



**TC. SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL SAğLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİğİ**

**LAPAROSKOPİK KOLESİSTEKTOMİLERDE FARKLI
İNTRAABDOMİNAL BASINÇLARIN İNFERİOR VENA KAVA ÇAPI VE
KOLLAPSİBİLİTE İNDEKSİNE ETKİSİ**

Dr. Sevil AKTAŞ

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL / 2025



**TC. SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL SAğLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİğİ**

**LAPAROSKOPİK KOLESİSTEKTOMİLERDE FARKLI
İNTRAABDOMİNAL BASINÇLARIN İNFERİÖR VENA KAVA ÇAPI VE
KOLLAPSİBİLİTE İNDEKSİNE ETKİSİ**

Dr. Sevil AKTAŞ

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Veysel ERDEN

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL / 2025

TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimimiz süresince en iyi şekilde yetişebilmemiz için emek harcayan, bu süreç boyunca eğitim anlamında ve eğitim dışı konularda bize daima yardımcı olan, bilgi ve tecrübeleriyle bize rehberlik eden, iyi niyetli, saygıdeğer tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Veysel ERDEN' e,

Anesteziye başladığımdan beri mesleki anlamda beni ben yapan, tecrübelerini, bilgi ve birikimlerini bize sürekli bıkmadan aktaran, bu serüvenden sonraki hayatımda da herhangi bir konuda yanımda olacağını bildiğim, iyi kalpli ablam ve değerli hocam Doç. Dr. Fatma Yeşim ABUT' a,

Mesleğimi öğrenme ve geliştirme safhalarında hayatıma dokunan ve emekleri olan kliniğimizdeki kıymetli uzmanlarım; Dr. Tuncay ÖZGÜR' e, Dr. Füsün ADAM' a, Dr. Sevim BALTALI' ya, Dr. Hülya LEBLEBİCİ' ye, Dr. Abdurrahman TÜNAY' a, Dr. Özlem ATEŞAL' a, Dr. Alican AÇIKGÖZ' e, Dr. Ayşegül FERLENGEZ' e, Dr. Tuğba KARARTI' ya, Dr. Canan CAN' a, Dr. Filiz GÜLTEKİN' e, Dr. Macide Nedret USLU' ya, Dr. Hayal KARTAL' a, Dr. Sibel BULUÇ' a, Dr. Ayşenur SOYTÜRK' e, Dr. İsmet SAYAN' a ve bu süreçte kaybettiğimiz rahmetli Dr. Nevin EREN' e,

Asistanlık eğitimim esnasında hayatı büyük bir aile gibi paylaştığım asistan arkadaşlarıma ve beraber çalıştığımız anestezi teknisyeni, hemşire ve personellere,

Bugünlere gelmemde büyük emeği geçen, arkamda büyük bir güç hissettiğim canım aileme, her zaman yanımda olan, desteğini esirgemeyen, hayatımı her anlamda kolaylaştıran ve varlığına şükrettiğim canım eşim Doğan Can AKTAŞ' a, bu zorlu süreçte hayatımıza girerek renk katan, hayatı daha da anlamlandıran, mutluluk kaynağım canım 2 kızım Nil ve Ela AKTAŞ' a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR DİZİNİ	iii
TABLolar LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 Laparoskopik Kolesistektomi.....	2
2.1.1 Tanımı	2
2.1.2 Tarihçesi.....	2
2.1.3 Prosedür	3
2.2 Pozitif Basıncılı Ventilasyon.....	4
2.2.1 Pozitif Basıncılı Ventilasyonun Kardiyovasküler Etkileri.....	4
2.2.2 Pozitif Basıncılı Ventilasyonun Nörolojik Etkileri	5
2.2.3 Pozitif Basıncılı Ventilasyonun Renal Etkileri	5
2.3 Pnömooperitonyum	5
2.3.1 Pnömooperitonyumun Kardiyovasküler Etkileri	6
2.3.2 Pnömooperitonyumun Respiratuvar Etkileri	6
2.3.3 Pnömooperitonyumun Diğer Sistemler Üzerine Etkileri	7
2.4 Ultrasonografi	7
2.4.1 Temel Prensipler	7
2.4.2 Görüntüleme Modları.....	8
2.4.3 Transdüserler.....	9
2.4.4 İnförior Vena Kavanın Ultrasonografik Olarak Değerlendirilmesi	9
3. GEREÇ VE YÖNTEM	11
4. BULGULAR.....	13
5. TARTIŞMA	32
6. SONUÇ.....	38
7. KAYNAKLAR	39

KISALTMALAR DİZİNİ

ASA	AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS (AMERİKAN ANESTEZİSTLER DERNEĞİ)
BMI	BODY MASS INDEX (BEDEN KİTLE İNDEKSİ)
CO	CARDIAC OUTPUT (KARDİYAK DEBİ)
HR	HEART RATE (KALP ATIM HIZI)
İAB	İNTRAABDOMİNAL BASINÇ
İAH	İNTRAABDOMİNAL HİPERTANSİYON
İKB	İNTRAKRANİAL BASINÇ
İTB	İNTRATORASİK BASINÇ
İVK	İNFERİOR VENA KAVA
İVKmin	İNFERİOR VENA KAVA MİNİMUM ÇAPI
İVKmaks	İNFERİOR VENA KAVA MAKSİMUM ÇAPI
İVK-Kİ	İNFERİOR VENA KAVA KOLLAPSİBİLİTE İNDEKSİ
OAB	ORTALAMA ARTERİYEL BASINÇ

PBV	POZİTİF BASINÇLI VENTİLASYON
PP	PNÖMOPERİTONYUM
PVR	PULMONER VASKÜLER REZİSTANS
SPB	SEREBRAL PERFÜZYON BASINCI
SVR	SİSTEMİK VASKÜLER REZİSTANS
US	ULTRASONOGRAFİ

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Hastaların dağılımı ve demografik veriler	13
Tablo 2. Sonografik taramanın üç aşaması sırasında İVKmaks çapının karşılaştırılması	14
Tablo 3. Sonografik taramanın üç aşaması sırasında İVKmin çapının karşılaştırılması	15
Tablo 4. Sonografik taramanın üç aşaması sırasında İVK-Kİ karşılaştırılması	17
Tablo 5. Sonografik taramanın üç aşaması sırasında HR karşılaştırılması	18
Tablo 6. Sonografik taramanın üç aşaması sırasında OAB karşılaştırılması	19
Tablo 7. Yaşa göre gruplar arası demografik özellikler	20
Tablo 8. Yaşa göre gruplar arası İVKmaks değerinin karşılaştırılması	21
Tablo 9. Yaşa göre gruplar arası İVKmin değerinin karşılaştırılması.....	22
Tablo 10. Yaşa göre gruplar arası İVK-Kİ karşılaştırılması	23
Tablo 11. Yaşa göre gruplar arası HR değerinin karşılaştırılması	24
Tablo 12. Yaşa göre gruplar arası OAB değerinin karşılaştırılması	25
Tablo 13. BMI'ye göre gruplar arası demografik özellikler	26
Tablo 14. BMI'ye göre gruplar arası İVKmaks değerinin karşılaştırılması.....	26
Tablo 15. BMI'ye göre gruplar arası İVKmin değerinin karşılaştırılması.....	28
Tablo 16. BMI'ye göre gruplar arası İVK-Kİ karşılaştırılması.....	29
Tablo 17. BMI'ye göre gruplar arası HR değerinin karşılaştırılması.....	30
Tablo 18. BMI'ye göre gruplar arası OAB değerinin karşılaştırılması.....	31

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sonografik taramanın üç aşamasındaki İVKmaks çapının değişimi	14
Şekil 2. Sonografik taramanın üç aşamasındaki İVKmin çapının değişimi	16
Şekil 3. Sonografik taramanın üç aşamasındaki İVK-Kİ değişimi.....	17
Şekil 4. Sonografik taramanın üç aşamasındaki HR değişimi.....	18
Şekil 5. Sonografik taramanın üç aşamasındaki OAB değişimi	20
Şekil 6. Yaşa göre gruplar arası üç aşamadaki İVKmaks çapının değişimi	21
Şekil 7. Yaşa göre gruplar arası üç aşamadaki İVKmin çapının değişimi.....	22
Şekil 8. Yaşa göre gruplar arası üç aşamadaki İVK-Kİ değişimi	23
Şekil 9. Yaşa göre gruplar arası üç aşamadaki HR değişimi	24
Şekil 10. Yaşa göre gruplar arası üç aşamadaki OAB değişimi	25
Şekil 11. BMI'ye göre gruplar arası üç aşamadaki İVKmaks çapının değişimi.....	27
Şekil 12. BMI'ye göre gruplar arası üç aşamadaki VKİmin çapının değişimi	28
Şekil 13. BMI'ye göre gruplar arası üç aşamadaki İVK-Kİ değişimi	29
Şekil 14. BMI'ye göre gruplar arası üç aşamadaki HR değişimi	30
Şekil 15. BMI'ye göre gruplar arası üç aşamadaki OAB değişimi	31

ÖZET

Amaç: Laparoskopik kolesistektomi planlanan hastalarda intraabdominal basıncın kademeli olarak artırılması ile inferior vena kava çapı ve kollapsibilite indeksindeki değişimi saptamayı, ayrıca bu durumun hemodinamiğe etkisini gözlemlemeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Prospektif gözlemsel yapılan bu çalışmaya Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Genel Cerrahi Kliniğinde laparoskopik kolesistektomi nedeniyle opere edilecek ASA I-II grubunda, 18-70 yaş aralığında 36 hasta dahil edildi. Hastalar operasyon odasında spontan solunumda, entübasyon sonrası mekanik ventilasyonda ve cerrahi prosedür başlayıp batına trokarlar yerleştirildikten sonra abdominal basıncın 8-12-15 mmHg'ye insüflasyonu sırasında ayrı ayrı inferior vena kavanın subksifoid bölgeden minimum ve maksimum çaplarının ultrasonografik ölçümleri yapıldı. Her aşamada hastaların kalp atım hızı (HR) ve ortalama arteriyel basıncı (OAB) kaydedildi. Ölçümler sonunda inferior vena kava kollapsibilite indeksi (İVK-Kİ) = (maksimum çap-minimum çap) / maksimum çap x 100) formülüyle hesaplandı.

Bulgular: İntraabdominal basınç artışıyla her aşamada inferior vena kavanın maksimum ve minimum çapında anlamlı bir azalmanın olduğunu ancak kollapsibilite indeksinde beklenen düşüş olmadığını saptadık. İntraabdominal basınç artışı ile HR ve OAB parametrelerinde klinik olarak anlamlı bir değişiklik olmadığını gözlemledik.

Sonuç: İntraabdominal basınç artışından İVK çap ölçümlerinin etkilendiğini ancak İVK-Kİ'nin negatif korelasyon göstermediğini, sağlıklı yetişkinler üzerinde yapılan bu çalışmada hastaların 15 mmHg intraabdominal basınç artışına kadar durumu iyi tolere edebildiğini söyleyebiliriz.

Anahtar Kelimeler: İnferior vena kava çapı, intraabdominal basınç, kollapsibilite indeksi, laparoskopik kolesistektomi, ultrason

ABSTRACT

Aim: We aimed to determine the changes in the diameter and collapsibility index of the inferior vena cava by gradually increasing intra-abdominal pressure in patients scheduled for laparoscopic cholecystectomy, as well as to observe the effects of these changes on hemodynamics.

Materials and Methods: This prospective observational study included 36 patients aged 18-70 years from the ASA I-II group who were scheduled to undergo laparoscopic cholecystectomy at the General Surgery Clinic of Health Sciences University Istanbul Training and Research Hospital. In the operating room, ultrasonographic measurements of the minimum and maximum diameters of the inferior vena cava (IVC) were taken from the subxiphoid area under three conditions: during spontaneous breathing, after intubation under mechanical ventilation, and following the surgical procedure when trocars were placed into the abdomen, with intra-abdominal pressure being gradually insufflated to 8, 12, and 15 mmHg. At each stage, patients' heart rate (HR) and mean arterial pressure (MAP) were recorded. The collapsibility index of the inferior vena cava (IVC-CI) was calculated using the formula: $IVC-CI = (\text{maximum diameter} - \text{minimum diameter}) / \text{maximum diameter} \times 100$.

Results: We found a significant reduction in both the maximum and minimum diameters of the inferior vena cava at each stage of increased intra-abdominal pressure; however, the expected decrease in the collapsibility index was not observed. Additionally, we noted that the increase in intra-abdominal pressure did not result in clinically significant changes in heart rate (HR) or mean arterial pressure (MAP) parameters.

Conclusion: We observed that while the increase in intra-abdominal pressure affected the IVC diameter measurements, there was no negative correlation with the IVC collapsibility index (IVC-CI). In this study conducted on healthy adults, patients were able to tolerate an increase in intra-abdominal pressure up to 15 mmHg without significant adverse effects.

Key words: Inferior vena cava diameter, intra-abdominal pressure, collapsibility index, laparoscopic cholecystectomy, ultrasound

1. GİRİŞ VE AMAÇ

İnferior vena kava (İVK) vücutta, kalpten alt kısmının kanını toplayan en büyük kapasitans damardır (1). Sağ kalp fonksiyonları ile yakından ilişkilidir (1). Bu nedenle klinik öneme sahiptir. İVK çap ölçümleri, santral venöz basınç ve sağ atriyum basıncının tahmininde kullanılır (2). Literatürde hastaların optimum sıvı yönetimi halen belirsizliğini koruduğu için intravasküler volüm durumunu değerlendirmek amacıyla İVK'nin ultrasonografik ölçümleri noninvaziv, kolay, tekrarlanabilir olmasından dolayı hekimlerin hızlı ve uygun tıbbi karar almasına olanak sağlamıştır (3). Genel olarak hipotansiyon, sıvı yanıtlılığı ve hipovolemi gibi morbidite ve mortalitede önem arz eden klinik durumların değerlendirilmesi için kullanılır (4). Son dönemlerde inferior vena kava kollapsibilite indeksi (İVK-Kİ) de bu hedeflere yönelik kullanılan, sağ atriyum basıncı ve santral venöz basıncıyla korele olduğu düşünülen bir parametredir (3-5). İVK çapı ve şekli iç ve dış basınçlara göre değişkenlik göstermektedir. Klinisyenler İVK çapı ölçümlerinden çıkarımda bulunmaya çalışırken fizyolojik solunum (negatif intratorasik basınç), yapay solunum (pozitif intratorasik basınç), yapay pnömoperitonyum (pozitif intraabdominal basınç), pozisyon (özellikle sol lateral dekübit) gibi durumların farkında olması gerekmektedir (6).

İntraabdominal basınç (İAB) artışı çeşitli mekanizmalarla ortaya çıkan ve birçok organda ilerleyici işlev bozukluğu ile sonuçlanabilen klinik bir durumdur (7). Teorik olarak intraabdominal basıncın artması durumunda İVK dış etmenler tarafından sıkıştırılır (6). Bu artışın İVK üzerindeki sıkıştırıcı etkisi ve venöz dönüşün bozulması ile hemodinamiğe nasıl yansıtacağı merak konusudur. Artan intraabdominal basıncının İVK çapına ve kollapsibilitesine etkisinin derecesi bilinmemektedir.

Biz bu çalışmada, laparoskopik kolesistektomi planlanan hastalarda yapay pnömoperitonyum ile kademeli olarak artırılan intraabdominal basınçlar sonrası İVK çapı ölçümleri ve kollapsibilite indeksi arasındaki korelasyonu araştırmayı amaçladık. Özellikle hangi değerlerin üzerindeki İAB artışlarında vücuttaki kanı taşıyan major ven olan İVK çapına ne derecede etki edeceğini görmeyi hedefledik. İkincil olarak, artan intraabdominal basıncın etkisiyle İVK çapı ve kollapsibilite indeksindeki değişikliklerin, oluşabilecek hemodinamik yanıtlar (kalp atım hızı ve ortalama arter basıncı) açısından prediktif olup olmadığını gözlemlemeyi amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Laparoskopik Kolesistektomi

2.1.1 Tanımı

Kolesistektomi, safra kesesinin cerrahi olarak çıkarılmasıdır. Bir video kamera kullanılarak laparoskopi (laparo: karın, skopi: bakmak) yoluyla veya açık cerrahi teknikleri ile gerçekleştirilebilir. Safra taşlarının neden olduğu biliyer kolik, kolesistit, pankreatit ve kolanjit gibi ağrı ve komplikasyonlar başta olmak üzere; biliyer diskinezi ve safra kesesi kanseri durumlarında da tedavi yöntemidir.

Laparoskopik kolesistektomi; perioperatif kanama riskinin ve operatif stres yanıtının daha az olması, ameliyat süresinin daha kısa olması, yara yerinde daha iyi kozmetik sonuçlar, postoperatif daha az ağrı nedeniyle daha düşük analjezi/opioid ihtiyacı, postoperatif erken mobilizasyon, büyük bir ameliyat yarasının komplikasyonlarından (ağrı, yara yeri enfeksiyonu, fasya ayrılması, insizyonel herni gibi) kaçınılmış olması, karın içi organların daha az manipülasyonu nedeniyle daha az karın içi yapışıklıklar, hastanede kalış süresinin daha kısa olması, uzun dönemde oluşabilecek intestinal obstrüksiyon riskinin daha az olması gibi kabul görmüş üstünlükleri nedeniyle safra kesesi ameliyatlarında altın standart yöntem olarak kabul edilir.

2.1.2 Tarihçesi

Tarihte ilk kolesistektomi 1884'te, Berlin'de Langenbuch tarafından uygulanmıştır. Laparoskopinin ilk uygulaması ise 1901'de Georg Kellig tarafından Nitze sistoskopi kullanılarak canlı bir köpeğin karın boşluğunun incelenmesi ile gerçekleşmiştir. Kellig bu işleme 'çölyoskopi' adını vermiştir (8). İnsanda yapılmış ilk büyük laparoskopi serisi 1911'de H.C. Jacobeus tarafından bildirilmiştir (9). Optik ve teknik gelişmelere paralel olarak 1960'ta Alman jinekolog Kurt Semm'in otomatik kontrollü insüflatörü ve laparoskopik aletleri ortaya atması ve en son 1980'de kompüter çipli televizyon kamerasının da icat edilmesi ile özellikle jinekoloji alanında kullanıma girmiştir. Semm bu işlemi 'pelviskopi' olarak adlandırmıştır (8). 1987'de Lyon'da Dr. Phillipe Mouret ilk kez laparoskopik

kolesistektomi yapmıştır (10). Ülkemizde 1990 yılında Prof. Dr. Ergün Göney'in ilk kez gerçekleştirdiği laparoskopik kolesistektomi yöntemi halen başarıyla uygulanmaktadır (11). Böylece laparoskopik cerrahi birçok alanda çeşitli endikasyonlarla gelişme fırsatı bulmuştur.

2.1.3 Prosedür

Laparoskopik kolesistektomi; genel anestezi altında, yaklaşık 5 mm ile 10 mm çapında, küçük silindirik tüp şeklindeki trokarlar ile karın boşluğuna girmek için cilde birkaç küçük kesi atılarak gerçekleştirilir. Batın duvarını batın içi organlardan uzaklaştırmak amacıyla intraabdominal basıncı ve verilen hava miktarını monitörize eden otomatik insüflasyon cihazı ile yapay pnömoperitonyum oluşturulur. Daha sonra bir kamera ve ışık kaynağına sahip olan laparoskop aleti batını aydınlatır ve batın içi doku ve organların görüntüsünü ekrana göndererek cerraha net bir görüntü verir. Organların rahat görülebilmesi için hastalara ters trendelendurg (baş yukarı) pozisyon verilir (12).

Batın içine insüfle edilen gazlar; fizyolojik olarak inert, renksiz, akciğerlerden kolayca atılabilir olmalı, patlayıcı ve iritan olmamalıdır (13). Pnömoperitonyum oluşturmak için rutin olarak karbondioksit (CO₂) kullanılır. Azot protoksit (N₂O), oksijen (O₂), helyum (He) ve hava ile de pnömoperitonyum oluşturulabilmektedir. Ancak O₂'nin yanma tehlikesi, N₂O'nun yavaş absorbe edilmesi, yanıcı olması, ani kardiyak arrest riski, He'nin yüksek emboli riski ve havanın iletken olması, küçük volümlerde bile emboli riskinden dolayı uzaklaşmıştır (13). CO₂'nin hiperkarbiye neden olması ve sürekli akım gerektirmesine rağmen yanıcı olmaması, renksiz, kokusuz, ucuz, kullanıma hazır, emboli riskinin daha az olması, hızlı emilim ve atılım, girişim sonunda tamamen abdominal kaviteden boşaltılabilmesi gibi avantajlarından dolayı tercih edilir (14).

Laparoskopi sırasında görülen fizyolojik/patolojik değişikliklerin nedenleri;

1. Anestezi
2. Kontrollü ventilasyon
3. Pozisyon
4. CO₂

5. İntraabdominal basınç artışı (pnömoperitonyum) olarak sıralanabilir (15).

2.2 Pozitif Basıncılı Ventilasyon

Mekanik ventilasyon, herhangi bir sebeple akciğerin yaşamsal fonksiyonu olan solunum işinin, ventilatör cihazı yardımı ile yapay olarak sürdürülmesidir. Pozitif basınçlı ventilasyon (PBV) ve negatif basınçlı ventilasyon olarak ikiye ayrılır. Günümüzde endotrakeal tüp (invaziv) veya yüze oturan maskeler (noninvaziv) ile akciğere atmosfer basıncının üzerinde pozitif basınç verilerek hava girişi sağlayan pozitif basınçlı mekanik ventilatörler kullanılmaktadır (16). Modern anlamda pozitif basınçlı mekanik ventilasyon ilk olarak 1952’de Danimarka’da ve 1953’te İsveç’te ortaya çıkan polio epidemilerinde Engström tarafından uygulanmıştır. 1980’den itibaren mikroişlemci ventilatör hızla yaygınlaşırken yeni ventilasyon modları ile günümüze kadar gelişmiştir.

PBV’nin sistemler üzerine birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. PBV’nin diğer organlar üzerindeki en bariz etkisi kardiyak debideki azalmaya bağlıdır.

2.2.1 Pozitif Basıncılı Ventilasyonun Kardiyovasküler Etkileri

Normal solunumda inspiyumdaki negatif basınç fazı venöz dönüşü yardımcı olur, pulmoner kapillerdeki basıncı azaltır ve akımı teşvik ederken; pozitif basınçlı ventilasyonda intratorasik basınçlar inspiyum sırasında artar. Bu basınç artışı torakstaki büyük damarlara ve diğer yapılara yansır. Büyük damarlar komprese olur ve santral venöz basınç artar. Böylece venöz dönüşte, sağ ventrikül debisinde ve pulmoner kan akımında azalma meydana gelir. Daha sonra düşük sağ kalp debisi nedeniyle sol ventrikül atım volümü de azalır. Sonuç olarak pozitif basınçlı ventilasyonun primer kardiyovasküler etkisi kalp debisindeki azalmadır.

Hava yolu basıncını artıran PBV ve yüksek PEEP seviyeleri de pulmoner vasküler sistemi etkileyerek kardiyak debide düşüşe neden olabilir. Pulmoner kapillerler komprese olur, pulmoner perfüzyon direkt olarak baskılanır ve vasküler rezistans artar. Böylece sağ kalp atım hacmi azalabilir. Bu durum sağ kalpte diyastol sonu volüm miktarını artırırken interventriküler septum da sola itilir. İnterventriküler septumun sola şifti sol ventrikül volümünde azalmaya neden olarak kardiyak debide

düşüşü etkileyebilir. Kardiyak debideki düşüş ile miyokard perfüzyonundaki azalma ve miyokardiyal iskemi inkâr edilemez (17).

2.2.2 Pozitif Basıncılı Ventilasyonun Nörolojik Etkileri

Serebral perfüzyon basıncı (SPB); ortalama arter basıncı (OAB) ile intrakraniyal basınç (İKB) arasındaki farka eşittir. PBV sırasında PEEP uygulamasından bağımsız olarak kardiyak debi ve OAB düşeceğinden SPB’da azalma beklenir. Ayrıca mekanik ventilasyonda artmış intratorasik basınca (İTB) bağlı olarak azalan serebral venöz dönüş, İKB artışı ve SPB azalmasıyla sonuçlanır. Perfüzyon basıncındaki azalma serebral hipoksemi için risk oluştururken, İKB artışı da serebral ödem oluşumunu artırabilir (18). Serebral kan akımı parsiyel karbondioksit basıncı (PaCO₂) değerlerine duyarlı olması nedeni ile mekanik ventilasyon uygulaması sırasındaki kan gazı değişiklikleri de İKB üzerinde önemli rol oynar (19). Dahası mekanik ventilatör ilişkili nöroinflamatuvar ve nöronal sinyalleme ile beyin hasarını gösteren kanıtlar mevcuttur (20).

2.2.3 Pozitif Basıncılı Ventilasyonun Renal Etkileri

Artmış intratorasik basıncın neden olduğu kardiyak debi azalması, renal kan akımı ve glomerüler filtrasyon hızını azaltır (18). PBV ile ortaya çıkan humoral cevapta Atrial natriüretik peptit (ANP) azalması, Antidiüretik hormon (ADH) artışı ve renin-anjiyotensin-aldosteron sisteminin aktivasyonu ile organizmada su ve sodyum retansiyonuna yönelik değişiklikler meydana gelir. Bu durum tabloyu daha da ağırlaştırabilir. Mekanik ventilasyon sırasında değişen pH, PaCO₂ ve PaO₂ düzeylerinin sebep olduğu şiddetli hipoksemi ve hiperkapni durumlarında renal fonksiyonlar azalabilir.

2.3 Pnömooperitonyum

Pnömooperitonyum (PP); peritoneal boşlukta serbest hava bulunması olarak tanımlanır. Laparoskopik cerrahilerde yapay PP` oluşturularak batin içine gaz (tercihen CO₂) insüfle edilir. Böylece İAB artırılmış olur. Laparoskopik işlemler

genel olarak 10-14 mmHg İAB düzeylerinde gerçekleştirilmektedir. PP belirli patofizyolojik değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişikliklerin bilinmesi ve tanınması olası komplikasyonların en aza indirilmesini sağlar.

2.3.1 Pnömooperitonyumun Kardiyovasküler Etkileri

Laparoskopi sırasındaki kardiyovasküler değişikliklerin sebebi multifaktöriyel olmakla birlikte en önemli belirleyicisi İAB'nin seviyesi ve hastanın pozisyonudur (21). Bu değişiklikler özellikle İVK'nin kompresyonuna bağlanmaktadır (22). Baş yukarı pozisyon da venöz dönüşü etkileyerek PP'nin negatif etkilerini artırabilmektedir. Bu etkiler arasında kardiyak debide (CO) azalma, arteriyel tansiyonda yükselme, sistemik vasküler rezistans (SVR) ve pulmoner vasküler rezistans (PVR) artış sayılabilir (23).

PP'ye bağlı kardiyovasküler kollapsın nedenleri şöyle sıralanabilir:

- Trokar ile periton stimülasyonu
- Vena kava inferior kompresyonu
- Venöz dönüşte azalma
- Toraks içi basınç artışı
- Yüksek insüflasyon basıncı
- Hipovolemi
- Hiperkapni
- Gaz embolisi

2.3.2 Pnömooperitonyumun Respiratuvar Etkileri

Laparoskopi sırasında PP'ye bağlı hem İAB artışı hem de CO₂ insüflasyonu ile solunum fonksiyonlarında bazı değişiklikler meydana gelmektedir. İAB artışı diyafragmayı eleve ederek küçük hava yollarının erken kapanmasına, endobronşiyal entübasyona, intraoperatif atelektazilere, fonksiyonel rezidüel kapasitenin azalmasına, V/Q uyumsuzluğuna bağlı şant oluşumuna, pik hava yolu basıncının artmasına, akciğer kompliyansının düşmesine neden olur (24). İnsüfle edilen CO₂ yüksek çözünürlüğü nedeniyle arteriyel kandaki PaCO₂ artırır, subkutan CO₂

amfizem oluşumuna, pnömotoraksa, gaz embolisine sebep olabilir. Bunların neticesinde hiperkapni, hipoksi ve respiratuar asidoz meydana gelebilir (25).

2.3.3 Pnömooperitonyumun Diğer Sistemler Üzerine Etkileri

PP ile birlikte oluşan hiperkapni İKB artmasına, SPB azalmasına neden olduğu için İKB artmış hastalarda laparoskopi uygulaması tercih edilmemesi önerilir (26).

İAB artışıyla renal fonksiyonlar da etkilenir. İdrar çıkışı, renal plazma akımı, glomerüler filtrasyon hızı azalır (27). Renal parankim üzerine direkt kompresyon etkisi olabileceği gibi renal arter ve ven üzerine de olabilir. Vena kava kompresyonu da anüri için etyolojik rol oynar. CO2 insüflasyonu ve İAB artışı renin konsantrasyonlarını artırır (28). Renin-anjiyotensin-aldosteron sistemi güçlü renal vazokonstriktör olan anjiyotensin II'yi aktive eder.

Renal perfüzyon gibi mezenterik arter, intestinal mukoza, hepatik ve splanknik sahanın perfüzyonu da PP sırasında azalır (29). Laparoskopik işlemler doku perfüzyon bozukluğu ve asidozla yakından ilişkilidir. Splanknik iskemisi bakteriyel translokasyon, nazokomiyal pnömoni, miyokardiyal depresyon, sepsis ve multiorgan yetersizliği açısından risk faktörüdür (30).

2.4 Ultrasonografi

2.4.1 Temel Prensipler

Ultrason (ultrases) insan kulağının işitemeyeceği kadar yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak görüntü elde edilmesini sağlayan tıbbi yöntemdir. Ses dalgaları değişik yoğunluktaki dokular içinde farklı hızlarla ilerler, ilerledikçe azalır, saçılır ve yansır. US çalışma prensibinin temelinde yatan piezo-elektrik mekanizması ile akustik enerji elektrik enerjisine dönüşerek görüntünün ortaya çıkmasına neden olur. Bu şekilde enerji çevirici maddelere transdüser, bunu taşıyan başlığa prob adı verilir. Transdüserler ultrasonu hem gönderir hem de geri alabilir. Ses dalgası frekans ve dalga boyu olarak ifade edilir. Frekans bir saniye içerisinde oluşan dalga sayısıdır. Birimi Hertz (Hz) 'dir. Bir dalganın başlaması ve sona

ermesi bir siklus, bu siklusun ölçülebilir olan mesafesi ise dalga boyu olarak adlandırılır. Ses, yayılabilmesi için hava, su, doku gibi bir ortama ihtiyaç duyar. İnsan kulağı 20-20000 Hz aralığındaki sesleri duyabildiğinden 20 bin Hz üzeri sesleri algılamaz. Ultrasonografide genellikle 2-15 megahertz (MHz) aralığındaki ses dalgaları kullanılır. Ses dalgalarının frekansı azaldıkça dalga boyunun artması nedeniyle daha derin dokulara penetrasyonu artar, frekans arttıkça da dalga boyunun kısalması nedeniyle dokuya penetrasyonu azalır.

Her doku, ses dalgasıyla karşılaştığında farklı direnç sahiptir. Bu durum dokuların ekranda farklı gözükmesine neden olur. Kemik, korteks ve kalsifiye dokular fazla yansıtıcı olduğu için beyaza yakın gri renkte-hiperekoik, sıvılar (mesane, damarlar) ses dalgalarını iyi geçirdiği için geri yansıma çok az olur ve görüntü siyaha yakın gri renkte-anekoik olarak oluşur. Karaciğer gibi yumuşak dokular ise arada homojeniteye sahiptir ve orta düzeyde hipoekoik gri olarak görüntülenir.

2.4.2 Görüntüleme Modları

B (brightness) mod: Bu mod günlük pratikte kullanılan ‘gri skala’ olarak adlandırılan moddur. Transdüser dönen ses dalgaları ekran üzerinde küçük parlak noktalar halinde, grinin farklı tonlarında, 2 boyutlu görüntülenir. Geri dönen sesin şiddeti noktaların parlaklığını belirler. ‘Real-time’ görüntüleme mümkün olur.

M (motion) mod: Bu modda hareket eden dokulardan 2 boyutlu görüntü elde edildikten sonra M mod tarama çizgisi, değerlendirilmek istenen yapıların üzerine getirilir. Bu tarama çizgisi üzerindeki her yapı y aksında gösterilir. X aksı ise zamandır. Böylece tarama çizgisi üzerindeki yapıların zamana karşı hareketi görüntülenmiş olur. Kardiyolojik değerlendirmelerde sıklıkla kullanılır.

Doppler mod: Görüntülenen hareketli bir yapının probdan uzaklaşıyor veya yaklaşıyor olmasına göre hız ve yönle ilişkili olarak görüntü oluşturma prensibine dayalı bir moddur.

Renkli doppler, renk-akım modu olarak bilinir. B moddaki görüntü üzerinde doku veya kan hareketini renklendirerek görüntüleme sağlar.

Power doppler, renkli dopplerin aksine akım hızı ve yönünü değil, dönen frekans genişliğini ve çok düşük akımları ölçmede kullanılan moddur. Özellikle

organ içindeki kan akımının varlığını belirlemektedir. Testiküler veya over torsiyonu gibi vasküler acillerde kullanılır.

Spektral doppler, sürekli ve atım dalga formundan oluşur. Sürekli dalga formunda görüntüden ziyade alınan doppler dalgaları sese dönüşür. Sıklıkla damarları göstermek ve fetal kalp atımı tayininde kullanılır. Atım dalga formunda ise alınan doppler sinyalleri ile bir spektrum-dalga oluşturulur. Venöz akımda daha düz iken arteriyel akımda daha keskin şekillidir.

2.4.3 Transdüserler

US'de prob seçimi görüntülenmek istenen dokunun sonografik özellikleri göz önünde bulundurularak belirlenir.

Düz (lineer) prob: Ses dalgaları dokuya birbirine paralel olarak gönderilir. Yüksek frekanslı (8-20 MHz) ses dalgaları olması nedeniyle dokuyla daha çok etkileşime gireceği için penetrasyonu zayıftır. Bu nedenle yüzeysel yapıların incelenmesinde ve vasküler girişimlerde kullanılır. Özellikle akciğerde plevranın değerlendirilmesinde etkilidir.

Konveks (kurvilineer) prob: Geniş alanları taramak için iyi bir seçenektir. 1-8 MHz frekansında ses dalgası oluşturur. Düşük frekanslı olması nedeniyle dokuya mükemmel penetre olarak derin dokuların görüntülenmesinde kullanılabilir. Abdominal organların görüntülenmesinde ilk tercihtir. İVK görüntülemesinde kullanılır.

Faz dizilimli (faz array/mikrokonveks) prob: Eko probu olarak da bilinir. Ses dalgalarının tek noktada oluşturulup yayıldığı kaplama alanı dar problemlerdir. Düşük frekanslı (1-5 MHz) nedeniyle derin dokular görüntülenebilirken küçük yapısı sayesinde iki kosta arasına yerleştirilip dar pencereden detaylı görüntüleme yapılabilir. Özellikle torasik ve kardiyak görüntülemesinde kullanılır.

2.4.4 İnferior Vena Kavanın Ultrasonografik Olarak Değerlendirilmesi

İVK aortanın sağında lokalize, büyük bir kısmı retroperitoneal aralıkta uzanan kapasitans bir damardır. Diyafragma ve sağ atriyum arasında yer alan çok

az bir kısmı intratorasik yerleşime sahiptir. Sağ kalp fonksiyonları ile yakından ilişkilidir ve volüm değişikliklerine sensitiftir (31).

İVK'nin US ile ölçümü hasta supin pozisyonunda iken konveks prob kullanılarak yapılır (32). Önce probun göstergesi sağda olacak şekilde subksifoid bölgeye transvers olarak yerleştirilir. Bu durumda sonografik pencerede aort ve İVK görülür. Aort pulsatil ve kalın duvarlıdır. İVK ise basınç uygulandığında kollabe olur. Prob İVK üzerinde transvers plandan sagittal plana çevrilir. Göstergesi hastanın başını gösterecek şekilde sağa doğru hafif tilt yapılır. Sonografik pencerede İVK, hepatic ven, sağ atriyum ve karaciğer görülmelidir. İVK kavoatriyal bileşkede atriya girer.

Çap: İVK çap ölçümü kavoatriyal bileşkenin 2 cm distalinden yapılır. Spontan solunum sırasında, İTB'nin inspirasyonla azalması kalbe doğru venöz dönüşün artmasına ve İVK'nin kollapsına neden olur. Aksine, PBV sırasında, İTB artışı kanı kalpten vena kava içine iterek gerilmesine yol açar. Bu değişikliklerin büyüklüğünün intravasküler volüm durumu ve sıvı duyarlılığı ile korele olduğu gösterilmiştir. Normal ekspiratuar çap 1,5-2,5 cm arasındadır.

Kollapsibilite (çökebilirlik) indeksi: İVK çapı İTB'de meydana gelen değişimler nedeniyle soluk alıp vermeyle değişmektedir. İnspirasyonda İVK çapı en düşük değere (İVKmin), ekspirasyonda ise en yüksek değere (İVKmaks) ulaşmaktadır. Normal volümlü hastalarda, İVK-Kİ tam standardize edilmemiş olmakla birlikte genellikle %20 ile %40 arasında olması beklenir. İVK çapları M modda işaretlenerek ölçülür ve aşağıda verilen formül ile hesaplanır (33).

$$\text{İVK-Kİ} = (\text{İVKmaks} - \text{İVKmin}) / \text{İVKmaks} \times 100$$

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya; 21.07.2022 tarihinde Sağlık Bilimleri Üniversitesi Akademik Kurulu onayı ve Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi 02.06.2023 tarihli ve 141 karar no'lu etik kurul onayı ve hasta onam formu alınarak, Genel Cerrahi kliniğinde elektif laparoskopik kolesistektomi nedeniyle opere edilecek ASA I-II grubunda, 18-70 yaş arası, BMI<35 olan hastalar dahil edildi. Prospektif gözlemsel bir çalışma olarak planlandı.

Laparoskopik cerrahiden açığa geçilen, üç faz boyunca yeterli ultrasonografi görüntülemesi elde edilemeyen, ASA III-IV grubunda, BMI>35 olan obez hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Elektif laparoskopik kolesistektomi operasyonu planlanan hastaların preoperatif değerlendirilmesi yapıldıktan sonra çalışma kriterlerine uygun hastalara, öncesinde bilgi verilerek aydınlatılmış onam belgesi alındı. Hastalar ameliyat masasına alındıktan sonra standart monitörizasyon (EKG, NIBP, kalp atım hızı, SpO₂) yapıldı. Supin pozisyona alındı. İlk aşamada, anestezi öncesinde ultrasonografi konveks probu ile subksifoid alandan İVK ölçümleri (İVKmaks, İVKmin) yapıldı. Bu aşama spontan solunum fazıydı. İkinci aşamada, hastalara standartize edilen anestezi protokolü ile genel anestezi uygulandı. İndüksiyon için 5mg/kg tiyopental, 0,5mcg/kg remifentanil ve 0,6mg/kg rokuronyum bromür verildi. İdamede remifentanil ve sevofluran kullanıldı. Laparoskopik cerrahi için uygulanan mekanik ventilatör yönetimi de standardize edildi. Tidal volüm 6-8 ml/kg, FiO₂ %50, frekans EtCO₂ 35-45 arasında olacak şekilde uygulandı. Hastalara ölçüm boyunca PEEP açılmadı. Entübasyon sonrası, cerrahi işlem öncesi İVK ölçümleri yapıldı. Bu aşama pozitif basınçlı ventilasyon fazı olarak değerlendirildi. Üçüncü aşamada, cerrahi hekimleri tarafından trokarlar ile batına giriş işlemi tamamlandıktan sonra, batın öncelikle 8 mmHg basınç ile insüfle edilerek İVK ölçümleri yapıldı. Ardından sırasıyla 12 mmHg ve 15 mmHg basınçlarında ölçümler yapılarak işlem tamamlandı. Bu aşama ise artmış intraabdominal basınç fazı olarak değerlendirildi. Her aşama arasında beklenen süre 5'er dakikaydı. Her fazda İVK ölçümlerinin yanında kalp atım hızı (HR) ve ortalama arter basıncı (OAB) da kaydedildi. Tüm ölçümler supin pozisyonda gerçekleştirildi.

Hastaların açlık süreleri benzer kabul edildi ve preoperatif süreçte hiçbir hastaya sıvı yüklemesi yapılmadı.

Ultrason ölçümleri, Esaote MyLab TM Seven ultrason sistemi konveks probu kullanılarak yapıldı. Subksifoid pencereden B modu ile karaciğer ve kalp komşuluğu görüntülenerek İVK ile sağ atriyum bileşimi tespit edildi. Bu kısımdan yaklaşık 2 cm distalde M modu açılarak birkaç solunum periyodu boyunca maksimum ve minimum çaplar izlendi. Ekran dondurularak İVK'nın en geniş olduğu ve en dar olduğu yerlerden ölçümler yapılarak veriler kaydedildi. Ölçümler arasında en düşük saptanan İVK çapı İVKmin, en yüksek saptanan İVK çapı İVKmaks olarak kabul edildi. Tüm ölçümler tamamlandıktan sonra İVK-Kİ hesaplandı. Bu indeks İVK maksimum çapı ile İVK minimum çapı arasındaki farkın İVK maksimum çapına bölünmesiyle elde edildi.

İstatistiksel Analiz

Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin dağılımı Kolmogorov- Smirnov test ile ölçüldü. Nicel bağımsız verilerin analizinde bağımsız örneklem T test, Mann Whitney U test kullanıldı. Bağımlı nicel verilerin analizinde eşleştirilmiş örneklem T test, Wilcoxon testi kullanıldı. Nitel bağımsız verilerin analizinde Ki-Kare testi kullanıldı. Analizlerde SPSS 28.0 programı kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

G Power 3.1.9.4 programı ile yürütülen örneklem hesabı ile etki büyüklüğü, %95 güç, %5 hata payıyla yapılan hesaplamada toplam 35 olgu ile çalışılması gerektiği hesaplandı.

4. BULGULAR

Çalışma kriterlerini sağlayan 40 hasta alındı. 3 hastadan yeterli ultrasonografik görüntüleme sağlanamaması, 1 hastanın BMI sınırda olmasından dolayı toplam 4 hasta çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmamıza toplamda 36 hasta dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan hastaların yaş ortalamaları 45.6 ± 11.2 yıl olup, 20'sini (%55.6) kadın, 16'sını (%44.4) erkek oluşturmaktadır. Hastaların %33.3'ü (n=12) ASA I, %66.7'si (n=24) ASA II hasta grubundadır. BMI ortalamaları 25.0 ± 3.3 kg/cm² saptanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Hastaların dağılımı ve demografik veriler

	Min-Mak	Medyan	Ort.±ss/n-%	
Yaş (yıl)	22.0 - 68.0	47.0	45.6 ± 11.2	
Yaş	≤ 45		17.0	47.2%
	> 45		19.0	52.8%
Cinsiyet	Kadın		20	55.6%
	Erkek		16	44.4%
Boy (cm)	148.0 - 187.0	165.0	166.5 ± 9.0	
Kilo (kg)	50.0 - 96.0	70.0	69.8 ± 12.8	
BMI (kg/m ²)	19.3 - 31.2	24.9	25.0 ± 3.3	
BMI	≤ 26		22	61.1%
	> 26		14	38.9%
ASA Skoru	I		12	33.3%
	II		24	66.7%

BMI: Body Mass Index

ASA: American Society of Anesthesiologists

Değerler min-mak, medyan veya ort ± ss/n-% olarak verilmiştir.

PBV esnasında İVKmaks değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p > 0.05$) olarak farklı değildi. 8 mmHg, 12 mmHg ve 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmaks değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p < 0.05$) düşüş göstermiştir. 8 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmaks değeri PBV'ye göre anlamlı ($p < 0.05$) düşüş göstermiştir. 12 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmaks değeri 8 mmHg batın insüflasyonuna göre anlamlı ($p < 0.05$) düşüş göstermiştir. 15 mmHg batın insüflasyonu

esnasında İVKmaks değeri 12 mmHg batın insüflasyonuna göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir (Tablo 2) (Şekil 1).

Tablo 2. Sonografik taramanın üç aşaması sırasında İVKmaks çapının karşılaştırılması

	İVKmaks			p*	p**
	Ort.±ss	Medyan	Min-Mak		
Spontan Solunum	20.6 ± 1.7	21.3	16.9 - 23.4		
Pozitif Basıncılı Ventilasyon	20.7 ± 1.7	21.4	16.9 - 23.4	0.756 ^w	
Artmış İntraabdominal Basınç					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	19.3 ± 1.7	19.7	15.0 - 21.5	0.000 ^w	0.000
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	17.9 ± 1.6	17.8	15.0 - 21.5	0.000 ^w	0.000
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	15.8 ± 1.8	15.2	12.2 - 19.7	0.000 ^w	0.000

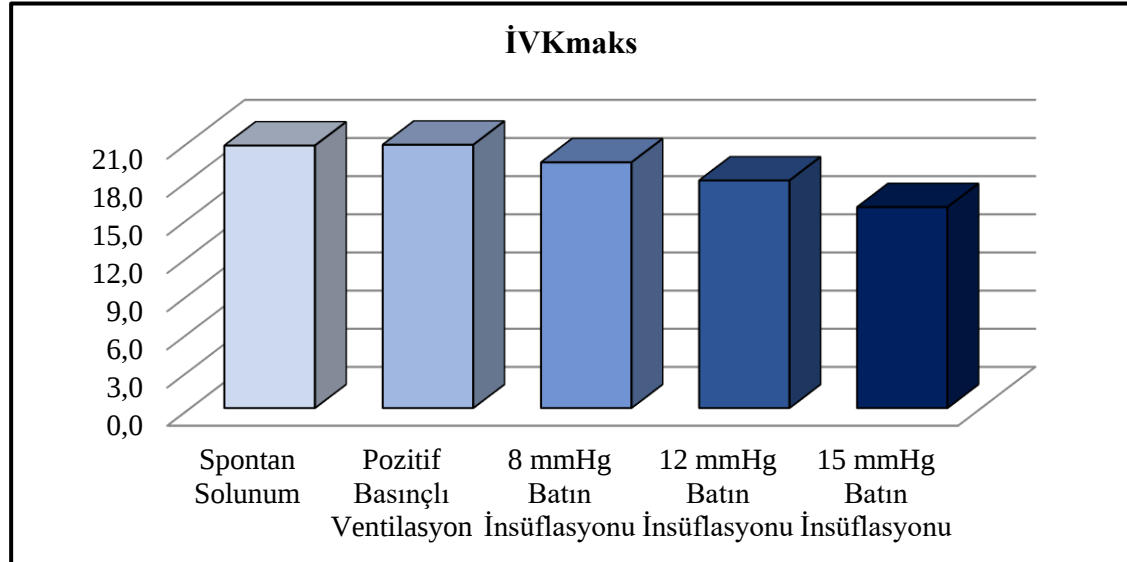
^w Wilcoxon test

İVKmaks: İnför Vena Kava maksimum çapı

Değerler ort ± ss, medyan veya min-mak olarak verilmiştir.

p*: bir önceki ölçüme göre istatistiksel değerler arasındaki fark

p**: ilk ölçüme göre istatistiksel değerler arasındaki fark



Şekil 1. Sonografik taramanın üç aşamasındaki İVKmaks çapının değişimi

PBV esnasında İVKmin değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi. 8 mmHg, 12 mmHg ve 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmin değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir (Tablo 3) (Şekil 2).

8 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmin değeri PBV'ye göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. 12 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmin değeri 8 mmHg batın insüflasyonuna göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmin değeri 12 mmHg batın insüflasyonuna göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir (Tablo 3) (Şekil 2).

Tablo 3. Sonografik taramanın üç aşaması sırasında İVKmin çapının karşılaştırılması

	İVKmin			p*	p**
	Ort.±ss	Medyan	Min-Mak		
Spontan Solunum	16.2 ± 2.3	16.9	9.4 - 19.7		
Pozitif Basıncılı Ventilasyon	16.8 ± 1.9	16.9	13.8 - 21.5	0.315 ^w	
Artmış İntraabdominal Basıncı					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	15.5 ± 1.7	15.9	11.2 - 18.7	0.019^w	0.002
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	14.6 ± 1.7	15.0	10.8 - 17.8	0.000^w	0.000
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	12.6 ± 2.0	12.2	8.1 - 15.9	0.000^w	0.000

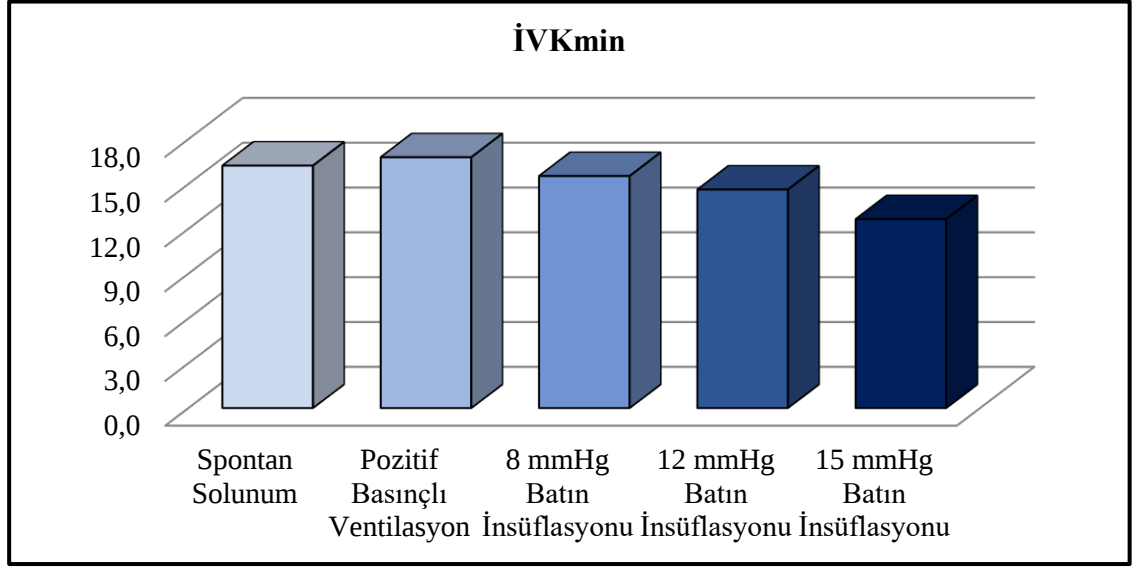
^w Wilcoxon test

İVKmin: İnför Vena Kava minimum çapı

Değerler ort ± ss, medyan veya min-mak olarak verilmiştir.

p*: bir önceki ölçüme göre istatistiksel değerler arasındaki fark

p**: ilk ölçüme göre istatistiksel değerler arasındaki fark



Şekil 2. Sonografik taramanın üç aşamasındaki İVKmin çapının değişimi

PBV esnasında İVK-Kİ değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi. 8 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVK-Kİ değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi. 12 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVK-Kİ değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir (Tablo 4) (Şekil 3).

8 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVK-Kİ değeri PBV'ye göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi. 12 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVK-Kİ değeri 8 mmHg batın insüflasyonuna göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi. 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVK-Kİ değeri 12 mmHg batın insüflasyonuna göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi (Tablo 4) (Şekil 3).

Tablo 4. Sonografik taramanın üç aşaması sırasında İVK-Kİ karşılaştırılması

	İVK-Kİ			p*	p**
	Ort.±ss	Medyan	Min-Mak		
Spontan Solunum	21.5 ± 8.6	20.6	5.9 - 49.7		
Pozitif Basıncılı Ventilasyon	19.0 ± 5.2	18.6	8.1 - 32.0	0.218 ^w	
Artmış İntraabdominal Basınc					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	19.5 ± 7.6	19.3	6.7 - 43.1	0.232 ^w	0.894
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	18.3 ± 6.5	16.7	6.7 - 37.1	0.042^w	0.150
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	20.2 ± 7.1	18.7	10.0 - 38.7	0.561 ^w	0.136

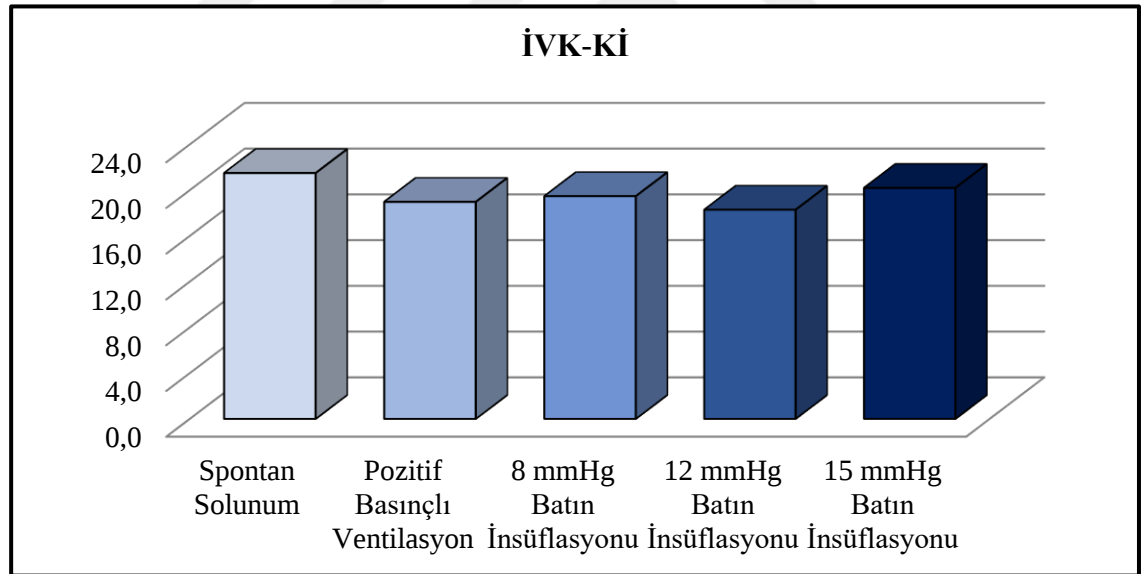
^w Wilcoxon test

İVK-Kİ: Inferior Vena Kava kollapsibilite indeksi

Değerler ort ± ss, medyan veya min-mak olarak verilmiştir.

p*: bir önceki ölçüme göre istatistiksel değerler arasındaki fark

p**: ilk ölçüme göre istatistiksel değerler arasındaki fark



Şekil 3. Sonografik taramanın üç aşamasındaki İVK-Kİ değişimi

PBV esnasında HR değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p < 0.05$) artış göstermiştir. 8 mmHg, 12 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında HR değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p > 0.05$) olarak farklı değildi (Tablo 5) (Şekil 4).

8 mmHg batın insüflasyonu esnasında HR değeri pozitif basınçlı ventilasyona göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi. 12 mmHg batın insüflasyonu esnasında HR değeri 8 mmHg batın insüflasyonuna göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi. 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında HR değeri 12 mmHg batın insüflasyonuna göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi (Tablo 5) (Şekil 4).

Tablo 5. Sonografik taramanın üç aşaması sırasında HR karşılaştırılması

	HR			p*	p**
	Ort.±ss	Medyan	Min-Mak		
Spontan Solunum	74.2 ± 12.9	73.5	51.0 - 106.0		
Pozitif Basınçlı Ventilasyon	79.5 ± 11.3	79.5	60.0 - 113.0	0.021 ^E	
Artmış İntraabdominal Basınç					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	75.8 ± 10.4	76.0	56.0 - 97.0	0.503 ^E	0.058
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	74.9 ± 11.0	74.5	56.0 - 100.0	0.749 ^E	0.521
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	73.0 ± 9.9	73.0	56.0 - 95.0	0.581 ^E	0.054

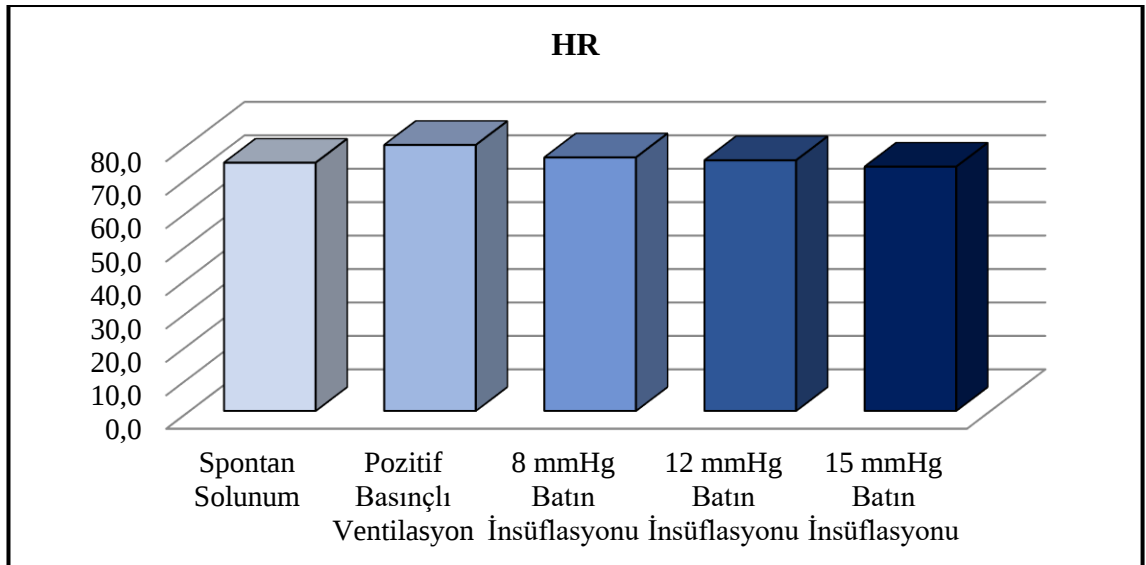
^E Paired Samples t test

HR: Heart Rate

Değerler ort ± ss, medyan veya min-mak olarak verilmiştir.

p*: bir önceki ölçüme göre istatistiksel değerler arasındaki fark

p**: ilk ölçüme göre istatistiksel değerler arasındaki fark



Şekil 4. Sonografik taramanın üç aşamasındaki HR değişimi

PBV esnasında OAB değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. 8 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında OAB değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. 12 mmHg batın insüflasyonu esnasında OAB değeri spontan solunuma göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi (Tablo 6) (Şekil 5).

8 mmHg batın insüflasyonu esnasında OAB değeri PBV'ye göre anlamlı ($p<0.05$) artış göstermiştir. 12 mmHg batın insüflasyonu esnasında OAB değeri 8 mmHg batın insüflasyonuna göre anlamlı ($p>0.05$) olarak farklı değildi. 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında OAB değeri 12 mmHg batın insüflasyonuna göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir (Tablo 6) (Şekil 5).

Tablo 6. Sonografik taramanın üç aşaması sırasında OAB karşılaştırılması

	OAB			p*	p**
	Ort.±ss	Medyan	Min-Mak		
<i>Spontan Solunum</i>	106.4 ± 15.6	105.0	76.0 - 149.0		
<i>Pozitif Basıncılı Ventilasyon</i>	95.5 ± 10.5	95.5	73.0 - 124.0	0.000 ^E	
<i>Artmış İntraabdominal Basıncı</i>					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	100.7 ± 14.1	101.0	75.0 - 140.0	0.036 ^E	0.037
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	103.5 ± 13.6	106.5	81.0 - 128.0	0.305 ^E	0.096
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	99.8 ± 12.5	102.0	78.0 - 122.0	0.029 ^E	0.002

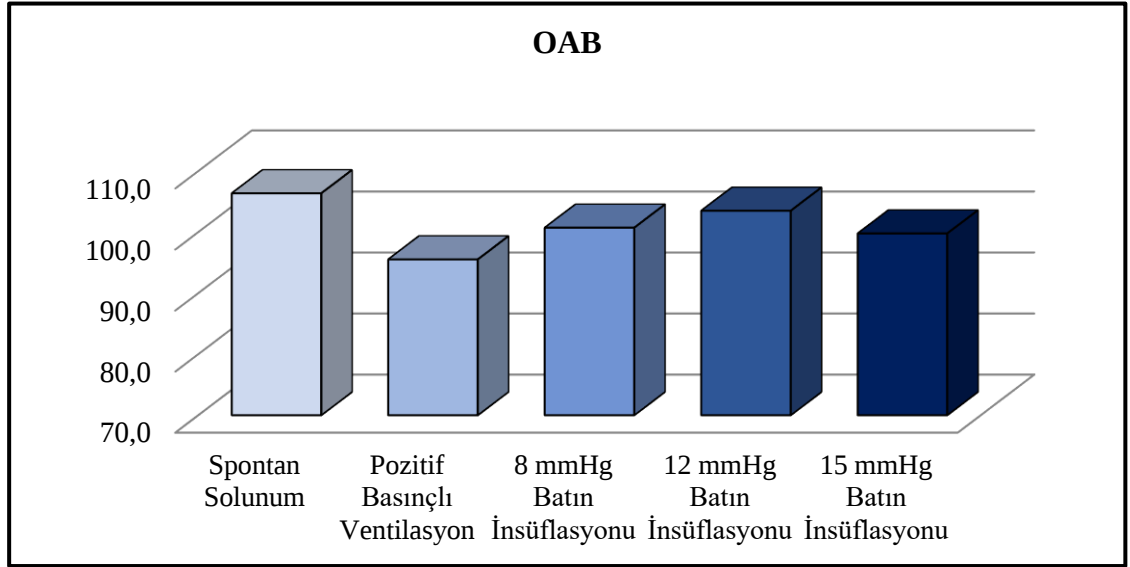
^E Paired Samples t test

OAB: Ortalama Arter Basıncı

Değerler ort ± ss, medyan veya min-mak olarak verilmiştir.

p*: bir önceki ölçüme göre istatistiksel değerler arasındaki fark

p**: ilk ölçüme göre istatistiksel değerler arasındaki fark



Şekil 5. Sonografik taramanın üç aşamasındaki OAB değişimi

Yaşa göre bir farklılık olup olmadığını anlamak için $yaş \leq 45$ ve $yaş > 45$ olarak iki alt grup belirlenmiştir ve bu gruplardaki sonografik ölçümler (İVKmaks, İVKmin, İVK-Kİ), HR ve OAB karşılaştırılmıştır. İki grupta cinsiyet, BMI, ASA skoru dağılımında anlamlı bir ($p > 0.05$) farklılık saptanmamıştır (Tablo 7) (Şekil 6).

Tablo 7. Yaşa göre gruplar arası demografik özellikler

		Yaş ≤ 45 yıl		Yaş > 45 yıl		p
		Ort. $\pm$ ss/n-%	Medyan	Ort. $\pm$ ss/n-%	Medyan	
Cinsiyet	Kadın	11	64.7%	9	47.4%	0.296 ^{X²}
	Erkek	6	35.3%	10	52.6%	
Boy (cm)		166.6 $\pm$ 9.1	167.0	166.4 $\pm$ 9.1	165.0	0.941 ^t
Kilo (kg)		70.2 $\pm$ 14.7	70.0	69.3 $\pm$ 11.2	70.0	0.833 ^t
BMI (kg/m ²)		25.2 $\pm$ 4.4	24.8	24.9 $\pm$ 2.1	25.0	0.778 ^t
ASA Skoru	I	8	47.1%	4	21.1%	0.098 ^{X²}
	II	9	52.9%	15	78.9%	

^t Bağımsız örneklem t test / ^{X²} Ki-kare test

BMI: Body Mass Index

ASA: American Society of Anesthesiologists

Değerler ort $\pm$ ss/n-% veya medyan olarak verilmiştir.

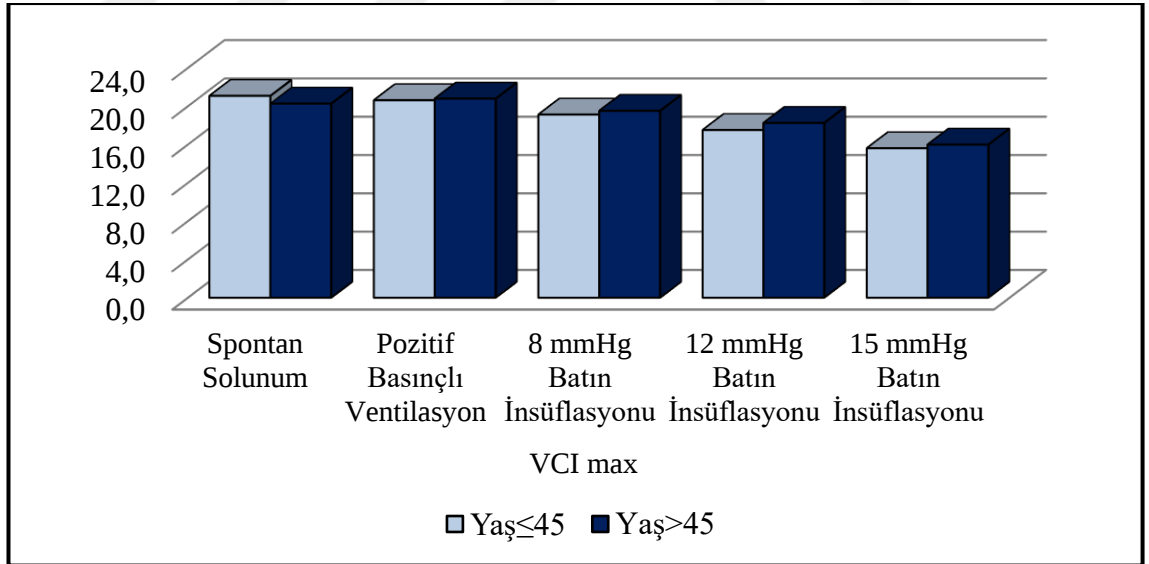
Yaş≤45 ve yaş>45 olan grupta spontan solunum, PBV, 8 mmHg, 12 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmaks değeri anlamlı (p>0.05) farklılık göstermemiştir (Tablo 8) (Şekil 6).

Tablo 8. Yaşa göre gruplar arası İVKmaks değerinin karşılaştırılması

	Yaş≤45		Yaş>45		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
İVKmaks					
<i>Spontan Solunum</i>	21.1 ± 1.0	21.5	20.3 ± 2.1	20.6	0.335 ^m
<i>Pozitif Basıncılı Ventilasyon</i>	20.6 ± 1.5	20.6	20.8 ± 1.9	21.5	0.500 ^m
<i>Artmış İntraabdominal Basınc</i>					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	19.1 ± 1.3	18.7	19.5 ± 1.9	20.6	0.423 ^m
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	17.5 ± 1.3	17.8	18.2 ± 1.8	18.7	0.135 ^m
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	15.6 ± 1.5	15.3	16.0 ± 2.1	15.0	0.583 ^m

^m Mann-whitney u test

İVKmaks: İnför Vena Kava maksimum çapı
Değerler ort ± ss veya medyan olarak verilmiştir.



Şekil 6. Yaşa göre gruplar arası üç aşamadaki İVKmaks çapının değişimi

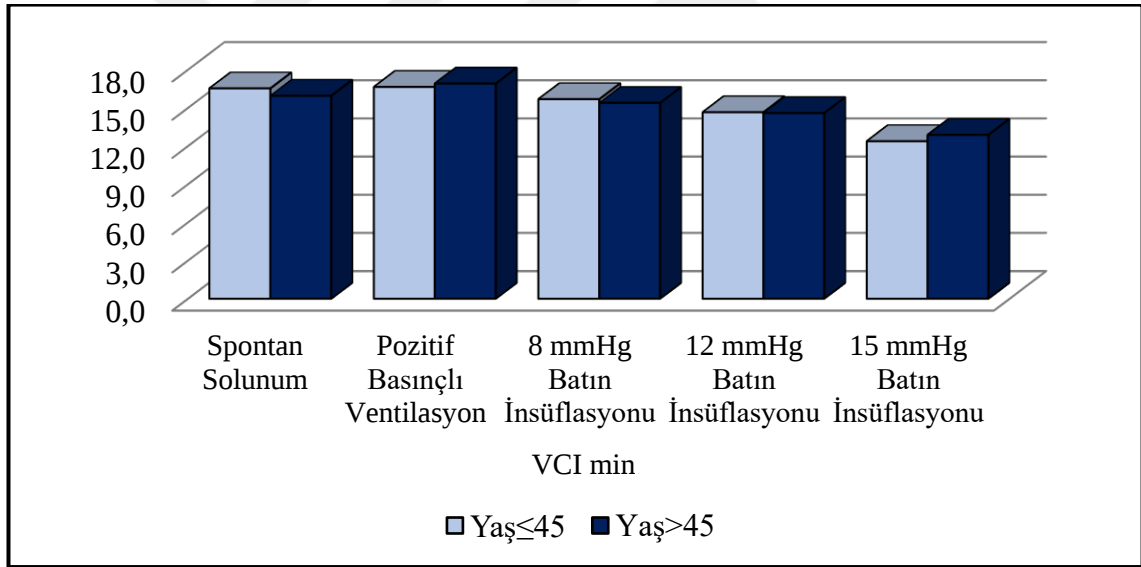
Yaş≤45 ve yaş>45 olan grupta spontan solunum, PBV, 8 mmHg, 12 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmin değeri anlamlı (p>0.05) farklılık göstermemiştir (Tablo 9) (Şekil 7).

Tablo 9. Yaşa göre gruplar arası İVKmin değerinin karşılaştırılması

	Yaş≤45		Yaş>45		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
İVKmin					
<i>Spontan Solunum</i>	16.5 ± 2.3	16.9	16.0 ± 2.2	15.9	0.181 ^m
<i>Pozitif Basıncılı Ventilasyon</i>	16.6 ± 1.8	16.9	16.9 ± 2.0	16.9	0.587 ^m
<i>Artmış İntraabdominal Basınc</i>					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	15.7 ± 1.2	15.9	15.4 ± 2.0	15.9	0.785 ^m
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	14.7 ± 1.6	15.0	14.6 ± 1.9	15.0	0.760 ^m
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	12.4 ± 2.1	12.2	12.9 ± 2.0	12.2	0.424 ^m

^m Mann-whitney u test

İVKmin: İnförior Vena Kava minimum çapı
Değerler ort ± ss veya medyan olarak verilmiştir.



Şekil 7. Yaşa göre gruplar arası üç aşamadaki İVKmin çapının değişimi

Yaş≤45 ve yaş>45 olan grupta spontan solunum, PBV, 8 mmHg, 12 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVK-Kİ değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 10) (Şekil 8).

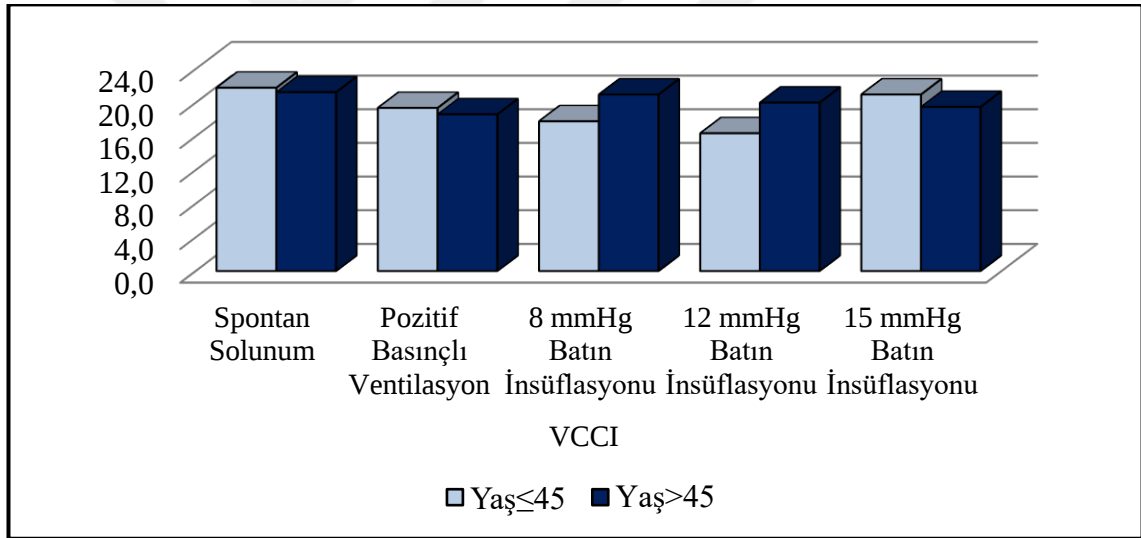
Tablo 10. Yaşa göre gruplar arası İVK-Kİ karşılaştırılması

	Yaş≤45		Yaş>45		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
İVK-Kİ					
<i>Spontan Solunum</i>	21.8 ± 9.2	21.4	21.2 ± 8.3	19.8	0.857 ^t
<i>Pozitif Basıncılı Ventilasyon</i>	19.4 ± 4.0	20.9	18.6 ± 6.1	17.2	0.668 ^t
<i>Artmış İntraabdominal Basınc</i>					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	17.8 ± 6.4	15.7	21.0 ± 8.4	21.4	0.213 ^t
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	16.4 ± 5.8	15.7	20.0 ± 6.8	19.8	0.095 ^t
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	21.0 ± 8.1	17.6	19.5 ± 6.3	18.7	0.543 ^t

^t Bağımsız örneklem t test

İVK-Kİ: İnfior Vena Kava kollapsibilite indeksi

Değerler ort ± ss veya medyan olarak verilmiştir.



Şekil 8. Yaşa göre gruplar arası üç aşamadaki İVK-Kİ değişimi

Yaş≤45 ve yaş>45 olan grupta spontan solunum, PBV, 8 mmHg, 12 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında HR değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 11) (Şekil 9).

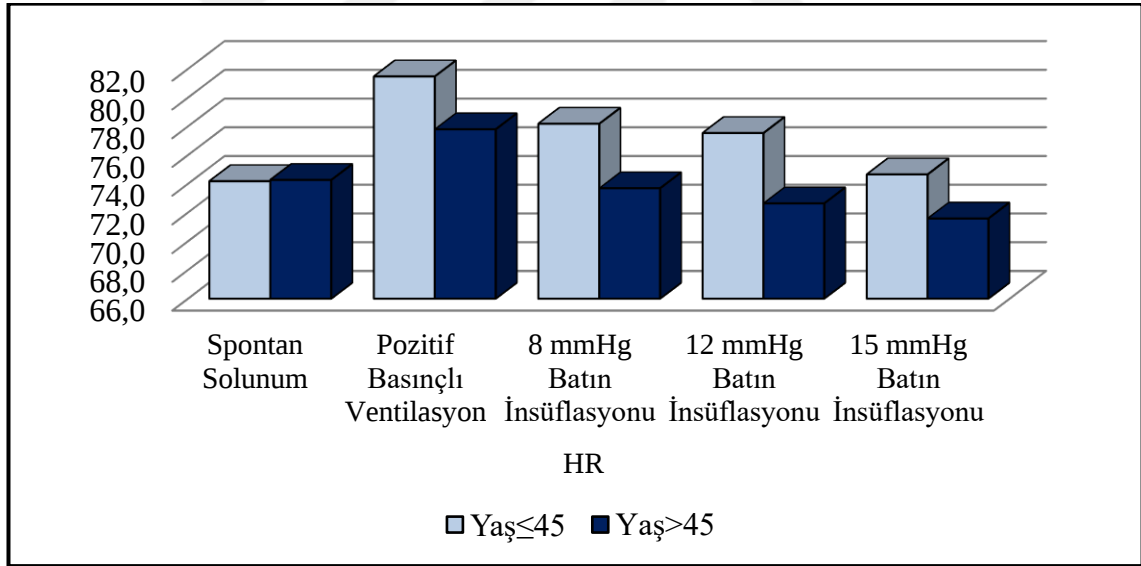
Tablo 11. Yaşa göre gruplar arası HR değerinin karşılaştırılması

	Yaş≤45		Yaş>45		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
HR					
Spontan Solunum	74.2 ± 14.7	71.0	74.3 ± 11.6	78.0	0.837 ^m
Pozitif Basıncılı Ventilasyon	81.5 ± 13.8	81.0	77.8 ± 8.4	78.0	0.485 ^m
Artmış İntraabdominal Basınç					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	78.2 ± 10.3	79.0	73.7 ± 10.3	74.0	0.167 ^m
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	77.5 ± 10.8	76.0	72.6 ± 10.9	73.0	0.267 ^m
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	74.6 ± 10.6	73.0	71.6 ± 9.2	72.0	0.456 ^m

^m Mann-whitney u test

HR: Heart Rate

Değerler ort ± ss veya medyan olarak verilmiştir.



Şekil 9. Yaşa göre gruplar arası üç aşamadaki HR değişimi

Yaş >45 olan grupta spontan solunum esnasında OAB değeri yaş≤45 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. Yaş≤45 ve yaş>45 olan grupta PBV esnasında OAB değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. Yaş >45 olan grupta 8 mmHg, 12 mmHg batın insüflasyonu esnasında OAB değeri yaş≤45 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. Yaş≤45 ve yaş>45 olan grupta 15 mmHg batın

insüflasyonu esnasında OAB değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 12) (Şekil 10).

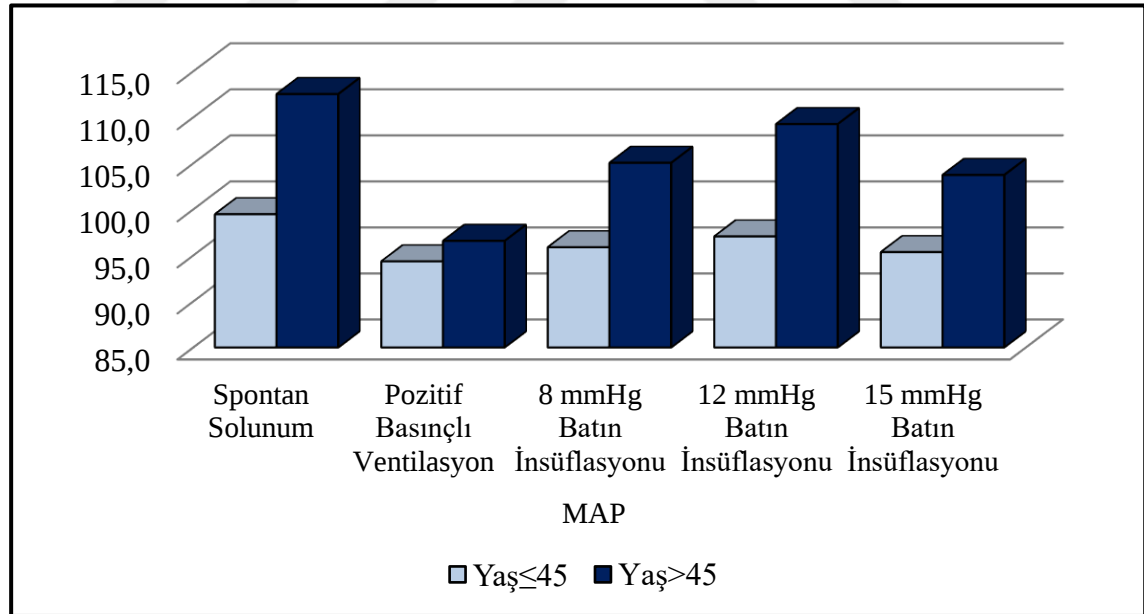
Tablo 12. Yaşa göre gruplar arası OAB değerinin karşılaştırılması

	Yaş≤45		Yaş>45		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
OAB					
<i>Spontan Solunum</i>	99.5 ± 10.5	101.0	112.5 ± 17.1	113.0	0.010 ^m
<i>Pozitif Basıncılı Ventilasyon</i>	94.4 ± 9.3	93.0	96.6 ± 11.6	97.0	0.475 ^m
<i>Artmış İntraabdominal Basıncı</i>					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	95.9 ± 8.7	97.0	105.1 ± 16.6	106.0	0.035 ^m
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	97.1 ± 11.0	98.0	109.3 ± 13.3	110.0	0.008 ^m
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	95.4 ± 11.4	95.0	103.7 ± 12.5	105.0	0.057 ^m

^m Mann-whitney u test

OAB: Ortalama Arter Basıncı

Değerler ort ± ss veya medyan olarak verilmiştir.



Şekil 10. Yaşa göre gruplar arası üç aşamadaki OAB değişimi

BMI'ye göre bir farklılık olup olmadığını anlamak için $BMI \leq 26$ ve $BMI > 26$ olarak iki alt grup belirlenmiştir ve bu gruplardaki sonografik ölçümler (İVKmaks,

İVKmin, İVK-Kİ), HR ve OAB karşılaştırılmıştır. İki grupta yaş, cinsiyet, ASA skoru dağılımında anlamlı bir ($p>0.05$) farklılık saptanmamıştır (Tablo 13).

Tablo 13. BMI'ye göre gruplar arası demografik özellikler

		BMI≤26		BMI>26		p
		Ort.±ss/n-%	Medyan	Ort.±ss/n-%	Medyan	
Yaş (yıl)		46.3 ± 12.0	47.5	44.6 ± 10.1	44.5	0.663 ^t
Cinsiyet	Kadın	14	63.6%	6	42.9%	0.221 ^{x²}
	Erkek	8	36.4%	8	57.1%	
Boy (cm)		165.8 ± 9.2	165.0	167.7 ± 8.9	166.5	0.534 ^t
Kilo (kg)		63.3 ± 9.7	63.0	79.9 ± 10.3	82.5	0.000 ^t
ASA Skoru	I	8	36.4%	4	28.6%	0.629 ^{x²}
	II	14	63.6%	10	71.4%	

^t Bağımsız örneklem t test / ^{x²} Ki-kare test

BMI: Body Mass Index

ASA: American Society of Anesthesiologists

Değerler ort ± ss/n-% veya medyan olarak verilmiştir.

BMI≤26 ve BMI>26 olan grupta spontan solunum, PBV, 8 mmHg, 12 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmaks değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 14) (Şekil 11).

Tablo 14. BMI'ye göre gruplar arası İVKmaks değerinin karşılaştırılması

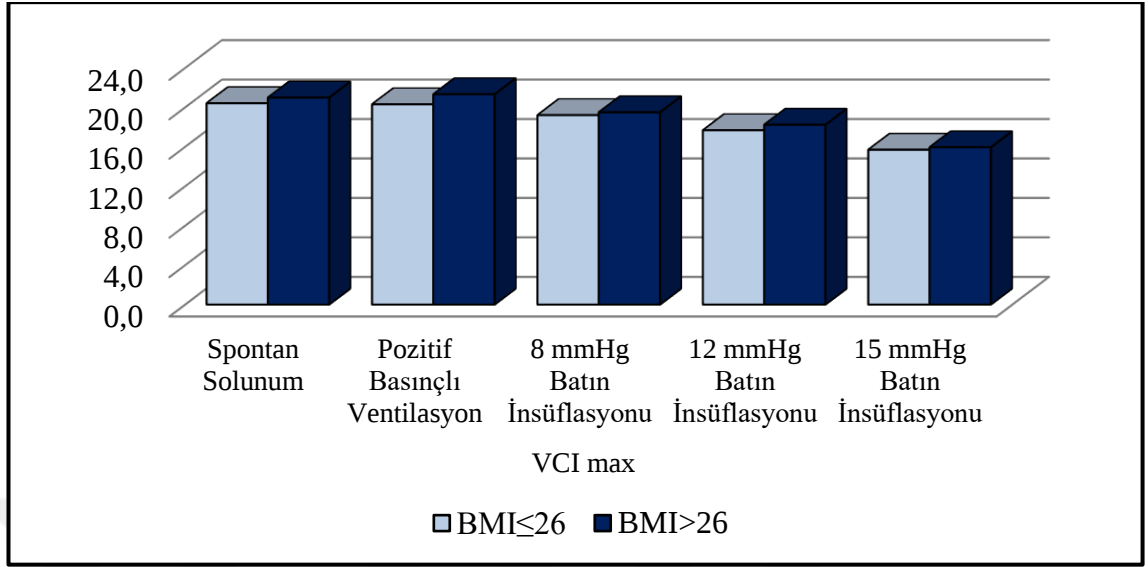
		BMI≤26		BMI>26		p
		Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
İVKmaks						
Spontan Solunum		20.4 ± 1.7	20.9	21.0 ± 1.7	21.5	0.285 ^m
Pozitif Basınçlı Ventilasyon		20.3 ± 1.9	20.6	21.3 ± 1.2	21.5	0.111 ^m
Artmış İntraabdominal Basınç						
8 mmHg Batın İnsüflasyonu		19.2 ± 1.9	19.7	19.5 ± 1.3	19.2	0.818 ^m
12 mmHg Batın İnsüflasyonu		17.7 ± 1.4	17.8	18.2 ± 1.8	18.3	0.410 ^m
15 mmHg Batın İnsüflasyonu		15.7 ± 1.5	15.2	16.0 ± 2.2	15.2	0.680 ^m

^m Mann-whitney u test

İVKmaks: İnför Vena Kava maksimum çapı

BMI: Body Mass Index

Değerler ort ± ss veya medyan olarak verilmiştir.



Şekil 11. BMI'ye göre gruplar arası üç aşamadaki İVKmaks çapının değişimi

BMI ≤ 26 ve BMI > 26 olan grupta spontan solunum esnasında İVKmin değeri anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 15) (Şekil 12).

BMI > 26 olan grupta PBV, 8 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmin değeri BMI ≤ 26 olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksekti (Tablo 15) (Şekil 12).

BMI ≤ 26 ve BMI > 26 olan grupta 12 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVKmin değeri anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 15) (Şekil 12).

Tablo 15. BMI'ye göre gruplar arası İVKmin değerinin karşılaştırılması

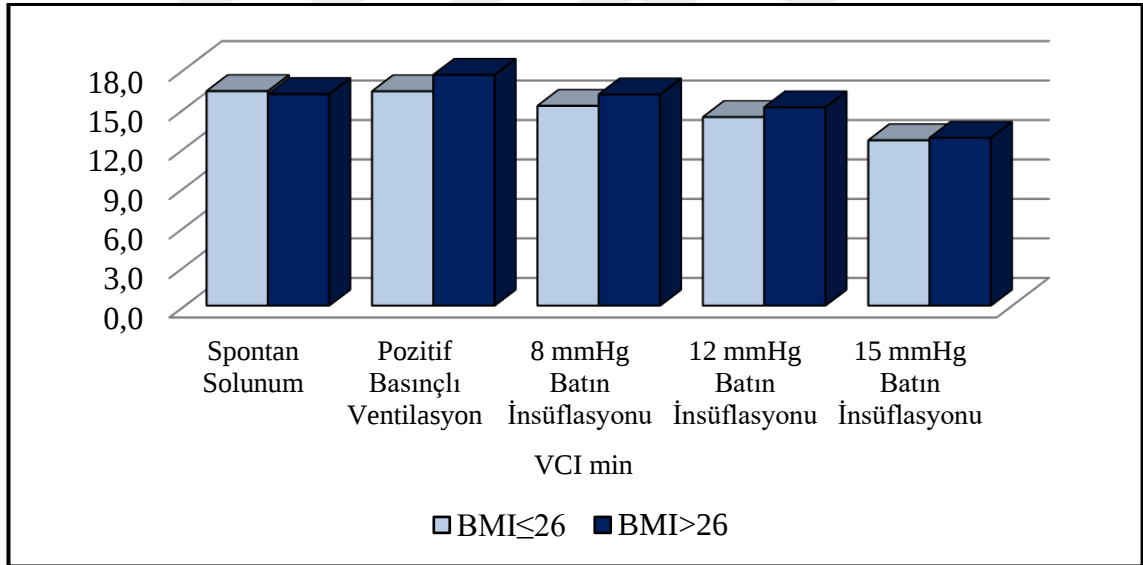
	BMI≤26		BMI>26		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
İVKmin					
<i>Spontan Solunum</i>	16.3 ± 1.5	16.9	16.1 ± 3.2	16.9	0.597 ^m
<i>Pozitif Basıncılı Ventilasyon</i>	16.3 ± 1.8	15.9	17.6 ± 1.9	17.8	0.038^m
<i>Artmış İntraabdominal Basınc</i>					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	15.2 ± 1.6	15.9	16.1 ± 1.8	16.3	0.047^m
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	14.3 ± 1.7	15.0	15.1 ± 1.7	15.2	0.199 ^m
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	12.6 ± 1.9	12.2	12.8 ± 2.3	12.7	0.883 ^m

^m Mann-whitney u test

İVKmin: İnför Vena Kava minimum çapı

BMI: Body Mass Index

Değerler ort ± ss veya medyan olarak verilmiştir.



Şekil 12. BMI'ye göre gruplar arası üç aşamadaki VKİmin çapının değişimi

BMI≤26 ve BMI>26 olan grupta spontan solunum, PBV, 8 mmHg, 12 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında İVK-Kİ değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 16) (Şekil 13).

Tablo 16. BMI'ye göre gruplar arası İVK-Kİ karşılaştırılması

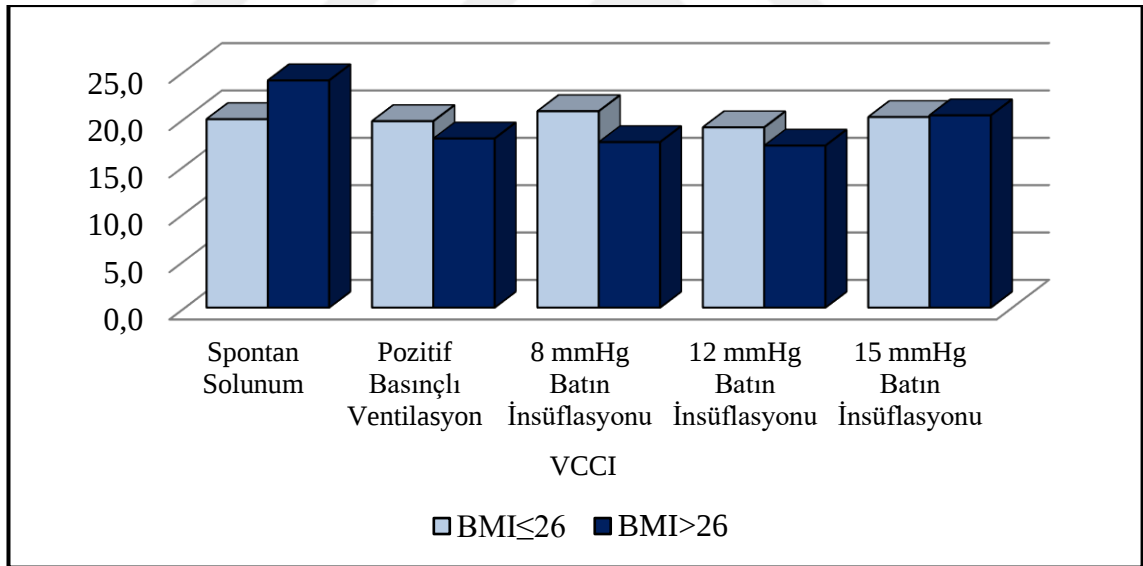
	BMI≤26		BMI>26		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
İVK-Kİ					
<i>Spontan Solunum</i>	19.9 ± 6.4	20.6	24.0 ± 11.0	20.3	0.505 ^m
<i>Pozitif Basıncılı Ventilasyon</i>	19.7 ± 4.8	21.0	17.9 ± 5.8	17.2	0.236 ^m
<i>Artmış İntraabdominal Basıncı</i>					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	20.7 ± 6.1	21.3	17.5 ± 9.3	14.4	0.082 ^m
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	19.0 ± 5.7	19.3	17.1 ± 7.7	15.0	0.211 ^m
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	20.1 ± 7.3	18.7	20.3 ± 7.1	19.0	0.845 ^m

^m Mann-whitney u test

İVK-Kİ: İnförior Vena Kava kollapsibilite indeksi

BMI: Body Mass Index

Değerler ort ± ss veya medyan olarak verilmiştir.



Şekil 13. BMI'ye göre gruplar arası üç aşamadaki İVK-Kİ değişimi

BMI≤26 ve BMI>26 olan grupta spontan solunum, PBV, 8 mmHg, 12 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında HR değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 17) (Şekil 14).

Tablo 17. BMI'ye göre gruplar arası HR değerinin karşılaştırılması

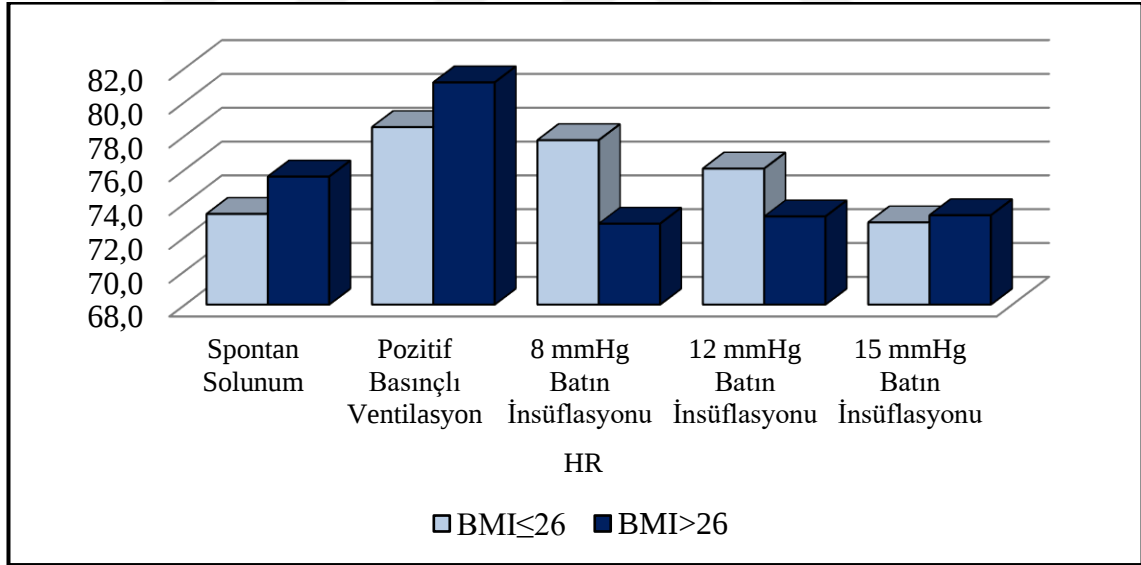
	BMI≤26		BMI>26		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
HR					
<i>Spontan Solunum</i>	73.4 ± 13.8	73.5	75.6 ± 11.9	76.0	0.625 ^t
<i>Pozitif Basıncılı Ventilasyon</i>	78.5 ± 10.0	76.5	81.1 ± 13.3	81.5	0.501 ^t
<i>Artmış İntraabdominal Basınc</i>					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	77.7 ± 10.6	78.0	72.8 ± 9.8	73.5	0.169 ^t
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	76.0 ± 12.5	76.0	73.2 ± 8.2	72.0	0.458 ^t
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	72.9 ± 11.3	73.0	73.3 ± 7.3	73.0	0.903 ^t

^t Bağımsız örneklem t test

HR: Heart Rate

BMI: Body Mass Index

Değerler ort ± ss veya medyan olarak verilmiştir.



Şekil 14. BMI'ye göre gruplar arası üç aşamadaki HR değişimi

BMI≤26 ve BMI>26 olan grupta spontan solunum, PBV, 8 mmHg, 12 mmHg, 15 mmHg batın insüflasyonu esnasında OAB değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 18) (Şekil 15).

Tablo 18. BMI'ye göre gruplar arası OAB değerinin karşılaştırılması

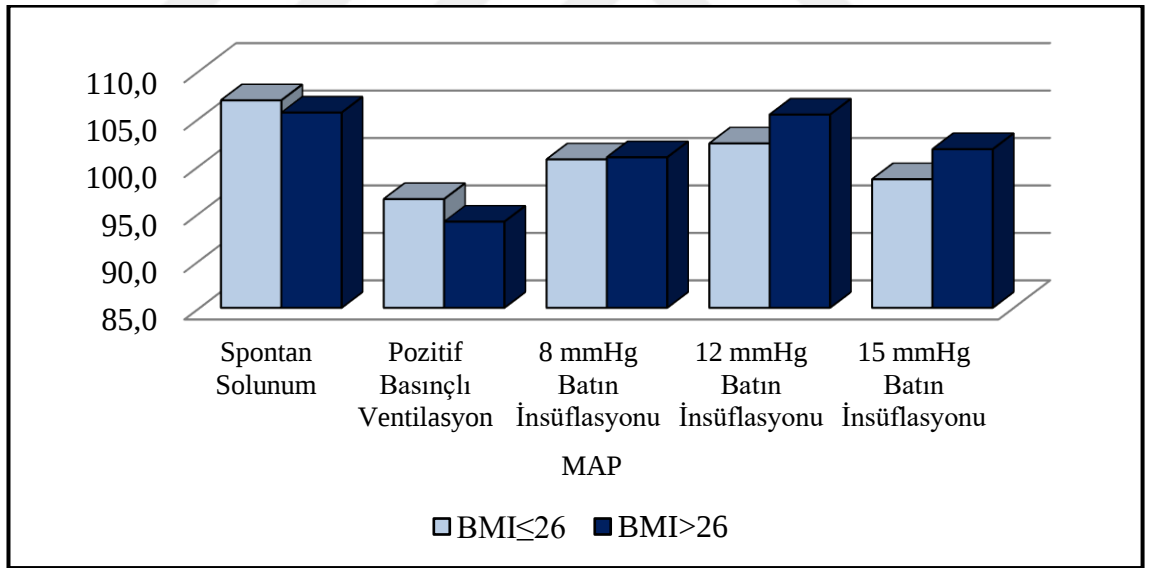
	BMI≤26		BMI>26		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
OAB					
<i>Spontan Solunum</i>	106.9 ± 17.9	103.0	105.6 ± 11.9	108.5	0.897 ^m
<i>Pozitif Basıncılı Ventilasyon</i>	96.5 ± 10.9	95.5	94.1 ± 10.1	95.5	0.709 ^m
<i>Artmış İntraabdominal Basınç</i>					
8 mmHg Batın İnsüflasyonu	100.6 ± 16.9	101.5	100.9 ± 8.3	100.5	0.820 ^m
12 mmHg Batın İnsüflasyonu	102.3 ± 13.6	107.0	105.4 ± 13.8	101.5	0.592 ^m
15 mmHg Batın İnsüflasyonu	98.5 ± 13.4	102.0	101.7 ± 11.2	101.0	0.485 ^m

^m Mann-whitney u test

OAB: Ortalama Arter Basıncı

BMI: Body Mass Index

Değerler ort ± ss veya medyan olarak verilmiştir.



Şekil 15. BMI'ye göre gruplar arası üç aşamadaki OAB değişimi

5. TARTIŞMA

Toplamda 36 hasta ile yaptığımız çalışmamızda pozitif basınçlı ventilasyon aşamasından, 8-12-15 mmHg intraabdominal basınç aşamalarına ilerledikçe ölçülen inferior vena kavanın en geniş çap (İVKmaks) ve inferior vena kavanın en dar çap (İVKmin) ölçümlerinin her ikisinde de istatistiksel anlamlı bir azalmanın olduğunu gördük. Ancak basınç etkisiyle kollabe olacağını tahmin ettiğimiz İVK-Kİ'nde istatistiksel olarak anlamlı böyle bir artışın olmadığını tespit ettik. Ek olarak değerlendirilen HR'nin spontan solunuma göre pozitif basınçlı ventilasyonda anlamlı olarak arttığını, diğer tüm aşamalarda anlamlı bir farklılık olmadığını, OAB'nin ise spontan solunuma göre pozitif basınçlı ventilasyonda anlamlı olarak azaldığını, diğer aşamalarda değişken seyirli olduğunu gözlemledik. Ultrasonografik ölçümlerin yaşa göre (45 yaş altı ve üstü) ve BMI'ye göre (26 altı ve üstü) değişkenlik gösterip göstermeyeceği konusunda yapılan subgrup analizlerinde birkaç farklılıklar olsa da klinik olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenemedi. Bu subgrup analizlerinde hemodinami parametrelerinde (HR ve OAB) de bir farklılık saptanmamıştır.

Anestezi sırasında, mekanik ventilasyonda ve özellikle intraabdominal basıncın arttığı durumlarda (yapay pnömoperitonyum gibi) organ sistemlerimizde birçok değişiklik meydana gelir. En çok kardiyopulmoner sistem etkilenir (34). Bunların çoğu sağlıklı yetişkinlerde tolere edilse de kardiyopulmoner rezervi düşük olan hastalarda iyi tolere edilmezler (34).

İnferior vena kava yüksek kapasiteli bir damar olması, kalpten aşağıdaki organ sistemlerinden ve bacaklardan gelen kanı taşıması ve sağ kalple direkt bağlantısının olması nedeniyle hemodinamik değerlendirmede büyük öneme sahiptir. İnferior vena kava çapını birkaç faktör etkileyebilmektedir. Bunlar; intratorasik basınç, intraabdominal basınç, pozisyon ve intravasküler hacim olarak genellenebilir. Kısacası inferior vena kava dış basınçtan ve iç hacimden etkilenir.

İnferior vena kavanın ultrasonografik ölçümleri; efektif, noninvaziv, kolay ulaşılabilir, tekrarlanabilir olması, hızlı sonuç vermesi gibi pozitif sebeplerden dolayı giderek artan kullanım alanına sahiptir. Literatürde intravasküler volümü ve sıvı yanıtılığını ölçen en iyi yaklaşım henüz standardize edilemediğinden araştırmalar

devam etmektedir. Bu nedenle son zamanlarda İVK'nin ultrasonografik ölçümleri; anesteziye bağlı hipotansiyon, ultrafiltrasyon hedeflerini yönetme, diyalize bağlı hipotansiyon, santral venöz basınç- sağ atriyum basıncı tahmini, mekanik ventilasyon bağımlı hastalarda sıvı yönetimi, dehidratasyon derecesini belirleme, akut kan kaybı belirtici olarak, gebelerde, pediatrik hastalarda, travmada, akut dekompanse kalp yetmezliğinde değerlendirme gibi birçok klinik uygulamada desteklenmektedir.

Karın boşluğu sabit intraabdominal basınç değerine sahiptir. Normal değeri 5-7 mmHg aralığındadır (35). İntraabdominal basınçtaki akut artış abdominal perfüzyon basıncında azalmaya neden olur. Böylece abdominal organlarda ciddi iskemik veya dolaşım bozukluklarına yol açarak hemodinamiği etkiler (30). Abdominal uyum sınırlı olması sebebiyle herhangi bir nedenden ötürü fizyolojik olmayan abdominal basınçlarında, organ fonksiyon bozukluğu ile intraabdominal basınç artışı arasında korelasyon gösterilmiştir (36). Kritik hastalarda intraabdominal basınç artışının mortalitede önemli bir belirleyici olduğu düşünülmektedir. İntraabdominal hipertansiyon için masif sıvı replasmanı, hipotermi, koagülopati, sepsis, septik şok, asit varlığı, ileus, pankreatit, mekanik ventilasyon ve 10 cmH₂O üzerindeki PEEP değerleri risk faktörleri arasındadır (37).

Laparoskopik cerrahinin açık cerrahiye göre üstünlükleri bilinmektedir. Laparoskopik cerrahi için çalışma alanı oluşturacak karın duvarı ile organlar arasında pnömoperitonyum gereklidir. Laparoskopik cerrahiler sıklaştıkça optimum pnömoperitonyum basıncına dair soru işaretleri artmıştır. Literatürde evrensel kabul görmüş düşük, standart ve yüksek basınç tanımlamaları yoktur. Uluslararası kılavuzlar yeterince ameliyat alanının görünmesine olanak sağlayan en düşük intraabdominal basıncının kullanılmasını önerirken, birçok klinik standart olarak 12-14 mmHg arasında sabit basınç ile çalışır (38). Düşük intraabdominal basıncı 6-10 mmHg olarak kabul edilir (38). 15 ve üzeri ise yüksek basınç olarak kabul görür (38). Yapay pnömoperitonyum cerrahlar tarafından önemli bir operatif faktör olarak sayılmayabilir, ancak her laparoskopik işlemin ilk basamağını oluşturur ve önemsenmelidir.

Literatürde İVK çapı ve İVK-Kİ'ni sıvı yanıtıllığı, hipotansiyon, intravasküler volüm açısından değerlendiren çok sayıda çalışma mevcuttur.

Chang ve ark. spinal anestezi ile ilişkili hipotansiyonu tahmin etmede İVK-Kİ etkinliğini araştırdıkları meta analizde, İVK-Kİ'nin tanısal güvenilirlik gösterdiğini bulmuştur (39).

Di Nicolo ve ark. hastaların hacim durumunun değerlendirilmesinde İVK ultrasonografisinin önemli avantajlarının göz ardı edilemeyeceğini ancak tek başına kullanılan bir yöntem değil, kritik hastalarda organ perfüzyonunun kapsamlı değerlendirilmesi ve birden fazla araştırma alanında entegre bir ultrasonografik yaklaşımla klinik fizyopatolojik bir bakış açısıyla değerlendirilmesi gerektiğini bildirmiştir (40).

Vieillard – Baron ve ark. sıvı yanıtılığını öngörmek için intraabdominal basıncın kafa karıştırıcı bir faktör olduğunu ve İVK çap değerlerinin artan abdominal basınç tarafından engellendiğini ileri sürmüştür (41).

Biz bu çalışmamızda preoperatif açlık sürelerinin eşit olduğunu kabul ederek sağlıklı yetişkinlerde intravasküler hacim durumunun benzer olduğu varsaydık. Ölçümler öncesi hiçbir hastaya sıvı yüklemesi yapmadık. İntravasküler volüm durumunu ekarte ederek intraabdominal basıncın İVK üzerindeki baskılayıcı etkisini görmeyi hedefledik. Mekanik ventilatör ayarları ise tüm hastalara standardize edilerek uygulandığından intratorasik basınç etkisini en aza indirmeyi planladık. Tüm hastalara supin pozisyonda bakı yapıldığından pozisyonun intratorasik basınç ve intraabdominal basınç üzerindeki etkisini ekarte ettiğimizi düşünüyoruz. Sonuçlarımız, intraabdominal basınç arttıkça İVK çapının anlamlı olarak azaldığını gösterdi. Ancak İVK-Kİ'de böyle bir etki gözlemlenmedi.

Literatürde İVK'nin ultrasonografik ölçümleriyle santral venöz basıncının korelasyonunu karşılaştıran çalışmalar kuvvetliden zayıfa doğru değişken sonuçlar ile karşımıza çıkmaktadır.

Ciozda ve ark. Santral venöz basıncı ve sağ atriyum basıncını tahmin etmede İVK çapının ve kollapsibilitesinin sonografik ölçümünün geçerli bir yöntem olduğunu göstermiştir. İnvaziv olmayan bu tekniğin klinik ortamlarda daha geniş çapta benimseneceğini vurgulamıştır (2).

Dodhy AA'nın yaptığı bir çalışmada İVK çapı ve kollapsibilitesinin santral venöz basınç ile anlamlı bir şekilde korele olduğunu ancak spontan solunum yapan hastalarda mekanik ventilatöre bağlı olanlara göre kullanımının daha faydalı olduğunu bildirmiştir (42).

Aksine Alavi- Maghaddam ve ark. kritik hastalarda santral venöz basıncını belirlemek için ultrasonografik İVK çap ölçümünü kabul edilebilir bir yedek teknik olarak desteklememektedir (43).

Literatürde intraabdominal basınç artışının teorik olarak savunulan olumsuz sonuçlarından etkilenmemek için düşük basınçlı pnömoperitonyum ile standart basınçlı pnömoperitonyumu karşılaştıran çeşitli çalışmalar mevcuttur. Ancak kılavuzlar, laparoskopik cerrahi sırasında düşük intraabdominal basınç kullanımına ilişkin kesin öneriler sunmamaktadır.

Ortenzi ve ark. laparoskopik kolesistektomilerde düşük basınç ve standart basıncı karşılaştırdığı sistemik incelemede; düşük basınçlı pnömoperitonyumun postoperatif ağrı ve analjezik tüketiminde olumlu etkisinin olduğunu ancak daha uzun ameliyat süresiyle ilişkili olabileceğini bulmuştur. Standart basınçlı pnömoperitonyum ile karşılaştırıldığında hastanede kalış süresi, komplikasyon oranı gibi verilerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (44).

Özdemir-van Brunschot ve ark. düşük basınçlı pnömoperitonyum ile standart basınçlı pnömoperitonyumu karşılaştıran sistemik analizlerinde; kalp ve akciğer fonksiyonları üzerinde klinik bir üstünlük saptamazken daha az karaciğer ve böbrek hasarı ile bağlantılı olduğunu ancak bunun da sağlıklı bireylerde klinik bir anlamının olmayabileceğini göstermiştir. Düşük basınçlı pnömoperitonyumun adezyon oluşumu, anastomoz iyileşmesi, tümör metastazı, tromboembolik komplikasyonlar, göz içi ve intraserebral basınç üzerindeki etkilerinin çalışma olmadığından belirsizliğini koruduğunu bildirmiştir (45).

Ekici ve ark. laparoskopik kolesistektomilerde düşük basınçlı pnömoperitonyuma (7 mmHg) göre yüksek basınçlı pnömoperitonyumu (15 mmHg) artan aritmi ve kardiyak olay ile ilişkilendirmiştir. Ayrıca yüksek basınç grubunda HR'de önemli ölçüde geçici bir artış saptamıştır (46).

Reijnders-Boerboom ve ark. laparoskopik cerrahide düşük intraabdominal basınç (<10 mmHg) ve standart intraabdominal basınç ($\geq$ 10 mmHg) seviyelerini karşılaştırdıkları meta analizde; cerrahi güvenlik, azalmış hafif postoperatif komplikasyon insidansı, daha düşük ağrı skorları, azalmış postoperatif bulantı-kusma insidansı ve daha kısa hastanede kalış süresi göz önüne alındığında, verilerin düşük intraabdominal basınç lehine olduğunu göstermiştir (47).

Koo ve ark. Laparoskopik kolesistektomi sırasında nöromüsküler blok derecesinin cerrahi koşullara etkisini araştırmışlar; düşük basınçlı pnömoperitonyum uygulanan hastalarda, intraoperatif derin nöromüsküler blokajın sürdürülmesi orta dereceli nöromüsküler blokaja göre daha iyi cerrahi koşullar sağladığını, intraabdominal basınç alarmlarının görülme sıklığını azalttığını, standart basınca geçme oranının düştüğünü göstermişlerdir (48).

Sood ve ark. laparoskopik adrenalektomi cerrahisinde düşük intraabdominal basınç (8-10 mmHg) ile yüksek intraabdominal basınç (15 mmHg) seviyelerindeki katekolamin düzeyi ve hemodinamik parametreleri (MAB ve OAB) karşılaştırmış; 8-10 mm Hg'lik düşük intraabdominal basıncının daha az katekolamin salınımına ve daha az hemodinamik dalgalanmaya neden olduğu sonucuna ulaşmıştır (49).

Umar ve ark. laparoskopik kolesistektomilerde farklı intraabdominal basınçların (8–10 mmHg, 11–13 mmHg ve 14 mmHg ve üzeri) hemodinamiğe etkisini araştırmıştır. Yüksek basınçlı cerrahi grubunda HR, OAB ve sistolik basınçta önemli bir artış olduğu bildirilmiştir. Yüksek basınç pnömoperitonyumun hemodinamik parametrelerde ve CO₂ emiliminde daha büyük değişikliklere neden olduğu sonucuna varılmıştır (50).

Banarjee ve ark. laparoskopik kolesistektomi sırasında hemodinamik değişiklikleri transtorasik ekokardiyografi ile değerlendirmiş; pnömoperitonyum ile MAP değerinde anlamlı bir artış, kardiyak debi, atım hacmi, ejeksiyon fraksiyonu değerlerinde ise anlamlı bir düşüş saptarken, pnömoperitonyum sonrası ters trendelenburg pozisyonuyla karşılaştırıldığında bu değerlerde anlamlı bir iyileşme gözlenmiştir. Ancak başlangıç seviyesinin altında bir iyileşme görülmüştür. HR değerinde ise herhangi bir zamanda anlamlı değişiklik saptanmamıştır. Böylece

pnömoperitonyum ve ters trendelenburg pozisyonu sonucu önemli hemodinamik değişikliklerin olduğunu savunmuşlardır (51).

Biz çalışmamızda HR değerinde spontan solunuma göre pozitif basınçlı ventilasyon aşamasında anlamlı bir artış olduğunu gözlemledik. Ayrıca biz de intraabdominal basınç artışı aşamalarında anlamlı bir fark olmadığını gördük. MAP değerinde ise spontan solunuma göre pozitif basınçlı ventilasyon aşamasında ve 8 ile 15 mmHg intraabdominal basınçlarda anlamlı bir düşüş gözlemlerken 12 mmHg basınçta anlamlı bir fark mevcut değildi. Bizde olduğu gibi çoğu çalışmada hemodinamik (MAP ve HR) açıdan çeşitlilik ve istatistiksel anlamlı farklar gözlenirse de klinik açıdan önemli değişiklikler gözlenmemiştir. Bu değişikliklerin ASA I-II hastalarda anlam ifade etmediğini düşünmekteyiz.

Literatürde düşük ve yüksek intraabdominal basıncı karşılaştıran, bu basınçların hemodinamiğe etkisini araştıran pek çok çalışma bulunmasına rağmen intraabdominal basınç ile İVK ultrasonografik ölçümlerini karşılaştıran çok sınırlı veri mevcuttur.

Bauman ve ark. yaptığı bir çalışmada laparoskopik cerrahilerde 15 mmHg pnömoperitonyum ile İVK çapının anlamlı derecede azaldığını ve intraabdominal hipertansiyon durumlarında İVK çapının güvenilirliğini rapor etmiştir. Ancak artan intraabdominal basınç veya intratorasik basınç sırasında İVK-Kİ'nin korele olmadığını göstermiştir (52).

Biz de çalışmamızda, spontan solunuma göre pozitif basınçlı ventilasyon aşamasında İVKmaks ve İVKmin ölçümlerinde anlamlı bir fark gözlemezken; pozitif basınçlı ventilasyon aşamasından intraabdominal basınç aşamalarına (8-12-15 mmHg) geçildikçe bu sonografik ölçümlerde her kademedede anlamlı bir düşüş gözlemledik. Aynı şekilde İVK-Kİ değerinde intraabdominal basınç artışı ile tahmin ettiğimiz aksine anlamlı bir korelasyon gözlemlemedik.

Çalışmamızın birtakım kısıtlamaları mevcuttu. Daha uzun süre pnömoperitonyum oluşturulması sonrası tekrar ölçümler yapıldığında sonuçlarımız daha farklı olabilirdi. ASA I-II grubunda çalıştığımız için hastalar bu durumu tolere etmiş olabilir. ASA III-IV grubunda farklı sonuçlar elde edilebilirdi.

6. SONUÇ

Çalışmamızda spontan solunumla pozitif basınçlı ventilasyon karşılaştırıldığında İVK çap ve İVK-Kİ ölçümlerinde anlamlı fark olmadığından, yapılan mekanik ventilatör ayarlamaları ile pozitif basınçlı ventilasyonun fizyolojiyi ve hemodinamiyi klinik olarak etkilemediğini gördük.

Çalışmamızda pnömoperitonyum yapılmadan önceki ve pnömoperitonyum yapıldıktan sonra intraabdominal basınç artışı aşamalarındaki (8 mmHg- 12 mmHg- 15 mmHg) ölçülen İVK çapları karşılaştırıldığında; her bir adımda İVKmax çapının ve İVKmin çapının anlamlı azaldığını gördük. İntraabdominal basınç artışı İVK çapını açık bir şekilde etkiler. Ancak oluşturulan pnömoperitonyum ile İVK-Kİ’de beklenen azalma olmamıştır. Farklı intraabdominal basınç seviyelerinde İVK-Kİ’nin negatif korelasyon göstermediğini söyleyebiliriz.

Sağlıklı yetişkinler üzerinde yapılan bu çalışmada hastaların 15 mmHg intraabdominal basınç artışına kadar durumu iyi tolere edebildiğini, hemodinamik parametrelerde anlamlı klinik sonuçlar oluşturmadığını gözlemledik. 15 mmHg üzerinde intraabdominal basınç seviyelerindeki klinik durumlarda İVK-Kİ ve hemodinamik yanıtı etkisini gözlemleyebilmek için ek çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Beigel R, Cercek B, Luo H, Siegel RJ. Noninvasive evaluation of right atrial pressure. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013; 26:1033–42
2. Ciozda W, Kedan I, Kehl DW, Zimmer R, Khandwalla R, Kimchi A. The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovasc Ultrasound*. 2016 Aug 20; 14(1):33.
3. Baumann UA, Marquis C, Stoupis C, Willenberg TA, Takala J, Jakob SM. Estimation of central venous pressure by ultrasound. *Resuscitation*. 2005; 64:193–199.
4. Fortenbacher S, John S. Steuerung der Volumentherapie von Intensivpatienten: Neue Strategien und optimale Zielparameter? [Fluid Management in Intensive Care Patients- New Strategies and optimal target?]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2023 Mar; 148(6):318-324.
5. Stawicki SP, Braslow BM, Panebianco NL, Kirkpatrick JN, Gracias VH, Hayden GE, Dean AJ. Intensivist use of hand-carried ultrasonography to measure IVC collapsibility in estimating intravascular volume status: correlations with CVP. *J Am Coll Surg*. 2009 Jul; 209(1):55-61.
6. Natori H, Tamaki S, Kira S. Ultrasonographic evaluation of ventilatory effect on inferior vena caval configuration. *Am Rev Respir Dis*. 1979; 120:421–7.
7. Cheatham ML. Abdominal compartment syndrome: pathophysiology and definitions. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2009 Mar 2; 17:10.
8. Tekant Y. Laparoskopik cerrahi. Sayek İ. (ed). *Temel Cerrahi*. Ankara Güneş Kitabevi 1996; 1609-17.
9. Haubrich WS. Endoskopinin tarihi. Editör Sivak MV'de. *Gastroenterolojik endoskopi*. Philadelphia: WB Saunders; 1987.
10. Litynski G, Mouret, Dubois an Perissat. The French connection. In: *Highlights in the history of laparoscopy* Frankfurt: Bernert, 1996.
11. Bora S, Saydam S, Özman İ, Füzün M, Gülay H, Soylu M. Laparoskopik kolesistektominin ilk 6 aylık sonuçları. *Klin Den Cer Derg* 1993; 1:213-5.

12. Gharaibeh H. Anaesthetic management of laparoscopic surgery. *East Mediterr Health J.* 1998; 4:185–8.
13. Joris JL. Anesthetic management of laparoscopy. *Anesthesia.* Miller RD 4th ed. Churchill Livingstone, New York 1994; 60: 2011-29.
14. Kantorová I, Svoboda P, Ochmann J, Pestál M, Kozumplík L, Dolezalová L, Hude P. Ovlivňuje insuflace bricha při laparoskopické operaci acidobazické a ventilací parametry? [Does insufflation of the abdomen in laparoscopic surgery affect acid-base and ventilatory parameters?]. *Rozhl Chir.* 1999 Jul; 78(7):332-6. Czech.
15. Anthony JC, Sorun JB. Laparoscopic Cholecystectomy: Anesthetic implications. *Anest Analgesia* 1993; 76:1120-33.
16. Tobin MJ. Advances in mechanical ventilation. *N Engl J Med* 2001; 344(26): 1986-96.
17. Grace MP, Greenbaum DM. Cardiac performance in response to PEEP in patient with cardiac dysfunction. *Crit Care Med* 1982; 20: 358.
18. Cahtburn RL. A new system for understanding mechanical ventilators. *Respir Care* 1991; 36: 1123.
19. Smith RB, Aass AA, Nemoto EM. Intraocular and intracranial pressure during respiratory alkalosis and acidosis. *Br J Anaesth.* 1981 Sep; 53(9):967-72.
20. Bassi TG, Rohrs EC, Reynolds SC. Systematic review of cognitive impairment and brain insult after mechanical ventilation. *Crit Care.* 2021 Mar 10;25(1):99.
21. Hirvonen EA, Poikolainen EO, Pääkkönen ME, Nuutinen LS. The adverse hemodynamic effects of anesthesia, head-up tilt, and carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2000 Mar; 14(3):272-7.
22. Peng C, Shen H, Cao S, Wu S, Huang Q, Li S, Li H, Zhang X, Wang B, Cao J, Ma X. Effects of Retroperitoneal or Transperitoneal Pneumoperitoneum on Inferior Vena Cava Hemodynamics and Cardiopulmonary Function: A Prospective Real-Time Comparison. *J Endourol.* 2023 Jan; 37(1):28-34.
23. Stamate E, Piraianu AI, Duca OM, Ciobotaru OR, Fulga A, Fulga I, Onisor C, Matei MN, Luchian AS, Dumitrascu AG, Ciobotaru OC. The Effect of Increased Intra-Abdominal Pressure on Hemodynamics in Laparoscopic

- Cholecystectomy-The Experience of a Single Centre. *J Pers Med*. 2024 Aug 17; 14(8):871.
24. Tomescu D.R., Popescu M., Dima S.O., Bacalbaşa N., Bubenek-Turconi Ş. Obesity Is Associated with Decreased Lung Compliance and Hypercapnia during Robotic Assisted Surgery. *J. Clin. Monit. Comput*. 2017; 31:85–92.
 25. Atkinson T.M., Giraud G.D., Togioka B.M., Jones D.B., Cigarroa J.E. Cardiovascular and Ventilatory Consequences of Laparoscopic Surgery. *Circulation*. 2017; 135:700–710.
 26. Bloomfield GL, Ridings PC, Blocher CR. Effects of increased intra abdominal pressure upon intracranial and cerebral perfusion pressure before and after volume expansion. *J Trauma* 1996; 40: 936-41.
 27. Puia C, Szederjesi J, Lazăr A, Bad C, Puşcaşiu L. Neutrophil Gelatinase-Associated Lipocalin as a Marker for Renal Dysfunction Detection in Critically Ill Patients with Increased Intraabdominal Pressure. *J Crit Care Med (Targu Mures)*. 2017 Feb 18; 3(1):24-28.
 28. Bloomfield GL, Blocher CR, Fakhry IF, Sica DA, Sugerman HJ. Elevated intra-abdominal pressure increases plasma renin activity and aldosterone levels. *J Trauma*. 1997 Jun; 42(6):997-1004; discussion 1004-5.
 29. Windberger UB, Auer R, Keplinger F, Längle F, Heinze G, Schindl M, Losert UM. The role of intra-abdominal pressure on splanchnic and pulmonary hemodynamic and metabolic changes during carbon dioxide pneumoperitoneum. *Gastrointest Endosc*. 1999 Jan; 49(1):84-91.
 30. Ball CG, Kirkpatrick AW. Intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome. *Scand J Surg*. 2007; 96(3):197–204.
 31. Policastro P, Mesin L. Processing Ultrasound Scans of the Inferior Vena Cava: Techniques and Applications. *Bioengineering (Basel)*. 2023 Sep 12; 10(9):1076.
 32. Bondarsky E, Rothman A, Ramesh N, Love A, Kory P, Lee YI. Influence of head-of-bed elevation on the measurement of inferior vena cava diameter and collapsibility. *J Clin Ultrasound*. 2020 Jun; 48(5):249-253.

33. Guiotto G, Masarone M, Paladino F, Ruggiero E, Scott S, Verde S et al (2010) Inferior vena cava collapsibility to guide fluid removal in slow continuous ultrafiltration: a pilot study. *Intensive Care Med* 36:692–696.
34. Cunningham AJ, Brull S. Laparoscopic cholecystectomy: anaesthetic implication. *Anaesth Analg*. 1993; 76:1120–1133.
35. Sanchez NC, Tenofsky PL, Dort JM, Shen LY, et al. What is normal intra-abdominal pressure? /discussion. *Am. Surg*. 2001; 67:243.
36. Castellanos G, Piñero A, Fernández JA. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome. What should surgeons know and how should they manage these entities? *Cir Esp*. 2007; 81(1):4–11.
37. Bersani AL, Gomes JO, Braga IL, Guimarães HP, Lopes RD. Síndrome compartimental abdominal. *Rev Bras Clin Med*. 2009; 7:313–321.
38. Solass W, Horvath P, Struller F, et al. Functional vascular anatomy of the peritoneum in health and disease. *Pleura Peritoneum* 2016; 1:145–158.
39. Chang YJ, Liu CC, Huang YT, Wu JY, Hung KC, Liu PH, Lin CH, Lin YT, Chen IW, Lan KM. Assessing the Efficacy of Inferior Vena Cava Collapsibility Index for Predicting Hypotension after Central Neuraxial Block: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diagnostics (Basel)*. 2023 Aug 31; 3(17):2819.
40. Di Nicolò P, Tavazzi G, Nannoni L, Corradi F. Inferior Vena Cava Ultrasonography for Volume Status Evaluation: An Intriguing Promise Never Fulfilled. *Journal of Clinical Medicine*. 2023; 12(6):2217.
41. Vieillard-Baron A, Evrard B, Repessé X, Maizel J, Jacob C, Goudelin M, Charron C, Prat G, Slama M, Geri G, Vignon P. Limited value of end-expiratory inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness impact of intra-abdominal pressure. *Intensive Care Med*. 2018 Feb; 44(2):197-203.
42. Dodhy AA. Inferior Vena Cava Collapsibility Index and Central Venous Pressure for Fluid Assessment in the Critically Ill Patient. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2021 Nov; 31(11):1273-1277.
43. Alavi-Moghaddam M, Kabir A, Shojaee M, Manouchehrifar M, Moghimi M. Ultrasonography of inferior vena cava to determine central venous pressure: a meta-analysis and meta-regression. *Acta Radiol*. 2017 May; 58(5):537-541.

44. Ortenzi M, Montori G, Sartori A, Balla A, Botteri E, Piatto G, Gallo G, Vigna S, Guerrieri M, Williams S, Podda M, Agresta F. Low-pressure versus standard-pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Surg Endosc.* 2022 Oct; 36(10):7092-7113.
45. Özdemir-van Brunschot DM, van Laarhoven KC, Scheffer GJ, Pouwels S, Wever KE, Warlé MC. What is the evidence for the use of low-pressure pneumoperitoneum? A systematic review. *Surg Endosc.* 2016 May; 30(5):2049-65.
46. Ekici Y, Bozbas H, Karakayali F, et al. Effect of different intra-abdominal pressure levels on QT dispersion in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2009; 23(11):2543–2549.
47. Reijnders-Boerboom GTJA, Albers KI, Jacobs LMC, Helden EV, Rosman C, Díaz-Cambronero O, Mazzinari G, Scheffer GJ, Keijzer C, Warlé MC. Low intra-abdominal pressure in laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2023 May 1; 109(5):1400-1411.
48. Koo B, Oh A, Seo K, Han J, Han H, Yoon Y. Randomized Clinical Trial of Moderate Versus Deep Neuromuscular Block for Low-Pressure Pneumoperitoneum During Laparoscopic Cholecystectomy. *World J Surg.* 2016; 40(12):2898-2903.
49. Sood J, Jayaraman L, Kumra VP, Chowbey PK. Laparoscopic approach to pheochromocytoma: is a lower intraabdominal pressure helpful? *Anesth Analg.* 2006 Feb; 102(2):637-41.
50. Umar, A., Mehta, K.S. & Mehta, N. Evaluation of Hemodynamic Changes Using Different Intra-Abdominal Pressures for Laparoscopic Cholecystectomy. *Indian J Surg.* 2013; 75(4):284–289.
51. Banerjee A, Saini S, Lal J. Evaluation of hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy by transthoracic echocardiography. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2021 Jul-Sep; 37(3):436-442.
52. Bauman Z, Coba V, Gassner M, Amponsah D, Gallien J, Blyden D, Killu K. Inferior vena cava collapsibility loses correlation with internal jugular vein

collapsibility during increased thoracic or intra-abdominal pressure. J
Ultrasound. 2015 Sep 18; 18(4):343-8.

