



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ ve REANİMASYON ANABİLİM DALI

**YOĞUN BAKIM ÜNİTESİNDE YATAN HASTALARDA PASİF
BACAĞI KALDIRMA ÖNCESİ VE SONRASI İNFERİOR VENA
KAVA VE İNTERNAL JUGULER VEN RESPİRATUAR
VARYASYON ORANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Ash MELEK

UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

ANKARA

2019



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ ve REANİMASYON ANABİLİM DALI

**YOĞUN BAKIM ÜNİTESİNDE YATAN HASTALARDA PASİF
BACAK KALDIRMA ÖNCESİ VE SONRASI İNFERİOR VENA
KAVA VE İTERNAL JUGULER VEN RESPIRATUAR
VARYASYON ORANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Aşlı MELEK

UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Seda Banu AKINCI

ANKARA
2019

TEŞEKKÜR

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'ndaki uzmanlık eğitimim süresince engin bilgi ve tecrübesiyle bizlere yol gösteren, her zaman yanımızda olan Prof. Dr. Meral Kanbak'a,

Uzmanlık eğitimim süresince deneyim ve birikimiyle ufkumu açan, tez çalışmamın her aşamasında bizzat yanımda olan, yapabileceğimden şüphe duyduğumda cesaretlendiren, danışmanlığım konusunda her zaman desteklerini gördüğüm Prof. Dr. Seda Banu Akıncı'ya,

Tezimde büyük emeği olan, yoğun iş temposuna rağmen ölçüm yapılması gerektiğinde vakit ayırıp gelen Uzm. Dr. Abdullah Yalçın'a,

Eğitimci kişiliği ile her zaman bizlere destek olan, kendimizi geliştirmemiz konusunda yol gösteren Doç. Dr. Filiz Üzümcügil'e,

Mesleki tecrübelerini bizlerle paylaşan, yetişmemiz için emek veren Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı öğretim üyelerine;

Uzmanlık eğitimim süresince her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan, ekip ruhu içinde çalıştığımız, her zaman hatırlayacağım tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Ekip arkadaşlarımız olan, başta tezimi yapmamda emekleri geçen yoğun bakım hemşirelerimize, anestezi teknikerlerimize ve tüm hastane personeline,

Hiçbir teşekkürün gösterdikleri sevgi, emek ve özveri karşısında yeterli olamayacağı değerli aileme,

Sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Aslı MELEK

ÖZET

MELEK, Ash. Yoğun Bakım Ünitesinde Yatan Hastalarda Pasif Bacak Kaldırma Öncesi ve Sonrası Inferior Vena Kava ve İnternal Juguler Ven Respiratuar Varyasyon Oranlarının Karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara 2019. İnterior vena kava (IVC) çapı ve solunumsal varyasyonu, ultrasonografi (USG) ile kolayca ölçülebilir ve kritik hastaların hemodinamik değerlendirmesi için kullanılabilir. İnternal juguler ven (IJV) solunumsal varyasyonu ise hemodinamik durum değerlendirmesinde son dönemde yeni bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı pasif bacak kaldırma manevrası öncesi ve sonrasında IJV ve IVC solunumsal varyasyon oranları arasındaki korelasyonu araştırmaktır. Bir diğer amacımız ise USG konusunda farklı tecrübe düzeyindeki doktorların, USG ölçümleri arasındaki varyasyonu belirlemektir. Mekanik ventilasyon uygulanan 44 kritik hastada, USG kullanılarak IJV ve IVC çap ölçümü yapıldı. Tüm ölçümler USG konusunda farklı tecrübe düzeyindeki üç farklı doktor tarafından gerçekleştirildi. IVC ve IJV ölçümleri hem supin pozisyonda hem de pasif bacak kaldırma manevrası sonrası gerçekleştirildi Distansibilite ve kollapsibilite indeksleri hesaplandı. Farklı doktorların yaptığı USG ölçümleri arasında güçlü düzeyde korelasyon saptandı. ($p < 0.005$). IJV ve IVC distansibilite ve kollapsibilite indeksleri arasında, supin pozisyonda, pozitif ekspiryum sonu basıncı (PEEP) değeri 5 cmH₂O ve altında olan hastalarda orta düzeyde, diüretik kullanan hastalarda ise güçlü düzeyde korelasyon saptanırken ($p < 0.05$); bu alt gruplar dışında supin pozisyonda korelasyon saptanmadı. Pasif bacak kaldırma sonrası IJV ve IVC distansibilite ve kollapsibilite indeksleri arasında vazopressör verilmeyen hasta grubunda orta düzeyde, vazodilatör verilen grupta ise yüksek düzeyde korelasyon saptandı ($p > 0.05$). Pasif bacak kaldırma sonrasında diğer gruplarda korelasyon saptanmadı.

Anahtar Kelimeler: ultrason, sıvı dengesi, hemodinamik monitörizasyon, inferior vena kava, juguler venler

ABSTRACT

MELEK, Asli. A Correlation Study in the Intensive Care Unit Between the Respiratory Variation Ratios of Internal Jugular Vein and Inferior Vena Cava Before and After Passive Leg Raise. Hacettepe University Faculty of Medicine, Department of Anesthesiology and Reanimation. Residency Thesis, Ankara 2019. Assessment of fluid responsiveness is important for management of the critically ill patients. Inferior vena cava (IVC) diameter and respiratory variation ratio of IVC can be determined by ultrasonography (USG) for hemodynamic evaluation of the critically ill patient. Internal jugular vein (IJV) respiratory variation ratio has been a new parameter for hemodynamic evaluation. Aim of this study was to investigate the correlation between respiratory variation ratios of IJV and IVC before and after passive leg raise (PLR) as well as the variability between USG measurements of different physicians. After ethical committee approval, 44 mechanically ventilated, critically ill patients were enrolled into the study. We measured IJV diameter with USG in the short axis. IVC was visualized in the subxiphoid long axis. All measurements were done separately by three physicians with different USG experience levels. Measurements of IVC and IJV were done both in supine position and after PLR. Then distensibility and collapsibility indices were calculated. There were strong correlations between the physicians in all measurements ($p < 0.005$). There wasn't any significant correlation between distensibility and collapsibility indices of IVC and IJV in patients in supine position except the moderate correlation in the subgroup of patients with positive end expiratory pressure (PEEP) ≤ 5 cmH₂O and strong correlation in patients on diuretics ($p < 0.05$). There were moderate correlations between distensibility and collapsibility indices of IVC and IJV after PLR in patients without vasopressors use and strong correlations in patients on vasodilators ($p > 0.05$). There was no correlation in other groups after PLR.

Keywords: ultrasound, fluid balance, hemodynamic monitoring, inferior vena cava, jugular veins

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Kritik Hastada Sıvı Dengesi.....	4
2.2. Kritik Hastada USG Kullanımı.....	6
2.3. İntravasküler Hacim Değerlendirme Yöntemleri.....	8
2.3.1. Hikaye ve Fizik Muayene.....	9
2.3.2. Radyografik Bulgular.....	10
2.3.3. Statik Basınç Ölçüm Yöntemleri.....	10
2.3.3.1. Santral Venöz Basınç.....	10
2.3.3.2. Pulmoner Arter Oklüzyon Basıncı.....	11
2.3.3.3. Sağ Ventrikül Diastol Sonu Hacim.....	11
2.3.3.4. Sol Ventrikül Diastol Sonu Alan.....	12
2.3.3.5. İnférieur Vena Cava Çapı.....	12
2.3.3.6. Global Diastol Sonu Hacim.....	13
2.3.4. Dinamik Basınç Ölçüm Yöntemleri.....	14
2.3.4.1. Atım Hacmi ve Nabız Basıncı Varyasyonu (Nabız Dalga Analizi).....	14
2.3.4.2. Aortik Akım Hızı ve Atım Hacmi Değişiklikleri (Transözefageal Doppler).....	15
2.3.4.3. Aortik Akım Hızı ve Atım Hacmi Değişiklikleri (Transtorasik Ekokardiyografi).....	16
2.3.4.4. İnférieur Vena Kava Çapı Respiratuar Varyasyonu.....	16

2.3.4.5. Pasif Bacak Kaldırma.....	19
2.3.4.6. Sıvı Yükleme Testi.....	21
2.3.5. İnternal Juguler Ven Çapı ve Respiratuar Varyasyonu.....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
3.1. Çalışma Protokolü.....	24
3.2. İstatistiksel Analiz.....	31
4. BULGULAR.....	32
5. TARTIŞMA.....	52
6. SONUÇ.....	59
7. KAYNAKLAR.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

AÇİ: Aldığı-çıkardığı izlemi

APACHE II: The Acute Physiology and Chronic Health Evaluation

APS: Akut Fizyoloji Skoru

IJV: İnternal Jugular Ven

IVC: İnterior Vena Kava

PBK: Pasif bacak kaldırma

PEEP: Pozitif end ekspiratuar basınç

SOFA: Sequential Organ Failure Assessment

USG: Ultrasonografi

VKİ: Vücut kitle indeksi

YBÜ: Yoğun Bakım Ünitesi

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 4.1 Demografik veriler – 1.....	32
Tablo 4.2. Demografik veriler – 2.....	32
Tablo 4.3. YBÜ yatış nedeni.....	33
Tablo 4.4. Komorbiditeler.....	34
Tablo 4.5. Yatış süreleri.....	35
Tablo 4.6. APACHE II, SOFA, APS skorları.....	35
Tablo 4.7. Ventilasyon parametreleri – 1.....	36
Tablo 4.8. Ventilasyon parametreleri- 2.....	36
Tablo 4.9. İlaç kullanımı.....	37
Tablo 4.10. AÇİ.....	38
Tablo 4.11. YBÜ ve Hastane Çıkış Şekli.....	38
Tablo 4.12. Doktorların USG Ölçümleri Arasındaki Korelasyon.....	39
Tablo 4.13. Tüm hastalar USG ölçümleri, ortanca [5-95].....	41
Tablo 4.14. Grup A (3 dak) USG ölçümleri, ortanca [5-95].....	42
Tablo 4.15. Grup B (1 dak) USG ölçümleri, supin pozisyon, ortanca [5-95].....	43
Tablo 4.16. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; Grup A-B ve Tüm Hastalar....	44
Tablo 4.17. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; Vazopressör Kullanımı.....	45
Tablo 4.18. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; Vazodilatör Kullanımı.....	46
Tablo 4.19. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; Diüretik Kullanımı.....	47
Tablo 4.20. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; Plato Basıncı.....	48
Tablo 4.21. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; Driving Basıncı.....	48
Tablo 4.22. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; PEEP.....	49
Tablo 4.23. IVC ve IJV değerleri arası korelasyon; Yatış nedeni.....	50
Tablo 4.24. Kan Basıncı ve Kalp Hızı Değerleri.....	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Frank Starling eğrisi.....	4
Şekil 2.2. IVC görüntülemesinde farklı anatomik yaklaşımlar.....	18
Şekil 2.3. Pasif bacak kaldırma tekniği; Monnet ve Teboul, 2015.....	20
Şekil 3.1. Pasif bacak kaldırma 1. yöntem (Grup A).....	25
Şekil 3.2. Pasif bacak kaldırma 2. yöntem (Grup B).....	25
Şekil 3.3. IJV ölçüm yeri; krikotiroid membran seviyesi.....	26
Şekil 3.4. IJV USG görüntüsü, B mod.....	26
Şekil 3.5. IJV USG görüntüsü, M mod, solunumla çap varyasyonu az.....	27
Şekil 3.6. IJV USG görüntüsü, M mod, solunumla çap varyasyonu fazla.....	27
Şekil 3.7. IVC ölçüm yeri; subksifoid uzun aks.....	28
Şekil 3.8. IVC USG görüntüsü, B mod.....	28
Şekil 3.9. IVC USG görüntüsü, M mod, solunumla çap varyasyonu az.....	28
Şekil 3.10. IVC USG görüntüsü, M mod, solunumla çap varyasyonu fazla.....	29
Şekil 3.11. Plato basıncı ve inspiratuar pause.....	30

1. GİRİŞ VE AMAÇ

İntravasküler kan hacminin değerlendirilmesi yoğun bakım ünitesinde (YBÜ) yatan hastalar için önemlidir [1]. YBÜ’de yatan hastalarda çeşitli sebeplere bağlı sirkülatuar yetmezlikle sıklıkla karşılaşılır. Sıvı resusitasyonu hemodinamik parametreleri iyileştirebilir, hatta uygun hastalarda hayat kurtarıcı olabilir. Ancak her hasta sıvı tedavisine yanıt vermez.

Sıvı yanıtı olan hastalarda hacim ekspansiyonuna bağlı kardiyak outputta artış görülürken, sıvı yanıtı olmayan hastalarda hacim ekspansiyonu hemodinamik olarak bir fayda sağlamaz [2]. Ayrıca fazla sıvı resusitasyonu ciddi komplikasyonlara da sebep olabilir. Sıvı resusitasyonunu takiben hastanın kliniğinde kötüleşme kalp yetmezliği, kor pulmonale gibi altta yatan hastalıklara bağlı olabileceği gibi; pulmoner ödem sonrası Akut Respiratuar Distres Sendromu (ARDS) bulgularında kötüleşme ve mekanik ventilasyon sürelerinin uzaması, hemodilüsyona bağlı anemi ve pıhtılaşma problemleri şeklinde de ortaya çıkabilir. Sıvı tedavisi uygulanmadan önce bütün bu durumlar göz önünde bulundurulmalı, hemodinamik olarak stabil olmayan YBÜ hastalarının yalnızca %50’sinin hacim yanıtı olduğu akılda tutulmalıdır [3].

Sıvı tedavisine yanıtı öngörebilmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Temel fizik muayene ve radyografik görüntülemelerin yanısıra; santral venöz basınç ve pulmoner arter oklüzyon basıncı gibi statik basınç ölçüm yöntemlerinin sıvı yanıtını öngörmeye yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Atım hacmi - nabız basıncı varyasyonunu, aortik akım hızı değişikliklerini veya inferior vena kava çapı varyasyonunu belirleyen yöntemler; sıvı yanıtılığını daha doğru yansıtılmaları nedeniyle ön plana çıkmaktadır [4].

Son yıllarda intravasküler hacim ve sıvı yanıtılığını değerlendirmesinde ultrasonografik ve ekokardiyografik ölçümlerin etkinliğini araştıran birçok çalışma yapılmaktadır. Ekokardiyografik olarak stroke hacim, sol ventrikül end-diastolik alan, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu gibi değerler ön plana çıkarken; ultrasonografik olarak inferior vena kava (IVC) çapı ölçümü sıklıkla kullanılmaktadır [5, 6]. Ancak bu yöntemlerin yanı sıra internal juguler ven (IJV) ultrasonografisinin de hemodinamik değerlendirilmesinde kullanıldığı çalışmalar mevcuttur [5, 7].

Kritik hastaların değerlendirilmesinde akciğer ultrasonografisi, ekokardiyografi, abdominal ultrasonografi ve transkraniyal doppler gibi yöntemler birçok patolojide hızlı tanı sağlayabilmeleri nedeniyle ön plana çıkmaktadır. Ayrıca birçok invaziv girişimin ultrasonografik (USG) görüntüleme eşliğinde uygulanması önerilmektedir [8].

Ultrasonografi hemodinamik durumunun değerlendirilmesinde fayda sağladığı gibi sıvı yanıtının olup olmayacağının öngörülmesinde de fayda sağlayabilir. İ inferior vena kava (IVC) çapının respiratuar varyasyonunun ultrasonografik olarak belirlenmesi klinikte hemodinaminin değerlendirilmesi için sıklıkla kullanılan noninvaziv bir yöntemdir [5]. Levitov ve arkadaşlarının hazırladığı 2016'da yayınlanan Kritik Hastalarda Yatakbaşı Ultrasonografi Kılavuzu'nda bu konuya da yer verilmiştir. Bu kılavuza göre pozitif basınçlı mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda, yüksek miktarda sıvı tedavisi öncesi IVC kollapsibilitesi değerlendirilmeli, IVC çapındaki değişim %15'in üzerindeyse hastanın sıvı yanıtının olacağı düşünülmelidir [9].

Yine bu kılavuzda spontan solunumu olan hastalarda pasif bacak kaldırma yönteminin sıvı cevabı değerlendirilmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir. Pasif bacak kaldırma yaklaşık 300 ml kanın hızlıca alt ekstremiteden toraksa gitmesine ve bu şekilde intravasküler hacim değişikliği olmadan preloadın artmasına olanak sağlar. Bu şekilde sıvı tedavisi yapılmadan hastanın preload yanıtının olup olmayacağı değerlendirilebilir[9]. Preau ve arkadaşları tarafından yapıp 2010'da yayınlanan başka bir çalışmada; spontan solunumu olan sepsis veya akut pankreatit hastalarında pasif bacak kaldırmaya sekonder stroke hacim, radyal arter basıncı ve pik femoral arter akım hızı değişikliklerinin sıvı yanıtını öngörmeye doğru sonuç verdiği ortaya koyulmuştur [10].

Nakamura ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada IJV alanı kardiyak varyasyonunun, dehidratasyon ve hemodinamik değerlerin belirlenmesinde kullanılabileceği ortaya koyulmuştur[5]. IJV ultrasonografisi noninvaziv olarak santral venöz basınç (CVP) ölçümünde kullanılabilir [11]. Akıllı ve arkadaşları tarafından yapıp 2012 yılında Journal of Critical Care'de yayınlanan bir çalışmada IJV çapı respiratuar varyasyonunun hemorajik şok tanısında faydalı olabileceği belirtilmiştir [7].

Bizim bu çalışmada amacımız; YBÜ'de invaziv mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda, farklı iki yöntemle uygulanan pasif bacak kaldırma manevrası öncesi ve sonrasında yapılan ultrasonografik IJV ve IVC çap ölçümlerinin ve çapın respiratuar varyasyon oranlarının arasında korelasyon olup olmadığını araştırmaktır. Bunun yanı sıra farklı USG uygulayıcılarının ölçümleri arasındaki uyumun da araştırılması amaçlanmıştır.

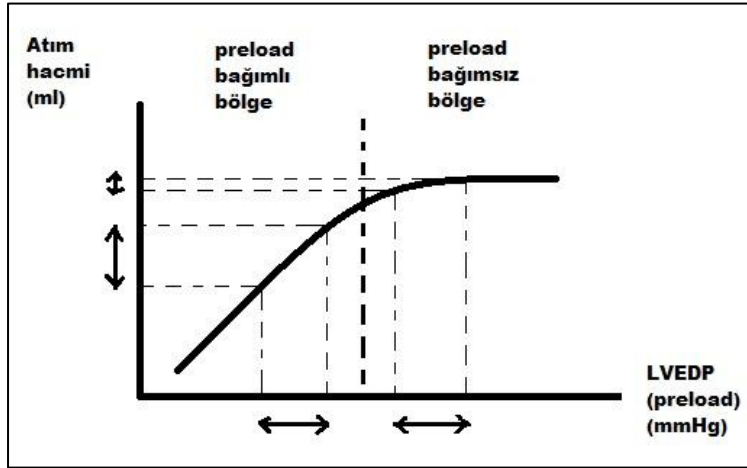
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kritik Hastalarda Sıvı Dengesi

Sıvı dengesi yönetiminde amaç, hemodinamik stabiliteyi sağlamak, perfüzyonu ve oksijenizasyonu ideal düzeyde tutarak hücre metabolizmasını korumaktır. Konvansiyonel sıvı tedavisi yönetimi, popülasyonun ortalama ideal hemodinamik değerlerini baz alarak tedaviyi yönlendirir. Ancak bu yöntemle uygulanan tedavi her birey için ideal olmayabilir [12].

Tıbbın her alanında olduğu gibi sıvı yönetiminde de bireyselleştirilmiş tedavi stratejileri son yıllarda ön plana çıkmaktadır. Sıvı tedavisini bireyselleştirebilmek için dinamik preload ölçüm yöntemleri ve sıvı yanıtılığını değerlendiren testler kullanılabilir. Bunların yanı sıra doku perfüzyonunu ve mikrosirkülasyonu gösteren yöntemler de tedavi planlamada yol gösterici olabilir [13].

Erken hedefe yönelik sıvı tedavisi uygulanan hastalarda ani kardiyovasküler kollapsa bağlı ölüm oranının, konvasinyonel sıvı tedavisi uygulanan hastalara oranla daha düşük olduğu saptanmıştır [14].



Şekil 2.1. Frank Starling eğrisi

Frank Starling eğrisine göre kalbin preloadı arttıkça bir noktaya kadar atım hacmi artar (preload bağımlı bölge) ancak bir noktadan sonra preloaddaki artış atım hacmini önemli miktarda değiştirmez.(preload bağımsız bölge) (Şekil 2.1.) Bu nedenle preload bağımlı bölgede bulunan hastalar sıvı tedavisinden fayda sağlarken,

preload bağımsız bölgede bulunan hastalarda sıvı tedavisi sonrası atım hacminde belirgin bir artış görülmez. Bu hastalara sıvı tedavisi vermek yerine vazopressör gibi alternatif tedavi yöntemleri denenmelidir. Bu eğride hastaların hangi noktada olduğunu belirlemek hastanın sıvı tedavisini planlamak açısından önemlidir. Hastanın sıvı yanıtlılığını değerlendiren testlerin belirlemeye çalıştığı şey de budur [12].

Kritik hastaların yalnızca %50'sinin hemodinamik iyileşme amaçlı verilen sıvı tedavisine yanıt verdiği bilinmektedir [3]. Son dönemde yapılan araştırmalarda, kritik hastalarda yüksek miktarda sıvı tedavisi ve pozitif sıvı dengesinin komplikasyonlarda artış ve daha yüksek mortalite ile ilişkili olduğu gösterilmiştir [15].

2006 yılında yayınlanan bir çalışmada, yoğun bakım yatışının ilk 72 saatinde, her 1 litrelik pozitif sıvı dengesinin mortalitede %10 oranında artış ile ilişkili olduğu gösterilmiştir [16]. Akut akciğer hasarı nedeniyle yoğun bakımda yatan hastalarda, konservatif sıvı yönetiminin akciğer fonksiyonlarını iyileştirdiği ve mekanik ventilasyon süresini kısalttığı gösterilmiştir [17].

Sepsis, şok ve ciddi dehidratasyon gibi durumlarda ise yüksek hacimde, hızlı sıvı resusitasyonu hastaların hemodinamik stabilitesini sağlayabilmek için önemlidir [18]. Sepsiste sağkalım kampanyasının 2016 kılavuzunda, sepsis tedavisi başlangıcında 30ml/kg sıvı verilmesi önerilmektedir [19].

Son dönemlerde konservatif sıvı yönetiminin ön plana çıkmasıyla erken dönemde vazopressör tedavisi kullanılmaya başlanmıştır. Vazopressörlerle kan basıncı değerleri optimize edilse de sepsiste hipovoleminin devam etmesi doku hipoksisine katkıda bulunur. Bu durum kriptik şok olarak adlandırılmaktadır. Yapılan çalışmalarda kriptik şok hastalarında mortalite oranının, klasik şok hastalarının mortalite oranlarıyla benzer olduğu görülmüştür. Bu nedenle hipovolemiye bağlı doku hipoksisi bulguları mevcutsa, kan basıncı değerleri normal olsa dahi hastaya sıvı tedavisi uygulanmalıdır [20]. 3686 hipotansif sepsis hastası üzerinde yapılan çok merkezli bir çalışmada, hastaların üçte ikisinin başlangıç sıvı resusitasyonu ile hemodinamik durumunun iyileştiği gösterilmiştir [21].

Sıvı tedavisi fazla verildiğinde de yetersiz kaldığında da kötü sonuçlara neden olabilmektedir. Bu nedenle kritik hastalarda sıvı tedavisine yönelik "kurtarma,

optimizasyon, stabilizasyon ve deeskalasyon” algoritması geliştirilmiştir. Başlangıçta uygulanması önerilen “kurtarma” tedavisinde hastaya yüksek miktarda sıvı verilir ve bu hayat kurtarıcı olabilir. Hemodinamik monitörizasyon için gerekli şartlar sağlandığında ise “optimizasyon” aşamasına geçilmeli, hastanın sıvı ihtiyacı belirlenerek buna yönelik bir tedavi stratejisi geliştirilmelidir. Hastanın agresif sıvı tedavisine ihtiyacı sonlandığında ise “stabilizasyon” aşaması başlar. Bu aşamada yüksek miktarda sıvı tedavisi sonlandırılmalı, gerekli durumlarda idame amaçlı minimal bir sıvı tedavisiyle devam edilmelidir. Son olarak “deeskalasyon” aşamasında verilen fazla sıvının vücuttan uzaklaştırılması ve oluşmuş olan ödemin tedavi edilmesi hedeflenmelidir. Bu amaçla diüretikler kullanılabilir [18].

Sonuç olarak, sıvı tedavisine başlamadan önce hastanın bu tedaviye yanıt verip vermeyeceğini öngörebilmek son yıllarda önem kazanmıştır. Bireysel sıvı yönetimi stratejileri geliştirebilmek adına hızlı ve kolay uygulanabilecek, etkin intravasküler hacim değerlendirme yöntemlerini belirlemek için bir çok çalışma yapılmaktadır.

2.2. Kritik Hastada USG Kullanımı

Ultrasonografi son dönemlerde kritik hastaların değerlendirilmesinde fizik muayenin bir parçası haline gelmiştir. Bu kadar yaygın kullanılmasının sebebi sahip olduğu avantajlardır. Öncelikle USG yatakbaşında uygulanabilir, hastanın başka bir yere transfer edilmesi gerekmez. Hızlıca yapılabilir ve anında değerlendirme sağlar. Pahalı değildir, iyonize radyasyon yaymaz. Verilen bir tedaviye yanıtı değerlendirmede fayda sağlayabilir [22].

Solid organların değerlendirmesinde uzun yıllardır kullanılmasının yanısıra, artefaktların uygun şekilde yorumlanmasıyla torakal USG birçok akciğer patolojisinin tanısında kullanılmaya başlanmıştır [23].

Probleme dayalı bir yaklaşımla, yatakbaşında, hızlı ultrasonografik değerlendirmeyi ifade etmek için “POCUS” (Point of Care Ultrasonography) terimi kullanılmaktadır. POCUS uygulaması hızlı ve objektif olmalıdır. Uygulanan yöntemin sensitivite ve spesifitesinin bilinmesi tanı koyulması ve tedavi planlanması aşamasında daha akılcı davranılmasını sağlayabilir [8].

Farklı patolojilerde farklı ultasonografik yöntemler kullanılabilir. Kritik hastaların değerlendirilmesinde hastanın kliniğine göre seçilip uygulanabilecek birçok farklı POCUS protokolü geliştirilmiştir.

Tavares ve arkadaşları tarafından akut solunum yetmezliği, şok ve kardiyak arrest durumlarında kullanılması için geliştirilen GUCCI (Global Ultrasound Check for the Critically Ill) protokolü de bunlardan biridir. Bu protokolde akut solunum yetmezliği durumunda akciğer USG ile pnömotoraks, atelektazi, plevral efüzyon ve pnömoni açısından hastanın değerlendirilmesi önerilmekte; pulmoner ödem saptanması durumunda kardiyak kökenli olup olmadığının anlaşılması için ekokardiyografi yapılması gerektiği belirtilmektedir. Akciğer USG normal paterndeysse pulmoner tromboemboli ve obstrüksif akciğer hastalığı ayırıcı tanısında yardımcı olması için derin venöz tromboemboli açısından femoral ve popliteal ven USG yapılması önerilmektedir [8].

Şok durumunda ise yine bu protokole göre kardiyak değerlendirme ile başlanır. Kardiyak tamponad, plevral efüzyon, masif pulmoner tromboemboli ve kalp yetmezliği gibi durumlarda kardiyak USG tanı koymada yardımcı olabilir. IVC çapı ve respiratuar varyasyon oranı şok durumunda sıvı tedavisini yönetmekte kullanılabilir. Yine bu hastalarda intraabdominal hemoraji değerlendirmesi için abdominal, kardiyojenik şok ayırıcı tanısı için akciğer USG yapılması önerilmektedir [8].

Son olarak kardiyopulmoner resusitasyon durumunda da USG'den faydalanılabilir. Kardiyak arrestin tedavi edilebilir sebepleri arasında olan kardiyak tamponad, masif pulmoner emboli, ciddi ventriküler disfonksiyon ve hipovolemi tanısı USG ile koyulabilir. Kılavuzda görüntüleme için subkostal yaklaşım önerilmekte, kardiyak görüntüleme tamamlandıktan sonra torasik, abdominal ve vasküler görüntülemenin de yapılması gerektiğini belirtmektedir [8].

Hipotansif hastaların değerlendirilmesinde uygulanması önerilen bir başka protokol ise "FAST and RELIABLE" şeklinde kısaltılmıştır. "FAST" (Focused Assessment with Sonography in Trauma) ile akciğerlerin bazali, abdomen ve pelvis görüntülenir. "R" (right ventricular strain) sağ atrial değerlendirmeyi ifade eder, pulmoner trombemboli tanısında yardımcıdır. "E" (effusion, pericardial) perikardiyal efüzyon, "L" (left ventricular function) sol ventrikül fonksiyonu, "I" inferior vena

cava, “A” aort, “B” (blood clot, venous) derin venöz tromboz, “L” (lungs) pnömotoraks, “E” ektopik gebelik değerlendirmesini ifade etmektedir [22].

Kritik hastalarda kullanılması önerilen diğer POCUS protokolleri arasında akut solunum yetmezliğinde kullanılan “BLUE” (Bedside Lung Ultrasound in Emergency), kardiyak arrestte kullanılan “FEER” (Focused Echocardiographic Evaluation in Resuscitation) ve “PEA” (Pulseless Electrical Activity), şokta kullanılan “UHP” (Undifferentiated Hypotensive Patient), “Trinity”, “RUSH” (Rapid Ultrasound in Shock Examination) ve “FATE” (Focus Assessed Transthoracic Echocardiography) protokolleri sayılabilir [24].

Sonuç olarak yatakbaşı USG hastaların değerlendirilmesinde hızlı ve dinamik bir yöntemdir. Kritik hastalarda USG kullanımına yönelik literatür ve protokoller günden güne gelişmektedir.. Rutin yoğun bakım pratiğinde USG kullanımı, doktorların bu konudaki eğitim ve pratiği arttıkça daha da ön plana çıkmaktadır [25].

2.3. İntravasküler Hacim Değerlendirme Yöntemleri

Kritik hastalarda intavasküler hacim durumu değerlendirmesi sıvı yönetimi açısından önemlidir. Fizik muayene, laboratuvar testleri, radyografik tetkikler, santral venöz basınç ve kardiyak atım hacmi ölçümü gibi yöntemler intravasküler hacim durumu değerlendirmesi konusunda yardımcı olur. Ancak bir hastaya sıvı tedavisi uygulamadaki temel amaç kardiyak atım hacmini arttırmak ve bu şekilde organ perfüzyonunu iyileştirmektir. Bu noktada sıvı tedavisinin atım hacmini arttırıp arttırmayacağını öngörebilmek tedavi planlamak açısından önemlidir [15].

Sıvı yanıtlılığı kavramı bu nedenle son yıllarda ön plana çıkmaktadır. 500ml kristalloid infüzyonu sonrası atım hacminde %10-15 artış olması, sıvı yanıtlılığı şeklinde tanımlanabilir. Bu durumun sebebini anlamak için Frank Starling grafiğini anlamak gerekmektedir (Şekil 2.1.). “Kritik Hastalarda Sıvı Dengesi” başlığında değinilen Frank Starling grafiğinde, preload bağımlı alanda olan hastalar, sıvı tedavisi gibi preloadu artıran durumlara, kardiyak atım hacminde artışla yanıt vereceklerdir. Preload bağımlı olmayan hastalarda ise böyle bir etki beklenmez [12].

Bu nedenle hemodinamik durum değerlendirmesinde kullanılan bir yöntem sıvı yanıtlılığını öngörebiliyorsa, klinisyenin sıvı tedavisi planlamasını oldukça kolaylaştıracaktır. Bu bağlamda hikaye, fizik muayene ve radyografik bulguların sıvı

yanıtını öngörmeye çok etkili olduğu söylenemez. İnvasküler hacmi ve sıvı yanıtılığını değerlendirmede kullanılabilir diğer yöntemler ise temel statik ve dinamik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [15].

Statik basınç ölçüm yöntemleri genel olarak preloadun belirlenmesini hedefleyen yöntemlerdir. Ölçüm sırasındaki preload durumuna yönelik anlık bilgi verirler. Ancak Frank Starling eğrisinde preload bağımlı alandan, bağımsız alana geçen sınır preload değeri hastalar arasında değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle sıvı yanıtını öngörmeye statik basınç ölçüm yöntemlerinin etkinliği tartışmalıdır [26].

Dinamik basınç ölçüm yöntemleri ise spontan solunum veya pozitif basınçlı mekanik ventilasyona bağlı olarak değişen intratorasik basıncın, sürekli olarak kardiyak preloadı azaltıp artırmasına, kardiyak atım hacminin verdiği yanıtı inceler. Bu şekilde hastanın Frank Starling eğrisi üzerindeki yeri belirlenmeye çalışılır. Hastanın preload değişimine verdiği yanıtı belirlediği için sıvı tedavisini yönlendirmekte son yıllarda dinamik yöntemler ön plana çıkmaktadır [26].

Bu bölümde intravasküler hacim ve sıvı yanıtılığı belirlenmesinde kullanılan geleneksel ve güncel yöntemler incelenecektir.

2.3.1. Hikaye ve Fizik Muayene

Juguler venöz dolgunluk, cilt turgoru ve alt ekstremitte ödem muayenesi, akciğer oskültasyon ve perküsyonu bir hastanın sıvı durumunu değerlendirmek için kullanılan fizik muayene yöntemlerindedir [27].

Hipovolemik bir hastanın hikaye ve fizik muayene bulguları arasında, ayağa kalkma durumunda baş dönmesi veya nabızda 30 atım/dakika artış olması, hipotansiyon, taşikardi, periferik siyanoz ve soğuk ekstremiteler sayılabilir [4, 15].

Juguler venöz dolgunluk olması intravasküler alandaki hacim artışı hakkında fikir verirken, alt ekstremitelerdeki ödem interstisyel sıvı artışını göstermektedir [27]. Kalp yetmezliği olan hipervolemik bir hastada ise paroksizmal nokturnal dispne, ortopne ve ödem beklenen hikaye ve fizik muayene bulguları arasındadır [15].

Hanson ve arkadaşları tarafından yürütülen ve 2013 yılında yayınlanan bir çalışmada, ciddi sıtması olan hastalarda sıvı durumunu belirlemek için yapılan fizik muayene bulgularının, gerçek hacim durumunu yansıtmada yetersiz olduğu sonucuna

ulaşılması, sıvı tedavisini yönlendirmede fizik muayene bulgularının dikkatli kullanılması gerektiği belirtilmiştir [28].

Kritik hastalarda intravasküler hacmin klinik olarak belirlenmesi zordur. Bu amaçla kullanılan fizik muayene bulgularının, sensitive ve spesifitesinin düşük olduğu görülmüştür. Hipovolemik şokun erken evresinde bu bulgularda belirgin değişiklik olmaz ve sıvı resusitasyonunun yeterli olup olmadığını göstermede başarılı değildir [4].

2.3.2. Radyografik Bulgular

Kritik hastalarda akciğer grafisi hemodinamik durum hakkında fikir verebilir. Bunun için kullanılacak parametreler arasında kardiyotorasik oran, vasküler redistribüsyon, interstisyel ve alveolar ödem sayılabilir [29].

Örneğin; kardiyotorasik oran artışı ve/veya pulmoner ödem görünümü, hastanın hipervolemik olduğunu düşündürür. Ancak hipervolemik hastaların tamamında bu radyografik bulgular olmayabilir. Yapılan çalışmalarda, sıvı yüklenmesini gösteren radyografik bulguların yüksek variabilite gösterdiği, sensitivitesinin düşük olduğu bulunmuş; ekstrasvasküler akciğer sıvı miktarını göstermede yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır [15].

2.3.3. Statik Basınç Ölçüm Yöntemleri

Statik basınç ölçüm yöntemleri arasında santral venöz basınç (CVP), pulmoner arter oklüzyon basıncı (PAOP), sağ ventrikül diyastol sonu hacim (RVEDV), sol ventrikül diyastol sonu alan (LVEDA), inferior vena kava (IVC) çapı ve global diastol sonu hacim indeksi (GEDVI) sayılabilir. Ciddi hipovolemik hastalar hariç, yoğun bakım hastalarında bu yöntemlerin sıvı yanıtını öngörmeye yetersiz olduğu bilinmektedir [3].

2.3.3.1. Santral Venöz Basınç (CVP)

CVP ölçümü yoğun bakımlarda sıvı durumu değerlendirmesi için sıkça kullanılan yöntemlerden biridir [30]. Sağ atriuma yakın bölgede torasik vena cava içerisindeki basıncın ölçülmesiyle saptanır. Bu nedenle sağ ventrikül preloadunu göstermekte iyi olduğu düşünülmektedir [4]. Ancak venöz dönüş, sağ ve sol

ventrikül kompliansına, intratorasik basınca, periferik venöz rezistansa, ve postüre bağlı değişebilir. Pulmoner vasküler veya sağ ventriküler patolojilerde, kapak hastalıklarında, izole sol ventrikül yetmezliğinde ve fazla miktarda asiti olan hastalarda CVP ölçümü güvenilir olmayabilir.

Hipovolemiye sempatik yanıtı korunmuş hastalarda, sıvı bolusuna cevaben kompensatuar venokonstriksiyon ortadan kalkabilir ve CVP beklenenin aksine düşebilir. Sonuç olarak beklenenin aksine CVP; hacim yanıtı olmayan hastalarda düşük, hacim yanıtı olan hastalarda ise yüksek saptanabilir [15].

2009 yılında Marik ve arkadaşları tarafından yazılan bir derlemede CVP'nin sıvı yanıtını öngörmeye yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmış, gerek yoğun bakım gerekse ameliyathanede bu amaçla kullanımının rutinden çıkarılması gerektiği belirtilmiştir [4].

2.3.3.2. Pulmoner Arter Oklüzyon Basıncı (PAOP)

PAOP bir diğer statik basınç ölçüm yöntemidir. Ölçümü için pulmoner arter kateterizasyonu gereklidir. Sol ventrikül diastol sonu hacmini yani preloadu CVP'den ve fizik muayeneden daha iyi yansıtır [31]. Bu nedenle intravasküler hacim hakkında güvenilir bilgi vereceği düşünülebilir. Ancak yapılan son çalışmalarda preload ve sıvı yanıtını öngörmeye yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır [4, 32].

Sol ventrikül basınç- hacim ilişkisi sol ventrikül kompliansından etkilenmektedir. Sol ventrikül kompliansı ise preload, afterload, sol ventrikül kalınlığı ve kas fiberlerinin esnekliğinden etkilenmektedir. Buna bağlı olarak miyokard iskemisi, sepsis, diyabet, obezite, diyaliz ve kardiyopleji uygulanması gibi durumlarda PAOP sol ventrikül diastol sonu hacmini doğru yansıtmayabilir [4].

2.3.3.3. Sağ Ventrikül Diastol Sonu Hacim (RVEDV)

Ekokardiyografik ve sintigrafik olarak ölçülebildiği gibi, özel pulmoner arter kateterleri kullanılarak da RVEDV hesaplanabilmektedir [32, 33]. RVEDV'nin preloadu belirlemede PAOP'a üstün olduğu iddia edilmiştir. Sıvı tedavisine yanıt olup olmayacağını öngörmeye yetersiz olduğu sonucuna ulaşan çalışmalar literatürde mevcuttur [4].

2.3.3.4. Sol Ventrikül Diastol Sonu Alan (LVEDA)

LVEDA ekokardiyografi veya sintigrafi kullanılarak ölçülebilir. Sıvı yanıtını öngörmedeki başarısı konusunda farklı sonuçlara ulaşan yayınlar mevcuttur [4]. 2002’de yayınlanan, Reuter ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada LVEDA’nın diğer preload parametrelerine oranla sıvı yanıtını öngörmeye daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır [34]. Ancak diğer çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilememiştir.

En önemli kısıtlılıklarından biri; hastanın normal LVEDA değerlerinin bilinmediği durumlarda, yapılan ölçümleri yorumlamanın zor olmasıdır. Çünkü normal değerler kişiden kişiye farklılık gösterebilir [15].

2.3.3.5. İnterior Vena Kava (IVC) Çapı

IVC; çapı solunum, intravasküler kan hacmi ve sağ ventrikül fonksiyonuna bağlı olarak değişebilen; yüksek kollapsibiliteye sahip major bir vendir [35]. Dolayısıyla IVC çap ölçümü, CVP ve intravasküler kan hacmi değerlendirilmesi için kullanılabilir [36].

IVC ultrasonografik olarak yatakbaşında hızlı ve pratik bir şekilde görüntülenebilir ve çapı ölçülebilir. Çapının küçük olması intravasküler sıvı hacminin yetersiz olduğunu düşündürürken çapın büyük olması artmış sağ atrium basıncının bir yansıması olabilir [4].

Yapılan çalışmalarda IVC maksimum çapının 2cm üzerinde olmasının, sağ atrium basıncının 10 mmHg üzerinde olmasıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir. [37-39] Amerikan Ekokardiyografi Topluluğu tarafından 2015 yılında yayınlanan kılavuzda; IVC çapının 2.1cm’nin üzerinde olmasının ve spontan inspiyumla %50’den fazla kollaps olmamasının, yüksek sağ atrium basıncına işaret ettiği belirtilmiştir [40].

IVC görüntülemesinde farklı anatomik yaklaşımlar kullanılabilir. Genel olarak subksifoid transabdominal uzun aks görüntülemeye, sağ atrium girişinin 2 cm kaudalinden ölçüm yapılması önerilir [40].

Bunun yanısıra transabdominal kısa aksta hepatik ven girişinin hemen altından, sağ lateral transabdominal koronal uzun aksta ise yine sağ atrium girişinin 2 cm kaudalinden ölçümler gerçekleştirilebilir. Görüntüleme için genellikle konveks

3.5-Mhz ultrason probu tercih edilir. Parlaklık modu (B-mod) veya hareket modunda (M-mod) ölçümler yapılabilir [41].

IVC çapı, santral venöz basıncı yansıtmaktadır. Dolayısıyla hemodinamik durum değerlendirmesinde CVP ölçümü ile benzer kısıtlılıklara sahiptir [4]. Solunumla ve hasta pozisyonuyla IVC çap ölçümü değişebilir. Ciddi triküspit yetmezlikte IVC çap ölçümleri güvenilir sonuçlar vermeyebilir [36].

IVC çapı ölçümünün bir başka kısıtlılığı; sağ atriyal basıncın değerlendirilebilmesi için sıklıkla kullanılmasına rağmen, vücut yüzey alanı ile ilişkisinin tam olarak açıklanamamış olmasıdır. Taniguchi ve arkadaşları tarafından 90 hastada yapılan bir çalışmada, yüksek sağ atrium basıncını öngören IVC çapı cut-off değerinin, vücut yüzey alanıyla değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak kollapsibilite indeksi için benzer bir ilişki saptanmamıştır [37].

Genç sağlıklı hastalarda IVC çap ölçümünün yanlış sonuç verebileceği durumlar mevcuttur. Genç sporcularda normal sağ atrium basıncında dahi inferior vena cava çapı yüksek olabilir [40]. Styczynski ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka çalışmada; vazovagal senkop geçiren ve ek kardiyak patolojisi olmayan genç hastalarda, IVC çapının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu saptanmıştır [42].

Bu durumlara ek olarak; venodilatör kullanımında IVC genellikle dilatadır ve kollaps olmaz. Bu nedenle bu hastalarda sağ atrial basıncı öngörmede IVC çap ölçümü kullanılması önerilmemektedir [40].

Sonuç olarak IVC çap ölçümü bahsedilen kısıtlılıkları nedeniyle her hastada ve durumda anlamlı olmayabilir.

2.3.3.6. Global Diastol Sonu Hacim (GEDV)

GEDV (kalbin 4 boşluğundaki total kan hacmi) kalbin dört boşluğunun da diastolde dolu olduğu varsayılarak hesaplanan farazi bir hacimdir. Transpulmoner termodilüsyon yöntemiyle hesaplanabilir. Bu yöntem için bir santral venöz kateter ve özel uçlu bir arter kanülü (genellikle femoral artere yerleştirilir) kullanılır. Santral venden soğuk salin verilmesi sonrası arterdeki özel uçlu kateter yardımıyla sıcaklık değişimi belirlenir. Sıcaklık değişimi miktarı kardiyak outputla ters orantılıdır.

Transpulmoner termodilüsyon eğrisinin matematiksel analiziyle GEDV değeri belirlenir [31]. GEDV intratorasik kan hacmini hesaplamada iyi olsa da sıvı yanıtını değerlendirmede güvenilirliği tartışmalıdır [4].

2.3.4. Dinamik Basınç Ölçüm Yöntemleri

Dinamik basınç ölçüm yöntemleri hastanın Frank-Starling eğrisi üzerindeki yerini belirlemek için kullanılır. Eğrinin çıkan kolundaki hastalarda preload artışıyla atım hacmi artarken (preload bağımlı durum), plato kolundaki hastalarda preload değişimiyle atım hacmi değişmez (preload bağımlı olmayan durum). Klinik olarak sıvı yanıtı, sıvı yüklemesini takiben atım hacminde veya kardiyak outputta %10-15'den fazla artış olması şeklinde tanımlanabilir [12].

Sıvı yanıtı, sıvı yüklemesini takiben atım hacminde veya kardiyak outputta %10-15'den fazla artış olması şeklinde tanımlanabilir [12]. Sıvı yanıtı, sıvı yüklemesini takiben atım hacminde veya kardiyak outputta %10-15'den fazla artış olması şeklinde tanımlanabilir [12]. Sıvı yanıtı, sıvı yüklemesini takiben atım hacminde veya kardiyak outputta %10-15'den fazla artış olması şeklinde tanımlanabilir [12]. Sıvı yanıtı, sıvı yüklemesini takiben atım hacminde veya kardiyak outputta %10-15'den fazla artış olması şeklinde tanımlanabilir [12].

Ventilasyonun preload üzerinde etkisi spontan solunum ve mekanik ventilasyon durumlarında farklıdır. Spontan solunumda inspiryumda sağ ventriküler preload artarken, pozitif basınçlı mekanik ventilasyonda intratorasik basınç artışına bağlı olarak inspiryumda sağ ventriküler preload azalır. Dinamik basınç ölçüm yöntemi seçiminde hastanın ventilasyon şekli bu nedenle önemlidir [3].

2.3.4.1. Atım Hacmi ve Nabız Basıncı Varyasyonu (Nabız Dalga Analizi)

Nabız dalga analizi (pulse contour analysis – PCA) yöntemi kullanılarak, pozitif basınçlı ventilasyon uygulanan hastalarda atım hacmi ve nabız basıncı varyasyonu hesaplanabilir. Varyasyon arttıkça, hastanın sıvı tedavisine daha iyi yanıt vereceği düşünülür.

Nabız basıncı, atım hacmi ile doğru ve vasküler komplians ile ters orantılıdır. Vasküler komplians; yaş, cinsiyet, etnik köken ve vücut kitle indeksi kullanılarak hesaplanabilir. Bu şekilde, nabız dalgasının analizi ile atım hacmi saptanabilir [30].

Nabız basıncı varyasyonu, pozitif basınçlı ventilasyon uygulanan hastalarda, respiratuar siklus boyunca nabız basıncında ortaya çıkan değişimlerdir.

Maksimum nabız basıncından minimum basıncının çıkarılıp, ortalama nabız basıncına bölünmesiyle hesaplanır. İntavasküler hacim arttıkça bu değişim azalır. %12-13 üzerindeki varyasyon oranı hastanın sıvı tedavisine yanıt vereceğini düşündürür.

Atım hacmi ve nabız basıncı varyasyonu gibi dinamik ölçümler aritmi varlığında daha az güvenilirdir [31].

2.3.4.2. Aortik Akım Hızı ve Atım Hacmi Değişiklikleri (Transözefageal Doppler)

Transözefageal Doppler probu kullanılarak inen aortadaki kan akım hızı saptanabilir. Pozitif basınçlı mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda, inen aortadaki maksimum akım hızının respiratuar varyasyonu hastanın sıvı yanıtını öngörmede kullanılabilir [3].

Feissel ve arkadaşlarının yoğun bakımda yatan ve mekanik ventilasyon uygulanan septik şok hastaları üzerinde yaptıkları çalışmada, transözefageal ekokardiyografi ile ölçülen aortik pik akım hızı değişikliği (maksimum pik akım hızı – minimum pik akım hızı / ortalama pik akım hızı) %12 üzerinde olan hastalarda, sıvı tedavisine hemodinamik yanıt olduğu sonucuna ulaşmıştır [43].

Transözefageal doppler ile ölçülen, inen aorta kan akım hızı ve çapı değerleri kullanılarak inen aortadaki atım hacmi hesaplanabilir. İnen aorta atım hacmi, kalp hızı ile çarpıldığında inen aortadaki kardiyak output değerine ulaşılır ki bu total kardiyak output değerinin yaklaşık %70'idir [31].

Transözefageal doppler kullanımının bazı kısıtlılıkları mevcuttur. Cihaz inen aortadaki akımın laminer olduğunu varsayarak hesaplama yapar. Ancak aortik hastalıklarda bu durum farklı olabilir. Aortik kesit alanının tam bir daire olduğu düşünülerek çap hesaplanır ancak aortik alan tam bir daire değildir. Yine bazı patolojiler kardiyak output hesaplamalarında yanlış sonuçların elde edilmesine sebep olabilir. Bunların yanı sıra uygulanma sırasında hastayı rahatsız eder, sedasyon ve analjezi desteği gerekebilir. Uygulayıcılar arasında farklı sonuçlar elde edilebilir. Hasta hareketiyle görüntü bozulabilir ve sürekli düzeltme ihtiyacı oluşabilir [44].

2.3.4.3. Aortik Akım Hızı ve Atım Hacmi Değişiklikleri (Transtorasik Ekokardiyografi)

Doppler ekokardiyografi ile aortik akım hızındaki değişiklikler saptanabilmektedir. Aortik kapak çapının respiratuar siklus boyunca sabit olduğu kabul edildiğinde, aort akım hızındaki değişikliklerin, sol ventrikül atım hacmindeki değişiklikleri yansıttığı düşünülebilir [4].

2.3.4.4. IVC Çapı Respiratuar Varyasyonu

IVC çap ölçümü, yukarıda da bahsedildiği gibi statik basınç ölçüm yöntemlerinden biriyken; respiratuar sıklusa bağlı IVC çap değişiklikleri dinamik bir yöntem olarak sıvı yanıtını öngörmede kullanılabilir [4].

Spontan soluyan hastalarda, inspiyumla intratorasik basınç azalır ve kalbe venöz dönüş artar. Buna bağlı olarak IVC çapı azalır. Solunumun IVC üzerindeki bu kollapsibilite etkisiyle ortaya çıkan çap değişiminden, hastanın sıvı yanıtını öngörmede fayda sağlayabilecek “kollapsibilite indeksi” hesaplanır.

Mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda ise solunumun intratorasik basınç üzerine etkisi tam olarak tersine dönmüştür. İnspiyumla uygulanan pozitif basınç kalbe venöz dönüşün azalmasına ve IVC çapının artmasına neden olur. Solunumun IVC üzerindeki bu distansiyon etkisiyle ortaya çıkan çap değişimi ile “distansibilite indeksi” hesaplanabilir [45].

Kollapsibilite indeksi, IVC’nın maksimum çapından minimum çapı çıkarılıp, maksimum çapına bölünmesiyle hesaplanır. Distansibilite indeksi ise maksimum çapından minimum çapının çıkarılıp, minimum çapına bölünmesiyle hesaplanabilir [46].

IVC respiratuar varyasyonu göstermede kullanılacak bir diğer oran ise delta indeksidir. Delta indeksi maksimum ve minimum çaplar arasındaki farkın, iki değerlerin ortalamasına bölünmesi ile bulunur [47].

Kollapsibilite indeksi = (Maximum çap – Minimum çap) / Maksimum çap

Distansibilite indeksi = (Maximum çap – Minimum çap) / Minimum çap

Delta indeksi = (Maximum çap – Minimum çap) / [(Maximum çap+Minimum çap)/2]

Her ne kadar inspiyum spontan solunumda IVC'nın kollapsına, pozitif basınçlı mekanik ventilasyonda ise distansiyonuna neden olsa da; pozitif basınçlı mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda, her iki indeksi de kullanan çalışmalar mevcuttur [46].

Barbier ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, mekanik ventilasyon uygulanan septik şoktaki hastalarda IVC distansibilite sıvı yanıtılığını öngörmeye etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada distansibilite indeksi %18 üzerinde olan hastaların sıvı tedavisine yanıt verdiği görülmüştür [48].

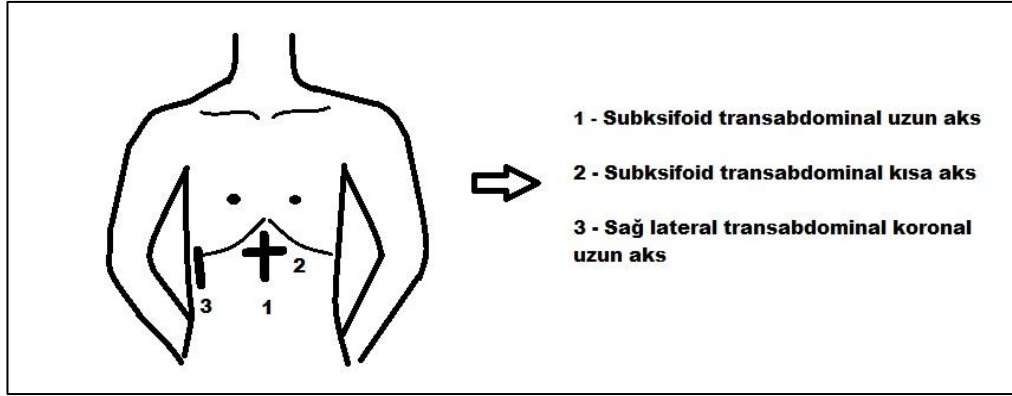
2016 yılında Levitov ve arkadaşları tarafından yayınlanan kılavuzda, yoğun bakımda yatan ve pozitif basınçlı ventilasyon uygulanan hastalarda, sıvı yanıtını öngörmek için IVC kollapsibilitesinin kullanılması önerilmiş, %15 üzerindeki değerlerin sıvı yanıtılılığı ile pozitif ilişkili olduğu belirtilmiştir [9].

Spontan soluyan kritik hastalarda Corl ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise sıvı yanıtılığını belirlemede kollapsibilite indeksi kullanılmış ve sıvı yanıtılığını gösteren en iyi cut-off değeri %25 olarak belirlenmiştir [49].

Mekanik ventilasyon uygulanan, 39 septik şok hastası ile yapılan bir çalışmada; delta indeksi %12 üzerinde olan hastaların sıvı tedavisine yanıt verdiği sonucuna ulaşılmıştır [47].

IVC çapı başlığında da değinildiği üzere, IVC görüntülemesinde farklı anatomik yaklaşımlar kullanılabilir (Şekil 2.2.). Subksifoid transabdominal uzun aks en sık kullanılan yöntemdir. Finnerity ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, subksifoid uzun aksta yapılan IVC görüntülemelerinde kullanıcılar arası tutarlılığın, subksifoid kısa aks veya sağ lateral koronal uzun aks ölçümlerine oranla daha yüksek olduğu gösterilmiştir [41].

Ancak IVC kesitsel olarak her zaman tam bir daire değildir, yer yer eliptik bir yapıda olabilir. Bu durumda uzun aks görüntülemeye ufak bir açı değişikliği, ölçüm sonuçlarında önemli ölçüde fark yaratabilir.[50]



Şekil 2.2. IVC görüntülemesinde farklı anatomik yaklaşımlar

Çalışmalarda görüntüleme için genellikle konveks prob tercih edilmiştir. B modunda “cine loop” özelliği veya M mod kullanılması, maksimum ve minimum çapın belirlenmesini kolaylaştırabilir. Diyafram hareketiyle IVC'nın yer değiştirebileceği ve bunun sonucunda ölçümlerde hata oluşabileceği akılda tutulmalıdır [51].

İnferior vena cava respiratuar varyasyonunun sıvı yanıtılığını değerlendirmede kullanılmadığı durumlar mevcuttur. Batın cerrahisi geçiren hastalarda görüntüleme uygun olarak yapılamayabilir. Bunun yanı sıra artmış intraabdominal basıncı olan hastalarda ölçümler doğru sonuç vermeyecektir [15]. Obez hastalarda artmış yağ dokusu nedeniyle görüntüleme yapılamayabilir [4].

IVC respiratuar varyasyonunun değerlendirilmesinde kısıtlılık olarak görülebilecek bir diğer durum ise kullanıcılar arası tutarlılıktır. Fields ve arkadaşları tarafından acil servise başvuran 46 hastada yapılan bir araştırmada, 5 farklı acil servis doktoru tarafından toplam 92 ultrasonografik IVC değerlendirmesi yapılmış ve kullanıcıların ölçümleri arasında yüksek oranda korelasyon saptanmıştır. Bu ölçümlere dayanarak hesaplanan kollapsibilite indeksleri arasında ise orta-iyi düzeyde korelasyon saptanmıştır [52].

Saul ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise IVC değerlendirmesi için kullanılacak 3 farklı anatomik yaklaşımdan hangisinin kullanıcılar arası korelasyonunun daha yüksek olduğu araştırılmıştır. 3 farklı doktor 3 farklı anatomik yaklaşımla (subksifoid transabdominal uzun aks, subksifoid transabdominal kısa aks, sağ lateral transabdominal koronal uzun aks) (Şekil 2.2) IVC çap ölçümleri

gerçekleştirmiş, sağ lateral transabdominal koronal uzun aksta kullanıcılar arası korelasyonun daha yüksek olduğu saptanmıştır [51].

Belirli kısıtlılıkları mevcut olsa da IVC respiratuar varyasyonunun belirlenmesi, yatakbaşında hızlıca uygulanabilen, noninvaziv ve değerli bir hemodinamik monitörizasyon yöntemidir [35].

2.3.4.5. Pasif Bacak Kaldırma

Dinamik tekniklerin en önemli kısıtlılığı pozitif basınçlı mekanik ventilasyon gerekliliğidir. Spontan soluyan hastalarda sıvı yanıtılığını değerlendirmek için pasif bacak kaldırma yöntemi geliştirilmiştir [15]. Benzer şekilde, dinamik tekniklerin yetersiz kaldığı aritmi ve düşük tidal hacim ile ventilasyon gibi durumlarda da pasif bacak kaldırma tekniği kullanılabilir [53].

Bu manevra 300-500 ml kanın hızlıca alt ekstremitelerden intratorasik alana gitmesini sağlar ve bu şekilde bolus sıvı tedavisinin etkileri taklit edilmiş olur [3]. Hem spontan soluyan, hem de mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda uygulanabilmesi önemli bir avantajdır [54]. Etkileri hızlıca geri döner, bu şekilde sıvı yüklenmesi nedeniyle oluşabilecek hasarlar engellenmiş olur [53].

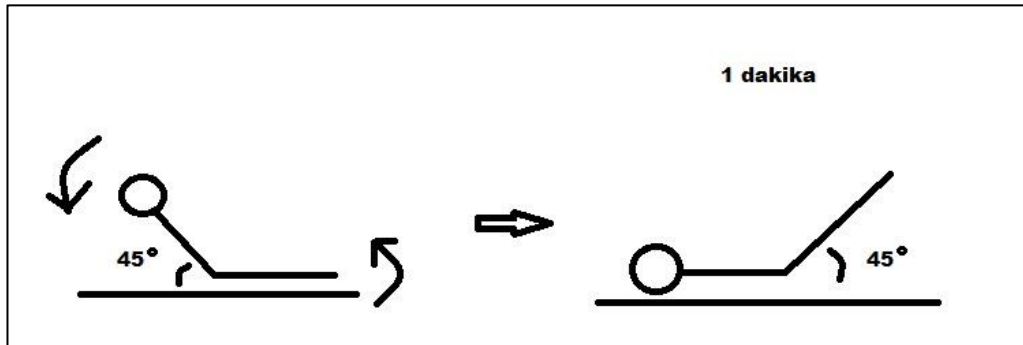
Bu avantajlarının yanı sıra pasif bacak kaldırma yönteminin bazı dezavantajları da mevcuttur. Uygulama sırasında hasta ajite olabilir ve sempatik yanıt ortaya çıkabilir. Bronşiyal sekresyonlar öksürmeye neden olabilir. Bu nedenle manevraya başlanmadan önce sekresyonların temizlenmesi önerilmektedir. Literatürde intraabdominal basınç artışı durumunda pasif bacak kaldırma yönteminin doğru sonuç vermeyeceğini savunan çalışmalar mevcuttur [53].

Pozisyonun uygulanamayacağı pelvik travmalar ve alt ekstremitte travmaları, alt ekstremitte amputasyonu gibi durumlarda pasif bacak kaldırma yöntemi tercih edilmez [55]. Derin ven trombozu olan ve bacaklarında kompresif sargı olan hastalarda kontraendikedir [56].

Pasif bacak kaldırma tekniği literatürde farklı çalışmalarda farklı şekillerde uygulanmıştır. 2002'de Boulain ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada pasif bacak kaldırma supin pozisyonundan sonra 4 dakika süreyle uygulanmıştır [57]. Lafanechere ve arkadaşları tarafından yürütülen ve 2006'da yayınlanan başka bir çalışmada ise hasta öncelikle supin pozisyonunda değerlendirilmiş, daha sonra bacaklar

direk olarak 45 derece kaldırılarak, 4 dakika içerisinde 1'er dakika arayla 4 ölçüm yapılmıştır [58]. Maizel ve arkadaşları tarafından yapılan ve 2007 yılında yayınlanan bir başka çalışmada ise pasif bacak kaldırma manevrası yine supin pozisyondan sonra bu sefer 2 dakika süreyle uygulanmıştır [59]. 2009'da Thiel ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise hasta yarı-oturur pozisyonda (sırt 45 derece kalkacak şekilde) değerlendirildikten sonra pasif bacak kaldırma pozisyonuna geçilmiş (sırt yere paralel, bacaklar 45 derece yukarıda) ve ölçümler manevra 2 dakika süreyle uygulandıktan sonra yapılmıştır [2].

2015'de Critical Care'de yayınlanan bir makalede (Xavier Monnet ve Jean-Louis Teboul), pasif bacak kaldırma ile ilgili beş özelliğe dikkat çekilmiştir. İlk olarak, manevraya supin pozisyondan değil yarı-oturur pozisyondan başlamak gerektiği belirtilmiştir. Pasif bacak kaldırmanın hemodinamik etkileri 1 dakika sonrasında ortadan kalkacağı için ölçümlerin 1 dakika içerisinde tamamlanması önerilmiş; manevra sırasında oluşabilecek sempatik aktivasyonun (öksürük, ağrı veya uyanıklık ilişkili) ölçümleri etkileyebileceği vurgulanmıştır (Şekil 2.3.) [53].



Şekil 2.3. Pasif bacak kaldırma tekniği; Monnet ve Teboul, 2015

Bu makalede üzerinde durulan diğer önemli konu; periferik arter nabız basıncı kullanılarak yapılan atım hacmi değerlendirmeleridir. Bu yöntemler pasif bacak kaldırma sırasında çok doğru sonuç vermeyebilir. Son olarak bu makalede, pasif bacak manevrası sonrası hasta yarı oturur pozisyona döndüğünde, ölçümlerin tekrarlanması ve kardiyak outputun bazal düzeye döndüğünün görülmesi gerektiği belirtilmiştir [53].

Pasif bacak kaldırma yöntemi sonrasında hemodinamik düzelme ve atım hacminde artış olması hastanın sıvı tedavisine yanıt vereceğini düşündürür [10]. Ancak tedavi yönlendirilirken, hastanın klinik durumu ve mevcut riskleri mutlaka dikkate alınmalıdır [53].

2.3.4.6. Sıvı Yükleme Testi

Sıvı yükleme testinde temel prensip, önceden belirlenmiş miktarda sıvıyı intravenöz olarak kısa sürede hastaya verip, hastanın kardiyovasküler parametrelerinde bir değişim olup olmadığını gözlemlemektir [60].

Literatürde farklı çalışmalarda farklı şekillerde uygulandığı görülebilir. Verilen sıvı miktarı 4-20ml/kg veya 100-1000ml arasında değişebilmektedir. Optimal sıvı verilme süresi ise kesin olarak bilinmemektedir. Yapılan çalışmalarda infüzyon süresi 30 dakikadan kısa olan testlerin, 30 dakikadan uzun olan testlere göre, sıvı yanıtılığını öngörmede daha başarılı olduğu görülmüştür [61].

Genellikle, yaklaşık 300ml veya 3ml/kg kristalloidin kısa sürede (5-10dk) intravenöz olarak verilmesi şeklinde uygulanır. Hastanın atım hacminde veya kardiyak outputta %10-15'den fazla artış olması hastanın sıvı tedavisine yanıt vereceğini düşündürür [12]. Yanıtın değerlendirilmesi için altın standart bir teknik yoktur ancak birçok çalışmada atım hacminde %10-20 artış olması halinde test pozitif kabul edilmektedir. Teste yanıtı belirlemede kullanılacak diğer parametreler arasında ortalama arter basıncı, kalp hızı, atım hacmi varyasyonu sayılabilir [60].

Sıvı yükleme testi, kalp ve böbrek yetmezliği olan hastalarda dikkatli kullanılmalıdır. Nörolojik hasarı olan hastalarda sıvı testine bağlı intrakraniyal basıncın artması ve nörolojik durumun kötüleşmesi ihtimali testin kullanımı için önemli bir kısıtlılıktır [62]. Pulmoner ödeme bağlı gaz alış-verişinde bozulmaya yol açabileceği akılda tutulmalıdır [60].

Bu miktarda sıvının hasta üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkilerin önüne geçmek için ise daha düşük miktarda sıvı verilerek uygulanan "mini sıvı yükleme testi" kullanılabilir. Mini sıvı yükleme testinde 100ml sıvı 1 dakika içerisinde verilir. Yapılan çalışmalarda sıvı yanıtını öngörmede etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır [63].

2.3.5. İnternal Juguler Ven Çapı ve Respiratuar Varyasyonu

IVC çapı ve respiratuar varyasyonu sıvı yanıtını öngörmeye sıkça tercih edilse de hastaların yaklaşık %10'unda obezite, cerrahi kesi, asit, abdominal distansiyon, bağırsaklardaki gazın görüntüyü bozması vb. nedenlerle kullanılamamaktadır. Bu durumun sonucu olarak ölçümü daha kolay olabilecek internal juguler venin, sıvı yanıtılığını öngörmedeki etkinliği araştırılmaya başlanmıştır [56].

İnternal juguler venin görüntülenmesi için lineer USG probu kullanılır. Ölçüm yeri olarak krikoid membran ile midklaviküler hattın kesişim noktasını kullanan çalışmalar mevcuttur [7]. Görüntüleme esnasında USG probunun baskısı ile kollabe olabileceğinden, ölçüm sırasında vene kompresyon yapılmamasına dikkat edilmelidir. B mod veya M moda görüntüleme yapılabilir [56].

Akıllı ve arkadaşları tarafından, kan bağışi yapan sağlıklı erişkinler üzerinde yapılan bir çalışmada, internal juguler ven maksimum ve minimum çap değerleri ölçülmüş ve bu değerler ile juguler indeks (maksimum çap-minimum çap/maksimum çap) hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler, juguler indeksin, evre 1 hemorajik şok tanısında iyi bir indikatör olduğu şeklinde yorumlanmıştır [7].

Haliloğlu ve arkadaşları tarafından, spontan solunumu olan septik hastalar üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise IJV kollapsibilite indeksinin, sıvı yanıtılığını öngörmeye etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. IJV kollapsibilite değeri %36 üzerinde olan hastaların pasif bacak kaldırma manevrası sonrası kardiyak indeks değerlerinde %15 üzerinde artış saptanmıştır [56].

Simon ve arkadaşları tarafından akut dekompanse kalp yetmezliği olan hastalarda yapılan bir çalışmada, hastaların ekspiryum sonunda USG ile belirenen sağ internal juguler ven kesit alanı değeri, Valsalva manevrası sonrası ölçülen sağ IJV kesit alanı ile karşılaştırılmıştır. Kesit alanında Valsalva manevrası sonrasında %66'dan daha az artış olan hastaların, sağ atrial basınçlarının 12mmHg'den yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır [64].

2019 yılında yayınlanan bir başka çalışmada pulmoner hipertansiyon şüphesiyle sağ kalp kateterizasyonu yapılan hastalarda spontan solunum sırasında iki farklı durumda IJV maksimum ve minimum çap ölçümü yapılmış, kollapsibilite indeksi hesaplanmıştır. Birinci durumda hastanın derin nefes alması ve verdikten

sonra 1 saniye boyunca nefesini tutması istenmiş, bu sırada görüntüleme yapılmıştır. İkinci durumda ölçüm sırasında cilt üzerine manuel kompresyon uygulanmış ve bu sırada minimum çap ölçümü yapılmıştır. Her iki durumda ölçülen kollapsibilite indeksleri, kardiyak kateterizasyon ile belirlenen sağ atrial basınç ve pulmoner arter oklüzyon basıncı ile karşılaştırılmış; sadece manuel kompresyon durumundaki kollapsibilite indeksi ile bu basınçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı olarak negatif korelasyon saptanmıştır [65].

Sonuç olarak mevcut çalışmalar umut verici olsa da, IJV çapı varyasyonunun sıvı durumunu belirlemedeki etkinliğini göstermek adına daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır [7].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Protokolü

Prospektif gözlemsel çalışmamız için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı. (Karar No: GO 17/427-34) ClinicalTrials.gov sitesine çalışmanın girişi yapıldı. (ID: NCT04173741) Çalışma Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Yoğun Bakım Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Çalışmaya katılacak her hastanın yakınından aydınlatılmış onam alındı.

Çalışma, yoğun bakım ünitesinde yatan ve rastgele seçilen, 18 yaş üstü, entübe ve mekanik ventilatöre bağlı hastalar ile gerçekleştirildi

G*Power 3.1 programı kullanılarak, ölçümler arasındaki 0.40 birimlik orta düzeyde bir ilişkinin %80 güç ve %5 birinci tip hata düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunabilmesi için en az 44 kişinin örnekleme alınması gerektiği belirlendi.

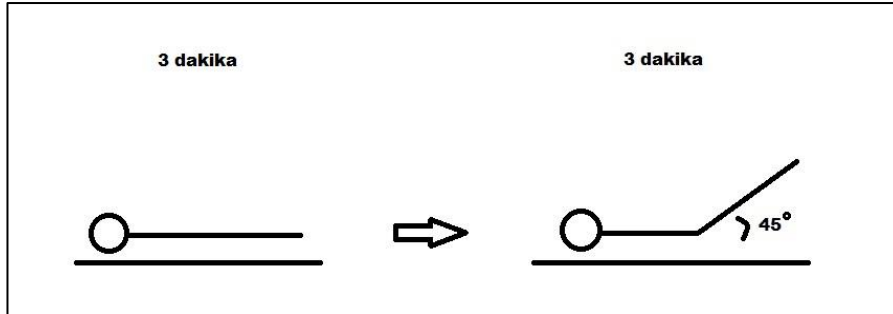
İntraabdominal hipertansiyon, IVC basısı, alt ekstremitte amputasyonu, yüksek dereceli aort yetmezliği, ölçüm yapılacak bölgede enfeksiyonu veya cerrahi sonrası dikişi mevcut olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

USG değerlendirmeleri bir Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı araştırma görevlisi (Doktor 1 - iki saatlik didaktik eğitim ve eğitici eşliğinde 5 uygulama sonrasında çalışmaya dahil edildi), bir Anesteziyoloji ve Reanimasyon uzmanı Yoğun Bakım Bilim Dalı yan dal araştırma görevlisi (Doktor 2 - öncesinde uygulamalı USG kursuna katılmış) ve bir Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı ve Yoğun Bakım Bilim Dalı öğretim üyesi profesör (Doktor 3 - 1000 üzerinde USG uygulama tecrübesi olan bir USG eğitici) olmak üzere, 3 ayrı doktor tarafından yapıldı.

Uygulayıcılar birbirlerinin değerlendirmelerini izlemedi ve ölçümlerinin sonuçlarından haberdar olmadı. Doktorların hangi sırayla ölçüm yapacakları rastgele belirlendi. USG ölçümleri ilk olarak hasta supin pozisyonda, sırt ve bacakları yere paralel iken yapıldı. Sonrasında pasif bacak kaldırma uygulaması gerçekleştirilerek ölçümler tekrarlandı. İlk doktor supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrası USG ölçümlerini tamamladıktan sonra 5 dakika ara verildi. Daha sonra diğer doktor her iki pozisyonda ölçümlerini gerçekleştirdi. Bir kere daha 5 dakika ara verildikten

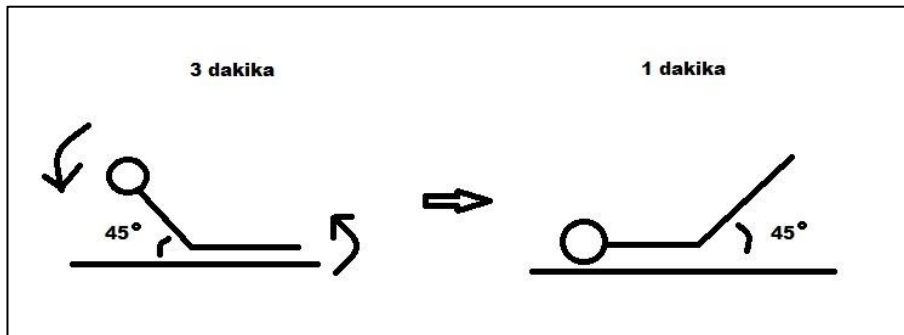
sonra son doktor ölçümlerini gerçekleştirdi. Ölçümler sonlanana kadar hastalara sıvı tedavisi uygulanmadı, diüretik veya vazodilatör verilmedi. Vazopressör destek almakta olan hastaların tedavilerine devam edildi.

Pasif bacak kaldırma; ilk 22 hastaya (Grup A) 1. yöntemle, son 22 hastaya ise (Grup B) 2. yöntemle uygulandı. Grup A'daki hastalar öncelikle supin pozisyona alındı. Sırt ve bacakları yere paralel olacak şekilde yatağın düzlemi ayarlandı. Hasta bu pozisyonda 3 dakika kaldıktan sonra yatağın bacak kısmı 45 derece kaldırılıp 3 dakika bekletilerek pasif bacak kaldırma uygulandı. 3. dakika sonucunda ölçümler gerçekleştirildi [10, 58]. (Şekil 3.1.)



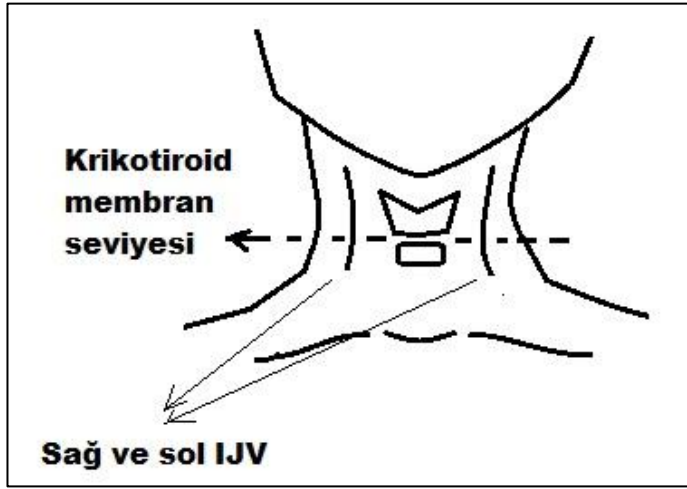
Şekil 3.1. Pasif bacak kaldırma 1. yöntem (Grup A)

Grup B'deki hastalar öncelikle semirekübent pozisyonda (bacakları yere paralel, sırt 45 derece yukarıda) 3 dakika bekletildi. Daha sonra eş zamanlı olarak sırt yere paralel hale getirilirken, bacaklar 45 derece yukarı pozisyona getirildi ve maksimum 1 dakika içerisinde ölçümler yapıldı.[53] (Şekil 3.2.)



Şekil 3.2. Pasif bacak kaldırma 2. yöntem (Grup B)

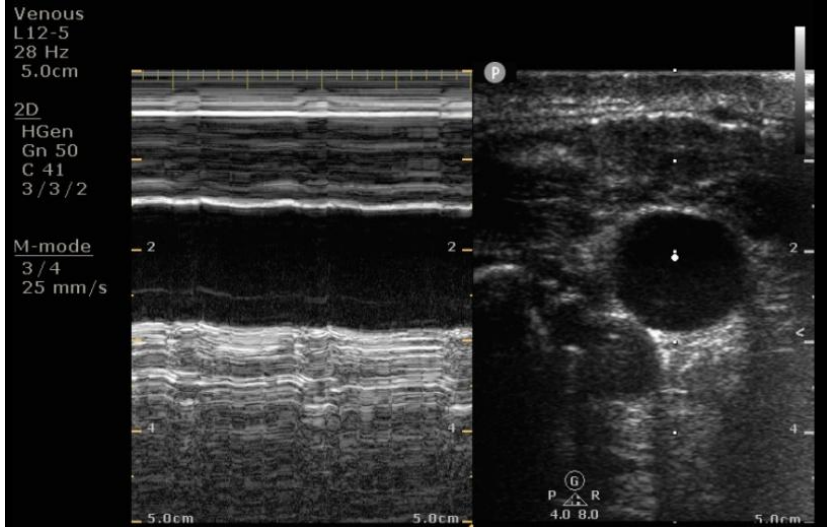
Tüm ölçümlerde Philips CX50 Ultrason Cihazı (Philips Ultrasound, Andover, MA, USA) kullanıldı. IJV'in USG ile değerlendirilmesi Linear 12-5 MHz (L 12-5) prob kullanılarak yapıldı. Görüntüleme, literatürde sağ ve sol IJV ultrasonografik ölçümleri arasında anlamlı fark olmadığını belirten çalışmalar olması nedeniyle; rastgele olarak bazı hastalarda sağ, bazı hastalarda sol IJV'den yapıldı[66]. IJV krikotiroid membran hizasında görüntülendi (Şekil 3.3.) (Şekil 3.4.) ve maksimum(maks)-minimum(min) çap değerleri ölçüldü [7]. (Şekil 3.5.) (Şekil 3.6.)



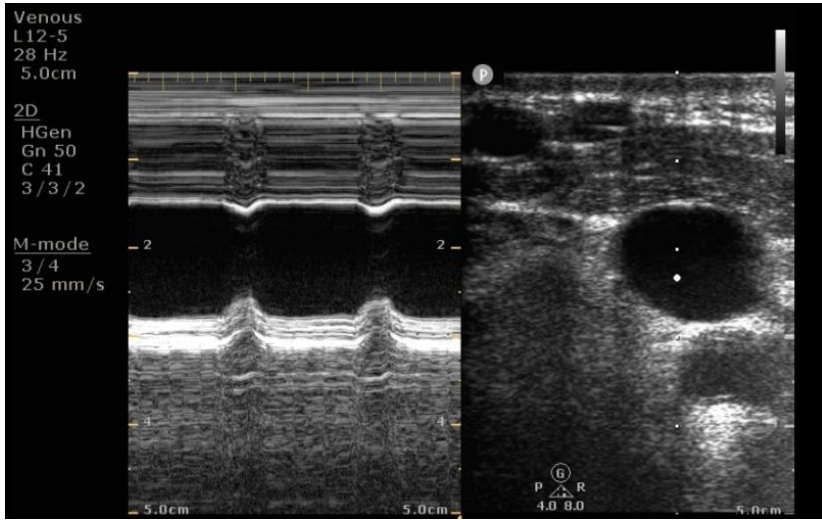
Şekil 3.3. IJV ölçüm yeri; krikotiroid membran seviyesi



Şekil 3.4.:IJV USG görüntüsü, B mod

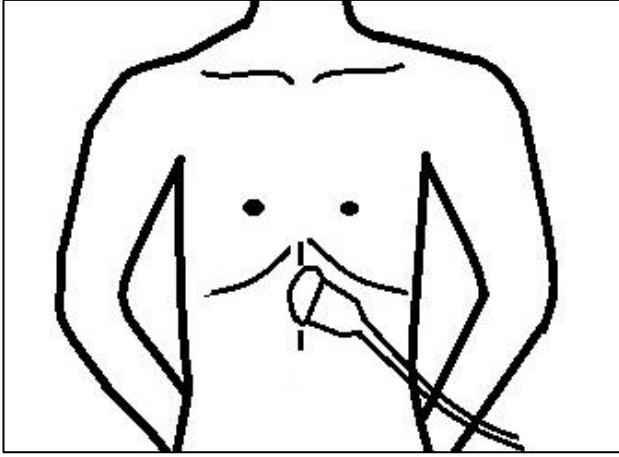


Şekil 3.5. IJV USG görüntüsü, M mod, solunumla çap varyasyonu az

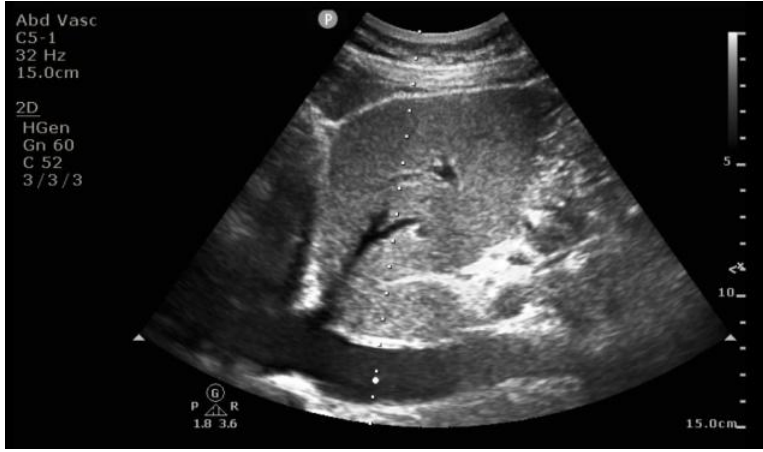


Şekil 3.6. IJV USG görüntüsü, M mod, solunumla çap varyasyonu fazla

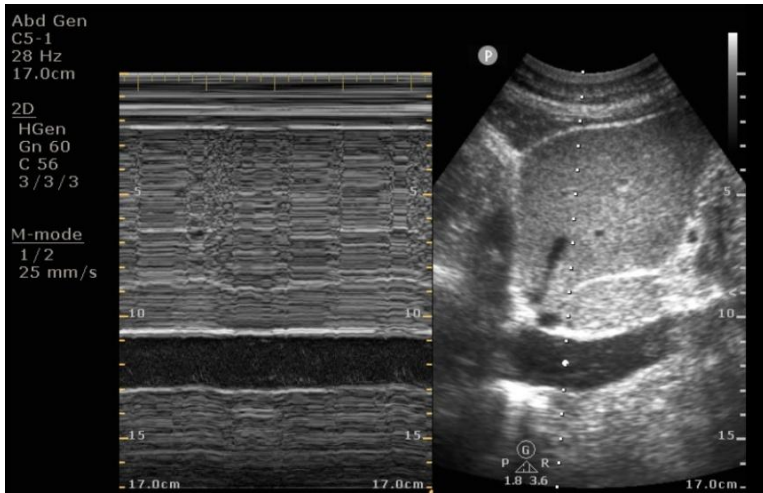
IVC'nın USG ile değerlendirilmesi Konveks 5-1 MHz (C 5-1) prob kullanılarak yapıldı. Transabdominal subksifoid uzun aksta, hepatik venin IVC'ya döküldüğü noktadan 2 cm daha kaudalden IVC maks.ve min. çap değerleri ölçüldü [1] (Şekil 3.7) (Şekil 3.8). Her ölçümde IJV ve IVC 15sn süresince görüntülendi, en büyük ve en küçük transverse çap kaydedildi. Daha sonra bu değerler kullanılarak kollapsibilite ($\text{maks.çap} - \text{min.çap} / \text{maks. çap}$) ve distansibilite ($\text{maks çap} - \text{min çap} / \text{min çap}$) indeksleri hesaplandı.



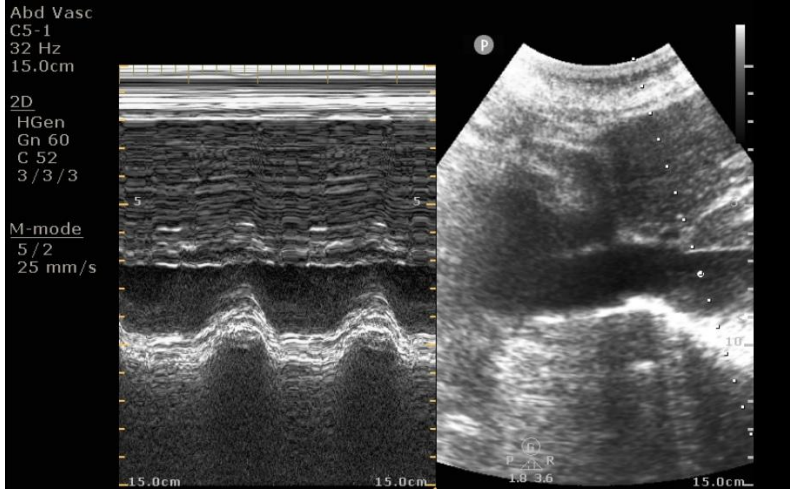
Şekil 3.7. IVC ölçüm yeri; subksifoid uzun aks



Şekil 3.8. IVC USG görüntüsü, B mod



Şekil 3.9. IVC USG görüntüsü, M mod, solunumla çap varyasyonu az



Şekil 3.10. IVC USG görüntüsü, M mod, solunumla çap varyasyonu fazla

Hastalara USG ölçümlerine dayanarak herhangi bir tedavi veya sıvı desteği uygulanmadı. Hastalar ölçüm süresince monitörize takip edildi. Ölçüm öncesi ve sonrası kan basıncı, oksijen saturasyonu ve nabız değerleri kaydedildi.

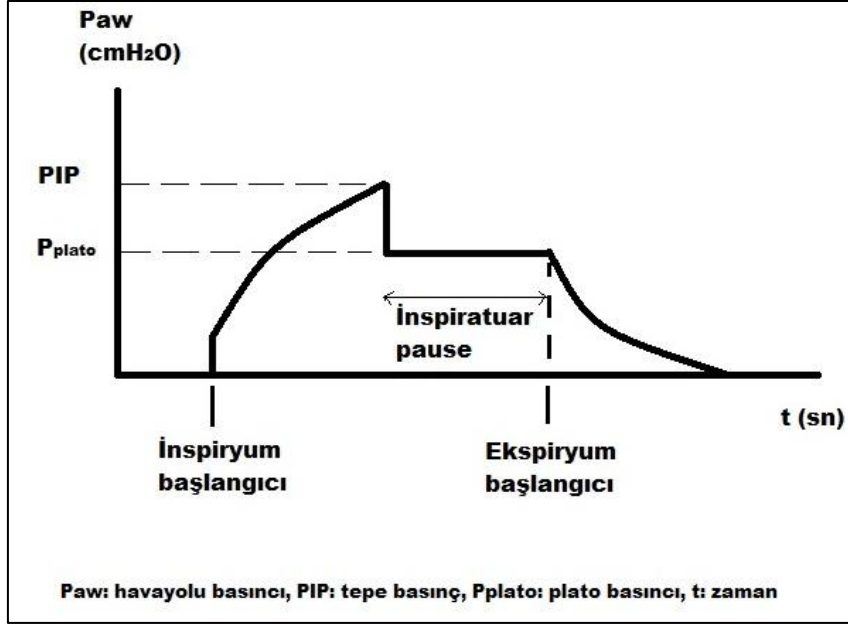
Hastalara ait yaş, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi (VKİ), cinsiyet, yoğun bakım ünitesinde yatış nedeni, eşlik eden hastalıklar, mekanik ventilasyon modu, tidal hacim, plato basıncı, PEEP (pozitif end ekspiratuar basınç), vazopressör, vazodilatör ve diüretik ilaç kullanım durumu bilgileri, yatışından itibaren ve değerlendirme günü aldığı-çıkarıldığı izlemi (AÇİ), yoğun bakım ünitesi çıkış tarihi ve yoğun bakım çıkış şekli, hastane yatış süresi ve hastane çıkış şekli kaydedildi.

Plato basıncı inspiriyum sonunda ulaşılan statik bir basınçtır. Ölçümü için tüm sistemde basıncı eşitlemek adına inspiratuar pause uygulamak gereklidir. Plato basıncı alveolar basıncın ve akciğer kompliansının bir göstergesidir. Normal plato basıncı 30 cmH₂O altında olmalıdır. Daha yüksek değerler barotravmaya neden olabilir [67].

Driving basınç ise ventilasyon sırasında solunum sistemindeki basınç artışıdır. Tidal hacmin solunum sistemi statik kompliansına oranı driving basınca eşittir. Driving basıncı hesaplamak için plato basıncından PEEP çıkarılmalıdır [68].

$$\text{Driving basınç} = \text{Plato basıncı} - \text{PEEP} = \text{Tidal hacim} / \text{statik komplians}$$

Ventilatör ilişkili akciğer hasarının, mekanik ventilasyon sırasındaki havayolu basıncı artışıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan son çalışmalarda 14 cmH₂O ve altındaki driving basınç değerlerinin ventilatör ilişkili akciğer hasarını azaltmada ve hasta sonucunu iyileştirmede etkili olduğu gösterilmiştir [68].



Şekil 3.11. Plato basıncı ve inspiratuar pause

Yoğun bakıma yatış günü APACHE II (The Acute Physiology and Chronic Health Evaluation), SOFA (Sequential Organ Failure Assessment) ve USG ile değerlendirmelerin yapıldığı gün SOFA, APS (Akut Fizyoloji Skoru) skorları hesaplandı. SOFA, APACHE II ve APACHE II içerisinde yer alıp günlük takipte kullanılan APS skorları yoğun bakımda hastanın klinik sonucunu (mortalite, hastanede yatış süresi gibi) öngörmek, hastalığın ciddiyetini ve organ disfonksiyonun derecesini belirlemek, klinik araştırmalara katılacak hastaları tanımlamak ve yoğun bakım ünitelerinin performansını karşılaştırmak için yoğun bakımlarda yaygın olarak kullanılan prediktif skorlama sistemleridir [69].

SOFA skoru farklı sistemlerle ilgili belirli kriterleri baz alarak hesaplanır. Solunum sistemini değerlendirmek için parsiyel arteriyel oksijen basıncının inspire edilen oksijen yüzdesine oranı (PaO₂/FiO₂) kullanılır. Kardiyovasküler sistem ortalama arteriyel kan basıncı ve vazopressör ilaç kullanım durumu ile değerlendirilir.

Nörolojik değerlendirme için Glasgow koma skoruna, koagülasyon değerlendirmesinde platelet sayısına, karaciğer için serum bilirubin düzeyine, renal sistem değerlendirmesinde serum kreatinin düzeyine ve idrar çıkışına bakılır [70].

APACHE 2 skoru; akut fizyoloji skoru, yaş puanı ve kronik hastalık puanından oluşan 3 komponentli bir skorlama sistemidir. Hastanın kabul günü 24 saat içerisinde en kötü değerleriyle hesaplanır. Daha sonra günlük takipte ise akut fizyoloji skoru kullanılabilir. Akut fizyoloji skorunun 12 belirleyicisi vardır. Bunlar; vücut ısısı, ortalama arteriyel kan basıncı, kalp hızı, solunum hızı, oksijenizasyon, arteriyel pH, serum sodyum, serum potasyum, serum kreatinin, hematokrit, beyaz küre sayısı ve Glasgow koma skorudur. Yaş puanı hastanın yaşı yükseldikçe artar. Kronik hastalık puanı ise bilinen ciddi organ yetmezliği veya immunsupresyonu olan hastalar için hesaplanır. Hesaplanan üç aynı puan toplanarak APACHE 2 skoru hesaplanmış olur [71].

3.2. İstatiksel Analiz

İstatistik çalışması için “IBM SPSS Statistics 23” programı kullanıldı. Öncelikle tüm verilerin dağılımı Kolmogorov- Smirnov Testi ile incelendi. Normal dağılımı olmayan değerler için ortanca ve persentil [5-95], normal dağılımı olan değerler için ise ortalama ve standart sapma belirlendi. Demografik verilerin istatistikleri; tüm hastalar, A grubu ve B grubu için ayrı ayrı çalışıldı. Supin pozisyon ve pasif bacak kaldırma sonrası sistolik-diyastolik kan basıncı ve kalp hızı değerleri istatistiği tüm hastalar, A grubu ve B grubu için ayrı ayrı çalışıldı. Doktorların supin pozisyon ve pasif bacak kaldırma sonrası, IVC ve IJV maksimum-minimum çap ölçüm değerleri normal dağılım göstermemesi nedeniyle Spearman korelasyon testi ile incelendi. Korelasyon tüm hastalar, A grubu, B grubu, vazopressör alanlar-almayanlar, vazodilatör alanlar-almayanlar, diüretik alanlar-almayanlar, plato basıncı 20mmHg üzerinde olanlar – altında olanlar, driving basınç 15 mmHg üzerinde olanlar – altında olanlar, PEEP 5mmHg üzerinde olanlar – altında olanlar, USG değerlendirmelerinin yapıldığı gün AÇİ pozitif olanlar – negatif olanlar, yatış nedeni dahili – cerrahi olanlar için ayrı ayrı çalışıldı.

4. BULGULAR

Çalışmaya 46 hasta dahil edildi. 2 hastada hiçbir doktorun IVC ölçümü yapamaması nedeniyle Grup A'da 22, Grup B'de 22 olmak üzere toplam 44 hasta ile tamamlandı.

Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.'de görüldüğü üzere katılımcıların %52.3'ü kadın, %47.7'si erkek; ortalama yaş 71 yıl [23-94], ortalama vücut ağırlığı 68 kg [50-106], ortalama boy 167 cm [150-180], VKİ ortalaması 25.38 kg/m² (\pm 6.73) olarak belirlendi. Grup A ve B arasında cinsiyet, yaş, vücut ağırlığı, boy ve VKİ açısından, istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu.

		Tüm hastalar (N:44)		Grup A (3 dk.) (N:22)		Grup B (1 dk.) (N:22)		p
		N	%	N	%	N	%	
Cinsiyet	K	23	52.3	12	54.5	11	50	0.76
	E	21	47.7	10	45.5	11	50	

N:hasta sayısı, dk: dakika, K: kadın, E: erkek, p: anlamlılık

	Tüm hastalar (N:44)	Grup A (3 dk.) (N:22)	Grup B (1 dk.) (N:22)	p
Yaş (yıl) Ortanca [5-95]	71[23-94]	66[20-95]	74 [22-93]	0.23
Vücut ağırlığı(kg) Ortanca[5-95]	68[50-106]	72[45-136]	60 [50-95]	0.06
Boy (cm) Ortanca [5-95]	167[150-180]	168[143-184]	166.5 [150-179]	0.57
VKİ (kg/m ²) Ortalama \pm SD	25.38 \pm 6.73	27.07 \pm 7.54	23.60 \pm 5.46	0.14

N: hasta sayısı, dk: dakika, SD: standart sapma, kg: kilogram, cm santimetre, m² metrekare

Tablo 4.3. YBÜ yatış nedeni							
		Tüm hastalar (N:44)		Grup A (3 dk.) (N:22)		Grup B (1 dk.) (N:22)	
YBÜ yatış nedeni		N	%	N	%	N	%
Dahili nedenler	Pnömoni	9	20.5	3	13.6	6	27.3
	KOAH alevlenme	7	15.9	2	9.1	5	22.7
	SVO	1	2.3	0	0	1	4.5
	GIS kanama	3	6.8	1	4.5	2	9.1
	ABY	2	4.5	2	9.1	0	0
	Hemoptizi	1	2.3	1	4.5	0	0
	PTE	2	4.5	1	4.5	1	4.5
	Kardiyak arrest sonrası izlem	3	6.8	3	13.6	0	0
	NIMV İhtiyacı	1	2.3	1	4.5	0	0
	Kardiyak şok	1	2.3	1	4.5	0	0
	Travma	2	4.5	1	4.5	1	4.5
	Solunum yetmezliği	4	9.1	3	13.6	1	4.5
	Sepsis	2	4.5	0	0	2	9.1
	Tümü	38	86	19	86	19	86
Cerrahi nedenler	PO izlem	5	11.4	2	9.1	3	13.6
	PO kanama	1	2.3	1	4.5	0	0
	Tümü	6	14	3	14	3	14

N:hasta sayısı, dk:dakika, YBÜ:yoğun bakım ünitesi, KOAH:kronik obstrüktif akciğer hastalığı, SVO:serebrovasküler olay, GIS:gastrointestinal system, ABY:akut böbrek yetmezliği, PTE: pulmoner tromboemboli, NIMV:non-invaziv mekanik ventilasyon, PO:postoperatif

Tablo 4.3.'te görülebileceği üzere hastaların %86'sı dahili nedenlerle YBÜ'de yatmaktaydı. Bu hastaların 9'u pnömoni, 7'si KOAH (kronik obstrüktif akciğer hastalığı) alevlenme, 1'i SVO (serebrovasküler olay), 3'ü GIS (gastrointestinal sistem) kanama, 2'si ABY (akut böbrek yetmezliği), 1'i hemoptizi, 2'si PTE (pulmoner tromboemboli), 3'ü kardiyak arrest sonrası izlem, 1'i NIMV (non-invaziv mekanik ventilasyon) ihtiyacı, 1'i kardiyak şok, 2'si travma, 4'ü solunum yetmezliği, 2'si sepsis nedeniyle takip edilmekteydi. Hastaların %14'ü cerrahi nedenlerle YBÜ'de yatmaktaydı. Bu hastaların 1'i postoperative kanama, 5'i postoperative izlem nedeniyle takip edilmekteydi. Grup A ve B arasında yatış nedenleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p=0,325$).

	Tüm hastalar (N:44)		Grup A (3 dk.) (N:22)		Grup B (1 dk.) (N:22)		p
	N	%	N	%	N	%	
DM	11	25	5	22.7	6	27.3	0.72
HT	22	50	13	59.1	9	40.9	0.22
Kardiyak	18	40.9	9	40.9	9	40.9	1
Pulmoner	20	45.5	9	40.9	11	50	0.54
Nörolojik	14	31.8	5	22.7	9	40.9	0.19
Onkolojik	13	29.5	8	36.4	5	22.7	0.32
Cerrahi	25	56.8	14	63.6	11	50	0.36

N:hasta sayısı, dk: dakika, DM:diabetes mellitus, HT:hipertansiyon, p: anlamlılık

Hastaların %25'inde DM (diabetes mellitus), %50'sinde HT (hipertansiyon); %40.9'unda kardiyak, %45.5'inde pulmoner, %31.8'inde nörolojik, %29.5'inde onkolojik komorbiditeler vardı. %56.8'inde geçirilmiş cerrahi öyküsü mevcuttu. Grup A ve B arasında komorbiditeler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (Tablo 4.4.) Hastaların ortanca YBÜ yatış süresi 15 gün [6-86], ortanca hastane yatış süresi ise 19 gün [10-110]'dü. Grup A ve B arasında YBÜ yatış süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p=0.15$), ancak hastane yatış süresinin iki grup arasında farklı olduğu belirlendi ($p=0.01$). (Tablo 4.5.)

Tablo 4.5. Yatış süreleri				
	Tüm hastalar (N:43)	Grup A (N:21)	Grup B (N:22)	p
YBÜ yatış süresi (gün) Ortanca [5-95]	15 [6-86]	23 [6-126]	13 [5-66]	0.15
Hastane yatış süresi (gün) Ortanca [5-95]	19 [10-110]	40 [6-140]	16 [10-74]	0.01

N: hasta sayısı, dk: dakika, SD: standart sapma, AÇİ: aldığı çıkardığı izlemi, p: anlamlılık

Tablo 4.6.'da görülebileceği üzere YBÜ ilk yatış günü ortalama APACHE II 24 ± 8 , SOFA 8 ± 4 ; USG günü ortalama APS 17 ± 6 , SOFA 9 ± 4 'tü. Grup A ve B arasında YBÜ ilk yatış günü ortalama APACHE, SOFA ve USG günü ortalama APS, SOFA değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu.

Tablo 4.6. APACHE II, SOFA, APS skorları				
	Tüm hastalar (N:44)	Grup A (3 dk.) (N:22)	Grup B (1 dk.) (N:22)	p
APACHE II (YBÜ ilk yatış) Ortalama \pm SD	24 ± 8	26 ± 7	22 ± 9	0.11
SOFA (YBÜ ilk yatış günü) Ortalama \pm SD	8 ± 4	9 ± 4	7 ± 4	0.15
APS (USG günü) Ortalama \pm SD	17 ± 6	18 ± 7	16 ± 6	0.37
SOFA (USG günü) Ortalama \pm SD	9 ± 4	9 ± 4	9 ± 4	0.61

N: hasta sayısı, dk: dakika, SD: standart sapma, APACHE II: The Acute Physiology and Chronic Health Evaluation, SOFA: Sequential Organ Failure Assessment, APS: Akut Fizyoloji Skoru, p: anlamlılık

Ventilatör değerleri incelendiğinde ortalama tidal hacim $424 \text{ ml} (\pm 62)$, ortalama plato basıncı $19 \text{ cmH}_2\text{O} (\pm 6)$, ortalama driving basınç $12 \text{ cmH}_2\text{O} (\pm 5)$, ortanca PEEP $5 \text{ cmH}_2\text{O} [5-12]$, ortanca frekans $16/\text{dk} [11-30]$ 'ydı (Tablo 4.7).

Grup A'da 3, Grup B'de 1 olmak üzere toplam 4 hastada inspiratuar pause uygulanamadığı için plato basıncı ölçülemedi ve driving basınç hesaplanamadı (Tablo 4.8.).

Grup A ve B arasında tidal hacim, plato basıncı, driving basınç, PEEP, frekans ve FiO₂ değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (Tablo 4.7 ve Tablo 4.8.).

Tablo 4.7. Ventilasyon parametreleri – 1				
	Tüm hastalar (N:44)	Grup A (3 dk.) (N:22)	Grup B (1 dk.) (N:22)	p
FiO ₂ (%) Ortanca [5-95]	43 [30-85]	43 [30-87]	43 [26-96]	0.30
Frekans (/dk) Ortanca [5-95]	16 [11-30]	15 [10-27]	16 [12-32]	0.26
Tidal hacim (ml) Ortalama ±SD	424 ±62	427 ±72	421 ±52	0.42
PEEP (cmH ₂ O) Ortanca [5-95]	5 [5-12]	5 [5-9]	6 [5-14]	0.07
N: hasta sayısı, dk: dakika, SD: standart sapma, ml: mililitre, cmH ₂ O: santimetre su FiO ₂ : fraksiyone inspiratuar oksijen konsantrasyonu, PEEP: pozitif end ekspiratuar basınç				

Tablo 4.8. Ventilasyon parametreleri- 2				
	Tüm hastalar (N:40)	Grup A (3 dk.) (N:19)	Grup B (1 dk.) (N:21)	p
Plato basıncı (cmH ₂ O) Ortalama ±SD	19 ±6	17 ±5	20 ±6	0.05
Driving basınç (cmH ₂ O) Ortalama ±SD	12 ±5	11 ±5	13 ±5	0.14
N: hasta sayısı, dk: dakika, SD: standart sapma, ml: mililitre, cmH ₂ O: santimetre su FiO ₂ : fraksiyone inspiratuar oksijen konsantrasyonu, PEEP: pozitif end ekspiratuar basınç				

Hastaların %36.4'sı vazopressör kullanıyordu. Bu hastaların 12'si vazopressör olarak noradrenalin, 3'ü dopamin, 1'i dobutamin kullanmaktaydı. Hastaların %13.6'sı vazodilatör kullanıyordu. Bu hastaların 5'i vazodilatör olarak metoprolol, 1'i diltizem kullanmaktaydı. Hastaların %20.5'i diüretik kullanıyordu. Bu hastaların 1'i diüretik olarak spironolakton hidroklorotiazid kombinasyonu, 6'sı furosemid, 1'i mannitol, 1'i asetazolamid kullanmaktaydı. Grup A ve B arasında vazopressör, vazodilatör ve diüretik kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (Tablo 4.9.)

Tablo 4.9. İlaç kullanımı								
İlaç kullanımı		Tüm hastalar (N:44)		Grup A (3 dk.) (N:22)		Grup B (1 dk.) (N:22)		p
		N	%	N	%	N	%	
Vazopres	Noradrenalin	12	27.3	4	18.2	8	36.4	0.21
	Dopamin	3	6.8	1	4.5	2	9.1	
	Dobutamin	1	2.3	1	4.5	0	0	
	Tümü	16	36.4	6	27.3	10	45.5	
Vazodil	Metoprolol	5	11.4	4	18.2	1	4.5	0.07
	Diltizem	1	2.3	1	4.5	0	0	
	Tümü	6	13.6	5	22.7	1	4.5	
Diüretik	Spironolakton + Hidroklotiyazid	1	2.3	1	4.5	0	0	0.26
	Furosemid	6	13.6	1	4.5	5	22.7	
	Mannitol	1	2.3	1	4.5	0	0	
	Asetazolamid	1	2.3	0	0	1	4.5	
	Tümü	9	20.5	3	13.6	6	27.3	

N:hasta sayısı, dk: dakika, vazodil: vazodilatör, vazopres: vazopressör, p: anlamlılık

Tablo 4.10'da görüldüğü üzere, hastaların yatışlarından itibaren total AÇİ değerlerinin ortancası 3678ml [-936/34882], USG değerlendirme günü AÇİ değerlerinin ortancası 248ml [-1235/1119]'di. Grup A ve B arasında AÇİ değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu.

	Tüm hastalar (N:44)	Grup A (3 dk.) (N:22)	Grup B (1 dk.) (N:22)	p
AÇİ (total)(ml) Ortanca [5-95]	3678 [-936-34882]	4358 [-1084-43438]	3673.5 [-1144-19600]	0.64
AÇİ (USG günü)(ml) Ortanca [5-95]	248 [-1235-1119]	200 [-1337-2892]	299.5 [-1277-1121]	0.15

N: hasta sayısı, dk: dakika, SD: standart sapma, AÇİ: aldığı çıkardığı izlemi, p: anlamlılık

		Tüm hastalar (N:44)		Grup A (3 dk.) (N:22)		Grup B (1 dk.) (N:22)		p
		N	%	N	%	N	%	
YBÜ çıkış şekli	Servise devir	10	22.7	6	27.3	4	18.2	0.47
	Eve taburcu	12	27.3	7	31.8	5	22.7	
	Sevk	1	2.3	0	0	1	4.5	
	Eksitus	20	45.5	8	36.4	12	54.5	
	Çıkış yapılmadı	1	2.3	1	4.5	0	0	
Hastane çıkış şekli	Eve taburcu	22	50	13	59.1	9	40.9	0.29
	Sevk	1	2.3	0	0	1	4.5	
	Eksitus	20	45.5	8	36.4	12	54.5	
	Çıkış yapılmadı	1	2.3	1	4.5	0	0	

N: hasta sayısı, dk: dakika, YBÜ: yoğun bakım ünitesi, p: anlamlılık

Tablo 4.11.'de görüldüğü üzere; hastaların %22.7'si servise devredilerek, %27.3'si eve taburcu edilerek, %2.3'ü başka bir hastaneye sevk edilerek, %45.5'i eksitus olması nedeniyle yoğun bakım ünitesinden çıkarıldı. Hastane çıkışı ise hastaların %50'sinde eve taburculuk, %2.3'ünde başka bir hastaneye sevk, %45.5'inde eksitus olma nedeniyledi. Grup A ve B arasında YBÜ ve hastane çıkış şekilleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu.

Tablo 4.12. Doktorların USG Ölçümleri Arasındaki Korelasyon										
		Grup A (3 dk.)			Grup B (1 dk.)			Tüm hastalar		
		1-3	2-3	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3	1-2
S IVC min	r	0.85	0.62	0.75	0.58	0.58	0.85	0.75	0.63	0.80
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N	22	22	22	22	22	22	44	44	44
S IVC max	r	0.68	0.67	0.90	0.67	0.65	0.81	0.71	0.67	0.85
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N	22	22	22	22	22	22	44	44	44
S IJV min	r	0.86	0.87	0.91	0.57	0.61	0.83	0.73	0.74	0.88
	p	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N	22	22	22	22	22	22	44	44	44
S IJV max	r	0.88	0.91	0.90	0.71	0.69	0.92	0.80	0.80	0.91
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N	22	22	22	22	22	22	44	44	44
PBK IVC min	r	0.78	0.87	0.89	0.84	0.64	0.69	0.81	0.78	0.81
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N	22	22	22	22	22	22	44	44	44
PBK IVC max	r	0.83	0.84	0.85	0.69	0.63	0.57	0.78	0.77	0.74
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	N	22	22	22	22	22	22	44	44	44
PBK IJV min	r	0.76	0.83	0.90	0.58	0.51	0.62	0.65	0.64	0.74
	p	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	N	22	22	22	22	22	22	44	44	44
PBK IJV max	r	0.67	0.69	0.85	0.54	0.71	0.93	0.64	0.71	0.90
	p	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N	22	22	22	22	22	22	44	44	44

IVC: inferior vena cava, IJV: internal juguler ven, S: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, 1: Doktor1, 2: Doktor2, 3: Doktor3, r: Spearman korelasyon katsayısı, p: anlamlılık, N: hasta sayısı

Çalışmamızda IVC transabdominal subksifoid uzun aksta, konveks prob kullanılarak görüntüledi. B modda IVC'nın yeri belirlendikten sonra M modda ölçümler gerçekleştirildi. Farklı tecrübedeki doktorların supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrasında, IVC maksimum ve minimum çap ölçümleri arasında, Grup A, Grup B ve tüm hastalarda orta-yüksek düzeyde korelasyon saptandı. Sonuçlar istatistiksel olarak anlamlıydı. ($p<0.05$) (Tablo 4.12.)

Çalışmamızda IJV krikotiroid membran seviyesinde, lineer prob kullanılarak görüntüledi. 3 ayrı doktorun supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrasında yaptıkları, IJV maksimum ve minimum çap ölçümleri arasında; Grup A, Grup B ve tüm hastalarda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde orta-yüksek düzeyde korelasyon saptandı. (Tablo 4.12.)

Doktorların ölçümleri arasındaki korelasyonun yüksek olması nedeniyle, istatistiksel analizlerde üç doktorun ölçüm değerlerinin ortalaması kullanıldı. (Tablo 4.13.) (Tablo 4.14.) (Tablo 4.15.)

Tüm doktorların ölçüm değerlerinin ortalaması alındığında; supin pozisyonda maksimum IVC çapı ($p: 0.21$), minimum IVC çapı ($p: 0.09$), maksimum IJV çapı ($p: 0.81$), minimum IJV çapı ($p: 0.91$); pasif bacak kaldırma sonrası maksimum IVC çapı ($p: 0.06$), minimum IVC çapı ($p: 0.23$), maksimum IJV çapı ($p: 0.53$) ve minimum IJV çapı ($p: 0.49$) değerleri arasında Grup A ve B arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu.

Tablo 4.13. Tüm hastalar USG ölçümleri, ortanca [5-95]									
N:44 cm		max IJV	max IVC	min IJV	min IVC	k IJV	d IJV	k IVC	d IVC
D1 S	O	1.02	1.93	0.87	1.58	0.12	0.14	0.21	0.25
	5	0.50	0.83	0.34	0.26	0.02	0.03	0.04	0.04
	95	1.53	2.66	1.49	2.28	0.43	0.80	0.70	2.53
D2 S	O	1.10	1.90	0.95	1.59	0.11	0.13	0.18	0.23
	5	0.46	1.13	0.24	0.21	0.03	0.03	0.07	0.07
	95	1.63	2.54	1.47	2.15	0.56	1.30	0.76	3.38
D3 S	O	0.95	1.73	0.72	1.20	0.16	0.20	0.31	0.46
	5	0.53	1.04	0.31	0.17	0.03	0.04	0.08	0.09
	95	1.47	2.56	1.37	2.16	0.55	1.28	0.95	5.35
D ₀ S	O	1.04	1.95	0.90	1.49	0.13	0.16	0.25	0.34
	5	0.50	1.04	0.33	0.30	0.06	0.06	0.11	0.13
	95	1.48	2.51	1.29	2.12	0.43	0.80	0.75	3.14
D1 PBK	O	1.09	2.07	0.92	1.61	0.11	0.13	0.21	0.27
	5	0.50	0.99	0.44	0.37	0.02	0.02	0.03	0.03
	95	1.57	2.83	1.43	2.49	0.41	0.72	0.74	2.55
D2 PBK	O	1.09	2.13	0.92	1.63	0.12	0.14	0.23	0.30
	5	0.53	0.97	0.34	0.38	0.02	0.02	0.05	0.05
	95	1.65	2.85	1.59	2.30	0.43	0.79	0.67	2.10
D3 PBK	O	1.04	1.93	0.86	1.41	0.13	0.15	0.21	0.33
	5	0.44	1.01	0.17	0.26	0.02	0.02	0.02	0.03
	95	1.50	2.72	1.40	2.39	0.64	1.82	0.83	3.84
D ₀ PBK	O	1.07	2.08	0.87	1.59	0.13	0.15	0.21	0.27
	5	0.51	1.04	0.39	0.40	0.04	0.04	0.10	0.11
	95	1.51	2.79	1.41	2.46	0.45	0.84	0.70	2.37

N: hasta sayısı, s: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, max: maksimum çap, min: minimum çap, k: kollapsibilite indeksi, d: distansibilite indeksi, IVC: inferior vena kava, IJV: internal juguler ven, D1: doktor 1, D2: doktor 2, D3: doktor 3, D₀: doktor ölçümlerinin ortalaması, O: ortanca, 5: 5. persentil, 95: 95. persentil

Tablo 4.14. Grup A (3 dak) USG ölçümleri, ortanca [5-95]									
N:22 cm		max IJV	max IVC	min IJV	min IVC	k IJV	d IJV	k IVC	d IVC
D1 S	O	1.02	1.86	0.84	1.50	0.11	0.12	0.23	0.28
	5	0.49	0.77	0.24	0.24	0.00	0.00	0.08	0.09
	95	1.53	2.85	1.51	2.23	0.71	2.85	0.71	2.68
D2 S	O	1.10	1.74	0.90	1.05	0.10	0.11	0.29	0.42
	5	0.46	1.01	0.35	0.16	0.01	0.01	0.11	0.12
	95	1.63	2.55	1.47	2.10	0.53	1.20	0.83	5.02
D3 S	O	0.95	1.53	0.80	1.03	0.15	0.18	0.32	0.47
	5	0.54	1.00	0.25	0.03	0.05	0.05	0.08	0.09
	95	1.59	2.48	1.49	2.15	0.63	1.76	0.99	4.04
D ₀ S	O	1.03	1.79	0.90	1.79	0.11	0.13	0.31	0.45
	5	0.52	0.98	0.29	0.98	0.05	0.05	0.13	0.15
	95	1.52	2.51	1.39	2.51	0.63	1.82	0.85	6.62
D1 PBK	O	1.12	1.96	0.97	1.41	0.09	0.10	0.23	0.31
	5	0.50	0.64	0.48	0.35	0.00	0.00	0.02	0.02
	95	1.69	2.85	1.67	2.59	0.42	0.76	0.79	4.13
D2 PBK	O	1.10	1.72	0.94	1.27	0.12	0.14	0.25	0.34
	5	0.55	0.93	0.45	0.19	0.01	0.01	0.05	0.05
	95	1.67	2.85	1.60	2.54	0.35	0.55	0.85	6.58
D3 PBK	O	1.05	1.57	0.91	1.20	0.16	0.19	0.25	0.33
	5	0.42	1.01	0.33	0.03	0.01	0.01	0.07	0.08
	95	1.55	2.68	1.47	2.26	0.59	1.67	0.97	3.88
D ₀ PBK	O	1.07	1.75	0.90	1.33	0.13	0.15	0.22	0.29
	5	0.49	0.86	0.42	0.27	0.03	0.03	0.10	0.11
	95	1.51	2.77	1.46	2.45	0.44	0.80	0.80	4.48

N: hasta sayısı, s: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, max: maksimum çap, min: minimum çap, k: kollapsibilite indeksi, d: distansibilite indeksi, IVC: inferior vena kava, IJV: internal juguler ven, D1: doktor 1, D2: doktor 2, D3: doktor 3, D₀: doktor ölçümlerinin ortalaması, O: ortanca, 5: 5. persentil, 95: 95. persentil

Tablo 4.15. Grup B (1 dak) USG ölçümleri, supin pozisyon, ortanca [5-95]									
N:22 cm		max IJV	max IVC	min IJV	min IVC	k IJV	d IJV	k IVC	d IVC
D1 S	O	1.04	1.95	0.88	1.70	0.12	0.14	0.17	0.21
	5	0.46	1.04	0.33	0.27	0.05	0.05	0.03	0.03
	95	1.83	2.64	1.67	2.47	0.31	0.45	0.75	3.50
D2 S	O	1.10	2.00	0.99	1.71	0.11	0.14	0.14	0.19
	5	0.35	1.34	0.15	0.54	0.03	0.03	0.05	0.05
	95	1.88	2.76	1.60	2.30	0.58	1.44	0.66	2.02
D3 S	O	0.94	1.88	0.71	1.21	0.18	0.22	0.27	0.37
	5	0.48	1.20	0.31	0.17	0.01	0.01	0.07	0.08
	95	1.42	2.59	1.32	2.16	0.45	0.84	0.85	6.37
D ₀ S	O	1.05	1.96	0.88	1.60	0.15	0.18	0.21	0.27
	5	0.46	1.2	0.32	0.34	0.06	0.07	0.10	0.12
	95	1.49	2.57	1.28	2.28	0.31	0.46	0.75	3.15
D1 PBK	O	1.00	2.07	0.89	1.63	0.11	0.13	0.18	0.23
	5	0.50	1.27	0.23	0.41	0.02	0.02	0.06	0.06
	95	1.58	2.88	1.38	2.51	0.77	6.00	0.71	2.34
D2 PBK	O	1.02	2.20	0.86	1.75	0.12	0.14	0.20	0.26
	5	0.44	1.14	0.28	0.58	0.02	0.02	0.06	0.06
	95	2.07	2.85	1.69	2.31	0.58	1.46	0.50	1.00
D3 PBK	O	0.98	2.00	0.83	1.56	0.11	0.12	0.17	0.32
	5	0.34	1.03	0.11	0.27	0.02	0.02	0.01	0.01
	95	1.50	2.87	1.40	2.62	0.85	8.35	0.82	5.28
D ₀ PBK	O	0.99	2.12	0.85	1.67	0.13	0.15	0.18	0.23
	5	0.45	1.27	0.34	0.45	0.05	0.05	0.10	0.11
	95	1.60	2.84	1.27	2.48	0.55	1.29	0.69	2.34

N: hasta sayısı, s: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, max: maksimum çap, min: minimum çap, k: kollapsibilite indeksi, d: distansibilite indeksi, IVC: inferior vena kava, IJV: internal juguler ven, D1: doktor 1, D2: doktor 2, D3: doktor 3, D₀: doktor ölçümlerinin ortalaması, O: ortanca, 5: 5. persentil, 95: 95. persentil

Çalışmamızda USG ile IJV maksimum ve minimum çap değerleri ölçüldü ve distansibilite ve kollapsibilite indekslerini hesaplandı. Bu sonuçlar, literatürde farklı çalışmalarda sıvı yanıtılığını değerlendirmede kullanılması önerilen IVC maksimum-minimum çap, distansibilite ve kollapsibilite değerleriyle karşılaştırıldı. [9, 38, 48, 49] Çalışmamızda, USG ölçümleri sonucunda IJV ve IVC maksimum-minimum çap değerleri, distansibilite ve kollapsibilite indeksleri arasında korelasyon saptanmadı. (Tablo 4.16.)

Tablo 4.16. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; Grup A - B ve Tüm Hastalar									
	Grup A (3 dk.)			Grup B (1 dk.)			Tüm hastalar		
	r	p	N	r	p	N	r	p	N
S min	0.364	0.096	22	0.033	0.883	22	0.164	0.287	44
S max	0.284	0.200	22	-0.046	0.840	22	0.137	0.377	44
S d	0.282	0.204	22	-0.368	0.092	22	0.242	0.114	44
S k	0.282	0.204	22	0.368	0.92	22	0.242	0.114	44
PBK min	0.232	0.299	22	0.050	0.826	22	0.133	0.388	44
PBK max	0.135	0.549	22	0.161	0.474	22	0.069	0.657	44
PBK d	0.277	0.212	22	0.318	0.149	22	0.265	0.083	44
PBK k	0.277	0.212	22	0.318	0.149	22	0.265	0.083	44

min: minimum çap, max: maksimum çap, d: distansibilite indeksi, k: kollapsibilite indeksi, S: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, N: hasta sayısı, p: anlamlılık, r: Spearman korelasyon katsayısı

Farklı pozisyonların, ölçümlerin korelasyonunu değiştirebileceğini düşünerek, hem supin hem de pasif bacak kaldırma manevrası sonrası ölçümler gerçekleştirildi. Pasif bacak kaldırma manevrası uygulanma şeklinin korelasyon üzerinde etkisi olup olmayacağını görmek için ise pasif bacak kaldırma manevrasını iki farklı grupta iki farklı şekilde uygulandı. Grup B’de PBK’yı güncel literatürde önerildiği üzere semirekümbent pozisyondan başlayarak 1 dakika süresince uygulandı [53]. Grup A’da ise daha eski çalışmalarda olduğu şekliyle supin pozisyondan başlayarak daha uzun süre (3 dakika) uygulandı [58]. Her iki grupta da, IJV ve IVC ölçümleri arasında hem supin hem de pasif bacak kaldırma sonrası korelasyon saptanmadı (Tablo 4.16.).

Pozisyona ek olarak vazopressör, vazodilatör ve diüretik kullanımı; plato basıncı, driving basınç, PEEP yüksekliği ve yatış nedenine göre de hastalar alt gruplara ayrıldı ve bu alt gruplarda IJV-IVC ölçümleri arasında korelasyon olup olmadığı araştırıldı.

	Vazopressör alanlar			Vazopressör almayanlar		
	r	p	N	r	p	N
S min	0.076	0.778	16	0.298	0.124	28
S max	0.166	0.538	16	0.217	0.268	28
S d	0.135	0.617	16	0.317	0.100	28
S k	0.135	0.617	16	0.317	0.100	28
PBK min	-0.054	0.841	16	0.300	0.121	28
PBK max	0.018	0.848	16	0.116	0.555	28
PBK d	-0.232	0.387	16	0.503	0.006	28
PBK k	-0.232	0.387	16	0.503	0.006	28

min: minimum çap, max: maksimum çap, d: distansibilite indeksi, k: kollapsibilite indeksi, S: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, N: hasta sayısı, p: anlamlılık, r: Spearman korelasyon katsayısı

Vazopressör almayan hasta grubunda, pasif bacak kaldırma sonrası, IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı orta düzeyde bir korelasyon olduğu saptandı. ($r:0.503$, $p:0.006$) Supin pozisyonda ise korelasyon saptanmadı. (Tablo 4.17.)

Vazopressör alan hasta grubunda supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrası IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon saptanmadı. (Tablo 4.17.)

	Vazodilatör alanlar			Vazodilatör almayanlar		
	r	p	N	r	p	N
S min	0.429	0.397	6	0.152	0.361	38
S max	0.657	0.156	6	0.090	0.589	38
S d	-0.086	0.872	6	0.257	0.119	38
S k	-0.086	0.872	6	0.257	0.119	38
PBK min	0.657	0.156	6	0.124	0.460	38
PBK max	0.543	0.266	6	0.057	0.732	38
PBK d	0.886	0.019	6	0.206	0.214	38
PBK k	0.886	0.019	6	0.206	0.214	38

min: minimum çap, max: maksimum çap, d: distansibilite indeksi, k: kollapsibilite indeksi, S: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, N: hasta sayısı, p: anlamlılık, r: Spearman korelasyon katsayısı

Vazodilatör alan hasta grubunda pasif bacak kaldırma sonrası IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı yüksek düzeyde bir korelasyon olduğu saptandı. ($r:0.886$, $p:0.019$) Bu hasta grubunda supin pozisyonda IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon mevcut değildi. (Tablo 4.18.)

Vazodilatör almayan hasta grubunda supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrası IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon saptanmadı. (Tablo 4.18.)

	Diüretik alanlar			Diüretik almayanlar		
	r	p	N	r	p	N
S min	-0.383	0.308	9	0.264	0.125	35
S max	-0.533	0.139	9	0.236	0.173	35
S d	0.767	0.016	9	0.117	0.502	35
S k	0.767	0.016	9	0.117	0.502	35
PBK min	-0.100	0.798	9	0.189	0.277	35
PBK max	-0.636	0.066	9	0.179	0.303	35
PBK d	-0.033	0.932	9	0.271	0.116	35
PBK k	-0.033	0.932	9	0.271	0.116	35

min: minimum çap, max: maksimum çap, d: distansibilite indeksi, k: kollapsibilite indeksi, S: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, N: hasta sayısı, p: anlamlılık, r: Spearman korelasyon katsayısı

Diüretik alan hasta grubunda supin pozisyonda IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı yüksek düzeyde bir korelasyon olduğu saptandı. (r:0.767, p:0.016) Bu hasta grubunda pasif bacak kaldırma sonrası IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon mevcut değildi. (Tablo 4.19.)

Diüretik almayan hasta grubunda supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrası IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon saptanmadı. (Tablo 4.19.)

Tablo 4.20. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; Plato Basıncı						
	Plato basıncı ≥ 20 cmH ₂ O			Plato basıncı < 20 cmH ₂ O		
	r	p	N	r	p	N
S min	0.308	0.214	18	0.075	0.740	22
S max	0.304	0.220	18	0.082	0.717	22
S d	0.042	0.868	18	0.238	0.287	22
S k	0.042	0.868	18	0.238	0.287	22
PBK min	0.277	0.266	18	-0.030	0.895	22
PBK max	0.416	0.086	18	-0.089	0.695	22
PBK d	0.156	0.537	18	0.169	0.453	22
PBK k	0.156	0.537	18	0.169	0.453	22

min: minimum çap, max: maksimum çap, d: distansibilite indeksi, k: kollapsibilite indeksi, S: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, cmH₂O: santimetre su, N: hasta sayısı, p: anlamlılık, r: Spearman korelasyon katsayısı

Tablo 4.21. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; Driving Basıncı						
	Driving basınç ≥ 15 cmH ₂ O			Driving basınç < 15 cmH ₂ O		
	r	p	N	r	p	N
S min	0.396	0.180	13	0.126	0.532	27
S max	0.245	0.420	13	0.145	0.470	27
S d	0.044	0.887	13	0.253	0.203	27
S k	0.044	0.887	13	0.253	0.203	27
PBK min	0.267	0.378	13	-0.062	0.758	27
PBK max	0.258	0.394	13	-0.003	0.989	27
PBK d	0.132	0.668	13	0.175	0.384	27
PBK k	0.132	0.668	13	0.175	0.384	27

min: minimum çap, max: maksimum çap, d: distansibilite indeksi, k: kollapsibilite indeksi, S: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, cmH₂O: santimetre su, N: hasta sayısı, p: anlamlılık, r: Spearman korelasyon katsayısı

Plato basıncı 20 cmH₂O ve üzerinde, driving basınç 15 cmH₂O ve üzerinde olan hasta gruplarında supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrası, IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon saptanmadı. (Tablo 4.20. ve Tablo 4.21.)

Plato basıncı 20 cmH₂O altında ve driving basınç 15 cmH₂O altında olan hasta gruplarında supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrası, IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon saptanmadı. (Tablo 4.20. ve Tablo 4.21.)

PEEP 5 cmH₂O ve altında olan hasta grubunda supin pozisyonda IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı orta düzeyde bir korelasyon olduğu saptandı. (r:0.450, p:0.028) Bu hasta grubunda pasif bacak kaldırma sonrası IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon mevcut değildi. (Tablo 4.22.)

PEEP 5 cmH₂O üzerinde olan hasta grubunda supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrası IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon saptanmadı. (Tablo 4.22.)

Tablo 4.22. IVC ve IJV Değerleri Arası Korelasyon; PEEP						
	PEEP>5 cmH ₂ O			PEEP≤5 cmH ₂ O		
	r	p	N	r	p	N
S min	-0.214	0.366	20	0.272	0.198	24
S max	-0.071	0.765	20	0.156	0.468	24
S d	-0.113	0.636	20	0.450	0.028	24
S k	-0.113	0.636	20	0.450	0.028	24
PBK min	-0.136	0.567	20	0.228	0.284	24
PBK max	0.080	0.738	20	-0.019	0.929	24
PBK d	0.024	0.920	20	0.394	0.057	24
PBK k	0.024	0.920	20	0.394	0.057	24

min: minimum çap, max: maksimum çap, d: distansibilite indeksi, k: kollapsibilite indeksi, S: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, cmH₂O: santimetre su, N: hasta sayısı, p: anlamlılık, r: Spearman korelasyon katsayısı, PEEP: pozitif ekspirasyon-sonu basınç

Dahili nedenlerle YBÜ'nde yatan hasta grubunda supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrası IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon saptanmadı. (Tablo 4.23.)

Cerrahi nedenlerle YBÜ'nde yatan hasta grubunda supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrası IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında korelasyon saptanmadı. (Tablo 4.23.)

Tablo 4.23. IVC ve IJV değerleri arası korelasyon: Yatış nedeni						
	Yatış nedeni dahili			Yatış nedeni cerrahi		
	r	p	N	r	p	N
S min	0.149	0.371	38	0.086	0.872	6
S max	0.142	0.396	38	-0.515	0.296	6
S d	0.230	0.165	38	0.429	0.397	6
S k	0.230	0.165	38	0.429	0.397	6
PBK min	0.193	0.245	38	-0.600	0.208	6
PBK max	0.064	0.701	38	-0.486	0.329	6
PBK d	0.309	0.059	38	-0.371	0.468	6
PBK k	0.309	0.059	38	-0.371	0.468	6

min: minimum çap, max: maksimum çap, d: distansibilite indeksi, k: kollapsibilite indeksi, S: supin, PBK: pasif bacak kaldırma sonrası, N: hasta sayısı, p: anlamlılık, r: Spearman korelasyon katsayısı

Tüm hasta grubunda; supin pozisyonda ortalama kalp hızı (KH) 99 (\pm 21) /dk, ortalama sistolik kan basıncı (SKB) 117 (\pm 23) mmHg ve ortalama diastolik kan basıncı 64 (\pm 13) mmHg iken, pasif bacak kaldırma sonrası ortalama KH 97 (\pm 22) /dk, ortalama SKB 118 (\pm 22) mmHg ve ortalama DKB 65 (\pm 14) mmHg olarak saptanmıştır. Supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrası ortalama KH, SKB ve DKB değerleri arasında Grup A ve B arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Tablo 4.24.).

Tablo 4.24. Kan Basıncı ve Kalp Hızı Değerleri								
	Tüm hastalar (N:44)		Grup A (3 dk.) (N:22)		Grup B (1 dk.) (N:22)		p	
	S Ort ±SD	PBK Ort ±SD	S Ort ±SD	PBK Ort ±SD	S Ort ±SD	PBK Ort ±SD	S Ort	PBK Ort
KH /dk	99±21	97±22	95±20	93±21	103±22	101±22	0.17	0.17
SKB mmHg	117±23	118±22	119±19	121±20	115±27	115±23	0.28	0.26
DKB mmHg	64±13	65±14	65±10	66±15	63±15	64±12	0.32	0.33
KH: kalp hızı, dk: dakika, mmHg: milimetre civa, SKB: sistolik kan basıncı, DKB: diyastolik kan basıncı, SD: standart deviation, N: hasta sayısı, ort: ortalama, S:supin, PBK: pasif bacak kaldırma, Ort:ortalama, p: anlamlılık								

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda IJV çap ölçümlerinin, distansibilite ve kollapsibilite indekslerinin IVC çap ölçümleri, distansibilite ve kollapsibilite indeksleri ile korele olmadığı sonucuna ulaştık. Ancak USG konusunda farklı tecrübeye sahip doktorların, IJV ve IVC maksimum ve minimum çap ölçümleri arasında orta-yüksek düzeyde korelasyon saptandı.

İntravasküler hacim durumunun ultrasonografik değerlendirilmesi, yatakbahında uygulanabilmesi ve kısa zamanda yapılabilmesi nedeniyle avantajlıdır. Ancak farklı kullanıcılar arasında veya aynı kullanıcının farklı zamanda yaptığı ölçümler arasında tutarlılık olup olmadığı tartışmalıdır.

Örneğin IVC ultrasonografisinde kullanıcılar arası ölçümlerin tutarlılığı; IVC anatomik yapısından, solunum hızı ve siklusundaki farklılıklardan veya diyafram hareketlerinden etkilenebilir. Hastayla ilgili bu faktörlerin yanı sıra ölçüm yapan kişinin tecrübesi ve kullanılan ölçüm metodu da bu bağlamda etkili olabilir [52].

2012 yılında yayınlanan bir çalışmada ön orta aksiller hat longitudinal düzlemde yapılan IVC ölçümlerinde, kullanıcılar arası tutarlılığın daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır [51]. Finnerty ve arkadaşları tarafından yapılan, 2017 yılında yayınlanan başka bir çalışmada ise subksifoid transabdominal uzun aksa yapılan IVC görüntülemelerinde kullanıcılar arası tutarlılığın, transabdominal kısa aks veya sağ lateral transabdominal koronal uzun aks ölçümlerine oranla daha yüksek olduğu gösterilmiştir [41].

Brennan ve arkadaşları tarafından sağ kalp kateterizasyonu yapılacak olan spontan soluyan hastalarda yapılan bir çalışmada ise; dört dahiliye asistanı, 4 saatlik didaktik ders ve eğitici eşliğinde 20 IVC USG uygulaması sonrasında, portatif USG kullanarak, subkostal yaklaşımla IVC çap ve kollapsibilitesini değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda asistanların IVC çap ve kollapsibilitesi ölçümlerinin, sağ atrial basıncını %71 oranında doğru olarak belirleyebildiği sonucuna ulaşılmıştır [72].

Bizim çalışmamızda IVC transabdominal subksifoid uzun aksa görüntülendi. B modda IVC'nın yeri belirlendikten sonra M modda ölçümler gerçekleştirildi. Farklı tecrübedeki doktorların maksimum ve minimum çap IVC ölçümleri arasında orta-yüksek düzeyde korelasyon saptandı. Bu sonuçlar transabdominal subksifoid uzun

aksta, M modda yapılan IVC çap ölçümlerinin fazla USG tecrübesi olmayan doktorlar tarafından da doğru olarak yapılabileceğini düşündürdü.

Çalışmamızda 2 hasta, IVC ultrasonografik olarak 3 doktor tarafından da görüntülenemediği için istatistiksel analize katılmadı. Diğer hastaların tümünde üç doktor da IVC'yı görüntüledi. Ultrasonografik olarak IJV ölçümünün gerçekleştirilemediği bir hasta olmadı.

Bizim çalışmamızda da olduğu gibi çeşitli durumlarda (obezite, eşlik eden bazı medikal durumlar) IVC'nın USG ile görüntülenmesi zor olabilmektedir. Bu durum intravasküler hacim değerlendirmesi için diğer damarların USG'sinin etkinliğini araştıran araştırmaların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

2013 yılında Kent ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışma buna bir örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada cerrahi yoğun bakımda yatan hastalarda subklavyen ven kollapsibilite indeksi USG kullanılarak belirlenmiş ve IVC kollapsibilite indeksi ile karşılaştırılmıştır. İki teknik arasında kabul edilebilir düzeyde korelasyon olduğu belirtilmiştir [73].

IJV, USG ile noninvaziv olarak kolayca değerlendirilebilen yüzeysel bir damardır [5]. Bu nedenle intravasküler durumu belirlemek için IJV ultrasonografisinin kullanımı daha hızlı ve pratik bir değerlendirme sağlayabilir.

Literatürde IJV'nin USG görüntülemesi ile CVP değerlendirmesi yapan çalışmalar mevcuttur. Siva ve arkadaşları tarafından santral venöz kateter ihtiyacı olan servis hastalarında yapılan bir çalışmada IJV ultrasonografisinin CVP'yi belirlemede başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır [11].

2009 yılında Keller ve arkadaşları tarafından 18 yaş üstü, spontan solunumu olan yoğun bakım hastalarında yapılan bir çalışmada da IJV ultrasonografisinin CVP'yi belirlemede başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu çalışmada, sağ ve sol IJV ölçümleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür [66].

Donahue ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği bir çalışmada ise periferden takılan santral venöz kateteri olan, spontan soluyan hastalarda, USG ile sağ IJV çap ölçümü yapılmıştır. CVP değeri 10 cm H₂O'dan düşük olan hastalarda ortalama IJV çapı 7mm, CVP değeri 10 cm H₂O'dan büyük olan hastalarda ortalama IJV çapı 12.5mm olarak saptanmıştır. Supin pozisyonda ve ekspiryum sonunda yapılan IJV çap ölçümlerin, CVP değerleri ile korelasyonunun daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Ayrıca yine bu çalışmada kullanıcılar arası IJV çap ölçümlerin varyasyonunun düşük olduğu gösterilmiştir [74].

Bizim çalışmamızda IJV krikotiroid membran seviyesinde, lineer prob kullanılarak görüntülendi. Görüntüleme, literatürde sağ ve sol IJV arasında anlamlı fark olmadığını belirten çalışmalar olması nedeniyle rastgele olarak bazı hastalarda sağ, bazı hastalarda sol IJV'den yapıldı [66]. 3 ayrı doktorun supin pozisyonda ve pasif bacak kaldırma sonrasında yaptıkları, IJV maksimum ve minimum çap ölçümleri arasında; Grup A, Grup B ve tüm hastalarda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde orta-yüksek düzeyde korelasyon saptandı. Bu sonuç IJV'in de IVC gibi kullanıcılar arası varyasyonunun düşük olduğunu ortaya koydu.

Literatürde hemodinamik durumu belirlemek için IJV solunumsal varyasyonunu değerlendiren çalışmalar da mevcuttur. 2012 yılında, Akıllı ve arkadaşları tarafından, evre 1 hemorajik şok bulgularını taklit etmesi nedeniyle, 450 ml kan bağışi yapan sağlıklı gönüllüler üzerinde IJV ultrasonografisi yapılmış ve juguler indeks değeri (maksimum çap – minimum çap / maksimum çap) hesaplanmıştır. Kan bağışi sonrası juguler indeks değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır [7].

2016 yılında yayınlanan, Nakamura ve arkadaşlarının 11 sağlıklı katılımcı ile gerçekleştirdiği çalışmada, USG görüntülerini analiz eden bir program yardımıyla supin pozisyonda sağ IJV kesit alanının kardiyak varyasyonu belirlenmiştir. Kardiyak outputta artış sağlamak için 1 dakikalık egzersiz programı uygulanmış ve sonrasında IJV kardiyak varyasyonu tekrar ölçülmüştür. Ardından dehidratasyon sağlamak için katılımcılar 20 dakikalık 80° sauna programına alınmış, tamamladıktan sonra IJV kardiyak varyasyonu son olarak bir kez daha ölçülmüştür. Kardiyak output artışının ve dehidratasyonun IJV kollaps indeksinde (IJV maksimum alan – IJV minimum alan / IJV maksimum alan) anlamlı olarak artışa neden olduğu görülmüştür [5].

Bu iki çalışmadaki bulgular, IJV solunumsal ve kardiyak varyasyonunun, intravasküler hacim durumunu belirlemede kullanılabilecek dinamik yöntemler arasına girebileceğini düşündürmektedir.

Biz çalışmamızda USG ile IJV maksimum ve minimum çap değerlerini ölçtük ve distansibilite ve kollapsibilite indekslerini hesapladık. Bu sonuçları, literatürde farklı çalışmalarda sıvı yanıtılığını değerlendirmede kullanılması önerilen IVC

maksimum-minimum çap, distansibilite ve kollapsibilite değerleriyle karşılaştırdık [9, 38, 48, 49]. Çalışmamızda, USG ölçümleri sonucunda IJV ve IVC maksimum-minimum çap değerleri, distansibilite ve kollapsibilite indeksleri arasında korelasyon saptanmadı.

Farklı pozisyonların, ölçümlerin korelasyonunu değiştirebileceğini düşünerek, hem supin hem de pasif bacak kaldırma manevrası sonrası ölçümleri gerçekleştirdik. Pasif bacak kaldırma manevrası uygulanma şeklinin korelasyon üzerinde etkisi olup olmayacağını görmek için ise pasif bacak kaldırma manevrasını iki farklı grupta iki farklı şekilde uyguladık. (Grup A – B) Her iki grupta da, IJV ve IVC ölçümleri arasında hem supin hem de pasif bacak kaldırma sonrası korelasyon saptanmadı.

Pozisyona ek olarak vazopressör, vazodilatör ve diüretik kullanımı; plato basıncı, driving basınç, PEEP yüksekliği ve yatış nedenine göre de hastalar alt gruplara ayrıldı ve bu alt gruplarda IJV-IVC ölçümleri arasında korelasyon olup olmadığı araştırıldı.

IJV ve IVC distansibilite ve kollapsibilite indeksleri arasında, supin pozisyonda, PEEP değeri 5 cmH₂O ve altında olan hastalarda orta düzeyde, diüretik kullanan hastalarda ise güçlü düzeyde korelasyon saptanırken, bu alt gruplar dışında supin pozisyonda korelasyon saptanmadı. Pasif bacak kaldırma sonrası IJV ve IVC distansibilite ve kollapsibilite indeksleri arasında vazopressör verilmeyen hasta grubunda orta düzeyde, vasodilatör verilen grupta ise yüksek düzeyde korelasyon saptandı. Pasif bacak kaldırma sonrasında diğer gruplarda korelasyon saptanmadı.

Bu bulgular sonucunda; düşük PEEP uygulandığında, pasif bacak kaldırma manevrasıyla oluşan veya diüretik kullanımına neden olan yüksek intravasküler hacim varlığında, vazodilatör kullanan veya vazopressör almayan hastalarda olduğu gibi vazokonstrüksiyon hali mevcut olmadığında; IJV ve IVC distansibilite ve kollapsibilite indekslerinin daha iyi korelasyon gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Vazokonstrüksiyonu olmayan, intravasküler hacmi yüksek olan ve düşük PEEP uygulanan mekanik ventilatöre bağlı hastalarda, sıvı yanıtılığının değerlendirilmesinde IVC yerine IJV solunumsal varyasyonu kullanılabilir. Diğer hasta gruplarında ise intravasküler hacim değerlendirmesinde IJV için distansibilite ve kollapsibilite indekslerinden farklı bir belirteç kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

Amerikan Ekokardiyografi Topluluğu'nun 2015 yılında yayınladığı bir kılavuzda, venodilatör kullanımında IVC'nın genelde dilate olduğu ve kollapsibilitesinin azaldığı belirtilmiş, venodilatör alan hastalarda IVC ultrasonografisinin sağ atrial basıncı öngörmede kullanılmaması önerilmiştir.[40] 1992 yılında yayınlanan bir çalışmada ise, nifedipin kullanımının inferior vena cava iç çapını düşük oranda azalttığı ve kollapsibilitesini belirgin olarak arttırdığı belirtilmektedir [75]. Ancak literatürde vazodilatör kullanımının IVC respiratuar varyasyon oranlarına etkisine yönelik kanıt düzeyi yüksek bir veri mevcut değildir. Bu nedenle bu hasta grubunda etkinliği tam olarak bilinmemektedir.

Bizim çalışmamızda vazodilatör alan hasta grubunda pasif bacak kaldırma sonrası IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı yüksek düzeyde bir korelasyon mevcuttu. Bu sonuç genel anestezi gibi vasküler rezistansın azaldığı durumlarda, IJV USG'sinin intravasküler hacim değerlendirmesi amacıyla IVC USG'si yerine kullanılabileceğini düşündürdü. İntraoperatif dönemde hastanın steril örtülerle örtülü olması, cerrahi işlemin batında uygulanıyor olması gibi nedenlerle IVC USG'si uygulanamayabilir. Bu gibi durumlarda hemodinamik monitörizasyon amaçlı IJV USG'si kullanımı mümkün olabilir.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları mevcuttur. Öncelikle IJV solunumsal varyasyon oranlarının sıvı yanıtılığını değerlendirmek konusundaki etkinliği, direk olarak atım hacmini gösteren transpulmoner termodilüsyon, nabız dalga analizi veya ekokardiyografi gibi bir yöntemle karşılaştırılmamıştır. IVC solunumsal varyasyonu ile arasındaki korelasyon düzeyine bakılarak hangi hasta gruplarında hemodinamik durum değerlendirilmesinde kullanılabileceğine yönelik değerlendirme yapılmıştır.

Hasta sayısının düşük olması; hasta popülasyonunun farklı komorbiditelere sahip olması bu çalışmanın diğer kısıtlılıklarındandır.

Literatürde IVC respiratuar varyasyon oranlarını değerlendiren çalışmaların arasında septik hasta grubunda gerçekleştirilen birçok çalışma mevcuttur [15]. 2016'da Zhao ve arkadaşları tarafından septik şok hastaları üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada inferior vena cava kollapsibilitesinin sıvı tedavisine yanıtı öngörebildiği sonucuna ulaşılmıştır [35]. 2004 yılında yayınlanan, Barbier ve arkadaşları tarafından

mekanik ventilasyon uygulanan septik hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada da yine IVC distansibilitesinin sıvı tedavisine yanıtı öngörebildiği sonucuna ulaşılmıştır [48].

Ancak septik hastalar sıvı yanıtılılığı konusunda diğer kritik hastalardan farklı olabilir. 2018 yılında yayınlanan septik hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada hastaların üçte ikisinin sıvı tedavisine yanıt verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Oysa literatürde kritik hastaların yalnızca %50'sinin sıvı yanıtılılığı olduğu belirtilmektedir. Bu fark sepsisin kardiyovasküler sistem üzerindeki etkilerinin sonucu olabilir [21].

Bizim çalışmamızda 44 hastanın 2'sinin yoğunbakım ünitesine yatış nedeni sepsisti. Ancak ölçüm sırasında hastanın sepsiste olup olmamasının, IVC ve IJV respiratuar varyasyon oranlarının korelasyonuna etkisi incelenmedi.

Bizim çalışmamızda kardiyovasküler sistem üzerine farklı şekilde etki eden ilaç kullanımları olan hastalar mevcuttur. Bu durum tüm hastalar üzerinde yapılan analizlerin doğruluğunun sorgulanmasına neden olmaktadır.

Hastaların plato basıncı, driving basınç ve PEEP değerleri değişkendir ve bu değerler intratorasik basıncı doğrudan etkilemesi nedeniyle IVC ve IJV çapındaki solunumsal varyasyonu etkileyebilir.

2017 yılında Folino ve arkadaşları tarafından spontantan solunumu olan hastalarda yapılan bir çalışmada, intratorasik basınç değişiminin IVC çapı respiratuar varyasyonu üzerine etkisi incelenmiştir. İntratorasik basınç ve solunum paterni değişimlerinin, IVC respiratuar varyasyonunu etkileyebileceği, bu nedenle elde edilen sonuçları yorumlarken dikkatli olunması gerektiği belirtilmiştir [76].

Mevcut çalışmamızda hastaların AÇİ izlemleri de farklılık göstermektedir. Hastaların yatışlarından itibaren ortanca AÇİ değerleri 3678ml iken, 95 persentil AÇİ değeri 34882ml'dir. USG değerlendirmesinin yapıldığı gün ortanca AÇİ değeri 248ml iken, 95 persentil AÇİ değeri 1119ml'dir. Özellikle yatış gününden itibaren toplam AÇİ değerleri arasında ciddi ölçüde farklılıklar mevcuttur.

Diüretik kullanım durumu da intravasküler hacim değerlendirmesine yönelik ölçümler yapılan bu gibi çalışmalarda, grup içindeki homojeniteyi azaltan faktörlerden biri olabilir. Çalışmamızda hastaların %20.5'i diüretik tedavisi almaktaydı. Diüretik alan hasta grubunda supin pozisyonda IVC ve IJV kollapsibilite ve distansibilite indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı yüksek düzeyde bir korelasyon olduğu saptandı.

IJV ultrasonografisinin intravasküler hacim ve sıvı yanıtılığının değerlendirilmesine yönelik, yukarıda tartışılan parametrelerin optimize edilebileceği daha homojen bir hasta grubunda daha fazla katılımcıyla gerçekleştirilecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Son olarak IJV'in çapı, ultrasonografi esnasında probun ağırlığına veya uygulayıcı tarafından basınç uygulanmasına bağlı olarak değişebilmektedir. Her ne kadar hassas bir şekilde ölçüm yapılmaya çalışılsa da bu duruma bağlı olarak IJV maksimum ve minimum çap ölçüm değerlerinin, gerçek değerlerini yansıtmadığı şüphelidir. Daha hassas ölçüm tekniklerinin geliştirilmesi, IJV'in intravasküler hacim durumu değerlendirmesindeki etkinliğini arttıracaktır.

6. SONUÇ

Kritik hastalarda IJV ve IVC solunumsal varyasyon oranları arasında rutin olarak veya farklı pozisyonlarda (supin, iki farklı pasif bacak kaldırma manevrası sonrası) korelasyon mevcut değildir. Ancak düşük PEEP uygulandığında, pasif bacak kaldırma manevrasıyla oluşan veya diüretik kullanımına neden olan yüksek intravasküler hacim varlığında, vazodilatör kullanan veya vazopressör almayan hastalarda olduğu gibi vazokonstrüksiyon hali mevcut olmadığında; IJV ve IVC distansibilite ve kollapsibilite indeksleri daha iyi korelasyon göstermektedir.

USG konusunda farklı tecrübeye sahip doktorların, yatakbaşı USG ile IJV ve IVC çap ölçümleri arasında yüksek düzeyde korelasyon mevcuttur. USG konusunda fazla tecrübesi olmayan asistan hekimler de temel bir eğitim aldıktan sonra intravasküler hacim durumunu ve sıvı yanıtılığını değerlendirmek için USG kullanabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Nakamura, K., et al., *Cardiac variation of inferior vena cava: new concept in the evaluation of intravascular blood volume*. Journal of Medical Ultrasonics, 2013. 40(3): p. 205-209.
2. Thiel, S.W., M.H. Kollef, and W. Isakow, *Non-invasive stroke volume measurement and passive leg raising predict volume responsiveness in medical ICU patients: an observational cohort study*. Critical Care, 2009. 13(4): p. R111.
3. Levitov, A. and P.E. Marik, *Echocardiographic assessment of preload responsiveness in critically ill patients*. Cardiology research and practice, 2011. 2012.
4. Marik, P.E., *Techniques for assessment of intravascular volume in critically ill patients*. Journal of intensive care medicine, 2009. 24(5): p. 329-337.
5. Nakamura, K., et al., *Cardiac variation of internal jugular vein for the evaluation of hemodynamics*. Ultrasound in medicine & biology, 2016. 42(8): p. 1764-1770.
6. Lamia, B., et al., *Echocardiographic prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneously breathing activity*. Intensive care medicine, 2007. 33(7): p. 1125-1132.
7. Akilli, N.B., et al., *A new parameter for the diagnosis of hemorrhagic shock: jugular index*. Journal of critical care, 2012. 27(5): p. 530. e13-530. e18.
8. Tavares, J., et al., *Global Ultrasound Check for the Critically Ill (GUCCI)—a new systematized protocol unifying point-of-care ultrasound in critically ill patients based on clinical presentation*. Open access emergency medicine: OAEM, 2019. 11: p. 133.
9. Levitov, A., et al., *Guidelines for the appropriate use of bedside general and cardiac ultrasonography in the evaluation of critically ill patients—part II: cardiac ultrasonography*. Critical care medicine, 2016. 44(6): p. 1206-1227.
10. Préau, S., et al., *Passive leg raising is predictive of fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with severe sepsis or acute pancreatitis*. Critical care medicine, 2010. 38(3): p. 819-825.
11. Siva, B., A. Hunt, and N. Boudville, *The sensitivity and specificity of ultrasound estimation of central venous pressure using the internal jugular vein*. Journal of critical care, 2012. 27(3): p. 315. e7-315. e11.
12. Aykaç, Z.Z. and Arslantaş, M.K., *Sıvı tedavisi ve yönetimi (II) Monitorizasyon ve sıvı yanıtılığının öngörülmesi*. GKDA Derg, 2018. 24(1): p. 1-10.
13. Saugel, B., J.-L. Vincent, and J.Y. Wagner, *Personalized hemodynamic management*. Current opinion in critical care, 2017. 23(4): p. 334-341.

14. Rivers, E., et al., *Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock*. New England Journal of Medicine, 2001. 345(19): p. 1368-1377.
15. Kalantari, K., et al., *Assessment of intravascular volume status and volume responsiveness in critically ill patients*. Kidney international, 2013. 83(6): p. 1017-1028.
16. Vincent, J.-L., et al., *Sepsis in European intensive care units: results of the SOAP study*. Critical care medicine, 2006. 34(2): p. 344-353.
17. National Heart, L. and B.I.A.R.D.S.C.T. Network, *Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury*. New England Journal of Medicine, 2006. 354(24): p. 2564-2575.
18. Vincent, J.-L., *Fluid management in the critically ill*. Kidney international, 2019.
19. Rhodes, A., et al., *Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016*. Intensive care medicine, 2017. 43(3): p. 304-377.
20. Hayakawa, K., *Aggressive fluid management in the critically ill: Pro*. Journal of intensive care, 2019. 7(1): p. 9.
21. Leisman, D.E., et al., *Predictors, prevalence, and outcomes of early crystalloid responsiveness among initially hypotensive patients with sepsis and septic shock*. Critical care medicine, 2018. 46(2): p. 189-198.
22. Liteplo, A., V. Noble, and P. Atkinson, *My patient has no blood pressure: point-of-care ultrasound in the hypotensive patient—FAST and RELIABLE*. Ultrasound, 2012. 20(1): p. 64-68.
23. Lichtenstein, D.A. and G.A. Meziere, *Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure*: the BLUE protocol*. Chest, 2008. 134(1): p. 117-125.
24. Lanctôt, J.-F., M. Valois, and Y. Beaulieu, *EGLS: Echo-guided life support*. Critical Ultrasound Journal, 2011. 3(3): p. 123.
25. Elmer, J. and V.E. Noble, *An evidence-based approach for integrating bedside ultrasound into routine practice in the assessment of undifferentiated shock*. ICU Director, 2010. 1(3): p. 163-174.
26. Jalil, B.A. and R. Cavallazzi, *Predicting fluid responsiveness: a review of literature and a guide for the clinician*. The American journal of emergency medicine, 2018. 36(11): p. 2093-2102.
27. Saugel, B., et al., *Physical examination, central venous pressure, and chest radiography for the prediction of transpulmonary thermodilution-derived hemodynamic parameters in critically ill patients: a prospective trial*. Journal of critical care, 2011. 26(4): p. 402-410.

28. Hanson, J., et al., *The reliability of the physical examination to guide fluid therapy in adults with severe falciparum malaria: an observational study*. Malaria journal, 2013. 12(1): p. 348.
29. Chakko, S., et al., *Clinical, radiographic, and hemodynamic correlations in chronic congestive heart failure: conflicting results may lead to inappropriate care*. The American journal of medicine, 1991. 90(3): p. 353-359.
30. Marik, P.E. and M. Baram, *Noninvasive hemodynamic monitoring in the intensive care unit*. Critical care clinics, 2007. 23(3): p. 383-400.
31. Butterworth, J.F., D.C. Mackey, and J.D. Wasnick, *Morgan and Mikhail's clinical anesthesiology*. 2018: McGraw-Hill Education.
32. Michard, F. and J.-L. Teboul, *Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence*. Chest, 2002. 121(6): p. 2000-2008.
33. Leeper, B., *Monitoring Right Ventricular Volumes A Paradigm Shift*. AACN Advanced Critical Care, 2003. 14(2): p. 208-219.
34. Reuter, D.A., et al., *Stroke volume variations for assessment of cardiac responsiveness to volume loading in mechanically ventilated patients after cardiac surgery*. Intensive Care Medicine, 2002. 28(4): p. 392-398.
35. Zhao, J. and G. Wang, *Inferior vena cava collapsibility index is a valuable and non-invasive index for elevated general heart end-diastolic volume index estimation in septic shock patients*. Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research, 2016. 22: p. 3843.
36. Ciozda, W., et al., *The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure*. Cardiovascular ultrasound, 2015. 14(1): p. 33.
37. Taniguchi, T., et al., *Impact of body size on inferior vena cava parameters for estimating right atrial pressure: a need for standardization?* Journal of the American Society of Echocardiography, 2015. 28(12): p. 1420-1427.
38. Brennan, J.M., et al., *Reappraisal of the use of inferior vena cava for estimating right atrial pressure*. Journal of the American Society of Echocardiography, 2007. 20(7): p. 857-861.
39. Patel, A.R., et al., *3D echocardiography to evaluate right atrial pressure in acutely decompensated heart failure: Correlation with invasive hemodynamics*. JACC: Cardiovascular Imaging, 2011. 4(9): p. 938-945.
40. Lang, R.M., et al., *Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging*. European Heart Journal-Cardiovascular Imaging, 2015. 16(3): p. 233-271.
41. Finnerty, N.M., et al., *Inferior vena cava measurement with ultrasound: what is the best view and best mode?* Western Journal of Emergency Medicine, 2017. 18(3): p. 496.

42. Styczynski, G., et al., *Dilated inferior vena cava in young adults with vasovagal syncope*. Archives of internal medicine, 2009. 169(17): p. 1633-1638.
43. Feissel, M., et al., *Respiratory changes in aortic blood velocity as an indicator of fluid responsiveness in ventilated patients with septic shock*. Chest, 2001. 119(3): p. 867-873.
44. Kelly, N., et al., *Clinician-performed ultrasound in hemodynamic and cardiac assessment: a synopsis of current indications and limitations*. European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 2015. 41(5): p. 469-480.
45. Orso, D., et al., *Accuracy of ultrasonographic measurements of inferior vena cava to determine fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis*. Journal of intensive care medicine, 2018: p. 0885066617752308.
46. Saritaş, A., et al., *Comparison of inferior vena cava collapsibility, distensibility, and delta indices at different positive pressure supports and prediction values of indices for intravascular volume status*. Turkish journal of medical sciences, 2019. 49(4): p. 1170-1178.
47. Feissel, M., et al., *The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy*. Intensive care medicine, 2004. 30(9): p. 1834-1837.
48. Barbier, C., et al., *Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients*. Intensive care medicine, 2004. 30(9): p. 1740-1746.
49. Corl, K.A., et al., *Inferior vena cava collapsibility detects fluid responsiveness among spontaneously breathing critically-ill patients*. Journal of critical care, 2017. 41: p. 130-137.
50. Yao, B., et al., *The value of the inferior vena cava area distensibility index and its diameter ratio for predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated patients*. Shock, 2019. 52(1): p. 37-42.
51. Saul, T., et al., *Inter-rater reliability of sonographic measurements of the inferior vena cava*. The Journal of emergency medicine, 2012. 42(5): p. 600-605.
52. Fields, J.M., et al., *The interrater reliability of inferior vena cava ultrasound by bedside clinician sonographers in emergency department patients*. Academic Emergency Medicine, 2011. 18(1): p. 98-101.
53. Monnet, X. and J.-L. Teboul, *Passive leg raising: five rules, not a drop of fluid!* 2015, BioMed Central.
54. Demirci, O.L., et al., *Comparing Pleth variability index (PVI) variation induced by passive leg raising and Trendelenburg position in healthy volunteers*. The American journal of emergency medicine, 2019.
55. Chopra, S., et al., *Precision and consistency of the passive leg raising maneuver for determining fluid responsiveness with bioreactance non-*

- invasive cardiac output monitoring in critically ill patients and healthy volunteers.* PloS one, 2019. 14(9).
56. Haliloglu, M., et al., *The value of internal jugular vein collapsibility index in sepsis.* Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery, 2017. 23(4): p. 294-300.
 57. Boulain, T., et al., *Changes in BP induced by passive leg raising predict response to fluid loading in critically ill patients.* Chest, 2002. 121(4): p. 1245-1252.
 58. Lafanechere, A., et al., *Changes in aortic blood flow induced by passive leg raising predict fluid responsiveness in critically ill patients.* Critical Care, 2006. 10(5): p. R132.
 59. Maizel, J., et al., *Diagnosis of central hypovolemia by using passive leg raising.* Intensive care medicine, 2007. 33(7): p. 1133-1138.
 60. Cecconi, M., B. Singer, and A. Rhodes, *The fluid challenge,* in *Annual Update in Intensive Care and Emergency Medicine 2011.* 2011, Springer. p. 332-339.
 61. Toscani, L., et al., *What is the impact of the fluid challenge technique on diagnosis of fluid responsiveness? A systematic review and meta-analysis.* Critical Care, 2017. 21(1): p. 207.
 62. Vincent, J.-L. and M.H. Weil, *Fluid challenge revisited.* Critical care medicine, 2006. 34(5): p. 1333-1337.
 63. Muller, L., et al., *An Increase in Aortic Blood Flow after an Infusion of 100 ml Colloid over 1 Minute Can Predict Fluid ResponsivenessThe Mini-fluid Challenge Study.* Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists, 2011. 115(3): p. 541-547.
 64. Simon, M.A., et al., *Bedside Ultrasound Assessment of Jugular Venous Compliance as a Potential Point-of-Care Method to Predict Acute Decompensated Heart Failure 30-Day Readmission.* Journal of the American Heart Association, 2018. 7(15): p. e008184.
 65. Parikh, R., et al., *Use of ultrasound-measured internal jugular vein collapsibility index to determine static intracardiac pressures in patients with presumed pulmonary hypertension.* Annals of intensive care, 2019. 9(1): p. 124.
 66. Keller, A.S., et al., *Diagnostic accuracy of a simple ultrasound measurement to estimate central venous pressure in spontaneously breathing, critically ill patients.* Journal of Hospital Medicine: An Official Publication of the Society of Hospital Medicine, 2009. 4(6): p. 350-355.
 67. Carpio, A.L.M. and J.I. Mora, *Ventilator Management,* in *StatPearls [Internet].* 2019, StatPearls Publishing.
 68. Sreedharan, J.K. and J.S. Alqahtani, *Driving pressure: Clinical applications and implications in the intensive care units.* Indian Journal of Respiratory Care, 2018. 7(2): p. 62.

69. Kelley, M.A., S. Manaker, and G. Finlay, *Predictive scoring systems in the intensive care unit*. UpToDate. Available at: URL: <http://www.uptodate.com/online/content/author.do>, 2012.
70. Ferreira, F.L., et al., *Serial evaluation of the SOFA score to predict outcome in critically ill patients*. *Jama*, 2001. 286(14): p. 1754-1758.
71. Knaus, W.A., et al., *APACHE II: a severity of disease classification system*. *Critical care medicine*, 1985. 13(10): p. 818-829.
72. Brennan, J.M., et al., *A comparison by medicine residents of physical examination versus hand-carried ultrasound for estimation of right atrial pressure*. *The American journal of cardiology*, 2007. 99(11): p. 1614-1616.
73. Kent, A., et al., *Sonographic evaluation of intravascular volume status in the surgical intensive care unit: a prospective comparison of subclavian vein and inferior vena cava collapsibility index*. *Journal of surgical research*, 2013. 184(1): p. 561-566.
74. Donahue, S.P., et al., *Correlation of sonographic measurements of the internal jugular vein with central venous pressure*. *The American journal of emergency medicine*, 2009. 27(7): p. 851-855.
75. Gullace, G., et al., *Echocardiographic evaluation of inferior vena cava wall motion and pulmonary flow velocity responses to sublingual nifedipine*. *Giornale italiano di cardiologia*, 1986. 16(4): p. 313-320.
76. Folino, A., et al., *Vena cava responsiveness to controlled isovolumetric respiratory efforts*. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2017. 36(10): p. 2113-2123.