ark. ARDS' li az sayıdaki yoğun bakım hastasındaki çalışmalarında 15 cmH₂O'dan yüksek PEEP uygulamasında İAB yükseldiğini tespit etmişlerdir (80). Morejon ve ark. Yaptıkları İAH olmayan yoğun bakım hastalarında PEEP uygulanmasının İAH gelişimi için bağımsız bir faktör olabileceğini ileri sürmüşlerdir (81).

Bizim çalışmamızda literatüre benzer şekilde gruplardaki tüm olgularda pron dönemi İAB değeri ile supin dönemleri İAB değeri arasında anlamlı artış tespit ettik (p=0.009). Bununla birlikte PEEP 0, PEEP 5 ve PEEP 10 grupları arasında birinci supin, pron ve ikinci supin dönem İAB değerleri arasında fark izlenmedi (p=0.38). Gruplar arasında fark tespit edilememesi uygulanan PEEP seviyesinin fizyolojik sınırlarda olmasına bağlı olabilir.

Çalışmamızda PEEP 0, PEEP 5 ve PEEP 10 uygulanan olgularda pron pozisyon süreci içinde PEEP uygulaması ile gruplar arası İAB değerinde anlamlı artış belirledik (p=0.05). PEEP 10 uygulanan olgularda PEEP uygulanmayanlara göre pron döneminde İAB daha yüksek tespit ettik (p=0.03). Bulgularımızın literatür ile uyumlu olduğunu düşünmekteyiz.

6. SONUÇLAR

Pron pozisyonda uygulanan spinal cerrahide 5 cmH₂O PEEP ve 10 cmH₂O PEEP uygulamasının supin pozisyona göre arter kan gazı testlerinde anlamlı fark oluşturmadığı; fakat CO₂ atılımını hızlandırdığını saptadık. PEEP'in hemodinamik sistem üzerine etkisinin minimal düzeyde olduğunu; SAB, DAB, OAB ve KTA hızında azalmaya yol açtığını, bu azalmanın da normal klinik sınırlar içerisinde kaldığını saptadık.

Ameliyatta pron pozisyonunda supin pozisyonuna göre 5 cmH₂O PEEP ve 10 cmH₂O PEEP uygulamasının PIP ve Pplato'yu anlamlı artırdığını, kompliyansı anlamlı azalttığını belirledik.

Obez hastalarda pron pozisyonunda İAB değeri ile supin pozisyonu İAB değeri arasında anlamlı artış tespit ettik. PEEP uygulanmayan ve 5 cmH₂O PEEP ile 10 cmH₂O PEEP uygulanan olgularda İAB açısından gruplar arası anlamlı fark belirlemedik.

Olgularda pron pozisyon süreci içinde PEEP uygulaması ile İAB'nin arttığını, 10 cmH₂O PEEP uygulamasının daha yüksek İAB oluşturduğunu belirledik.

Bu çalışmanın ışığı altında pron pozisyonda opere olacak yüksek VKİ'ye sahip, akciğer hastalığı olmayan kişilerde PEEP kullanımının İAB'yi artırıp, kan basıncını düşürdüğünden dolayı PEEP uygulamasında dikkatli olunmasını önermekteyiz. İleriki çalışmaların daha fazla sayıda hasta ile yapılmasının yararlı olacağı kanaatindeyiz.

7.KAYNAKLAR

1. Manikandan S, Umamaheswara Rao GS. Effect of surgical position on pulmonary gas exchange in neurosurgical patients. **Indian J. Anaesth.** 2002;46(5) :356-359
2. Johanningman J. Prone positioning and inhaled nitric oxide: synergistic therapies for acute respiratory distress syndrome. **J Trauma** ,2001;5:589-596
3. Mure M, Domino KB, Robertson HT, Hlastala MP, Glenny RW. Pulmonary blood flow does not redistribute in dogs with reposition from supine to left lateral position. **Anesthesiology** **1998**;89:483-92
4. Damia G, Mascheroni D, Croci M, Tarenzi L. Perioperative changes in functional residual capacity in morbidly obese patients. **Br J Anaesth** **1988**;60:574-8
5. Pelosi P, Croci M, Calappi E, Mulazzi D, Cerisara M, Vercesi P, Vicardi P, Gattinoni L. Prone position improves pulmonary function in obese patients during general anesthesia. **Anesth Analg** **1996**;83:578-83
6. Stranberg A, Tokics L, Brismar B, et al. Constitutional factors promoting development of atelectasis during anesthesia. **Acta Anaesthesiol Scand** **1987**;31:21-4
7. Jones AT, Hansell DM, Evans WE. Pulmonary perfusion in supine and prone positions: an electron-beam computed tomography study. **J Applied Physiol** , 2001;90:1342-1348
8. Karamanoğlu B. Genel anesteziye pozisyonun solunuma etkileri. **TARK 2000 Özet Kitabı.** Sayfa 55
9. 13. Nishikawa T. Letters to the editor: prone position and oxygenation. **Anesth Analg** **1996**;82:885-96
10. Kayhan Z. **Klinik Anestezi**; Logos Yayıncılık, İstanbul, 1997, 2. baskı;246-269
11. Zileli M. Lumbar disk hernisinde cerrahi teknik Bölüm 51. Zileli M, Özer AF (ed) **Omurilik ve Omurga Cerrahisi Cilt 1. 2. basım İzmir 2002 Meta Basım**
12. Richards G, White H, Hopley M. Rapid reduction of oxygenation index by employment of a recruitment technique in patients with severe ARDS. **J Intensive Care Med** 2001;16:193-199
13. Morgan Jr GE, Mikhail MS. **Klinik Anesteziyoloji; Nobel Tıp Kitapevleri** **2002**;79-83
14. Walther SM, Domino K, Glenny RW, Hlastala MP. Pulmonary blood flow distribution in sheep: effects of anesthesia, mechanical ventilation, and change in posture. **Anesthesiology**,1997;87:335-42
15. Glenny RW, Lamm WJE, Albert RK, Robertson HT. Gravity is a minor determinant of pulmonary blood flow distribution. **J Appl Physiol**, 1991; 71: 620-629.

16. Mure M, Lindahl SGE. Prone position improves gas exchange-but how? **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, 2001; 45: 150-159.
17. Pilbeam SP. **Mekanik Ventilasyon Fizyolojik ve Klinik Uygulamalar**, Logos Yayıncılık, İstanbul, 3rd edition çevirisi, 1998;27-41;140-172
18. Murray JF, Wilkins RL, Jacobsen WK, Sheldon RL. Titration of PEEP by the atrial minus end-tidal carbondioxide gradient. **Chest**, 1984; 85-100.
19. Bhavani-Shankar K, Steinbrook RA, Brooks DC, Data S. Arterial to end-tidal carbon dioxide pressure difference during laparoscopic surgery in pregnancy. **Anesth**, 2000; 93:370-373.
20. Şahinoğlu H. **Yoğun Bakım Sorunları ve Tedavi; 2. baskı, Ankara, Türkiye Klinikleri**, 2003, 14. bölüm
21. Venkatesh B, Hendry SP. Continuous intraarterial blood gas monitoring. **Intensive care Med**. 1996;22:818
22. Manna EM, Ibrheim OA, Samarkanddi AH. The effect of prone position on respiratory mechanics during spinal surgery. **Middle East J Anesthesiol**, 2005; 18: 623-630.
23. Joseph T, Nitti MD, Gary J. Anestezi Komplikasyonları In: **Klinik Anesteziyoloji. Tulunay M, Çuhruk H. "3. Baskı" 2004**; 898-900.
24. Lynch S, Brand L, Levy A. Changes in Lung-Thorax Compliance During Orthopedic Surgery. **Anesthesiology**, 1959; 20: 278-282.
25. Safar P, Agosto-Escaraga L. Compliance apacic anesthetized adults. **Anesthesiology**, 1959; 20: 283-289.
26. Pelosi P, Croci M, Calappi E, Mulazzi D, Cerisara M, Vicardi P, et al. The prone position during general anesthesia minimally affects respiratory mechanics while improving functional residual capacity and increasing oxygen tension. **Anesth Analg** 1995; 80: 955-960
27. Krayner S, Rehder K, Vettermann J, Didier EP, Ritman EL. Position and motion of the human diaphragm during anesthesia paralysis. **Anesthesiology**, 1989; 70: 891-898.
28. Brismar B, Hedenstierna G, Lundquist H, Strantberg A, Svensson L, Tokics L. Pulmonary densities during anesthesia with muscular relaxation: a proposal of atelectasis. **Anesthesiology**, 1985; 62: 422-428.
29. Soro M, Garcia-Perez ML, Belda FJ, Ferrandis R, Aguilar G, Tusman G, et al. Effects of prone position on alveolar dead space and gas exchange during general anaesthesia in surgery of long duration. **Eur J Anaesthesiol**, 2007; 24: 431-437.

30. Besler MP, Orhan ZN, Bilginer N, Meydan B, Çelik M. The effects of prone positioning on PaCO₂, PETCO₂, Paw values and Pa-ETCO₂ gradient during general anaesthesia **Eur J Anaesth**, 2000; 17: 41.
31. Pi-Sunyer FX. The Practical guide identification, evaluation and treatment of overweight and obesity in adults. **NHLBI Obesity Education Initiative Expert Panel**. NIH Publication Nu.02-4084, Washington DC, 2002; s:1-77.
32. **Harrison İç Hastalıkları Prensipleri 15. Edisyon Türkçe Baskı** 225: 629-632.
33. Friedenbergm RM. Obesity. **Radiology** 2002; 1983; 128:501-506.
34. Ray SC, Sue DY, Bray G, Hansen JE, Wasserman K. **Effects of Obesity on Respiratory Function. Am Rev Respir Dis.** 2004: 479-486.
35. WHO. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. **Report of a WHO consultation on obesity**. Geneva, 3-5 June 1997. (Geneva: World Health Organisation, 1998 WHO / NUT / NCD / 98:1.
36. Biring, Manmohan S. MD; Lewis, Michael I. MD; Liu, John T. MD; Mohsenifar, ZAB MD. Pulmonary Physiologic Changes of Morbid Obesity. **Am J Med Sci.** 1999 Nov;318(5):293-7.
37. Koenig SM, MD. Pulmonary Complications of Obesity. **Am J Med Sci** 2001; 321(4):249-279.
38. Beuther DA, Sutherland ER. Obesity and Pulmonary Function Testing. **J Allergy Clin Immunol** 2005; 115:1100-1.
39. Sahebajami H, MD, FCCP. Dyspnea in Obese Healthy Men. **Chest** 1998; 114:1373- 1377.
40. El-Gamal H, Khayat A, Shikora S, Unterborn JN. Relationship of Dyspnea to Respiratory Drive and Pulmonary Function Tests in Obese Patients Before and After Weight Loss. **Chest** 2005; 128:3870-3874.
41. Sahebajami H, MD, FCCP; and Gartside PS, PhD. Pulmonary Function in Obese Subjects With a Normal FEV1/FVC Ratio. **Chest** 1996; 110:1425-29
42. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Tredici S, Pedotti A, Lissoni A, Gattinoni L. The Effects of Body Mass on Lung Volumes, Respiratory Mechanics, and Gas Exchange During General Anesthesia. **Anesth Analg** 1998; 87:654-60.
43. Rössner S. Obesity: The Disease of the twenty-first century. **Int J Obes Relat Metab Disord.** 2002; 26(suppl 4):2-4.
44. Canoy D, Luben R, Welch A, Bingman S, Wreham N, Day N, Khaw T. Abdominal Obesity and Respiratory Function in Men and Women in the EPIC-Norfolk Study, United Kingdom. **Am J Epidemiol** 2004; 159:1140-1149.

45. **Fishman's Pulmonary Disease and Disorders. Third Edition** 1998. Volume 2: 1555-1558.
46. Maiola C, Mohamed EI, Carbonelli MG. Body Composition and Respiratory Function. **Acta Diabetol** 2003; 40:S32-S38.
47. Lotti P, Gigliotti F, Tesi F, Stendardi L, Grazzini M, Duranti R, Scano G. Respiratory Muscles and Dyspnea in Obese Nonsmoking Subjects. **Lung** 2005; 183:311-323.
48. Malbrain ML, Cheatham ML, Kirkpatrick A, Sugrue M, Parr M, De Waele J, et al. Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. I. Definitions. **Intensive Care Med** 2006;32:1722-32.
49. Cheatham ML, Malbrain ML, Kirkpatrick A, Sugrue M, Parr M, De Waele J, et al. Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. II. Recommendations. **Intensive Care Med** 2007;33:951-62.
50. Malbrain ML. Different techniques to measure intra-abdominal pressure (IAP): time for a critical re-appraisal. **Intensive Care Med** 2004;30:357-71.
51. Sugrue M, Bauman A, Jones F, Bishop G, Flabouris A, Parr M, et al. Clinical examination is an inaccurate predictor of intraabdominal pressure. **World J Surg** 2002;26:1428-31.
52. Kirkpatrick AW, Brenneman FD, McLean RF, Rapanos T, Boulanger BR. Is clinical examination an accurate indicator of raised intra-abdominal pressure in critically injured patients? **Can J Surg** 2000;43:207-11
53. Kron IL, Harman PK, Nolan SP. The measurement of intra-abdominal pressure as a criterion for abdominal re-exploration. **Ann Surg** 1984;199:28-30.
54. Cheatham ML. Abdominal compartment syndrome: pathophysiology and definitions. **Scand J Trauma Resusc Emerg Med** 2009;17:10.
55. Zhou JC, Xu QP, Pan KH, Mao C, Jin CW. Effect of increased intra-abdominal pressure and decompressive laparotomy on aerated lung volume distribution. **J Zhejiang Univ Sci B** 2010;11:378-85.
56. Wetterslev J, Hansen EG, Roikjaery O, Kanstrup IL, Heslet L. Optimizing peroperative compliance with PEEP during upper abdominal surgery: effects on perioperative oxygenation and complications in patients without preoperative cardiopulmonary dysfunction. **European Journal of Anaesthesiology**, 2001; 18: 358-365
57. Almarakbi WA, Fawzi HM, Alhashemi JA. Effects of four intraoperative ventilatory strategies on respiratory compliance and gas exchange during laparoscopic gastric banding in

- obese patients respiratory compliance and gas exchange in obese patients. **Br J Anaesth**, 2009; 102: 862-868
58. Tusman G, Bohm SH, Vazquez de Anda GF, Campo JL, Lachmann B. Alveolar recruitment strategy improves arterial oxygenation during general anaesthesia. **British Journal of Anaesthesia**, 1999; 82: 8-13
59. Kim KS, Park SS, Lim DG. The effects of preventive PEEP on perioperative pulmonary functions in patients receiving gastrectomy with a kent retractor. **Korean J Anesth**, 2003; 45(3): 359-364
60. Shapiro BA, Peruzzi WT, Kozelowski-Templin R. **Clinical Application of Blood Gases. "5 nd Ed."**St. Louis, Mosby, 1994; 79-83
61. Thompson CS. Acid Base disorders and electrolyte imbalance. **Compherensive respiratory care**. Pennsylvania, WB saunders Company, 1995; 70-97
62. Pelosi P, Ravagnan I, Giurati G, Panigada M, Bottino N, Tredici S, et al. Positive end-expiratory pressure improves respiratory function in obese but not in normal subjects during anesthesia and paralysis. **Anesthesiology**, 1999; 91: 1221-1231
63. Magi E, Multari G, Recine C. Difference between arterial and end tidal carbondioxide tension during surgery of lomber herniated disk in general anesthesthesia. **Minerva Anesthesiol**, 1994; 60: 381-386
64. Latimer CG, Kickman M, Day WC. Ventilatory pattern and postoperative complications after abdominal surgery determined by preoperative and postoperative computerized spirometry and blood gas analysis. **Am J Surg**, 1995; 622-632
65. Çorman P. 10 cmH₂O PEEP uygulamasının modifiye pron pozisyonundaki hastalarda arteryel oksijenizasyon ve solunum mekanıği üzerine olan etkileri. İstanbul, 2006; Tez çalışması
66. Karaali Ö. Perkütan nefrolitotripsi cerrahisinde genel anestezi özellikleri ve pron pozisyonunun solunum mekaniklerine etkisi. Cerrahpaşa, 2003; Tez çalışması
67. Lewejohann JC, Düpre HJ, Lewejohann S, Muhl E, Bruch HP. The importance of prone position in ARDS for the improvement of oxygenation index. **Critical Care**, 1999; 3: 35
68. Vieillard-Baron A, Rabiller A, Chergui K, Peyrouset O, Page B, Beauchet A, et al. Prone position improves mechanics and alveolar ventilation in acute respiratory distress syndrome. **Intensive Care Med**, 2005; 31: 220-226

69. Mancebo J, Fernandez R, Blanch L, Rialp G, Gordo F, Ferrer M, et al. A multicenter trial of prolonged prone ventilation in severe acute respiratory distress syndrome. **Am J Respir Crit Care Med**, 2006; 173: 1233-1239
70. Galiatsou E, Kostanti E, Svarna E, Kitsakos A, Koulouras V, Stauros C, et al. Prone position augments recruitment and prevents alveolar over inflation in acute lung injury. **Am J of Resp Crit Care Med.**, 2006; 174: 187-197
71. Brezo DB, Ezquerro C, Alsina E, Iranzo R, Millan I. Anesthesia ventilation strategy in general surgery with low tidal volume and positive pressure at the end of expiration (PEEP) is associated with higher arterial oxygen pressure than ventilation with high tidal volume without PEEP. **Anesthesiology** 2003;99: A1516
72. Qiu HB, Xu HY, Yang Y, Zhou SX, Chen YM, Sun HM: Effects of positive end-expiratory pressure on lung recruited volume and oxygenation in patients with acute respiratory distress syndrome (abstract). **Zhongguo Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue** 2004 Jul;16(7):399-402
73. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G. Airway closure, atelectasis and gas exchange during general anaesthesia. **Br J Anaesth.** 1998 Nov;81(5):681-6.
74. Kraut EJ, Amira S, Ronald B, Bruce MW. Impairment of cardiac performance by laparoscopy in patients receiving positive end-expiratory pressure. **Arch Surg.** 1999;134(1):76-80
75. Ulukaya S, Ayanoglu HÖ, Demir F, Anadol Ö. Laparoskopik kolesistektomi sırasında 5 cmH₂O PEEP uygulanmasının solunum mekanikleri ve ölü boşluk ventilasyonu üzerine etkisi. **TARK 2000**; s:408
76. Hering R, Wrigge H, Vorwerk R, Brensing Ka, Schröder S, Zinserling J, Hoefl A, Spiegel Tv, Putensen C. The Effects Of Prone Positioning On Intraabdominal Pressure And Cardiovascular And Renal Function In Patients With Acute Lung Injury. **Anesth Analg.** 2001 May;92(5):1226-31.
77. Park CK. The effect of patient positioning on intraabdominal pressure and blood loss in spinal surgery. **Anesth Analg.** 2000 Sep;91(3):552-7.
78. Sussman AM, Boyd CR, Williams JS, DiBenedetto RJ Effect of positive end-expiratory pressure on intra-abdominal pressure. **South Med J.** 1991;84:697-700
79. Ferrer CPE, Molina E Higher PEEP levels result in small increases in intraabdominal pressure in critical care patients. **Intensive Care Med.** 2008; 34:S140

80. Verzilli D, Constantin JM, Sebbane M, Chanques G, Jung B, Perrigault PF, Malbrain M, Jaber S: Positive end-expiratory pressure affects the value of intra-abdominal pressure in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome patients: a pilot study. **Critical Care** 2010, 14(4):R137.

81. Soler Morejón Cde D, Tamargo Barbeito TO. Effect of mechanical ventilation on intra-abdominal pressure in critically ill patients without other risk factors for abdominal hypertension: an observational multicenter epidemiological study. **Ann Intensive Care**. 2012 Dec 20;2 Suppl 1:S22. doi: 10.1186/2110-5820-2-S1-S22. Epub 2012 Dec 20.