

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**PRON POZİSYONDA PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİ
YAPILMIŞ OLGULARDA PEEP UYGULAMASININ, KAN
GAZI, SOLUNUM MEKANİĞİ ve HEMODİNAMİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN RETROSPEKTİF İNCELENMESİ**

Dr. Hüseyin KOSAT

**UZMANLIK TEZİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Lütfi YAVUZ**

ISPARTA - 2011

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca benden bilgi ve birikimlerini esirgemeyen ve eğitimime büyük katkıda bulunan başta tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Lütfi YAVUZ olmak üzere, Sayın Prof. Dr. Füsun EROĞLU, Prof. Dr. Sadık ÖZMEN, Doç. Dr. Pakize KIRDEMİR, Doç. Dr. Dilek KARAASLAN, Yrd. Doç. Dr. Tülay TUNÇER PEKER, Yrd. Doç. Dr. Berit GÖKÇE CEYLAN hocalarıma teşekkür ederim.

Aynı çalışma ortamını paylaşmaktan büyük mutluluk duyduğum tüm doktor arkadaşlarıma, teknisyen arkadaşlarıma, tüm ameliyathane ve yoğun bakım çalışanlarına teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan anneme, babama ve her zaman yanımda olan eşime ve çocuklarıma sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Dr. Hüseyin KOSAT

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Perkütan Nefrolitotomi.....	2
2.2. Pron Pozisyon.....	3
2.3. PEEP	5
2.4. Pulmoner Fonksiyonun Değerlendirilmesi	7
2.5. Arteriyel Kan Gazı	10
2.6. Solunum Fonksiyon Testleri	11
3. MATERYAL ve METOD	14
4. BULGULAR	16
5. TARTIŞMA	27
6. SONUÇ	33
ÖZET	34
SUMMARY	35
KAYNAKLAR	36

KISALTMALAR DİZİNİ

ARDS	: Akut Respiratuar Distres Sendromu
CO₂	: Karbondioksit
dk	: Dakika
E / K	: Erkek / Kadın
ESWL	: Extracorporeal Shockwave Lithotripsy
FEF (Forced Expiratory Flow)	: Zorlu ekspiratuvar akım
FEV (Forced Expiratory Volume)	: Zorlu ekspiratuvar hacim
FRK	: Fonksiyonel Rezidüel Kapasite
FVC (Forced Vital Capacity)	: Zorlu vital kapasite
HCO₃	: Bikarbonat
IRDS (Infant Respiratory Distress Syndrome)	: Yenidoğanın İdiopatik Solunum Sıkıntısı Sendromu
İ / E	: İspirasyon / Ekspirasyon
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
KTA	: Kalp Tepe Atımı
MAC	: Minimum Alveolar Konsantrasyon
N₂O	: Azot protoksit
O₂	: Oksijen
OAB	: Ortalama Arter Basıncı
p	: İstatiksel anlamlılık düzeyi
PaCO₂	: Parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı
PaO₂	: Parsiyel arteriyel oksijen basıncı
PEEP	: Ekspiryum sonu pozitif basınç
P(a-et)CO₂	: Solunum sonu ekspire edilen karbondioksit basıncını
pH	: Kandaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması
PIP (Peak Inspiratuar Pressure)	: İspirasyon tepe basıncı
PNL	: Perkütan Nefro Litotomi
SFT	: Solunum Fonksiyon Testi
SpO₂	: Periferik oksijen saturasyonu
SS	: Standart sapma
VA / Q	: Ventilasyon perfüzyon oranı
% SO₂	: Arteriyel oksijen saturasyonu yüzdesi

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Grupların yaş, cinsiyet ve operasyon süresi değerlerinin karşılaştırması ...	16
Tablo 2. Grupların pH ölçümlerinin örnek zamanlarına göre değişimleri ve bazal değere göre bu değişimin istatistiksel anlamlılık düzeyleri	17
Tablo 3. Grupların PaO ₂ ölçümlerinin örnek zamanlarına göre değişimleri ve bazal değere göre bu değişimin istatistiksel anlamlılık düzeyleri.....	18
Tablo 4. Grupların PaCO ₂ ölçümlerinin örnek zamanlarına göre değişimleri ve bazal değere göre bu değişimin istatistiksel anlamlılık düzeyleri.....	19
Tablo 5. Grupların % SO ₂ ölçümlerinin örnek zamanlarına göre değişimleri ve bazal değere göre bu değişimin istatistiksel anlamlılık düzeyleri.....	20
Tablo 6. Grupların preoperatif ve postoperatif SFT değerlerinin değişimleri ve istatistiksel anlamlılık düzeyleri.....	21
Tablo 7. Grup Kontrol olguların OAB, KTA, SpO ₂ , PetCO ₂ kontrol değerleri ile intraoperatif zaman dilimlerindeki değişimleri ve bu değişimlerin istatistiksel anlamlılık düzeyleri.....	23
Tablo 8. Grup PEEP olguların OAB, KTA, SpO ₂ , PetCO ₂ kontrol değerleri ile intraoperatif zaman dilimlerindeki değişimleri ve bu değişimlerin istatistiksel anlamlılık düzeyleri.....	24

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Olguların pH değer ortalamalarının örnek zaman dilimlerine göre dağılımı	17
Şekil 2. Olguların PaO ₂ değer ortalamalarının örnek zaman dilimlerine göre dağılımı	18
Şekil 3. Olguların PaCO ₂ değer ortalamalarının örnek zaman dilimlerine göre dağılımı	19
Şekil 4. Olguların % SO ₂ değer ortalamalarının örnek zaman dilimlerine göre dağılımı	20
Şekil 5. Olguların OAB değerlerinin dağılımı	25
Şekil 6. Olguların KTA değerlerinin dağılımı	25
Şekil 7. Olguların SpO ₂ değerlerinin dağılımı	26
Şekil 8. Olguların PetCO ₂ değerlerinin dağılımı	26

1. GİRİŞ

Tıp alanındaki teknolojik gelişmelerle birlikte minimal invaziv bir yöntem olan perkütan nefrolitotomi (PNL) böbrek taşlarının tedavisinde açık cerrahiye tercih edilen bir metod halini almıştır. PNL ve diğer noninvaziv tekniklerin kullanımının artması ile birlikte böbrek taşı hastalığı tedavisinde açık cerrahi günümüzde gittikçe azalan bir hasta grubunda uygulanmaktadır (1).

PNL genel, lokal ve epidural anestezi ile uygulanabilir. Perkütan girişim hasta yüzüstü yani pron pozisyonunda yapılmaktadır. Prone pozisyonda hastanın göğüs ve karın bölgesi bası altında kalmaktadır (2). Hastaların vital parametreleri ameliyat süresince buldukları pozisyona bağlı olarak etkilenmekte ve değişiklik gösterebilmektedir. Pron pozisyonunda göğüs duvarına olan basıya bağlı olarak toraks duvar hareketi sınırlanır. Kas gevşeticilere bağlı olarak kas tonusunun düşmesi ile de diyafram, abdominal içeriğe bağlı olarak sefale doğru yönelir. 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 iyileştirebilir. Akciğer hacimleri ve kompliyansın artmasına neden olur (3,4). Anestezi altındaki normal bir hasta dolaşım üzerine olan etkileri kompanse edebilirken, düşük kardiyak rezervli ya da periferik dolaşım yetersizliği olan kişilerde sorun yaşanabilir.

Ekspiryum sonu pozitif basınç (PEEP) pulmoner oksijen değişimini; havayollarının kollabe olmasını önleyerek, pulmoner kan akımı redistribüsyonunu sağlayarak, fonksiyonel rezidüel kapasiteyi (FRK) arttırarak, alveolokapiller oksijen gradiyentini arttırarak, kollabe veya sıvı dolu alveolleri rekrüte ederek ve hava dağılımını düzenli hale getirerek iyileştirir (5).

Pron pozisyonda PNL operasyonu gerçekleştirilen hastalarda, intraoperatif periyotta fizyolojik sınırlarda (5-7 cmH₂O) PEEP uygulanmış ve uygulanmamış olanlara oranla, PEEP uygulamasının hemodinami, kan gazı ve solunum fonksiyon testleri üzerine olan etkilerini retrospektif araştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Perkütan Nefrolitotomi

Perkütan nefrolitotomi 1976'daki ilk uygulamasını takiben günümüze kadar geliştirilen enstrümantasyon ile böbrek taş hastalığının cerrahi tedavisinde düşük morbidite, kısa iyileşme dönemi ve düşük maliyetiyle ürolojik cerrahideki yerini alarak standart bir yöntem haline gelmiştir (6). 2 cm den büyük böbrek taşlarında, üriner obstrüksiyonlu taş hastalarında, ESWL nin yapılamadığı veya başarısız olduğu durumlarda ve 1 cm yi geçen alt kaliks taşlarında tercih edilmektedir (7). Daha düşük maliyet, daha az morbidite ve daha kısa iyileşme süresi avantajlarıyla birçok merkezde taş tedavisinde açık cerrahi girişimlerin yerini almıştır.

PNL işlemi genel, bölgesel ya da lokal anestezi ile gerçekleştirilebilir. Lokal anestezi sıklıkla intravenöz sedatifler ve analjeziklerle beraber komplike olmayan küçük taşların PNL prosedüründe kullanılmaktadır (8). Lokal anestezi, çok sayıda delikleri olan (8,3 F) enjeksiyon kateteri ile giriş yoluna verilir. Bölgesel anestezi de (epidural, spinal) perkütan işlemler için kullanılabilir, fakat bölgesel anestezi ile çeşitli problemler ortaya çıkabilmektedir. Bunlardan birincisi, tüm böbrek ağrısını ortadan kaldırmak için nispeten daha yüksek seviyeden blok gerekmesidir. İkincisi, PNL esnasında renal pelvis genişlemesi vazovagal reaksiyona neden olabilir ve bu bölgesel anestezi ile her zaman engellenemez. Genel anestezi, pron pozisyonunda hava yolunu en iyi koruma olanağı sağladığı için tercih edilen anestezi tipidir. Üst pol girişi düşünülen olgularda mutlaka genel anestezi kullanılmalıdır, çünkü pulmoner komplikasyonları önlemede esas olan solunum hareketlerinin kontrolü genel anestezi ile sağlanır (9).

Majör komplikasyonlar, tecrübeli cerrahlarda bile, PNL hastalarının % 1.1-7 sinde görülebilir. Minör komplikasyonlar ise hastaların % 15-25 inde gelişir. Transfüzyon gerektiren kanama (% 1-10) en önemli komplikasyondur. Arteriovenöz fistül ya da psödoanevrizmadan kaynaklanan ve acil embolizasyon gerektiren kanama, hastaların % 0,5 inden azında görülür (10,11).

Diğer komplikasyonlar olarak, sepsis (% 0,3-2,5), % 5 den azında komşu organ yaralanması ve intraperitoneal ekstremitasyon, % 5 den azında başarısız giriş

ve % 2 sinden azında böbrek pelvisi ve üreter yırtılması görülür. Açık cerrahiye geçiş nadiren görülür ve genellikle PNL ile ilk deneyimlerde gereksinim duyulur. Eğer organomegali yoksa PNL ile dalak ve karaciğerin yaralanması nadir görülen bir durumdur. Karaciğer yaralanmalarında ise tedavi konservatiftir ve nadiren cerrahi eksplorasyon gerekir. PNL operasyonlarında mortalite oranının % 0.046 ile % 0,3 arasında olduğu bildirilmektedir (10,12). Suprakostal giriş yapıldığında, drenaj gerektiren pnömotoraks hemotoraks oranı % 4-12 aralığındadır (13).

2.2. Pron Pozisyon

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 (14).

1959 yılında Lynch ve Safar genel anestezi altındaki paralize hastalarda, pron pozisyonun, solunum sistemi kompliyansını azalttığını, Tepe inspiratuar basınç (peak inspiratuar pressure -PIP) değerlerini ise arttırdığını ileri sürmüşlerdi (15,16). 1995 yılında Pelosi ve ark. ise uygun pozisyon verildiğinde yani göğüs duvarı ve pelvis destekleri uygulandığında kompliyans ve PIP değerlerinde anlamlı bir değişiklik olmadığını bildirmiştir (2). Pron pozisyonunda göğüs duvarına olan basıya bağlı olarak toraks duvar hareketi sınırlanır. Kas gevşeticilerin etkisine bağlı olarak kas tonusunun düşmesi ile de diyafragma abdominal içeriğe bağlı olarak sefale doğru yönelir. Obez hastalarda intraabdominal basınç daha yüksek olduğundan toraksa olan etki daha belirgin olur. Sonuçta oluşan akciğer hacim değişiklikleri ve pulmoner kan akımındaki farklılaşma solunum mekaniğini etkiler (17-19).

Yapılan bir çalışmada anestezi indüksiyonundan ve kas gevşemesinden sonra bilgisayarlı tomografi ile diyafragmanın ekspirasyon sonu pozisyonu supin pozisyonundaki hastalarda değişmezken, pron pozisyonundakilerde sefale doğru volüm şifti oluşturduğu belirlenmiştir. Supin pozisyonda mekanik inflasyon sırasında diyafragma hareketinin paterni neredeyse uniform olduğu, pron pozisyonda ise

tersine uniform olmadığı, hareketin çoğunun dorsal (nondependent) bölgede olduğu saptanmıştır (20).

Genel anestezi altında paralize hastalarda pron pozisyonun solunumsal mekanikleri minimal etkilediği, FRK yi iyileştirdiği, parsiyel oksijen basıncını (PaO_2) arttırdığı ve parsiyel karbondioksit basıncını ($PaCO_2$) değiştirmediği gösterilmiştir. Bu durum diyafragma üzerindeki basıncın azalması ve supin pozisyonunda kapanma eğiliminde olan alveollerin açılmasıyla açıklanabilmektedir (21,22). 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 (18). Pron pozisyonunda $PaCO_2$ ve solunum sonu ekspire edilen karbondioksit basıncını ($PetCO_2$) değerleri ventile edilen havanın artmasına ve artmış non-dependent alana bağlı olarak anlamlı şekilde azalabilmektedir. Besler ve ark. pron pozisyonunda $PaCO_2$ ve $PetCO_2$ değerlerinin ventile edilen havanın artmasına ve artmış non-dependent alana bağlı olarak anlamlı şekilde azaldığını, ortalama havayolu basıncının arttığını ve $PetCO_2$ gradiyentinin anlamlı olarak değişmediğini saptanmışlardır (23).

Spontan soluyan kişide negatif intratorasik basınç 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 intratorasik basıncın daha az negatif olması, dönen kan miktarını azaltır (24).

Pron Pozisyona 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 (33). 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 boyunun aşırı ekstansiyonundan kaçınılmalıdır (34).

2.3. PEEP

Genel anestezi sırasında ventilasyonun inspirasyon fazı, anestezi makinesinin üst solunum yolunda oluşturduğu pozitif basınçla, ekspiryum fazı ise pasif olarak gerçekleşir (25). Pozitif basınçlı mekanik ventilasyon, intrakardiyak basınçlar dahil olmak üzere tüm intratorasik damarlardaki basıncı artırır. Mekanik olarak ventile edilen hastalarda pron pozisyonda pulmoner vasküler rezistansta düşme gözlemlenebilir (26). 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 taşikardiye yol açar. Arter ve venlerdeki konstrüksiyona bağlı olarak sistemik vasküler dirençte ve periferik venöz basınçta artışa yol açar (27). Yapılan çalışmalarda, pron pozisyonda supin pozisyona oranla oksijenizasyonun daha iyi olduğu gösterilmiştir. Bunun olası açıklaması ventilasyon perfüzyon 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 (21,28). 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 (29).

Klinikte PEEP Uygulaması

1. Minimum veya Fizyolojik PEEP: Hastanın normal FRK'sini korumaya yardımcı olmak için minimum düzeylerde (3-5 cmH₂O) PEEP uygulanır.

Minimum PEEP ile çok küçük miktarda havayolu basıncı uygulandığından genellikle bir komplikasyona yol açmaz.

2. Orta Dereceli PEEP: Sınırları 5-15 cmH₂O dur. En sık olarak kullanılan terapötik PEEP aralığıdır. Azalmış FRK ve kompliyansın eşlik ettiği artmış intrapulmoner şantın yol açtığı inatçı hipoksemi tedavisinde kullanılır.
3. 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 dir (24).

PEEP Endikasyonları

- ARDS (Akut Respiratuar Distres Sendromu)
- IRDS (Yenidoğanın İdiopatik Solunum Sıkıntısı Sendromu)
- Kardiyojenik pulmoner ödem
- Bilateral diffüz pnömoni
- Postoperatif atelektazi tedavisi (24)

PEEP Göreceli Kontrendikasyonları

- Hipovolemi; Hasta hemoraji ya da dehidratasyon nedeniyle hipovolemik durumdaysa kardiyak outputu azaltabileceği ve dolaşımı bozabileceği için PEEP zararlı olabilir.
- İntrakraniyal basıncı yüksek kişilerde PEEP santral venöz basıncı arttırarak kafa içi basıncın daha da artmasına neden olabilir.

- Unilateral akciğer hastalığı (lober pnömoni, unilateral pnömoni vb) olanlarda kan dağılımı ve akciğer ventilasyonu üzerinde istenmeyen etkilere yol açabilir.
- Yakın zamanda akciğer operasyonu geçirmiş kişiler de PEEP uygulanırken yakın takibe alınmalıdır (24).

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 (24).

2.4. Pulmoner Fonksiyonun Değerlendirilmesi

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

PetCO₂, PaCO₂ nin 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 gradiyent 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, Ventilasyon / Perfüzyon (V/Q) anormalliğinin ve optimal PEEP'in saptanmasında faydalıdır. PetCO₂ normal değeri 35-40 mmHg arasındadır (24).

Arter ve end tidal parsiyel karbondioksit 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 (30).

Alveolo - Arteriyel Oksijen Farkını Etkileyen Faktörler (27)

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

P (a - et) CO₂ Basıncını Arttıran Nedenler (31)

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

P (a - et) CO₂ Basıncını Azaltan Nedenler (32)

- Kardiyak outputun artması
- Hipervolemi

Ventilasyon, Perfüzyon

Ventilasyon: Normal ve sakin solunum sırasında akciğerlerin genişlemesi diyafragmanın 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.

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.

Ventilasyon / Perfüzyon (VA / Q) Oranı: Normal koşullarda erişkinde dakikalık ventilasyonun 5 L, perfüzyonun 6 L olduğu kabul edildiğinde, $VA/Q=0.8$ 'dir. Akciğerin değişik bölgelerinde ventilasyon ve perfüzyonun farklı olması nedeniyle VA/Q oranı lokalizasyona göre değişir. Akciğer bazalindeki perfüzyon fazla olduğundan $VA/Q < 1$ dir. Buna karşın apekte yeteri kadar perfüzyon olmadığı için $VA/Q > 1$ dir. Ayakta duran bir kişi için geçerli olan bu durum, değişik vücut pozisyonlarında değişiklik gösterebilir (34).

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 (34). Ayrıca santral depresyon, periferik kemoreseptörlerin depresyonu, kompliyansın azalması, VA/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.

Pozisyon: Anestezi altındaki hastalarda pozisyon değişikliklerinin yerçekimine bağlı olarak pulmoner mekanikler ve perfüzyon üzerine önemli etkileri vardır. Çeşitli pozisyonlarda vital kapasite kayıpları (35,36)

Litotomi	% 18
Trendelenburg	% 14,5
Pron	% 10

Supin	% 12,5
Sağ lateral	% 12,5
Sol lateral	% 10

2.5. Arteryel Kan Gazı

pH: Vücuttaki hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır. H^+ iyon 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 den 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 (32).

PaO₂: Kandaki oksijen miktarını gösterir. Oksijenin % 98’i hemoglobine bağlı, % 2 si ise eriyik halde dolaşımda bulunur. Hipoksemi, deniz seviyesinde % 21 konsantrasyonda oksijen solurken PaO₂ nin 80 mmHg’nın altında olmasıdır. Hipoksi ise dokuların yetersiz oksijenlenmesidir (37).

PaCO₂: Arteryel kandaki parsiyel karbondioksit basıncıdır. Alveoler ventilasyonun göstergesidir. PaCO₂ için 37 - 43 mmHg değerleri normal sınırlardır. Yaş ve pozisyondan etkilenmez. PaCO₂ arttıkça kanda asit miktarı artmaktadır. PaCO₂ değişiklikleri PaO₂ değerini de etkilemektedir (32).

Aktüel Bikarbonat: Kan örneğinde ölçülen bikarbonat değeridir. Total CO₂ den veya Henderson - Hasselbach eşitliğine göre pH ve PaCO₂ değerlerinden hesaplanarak bulunur. Normal sınırları 21 - 28 mmol/L’dir. Vücutta asit-baz dengesinin hem solunumsal hem de metabolik komponenti ile ilişkilidir (32).

Standart Bikarbonat: Solunumsal HCO₃ değişikliklerini elimine etmek için standart koşullardaki (37 °C sıcaklık ve PaCO₂ 40 mmHg) HCO₃ konsantrasyonudur. Normal sınırları 21 - 27 mmol/L dir (32).

Baz Fazlası veya Açığı: Metabolik sistemde herhangi bir bozukluk sonucu oluşan fazla asit veya bazı gösterir. Standart koşullarda kan örneğinin pH ının 7.4 olabilmesi için eklenmesi gereken güçlü asit ya da baz miktarı ile ölçülür. Baz fazlası

< -2 mol/L olması metabolik asidozu; > +2 mol/L olması ise metabolik alkalozu gösterir (32).

Arteryel kanülasyon kan basıncının direkt olarak ölçülmesine olanak verir (38). Kan gazı, asit-baz dengesinin izlenmesi, gerekli kanların alınmasına ve hastanın tekrar tekrar invazif işleme maruz kalmasını önler (39). En sık radialis ve brakialis arterleri kullanılır (38).

2.6. Solunum Fonksiyon Testleri

Preoperatif SFT nin değerlendirilmesindeki amaç, operasyon sırasında ve sonrasında oluşabilecek komplikasyonlara aday hastaları saptamaktır. Postoperatif kardiyak komplikasyonlar sık olmasına rağmen pulmoner komplikasyonların da kardiyak komplikasyonlar kadar sık olabileceği belirtilmektedir (40). Postoperatif dönemde en fazla mortalite ve morbiditeye yol açan pulmoner komplikasyonlar olduğu için mutlaka dikkate alınmalı ve göğüs hastalıkları hekimlerince incelenmelidir (41).

Pulmoner komplikasyonların tanımı değişkendir. Komplikasyon olarak öksürük gibi basit semptomlar olabileceği gibi, solunum yetmezliğine kadar giden tablolar gelişebilir. Postoperatif dönemde dikkate alınması gereken komplikasyonlar; pnömoni, atelektazi, solunum yetmezliği, bronkospazm ve altta yatan akciğer hastalığının alevlenmesi sayılabilir (42).

Postoperatif pulmoner komplikasyonlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Bronkospazm
- Uzamış mekanik ventilasyon
- Noninvaziv veya invaziv mekanik ventilasyona gerek duyulan solunum yetmezliği
- Pnömoni
- Plevral sıvı
- Atelektazi
- Pnömotoraks

- Uzamış postoperatif hospitalizasyon
- Kardiyak veya solunumsal ölüm.

Operasyona bağlı komplikasyonlar belli oranda her kişide beklenebilir. Ancak bazı hasta gruplarında daha fazla görüldüğü bilinmektedir. Postoperatif pulmoner komplikasyonlara yatkın olan riskli hasta grupları tarif edilmiştir (43,44).

Bunlar

A. Hasta ile ilgili risk faktörleri

1. Sigara
2. İleri yaş
3. Obezite
4. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH)
5. Astım
6. Genel sağlık durumu kötülüğü (Kalp hastalığı, sistemik hastalıklar vb)

B. İşleme ilgili risk faktörleri

1. Operasyon tipi
2. Anestezi tipi ve süresi

Dinamik Akciğer Volümleri ve Akım Hızları

Dinamik akciğer volümleri ve hava akım hızları zorlu inspirasyon ve zorlu ekspirasyon sırasında belirlenir. Dinamik spirometri sonuçları volüm - zaman ve akım - volüm eğrileriyle ifade edilir (45).

Zorlu Vital Kapasite (FVC): Derin inspirasyondan sonra zorlu ve derin ekspirasyonla atılan hava volümüdür (46). Yavaş vital kapasiteden farkı kişinin en kısa sürede en fazla volümü atmaya zorlanmasıdır. Hem sağlıklı kişilerde, hem de obstrüktif veya restriktif hastalığı bulunanlarda ekspirasyon öncesinde derin inspirasyonun zamanlamasının FVC manevrasını etkilediği gözlenmiştir (47). Normal kişide FVC, vital kapasiteye (VC) eşittir. Havayolu obstrüksiyonunda zorlu ekspirasyonun yarattığı bronşioler kollaps nedeniyle FVC daha düşüktür. Amfizemde

küçük havayollarının doku desteğinin azalması, kronik bronşit, astım, bronşektazi ve kistik fibrozis, mukus tıkaçları ve bronşioler konstrüksiyon buna neden olur.

Maksimal Ekspiratuar Akımın Zamana Uyarlanması: Zorlu ekspiratuar volüm, zorlu vital kapasite manevrasının başlangıcından itibaren belirli zamanlarda atılan volümü tanımlar. Bu parametrelerden en önemlisi FEV₁ dir. FEV₁ zorlu ekspirasyonun birinci saniyesinde atılan hava volümüdür. Normalde volümlerin % 80'i birinci saniyede atılır. Bu parametre genellikle küçük havayollarını yansıtır. FEV₁ vital kapasiteye oranlanarak standardize edilebilir. Bu durumda FEV₁ % olarak ifade edilir (45). Mukus sekresyonu, bronkospazm, inflamasyon veya elastik doku kaybı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak ortaya çıkan havayolu obstrüksiyonu FEV₁ de azalmaya yol açar. Ancak erken dönemde küçük havayollarındaki obstrüksiyonu yansıtmaz. Restriktif patolojilerde ise FVC deki azalmaya bağlı olarak azalır. FEV₁ kooperasyon ve hasta eforuna bağımlı bir parametredir (48).

FEV₁/FVC oranı ilk kez 1949'da Tiffeneau tarafından kullanılmıştır. Bu oran yaşla negatif korelasyon gösterir. Havayolu obstrüksiyonunda ise % 70 in altına düşer (49).

Maksimal Ekspirasyon Ortası Akım Hızı (FEF_{%25-75}): Zorlu ekspirasyon ile volümlerin % 25 ile % 75 inin atıldığı peryottaki akım hızıdır. Orta ve küçük havayollarından gelen akımı yansıtır. Obstrüktif hastalıkların erken dönemlerinde bu parametre azalır. Bazan restriktif hastalıklarda da azalma gösterebilir (46,48,50).

FEF_{%75-85} değeri, volümlerin % 75-85 inin atıldığı geç dönemdeki ortalama akım hızını yansıtır ancak diğer parametrelere ek bilgi sağlamadığından sık kullanılmamaktadır (50).

3. MATERYAL ve METOD

Etik komite onayının ardından, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi ameliyathanesinde 2008 - 2009 yılları arasında perkütan nefrolitotomi ameliyatı yapılan hastaların verileri üzerinde çalışmanın yapılması planlandı. Taramamıza ASA I ve II grubuna dahil, operasyon öncesi ve sonrası komplikasyon gelişmemiş, arter kan gazlarına bakılmış, operasyon öncesi ve sonrası solunum fonksiyon testleri yapılmış hastaların alınması planlandı. Tüm hastaların hemoglobin, hemotokrit, eritrosit, lökosit, trombosit, koagülasyon parametreleri, elektrolit değerleri, karaciğer enzim değerleri (ALT, AST), BUN, kreatinin, açlık kan şekeri, total bilirubin değerlerinin taranması planlandı.

İndüksiyonda tiyopental (4-6 mg/kg), fentanil (1-2 µg/kg), veküronyum (0.1-0.15 mg/kg) ve anestezi idamesinde ise O₂ - N₂O (% 50-50) gaz karışımında sevofluran (MAC 2.0-2.5) uygulanan; solunum frekansı 12-14/dk, İ/E oranı 1:2, tidal hacim 7-8 ml/kg, arteryel kan gazları çalışılmış; 5-7 cmH₂O PEEP uygulanan ve uygulanmayan olguların taramaya alınması kararlaştırıldı. PEEP uygulanmayan olguların Grup Kontrol, 5-7 cmH₂O PEEP uygulanan olguların Grup PEEP olarak kaydedilmesi kararlaştırıldı.

Anestezi formlarından hastaların ameliyat salonuna alındığı andaki OAB (Ortalama Arter Basıncı), KTA (Kalp Tepe Atımı), SpO₂ (Periferik Oksijen Saturasyonu) değerleri, entübasyon sonrası PetCO₂ değerlerinin kontrol değeri olarak kaydedilmesi planlandı.

Supin pozisyonda entübasyon sonrası 1. ve 5. dk, prone pozisyonda 1., 5., 10., 20., 30., 40., 50., 60., 70., 80. ve 90. dakikalarda kaydedilen OAB, KTA, SpO₂ ve PetCO₂ değerlerin, bazal değerlerle karşılaştırılması; toplam anestezi ve operasyon sürelerinin kaydedilmesi planlandı.

Pron pozisyonda PEEP uygulamasının solunum sistemine etkisinin araştırılması için; entübasyon sonrası supin pozisyonda iken 5. dk, pron pozisyona çevrildikten sonra 5., 30., 60. ve 90. dakikalarda çalışılan arteriyel kan örneklerinden pH, PaO₂, PaCO₂ ve % SO₂ değerlerinin araştırılması; operasyon öncesi ve/veya

sonrası SFT yapılan olgularda FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, FEF₂₅₋₇₅ değerlerinin karşılaştırılması kararlaştırıldı.

İstatistik: Verilerin bazal değere oranla örnek periyotlardaki değişiminin istatistiksel analizi, verilerin dağılımı homojen ve standart sapma değerleri kabul edilebilir sınırlarda olduğu için paired samples-*t* test ile yapıldı. Gruplararası verilerin istatistiksel karşılaştırılmasında ise independent samples-*t* test kullanıldı. Anlamlılık düzeylerini değerlendirmede $p>0.05$ anlamsız, $p<0.05$ anlamlı, $p<0.0001$ çok anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

2008 - 2009 yılları arasında Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi ameliyathanesinde 385 PNL olgusu opere edilmiştir. Bunlardan 62'sine fizyolojik sınırlarda PEEP uygulandığını saptadık. Anestezi induksiyonunda propofol kullanılan 94 olgu ile etomidat kullanılan 91 olgu tarama dışı bırakıldı. İdame anestezisi desfluran ile gerçekleştirilen 105 olgu ile preoperatif ve postoperatif SFT uygulanmayan 55 olgu çalışma dışı bırakıldı. Preoperatif ve postoperatif SFT verilerine ulaşabildiğimiz 20 olgu kontrol grubuna, 20 olgu da PEEP grubuna dahil edildi.

Çalışma için 40 olgu retrospektif olarak incelenmiştir. Olguların cinsiyet dağılımı Grup Kontrolde 9 erkek, 11 kadın, Grup PEEP olgularda ise 12 erkek / 8 kadın şeklindedir (Tablo 1). Grup Kontrol olgularda 2 olgunun operasyon süresi 90 dk'yı aşmıştır. Grup PEEP olgulardan da sadece 1 olguda operasyon süresi 90 dk'yı aşmıştır. Arteriyel kan gazı ve hemodinami verilerinin bazal değere göre değişimlerinin istatistiksel değerlendirilmesinde 90. dk verilerinin yetersizliği nedeniyle bu periyot değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Olguların yaş, cinsiyet ve operasyon süreleri açısından gruplar arasında istatistiksel farklılık saptanmadı (Tablo 1).

Tablo 1. Grupların yaş, cinsiyet ve operasyon süresi değerlerinin karşılaştırması

	Grup Kontrol	Grup PEEP	<i>p</i>
Yaş (Yıl±SS)	47.00±13.31	46.10±12.43	0.826
Cinsiyet (E/K)	9 / 11	12 / 8	0.598
Süre (dk±SS)	62.15±18.03	59.00±16.12	0.563

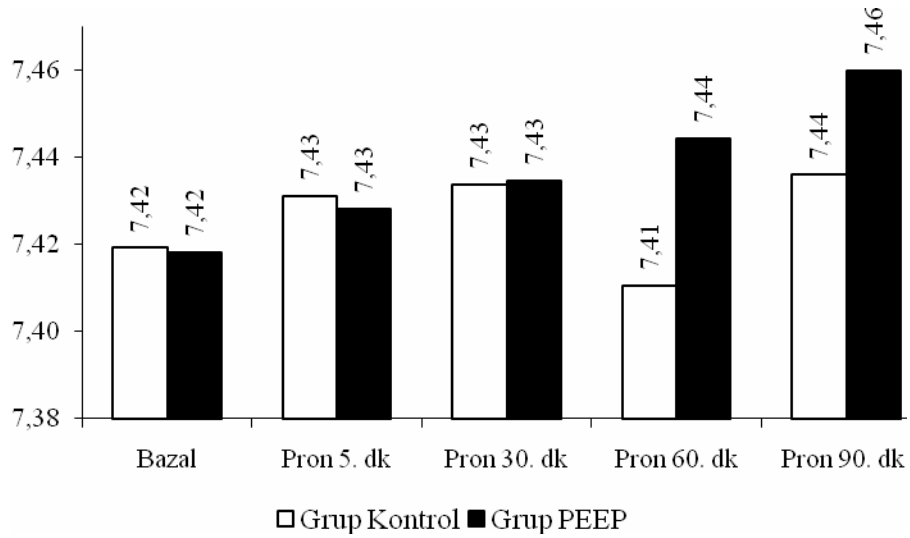
Arteriyel Kan Gazı Bulguları

Arteriyel kan gazı testlerinde entübasyon sonrası supin pozisyonda 5. dk değerleri bazal değer olarak alınmıştır. Daha sonraki örnekler bu bazal değer ile karşılaştırılmıştır.

Grup Kontrol ve Grup PEEP olguların pron pozisyonundaki tüm peroperatif pH değerleri, bazal değerlerine benzer seviyelerdeydi, aradaki fark istatistiksel açıdan anlamsız bulundu (Tablo 2, Şekil 1).

Tablo 2. Grupların pH ölçümlerinin örnek zamanlarına göre değişimleri ve bazal değere göre bu değişimin istatistiksel anlamlılık düzeyleri

	Grup Kontrol	<i>p</i>	Grup PEEP	<i>p</i>
Bazal	7.41±0.05	-	7.42±0.04	-
Pron 5. dk	7.43±0.04	0.082	7.43±0.04	0.378
Pron 30. dk	7.43±0.04	0.195	7.43±0.05	0.304
Pron 60. dk	7.41±0.05	0.644	7.44±0.03	0.462
Pron 90. dk	7.43±0.07	-	7.46± -	-



Şekil 1. Olguların pH değer ortalamalarının örnek zaman dilimlerine göre dağılımı

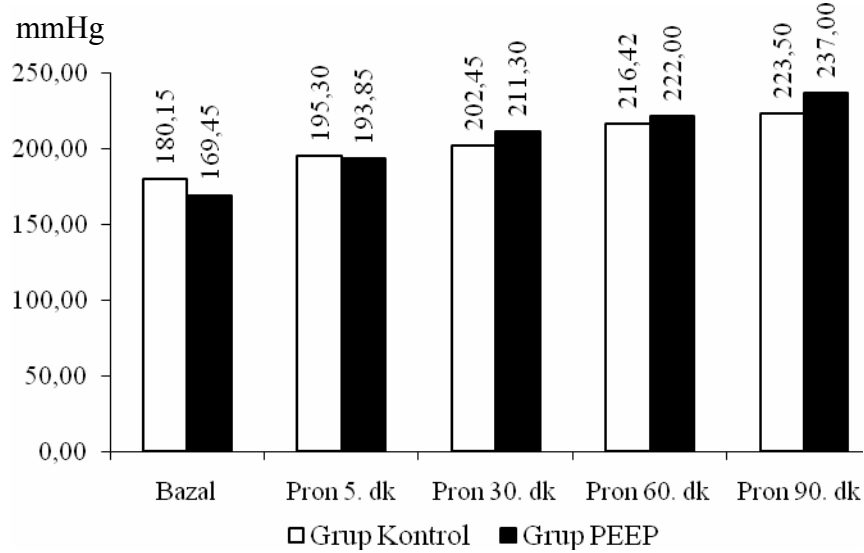
Grup Kontrol olgularda PaO₂ değerinde bazal değere oranla pron 5. dk da istatistiksel olarak anlamsız bir artış saptanırken; pron 30. dk ve pron 60. dk larda anlamlı artışlar bulundu (p=0.003, p=0.006) (Tablo 3, Şekil 2).

Grup PEEP olgularda ise PaO₂ bazal değerine oranla pron 5. dk ve pron 30. dk larda istatistiksel olarak çok anlamlı artışlar saptandı (p<0.0001). Pron 60. dk daki artışın anlamlılık düzeyi ise p=0.009 olarak saptandı (Tablo 3, Şekil 2).

Tablo 3. Grupların PaO₂ ölçümlerinin örnek zamanlarına göre değişimleri ve bazal değere göre bu değişimin istatistiksel anlamlılık düzeyleri

	Grup Kontrol	<i>p</i>	Grup PEEP	<i>p</i>
Bazal	180.15±18.03		169.45±47.90	
Pron 5. dk	195.30±42.83	0.042	193.85±48.78	<0.0001**
Pron 30. dk	202.45±46.69	0.003*	211.30±44.49	<0.0001**
Pron 60. dk	216.42±46.12	0.006*	222.00±37.76	0.009*
Pron 90. dk	223.50±50.34	0.500	237.00± -	-

* $p < 0.05$ istatistiksel anlamlı, ** $p < 0.0001$ istatistiksel çok anlamlı



Şekil 2. Olguların PaO₂ değer ortalamalarının örnek zaman dilimlerine göre dağılımı

Grup Kontrol olgularda PaCO₂ değerinin peroperatif tüm periyotlarda bazal değere oranla istatistiksel olarak anlamsız değişiklikler gösterdiği saptandı (Tablo 4, Şekil 3).

Grup PEEP olgularda ise pron 5. dk ve pron 30. dk larda bazal değere oranla istatistiksel olarak çok anlamlı PaCO₂ değerlerinde azalma olduğu saptandı ($p < 0.0001$). Pron 60. dk da bu azalmanın anlamlı olarak devam ettiği saptandı ($p = 0.041$) (Tablo 4, Şekil 3).

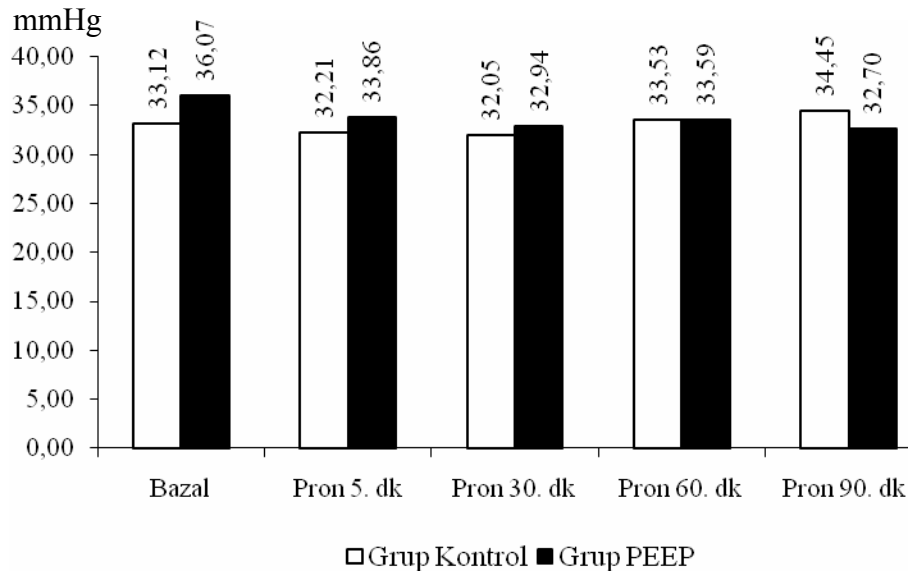
Grup Kontrol olgularda arteriyel kanda % SO₂ değerinin peroperatif pron 5. dk ve pron 60. dk. larda anlamsız artış gösterdiği saptandı. Bu artış pron 30. dk da anlamlı düzeyde saptandı (p=0.001) (Tablo 5, Şekil 4).

Grup PEEP olgularda ise pron 5. dk'da arteriyel kanda %SO₂ değerinin bazal değere oranla çok anlamlı artış gösterdiği saptandı (p <0.0001). Bu artışın pron 30. dk ve pron 60. dk. larda anlamlı olarak devam ettiği görüldü (p=0.001, p=0.015) (Tablo 5, Şekil 4).

Tablo 4. Grupların PaCO₂ ölçümlerinin örnek zamanlarına göre değişimleri ve bazal değere göre bu değişimin istatistiksel anlamlılık düzeyleri

	Grup Kontrol	<i>p</i>	Grup PEEP	<i>p</i>
Bazal	33.12±4.14	-	36.07±2.65	-
Pron 5. dk	32.20±4.29	0.080	33.85±2.91	<0.0001**
Pron 30. dk	32.04±5.06	0.162	32.94±3.03	<0.0001**
Pron 60. dk	33.52±4.23	0.258	33.58±3.62	0.041*
Pron 90. dk	34.45±2.89	0.361	32.70± -	-

p* <0.05 istatistiksel anlamlı, *p* <0.0001 istatistiksel çok anlamlı

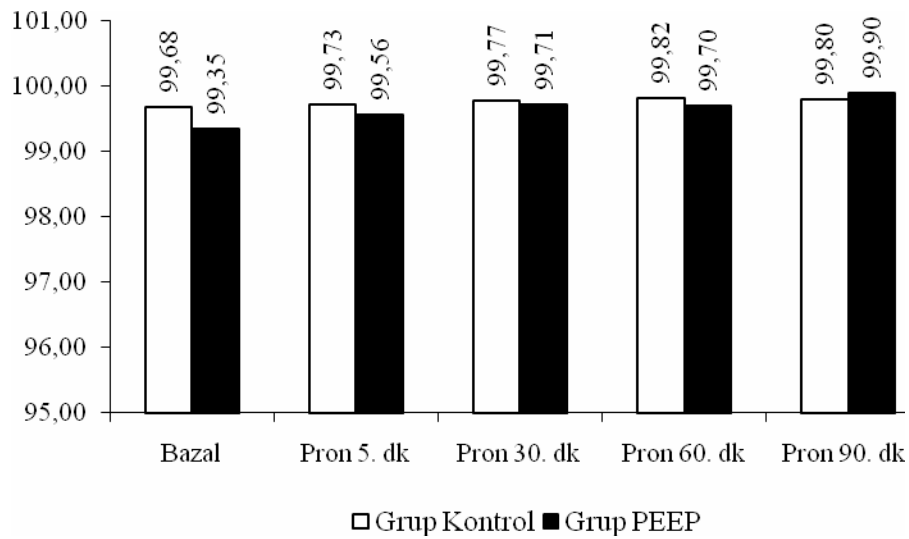


Şekil 3. Olguların PaCO₂ değer ortalamalarının örnek zaman dilimlerine göre dağılımı

Tablo 5. Grupların % SO₂ ölçümlerinin örnek zamanlarına göre değişimleri ve bazal değere göre bu değişimin istatistiksel anlamlılık düzeyleri

	Grup Kontrol	<i>p</i>	Grup PEEP	<i>p</i>
Bazal	99.67±0.21	-	99.35±0.55	-
Pron 5. dk	99.72±0.16	0.135	99.56±0.42	<0.0001**
Pron 30. dk	99.77±0.18	0.001*	99.71±0.23	0.001*
Pron 60. dk	99.81±0.07	0.119	99.70±0.34	0.015*
Pron 90. dk	99.80±0.00	0.795	99.90± -	-

* *p* <0.05 istatistiksel anlamlı, ** *p* <0.0001 istatistiksel çok anlamlı



Şekil 4. Olguların % SO₂ değer ortalamalarının örnek zaman dilimlerine göre dağılımı

Operasyon Öncesi ve Sonrası Solunum Fonksiyon Test Sonuçları

Grup Kontrol ve Grup PEEP olguların preoperatif ve postoperatif yapılmış olan SFT leri birbiriyle karşılaştırıldığında, tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı. Her iki grubunda preoperatif ve postoperatif SFT si grup içi karşılaştırıldığında da yine anlamlı bir değişiklik yoktu (Tablo 6).

Tablo 6. Grupların preoperatif ve postoperatif SFT değerlerinin değişimleri ve istatistiksel anlamlılık düzeyleri

	<i>Preoperatif</i>			<i>Postoperatif</i>		
	Grup Kontrol	Grup PEEP	<i>p</i> ¹	Grup Kontrol	Grup PEEP	<i>p</i> ²
FVC	3.31±0.74	3.03±0.76	0.967	3.03±0.76	3.21±0.75	0.460
FEV₁	2.76±0.60	2.50±0.56	0.882	2.50±0.56	2.63±0.64	0.498
FEV₁/FVC	83.41±5.91	83.38±6.63	0.677	83.38±6.63	82.39±9.48	0.704
FEF₂₅₋₇₅	2.99±0.78	2.74±0.88	0.864	2.74±0.88	2.88±1.26	0.684

*p*¹ Preoperatif SFT değerlerinin her iki grup arasındaki anlamlılık düzeyi

*p*² Postoperatif SFT değerlerinin her iki grup arasındaki anlamlılık düzeyi

Hemodinamik Bulgular

Ortalama Arter Basıncı Değerleri

OAB değerlerinde azalma saptandı. Grup Kontrol olguların Entübasyon sonrası 1. dk ve Pron 70 ve 80. dk larda bazal değere oranla anlamlı düzeyde OAB değerlerinde düşüş olduğu saptandı ($p=0.003$, $p=0.001$, $p=0.020$). Bu düşüşün supin 5. dk dan pron 60. dk ya kadar çok anlamlı düzeyde sürdüğü saptanmıştır ($p < 0.0001$) (Tablo 7, Şekil 5).

Grup PEEP olgularda ise Entübasyon sonrası 1. dk dan Pron 50. dk'ya kadar bazal değere oranla çok anlamlı düzeyde OAB değerlerinde düşüş olduğu saptandı ($p < 0.0001$). Pron 60. ve 70. dk larda bu düşüşün anlamlı olarak devam ettiği gözlenmiştir ($p=0.001$, $p=0.017$). Pron 80. dk da bu düşüşün anlamsız düzeyde olduğu saptandı (Tablo 8, Şekil 5).

Ortalama Kalp Tepe Atımı Değerleri

KTA değerlerinde düşme gözlemlendi. Grup Kontrol olguların KTA değerlerinde bazal değere oranla Entübasyon sonrası 1. dk da anlamlı ($p=0.002$), pron 80. dk ya kadar ise çok anlamlı ($p < 0.0001$) düşme olduğu saptandı. Pron 80. dk da ise bu düşüş anlamlı düzeyde idi ($p=0.005$) (Tablo 7, Şekil 6).

Grup PEEP olgularda ise Entübasyon sonrası 1. dk da anlamlı düzeyde ($p=0.005$), pron 40. dk ya kadar ise çok anlamlı düzeyde bazal değere oranla KTA

değerlerinde düşüş olduğu saptandı ($p < 0.0001$). Pron 50. ve 60. dk larda bu düşüş anlamlı olarak sürmüştür ($p=0.003$, $p=0.007$). Pron 70. ve 80. dk larda da anlamsız olarak bazal değere oranla KTA değerlerinde düşüşün sürdüğü saptandı (Tablo 8, Şekil 6).

Ortalama SpO₂ Değerleri

Grup Kontrol olguların SpO₂ değerlerinde bazal değere oranla Entübasyon sonrası 1. ve 5. dk lar ile pron 40. dk da anlamlı düzeyde artış olduğu görüldü ($p=0.004$, $p=0.001$, $p=0.006$), diğer zamanlarda ölçülen değerlerin bazal değere oranla artış oranı ise istatistiksel olarak anlamsız düzeyde idi (Tablo 7, Şekil 7).

Grup PEEP olgularda ise Entübasyon sonrası 1. ve 5. dk larda anlamlı SpO₂ artışı saptandı ($p=0.001$, $p=0.001$). Pron 1. dk dan 40. dk ya kadar ise çok anlamlı düzeyde artış vardı ($p < 0.0001$). Pron 50. ve 60. dk larda bu artış anlamlı olarak sürmüştür ($p=0.001$, $p=0.002$). Pron 70. ve 80. dk larda anlamsız olarak artış devam etmiştir (Tablo 8, Şekil 7).

Ortalama PetCO₂ Değerleri

Grup Kontrol olguların PetCO₂ değerlerinde Entübasyon sonrası 5. dk ile pron 60. dk lar arasında bazal değere oranla çok anlamlı düzeyde düşüş olduğu saptandı ($p < 0.0001$). Bu düşüş pron 70. dk da anlamlı ($p=0.004$), pron 80. dk da ise anlamsız olarak devam etmiştir (Tablo 7, Şekil 8).

Grup PEEP olgularda ise Entübasyon sonrası 5. dk da anlamlı PetCO₂ düşüşü saptandı ($p=0.002$). Pron 1. dk dan 50. dk ya kadar ise çok anlamlı düzeyde düşüş saptandı ($p < 0.0001$). Diğer örnekleme zamanlarındaki PetCO₂ düşüşü anlamsız düzeyde idi (Tablo 8, Şekil 8).

Tablo 7. Grup Kontrol olguların OAB, KTA, SpO₂, PetCO₂ kontrol değerleri ile intraoperatif zaman dilimlerindeki değişimleri ve bu değişimlerin istatistiksel anlamlılık düzeyleri

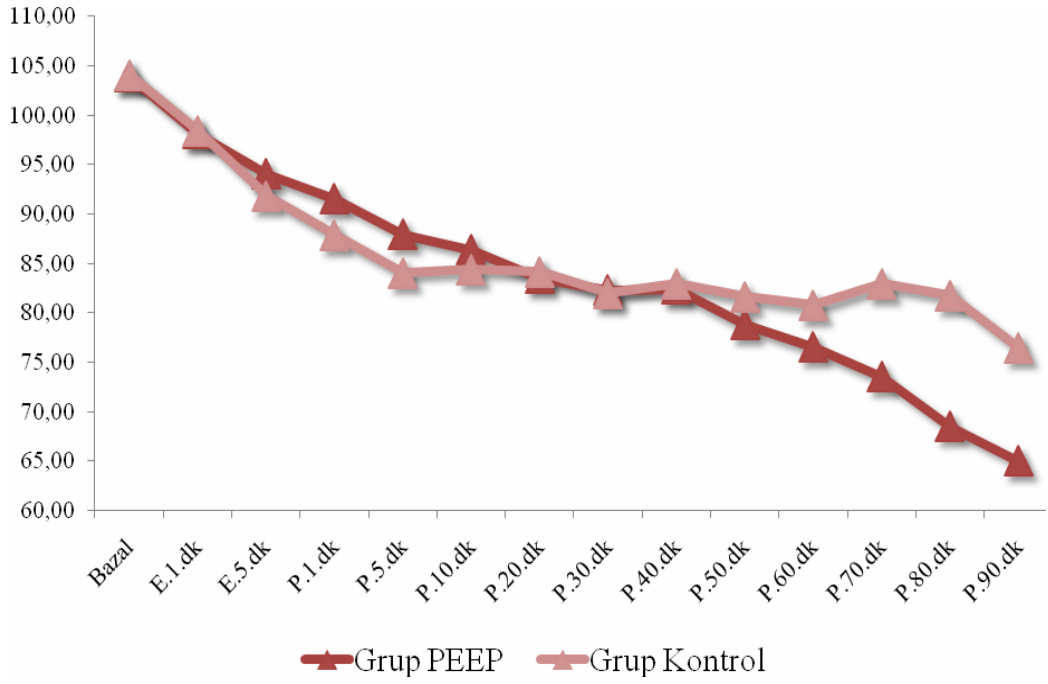
	OAB		KTA		SpO ₂		PetCO ₂	
	Ort±SS	<i>p</i>	Ort±SS	<i>p</i>	Ort±SS	<i>p</i>	Ort±SS	<i>p</i>
Bazal	104.05 ±7.80	-	83.75 ±7.87	-	98.45 ±1.36	-	-	-
Entüb 1 dk	98.40 ±6.26	0.003*	78.55 ±9.96	0.002*	99.00 ±0.92	0.004*	33.95 ±2.46	-
Entüb 5 dk	91.85 ±5.95	<0.0001**	74.95 ±10.14	<0.0001**	99.10 ±0.85	0.001*	33.10 ±2.59	<0.0001**
Pron 1 dk	87.85 ±6.84	<0.0001**	72.55 ±10.10	<0.0001**	99.00 ±0.79	0.012*	32.45 ±2.74	<0.0001**
Pron 5 dk	84.05 ±6.48	<0.0001**	70.00 ±9.67	<0.0001**	99.10 ±0.72	0.015*	31.95 ±2.37	<0.0001**
Pron 10 dk	84.40 ±6.34	<0.0001**	68.70 ±7.81	<0.0001**	99.05 ±0.76	0.014*	31.60 ±2.16	<0.0001**
Pron 20 dk	84.15 ±6.34	<0.0001**	67.75 ±7.71	<0.0001**	99.00 ±0.92	0.024*	31.25 ±2.36	<0.0001**
Pron 30 dk	81.95 ±6.60	<0.0001**	66.10 ±7.34	<0.0001**	99.05 ±0.76	0.014*	30.75 ±2.51	<0.0001**
Pron 40 dk	82.89 ±6.57	<0.0001**	66.58 ±8.10	<0.0001**	99.11 ±0.94	0.006*	30.95 ±1.72	<0.0001**
Pron 50 dk	81.62 ±7.08	<0.0001**	64.08 ±8.31	<0.0001**	99.31 ±0.85	0.089	30.69 ±2.10	<0.0001**
Pron 60 dk	80.75 ±6.89	<0.0001**	63.67 ±7.83	<0.0001**	99.33 ±0.89	0.139	30.58 ±2.27	<0.0001**
Pron 70 dk	82.89 ±8.99	0.001*	65.56 ±8.97	<0.0001**	99.44 ±0.53	0.169	30.11 ±2.85	0.004*
Pron 80 dk	81.75 ±10.59	0.020*	66.25 ±8.54	0.005*	99.25 ±0.50	0.495	29.75 ±3.86	0.022*
Pron 90 dk	76.50 ±13.44	-	64.00 ±2.93	-	99.50 ±0.71	-	29.00 ±2.83	-

p* < 0.05 istatistiksel anlamlı, *p* < 0.0001 istatistiksel çok anlamlı

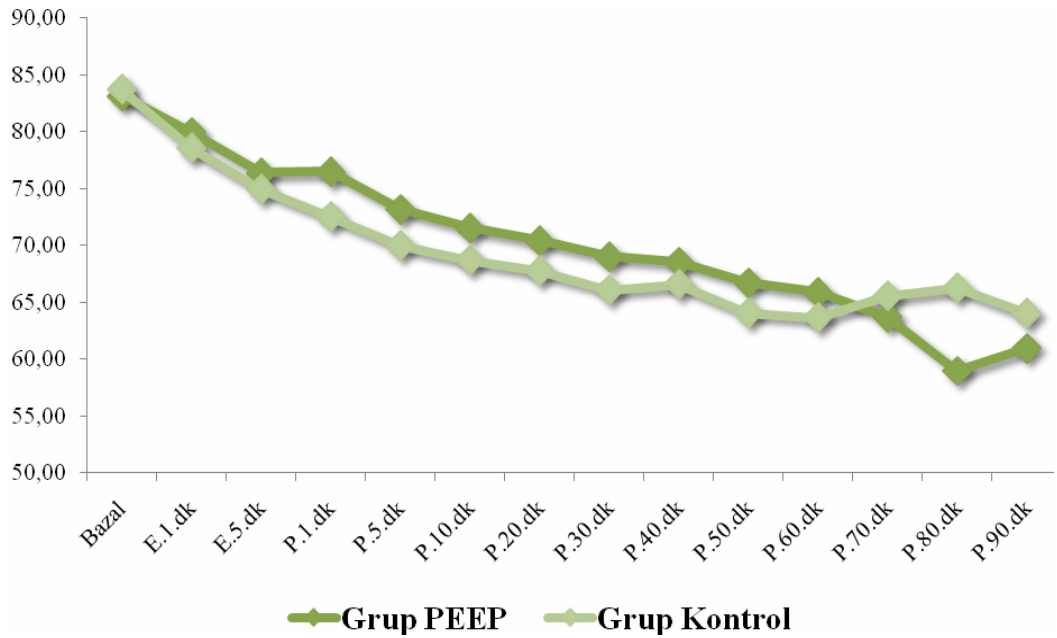
Tablo 8. Grup PEEP olguların OAB, KTA, SpO₂, PetCO₂ kontrol değerleri ile intraoperatif zaman dilimlerindeki değişimleri ve bu değişimlerin istatistiksel anlamlılık düzeyleri

	OAB		KTA		SpO ₂		PetCO ₂	
	Ort±SS	<i>p</i>	Ort±SS	<i>p</i>	Ort±S S	<i>p</i>	Ort±SS	<i>p</i>
Bazal	103.90 ±8.92	-	83.20 ±10.05	-	98.40 ±0.75	-	36.90± 2.73	-
Entüb 1 dk	98.10 ±8.47	<0.0001**	80.00 ±8.42	0.005*	98.85 ±0.59	0.001*	36.15± 2.28	-
Entüb 5 dk	94.00 ±8.06	<0.0001**	76.40 ±7.10	<0.0001**	98.95 ±0.69	0.001*	35.70± 2.36	0.002*
Pron 1 dk	91.55 ±9.61	<0.0001**	76.50 ±7.33	<0.0001**	98.95 ±0.69	<0.0001**	34.95± 2.67	<0.0001**
Pron 5 dk	87.95 ±8.95	<0.0001**	73.20 ±7.11	<0.0001**	98.95 ±0.69	<0.0001**	34.35± 2.64	<0.0001**
Pron 10 dk	86.40 ±9.30	<0.0001**	71.55 ±7.39	<0.0001**	99.05 ±0.76	<0.0001**	33.75± 2.51	<0.0001**
Pron 20 dk	83.50 ±8.25	<0.0001**	70.45 ±7.18	<0.0001**	99.05 ±0.94	<0.0001**	33.60± 2.28	<0.0001**
Pron 30 dk	82.35 ±8.16	<0.0001**	69.05 ±7.46	<0.0001**	99.10 ±0.97	<0.0001**	33.16± 2.46	<0.0001**
Pron 40 dk	82.37 ±8.12	<0.0001**	68.58 ±7.71	<0.0001**	99.21 ±0.79	<0.0001**	32.78± 2.11	<0.0001**
Pron 50 dk	78.78 ±10.10	<0.0001**	66.78 ±7.53	0.003*	99.33 ±1.00	0.001*	31.13± 5.38	<0.0001**
Pron 60 dk	76.50 ±9.59	0.001*	65.88 ±7.66	0.007*	99.25 ±1.04	0.002*	32.75± 3.77	0.012*
Pron 70 dk	73.50 ±10.63	0.017*	63.75 ±7.27	0.097	98.50 ±1.00	0.058	32.00± 0.00	0.021*
Pron 80 dk	68.50 ±4.95	0.063	59.00 ±2.83	0.100	99.00 ±0.00	0.500	32.00± 0.00	0.090
Pron 90 dk	65.00 ± -	-	61.00 ± -	-	99.00 ± -	-	36.90± 2.73	-

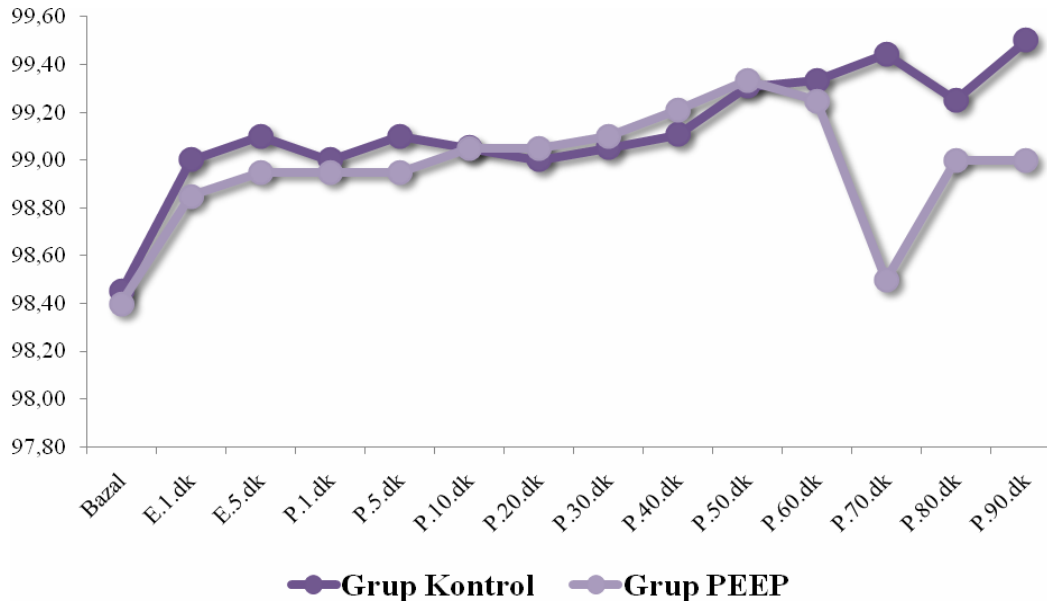
p* <0.05 istatistiksel anlamlı, *p* <0.0001 istatistiksel çok anlamlı



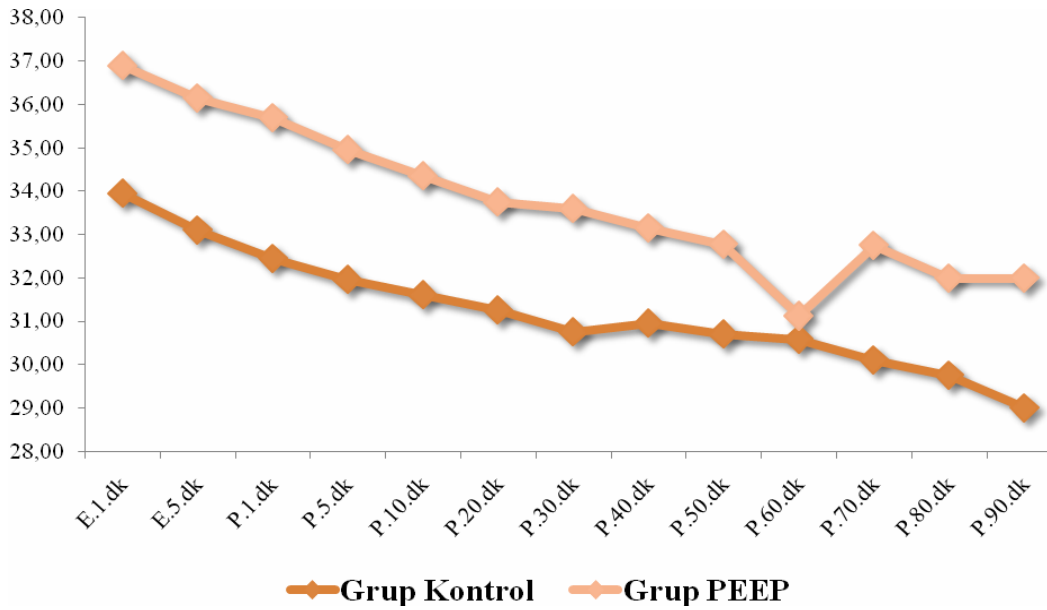
Şekil 5. Olguların OAB değerlerinin dağılımı



Şekil 6. Olguların KTA değerlerinin dağılımı



Şekil 7. Olguların SpO₂ değerlerinin dağılımı



Şekil 8. Olguların PetCO₂ değerlerinin dağılımı

5. TARTIŞMA

Perkütan nefrolitotomi, böbrek taşı operasyonlarında klasik cerrahiye oranla daha az invaziv bir yöntemdir. Bu teknikle böbrek taşları, endoskopik olarak elektro hidrolik yöntemle kırılarak uzaklaştırılır. Kan kaybının minimal, iyileşme süresinin daha kısa, mortalite ve morbiditenin daha az olması, bu tekniğin tercih edilmesindeki en önemli sebeplerdendir.

Girişim genel, epidural ya da lokal anestezi altında 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 (51). Pron pozisyon sırasında respiratuvar kompliyans düşmektedir. Kompliyansı en çok azaltan sebepler, göğüs ekspansiyonunun kısıtlanması, göğüs duvarı elastisitesinde azalma, obezite, kas gevşeticiler ve abdominal basıdır (2). 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. Ayrıca, respiratuvar fizyolojiyi ve oksijenizasyonu düzeltmek için fizyolojik ya da orta dereceli PEEP uygulanabilir.

Intraoperatif PEEP uygulaması günümüzde rutin olarak kullanılmamaktadır. Wetterslev ve ark.'nın çalışmasında, obez olguların üst abdominal açık cerrahi operasyonlarında intraoperatif 0 ve 15-16 mmHg PEEP uygulamışlar, 0 mmHg PEEP uygulanan olgularda postoperatif pnömoninin daha sık oluştuğunu saptamışlardır (52). Almarakbi ve ark. obez olguların laparoskopik üst batın cerrahisinde 10 cmH₂O PEEP uygulamışlar ve 10 dk aralıkla sığ uyguladıkları grupta oksijenasyonun daha da iyi olduğunu bildirmişlerdir (53). 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 (54). Araştırmacılar 5 ile 10 cmH₂O PEEP uygulamasının oksijenasyon üzerine etkilerinin benzer olduğunu vurgulamışlardır. Kim ve ark. nın benzer dizaynla yaptıkları çalışmalarında 5-10 cmH₂O PEEP uygulamasının 0 cmH₂O PEEP e oranla PaO₂ üzerinde daha fazla artışa yol açtığını ve atelektaziye önlediğini bildirmişlerdir (55). 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. Bu nedenle kliniğimizde pron pozisyonda yapılan operasyonların bazılarında PEEP uygulanmaktadır. Uygulanan PEEP düzeyleri de fizyolojik sınırlarda (5-7 cmH₂O) tutulmaktadır. Kliniğimizin PEEP seviyesi üzerine olan bu tercihi Tusman ve ark. ile Kim ve ark. nın çalışma dizaynları ile benzerdir.

Pulmoner fonksiyonun en önemli göstergesi arteryel kan gazı sonuçlarıdır. Asit baz dengesi açısından pH üzerine pulmoner atılımla uzaklaştırılan CO₂ in etkisi çok büyüktür. Ancak organizmadaki tampon sistemleri pH üzerine aktif bir şekilde etki ederek düzenlemektedir. Bu tampon sistemleri içerisinde en yüksek oranda etkiye sahip olan da bikarbonat tampon sistemidir. Bikarbonat tampon sistemi metabolizma sonucunda oluşan [H]⁺ iyonunu karbonik aside çevirir. Hücre metabolizması sonucu oluşan karbonik asit hızlı bir şekilde [H]⁺ iyonu ve bikarbonata çevrilir. Bikarbonat konsantrasyonu düşer, PaCO₂ sabit kalırsa pH düşer. Tersine bikarbonat konsantrasyonu artar, PaCO₂ sabit kalırsa pH artar (37,56). Olgularımızın pH değerleri incelendiğinde bazal değere oranla her iki grup olgularda 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.

Arteryel oksijen basıncı pulmoner fonksiyonun bir diğer önemli göstergesidir. Pelosi ve ark.'nın 17 hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında, prone pozisyonun genel anestezi süresince respiratuar mekaniklere, fonksiyonel rezidüel kapasiteye ve oksijenizasyona etkisini değerlendirmişler, supin pozisyona göre pron pozisyonunda FRK ve PaO₂ değerinde anlamlı olarak belirgin artış saptamışlardır (2). Pelosi ve ark. nın daha sonra yaptıkları bir başka çalışmalarında (18), 10 obez hastada genel anestezi altında prone 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 ventilasyon - perfüzyon oranının düzelmesiyle gerçekleştiğini savunmaktadırlar. 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 intraabdominal basıncın oluşturduğu ekspiriyum sonu akciğer volüm azalmasını PEEP in engelleyerek oksijenasyonu arttırdığı şeklinde açıklamaktadırlar (57). Obez olgularda olduğu gibi, normal olgularda da pron pozisyonda intraabdominal basınç değerleri supin pozisyona oranla daha yüksektir. Bu pozisyonda uygulanacak PEEP, bu fizyolojik etkiyle pulmoner fonksiyonları olumlu yönde etkileyici olacaktır. Tarama sonuçlarımızda PaO₂ değerlerinin PEEP uygulanan olgularda daha yüksek bulunması bu fizyolojik yolak ile açıklanabilir. PEEP uygulanan olguların tüm örnekleme zamanlarındaki PaO₂ değerlerini bazal değere oranla çok anlamlı yüksek bulmamız literatürdeki bu bulgularla paralellik göstermektedir. Oysa PEEP uygulanmamış olan kontrol grubu olgularında PaO₂ değerlerinde bu düzeyde bir artış saptanmadı. PEEP uygulanmamış olgularda bazal değer ve sonraki ölçüm zamanlarında alınan PaO₂ değerleri normal klinik sınırlar içerisindeydi. Yani bu olgularda PEEP uygulanmamış olması olguların kan oksijen düzeyini tehlikeli bir şekilde azaltmamaktadır. Ancak stres altında ya da olası komplikasyon durumlarında daha iyi bir oksijen rezervi, korunmuş bir pulmoner fonksiyon, mortalite ve morbidite üzerine olumlu etki gösterecektir. Bu durum özellikle pulmoner fonksiyonu sınırlı olan olgular ile obez olgularda göz önüne alınması gerekli bir faktördür.

1995 yılında Pelosi ve ark. nın (2) cerrahi pozisyonlar ve PaCO₂ üzerine olan çalışmasında supine oranla pron pozisyonda PaCO₂ nin değişimini anlamsız bulmuşlardır. Aynı dönemde Magi ve ark. (58) ise terisini savunmuş, pron pozisyonda PaCO₂ değerinin supine oranla azaldığını göstermişlerdir. Manikandan ve ark. nın (59) 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. Taramamızda sadece pron pozisyonundaki operasyonlar incelenmiştir. PEEP uygulanan ve uygulanmayan her 2 grup olguda PaCO₂ değerlerinin bazal değerlere oranla azalma gösterdiğini saptadık. Bu bulgumuz literatürde pron pozisyonun PaCO₂ değerini azalttığı iddiasıyla örtüşmektedir. Ancak PEEP uygulanan olgularda

PaCO₂ deęerindeki dūřuřun daha anlamlı dūzeyde olması, pron pozisyonda PEEP uygulamasının pulmoner fonksiyonlar ūzerine daha olumlu etki oluřturduęunu gōstermektedir.

Cerrahi girişim planlanan olguların ūzelliklerine ve planlanan cerrahinin tūrüne gōre preoperatif bir takım değerlendirme testleri yapılmaktadır. Bu değerlendirme testleri olgunun peroperatif ve postoperatif dōnemlerde morbidite ve mortalitesini azaltmaya yōneliktir. Bu testler basit bir hemogram testinden, ayrıntılı biyokimyasal incelemelere hatta invaziv - noninvaziv girişimsel gōruntulemelere kadar değişiklik gōstermektedir. Risk grubuna girebilecek olgularda pulmoner fonksiyonların preoperatif irdelenmesi için arteryel kan gazı ve solunum fonksiyon testleri yapılmaktadır (60). Pron pozisyonda solunum fonksiyonları ūzellikle obez ve KOAH hastalarında kolaylıkla bozulabildiği için ve PNL operasyonları bazen uzun sūrebildięi için kliniğimizde sıklıkla bu operasyona girecek olgularda preoperatif solunum fonksiyon testi çalışılmaktadır. Kaynak taramalarında gerek pron pozisyonda yapılan cerrahi girişimlere yōnelik gerekse operasyonlardaki PEEP uygulamalarına yōnelik solunum fonksiyon testlerinin etkisini araştıran çalışmalara rastlamadık. alışmalar ağırlıklı olarak yoğun bakım olguları ūzerine yapılmaktadır. Peroperatif evreye yōnelik solunum fonksiyon testlerinin etkinliğine yōnelik çalışmalar laparoskopik cerrahi girişimler ūzerine yapılmaktadır.

Laparoskopik cerrahi de pron pozisyon gibi solunum fonksiyonlar ūzerine olumsuz etki gōsterebilecek bir cerrahi tūrüdür. Laparoskopik giriřimler ve PNL operasyonları açık cerrahi teknięe oranla daha az invaziv operasyonlar arasında sayılabilir. Açık abdominal cerrahi sonrası, aęrı nedeniyle derin inspirasyon yapılamamasına baęlı olarak postoperatif solunum fonksiyon testlerinde kōtuleřme en yūksək dūzeyde beklenir (61). Bu etkinin laparoskopik giriřimler ile PNL operasyonu sonrasında en az dūzeyde oluřması beklenir (62). Ancak burada belirleyici olabilecek ūnemli faktōrler; etkin bir postoperatif analjezi prosedūrü ve erken mobilizasyondur. Etkin bir analjezi saęlanır ve mobilizasyon ne kadar erken bařlarsa pulmoner fonksiyonlar da operasyondan o oranda az etkilenir.

Laparoskopik abdominal giriřimlerde postoperatif solunum fonksiyon testlerinde deęiřik dūzeylerde azalmalar olduęunu gōsteren çalıřmalar vardır (62-67).

Taramamızda PEEP uygulanan ve uygulanmayan her 2 grup olgularımızın solunum fonksiyon testlerinde, postoperatif 1. günde preoperatif değerlere oranla biz de azalma saptadık. Ancak bu azalmanın her iki grupta da istatistiksel açıdan anlamsız düzeyde olduğu saptandı. Kliniğimizde bu tür olguların postoperatif ağrı tedavisi etkin bir şekilde yapılmaktadır. Solunum fonksiyon testindeki preoperatif döneme göre oluşan bu önemsiz azalmaya, uyguladığımız postoperatif analjezinin katkısı olduğunu düşünmekteyiz.

Hemodinami üzerine pron pozisyonun ve PEEP uygulamasının doğrudan etkisi vardır. Pron pozisyonda intraabdominal basıncın aşırı yükselmesine yol açacak hatalı pozisyon verilmesi durumunda kan alt ekstremitelerde gölleneceği için kardiyak output azalacaktır. PEEP uygulaması da intratorasik basıncı 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 (58,73,78). 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 sistolik arteriyel basınç düşüşü gösterilmiştir (70). Bizim araştırmamızda da PEEP uygulanan ve uygulanmayan tüm olgularda bazal değere oranla ortalama arteriyel basınçta 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; fizyolojik düzeyde PEEP uygulamasının hemodinami üzerinde çok da olumsuz etkisinin olmadığını bir göstergesi olduğunu düşünmekteyiz.

Pron pozisyonunda PNL uygulanan, ASA I-II sınıfından 20 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, hastaların kalp atım hızlarında bazal değerlere göre anlamlı bir düşüş olduğu bildirilmiş ve bunun peroperatif anestezi derinliğine bağlı geliştiği iddia edilmiştir (72). Benzer protokolle ve PEEP ekleyerek 40 olgu üzerinde yapılan bir başka çalışmada da kalp atım hızlarında azalma olduğu; ancak bu azalmanın PEEP uygulananlarda daha az anlamlı olduğu bildirilmiştir (70). Araştırmamız sonuçlarına göre PEEP uygulanan ve uygulanmayan tüm olgularda kalp atım hızında bir azalma olduğu saptanmıştır. Bu azalma normal klinik sınırlar içerisinde ve her iki grupta da benzer anlamlılık seviyelerindedir. Yani PEEP uygulamasının kalp atım hızı üzerine olumsuz ya da olumlu herhangi bir etkisini saptayamadık. Bu bulgumuzu da 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, EtCO₂ değerlerinin ise azaldığı bildirilmektedir. Araştırmacılar bunu, pron pozisyonunda göğüs duvarının esnekliğinin artması, tidal volümün buna bağlı olarak artışı ve CO₂ atılımının artmasına bağlamaktadırlar (70). Tarama sonuçlarımıza göre, PEEP uygulanan ve uygulanmayan tüm olgularımızda bazal değere oranla PetCO₂ değerlerinde anlamlı azalma olduğunu saptadık. Bu bulgumuz, arteriyel kan gazlarından PaCO₂ değerlerindeki anlamlı azalma ile paralellik göstermektedir. Bu azalmanın her iki grupta da benzer oranlarda gerçekleşmesi nedeniyle; PEEP uygulamasının PetCO₂ üzerine olumlu ya da olumsuz bir etkisinin olmadığı kanısındayız. Ancak, toraks ve pelvik bölgenin iyi desteklenip, batin içi basıncın artışına izin verilmemesi durumunda, pron pozisyonunda solunumun rahat yapılabilmesi ve tidal volümün 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 (74-77). Taramamız sonuçlarına göre SpO₂ değerleri üzerine pron pozisyon ve PEEP uygulamasının etkisi belirgindir. SpO₂ değerlerinin, PEEP uygulanan olgularda PaO₂ değerlerine paralel şekilde çok anlamlı artış gösterdiğini saptadık. Bu artış PEEP uygulanmayan olgularda daha kısa zaman diliminde ve daha düşük seviyede gerçekleşti. PEEP uygulamasının solunum üzerine olumlu etkisine bağlı olarak SpO₂ değerlerinde de artışa neden olduğunu düşünmekteyiz.

6. SONUÇ

Pron pozisyonda uygulanan perkütan nefrolitotomi cerrahisinde, 5-7 cmH₂O PEEP uygulamasının arter kan gazı testlerinde anlamlı fark oluşturduğunu; CO₂ atılımını hızlandığını, oksijenasyonu iyileştirdiğini saptadık. Bu seviyede fizyolojik PEEP'in hemodinamik sistem üzerine etkisinin minimal düzeyde olduğunu; ortalama arteriyel basınç ve kalp tepe atım hızında azalmaya yol açtığını, bu azalmanın da normal klinik sınırlar içerisinde kaldığını saptadık.

Olgulara yapılmış olan preoperatif ve postoperatif solunum fonksiyon testlerinin sonuçlarına göre; fizyolojik PEEP uygulanan ve uygulanmayan tüm olgularda operasyona bağlı olarak solunum fonksiyonlarında azalma olduğu, bu azalmanın normal klinik sınırlar aralığında kaldığı, PEEP uygulamasının erken postoperatif dönemde solunum fonksiyon testleri üzerine bir etkisinin olmadığını saptadık.

ÖZET

Pron Pozisyonda Perkütan Nefrolitotomi Yapılmış Olgularda Peep Uygulamasının, Kan Gazı, Solunum Mekanîği ve Hemodinami Üzerine Etkilerinin Retrospektif İncelenmesi

2008 - 2009 yıllarında, ASA I-II grubunda, pron pozisyonda genel anesteziyle PNL operasyonu gerçekleştirilmiş; peroperatif PEEP uygulanmayan ve 5-7 cmH₂O PEEP uygulanan 40 hasta dosyası taranarak kan gazı, hemodinami ve solunum fonksiyon testleri üzerine etkileri araştırıldı.

Arteriyel kan gazları, indüksiyon sonrası supin 5., pron 5., 30., 60. ve 90. dk değerleri kaydedildi. Hemodinamik veriler, operasyon öncesi bazal değer alınarak entübasyon sonrası 1. ve 5. dk, pron pozisyonda 1., 5., 10., 20., 30., 40., 50., 60., 70., 80., 90. dk değerleri kaydedildi. Preoperatif ve postoperatif solunum fonksiyon testleri verileri karşılaştırıldı.

Her iki grubun tüm olgularında kontrol değerlerine göre pH değerlerindeki değişimlerin anlamsız düzeylerde olduğu saptandı. Kontrol grubuna oranla Grup PEEP olgularda PaO₂ ve % SO₂ değerlerindeki yükselmenin daha anlamlı olduğu saptandı. Ancak CO₂ atılımında Grup PEEP olgularda anlamlı bir atılım artışı saptanırken, kontrol grubundaki olgularda kontrol PaCO₂ değerleri operasyon süresince anlamsız değişiklikler gösterdi.

Solunum fonksiyon testlerinin grup içi ve gruplararası karşılaştırılmasında anlamsız değişiklikler saptandı.

Pron pozisyon ve bu pozisyonda PEEP uygulamasının hemodinami üzerine olan olumsuz etkisi, ortalama arter basıncında düşme şeklinde gözlemlendi. Bu düşüş her iki grup olgularda anlamlı düzeyde saptandı. Ancak değerler normal klinik sınırlar içerisinde kaldı. Aynı şekilde kalp tepe atımı değerleri de her iki grup olguda normal klinik sınırlar içerisinde olmasına rağmen anlamlı düzeyde azalma gösterdi.

Pron pozisyonda intraoperatif 5-7 cmH₂O PEEP uygulamasının; hemodinami üzerine minimal olumsuz etkilerinin olduğunu, bu etkinin normal klinik sınırlar içerisinde bulunduğunu; solunum sistemi üzerine etkisinin ise oksijenizasyonu iyileştirici yönde olduğunu, CO₂ atılımını anlamlı derecede artırdığını, postoperatif solunum fonksiyon testlerine yansıyan olumsuz bir etkisinin bulunmadığını saptadık.

Anahtar sözcükler: Genel anestezi; Pron pozisyon; PEEP; Kan gazı analizi; Solunum fonksiyon testleri

SUMMARY

The Effects of Peep Application on Respiratory Mechanics, Blood Gas Analysis and Haemodynamics During Nephrolitotomy on Prone Position

Hospital records of 40 patients in ASA I-II group, who have undergone PNL operation at prone position with 5-7 cmH₂O PEEP application and without preoperative PEEP treatment, were reviewed and the possible effect of PEEP on arterial blood gas, hemodynamic status and respiratory functions was investigated. After the induction, arterial blood gas values were recorded for whole patients at 5th min with supine position and at 5th, 30th, 60th and 90th minutes with prone position. Hemodynamic measurements were performed before the operation, at 1st and 5th minutes after the intubation and during the 1st, 5th, 10th, 20th, 30th, 40th, 50th, 60th, 70th, 80th and 90th minutes intraoperatively at prone position. Also, preoperatively and postoperatively established respiratory function data were compared.

It was found that there was no statistically significant difference in both groups by means of pH values, when compared with the controls ($p > 0,05$). The increment in partial oxygen pressure (PaO₂) and oxygen saturation percent (SO₂ %) values were more prominent in PEEP Group cases, when compared with the controls. However, as there was a significant increase in CO₂ exhalation in PEEP Group cases, the partial carbondioxyde pressure (PaCO₂) values measured from the control group exerted non-significant changes during the operation. The comparison of respiratory function test values in the same group and between two groups has yielded non-significant results ($p > 0,05$).

The negative effect of prone position and PEEP application at this position on hemodynamic status was observed as the decrement in mean arterial pressure and this was significant for both groups, but the measured values in normal accepted clinical range. Likewise, heart pulse values were prominently decreased in two groups within normal range.

As a result, we have concluded that intraoperative 5-7 cmH₂O PEEP application has minimal negative effect on hemodynamic status which is within normal clinical limits, whereas this treatment has ameliorating effect on oxygenization by significantly increasing the CO₂ exhalation and has no side effect on post-operatively measured respiratory function tests.

Key words: Anesthesia, General; Prone position; Positive End-Expiratory Pressure; Blood Gas Analysis; Function Test, Pulmonary

KAYNAKLAR

1. Matlaga BR, Assimos DG. Changing indications of open stone surgery. *Urology*, 2002; 59: 490.
2. 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.
3. Jones AT, Hansell DM, Evans WE. Pulmonary perfusion in supine and prone positions: an electron-beam computed tomography study. *J Applied Physiol*, 2000; 90: 1342-1348.
4. Karamanoğlu B. Genel anestezi pozisyonun solunuma etkileri. *TARK Özet Kitabı*, 2000: 55.
5. Marini JJ, Hotchkiss JR. PEEP in Prone position: reversing the perfusion imbalance. *Critical Care Medicine*, 1999; 27: 1-2.
6. Khasidy LR, Smith AD. The Re-entry Nephrostomy catheter for endourological applications. *J Urol*, 1985; 133: 165-166.
7. Wolf JS, Clayman RV. Percutaneous Nephrostolithotomy: What is its role in 1997? *Urol Clin North Am*, 1997; 24: 43-58.
8. Preminger GM, Clayman RV, Curry T, Redman HC, Peters PC. Outpatient percutaneous nephrolithotomy. *J Urol*, 1986; 136: 355-357.
9. Grasso M, Taylor F. Techniques for percutaneous renal access. In Sosa RE, Jenkins AD, Albala DM, Perimutter AP. *Textbook of endourology*, Philadelphia, WB Saunders, 1997; 99-113.
10. Lee WJ, Smith AD, Cubelli V, Badlani GH, Lewin B, Vernace F, et al. Complications of percutaneous nephrolithotomy. *Am J Roentgenol*, 1987; 148: 177-180.
11. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, et al. Nephrolithiasis Clinical Guidelines Panel summary report on the management of staghorn calculi. The American Urological Association Nephrolithiasis Clinical Guidelines Panel, *J Urol*, 1994; 151:1648-1651.
12. Lange EK; Percutaneous nephrostolithotomy and lithotripsy. A multi institutional survey of complications. *Radiology*, 1987; 162-165.
13. Young AT, Hunter DW, Casteneda-Zuniga VR. Percutaneous extraction of urinary calculi: Use of intercostal approach. *Radiology*, 1985; 154: 633.
14. Joseph T, Nitti MD, Gary J. Anestezi Komplikasyonları In: *Klinik Anesteziyoloji*. Tulunay M, Çuhruk H. "3. Baskı" 2004; 898-900.
15. Lynch S, Brand L, Levy A. Changes in Lung-Thorax Compliance During Orthopedic Surgery. *Anesthesiology*, 1959; 20: 278-282.
16. Safar P, Agosto-Escaraga L. Compliance apacic anesthetized adults. *Anesthesiology*, 1959; 20: 283-289.
17. Damia G, Mascheroni D, Croci M, Tarenzi L. Perioperative changes in functional residual capacity in morbidly obese patients. *Br J Anaesth*, 1988; 60: 574-578.

18. Pelosi P, Croci M, Calappi E, Mulazzi D, Cerisara M, Vercesi P, et al. Prone position improves pulmonary function in obese patients during general anesthesia. *Anesth Analg*, 1996; 83: 578-583.
19. Stranberg A, Tokics L, Brismar B, Lundquist H, Hedenstierna G. Constitutional factors promoting development of atelectasis during anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1987; 31: 214.
20. Kraye S, Rehder K, Vettermann J, Didier EP, Ritman EL. Position and motion of the human diaphragm during anesthesia paralysis. *Anesthesiology*, 1989; 70: 891-898.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Pilbeam SP. *Mekanik Ventilasyon Fizyolojik ve Klinik Uygulamalar*, Logos Yayıncılık, İstanbul, "3.Baskı" edition çevirisi, 1998; 27-41; 140-172.
25. Morgan Jr GE, Mikhail MS. *Klinik Anesteziyoloji*; Nobel Tıp Kitapevleri, 2002; 79-83.
26. 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.
27. Morgan E. *Respiratory physiology and anaesthesia. Clinical Anesthesiology*, "2 nd Ed." Apleton and Lange Stanford, 2002: 475-510.
28. 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.
29. Nishikawa T. Letters to the Editor: Prone position an oxygenation. *Anesth Analg*, 1996; 82: 885-896.
30. Murray JF, Wilkins RL, Jacobsen WK, Sheldon RL. Titration of PEEP by the atrial minus end-tidal carbondioxide gradient. *Chest*, 1984; 85-100.
31. 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.
32. Acıcan T. Arter kan gazları. *Yoğun Bakım Dergisi*, 2003; 3: 160-175.
33. Mure M, Lindahl SGE. Prone position improves gas exchange-but how? *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 2001; 45: 150-159.
34. Kayhan Z. *Klinik Anestezi*; Logos Yayıncılık, İstanbul, 1997, "2. Baskı"; 246-269.
35. Johannigman J. Prone positioning and inhaled nitric oxide: Synergistic therapies for acute respiratory distress syndrome. *J Trauma*, 2001; 5: 589-596.
36. 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.

37. Shapiro BA, Peruzzi WT, Kozelowski-Templin R. Clinical Application of Blood Gases. "5 nd Ed." St. Louis, Mosby, 1994; 79-83.
38. Şahinoğlu H. Yoğun Bakım Sorunları ve Tedavi. "2. Baskı", Ankara, Türkiye Klinikleri, 2003; "Bölüm 14".
39. Venkatesh B, Hendry SP. Continuous intra arterial blood gas monitoring. *Intensive Care Med*, 1996; 22: 818.
40. Lawrence VA, Hilsenbeck SG, Mulrow CD, Dhanda R, Sapp J, Page CP. Incidence and hospital stay for cardiac and pulmonary complications after abdominal surgery. *J Gen Intern Med*, 1995; 10: 671-678.
41. Bartlett R, Brennan ML, Gazzaniga AB. Studies on the pathogenesis and prevention of postoperative pulmonary complications. *Surgical Gynecology Obstetri*, 1973; 137: 925-933.
42. Smetana GW. Preoperative pulmonary evaluation. *N Eng J Med*, 1999; 340: 937-944.
43. Wiener-Kronish JP, Albert RK. Preoperative Evaluation. In: *Textbook of Pulmonary Medicine*, Eds: Murray JF, Nadel JA. "3 nd Ed." Philadelphia, 2000; 883-894.
44. Nakagawa M, Tanaka H, Tsukuma H, Kishi Y. Relationship between the duration of the preoperative smoke-free period and the incidence of postoperative pulmonary complications after pulmonary surgery. *Chest*, 2001; 120: 705-710.
45. Grippi MA, Metzger LF, Sacks AV, Fishman AP. Pulmonary function testing. In: *Fishman's pulmonary diseases and disorders*. Fishman AP, Elias JA, Fishman JA, Grippi MA, Kaiser LR, Senior RM. "3 nd Ed." New York, Mc Graw Hill, 1998; 533-574.
46. American Thoracic Society: Standardization of spirometry, 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995; 152: 1107-1136.
47. Morris JF, Temple WP, Koski A. Normal values for the ratio of one-second forced expiratory volume to forced vital capacity. *Am Rev Respir Dis*, 1973; 108: 1000-1003.
48. Ruppel G. *Manual of pulmonary function testing*. "5 nd Ed" St Louis, Mosby Year Book, 1991.
49. Milic-Emili J, Koulouris NG, D'Angelo E. Spirometry and flow-volume loops. *Eur Respir Mon*, 1999; 12: 20-32.
50. Quanjer Ph. H, Tammeling GJ, Cotes JE. Lung volumes and forced ventilatory flows. *Eur Respir J*, 1993; 6: 5-40.
51. Stranberg A, Tokics L, Brismar B, Lundquist, Hedenstierna G. Constitutional Factors Promoting Development of Atelectasis During Anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1987; 31: 21-24.
52. Wetterslev J, Hansen EG, Roikjaery O, Kanstrupz 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.
53. 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.
54. 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.

55. 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.
56. Thompson CS. Acid Base disorders and electrolyte imbalance. *Comprehensive respiratory care*. Pennsylvania, WB saunders Company, 1995; 70-97.
57. 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.
58. 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.
59. Manikandan S, Umamaheswara Rao GS. Effect of Surgical Position on Pulmonary Gas Exchange in Neurosurgical Patients. *Indian J. Anaesth*, 2002; 46; 356-359.
60. Beckles MA, Spiro SG, Colice GL, Rudd RM. The physiologic evaluation of patients with lung cancer being considered for resectional surgery. *Chest*, 2003; 123: 105-114.
61. Pedersen T, Elisen K, Henriksen E. A prospective study of risk factors and cardiopulmonary complications associated with anaesthesia and surgery: risk indicators of cardiopulmonary morbidity. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1990; 34: 144-155.
62. The Southern Surgens Club. A prospective analysis of 1518 laparoscopic cholecystectomies. *N Engl J Med*, 1991; 324: 1073-1078.
63. Akdemir PB. Elektif retroperitoneal laparoskopik ürolojik cerrahi uygulanan hastalarda, CO₂ insüflasyonunun kan gazı, solunum mekaniği ve hemodinamik parametrelere etkisi. İstanbul, 2008; Tez çalışması.
64. Meek GR. Advanced laparoscopic gynecologic surgery. *Surg Clin Nort Amer*, 2000: 1443-1464.
65. Di Mossa A, Avella R, Gentili C. Respiratory dysfunction related to diaphragmatic shoulder pain after abdominal and pelvic laparoscopy. *Minerva Anesthesiol*, 1996; 62: 171-176.
66. Mohzen AA, Khalil YM, Noor-Eldin TM. Pulmonary function changes after laparoscopic surgery. Relation to the sites of parts and the duration of pneumoperitoneum. *J. Loproendosc Surg*, 1996; 6: 17-23.
67. Kimberley NA, Kirkpatrick SM, Watters JM. Alterations of in respiratory mechanics after laparoscopic and open surgical procedüres. *Can J Surg*, 1996; 39: 312-316.
68. Luecke T, Pelosi P. Positive end-expiratory pressure and cardiac output. *Critical Care*, 2005; 9: 607-621.
69. Kim HK, Gordon LM, Pinsky MR. Positive pressure ventilation uncouples arterial pulse pressure and stroke volume. *Am J Respir Crit Care Med*, 2009; 179: 54-96.
70. Çorman P. 10 cmH₂O PEEP uygulamasının modifiye pron pozisyonundaki hastalarda arteryel oksijenizasyon ve solunum mekaniği üzerine olan etkileri. İstanbul, 2006; Tez çalışması.
71. Wahba RWM, Tessler MJ, Kardash KJ. Carbon dioxide tensions during anesthesia in the prone position. *Anesth Analg*, 1999; 86: 668-669
72. Karaali Ö. Perkütan nefrolitotripsi cerrahisinde genel anestezi özellikleri ve pron pozisyonunun solunum mekaniklerine etkisi. *Cerrahpaşa*, 2003; Tez çalışması.

73. 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.
74. 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.
75. 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.
76. 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.
77. 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.