

**T.C.
Gazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Üroloji Anabilim Dalı**

**ÜROLOJİK LAPAROSKOPİK CERRAHİDE ABDOMİNAL CO2
İNSUFLASYONUNUN HEMODİNAMİK VE VENTİLATÖR ETKİLERİ**

**Uzmanlık Tezi
Dr. Süleyman Yeşil**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Lütfi Tunç**

Ankara – 2008

TEŐEKKÖR

Uzmanlık eğitimim süresince değerli ilgi ve yardımlarını gördüğüm, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. İbrahim BOZKIRLI' ya, yetişmemde büyük katkı ve emekleri bulunan tüm öğretim üyelerine, eğitimim süresince ve tezimin tüm aşamalarında içten ilgi, yardım ve desteğini gördüğüm Sayın Doç. Dr. Lütfi TUNÇ ve Prof. Dr. Hasan BİRİ'ye, önemli katkıları olan Gazi Üniversitesi Anestezi Anabilim Dalı'ndan Prof. Dr.Fusun BOZKIRLI' ya, Üroloji'yi ve cerrahi'yi sevmemde büyük katkıları olan Uzm. Dr. Fazlı POLAT'a, eşim Pediatri Uzm. Dr. Şule Yeşil'e ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Dr. Süleyman Yeşil

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|--|-------|
| 1.GİRİŞ..... | 5 |
| 2.GENEL BİLGİLER..... | 6 |
| Laparoskopinin Tarihçesi | 6 |
| Laparoskopide Kullanılan Gazlar..... | 9 |
| Pnömooperitonyum Oluşturulması..... | 10 |
| pnömooperitonyum'un Erken Dönem Etkileri | 11 |
| Pnömooperitonyum'un Solunum Sistemine Etkileri | 11 |
| Pnömooperitonyum'un Böbreklere Etkisi | 12 |
| Pnömooperitonyum'un Kardiyak Sisteme etkisi..... | 13 |
| Pnömooperitonyum'un Pozisyonla İlişkisi | 14 |
| Pnömooperitonyum'un Obezite İle İlişkisi | 15 |
| 3.GEREÇ VE YÖNTEM..... | 16 |
| 4.BULGULAR..... | 17 |
| 5.TARTIŞMA..... | 25 |
| 6.SONUÇ..... | 29 |
| 7.ÖZET..... | 31 |
| 8.SUMMARY..... | 32 |
| 9.KAYNAKLAR..... | 33 |

KISALTMALAR

| | |
|------------------|--|
| FRK | : Fonksiyonel Rezidüel Kapasite |
| VKI | : Vücut Kitle İndeksi |
| PCO ₂ | : Parsiyel Karbon Dioksit basıncı |
| PO ₂ | : Parsiyel oksijen basıncı |
| FVC | : Zorlu Vital Kapasite |
| FEV1 | : 1. Saniyedeki Zorlu Ekspiratuvar Volüm |

1.GİRİŞ

Laparoskopik yaklaşım, ilk olarak jinekoloji ve genel cerrahi tarafından uygulanmış, uzun yıllardır kabul görmüş ve yaygınlaşmıştır. Bu nedenle hastalar açısından iyi dökümente edilmiş sonuçları mevcuttur. Laparoskopik cerrahide, peritoneal kavite içinde veya diğer ölü boşluklar içinde uygun çalışma ortamı oluşturulması amaçlanmaktadır (1-2). Laparoskopik kolesistektomide ve jinekolojik prosedürlerde, intraperitoneal karbon dioksit (CO₂) insüflasyonunun kardiyovasküler etkileri hastaların genel durumuna paralel bulunmuş (27), ancak 1990'lı yılların sonunda laparoskopik yaklaşım renal ve adrenal cerrahilerde yaygınlaşmaya başladıktan sonra yapılan çalışmalarda; Kardiyopulmoner sisteme etkilerinin diğer prosedürlere göre ürolojik prosedürlerde farklılık gösterdiği görülmüştür (30). Ürolojik prosedürlerde laparoskopik cerrahinin daha uzun zaman alması, hastanın genellikle lateral pozisyonda olması, intraperitoneal ve retroperitoneal bölgelerin CO₂ insüflasyonunu içermesi nedeniyle ayrı değerlendirilmelidir (3).

CO₂ ile sağlanan pnömoperitonyuma alternatif bazı gazlar (Nitröz oksit, Argon, Helyum) olmasına rağmen halen kullanılabilirlik, komplikasyon ve maliyeti nedeniyle en çok kullanılan gaz CO₂'dir (20). İntra-abdominal basınç abdominal kavitenin kompliyansı ve gaz insüflasyonunun miktarına göre belirlenir (4). Genellikle bu basınç 14-15 mmHg olarak ayarlanır. Oluşan basınç artışı sonucunda diyafragmanın yer değiştirmesi ile birlikte akciğer volümlerinde azalma, fonksiyonel rezidüel kapasitede azalma (FRK), akciğer rezistansı ve ventilasyon-perfüzyon dengesizliğinde artma gelişir (5). Trandelenburg pozisyonu FRK'nin daha fazla azalmasına neden olur (6). Tüm bunların sonucunda atelektazi ve hava yolu kapanmasını önleyen FRK düzeyinin altına inebilir. Arteriyel oksijenasyonda azalma ve tidal volümü oluşturan ölü hacimlerin artışına yol açabilir. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda hastaların Vücut Kitle İndeksi (VKI) ile solunum mekaniklerin bozulması arasında anlamlı ilişki bulunmuştur (5-6).

Biz bu çalışmamızda, üroloji'de açık prosedürlerin yerini almakta olan laparoskopik ameliyatlarda ağrı ve enfeksiyon riskinin daha fazla olması, hastanede yatış süresinin daha kısa olması, gibi birçok avantajlarının olmasına karşın (15), gaz insüflasyonu nedeniyle hastalar açısından taşıdığı riskleri, hemodinamik ve ventilatör değişiklikleri vurgulamayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. LAPARASKOPİNİN TARİHÇESİ

Bozzini'nin 1805'de ilk endoskopu geliştirmesi, ileride laparoskopi'ye geçişin ilk adımı sayılabilir. Nitze 1877 yılında endoskopik görüntüyü önemli derecede büyüten optikleri kullanıma sokarak endoskopik cerrahinin gelişimine büyük katkı sağlamıştır(7). Laparoskopik yaklaşım sayılabilecek ilk girişim, Kelling'in 1900'lü yılların hemen başında ilk kez sistoskop ile köpeğin intraabdominal bölgesini gözlemlemeye çalışmasıdır. Kelling (1901), bir iğne yardımı ile abdomeni oda havası ile şişirmiştir. Bu havanın dış ortamdaki mikroorganizmaları karın içine taşınmasını engellemek açısından gözenekli pamuk ve benzeri maddelerle süzülerek bir iğne aracılığıyla verildiği ifade edilmiştir(9). Ancak 1924'te İsviçreli Zollikofer (1925), bugün halen maliyet ve etki açısından laparoskopide en güvenilir gaz olan CO₂, ilk kez kullanmış ve günümüzde teknolojik ilerlemeye rağmen laparoskopide kullanımı değişmeyen temel bir yaklaşım olmuştur. İnsüflasyon iğnesinde yay sistemini ilk kez Goetze (1918) adında bir bilim adamı kullanmıştır. Laparoskopik ameliyatlarda kullanılan insüflasyon iğnesi, ilk kez başka bir amaçla, plevral boşlukta pnömotoraks oluşturmak için bir iç hastalıkları uzmanı olan Veress tarafından kullanılmış, daha sonra bu iğne intraperitoneal insüflasyon sağlamak için standart hale gelmiştir. Kelling'in bu girişiminden esinlenen, Jacobaeus isimli (1910) bir iç hastalıkları uzmanı sübaplı bir trokar kullanarak, hava insüflasyonunu ve abdominal boşluğa endoskopi uygulamayı, başka bir trokar kullanmadan eş zamanlı olarak yapabirmiştir. Daha sonra bu klinik tanı tekniğini "koelioskopie" olarak tanımlamıştır (8). Bu teknik minimal invazif, tanısal amaçla kullanılan bir çeşit laparoskopi yöntemidir.

1900'lü yılların başında, Avrupa'da yapılan bu çalışmalarla birlikte Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) John Hopkins Üniversitesinde görevli Bernheim (1911) adındaki bilim adamı daha sonra organoskopi adını verdiği bir uygulama ile peritoneal boşluğu proktoskop ile görerek intraabdominal patolojileri değerlendirmeye çalışmıştır. Tüm bu çalışmalara rağmen, karın içindeki ısının görüntü üzerindeki olumsuz etkisi, buğulanmaya yol açması, bu

tür uygulamaların yaygınlaşmasına önemli bir engel teşkil etmiştir. 1950’li yıllarda, Fransız-İngiliz araştırmacıların bu ciddi ısı farkından daha az etkilenen, yüksek kuvvette fiber optik soğuk ışık kaynağı geliştirmesi, laparoscopiye pratik anlamda geçiş için ciddi bir atılım olmuştur. Teknolojik ilerlemelere paralel olarak diğer optik malzemelerde olduğu gibi endoskopta, endoskopun çözünürlüğünde ve kontrastında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (7). Bu gelişmelerden en önemlisi, 1960’ların başında endoskopta kullanılmak üzere, Hopkins’in (1976) geniş çubuk şeklinde ve ışığı taşıyan kuartz mercekleri (Rod lens teleskop) geliştirmesidir. Bu çalışmalar tıp alanı dışında da devam etmiş, ışık kaynağında, optik aygıtlarda, insüflasyon tekniklerinde ve yeni trokar yapımında ciddi gelişmeler sağlanmıştır. Bu atılımlar, tanı amaçlı, boşlukları açık cerrahi olmadan görme çabalarının devamında, eş zamanlı patolojilerin tedavi edilebileceği fikrini ortaya çıkarmıştır. 1970’li yıllarda, tanısız amaçlarla yapılan bu girişimlerde barsak perforasyonu gibi mortal komplikasyonların gelişmesi üzerine, Hasson ilk trokarı yerleştirmeden önce, periton boşluğuna açık cerrahideki gibi girip insüflasyonun daha sonra sağlanmasını tanımlamış, böylelikle de olası komplikasyonların azalacağını vurgulamıştır. Bu teknik daha sonra “Hasson tekniği” adı verilerek uygulanmıştır (10).

Laparoskopi alanında yaşanan tüm bu gelişim süreci, özellikle dahili bilimler uzmanları tarafından tanısız amaçla kullanılması nedeniyle tedaviye yeterince yönelememiştir. Cerrahi alanında laparoskopinin kullanılması ve bu yönetime olan ilginin artması, tedavi amaçlı kullanım yöntemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. İşte bu ilginin artması, anatomik olarak erişimi kolay ve intraperitoneal izlemde tanısı rahatça konabilen apandisit tedavisinin laparoskopik olarak yapılmasını sağlamış; böylelikle diğer organ cerrahileri için tecrübelerin, tekniklerin doğmasına yol açmıştır. Laparoskopik appendektomiye ilk uygulayan ve modern anlamda laparoskopisinin öncüsü sayılan Alman jinekolog Semm, ilk kez laparoskopinin tedavi amaçlı kullanılabileceğini göstermiştir (7-8).

Bu gelişmeden sonra genel cerrahi uzmanları, appendektomi başta olmak üzere laparoskopiyi artık kendi operasyonlarında kullanmaya başlamıştır. 1985’te Filipi, ilk kez hayvan çalışmalarında laparoskopik kolesistektomiye gerçekleştirmiştir. Bu gelişmelerden esinlenerek Fransız bilim adamı Mouret 1987’de, ilk kez insanda laparoskopik kolesistektomiye gerçekleştirmiştir. Laparoskopi ,gerek apendektomi, gerekse kolesistektomi olgularında ABD’de yaygınlaşmış, özellikle 1989’da Reddick ve Olsen’in çabalarıyla açık cerrahinin yerini almıştır (11).

Ürolojik vakalarda, laparoskopinin kullanılması Cortesi ve arkadaşlarının inmemiş testis olgularında intraabdominal yerleşimli testis muayenesi ve Smith’in perkütan taş

ekstraksiyonuna yardımcı olarak kullanması dışında, 1980'li yılların sonuna kadar dar çerçevede bir gelişim göstermiştir (Cortesi ve ark. 1976). 1989'dan itibaren Üroloji alanında laparoskopik cerrahi çalışmaları ciddi bir ivme kazanmıştır. Bu gelişmeler içinde, özellikle Shuessler ve ark.'nın 1989'da ilk olarak prostat kanserli hastada pelvik obturator lenf nodu disseksiyonu yapmaları ve bu olguların sayısını arttırarak 1991 yılında evreleme için kullandıklarını ifade etmeleri önemlidir. Bu klinik ürolojik laparoskopi alanında sunulan ilk hasta serisidir. 1989 yılında, Clayman ve ark. ilk kez insanda laparoskopik nefrektomiye gerçekleştirdiler. Donovan arkadaşları (1992) da ilk laparoskopik varikosektomiye rapor etmişlerdir. Lenfadenektomi, varikosektomi, nefroüretrektomi, parsiyel nefrektomi, nefrektomi, adrenalektomi, renal kistektomi, sistektomi, mesane divertikülektomisi, testis tümörlü hastada retroperitoneal lenfadenektomi ve orşiektomi 1992-1995 yılları arasında laparoskopik olarak yapılmış ve bu ameliyatlar rapor edilmiştir. 1995'de Kavoussi ve arkadaşlarının ilk kez insanda donör nefrektomiye gerçekleştirmesi ve bunun birçok merkezde standart yaklaşım haline gelmesi, özellikle tümör nefrektomilerinde ve basit nefrektomilerde, operasyon biçimi olarak laparoskopinin ilk seçenek olmasına olanak sağlamıştır (7-8-9). Anatomik olarak daha basit ve riski daha az ameliyatlarda laparoskopi aletlerine uyum sağlanması, teknik imkanların ve becerinin artmasına ciddi katkı sağlamıştır. En zor laparoskopik girişimlerin, daha fazla beceri istemesi nedeniyle rekonstrüktif ameliyatlar olduğunu söylemek yanlış olmaz. Klinik beceri arttıkça, yapılan vaka sayılarında ciddi artış oldukça, ürolojik ameliyatlarda, özellikle rekonstrüktif cerrahilerde laparoskopi yerleşmeye başlayacaktır. Veziko-üreteral reflü (VUR)'da üreterin reimplantasyonu, üreteroüreterostomi, dismembered pyeloplasti, mesane boynu süspansiyonu, orşiopeksi , transperitoneal ve ekstraperitoneal mesane oto-ogmentasyonu (Seromiyotomi) ve nefropeksi gibi açık cerrahilerde bile yapılması ciddi deneyim ve uzmanlık gerektiren ameliyatlar laparoskopik olarak yapılmaya başlanmıştır. İlk vaka takdimleri 1992-1995 yılları arasında gerçekleşse de klinik kullanımlarının yerleşmesi, laparoskopik deneyimin artmasına paralellik göstermiştir. 2000'li yıllara gelindiğinde Abbou ve ark., Guillonnet ve Vallancien ilk laparoskopik radikal prostatektomi'yi , aynı zamanlarda Gill ve arkadaşları invaziv mesane kanserli hastalarda ilk laparoskopik radikal sistoprostektomi, bilateral pelvik lenfadenektomi ve ileal loop diversiyon yaptı (11-12-13-14). Ürolojik onkolojik ameliyatlarda da laparoskopinin yaygınlaşması, laparoskopi'ye olan ilginin artmasına sebep olmuştur. Özellikle ameliyat sonrası, mortalite ve morbiditenin yüksek olduğu kanser ameliyatlarında hastanede kalış süresi, kanama miktarı, enfeksiyon riski gibi parametrelerdeki azalma ürologları bu alana yönlendirmiştir. Ondan sonra, tüm dünyada ürolojik laparoskopi ile ilgili kurslarda ve

eğitimde yaygınlaşma olmuş, ve bugün ürolojik cerrahi eğitimde standart bir gereksinim olmuştur. Laparoskopinin yaygınlaşması ve yapılan çalışmaların artması ile özellikle açık cerrahiye bağlı komplikasyonlarda laparoskopinin üstünlüğü, açık yaralardaki ağrı ve enfeksiyon riskinin daha fazla olması, genç ve kadın hastalarda kozmetik kaygısı, laparoskopinin ciddi avantajları olarak sayılabilir (15). Cerrahi yöntemler daha az invazif ve hasta ile hekimin daha az temasını sağlayarak, teknolojik aletlerin daha fazla kullanılması yönünde gelişmektedir. Laparoskopik cerrahiler bile, robotik cerrahilere doğru ilerleme göstermektedir. Önümüzdeki yıllarda, el becerisi ile yapılan cerrahi metodlar yerini aletler baz alınarak yapılacak metodlara bırakacaktır.

2.2. Laparaskopide Kullanılan Gazlar

Laparoskopinin yapılabilmesi için pnömoperitonyum oluşturulması, oluşturulan kavitede işlemin sürdürülmesi içinse insüflasyonun operasyon süresince aynı basıncı sağlaması gerekmektedir. Yapılan işlemin rahat ve güvenilir olması açısından, cerrahın uygun büyüklükte, operasyon yapmaya yeterli alanının olması gerekmektedir. Görüntü kalitesi açısından minimal kanamaları durduracak ve uygun görme alanı yaratacak en az basınç göz önüne alınarak laparoskopik operasyonlar yapılmaktadır (16). Bu çerçevede, insüflasyon gazının bir takım nitelikleri taşıması gerekmektedir. İdeal insüflasyon gazları renksiz, kokusuz, non-toksik, koter kullanımı açısından yanıcı ve patlayıcı nitelik taşımayan, kanda çözünürlüğü fazla olan, ve kardiyovasküler sistemde bozukluğa neden olacak düzeyde kan akımına etkisi olmayan gazlar olarak nitelendirilebilir (17). Tüm bu özellikler göz önüne alındığında bugüne kadar denenen oda havası, Nitröz Oksit, Helyum, Argon, Kripton ve CO₂ içinde en kullanışlısının CO₂ olduğu görülmüştür (18). Nitröz oksit, periton irritasyonu ve dolaşım sistemine yan etkilerinin daha az olmasına karşın, yanıcı olması sebebiyle tercih edilmemektedir (19).

Helyum'da CO₂'e benzer şekilde periton irritasyonu yapmaz. Ayrıca, hiperkarbi yapmaması, metabolik olarak pH değişikliklerine yol açmaması, parsiyel arteriyel basınç değişikliklerine yol açmaması, yanıcı olmaması gibi avantajları vardır. Bunun yanı sıra, tümör hücrelerinin büyümesini ve peritoneal kavitede inflamatuvar reaksiyonları azalttığına dair çalışmalar da diğer gazlara üstünlüğünü gösterir. Ancak, tüm bu niteliklerine rağmen, kanda çözünürlülük oranının oldukça az olması, emboli riski gibi ciddi mortal etkileri nedeniyle uzun süreli operasyonlarda kesinlikle tercih edilmemektedir. Ayrıca, intraperitoneal kullanımı dışında, ekstraperitoneal kullanımda pnömotoraks riskini arttırdığı söylenmektedir

(20-21). Oda havası oksijen ihtiva ettiği için yanıcıdır, karın içi patlama riski taşır (7). Argon, kripton gibi gazlar ise ciddi kardiyak depresyona yol açmaları ve çok pahalı olmaları sebebiyle tercih edilmemektedir (19). Şu anda, tüm dünyada laparoskopik ameliyatlar tercih edilen CO₂'dir. CO₂ kolay temin edilebilen, ucuz, yanıcı özelliği olmayan, peritondan emilebilen, kanda çözünürlüğü çok fazla olan bir gazdır (17). Emilimi takiben venöz sistem aracılığı ile solunum yoluyla atılır. Vücutta, özellikle kemik doku başta olmak üzere diğer organlarda depo edilebilir. Ekstraperitoneal verildiğinde de güvenle kullanılabilir (22).

2.3. Pnömo-peritonyum Oluşturulması

Üroloji'nin laparoskopik ameliyatlarında, erişkinlerde tercih edilen ortalama basınç yaklaşık 14-15 mmHg arasındadır. Çocuklarda genellikle 12 mmHg basınçta gaz insüflasyonu tercih edilir. Açık veya kapalı yöntemle karın içine yaylı insüflasyon iğnesi konarak işleme başlanır (60). Genelde umblikus'un hemen üstü veya altından 1-2 cm'lik laparotomi'yi takiben iğne yerleştirilir. Ancak kasın lateral sınırı boyunca, sağda Mc Burney noktasına kadar, yine solda arkus kosta'nın 2-3 cm altından iğne yerleştirilebilir. İğne yerleştirilirken, intraperitoneal alana geçildiği, iğnenin içinden verilen suyun rahat gitmesiyle anlaşılabilir. Karın duvarı katmanları geçildikten sonra basıncın 6 mmHg'nin altında olmasına dikkat edilir (23). Eğer basınç yüksek ise iğnenin ucunun mezenterde , preperitoneal katmanlarda, veya omentumda olduğunu gösterir. İğnenin içinde herhangi bir periton sıvısı, barsak içeriği yada kan gelmiyorsa, insüflasyona başlanır (24). Pnömo-peritonyum oluşturulurken barsak yaralanmaları, üst kadran girişimlerinde karaciğer ve dalak yaralanmaları, pnömo-omentum, mediastinel amfizem, damar yaralanmaları gibi istenmeyen komplikasyonlar gelişebilir (18).

Intraperitoneal alan, insanlarda hacim olarak farklılıklar gösterse de ortalama 3-6 litre CO₂ ile 15 mmHg basınç sağlanmış olur. Periton tek katlı mezotelyal epitelyum ile döşeli, fibroelastik yapıda organları saran bir kesedir. Ancak bunun yanında, ortalama 2 m²'lik yüzey alanına sahip biyolojik bir membrandır. İntraperitoneal alandan emilim ve trokar deliklerinde gelişen kaçaklar nedeniyle insüflasyon 15 mmHg basıncı sağlayacak şekilde devam ettirilir (18-24-25). Daha yüksek basınçlarda çalışmak, mikro kanamaları azaltarak görüntü kalitesini ve işlem hızını arttırabilir. Ancak, yüksek basınçlarda gaz absorpsiyonu ve gaz embolisi riski ciddi olarak artar. Bu nedenle yapılan çalışmalarda, 10-15 mmHg'nin güvenli aralık olarak saptandığı söylenebilir. Ayrıca, yüksek basınçta (özellikle 15 mmHg'nin üstündeki

basınçlarda) diyafragma basısı nedeniyle ventilasyon bozulabilmekte ve vena cava basısı nedeniyle venöz dönüşte azalma meydana gelebilmektedir (26). Bu nedenle üroloji dışında da diğer cerrahi alanlarında yapılan intraperitoneal laparoskopik ameliyatlarda 15 mmHg basınç aşılmamaya çalışılmaktadır.

2.4.Pnömooperitonyum'un Erken Dönem Etkileri

Oluşan pnömooperitonyum'un hastalara yaş, anestezi riski ve ek hastalıklarından bağımsız olarak bazı temel etkileri mevcuttur. Bu fizyolojik ve metabolik değişiklikler, intraabdominal basınç artışı, verilen gazın emilimi, hastanın pozisyonu ve anestezi maddenin etkisi gibi birçok olay sonucu ortaya çıkar (15). Bu etkiler birçok hastada benzerlikler gösterse de sonuçları, mortalite ve morbidite açısından her hastanın kendi durumuyla paralellik gösterir. İntraabdominal basınç artışının ve gaz emiliminin sonuçlarının benzer ameliyatlarda değerlendirilmesi daha doğru olacaktır. Örneğin, jinekolojik tanısal laparoskopilerde hastaların genç olması, sürenin kısa olması nedeniyle gaz insüflasyonunun kötü etkileri tam olarak ortaya çıkmayabilir (27). Gaz insüflasyonunu takiben, ilk 30 dakika içerisinde sistemik vasküler direnç ve ortalama arteriyel basınçta düşme gerçekleşir. Hastanın nörohümorale sisteminde herhangi bir patoloji yok ise, vücut kısa sürede kan basıncını regüle ederek kardiyak indekste düzelmeye yardımcı olur. Adrenalin, kortizol ve ADH pnömooperitoneum'a bağlı olarak salınır (28-29).

İlk 30 dakikadaki kardiyak indekste düşmenin, gaz insüflasyonu dışında da sebepleri mevcuttur. İnhalasyon yolu ile kullanılan anestezi maddelerin birçoğu miyokard depresyonu, sempatik tonus kaybı ve sistemik vazodilatasyona yol açar. Eğer, hasta baş yukarı pozisyonda duruyor ise venöz dolaşım daha fazla azalır, dolayısıyla kardiyak output'da azalma olur. Ancak, böbrek ile ilgili bir ameliyat ise ayaklar ters trandelenburg pozisyonunda olacağından bacaklardaki venöz göllenme artacak, buna bağlı venöz tromboz ve emboli riski de artacaktır (30-31). Kardiyak debi ve kardiyak outputtaki azalma oranının tüm bu etkiler nedeniyle ortalama %50 olduğu söylenmektedir (32).

2.5.Pnömooperitonyum'un Solunum Sistemine Etkileri

İntraabdominal basınç artışı ile birlikte, diyafragma basısı nedeniyle FRK'de azalma meydana gelir. Bununla beraber, ventilasyon-perfüzyon uyumunun bozulması nedeniyle oksijen saturasyonunda düşme gözlenir. Alveolar ve arteriyel oksijenasyon dengesizliği nedeniyle hava yolu basıncında artış meydana gelir. Pulmoner kompliyansındaki azalma ile birlikte entübasyonda barotravma riski artmış olur. Ventilasyon-perfüzyon dengesizliği, diyafragma'da intraabdominal basınç artışı ve ventilasyon ile akciğerlere homojen olarak hava akışının sağlanamamasına bağlı olarak, CO₂ emilimine bağlı gelişen hiperkarbi ve hipoksi daha da derinleşir. CO₂ emilimi insüflasyonu takip eden ilk dakikalarda maksimum düzeydedir. Daha sonra intraperitoneal damarların basılanmasına bağlı olarak emilimi giderek azalır. Karbondioksitin kandaki çözünürlüğünün fazla olmasına karşın intraperitoneal kavitedeki basınca bağlı kanlanmadaki azalma emilimi giderek azaltır (5-25-33).

Yüksek çözünürlük, gazın atılımı için avantajdır ve kardiyopulmoner sistemde herhangi bir problemi olmayan hastalarda, CO₂ atılımı ile hiperkarbi önlenir. Kardiyak problemi olan hastalarda, pulmoner sistemde ek bir patoloji yok ise genel anestezi sırasında ventilasyon kapasitesi %15 oranında artırılarak CO₂ atılımı hızlandırılabilir. Hiperkarbi sonucunda hastada hipoksi ve asidoz gelişir (34). Laparoskopi'de, artan intra-abdominal basıncın hiperkarbi olasılığını arttırması ile ilgili yapılan çalışmalarla birlikte, CO₂ insüflasyonunun diğer gazlarla karşılaştırılması ile ilgili bir çok hayvan çalışması mevcuttur (20-21-26-35-37). Bu çalışmaların büyük çoğunluğunda CO₂ ile yapılan laparoskopilerin daha fazla hiperkarbi riski taşıdığı gösterilmiştir (20). Bunun sonucunda emilimin, intra-abdominal basınca nazaran hiperkarbi açısından daha önemli olduğu söylenebilir. Özellikle kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan kişilerde karbondioksit retansiyonu gelişmesi kaçınılmazdır (25). Yapılan hayvan çalışmalarında, akciğer kapasitesinin az olduğu ve KOAH geliştirilen deneklerde, pnömooperitonyumla birlikte ventilasyon parametrelerinde ciddi bozulma saptanmış. Entübasyon ve mekanik ventilasyon ile düzeltme çabalarına ciddi direnç görülmüştür. Bu yüzden 1 saatten fazla süren laparoskopik ameliyatlarda asit-baz dengesini ve asidozu takip etmek açısından arteriyel kan gazı takibi önerilmektedir (21-35).

2.6.Pnömooperitonyum'un Böbreklere Etkisi

Vücutun önemli tampon sistemlerinden biri olan böbrekler de intraabdominal basınç artışından olumsuz etkilenir. Artan intraabdominal basınç,

- Renal vene bası

-Vena cava inferiora bası

-Kardiyak outputta azalma yaparak oligoüri'ye neden olur. Bununla birlikte artan karın içi basınç renal kortikal kan akımını azaltarak oligoüri'ye yol açar (36). Daha önceleri oligoürinin, üreteral basıya ve hormonal değişikliklere sekonder olduğu düşünülmüş, ancak yapılan çalışmalar sonucu, renal kortikal kan akımının azalması ve kardiyak outputta ciddi azalmanın oligoüri'ye yol açtığı fikri önem kazanmıştır.Bu çalışmalarda, ameliyat esnasında üreteral stent uygulaması ve düşük doz dopamin infüzyonu uygulanmış, ancak oligoürinin düzeltilmesinde katkısı olmamıştır (15). Arginin, vazopressin, ADH'nın oluşan oligoüri ile ilgili etkileri bugün halen tartışmalıdır. Oligoüri ile birlikte özellikle uzun süren operasyonlarda hiperkalemi meydana gelir. İntraabdominal basınç artışına bağlı olarak gelişen doku hasarı ve hipoksisi hiperkalemiyi artırır. Hem oligoüri hem de gelişebilecek hiperkalemi nedeniyle, uygun sıvı tedavisi vererek yakın takip edilmelidir. Oligoürinin, özellikle karın içi basıncın 10 mmHg düzeyine düşürülerek yapıldığı durumlarda azaldığı görülmüştür (36-37-41).

2.7.Pnömooperitonyum'un Kardiyak Sisteme Etkisi

Kardiyak durumu normal olan hastalarda bile intraabdominal basınç artışının aritmik etkileri mevcuttur. Özellikle insüflasyonla birlikte periton gerilmesi ve organ gerilmesine bağlı olarak ortaya çıkan vagal uyarılar bradiaritmilere yol açar. Atrio-Ventriküler disosiasyon, asistoli'ye varacak ciddi aritmiler görülebilir. Devam eden süreçte özellikle hiperkarbi ile asidozunda gelişmesiyle taşikardi, ventriküler ekstra sistoller, disritmiler, gelişebilir. Koroner arter hastalığı olanlarda karın içi basıncın fazla olması akut olaylara zemin hazırlayacağından kardiyak rezerv iyi değerlendirilerek laparoskopiyeye karar verilmelidir (28). Bu tür hastalarda her an açık ameliyata dönüş için hazırlıklı olunmalıdır. Özellikle uzun süren laparoskopik ameliyatlarda artan hiperkarbi ve asidoz hastanın altta yatan riskini arttırarak kardiyak aritmi olasılığını güçlendirir (38).

Laparoskopinin açık cerrahi'ye olan birçok üstünlüğüne rağmen bazı kontrendikasyonları mevcuttur (15). Konjestif kalp yetmezliği, ciddi kardiyopulmoner yetmezlik, kafa içi basıncın arttığı hastalıklar, periton aracılı şanti olan hastalar, ciddi hipovolemisi olan hastalar, kesin kontrendikasyonu oluştururken, daha önce kesin kontrendike olduğu söylenen gebelik, morbid obezite, koagülasyon bozuklukları, geçirilmiş karın içi cerrahilerle ilgili çalışmalar yapılmakta ve bunların relatif kontrendikasyonlar olduğu söylenmektedir. Teknik olarak, yaygın peritonit, peritonitis karsinomatoza, karın bölgesine uygulanmış radyoterapi hikayesi olanlar laparoskopisi için kontrendikasyon olabilir (38-39)

Abdominal CO2 İnsüflasyonunun Azalttığı Hemodinamik ve Ventilator Parametreler

- Kalp Hızı (İnsüflasyonla beraber azalır.)
- Kardiyak output
- Kardiyak İndeks
- Pulmoner Kompliyans
- Ventilasyon/Perfüzyon oranı
- FEV1 (1. Saniyedeki zorlu ekspiratuvar volüm)
- FRK (fonksiyonel rezidüel kapasite)
- FVC (zorlu vital kapasite)

Abdominal CO2 İnsüflasyonunun Arttırdığı Hemodinamik ve Ventilator Parametreler

- Kalp Hızı (Hiperkarbi ve asidoza bağlı artar veya değişmez.)
- Sistemik Vasküler Direnç
- Ortalama Arter Basıncı
- Santral Venöz Basıncı
- Pulmoner Arter Oklüzyon Basıncı
- Plato Basıncı

2.8. Pnömooperitonyum'un Pozisyonla İlişkisi

Pnömooperitonyum geliştirilmeden önce, genellikle hastaya gerekli pozisyon verilmiş olur. Özellikle üst batını ilgilendiren genel cerrahi ameliyatlarında hasta baş yukarı pozisyona getirilir. Bu pozisyonda hastanın venöz dönüşünde azalma ve sonuçta kardiyak outputta azalma meydana gelir. Pnömooperitonyumun oluşturulması sonrasında kardiyak output daha da azalır. Pnömooperitonyumun hemodinamik olarak olumsuz etkilediği parametrelere baş yukarı pozisyonda eşlik eder (40). Ancak, ürolojik ameliyatlarda özellikle nefrektomi ve kistektomilerde lateral ve beraberinde bir miktar trandelenburg (baş aşağı) pozisyon kullanılır. Trandelenburg pozisyonda venöz dönüş ve kardiyak outputta bir miktar artış olur. Pnömooperitonyumun yaptığı olumsuz hemodinamik etkinin aksine olumlu bir etki sağlar. Lateral pozisyonun etkileri konusunda yeterli çalışmalar olmamakla birlikte, Fujise ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada özellikle sağ lateral pozisyonda yapılan laparoskopik ameliyatlarda santral venöz basıncın ve kardiyak indeksin daha fazla düştüğü ifade edilmiş (30).

2.8. Pnömooperitonyum'un Obezite İle İlişkisi

Gelişen dünyada, endüstrileşme ile birlikte obezite önemli bir sorun haline gelmiş ve prevalansı sanayileşmiş toplumlarda en az %20 olacak şekilde artmıştır (42). Obezitenin kozmetik kaygının olması yanında, ek bir hastalık olmasa bile respiratuvar fonksiyonlarda zayıflamaya ve bozulmaya yol açtığı söylemektedir. Kardiyak fonksiyonları erken dönemde normal olsa bile takip eden süreçte respiratuvar fonksiyonların bozulmasına eşlik ettiği ifade edilmektedir (43). Hastaların respiratuvar fonksiyonlarının bozulması için morbid obez olmaları gerekmez. Kilolu olarak tabir edilen, VKI 25'ten büyük olanlarda da respiratuvar fonksiyonlar bozulmaya başlamış olabilir. Özellikle obez hastalarda CO₂ depolanması açısından yağ dokusu fazlalığı önemli risk oluşturur (42-43).

VKI

- 18.5'den düşük düşük kilolu
- 18.5-24.9 arası normal kilolu
- 25-29.9 arası kilolu
- 30'dan yüksek obez (aşırı kilolu)
- 40'dan yüksek morbid obez

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu retrospektif çalışma, Mayıs-2005 ve Ağustos 2007 tarihleri arasında tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Üroloji Kliniğinde laparoskopik kistektomi ve nefrektomi yapılan 28 hastayı kapsamaktadır. 13 hastaya nefrektomi yapıldı. Nefrektomi yapılan hastalardan, 8 tanesine böbrek tümörü nedeniyle laparoskopik radikal nefrektomi yapıldı. 5 tanesine benign hastalıklar nedeniyle nefrektomi yapıldı (ksantogranüloamatöz pyelonefrit, atrofik böbrek + hipertansiyon, taşlı atrofik böbrek + kronik idrar yolu enfeksiyonu). Hastalardan 15 tanesine kistektomi-unroofing yapıldı. Hastalardan 14 tanesi kadın, 14 tanesi erkekti. Çalışmaya alınan hastaların tamamının, ameliyat öncesi anestezi tarafından değerlendirilmesinde ameliyat riskleri ASA 1-2 olarak verilmişti. Hastaların kilo, boy, yaş, medikal hikayeleri alındı. Vücut Kitle İndeksleri (VKI) hesaplandı. Hastaların operasyon öncesinde ve operasyon sonrasında yapılan biyokimya tetkiki ve tam kan sayımı incelendi. Biyokimyasal tetkiklerden BUN ve kreatinin incelendi. Tam kan sayımından lökosit sayısı ve trombosit sayısı incelendi. Ameliyat öncesi ve sonrasındaki değerleri karşılaştırılarak değişimleri değerlendirildi. Hastaların anestezi bölümünce yapılan takiplerinde intraperitoneal CO₂ insüflasyonu öncesi, insüflasyonu sırasında ve desüflasyon sonrasındaki kan gazları değerlendirildi. Hastaların operasyonlarında insüflasyon gazı olarak 15 mmHg basınçta CO₂ kullanıldı. Hastaların operasyon süresince ortalama kanama miktarı değerlendirildi. Operasyon süreleri 0-1saat ve 1 saatten fazla olmak üzere hastalar iki gruba ayrıldı. Ayrıca, VKI hesaplanan hastalar 25'ten küçük ve büyük olanlar iki ayrı grupta incelendi. Gruplara ayrılmanın hastalarda, her grubun ameliyat öncesi, ameliyat sırasındaki, ve ameliyat sonrası PCO₂ ve PO₂ basınçları karşılaştırıldı. Operasyonlarda kullanılan CO₂ miktarları değerlendirildi.

Hastaların PCO₂ ve PO₂ karşılaştırılmaları yapılırken istatistiksel olarak Friedman testi kullanılmıştır. Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası BUN, kreatinin, trombosit ve lökosit sayıları karşılaştırılırken Wilcoxon testi kullanılmıştır.

4.BULGULAR

Çalışmamıza 14 erkek ve 14'ü kadın olmak üzere toplam 28 hasta dahil edilmiştir. Hastaların yaş ortalaması 48 bulunmuştur. Tamamı renal cerrahi geçiren hastaların ortalama operasyon süresi 86,14±53,33 dakika olarak bulundu. Hastaların tamamı 45 derecelik lateral pozisyonda opere olmuştu. Operasyonlarda ortalama 108,18±83,9 litre CO₂ kullanıldığı görüldü. Hastaların kaydedilen kilo ve boylarından yararlanarak yapılan değerlendirme de ortalama VKI 25,5±4,69 olarak saptandı. Kanama miktarları ortalama 28,21±55,58 cc olarak hesaplandı.

Tablo-1

Hastaların Özellikleri

| | |
|-------------------------------|------------------------------|
| Yaş | 48,14±14,8 yıl |
| VKI | 25,5±4,69 kg/m ² |
| Operasyon Süresi | 86,14±53,33 dk |
| Operasyon Tipi | 15 kistektomi- 13 nefrektomi |
| Kullanılan CO2 miktarı | 108,18±83,9 lt |
| Kanama Miktarı | 28,21±55,58 cc |
| Kadın/Erkek | 14/14 |

Hastalar, operasyon süresine göre gruplara ayrılmadan önce yapılan istatistiksel değerlendirmede PCO₂ ile ilgili operasyon öncesi, operasyon sırasındaki ve operasyon sonrasındaki değerleriyle ilgili Tablo-2'de görüldüğü gibi anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo-2

PCO₂ ve PO₂ (±standart sapma)

| | Preop. | Perop. | Postop. | p* |
|------------------|-------------|--------------|-------------|--------|
| PCO ₂ | 31,31±5,51 | 32,3±5,11 | 33,04±5,61 | >0,05 |
| PO ₂ | 89,73±13,25 | 125,38±26,19 | 80,49±14,44 | <0,001 |

*İstatistiksel olarak friedman testi kullanılmıştır.

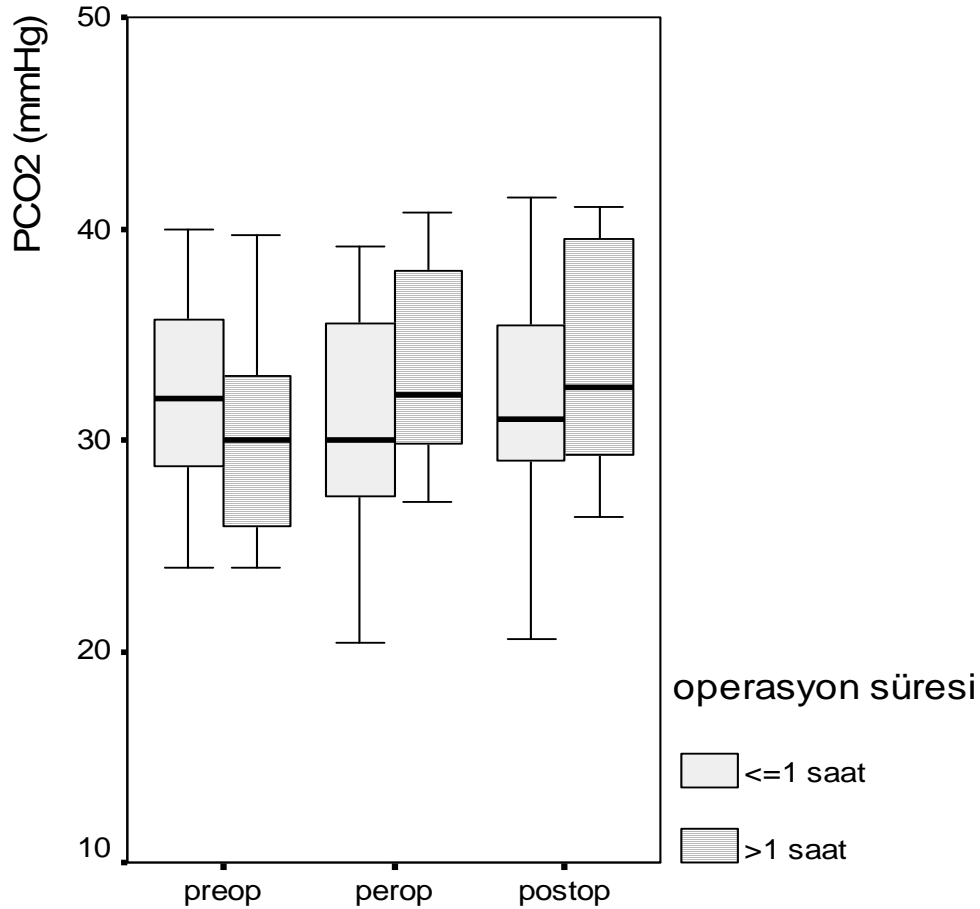
Ancak, hastalar operasyon süresine göre operasyonu 1 saatten kısa sürenler ve 1 saatten uzun sürenler olarak gruplandırıldıktan sonra yapılan çalışmada tablo-3'te görüldüğü gibi operasyon süresi uzayan 1 saatten fazla süren hastalarda hiperkarbi'nin istatistiksel olarak anlamlı biçimde yükseldiği görülmüştür ($p<0,05$). Operasyon süresi 1 saatten kısa süren hastalarda desüflasyon sonrasında anlamlı hiperkarbi saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo-3

PCO₂ (±standart sapma)

| Operasyon süresi | Preop. | Perop. | Postop. | p* |
|------------------|------------|------------|------------|-------|
| ≤ 1 saat | 31,89±4,71 | 30,87±5,82 | 31,82±5,83 | >0,05 |
| >1 saat | 30,88±6,16 | 33,38±4,53 | 33,96±5,46 | <0,05 |

*İstatistiksel olarak friedman testi kullanılmıştır.



Şekil-1 – PCO₂'nin operasyon süresine göre gruplandırılan hastalardaki değişim grafiği

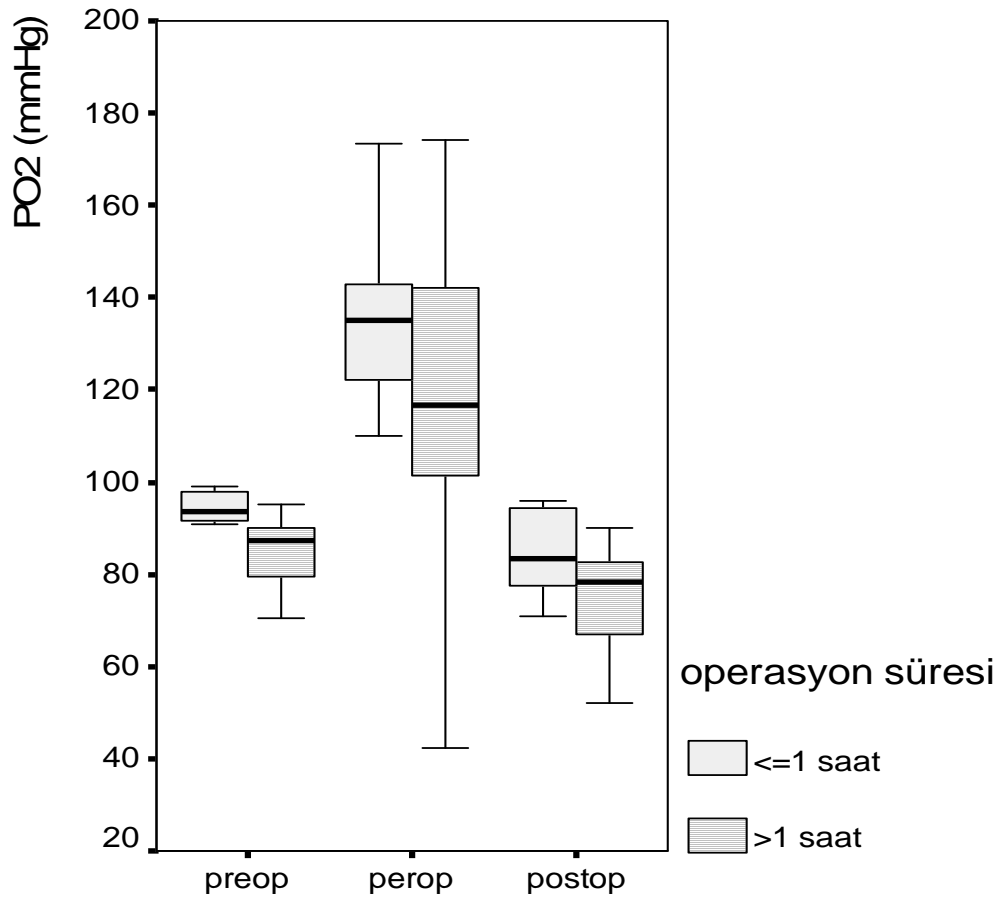
Hastalar, operasyon süresine göre gruplara ayrılmadan önce yapılan istatistiksel değerlendirmede PO₂ ile ilgili operasyon öncesi, operasyon sırasındaki ve operasyon sonrasındaki değerleriyle ilgili Tablo-2’de görüldüğü gibi anlamlı fark bulunmuştur (p<0,001). Hastalar operasyon süresine göre operasyonu 1 saatten kısa sürenler ve 1 saatten uzun sürenler olarak gruplandırıldıktan sonra yapılan çalışmada Tablo-4’te görüldüğü gibi yine anlamlı fark bulunmuş, her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı hipoksinin olduğu görülmüştür (p<0,001).

Tablo-4

PO₂ (±standart sapma)

| Operasyon süresi | Preop. | Perop. | Postop. | p* |
|------------------|------------|--------------|-------------|---------|
| ≤1 saat | 97,12±14,6 | 134,89±16,84 | 87,69±15,86 | < 0,001 |
| >1 saat | 84,19±9,11 | 118,25±30,01 | 75,08±10,87 | <0,001 |

*İstatistiksel olarak friedman testi kullanılmıştır.



Şekil-2 – PO₂'nin operasyon süresine göre gruplandırılan hastalardaki değişim grafiği

VKI'lerine göre yapılan gruplandırmada, VKI'leri 25'ten küçük olan hastaların operasyon öncesi, operasyon sırasındaki ve operasyon sonrası PCO₂ değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05). Ancak VKI'leri 25'ten büyük olan hastaların PCO₂ değerleri arasında anlamlı fark bulunmuş, hiperkarbi'nin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (p<0,05).

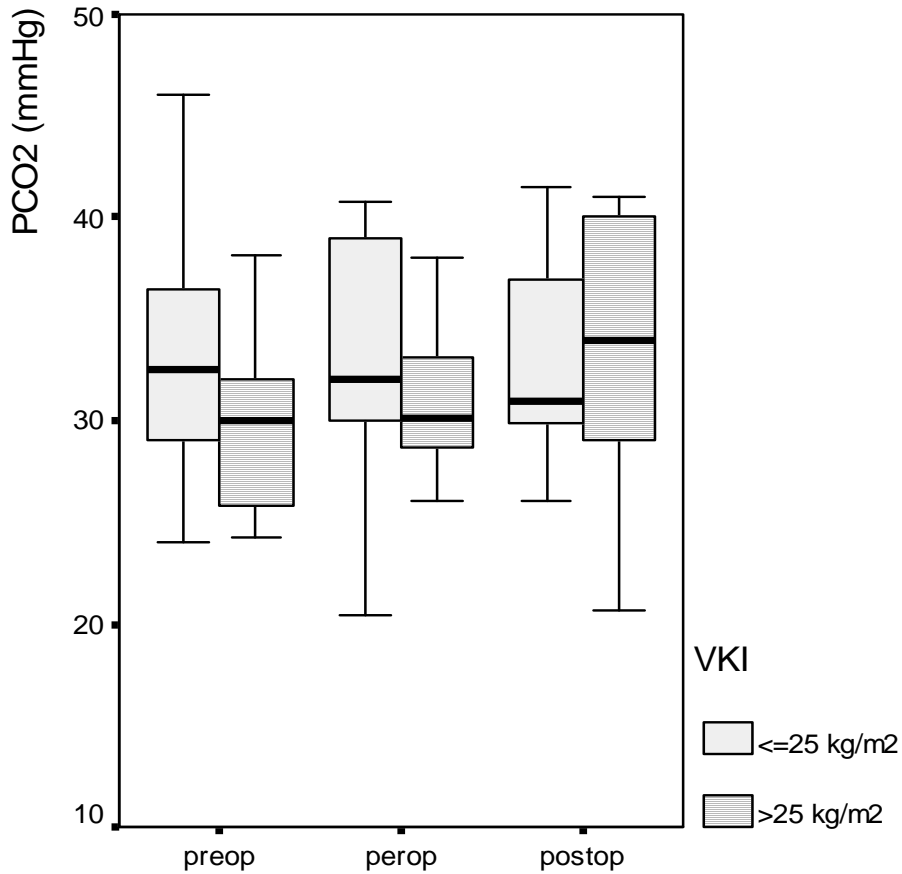
Tablo-5

PCO₂ (±standart sapma)

| VKI** | Preop. | Perop. | Postop. | p* |
|-----------------------|------------|------------|------------|-------|
| ≤25 kg/m ² | 32,97±6,3 | 33,12±6,05 | 32,75±4,87 | >0,05 |
| >25 kg/m ² | 29,65±4,17 | 31,49±4,01 | 33,34±6,44 | <0,05 |

*İstatistiksel olarak friedman testi kullanılmıştır.

**Vücut Kitle İndeksi



Şekil-3 – PCO₂'nin VKI'ne göre gruplandırılan hastalardaki değişim grafiği

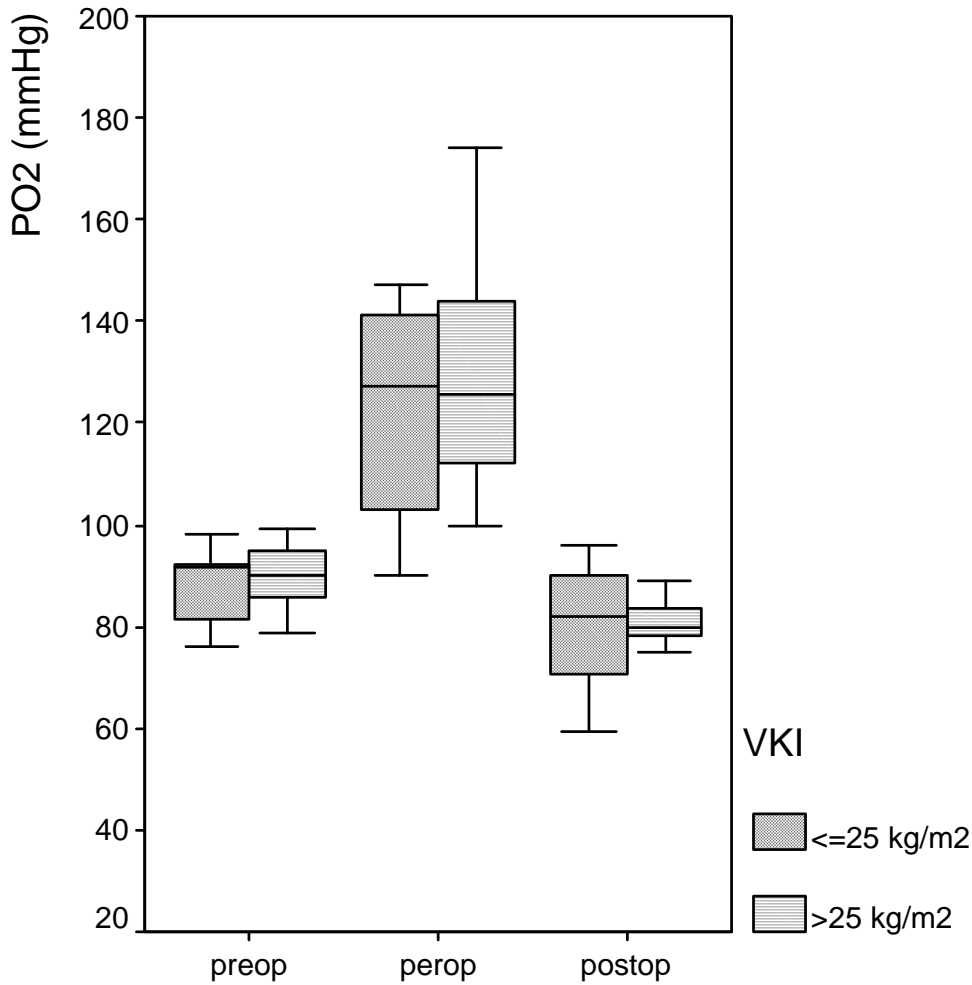
VKI'lerine göre yapılan gruplandırmada, VKI'leri 25'ten küçük olan hastaların operasyon öncesi, operasyon sırasındaki ve operasyon sonrası PO₂ değerleri arasında anlamlı fark bulunmuştur (p<0,001). Bununla paralel olarak VKI'leri 25'ten büyük olan hastaların PO₂ değerleri arasında da anlamlı fark bulunmuş, hipoksi'nin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (p<0,05).

Tablo-5

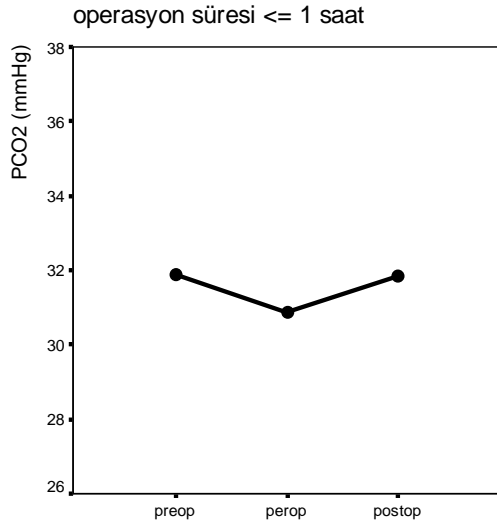
PO₂ (±standart sapma)

| VKI | Preop. | Perop. | Postop. | p* |
|------------------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| ≤ 25 kg/m ² | 90,35±17,32 | 119,18±28,67 | 82,04±17,92 | < 0,001 |
| >25 kg/m ² | 89,12±7,99 | 131,57±22,81 | 78,93±10,32 | < 0,001 |

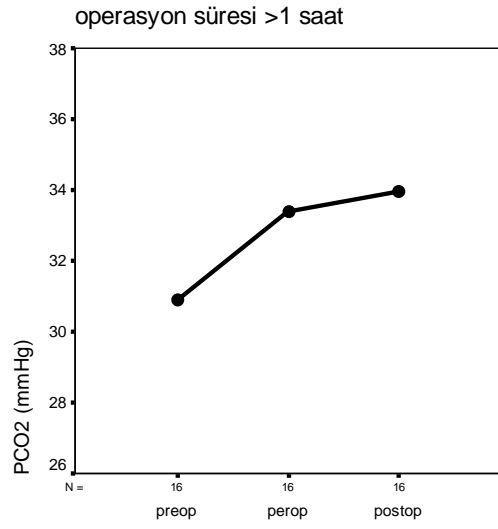
*İstatistiksel olarak friedman testi kullanılmıştır.



Şekil-4 – PO₂'nin VKI'ne göre gruplandırılan hastalardaki değişim grafiği

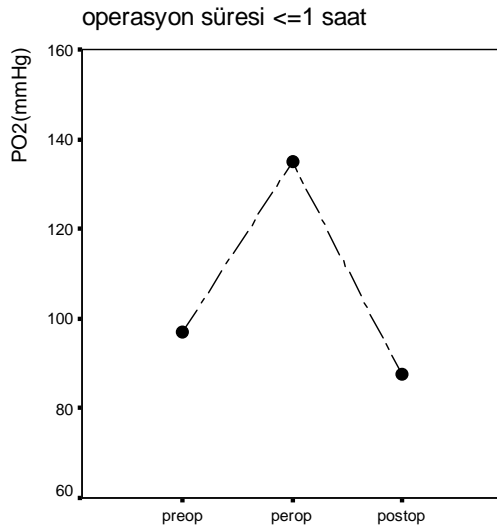


Şekil-5a

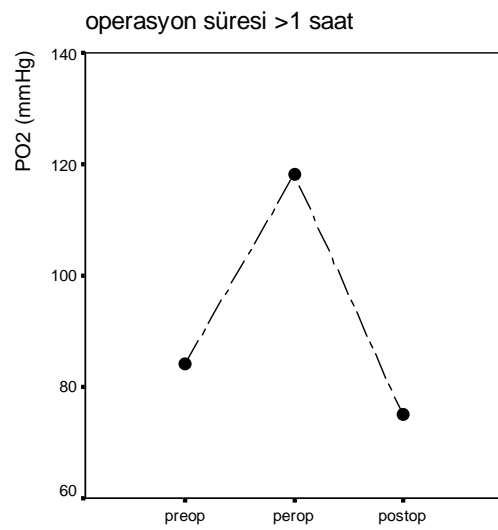


Şekil-5b

Şekil-5 – PCO₂'nin operasyon süresine göre gruplandırılan hastalardaki parabolik değişim grafiği



Şekil-6a



Şekil-6b

Şekil-6 – PO₂'nin operasyon süresine göre gruplandırılan hastalardaki parabolik değişim grafiği

Hastaların karşılaştırılan tam kan değerlerinden, ameliyat öncesi ve sonrası lökosit sayıları arasında anlamlı fark bulunmuş, hastalarda lökositoz geliştiği görülmüştür ($p<0,001$). Hastaların karşılaştırılan trombosit sayıları arasında da anlamlı fark bulunmuş ve trombositopeni geliştiği görülmüştür ($p<0,001$).

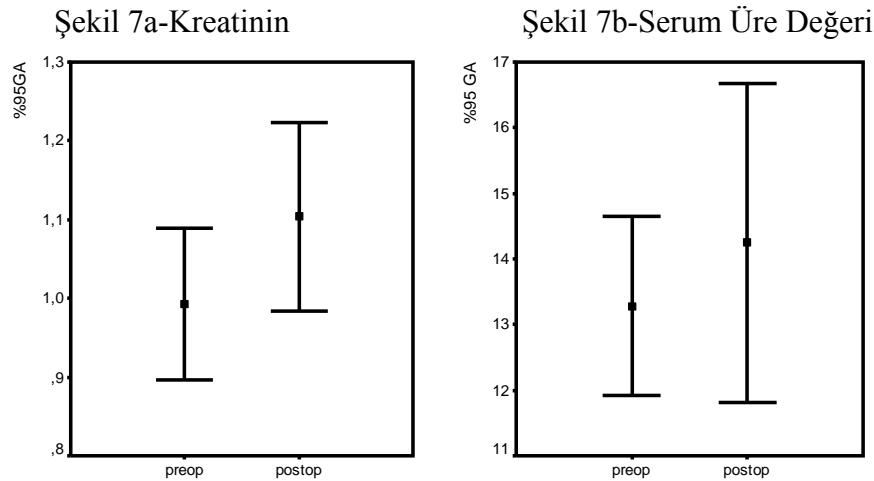
Biyokimyasal değerler karşılaştırıldığında ise kreatinin değerinde anlamlı değişim görülmüş, kreatininde artma eğilimi görülmüştür ($p<0,001$). Kreatininin aksine serum üre değerinde istatistiksel olarak anlamlı değişim saptanmamıştır. ($p>0,05$)

Tablo-6

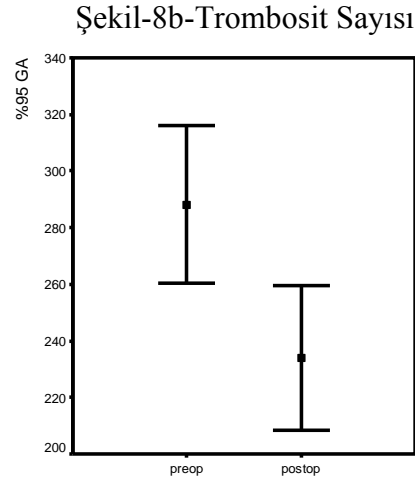
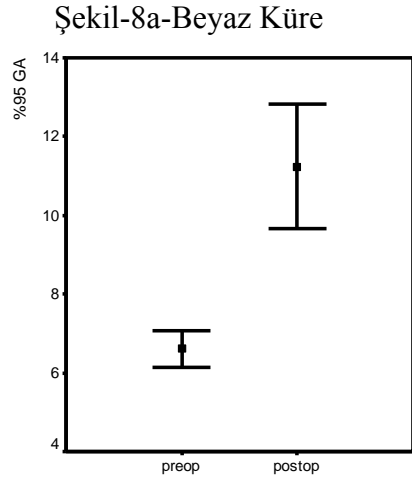
Hastaların Biyokimyasal ve Tam Kan Değerleri

| Kan Değerleri | Preop. | Postop. | p* |
|------------------|--------------|--------------|---------|
| Lökosit sayısı | 6,6±1,23 | 11,23±4,05 | < 0,001 |
| Trombosit Sayısı | 288,21±72,13 | 233,93±66,26 | < 0,001 |
| Kreatinin | 0,99±0,25 | 1,1±0,3 | < 0,001 |
| Serum Üre Değeri | 13,29±3,52 | 14,25±6,26 | > 0,05 |

*İstatistiksel olarak Wilcoxon testi kullanılmıştır.



Şekil-7 – % 95 güven aralığında kreatinin ve serum üre değerinin değişimi



Şekil-8– % 95 güven aralığında beyaz küre ve trombosit sayısı değişimi

5. TARTIŞMA

Laparoskopik cerrahi, teknolojinin ilerlemesi ile birlikte tüm cerrahi alanlarda olduğu gibi üroloji'de de çok önemli mesafeler kaydetmiştir. İlk olarak 1976 yılında Cortesi, kriptoorşidizmi teşhis amaçlı laparoskopik cerrahi girişimi kullanmıştır. 1979'da Witmosser'in yaptığı retroperitoneal üreterolitotomi üroloji'de yapılan ilk laparoskopik ameliyat sayılabilir (44). Son yıllarda Üroloji'de laparoskopik girişim radikal ameliyatlarda birçok merkezde rutin kullanıma girmiştir. Laparoskopi 1990'lı yıllarda nefrektomilerde, 2000'li yıllarda ise radikal prostat ve sistektomilerde kullanılır hale gelmiştir (11-12-13). Laparoskopik cerrahinin yaygınlaşması ve açık cerrahilerin yerini alması, genel olarak ameliyat sonrası hastane'de kalış süresinin az olması, daha küçük bir insizyonla kozmetik açıdan uygun olması, kanama miktarının daha az olması, optik yardımıyla daha geniş bir alanın görülebilmesi gibi nedenlere bağlıdır (15).

Laparoskopik operasyonlarda cerrahın rahat hareket edebilmesi için yaratılmaya çalışılan kavite operasyonun başarısı açısından çok önemlidir. Cerrahın dokuyu rahatça görebilmesi, kanama alanlarına zamanında müdahale etmesi, yeterli kavite oluşturulmasına bağlıdır (60). Yeterli kavite oluşturabilmek için çeşitli gazların insüflasyonu kullanılmıştır. Bu gazlar ile ilgili literatürde birçok çalışma mevcuttur. Nitroz oksit, oda havası, helyum, CO₂, Argon gibi birçok gaz denenmiştir (45-46). Oda havası ciddi hava embolisi ve O₂ ihtiva edip karın içi patlamalara varan ciddi komplikasyonlara yol açtığı için kullanılmamıştır (7). Nitroz Oksit yanıcı ve patlayıcı bir gazdır, bu yüzden elektrokoter uygulanmasını mümkün kılmaz. Bunlarla ilgili genellikle hayvan deneyleri mevcuttur ve rutin kullanıma hiç girmemiştir (19). Helyum genel özellikleri itibariyle çözünürlüğü ve yoğunluğu az olan bir asal gazdır. Ancak yoğunluğunun az olması nedeniyle dokulara kolayca diffüze olur ve bu nedenle ciddi gaz embolilerine yol açtığı gösterilmiştir (47). Helyum'un özellikle suda çözünürlüğünün az olması dokulardan kolay eliminasyonunu engeller. Argon ve diğer asal gazlar gibi helyum da maliyeti fazla, temini daha güç, pahalı bir gazdır (20-21-47).

CO₂ ise kanda çözünürlüğü fazla olan, vücudun normal metabolizmasının bir ürünü olarak fizyolojik olarak var olan, temini kolay, maliyeti az olan bir gazdır. Şu anda tüm laparoskopik olgularda en sık tercih edilen gazdır (17). Ancak, hiperkarbi, hipoksi, ve asidoz gibi yan etkileri nedeniyle hastaların yakın takibi gerekmektedir (48). Pnömoperitonyum oluşturulduktan sonra, peritoneal kaviteden emilen CO₂ hızlı çözünürlüğü nedeniyle hastanın eğer kardiyopulmoner sisteminde herhangi bir patoloji yoksa hemen elimine edilir. Ancak fazla basınçlarda emilime uğrar, ya da kardiyopulmoner sistemin herhangi bir basamağında

oluşan patoloji nedeniyle elimine edilemezse hiperkarbi ve asidoz gelişir (61). CO₂ normal şartlarda da dokulara rahatlıkla geçer, özellikle kemik doku ve yağ dokusu başta olmak üzere depo edilir. Özellikle pnömoperitonyum gibi uzun süreli CO₂ maruziyetinde dokularda depolanmanın arttığı söylenmektedir (62). Bizim yaptığımız çalışmada, 1 saatten uzun süren operasyonların hastalarda hiperkarbiyi arttırdığı görülmüştür. Özellikle 1 saatten kısa süren operasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı fark olmaması operasyon süresinin hiperkarbi açısından önemini ortaya koymaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda operasyon süresinin CO₂ insüflasyonunun artmasına ve hiperkarbinin derinleşmesine neden olduğu vurgulanmıştır (16-25-33). Daha önce yapılan çalışmalarda gelişen hiperkarbinin sebebi genellikle hastaların kardiyopulmoner sistemlerinde var olan patolojilere bağlanmış, en sıklıkla ventilatör parametrelerden ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğunun artmasına, FRK'deki azalmaya bağlanmıştır (6-62). Ancak bizim çalışmamızda görüldüğü gibi ameliyat riski ASA 1-2 olan, belirgin kardiyovasküler patolojisi olmayan hastalarda uzamış operasyon süresi beraberinde hiperkarbi riskini arttırmaktadır. Bundan dolayı, özellikle hiperkarbi ve sonucunda gelişen asidoza bağlı kardiyak aritmiler gelişebilir (15). Uzayan operasyon süresine bağlı olarak kullanılan ve emilen CO₂ miktarı artmaktadır. Daha önce diğer gazlarla sağlanan pnömoperitonyum'un sonucunda belirgin hiperkarbi görülmemesi, hiperkarbi oluşumunda sadece ventilatör ve hemodinamik parametrelerin etken olmadığını göstermektedir (49). Eğer CO₂ emilimi hiperkarbi oluşumunda önemli bir etken ise, operasyon süresinin uzayarak emilen CO₂ miktarının artması da hiperkarbi oluşumu için risk teşkil edebilir. Bizim çalışmamıza paralel olarak Fitzgerald ve arkadaşlarının yaptığı hayvan çalışmasında, deneklerde, çalışma öncesi akciğer patolojisi geliştirmişler ve sonrasında helyum ve CO₂'yi karşılaştırmışlar, sonuçta CO₂ ile pnömoperitoneum oluşturulan deneklerde hiperkarbinin daha fazla olduğunu görmüşler (15-33-49). Transperitoneal yaklaşım dışında, retroperitoneal yaklaşımda özellikle renal patolojileri ilgilendiren laparoskopik girişimlerde kullanılmaktadır. Retroperitoneal alanın damarlanmasının daha fazla olması nedeniyle, CO₂ emiliminin retroperitondan daha fazla olduğu ifade edilmiştir (45-61). Bizim çalışmamızda transperitoneal ameliyatlarda özellikle operasyon süresi uzadığında ve VKI arttığında görülen hiperkarbi retroperitoneal ameliyatlarda daha fazla görülebilir.

Oluşturulan pnömoperitonyum sonucunda hiperkarbinin gelişmesinin yanı sıra, hipokside gelişebilir. Yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir ki, PO₂ laparoskopik ameliyatlarda, ameliyat öncesine göre, mekanik ventilasyona rağmen düşüş göstermektedir. (50) Bizim çalışmamızda, hastaların ameliyat öncesi PO₂'leri, ameliyattaki mekanik ventilasyona rağmen ameliyat sonrasında belirgin olarak düşüş göstermiştir. Ancak

hiperkarbinin aksine uzayan ameliyat süresinin hipoksi ile ilgili parametrelerde belirgin değişikliğe yol açmadığı, ameliyat süresi ne olursa olsun hastalarda hipoksi geliştiği gözlenmiştir. Yapılan birçok çalışmada, yaptığımız bu çalışmaya paralel olarak hipoksinin laparoskopik ameliyat sonrası hastaların hepsinde geliştiği ve parametrelerden sadece hipoksi oranlarının hastaların demografik özelliklerine göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (50-51-52). Bunun intra-abdominal basınç artışından ziyade genel anestezi ile ilgili olduğunu söyleyen araştırmacılar mevcuttur (53-63). Bizim çalışmamız hipoksinin hemen her hastada geliştiğini ve operasyon süresinin etkisinin, istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir. İntra-abdominal basınç artışının hipoksida ne kadar etkili olduğunun tam anlamıyla gösterilebilmesi için, benzer hasta gruplarında açık cerrahilerle karşılaştırılması daha doğru olabilir. Ancak CO₂ ile oluşturulan pnömoperitonyumda oluşan hemodinamik ve ventilatör etkilerin tamamı hastada hipoksi yapma yönündedir (50-53). Genel anestezi belki de hipoksik etkinin bir miktar artmasına aracı olmaktadır.

Hiperkarbinin oluşma mekanizmaları ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda, intra-abdominal basınç artışının, sistemik CO₂ emiliminin, deri altı gaz kaçağına bağlı amfizem gelişmesinin katkısı olduğu söylenmiştir. Respiratuvar patolojilerin varlığı hiperkarbinin düzeltilmesine engel olur. Bunun yanında, daha önce yapılan çalışmalarda, respiratuvar fonksiyonların VKI artışına bağlı olarak bozulduğu, normal hayatta bir bulgu vermeksizin özellikle ameliyat sonrasındaki respiratuvar komplikasyonlarda artış olduğu gösterilmiştir (54). Çalışmamıza paralel olarak Meininger ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, VKI 25'ten büyük hastaların pnömoperitonyum sonrasında hemodinamik ve ventilatör fonksiyonlarında VKI 25'ten küçük olanlara göre belirgin fark saptanmıştır (50). Özellikle alveolar-arteriyel oksijen basıncı farkı, VKI 25'ten büyük olan hastalarda önemli düşüş göstermiştir.

Fugita ve arkadaşlarının yaptığı bir başka çalışmada obez ve normal kilolu hastaların laparoskopik ameliyatları karşılaştırılmış, obez hastaların ameliyat sürelerinin biraz daha fazla olduğu, ancak hastanede kalış süresi, komplikasyon oranı, ambulasyon zamanı arasında belirgin bir farklılık bulunmadığı vurgulanmıştır. Ancak, hastaların genel olarak hemodinamik ve ventilatör parametreleri değerlendirilmemiş, obez hastalarda laparoskopinin güvenilirliği vurgulanmıştır (55). Bizim çalışmamızda, VKI 25'ten büyük, kilolu tabir edilen hastalarda hiperkarbi açısından, VKI 25'ten küçük hastalarla karşılaştırıldıklarında anlamlı fark bulunmuştur. Ameliyat öncesi değerlendirilmelerde hastaların respiratuvar fonksiyonlarında herhangi bir bozukluk saptanmamıştı.

Vücutta emilimi artan CO₂'nin, solunum yoluyla atılması sırasında mekanik ventilasyona rağmen respiratuvar parametrelerde bozukluk olması durumunda, hiperkarbi

gelişmesi kaçınılmazdır (52-61). Obez hastalar hem respiratuvar bozukluk, hem de CO₂'nin yağ dokusunda depolanabilmesi açısından önemli risk altındadır (15-50). Bizim çalışmamızda, bu çalışmalara paralel olarak, VKI'ne göre ayrılan her iki grupta hipoksi ortaya çıkmasıyla birlikte, VKI 25'ten büyük olan grupta hipoksi değişimi daha fazla olmuştur.

Cerrahi stresin lökosit sayısında değişime yol açtığı bilinmektedir. Anestezi tipine bağlı olmamakla birlikte, hastalarda nötrofil ağırlıklı lökositoz gelişmekte ve lenfopeni gelişmektedir (56). Cerrahi stresle birlikte akut faz reaktanları artmaktadır. Bunun cerrahi strese bir cevap olarak geliştiği söylenmektedir (57). Bizim çalışmamızda, bunlara paralel olarak hastalarda anlamlı lökositoz bulundu. Bunun yanında, hastalarda relatif trombositopeni saptandı. Özellikle ameliyat sonrası, tam kan değerlendirmesinde, trombosit sayısında istatistiksel olarak anlamlı düşüş görüldü. Daha önce yapılan çalışmalarda, anestezi sırasında gelişen hipotermiye bağlı trombosit sayısında azalma ve dağılım hacminde bozulma görülebileceği ifade edilmiştir. Bunun yanında, ameliyat sırasındaki transfüzyonlara bağlı trombositopeni görülebileceği vurgulanmıştır (64). Ancak, intraperitoneal basınç artışının bu mekanizmada ne kadar rolü olduğu bilinmemektedir.

Bizim çalışmamızda, hastaların serum üre değerinde belirgin değişiklik olmaksızın kreatinin değerlerinde yükselme olmuştur. Santos ve arkadaşlarının ratlarda yaptıkları çalışmada, özellikle tekrarlayan ve uzamış pnömoperitonyumun kreatinin artışına yol açtığı gösterilmiştir (37). Güler ve arkadaşlarının tavşanlarda yaptıkları çalışmada, bizim çalışmamıza paralel olarak 2. ve 4. saatte serum kreatinin değerlerinde artış, idrar kreatinin değerlerinde ise azalma görülmüş (58). Chiu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, deneklerde serum üre, ve elektrolit değerlerinde bir değişiklik olmaksızın serum kreatininde artış gözlenmiştir (41). Lee ve arkadaşlarının yaptığı ve pnömoperitonyumun uzun dönem renal etkilerinin bakıldığı çalışmada, deneklerde anlamlı histolojik değişiklik ve kreatinin artışı gözlenmemiştir (59).

6. SONUÇ

Tüm cerrahi branşlarda olduğu gibi üroloji alanında da teknolojik gelişime paralel olarak laparoskopi ve robotik cerrahiye yönelim mevcuttur. Laparoskopik ameliyatların sağladığı birçok avantajlarına rağmen, vücudun fizyolojisiyle ilgili yarattığı önemli değişiklikler mevcuttur. Özellikle intra-abdominal basınç artışının, vücudun birçok organı üzerinde direkt veya dolaylı etkileri mevcuttur. Bugün, pnömoperitonyum sağlamada en sık CO₂ kullanılmakta ve üstünlükleri nedeniyle tercih edilmektedir. İntra-abdominal gaz insüflasyonu ve CO₂ kullanımına bağlı olarak vücudun hemodinamik ve ventilatör parametrelerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Gerek anestezi indüksiyonunun, gerekse pnömoperitonyumun hipoksi yapma eğilimi mevcuttur. Bizim çalışmamızda görüldüğü gibi, hastaların herhangi bir anestezi riski olmasa bile, uzamış operasyonlarda hiperkarbi olasılığı anlamlı biçimde artmaktadır. Tek başına, bu fizyolojik değişiklikler mortalite etkilemiyor gibi görünse de, özellikle hiperkarbinin kardiyak aritmi riskini arttırdığı unutulmamalıdır. Yaptığımız çalışmanın sonucunda, operasyon süresinin hiperkarbi oluşumunda önemli bir risk faktörü olduğu söylenebilir. Operasyon süresinden bağımsız olarak hiperkarbinin yanında, hipoksinin gelişimi kardiyovasküler açıdan komplikasyon riskini artırır. Çalışmamızda görüldüğü gibi, ürolojik hasta grubu genellikle 4. Dekatdan ileri yaşlarda olanları içerir. Bu nedenle eşlik eden hiçbir kardiyopulmoner hastalıkları olmasa bile ani hemodinamik değişikliklerden daha fazla etkilenirler.

Operasyon süresinden başka, hastaların VKI'nin özellikle laparoskopik ameliyatlarda önemli olduğunu söylemek yanlış olmaz. Yaptığımız çalışmada, kilolu olarak tanımlanan grup normal kilolularla karşılaştırıldığında anlamlı hiperkarbi bulunmuştur. VKI 25'ten büyük hastalarda hiperkarbinin görülmesi, daha önce yapılan çalışmalarda, muhtemelen var olduğu düşünülen respiratuvar bozukluklara bağlanmıştır. Ancak, CO₂'nin yağ dokusunda kolayca depolanabildiği unutulmamalıdır. Sonuç olarak, VKI 25'ten büyük olan hastalarda, laparoskopik operasyon planı yapılırken respiratuvar sistemin daha ayrıntılı değerlendirilmesi faydalı olabilir.

Pnömoperitonyumun değişik mekanizmalarla böbrek fonksiyonlarını etkilediği ve oligoüri'ye yol açtığı bilinmektedir. Yaptığımız çalışmada hastaların serum üre değerlerinde anlamlı bir fark olmamasına rağmen, kreatinin değerlerinde anlamlı yükselme görülmüştür. Bu yükselmenin tek başına nefrektomilerde olmaması, kistektomilerde de benzer bulguların görülmesi kreatinin yükselmesinin sadece nefron kaybıyla açıklanamadığını gösterir. Bununla birlikte, kreatinin değerlerinin ameliyat öncesi mutlaka bakılarak, kronik böbrek hastalığı

olanlarda dikkatli olunması gerekir. Bu kreatinin artışları, altta yatan patoloji'ye bağı olarak hastada akut böbrek yetmezliğı gelişmesine neden olabilir.

Yaptığımız çalışmada görüldüğü gibi, hastalarda anlamlı lökositoz olmaktadır. Ameliyat sonrası değerlendirme de lökositozun cerrahi strese ve operasyona bağı olarak gelişebileceğı unutulmamalı, sepsis ve enfeksiyon açısında onları destekleyecek diğere bulgular üzerinde durulmalıdır. Bizim çalışmamızda, yapılan tam kan değerlendirilmelerinde relatif trombositopeni geliştiğı görülmüştür. Cerrahi strese bağı ve intra-abdominal artışına bağı olarak salgılanan hormonlar, hastada operasyon sırasında gelişen hipotermimin veya başka bir mekanizmanın etkili olduğı söylenebilir. Bundan sonra yapılacak prospektif randomize çalışmalarda, bununla ilgili daha detaylı sonuçlar alınabilir. Ancak, bu sonucun ışığında, ameliyat öncesi trombosit sayısı alt sınırdaki hastalara ameliyat sonrası gelişebilecek trombositopeni açısından daha dikkatli olunmalıdır. Üroloji'nin kapsadığı birçok laparoskopik ameliyat, aynı zamanda retroperitoneal olarakta yapılabilir. Retroperitondan CO₂ emiliminin daha fazla olduğı düşünülürse CO₂ emilimi ile yaratılan intrabdominal basınç artışının etkileri daha iyi ayırtedilebilir. Bu çalışmalar arttıkça hasta açısından en güvenli ve kaliteli operasyon tipi seçilebilir.

7.ÖZET

Bu retrospektif çalışmada, mayıs-2005 ve ağustos 2007 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Üroloji Kliniğinde laparoskopik kistektomi ve nefrektomi yapılmış 28 hastada, bakılmış olan, ameliyat öncesi, ameliyat sırasında ve ameliyattan sonra alınan arter kan gazları, ameliyat öncesi ve sonrası tam kan, biyokimya tetkikleri değerlendirilmiştir. PCO₂, PO₂, kreatinin, trombosit sayısı, kan üre değeri gibi değişkenler, hastalar operasyon süresine ve VKI'ne göre gruplandırıldıktan sonra karşılaştırılarak ürolojik laparoskopik ameliyatlarda sırasındaki CO₂ insüflasyonunun hemodinamik ve ventilatör etkileri gösterilmeye çalışılmıştır. Hastalar operasyon süresine göre 1 saatten kısa ve 1 saatten uzun olmak üzere iki gruba ayrılmış ve 1 saatten uzun süren operasyonlarda hiperkarbinin anlamlı olduğu görülmüştür (p<0,05). VKI'ne göre 25'ten büyük ve küçük olmak üzere iki gruba ayrılmış, benzer şekilde VKI 25'ten büyük olanlarda ameliyat sonrası anlamlı hiperkarbi gelişmiştir (p<0,05). Diğer gruplarda anlamlı hiperkarbi görülmemiştir (p>0,05). Tüm gruplarda ameliyat sonrası hipoksi gelişmiştir (p<0,001). Hastalarda ameliyat sonrası anlamlı lökositoz, trombosit sayısında azalma, kreatin değerinde yükselme saptanmıştır (p<0,001). Serum üre değerinde anlamlı değişiklik olmamıştır. Laparoskopi genel olarak güvenilen ve birçok avantajı dolayısıyla tercih edilen bir yöntemdir. Ancak, laparoskopi de oluşturulan pnömoperitonyumun ventilatör ve hemodinamik etkileri açıklığa kavuşturulmalıdır. Özellikle riskli hastalarda, ameliyat öncesi kardiyopulmoner sistem daha detaylı incelenmeli, gerekirse açık ameliyata geçecek düzenek hazır tutulmalıdır. Hastanın VKI, pozisyonu, kullanılan gaz miktarı, gibi birçok faktör hemodinamik ve ventilatör parametreleri etkilemektedir.

SUMMARY

In this retrospective study, we evaluate the 28 patients' preoperative, peroperative and postoperative blood gas examples, preoperative and postoperative complete blood counts and biochemical analyzes who had laparoscopic cystectomy and nephrectomy between April-2005 and August-2007 in Gazi University Department of Urology. The variable factors like PCO₂, PO₂, creatinine, platelet count, blood urea nitrogen were divided into groups according to patients' body mass indexes and operation time and then they were compared to show the hemodynamic and ventilatory effects of CO₂ insufflation during the urological laparoscopic surgery. Patients were divided into two groups according to operation time less than 1 hour and more, and we found significant hypercarbia in the group which operation time was more than 1 hour ($p < 0.05$). Patients were divided into two groups according to their body mass indexes less than 25 and more, similarly significant hypercarbia was found in the group which body mass indexes were more than 25 ($p < 0.05$). In the other groups no significant hypercarbia was found ($p > 0.05$). In all groups postoperatively significant hypoxemia was found ($p < 0.001$). In patients significant leukocytosis, thrombocytopenia, increase in creatinine value were found ($p < 0.001$). No significant change was found in blood urea nitrogen value ($p < 0.05$). In general laparoscopic surgery is reliable and so it is preferred method because of advantages. But the hemodynamic and ventilatory effects of pneumoperitoneum must be shown. Especially in risky patients preoperatively cardiovascular system must be examined better, and must be well-prepared to open surgery. Many factors like patients' body mass index, operation position, the amount of used gas effect the hemodynamic and ventilatory parameters.

8.KAYNAKLAR

1. Joris J, Cigarini I, Legrand M, Jacquet N, De Groote D, Franchimont P, Lamy M. Metabolic and respiratory changes after cholecystectomy performed via laparotomy or laparoscopy. *Br J Anaesth.* 1992 Oct;69(4):341-5.
2. Troidl H, Spangenberg W, Dietrich A, Neugebauer E. [Laparoscopic cholecystectomy. Initial experiences and results in 300 operations: a prospective follow-up study] *Chirurg.* 1991 Apr;62(4):257-65.
3. Fujise K, Shingu K, Matsumoto S, Nagata A, Mikami O, Matsuda T. The effects of the lateral position on cardiopulmonary function during laparoscopic urological surgery. *Anesth Analg.* 1998 Oct;87(4):925-30.
4. Roberts MW, Mathiesen KA, Ho HS, Wolfe BM. Cardiopulmonary responses to intravenous infusion of soluble and relatively insoluble gases. *Surg Endosc.* 1997 Apr;11(4):341-6.
5. Koivusalo AM, Lindgren L. Effects of carbon dioxide pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2000 Aug;44(7):834-41. Review. No abstract available.
6. Nishio I, Noguchi J, Konishi M, Ochiai R, Takeda J, Fukushima K. [The effects of anesthetic techniques and insufflating gases on ventilation during laparoscopy] *Masui.* 1993 Jun;42(6):862-6.
7. Stellato TA. History of laparoscopic surgery. *Surg Clin North Am.* 1992 Oct;72(5):997-1002. Laparoscopic general surgery--past, present, and future. *Surgery.* 1993 Jan;113(1):1-3.

8. Hatzinger M, Badawi JK, Häcker A, Langbein S, Honeck P, Alken P. [Georg Kelling (1866-1945): the man who introduced modern laparoscopy into medicine] *Urologe A*. 2006 Jul;45(7):868-71.
9. McDougall EM, Clayman RV. Advances in laparoscopic urology, Part I. History and development of procedures. *Urology*. 1994 Apr;43(4):420-6. Review.
10. Fielding GA. Laparoscopic cholecystectomy. *Aust N Z J Surg*. 1992 Mar;62(3):181-7.
11. Gill IS, Rackley RR, Meraney AM, Marcello PW, Sung GT. Laparoscopic enterocystoplasty. *Urology*. 2000 Feb;55(2):178-81.
12. Gill IS, Fergany A, Klein EA, Kaouk JH, Sung GT, Meraney AM, Savage SJ, Ulchaker JC, Novick AC. Laparoscopic radical cystoprostatectomy with ileal conduit performed completely intracorporeally: the initial 2 cases. *Urology*. 2000 Jul;56(1):26-9; discussion 29-30.
13. Jacob F, Salomon L, Hoznek A, Bellot J, Antiphon P, Chopin DK, Abbou CC. Laparoscopic radical prostatectomy: preliminary results. *Eur Urol*. 2000 May;37(5):615-20.
14. Guillonneau B, Vallancien G. Laparoscopic radical prostatectomy: the Montsouris experience. *J Urol*. 2000 Feb;163(2):418-22.
15. Chui PT, Gin T, Oh TE. Anaesthesia for laparoscopic general surgery. *Anaesth Intensive Care*. 1993 Apr;21(2):163-71. Review.
16. Koivusalo AM, Kellokumpu I, Lindgren L. Gasless laparoscopic cholecystectomy: comparison of postoperative recovery with conventional technique. *Br J Anaesth*. 1996 Nov;77(5):576-80.

17. Cunningham AJ, Brull SJ. Laparoscopic cholecystectomy: anesthetic implications. *Anesth Analg*. 1993 May;76(5):1120-33. Review.
18. Volz J, Köster S, Spacek Z, Paweletz N. Characteristic alterations of the peritoneum after carbon dioxide pneumoperitoneum. *Surg Endosc*. 1999 Jun;13(6):611-4.
19. Hunter JG. Exposure, dissection, and laser versus electrosurgery in laparoscopic cholecystectomy. *Am J Surg*. 1993 Apr;165(4):492-6. Review.
20. Jacobi CA, Junghans T, Peter F, Naundorf D, Ordemann J, Müller JM. Cardiopulmonary changes during laparoscopy and vessel injury comparison of CO₂ and helium in an animal model. *Langenbecks Arch Surg*. 2000 Nov;385(7):459-66.
21. Hazebroek EJ, Haitzma JJ, Lachmann B, Bonjer HJ. Mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure preserves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum. *Surg Endosc*. 2002 Apr;16(4):685-9. Epub 2001 Dec 31.
22. Naude GP, Bongard FS. Helium insufflation in laparoscopic surgery. *Endosc Surg Allied Technol*. 1995 Aug;3(4):183-6. Review.
23. Castillo OA, Vitagliano G, Moreno M, Diaz MA, Cortes O. Management of diaphragmatic injury during transperitoneal laparoscopic urological procedures. *Int Braz J Urol*. 2007 May-Jun;33(3):323-8; discussion 328-9
24. Perissat J, Vitale GC. Laparoscopic cholecystectomy: gateway to the future. *Am J Surg*. 1991 Mar;161(3):408.

25. Wittgen CM, Andrus CH, Fitzgerald SD, Baudendistel LJ, Dahms TE, Kaminski DL. Analysis of the hemodynamic and ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg.* 1991 Aug;126(8):997-1000; discussion 1000-1.
26. Blobner M, Bogdanski R, Kochs E, Henke J, Findeis A, Jelen-Esselborn S. Effects of intraabdominally insufflated carbon dioxide and elevated intraabdominal pressure on splanchnic circulation: an experimental study in pigs. *Anesthesiology.* 1998 Aug;89(2):475-82.
27. Schleifer W, Bissinger U, Guggenberger H, Heuser D. Variance of cardiorespiratory parameters during gynaecological surgery with CO₂-pneumoperitoneum. *Endosc Surg Allied Technol.* 1995 Aug;3(4):167-70.
28. Branche PE, Duperret SL, Sagnard PE, Boulez JL, Petit PL, Viale JP. Left ventricular loading modifications induced by pneumoperitoneum: a time course echocardiographic study. *Anesth Analg.* 1998 Mar;86(3):482-7.
29. Hirvonen EA, Nuutinen LS, Vuolteenaho O. Hormonal responses and cardiac filling pressures in head-up or head-down position and pneumoperitoneum in patients undergoing operative laparoscopy. *Br J Anaesth.* 1997 Feb;78(2):128-33.
30. Fujise K, Shingu K, Matsumoto S, Nagata A, Mikami O, Matsuda T. The effects of the lateral position on cardiopulmonary function during laparoscopic urological surgery. *Anesth Analg.* 1998 Oct;87(4):925-30.
31. Mikami O, Fujise K, Matsumoto S, Shingu K, Ashida M, Matsuda T. High intra-abdominal pressure increases plasma catecholamine concentrations during pneumoperitoneum for laparoscopic procedures. *Arch Surg.* 1998 Jan;133(1):39-43.
32. Wolf JS Jr, Stoller ML. The physiology of laparoscopy: basic principles, complications and other considerations. *J Urol.* 1994 Aug;152(2 Pt 1):294-302. Review.

33. Ciofolo MJ, Clergue F, Seebacher J, Lefebvre G, Viars P. Ventilatory effects of laparoscopy under epidural anesthesia. *Anesth Analg*. 1990 Apr;70(4):357-61.
34. Iwasaka H, Miyakawa H, Yamamoto H, Kitano T, Taniguchi K, Honda N. Respiratory mechanics and arterial blood gases during and after laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth*. 1996 Feb;43(2):129-33.
35. Hazebroek EJ, Haitzma JJ, Lachmann B, Steyerberg EW, de Bruin RW, Bouvy ND, Bonjer HJ. Impact of carbon dioxide and helium insufflation on cardiorespiratory function during prolonged pneumoperitoneum in an experimental rat model. *Surg Endosc*. 2002 Jul;16(7):1073-8. Epub 2002 Apr 9
36. Joris JL, Hincque VL, Laurent PE, Desai CJ, Lamy ML. Pulmonary function and pain after gastropasty performed via laparotomy or laparoscopy in morbidly obese patients. *Br J Anaesth*. 1998 Mar;80(3):283-8.
37. Santos LS, Tambara Filho R, da Figueiredo TM, Cravo G. Effects of the pneumoperitoneum in rats submitted to a unilateral nephrectomy: morphologic and functional study on the remnant kidney. *Acta Cir Bras*. 2005 May-Jun;20(3):195-9.
38. Casati A, Valentini G, Ferrari S, Senatore R, Zangrillo A, Torri G. Cardiorespiratory changes during gynaecological laparoscopy by abdominal wall elevation: comparison with carbon dioxide pneumoperitoneum. *Br J Anaesth*. 1997 Jan;78(1):51-4.
39. Volpino P, Cangemi V, D'Andrea N, Cangemi B, Piat G. Hemodynamic and pulmonary changes during and after laparoscopic cholecystectomy. A comparison with traditional surgery. *Surg Endosc*. 1998 Feb;12(2):119-23.
40. Odeberg-Werner S. Laparoscopic surgery--effects on circulatory and respiratory physiology: an overview. *Eur J Surg Suppl*. 2000;(585):4-11. Review.

41. Chiu AW, Chang LS, Birkett DH, Babayan RK. Changes in urinary output and electrolytes during gaseous and gasless laparoscopy. *Urol Res.* 1996;24(6):361-6.
42. Kuczmariski RJ, Flegal KM, Campbell SM, Johnson CL. Increasing prevalence of overweight among US adults. The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1960 to 1991. *JAMA.* 1994 Jul 20;272(3):205-11.
43. Luce JM. Respiratory complications of obesity. *Chest.* 1980 Oct;78(4):626-31. Review.
44. Coptcoat MJ. Laparoscopy in urology: perspectives and practice. *Br J Urol.* 1992 Jun;69(6):561-7. Review..
45. Junghans T, Böhm B, Gründel K, Schwenk W, Müller JM. Does pneumoperitoneum with different gases, body positions, and intraperitoneal pressures influence renal and hepatic blood flow? *Surgery.* 1997 Feb;121(2):206-11.
46. Junghans T, Böhm B, Gründel K, Schwenk W. Effects of pneumoperitoneum with carbon dioxide, argon, or helium on hemodynamic and respiratory function. *Arch Surg.* 1997 Mar;132(3):272-8.
47. Fleming RY, Dougherty TB, Feig BW. The safety of helium for abdominal insufflation. *Surg Endosc.* 1997 Mar;11(3):230-4.
48. Koivusalo AM, Lindgren L. Respiratory mechanics during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg.* 1999 Sep;89(3):800.
49. Fitzgerald SD, Andrus CH, Baudendistel LJ, Dahms TE, Kaminski DL. Hypercarbia during carbon dioxide pneumoperitoneum. *Am J Surg.* 1992 Jan;163(1):186-90.

50. Meininger D, Zwissler B, Byhahn C, Probst M, Westphal K, Bremerich DH. Impact of overweight and pneumoperitoneum on hemodynamics and oxygenation during prolonged laparoscopic surgery. *World J Surg.* 2006 Apr;30(4):520-6.
51. Tokics L, Hedenstierna G, Strandberg A, Brismar B, Lundquist H. Lung collapse and gas exchange during general anesthesia: effects of spontaneous breathing, muscle paralysis, and positive end-expiratory pressure. *Anesthesiology.* 1987 Feb;66(2):157-67.
52. Safran DB, Orlando R 3rd. Physiologic effects of pneumoperitoneum. *Am J Surg.* 1994 Feb;167(2):281-6. Review.
53. Wallace DH, Serpell MG, Baxter JN, O'Dwyer PJ. Randomized trial of different insufflation pressures for laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg.* 1997 Apr;84(4):455-8.
54. Luce JM. Respiratory complications of obesity. *Chest.* 1980 Oct;78(4):626-31. Review.
55. Fugita OE, Chan DY, Roberts WW, Kavoussi LR, Jarrett TW. Laparoscopic radical nephrectomy in obese patients: outcomes and technical considerations. *Urology.* 2004 Feb;63(2):247-52; discussion 252.
56. Jakobsen BW, Pedersen J, Egeberg BB. Postoperative lymphocytopenia and leucocytosis after epidural and general anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1986 Nov;30(8):668-71.
57. Hall GM, Desborough JP. Interleukin-6 and the metabolic response to surgery. *Br J Anaesth.* 1992 Oct;69(4):337-8.
58. Güler C, Sade M, Kirkali Z. Renal effects of carbon dioxide insufflation in rabbit pneumoretroperitoneum model. *J Endourol.* 1998 Aug;12(4):367-70.

59. Lee BR, Cadeddu JA, Molnar-Nadasdy G, Enriquez D, Nadasdy T, Kavoussi LR, Ratner LE. Chronic effect of pneumoperitoneum on renal histology. *J Endourol.* 1999 May;13(4):279-82.
60. Berguer R, Cornelius T, Dalton M. The optimum pneumoperitoneum pressure for laparoscopic surgery in the rat model. A detailed cardiorespiratory study. *Surg Endosc.* 1997 Sep;11(9):915-8.
61. Berg K, Wilhelm W, Grundmann U, Ladenburger A, Feifel G, Mertzluft F. [Laparoscopic cholecystectomy--effect of position changes and CO₂ pneumoperitoneum on hemodynamic, respiratory and endocrinologic parameters] *Zentralbl Chir.* 1997;122(5):395-404.
62. McDermott JP, Regan MC, Page R, Stokes MA, Barry K, Moriarty DC, Caushaj PF, Fitzpatrick JM, Gorey TF. Cardiorespiratory effects of laparoscopy with and without gas insufflation. *Arch Surg.* 1995 Sep;130(9):984-8.
63. Ho HS, Gunther RA, Wolfe BM (1992) Intraperitoneal carbon dioxide insufflation and cardiopulmonary functions. Laparoscopic cholecystectomy in pigs. *Arch Surg* 127: 928–932; discussion 932–923
64. Ishizaki Y, Bandai Y, Shimomura K, Abe H, Ohtomo Y, Idezuki Y (1993) Changes in splanchnic blood flow and cardiovascular effects following peritoneal insufflation of carbon dioxide. *Surg Endosc* 7: 420–423
- 65.

