



**T.C.SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANKARA ŞEHİR HASTANESİ**

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİğİ

**KORONER ARTER BAYPAS CERRAHİSİNDE STERNOTOMİ
SONRASINDA AKCİğER AÇMA MANEVRASI İLE SIVI
YANITLILIğININ DEğERLENDİRİLMESİ**

Dr. Meltem Sakman Yılmaz

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA/2024



**T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANKARA ŞEHİR HASTANESİ**

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

**KORONER ARTER BAYPAS CERRAHİSİNDE STERNOTOMİ
SONRASINDA AKCİĞER AÇMA MANEVRASI İLE SIVI
YANITLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Meltem Sakman Yılmaz

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ümit Karadeniz

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA/2024

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca derin bilgi birikimini ve deneyimlerini benimle paylaşan, beraber çalıştığımız her an kendimi çok şanslı hissettiğim, akademik hayatım için kendime örnek aldığım, tez çalışmamın her aşamasında emeği bulunan, ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, çok kıymetli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Ümit KARADENİZ’e ilk ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca her konuda bize yardımcı olduğu, bilgi ve deneyimlerini bizimle paylaştığı, eğitimimiz için büyük özveri ve destek gösterdiği için değerli hocam, emekli eğitim sorumlumuz sayın Prof. Dr. Nermin GÖĞÜŞ’e

Uzmanlık eğitimim süresince bana rehberlik eden, daima destek olan Ankara Şehir Hastanesi'ndeki başta Prof. Dr. Levent Öztürk olmak üzere birbirinden değerli tüm hocalarıma ve çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm değerli asistan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatıma ışık olan, başarılarımın kaynağı ve emektarları, her kahrımı, nazımı çeken beni bu günlere getiren çok değerli annem Arife ve babam Mehmet Tahir’e, sevgili ablalarım Şule, Mücahide, Sevgi’ye

Sevgisiyle her anımı güzelleştiren, zorlukları kolaylaştıran tıp fakültesi hayatımda ve asistanlık sürecinde de desteğini, anlayışını hep yanımda hissettiğim değerli eşim Uğur YILMAZ’a minnettarım.

Sonsuz teşekkürlerimle...

Dr. Meltem SAKMAN YILMAZ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	iv
TABLO DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
GRAFİK DİZİNİ.....	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. KORONER ARTER HASTALIĞI	3
2.1.1. Koroner Arter Hastalığı Patofizyolojisi.....	3
2.1.2. Koroner Arter Hastalığı Risk Faktörleri	3
2.1.3. Koroner Arter Hastalığı Tanı ve Tedavi	4
2.2. SIVI TEDAVİSİ	4
2.2.1. Liberal Sıvı Tedavisi	5
2.2.2. Restriktif Sıvı Tedavisi	5
2.2.3. Hedefe Yönelik Sıvı Tedavisi.....	6
2.3. SIVI YANITLILIĞI	6
2.3.1. Sıvı Yanıtlılığının Fizyolojisi ve Frank-Starling Eğrisi	7
2.3.2. Sıvı Yanıtlılığının Değerlendirilmesi	9
2.3.2.1. Statik Parametreler	9
2.3.2.2. Dinamik Parametreler.....	10
2.3.2.3. Fonksiyonel Hemodinamik Testler	13
2.4. KARDİYAK İNDEKS ÖLÇÜMÜ	16
2.4.1. İnvaziv Yöntemler	16
2.4.2. Yarı İnvaziv Yöntemler	17
2.4.3. Non-İnvaziv Yöntemler	20
2.5. AKCİĞER AÇMA MANEVRASI.....	22
2.5.1. Yöntem	23
2.5.2. Avantajları	24

2.5.3. Dezavantajları	25
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. İSTATİKSEL ANALİZ.....	29
3.1.1. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması	29
3.1.2. İstatiksel Yöntem.....	29
3.1.3. Power Analiz	30
4. BULGULAR.....	31
5. TARTIŞMA	42
6. SONUÇ	46
7. KAYNAKLAR	47
8. ÖZGEÇMİŞ	55
9. EKLER.....	56
EK-1. ETİK KURUL ONAM FORMU	56
EK-2. HASTALAR İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU	60

KISALTMALAR

ASA	: American Society of Anaesthesiology-Amerikan Anestezi Derneği
BİS	: Bispektral İndex
BSA	: Body Surface Area-Vücut Yüzey Alanı
CI	: Cardiac Index-Kardiyak İndeks
CO	: Cardiac Output-Kardiyak Output
CVP	: Central Venous Pressure-Santral Venöz Basınç
DAB	: Diastolik Arter Basıncı
EDV	: End-Diastolic Volume-Diyastol Sonu Hacmi
HR	: Heart Rate-Kalp Hızı
IBW	: Ideal Body Weight-İdeal Vücut Ağırlığı
KVC	: Kardiyovasküler Cerrahi
LRM	: Lung Recruitment Maneuver-Akciğer Açma Manevrası
MFC	: Mini Fluid Challenge-Mini Sıvı Yükleme
OAB	: Ortalama Arter Basıncı
PAOB	: Pulmoner Arter Oklüzyon Basıncı
PBKT	: Pasif Bacak Kaldırma Testi
PEEP	: Positive End-Expiratuar Pressure-Pozitif Expiratuar Sonu Basıncı
PPV	: Pulse Pressure Variatione-Nabız Basıncı Değişimi
SAB	: Sistolik Arter Basıncı
SVI	: Stroke Volume Index-Atım Hacmi İndeksi
SVV	: Stroke Volume Variatione-Atım Hacmi Değişimi
TV	: Tidal Volüm

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Statik Parametrelerin Etkinliği.....	9
Tablo 2. Dinamik Parametrelerin Sınıflandırılması	13
Tablo 3. Hastaların Demografik Özellikleri.....	32
Tablo 4. Hastaların Hemodinamik Parametreleri.....	34
Tablo 5. Sıvı Yanıtlı Hastalarda Korelasyon Analizi.....	39
Tablo 6. ROC Analizi.....	40



ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Frank–Starling Eğrisi ve Eğrinin Farklı Noktalarındaki Sarkomer Uzunlukları	7
Şekil 2. Frank – Starling Eğrisi Üzerinden Sıvı Dengesinin Yorumlanması. EDV: Diyastol Sonu Ventrikül hacmi (End-Diastolic volüme), EVLW: Ekstravasküler Akciğer Sıvısı (Extravascular lung water).....	8
Şekil 3. Pozitif Basıncılı Ventilasyonun Hemodinamiğe Etkisi	11
Şekil 4. Solunum Sırasında Arter Dalgasındaki Değişiklikler	11
Şekil 5. LİDCOplus Sistemi	19
Şekil 6. ProAQT/PulsioFlex Transdüser ve Monitör.....	20
Şekil 7. Dijital Fotopletismografi	21
Şekil 8. Torakal Biyoreaktans.....	22
Şekil 9. Araştırma Tasarım Şeması.....	27
Şekil 10. Sıvı Yanıtlı Hastaların Korelasyon Analizi	39
Şekil 11. ROC Analizi	41

GRAFİK DİZİNİ

Grafik 1. RM ve Sıvı Yükleme Sonrası Sıvı Cevaplı ve Sıvı Cevapsız Hastalarda SAB Değişimleri	35
Grafik 2. RM ve Sıvı Yükleme Sonrası Sıvı Cevaplı ve Sıvı Cevapsız Hastalarda DAB Değişimleri	36
Grafik 3. RM ve Sıvı Yükleme Sonrası Sıvı Cevaplı ve Sıvı Cevapsız Hastalarda OAB Değişimleri	36
Grafik 4. RM ve Sıvı Yükleme Sonrası Sıvı Cevaplı ve Sıvı Cevapsız Hastalarda HR Değişimleri	37
Grafik 5. RM ve Sıvı Yükleme Sonrası Sıvı Cevaplı ve Sıvı Cevapsız Hastalarda CI Değişimleri	38

ÖZET

Giriş ve Amaç: Perioperatif dönemde akılcı sıvı yönetimi ve hemodinamik stabilitenin sağlanması morbidite ve mortaliteyi azaltmak için kritik öneme sahiptir. Hipovolemi ve düşük kardiyak debi organ hipoperfüzyonu ve yetmezliği ile ilişkilendirilirken, hipervolemi ödem, artan kardiyak iş yükü ve endotelial hasar ile ilişkilidir. Optimum kalp debisini sürdürülmesinde sıvı tedavisi kalp cerrahisi için anestezi yönetiminin önemli bir parçasıdır. Sıvı yüklemesinin kalp debisinde artışa yol açıp açmayacağını belirlemek önemlidir. İntraoperatif akciğer koruyucu ventilasyon stratejisinin kullanılması (6 ml/ kg) daha iyi bir sonuçla ilişkilidir ve ameliyathanede standart uygulama olarak önerilmektedir. PPV ve SVV hesaplamaları mekanik ventilasyon tarafından üretilen intratorasik basınçtaki döngüsel değişikliklere dayanır. Toraksın açılmasıyla da ilişkili olan akciğerlerden torasik kardiyovasküler sisteme basınç iletimindeki herhangi bir değişiklik, sıvı yanıtının belirleyicileri olarak PPV ve SVV'nin doğruluğunu etkileyebilir. Düşük tidal volümler (<8 ml/kg), açık göğüs koşulları dinamik indeksler aracılığıyla cerrahi hastalarda sıvı yanıtının değerlendirilmesini sınırlar.

Açık göğüs sınırlamalarının üstesinden gelmek için pasif bacak kaldırma testi, expiryum sonu oklüzyon testi, akciğer açma manevrası gibi hemodinamik testler geliştirilmiştir. Recruitment manevrası (LRM) intratorasik basıncı artırır, önyük durumuna bağlı olarak CO ve arteriyel basınçta geçici bir düşüşe neden olur.

Elektif koroner arter baypas operasyonunda, sternotomi ve koruyucu akciğer ventilasyonu sonrasında dinamik indekslerin temel güvenilirliğinin fonksiyonel hemodinamik testlerin uygulanması ile artacağını varsayarak, 6 ml/ kg IBW ile ventile edilen hastalarda sternotomi sonrası, akciğer açma manevrasının sıvı yanıtılığını öngörme yeteneğini ve dinamik parametrelerin duyarlılığını ve özgüllüğünü ortaya koymayı hedefledik.

Gereç ve Yöntem: T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara Bilkent Şehir Hastanesi KVC Ameliyathanesinde elektif şartlarda, genel anestezi altında koroner arter baypas cerrahisi geçirecek ASA II-III erişkin 51 hasta çalışmaya dahil edildi. 1 hasta nabızı <40 olduğu için

çalışma dışı bırakıldı. Kalan 50 hastanın verileri değerlendirildi. Hastalar 1 Haziran 2023 ile 1 Ekim 2023 tarihleri arasında toplandı. Çalışma tek merkezli, prospektif, gözlemsel bir çalışma olarak tasarlandı.

Hastalara standart ASA monitörizasyonlarına ek olarak Bispektral İndex (BİS), NIRS ve ProAQT-Pulsioflex cihazı ile kalp debi ölçüm monitörizasyonu uygulandı. Ventilasyon modu ve ventilasyon parametreleri; tidal volüm (ideal vücut ağırlığına göre 6 ml/kg), solunum sayısı end-tidal CO₂ 30-40 mmHg aralığında olacak şekilde, inspirasyon/ekspirasyon oranı 1:2, pozitif end expiratuvar basınç (PEEP) 5 cm H₂O ve FiO₂: %50 olarak ayarlandı. Hastaya preoperatif yapılacak olan Allen testi sonrası non-dominant elin radial arter kateterizasyonu ve invaziv kan basıncı monitörizasyonu, sağ internal juguler vane 7 Fr. üç lümenli santral venöz kateterizasyonu ve santral venöz basınç (CVP) monitörizasyonu yapıldı.

Sternotomi sonrası, perikardiektomi öncesi, hemodinamik olarak stabil periyotta, kalp atım hızı (HR) (atım/dakika), santral venöz basınç (CVP) (mmHg), sistolik arteriyel kan basıncı (SAB) (mmHg), diyastolik arteriyel kan basıncı (DAB) (mmHg), ortalama arteriyel kan basıncı (OAB) (mmHg), atım hacmi indeksi (SVI), kardiyak indeks (CI), nabız basıncı değişimi (PPV), atım hacmi değişimi (SVV) parametreleri, 30 saniye süreyle 30 cmH₂O olarak anestezi cihazında ayarlanan LRM öncesi (T1RM), LRM sonrası (T2RM) ve 10 dakikada infüzyon pompası ile verilen 3ml/kg dengeli kristaloid solüsyonu öncesi (T3SY) ve sonrası (T4SY) olacak şekilde kaydedildi.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen 50 hastadan, sıvı verildikten sonra kardiyak indeksi %15 ve üzeri artan hastalar sıvı yanıtı (30 hasta, %74) ve diğerleri sıvı yanıtsız (20 hasta %26) olarak kabul edildi. LRM sonrası sıvı yanıtı ve sıvı yanıtsız hastalarda CI değerlerinde anlamlı düşme olmuş (2.5 L/dak'den 1.7 ye ve 2.7'den 2.2 ye, p: 0,033), OAB, SVI azalmış, SVV ve PPV artmıştır.

Sıvı yüklemesi sonrası CI sıvı cevaplı hastalarda 2.3'den 2.9'a, sıvı yanıtsız hastalarda 2.7'den 2.8'e yükselmiştir (p<0,001), OAP, SVI artmış, SVV ve PPV azalmıştır.

RM sonrası CI değerlerindeki değişim, $\Delta T1RM-T2RM$ % $((T1RM-T2RM)/T1RM*100)$ sıvı yanıtı hastalar için $31,7 \pm 13,8$ sıvı yanıtı olmayan hastalar için $20,7 \pm 8,3$ bulundu. Sıvı yanıtı hasta grubunda, CI ΔRM % ile CI ΔSY % arasında, $r=-0,467$ düzeyinde ve negatif yönde ilişki olduğu, bu ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0,05$) bulunmuştur.

LRM ile oluşan CI değişikliği kabul edilebilir derecede sıvı cevaplılığını öngörmektedir, CI ΔRM % için sensivite 73,3, spesifite 75,0, AUC: 0,743 bulunmuştur.

RM ve sıvı yükleme ile dinamik parametreler SVV ve PPV değişimlerinin sıvı cevaplılığını öngörmedikleri ortaya konmuştur.

Sonuç: Bu çalışmada, açık göğüs koşullarında, akciğer koruyucu ventilasyon stratejisi uygulanan hastalarda sıvı yanıtlılığının değerlendirilmesinde akciğer açma manevrasının kabul edilebilir derecede sıvı cevaplılığını öngördüğü sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sıvı yanıtlılığı, akciğer açma manevrası, açık göğüs, kardiyak indeks, koruyucu mekanik ventilasyon

ABSTRACT

Introduction and Aim: Rational fluid management and ensuring hemodynamic stability in the perioperative period are critical to reducing morbidity and mortality. Hypovolemia and low cardiac output are associated with organ hypoperfusion and failure, whereas hypervolemia is associated with edema, increased cardiac workload, and endothelial damage. Fluid therapy is an important part of anesthesia management for cardiac surgery in maintaining optimum cardiac output. It is important to determine whether fluid overload will result in an increase in cardiac output. The use of an intraoperative lung protective ventilation strategy (6 ml/kg) is associated with a better outcome and is recommended as standard practice in the operating room. PPV and SVV calculations are based on cyclic changes in intrathoracic pressure produced by mechanical ventilation. Any changes in pressure transmission from the lungs to the thoracic cardiovascular system, which are also associated with opening the thorax, may affect the accuracy of PPV and SVV as determinants of fluid responsiveness. Low tidal volumes (<8 ml/kg), open chest conditions limit the assessment of fluid responsiveness in surgical patients through dynamic indices.

Hemodynamic tests such as passive leg raising test, end-expiratory occlusion test, lung opening maneuver have been developed to overcome open chest limitations. The recruitment maneuver (LRM) increases intrathoracic pressure, causing a transient decrease in CO and arterial pressure depending on preload status.

Assuming that the basic reliability of dynamic indices after sternotomy and protective lung ventilation in elective coronary artery bypass surgery would be increased by the application of functional hemodynamic tests, we aimed to determine the sensitivity and specificity of dynamic parameters and the ability of lung recruitment maneuver to predict fluid responsiveness after sternotomy in patients ventilated with 6 ml/kg IBW.

Materials and Methods: 51 ASA II-III adult patients who will undergo elective coronary artery bypass surgery under general anesthesia at the Ankara Bilkent City Hospital, CVS Operating Room of the Republic of Turkey Ministry of Health were included in the study. 1 patient was excluded from the study because his pulse was <40.

The data of the remaining 50 patients were evaluated. The patients were collected between June 1, 2023 and October 1, 2023. The study was designed as a single-center, prospective, observational study.

In addition to standard ASA monitoring, patients were subjected to Bispectral Index (BIS), NIRS and cardiac output measurement monitoring with ProAQT-Pulsioflex device. Ventilation mode and ventilation parameters were adjusted as tidal volume (6 ml/kg according to ideal body weight), respiratory rate, end-tidal CO₂ between 30-40 mmHg, inspiration/expiration ratio as 1:2, positive end expiratory pressure (PEEP) as 5 cm H₂O and FiO₂ as 50%. After the Allen test to be performed preoperatively, radial artery catheterization and invasive blood pressure monitoring of the non-dominant hand, 7 Fr. triple lumen central venous catheterization of the right internal jugular vein and central venous pressure (CVP) monitoring were performed.

After sternotomy, before pericardiectomy, in the hemodynamically stable period, heart rate (HR) (beats/minute), central venous pressure (CVP) (mmHg), systolic arterial blood pressure (SAB) (mmHg), diastolic arterial blood pressure (DAB) (mmHg), mean arterial blood pressure (MAP) (mmHg), LV index (SVI), cardiac index (CI), pulse pressure change (PPV), stroke volume change (SVV) parameters were recorded before (T1RM), after (T2RM) the LRM set at 30 cmH₂O for 30 seconds in the mechanical ventilator, and before (T3SY) and after (T4SY) the 3ml/kg balanced crystalloid solution given by the infusion pump for 10 minutes.

Results: Among the 50 patients included in the study, patients whose cardiac index increased by 15% or more after fluid administration were considered fluid responsive (30 patients, 74%) and others were considered fluid unresponsive (20 patients, 26%). After LRM, there was a significant decrease in CI values in fluid responsive and fluid unresponsive patients (from 2.5 L/min to 1.7 and from 2.7 to 2.2, $p:0.033$), MAP, SVI decreased, SVV and PPV increased.

After fluid loading, CI increased from 2.3 to 2.9 in fluid responsive patients and from 2.7 to 2.8 in fluid unresponsive patients, $p<0.05$, OAP, SVI increased, SVV and PPV decreased.

The change in CI values after RM, $\Delta T1RM-T2RM$ % $((T1RM-T2RM)/T1RM*100)$, was found to be 31.7 ± 13.8 for fluid-responsive patients and 20.7 ± 8.3 for fluid-unresponsive patients. In the fluid-responsive patient group, a negative correlation was found between CI ΔRM % and CI ΔSY % at the level of $r=-0.467$, and these relationships were statistically significant ($p<0.05$).

The change in CI with LRM predicts acceptable fluid responsiveness, sensitivity for CI ΔRM % was 73.3, specificity was 75.0, and AUC was 0.743.

It has been shown that changes in RM and SY and dynamic parameters SVV and PPV do not predict fluid responsiveness.

Conclusion : In this study, it was concluded that the lung opening maneuver predicted acceptable fluid responsiveness in the evaluation of fluid responsiveness in patients undergoing lung protective ventilation strategy under open chest conditions.

Keywords: Fluid responsiveness, lung recruitment maneuver, open chest, cardiac index, protective mechanical ventilation

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Hasta sıvı durumunun değerlendirilmesi perioperatif bakımın önemli bir unsuru olarak kabul edilmektedir. Hedef, hastanın sıvı dengesini stabil tutmak, hipo- veya hipervolemi durumlarını ve bunların yol açabileceği perioperatif komplikasyonları önlemektir (1).

Sıvı tedavisi kardiyovasküler fizyolojiyle ilişkili karmaşık sonuçlar doğurabilir. Frank-Starling eğrisine göre, ventrikül sistolik fonksiyonuna bağlı olarak, sıvı verilmesi atım hacmi (Stroke Volume-SV) ve kardiyak debide (Cardiac Output-CO) belirgin bir artışa veya bazen ihmal edilebilir bir değişikliğe neden olabilir. Volüm artışı, artan kardiyak debi ve oksijen sunumuyla ilişkilendirilir. Ancak, volüm artışı aynı zamanda önemli hemodinamik parametrelerin olumsuz etkilerine, hemodilüsyon ve artan kardiyak dolum basınçları nedeniyle sıvı yüklenmesine yol açabilir. Bu nedenle, sirkülatuar şokun başlangıç fazı veya belirgin sıvı kaybı olmadıkça, sıvı tedavisinin ilk adımı sıvı yanıtılığını tahmin etmek olmalıdır(2). Bu amaç doğrultusunda uzun yıllar boyunca statik bir test olan CVP kullanılmıştır; ancak, yapılan araştırmalar sonucu SVP'nin geçerliliği azalmıştır. CVP gibi diğer statik parametreler olan pulmoner arter oklüzyon basıncı (PAOB) ve global diyastol sonu hacmi (Global End-Diastolic Volume- GEDV) de günümüzde sıvı yanıtılığını belirlemekten ziyade kardiyak önyükü değerlendirmek için kullanılmaktadır(3, 4). Statik indeksler geleneksel olarak intraoperatif hacim durumunu değerlendirmek için kullanılmıştır; ancak sıvı yanıtı hastaları ayırt etmek için yeterli güvenilirlikten yoksundurlar. Nabız basıncı değişimi (PPV) ve atım hacmi değişimi (SVV) gibi dinamik indeksler, çeşitli klinik durumlarda statik indekslerle karşılaştırıldığında sıvı yanıtının daha iyi göstergeleridir. Düşük tidal hacim (6 ml/kg IBW) ve yeterli ekspirasyon sonu pozitif basınç (PEEP) (5–10 cmH₂O) olarak tanımlanan akciğer koruyucu ventilasyon, perioperatif ortamda standart hale gelmiştir(5). İntraoperatif akciğer koruyucu ventilasyon stratejisinin kullanılması (6 ml/ kg IBW) daha iyi bir sonuçla ilişkilidir ve artık ameliyathanede standart uygulama olarak önerilmektedir. PPV ve SVV hesaplamaları mekanik ventilasyon tarafından üretilen intratorasik basınçtaki döngüsel değişikliklere dayanmaktadır. Bu nedenle toraksın açılmasıyla da

ilişkili olan akciğerlerden torasik kardiyovasküler sisteme basınç iletimindeki herhangi bir değişiklik, sıvı yanıtının belirleyicileri olarak PPV ve SVV'nin doğruluğunu etkileyebilir. Bu tür düşük tidal volümler ve açık göğüs cerrahi hastalarında dinamik indeksler aracılığıyla sıvı yanıtının değerlendirilmesini sınırlar. TV ve açık göğüs ile ilişkili PPV ve SVV sınırlamasının üstesinden gelmek için, venöz dönüşü ve sağ ventrikül ön yük bağımlılığını artırmayı amaçlayan fonksiyonel hemodinamik testler geliştirilmiştir(6). Bunların arasında ekspiryum sonu oklüzyon testi (EEOT), tidal volüm artırılması (VtC), akciğer açma manevrası (LRM), pasif bacak kaldırma testi(PBKT), mini sıvı yükleme (MFC) gibi testler bulunmaktadır(6, 7). Kollabe olmuş akciğeri yeniden açmak için kullanılan akciğer açma manevraları ve pozitif ekspirasyon sonu basıncı (PEEP) akciğer koruyucu ventilasyon stratejisinin temel bileşenleri olarak önerilmiştir. Hava yolu basınçlarında kasıtlı bir artış tarafından indüklenen transpulmoner basınçta geçici bir artışa atıfta bulunan LRM, bir intratorasik basınçta artış ve venöz dönüşte azalma, sol ventrikül diyastol sonu alanlarında ve SV'de azalmaya neden olur. SV'de PEEP ile indüklenen azalmanın derecesi, önceden var olan ön yük tepkisi ile ilişkilidir. Hipovolemik bir hastada LRM sırasında hemodinamik değişkenler daha belirgin şekilde azalırken, normal volüm durumunda bu değişiklikler önemli olmayacaktır. Bu nedenle, LRM, ameliyathanelerde akciğer koruyucu ventilasyon stratejilerinin bir parçası olarak kullanılırken, aynı zamanda hastanın volüm durumuna göre SV değerlendirmesi yaparak sıvı yanıtılığını öngörmeye de kullanılmaktadır(8, 9). Akciğer açma manevrası; 30 saniye boyunca 30 cmH₂O'luk sürekli pozitif hava yolu basıncı uygulaması ile yapılabilir(10). Yeni arteriyel dalga formu izleme cihazları hem PPV hem de SVV'nin sürekli olarak raporlanmasına izin vererek, atım bazında sol ventrikül atım hacmini tahmin eder. Ticari olarak temin edilebilen cihazlar arasında PiCCO (Pulsion Ltd), ProAQT-PulsioFlex, LiDCO (LiDCO Ltd), Vigileo (Edwards Lifesciences), MostCare, NICOM (Cheetah Medical) bulunur(9).

Bu bilgiler doğrultusunda elektif koroner arter baypas cerrahisi yapılacak hastalarda sternotomi sonrasında perikardiektomi öncesinde, koruyucu akciğer ventilasyonu uygulanan hastalarda dinamik indekslerin temel güvenilirliğinin fonksiyonel hemodinamik testlerin uygulanması ile artacağını varsayarak akciğer açma manevrasının sıvı yanıtılığını öngörme yeteneğini ve dinamik parametrelerin duyarlılığını ve özgüllüğünü ortaya koymayı hedefledik.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. KORONER ARTER HASTALIĞI

Koroner arter hastalığı hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde en yaygın sağlık sorunlarından biri olup hem hastalık oranını hem de ölüm oranını önemli ölçüde etkiler. Koroner arter hastalığı (KAH), koroner arterlerde aterosklerotik plakların birikmesi sonucu miyokarda yeterince kan gitmemesiyle meydana gelen bir hastalıktır (11).

2.1.1. Koroner Arter Hastalığı Patofizyolojisi

Koroner arter hastalığının patofizyolojisini tanımlayan temel özellik, aterosklerotik plakların sürecidir. Zamanla, aterosklerotik plaklar büyüyebilir veya endotele daha fazla zarar verilmezse stabil hale gelebilir. Stabil hale geldiğinde lezyon zamanla kalsifiye olabilir. Ancak plak büyüdükçe veya darlık şiddeti arttıkça, kalp kasına yeterli kan akımı sağlanamayabilir, bu da anjina semptomlarına yol açar. Bu semptomlar, kalp kasının oksijen ihtiyacı azaldığında, dinlenme sırasında azalır. Bir lezyonun istirahat halinde anjinaya neden olması için en az %90 daralma göstermesi gerekir. Ayrıca, bazı plaklar çatlayabilir ve doku faktörünün açığa çıkmasına neden olabilir, bu da tromboz riski taşır. Bu tromboz, arterin subtotal veya total tıkanmasına yol açabilir ve buna bağlı olarak kararsız anjina, NSTEMI veya STEMI gibi akut koroner sendromlar gelişebilir(12).

2.1.2. Koroner Arter Hastalığı Risk Faktörleri

KAH onlarca yılı kapsayan doğal bir geçmişe sahip kronik bir hastalıktır. Bu sebeple birçok risk faktörü belirlenmiştir. Tedavinin amacı, hastanın yaşam süresini uzatmak ve genel sağlık durumunu iyileştirmektir; tedaviye sağlanan faydalar ise genellikle hastanın başlangıçtaki risk düzeyi ile orantılıdır(13). Risk faktörleri arasında stres, sigara kullanımı, hareketsizlik, ileri yaş, erkek olmak, ailede hastalık öyküsü, dislipidemi, diyabetes mellitus ve kronik böbrek hastalığı bulunur(12, 13).

2.1.3. Koroner Arter Hastalığı Tanı ve Tedavi

Koroner arter hastalığını değerlendirmek için EKG, ekokardiyografi, göğüs röntgeni, stres testi, kardiyak kateterizasyon ve kan testleri gibi çeşitli yöntemler kullanılır(12).

Gelişmiş ülkelerde, koroner arter hastalığının önlenmesi ve tedavisindeki ilerlemelerle birlikte, hastalığın yaygınlığı ve morbiditesi azalmaya başlamıştır. Koroner arter hastalığının profilaksisi, antitrombotik, lipid düşürücü ve anti-inflamatuar tedavileri kapsar. Kısa süreli tedavi, geri döndürülebilir etkileri olan güçlü antitrombotik ilaçları içerirken, uzun vadeli tedavi plak stabilizasyonu ve gerilemesine odaklanır(14, 15).

Koroner arter hastalığının tedavisinde kullanılan önemli yöntemlerden biri de koroner arter baypas greft (KABG) cerrahisidir(11, 16). KABG, özellikle üç damar hastalığı veya sol ana koroner arter hastalığı gibi çoklu damar tutulumlu koroner arter hastalıklarında "altın standart" tedavi olarak kabul edilmektedir. Bu cerrahi müdahale sırasında, kardiyopulmoner baypas gibi çeşitli teknikler uygulanabilir. KABG ile Perkütan Koroner Girişim (PKG) karşılaştırmasını yapan birçok çalışma (ASCERT, FREEDOM ve SYNTAX gibi), KABG'nin uzun vadeli sağkalım açısından PKG'ye kıyasla daha üstün olduğunu göstermiştir(17).

2.2. SIVI TEDAVİSİ

İntravasküler hacmin korunması ve buna bağlı olarak hemodinamik dengenin sağlanması, postoperatif morbidite ve mortaliteyi etkileyen önemli faktörlerden biridir. Bu durum, ameliyat sonrası komplikasyonları ve ölüm oranlarını azaltmada kritik bir rol oynar. İntravasküler volümün stabil tutulması, hastanın genel iyileşme sürecinde büyük öneme sahiptir.

Sıvı yönetimi, hastanın mevcut durumu, sahip olduğu hastalıklar ve dolaşım şoku olup olmadığı gibi faktörler göz önünde bulundurularak planlanmalıdır. Amaç,

hastanın ihtiyaçlarına uygun şekilde yeterli volüm artışı sağlamak, bu sayede kalp debisini artırarak organ perfüzyonunu desteklemektir(2).

Sıvı tedavisi liberal, restriktif ve hedefe yönelik tedavi yaklaşımları olmak üzere 3'e ayrılır.

2.2.1. Liberal Sıvı Tedavisi

Liberal sıvı tedavisi, hastaya cerrahi müdahale sırasında veya sonrasında nispeten yüksek miktarda sıvı verilmesini ifade eder. Bu yaklaşım, intravasküler hacmi artırarak organ perfüzyonunu iyileştirmeyi ve hipotansiyon gibi komplikasyonları önlemeyi amaçlar.

Ciddi hipovolemi ile koruyucu nörohumoral refleksler stimüle olması, cerrahiye stres yanıtın inflamatuvar ve antidiüretik etkilerini şiddetlendirir. Daha derin hipovolemide ise CO ve oksijen sunumu bozulur. Yetersiz intravenöz sıvı tedavisinde laktik asidoz, akut böbrek yetmezliği, çoklu organ yetmezliği gibi yaşamı tehdit eden sonuçlar oluşmaktadır(18). Özellikle gününbirlik cerrahi hastalarında, liberal sıvı tedavisinin, postoperatif ağrı, baş dönmesi ve bulantı-kusma gibi şikayetleri hafiflettiği gösterilmiştir(19).

2.2.2. Restriktif Sıvı Tedavisi

Restriktif sıvı tedavisi, hastaya verilen sıvı miktarının sınırlı ve kontrollü tutulduğu bir tedavi yaklaşımıdır. Bu yöntemde, gereksiz sıvı yüklemesinden kaçınılarak, hastaya yalnızca ihtiyacı kadar sıvı verilir.

Restriktif sıvı tedavisinin amacı, hastaların hipovolemi yaşamadan, aldıkları ve kaybettikleri sıvı miktarını dengelemektir. Bu tedavi yaklaşımı, sıvı dengesini koruyarak aşırı sıvı yüklenmesini önlemeyi hedefler. Kısıtlı perioperatif intravenöz sıvı tedavisi, postoperatif dönemde pulmoner fonksiyonlarda iyileşme, cerrahi sonrası egzersiz kapasitesinde artış, hastanede kalış süresinin kısalması ve morbidite ile mortalitede azalma sağladığı kanıtlanmıştır(18).

2.2.3. Hedefe Yönelik Sıvı Tedavisi

Hedefe yönelik sıvı tedavisi (HYST), yeterli doku oksijenasyonunu sağlamak için gerekli hemodinamik hedeflere ulaşmak amacıyla inotropik destek, sıvı ve/veya kan ürünlerini kullanmayı ifade eder. HYST, sürekli kalp debisi ölçümüne dayanan minimal invaziv yöntemlerle uygulanarak daha yaygın hale gelmiş ve perioperatif mortalite ile morbiditeyi önlemede etkili bir strateji olarak kanıtlanmıştır(20).

Liberal sıvı tedavisi uygulandığında sıvı yükünün artması, bağırsak motilitesinin bozulması, pulmoner komplikasyonların artışı ve hastanede kalış süresinin uzaması gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Öte yandan, restriktif sıvı tedavisi ise metabolik asidoz, organ perfüzyonunda bozulma ve böbrek fonksiyonlarının kötüleşmesi gibi problemlerle ilişkilidir(21).

HYST, tüm hastalar için önerilmekle birlikte, özellikle cerrahi riski yüksek ve komorbiditeleri nedeniyle daha fazla risk taşıyan hastalar için daha yoğun bir şekilde tavsiye edilmektedir(22).

2.3. SIVI YANITLILIĞI

Sıvı yanıtıllığı, sıvı verildikten sonra önyükteki artışa bağlı olarak kalp debisi veya atım hacminde belirgin bir artışın meydana gelmesidir. Volüm uygulaması sonucunda yalnızca hastaların yarısında kalp debisinde artış gözlemlendiği için, sıvı yanıtıllığı kavramı giderek daha önemli hale gelmiştir(23).

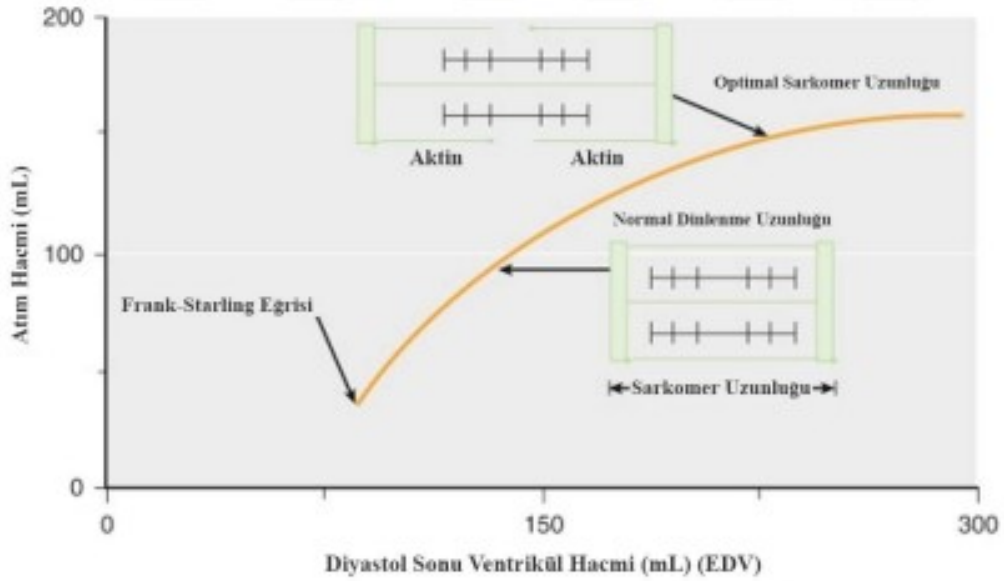
Sıvı yanıtıllığı terimi, hangi hastaların sıvı yüklemesinden yararlanabileceğini ve hangi hastaların bu yüklemeden fayda sağlamayacağını, hatta zararlı etkiler görebileceğini belirlemeye yardımcı olur. Bu kavram, sıvı tedavisinin etkinliğini ve güvenliğini değerlendirmede kritik bir rol oynar(24).

İntravenöz 250-500 ml kristaloid sıvı verildikten sonra kalp debisi veya atım hacminde %10-15'ten fazla bir artış ya da kardiyak indekste %15'ten fazla bir artış gözlemlendiğinde, bu durum sıvı yanıtıllığı olarak değerlendirilir(23, 25)

2.3.1. Sıvı Yanıtlılığının Fizyolojisi ve Frank-Starling Eğrisi

Frank-Starling Yasası, kalp kasının uzama ve kontraksiyon gücü arasındaki ilişkiyi açıklar. Bu yasa, kalp kası liflerinin gerilmesiyle birlikte kalp kasının kuvvetli kasılacağını belirtir. Yani, kalp kası ne kadar fazla gerilirse, kasılma gücü de o kadar artar.

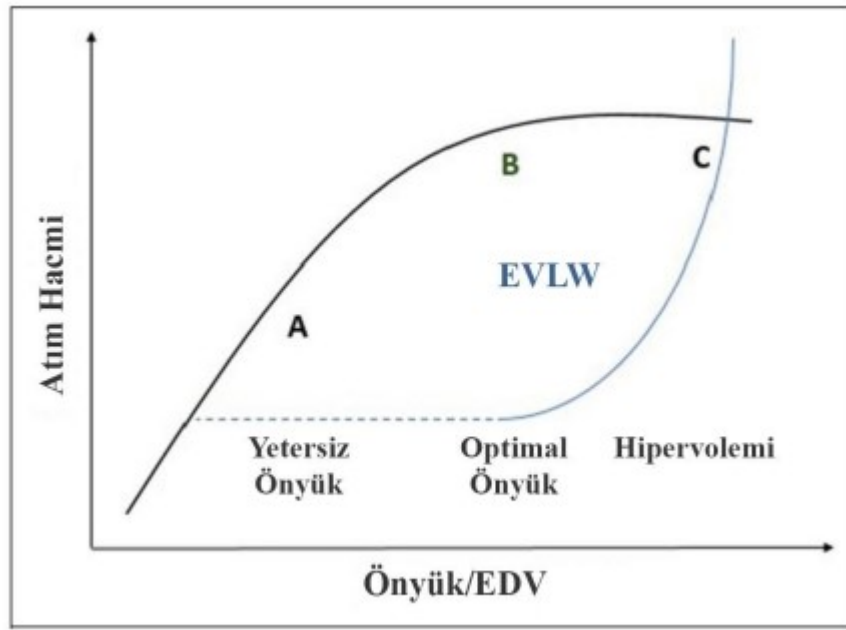
Başka bir deyişle, kalbe giren kan miktarı (preload) arttıkça, kalp kasının kasılma gücü artar ve dolayısıyla kalp debisi de artar. Ancak bu ilişki belli bir noktaya kadar geçerlidir. Aşırı gerilme, kalp kasının verimini azaltabilir. Optimal seviyeyi aştığınızda, kalbin diyastol sonu hacmi artmaya devam etse bile, atım hacminde buna bağlı bir artış görülmeyecektir. Bu durum, bozulan sarkomer yapısının neden olduğu kontraktilite kaybı nedeniyle atım hacminde bir azalma eğiliminin ortaya çıkmasına yol açar(26, 27)(Şekil 1).



Şekil 1. Frank–Starling Eğrisi ve Eğrinin Farklı Noktalarındaki Sarkomer Uzunlukları.
(Lena, 2015 (28)’ten Uyarlanmıştır)

Bu bilgiler ışığında, hastalarda üç ana önyük durumu tanımlanabilir:

1. Eğrinin sol kısmında bulunan hastalar önyük bağımlı olarak bilinir ve bu hastalar, önyük artışına büyük bir atım hacmi artışı ile yanıt verirler (şekil2-A bölgesi).
2. Eğrinin ortasında yer alan hastalar, önyük ve atım hacmi arasındaki ilişki açısından ideal durumu temsil ederler (şekil2-B bölgesi).
3. Eğrinin sağ düz kısmında bulunan hastalar önyük bağımsız olarak değerlendirilir ve bu noktadan itibaren önyük artışı atım hacminde (SV) herhangi bir artışa yol açmaz (şekil2-C bölgesi).



Şekil 2. Frank – Starling Eğrisi Üzerinden Sıvı Dengesinin Yorumlanması. EDV: Diyastol Sonu Ventrikül hacmi (End-Diastolic volüme), EVLW: Ekstravasküler Akciğer Sıvısı (Extravascular lung water). (Jaffee, 2018 (29)’den uyarlanmıştır)

Bir hastanın sıvı yanıtı olarak kabul edilebilmesi için her iki ventrikülün de Frank-Starling eğrisinin artan bölgesinde bulunması gerekir. Literatür çalışmalarına göre, hemodinamik durumu stabil olmayan hastaların yalnızca %50'sinde sıvı verilmesine yanıt olarak atım hacminde artış gözlemlenmiştir. Diğer hastalarda ise fazla sıvı verilmesinin ölümcül sonuçlara yol açabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, sıvı tedavisi uygulamadan önce hastaların sıvı yanıtılık durumları dikkatlice değerlendirilmelidir (30).

2.3.2. Sıvı Yanıtlılığının Değerlendirilmesi

Sıvı yanıtlılığının değerlendirilmesinde kullanılan parametreler statik ve dinamik olarak ikiye ayrılır(4). Bu parametreleri değerlendirmek amacıyla fonksiyonel hemodinamik testler yapılmaktadır.

2.3.2.1. Statik Parametreler

Statik yöntemler genellikle önyük ölçümünde kullanılmak üzere uygun görülse de uzun yıllar boyunca yoğun bakım ünitelerinde ve ameliyathanelerde kritik hastalarda sıvı yanıtlılığını tahmin etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak, güncel araştırmalar, bu yöntemlerin sıvı yanıtlılığını öngörmeye bazı sınırlamalara sahip olduğunu ve güvenilirliklerinin düşük seviyelerde kaldığını ortaya koymuştur.

- CVP (3, 31, 32)
- Pulmoner arter oklüzyon basıncı (PAOB) (3, 4, 33)
- Global diyastol sonu hacim indeksi (GEDVI) (4, 33, 34)

Tablo 1. Statik Parametrelerin Etkinliği

PARAMETRE	ETKİNLİK (%)	CUT-OFF	DUYARLILIK (%)	ÖZGÜLLÜK (%)	KAYNAK
CVP	58	8 mmHg	62	54	Osman, 2007(3)
PAOB	63	11 mmHg	77	51	Osman, 2007(3)
GEDVI	73	732 ml/m2	70	70	Mutoh, 2009(35)

Geçmişte, sıvı yanıtlılığını değerlendirmek için statik yöntemler yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak 2000'li yıllarda yapılan çeşitli etkinlik değerlendirme çalışmaları, bu yöntemlerin en iyi koşullarda bile %75'in altında bir etkinlik düzeyine sahip olduğunu göstermiştir. Özellikle SVP için bu oran %60'ın altına düşmüştür. ROC (Receiver Operator Characteristics) eğrisi altında kalan alan kullanılarak yapılan bazı

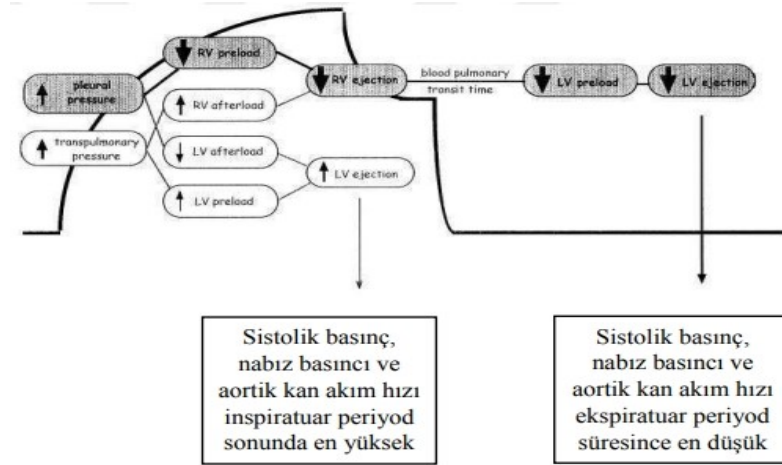
çalışmalarda, bu yöntemlerin etkinlik, duyarlılık ve özgülük değerleri değerlendirilmiştir; elde edilen sonuçlar Tablo 1'de sunulmaktadır (3).

2.3.2.2. Dinamik Parametreler

Statik yöntemler sıvı yanıtlılığını tahmin etmede yetersiz olduğu için dinamik parametreler geliştirilmiştir(36).

Pozitif basınçlı ventilasyonda sıvı yanıtlılığını değerlendirmek için kullanılan testlerin çoğu, kalp-akciğer ilişkisine dayalı olarak geliştirilmiştir. Mekanik ventilasyon ve solunum döngüsü, sağ ve sol ventriküllerin (RV ve LV) dolumlarını etkileyen temel fizyolojik faktörlerdir. Özellikle, mekanik ventilasyon döngüsü sırasında oluşan SV ve ilişkili hemodinamik parametrelerdeki değişiklik ne kadar belirginse, hastanın sıvı yanıtlılığı da o kadar yüksek olur(37).

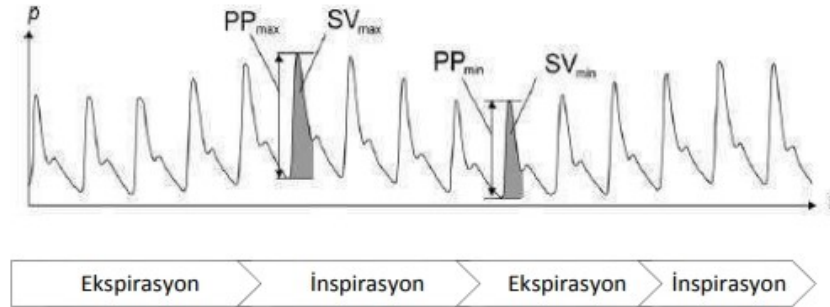
Aralıklı pozitif basınçlı ventilasyon, RV ve LV dolumlarında bazı döngüsel değişikliklere yol açar. Havayoluna uygulanan pozitif basınç, önce alveoler basınçta (P_{alv}) bir artışa neden olur. Bu artış, transpulmoner basıncın ($P_{tp} = P_{alv} - P_{pl}$) yükselmesine sebep olur. Alveollerde basınç değişikliğinin oluşması için gereken transtorasik basınç ($P_{tt} = P_{pl} - P_{atm}$) da plevral basıncın (P_{pl}) artmasıyla yükselir. Bu süreçlerin sonucunda, P_{pl} artışı RV önyükünü azaltırken, P_{tp} artışı RV artyükünü artırır. RV önyükünün azalması ve RV artyükünün artmasıyla RV atım hacmi, inspirasyonun sonunda en düşük seviyesine ulaşır. Bu atım hacmindeki azalmada en önemli rol, venöz dönüşün inspirasyon sırasında engellenmesidir. RV atım hacminin azalması, iki-üç kalp atım fazı sonrasında LV dolumunda da bir düşüşe neden olur. Bu gecikme, kanın akciğerlerden geçiş süresinin uzunluğundan kaynaklanır. Hatta bu dönemde, LV atım hacmi başlangıçta artar gibi görünebilir. Ancak, devam eden LV önyükünün azalması, ekspiryumun sonunda LV atım hacminde bir düşüşe sonuçlanacaktır(38–40)(şekil 3).



Şekil 3. Pozitif Basıncılı Ventilasyonun Hemodinamiğe Etkisi

Michard, 2000(39)'den uyarlanmıştır.

Pozitif basınçlı ventilasyon sırasında solunum döngüsüne bağlı olarak meydana gelen SV ve ilgili hemodinamik parametrelerdeki değişiklikler, çoğu dinamik testin temelini oluşturan bu fizyolojik ilişkiye dayanmaktadır(41)(Şekil 4).



Şekil 4. Solunum Sırasında Arter Dalgasındaki Değişiklikler

Döngüdeki en yüksek ve en düşük nabız basıncı (Pulse Pressure) değerleri PPmax ve PPmin olarak adlandırılırken, döngüde ölçülen en büyük ve en küçük SV değerleri SVmax ve SVmin olarak tanımlanır. (Hofer, 2011(41)'den uyarlanmıştır.)

Atım Hacmi Değişimi-Stroke Volüm Variatione (SVV)

Kalbin her atımında pompalanan kan hacmindeki değişiklikleri ölçen hemodinamik bir parametredir. Özellikle mekanik ventilasyon altındaki hastalarda sıvı

tedavisine yanıtı değerlendirmek için kullanılır. SVV değerinin %10-13'ün üzerinde olması hastaların sıvı tedavisine olumlu yanıt vereceğini gösterir. İnvaziv kan basıncı takibi sırasında ölçülür(42).

$SVV(\%) = \frac{SV_{max} - SV_{min}}{SV_{mean}} \times 100$ formülü ile hesaplanır(42).

Nabız Basıncı Değişimi-Pulse Pressure Variatione (PPV)

Solunum döngüsü sırasında arteriyel nabız basıncındaki değişiklikleri ölçer. Mekanik ventilasyon altındaki hastalarda sıvı yanıtını değerlendirmek için kullanılır. PPV değeri %13'ten büyükse eğer sıvı tedavisine yanıt verme olasılığı yüksektir. Mekanik ventilasyon sırasında toraks içi basınç değişimi, venöz dönüş ve atım hacmini etkileyerek nabız basıncında dalgalanmalara sebep olur. Bu dalgalanmalar hastanın sıvı yüklemesi ile nasıl yanıt vereceği hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Son yıllarda yapılan çalışmalara göre özellikle düşük tidal volümle ventile edilen hastalarda sıvı yanıtını öngörmede başarılıdır(43, 44).

$PPV(\%) = \frac{PP_{max} - PP_{min}}{PP_{mean}} \times 100$ formülü ile hesaplanır(43).

Son yıllarda yapılan çalışmalarla birçok dinamik parametre tanımlanmış ve klinik uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu dinamik parametreler, ilk olarak Cavallaro ve ekibi tarafından geniş bir grupta sistemi ile düzenlenmiştir. Ardından, Sanchez ve ekibinin yayınladığı bir makalede bu grupta güncellenmiş ve dinamik parametreler üç ana grupta toplanmıştır(4, 45)(Tablo2).

- **Grup 1:** Mekanik ventilasyonun etkisiyle solunum döngüsünde meydana gelen SV ve ilgili hemodinamik parametrelerin varyasyonlarını değerlendiren yöntemler
- **Grup 2:** Mekanik ventilasyonun etkisiyle solunum döngüsünde oluşan, SV ve ilgili hemodinamik parametrelerin dışında kalan diğer parametreleri değerlendiren yöntemler.
- **Grup 3:** Mekanik ventilasyonun etkisinden bağımsız olarak, önyükün yeniden dağılım manevralarına dayanan yöntemler.

Tablo 2. Dinamik Parametrelerin Sınıflandırılması

Yöntem	Kesme Değer	Duyarlılık	Özgüllük
Grup 1			
PPV	%13	94	96
SVV	%9.5	79	93
Δ ABF	%18	90	94
Δ PPV (TH 6'dan 8ml/kg'a artırıldığında)	%3.5	94	100
Δ SVV(TH 6'dan 8ml/kg'a artırıldığında)	%2.5	88	100
Grup 2			
Plestismografi varyasyonu	%14	94	80
VCS kollaps indeksi	%36	90	100
VCI distensibilite indeksi	%18	90	90
Grup 3			
EEOT	Kardiyak indekste %5 artış	87-91	100
PBKT	İnen aort akımında >%8 artış	90	82
Valsalva manevrası	PPV'de %52 artış	91	95
ETCO ₂	PLR ile kardiyak indekste $\geq$ %5 artış	90.5	93.5
MFC	Hız-zaman indeks'te >%10 artış	95	78

PPV:Pulse pressure variation- nabız basınç değişkenliği, SVV: Stroke volume variation-atım hacmi değişkenliği, Δ ABF: Aortic blood flow - Aortik kan akımı varyasyonu, TH: Tidal hacim, VCS: Vena kava superior, VCI: Vena cava inferior, EEOT: End-expiratory occlusion test- ekspirasyon sonu oklüzyon testi, ETCO₂: End-tidal CO₂ – Tidal sonu karbondioksit, PBKT: Pasif bacak kaldırma testi, MFC: Mini fluid challenge - Mini sıvı yükleme

2.3.2.3. Fonksiyonel Hemodinamik Testler

Bu yöntemler, hastanın solunumsal ya da solunum dışı manevralar sonucunda, vücutta önyükte meydana gelen kısa süreli değişiklikleri oluşturur ve bu değişikliklerin kalbin atım hacmine etkisini değerlendirir. Kısacası, vücuda yapılan bu manevralar sayesinde kalbin sıvıya nasıl yanıt verdiği gözlemlenir. Oluşan önyük

değişiklikleri, kalbin performansını ve dolaşım sisteminin sıvı yüklenmesine nasıl tepki verdiğini ortaya koyar(4, 46). SVV ve PPV gibi solunum döngüsü sırasında atım hacminde meydana gelen değişikliklere dayalı parametrelerin etkili olmadığı durumlar için bu yöntemler geliştirilmiştir. Bu sayede, bu parametrelerin yetersiz kaldığı noktalarda da sıvı yanıtılığını değerlendirebilmek mümkün olur.

Bu yöntemler arasında, yüksek etkinlikleri, kolay uygulanabilir olmaları, tekrarlanabilirlikleri ve literatürde geniş kabul görmeleri açısından üç yöntem özellikle öne çıkmaktadır(23, 46).

- Mini sıvı yükleme testi
- Pasif bacak kaldırma testi
- Ekspiryum sonu oklüzyon testi

Bir de atım hacmi-solunum etkileşimiyle ortaya çıkan yöntemler mevcuttur.

Mini Sıvı Yükleme Testi

Hastaya 100 ml'lik küçük bir bolus sıvı verilerek minimal bir önyük artışı sağlanır ve bu artışın kalbin atım hacmi üzerindeki etkisi değerlendirilir(47).

Kardiyopulmoner etkileşimlerden bağımsız olması sebebiyle azalmış akciğer kompliyansı, spontan solunum, uyanık hasta, düşük tidal hacim ve kardiyak hastalık durumlarında kullanılabilir. En büyük dezavantajı sıvı uygulaması gerektirmesidir. Özellikle hemodinamik olarak kararsız kritik hastalarda, her değerlendirmede 100 ml sıvı yükleme yapılması gerekir(45, 46, 48).

Pasif Bacak Kaldırma Testi

Alt ekstremiteler ve abdominal bölgedeki venöz kanı intratorasik alana doğru yönlendirerek 300-450 ml'lik bir önyük artışı oluşturmak ve bu artışın atım hacmi üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla uygulanır(49).

Spontan solunum, aritmi, azalmış akciğer kompliyansı ve düşük tidal hacim kullanımı gibi PPV ve SVV'nin etkisiz olduğu durumlarda uygulanabilir(50).

Fakat intra-abdominal basınç arttığında etkinliğini kaybeder. Ayrıca, mobilize edilen kan miktarındaki hasta farklılıkları ve sempatik tonus değişikliği yönteme olan güveni azaltabilir(45).

Ekspiryum Sonu Oklüzyon Testi

Ekspiryumdan sonra 15 saniyelik bir solunum durdurma manevrası yapıldığında, solunum döngüsü geçici olarak durur. Böylece inspiryum sırasında oluşan sürücü basıncının venöz dönüşü etkileme etkisi ortadan kalkar ve artan önyük nedeniyle kalp atım hacminde bir artış gözlemlenir(51).

Aritmi ve artmış efor olmaksızın spontan solunumu olan hastalarda ve atriyal fibrilasyon durumunda etkili olduğu gösterilmiştir(51, 52). Ayrıca, farklı PEEP değerlerinde de işe yaradığı kanıtlanmıştır.

Azalmış akciğer kompliyansı (Crs) durumunda etkinliği tartışmalıdır(53). Bir çalışmada, 8 ml/kg tidal hacimle etkili bulunmuş ancak 6 ml/kg ile etkinliği azalmıştır (7). Spontan solunumu olan hastalarda kooperasyon gerektirir ve solunum durdurma manevrası nedeniyle ciddi hiperkarbi gibi bazı durumlarda uygulanamayabilir. Testi etkileyen spontan solunum eforu, hastaların %22'sinde gözlemlenmiştir(51).

Atım Hacmi-Solunum Etkileşimleri

Atım hacmi-solunum etkileşimleri, solunum döngüsündeki değişikliklerin kalbin atım hacmi üzerindeki etkilerini ifade eder. Solunum sırasında göğüs kafesinin genişlemesi ve daralması, intratorasik basıncı değiştirir ve bu değişiklikler, venöz dönüşü ve kalbin atım hacmini etkileyebilir. Bu etkileşimler, sıvı yanıtılığını değerlendirmede ve hemodinamik izlemde önemli bir rol oynar(37). Özellikle akciğer açma manevrası sıvı yanıtılığını değerlendirmede kullanılmaktadır(9). Diğer bölümde ayrıntılı anlatılacaktır.

2.4. KARDİYAK İNDEKS ÖLÇÜMÜ

Kardiyak indeks, kalbin dakikada pompaladığı kan miktarının, vücut yüzey alanına (BSA) bölünerek hesaplandığı bir parametredir. Kalp performansını kişinin beden büyüklüğüne göre değerlendirir ve genellikle litre/dakika/metrekare (L/dk/m²) cinsinden ifade edilir.

$CI = CO / BSA$ denklemi ile hesaplanır.

Kardiyak output, kalbin bir dakika boyunca vücuda gönderdiği kan miktarıdır ve kalbin yanı sıra tüm dolaşım sisteminin sağlığını gösterir. Bu değer, kalbin her kasılmada vücuda pompaladığı kan miktarı (stroke volüm) ile kalp atış hızının çarpılması sonucu elde edilir. Dokuların kan akışını kendi kendine düzenleme yeteneği olduğundan, kardiyak output sadece kalp fonksiyonlarını değil, dolaşım sisteminin genel durumunu da yansıtan önemli bir ölçüttür(54).

$CO = SV \times HR$ denklemi ile hesaplanır.

Kardiyak output değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler ise invaziv, yarı-invaziv ve non-invaziv yöntemlerdir.

2.4.1. İnvaziv Yöntemler

Pulmoner Arter Termodilüsyon Yöntemi

CO, CI, CVP, Sistemik Vasküler Rezistans (SVR), Pulmoner Arter basıncı (PAP), Pulmoner Arter Wedge Basıncı (PAWP), mikst venöz oksijen satürasyonu (SvO₂), Oksijen Sunumu (DO₂) ve Oksijen Tüketimi (VO₂) hakkında bilgi sahibi olunur(55). Sağ atriyum basıncı, PAB ve PAWP hakkında bilgi sağlayarak önemli avantajlar sunar(56).

Pulmoner arter termodilüsyon yöntemi, 40 yıldan fazla bir süredir altın standart olarak kabul edilmesine rağmen, kullanımında tecrübe gerektirmesi, invaziv bir

yöntem olması ve daha az invaziv alternatiflerin bulunması nedeniyle popülerliğini kaybetmektedir. Ayrıca, ciddi aritmi, tromboemboli, endokardit, pulmoner arter rüptürü, perikardiyal efüzyon, intrakardiyak kateter düğümlenmesi ve kalp kapak hasarı gibi önemli morbidite ve mortalite riskleri taşıması da bu yöntemin kullanımını sınırlamaktadır(56, 57).

Transpulmoner Termodilüsyon Yöntemi

Bu yöntem, PAC'tan daha az invaziv olmakla birlikte, yine de santral venöz ve arter kateterleri gerektiren bir tekniktir. Santral kateter aracılığıyla vena cava süperior bölgesine soğuk kristaloid verilerek, radial, brakial veya femoral artere yerleştirilen bir termistörle sıcaklık değişimi ölçülür(58).

Termodilüsyon eğrisi, aralıklı kardiyak debi ölçümleri yapabilmenin yanı sıra preload göstergesi olan Global End-Diastolic Volume değerlendirilmesine imkan tanır(59).

Lityum Dilüsyon CO Ölçüm Yöntemi

Bu monitörizasyon yöntemi, santral veya periferik ven yoluyla izotonik lityum klorid indikatörünün dolaşıma verilmesini ve arter kateterindeki sensör yardımıyla konsantrasyon-zaman eğrisi üzerinden aralıklı olarak CO, SVV ve PPV ölçümlerinin yapılmasını sağlar(60).

2.4.2. Yarı İnvaziv Yöntemler

Pulse Contour Analiz (PCA) Yöntemleri

Bu monitörizasyon teknolojileri, arteriyel basınç dalgasının sistolik kısmının SV ile olan ilişkisine dayanarak geliştirilmiştir. Sistol ve diyastol arasındaki basınç eğrisi altında kalan alanın hesaplanması ile CO bulunur(58).

PCA, CO'ya ek olarak dinamik kardiyak preload değişkenlerini de değerlendirmeyi mümkün kılar; bu değişkenler arasında pozitif basınçlı ventilasyonla ilişkili PPV ve SVV yer alır. Sinüs ritmi gösteren ve tahmini vücut ağırlığının en az 8 ml/kg tidal hacmi ile kontrol edilen mekanik ventilasyon yapılan hastalarda, PPV ve SVV sıvı yanıtını tahmin etmek için kullanılabilir(61).

Gerçek zamanlı olması, dış ve i hacim değişikliklerine hızlı bir şekilde CO yanıtı vermesi ve sıvı yanıtını PPV, SVV gibi dinamik parametreleri otomatik olarak hesaplayarak değerlendirmesi, bu teknolojinin popülerliğini artırmıştır(62).

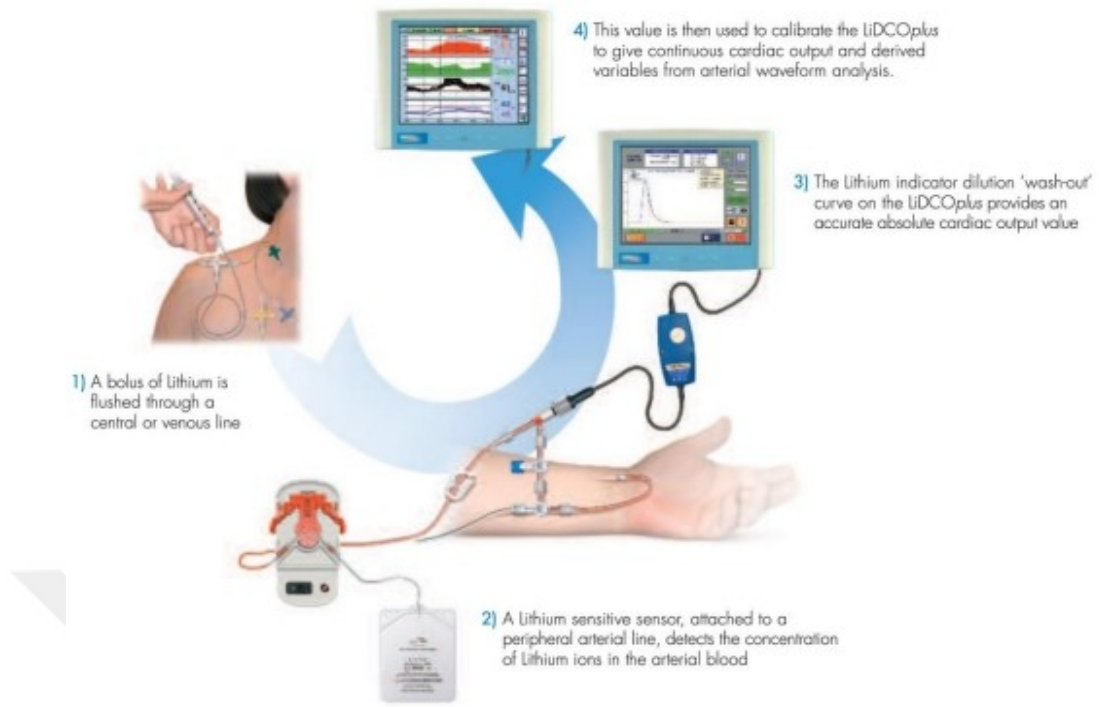
FloTrac/Vigileo Sistemleri

Bu sistemde, arteriyel nabız dalga analizi için özel olarak tasarlanmış bir kan akım sensörü kullanılarak yeni bir algoritma uygulanır. Tüm arteriyel sistemlerde kullanılabilir ve kalibrasyon için termodilüsyon gerektirmez(57).

CO'yu tahmin etmek için biyometrik, demografik ve hemodinamik verilerin yanı sıra arteriyel kan basıncı dalga formu özellikleri de kullanılarak CO monitörizasyonu gerçekleştirilir(63).

LİDCOplus

Bu sistem hem indikatör dilüsyon yöntemini hem de PCA yöntemini kullanır. Arteriyel hatta yerleştirilen bir lityum sensörü, venöz dolaşıma lityum enjekte edildikten sonra arteriyel hattan kan rneği alır ve lityum konsantrasyon-zaman eğrisini çizer. Bu eğrinin altında kalan alan, CO'yu belirlemek için kullanılır. LİDCOplus sistemi, sadece bir periferik venöz ve arteriyel kanül kullanarak çalışır, bu yüzden PAC'tan daha az invaziv bir yöntem olarak değerlendirilir(57)(şekil 5).



Şekil 5. LiDCOplus Sistemi

PiCCO

PiCCO, PCA yöntemini aralıklı transpulmoner termodilüsyon tekniği ile birleştiren özel bir algoritma kullanan bir CO monitörizasyon yöntemidir. Bu sistemde brakial, aksiller ve femoral arterler kullanılabilir ve santral venöz kateterler genellikle internal juguler ven veya subklavian venlere yerleştirilir. PiCCO'nun algoritması, aortik basınç dalga formunun sistolik bölümünü ve aortik impedans eğrisinin altındaki alanı analiz ederek sürekli SV hesaplaması yapar(57).

ProAQT/PulsioFlex

ProAQT/Pulsioflex sistemi (Pulsion Medical Systems), internal olarak kalibre edilmiş başka bir minimal invaziv PCA yöntemidir. Sistem, arteriyel kan basıncı dalga formunun sistolik kısmının alanına dayalı olarak CO tahmininde bulunur ve aortik kompliyansı düzeltmek için kullanılan ampirik demografik ve biyometrik verileri hesaba katar(64)(Şekil 6).

Kalibrasyon gerektirmeyen bu sistem, periferik direnci hesaba katmak için arteriyel dalga formu özelliklerini analiz eder ve damar kompliyansını belirlemek amacıyla bir demografik veri tabanı kullanır(64).

Bu cihazla ve bu yöntemle aynı zamanda kardiyak indeks ölçümü de yapılmaktadır.



Şekil 6. ProAQT/PulsioFlex Transdüser ve Monitör

Doppler Ultrason

Özofageal Doppler Monitörü (EDM), CO'nun ölçülmesinin gerektiği ancak ekokardiyografi kullanımının gereksiz olduğu durumlarda tercih edilir. Tek kullanımlık bir prob özofagusa yerleştirilir ve desenden aorta kan akımının hız dalga formu ile biyometrik veriler birleştirilerek sürekli CO monitörizasyonu sağlanır. Sol ventrikül kontraktilitesi, CO, CI, SV, SVI ve SVR değerlendirilebilir. Aort koarktasyonu ve İntra Aortik Balon Pompasında (IABP) kontrendikedir(58).

2.4.3. Non-İnvaziv Yöntemler

Non-invaziv yöntemler, non-invaziv sensörlerle sürekli olarak kaydedilen arteriyel kan basıncı dalga formunu inceleyerek ve internal kalibrasyon kullanarak CO'yu tahmin eder(64).

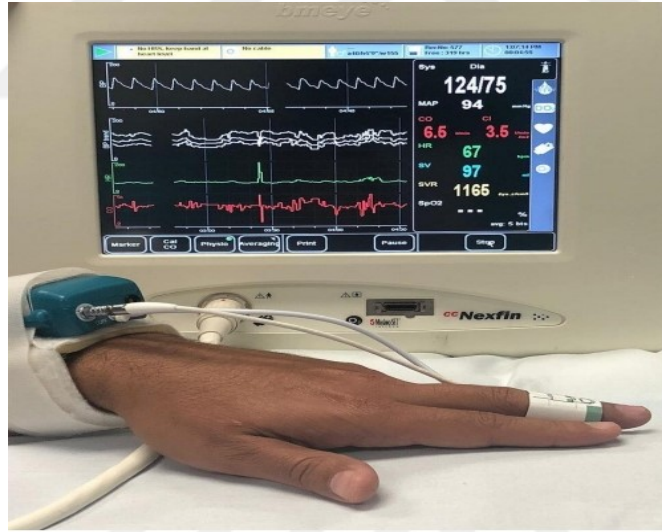
Toraksik Elektriksel Biyoempedans

Toraksik Elektriksel Biyoempedans (TEB), göğüs duvarına yerleştirilen düşük voltajlı ve yüksek frekanslı elektrotlar aracılığıyla göğüs kafesi boyunca elektrik empedansını (elektrik akımına karşı gösterilen direnci) ölçme ilkesine dayanır(57, 64).

Sistol ve diyastol döngüsü sırasında göğüs boşluğundaki kan hacmi değişiklikleri, TEB cihazları tarafından ölçülür ve bu ölçümler kullanılarak SV hesaplanır (57).

Dijital Fotopletismografi

Tamamen non invaziv ve sürekli CO izleme sistemidir. Sürekli kan basıncını ölçer ve PCA yöntemiyle birleştirerek CO' u belirler. Kan basıncı, SV, CO, SVV, PPV ve SVR gibi çeşitli hemodinamik parametreler elde edilir(65)(Şekil 7).

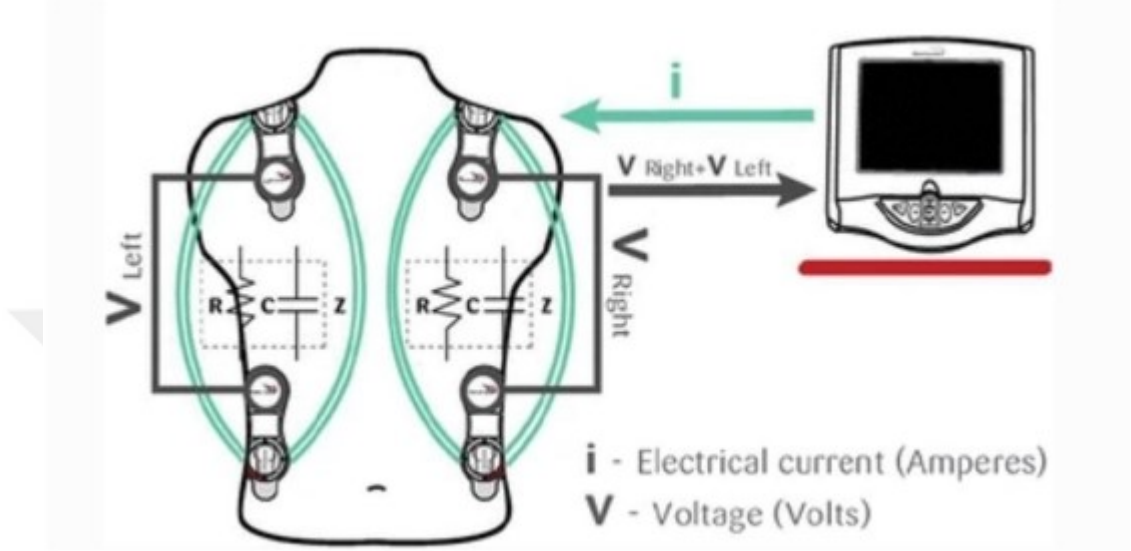


Şekil 7. Dijital Fotopletismografi

Kan basıncını ölçmek için kullanılan parmak manşetleri, parmakların orta falanksını sarar. Her bir parmak manşeti, parmak arterlerinin çapını ölçen bir LED yayıcı ve dedektörü içerir; manşetler, kalp döngüsü boyunca parmak arterlerinin çapını sabit tutmak amacıyla şişer ve söner (hacim kısıkaç yöntemi)(65).

Torakal Biyoreaktans

Torakal biyoreaktans, TEB'in sınırlamalarını aşmak ve sinyal-gürültü oranını iyileştirmek amacıyla geliştirilmiş bir modifikasyondur(58).



Şekil 8. Torakal Biyoreaktans

Cihaz, faz kayması olarak bilinen iki sinyal (i ve v) arasındaki zaman farkını ölçer. Bu faz kaymaları, insanlarda genellikle aortadan gelen pulsatil akışa bağlıdır. Cihaz, yüksek hassasiyetli bir faz dedektörüne sahip olup, sinyalleri esas olarak aortik kan hacmiyle ilişkilendirir(58)(Şekil 8).

2.5. AKCİĞER AÇMA MANEVRASI

Akciğer açma manevrası, mekanik ventilasyon altında olan hastalarda akciğerlerin optimal genişlemesini sağlamak amacıyla uygulanan bir prosedürdür. LRM sırasında intratorasik basıncın artması, kalbin dolumunu engelleyebilir. Bu basınç artışı, venöz dönüşü azaltarak kalbin Frank-Starling eğrisindeki konumuna bağlı olarak SV ve PP değişikliklerine yol açar. Bu etkiler nedeniyle LRM, hastada hızlı ve geçici bir önyük değişikliği yaparak sıvı yanıtılığını değerlendirmek için bir yöntem olarak kullanılmaya başlanmıştır(9).

LRM, koruyucu akciğer ventilasyon stratejisinin bir komponentidir. Koruyucu akciğer ventilasyonunun temel amacı ventilatöre bağlı akciğer hasarı riskini azaltarak hastanın solunum fonksiyonlarını iyileştirmektir. Komponentleri ise düşük tidal volüm, PEEP, düşük plato basıncı, permissive hiperkapni ve LRM'dir(66, 67).

Düşük tidal volüm, alveol üzerinde aşırı basınç oluşturmamak için solunum hacmi düşürülerek uygulanır. İdeal kiloya göre 6ml/kg'dan hesaplanarak uygulanır. Düşük plato basınç 30cmH₂O altında tutularak takip edilir. Karbondioksit seviyesinin ise belirli bir düzeyde artmasına izin verilerek permissive hiperkapni sağlanır. Bu stratejiler özellikle ARDS gibi akciğer hasarı olan hastalarda uygulanabilir. Aynı zamanda ameliyathane ortamında postoperatif solunum komplikasyonlarını düşürdüğü gözlenmiştir (66, 67).

2.5.1. Yöntem

Akciğer koruyucu ventilasyon stratejileri kapsamında PEEP ile birlikte uygulanan LRM, sönmüş alveolleri yeniden açmak, bu durumun tekrarlamasını önlemek ve arteriyel oksijen seviyelerini iyileştirmek amacıyla kullanılır(68, 69).

LRM, istemli olarak havayolu basıncının artırılmasıyla intratorasik basıncın yükselmesine yol açar, bu da venöz dönüşü azaltır. Sonuç olarak, sol ventrikülün diyastol sonu alanı küçülür ve bu durum SV'nin azalmasına neden olur. Nihayetinde, hemodinamik olarak kalp debisi ve kan basıncında bir düşüş gözlemlenir(70). Bu düşüşü açıklayan iki olası durumdan bahsedilmektedir. İlk olarak, havayolu basıncının plevraya yansması ve artan intraplevral basınç nedeniyle hem venöz dönüşün hem de sağ ventrikül dolumunun engellenmesi söz konusudur. İkinci olarak ise, transpulmoner basıncın artması sonucu gerilen akciğerin, küçük alveolar damarlara baskı yaparak sağ ventrikül çıkış basıncını artırmasıdır(8, 70, 71). SV'deki bu azalma, hastanın volüm durumuna bağlı olarak farklılık gösterir. Hipovolemik bir hastada, LRM sırasında oluşan CO ve buna bağlı hemodinamik değişkenlerde (örneğin SV ve MAP gibi) daha belirgin bir azalma görülürken, normal volüm durumunda bu değişiklikler anlamlı düzeyde olmayacaktır(71). Bu etkileşimlerin tümünden faydalanılarak, LRM yapılan çalışmalarda sıvı yanıtılığının değerlendirilmesi için kullanılabilir hale gelmiştir.

LRM için birden fazla protokol önerilmiş olsa da, en yaygın kullanılanlar şunlardır(72):

- **Sürekli inflasyon:** 30-40 cmH₂O intratorasik basınçta 30-40 sn süre ile sürekli basınç sağlamak.
- **Artan PEEP titrasyonu:** Düşük PEEP ile başlayıp sürücü basıncı (P_{plat}-PEEP) azalana, SpO₂ artana ve P_{plat}<30 cmH₂O olana kadar PEEP artırmak.
- **Azalan PEEP titrasyonu:** Yüksek PEEP ile başlayıp en iyi kompliyans elde edilene kadar PEEP 'de 2 cmH₂O azaltmalar yapmak.
- **Yüksek frekanslı osilatuar ventilasyon (High Frequency Oscillatory Ventilation-HFOV):** Alveolar açma sağlamak için düşük tidal hacim ve yüksek ortalama havayolu basıncı uygulamak.
- **İç çekme manevraları:** Basınç destek modunda, bilevel pozitif havayolu basıncı ile hastalara düzenli aralıklarla iç çekme manevraları yapmak.
- **Prone pozisyon:** Prone pozisyonu uygulayarak, havalanmayan non-dependan akciğer bölgelerinin oksijenlenmesini artırmak.

Sıvı yanıtılığını değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmalarda, genellikle mekanik ventilatörde 30 cmH₂O basınç ve 30 saniye süreyle devamlı pozitif havayolu basıncı uygulamaları yapılmıştır(8, 9). LRM sonrası oluşan %30 ve daha fazla SV azalması %88 duyarlılık ve %92 özgüllükle sıvı yanıtılığını öngörmeye anlamlı bulunmuştur(9).

2.5.2. Avantajları

Sıvı yanıtılığını değerlendirirken yaygın olarak kullanılan PPV ve SVV, kalp-akciğer etkileşimlerine dayanmaktadır; ancak, düşük akciğer kompliyansı ve düşük tidal hacim durumlarında bu değerlerin doğruluğu sınırlı kalmaktadır(73). Ancak, akciğer koruyucu ventilasyon stratejilerinden biri olan LRM, bu durumlarda güvenilir bir şekilde uygulanabilir(9).

EEOT sonucunda ortaya çıkan CO veya SV değışiklikleri düşük yüzdelerde olduğundan, CO izlemek için kullanılan cihazların kesin değerler sunabilmesi ve küçük değışimleri kaçırmaması gerekmektedir. Ancak, bu tür cihazlar genellikle invaziv işlemler gerektirir(74). Önyük değıştirici manevralardan biri olan EEOT, düşük tidal hacim durumlarında kullanılabilse de bu manevranın yapılabilmesi için gerekli mekanik ventilasyon özelliğı her cihazda bulunmayabilir. Buna karşın, LRM, ameliyathane koşullarında güvenli bir şekilde uygulanabilir(9).

Önyük değışimiyle sıvı yanıtılığını değerlendirmede kullanılan PBKT, bacaklardan kalbe venöz kan dönüşünü artırarak sıvı yükleme testinin hemodinamik etkilerini simüle eder. Ancak, PBKT çoğı operasyon sırasında uygulanabilir bir yöntem değildir; buna karşın, LRM operasyon pozisyonunu değıştirmeden uygulanabilir (75).

2.5.3. Dezavantajları

LRM'nin bazı kontrendikasyonları bulunmakla birlikte, intratorasik basınç artışı ve buna bağılı ciddi kardiyak yan etkiler riski nedeniyle belirli hasta gruplarında uygulanması uygun olmayabilir.

LRM'nin kontrendikasyonları arasında yüksek intrakraniyal basınç ve pulmoner hipertansiyon yer alır. Ayrıca, CO'nun düşük olduğu hastalarda, LRM sonrası ortaya çıkabilecek hemodinamik değışiklikler kardiyak dekompanzasyona yol açabileceğinden, sol ve sağı kardiyak disfonksiyon durumlarında da bu yöntem kullanılmamalıdır(70, 75).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Sağlık Bakanlığı Ankara Bilkent Şehir Hastanesi Kalp Damar Cerrahisi Ameliyathanesinde 1 Haziran 2023-1 Ekim 2023 tarihleri arasında 50 hastanın değerlendirildiği tek merkezli, prospektif, gözlemsel bir çalışmadır. Çalışma protokolü, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Tıp Fakültesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Klinik Araştırmalar Etik Kurulunda 01/03/2023 tarih ve E2-23-3460 sayılı karar ile onaylanmıştır (Bkz.Ek-1). Çalışmanın Clinical Trials numarası NCT06249568'dir.

Preoperatif değerlendirme tamamlandıktan sonra, hastalardan ve yanlarında bulunan bir şahitten onam alındı. Çalışmaya 18-80 yaş arası genel anestezi altında koroner arter baypas cerrahisi geçirecek 51 hasta dahil edildi. Çalışma sırasında 1 hasta nabızı<40 olduğu için dahil edilmedi. Gerekli müdahale yapıldı. 50 hastanın verileri analiz edildi. 18 yaşından küçük, 80 yaşından büyük, onam formunu okuma, anlama, imzalama yetisi olmayan, hemodinamik olarak stabil olmayan, anestezi ilaçlara kullanım kontrendikasyonu olan, çalışmaya katılmak istemeyen, araştırmacının uygun görmediği ve acil cerrahi prosedürler çalışma dışı bırakıldı.

Araştırmaya dahil olma kriterleri;

- KVC Ameliyathanesinde genel anestezi altında elektif koroner arter baypas cerrahisi geçirecek 18 -80 yaş arası ASA2-3 hastalar

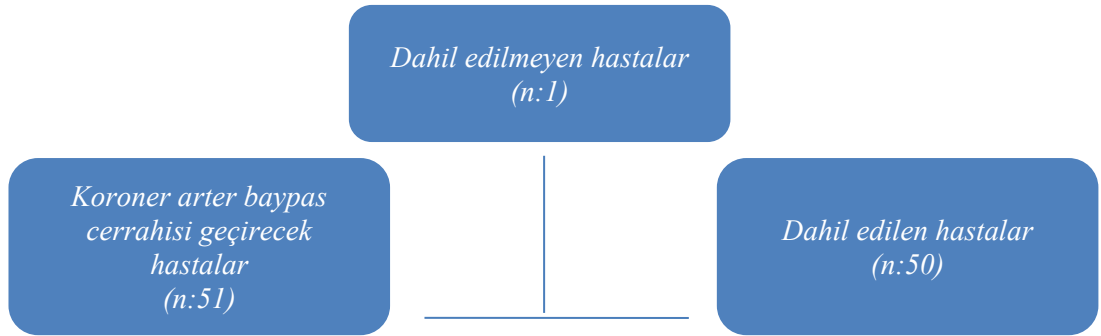
Araştırmadan dışlanma kriterleri;

- 18 yaşından küçük olmak, 80 yaşından büyük olmak
- ASA skorlaması 3'ten büyük olan hastalar
- EF<%40
- Anestezi ilaçlara kullanım kontrendikasyonu olanlar

- BMI>30 olan hastalar
- Çalışmaya katılmak istemeyen hastalar
- Sağ ventrikül disfonksiyonu
- KOAH
- Büllöz akciğer hastalığı
- Şiddetli böbrek veya karaciğer hastalığı
- Orta ve şiddetli PHT
- Perioperatif dönemde hemodinamik instabilite gelişen hastalar
- Gebelik

Araştırmaya son verme kriterleri;

- LRM esnasında hemodinamik olarak instabilite gelişen hastalar
- Beklenmedik intraoperatif cerrahi komplikasyon gelişen hastalar



Şekil 9. Araştırma Tasarım Şeması

Hastaların ağırlık, boy, yaş, cinsiyet, BMI, ideal vücut ağırlığı(erkekler için: $50 + (0,91 * \text{boy(cm)} - 152,4)$, kadınlar için $45,5 + (0,91 * \text{boy(cm)} - 152,4)$ (76) ASA bilgileri, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, ek hastalıklar, kullandığı ilaçlar,

preoperatif laboratuvar bilgileri kayıt altına alındı. Anestezi kliniğinin standart çalışma düzenine uyacak şekilde indüksiyon ve anestezi yönetimi uygulandı.

Hasta ameliyat masasına alındıktan sonra non-invaziv arteriyel kan basıncı takibi, 5 lead EKG ve puls oksimetre ile standart hemodinamik monitörizasyona ek olarak Bispektral İndex (BİS), sıcaklık ve ProAQT-Pulsioflex cihazı ile kalp debi ölçüm monitörizasyonu yapıldı. Genel anestezi preoksijenizasyon sonrası 0,05 mg/kg midazolam, 1mg/kg lidokain, 3 mcg/kg fentanil ve 2mg/kg propofol ile yapıldı, 0.6-0,8 mg/kg rokuronyum ile kas gevşemesi sağlandı ve hastaya uygun tüple orotrakeal entübasyon gerçekleştirildi. BIS hedef değer aralığı 40-60 olarak belirlenip hemodinamik değerlere uygun şekilde volatil anestezik konsantrasyonu ve remifentanil infüzyon dozu (0.05-0.2 mcg/kg/dk) modifiye edilerek anestezi idamesi sağlandı. Ventilasyon modu ve ventilasyon parametreleri; tidal volüm (ideal vücut ağırlığına göre 6ml/kg), solunum sayısı end-tidal CO2 değerine göre ayarlandı ve end-tidal CO2 değerlerini 30-40 mmHg aralığında, inspirasyon/ekspirasyon oranı 1:2, pozitif end expiratuvar basınç (PEEP) 5 cm H2O ve FiO2: %50 olarak ayarlandı.

Hastaya preoperatif yapılacak olan Allen testi sonrası non dominant elin radial arter kateterizasyonu ve invaziv kan basıncı monitörizasyonu, sağ internal juguler vene 7 Fr. üç lümenli santral kateter yerleştirilip santral venöz basınç (CVP) monitörizasyonu yapıldı. Bu uygulamalar kliniğimizde açık toraks cerrahisi planlanan hastalarda rutin olarak yapılmaktadır. Tercihen 2 adet periferik geniş venöz yol yerleştirildi.

Hastaya açılan radial arter katateri uygun ProAQT/Pulsioflex transdüseri ile monitöre bağlandı ve hastaya ait bilgiler girildi. SVV, PPV, CI takibi ProAQT/Pulsioflex monitöründen yapıldı.

Ölçümlere hasta hazırlığı tamamlandıktan sonra, hemodinamik olarak stabil bir periyod sonrası hastanın yeterli anestezi derinliği (BİS40-60) sağlandıktan sonra başlandı. Hemodinamik parametreler; kalp atım hızı (HR) (atım/dakika), santral venöz basınç (CVP) (mmHg), sistolik arteriyel kan basıncı (SAB) (mmHg), diyastolik arteriyel kan basıncı (DAB) (mmHg), ortalama arteriyel kan basıncı (OAB) (mmHg),

SV indeks (SVI), kardiyak indeks (CI), PPV, SVV olarak kaydedildi. Sternotomi sonrası perikardiektomi öncesi LRM öncesi değerler kaydedildi(T1RM). LRM 30 saniye süreyle 30 cmH₂O'a mekanik ventilatörden otomatik olarak ayarlandı, sonrasında tüm hemodinamik parametreler kaydedildi(T2RM). Hasta vital değerleri normal değerlerine döndüğünde tekrar kaydedildi(T3SY). 3ml/kg dengeli kristaloid solüsyonu hastaya 10 dakika içerisinde infüzyon pompası ile verildi, sıvı yükleme sonrasında değerler kaydedildi(T4SY). Çalışma boyunca hemodinamik instabilite veya acil tedavi gerektiren diğer herhangi bir olumsuzluk durumunda protokol sonlandırıldı.

3.1. İSTATİKSEL ANALİZ

3.1.1. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması

Örneklem büyüklüğü hesaplaması, MedCalc 15.8 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium) istatistik paket programı ile yapılmış, AUC=0,84, H₀=0,60, sıvı yanıtlılığı oranı ½, α=0,05, ve %80 güç (power (1-β)) için, minimum (15+30) 45 hasta sayısının yeterli olduğu bulunmuştur.

3.1.2. İstatiksel Yöntem

Verilerin analizi SPSS 25.0 (Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programı kullanılarak yapılacaktır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (frekans, yüzde, min-max, ortalama, standart sapma, medyan, min-max, IQR) yanı sıra niteliksel verilerin karşılaştırılmasında; Pearson Ki-Kare (χ^2), Fisher χ^2 veya Yates χ^2 testleri kullanılacaktır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov- Smirnow ve Shapiro-Wilk testleri, basıklık-çarpıklık (skewness- kurtosis) ve grafiksel yöntemler (histogram, Q-Q Plot, Stem and Leaf, Boxplot) ile değerlendirilecektir. Normal dağılım gösteren niceliksel verilerin değerlendirilmesinde; Independent Samples t testi (bağımsız gruplarda t testi) veya One Way Anova (Tek Yönlü Varyans Analizi), tekrarlayan ölçümlerin karşılaştırılmasında Paired t testi (tekrarlı ölçümlü t testi) veya Repeated Measures Anova (tekrarlı ölçümlü varyans analizi) normal dağılım göstermeyen verilerin değerlendirmesinde Mann-Whitney U

testi veya Kruskal Wallis testi, tekrarlayan ölçümlerin karşılaştırılmasında Wilcoxon t testi veya Friedman testi kullanılacaktır. Değişkenlerin ayırt ediciliğini belirlemek için ROC eğrisi yöntemi, risk oranları belirlemek için Lojistik Regresyon (Binary Logistic Regression) testi kullanılacaktır. Değişkenler arasındaki ilişki Pearson Korelasyon veya Spearman Korelasyon testleri ile değerlendirilecektir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $\alpha=0,05$ olarak kabul edilecektir.

3.1.3. Power Analiz

Power analizi G*Power 3.1.9.7 (Franz Faul, Universitat Kiel, Germany) istatistik paket programı ile yapılmış olup; $n_1=20$ ($20,7 \pm 8,3$), $n_2=30$ ($31,7 \pm 13,8$), $SD=12,0$, Effect Size (d)= $0,92$, $\alpha=0,05$ olmak üzere; power = %88 olarak bulunmuştur.

4. BULGULAR

Çalışmamıza hastanemizde elektif şartlarda, genel anestezi altında, koroner arter baypas cerrahisi yapılacak 51 hasta dahil edildi. 1 hasta çalışma sırasında nabızı<40 olması sebebi ile çalışma dışı bırakıldı ve gerekli müdahale yapıldı. Kalan 50 hastanın verileri analiz edildi. Hastaların anestezi derinliği BIS monitörizasyonu ile takip edildi ve hemodinamik değişkenlerin yanlış sonuç vermemesi için uygun anestezi derinliği (BIS:40-60) sağlandı. Çalışma süresince hastaların hiçbirine norepinefrin ya da dopamin gibi vazomotor ilaç infüzyonu veya efedrin bolusu yapılmadı.

Sternotomi sonrası perikardiektomi öncesi akciğer açma manevrası öncesi parametreler T1RM, akciğer açma manevrası sonrası parametreler T2RM, hasta vital değeri stabillendikten sonra sıvı verilmeden önceki parametreler T3SY, sıvı verildikten sonraki parametreler T4SY olarak kaydedildi.

Hastalar sıvı verilmeden önceki ve sıvı verildikten sonraki kardiyak indeksleri baz alınarak sıvı yanıtı hastalar ve sıvı yanıtı hastalar olarak ayrıldı. Sıvı verildikten sonra ölçülen kardiyak indeks değeri, sıvı verilmeden önceki kardiyak indeks değeri göre %15 ve üzeri artış olan hastalar sıvı yanıtı olarak kabul edildi(25).

Çalışmaya alınan hastaların 30'u(%74) sıvı yanıtı, 20'si(%26) sıvı yanıtı idi.

Tablo 3. Hastaların Demografik Özellikleri

	Tüm hastalar N=50	Sıvı yanıtlılar N=30	Sıvı yanıtsızlar N=20	P
Demografik Parametreler				
Cinsiyet(k/e)	13/37	8/22	5/15	1,000
Yaş(yıl)	59,7 ± 7,9	60,2 ± 8,0	59,0 ± 7,8	0,603
Boy(cm)	168,7 ± 8,5	168,3 ± 8,7	169,3 ± 8,4	0,678
Kilo(kg)	82,9 ± 13,0	83,0 ± 15,1	82,8 ± 9,4	0,946
VKİ (kg/m ²)	29,1 ± 3,9	29,2 ± 4,3	29,0 ± 3,4	0,800
İdeal Kilo (kg)	63,6 ± 9,0	63,2 ± 9,2	64,3 ± 8,8	0,701
ASA				
2	31	20 (%66,7)	11 (%55,0)	0,592
3	19	10 (%33,3)	9 (%45,0)	
Ek hastalık				
Yok	10	6 (%20,0)	4 (%20,0)	1,000
Var	40	24 (%80,0)	16 (%80,0)	
Ht	26	16 (%53,3)	10 (%50,0)	1,000
Dm	21	13 (%43,3)	8 (%40,0)	1,000
Astım	3	2 (%6,7)	1 (%5,0)	1,000
Koah	3	1 (%3,3)	2 (%10,0)	0,715
Kbh	3	1 (%3,3)	2 (%10,0)	0,715
Diğer	12	9 (%30,0)	3 (%15,0)	0,380
Kullanılan ilaç				
Yok	7	5 (%16,7)	2 (%10,0)	0,803
Var	43	25 (%83,3)	18 (%90,0)	
Ecoprin	31	17 (%56,7)	14 (%70,0)	0,513
Beloc	22	14 (%46,7)	8 (%40,0)	0,861
Ator	11	7 (%23,3)	4 (%20,0)	1,000
Glifor	6	5 (%16,7)	1 (%5,0)	0,424
Plavix	5	4 (%13,3)	1 (%5,0)	0,630
Diğer	33	19 (%63,3)	14 (%70,0)	0,855
Sol Ventrikül EF	55,6 ± 5,8	55,5 ± 5,5	55,8 ± 6,4	0,899
Preoperatif Hb(g/dL)	13,5 ± 1,6	13,6 ± 1,7	13,4 ± 1,4	0,565
Kreatinin(mg/dL)	0,9 ± 0,2	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,2	0,218
Ventilatör Ayarları				
TV	396,0 ± 47,2	397,5 ± 48,8	393,8 ± 45,8	0,786
RR	14,4 ± 1,1	14,3 ± 1,1	14,5 ± 1,1	0,714
PEEP	5,0 ± 0,0	5,0 ± 0,0	5,0 ± 0,0	1,000

Sıvı yanıtlı ve sıvı yanıtsız hastalar arasında yapılan karşılaştırmalarda; cinsiyet, yaş, boy, kilo, VKİ, ideal kilo ve ASA değerleri yönünden hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$) bulundu (Tablo 3).

Sıvı yanıtlı ve sıvı yanıtsız hastalar arasında yapılan karşılaştırmalarda; ek hastalık olma durumu, olan tüm ek hastalık değerleri yönünden ve ilaç kullanma

durumu, kullanılan ilaçlar yönünden hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$) bulundu (Tablo 3).

Sıvı yanıtli ve sıvı yanıtsız hastalar arasında yapılan karşılaştırmalarda; sol ventrikül EF, preoperatif hb, kreatinin değerleri yönünden hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$) bulundu (Tablo 3).

Sıvı yanıtli ve sıvı yanıtsız hastalar arasında yapılan karşılaştırmalarda; tüm ventilatör ayarları değerleri yönünden hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$) bulundu (Tablo 3).

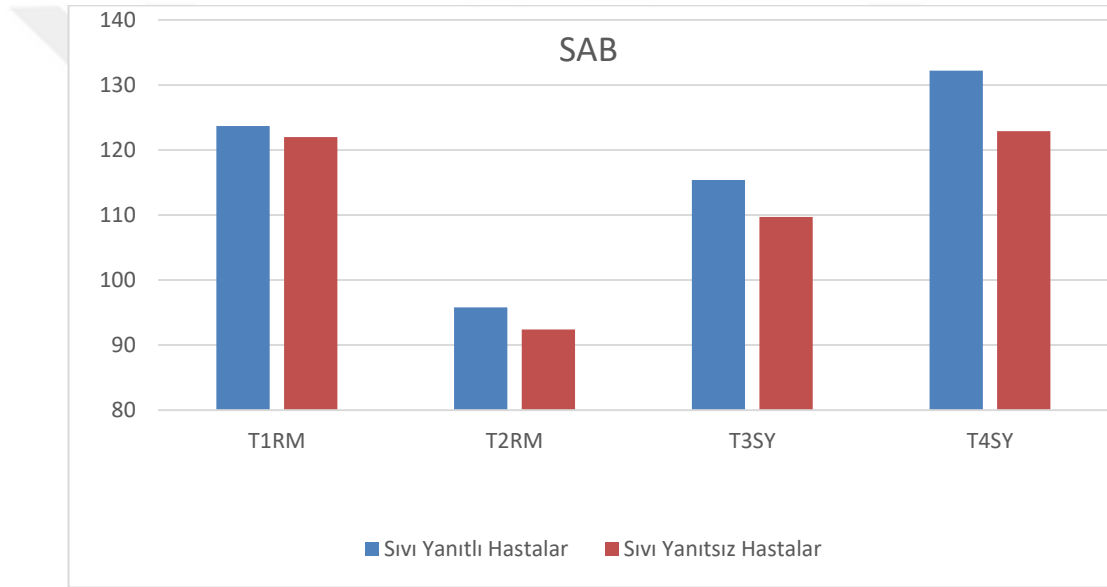


Tablo 4. Hastaların Hemodinamik Parametreleri

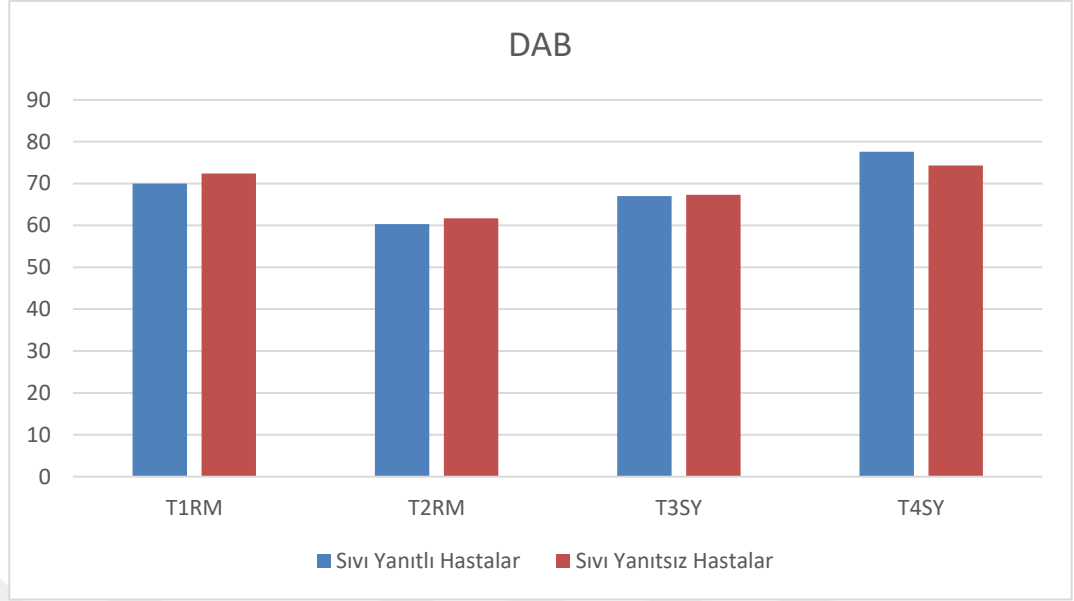
	T1RM	T2RM	P	T3SY	T4SY	P
SAB (mmHg)	123,7 ± 15,6	95,8 ± 21,1	<0,001	115,4 ± 14,7	132,2 ± 15,9	<0,001
Sıvı yanıtlılar	122,0 ± 16,0	92,4 ± 19,8	<0,001	109,7 ± 15,1	122,9 ± 16,2	<0,001
Sıvı yanıtızsızlar						
DAB (mmHg)	70,0 ± 9,7	60,3 ± 10,6	<0,001	67,0 ± 9,0	77,6 ± 10,9	<0,001
Sıvı yanıtlılar	72,4 ± 9,8	61,7 ± 9,6	<0,001	67,3 ± 11,6	74,3 ± 11,4	0,001
Sıvı yanıtızsızlar						
OAB (mmHg)	88,0 ± 10,0	72,1 ± 12,9	<0,001	83,0 ± 8,9	95,7 ± 10,1	<0,001
Sıvı yanıtlılar	88,9 ± 11,2	72,0 ± 12,6	<0,001	81,4 ± 11,9	90,5 ± 12,5	<0,001
Sıvı yanıtızsızlar						
HR (atım/dk)	66,2 ± 9,7	66,6 ± 10,5	0,722	65,7 ± 9,8	64,7 ± 10,0	0,399
Sıvı yanıtlılar	72,3 ± 8,4	70,0 ± 10,6	0,125	70,7 ± 9,2	66,9 ± 9,6	0,002
Sıvı yanıtızsızlar						
CI	2,5 ± 0,6	1,7 ± 0,6	<0,001	2,3 ± 0,6	2,9 ± 0,5	<0,001
Sıvı yanıtlılar	2,7 ± 0,9	2,2 ± 0,7	<0,001	2,7 ± 0,8	2,8 ± 0,8	<0,001
Sıvı yanıtızsızlar						
SVI	35,2 ± 7,6	26,2 ± 8,5	<0,001	34,6 ± 6,8	38,7 ± 8,3	0,002
Sıvı yanıtlılar	37,3 ± 7,8	26,9 ± 8,0	<0,001	36,6 ± 8,7	40,8 ± 8,6	<0,001
Sıvı yanıtızsızlar						
SVV	14,6 ± 5,0	18,9 ± 5,0	<0,001	12,0 ± 4,0	9,2 ± 3,6	<0,001
Sıvı yanıtlılar	13,7 ± 6,5	18,2 ± 5,8	<0,001	11,8 ± 4,9	8,2 ± 4,4	<0,001
Sıvı yanıtızsızlar						
PPV	11,1 ± 3,6	15,3 ± 4,2	<0,001	10,3 ± 3,7	7,5 ± 4,0	<0,001
Sıvı yanıtlılar	10,9 ± 4,3	13,8 ± 4,4	<0,001	10,8 ± 4,7	6,3 ± 2,0	<0,001
Sıvı yanıtızsızlar						

Yapılan karşılaştırmalarda: LRM sonrası sıvı yanıtız ve sıvı yanıtız hastalarda; T1RM ve T2RM zamanları arasında SAB, DAB, OAB değeri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ($p<0,001$), RM sonrası değeri düştüğü görüldü (Tablo 4, Grafik1-2-3).

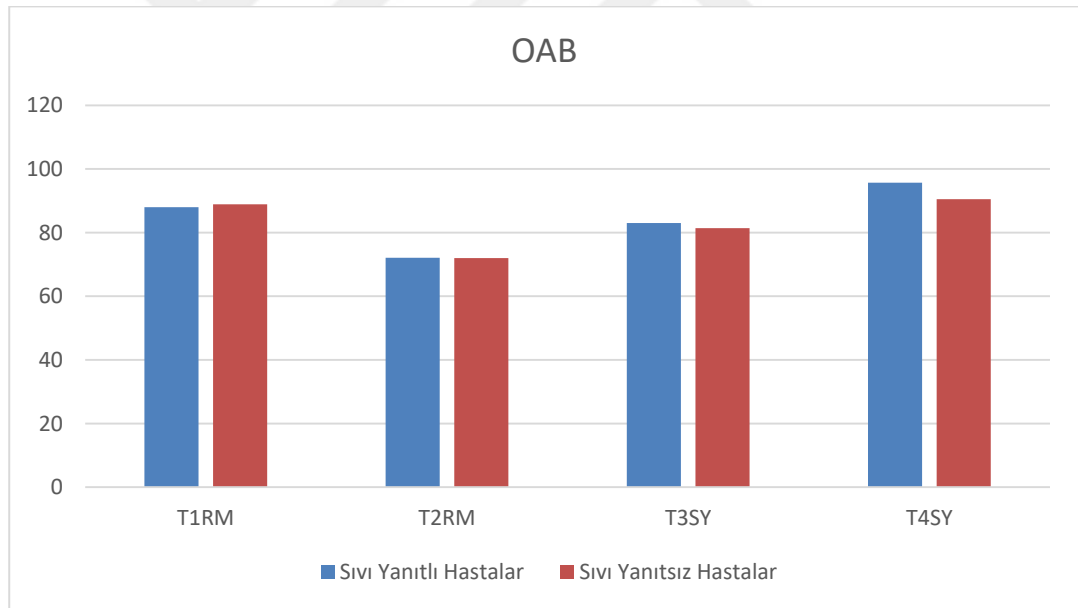
Sıvı yükleme sonrası sıvı yanıtız ve sıvı yanıtız hastalarda; T3SY ve T4SY zamanları arasında SAB, DAB, OAB değeri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu($p<0,001$), sıvı yükleme sonrası değeri yükselmiş olduğu bulundu (Tablo 4, Grafik1-2-3).



Grafik 1. RM ve Sıvı Yükleme Sonrası Sıvı Cevaplı ve Sıvı Cevapsız Hastalarda SAB Değişimleri



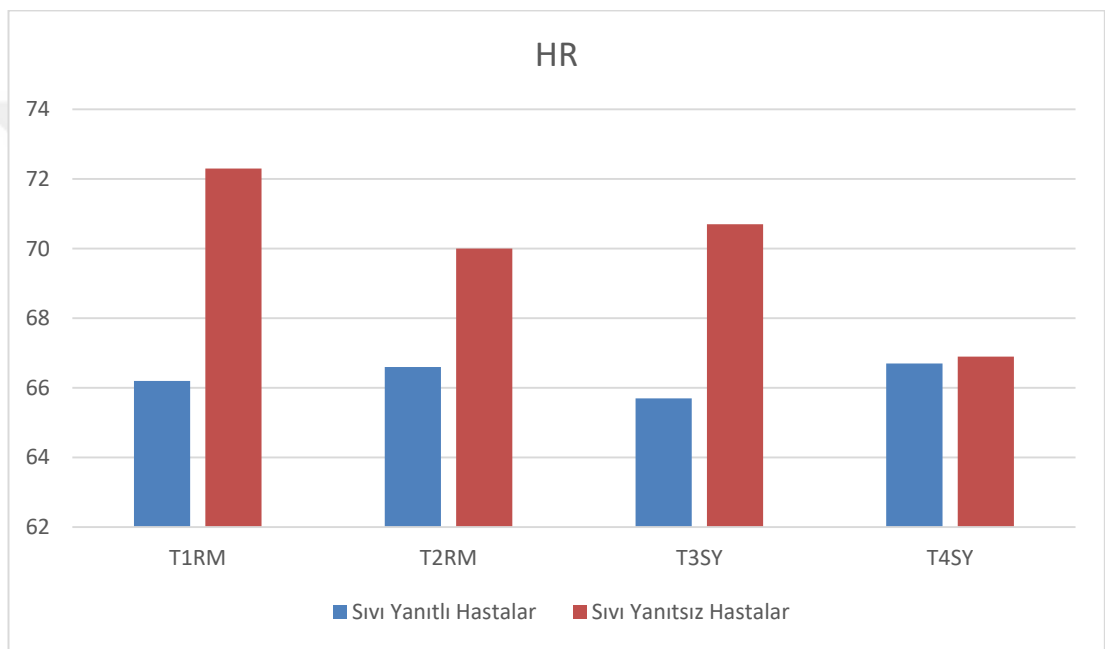
Grafik 2. RM ve Sıvı Yükleme Sonrası Sıvı Cevaplı ve Sıvı Cevapsız Hastalarda DAB Değişimleri



Grafik 3. RM ve Sıvı Yükleme Sonrası Sıvı Cevaplı ve Sıvı Cevapsız Hastalarda OAB Değişimleri

Yapılan karşılaştırmalarda: hem sıvı yanıtı olmayan hastalarda; T1RM ve T2RM zamanları arasında HR değerleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$) bulundu (Tablo 4, Grafik 4).

T3SY ve T4SY zamanları arasında, sıvı yanıtı olmayan hastalarda HR değerleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ($p<0,05$), T3SY değerlerinin daha yüksek olduğu bulunurken, sıvı yanıtı olan hastalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$) bulundu (Tablo 4, Grafik 4).

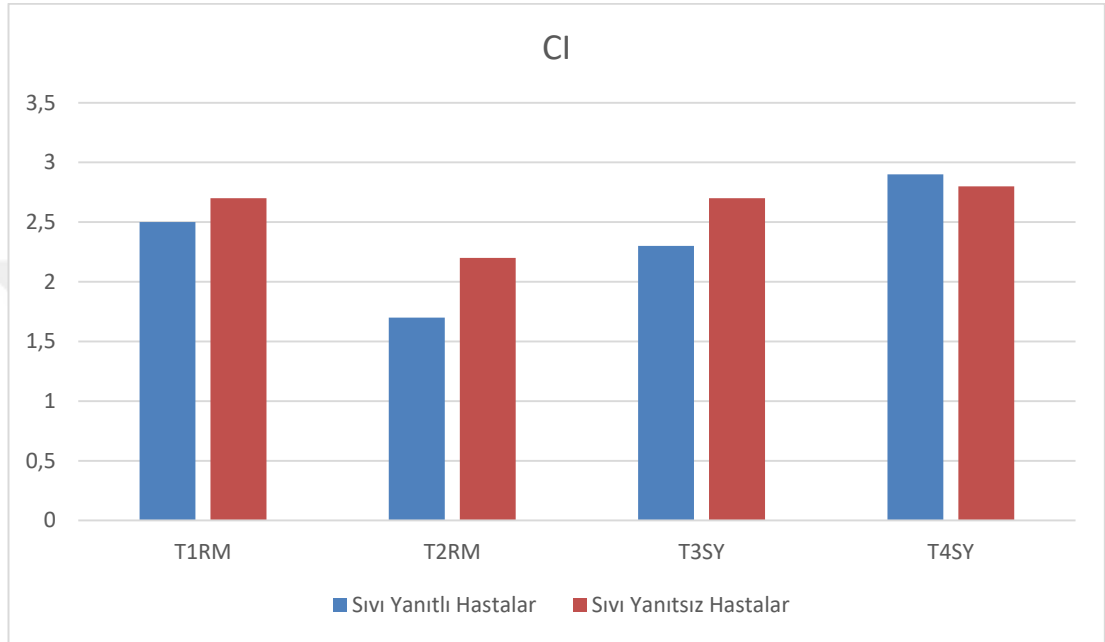


Grafik 4. RM ve Sıvı Yükleme Sonrası Sıvı Cevaplı ve Sıvı Cevapsız Hastalarda HR Değişimleri

Yapılan karşılaştırmalarda: hem sıvı yanıtı olmayan hastalarda; T1RM ve T2RM zamanları arasında CI değerleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ($p<0,001$), fark bulunan iki durumda da T1RM değerlerinin daha yüksek olduğu bulundu (Tablo 4, Grafik 5).

Sıvı yanıtı olan ve sıvı yanıtı olmayan hastalar arasında yapılan karşılaştırmalarda; $CI \Delta T1RM-T2RM \% = (T1RM-T2RM) / T1RM * 100$ sıvı yanıtı olmayan hastalar için $20,7 \pm 8,3$ düşerken, sıvı yanıtı olan hastalar için $31,7 \pm 13,8$ düştü. Bu iki parametrenin p değeri 0,001 bulunmuş olup istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo 4, Grafik 5).

T3SY ve T4SY zamanları arasında CI değerleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ($p<0,001$), fark bulunan iki durumda da T4SY değerlerinin daha yüksek olduğu bulundu (Tablo 4, Grafik 5).



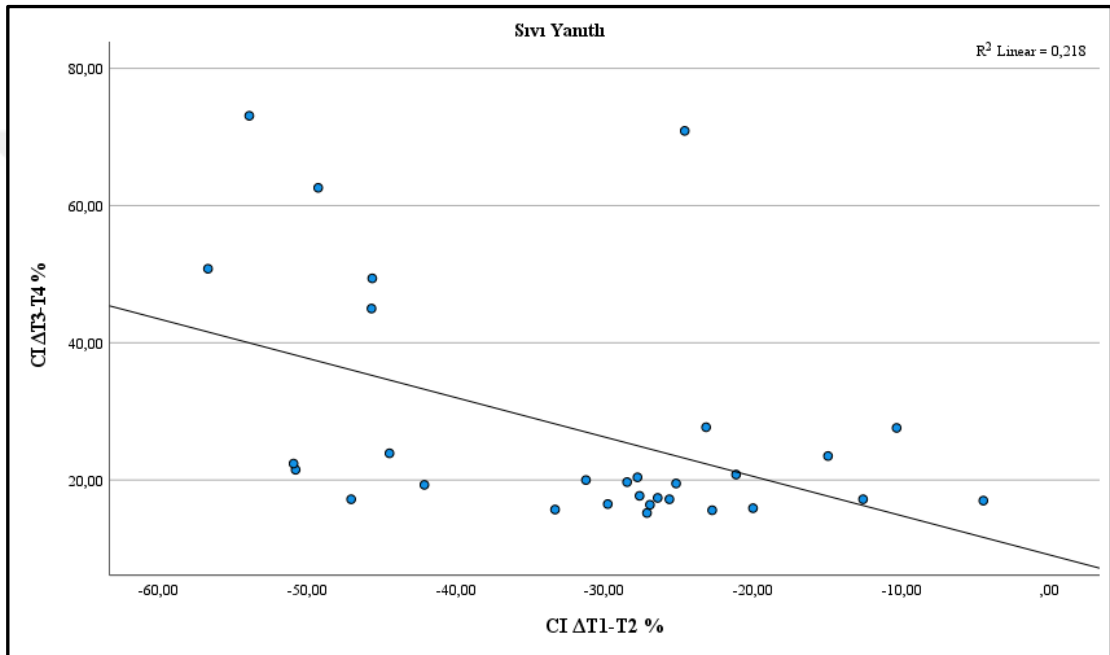
Grafik 5. RM ve Sıvı Yükleme Sonrası Sıvı Cevaplı ve Sıvı Cevapsız Hastalarda CI Değişimleri

Yapılan karşılaştırmalarda: hem sıvı yanıtlı hem de sıvı yanıtsız hastalarda; T1RM ve T2RM zamanları arasında SVI, SVV, PPV değerleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ($p<0,001$), fark bulunan iki durumda SVI için T1RM değerleri daha yüksekken, SVV ve PPV için T2RM değerleri daha yüksek bulundu (Tablo 4).

T3SY ve T4SY zamanları arasında SVI, SVV, PPV değerleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ($p<0,05$), fark bulunan iki durumda SVI için T4SY değerleri daha yüksekken, SVV ve PPV için T3SY değerleri daha yüksek bulundu (Tablo 4).

Tablo 5. Sıvı Yanıtlı Hastalarda Korelasyon Analizi

ΔT3SY-T4SY %	ΔT1RM-T2RM %				
	CI		SVI	SVV	PPV
	CI	r	-0,467		
		p	0,009		
	SVI	r	-0,337		
		p	0,068		
	SVV	r		0,239	
p			0,204		
PPV	r			-0,026	
	p			0,890	



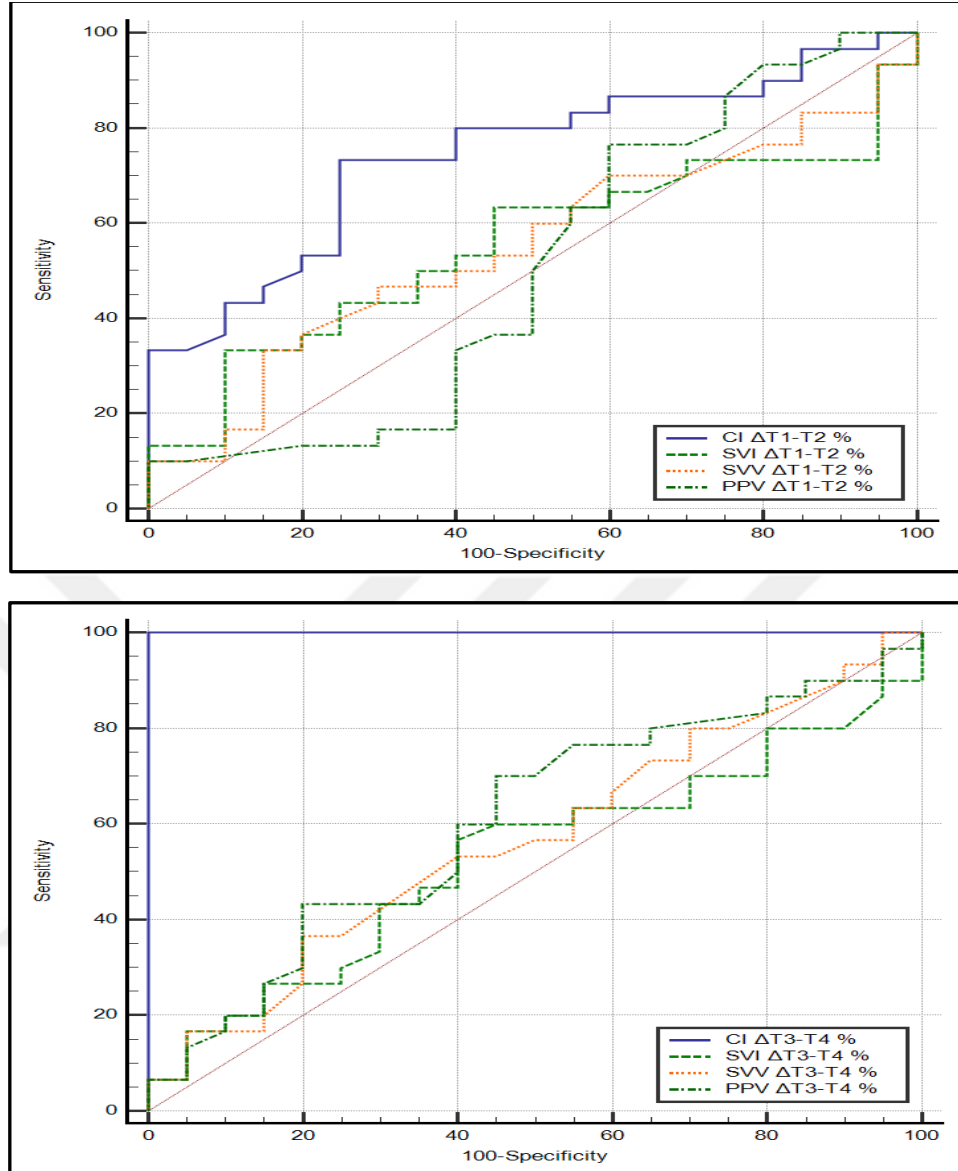
Şekil 10. Sıvı Yanıtlı Hastaların Korelasyon Analizi

Sıvı yanıtlı hastalar içerisinde recruitment manevrası öncesi-sonrası ve sıvı yükleme öncesi-sonrası değişkenler arasındaki ilişkiler incelendiğinde; sıvı yanıtlı hastalarda, CI $\Delta T1RM-T2RM$ % ile $\Delta T3SY-T4SY$ % arasında, $r=-0,467$ düzeyinde ve negatif yönde ilişki olduğu, genel hasta grubunda, CI $\Delta T1RM-T2RM$ % ile $\Delta T3SY-T4SY$ % arasında, $r=-0,562$ düzeyinde ve negatif yönde ilişki olduğu, bu ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0,05$) bulundu. Diğer değişkenler arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0,05$) bulundu (Tablo 5, Şekil 10).

Tablo 6. ROC Analizi

	AUC	%95 GA	Cut Off	Sensitivity	Specificity	Youden index	+PV	-PV	P*
CI $\Delta T1-T2$ %	0,743	0,600- 0,856	$\leq 24,6$	73,3	75,0	0,483	81,5	65,2	0,001
CI $\Delta T3-T4$ %	1,000	0,929- 1,000	$>10,1$	100,0	100,0	$>10,1$	100,0	100,0	$<0,001$
SVI $\Delta T1-T2$ %	0,553	0,405- 0,693	$>-17,2$	33,3	90,0	0,233	83,3	47,4	0,525
SVI $\Delta T3-T4$ %	0,530	0,384- 0,673	$>9,8$	56,7	60,0	0,167	68,0	48,0	0,719
SVV $\Delta T1-T2$ %	0,548	0,401- 0,689	$\leq 15,8$	33,3	85,0	0,183	76,9	45,9	0,560
SVV $\Delta T3-T4$ %	0,567	0,420- 0,707	$>-16,7$	36,7	80,0	0,167	73,3	45,7	0,417
PPV $\Delta T1-T2$ %	0,503	0,358- 0,647	$>58,3$	16,7	60,0	0,233	38,5	32,4	0,978
PPV $\Delta T3-T4$ %	0,606	0,458- 0,741	$>-37,5$	70,0	55,0	0,250	70,0	55,0	0,201

*: Roc Curve Analysis



Şekil 11. ROC Analizi

ROC analizi ile yapılan değerlendirmeleri sonucunda; CI $\Delta T1RM-T2R$ % değerlerinde $\leq 24,6$ 'nın kesim noktası olduğu bulundu (AUC=0,743, $p=0,001$, %95 GA: 0,600- 0,856). CI $\Delta T3SY-T4SY$ % değerlerinde $>10,1$ 'in kesim noktası olduğu bulundu (AUC=1,000 $p<0,001$, %95 GA: 0,929- 1,000) (Tablo 6, Şekil 11).

Diğer değişkenlerde kesim noktasının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0,05$) bulundu.

5. TARTIŞMA

Bu çalışma <8 ml/kg'dan az bir tidal volüm ile ventile edilen ve sternotomi sonrası- perikardiektomi öncesi koroner arter baypas cerrahisi geçirecek hastalarda uygulandı ve 30 cmH₂O basınçla 30 sn uygulanan LRM sonrası CI de %24 azalma kabul edilebilir derecede sıvı cevaplılığını öngördü, sıvı verilimi ve RM ile indüklenen SVV ve PPV sıvı cevaplılığını öngörmede başarısız oldu.

Perioperatif süreç boyunca sıvı yönetiminin doğru bir şekilde yapılması ve hemodinamik dengenin sürdürülmesi, mortalite ve morbidite açısından büyük önem taşır. Araştırmamızın temel hedefi koroner arter baypas cerrahisinde sternotomi sonrasında, koruyucu akciğer ventilasyonu altında akciğer açma manevrası ile hastaların sıvı yanıtılığını öngörmektir.

Akciğer koruyucu ventilasyon stratejilerinden biri olan LRM akciğerin kollapsını engeller ve arteriyel oksijenizasyonu iyileştirir. LRM akciğer fonksiyonlarını korumada önemli bir rol oynar ve komplikasyonları en aza indirir. LRM sırasında kalbe venöz dönüş azalır dolayısıyla CO'nun düşmesine sebep olur. Artan pulmoner basınç sebebiyle sağ ventrikülün üzerindeki iş yükünü artırır, pulmoner vasküler direnç artmasına sebep olabilir. LRM yapılırken venöz dönüşün azalması, kalp debisinin düşmesi, pulmoner vasküler direncin artması, hipotansiyon, koroner perfüzyonun azalması, kalp yetmezliği riskinin artması sebeplerinden dolayı özellikle dikkat gerektirmektedir. Yakın hemodinami takibi yapılmalı, gerektiğinde LRM sonlandırılmalı ve sıvı tedavisi, inotropik destek veya basınç destekleri uygulanmalıdır.

Açık göğüs koşullarında kalp, akciğerler ve hemodinami doğrudan etkilenir. İntratorasik basınç kaybolur, venöz dönüş artar. İntratorasik basınç azalması nedeniyle venöz dönüş artabilir ancak kardiyak yapılar desteklenmediği için kalbin çalışma dinamiği değişir, kalbin kasılma gücü azalabilir ve kalp debisi düşebilir. Akciğerler üzerindeki basınç azaldığı için pulmoner vasküler direnç düşer.

Kardiyak indeks ve atım hacmi indeksi değişikliklerinin hızlı ve keskin doğrulukla anında incelenmesi, sıvı tedavisine verilen yanıtın değerlendirilmesinde kilit noktadır. SV'nin %10'dan fazla artması veya kardiyak indeksin %15'den fazla artması hastaların sıvı yanıtlı olduğunu gösterir(5, 25). Koroner arter baypas cerrahi geçirecek hastanın sıvı tedavisinin uygulanmasından önce sıvı yanıtlılığının değerlendirilmesi önemlidir. Ameliyathane ortamındaki sıvı yanıtlılığını değerlendirmek için dinamik testlerin kullanımı, teknolojinin ilerlemesi ve cihazların gelişmesiyle birlikte daha yaygın hale gelmiştir. Ancak, bu testlerin sayısının fazla olması, her birinin farklı hasta gruplarında etkili olması, kardiyak indeks veya atım hacmindeki değişimlerin takibi için gerekli monitörlerin her zaman ve her yerde mevcut olmaması ve çoğu zaman invaziv işlemler gerektirmesi, sıvı yanıtlı değerlendirmesini konusunda standart bir protokol rejimini zorlaştırmaktadır(77).

De Broca ve ark. (78) koruyucu ventilasyon uygulanan, invaziv arteriyel kan basıncı takibi ve özofageal doppler monitörizasyonu uygulanan, abdominal cerrahi geçiren 60 hastayı çalışmalarına dahil etmişlerdir. Hemodinamik veriler akciğer açma manevrası öncesinde, sonrasında ve sıvı genişletme sonrasında (500cc Ringer Laktat) kaydedilmiş, akciğer açma manevrası 25 saniye boyunca 25 cmH₂O sürekli pozitif inspiratuar basınç uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Sıvı yanıtlı hastalar, sıvı yükleme sonrası atım hacminde en az %15 artış görülen hastalar olarak tanımlanmıştır. Atım hacmi özofageal doppler monitöründen, SVV ve PPV ise radial arter kataterinden hesaplanmıştır. 37 hasta (%62) sıvı yanıtlı bulunmuştur. Sıvı yanıtlı hastalarda akciğer açma manevrası ile atım hacmi değişiklikleri (Δ recSV) anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (%26 (19-37)), ($p < 0.0001$). Δ recSV'nin %16'nın üzerinde olması, sıvı yanıtlılığı %95 güven aralığı (AUROC:0.95) ile yüksek doğrulukla tahmin edebilmiş, Δ recPP (nabız basıncı değişimi) ve Δ recSV (atım hacmi değişimi) tahmin edememiştir. Bizim sonuçlarımıza göre LRM'nin daha etkin olmasının nedenleri, kapalı göğüs ve farklı basınç ve sürede RM kullanmaları olabilir.

Biais ve ark.(9) mekanik ventilasyon altındaki hastalarda LRM sırasında meydana gelen atım hacmi değişikliklerinin hastaların sıvı yanıtlılığını tahmin etme durumunu değerlendirmişlerdir. Çalışmaya koruyucu ventilasyon uygulanan, invaziv kan basıncı takibi yapılan 28 beyin cerrahi hastası dahil edilmiştir. LRM 30 saniye

boyunca 30 cmH₂O sürekli hava yolu basıncı olarak uygulanmış, sıvı yüklemesi 10 dk içinde 250 ml salin ile yapılmıştır. Bu çalışmaya göre LRM sırasında atım hacminde meydana gelen %30'luk azalma sıvı yanıtılığını yüksek oranda tahmin etmiştir. Bu azalma sıvı yanıtılığını %88 duyarlılık ve %92'lik özgüllük ile öngörmektedir. PPV'ye kıyasla daha önemli bir gösterge olduğu bulunmuştur. Çalışmamızda RM sensitivitesini %73, spesifisitesini %75, AUC'yi 0.743 bulduk.

Monnet ve ark. (23) yaptığı çalışmaya göre SVV ve PPV gibi dinamik parametreler belirli koşullar altında güvenilirdir ve özellikle düşük tidal volüm, spontan solunum, ARDS gibi durumlarda etkinliğinin azaldığı gösterilmiştir. Düşük akciğer kompliyansı ve düşük tidal volüm intratorasik basınç değişikliklerinin daha az belirgin olmasına sebep olmakta, bu durumda SVV ve PPV'nin sıvı yanıtını tahmin etme yeteneğini azaltmaktadır. Biz de çalışmamızda açık göğüs koşullarında intratorasik basınç sıfırlanarak SVV ve PPV değerinin sıvı yanıtılığını öngörmeye güvenilir olamadığını gösterdik. Yine aynı çalışmada bu gibi durumlar için alternatif yöntem olarak pasif bacak kaldırma testi, end-expiryum oklüzon testinin sıvı yanıtılığını tahmin etmek için kullanılabileceği anlatılmıştır(23). Biz de alternatif yöntem olarak akciğer açma manevrası kullandık.

Waal ve ark.(79) sıvı yanıtılığını tahmin etmek için kullanılan SVV ve PPV'nin açık göğüs koşullarında da geçerli olup olmayacağını değerlendirmek amacıyla çalışma yapmışlardır. Çalışmaya açık göğüs cerrahisi geçiren 22 hasta dahil edilmiş, intraoperatif açık göğüs ve postoperatif kapalı göğüs koşulları altında 10 ml/kg hidroksietil nişasta verilmiştir. Sonuç olarak açık göğüs koşullarında SVV ve PPV sıvı yanıtılığını tahmin etmede başarısız olmuştur, kapalı göğüs koşullarında PPV %10 üzerinde olduğunda %64 duyarlılık ve %100 özgüllükle, SVV %8 üzerinde olduğunda %100 duyarlılık ve %78 özgüllükle sıvı yanıtını tahmin etmiştir. Bizim çalışmamızda ise açık göğüs koşullarında CI kabul edilebilir derecede(80) başarılı olup, SVV ve PPV'nin sıvı yanıtılığını tahmin etme yeteneği zayıf kalmıştır.

Çalışmada tüm hastalara dengeli kristaloid infüzyonu uygulanmıştır. Heming ve ark. (81) derlemesine göre, bu yaklaşım, hiperkloremik kristaloidlerin aşırı verilmesiyle ortaya çıkabilecek hiperkloremik metabolik asidoz, renal

vazokonstriksiyon ve akut böbrek hasarı riskini azaltmaktadır. Ayrıca, kolloid kullanımı ile ilişkili olabilecek kanama eğiliminde bozulma, akut böbrek hasarı ve anafilaksi gelişme riski de bu şekilde en aza indirilmiştir(81).

Çalışmamızda bazı kısıtlamalar vardır. Birincisi intraoperatif dönemde LRM'nin uygulanabilmesi için birden fazla yöntem mevcuttur. Biz mekanik ventilatörde 30 cmH₂O inspiratuar basınçta 30 saniye süreyle otomatik ayarlanan yöntemi tercih ettik. İkincisi SVI, CI için pulse kontur analizi yöntemini kullandık, bu parametreler için altın standart olan pulmoner arter katateriyle sonuçlarımızı doğrulamadık. Üçüncüsü çalışmamıza kısıtlı sayıda ve özellikle (supin pozisyon, koroner arter baypas cerrahi) hastayı dahil ettik.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, açık göğüs koşulları ve akciğer koruyucu ventilasyon stratejisi uygulanan (düşük TV, PEEP ve RM birlikte) koroner arter hastalarında sıvı yanıtılığının değerlendirilmesinde akciğer açma manevrasının kabul edilebilir derecede başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Açık göğüs koşullarında SVV ve PPV sıvı yanıtılığını öngörmeye yeterince güvenilir sonuçlar vermemiştir.



7. KAYNAKLAR

1. Myles PS, Andrews S, Nicholson J, Lobo DN, Mythen M. Contemporary Approaches to Perioperative IV Fluid Therapy. *World Journal of Surgery* 2017;41:1.
2. Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, Levy MM, Antonelli M, Ferrer R, *et al.* Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock: 2016. *Intensive Care Med* 2017;43:304–377.
3. Osman D, Ridel C, Ray P, Monnet X, Anguel N, Richard C, *et al.* Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge. *Crit Care Med* 2007;35:64–68.
4. Cavallaro F, Sandroni C, Antonelli M. Functional hemodynamic monitoring and dynamic indices of fluid responsiveness. *Minerva Anesthesiol* 2008;74:123–135.
5. Kimura A, Suehiro K, Juri T, Fujimoto Y, Yoshida H, Tanaka K, *et al.* Hemodynamic Changes via the Lung Recruitment Maneuver Can Predict Fluid Responsiveness in Stroke Volume and Arterial Pressure During One-Lung Ventilation. *Anesthesia & Analgesia* 2021;133:44.
6. Pinsky MR. Functional hemodynamic monitoring. *Crit Care Clin* 2015;31:89–111.
7. Messina A, Montagnini C, Cammarota G, De Rosa S, Giuliani F, Muratore L, *et al.* Tidal volume challenge to predict fluid responsiveness in the operating room: An observational study. *Eur J Anaesthesiol* 2019;36:583–591.
8. Watanabe R, Suehiro K, Mukai A, Tanaka K, Yamada T, Mori T, *et al.* Changes in stroke volume induced by lung recruitment maneuver can predict fluid responsiveness during intraoperative lung-protective ventilation in prone position. *BMC Anesthesiology* 2021;21:303.
9. Biais M, Lanchon R, Sesay M, Le Gall L, Pereira B, Futier E, *et al.* Changes in Stroke Volume Induced by Lung Recruitment Maneuver Predict Fluid Responsiveness in Mechanically Ventilated Patients in the Operating Room. *Anesthesiology* 2017;126:260–267.
10. Ali A, Aygun E, Abdullah T, Bolsoy-Deveci S, Orhan-Sungur M, Canbaz M, *et al.* A challenge with 5 cmH₂O of positive end-expiratory pressure predicts fluid

- responsiveness in neurosurgery patients with protective ventilation: an observational study. *Minerva Anesthesiol* 2019;85:1184–1192.
11. Sulava EF, Johnson JC. Management of Coronary Artery Disease. *Surg Clin North Am* 2022;102:449–464.
 12. Shahjehan RD, Bhutta BS. Coronary Artery Disease. *StatPearls [Internet]* StatPearls Publishing; 2023. at <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564304/>>.
 13. Fihn SD, Gardin JM, Abrams J, Berra K, Blankenship JC, Dallas AP, *et al.* 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS Guideline for the Diagnosis and Management of Patients With Stable Ischemic Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *Journal of the American College of Cardiology* 2012;60:e44–e164.
 14. Steg PG, Ducrocq G. Future of the Prevention and Treatment of Coronary Artery Disease. *Circ J* 2016;80:1067–1072.
 15. Amsterdam EA, Wenger NK, Brindis RG, Casey DE, Ganiats TG, Holmes DR, *et al.* 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Non–ST-Elevation Acute Coronary Syndromes: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology* 2014;64:e139–e228.
 16. Tully A, Bishop MA. Coronary Artery Surgery. *StatPearls [Internet]* StatPearls Publishing; 2023. at <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562187/>>.
 17. Melly L, Torregrossa G, Lee T, Jansens J-L, Puskas JD. Fifty years of coronary artery bypass grafting. *J Thorac Dis* 2018;10:1960–1967.
 18. Temel H, Karslı B. Sıvı Tedavisinde Güncel Uygulamalar: Dün ve Bugün. *Akd Tıp D* 2020;6:334–340.
 19. Della Rocca G, Vetrugno L, Tripi G, Deana C, Barbariol F, Pompei L. Liberal or restricted fluid administration: are we ready for a proposal of a restricted intraoperative approach? *BMC Anesthesiol* 2014;14:62.

20. Critical Care Medicine. at
<https://journals.lww.com/ccmjjournal/abstract/2016/04000/effect_of_perioperative_goal_directed_hemodynamic.10.aspx>.
21. Myles PS, Bellomo R, Corcoran T, Forbes A, Peyton P, Story D, *et al*. Restrictive versus Liberal Fluid Therapy for Major Abdominal Surgery. *New England Journal of Medicine* 2018;378:2263–2274.
22. Miller TE, Roche AM, Mythen M. Fluid management and goal-directed therapy as an adjunct to Enhanced Recovery After Surgery (ERAS). *Can J Anaesth* 2015;62:158–168.
23. Monnet X, Marik PE, Teboul J-L. Prediction of fluid responsiveness: an update. *Ann Intensive Care* 2016;6:111.
24. Fellahi J-L, Futier E, Vaisse C, Collange O, Huet O, Loriau J, *et al*. Perioperative hemodynamic optimization: from guidelines to implementation—an experts’ opinion paper. *Annals of Intensive Care* 2021;11:58.
25. Myatra SN, Prabu NR, Divatia JV, Monnet X, Kulkarni AP, Teboul J-L. The Changes in Pulse Pressure Variation or Stroke Volume Variation After a “Tidal Volume Challenge” Reliably Predict Fluid Responsiveness During Low Tidal Volume Ventilation. *Crit Care Med* 2017;45:415–421.
26. Katz AM. Ernest Henry Starling, His Predecessors, and the “Law of the Heart.” *Circulation* 2002;106:2986–2992.
27. Patterson SW, Starling EH. On the mechanical factors which determine the output of the ventricles. *The Journal of Physiology* 1914;48:357–379.
28. Lena SS, Schwarzenberger J, Dinavahi R. Cardiac Physiology. In: Miier, RD (ed). *Miller’s Anesthesia*. 8th ed. Philadelphia: Saunders; 2015:473-491.
29. Jaffee W, Hodgins S, McGee WT. Tissue Edema, Fluid Balance, and Patient Outcomes in Severe Sepsis: An Organ Systems Review. *J Intensive Care Med* 2018;33:502–509.
30. Bentzer P, Griesdale DE, Boyd J, MacLean K, Sirounis D, Ayas NT. Will this hemodynamically unstable patient respond to a bolus of intravenous fluids? *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 2016;316:1298–1309.

31. Cannesson M, Pestel G, Ricks C, Hoeft A, Perel A. Hemodynamic monitoring and management in patients undergoing high risk surgery: a survey among North American and European anesthesiologists. *Crit Care* 2011;15:R197.
32. Eskesen TG, Wetterslev M, Perner A. Systematic review including re-analyses of 1148 individual data sets of central venous pressure as a predictor of fluid responsiveness. *Intensive Care Med* 2016;42:324–332.
33. Marik PE, Cavallazzi R. Does the central venous pressure predict fluid responsiveness? An updated meta-analysis and a plea for some common sense. *Crit Care Med* 2013;41:1774–1781.
34. Michard F, Alaya S, Zarka V, Bahloul M, Richard C, Teboul J-L. Global end-diastolic volume as an indicator of cardiac preload in patients with septic shock. *Chest* 2003;124:1900–1908.
35. Mutoh T, Kazumata K, Ishikawa T, Terasaka S. Performance of bedside transpulmonary thermodilution monitoring for goal-directed hemodynamic management after subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 2009;40:2368–2374.
36. Guerin L, Monnet X, Teboul J-L. Monitoring volume and fluid responsiveness: from static to dynamic indicators. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2013;27:177–185.
37. Jozwiak M, Monnet X, Teboul J-L. Prediction of fluid responsiveness in ventilated patients. *Ann Transl Med* 2018;6:352.
38. Mahmood SS, Pinsky MR. Heart-lung interactions during mechanical ventilation: the basics. *Ann Transl Med* 2018;6:349.
39. Michard F, Teboul J-L. Using heart-lung interactions to assess fluid responsiveness during mechanical ventilation. *Critical Care* 2000;4:282.
40. Cherpanath TGV, Lagrand WK, Schultz MJ, Groeneveld ABJ. Cardiopulmonary interactions during mechanical ventilation in critically ill patients. *Neth Heart J* 2013;21:166–172.
41. Hofer CK, Cannesson M. Monitoring fluid responsiveness. *Acta Anaesthesiol Taiwan* 2011;49:59–65.
42. Huan S, Dai J, Song S, Zhu G, Ji Y, Yin G. Stroke volume variation for predicting responsiveness to fluid therapy in patients undergoing cardiac and thoracic surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2022;12:e051112.

43. Chaves RC de F, Barbas CSV, Queiroz VNF, Serpa Neto A, Deliberato RO, Pereira AJ, *et al.* Assessment of fluid responsiveness using pulse pressure variation, stroke volume variation, plethysmographic variability index, central venous pressure, and inferior vena cava variation in patients undergoing mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care* 2024;28:289.
44. Wang X, Liu S, Gao J, Zhang Y, Huang T. Does tidal volume challenge improve the feasibility of pulse pressure variation in patients mechanically ventilated at low tidal volumes? A systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2023;27:45.
45. Alvarado Sánchez JI, Amaya Zúñiga WF, Monge García MI. Predictors to Intravenous Fluid Responsiveness. *J Intensive Care Med* 2018;33:227–240.
46. Benes J, Kirov M, Kuzkov V, Lainscak M, Molnar Z, Voga G, *et al.* Fluid Therapy: Double-Edged Sword during Critical Care? *Biomed Res Int* 2015;2015:729075.
47. Mini-fluid Challenge of 100 ml of Crystalloid Predicts Fluid Responsiveness in the Operating Room | Anesthesiology | American Society of Anesthesiologists. at <<https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article/127/3/450/17795/Mini-fluid-Challenge-of-100-ml-of-Crystalloid>>.
48. Ali A, Dorman Y, Abdullah T, Yasa C, Orhan-Sungur M, Akinci IO, *et al.* Ability of mini-fluid challenge to predict fluid responsiveness in obese patients undergoing surgery in the prone position. *Minerva Anesthesiol* 2019;85:981–988.
49. Jabot J, Teboul J-L, Richard C, Monnet X. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change. *Intensive Care Med* 2009;35:85–90.
50. Monnet X, Bleibtreu A, Ferré A, Dres M, Gharbi R, Richard C, *et al.* Passive leg-raising and end-expiratory occlusion tests perform better than pulse pressure variation in patients with low respiratory system compliance. *Crit Care Med* 2012;40:152–157.
51. Monnet X, Osman D, Ridet C, Lamia B, Richard C, Teboul J-L. Predicting volume responsiveness by using the end-expiratory occlusion in mechanically ventilated intensive care unit patients. *Crit Care Med* 2009;37:951–956.

52. Silva S, Jozwiak M, Teboul J-L, Persichini R, Richard C, Monnet X. End-expiratory occlusion test predicts preload responsiveness independently of positive end-expiratory pressure during acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 2013;41:1692–1701.
53. Jozwiak M, Depret F, Teboul J-L, Alphonsine J-E, Lai C, Richard C, *et al.* Predicting Fluid Responsiveness in Critically Ill Patients by Using Combined End-Expiratory and End-Inspiratory Occlusions With Echocardiography. *Crit Care Med* 2017;45:e1131–e1138.
54. Kamer Dere MEO. Noninvasive comparison of the effects of right and left thoracotomies on cardiac output. at <https://gulhanemedj.org/articles/noninvasive-comparison-of-the-effects-of-right-and-left-thoracotomies-on-cardiac-output/doi/33273>.
55. Romagnoli S, Ricci Z, Romano SM, Dimizio F, Bonicolini E, Quattrone D, *et al.* FloTrac/Vigileo(TM) (third generation) and MostCare(®)/PRAM versus echocardiography for cardiac output estimation in vascular surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2013;27:1114–1121.
56. Schwann NM, Hillel Z, Hoeft A, Barash P, Möhnle P, Miao Y, *et al.* Lack of effectiveness of the pulmonary artery catheter in cardiac surgery. *Anesth Analg* 2011;113:994–1002.
57. Sangkum L, Liu GL, Yu L, Yan H, Kaye AD, Liu H. Minimally invasive or noninvasive cardiac output measurement: an update. *J Anesth* 2016;30:461–480.
58. Aykaç ZZ, Arslantaş MK. Fluid Therapy and Management (II) Monitoring and Prediction of Fluid Responsiveness. 24:1–10.
59. Monnet X, Persichini R, Ktari M, Jozwiak M, Richard C, Teboul J-L. Precision of the transpulmonary thermodilution measurements. *Critical Care* 2011;15:R204.
60. Reuter DA, Huang C, Edrich T, Shernan SK, Eltzschig HK. Cardiac output monitoring using indicator-dilution techniques: basics, limits, and perspectives. *Anesth Analg* 2010;110:799–811.
61. Yang X, Du B. Does pulse pressure variation predict fluid responsiveness in critically ill patients? A systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2014;18:650.

62. Teboul J-L, Saugel B, Cecconi M, De Backer D, Hofer CK, Monnet X, *et al.* Less invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2016;42:1350–1359.
63. Saugel B, Vincent J-L. Cardiac output monitoring: how to choose the optimal method for the individual patient. *Curr Opin Crit Care* 2018;24:165–172.
64. Kouz K, Scheeren TWL, de Backer D, Saugel B. Pulse Wave Analysis to Estimate Cardiac Output. *Anesthesiology* 2021;134:119–126.
65. Akl TJ, Wilson MA, Ericson MN, Côté GL. Quantifying tissue mechanical properties using photoplethysmography. *Biomed Opt Express* 2014;5:2362–2375.
66. Acute Respiratory Distress Syndrome Network, Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, *et al.* Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000;342:1301–1308.
67. Mo J, Wang D, Xiao J, Chen Q, An R, Liu HL. Effects of lung protection ventilation strategies on postoperative pulmonary complications after noncardiac surgery: a network meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Anesthesiology* 2024;24:346.
68. Futier E, Constantin J-M, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, *et al.* A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med* 2013;369:428–437.
69. Claxton BA, Morgan P, McKeague H, Mulpur A, Berridge J. Alveolar recruitment strategy improves arterial oxygenation after cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia* 2003;58:111–116.
70. Nielsen J, Østergaard M, Kjaergaard J, Tingleff J, Berthelsen PG, Nygård E, *et al.* Lung recruitment maneuver depresses central hemodynamics in patients following cardiac surgery. *Intensive Care Med* 2005;31:1189–1194.
71. Nielsen J, Nilsson M, Fredén F, Hultman J, Alström U, Kjaergaard J, *et al.* Central hemodynamics during lung recruitment maneuvers at hypovolemia, normovolemia and hypervolemia. A study by echocardiography and continuous pulmonary artery flow measurements in lung-injured pigs. *Intensive Care Med* 2006;32:585–594.

72. Hess DR. Recruitment Maneuvers and PEEP Titration. *Respir Care* 2015;60:1688–1704.
73. Muller L, Louart G, Bousquet P-J, Candela D, Zoric L, de La Coussaye J-E, *et al.* The influence of the airway driving pressure on pulsed pressure variation as a predictor of fluid responsiveness. *Intensive Care Med* 2010;36:496–503.
74. Monnet X, Letierce A, Hamzaoui O, Chemla D, Anguel N, Osman D, *et al.* Arterial pressure allows monitoring the changes in cardiac output induced by volume expansion but not by norepinephrine. *Crit Care Med* 2011;39:1394–1399.
75. de Courson H, Michard F, Chavignier C, Verchère E, Nouette-Gaulain K, Biais M. Do changes in perfusion index reflect changes in stroke volume during preload-modifying manoeuvres? *J Clin Monit Comput* 2020;34:1193–1198.
76. Appelbaum N, Clarke J. Ideal body weight calculations: fit for purpose in modern anaesthesia? *Eur J Anaesthesiol* 2021;38:1211–1214.
77. Shi R, Monnet X, Teboul J-L. Parameters of fluid responsiveness. *Curr Opin Crit Care* 2020;26:319–326.
78. De Broca B, Garnier J, Fischer M-O, Archange T, Marc J, Abou-Arab O, *et al.* Stroke volume changes induced by a recruitment maneuver predict fluid responsiveness in patients with protective ventilation in the operating theater. *Medicine (Baltimore)* 2016;95:e4259.
79. de Waal EEC, Rex S, Kruitwagen CLJJ, Kalkman CJ, Buhre WF. Dynamic preload indicators fail to predict fluid responsiveness in open-chest conditions. *Crit Care Med* 2009;37:510–515.
80. Nahm FS. Receiver operating characteristic curve: overview and practical use for clinicians. *Korean J Anesthesiol* 2022;75:25–36.
81. Heming N, Moine P, Coscas R, Annane D. Perioperative fluid management for major elective surgery. *Br J Surg* 2020;107:e56–e62.

8. ÖZGEÇMİŞ

I-Bireysel Bilgiler

Adı Soyadı: Meltem Sakman Yılmaz

Doğum Yeri ve Tarihi:

Uyruğu: T.C.

Medeni Durumu: Evli

E-posta Adresi:

Telefon:

Yabancı Dil Bilgisi: İngilizce

II-Eğitimi

- 1) Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Şehir Hastanesi 2020-halen
- 2) Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi 2013-2019
- 3) Selçuklu Anadolu Lisesi 2009-2013

III-Mesleki Deneyim

- 1) Karaman Devlet Hastanesi (2019-2020) (Pratisyen Hekim)
- 2) Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Şehir Hastanesi (2020-halen)
(Uzmanlık Eğitimi, Anestezi ve Reanimasyon)

VI- Katıldığı Program ve Etkinlikler

- 1) Klinik Anesteziye Ultrasonografi Eskişehir 2023
- 2) Neonatal Resüsitasyon Programı Ankara 2024

9. EKLER

EK-1. ETİK KURUL ONAM FORMU



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
2 Nolu Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

Sayı : E.Kurul –E2-23-3460 No’lu çalışma

Ankara Bilkent Şehir Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği’nde planlanan; Prof. Dr. Ümit KARADENİZ’in sorumlu araştırmacısı olduğu “Koroner Arter Bypass Cerrahisinde Sternotomi Sonrasında Akciğer Açma Manevrası İle Sıvı Yanıtlılığının Değerlendirilmesi” konulu çalışma incelenmiş olup, Etik açıdan oy birliği ile uygun görülmüştür.

01/03/2023

Prof. Dr. Fuat Emre CANPOLAT
2 Nolu Etik Kurul Başkanı

Etik Kurul Sekreterliği Üniversiteler Mah. Bilkent Cad. No:1 Çankaya/Ankara

İrtibat; 2nolu Etik Kurul: B.Özkan
K.Çetindağ
G.Uzun

Tel: 0 (312) 552 66 00 Dahili:721197--721198

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Koroner Arter Bypass Cerrahisinde Sternotomi Sonrasında Akciğer Açma Manevrası İle Sıvı Yanıtlılığının Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Ankara Şehir Hastanesi 2 Nolu Klinik Araştırmalar Etik Kurul
	AÇIK ADRESİ:	Üniversiteler Mah. Bilkent Cad. No:1 ÇANKAYA /ANKARA
	TELEFON	0312 552 66 00
	FAKS	0312 552 99 82
	E-POSTA	ankarash.etikkurul2@saglik.gov.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Ümit KARADENİZ		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi		
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-		
	DESTEKLEYİCİ	-		
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	-		
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-		
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐	
		FAZ 2	☐	
		FAZ 3	☐	
		FAZ 4	☐	
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐	
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐	
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐	
		İlaç dışı klinik araştırma	☐	
	Diğer ise belirtiniz: Prospektif Çalışma			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐
				ULUSLARARASI ☐

2 Nolu Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Fuat Emre CANPOLAT
İmza:

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Koroner Arter Bypass Cerrahisinde Sternotomi Sonrasında Akciğer Açma Manevrası İle Sıvı Yanıtlılığının Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ		
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı			Açıklama
	SIGORTA	☐		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐		
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐		
	İLAN	☐		
	YILLIK BİLDİRİM	☐		
	SONUÇ RAPORU	☐		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐		
	DİĞER:	☐		
	KARAR BİLGİLERİ	Karar No: E2-23-3460	Tarih: 01/03/2023	
Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.				

2 Nolu Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Fuat Emre CANPOLAT
İmza:

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Koroner Arter Bypass Cerrahisinde Sternotomi Sonrasında Akciğer Açma Manevrası ile Sıvı Yanıtlılığının Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BASKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Fuat Emre CANPOLAT

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişkisi	Katılım *	İmza
Prof. Dr. Fuat Emre CANPOLAT	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Neonatoloji	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐		
Prof. Dr. İlkan TATAR	Anatomi	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐		
Prof. Dr. Dilek ŞAHİN	Kadın Hastalıkları ve Doğum /Perinatoloji	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐		
Prof. Dr. Mehmet Ali Nahit ŞENDUR	Tıbbi Onkoloji	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi (YBÜ)	E ☒	K ☐	E ☐		
Prof. Dr. Bilgen BAŞGÜT	Farmakoloji	Başkent Üniversitesi Eczacılık Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐		
Prof. Dr. Özlem Yılmaz TAŞDELEN	Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐		
Prof. Dr. Bedi DİNÇ	Tıbbi Mikrobiyoloji	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi (S.B.Ü.)	E ☐	K ☒	E ☐		
Prof. Dr. Gülhan KURTOĞLU ÇELİK	Acil Tıp	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi(YBÜ)	E ☐	K ☒	E ☐		
Doç. Dr. Hayriye Gözde KANMAZ KUTMAN	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Neonatoloji	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐		
Doç. Dr. Ayça Tuba DUMANLI ÖZCAN	Anestezi ve Reanimasyon	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐		
Doç. Dr. Dilek ÖZTAŞ	Halk Sağlığı	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi (YBÜ)	E ☐	K ☒	E ☐		
Doç. Dr. Muhammet Kadri ÇOLAKOĞLU	Gastroenteroloji Cerrahisi	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐		
Sağ. Mens. Olm. Üye. Mehmet Hilmi ŞEÇİLMİŞ	İktisat Maliye	Emekli	E ☒	K ☐	E ☐		
Av. Mesut KELEKÇİBAŞI	Hukuk	Serbest Avukat	E ☒	K ☐	E ☐		
Mühendis Merve ÖZYÜKSEL	Biyomedikal Mühendis	Türk Standartları Enstitüsü Direktifler Müdürlüğü	E ☐	K ☒	E ☐		

*:Toplantıda Bulunma

2 Nolu Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:Prof. Dr. Fuat Emre CANPOLAT
İmza:

EK-2. HASTALAR İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

Sizden katılımcı olmanızı istediğimiz çalışma ‘Koroner arter baypas cerrahisinde akciğer açma manevrası ile sıvı yanıtılığının değerlendirilmesi’’ isimli bir araştırmadır.

Çalışmaya 45 gönüllü hastanın katılması planlanmaktadır. Çalışmamız geçireceğiniz ameliyat planını ve ameliyat olmanız için gereken anestezi yöntemi üzerinde bir değişiklik gerektirmeyecek bir çalışmadır. Ameliyat sırasında akciğer açma manevrası uygulanacak ve sıvı ihtiyacınızın olup olmadığı tespit edilecektir. Akciğer açma manevrası, ameliyat sırasında ve sonrasında gelişebilecek akciğer komplikasyonlarının önlenmesinde faydalı bir manevradır ve her hastada uygulanmaktadır. Bu işlem size bir zarar vermemektedir ve herhangi bir tıbbi sorun görüldüğü takdirde gerekli tüm tıbbi ekipmanlarımız ve ilaçlarımız hazırda bulunmaktadır.

Araştırmaya katılımınız isteğe bağlıdır ve istediğiniz zaman, herhangi bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmaksızın, hiçbir hakkınızı kaybetmeden araştırmadan çekilebilirsiniz. Size planlanan ameliyat yine planlanan anestezi ile gerçekleştirilecektir. Bu araştırma dahilinde size herhangi bir ödeme yapılmayacak ve tarafınızdan herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Araştırmacılar, Etik Kurul, Kurum ve diğer ilgili sağlık otoriteleri sizin orijinal tıbbi kayıtlarınıza doğrudan erişime sahip olabilirler, ancak bu bilgiler gizli tutulacaktır. Yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunun imzalanmasıyla siz veya yasal temsilciniz söz konusu erişime izin vermiş olursunuz. İlgili mevzuat gereğince kimliğinizi ortaya çıkaracak kayıtlar gizli tutulacaktır. Kamuoyuna açıklanamayacak ve araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi kimliğiniz gizli kalacaktır. Araştırma konusuyla ilgili ve araştırmaya katılmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde siz veya yasal temsilcisiniz zamanında bilgilendirileceksiniz.