

T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

**GENEL ANESTEZİ ALTINDA DÜŞÜK TİDAL HACİM İLE
VENTİLE EDİLEN HASTALARDA PASİF BACAK
KALDIRMA (PLR) TESTİ UYGULAMASININ
HEMODİNAMİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Evren AYGÜN

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Ali Emre ÇAMCI

İstanbul 2020

T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

**GENEL ANESTEZİ ALTINDA DÜŞÜK TİDAL HACİM İLE
VENTİLE EDİLEN HASTALARDA PASİF BACAK
KALDIRMA (PLR) TESTİ UYGULAMASININ
HEMODİNAMİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Evren AYGÜN

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Ali Emre ÇAMCI

İstanbul 2020

TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimim süresince Anesteziyoloji, Reanimasyon ve Algoloji konusundaki bilgi ve deneyimlerini bana ilgi ve anlayışla aktaran değerli hocalarım Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Kamil Mehmet Tuğrul, Prof. Dr. Tülay Özkan Seyhan, Prof. Dr. Figen Esen, Prof. Dr. Nüzhet Mert Şentürk, Prof. Dr. Perihan Ergin Özcan, Prof. Dr. Zerrin Sungur, Prof. Dr. Mukadder Orhan Sungur, Prof. Dr. Gül Köknel Talu, Doç. Dr. Kemalettin Koltka, Doç. Dr. Meltem Savran Karadeniz, Doç. Dr. Emine Aysu Şalvız, Doç. Dr. Demet Altun Bingöl, Yard. Doç. Dr. Hacer Ayşen Yavru ve Yard. Doç. Dr. Halil Çetingök'e; uzmanlık eğitimim süresince bana destek olan ve üzerimde emeği bulunan tüm uzmanlarıma teşekkürlerimi sunarım. Birlikte çalışmaktan her daim keyif aldığım anestezi ve yoğun bakım hemşiresi, anestezi teknikeri, uyanma odası ekibi ve diğer sağlık çalışanı arkadaşlarıma çalışma hayatımda bıraktıkları güzel anılar için teşekkür ederim. Ne zaman ihtiyacım olsa yardımlarını esirgemeyen kürsü sekreterliği çalışanlarımıza ayrıca minnettarım.

Asistanlık sürecim içerisinde emekli olan Prof. Dr. Lütfi Telci, Prof. Dr. Kamil Pembeci, Prof. Dr. Özkan Akıncı ve Yard. Doç. Dr. Süleyman Küçükay'a üzerimdeki emekleri için teşekkür ederim.

Tez yapım sürecimi destekleyen, bilimsel dünyada yolumu aydınlatan, benim için bir öğretim üyesinden öte olan ve kendime örnek aldığım Doç. Dr. Achmet Ali 'ye Beyin Cerrahisi kliniğimizde tezimin yürümesindeki katkılarından dolayı ayrıca müteşekkirim. Her zaman bana destek olan danışman hocam Doç. Dr. Mehmet İlke Büget'e, öğrencisi olmaktan daima keyif aldığım anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Kamil Mehmet Tuğrul'a ve yetişmemde emeği olan tez danışman hocam Prof. Dr. Emre Çamcı'ya teşekkürü borç bilirim.

Dayanışmanın önemini her zaman hissettiren eşkıdemlerime, karşılıksız sevgileri ve fedakârlıklarıyla beni yetiştiren her şeyimi borçlu olduğum annem Fatma Aygün ve babam Abidin Aygün'e, hep yanımda olan ve olacağını bildiğim en güçlü dayanağım kardeşim Dr. Enis Aygün'e, duruşuyla tüm zorlukların üstesinden gelebileceğimi hissettiren, güzel günlerimin neşesi, mutluluğumu ve hüznümü paylaşabildiğim, meslektaşım, eşkıdemim ve hayat arkadaşım Dr. Elif Aygün'e sonsuz minnetimi sunar teşekkür ederim.

Dr. Evren Aygün
İstanbul, 2020

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER

KISALTMALAR DİZİNİ

ŞEKİLLER DİZİNİ

TABLolar DİZİNİ

ÖZET

ABSTRACT

- I. GİRİŞ
- II. GENEL BİLGİLER
 - A. SIVI DENGESİ
 - B. SIVI YANITLILIĞI, SIVI TOLERANSI VE SIVI İHTİYACI
 1. Sıvı Yanıtlılığı
 2. Sıvı Toleransı
 3. Sıvı İhtiyacı
 - C. SIVI YANITLILIĞININ FİZYOLOJİSİ VE FRANK-STARLING İLKESİ
 - D. SIVI YANITLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ
 1. Tanım
 2. Sıvı yanıtlılığını değerlendirme yöntemleri
 - a) Statik Yöntemler
 - b) Dinamik yöntemler
 - E. KARDİYOPULMONER ETKİLEŞİMLER
 1. Plevral Basınç Artışının Etkileri
 2. Transpulmoner Basınç Artışının Etkileri
 3. Solunum Döngüsünün Hemodinamik Etkileri

F. ATIM HACMİ VARYASYONU (SVV) VE NABİZ BASINCI VARYASYONU (PPV)

1. Oluşum Mekanizmaları ve Hesaplanmaları
2. SVV ve PPV ile İlgili Literatür Verileri ve Sınırlılıklar

G. DİĞER DİNAMİK YÖNTEMLER VE SINIFLANDIRMA

H. FONKSİYONEL HEMODİNAMİK TESTLER

1. Tanım
2. Yöntemler
 - a) Ekspiryum Sonu Oklüzyon Testi
 - b) Mini Sıvı Yükleme Testi
 - c) Kısa Süreli PEEP Testi

İ. PASİF BACAK KALDIRMA (PLR) TESTİ

1. Yöntem
2. Güçlü Yönler
3. Kısıtlılıklar

III. AMAÇ

IV. GEREÇ VE YÖNTEM

- A) HASTALAR
- B) HEMODİNAMİK MONİTÖRİZASYON
- C) SOLUNUMSAL PARAMETRELER
- D) ÇALIŞMA PROTOKOLÜ
- E) İSTATİSTİKSEL ANALİZ

V. BULGULAR

- A. HASTA ÖZELLİKLERİ VE GENEL HEMODİNAMİK VERİLER
- B. BAZAL HEMODİNAMİK VERİLERİN BENZERLİĞİ
- C. PLR ve SIVI YÜKLEMESİ SONRASI ATIM HACMİ İNDEKSİ VERİLERİ
- D. SIVI YANITLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

VI. TARTIŞMA

VII. SONUÇ

VIII. KAYNAKÇA

IX. EK-1

X. ÖZGEÇMİŞ



KISALTMALAR

SVB: Santral Venöz Basınç

SVV: Atım Hacmi Varyasyonu – Stroke Volume Variation

PPV: Nabız Basıncı Varyasyonu – Pulse Pressure Variation

İVA: İdeal Vücut Ağırlığı

PLR: Pasif Bacak Kaldırma – Passive Leg Raising

EEOT: Ekspiryum Sonu Oklüzyon Testi – End-Expiratory Occlusion Test

MFC: Mini Sıvı Yükleme Testi - Mini-fluid Challenge

KSPT: Kısa Süreli PEEP Testi

PATB: Pulmoner Arter Tıkanma Basıncı

GEDVI: Global Diyastol Sonu Hacim İndeksi – Global End-Diastolic Volume Index

Palv: İntra-alveolar Basınç

Ppl: Plevral Basınç

Ptp: Transpulmoner Basınç

Ptt: Transtorasik Basınç

KTA: Kalp Tepe Atımı

SAB/DAB/OAB: Sistolik/Diyastolik/Ortalama Arter Basıncı

SV: Atım Hacmi – Stroke Volume

SVI: Atım Hacmi İndeksi – Stroke Volume Index

CO: Kalp Debisi – Cardiac Output

CI: Kardiyak İndeks – Cardiac Index

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Sıvı dengesi ile perioperatif morbidite ilişkisi

Şekil 2: Frank – Starling eğrisi, eğrinin üzerinde sarkomer uzunlukları

Şekil 3: Sıvı dengesinin Frank – Starling eğrisi üzerinden yorumlanması

Şekil 4: Farklı kardiyak performansa sahip hastaların Frank – Starling eğrileri

Şekil 5: Solunum döngüsü etkisi ile nabız basıncı değişiklikleri

Şekil 6: Frank – Starling eğrisinin iki farklı bölgesinde olan hastalarda atım hacmi varyasyonundaki farklılık

Şekil 7: Pasif Bacak Kaldırma Testi sırasında hasta pozisyonu

Şekil 8: Pasif Bacak Kaldırma Testi’nin uygulanması

Şekil 9: Çalışma akış diyagramı

Şekil 10: Pasif bacak kaldırma ve sıvı yükleme sonrası SVI değişiminin korelasyonu

Şekil 11: Pasif Bacak Kaldırma Testi, PPV ve SVV değerlerinin ROC eğrileri

Tablolar Dizini

Tablo 1: Statik parametrelerin etkinliği

Tablo 2: Dinamik parametrelerin sınıflandırılması

Tablo 3: Hastaların demografik özellikleri

Tablo 4: Hastaların hemodinamik verileri

Tablo 5: Değişkenlerin sıvı yanıtıtlılığı tahmin kabiliyeti

ÖZET

Amaç: Çalışmanın temel amacı, genel anestezi ve mekanik ventilasyon altında düşük tidal hacim ile ventile edilen hastalarda, sıvı yanıtılığını öngörmede Pasif Bacak Kaldırma (PLR) Testi'nin duyarlılık, özgüllük ve kesme değeri ile etkinliğini göstermektir.

Gereç ve Yöntem: Etik kurul onayı ve hasta onamı alınmasını takiben toplam 38 hasta ile çalışma tamamlandı. Hastaların kalp tepe atımı (KTA), ortalama arter basıncı (OAB), atım hacmi (SV), atım hacmi indeksi (SVI) ve atım hacmi varyasyonu (SVV) değerleri genel anestezi indüksiyonu sonrası PLR testi öncesi, 1 dakikalık PLR sonlandırılmadan önce, PLR'nin ardından 3 dakika supin pozisyonunda beklenildikten sonra ve son olarak 500 ml sıvı yüklemesi sonrası kaydedildi. Sıvı yüklemesi sonrasında SVI değeri %15'ten fazla artan hastalar sıvı yanıtılı olarak kabul edildi. PLR sırasında alınan veriler sıvı yüklemesi sonrası edinilen sıvı yanıtılılığı bilgisi ışığında tekrar değerlendirildi.

Bulgular: On yedi (%44) hasta sıvı yanıtılı olarak bulundu. PLR testi sonrası sıvı yanıtılı ve sıvı yanıtısız hasta grubunda SVI değerinde sırası ile 10.7 ± 3.9 ve 5.5 ± 3.1 artma görüldü ($p < 0.001$). Sıvı yüklemesi sonrası sıvı yanıtılı ve sıvı yanıtısız hasta grubunda SVI değerinde sırası ile 18.7 ± 3.1 ve 7.9 ± 5.5 artma görüldü ($p < 0.001$). PLR testi sonrası meydana gelen SVI artışı ($\Delta\%SVI_{PLR}$) ile sıvı yüklemesi sonrası gerçekleşen SVI artışı ($\Delta\%SVI_{SY}$) arasında pozitif korelasyon saptandı ($p < 0.001$ $R^2 = 0.540$). $\Delta\%SVI_{PLR}$ için çizilen ROC (Receiver Operator Characteristics) eğrisinde eğri altında kalan alan 0.832 (%95CI: 0.698-0.966), PPV ve SVV için bu değer sırasıyla; 0.723 (%95CI: 0.554-0.892) ve 0.706 (%95CI: 0.539-0.873) bulundu. ROC eğrisi altında kalan alan PLR testi ile PPV ve SVV arasında benzerdi ($p > 0.05$). $\Delta\%SVI_{PLR}$ için en iyi kesme değeri %8.3 olarak bulunurken, bu değer için duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla %82 ve %81 olarak hesaplandı.

Sonuç: Genel anestezi altında düşük tidal hacimle solutulan hastalarda yapılan PLR testi sonrası meydana gelen SVI değişim yüzdesi, %8.3 kesme değeri %82 duyarlılık ve %81 özgüllük ile SVV ve PPV'den daha yüksek özgüllük ve duyarlılık değerlerine sahiptir. SVV ve PPV'den istatistiksel olarak farklı olmamakla birlikte daha yüksek duyarlılık ve özgüllük değerlerine sahip olan PLR testi, klinikte sıvı yanıtılılığı değerlendirmesinde tercih edilebilir bir yöntemdir.

ABSTRACT

Aim: The primarily aim of the study is to suggest the specificity, sensitivity, cut-off values and effectiveness of the Passive Leg Raising (PLR) Test in predicting fluid responsiveness in patients ventilated with low tidal volume under general anesthesia and mechanical ventilation.

Materials and methods: The study was completed with 38 patients following the approval of the Ethics Committee and informed consent of the patients. Patients' heart rate (KTA), mean arterial pressure (MAP), stroke volume (SV), stroke volume index (SVI) and stroke volume variation (SVV) values were recorded first time after general anesthesia induction - before PLR test, second time after 1st minute of PLR, third time 3 minutes after PLR in supine position and finally fourth time after 500 ml fluid loading. Patients whose SVI value increased more than 15% after fluid loading were defined as volume responders. Data received during PLR were re-evaluated in light of the volume responsiveness information obtained after fluid loading.

Results: Seventeen (44%) patients were volume responder. After PLR test, increase percentage in SVI was $10.7 \pm 3.9\%$ and $5.5 \pm 3.1\%$ in responder and non-responder respectively ($P < 0.001$). After fluid loading, the change percentage in SVI was $18.7 \pm 3.1\%$ and $7.9 \pm 5.5\%$ in responders and non-responders, respectively. A positive correlation was found between increase percentage in SVI during PLR ($\Delta\%SVI_{PLR}$) and increase percentage in SVI after fluid loading ($\Delta\%SVI_{SY}$) ($p < 0.001$ $R^2 = 0.540$). The area under ROC (receiver operating characteristics) curves generated to predict fluid responsiveness for increase percentage in SVI during PLR 0.832 (95% CI: 0.698 – 0.966), for PPV and SVV 0.723 (95% CI: 0.554-0.892) and 0.706 (95% CI: 0.539 – 0.873). The area under the ROC curve was similar between the PLR test and PPV and SVV. Best cut-off values of increase percentage in SVI during PLR was 8.3% with 82% sensitivity and 81% specificity.

Conclusion: The percentage of SVI change occurring after PLR test performed in patients with low tidal volume under general anesthesia has higher specificity and sensitivity values than SVV and PPV with 82% sensitivity and 81% specificity at 8.3% cut-off value. Although not statistically different from SVV and PPV, the PLR test, which has higher sensitivity and specificity values, is a preferable method for evaluating fluid responsiveness in the clinic.

I. GİRİŞ

Perioperatif ideal sıvı yönetimi, organ hasarının engellenmesi ve postoperatif mortalite ve morbiditenin azaltılması açısından oldukça önemlidir [1-3].

Bu dönemde, hastaları hipervolemi ve hipovolemiden koruyarak düşük kalp debisine (CO) bağlı hipoperfüzyon, kalbin iş yükü artışı ve endotel glikokaliks hasarı gibi durumlardan kaçınılabılır [2-4].

Gerek majör cerrahi gerek kritik hastalık yönetiminde hemodinaminin ideal sınırlar içerisinde tutulabilmesi ve uygun sıvı tedavisinin düzenlenebilmesi için hastaların sıvı yanıtılığının bilinmesi gerekir [5]. Günümüzde, uzun yıllar bu amaçla kullanılmış olan, santral venöz basınç (SVB) ya da pulmoner arter tıkanma basıncı (PATK) gibi statik göstergeler yerine, nabız basıncı varyasyonu (Pulse Pressure Variation - PPV) ve atım hacmi varyasyonu (Stroke Volume Variation - SVV) gibi dinamik belirteçlerin, mekanik ventilasyon altındaki hastaların sıvı yanıtılığının değerlendirilmesinde üstün olduğu bilinmektedir [6-9]. Atım hacmi ve kalp debisi odaklı bir sıvı tedavisi düzenlenirken PPV ve SVV gibi dinamik değişkenlerin gözetildiği sıvı tedavi yaklaşımına “hedefe yönelik sıvı tedavisi” denilmektedir.

Ancak söz konusu dinamik parametreler sadece, aritmisi olmayan ve 8 ml/kg soluk hacmi (TV) ile mekanik ventilasyonu idame edilen hastalarda kullanılabilmektedir [10]. Günümüzde intraoperatif olarak da kullanılan akciğer koruyucu ventilasyon yaklaşımı gereği uygulanan düşük soluk hacmi (6-7 ml/kg) dinamik testlerin kullanımını kısıtlamaktadır. Pasif bacak kaldırma (Passive Leg Raising - PLR) testi gibi “fonksiyonel hemodinamik testler” bu nedenle gündeme gelmiş ve PLR testinin, düşük tidal hacim ile ventilasyon, aritmi, azalmış akciğer kompliyansı ya da spontan solunum gibi durumlarda da, atım hacmindeki değişimleri, solunumsal parametreleri baz alarak hesaplayan göstergelerden üstün olabileceği düşünülmüştür [11-14].

Fonksiyonel hemodinamik testler arasında, PLR testinin daha güncel alternatifleri olarak ekspiryum sonu oklüzyon testi (End-Expiratory Occlusion Test, “EEOT”), mini sıvı yükleme testi (Mini-fluid Challenge, “MFC”) ve kısa süreli PEEP testi (short time PEEP challenge “SLPC”) gösterilebilir [5, 9]. İnvaziv olmaması, kolay uygulanabilirliği ve en önemlisi, hastaya test amaçlı ek sıvı verilme gerekliliğinin olmaması PLR testinin alternatif testlere göre başlıca avantajlarıdır [15].

Bu tez çalışmasının hipotezi, genel anestezi altında, düşük tidal hacim (6-7ml/kg) uygulanarak mekanik ventilasyon ile takip edilen ve ek sistemik hastalığı olmayan hastalarda PLR testi ile sıvı yanıtılılığının etkin bir şekilde öngörülebileceğidir. Birincil hedef, genel anestezi altında düşük tidal hacimlerle solutulan hastalarda sıvı yanıtılığını öngörmek için uygulanan PLR testinin etkinliğini ve kesme değerleri göstermektir. İkincil hedef ise söz konusu hasta grubunda PLR testi ile yaygın olarak kullanılan SVV arasında etkinlik açısından anlamlı fark olup olmadığını incelemektir.

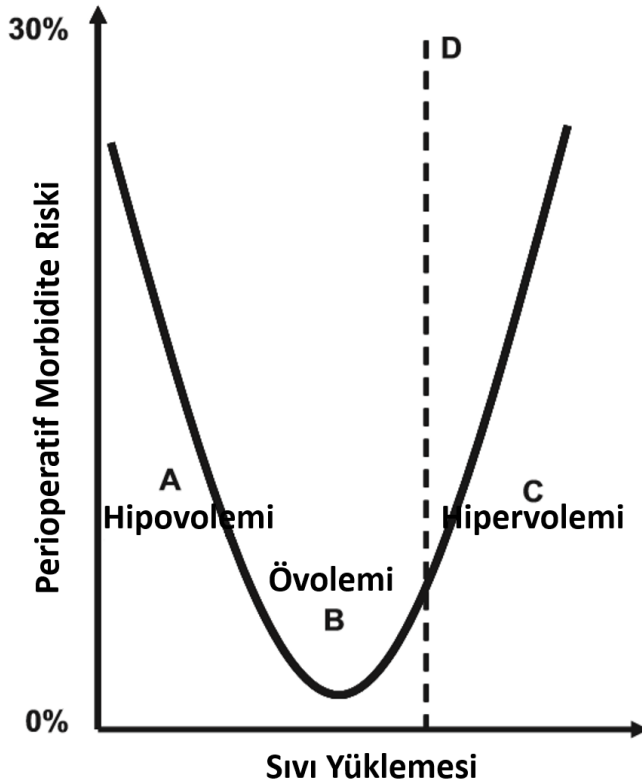


II. GENEL BİLGİLER

A. SIVI DENGESİ

Anesteziğin günlük pratiğinin büyük bir kısmını oluşturan sıvı-elektrolit dengesinin sağlanması, preoperatif değerlendirme ile başlayan, peroperatif dönemde idame ve kayıpların hastaya verilmesiyle devam eden, postoperatif dönemde yoğun bakım ve servislerde dikkatle sürdürülmesi gereken bir uğraştır. Perioperatif çıktıları iyileştirmeyi hedefleyen, en uygun sıvı tedavisi yaşlaşımlarını oluşturmak adına pek çok klavuz yayınlanmıştır [16].

Uygun düzeyde tutulan atım hacmi, intravasküler hacim ve kardiyak debinin olumlu postoperatif sonuçları bilindiği gibi hipovolemi ve hipovoleminin yarattığı olumsuz sonuçlar da tartışmasıdır [17-21]. Sıvı tedavisinde morbiditeyi arttıran hipovoleminin (Şekil 1-A) ve hipervoleminin (Şekil 1-C) önlenmesi, övolemi (Şekil 1-B) aralığında kalınması kadar övolemi ile hipervolemi sınırının (Şekil 1-D) gözetilmesi de önemlidir (Şekil 1) [22].



Şekil 1: Sıvı dengesi ile perioperatif morbidite ilişkisi. (McGee WT, 2013 [22]'ten uyarlanmıştır)

B. SIVI YANITLILIĞI, SIVI TOLERANSI VE SIVI İHTİYACI

1. Sıvı yanıtılığı

Kullanılan sıvının tipi, hacmi ve oluşturduğu atım hacmi ya da kalp debisi artışı için literatürde standart değerler bulunmamak ile birlikte, intravenöz bolus sıvı uygulaması sonrası oluşan önyük artışı sonucu atım hacminde ya da kalp debisinde kayda değer artış meydana gelmesine sıvı yanıtılığı denir. Kristalloid veya kolloid sıvıların 250-500 ml uygulanmasını takiben gelişen %10-15'lik atım hacmi ya da kalp debisi artışı, çalışmalarda sıklıkla deneğin sıvı yanıtılığının mevcudiyeti olarak değerlendirilmiştir [23].

2. Sıvı Toleransı

Damar geçirgenliğinin artmasına neden olan sepsis ve akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) gibi tablolarda, hastaya verilen sıvının, sağlıklı bireylere göre daha fazla miktarı damar yatağı dışına çıkabilir [9]. Sıvı toleransı; sıvı tedavisi uygulamaları sonrasında verilen sıvının hücreler arası alana dağılımı ve organlar arasında bu dağılımın farklılığı ile ilgili bir kavramdır [24]. Sağlıklı bireylere göre daha düşük sıvı toleransı olan söz konusu gruplarda, sıvı tedavisi sonrası, hücreler arası alanda artan sıvı basıncı ile azalan doku perfüzyon basıncı nedeniyle, oksijen sunumunda düşüş görülebilir [24].

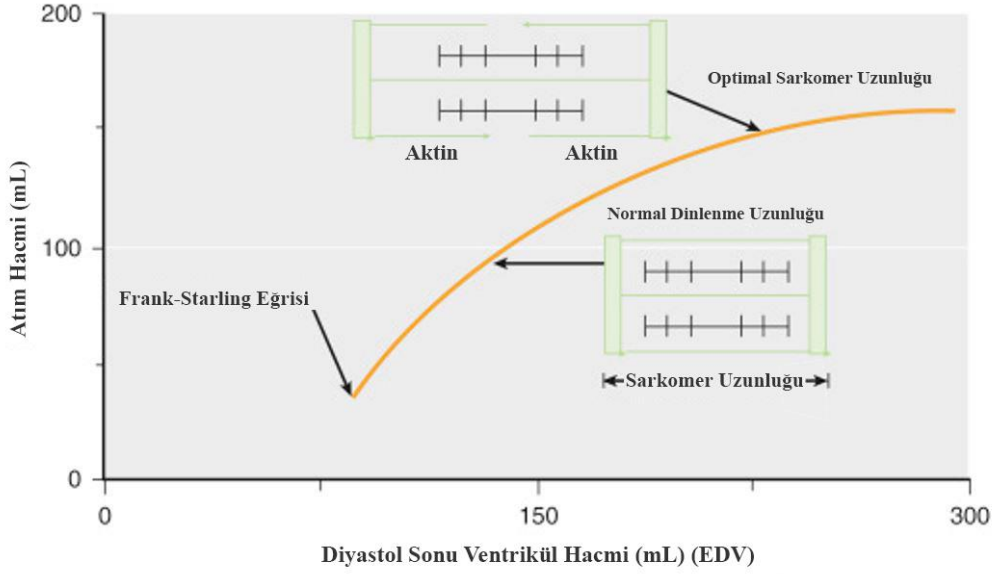
3. Sıvı İhtiyacı

Hastanın sıvı ihtiyacı olup olmadığı, sıvı toleransı ve sıvı yanıtılığı açısından değerlendirilip, klinik yaklaşımla, tüm bulgular göz önünde bulundurularak belirlenir [9, 11]. Her ne kadar, literatürde atım hacmini optimal aralıkta tutma hedefli sıvı tedavisi yaklaşımının olumlu sonuçlarını gösteren veriler mevcut olsa da, sıvı toleransı yeterli olmayan hastada, olası sıvı yanıtılığını sorgulamak için uygulanacak bolus sıvı morbiditeye neden olabilir [20, 21, 24].

C. SIVI YANITLILIĞININ FİZYOLOJİSİ VE FRANK-STARLING İLKESİ

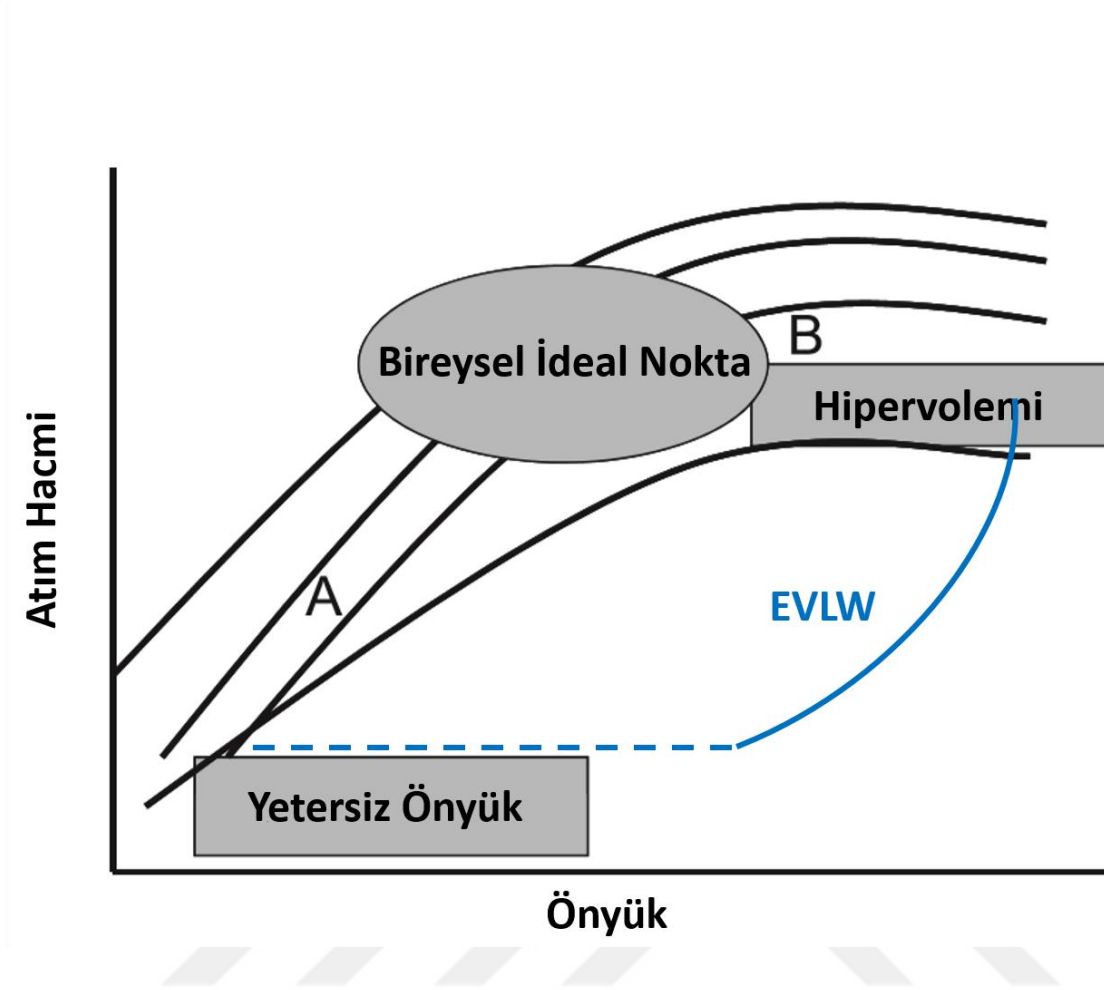
Gerilen sarkomerin uzaması ve daha güçlü kasılması temeline dayanan Frank-Starling yasasına göre, kalbe dönen kan miktarı ne kadar fazla olursa artan sarkomer gerilimi sonucu ventrikül kontraksiyonu ve atım hacmi o kadar fazla olacaktır [25, 26]. Bu ilişkinin kırılma noktası sarkomer uzunluğunun 2.2 mikrometrenin üzerine çıktığı andır. Sarkomeri bu

uzunluğun üzerinde çıkaracak şekilde artan diyastol sonu hacimlere ventrikül kontraksiyonu aynı oranda artışla karşılık veremeyeceği gibi daha düşük diyastol sonu hacimlerle oluşan kontraksiyonun altında kalarak gerilim artışı düşük atım hacimleriyle bile sonuçlanabilir [27](Şekil 2).



Şekil 2: Frank – Starling eğrisi, eğrinin üzerinde sarkomer uzunlukları. (Lena, 2015 [27]’den uyarlanmıştır)

Frank – Starling eğrisi yorumlandığında, hastalar eğrinin üç farklı bölgesine konumlandırılabilir (Şekil 3)[22]. Bunlardan ilki, eğrinin çıkan kolunda konumlanan, önyük artışı ile atım hacmini arttırabilenler (Şekil 3-A noktası), diğeri ise eğrinin sağ tarafında kalan ve sıvı tedavisi amaçlı verilen bolus ile atım hacmini arttıramadığı gibi hücreler arası sıvı hacmi artan hastalardır (Şekil 3-B noktası). Bu iki grubun arasında atım hacmi ve önyük dengesi bakımından ideal pozisyonda olan bir üçüncü grup bulunur. Her bireyin Frank – Starling eğrisi aynı olmayıp kardiyak performansına göre değişkenlik gösterir [22]. Önyük bağımlı ve sıvı yanıtıllığı olan bir hasta, sıvı toleransına göre farklı miktarda sıvı bolusu ile eğrinin ortasındaki gruba girerek bireysel ideal noktasına ulaşabilir [22].



Şekil 3: Sıvı dengesinin Frank – Starling eğrisi üzerinden yorumlanması. EVLW: Ekstravasküler akciğer sıvısı (Extravascular lung water). (McGee WT, 2013 [22]’ten uyarlanmıştır)

D. SIVI YANITLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

1. Tanım

Daha önce belirtildiği gibi bolus sıvı uygulamasını takiben atım hacminde meydana gelen >%10-15’lik artış, hastanın sıvı yanıtı olduğu diğer bir deyişle önyük bağımlı olduğunu gösterir. Sıvı yanıtılığının değerlendirilmesinde ideal yöntem ise hastaya bu sıvı bolusunu uygulamaksızın yanıtı öngörmeyi hedefleyerek yapılan girişimlerin tümüdür [28]. Böylelikle hastanın ihtiyacı olmayan sıvı bolusuna maruz kalarak Frank – Starling eğrisinin sağındaki bölgeye kaymasını önlemek ve hipervolemiye bağlı oluşabilecek olumsuz sonuçlardan kaçınmak mümkün olacaktır [24].

2. Sıvı yanıtılığını değerlendirme yöntemleri

Sıvı yanıtılığını değerlendirilirken statik ve dinamik yöntemler kullanılır [9, 28].

a) Statik Yöntemler

Statik yöntemler kalbin sıvı yanıtını öngörmekten çok hastanın önyüğü ile ilgili fikir verebilecek bir takım statik parametreleri gösteren yöntemlerdir. Bu parametreler basınç temelli, hacim temelli veya ekokardiyografik ölçüm temelli olabilir. Pulmoner arter tıkanma basıncı (PATB) [29, 30], SVB [30, 31], global diyastol sonu hacim indeksi (GEDVI) [29] ve diyastol sonu alan (referans) buna örnek statik parametrelerden bazılarıdır.

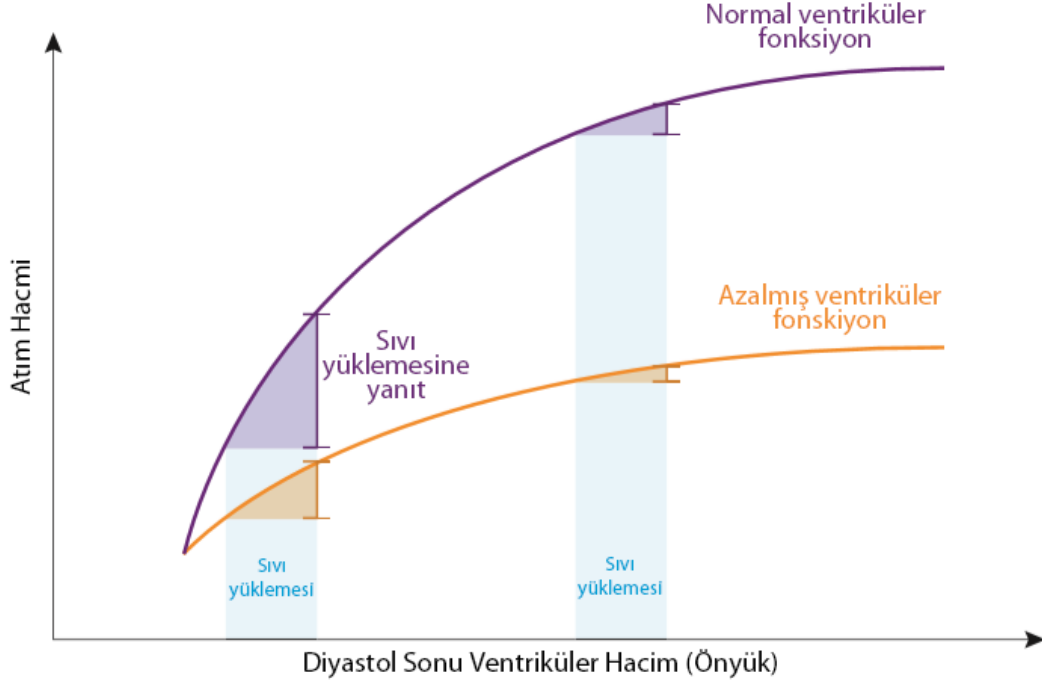
Günümüzde statik yöntemlerin etkinliğinin düşük olduğunu ortaya koyan çok sayıda çalışma literatürde yer almaktadır. Geçmişte yaygın olarak kullanılsa da, statik yöntemler günümüzde, sıvı yanıtılığının değerlendirilmesinde %75'in altında kalan etkinlikleriyle dinamik yöntemlerin gerisinde kalmıştır. Statik yöntemlerin özgüllük, duyarlılık ve etkinlikleri, ROC (Receiver Operator Characteristi) eğrisi altında kalan alan üzerinden değerlendirme yapan çalışmaların verileri ile Tablo 1'de belirtilmiştir [29-31].

Tablo 1: Statik parametrelerin etkinliği

Parametre	Etkinlik (%)	Duyarlılık (%)	Özgüllük (%)	Kesme değeri	Kaynak
PATB	63	77	51	11 mmHg	Osman, 2007 [30]
GEDVI	73	70	70	732 ml/m ²	Mutoh, 2009 [29]
SVB	58	62	76	8 mmHg	Osman, 2007 [30] Bentzer, 2016 [31]

Statik Parametrelerdeki Yetersizliğin Nedeni Nedir? Statik parametreler atım hacmini sadece önyük ile değerlendirmeyi hedefler. Atım hacmi, Frank – Starling eğrisinde görüldüğü üzere önyük ile iyi korelasyon gösterse de kardiyak fonksiyon ile de etkileşim halindedir [11, 28]. Kardiyak fonksiyonu iyi olan hastaların önyükte oluşan artış ile atım

hacimlerinde meydana gelen artışın, kardiyak fonksiyonu kötü olanlara göre daha fazla olması beklenir [31]. Farklı kardiyak fonksiyona sahip iki hastanın önyük artışına verdikleri atım hacmi yanıtı şekil 4'te gösterilmiştir [31].



Şekil 4: Farklı kardiyak performansa sahip hastaların Frank – Starling eğrileri (Bentzer, 2016 [31]’dan uyarlanmıştır)

Statik yöntemler ile atım hacminin belirleyicilerinden transmural basınçlar yerine, intramural basınç değerlerinin ölçülmesi ve PATB ile SVB ölçümleri sırasında algoritmalara uyulmadığında gerçekten çok uzak değerler elde edilmesi de bu yöntemlerin etkinliğini azaltmaktadır [11, 28, 32, 33]. Bunun yanında statik yöntemler; kapak anomalileri, ventrikül kompliyansındaki değişiklikler ve pulmoner hipertansiyon gibi durumlardan da etkilenmektedir [33].

b) Dinamik Yöntemler

Statik yöntemler ile yapılan ölçümlerde hedefin önyük hakkında bilgi edinmek olduğu belirtilmişti. Dinamik yöntemlerle ise önyükte oluşan değişikliklerin atım hacmi üzerine etkisini görmek amaçlanır [34]. PLR, MFC, SLPC ve EEO testleri ile PPV, SVV ölçümleri ve bunların tidal hacim artışı ile değişimleri, vena cava superior (VCS) kollaps indeksi ve

vena cava inferior (VCI) distansiyon indeksi dinamik yöntemlerdir [34]. PLR ve MFC testleri dışında tüm dinamik testlerin temeli kardiyopulmoner etkileşimlere dayanır [34-36].

E. KARDİYOPULMONER ETKİLEŞİMLER

Kardiyopulmoner etkileşimler; intraplevral ve intraalveolar basınçlar ile kalbin önyükü ve artyükü arasındaki ilişkiyi ifade eder. Mekanik ventilasyonun sağlanabilmesi için havayolunda oluşturulan pozitif basınç, intraplevral ve intraalveolar alanlara aktarılırken dolaylı olarak kalbe ve toraksik damarlara da etki eder [37].

Sürücü basınç (Pplato-PEEP) veya PEEP havayoluna uygulandığında oluşan pozitif basıncın intraalveolar alana aktarılmasıyla intra-alveolar basınç (Palv) artar. Transpulmoner basınç (Ptp), intra-alveolar basınç ile plevral basınç (Ppl) arasında oluşan farkı ifade eder ve intra-alveolar basınç artışıyla artacaktır. Transtoraksik basınç (Ptt) plevral basınç ile atmosfer basıncı (Patmosfer) arasındaki farkı ifade eder ve transpulmoner basınç artışı ile oluşacak alveolar genişlemenin sağlanabilmesi adına genişleyen toraks hacmiyle birlikte artar. Atmosfer basıncı sabit olduğundan transtoraksik basınç artışı ancak plevral basınç artışı ile gerçekleşebilir. Neticede; pozitif basınçlı mekanik ventilasyon sırasında havayoluna uygulanan basınçla artan transpulmoner basınç, toraks duvarı kompliyansı ve oluşan hacim değişimi ile ilişkili bir şekilde plevral basınç artışı oluşturur [8]. Transpulmoner ve plevral basınçlardaki bu değişimlerin kardiyopulmoner etkileşimlerde etkisinin olduğu matematiksel modellemelerle ortaya konmuş, plevral basınç değişimlerinin transpulmoner basınç değişimlerine göre daha fazla etkiye sahip olduğu gösterilmiştir [38].

1. Plevral Basınç Artışının Etkileri

Plevral basınç artışı sağ atrium basıncını (SVB) arttırarak venöz dönüşü azaltır [39]. Basınç artışı perikardiyal basıncı arttırır ventrikül transmural basınç (diyastol sonu basınç – perikardiyal basınç) azalır. Ventrikülün ejeksiyon fazında yenmesi gereken transmural basınç artyükü oluşturan faktörlerdendir. Böylelikle her iki ventrikül artyükü de azalmış olur [37].

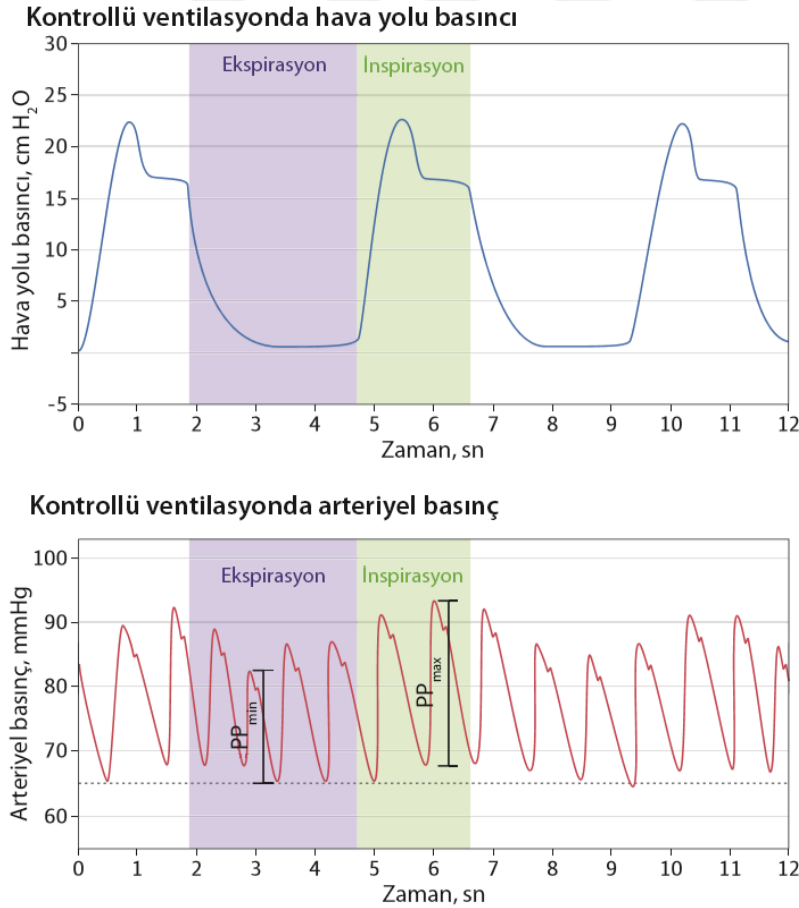
2. Transpulmoner Basınç Artışının Etkileri

Transpulmoner basınçtan alveolleri saran damarsal yapılar etkilenir. Perialveolar damarsal yapılar maruz kaldıkları basınçla, içerdikleri hacim durumu ile ilişkili olarak kollabe olurken sağ kalbin de artyükü artmış olur. Perialveolar damarlarkı kan hacmi transpulmoner

basınçla sol kalbe aktarıldığından sol kalbin önyüğü artar [38]. Pozitif basınçlı solunumun net sonucu insiratuvar fazda sağ ventrikülde artıyük sol ventrikülde ise önyük artışıdır.

3. Solunum Döngüsünün Hemodinami Üzerine Etkileri

Mekanik ventilasyonda uygulanan pozitif basınç ile önce sol kalp atım hacmi artsa da solunum döngüsünün devamında inspiryumda azalan sağ kalp venöz dönüşü ile sol kalbin atım hacmi azalacaktır. İnspiryumda sağ kalbin önyükünün azalmasına bağlı olan bu değişimin sol kalbe yansıması zaman alacağından, sol kalbin atım hacmindeki azalma ekspiryum sırasında gerçekleşir [10, 39]. Solunum döngüsü sırasında atım hacminde meydana gelen bu değişiklikler invaziv arteriyel kan basıncı dalgasında gerek sistolik basınca gerek nabız basıncına (Pulse Pressure - PP) yansıyacaktır (Şekil 5) [31].



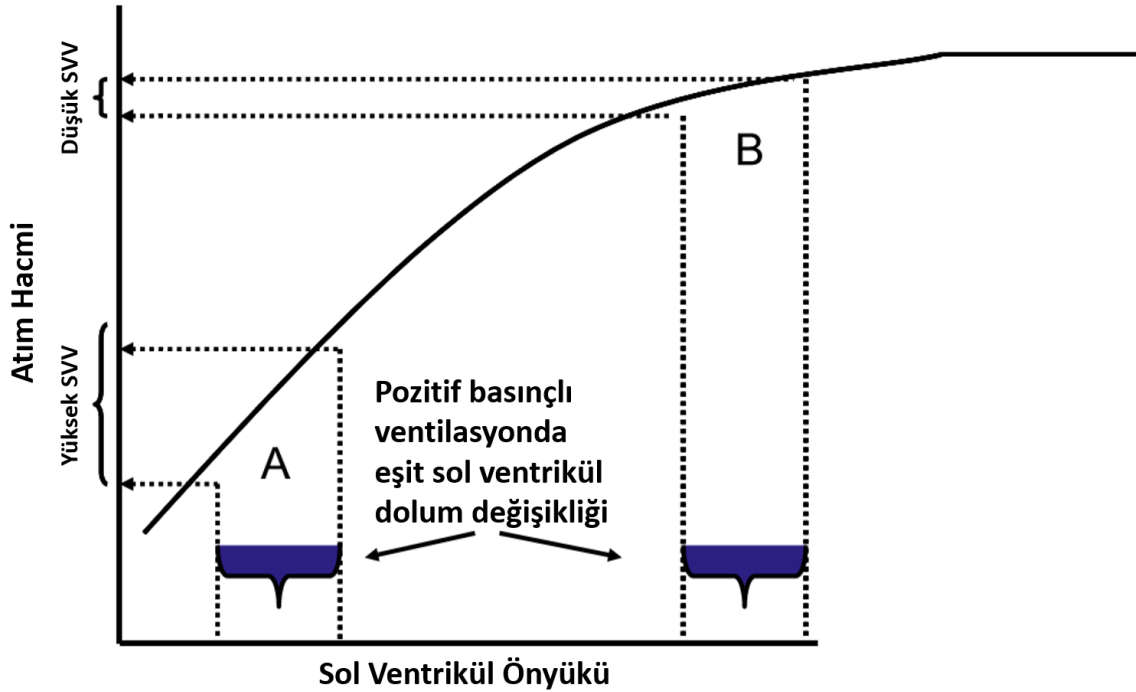
Şekil 5: Solunum döngüsü etkisi ile nabız basıncı değişiklikleri. PP_{min} ve PP_{max}:

Solunum döngüsü sırasında izlenen minimum ve maksimum nabız basıncı (Pulse Pressure) değerleri, (Bentzer, 2016 [31]’dan uyarlanmıştır)

F. ATIM HACMİ VARYASYONU (SVV) VE NABİZ BASINCI VARYASYONU (PPV)

1. Oluşum Mekanizmaları ve Hesaplanmaları

Atım hacmi ve onunla bağlantılı olarak nabız basıncında meydana gelen solunum döngüsü ile ilişkili artma ve azalmalar (Şekil 5), hastanın Frank - Starling eğrisindeki pozisyonuna göre farklılık gösterir. Sol ventrikül dolumundaki değişimi sabit olan iki hastadan, eğrinin dik kısmında bulunan önyük bağımlı olanında (Şekil 6-A) atım hacmi ve nabız basıncında meydana gelen değişimler daha fazla olurken eğrinin platosundaki önyük ve atım hacmi bakımından dengedeki hastada (Şekil 6-B), söz konusu değişimler daha az olacaktır (Şekil 6) [10, 22].



Şekil 6: Frank-Starling eğrisinin iki farklı bölgesinde olan hastalarda atım hacmi varyasyonundaki farklılık. SVV: Atım hacmi varyasyonu (Stroke Volume Variation)
A: sıvı yanıtınlığı olan hasta, B: sıvı yanıtınlığı olmayan hasta. (McGee WT, 2013 [22]’ten uyarlanmıştır)

Pozitif basınçlı solunum esnasında meydana gelen atım hacmi varyasyonu (Stroke Volume Variation, SVV) ve nabız basıncı varyasyonu (Pulse Pressure Variation, PPV) üzerinden sıvı yanıtlılığı öngörülebilir. Günümüzde monitörler belirtilen formüller ile sürekli olarak PPV ve SVV hesaplayarak sıvı yanıtlılığını monitörize etmektedir [10]. Hesaplamalar sonucunda verilen varyasyon değerleri yüzde ile ifade edilir.

❖ $PPV (\%) = 100 * ((PP_{max} - PP_{min}) / [(PP_{max} + PP_{min}) / 2])$

- Solunum dönsünde görülen en yüksek nabız basıncı değeri PP_{max} , en düşüğü ise PP_{min} ile ifade edilir.

❖ $SVV (\%) = 100 * (SV_{max} - SV_{min}) / SV_{ort}$

- Nabız dalgası analizi ile 30 saniyelik döngüler boyunca alınan her bir kaydın en yüksek ve en düşük SV değerleri SV_{max} ve SV_{min} ile, her döngüdeki SV değerleri ortalaması ise SV_{ort} ile ifade edilir.

2. SVV ve PPV ile İlgili Literatür Verileri ve Sınırlılıklar

Literatürde %10-13'lük SVV-PPV değerinin üzerinde varyasyona sahip olan hastaların sıvı yanıtı olduğunu ve SVV-PPV ölçümlerinin sıvı yanıtlılığını öngörmede ameliyathanede ya da yoğun bakımdaki hastalarda etkinliğini kanıtlayan çok sayıda çalışma mevcuttur [40-46].

Tanımlanmasından bu yana SVV-PPV ölçümlerinin pek çok sınırlılığı gösterilmiştir. Basınçlarda düzensizlikler olacağından spontan solunum sırasında ve atım hacimlerinde değerlendirmeye imkan vermeyen değişiklikler oluşturacağından aritmisi olan hastalarda bu yöntemler sıvı yanıtlılığı değerlendirmesinde kullanılamaz [10, 33, 39].

Bunların dışında 30-35 ml/cmH₂O'dan daha düşük kompliyans değerlerinde basınç iletimi azalacağından, toraksın atmosfere açık olduğu prosedürlerde ise plevral basınç değişimleri damarsal yapılara aktarılamayacağından SVV-PPV ölçümlerinin etkinliği azalır ve yanlış negatif sonuçlar oluşabilir [9, 35, 39, 47].

Ayrıca yapay solunumun ideal vücut ağırlığı üzerinden 8 ml/kg değerinin altında tidal hacimlerle sağlandığı hastalarda yeterli basınç değişimi sağlanamayacağından ve kalp tepe atımının solunum sayısına oranı 3.6'dan daha düşük olan hastalarda kardiyopulmoner etkileşimler azalacağından SVV-PPV değerleri yanlış negatif olabilir [48-50].

Sağ ventrikülün kontraktilitesi azaldığında, havayoluna uygulanan pozitif basınç nedenli oluşan sağ ventrikül artyük artışı, sağ ventrikül atım hacmini azaltacak ve buna bağlı olarak atım hacmi varyasyonu gerçeği yansıtmayan bir biçimde yükselecektir [51]. İntra-abdominal basınç arttığında ise intratorasik alana yansıyan basınç artışına bağlı atım hacmi varyasyonlarının şiddeti artabilir, netice olarak sıvı yanıtıllığı için kesmedeğerde ve yalancı pozitif sonuç oranında artış görülebilir [52].

SVV-PPV ölçümlerinin mevcut bu sınırlılıkları, sıvı yanıtıllığı değerlendirilebilecek tüm hastalar arasından ancak %17'sinde etkin olabilmelerine neden olmaktadır. Bu durum, herhangi bir nedenle SVV-PPV'nin yetersiz kaldığı hasta gruplarında farklı dinamik ölçümlere ihtiyaç duyulduğunun göstergesidir [53].

G. DİĞER DİNAMİK YÖNTEMLER VE SINIFLANDIRMA

Dinamik parametrelerden hiçbirinin tüm klinik tablolarda geçerliliğinin olmaması, 2005'ten günümüze, birbirine alternatif olabilecek yirmi dinamik ölçüm yönteminin tanımlanmasını sağlamıştır. Sanches ve arkadaşları 2018 yılında literatüre kazandırdıkları bir makalede dinamik ölçümleri gruplamışlardır (Tablo 2) [33]. Oluşturulan bu üç grup aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- ❖ Atım hacmi ve atım hacmi ilişkili parametrelerin varyasyonunun solunum döngüsü ile değişimini değerlendiren,
- ❖ Atım hacmi ve atım hacmi ilişkili değerlerin dışında kalan parametreleri solunum döngüsü sırasında değerlendiren,
- ❖ Solunum döngüsünden bağımsız olarak atım hacmine, oluşturulan önyük değişimlerinin etkisini değerlendiren,

yöntemler bu grupları oluşturmaktadır. Son bahsedilen grup; EEO, PLR, Valsava manevrası, ETCO₂ (End-Tidal Karbondioksit) , VCO₂ (Üretilen/Atılan karbondioksit miktarı) ve MFC gibi yöntemlerden oluşur ve bu gruptaki yöntemler için literatürde “fonksiyonel hemodinamik testler” ifadesi kullanılır.

Tablo 2: Dinamik parametrelerin sınıflandırılması

Yöntem	Kesme Değer	Duyarlılık	Özgüllük	Kaynak
Grup 1				
PPV	%13	%94	%96	[54]
SVV	%9.5	%79	%93	[40]
Δ ABF	%18	%90	%94	[55]
Δ PPV (TH 6'dan 8ml/kg'a arttırıldığında)	%3.5	%94	%100	[56]
Δ SVV (TH 6'dan 8ml/kg'a arttırıldığında)	%2.5	%88	%100	[56]
Grup 2				
Pletismografi varyasyonu	%14	%94	%80	[57]
VCS kollaps indeksi	%36	%90	%100	[58]
VCI distansiyon indeksi	%18	%90	%90	[59]
Grup 3				
EEO	Kardiyak indexte %5 artış	%87-91	%100	[60]
PLR	İnen aort akımında >%8 artış	%90	%82	[61]
Valsalva manevrası	PPV'de %52 artış	%91	%95	[62]
ETCO ₂	PLR ile >%5 artış	%91	%94	[63]
VCO ₂	PEEP ile <%11 azalma	%90	%95	[64]
MFC	Hız-zaman indeks'te >%10 artış	%95	%78	[65]
SLPC	Atım hacminde %14.2 azalma	%95	%89	[5]

Δ ABF: Aortik kan akımı varyasyonu, TH: Tidal hacim, VCS: Vena Cava Superior, VCI: Vena Cava Inferior, ETCO₂: End-Tidal Karbondioksit, VCO₂: Üretilen/Atılan karbondioksit miktarı (ml/dk), SLPC: Kısa Süreli PEEP Testi

H. FONKSİYONEL HEMODİNAMİK TESTLER

1. Tanım

Önyükte meydana getirilen tekrarlanabilir, geçici veya minimal değişimlerin, atım hacmi üzerindeki etkilerinin gözlemlenmesine dayanan testlerdir [11, 12, 14]. Önyük üzerinde yapılan değişimler solunumsal ya da solunum dışı manevralara dayanabilir [11, 12, 14]. Fonksiyonel hemodinamik testlere olan ihtiyaç, SVV-PPV gibi solunum döngüsü ile olan etkileşimler üzerinden çalışan testlerin sınırlılıklarından doğmuştur.

Fonksiyonel hemodinamik testler arasında, literatürde; tekrarlanabilirlik, etkinlik ve kolaylıklarıyla öne çıkan üç yöntem mevcuttur [9, 11].

- ❖ EEOT [12, 60, 66]
- ❖ MFC [12, 35, 67]
- ❖ PLR [35, 68, 69]

EEOT ve MFC dışında yakın zamanda literatüre kazandırılmış olan SLPC'den de etkinlik, kısıtlılık ve uygulama şekli açısından kısaca bahsedilecek, sonrasında PLR hakkında bilgi verilecektir.

2. Yöntemler

a) Ekspiryum Sonu Oklüzyon Testi

i) Yöntem: Solunum döngüsü ekspiryum sonunda 15 saniyeliğine durdurularak inspiryumda havayolu basınç artışı önlenir. Böylelikle venöz dönüş azalmayacağından önyük ve dolayısı ile atım hacmi artar [60].

ii) Güçlü Yönleri: literatürde farklı PEEP değerleriyle, aritmili hastalarda ve eforsuz spontan solunumda etkin olduğunu gösteren yayınlar mevcuttur [60, 70].

iii) Kısıtlılıkları: Hiperkarbisi olan hastalarda ventilasyonda yapılacak 15 saniyelik kesinti kabul edilemeyecek bir manevra olabilir. Spontan solunum eforu olan hastada uygulandığında hasta ile koopere olabilmek gerekir. Solunum eforunun bir noktadan sonra test sonuçlarına etki ettiği gösterilmiştir [60]. Düşük tidal hacim (6ml/kg) ile ventile edilen hastalarda etkili olmadığını, belirten bir çalışma [71] olduğu gibi düşük respiratuar sistem kompliyansına sahip hastalarda etkinliği tartışmalıdır [56, 72].

b) Mini Sıvı Yükleme Testi

i) Yöntem: Önyükte küçük bir artış oluşturmak amacıyla hastaya 100ml sıvı bolusu yapılması ve atım hacminin izlenmesi temeline dayanır [36].

ii) Güçlü Yönleri: Düşük tidal hacim ile ventile edilen, spontan solunumu olan, düşük respiratuar sistem kompliyansına sahip veya kardiyak performansı düşük olan hastalarda kullanılabilir çünkü kardiyopulmoner etkileşimlerden bağımsızdır [11, 33, 67].

iii) Kısıtlılıkları: Özellikle çoklu değerlendirmelerde, her ölçüm için ayrı sıvı uygulaması yapılması testin kullanımını sınırlayan en önemli etmendir. Çoklu değerlendirmeye ihtiyaç duyan hastalar genellikle yoğun bakımda takip edilen, hemodinamik açıdan istikrarsız ve kritik hastalar olduğundan az miktarda sıvı bolusun tekrarlayan uygulamalarıyla oluşan sıvı yükünü tolere edemeyebilirler.

c) Kısa Süreli PEEP Testi

i) Yöntem: Önyükte azalma oluşturmak hedeflenerek mekanik ventilasyon uygulanan hastanın mevcut PEEP değerlerine +5cmH₂O eklenerek 30-60 saniye sonunda oluşacak atım hacmi değişikliklerinin gözlenmesi zeminine dayanan bu test yakın zamanda literatüre kazandırılmıştır [5].

ii) Güçlü Yönleri: Sıvı uygulamasına ve solunuma ara verilmesine ihtiyaç duymaması, düşük tidal hacimde etkin olması, sempatik tonusta değişim oluşturmaması gibi nedenlerle diğer fonksiyonel dinamik testlere alternatif olabilir [5].

iii) Kısıtlılıkları: Sadece mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda kullanılabilir. Bunun yanında PEEP artışının uygun olmadığı hastalarda kullanılamayacaktır. Literatürde bu test ile ilgili tek çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle farklı PEEP değerleri, artmış intraabdominal basınç, spontan solunum eforu, aritmi ve düşük respiratuar sistem kompliyansı gibi bir çok durum testin etkinliği üzerine çalışmalara ihtiyaç vardır.

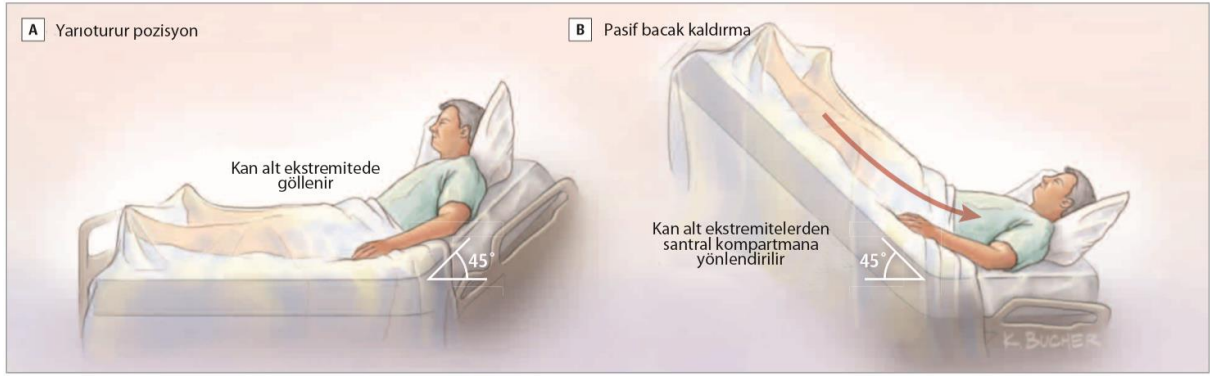
İ. PASİF BACAK KALDIRMA (PLR) TESTİ

Günlük anestezi pratiğinde sık kullanılan fonksiyonel testlerden biri de pasif bacak kaldırma testidir. Bu kısımda Pasif Bacak Kaldırma Testi'nin adımları uygulanırken dikkat edilmesi gereken hususlardan, bu yöntemin güçlü yönlerinden ve kısıtlılıklarından bahsedilecektir.

1. Yöntem

PLR testi hastanın bacaklarına 45 derece açı verilerek kaldırılması sonucu sistolik basınçta oluşturulacak hidrostatik artış ile hastada intravasküler sıvı yüklemesinin taklidine dayanır [35]. Kalbin önyük artışı ile oluşan atım hacmi değişikliklerinin ölçülmesi amaçlanır [35]. PLR testi ile 300-450 ml'lik ön yük artışı sağlamak mümkündür [73, 74].

Etkin bir PLR testi için üst gövde yarısı ile yatay düzlem arasında 45 derece açı olacak şekilde hastaya yarı oturur pozisyon verilir (Şekil 7-A). Böylelikle alt ekstremiteye kanın göllenmesi sağlanır. Sonrasında oluşturulan bu açı korunarak, üst vücut yarısı yatay düzleme paralel hale getirilir (Şekil 7-B) (Şekil 7) [31].



Şekil 7: Pasif Bacak Kaldırma Testi sırasında hasta pozisyonu

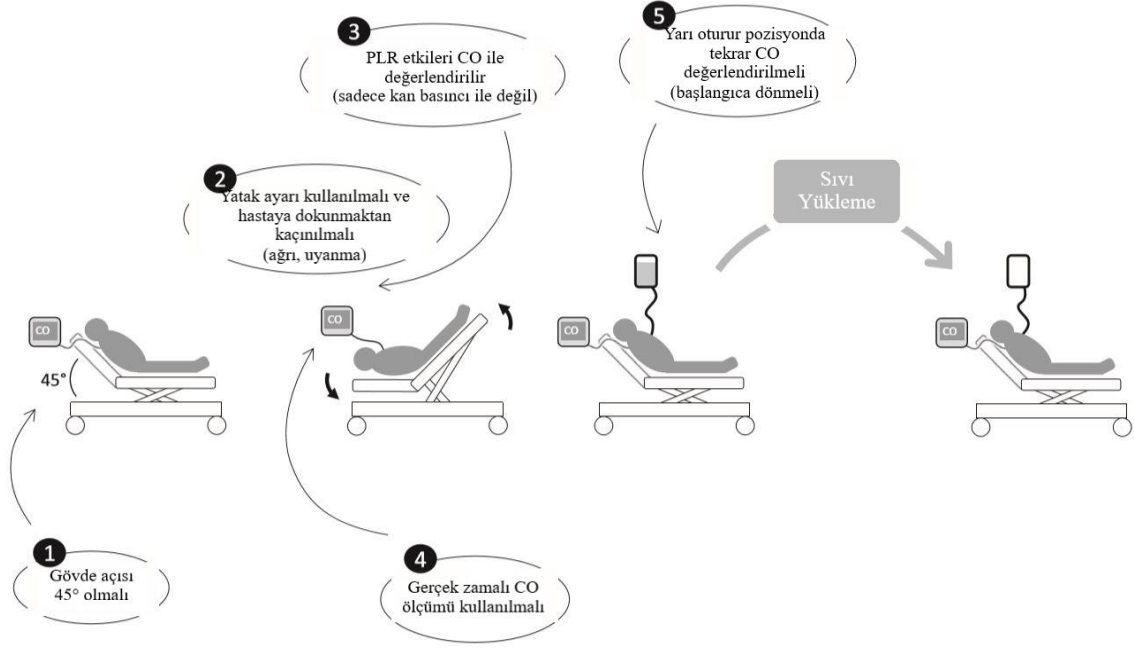
(Bentzer, 2016 [31]'dan uyarlanmıştır)

Monnet ve arkadaşları 2015 yılında yayınladıkları bir makalede, PLR testi uygularken dikkat edilmesi gereken beş noktayı belirtmiş ve bunlara dikkat edildiğinde PLR testinin MFC testine güçlü bir alternatif olabileceğini ifade etmişlerdir [74].

- ❖ PLR testine yarı oturur pozisyonunda başlanıp kanın splanknik alana göllenmesi sağlandıktan sonra, bacaklar kaldırılırken gövde indirilmelidir (Şekil 8-1). Böylelikle testin önyük üzerine etkileri arttırılarak duyarlılığı yükseltilmiş olur.
- ❖ Değerlendirme esnasında kardiyak debi takibi yapılması testin güvenilirliğini arttırır. Nabız basıncı her ne kadar atım hacmi ile korelasyon gösterse de

arteriyel kompliyans ve nabız dalgasının genlik artışı ile de değişebilir (Şekil 8-3).

- ❖ PLR testi 1 dakika gibi kısa süre içinde etkilerinin oluşup kaybolabildiği bir testtir. Bu nedenle gerçek zamanlı kardiyak debi takibi yapmak gerekir. Arteriyel nabız dalgası analizi, ekokardiyografi ya da özefageal doppler gerçek zamanlı kardiyak debi takibi için tercih edilebilir (Şekil 8-4). Bir çalışmadan PLR testi sırasında kardiyak debi takibi için End-Tidal Karbondioksit değerleri kullanılmıştır [75].
- ❖ Özellikle hemodinamik açıdan istikrarlı olmayan hastalarda PLR testi sırasında oluşan değişiklikler önyük artışına değil, hastaya ait diğer değişkenlere bağlı olabilir. Bu durum göz önünde bulundurularak kardiyak debi takibine PLR testi öncesi başlanmalı, test sonrası hasta yarı oturur pozisyona tekrar getirilene kadar devam edilmeli ve değerlerin başlangıçtaki taban hattına döndüğü görülmelidir (Şekil 8-5).
- ❖ Test sırasında oluşacak kardiyak debi değişikliklerinin yanlış yorumlanmasına neden olabilecek; ağrı, öksürük ve uyanma gibi etmenler test öncesinde hasta olabilecek en iyi duruma getirilerek bertaraf edilmelidir. Bunun için test sırasında hasta pozisyonu insan gücü yerine yatağın açısı ayarlanarak verilebilir, hasta kooperasyonu sağlanabiliyorsa yapılacaklar ayrıntılı olarak hastaya anlatılabilir ve bronşiyal sekresyonların dikkatlice aspire edilebilir (Şekil 8-2). Tüm önlemlere rağmen test sırasında beklenmeyen kalp tepe atımı artışında, sempatik uyarımdan şüphelenilebilir.



Şekil 8: Pasif Bacak Kaldırma Testi'nin uygulanması. CO: Kardiyak debi (Cardiac Output) (Monnet, 2015 [74]'den uyarlanmıştır)

PLR testi boyunca kardiyak debi özefageal ekokardiyogram ile takibi edildiğinde, inen aort kan akımındaki %8'lik artış kesme değeri alındığında, PLR testinin %90 duyarlılık ve %82 özgüllük ile sıvı yanıtılığını öngördüğü gösterilmiştir (Tablo 2) [61].

2. Güçlü Yönler

Tekrarlanabilirliği, geri döndürülebilirliği ve sıvı bolusu uygulamasına ihtiyaç duymaması PLR testinin avantajlarından [74]. PLR testi spontan solunumda, mekanik ventilasyon ihtiyacı olmayan ya da uyanık hastalara uygulanabilir [69, 76, 77].

Respiratur sistem kompliyansı azalmış, aritmisi olan ya da düşük tidal hacimlerle solunumu idame edilen hastalarda da sıvı yanıtılığını göstermede etkin olması, SVV-PPV'nin kısıtlı olduğu senaryolarda bu testi uygulanabilir kılar [68, 69]. Spontan solunum eforu veya aritmisi olan hastalarda PLR testi %97 duyarlılık ve %94 özgüllük ile sıvı yanıtılığını öngörebilmektedir [69].

3. Kısıtlılıklar

Hemodinamik değişimlere hakim olmayı gerektiren PLR testi, kurallarına uygun yapılmadığında yanıltıcı sonuçlar verebilir [74, 78]. Sempatik tonusun teste bağlı olarak

değiştiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur [79]. Test sırasında meydana gelen değişiklikler hızlıca ortaya çıktığından, termodilüsyon gibi ölçüm öncesi ayarlamalara ihtiyaç duyan yöntemlerle kardiyak debi takibi yapmak olanaksızdır [33].

İntra-abdominal basınç artışı olan hastalarda PLR testinin sıvı yanıtılığını öngörmedeki etkinliğinin azaldığı gösterilmiştir [79]. Bir çalışmada intra-abdominal basınç değeri 16 mmHg'nın üzerinde olan hastalarda testin yalancı negatiflik oranı %48 olarak bulunmuştur [80]. Test sırasında uygulanan menevralara bağlı damar yatağı içerisinde yer değiştiren kan hacmi hastadan hastaya belirgin farklılık gösterebilir [33].



III. AMAÇ

Bu çalışmada, genel anestezi altında, düşük tidal hacimlerle solutulan hastalarda, sıvı yanıtılığını öngörmeye PLR yönteminin etkinliğinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın birincil çıktısı bu hasta grubunda PLR testinin etkinliğini göstermek, duyarlılığını, özgüllüğünü ve kesme değerini belirlemektir.

Çalışmanın ikincil çıktısı ise PLR ile PPV - SVV yöntemlerinin ROC eğrilerinde eğri altında kalan alanları kullanılarak bu yöntemler arasında benzerlik olup olmadığının gösterilmesidir.



IV. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma gözlemsel kohort çalışması olup Klinik Araştırmalar Etik Kurul onayı (2018/1447) alınmasını takiben 01/12/2018 – 01/06/2019 tarihleri arasında, Beyin Cerrahisi kliniği ameliyathanesinde, genel anestezi altında operasyon uygulanan hastalar üzerinde, hastaların onamları alınarak gerçekleştirilmiştir.

A. HASTALAR

Aşağıda belirtilen dahil edilme kriterlerini karşılayan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

- ❖ 18-65 yaş arası olan
- ❖ Aritmisi, ekokardiyografi ile belgelenmiş sol ventrikül sistolik fonksiyon bozukluğu olmayan
- ❖ Hemodinamik anomali yaratan kalp kapak hastalığı olmayan
- ❖ Akciğer hastalığı olmayan
- ❖ Çalışmaya katılmayı kabul eden
- ❖ Genel anestezi uygulamasını yapan anesteziyolojist tarafından invaziv arter monitörizasyonu yapılması planlanan hastalar

Aşağıdaki özelliklere sahip olan hastaların çalışma dışı bırakılması planlandı:

- ❖ Aritmisi olan
- ❖ Ekokardiyografi ile belgelenmiş sol ventrikül sistolik fonksiyon bozukluğu olan
- ❖ Hemodinamik anomali yaratan kalp kapak hastalığı olmayan
- ❖ Onamı olmayan
- ❖ Akciğer hastalığı olan
- ❖ Kafa içi basınç artışı olan
- ❖ Morbid obezitesi olan hastalar

B. HEMODİNAMİK MONİTÖRİZASYON

Hastaların kalp tepe atımları (KTA) ve sistolik/diyastolik/ortalama arter basınçları (SAB, DAB, OAB) standart monitörler üzerinden kaydedildi.

Hastalar, mevcut olan invaziv arter kanülasyonu üzerinden Vigileo™ sistemine (Edwards Lifesciences) FloTrac™ Sensör kullanılarak bağlandı. Nabız dalgası analizi yapan bu sistem üzerinden aşağıdaki hemodinamik veriler elde edildi:

- ❖ Atım hacmi (SV – Stroke Volume)
- ❖ Atım hacmi indeksi (SVI – Stroke Volume Index)
- ❖ Kalp debisi (CO – Cardiac Output)
- ❖ Kardiyak indeks (CI – Cardiac Index)
- ❖ SVV ve PPV

C. SOLUNUMSAL PARAMETRELER

Hastalar hacim kontrollü ventilasyon modunda (Dräger Primus (Dräger Medical AG&Co KG, Lübeck, Almanya)) 6-7 ml/kg (İVA göre) tidal hacim ile solutulmaktaydı. Hastaların ideal vücut ağırlıklarının hesaplanmasında Robinson formülü kullanıldı [81]. Solunum sıklığı dakikada 10-14 kez olacak şekilde ayarlandı. Nöroanestezi ilkeleri gereğince hastalara PEEP uygulanmadı.

D. ÇALIŞMA PROTOKOLÜ

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalara çeşitli beyin cerrahisi ameliyat prosedürleri için genel anestezi uygulandı. Genel anestezi indüksiyonu intravenöz yol ile midazolam 2mg ve fentanil 1mcg/kg uygulanmasını takiben yeterli anestezi derinliği sağlanana kadar aralıklı propofol intravenöz bolusu (0.5mg/kg) tekrarlanarak yapıldı. Ardından 0.6mg/kg rokuronyum intravenöz yol ile yapılarak hastalar orotrekeal entübe edildi ve mekanik ventilatöre bağlandı. Anestezi idamesi remifentanil infüzyonu ve minimum alveolar konsantrasyon (MAC) 0.8 olacak şekilde sevofluran inhalasyonu ile sağlandı. Hemodinamik verilerin takibi için radyal arter kanülasyonu yapıldı.

Dinamik testler sempatik tonustan etkilenebileceğinden, perioperatif dönemde bu testler kullanılarak yapılan çoğu sıvı yanıtıllığı çalışmasında olduğu gibi sunulan tez çalışmasında da veriler, anestezi indüksiyonu sonrası uygun anestezi derinliği sağlanmasını takiben, cerrahi uyaran başlamadan önce yapılan ölçümlere dayanmaktadır [5, 47, 67].

Çalışma dört basamaktan (T1, T2, T3 ve T4) oluşmakta olup, tüm basamakları cerrahi uyaran başlamadan önce tamamlanmıştır. Her basamakta ortalama arteriyel basınç (MAP), sistolik arteriyel basınç (SAP), kalp atım hızı (HR), CO, CI, PPV, SVV ve SVI kaydedilmiştir. Bazal ölçümler T1 anında, anestezi indüksiyonu sonrası hasta hemodinamik açıdan stabil olduğunda ve supin pozisyondayken alınmıştır. T2 anındaki ölçümler hastaya 45 derece kalça fleksiyonu 1 dakika boyunca uygulandıktan sonra alınmıştır. Ardından yeniden supin pozisyona getirilen ve 3 dakika bekletilen hastaların T3 ölçümleri kaydedilmiştir. Sonrasında

500ml intravenöz kristalloid sıvının 10 dakikada bolus uygulamasını (Sıvı yüklemesi: SY) takiben T4 anı değerleri alınmıştır. Sıvı bolusu uygulaması sonrası SVI değerinde %15 ve üzeri artış görülen hastalar “sıvı yanıtı” kabul edilmiştir. T4 anındaki ölçümlerle sıvı yanıtı olup olmadığı tespit edilen hastaların T2 anındaki verileri bu bilgiler ile tekrar değerlendirilmiştir. SVI ve SVV ilişkili hesaplanan parametreler aşağıda belirtildiği gibidir:

- ❖ *PLR'ye bağlı olarak SVV'deki mutlak değişim (ΔSVV_{PLR}):*
 - $(SVV_{T2} - SVV_{T1})$
- ❖ *PLR'ye bağlı olarak SVI'daki yüzde değişimi ($\Delta \%SVI_{PLR}$):*
 - $[(SVI_{T2} - SVI_{T1}) / SVI_{T1} \times 100]$
- ❖ *Sıvı yüklemesi sonrası SVI'daki yüzde değişimi ($\Delta \%SVI_{SY}$):*
 - $[(SVI_{T4} - SVI_{T3}) / SVI_{T3} \times 100]$

E. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

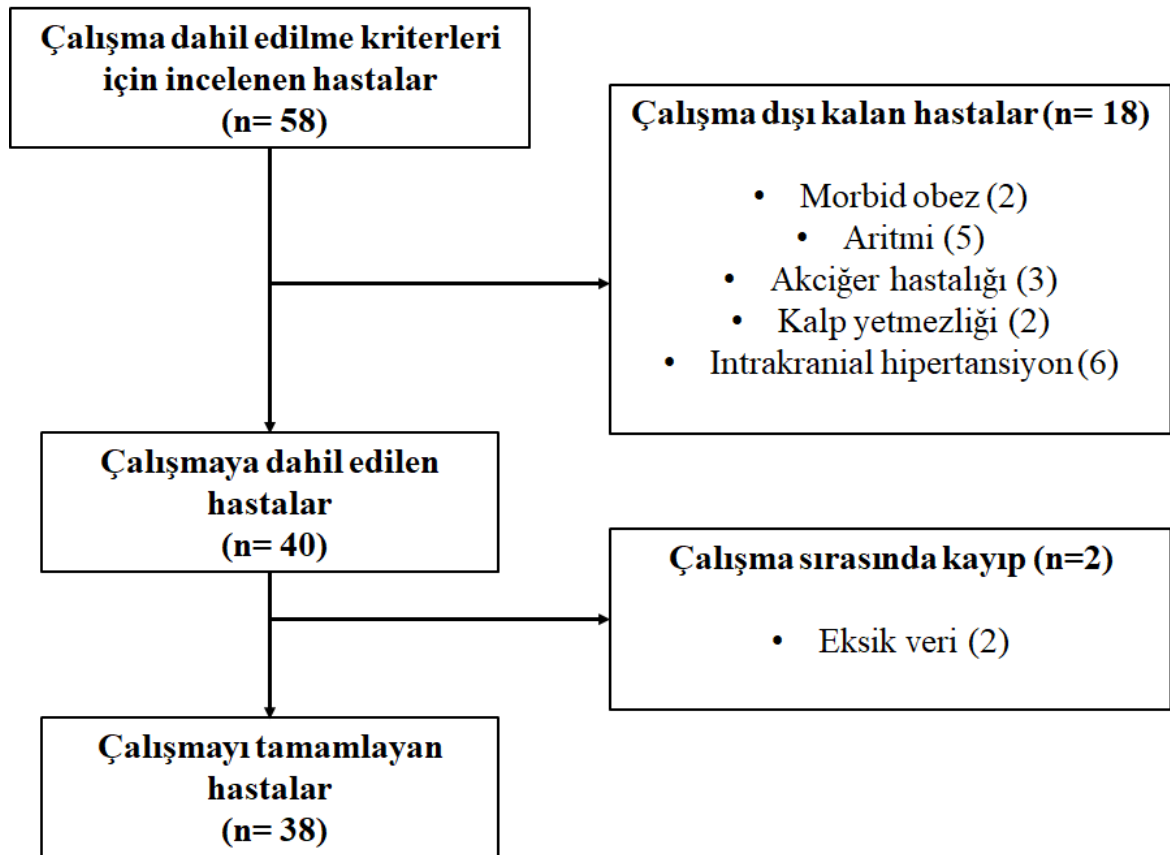
Bu çalışmanın birincil hedefi, genel anestezi altında düşük tidal hacimlerle solutulan hastalarda, PLR uygulaması öncesi ve sonrası ölçülen SVI değerlerinde meydana gelen değişim yüzdesinin sıvı yanıtılığını ön görme gücünün araştırılmasıydı. Buna göre hastaların en az %30'unda sıvı yanıtılılığı olacağı öngörüldü. SVI değişim yüzdesi ile oluşturulan ROC eğrisi altında kalan alanın en az 0,8 olacağını öngördüğümüzde, yanılma düzeyi (Tip I hata, α) = 0.05 ve testin gücü ($1 - [\text{Tip II hata}, \beta] = 0.8$ için en az 33 hasta gerektiği hesaplandı.

Verilerin dağılımı “skewness ve kurtosis” testleri ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren niceliksel veriler ortalama (standart sapma) olarak, niteliksel veriler ise hasta sayısı ve yüzde olarak ifade edilmiştir. Sıvı yanıtılılığı olan ve olmayan hasta grupları eşleştirilmiş *t*-testi ile karşılaştırıldı. T3 ve T4 ölçümlerinin karşılaştırılmasında unpaired *t*-test kullanıldı. PLR, SVV ve PPV için kesme değerler, duyarlılık ve özgüllük yüzdeleri “Youden indeksi” (duyarlılık + özgüllük – 1) ile hesaplandı. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

V. BULGULAR

A. HASTA ÖZELLİKLERİ VE GENEL HEMODİNAMİK VERİLER

Toplam 58 hasta çalışmaya dahil olma kriterleri açısından incelendi, 40 hasta çalışmaya dahil edildi ve 38 hasta çalışmayı veri eksikliği olmaksızın tamamladı (Şekil 9).



Şekil 9: Çalışma akış diyagramı.

Çalışmayı tamamlayan 38 hastanın demografik ve preoperatif klinik özellikleri Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 3: Hastaların demografik özellikleri

Değişkenler	n=38
Cinsiyet (e/k)	20 (%53) / 18 (%47)
Yaş (yıl)	46 (12)
Boy (cm)	165 (9)
Kilo (kg)	76 (11)
ASA skoru (I / II / III)	2 / 30 / 6
Cerrahi tipi (kranial/ spinal)	17 (%45) / 21 (%55)
Ek Hastalıklar	
Diyabet	13 (%34)
Hipertansiyon	11 (%29)
Epilepsi	2 (%5)
İskemik kalp hastalığı	1 (%2)

Niteliksel veriler hasta sayısı ve yüzdesi olarak, niceliksel veriler ise ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir.

Toplam 17 (%44) hastada 500 ml kristalloid sıvı yüklemesi sonrasında SVI’de %15 ve üzerinde artış görüldü. Bu hastalar sıvı yanıtı olarak değerlendirildi. Sıvı yanıtı olan ve sıvı yanıtı olmayan hastaların hemodinamik verileri tablo 4’te belirtilmiştir. Pasif bacak kaldırma sonrası sıvı yanıtı ve sıvı yanıtı olmayan hasta grubunda SVI değerinde sırası ile 10.7 ± 3.9 ve 5.5 ± 3.1 artma görüldü ve gruplar arasında istatistiksel fark saptandı ($p<0.001$). Sıvı yüklemesi sonrası sıvı yanıtı ve sıvı yanıtı olmayan hasta grubunda SVI değerinde sırası ile 18.7 ± 3.1 ve 7.9 ± 5.5 artma görüldü ($p<0.001$).

Tablo 4: Hastaların hemodinamik verileri

	Başlangıç 1 (T1)	Pasif bacak kaldırma (T2)	P1 değeri	Başlangıç 2 (T3)	Sıvı yüklemesi sonrası (T4)	P2 değeri
KAH (atım/dk)						
Sıvı cevaplı	75 ± 9	73 ± 9	0.001*	75 ± 8	72 ± 9	<0.001*
Sıvı cevapsız	76 ± 10	75 ± 9	0.575	75 ± 9	73 ± 8	0.003*
P gruplar arasında	0.967	0.540		0.799	0.700	
OAB (mmHg)						
Sıvı cevaplı	70 ± 9	71 ± 8	0.052	70 ± 9	73 ± 9	<0.001*
Sıvı cevapsız	74 ± 7	75 ± 7	0.248	74 ± 6	76 ± 7	<0.001*
P gruplar arasında	0.094	0.141		0.131	0.416	
SVI (ml/m²)						
Sıvı cevaplı	35 ± 5	38 ± 6	<0.001*	35 ± 6	41 ± 7	<0.001*
Sıvı cevapsız	39 ± 7	41 ± 7	<0.001*	39 ± 7	41 ± 7	<0.001*
P gruplar arasında	0.038*	0.224		0.043*	0.345	
PPV (%)						
Sıvı cevaplı	13 ± 3	10 ± 3	0.001*	13 ± 2	8 ± 3	<0.001*
Sıvı cevapsız	11 ± 4	9 ± 3	0.010*	11 ± 3	8 ± 2	<0.001*
P gruplar arasında	0.044*	0.608		0.024*	0.607	
SVV (%)						
Sıvı cevaplı	13 ± 3	11 ± 3	0.001	13 ± 2	9 ± 3	<0.001*
Sıvı cevapsız	11 ± 3	10 ± 3	0.030*	11 ± 3	9 ± 3	0.001*
P gruplar arasında	0.092	0.278		0.054	0.859	

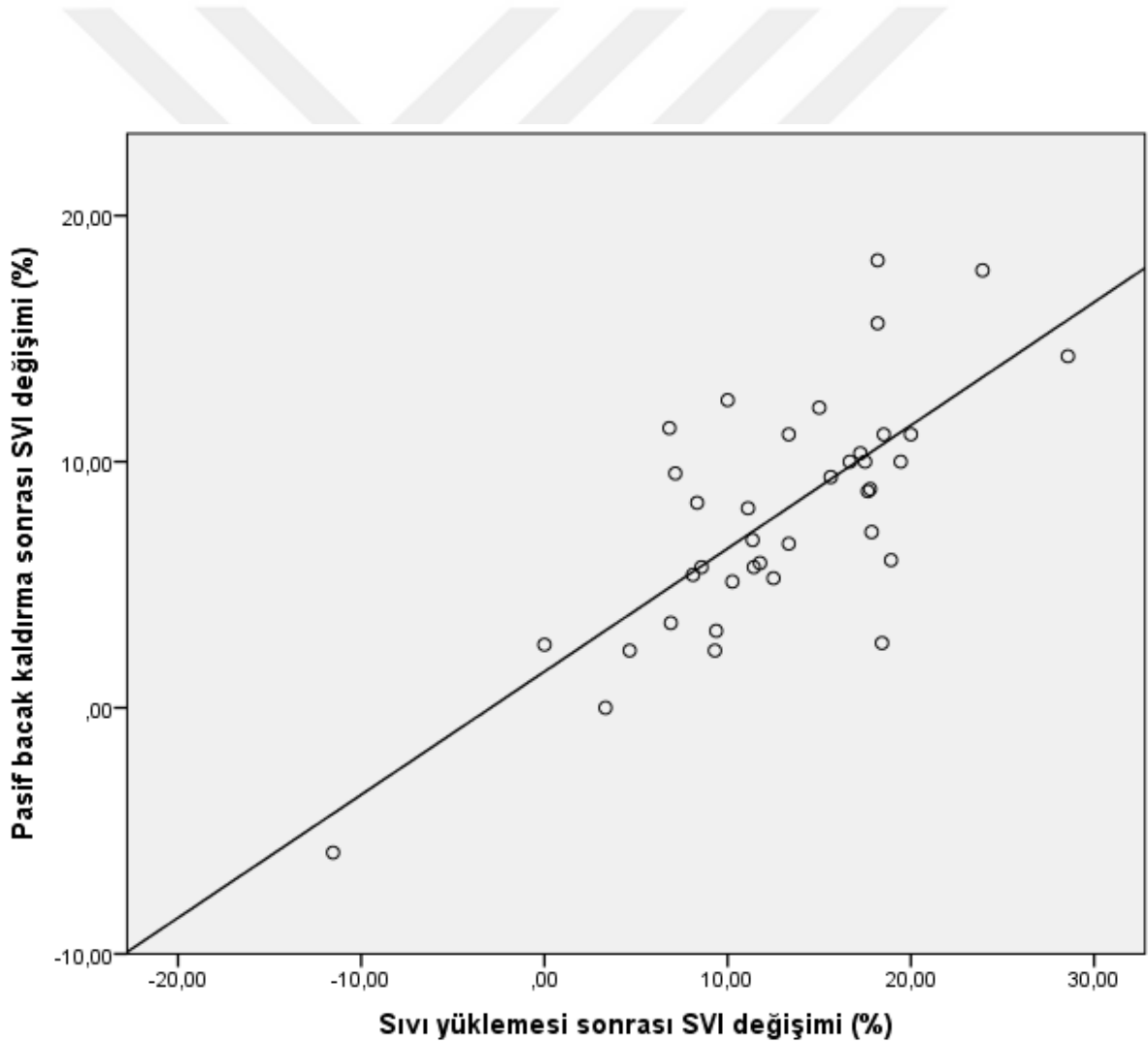
Veriler ortalama ve SD olarak ifade edildi. T1: ilk bazal ölçüm, T2: pasif bacak kaldırma sonrası ölçüm, T3: ikinci bazal ölçüm, T4: sıvı yüklemesi sonrası ölçüm, P1: T1 ve T2 değerlerinin, P2: T3 ve T4 değerlerinin unpaired T-test ile karşılaştırması. P gruplar arasında: sıvı cevaplı ve sıvı cevapsız hastaların paired T-test ile karşılaştırması. *: p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı.

B. BAZAL HEMODİNAMİK VERİLERİN BENZERLİĞİ

Birinci (T1) ve ikinci bazal (T3) ölçümlerin benzerliği interclass-correlation test ile değerlendirildi ve korelasyon katsayısı KAH için $r = 0.96$, OAB için $r = 0.97$, SVI için $r = 0.99$, PPV için $r = 0.93$ ve SVV için $r = 0.95$ saptandı.

C. PLR ve SIVI YÜKLEMESİ SONRASI ATIM HACMİ İNDEKSİ VERİLERİ

Pasif Bacak Kaldırma Testi sonrası meydana gelen SVI artışı ile sıvı yüklemesi sonrası gerçekleşen SVI artışı arasında pozitif korelasyon saptandı ($p < 0.001$ $R^2 = 0.540$) (Şekil 10).



Şekil 10: Pasif bacak kaldırma ve sıvı yüklemesi sonrası SVI değişiminin korelasyonu

D. SIVI YANITLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

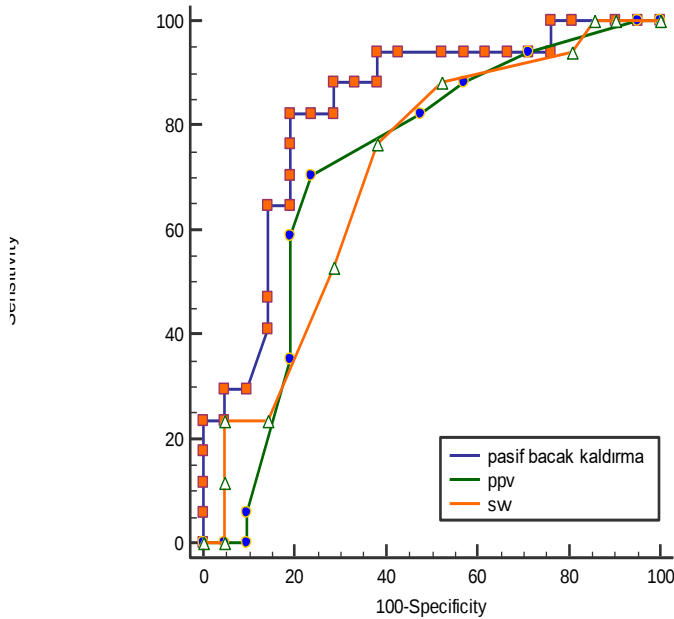
Pasif bacak kaldırma sonrası SVI değişim yüzdesi, PPV ve SVV değerlerinin sıvı yanıtılığını tahmin etme kabiliyetleri tablo 5’te belirtildi. Pasif bacak kaldırma sonrası %8.3 ve üstünde SVI artışı olması sıvı yanıtılığını %82 duyarlılık ve %81 özgüllük ile tahmin etmektedir.

ROC eğrisi altında kalan alan sırası ile pasif bacak kaldırma, PPV ve SVV için 0.832 (%95CI: 0.698-0.966), 0.723 (%95CI: 0.554-0.892) ve 0.706 (%95CI: 0.539-0.873) bulundu. ROC eğrisi altında kalan alan pasif bacak kaldırma testi ile PPV ve SVV arasında benzerdi ($p>0.05$) (Şekil 11).

Değişkenler	En iyi kesme değeri (%)	Duyarlılık (%)	Özgüllük (%)	Pozitif tahmin gücü (%)	Negatif tahmin gücü (%)
Pasif bacak kaldırma	> 8.3	82 (56-96)	81 (59- 95)	77 (58- 90)	85 (67-94)
PPV	> 11	71 (44-90)	76 (53-92)	70 (51-84)	77 (61-88)
SVV	> 11.5	76 (50-93)	62 (40-82)	61 (46-74)	77 (57-90)

Tablo 5: Değişkenlerin sıvı yanıtılığın tahmin kabiliyeti

En iyi kesme değeri Youden indeksine göre belirlendi. Değerler %95 güvenlik aralığı ile verilmiştir.



Şekil 11: Pasif Bacak Kaldırma Testi, PPV ve SVV değerlerinin ROC eğrileri.

VI. TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonucunda, ameliyathanede genel anestezi uygulanan ve 6-7 ml/kg İVA tidal hacim ile solutulan hastalarda, cerrahi işlem başlamadan önce uygulanan PLR testi sonrası ve 500 ml sıvı yüklemesi sonrası SVI’da meydana gelen değişimler arasında korelasyon bulunduğu gösterilmiştir. PLR testi uygulandığında %8.3 ve üstünde SVI artışı olması sıvı yanıtılığını %82 duyarlılık ve %81 özgüllük ile göstermektedir. Bu değerler SVV ve PPV’ye göre istatistiksel olarak fark oluşturmamaktadır. Ancak PLR testi söz konusu hasta grubunda SVV ve PPV ye göre daha yüksek olan bu özgüllük ve duyarlılık değerleriyle sıvı yanıtılığının değerlendirilmesinde klinik kullanımda SVV ve PPV’ye tercih edilebilir.

Kardiyopulmoner etkileşimler ile çalışan SVV ölçümü, 8 ml/kg İVA ve altında uygulanan tidal hacimlerde, inspiryumda yeterli plevral ve transpulmoner basınç değişimi sağlanamayacağından etkisiz kalabilir. Söz konusu basınçlardaki bu yetersiz değişimin atım hacmi üzerinde oluşturduğu etki hipovolemi durumunda bile kliniğe anlamlı düzeyde yansımayabilir [50]. Operatif süreçte hastaların düşük tidal hacimlerle solutulmasının, akciğer koruyucu ventilasyon stratejileri kapsamında, klinik çıktıları iyileştirdiği ve sağlık hizmeti kullanımını azalttığı gösterilmiştir [82]. Ancak sürücü basınç yetersiz düzeyde uygulandığında plevral basınçta meydana gelen değişim de SVV’nin etkinliğini sağlayabileceği düzeyde olmayabilir [83, 84]. Bu çalışmada düşük tidal hacim kullanılan hastalarda PLR testinin duyarlılığı ve özgüllüğünün SVV ölçümünden yüksek olduğu gösterilmiştir.

SVV ile sıvı yanıtılığının değerlendirilirken, kardiyak ritmin ve solunum döngüsünün düzenli olması yöntemin geçerliliği için hayati önem taşır. Frank – Starling eğrisinin farklı noktalarında olan hastaların, farklı atım hacmi varyasyonlarına sahip olduğunun gösterilebilmesi için düzenli inspiryum ve ekspiryum döngüsüne ve kardiyak ritme ihtiyaç vardır (Şekil 5, Şekil 6) [33]. PLR testini uygularken temel mantık, kan hacmini damar yatağında daha merkeze yer değiştirerek önyük artışı sağlamak olduğundan solunum döngüsü ve kardiyak ritimden bağımsızdır. Monnet ve ark. düzenli kardiyak ritmi olmayan ya da spontan solunum çabası olan hastalarda da PLR testinin kullanılabileceğini göstermiştir [69]. Sunulan tez çalışmasında hastalar genel anestezi altında nöromusküler bloker etkisinde olduğundan ve düzensiz kardiyak ritmi olan hastalar çalışmaya dahil edilmediğinden, PLR testinin söz konusu senaryolardaki etkinliği konusunda veri içermemektedir.

PLR testinin literatürde gösterilen en önemli handikaplarından biri de ölçümün sempatik tonustan etkilenirken testin kendisinin de sempatik tonusta değişiklik yapabileceğidir [78, 79]. Monnet ve ark.a göre uyanık hastalarda, hasta ile kooperasyon sağlanmadığında, pozisyonlama sırasında bacakların el ile kaldırılması ve buna bağlı ağrı oluşması gibi durumlarda sempatik yanıtla ilgili test sonuçları etkilenebilir [74]. Sunulan çalışma PLR testi ile ilgili literatürde bulunan pek çok çalışmanın aksine yoğun bakım hastalarında değil ameliyathane şartlarında yapılmış olup hastalar genel anestezi altındadır. Hastaların pasif bacak kaldırma testi sırasında, başlangıç ölçümlerine kıyasla klinik olarak anlamlı kalp hızı artışı olmaması, sempatik tonus değişikliği olmadığı yönünde değerlendirilmiştir.

PLR testine alternatif olarak kullanılabilecek, SVV'nin kullanılmadığı hasta gruplarında yaygın olarak kabul görmüş diğer fonksiyonel dinamik testler EEOT ve MFC olarak gösterilebilir [9, 11]. EEOT, yoğun bakımda düşük tidal hacimle solutulan hastalar üzerinde etkinliği gösterilmiş bir yöntemdir [60, 66]. Ancak EEOT uygulayabilmek için hastanın solunumunun mekanik ventilasyon ile idame edilmesi gerekliliğinin yanında solunuma 15 saniyelik ara verilmesi de şarttır. Bu durum özellikle karbondioksit birikimine eğilimi olan ve bunu tolere edemeyecek hasta gruplarında EOTT kullanımını kısıtlar. MFC ise özellikle sık ölçüm yapılan hastalarda, her ölçümde geri dönüşümsüz uygulanan 100ml sıvı ile gereksiz sıvı yükü oluşturabilecek bir testtir. PLR testi; ventilasyon manipülasyonuna ve ek sıvı uygulamasına gerek duymamasının yanı sıra etkileri kısa sürede geri döndürülebilen bir ölçüm yöntemi olmasıyla da diğer fonksiyonel dinamik testlere üstünlük sağlar [74].

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları mevcuttur. Beyin cerrahisinde opere olacak sistemik muayeneleri doğal olan hastalarla yapılan bu çalışmanın obezite, ciddi kardiyak ya da solunumsal ek sistemik hastalığı olan gruplarda tekrarlanması ile farklı duyarlılık, özgüllük ve kesme değerler elde edilebilir [33, 35, 69]. Bunun yanında çalışmada bacak kaldırma amaçlı yapılan 45 derece kalça fleksiyonu öncesinde hastalara yarı oturur pozisyon verilmemiştir. Sunulan çalışmada her ne kadar, PLR testi etkinliğinin SVV'den yüksek olduğu gösterilmiş olsa da teste yarı oturur pozisyonda başlanması PLR testinin duyarlılığını arttıran bir etmendir [74]. Lakhal ve ark.'ın 2010 yılında yoğun bakımda yatan hastalar üzerinde, yarı oturur pozisyon yerine supin pozisyonda başlayarak yaptıkları bir PLR testi çalışmasında testin güvenilirliğinin düşük olduğu, ciddi hipovolemide yeterli önyük değişimi yapamayabileceği şeklinde sonuca varmıştır [78]. PLR testinde torasik alana doğru yer değiştiren kan hacmi kişiler arasında farklılık gösterse de teste yarı oturur pozisyonda başlayarak söz konusu kan

hacminin 300 ml'den 450 ml'ye arttırılabileceği gösterilmiştir [73, 85]. Lathal ve arkadaşları yaptıkları bu çalışmada, teste yarı oturur pozisyonda başlamadıkları için eleştirilmiştir [74].

Hastalara PLR testi uygulanırken kalp atım hızı dışında sempatik tonusu takip edecek herhangi bir ek yöntem ya da anestezi derinliği monitorizasyonu kullanılmamıştır. SVI ölçümü için kalibrasyonsuz nabız dalga analizi teknolojisi kullanılmıştır. Çalışma prensibi gereği kalibrasyonlu nabız dalga analizi teknolojilerinin PLR testi sırasında kullanılması güçtür [78]. Ancak aortik akım ya da ekokardiyografi üzerinden değerlendirme yapan yöntemler kullanıldığında farklı sonuçlar elde edilebilir [33]. Lafaneche`re ve ark. 2006 yılında, yoğun bakım ünitesinde yatmakta olan 22 kritik hasta üzerinde supin pozisyonda başlarken yaptıkları PLR testi uygulamasında özofagus doppler değerlendirmesi ile CO değişikliklerini ölçtüler; PLR sırasında aort kan akışında% 8'lik bir artışın, sıvı yanıtılığını % 90 duyarlılık ve % 82 özgüllük ile tahmin ettiğini gösterdiler [61]. Monnet ve ark. ise, 2006 yılında yoğun bakım ünitesinde mekanik ventilasyon ile takip edilen 31'inde spontan solunum aktivitesi ve / veya aritmileri olan toplam 71 hastada PLR testi yapmışlardır. PLR sırasında nabız basınçları ve özefagus doppler ile aortik kan akışının kaydedildiği hastaların test uygulaması yarı oturur pozisyonda başlatılmıştır. PLR testinin sıvı yanıtılığını % 97 duyarlılık ve % 94 özgüllük ile tahmin ettiğini, nabız basıncı ile değerlendirmenin ise yetersiz kaldığını gözlemlemişlerdir [69]. Lamia ve ark. 2007 yılında, mekanik ventilasyon altında spontan solunum eforu olan ya da nazal oksijen tedavisi ile spontan solunumda takip edilen 24 krtik hastaya uyguladığı PLR testi sırasında transtorasik ekokardiyografi ile SV değerlendirmiş, Preuau ve ark. ise 2010 yılında entübe olmamış sepsis nedeniyle takipli hastalarda PLR testinde SV ölçümünde transtorasik ekokardiyografiyi kullanmıştır. Her iki ekip de benzer sonuçlarla PLR etkinliğini göstermiştir [76, 77].

Sadece PLR testi yapılarak öngörülen sıvı yanıtılığının sonrası hastanın sıvı ihtiyacı olduğunu sonucuna varmamak gerekir, sıvı ihtiyacından bahsedebilmek için klinik yaklaşımla çıkarım yapılmalıdır. Sıvı toleransı göz ardı edilerek, sıvı yanıtılığının ve sıvı ihtiyacı lehine verileri olan hastaya sıvı yüklemesi yapmak olumsuz sonuçlar doğurabilir.

VII. SONUÇ

Genel anestezi altında düşük tidal hacimle solutulan hastalarda yapılan PLR testi sonrası meydana gelen SVI değişim yüzdesi, %8.3 kesme değerde %82 duyarlılık ve %81 özgüllük ile SVV ve PPV'den daha yüksek özgüllük ve duyarlılık değerlerine sahiptir. SVV ve PPV'den istatistiksel olarak farklı olmamakla birlikte daha yüksek duyarlılık ve özgüllük değerlerine sahip olan PLR testi, SVV'nin kullanımının kısıtlı olduğu bu hasta grubunda, sıvı yanıtılığı değerlendirmesinde tercih edilebilir bir yöntemdir.



VIII. KAYNAKÇA

1. Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N, Gillies MA, Blunt M, Ackland G, Grocott MP, Ahern A, Griggs K, Scott R *et al*: **Effect of a perioperative, cardiac output-guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: a randomized clinical trial and systematic review.** *JAMA* 2014, **311**(21):2181-2190.
2. Thacker JK, Mountford WK, Ernst FR, Krukas MR, Mythen MM: **Perioperative Fluid Utilization Variability and Association With Outcomes: Considerations for Enhanced Recovery Efforts in Sample US Surgical Populations.** *Ann Surg* 2016, **263**(3):502-510.
3. Bellamy MC: **Wet, dry or something else?** *Br J Anaesth* 2006, **97**(6):755-757.
4. Chappell D, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, Conzen P, Rehm M: **A rational approach to perioperative fluid management.** *Anesthesiology* 2008, **109**(4):723-740.
5. Ali A, Aygun E, Abdullah T, Bolsoy-Deveci S, Orhan-Sungur M, Canbaz M, Ozkan Akinci I: **A challenge with 5 cmH2O of positive end-expiratory pressure predicts fluid responsiveness in neurosurgery patients with protective ventilation: an observational study.** *Minerva Anestesiol* 2019, **85**(11):1184-1192.
6. Chew MS, Aneman A: **Haemodynamic monitoring using arterial waveform analysis.** *Curr Opin Crit Care* 2013, **19**(3):234-241.
7. Kumar A, Anel R, Bunnell E, Habet K, Zanotti S, Marshall S, Neumann A, Ali A, Cheang M, Kavinsky C *et al*: **Pulmonary artery occlusion pressure and central venous pressure fail to predict ventricular filling volume, cardiac performance, or the response to volume infusion in normal subjects.** *Crit Care Med* 2004, **32**(3):691-699.
8. Michard F: **Changes in arterial pressure during mechanical ventilation.** *Anesthesiology* 2005, **103**(2):419-428; quiz 449-415.
9. Monnet X, Marik PE, Teboul JL: **Prediction of fluid responsiveness: an update.** *Ann Intensive Care* 2016, **6**(1):111.
10. Roberson RS: **Respiratory variation and cardiopulmonary interactions.** *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2014, **28**(4):407-418.
11. Benes J, Kirov M, Kuzkov V, Lainscak M, Molnar Z, Voga G, Monnet X: **Fluid Therapy: Double-Edged Sword during Critical Care?** *Biomed Res Int* 2015, **2015**:729075.
12. Messina A, Dell'Anna A, Baggiani M, Torrini F, Maresca GM, Bennett V, Sadari L, Sotgiu G, Antonelli M, Cecconi M: **Functional hemodynamic tests: a systematic review and a metanalysis on the reliability of the end-expiratory occlusion test and of the mini-fluid challenge in predicting fluid responsiveness.** *Crit Care* 2019, **23**(1):264.

13. Monnet X, Teboul JL: **Assessment of volume responsiveness during mechanical ventilation: recent advances.** *Crit Care* 2013, **17**(2):217.
14. Pinsky MR: **Functional hemodynamic monitoring.** *Crit Care Clin* 2015, **31**(1):89-111.
15. Aneman A, Sondergaard S: **Understanding the passive leg raising test.** *Intensive Care Med* 2016, **42**(9):1493-1495.
16. Miller TE, Myles PS: **Perioperative fluid therapy for major surgery.** *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists* 2019, **130**(5):825-832.
17. . In: *Intravenous fluid therapy in adults in hospital.* edn. London; 2013.
18. Inukai K, Usui A, Amano K, Kayata H, Mukai N, Tsunetoshi Y, Nakata Y: **Perioperative Factors Associated With Respiratory Complications following Open Abdomen.** *Respir Care* 2020.
19. Voldby AW, Brandstrup B: **Fluid therapy in the perioperative setting-a clinical review.** *J Intensive Care* 2016, **4**:27.
20. Brienza N, Giglio MT, Marucci M, Fiore T: **Does perioperative hemodynamic optimization protect renal function in surgical patients? A meta-analytic study.** *Crit Care Med* 2009, **37**(6):2079-2090.
21. Gan TJ, Soppitt A, Maroof M, el-Moalem H, Robertson KM, Moretti E, Dwane P, Glass PS: **Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery.** *Anesthesiology* 2002, **97**(4):820-826.
22. McGee WT, Raghunathan K: **Physiologic goal-directed therapy in the perioperative period: the volume prescription for high-risk patients.** *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2013, **27**(6):1079-1086.
23. Bednarczyk JM, Fridfinnson JA, Kumar A, Blanchard L, Rabbani R, Bell D, Funk D, Turgeon AF, Abou-Setta AM, Zarychanski R: **Incorporating Dynamic Assessment of Fluid Responsiveness Into Goal-Directed Therapy: A Systematic Review and Meta-Analysis.** *Crit Care Med* 2017, **45**(9):1538-1545.
24. 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**(9):502-509.
25. Frank JD: **The dynamics of the psychotherapeutic relationship; determinants and effects of the therapist's influence.** *Psychiatry* 1959, **22**(1):17-39.
26. Patterson SW, Starling EH: **On the mechanical factors which determine the output of the ventricles.** *J Physiol* 1914, **48**(5):357-379.
27. Lena S, Schwarzenberger J, Dinavahi R: **Cardiac Physiology.** In: *Miller's Anesthesiology.* 8th edn. Philadelphia: Saunders; 2015: 473-491.

28. Hasanin A: **Fluid responsiveness in acute circulatory failure.** *J Intensive Care* 2015, **3**:50.
29. 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**(7):2368-2374.
30. Osman D, Ridel C, Ray P, Monnet X, Anguel N, Richard C, Teboul JL: **Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge.** *Crit Care Med* 2007, **35**(1):64-68.
31. 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* 2016, **316**(12):1298-1309.
32. Richard C, Monnet X, Teboul JL: **Pulmonary artery catheter monitoring in 2011.** *Curr Opin Crit Care* 2011, **17**(3):296-302.
33. Alvarado Sanchez JJ, Amaya Zuniga WF, Monge Garcia MI: **Predictors to Intravenous Fluid Responsiveness.** *J Intensive Care Med* 2018, **33**(4):227-240.
34. Guerin L, Monnet X, Teboul JL: **Monitoring volume and fluid responsiveness: from static to dynamic indicators.** *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2013, **27**(2):177-185.
35. Monnet X, Marik P, Teboul JL: **Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis.** *Intensive Care Med* 2016, **42**(12):1935-1947.
36. Biais M, de Courson H, Lanchon R, Pereira B, Bardonneau G, Griton M, Sesay M, Nouette-Gaulain K: **Mini-fluid Challenge of 100 ml of Crystalloid Predicts Fluid Responsiveness in the Operating Room.** *Anesthesiology* 2017, **127**(3):450-456.
37. Mahmood SS, Pinsky MR: **Heart-lung interactions during mechanical ventilation: the basics.** *Ann Transl Med* 2018, **6**(18):349.
38. Magder S, Guerard B: **Heart-lung interactions and pulmonary buffering: lessons from a computational modeling study.** *Respir Physiol Neurobiol* 2012, **182**(2-3):60-70.
39. Vistisen ST, Enevoldsen JN, Greisen J, Juhl-Olsen P: **What the anaesthesiologist needs to know about heart-lung interactions.** *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2019, **33**(2):165-177.
40. Berkenstadt H, Margalit N, Hadani M, Friedman Z, Segal E, Villa Y, Perel A: **Stroke volume variation as a predictor of fluid responsiveness in patients undergoing brain surgery.** *Anesth Analg* 2001, **92**(4):984-989.
41. Guinot PG, de Broca B, Abou Arab O, Diouf M, Badoux L, Bernard E, Lorne E, Dupont H: **Ability of stroke volume variation measured by oesophageal Doppler monitoring to predict fluid responsiveness during surgery.** *Br J Anaesth* 2013, **110**(1):28-33.

42. Khwannimit B, Bhurayanontachai R: **Prediction of fluid responsiveness in septic shock patients: comparing stroke volume variation by FloTrac/Vigileo and automated pulse pressure variation.** *Eur J Anaesthesiol* 2012, **29**(2):64-69.
43. Marik PE, Cavallazzi R, Vasu T, Hirani A: **Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review of the literature.** *Crit Care Med* 2009, **37**(9):2642-2647.
44. Reuter DA, Kirchner A, Felbinger TW, Weis FC, Kilger E, Lamm P, Goetz AE: **Usefulness of left ventricular stroke volume variation to assess fluid responsiveness in patients with reduced cardiac function.** *Crit Care Med* 2003, **31**(5):1399-1404.
45. Teboul JL, Monnet X, Chemla D, Michard F: **Arterial Pulse Pressure Variation with Mechanical Ventilation.** *Am J Respir Crit Care Med* 2019, **199**(1):22-31.
46. 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**(6):650.
47. Ali A, Abdullah T, Sabanci PA, Dogan L, Orhan-Sungur M, Akinici IO: **Comparison of ability of pulse pressure variation to predict fluid responsiveness in prone and supine position: an observational study.** *J Clin Monit Comput* 2019, **33**(4):573-580.
48. De Backer D, Heenen S, Piagnerelli M, Koch M, Vincent JL: **Pulse pressure variations to predict fluid responsiveness: influence of tidal volume.** *Intensive Care Med* 2005, **31**(4):517-523.
49. De Backer D, Taccone FS, Holsten R, Ibrahimi F, Vincent JL: **Influence of respiratory rate on stroke volume variation in mechanically ventilated patients.** *Anesthesiology* 2009, **110**(5):1092-1097.
50. Michard F, Teboul JL, Richard C: **Influence of tidal volume on stroke volume variation. Does it really matter?** *Intensive Care Med* 2003, **29**(9):1613.
51. Mahjoub Y, Pila C, Friggeri A, Zogheib E, Lobjoie E, Tinturier F, Galy C, Slama M, Dupont H: **Assessing fluid responsiveness in critically ill patients: False-positive pulse pressure variation is detected by Doppler echocardiographic evaluation of the right ventricle.** *Crit Care Med* 2009, **37**(9):2570-2575.
52. Jacques D, Bendjelid K, Duperret S, Colling J, Piriou V, Viale JP: **Pulse pressure variation and stroke volume variation during increased intra-abdominal pressure: an experimental study.** *Crit Care* 2011, **15**(1):R33.
53. Preau S, Dewavrin F, Demaeght V, Chiche A, Voisin B, Minacori F, Poissy J, Boulle-Geronimi C, Blazejewski C, Onimus T *et al*: **The use of static and dynamic haemodynamic parameters before volume expansion: A prospective observational study in six French intensive care units.** *Anaesth Crit Care Pain Med* 2016, **35**(2):93-102.
54. Michard F, Boussat S, Chemla D, Anguel N, Mercat A, Lecarpentier Y, RICHARD C, Pinsky MR, TEBOUL J-L: **Relation between respiratory changes in arterial pulse**

- pressure and fluid responsiveness in septic patients with acute circulatory failure.** *American journal of respiratory and critical care medicine* 2000, **162**(1):134-138.
55. Monnet X, Rienzo M, Osman D, Anguel N, Richard C, Pinsky MR, Teboul J-L: **Esophageal Doppler monitoring predicts fluid responsiveness in critically ill ventilated patients.** *Intensive care medicine* 2005, **31**(9):1195-1201.
 56. Myatra SN, Prabu NR, Divatia JV, Monnet X, Kulkarni AP, Teboul JL: **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**(3):415-421.
 57. Feissel M, Teboul J-L, Merlani P, Badie J, Faller J-P, Bendjelid K: **Plethysmographic dynamic indices predict fluid responsiveness in septic ventilated patients.** *Intensive care medicine* 2007, **33**(6):993-999.
 58. Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A, Peyrouset O, Page B, Beauchet A, Jardin F: **Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients.** *Intensive care medicine* 2004, **30**(9):1734-1739.
 59. Barbier C, Loubières Y, Schmit C, Hayon J, Ricôme J-L, Jardin F, Vieillard-Baron A: **Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients.** *Intensive care medicine* 2004, **30**(9):1740-1746.
 60. Monnet X, Osman D, Ridet C, Lamia B, Richard C, Teboul JL: **Predicting volume responsiveness by using the end-expiratory occlusion in mechanically ventilated intensive care unit patients.** *Crit Care Med* 2009, **37**(3):951-956.
 61. Lafanechere A, Pene F, Goulenok C, Delahaye A, Mallet V, Choukroun G, Chiche J, Mira J, Cariou A: **Changes in aortic blood flow induced by passive leg raising predict fluid responsiveness in critically ill patients.** *Critical Care* 2006, **10**(5):R132.
 62. García MIM, Cano AG, Monrové JCD: **Arterial pressure changes during the Valsalva maneuver to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients.** *Intensive care medicine* 2009, **35**(1):77.
 63. García MIM, Cano AG, Romero MG, Pintado RM, Madueño VP, Monrové JCD: **Non-invasive assessment of fluid responsiveness by changes in partial end-tidal CO₂ pressure during a passive leg-raising maneuver.** *Annals of intensive care* 2012, **2**(1):9.
 64. Tusman G, Groisman I, Maidana GA, Scandurra A, Arca JM, Bohm SH, Suarez-Sipmann F: **The sensitivity and specificity of pulmonary carbon dioxide elimination for noninvasive assessment of fluid responsiveness.** *Anesthesia & Analgesia* 2016, **122**(5):1404-1411.
 65. Muller L, Toumi M, Bousquet P-J, Riu-Poulenc B, Louart G, Candela D, Zoric L, Suehs C, de La Coussaye J-E, Molinari N: **An Increase in Aortic Blood Flow after an Infusion of 100 ml Colloid over 1 Minute Can Predict Fluid**

- ResponsivenessThe Mini-fluid Challenge Study.** *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists* 2011, **115**(3):541-547.
66. Georges D, de Courson H, Lanchon R, Sesay M, Nouette-Gaulain K, Biais M: **End-expiratory occlusion maneuver to predict fluid responsiveness in the intensive care unit: an echocardiographic study.** *Crit Care* 2018, **22**(1):32.
 67. Ali A, Dorman Y, Abdullah T, Yasa C, Orhan-Sungur M, Akinci IO, Ergin-Ozcan P: **Ability of mini-fluid challenge to predict fluid responsiveness in obese patients undergoing surgery in the prone position.** *Minerva Anestesiol* 2019, **85**(9):981-988.
 68. Monnet X, Bleibtreu A, Ferre A, Dres M, Gharbi R, Richard C, Teboul JL: **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**(1):152-157.
 69. Monnet X, Rienzo M, Osman D, Anguel N, Richard C, Pinsky MR, Teboul JL: **Passive leg raising predicts fluid responsiveness in the critically ill.** *Crit Care Med* 2006, **34**(5):1402-1407.
 70. Silva S, Jozwiak M, Teboul JL, 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**(7):1692-1701.
 71. Messina A, Montagnini C, Cammarota G, De Rosa S, Giuliani F, Muratore L, Della Corte F, Navalesi P, Cecconi M: **Tidal volume challenge to predict fluid responsiveness in the operating room: An observational study.** *Eur J Anaesthesiol* 2019, **36**(8):583-591.
 72. Jozwiak M, Depret F, Teboul JL, Alphonsine JE, Lai C, Richard C, Monnet X: **Predicting Fluid Responsiveness in Critically Ill Patients by Using Combined End-Expiratory and End-Inspiratory Occlusions With Echocardiography.** *Crit Care Med* 2017, **45**(11):e1131-e1138.
 73. Jabot J, Teboul J-L, Richard C, Monnet X: **Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change.** *Intensive care medicine* 2009, **35**(1):85.
 74. Monnet X, Teboul J-L: **Passive leg raising: five rules, not a drop of fluid!** In.: Springer; 2015.
 75. Monnet X, Bataille A, Magalhaes E, Barrois J, Le Corre M, Gosset C, Guerin L, Richard C, Teboul J-L: **End-tidal carbon dioxide is better than arterial pressure for predicting volume responsiveness by the passive leg raising test.** *Intensive care medicine* 2013, **39**(1):93-100.
 76. Préau S, Saulnier F, Dewavrin F, Durocher A, Chagnon J-L: **Passive leg raising is predictive of fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with severe sepsis or acute pancreatitis.** *Critical care medicine* 2010, **38**(3):819-825.

77. Lamia B, Ochagavia A, Monnet X, Chemla D, Richard C, Teboul J-L: **Echocardiographic prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneously breathing activity.** *Intensive care medicine* 2007, **33**(7):1125-1132.
78. Lakhal K, Ehrmann S, Runge I, Benzekri-Lefèvre D, Legras A, Dequin PF, Mercier E, Wolff M, Régnier B, Boulain T: **Central venous pressure measurements improve the accuracy of leg raising-induced change in pulse pressure to predict fluid responsiveness.** *Intensive care medicine* 2010, **36**(6):940-948.
79. Saugel B, Kirsche SV, Hapfelmeier A, Phillip V, Schultheiss C, Schmid RM, Huber W: **Prediction of fluid responsiveness in patients admitted to the medical intensive care unit.** *Journal of critical care* 2013, **28**(4):537. e531-537. e539.
80. Mahjoub Y, Touzeau J, Airapetian N, Lorne E, Hijazi M, Zogheib E, Tinturier F, Slama M, Dupont H: **The passive leg-raising maneuver cannot accurately predict fluid responsiveness in patients with intra-abdominal hypertension.** *Critical care medicine* 2010, **38**(9):1824-1829.
81. Robinson JD, Lupkiewicz SM, Palenik L, Lopez LM, Ariet M: **Determination of ideal body weight for drug dosage calculations.** *American journal of hospital pharmacy* 1983, **40**(6):1016-1019.
82. Futier E, Constantin J-M, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, Marret E, Beaussier M, Gutton C, Lefrant J-Y: **A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery.** *New England Journal of Medicine* 2013, **369**(5):428-437.
83. Fischer M-O, Guinot P-G, Biais M, Mahjoub Y, Mallat J, Lorne E, French HTF: **A dynamic view of dynamic indices.** *Minerva anesthesiologica* 2016, **82**(10):1115.
84. Muller L, Louart G, Bousquet P-J, Candela D, Zoric L, de La Coussaye J-E, Jaber S, Lefrant J-Y: **The influence of the airway driving pressure on pulsed pressure variation as a predictor of fluid responsiveness.** In: *Applied Physiology in Intensive Care Medicine* 1. edn.: Springer; 2012: 217-224.
85. Rutlen DL, Wackers F, Zaret B: **Radionuclide assessment of peripheral intravascular capacity: a technique to measure intravascular volume changes in the capacitance circulation in man.** *Circulation* 1981, **64**(1):146-152.

EK-1: HASTA TAKİP FORMU ÖRNEĞİ

CİNSİYET		BOY	
YAŞ		KİLO	
ASA		BMI	
EK HASTALIKLAR			
KULLANDIĞI İLAÇLAR			
OPERASYON			

1.ÖLÇÜM

2. ÖLÇÜM

3. ÖLÇÜM

4. ÖLÇÜM

	UYANIK	ENTUBASYON SONRASI, PBKT* ÖNCESİ	PBKT UYGULANIRKEN	PBKT SONRASI	SIVI YÜKLEMESİ SONRASI
OAB					
SAB					
HR					
CO					
CI					
PPV					
SVV					
SVI					

*Pasif Bacak Kaldırma Testi

**2. VE 3. ÖLÇÜMLER ARASINDA 3 DK BEKLENECEKTİR

SIVI YÜKLEMESİ İLE SIVI YANITI:

Evet	Hayır
------	-------

VERİLEN SIVI MİKTARI:

X. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	Evren Aygün
Doğum Tarihi	08.10.1990
Doğum Yeri	Susurluk / BALIKESİR
Medeni Durum	Evli
Adres	Mevlanakapı Mah. Mevlanakapı cad. Necef Sk. No:18 Saklıbahçe Evleri B blok K:2 D:6 Fatih/İSTANBUL
Telefon	05359351885
e-posta	evren.aygun@istanbul.edu.tr

Eğitim Durumu

1996 – 2004 MLO Susurluk Fatih İlköğretim Okulu (Balıkesir)

2004 – 2008 Sakarya Fen Lisesi (Sakarya)

2008 – 2014 Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi (Edirne)

Çalıştığı Kurumlar

2014 – 2020 İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi – Asistan Hekim

SCI, SCIE Kapsamındaki Uluslararası Dergilerde Yayımlanmış Makaleler

1. Ali A, Abdullah T, Orhan-Sungur M, Orhun G, **Aygun E**, Aygun E, Sabanci PA, Aras Y, Akinci IO. Transpulmonary thermodilution monitoring-guided hemodynamic management improves cognitive function in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a prospective cohort comparison. Acta Neurochir (Wien). 2019;161(7):1317-1324.

2. Ali A, **Aygun E**, Abdullah T, Bolsoy-Deveci S, Orhan-Sungur M, Canbaz M, Ozkan Akinci I. 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(11):1184-1192.

SCI, SCIE Kapsamında Olmayan Ulusal Dergilerde Yayımlanmış Makaleler

1. Karadeniz M. S., Ciftci H. S., Oguz R., Karadeniz S. T., **Aygün E.**, Pehlivan S., ... & Tugrul K. M. The Effect Of Catechol-O-Methyltransferase (COMT) Polymorphism On Acute Postoperative Morphine Requirements: A Clinical Pilot Study. Erciyes Medical Journal, 2017; 39(2):51-51.

Ulusal Kitapta Bölüm Yazarlığı

1. Şalvız E.A., **Aygün E.**, Serratus Anterior Plan Bloğu. İçinde: Ultrasonografi Eşiliğinde Gövde Blokları, Editörler: Kılıçaslan A, Şalvız E.A., Ankara Nobel Tıp Kitapevleri, Ankara; 2019. Ss:105-115. ISBN: 978-605-7578-23-5.

Ulusal Kongrelerde Sunulan Bildiriler

1. **Aygün E.**, Çavdaroğlu B, Abdullah T, Bütet Mİ, Küçükay S. Juvenil Idiopatik Artrit Tanılı Hastada Retrograd Entubasyon Sonrası Nadir Bir Komplikasyon: Subkutan Amfizem. TARK 2015 (2-6 Aralık), Antalya. (Poster no P-534)

2. Ali A, Abdullah T, **Aygün E.**, Yaşa C, Sivrikoz N, Sabancı PA, et al. Prone pozisyonunda spinal cerrahi geçiren hastalarda nabız basıncı varyasyonunun etkinliği ve statik respiratuar kompliyansın nabız basıncı varyasyonunun etkinliği üzerine etkisi: Prospektif, gözlemsel çalışma. TARK 2017 (25-29 Ekim), Antalya. (Sözlü sunu no s-30)

3. Şalvız E.A., **Aygün E.**, Dadashova M, Canbaz M, Aghazade J, Topkaraoğlu H, Berköz Ö, Solmaz M. Omuz Restorasyonu için Tendon Transferi Yapılan Doğumsal Brakial Pleksus

Felçli Pediatrik Hastalarda, Serratus Anterior Plan Bloğu Analjezi İçin Yeni Bir Umut Mu?
Olgu Serisi. TARK 2019 (7-10 Kasım), Antalya. (Poster no P-36)

Uluslararası Sınavlar

EDAIC Part One Examination, 2019. Scores: Paper A: %71.73, Paper B: %71.93

