



T.C.

BEZMÎÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

**HASTA VOLÜM DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİNDE
PLETH VARIABILITY INDEX, TRANSÖZOFAGEAL
EKOKARDİYOĞRAFI, TRANSTORASİK EKOKARDİYOĞRAFI
VE PULMONER ARTER KATETERİ ÖLÇÜM
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. HARUN UYSAL

Tıpta Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı

Doç. Dr. KAZIM KARAASLAN

İSTANBUL 2016

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince yetişmemde büyük emeği olan bilgisinden ve tecrübelerinden faydalandığım, eğitimimiz için tüm gayretiyle çalışan, bizlere her zaman hoşgörülü, şefkatli ve sevgiyle yaklaşan, insanlığını, çalışma azmini her zaman örnek aldığım hocam Doç. Dr. Kazım Karaaslan'a,

Bilgi ve deneyimlerini bizlerle paylaşan iyi birer hekim olmamızda büyük katkıları olan anabilim dalımızın kurucu başkanı Sayın Doç. Dr. Erdoğan Öztürk'e,

Uzmanlık eğitimim süresince hekimlik anlayışlarıyla örnek aldığım, desteklerini her zaman hissettiğim, kendileriyle birlikte çalışma fırsatı bulduğum için kendimi şanslı saydığım Doç. Dr. Mefkür Bakan, Doç. Dr. Ufuk Topuz, Doç. Dr. Gökçen Başaranoğlu, Doç. Dr. Zafer Doğan, Yrd. Doç. Dr. Tarık Umutoğlu, Yrd. Doç. Dr. Kadir İdin, Yrd. Doç. Dr. Asum Esen, Yrd. Doç. Dr. Kürşad Gül, Yrd. Doç. Dr. Hayrettin Daşkaya, Yrd. Doç. Dr. Seniyye Ülgen Zengin, Uzm. Dr. Sinan Yılmaz ve Uzm. Dr. Ferda Yılmaz İnal'a,

Bilimsel teşvikleri ve tez çalışmamda yardımlarıyla bana yol gösteren, tecrübeleriyle her türlü yardım ve desteği sağlayan, birlikte çalışmaktan onur duyduğum Dr. Muhittin Çalım'a,

Tez çalışmalarım süresince bana önemli katkıları olan ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Rahmi Zeybek, Doç. Dr. Yasin Ay, Yrd. Doç. Dr. Cemalettin Aydın ve Uzm. Dr. Maharam Nasifov'a

Birlikte çalışmaktan keyif aldığım, acı tatlı birçok anı biriktirdiğim, yardımlaşma ve dayanışma içerisinde desteklerini her zaman hissettiğim tüm uzmanlık öğrencisi arkadaşlarıma, ameliyathanedeki anestezi teknikerlerimize ve yoğun bakımdaki tüm çalışanlarımıza,

Benim için her türlü fedakarlığı yapan, beni bu günlere getiren Canım Babama, Anneme ve Ağabeylerime,

İyi ve kötü günümde her zaman yanımda olan, varlığıyla hayatıma anlam katan, desteklerini her zaman hissettiğim Sevgili Eşim Betül Borkü Uysal'a,

Gelmesini heyecanla beklediğimiz Biricik Kızımız Serra'ya,

TEŞEKKÜRLER

Sonsuz sevgi ve saygılarımla...

Dr. Harun UYSAL

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	2
İÇİNDEKİLER.....	3
KISALTMALAR.....	4
TABLO LİSTESİ	5
ŞEKİL LİSTESİ.....	6
RESİM LİSTESİ.....	7
GRAFİK LİSTESİ	8
ÖZET	9
SUMMARY.....	11
1. GİRİŞ VE AMAÇ	13
2. GENEL BİLGİLER.....	16
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	46
4. BULGULAR.....	50
5. TARTIŞMA	61
6. SONUÇ.....	67
7. KAYNAKLAR	68

KISALTMALAR

SVB: Santral Venöz Basınç

PATB: Pulmoner Arter Tıkanma Basıncı

LVEDA: Sol Ventrikül Sistol Sonu Alanı

SAB: Sistolik Arteriyel Basınç

Kİ: Kardiyak İndeks

PPV: Nabız Basıncı Değişiklikleri

SPV: Sistolik Basınç Değişiklikleri

SVV: Atım Hacmi Değişiklikleri

ΔPOP: Pletismografik Dalga Biçimi Amplitüdündeki Solunumsal Değişiklikler

PVI: Pleth Variability İndex

MI: Miyokard İnfarktüsü

BUN: Kan Üre Nitrojeni

KO: Kardiyak Output

AKB: Arteriyel Kan Basıncı

ΔPP: Nabız Basıncı Değişiklikleri

İJV: İnternal Jugular Ven

EJV: Eksternal Jugular Ven

SKV: Subklavyen Ven

FV: Femoral Ven

PA: Pulmoner Arter

PAK: Pulmoner Arter Kateteri

ARDS: Akut Respiratuar Distres Bozukluğu

KOAH: Kronik Obstruktif Akciğer Hastalığı

LVEDB: Sol Ventrikül Diyastol Sonu Basıncı

TTE: Transtorasik Ekokardiyografi

TÖE: Transözofageal Ekokardiyografi

SVR: Sistemik Vasküler Rezistans

PVR: Pulmoner Vasküler Rezistans

PI: Perfüzyon İndeks

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1: Sıvı Cevabını Öngörmeye Kullanılan Ölçümler	21
Tablo 2: Santral venöz kanülasyon endikasyonları	24
Tablo 3: Normal intrakardiyak basınçlar (mmHg).....	32
Tablo 4: Dinamik ön yük göstergesi parametreler ve elde edilme yolları	32
Tablo 5: PİCCO ile değerlendirilebilen parametreler	41
Tablo 6: Hastalara ilişkin genel özelliklerin dağılımı	50
Tablo 7: Gruplara göre genel özelliklerin değerlendirilmesi	51
Tablo 8: Başlangıç, ayak kaldırma ve sıvı yükleme sonrası parametrelerin değerlendirilmesi	52
Tablo 9: Gruplarda ayrı ayrı başlangıç ve ayak kaldırma sonrası parametrelerin değerlendirilmesi.....	53
Tablo 10: Gruplarda ayrı ayrı başlangıç ve sıvı yükleme sonrası parametrelerin değerlendirilmesi.....	55
Tablo 11: Başlangıç-ayak kaldırma sonrası yüzde değişim ve başlangıç-sıvı yükleme sonrası yüzde değişim miktarlarının değerlendirilmesi.....	57
Tablo 12: Cevaplı grupta PVI, VKİ, RVEDV ve LVEDV için eğri altında kalan alanların değerlendirilmesi.....	58
Tablo 13: Mekanik ventile yetişkin hastalarda PVI'nın sıvı cevabını öngörme kabiliyetini değerlendiren çalışmalar	64

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1: Atım hacmi ile ön yük arasındaki ilişkiyi gösteren Frank-Starling Eğrisi	22
Şekil 2: Santral venöz basınç dalgası	26
Şekil 3: Pulse oksimetre tarafından dahili olarak işlenen ham kızılötesi sinyal grafiği .	34
Şekil 4: PVI hesaplaması: Nasıl çalışıyor?	35



RESİM LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Resim 1: Pulmoner Arter Kateteri	28
Resim 2: PVI monitör görüntüsü PVI monitör görüntüsü	35
Resim 3: Cevaplı ve cevapsız grupta volüm genişlemesi sırasında PVI ve PI.....	36
Resim 4: Arter trasesinin kontur analizi	41
Resim 5: PICCO plus.....	43
Resim 6: LIDCO.....	43

GRAFİK LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Grafik 1: Volüm cevaplı tanısında PVI, VKİ, LVEDV ve RVEDV için ROC eğrileri.....	59
Grafik 2: Cevaplı tanısında PVI kestirim değerleri ROC grafiği	60



ÖZET

Amaç: Sıvı ve elektrolit dengesizlikleri perioperatif dönemde oldukça sık karşılaşılan bir problemdir. İntraoperatif hedefe yönelik sıvı tedavisinin çeşitli majör cerrahiler sonrası mortaliteyi, yoğun bakım ihtiyacını ve hastanede kalış süresini azalttığı gösterilmiştir. Post-operatif dönemde tedaviden alınacak sonuçları iyileştirmede hedefe yönelik sıvı yönetimi kritik önem taşımaktadır.

İntravasküler hacim durumunu değerlendirmek için çeşitli statik ve dinamik ölçümler kullanılmaktadır. Statik ölçümlerin sıvı cevabını öngörmeye düşük prediktif değeri olduğu, dinamik ölçümlerin ise özellikle mekanik ventilasyon uygulanan hastaların sıvı cevabını öngörmeye daha hassas olduğu bilinmektedir. Bu çalışmamızda intravasküler volüm durumunu öngörmeye bu yöntemlerden hangisinin performansının daha üstün olduğunu tespit etmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza 18-66 yaş arası, ASA 1-3, elektif koroner arter by-pass greft (CABG) ve/veya kapak ameliyatı planlanmış 20 hasta dahil edilmiştir. Tüm hastalarda benzer ajanlarla anestezi indüksiyon yapıp BIS değeri 40-60 arasında tutulacak şekilde idame sağlandı. Hastalar entübasyon sonrası volüm kontrol modunda standart ayarlarla ventile edildi. Vücut sıcaklığı nazofaringeal ısı probuyla operasyon süresince 36 C üzerinde olacak şekilde standardize edildi.

Anestezi indüksiyonu sonrasında (t0), her iki alt ekstremitenin 45 derece kaldırılması sonrasında (3 dk beklenecek) (t1), 250 ml kristaloid infüzyonu (5 dk'da) sonrasında (t2) olmak üzere 3 dönemdeki temel hemodinamik veriler yanında pulmoner arter kateteri yoluyla, santral venöz basınç (SVB), pulmoner arter basıncı (PAP), pulmoner kapiller tıkanma basıncı (PAKB), sistemik vasküler rezistans (SVR), kardiyak output (KD), kardiyak indeks (Kİ), Pleth Variability Index (PVI), transözefageal ekokardiyografi (TÖE) cihazı yoluyla sol ve sağ ventrikül diastol sonu hacimleri (LVEDV, RVEDV), transtorasik ekokardiyografi (TTE) ile vena kava inferior (VKİ) çapı eş zamanlı ölçülerek kayıt altına alındı. Tüm ölçümler alındıktan sonra cerrahi başlatıldı. Kİ' de % 15 den fazla artış sıvı tedavisine cevap olarak tanımlandı (volüm cevaplı: $\Delta Kİ \geq \%15$, volüm-cevapsız: $\Delta Kİ < \%15$).

Bulgular: Çalışmamıza 7'si kadın (%35), 13'ü erkek (%65) olmak üzere toplam 20 hasta dahil edildi. Hastaların yaşları 19 ile 66 yıl arasında değişmekte olup, ortalaması 53.80 ± 10.74

yıldır. Hastaların 5'i (%25) cevapsız, 15'i (%75) cevaplı olmak üzere iki grup altında incelenmiştir.

Ayak kaldırma sonrası OAB, SVB, PAB, PAKB, SVR, KD, Kİ, PI, RVEDV, LVEDV, VKİ çapı ortalaması, başlangıç (p:0.001) ve sıvı yükleme sonrasında (p:0.001) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0.01). Sıvı yükleme sonrası SVB, PAB, PAKB, SVR, KD, Kİ, PI, RVEDV, LVEDV, VKİ çapı ortalaması, başlangıçtan anlamlı şekilde yüksektir (p:0.001; p<0.01). Başlangıçtaki PVI ortalaması, ayak kaldırma sonrası (p:0.001) ve sıvı yükleme sonrasında (p:0.001) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0.01). Sıvı yükleme sonrası PVI ortalaması, ayak kaldırma sonrasında anlamlı şekilde yüksektir (p:0.015; p<0.05).

Başlangıca göre ayak kaldırma sonrası OAB, SVB, PAB, PAKB, SVR, KD, Kİ, PI, RVEDV, LVEDV, VKİ çapı düzeylerinde görülen artış yüzdeleri, başlangıca göre sıvı yükleme sonrası görülen artış yüzdelerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p.0.001; p<0.01). Başlangıca göre ayak kaldırma sonrası PVI düzeylerinde görülen azalma yüzdeleri, başlangıca göre sıvı yükleme sonrası görülen azalma yüzdelerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p.0.007; p<0.01).

Çalışmamızda sıvı cevabını öngörmede PVI, VKİ, LVEDV ve RVEDV için ROC eğrileri analiz edildi. Sadece PVI (p:0.045) parametresi için ROC eğrisi altında kalan alan 0.5'ten anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0.01; p<0.05). Cevaplı olmayı tahmin etmede PVI için en iyi kesim noktası 19 olarak tespit edildi.

Sonuç: PVI gibi dinamik parametrelerin, yatak başı kolay uygulanabilir olmaları, non invaziv olmaları, sıvı cevabını öngörmede ve hedefe yönelik sıvı tedavisini yönetmede etkin yöntemler olmaları nedeniyle rutin pratikte kullanılmalarını önermekteyiz.

Gündelik pratikte çok sık uygulanmayan pasif ayak kaldırma yöntemiyle yeterli miktardaki sıvı hızla ve geri dönüşümlü olarak santral kompartmana geçirilebilmektedir. Bu nedenle ilk basamak tedavi olarak düşünülen sıvı replasmanı yerine pasif ayak kaldırmanın daha sıklıkla klinik rutine alınmasını önermekteyiz.

Anahtar kelimeler: PVI, Pasif Ayak Kaldırma, Hedefe Yönelik Sıvı Tedavisi

SUMMARY

Aim: Fluid and electrolyte imbalances are extremely common problems in the perioperative period. Intraoperative goal directed fluid therapy has been shown to reduce the mortality, duration of hospitalization and intensive care unit requirement. The goal directed fluid therapy is critical for the improvement of outcome of the management in the postoperative period.

Several static and dynamic measurements are used to assess the intravascular volume status. Dynamic measurements are known to be more sensitive for predicting fluid responsiveness especially patients under mechanical ventilation whereas static measurements are known to be low predictive. In this study we aimed to identify which methods are more predictable to determine the intravascular volume status.

Methods:

Patients between 18-66 years of age, ASA 1-3, undergoing coronary artery bypass graft (CABG) and / or valvular surgery were enrolled in the study. Anesthesia was induced in all patients with similar agents and maintenance BIS index value was provided to be held between 40- 60. Patients were ventilated in volume control mode after intubation with standard settings. Body temperature was standardized with nasopharyngeal temperature probe to be held over 36 °C during operation.

Basic hemodynamic data were recorded in three sessions; after anesthetic induction (t0), after raising both of the lower limbs 45 degrees (3 min by waiting) (t1) and after infusion of 250 ml of crystalloid (in 5 min) (t2). Additionally, central venous pressure (CVP) via pulmonary arterial catheter, pulmonary artery pressure (PAP), pulmonary capillary occlusion pressure (PCWP), systemic vascular resistance (SVR), cardiac output (CO), cardiac index (CI), Pleth Variability Index (PVI), left and right ventricular end-diastolic volumes (LVEDV, RVEDV) by transesophageal echocardiography (TEE) device and vena cava inferior diameter by transthoracic echocardiography (TTE) measurements were recorded simultaneously. After all measurements were taken surgery started. Volume responsiveness was defined as increase of CI more than 15% (responder : $\Delta CI \geq 15\%$, non-responder: $\Delta CI < 15\%$).

Findings: In our study, 7 women (35%) and 13 men (65%), totally 20 patients were included. Patients' age ranged between 19 and 66 years, an average of 53.80 ± 10.74 years. Patients were divided into two groups; 5 patients (25%) as responder and remaining 15 patients as

non-responder (75%). MAP, CVP, PAP, PCWP, SVR, CO, CI, PI, RVEDV, LVEDV, VCI measurements after passive leg raising were significantly higher ($p < 0.01$) than after inception ($p: 0.001$) and fluid administration ($p: 0.001$). After fluid administration CVP, PAP, PCWP, SVR, CO, CI, PI, RVEDV, LVEDV, VCI measurements were significantly higher than the initiation ($p: 0.001$; $p < 0.01$). Initial PVI average were significantly higher ($p < 0.01$) than the PVI averages after passive leg raising ($p: 0.001$) and fluid administration ($p: 0.001$). PVI average after fluid administration was significantly higher than after passive leg raising ($p: 0.015$; $p < 0.05$).

Compared to baseline with after leg raising, rising percentages of MAP, CVP, PAP, PCWP, SVR, CO, CI, PI, RVEDV, LVEDV, VCI diameter were significantly higher compared to baseline with after fluid administration ($p: 0.001$; $p < 0.01$). Compared to baseline with after leg raising, PVI decline percentages were significantly higher than compared to baseline with after fluid administration. ($p: 0.007$; $p < 0.01$).

ROC curves of PVI, VCI, RVEDV and LVEDV were analyzed for predicting fluid responsiveness. Only for PVI, the area under the ROC curve was significantly higher than 0.5 ($p < 0.01$; $p < 0.05$). The best cut-off point for PVI was found 19.

Conclusion: We recommend frequent use of dynamic parameters such as PVI in the clinical routine, because they are easy to apply bedside, non-invasive and known to be more sensitive for predicting fluid responsiveness and effective for managing goal-directed fluid therapy.

Sufficient amount of liquid can be passed through the central compartment with passive leg raising method which is not applied in daily practice. Therefore, we recommend the use of passive leg raising more frequently in clinical routine instead of fluid replacement which considered as first step therapy.

Keywords: PVI, Passive Leg Raising, Goal Directed Fluid Therapy

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Sıvı ve elektrolit dengesizlikleri perioperatif dönemde oldukça sık karşılaşılan bir problemdir. Sıvı ve elektrolit dengesizliklerindeki büyük dalgalanmalar kardiyovasküler, nörolojik ve nöromusküler fonksiyonları olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, anestezi uzmanlarının var olan sıvı veya elektrolit açıklarını düzeltmek ve devam eden kayıpları karşılamak için hastaların sıvı durumunu doğru değerlendirebilmeleri ve hastaya uygun bireysel tedaviyi uygulamaları hayati öneme sahiptir (1). Perioperatif dönemde hastaya uygulanan sıvı miktarı ile post-operatif morbidite arasında iyi bilinen bir ilişki vardır (2).

Hastaya gereğinden fazla sıvı yüklendiğinde, sıvı yüklenmesine bağlı olarak, pulmoner ödem, uzamış mekanik ventilasyon, yara iyileşmesinde gecikme veya enfeksiyon gibi çeşitli komplikasyonlar görülebilmemesinin yanı sıra, hastaya yeterli sıvı uygulanmadığında da hipovolemiye bağlı olarak akut böbrek hasarı, hipotansiyon, kalp ritmi bozuklukları, iskemi ve anastomoz kaçağı gibi çeşitli komplikasyonlar ortaya çıkabilir (2). Dolayısıyla perioperatif dönemde hastanın sıvı durumunun hassas bir bölgede tutulması postoperatif morbidite ve mortalite açısından kritik önem taşımaktadır.

Post-operatif dönemde tedaviden alınacak sonuçları iyileştirmede temel anahtar "hastaya yönelik sıvı yönetimi" veya "hedefe yönelik sıvı yönetimi" dir (2). İntraoperatif hedefe yönelik sıvı tedavisinin çeşitli majör cerrahiler sonrası mortaliteyi, yoğun bakım ihtiyacını ve hastanede kalış süresini azalttığı gösterilmiştir. Bu nedenle anestezi uzmanının perioperatif hedefe

yönelik sıvı tedavisi teknolojilerini kullanması, hastayı yakından monitorize etmesine ve yarar- risk arasındaki hassas dengeyi kurmasına yardımcı olur (2).

Kardiyak debi (KD), kalp atım hızı (KAH), arteryel kan basıncı (AKB), santral venöz basınç (SVB), pulmoner arter kama basıncı (PAKB) gibi parametreler yeterli kardiyak debinin yani yeterli kan akımının mevcudiyetini sorgulamak için kullanılan parametrelerdir. Kardiyak debinin yetersiz olduğunun saptanması şu önemli soruyu beraberinde getirmektedir. “Yetersiz KD intravasküler volüm eksikliğinden mi, yoksa kasılma zaafından veya son yük artışından mı kaynaklanmaktadır?” Bu sorunun yanıtı, sıvı veya vazoaaktif ajan seçenekleri arasından düşük kardiyak output durumunda seçilecek tedaviyi belirleyecektir.

Kritik hastalarda ameliyat öncesi açlık, cerrahi kan kaybı, idrar çıkışı gibi oluşan sıvı açıklarını düzeltmek ve devam eden kayıpları karşılayabilmek için, ilk aşamada volüm genişletme sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Ancak, çalışmaların % 72’ si kritik hastaların volüm genişletmeye, kalp atım hacmi veya kalp debisinde artış şeklinde cevap vermediğini tespit etmiştir (3). Bu hastalarda, volüm genişletmenin etkisiz olduğu, hatta oksijen dağılımında kötüleşmeye, sistemik ve pulmoner ödemde artışa ve muhtemel kalp yetersizliğine sebep olacak kadar zararlı olabileceği görülmüştür. Frank-Starling yasasına göre normal kalpte, ön yük ile atım hacmi arasında eğrisel bir ilişki vardır. Ön yük bağımlı olarak tanımlanan, sıvı açığı bulunan hasta grubunda uygulanacak sıvı tedavisi atım hacminin, dolayısıyla kardiyak debinin, aynı oranda artışıyla sonuçlanır. Ön yük bağımsız olarak tanımlanan hasta grubunda benzer türde uygulanacak bir sıvı tedavisi yüklenme, akciğer “ödemi ve ventrikül disfonksiyonu ile kendini gösterecektir. Bu nedenle ön yük’ün uygun şekilde saptanması bu sorunun çözümünde bir ilk adımdır. Dolayısıyla düşük kardiyak output sorununun bolus sıvı tedavisiyle çözülebileceğini öngörmeyi sağlayan objektif parametrelere veya testlere ihtiyaç vardır.

İntravasküler hacim durumunu değerlendirmek için çeşitli statik ve dinamik ölçümler kullanılmaktadır. SVB, PAKB, sol ventrikül diastol sonu alanı (LVEDA), sistolik arteryel basınç (SAB), kardiyak indeks (Kİ) gibi statik ölçümlerin sıvı cevabını öngörmeye düşük prediktif değeri olduğu gösterilmiştir (2). Nabız basıncı değişiklikleri (PPV), sistolik basınç değişiklikleri (SPV), atım hacmi değişiklikleri (SVV), pletismografik dalga biçimi amplitüdündeki solunumsal değişiklikler (Δ POP), pleth variability index (PVI) gibi dinamik ölçümlerin ise özellikle mekanik ventilasyon uygulanan hastaların sıvı cevabını öngörmeye daha hassas olduğu görülmüştür (2).

İntravasküler sıvı durumunu değerlendiren tüm modaliteler, hemodinamisi bozulmuş olan hastalarda altta yatan nedenin etiyolojisini doğru saptamayı hedeflemelidir. Böylece hedefe

yönelik tedavi planlaması da en güvenilir şekilde sağlanacaktır. Bu nedenle çalışmamızda hem intravasküler volüm durumunu öngörmede bu yöntemlerden hangisinin performansının daha üstün olduğunu, hem de bacak kaldırma veya hızlı sıvı yükleme yöntemlerinden hangisinin daha etkin santral volüm artışı sağladığını tespit etmeyi amaçladık.



2. GENEL BİLGİLER

Var olan sıvı veya elektrolit açıklarını düzeltmek ve devam eden kayıpları karşılamak için intravasküler hacmin doğru değerlendirilebilmesi gerekir. Sıvı replasmanında veya transfüzyonda yapılan hatalar ciddi morbiditeye ve hatta ölüme neden olabilir.

İNTRAVASKÜLER HACMİN BELİRLENMESİ

Sıvı kompartıman hacimlerinin objektif ölçümleri klinik ortamda kolayca yapılamadığından, genellikle intravasküler hacmin klinik tahminlerine güvenmek gerekir. İntravasküler hacim; hastanın öyküsü, fizik muayene veya laboratuvar incelemeleri kullanılarak ve sıklıkla gelişmiş hemodinamik monitörizasyon tekniklerinin yardımı ile tahmin edilebilir (1).

Orta ve yüksek riskli cerrahi işlem uygulanacak hastalar önemli derecede morbidite ve mortalite riski taşırlar. Hastaların önemli bir kısmında preoperatif, klinik olarak anlamlı dehidratasyon vardır ve hastalar cerrahi işlem sırasında değişik miktarlarda sıvı kaybederler. İntravasküler volümün yetersiz olması, düşük kardiyak debiye, makro ve mikro perfüzyonda yetersizliğe, sonuçta hücresel düzeyde temel metabolik fonksiyonlar için gerekli substratların sunumunda yetersizliğe sebep olur. Bu durum, eğer uygun müdahale yapılmazsa, ciddi komplikasyonların gelişimi, hastanede daha uzun süreli yatış ve hatta ölüm ile sonuçlanır (2). Eksik volümün replasmanı amacı ile intravenöz sıvıların uygulanması sırasında, bir taraftan optimal dolaşım hacmi ve organ perfüzyonunu sağlamanın yararları amaçlanırken diğer taraftan akciğer ödemi ve diğer komplikasyonlara yol açabilecek kalbin aşırı yüklenmesine neden olan aşırı sıvı uygulamasından da kaçınılması gerektiği unutulmamalıdır (2).

Perioperatif dönemde hastaya uygulanan sıvı miktarı ile postoperatif morbidite arasında iyi bilinen bir ilişki vardır. Eğer hastaya yeterli sıvı uygulanmazsa, hipovolemiye bağlı olarak akut böbrek hasarı, hipotansiyon, kalp ritmi bozuklukları, iskemi, anastomoz kaçağı gibi çeşitli komplikasyonlar ortaya çıkar. Eğer hastaya gereğinden fazla sıvı yüklenirse, aşırı sıvı yüklenmesine bağlı olarak uzamış mekanik ventilasyon, yara iyileşmesinde gecikme veya enfeksiyon gibi çeşitli komplikasyonlar görülür. Dolayısı ile perioperatif dönemde hastanın sıvı durumunun hassas bir bölgede tutulması postoperatif morbidite ve mortalite açısından kritik önem taşımaktadır (2).

ANAMNEZ VE FİZİK MUAYENE

Anestezistin hastaya uygulayacağı anestezi yöntemi ve buna yönelik hazırlık, anestezi riskinin belirlenmesi, hastanın optimum koşullarda ameliyata alınabilmesi için fiziksel durumunun değerlendirilmesi ile farmakolojik ve terapötik hikayesine dayanır. Hastaların preoperatif değerlendirmesinde iyi bir hikaye alınması ve fizik muayene, rutin laboratuvar, kardiyovasküler ve pulmoner testlerden çok daha önemlidir.

Hastanın öyküsü preoperatif intravasküler hacminin değerlendirmesinde de önemli bir araçtır. Önemli faktörler yakın zamanda oral alım, ısrarlı kusma veya diyare, gastrik aspirasyon, önemli kan kaybı veya yara drenajı, intavenöz sıvı ve kan uygulamaları ve eğer hastada böbrek yetersizliği varsa son hemodiyalize alınma zamanıdır.

Preoperatif tıbbi yaklaşımın en önemli gerekçesi, perioperatif yaklaşımın planlanması, hasta yönetiminin optimal şartlarda yürütülmesi ve morbiditenin azaltılmasıdır.

Anestezi alması planlanan tüm hastalara vital bulguların (kan basıncı, kalp hızı, ritmi, nabız sayısı, vücut ısısı, solunum sayısı, solunum derinliği) da kaydedildiği ayrıntılı bir fizik muayene yapılmalıdır.

Pulmoner yönden hastaların değerlendirilmesine dikkat edilmelidir. Özellikle sol kalp yetersizlikli, pulmoner ödemi olan hastaların fizik muayeneleri dikkatle yapılmalı, preoperatif yüklenme bulgularının olup olmadığı saptanmalıdır.

Özellikle kardiyak rezervi düşük hasta grubunda perioperatif sıvı yönetimi kritik derecede önem taşımaktadır. Bundan dolayı bu hastaların fizik muayene bulguları dikkatle incelenmeli ve sıvı yönetimi hassas bir şekilde planlanmalıdır. Perioperatif iskemik durum açısından monitörizasyona dikkat edilmelidir.

Hipovolemi belirtileri:

- Taşikardi
- Hipotansiyon
- Soğuk perifer
- Düşük santral venöz basınç
- Düşük kalp debisi
- Azalmış atım hacmi
- Nabız basıncında değişim
- Düşük santral venöz O₂ satürasyonu
- Artmış kan laktatı

Hipervolemi belirtileri:

Kardiyak, hepatik ve renal fonksiyonları normal olan hastalarda;

- Gode bırakan ödem (yatağa bağımlı hastada presakral veya ayaktaki hastada pretibial)
- Artmış idrar akımı (aşırı ekstraselüler hacmin bulgusu olabilir)

Konjestif kalp yetersizliği gibi durumlarda;

- Taşikardi,
- Yükselmiş juguler nabız basıncı,
- Akciğerde raller,
- Wheezing (hışırtılı solunum),
- Siyanoz ve pembe akciğer sekresyonları hipervoleminin geç belirtileridir.

LABORATUVAR DEĞERLENDİRMESİ

Anestezi alacak ve ameliyat olacak her hastada hem hastanın mevcut durumunun incelenmesi, o zamana kadar fark edilmemiş bozuklukların (diyabet, renal ve hepatik fonksiyon bozukluğu) belirlenebilmesi hem de daha sonra çıkabilecek sorunlarda kontrol değeri bulunabilmesi için değişik derecelerde de olsa bazı laboratuvar incelemelerinin yapılması gerekir (3). Laboratuvar verileri kullanılarak, hasta volüm durumu hakkında öngörude bulunulabilir (4). Ancak güvenilirliği ve hızlı sonuca ulaşamaması sebebiyle pratik kullanımı sınırlıdır.

İntravasküler hacim ve doku perfüzyonunun yeterliliğini belirlemek için seri hematokrit ölçümü, arteryel kan pH' sı, idrar dansitesi veya osmolalitesi, idrar sodyum ve klor konsantrasyonu, serum sodyum ve serum kreatinin kan üre nitrojenine (BUN) oranı gibi çeşitli laboratuvar ölçümleri kullanılabilir. Bununla birlikte, bu ölçümler intravasküler hacmin sadece indirekt göstergeleridir ve intraoperatif dönemde çoğunlukla güvenilir değildir çünkü çeşitli değişkenlerden etkilenir ve laboratuvar sonuçları çoğunlukla gecikir. Dehidratasyonun laboratuvar bulguları hematokrit artışı, ilerleyici metabolik asidoz (laktik asidoz dahil), 1010' un üzerinde idrar dansitesi, 10 mEq/L' den az idrar sodyumu, 450 mOsm/kg'ın üstünde idrar osmolalitesi, hipernatremi ve 10:1' den büyük BUN-kreatinin oranını içerebilir. Akut kan kaybına sekonder akut hipovolemisi olan hastalarda hemoglobin ve hematokrit genellikle değişmez, çünkü ekstrasvasküler sıvının intravasküler alana kayması için yeterli süre yoktur. Aşırı hacim yükünün radyografik olarak göstergeleri ise; artmış pulmoner vaskülarite ve interstisyel işaretler (Kerley ‘‘B’’ çizgileri) veya diffuz alveolar infiltratlarıdır.

HEMODİNAMİK ÖLÇÜMLER

Anestezi uygulaması sırasında hasta güvenliğini artırmak ve fizyolojik parametrelerini takip etmek için monitörizasyon uygulanması gereklidir. Yoğun bakımda yatan ve/veya major cerrahi geçiren hastalarda kardiyovasküler sistem monitörizasyonu; gerek hemodinamik statünün anlık olarak belirlenmesi, gerekse uygulanan tedavi yöntemlerine alınan cevabın değerlendirilmesi amacıyla çoğunluğu invaziv olan birçok yöntemin bir arada kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Kritik hastada hemodinamik monitörizasyonda temel amaç yeterli ve güvenli doku oksijenasyonunun temel bileşenlerinden olan kan akımının monitörize edilmesidir. KD özellikle makrosirkülasyonun değerlendirilmesinde takip edilen en önemli hemodinamik monitörizasyon parametresidir. KAH, AKB, SVB, PAKB gibi parametreler yeterli KD'nin dolayısıyla yeterli kan akımının varlığını sorgulamak ve gözlemlemek amacıyla kullanılan diğer önemli hemodinamik monitörizasyon parametreleridir.

KD'nin yetersiz olduğunun saptanması şu önemli soruyu beraberinde getirmektedir; yetersiz kardiyak output intravasküler volüm eksikliğinden mi yoksa kasılma zaafından veya son yük artışından mı kaynaklanmaktadır? Bu sorunun yanıtı, düşük kardiyak output durumlarında seçilecek sıvı veya vazoaaktif ajan kullanımında belirleyici olacaktır.

Böyle bir tabloda ilk aşamada yapılacak şey bolus sıvı uygulaması ile kardiyak outputta oluşan değişiklikleri gözlemlemek olabilir. Bu durum ön yükün SVB veya PAKB gibi bir parametre ile saptanması, belli bir eşik değerinin altında ise sıvı uygulanması ve bu

uygulamanın kardiyak output üzerinde yarattığı etkinin saptanması şeklinde yapılabilir. Klinik pratikte uygulama çoğunlukla bu yöndedir ancak, bu yönetime ait birkaç sorun bulunmaktadır. İlk sorun, gerçek anlamda ön yükü gösteren parametreler konusunda bir görüş birliği yoktur. Gerek SVB, gerek PAKB'nın ön yükü gösterme konusunda tam anlamıyla gerçeği yansıttığı söylenemez. Marik ve arkadaşlarına (5) göre; sıvı tedavisine rehberlik etme yönünden SVB kullanılmasının yazı tura atmaya bir üstünlüğü yoktur. Buna rağmen SVB sıvı resüsitasyonunda önerilmeye devam edilmektedir. Ama meta-analiz yayınlandıktan sonra sıvı yanıtıllığı konsepti kabul gördü. Gerek yapay solunumun yarattığı toraks içi basınç değişiklikleri gerekse sol ventrikülün kompliyansına ait sorunlar PAKB değerlerinin gerçek anlamda ön yük göstergesi olma yeteneğine gölge düşürmektedir. İkinci sorun olarak ise bu parametrelere ait sağlıklı bir eşik değerinin saptanamaması ve bunun altındaki durumlarda sıvı tedavisinin yararlı olacağıın gösterilememesi belirtilebilir.

İntravasküler hacim durumunu değerlendirmek çoğunlukla güçtür. Anestezistlerin hastanın sıvı-elektrolit tedavi yönetimini planlayabilmesi için intravasküler hacmi doğru değerlendirebilmeleri gerekir. Kritik hastalarda ameliyat öncesi açlık, cerrahi kan kaybı, idrar çıkışı gibi oluşan sıvı açıklarını düzeltmek ve devam eden kayıpları karşılayabilmek için, volüm genişletme sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Ancak, çalışmaların % 72' si kritik hastaların volüm genişletmeye, kalp atım hacmi veya kalp debisinde artış olarak cevap vermediğini tespit etmiştir (10). Bu hastalarda, volüm genişletmenin etkisiz olduğu, hatta oksijen dağılımında kötüleşmeye, sistemik ve pulmoner ödemde artışa ve muhtemel kalp yetersizliğine sebep olacak kadar zararlı olabileceği görülmüştür.

Dolayısıyla hangi hastalarda düşük kardiyak output sorununun bolus sıvı tedavisiyle çözülebileceğini öngörmeyi sağlayan objektif parametrelere veya testlere ihtiyaç vardır. Sıvı cevabını ölçmek için statik ve dinamik kardiyopulmoner endeksler kullanılmaktadır (Tablo1).

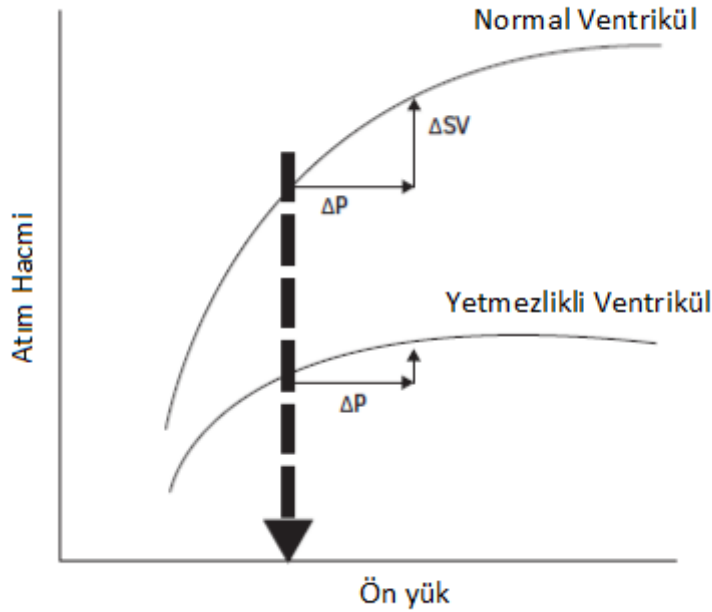
Tablo 1: Sıvı Cevabını Öngörmeye Kullanılan Ölçümler

STATİK ÖLÇÜMLER	DİNAMİK ÖLÇÜMLER
Santral Venöz Basıncı (SVB) Kötü Belirteç (5)	Nabız Basıncı Değişiklikleri (PPV) İyi Belirteç (6)
Pulmoner Arter Kama Basıncı (PAKP) Kötü Belirteç (10)	Sistolik Basıncı Değişiklikleri (SPV) İyi Belirteç (6)
Sol Ventrikül Sistol Sonu Alanı (LVEDA) Kötü Belirteç (11)	Atım Hacmi Değişiklikleri (SVV) İyi Belirteç (6)
Sistolik Arteriyel Basıncı (SAB) Kötü Belirteç (8)	Pletismografik Dalga Biçimi Amplitüdündeki Solunumsal Değişiklikler (Δ POP) İyi Belirteç (9)
Kardiyak İndeks (Kİ) Kötü Belirteç (7)	Pleth Variability Index (PVI) İyi Belirteç (7)

Kardiyak fizyolojideki temel bilgilerimiz KD'nin oluşturulmasında ventrikülün sistolik kasılma gücü ve yeteneğinin yanı sıra ön yük ve son yükün optimal sınırlarda olmasının da eşit derecede önemli olduğunu hatırlatmaktadır. Kritik hastada KD izlerken bu üç bileşenin (kasılma gücü, ön yük, son yük) ortak ürünü olan bir sonucu izlediğimizi bilmemiz gerekir. Bu üçlünün herhangi birinde ortaya çıkacak sapma, kardiyak output'un düşmesine ve diğer koşullar normal olmasına rağmen doku oksijenasyonunda bozulmaya yol açacaktır. Özellikle ön yük tayini burada bir adım öne çıkmaktadır. Bunun nedeni, ön yük artırımını ile sağlanan kardiyak output artışının kalbin oksijen sunum ve tüketim dengesini en az olumsuz etkileyen manevra olduğunun bilinmesidir.

Ön yük, kalbin ileriye doğru atmak zorunda olduğu diyastol sonu volüm olarak tanımlanır. Diyastol sonu hacimde artma belli bir noktaya kadar kalbin kasılma gücünü dolayısıyla atım hacmini artıracaktır (Frank-Starling yasası). Diyastol sonu volüm artışı devam ederse, aktin ve myozin filamentlerinin birbirinden uzaklığı belli bir noktada birbirlerine tutunmayı zayıflatacak kadar artacak ve kasılma gücünü azaltacaktır.

Normal kalpte, ön yük ile atım hacmi arasında eğrisel (Frank-Starling eğrisi, Şekil 1) bir ilişki vardır. Frank - Starling yasasında eğrinin dik kolunda yani sıvı açığı bulunan hasta grubunda uygulanacak sıvı tedavisi, atım hacminin (dolayısıyla kardiyak debinin) aynı oranda artışıyla sonuçlanır (Ön yük Bağımlı). Eğrinin düz bölgesinde yer alan hastalarda ise aynı türde uygulanacak bir sıvı tedavisi; yüklenme, akciğer ödemi ve ventrikül disfonksiyonu ile kendini gösterecektir. Ön yükün uygun şekilde saptanması bu sorunun çözümünde bir ilk adımdır (Ön yük Bağımsız).



Şekil 1: Atım Hacmi ile Ön Yük Arasındaki İlişkiyi Gösteren Frank-Starling Eğrisi

SVB, SAB, DAB, PAKB gibi statik ölçümlerin düşük prediktif değeri olduğu gösterilmiştir (12). Çünkü SVB ve PAKB gibi statik ölçümler, hastanın Frank-Starling eğrisinin çıkan kısmında (ön yük bağımlı ve bu nedenle sıvı cevaplı) ya da plato kısmında (ön yük bağımsız ve bu nedenle sıvı cevapsız) olup olmadığı bilgisini vermemektedir.

Nabız basıncı değişiklikleri (ΔPP), SVP ve SVV gibi dinamik ölçümlerin, özellikle mekanik ventilasyon uygulanan hastaların sıvı cevabını öngörmeye daha hassas olduğu görülmüştür.

A. STATİK ÖLÇÜMLER

1. SANTRAL VENÖZ KATETERİZASYON

Santral venöz kateter yerleştirilmesi insanda ilk olarak 1929 yılında Werner Forssman tarafından rapor edilmiştir. Subklavyen venöz girişim ilk kez R. Aubanic tarafından 1952’de tanımlanmıştır. Kılavuz tel kullanımı Seldinger tarafından 1953 yılında tanımlanarak intravenöz kateter girişim başarısına önemli bir katkı sağlamıştır. 1959 yılında torakotomi işlemi yapılan vakalar serisinde santral venöz basınç (SVB) Hughes ve Magoven tarafından tanımlanmıştır (13). İzleyen zaman diliminde intravasküler volüm durumunu değerlendirmede SVB monitörizasyonu yapılması amacıyla santral ven kateterizasyonu sıklıkla uygulanmıştır (14).

Santral venöz kateterizasyon, kritik hastalarda SVB monitörizasyonu, yüksek yoğunluktaki sıvıların veya ilaçların verilmesi gerektiği durumlarda, hızlı ve fazla miktarda sıvı resusitasyonu gerektiğinde, hemodiyaliz ve plazmaferez gibi işlemlerde, geçici veya kalıcı kalp pili yerleştirilmesi amacıyla, periferik venöz kanülasyon mümkün olmadığında uygulanan önemli bir girişimsel yöntemdir. Yoğun bakım ünitelerinde, servis hastalarında, acil serviste, ameliyathanelerde yaygın şekilde kullanılan kateterler enfeksiyöz ve mekanik (sinir yaralanması, hematoma, trombus oluşumu, hemotoraks, pnömotoraks, emboli gibi) nedenlerle mortalite ve morbiditeye neden olabilirler.

Santral venöz kateterlerin uzunluk, çap ve lümen sayısı bakımından çeşitli tipleri bulunmaktadır. Kullanılacak kateterin lümeni, kullanım endikasyonu için uygun çapta olmalıdır. Kateterin uzunluğu, ucunun en iyi lokalizasyon yeri olan sağ atrium ile superior vena kava bileşkesinde veya hemen üzerine ulaşabilecek boyutta olmalıdır (1). Geniş lümenli kateterlerin gerekli olduğu hızlı sıvı resusitasyonu durumları veya diyaliz uygulamaları dışında yaygın olarak 7 French 20 cm kateter tercih edilmektedir (15).

ENDİKASYONLARI

Santral venöz kateterizasyon endikasyonları aşağıdaki Tablo 2' de sıralanmıştır (16).

Tablo 2: Santral Venöz Kanülasyon Endikasyonları

İntravenöz sıvı replasmanının hızla yapılması gerektiği durumlar <ul style="list-style-type: none">• Hipovolemi ve şok (majör travma)• Kan kaybının yüksek miktarda olması beklenen majör operasyonlar
Santral venöz basınç izlenmesi
Uzun süre intravenöz ilaç uygulanacak hasta
Vazoaktif veya iritan ilaç infüzyonu uygulanacak hasta
Periferik ven kanülasyonu zor olan hastada venöz yol sağlanması için
Hava embolisi riski olan cerrahi işlemlerde hava aspirasyonu için
Total parenteral nütrisyon ile beslenmenin sağlanması
Geçici hemodiyaliz uygulaması
Santral venöz oksijen saturasyonunun sürekli takip edilmesi
Transvenöz kardiyak pace yerleştirilmesi

KONTRENDİKASYONLARI

Kanülasyon bölgesi, işlemin aciliyet durumu ve alternatif venöz erişim yolları ile ilişkilidir. Kanülasyon bölgesinde deformite, travma, enfeksiyon varlığı, geçirilmiş cerrahi girişim veya radyoterapi gibi nedenler ile venin lokalizasyonunun tespitini sağlayan özel bölgelerin tanınmaz hale gelmesi kateterizasyon planlanan bölge için genel kontrendikasyonlardır. Kanülasyon ile kopabilen ve embolize olabilen tümörler, triküspit kapak vejetasyonlarının varlığı göreceli kontrendikasyonları oluşturur (1).

Subklavyen ven kanülasyonu antikoagülan almakta olan hastalarda istenilmeyen arter ponksiyonunda doğrudan bası yapılamamasından dolayı göreceli kontrendikedir (1). Hafif ve orta dereceli koagülopatisi olan hastalarda güvenli bir şekilde kateterizasyon işleminin yapıldığına dair çalışmalar mevcuttur. Trombositopeni, uzamış pıhtılaşma zamanına göre kanülasyon için daha yüksek risk taşımaktadır (17). Kazayla karotid arter ponksiyonu olasılığından dolayı önceden aynı tarafta karotid endarterektomisi geçiren hastalarda opere olduğu tarafta santral venöz kanülasyonundan kaçınılmalıdır (1).

UYGULAMA BÖLGELERİ

Santral venöz kateterizasyon için girişimin yapılacağı vene, hastanın kliniğiyle ilgili özellikleri, hastanın anatomisi, opere olacak ise planlanan cerrahi ile ilgili özellikler, uygulayıcının deneyimi ve hastanın konforu gibi faktörler gözeticilerle en uygun yaklaşım tercih edilir.

Kritik hastalarda çok sayıda farmakolojik ajanın tedavi amacıyla uygulandığı ve özellikle ajanların kimyasal yapısı, yoğunluklarının damar yatağını etkilemesi gibi durumda en uygun yol erişilebilirlik ve güvenilirliği nedeni ile internal juguler vendir (IJV). Fakat IJV kateterizasyonu kritik hastalarda ağız yolu ile gelen sekresyonlardan dolayı kolay enfekte olabilmektedir. Bu nedenle IJV ve subklavyen ven kanülasyonu için öncelikle tercih edilen bölgeler olmakla beraber subklavyen venin daha düşük enfeksiyon oranları nedeniyle avantajlı olduğu bildirilmiştir (18).

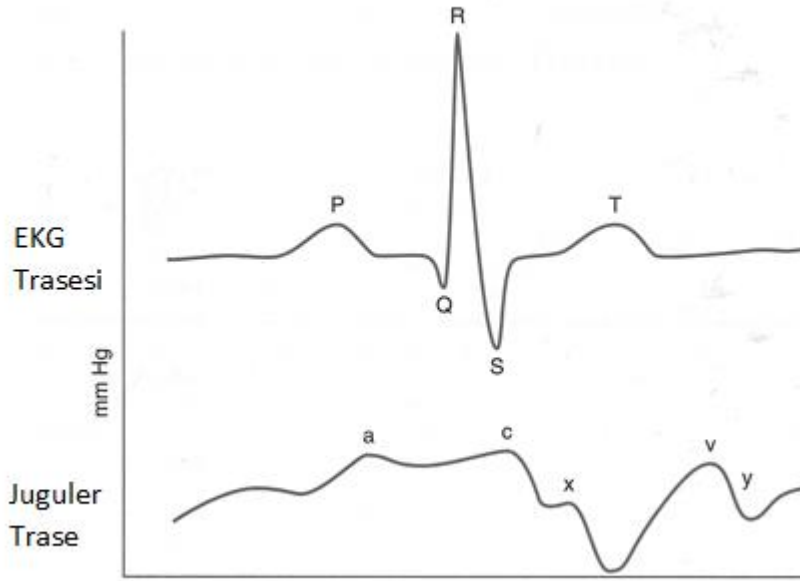
Uzun süreli total parenteral beslenmede subklavyen ven tercih edilmektedir. Bilinci açık, şüpheli servikal bölge hasarı olan travma hastalarında baş hareketlerinden etkilenmemesi için subklavyen ven öncelikle tercih edilir.

Uzun dönem diyaliz uygulanacak hastalarda darlık gelişimine sebebiyet verebileceğinden dolayı subklavyen ven girişimden sakınılır ve IJV ven tercih edilir (19). Kısa süreli diyalizde, mobilize olamayan hastalarda femoral ven tercih edilmekte, fakat line ilişkili sepsis riski nedeni ile kullanımı kısa süreli olmaktadır. Acil durumda venöz yol arıcılığıyla yerleştirilen kalp pilleri için sağ internal juguler venden girişim kolaylıkla uygulanabilir. Kanama diyatezi olan hastalarda santral kateterizasyon gerekli ise kanama durumunda kompresyon uygulanabilecek bir bölge tercih edilir. Bu grup hastalarda subklavyen ven tercih edilmezken internal juguler ven doğru bir seçenek olacaktır. Anestezi altındaki hastalarda santral venöz girişim, düşük pnömotoraks riskinden dolayı genellikle internal juguler venden yapılır. Venöz tromboza eğilimi olan hastalarda, tromboza yatkınlığı artması sebebiyle femoral ven tercih edilmez (20). Nöroşirurji operasyonlarında kraniyal venöz dönüşü bozmayan, subklavyen ven santral kateterizasyon için tercih edilir.

KLİNİK DEĞERLENDİRME

Santral venöz basınç, miyokardiyal end-diastolik liflerin gerginliği, önyük ve kardiyak kontraktilite arasındaki ilişkinin, sağ atrial basınç ve kardiyak output değişimine bağlı klinik yansımalarını eş zamanlı ölçmek için yapılan bir uygulama olarak tanımlanmaktadır (21). Ancak SVB'nin sağ ventrikül end-diastolik volümü yansıtması, ventriküler kontraktilite ve son yükün, end-diastolik volüm ve kardiyak outputu değiştirebilmesi nedeni ile her zaman güvenli değildir. Bununla birlikte SVB monitörizasyonu sağ kalbin gücü ve klinik değerlendirmesinde karar verme yetisi sağlar. SVB birincil olarak sağ ventrikül end diastolik basıncın değişimlerini yansıtır ve pulmoner venöz dönüşü ve sol tarafın basıncını ikincil olarak yansıtır.

İntravasküler hacim durumunu diğer yöntemlerle saptamanın zor olduğu, hızlı veya büyük değişikliklerin beklendiği durumlardanormal kardiyak ve pulmoner fonksiyonlu hastalarda SVB monitörizasyonu kullanılır. Bununla beraber, statik SVB okumaları hacim durumunun doğru ve güvenilir bir ölçümünü sağlamaz.



Şekil 2: Santral Venöz Basınç Dalgası

SVB ölçümü, transtorasik basıncın perikardiyum ve (ince duvarlı) vena kavadan iletilmesi nedeniyle ventilasyondan etkilenir. Spontan ventilasyon sırasında insprasyonda SVB düşerken

ekspirasyonda artar. Mekanik ventilasyon sırasında bu durum tersine döner; inspiryum sırasında intratorasik basıncın artması SVB' yi artırır. Mekanik ventilasyon uygulanan olgularda en doğru SVB ölçümü ekspirasyon sonunda yapılabilir. PEEP uygulandığında pozitif basınç sağ atrium içerisinden geçerek venöz dönüşü azaltır ve SVB' nin artmasına neden olur (22).

2. PULMONER ARTER KATETERİZASYONU

Pulmoner arter kateteri (PAK) (Swan-Ganz kateteri) ilk kez 1970 yılında Dr. Swan ve Dr. Ganz tarafından geliştirilmiş olup ameliyathane ve yoğunbakım ünitelerinde uygulamaya girmiştir (23).

ENDİKASYONLARI:

1. Kardiyovasküler hastalıklar (akut miyokard infarktüsünün mekanik komplikasyonlarının takibi, sol ventrikül yetmezliği ile beraber koroner arter hastalığı, kapak hastalığı, kalp yetmezliği, intrakardiyak şantlar, Kardiyak tamponad, pulmoner arteriyel hipertansiyonun tanısı ve ilaçlara verdiği tedavi cevabının değerlendirilmesi)

2. Pulmoner hastalıklar (pulmoner emboli, ARDS ile beraber akut solunum yetmezliği, şiddetli KOAH, yüksek ve düşük basınçlı akciğer ödeminin ayrımı)

3. Kompleks sıvı yönetimi (şok, multiorgan yetersizliklerinin takibi, akut böbrek yetmezliği, akut yanık, hemorajik pankreatit)

4. Spesifik cerrahiler (koroner bypass, kapak replasmanı, perikardiyektomi, aortik kros klemp, kardiyak cerrahi sonrası gelişen hemodinamik instabilite durumlarının takibi, oturur kraniyotomi, portal sistemik şant)

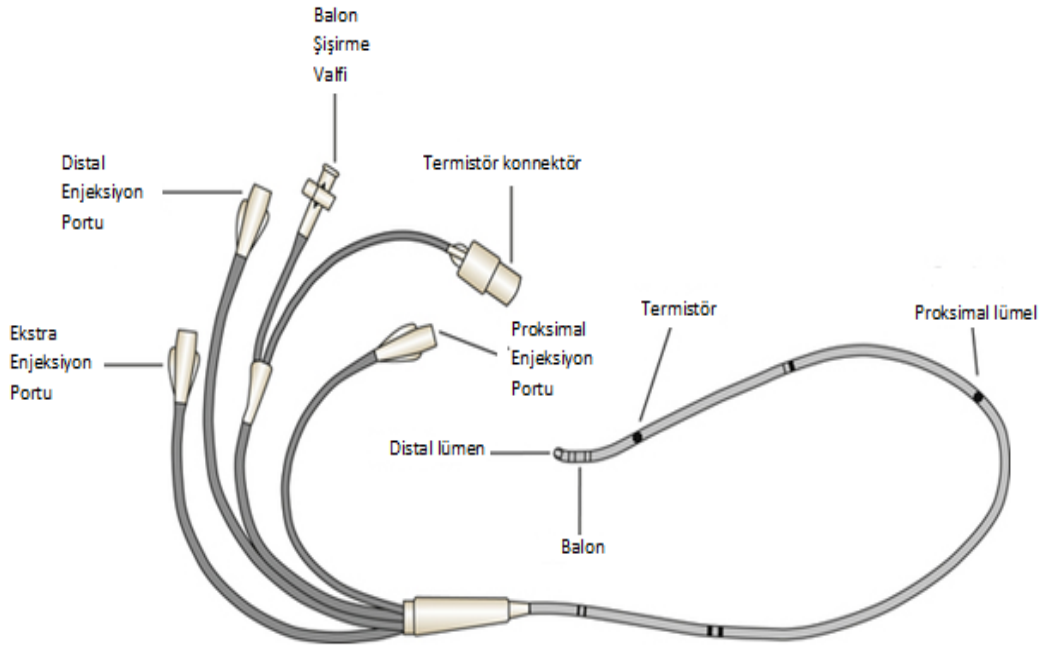
5. Yüksek riskli gebelik (şiddetli toksemi, ablasyo plasenta) (24).

GÖRECELİ KONTRENDİKASYONLAR:

- Wolf-Parkinson-White sendromu
- Komplet sol dal bloğu
- Ağır koagülasyon bozuklukları
- Trombositopeni
- Sağ kalp kapağı protezi
- Endokardiyal pace maker elektrodu
- Girişim yerinde enfeksiyon, bakteriyemi

TEKNİK:

En yaygın kullanılan pulmoner arter kateteri 7.5 Fr kateter içine yerleştirilmiş beş lümenli, 110 cm uzunluğunda polivinilklorürden yapılmış olan tiptir (Resim 1) .



Resim 1: Pulmoner Arter Kateteri

Lümenlerin özellikleri:

- Kateter ucunun yanında bulunan termistor (sıcaklık algılayıcı) ile termodilüsyon yöntemiyle KD ölçümü yapan monitöre bağlantı sağlayan tel
- Balonu şişirmek için hava kanalı
- Kateter ucunun 30 cm proksimalinde KD enjeksiyonları, infüzyonlar ve sağ atrium basıncını ölçmek için bir port
- 20. cm de ilaç infüzyonu için bir ventriküler port
- PA basıncı ölçmek ve miks venöz kan örneği aspirasyonu için bir distal port olmak üzere toplam 5 lümeni bulunmaktadır.

PAK perkütan olarak internal juguler, subklaviyen, femoral veya bazilik ven yoluyla takılabilir. PAK' ın yerleştirilmesinde Seldinger tekniği kullanılarak santral venöz erişim sağlanır. Buradaki fark santral venöz kateter yerine uygulama iğnesi ve içerisine yerleştirilmiş dilatörün klavuz tel üzerinden geçirilmesidir. Dilatör ve klavuz tel çıkarıldıktan sonra uygulama iğnesi cilde tespit edilir ve uygulama iğnesinin lümeni PA kateterine uyumlu hale gelir. PAK yerleştirilmeden önce balon şişirilip indirilerek kontrol edilir ve üç intravasküler lümeden serum fizyolojik geçirilerek kullanıma hazır hale getirilir. Distal porta transdüser bağlanarak orta aksiller çizgi seviyesinde sıfırlanır.

PAK uygulama iğnesinin içinden internal juguler vene ilerletilir. Yaklaşık 15. cm' de distal uç sağ atriya ulaşmaktadır. Basınç trasesindeki dalga formu değişiklikleri PAK' ın venöz dolaşım ve kalpteki lokalizasyonu hakkında bilgi vermektedir. Santral venöz basınç trasesinin görülmesi kateterin sağ atriya girilmesiyle kaydedilir. Sonrasında kateterin balonu şişirilir (genellikle 1.5 mL hava ile) böylelikle endokardiyum kateterin ucundan korunur ve sağ ventrikülün kardiyak outputu ile kateterin ilerlemesi sağlanmış olur. Kateter geri çekilmesi gerektiği durumlarda mutlaka balon indirilmelidir. Kateter ucunun veya balonun ventrikül endokardını irrite etmesine bağlı olarak ektopik atımlar görülebilir. Trasede sistolik basınçta ani bir yükselme kateterin sağ ventrikülde olduğunu göstermektedir. Pulmoner artere yaklaşık

35-50 cm dolaylarında girilir. Diastolik basıncın görülmesi kateter ucunun pulmoner artere girdiğini doğrulamaktadır. Devamında balon uçlu kateter pulmoner arter dalını tıkayarak pulmoner arter oklüzyon basınç dalga formu izlenir. Balon söndürüldüğünde basınç eğrisi pulmoner arter basınç dalga formuna dönüşmelidir (25). Pulmoner arter basıncı, mitral kapakta herhangi bir patoloji yok ise sol ventrikül diyastol sonu basıncının bir yansıması olması gereken sol atriyum basıncıyla dengelenmiş olur (1).

PAK yerleştirilmesinin güç olduğu olgularda;

- Eğer hasta uyanık ise hastaya derin nefes aldırılmalıdır
- Başa sağ yan pozisyon verilmelidir
- Kateterin sertleştirilmesi için proksimal lümeninden soğuk salin enjekte edilmelidir
- Kardiyak outputu artırmak için düşük doz inotrop ajan uygulanması kateterin yüzerek ilerlemesini sağlar ve kateterizasyonu kolaylaştırır.

PA kateterinin pozisyonunu doğrulamada lateral göğüs filmi kullanılır (1).

KLİNİK DEĞERLENDİRME:

PAK hem KD hem de PAKB'nin ölçülmesini sağlar. PAKB, sol ventrikül diyastol sonu basıncı (LVEDP) için tahmin sağlar ve ventriküler kompliansa bağlı olarak ventriküler hacim tahminine olanak verir. Kardiyak output ölçümleriyle hastanın atım hacmi de saptanabilir (1). PAK ile hemodinamik monitörizasyon, hastanın niçin anstabil olduğunu anlama konusunda önemli bilgiler verir. Böylece altta yatan nedene yönelik tedavi yapılabilmesi sağlanır. Tedaviyi yönlendirmek için PAK kullanımı kardiyak anestezi ve perioperatif yoğun bakımda yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak son dönemlerde yapılan çok sayıda gözlemsel çalışmada, PAK ile tedavi edilen hastaların PAK olmayan hastalardan daha kötü sonuçlara sahip olduğu gösterilmiştir (1).

Şok durumlarında organ perfüzyonunu sağlamak için kullanılan hedefe yönelik hemodinamik tedavi PAK klavuzluğunda yapılabilse de, hemodinamik performansı saptamak için transpulmoner termodilüsyon, kardiyak output ölçümleri ve arteryel basınç dalga formu, kontür analizi gibi daha az invaziv yöntemler son dönemlerde çok daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

PAK yoluyla ölçülebilen Kİ, önyük, volüm durumu ve mikst venöz kan oksijenizasyon düzeyi gibi ölçümler hemodinamik instabilite için yüksek risk taşıyan cerrahi hastalarında ve artmış hemodinamik komplikasyon insidansı ile ilişkili cerrahi işlemler sırasında özellikle önem kazanmaktadır.

PAK ile sol kalbin doluş basınçlarının ölçülebilmesi, özellikle sağ kalp doluş basınçlarının sol kalp ile korele olmadığı kardiyopulmoner hastalığı olanlarda önemli avantajlar sağlamaktadır. PAK'ın klinik kullanımının en önemli kısmını sol ve sağ kalbin doluş basınçlarının incelenmesi oluşturmaktadır. Doğru wedgelenmiş PAK distal lümeni sağ taraf basınçlarından balon inflasyonu ile izole edilir. Kateterin distal açıklığı yalnızca sol atriyum basıncına eşit olan kapiller basınca maruz kalır. PAKB ventrikül kompliyansına bağımlı olan LVEDB' nin indirekt ölçümü olan LVEDV' ye yaklaşır. PAKB her zaman LVEDB' yi öngörmez. LVEDV ve PAKB arasındaki ilişki, kompliyansı kötü bir sol atriyal ve ventriküler sistem ile mitral kapak patolojilerinde güvenilmez hale gelir. SVB sadece sağ ventrikül fonksiyonunun yansıtabilirken, PAK her iki ventrikülün dinamiklerinin ayrışmasına imkan sağlar.

PA kateterizasyon bilgilerinden türetilen hemodinamik veriler; kardiyak indeks, sistemik vasküler rezistans (SVR), pulmoner vasküler rezistans (PVR), atım hacmi, atım indeksi, sağ ventrikül atım-iş indeksi, sol ventrikül atım-iş indeksidir.

SVR, sepsis gibi vazodilatasyonun hakim olduğu durumlarda azalmışsa, atım hacmi artabilir. Aksine atım hacmindeki bir düşme; kötü kardiyak performans veya hipovolemiye bağlı olarak gelişir. PAK balonunun şişirilmesiyle PAKB' nin saptanması LVEDB' yi de tahmin ettirir. Düşük bir PAKB/ LVEDB bulgusu ile monitöre yansıyan durumda düşük bir atım hacmi hipovolemiye işaret eder ve volüm replasmanı gereksinimini gösterir. Yüksek PAKB/ LVEDB ile yansıyan "dolu" kalp, pozitif inotropik ilaca gereksinimini gösterir. Hipotansiyon varlığında normal veya yükselmiş atım hacmi, bir vazodilate hastada sistemik vasküler rezistansı onarmak için vazokonstriktör ilaç uygulamasını gerektiğini ifade eder. Bu bağlamda PAK hedefe yönelik perioperatif tedavide yardımcı olmak için bir araçtır.

Tablo 3: Normal İtrakardiyak Basınçlar (mmHg)

BASINÇ	ORTALAMA	SINIRLAR
Sağ atriyum basıncı	5	1-10
Sağ ventrikül end-sistolik basıncı	25	15-30
Sağ ventrikül end-diastolik basıncı	5	0-8
Pulmoner arter sistolik basıncı	23	15-30
Pulmoner arter diastolik basıncı	9	5-15
Pulmoner arter ortalama basıncı	15	10-20
Pulmoner kapiller kama basıncı (PAKB)	10	5-15
Sol atriyum basıncı	8	4-12
Sol ventrikül end-diastolik basıncı	8	4-12
Sol ventrikül sistolik basıncı	130	90-140

B. DİNAMİK ÖLÇÜMLER

Tablo 4: Dinamik Ön Yük Göstergesi Parametreler ve Elde Edilme Yolları

Parametre	Monitör
Pleth Variability Index (PVI)	
Nabız Basıncı Değişiklikleri (PPV)	İnvaziv arter basınç trasesi analizi
Sistolik Basınç Değişiklikleri (SPV)	İnvaziv arter basınç trasesi analizi
Atım Hacmi Değişikliği (SVV)	Puls konturu analizi
Aortik Anulus Hızında Akım Hızı Değişikliği	Transözofageal Ekokardiyografi
İnen Aortta Akım Hızı Değişikliği	Özofageal Doppler
Vena Kava İnfirior Boyut Değişikliği	Trantorasik Ekokardiyografi
Vena Kava Süperior Boyut Değişikliği	Trantorasik Ekokardiyografi
Pletismografik Dalga Biçimi Amplitüdündeki Solunumsal Değişiklikler (Δ POP)	

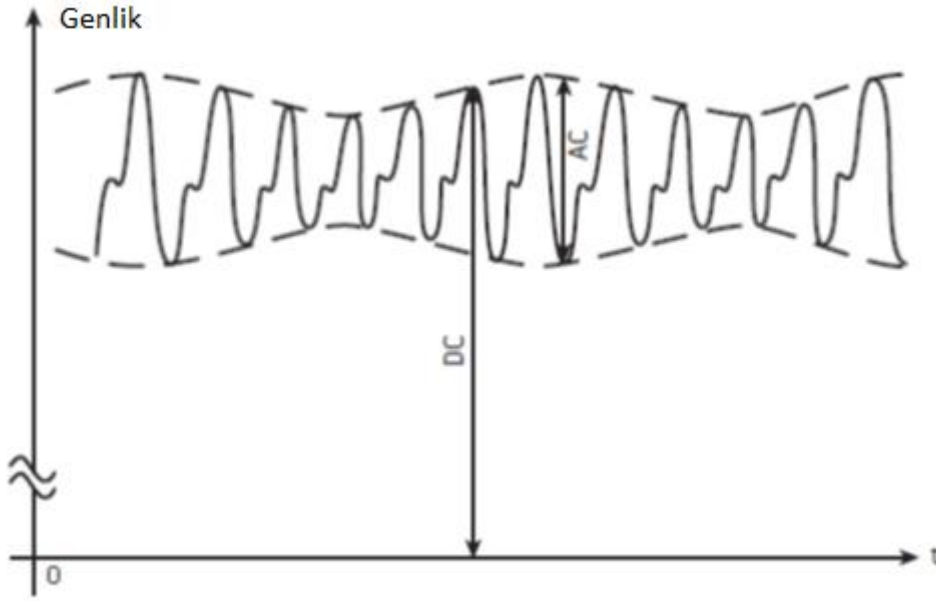
1. PLETH VARIABILITY INDEX (PVI)

Pleth Variability Index (PVI), fotoplestismografik dalgalarındaki solunumsal değişiklikleri, bir pulse oksimetre sensörü aracılığıyla, noninvaziv olarak toplanan verilerden hesaplayan otomatik ve sürekli bir ölçümdür. Bu kolay kullanımlı yöntem, klinisyenlerin pozitif basınçlı ventilasyon altındaki hastalarda sıvı yanıtını yönetmelerine yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Kardiyak indeks üzerinde PEEP'in etkilerini değerlendirmek ve anestezi indüksiyonu sırasında hipotansiyon riski taşıyan hastaları saptamak, PVI' in diğer klinik kullanımlarıdır.

Birçok pulse oksimetre teknolojileri fotoplestismografik dalga biçiminin işlenmiş ve filtrelenmiş temsilini görüntülemektedir. Standart pulse oksimetre kızıl ve kızılötesi ışık olmak üzere iki adet dalga boyu kullanmaktadır. Kızıl ötesi sinyallerdeki emilim, kızıl dalga boyundan farklı olarak, arteryel oksijen saturasyonundaki değişikliklerden etkilenmez. Bunun yerine, kızıl ötesi sinyalindeki emilim sinyali, sensör bölgesindeki periferik vasküler yatak içindeki kan hacminin titreşimleri ile değişir. Her kalp atışı ile ventrikül periferik kan pompalayarak, arterlerde ve arteriyollerdeki nabız basıncını artırmakta; böylece sistol sırasında sensörün altındaki kan basıncı artmaktadır. Diyastolde ise tam tersi olarak, periferdeki kan basıncı azalmakta ve sonuçta nabız basıncı düşmektedir.

PVI görsel olarak, dinamik bir ölçüm olan plestismografik dalga biçimi amplitüdündeki solunumsal değişiklikler (Respiratory variations in plethysmographic waveform amplitude = Δ POP) ile ilişkilidir, ancak hesaplamak için farklı bir algoritma kullanır. PVI, bir ya da daha fazla tam solunum döngüsü sırasında meydana gelen ve pulse oksimetre dalga genliğini yansıtan Perfüzyon İndeksi (PI) değişikliğinin dinamik bir ölçüsüdür. PI, non-pulsatil kızılötesi sinyaline (DC veya sabit bileşene) karşı endeksli pulsatil kızılötesi sinyali (AC veya değişken bileşen) olarak hesaplanmıştır (Şekil 3). Kızılötesi sinyaller, kızıl sinyallere göre arteryel saturasyon değişikliklerinden daha az etkilendiği için kullanılır.

$$PI = \frac{AC}{DC} \times 100\%$$



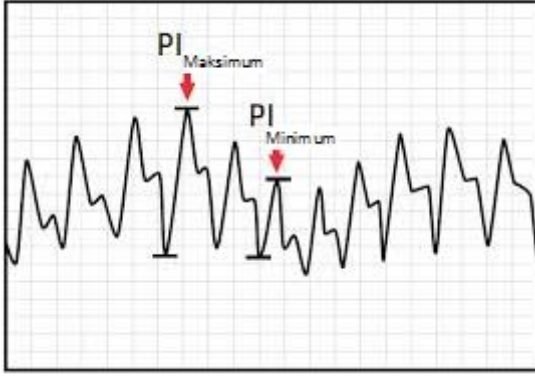
Şekil 3:Pulse Oksimetre Tarafından Dahili Olarak İşlenen Ham Kızılötesi Sinyal Grafiği

AC: Arteriyel kan akım pulsasyonuna bağlı kızılötesi ışığın değişken emilimini temsil eder,

DC: Cilt ve diğer diğer dokulara kızılötesi ışığın sürekli emilimini temsil eder.

Solunum periyodu ile elde edilen Pİ' deki maksimum ve minimum değerler kullanılarak, PVI hesaplaması aşağıdaki formüle edilir;

$$PVI = \frac{PI_{Max} - PI_{Min}}{PI_{Max}} \times 100\%$$

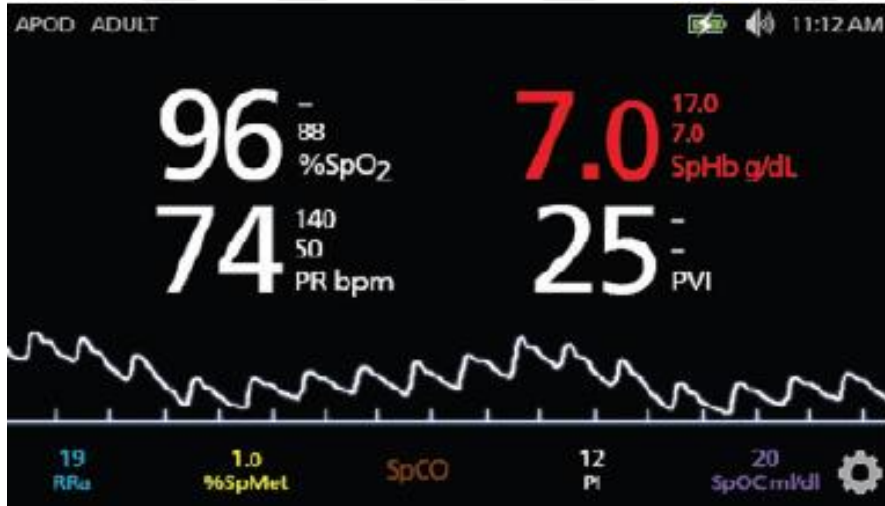


Şekil:4: PVI hesaplaması: Nasıl çalışıyor?

PI max: Bir veya daha fazla solunum döngüsü boyunca oluşan en yüksek perfüzyon indeksi

PI min: Bir veya daha fazla solunum döngüsü boyunca oluşan en düşük perfüzyon indeksi

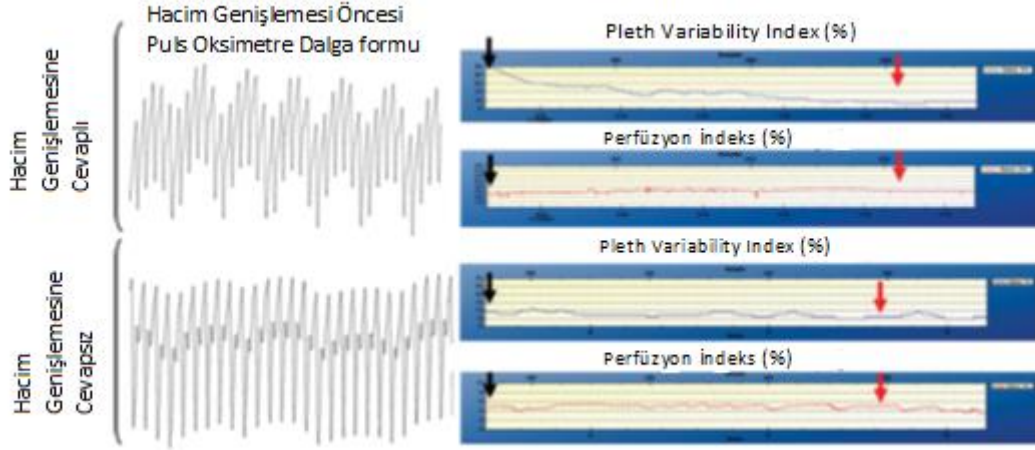
PVI, özel monitörleri üzerinde yüzde (sayısal değer) ve trend grafiği olarak görüntülenir (Resim 2).



Resim 2: PVI Monitör Görüntüsü

PVI nümerik olarak ne kadar düşüğe, solunum döngüsü boyunca Pİ değerinde daha az değişkenlik olduğu anlamı çıkar. Değişkenlik yüksek oldukça, hastanın sıvı infüzyonuna cevabının kalp debisinde artış olması daha büyük olasılıktır (Resim 3).

Yüksek PVI değerlerinde volüm replasmanı yapılması sonrası PVI' in eşik kabul edilen değerlerin altına kadar düşmesi volüm yanıtı pozitif- cevaplı (Responder), PVI' in eşik değerinin üstünde kalmaya devam etmesi ile cevapsız (volüm yanıtı negatif) durum olarak tanımlanır. Bu kritik eşik diğer çalışmalarda 12-17 arasında tanımlanmıştır.



Resim 3: Cevaplı ve Cevapsız Grupta Volüm Genişlemesi Sırasında PVI ve PI (7)

2.EKOKARDİYOĞRAFI

Ekokardiyografi hemodinamik olarak dengesiz hastalarda altta yatan nedeni kısa sürede ortaya koyabilecek non-invaziv (transtorasik: TTE) veya yarı-invaziv (Transözefageal: TÖE) bir monitörizasyon yöntemi olup her geçen gün artan bir yaygınlıkta ve sıklıkta kullanılmaktadır.

Ekokardiyografi alanındaki teknolojik gelişmeler bu güçlü tanı metodunun gerek monitarizasyon, gerekse tanı amaçlı olarak ameliyathanelere girmesini sağlamıştır. İntraoperatif ekokardiyografi, kalbin yapısı ve kan akımının görüntülenmesine ve başka metodlarla elde edilmesi mümkün olmayan kritik bilgileri sağlayarak cerrahi işlemlerin başarısına önemli katkı sağlamaktadır.

TÖE ile izlenebilen bir diğer parametre vena kava superior (VKS) ve inferior boyutlarında meydana gelen solunumsal değişikliklerdir. VKS yapay solunum esnasında inspiryumda artan plevral basınca maruz kalarak çap azalmasına yani kollapsa uğrar. M- mode ve 2-D

görüntüleme ile uzun ekseninde elde edilen VKS görüntülerinden ekspiryumda maksimal çap, inspiyumda minimal çap saptanmakta, inspiyatuar çap azalmasının % 60 ve daha fazla olmasının sıvı tedavisine en az %15' lik bir KD artış yanıtı vereceğinin göstergesi olarak kabul edilir (26).

Toraks dışında yer alan VKİ' de ise tam tersine inspiyum esnasında venöz dönüşün artan plevral basınçla engellenmesine bağlı distansiyon gelişir. VKİ, TTE ile subkostal pencereden görüntülenerek inspiyumda gerçekleşen distansiyon derecesine bakarak sıvı açığı ve sıvı yükseklmesine alınacak yanıtın öngörülmesi mümkündür (27). Çap artışının solunuma bağlı olarak %12 ve üzerinde olması, sıvı tedavisine olumlu yanıt alınacağıının göstergesi olarak kabul edilir (27).

Transözofageal ekokardiyografi (TÖE), özofagus yoluyla kalp ve büyük damarlara ultrasonik bir pencere sağlayan özel bir tekniktir. Konvansiyonel transtorasik ekokardiyografi ile elde edilen görüntü kalitesi; göğüs duvarı, kostalar, subkütan doku ve akciğerler ultrasonik interferans yarattıklarından arzu edilen kalitede olmayabilir. Ayrıca; akustik zayıflama ve protez kapak arkasında oluşan gölgelenme nedeniyle transtorasik ekokardiyografi protez kapakların değerlendirilmesinde suboptimal sonuç verir. Bu teknikle sol atrial appendiks ve desendan torasik aortanın değerlendirilmesi yetersiz rezolüsyon ve sinyal gürültü oranı nedeniyle suboptimaldır. TÖE, bütün bu negatif faktörlerden etkilenmediği gibi, özofagusun kardiyak yapılara komşuluğu ve yüksek frekanslı (5.0 mHz) transdüserlerin kullanılması nedeniyle yüksek kalitede görüntülerin elde edilmesine imkan sağlar.

İNTRAOPERATİF TÖE ENDİKASYONLARI

1. Sol Ventrikül Fonksiyonu ve Bölgesel Duvar hareketlerinin Monitörizasyonu:

Bölgesel duvar hareketlerinde meydana gelen değişimler miyokardiyal iskeminin hassas belirtileri olup, koroner arter oklüzyonundan sonra 15 sn. içinde ve EKG değişiklikleri oluşmadan ortaya çıkarlar. Yapılan çalışmalarda miyokard iskemisinin belirlenmesinde TÖE'nin en hassas yöntemlerden biri olduğu gösterilmiştir. Kardiyopulmoner bypass (KPB) operasyonları sonrasında TÖE ile yeni bölgesel duvar hareket bozukluklarının belirlenmesi göğüs kapatılmadan önce greftlerin kontrol edilmesi için önemlidir. TÖE ile kolaylıkla elde edilebilen kısa aks kesitinde üç ana koronerin beslediği sol ventrikül miyokard bölgeleri görüntülenir.

2. Kapak Tamiri ve Kapak Replasmanlarının Değerlendirilmesi:

İntraoperatif TÖE'nin en önemli uygulama alanlarından birisi de kapak patolojisinin ve cerrahi tamirin değerlendirilmesidir. Özellikle mitral kapakta olmak üzere kapak tamir operasyonlarının yaygın olarak uygulanmaya başlanması cerrahın yapılan işlemin yeterlilik ve uygunluğunu ameliyathanede değerlendirmesi gerekliliğini doğurmuştur. KPB öncesi ekokardiyografi ile elde edilen bilgiler, kapak replasmanı veya tamirine karar verilmesinde önemli rol oynar. Kapak replasmanı sonrasında protez kapak fonksiyonu ve paravalvular kaçak değerlendirilmesinde de en hassas tanı metodu TÖE'dir.

3. İntrakardiyak Havanın Belirlenmesi ve Hava Çıkarmanın Monitörizasyonu:

KPB sonrasında sol kalpte hava kalması serebral ve koroner dolaşımda obstrüktif hava embolisine yol açarak ciddi sonuçlar doğurabilir. Ekokardiyografi mikroskopik (2-125 mikron) hava kabarcıkların belirlenmesinde aşırı hassastır.

4. Konjenital Kalp Defektlerinin Cerrahi Tedavisinin Değerlendirilmesi:

Konjenital kalp cerrahisinde başarılı sonuçlar elde edilmesinde en önemli faktör, teknik olarak hassas ve etkili bir tamirin gerçekleştirilmesidir. Bu sonuçların elde edilebilmesi için patolojik anatominin iyi bir tanımına ihtiyacı vardır. TÖE bu amaçla kullanıldığında büyük yarar sağlamaktadır.

5. Aortik Diseksiyon Tanısı:

Aortik diseksiyon tanısında TÖE yüksek hassasiyet (%99) ve spesifikliğin (%98) yanısıra çok kısa zamanda (15 dk) sonuçlandırılmasıyla en önemli tanı yöntemi olmuştur. İntimal yırtığın yeri ve diseksiyonun yaygınlığı TÖE ile lokalize edilebilir. Cerrahi işlem sonrasında göğüs kapatılmadan önce operasyonun sonucu değerlendirilebilir.

6. Intraaortik Balon Pozisyonunun Belirlenmesi:

KPB çıkışında uygulanması gerekli olabilen intraaortik balon kateteri, TÖE yardımıyla sol subclavian arter distaline emin bir şekilde yerleştirilebilir.

7. Koroner Arter Cerrahisinde Miyokard Perfüzyonunun Değerlendirilmesi:

Koroner arter cerrahisinden sonra miyokardiyal revaskülarizasyonun yeterliliğinin belirlenmesi önemli bir problemdir. Miyokardiyal oksijen dengesi hakkında indirek veriler sağlayan konvansiyonel metodlar, koroner bypass cerrahisinden hemen sonra miyokardiyal perfüzyonun değerlendirilmesinde güvenilir değildirler. Mikropartiküller haline getirilmiş kontrast maddelerle yapılan “ kontrast ekokardiyografi”, miyokardiyal perfüzyonun durumu hakkında bilgi sağlayarak operasyon sonuçlarının anında değerlendirilmesine imkan vermektedir.

8.Hemodinamik Bozulmanın Değerlendirilmesi:

İntraoperatif ekokardiyografi ani olarak gelişen hemodinamik bozulmanın nedenlerinin araştırılmasında kullanılabilir. Hipovolemi ve miyokard kontraktilite bozukluğu hızla belirlenebilir. Bazı hastalarda prob yerinde bırakılarak postoperatif dönemde monitörizasyona devam edilebilir.

Ekokardiyografinin bir avantajı da dinamik olarak ön yük yanıtını araştırmaya olanak sağlayan bir yöntem olmasıdır. LVEDA veya LVEDV gibi statik ön yük göstergelerinin izlenmesi eskiden beri uygulanan araştırmalardır. Günümüzde fonksiyonel hemodinamik monitörizasyon bağlamında ise ekokardiyografi ile dinamik araştırmalar yapılması mümkündür. İki ana grupta toplanabilecek bu araştırmaların dayandığı temel prensip; yapay solunum sırasında sıklık olarak vena kava boyutlarında ve aort akımında meydana gelen değişikliklerdir.

Aortik akım hızı (Vpeak) TTE veya TÖE ile Doppler analizi yapılarak aortik anulus hizasında izlenebilmekte yapay solunum uygulanan hastalarda solunuma bağlı değişikliklerin bir ifadesi olan “ ΔV_{peak} ” ise dinamik olarak sıvı açığını ortaya koymaktadır.

Gerek TTE ve TÖE gerekse özofajial Doppler monitörü ile yapılan dinamik ölçümlerin diğer yöntemlere benzer olarak, hastaların kendi solunum eforundan ve kardiyak aritmilerinden olumsuz etkilendikleri bilinmektedir. Bu sorunu aşabilmek için basit bir test ile tetkikler kombine edildiğinde olumlu sonuç alındığı gösterilmiştir. Pasif olarak bacakların 45 derece kaldırıldığı ve 1-3 dakika boyunca tutulduğu durum 300-400 ml hamin intratorasik kompartmana dahil edildiği bir “self-servis” sıvı resusitasyonu durumudur. Üstelik pozisyon eski haline alındığında sıvı yükü tekrar ekstratorasik alana deplase olacağından geriye dönüşümlüdür. Dolayısıyla yüklenme riskinin az olduğu bir güvenlik özelliği de vardır. Bu yüzden hemodinamik dengenin bozulduğu durumlarda yatak başında veya ameliyathanede sıklıkla ve kolaylıkla uygulanan bir testtir. Günlük pratikte arteryel basıncında gözlenen yükselme olduğunda sıvı yüklemesine olumlu yanıt alınacağı düşünülür.

TÖE ile izlenebilen bir diğer parametre de vena kava süperior ve inferiorun boyutlarında meydana gelen solunumsal değişikliklerdir. Vena kava süperior yapay solunum esnasında inspiryumda artan plevral basınca maruz kalarak çap azalmasına yani kollapsa uğrar. M-mod ve 2-D görüntüleme ile uzun ekseninde elde edilen vena kava süperior görüntülerinde ekspiryumda maksimal çap inspiryumda minimal çap saptanmakta, inspiratuar çap azalmasının %60 ve daha fazla olması; sıvı tedavisine en az % 15' lik bir kardiyak output artış yanıtı verileceğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Toraks dışında yer alan vena kava inferiyorda ise tam tersine inspiryum esnasında venöz dönüşün artan plevral basınçla engellenmesine bağlı distansiyon gelişir. Vena kava inferiyor TTE ile subkostal pencereden görüntülenerek inspiryumda gerçekleşen distansiyon derecesine bakarak sıvı açığı ve sıvı yüklemesine alınacak yanıtın öngörülmesi mümkündür. Çap artışının solunuma bağlı olarak %12 ve üzerinde olması sıvı tedavisine olumlu yanıt alınacağına göstergesi olarak kabul edilir.

3.TRANSPULMONER TERMODİLÜSYON TEKNİKLERİ:

(PICCO):

Transpulmoner termodilüsyon (PICCO sistemi), bir santral line ve bir termistör donanımlı arteriyel kateter yoluyla ölçüm yapmaktadır. Transpulmoner termodilüsyon yönteminde, soğuk bir indükatörün santral line yoluyla süperior vena kavaya injeksiyonu sonrası kalp ve akciğerler boyunca geçtiği süreçteki ısı değişikliklerini arteriyel sisteme yerleştirilmiş termistör vasıtasıyla (genellikle femoral artere yerleştirilir) kaydedilerek KD ve diğer parametrelerin hesaplanması ilkesine dayanır.

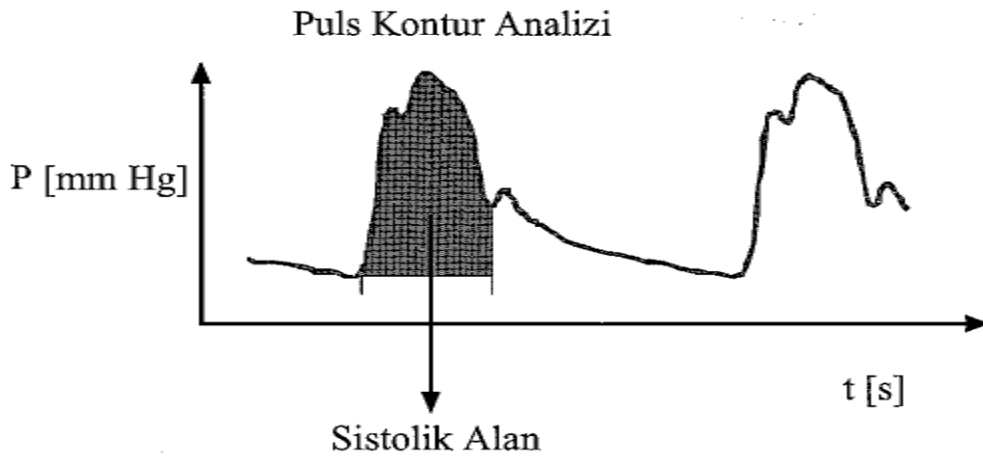
Gerek termodilüsyon (PICCO) gerekse lityum dilüsyon (LIDCO) yöntemiyle kalibrasyon için kullanılan indikatörün transpulmoner geçiş zamanından hem çeşitli ön yük parametrelerini izlenebilmekte hem de bu kalibrasyon sonrası arter trasesi analiziyle atım hacmi ve atım hacmi değişiklikleri monitöre yansıtılabilmektedir.

Tablo 5: PİCCO ile Değerlendirilebilen Parametreler

TRANSPULMONER TERMODİLÜSYON	NABIZ KONTÜR ANALİZİ
Termodilüsyon kalp debisi	Devamlı kalp debisi
Kontraktilite (CFİ)	Atım hacmi (SV)
Volümetrik ön yük (GEDV)	Ardyük (SVR)
Akciğer suyu (EVLW)	Volüm duyarlılığı (SVV, PPV)

GEDV: Global Diyastol Sonu Volüm, EVLW: Damar Dışı Akciğer Suyu

Transpulmoner termodilüsyon kalp debisi dışında global diyastol sonu volüm (GEDV), damar dışı akciğer suyu (EVLW) hesaplamalarına olanak sağlar. GEDV, varsayımsal bir hacim olup kalbin tüm boşluklarının diyastolde aynı anda dolduğunu farz eder. GEDV, hacim durumunu tahmin etmede kullanılmaktadır. Normal değerleri 640-800 mL/m² aralığındadır. Damar içi hacim durumunu değerlendirmede kullanılan bir diğer parametre EVLW olup, 10 mL/kg'dan daha düşük bir değer normal volüm durumunu yansıtır. EVLW' de artış aşırı sıvı yükünü işaret etmektedir. Buradan hareketle, sıvı replasman tedavisini yönetmek üzere volümetrik işaret elde etmek mümkündür. Bunun dışında PİCCO sistemi nabız kontür analizi yoluyla sıvıya yanıt verilebilirliği değerlendirmeyi sağlayan atım hacmi varyasyonu ve nabız basıncı varyasyonunu da hesaplamaktadır.



Resim 4: Arter Trasesinin Kontür Analizi Sistolik Alanın Belirlenmesi ve Bunun Türevi Olan Atım Hacmi İzlenmesi

PICCO, dinamik olarak sıvı yanıtı araştırılabilen önemli avantajlara sahip bir monitördür. Çünkü her kalp atımında, aradığımız esas parametre olan sol kalp atım hacmini göstererek, arteriyel basınç değişikliklerine bakmaksızın yorum yapmamıza olanak sağlar. Belirli bir zaman diliminde minimal ve maksimal atım hacimlerini, ortalama atım hacmine oranladığımızda atım hacmi değişiklikleri (AHD) % değerlik olarak hesaplanabilir. Buna göre:

$$\text{AHD \%} = (\text{AH max} - \text{AH min}) / \text{AH ort}$$

şeklinde sürekli ve gerçek zamanlı işlenmektedir.

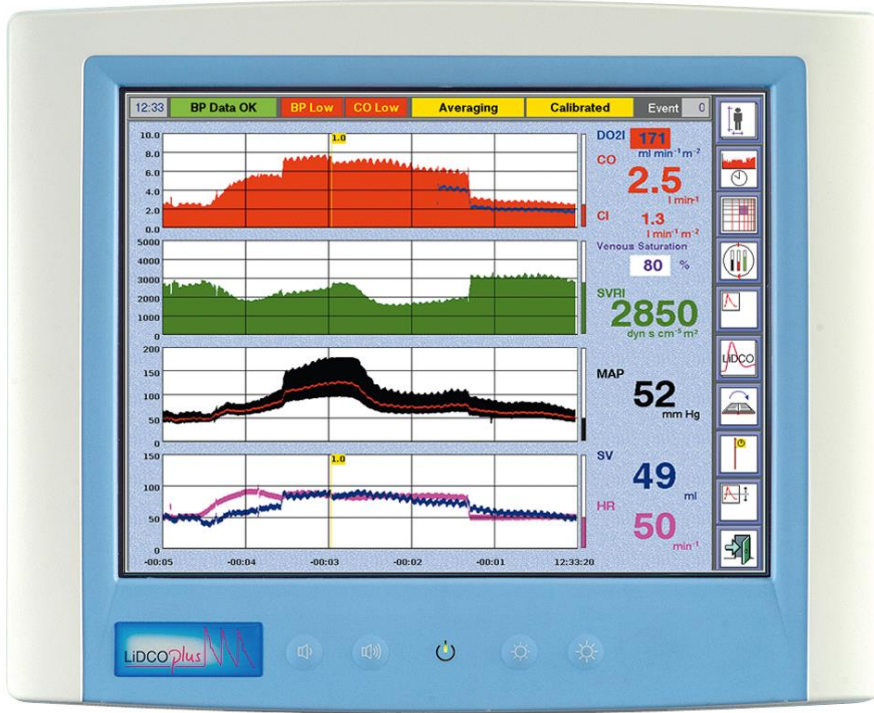
Normalde AHD'nin %10 ve altında olması beklenir. %15 ve üzeri AHD, sıvı açığı varlığını ve açığın yerine konmasına paralel KD artışı sağlanacağına sağlam bir göstergesi kabul edilmektedir.

Benzer sonuçlar özellikle açık kalp cerrahisi gibi majör cerrahi sonrası yoğun bakım sürecinde sıvı tedavisini yönlendirme çalışmalarında alınmıştır. Kalp cerrahisi sonrası incelenen 20 hastada PICCO ile toraks içi kan volümü (ITBV) ve AHD izleminin yanısıra gerek PAK ile PAKB, gerekse TÖE ile sol ventrikül diyastol sonu alanı (LVEDA) statik ön yük göstergelerinden bazıları da takip edilmiştir. Bazal değerlerin ölçümünden sonra 20 ml/kg dozunda oksipolijelatin uygulanarak ölçümlerin tekrarında AHD' nin diğer göstergelere göre KD artışı ile daha iyi korelasyon gösterdiği kanıtlanmıştır. Başlangıçta %19 civarında olan AHD sıvı yüklemesinin 25. dakikasından itibaren %10 civarına inmiş 3.6 L/m² olan başlangıç Kİ, sıvı yüklemesine paralel artışla 4.3 L/m² düzeyine çıkmıştır. Kİ artışı AHD başlangıç değerleriyle anlamlı korele iken SVB, PAKB ve LVEDA değerleri ile anlamlı korelasyon saptanmamıştır.

PICCO ile izlenen atım hacmi değişiklikleri teknik olarak diğer arter trasesi analizi yöntemleriyle aynı zaafllara sahiptir. Arter trasesinin belli bir kalitenin üstünde olması ve hastanın aritmik olmaması gerekliliğinin yanı sıra alınan sonucun hastaya uygulanan tidal volümden etkilenmesi de diğer dezavantajlarıdır.



Resim 5: PICCO Plus Ekran Görüntüsü



Resim 6: LIDCO Ekran Görüntüsü

4. BOYA DİLÜSYON TEKNİĞİ

Termodilüsyon yönteminin keşfinden önce KD ölçümünde en popüler teknik, indosiyanin yeşilinin kullanılması ile uygulanan indikatör dilüsyon yöntemi idi. İndosiyanin yeşili, nontoksik ve karaciğer tarafından hızla sirkülasyondan uzaklaştırılan bir boyadır. Klinikte bir santral ven içine 5 mg indosiyanin yeşili enjekte edilir ve bir arteriyel kateterden sürekli kan örneği alınır. Kan, bir densitometre bulunan küvetten geçirilir ve indikatör konsantrasyonunda zamanla oluşan değişiklik ölçülür. Bir bilgisayar, boya konsantrasyon körvünün altında kalan alanı ölçer ve buradan KD değerini hesaplar.

Boya dilüsyon tekniğinde kullanılan bir başka indikatör ise lityumdur. LİDCO sisteminde arteriyel kan basıncı analizi ve bunun lityum KD sistemiyle entegrasyonu, atım-atım SVK' yı hesaplamaktadır. LİDCO sisteminde lityumun küçük bir bolus dozu dolaşıma enjekte edilerek arteriyel katetere yerleştirilmiş lityum duyarlı elektrot ile lityum konsantrasyonunda zaman içindeki azalması ölçülür. LİDCO aygıtı, PİCCO termodilüsyon aygıtı gibi KD ve diğer hesaplanan parametreleri saptamak için kontür analizini kullanır. Lityum gebeliğin ilk trimestirindeki hastalarda uygulanmamalıdır. Non-depolarizan kas gevşeticiler lityum sensörünü etkilemektedir.

5. ÖZEFAGEAL DOPPLER TEKNİKLERİ

Doppler ultrason sisteminde, özofagus içine doppler probu yerleştirilir. Yöntemin temel esası inen torasik aortadan kan akım hızı ölçümü yapılmasına dayanır. Doppler prensibi, perioperatif ekokardiyografide bir bütünleyicidir. Bu yöntemle ölçülen KD; sistolik hız-zaman körvü, aortun enine kesitinin alanı ve kalp hızının integrali ile ters orantılıdır. Diğer KD ölçüm sistemleri ile aortik ultrasound teknikleri iyi korelasyon göstermektedir. Ayrıca doppler denklemi kullanarak aortadaki kan akım hızını saptamak mümkündür. İnen aortta akım hızı değişikliği, volüm durumunun değerlendirilmesinde kullanılan dinamik bir parametredir.

6.NABIZ KONTÜR AYGITLARI

Nabız kontür aygıtları, arteriyel basınç analizini kullanarak, kalp debisi, nabız basıncı değişimi (PPV) ve atım hacmi değişimi (SVV) gibi dinamik parametreleri ölçmektedir. Bu veriler var olan hipotansiyonun sıvı tedavisine yanıt vermesinin olası olup olmadığını değerlendirmede kullanılmaktadır (1). Tartışmalı bir yöntem olduğundan popülaritesini yitirmiştir.

7. TORASİK BİYOEMPEDANS

Torasik volümdeki değişiklikler torasik dirençte (biyoempedans) değişikliklere neden olur. Eğer torasik biyoempedans değişiklikleri ventriküler depolarizasyonu takiben ölçülürse, SV sürekli olarak saptanabilir (1). Bu invazif olmayan teknik, mikro akım vermek ve göğsün her iki tarafında biyoempedansı algılamak için altı elektrod gerektirir. Göğüste artmış sıvı daha az elektriksel biyoempedansla sonuçlanır. Daha sonra biyoempedantaki değişikliklerden CO'yu hesaplamak için matematiksel varsayımlar ve düzeltmeler yapılır. Torasik biyoempedansın dezavantajları elektriksel etkileşime duyarlılığı ve elektrodların doğru yere yapıştırılmasına bağımlı oluşudur. Aort kapak hastalığı olanlar, önceden kalp ameliyatı geçirenler veya torasik sempatik sinir fonksiyonunda akut değişiklikleri olanları (örn. spinal anestezi uygulananlar) içeren birçok hasta grubunda tekniğin doğruluğu şüphelidir (1).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma için Bezmialem Vakıf Üniversitesi Rektörlüğü Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onay alınmıştır (Prot:71306642-050.01.04 – Tarih:30.09.2015).Tüm hastalardan bilgilendirilmiş onam formları ıslak imzalarıyla onamları alınmıştır.

Gönüllülerin Araştırmaya Dahil Edilme ve Edilmeme Kriterleri

35-65 yaş arası, ASA 1-3, elektif koroner arter by-pass (KABG) ve/veya kapak ameliyatı planlanmış 20 hasta çalışmaya dahil edildi. Acil operasyona alınan, transözefageal ekokardiyografi (TÖE) uygulaması ya da pulmoner arter kateteri yerleştirilmesi için herhangi bir kontrendikasyonu olan, kullanılması planlanan ilaçlara karşı allerjisi olan, diyabet ve periferik damar hastalığı öyküsü olan, ejeksiyon fraksiyonu % 40' ın altında olan, konjestif kalp yetmezliği, triküspit darlığı, pulmoner hipertansiyonu (30 mm-Hg' nın üzerinde), ciddi aort stenozu, ciddi mitral stenozu olan, atriyal fibrilasyonu olan, akciğer hastalığı olan (astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, akciğer rezeksiyonu), son dönem böbrek yetmezliği olan, vücut kitle indeksi 35 kg/m^2 den büyük olan olgular çalışmaya dahil edilmedi.

Hastalar

Tüm hastalar çalışma protokolüne dahil edilmeden önce, bütün hastalara akciğer hastalıklarını değerlendirmek için akciğer grafisi ve solunum fonksiyon testi ve bağımsız bir kardiyolog

tarafından ventrikül ve kapak fonksiyonlarını değerlendirmek, yapısal anomalileri tespit etmek ve pulmoner arter basıncını ölçmek için transtorasik ekokardiyografi yapıldı.

Çalışmaya; Eylül 2015- Aralık 2015 tarihleri arasında KAP kullanılarak elektif kardiyak cerrahi yapılan (11 hasta aortik-koroner by pass, 5 hasta kapak cerrahisi, 4 hasta kombine aortik-koroner by pass ve kapak cerrahisi) 13'ü erkek,7' si bayan toplam 20 olgu dahil edildi.

Hemodinamik Monitörizasyon ve Anestezi

Hasta operasyon odasına alındıktan sonra sıvı uygulanması ve ilaç enjeksiyonu için el sırtına intravenöz kanül yerleştirildi. EKG elektrotları sırt bölgesine uygun pozisyonlarda yerleştirildi. İntraoperatif devamlı SpO₂ takibi için puls oksimetre probu sol el orta parmağa yerleştirildi. Anestezi derinliğini değerlendirmek için BIS eloktrodu, alın ve temporal bölgeye uygun şekilde yerleştirildi. Sol taraf radyal artere devamlı arteryel kan basıncı takibi ve arter kan gazı örneklemeleri için 20 gauge kateter ile kanülasyon yapıldı.

Tüm hastalara preoperatif 0,03 mg/kg iv midozolam ile sedasyon sağlandıktan sonra 2-5 mg/kg sodyum tiyopental, 2 mcg/kg fentanil ve 0,1 mg/kg veküronyum ile indüksiyon yapıp 3 dakika sonra uygun numara endotrakeal tüp ile entübasyon gerçekleştirildi. Anestezi idamesi BIS değeri 40-60 arasında tutulacak şekilde Sevoflurane (0.8% -1.5%) ve devamlı infüzyon remifentanil (0,1-0,5 mcg/kg/dk) ile sağlandı. Tüm hastalar entübasyon sonrası volüm kontrol modunda, FiO₂:0,5 tidal volüm: 7ml/kg, I:E oranı1:2, pozitif ekspiryum sonu basıncı:5 cmH₂O, solunum frekansı:10-12/dk olacak şekilde ventile edildi. Hastalara entübasyon sonrası dönemde; sağ internal juguler ven'den 8F kılıflı intraducer sheet takılıp içerisinden 7.5 F pulmoner arter kateteri yerleştirildi. Pulmoner arter kateteri yoluyla hemodinamik parametreleri ölçmek amacıyla (KD, Kİ, SVB, PAKB, SVR) monitör ile bağlantı sağlandı (Vigilance, Edwards Lifesciences, USA). PAK ile kardiyak debi ölçümleri için oda ısısında 10 ml serum fizyolojik 4 saniyede verildi. Art arda 3 kez 10 ml serum fizyolojik enjeksiyonu sonrası tespit edilen ölçümlerin ortalaması alınarak kaydedildi. TÖE probu oral yoldan özefagusa yerleştirildi. PVI analizi yapmak için pulse oksimetre probu parmak klipi aracılığıyla sol el işaret parmağına bağlanarak, Masimo Radical 7 cihaz yoluyla Pleth Variability Index kaydedildi (Masimo Corporation, Irvine, CA, USA). TÖE, TTE deneyimi olan sertifika sahibi aynı anestezi uzmanı tarafından yapıldı. VKİ çapı, TTE ile subkostal pencereden görüntülenerek VKİ ile sağ atriyum birleşiminin yaklaşık 2 cm distalinden kardiyak prob kullanılarak yapıldı. Vücut sıcaklığı nazofaringeal ısı probuyla değerlendirildi. Pompa sırasında ılımlı hipotermi (34-36 °C) uygulanırken, pompa dışı

dönemde operasyon süresince 36 °C üzerinde olacak şekilde gerektiğinde ısıtıcı battaniyeler kullanıldı.

Çalışma Protokolü

Anestezi indüksiyonu sonrasında (t0), her iki alt ekstremitenin 45 derece kaldırılması sonrasında (3 dk beklenecek) (t1) , 250 ml kristaloid infüzyonu (5 dk'da) (t2) sonrasında olmak üzere 3 dönemde pulmoner arter kateteri yoluyla, santral venöz basınç (SVB), pulmoner arter basıncı (PAP), pulmoner kapiller kama basıncı (PAKB), sistemik vasküler rezistans (SVR), kardiyak debi (KD), kardiyak indeks (Kİ); Masimo Radical 7 cihaz yoluyla Pleth Variability Index (PVI); TÖE cihazı yoluyla sol ve sağ ventrikül diastol ve sistol sonu volüm (LVEDV, RVEDV) değerleri, transtorasik Eko (TTE- Zonare, USA) ile vena kava inferior (VKİ) çapı eş zamanlı ölçülerek kayıt altına alındı. Tüm ölçümler alındıktan sonra cerrahi başlatıldı. İntraoperatif dönemde kalp atım hızı (KAH), sistolik-diastolik-ortalama kan basıncı (SKB/DKB/OKB), periferik oksijen saturasyonu (SpO₂), End-tidal karbondioksit değeri (EtCO₂), vücut sıcaklıkları kaydedildi. Post-operatif dönemde hastalar entübe halde kardiyovasküler yoğun bakım ünitesine entübe halde transfer edildi. Hacim yanıtı Kİ de % 15 den fazla artış olarak tanımlandı. Çalışmamızda, hastaları kardiyak indeksteki artışa göre iki gruba ayırdık. Kİ' de %15' ten daha fazla artışı sıvı cevaplı grup olarak değerlendirmeye alırken, kardiyak indeksteki %15' ten daha az artışı sıvı cevapsız grup olarak değerlendirdik.

İstatistiksel Yöntem:

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanıldı. Parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ile değerlendirilmiş ve parametrelerin normal dağılıma uygun olduğu saptanmıştır. Verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma, Frekans) yanı sıra niceliksel verilerin başlangıç, ayak kaldırma sonrası ve sıvı yükleme sonrası karşılaştırmalarında tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures for ANOVA), farklılığa neden olan zamanın tespitinde ise Bonferroni testi kullanıldı. Bağımsız parametrelerin iki grup arası karşılaştırmalarında Student t test, bağımlı parametrelerin karşılaştırılmasında ise Paired Sample t Test kullanıldı. Niteliksel verilerin

değerlendirilmesinde Fisher's Exact test kullanıldı. Cut off noktası saptamada ROC analizinden yararlanıldı. İstatistiksel olarak anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.



4. BULGULAR

Çalışma Eylül 2015- Aralık 2015 tarihlerinde 7'si (%35) kadın, 13'ü (%65) erkek olmak üzere toplam 20 hasta ile yapılmıştır. Hastaların 5'i (%25) volüm cevapsız, 15'i (%75) volüm cevaplı olmak üzere iki grup altında incelenmiştir.

Hastalara ait yaş, boy, kilo, BSA, operasyon süreleri, EF, cinsiyet ve ASA sınıflamalarına ilişkin ortalama değerler Tablo 6' da gösterilmiştir.

Tablo 6: Hastalara İlişkin Genel Özelliklerin Dağılımı

	Min-Maks	Ort±SS
Yaş (yıl)	19-66	53,80±10,74
Boy (cm)	152-184	167,05±9,61
Kilo (kg)	60-103	77,25±12,16
BSA (m²)	1,62-2,21	1,86±0,17
Anestezi süresi (dk)	210-319	264,45±33,61
Operasyon süresi (dk)	135-270	198,40±35,70
Pompa süresi (dk)	72-135	102,35±17,87
EF (%)	45-65	55,45±7,15
	N	%
Cinsiyet	Kadın	7 35
	Erkek	13 65
ASA sınıflaması	ASA 2	11 55
	ASA 3	9 45

SS: Standart Sapma, BSA: Vücut Yüzey Alanı, EF: Ejeksiyon Fraksiyonu

Çalışmaya alınan olgular 19 -66 yaş aralığında (ortalama 53.80±10.74), 152-184 cm boyunda (ortalama 167.05±9.61 cm), 60-103 kg ağırlığında (ortalaması 77.25±12.16 kg) olup, vücut yüzey alanları 1.62-2.21 m² arasında (ortalama 1.86±0.17 m²) idi.

Hastaların anestezi süreleri 210-319 dk (ortalama 264.45±33.61 dk), operasyon süreleri 135-270 dk arasında (ortalama 198.40±35.70 dk), pompa süreleri 135-270 dk arasında (ortalama 102.35±17.87 dk) ve EF yüzdeleri 45 ile 65 arasında olup (ortalama % 55.45±7.15) idi.

Çalışmaya alınan olguların 7'si (%35) kadın, 13'ü (%65) erkektir. Olguların 11'i (%55) ASA 2, 9'u (%45) ASA 3'tür.

Tablo 7: Gruplara göre genel özelliklerin değerlendirilmesi

	Volüm Cevapsız	Volüm Cevaplı	p
Yaş (yıl) Ort±SS	54,8±11,08	53,47±11,01	¹ 0,817
Cinsiyet n (%)			
Kadın	1 (%20)	6 (%40)	² 0,613
Erkek	4 (%80)	9 (%60)	
BSA (m²) Ort±SS	1,91±0,22	1,84±0,16	¹ 0,469
EF (%) Ort±SS	46,6±2,07	58,4±5,55	¹ 0,001**
¹ Studen t Test	² Fisher's Exact Test	**p<0.01	

Cevaplı ve cevapsız olarak olgular 2 grup halinde incelendiğinde; gruplara göre yaş ortalamaları, cinsiyet, vücut yüzey alanı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Cevaplı grubunun EF düzeyi ortalaması, Cevapsız grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p:0.001; p<0.01).

Tablo 8: Başlangıç, Ayak Kaldırma ve Sıvı Yükleme Sonrası Parametrelerin Değerlendirilmesi

	Başlangıç (T0)	Ayak Kaldırma Sonrası (T1)	Sıvı Yükleme Sonrası (T2)	p
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
KAH	58,3±11,4	54,65±9,11	52,45±9,05	0,001**
OAB	68,65±8,85	74,95±9,68	70,8±8,4	0,001**
SVB	5,7±2,23	10,5±1,61	8,5±1,5	0,001**
PAP	15,1±4,08	20,4±4,13	17,6±3,66	0,001**
PAKB	9,6±3,28	15,35±2,81	13±2,68	0,001**
SVR	1066,25±97,65	1211,6±156,01	1193,3±151,85	0,001**
KD	3,12±0,6	3,92±0,8	3,63±0,67	0,001**
Kİ	1,85±0,48	2,32±0,67	2,16±0,62	0,001**
PVI	20,45±3,94	13,8±5,01	14,8±4,24	0,001**
PI	2,23±0,72	4,06±1,18	3,46±0,87	0,001**
RVEDV	36,75±9,35	49,45±9,56	42,65±8,18	0,001**
LVEDV	94,7±18,04	113,25±23,76	105±20,07	0,001**
VKİ	1,41±0,4	1,86±0,44	1,67±0,39	0,001**

Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures for ANOVA Test)

****p<0.01**

Başlangıçtaki KAH ortalaması, pasif ayak kaldırma sonrası (p:0.018) ve sıvı yükleme sonrasından (p:0.001) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0.05; p<0.01). Pasif ayak kaldırma sonrası ve sıvı yükleme sonrası KAH ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Ayak kaldırma sonrası OAB, SVB, PAB, PATB, SVR, KD, KI, PI, RVEDV, LVEDV, VKİ çapı ortalaması, başlangıç (p:0.001) ve sıvı yükleme sonrasından (p:0.001) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0.01). Sıvı yükleme sonrası SVB, PAB, PATB, SVR, KD, KI, PI, RVEDV, LVEDV, VKİ çapı ortalaması, başlangıçtan anlamlı şekilde yüksektir (p:0.001; p<0.01).

Başlangıç ve sıvı yükleme sonrası OAB ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Başlangıçtaki PVI ortalaması, ayak kaldırma sonrası (p:0.001) ve sıvı yükleme sonrasından (p:0.001) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0.01). Sıvı yükleme sonrası PVI ortalaması, ayak kaldırma sonrasından anlamlı şekilde yüksektir (p:0.015; p<0.05).

Tablo 9: Gruplarda Ayrı Ayrı Başlangıç ve Ayak Kaldırma Sonrası Parametrelerin Değerlendirilmesi

	Cevapsız			Cevaplı		
	Başlangıç	Ayak	p	Başlangıç	Ayak	p
		Kaldırma Sonrası			Kaldırma Sonrası	
Ort±SS	Ort±SS		Ort±SS	Ort±SS		
KAH			0,64			0,001
	58,6±8,53	56,6±7,44	0	58,2±12,47	54±9,75	**
OAB			0,32			0,001
	65,4±8,76	68,8±11,34	6	69,73±8,91	77±8,51	**
SVB			0,03			0,001
	8,2±1,92	10±1,41	7*	4,87±1,64	10,67±1,68	**
PAP			0,03			0,001
	18,6±2,19	22±4,06	0*	13,93±3,92	19,87±4,16	**
PAKB			0,16			0,001
	13,4±2,41	15,2±3,42	7	8,33±2,47	15,4±2,72	**
SVR			0,00			0,001
	953,8±61,44	996,8±67,0	1**	42	88	**
KD			0,14			0,001
	3,29±0,69	3,64±0,93	8	3,06±0,59	4,01±0,76	**
Kİ			0,02			0,001
	1,88±0,34	1,99±0,28	5*	1,85±0,53	2,43±0,73	**
PVI			0,02			0,002
	23,2±1,92	18,0±3,08	0*	19,53±4,05	12,4±4,79	**
PI			0,05			0,001
	2,62±1,03	4,2±2,22	5	2,1±0,57	4,01±0,69	**
RVEDV			0,07			0,001
	36,8±8,04	47±12,88	8	36,73±10	50,27±8,58	**
LVEDV			0,06			0,001
	106,6±16,99	121,8±25,2	2	90,73±17,08	110,4±23,4	**
VKİ			0,14			0,001
	1,47±0,38	1,75±0,49	3	1,38±0,42	1,9±0,44	**

Paired Sample t Test

*p<0.05

**p<0.01

Cevapsız grubunda; (T0-T1 kıyaslandığında)

Başlangıç ve ayak kaldırma sonrası KAH, OAB, PAKB, KD, PI, RVEDV, LVEDV ve VKİ çapı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Ayak kaldırma sonrasındaki CVP, PAB, SVR, KI ortalaması, başlangıçtan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p:0.037; p<0.05).

Başlangıçtaki PVI ortalaması, ayak kaldırma sonrasından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p:0.020; p<0.05).

Cevaplı grubunda; (T0-T1 kıyaslandığında)

Başlangıçtaki KAH ortalaması, ayak kaldırma sonrasından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p:0.001; p<0.01).

Ayak kaldırma sonrasındaki OAB, SVB, PAB, SVR, KD, KI, PI, RVEDV, LVEDV, VKİ çapı ortalaması, başlangıçtan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p:0.001; p<0.01).

Başlangıçtaki PVI ortalaması, ayak kaldırma sonrasından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p:0.002; p<0.01).

Tablo 10: Gruplarda Ayrı Ayrı Başlangıç ve Sıvı Yükleme Sonrası Parametrelerin Değerlendirilmesi

	Cevapsız			Cevaplı		
	Başlangıç	Sıvı Yükleme Sonrası	p	Başlangıç	Sıvı Yükleme Sonrası	p
	Ort±SS	Ort±SS		Ort±SS	Ort±SS	
KAH	58,6±8,53	52,6±7,4	0,002 **	58,2±12,47	52,4±9,77	0,001* *
OAB	65,4±8,76	64,8±6,34	0,753	69,73±8,91	72,8±8,19	0,038*
SVB	8,2±1,92	7,8±1,3	0,477	4,87±1,64	8,73±1,53	0,001* *
PAP	18,6±2,19	19,2±3,27	0,426	13,93±3,92	17,07±3,73	0,001* *
PAKB	13,4±2,41	13,4±2,97	1,000	8,33±2,47	12,87±2,67	0,001* *
SVR	953,8±61,44	985,4±65,42	0,001 **	1103,73±76,42	1262,6±97,41	0,001* *
KD	3,29±0,69	3,37±0,68	0,129	3,06±0,59	3,72±0,67	0,001* *
Kİ	1,88±0,34	1,9±0,29	0,713	1,85±0,53	2,25±0,69	0,001* *
PVI	23,2±1,92	17,8±2,17	0,011 *	19,53±4,05	13,8±4,33	0,005* *
PI	2,62±1,03	3,32±1,46	0,078	2,1±0,57	3,5±0,65	0,001* *
RVEDV	36,8±8,04	38,2±7,16	0,385	36,73±10	44,13±8,17	0,001* *
LVEDV	106,6±16,99	110±19,9	0,422	90,73±17,08	103,33±20,54	0,001* *
VKİ	1,47±0,38	1,52±0,42	0,406	1,38±0,42	1,72±0,39	0,001* *

Paired Sample t Test

**p<0.05*

***p<0.01*

Cevapsız grubunda; (T0-T2 kıyaslandığında)

Başlangıç ve sıvı yükleme sonrası OAB, CVP, PAP, PCWP, CO, CI, PI, RVEDV, LVEDV ve VKİ çapı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Başlangıçtaki KAH ($p:0.002$; $p<0.01$), PVI ($p:0.011$; $p<0.05$) ortalaması, sıvı yükleme sonrasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir.

Sıvı yükleme sonrası SVR ortalaması, başlangıçtan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p:0.001$; $p<0.01$).

Cevaplı grubunda; (T0-T2 kıyaslandığında)

Başlangıçtaki KAH ($p:0.001$; $p<0.01$), PVI ($p:0.005$; $p<0.01$).ortalaması, sıvı yükleme sonrasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir

Sıvı yükleme sonrası OAB ($p:0.038$; $p<0.05$), SVB, PAB, PATB, SVR, KD, KI, PI, RVEDV, LVEDV, VKİ çapı ($p:0.001$; $p<0.01$).ortalaması, başlangıçtan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir

Başlangıçtaki PVI ortalaması, sıvı yükleme sonrasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p:0.005$; $p<0.01$).

Tablo 11: Başlangıç-Ayak Kaldırma Sonrası Yüzde Değişim ve Başlangıç-Sıvı Yükleme Sonrası Yüzde Değişim Miktarlarının Değerlendirilmesi

	Başlangıç-Ayak Kaldırma Sonrası % Değişim	Başlangıç-Sıvı Yükleme Sonrası % Değişim	p
	Ort±SS	Ort±SS	
KAH	-5,54±8,61	-9,57±5,42	0,049*
OAB	9,45±8,66	3,51±7,23	0,001**
SVB	113,41±94,51	71,08±72,26	0,001**
PAP	39,22±23,45	19,65±18,33	0,001**
PAKB	74,8±57,47	45,84±41,34	0,001**
SVR	13,33±6,74	11,63±6,38	0,001**
KD	26,49±17,67	17,49±15,23	0,001**
Kİ	25,32±15,14	16,4±11,78	0,001**
PVI	-28,33±36,64	-23,53±33,35	0,007**
PI	90,52±58,46	63,62±55,11	0,001**
RVEDV	39,32±26,91	19,34±19,39	0,001**
LVEDV	20,15±13,42	11,6±11,17	0,001**
VKİ	36,31±29,06	21,89±24,39	0,001**
<i>Paired Sample t Test</i>	<i>*p<0.05</i>	<i>**p<0.01</i>	

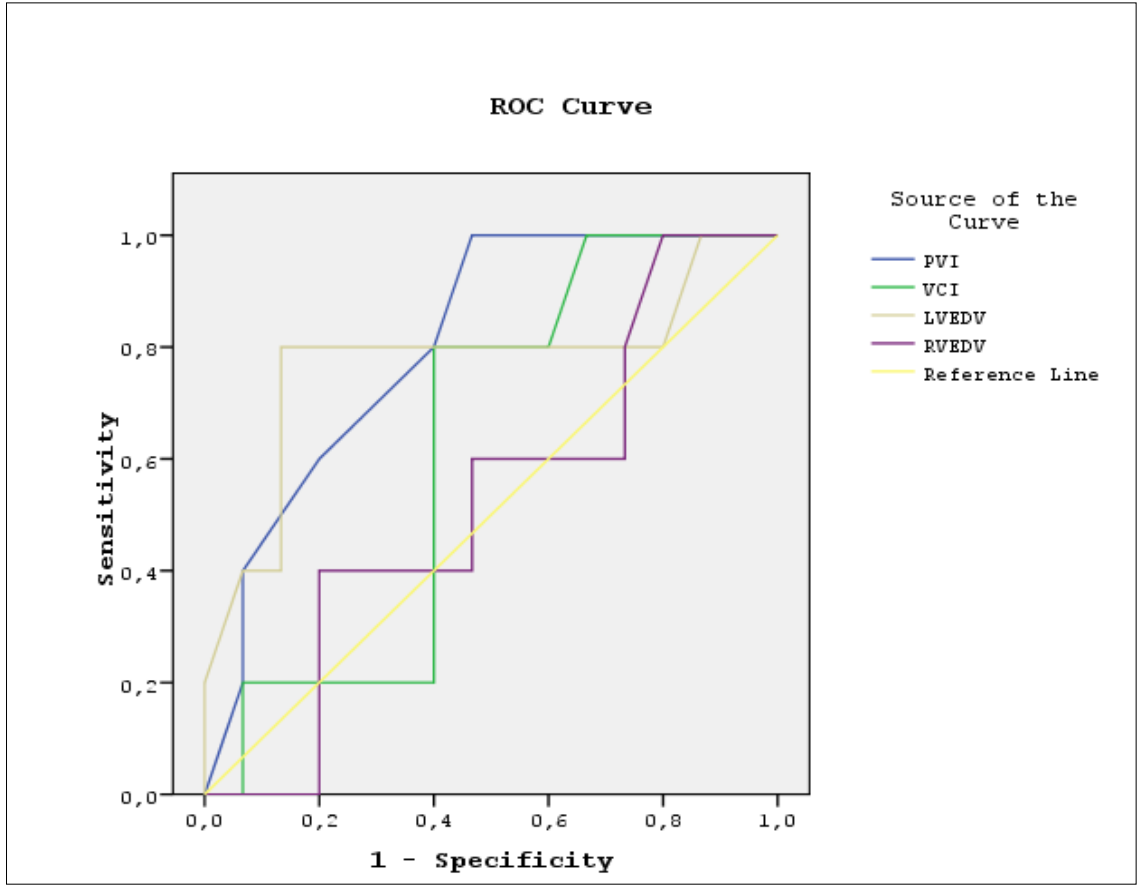
Başlangıca göre sıvı yükleme sonrası KAH düzeylerinde görülen azalma yüzdeleri, başlangıca göre ayak kaldırma sonrası görülen azalma yüzdelerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p.0.049; p<0.05).

Başlangıca göre ayak kaldırma sonrası OAB, SVB, PAB, PATB, SVR, KD, Kİ, PI, RVEDV, LVEDV, VKİ çapı düzeylerinde görülen artış yüzdeleri, başlangıca göre sıvı yükleme sonrası görülen artış yüzdelerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p.0.001; p<0.01).

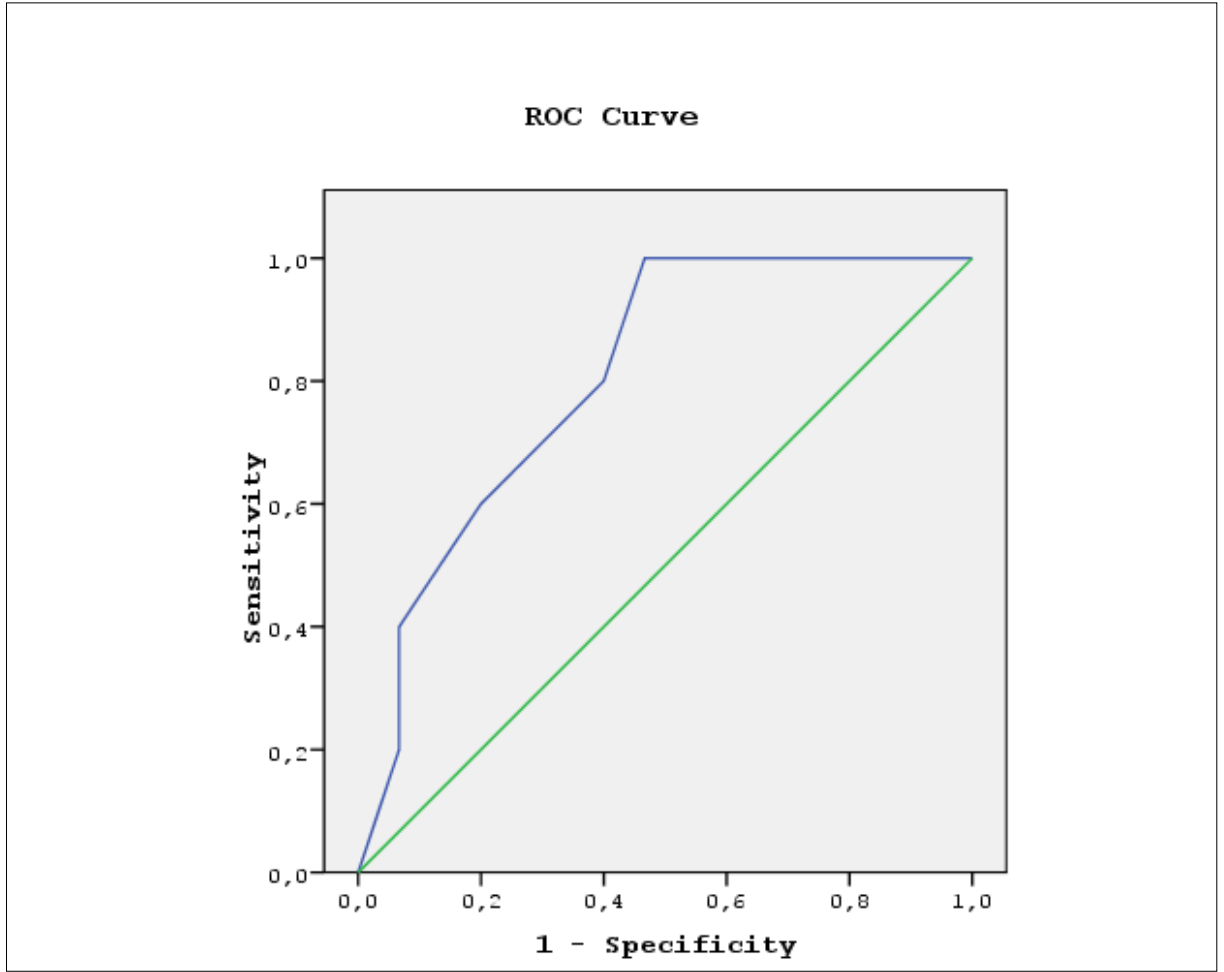
Başlangıca göre ayak kaldırma sonrası PVI düzeylerinde görülen azalma yüzdeleri, başlangıca göre sıvı yükleme sonrası görülen azalma yüzdelerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p.0.007; p<0.01).

Tablo 12: Cevaplı Grupta PVI, VKİ, RVEDV ve LVEDV için Eğri Altında Kalan Alanların Değerlendirilmesi

	Eğri Altında Kalan Alan (AUC)	Std. Hata	%95 Güven Aralığı		p	Duyarlılık (%)	Özgüllük (%)
			Alt sınır	Üst Sınır			
PVI	0,807	0,103	0,571	0,946	0,045*	53,3	100
VKİ	0,620	0,136	0,379	0,824	0,432	60	80
LVEDV	0,773	0,161	0,534	0,928	0,074	86,7	80
RVEDV	0,527	0,153	0,295	0,750	0,861	80	40



Grafik 1: Volüm cevaplı tanısında PVI, VKİ, LVEDV ve RVEDV için ROC Eğrileri
 Sadece PVI (p:0.045) parametresi için ROC eğrisi altında kalan alan 0.5' ten anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0.01).



Grafik 2: Cevaplı Tanısında PVI Kestirim Değerleri ROC Grafiği.

Cevaplı olmayı tahmine etmede PVI için en iyi kesim noktası 19 olarak tespit edilmiştir. Bu noktanın duyarlılığı %53, özgüllüğü %100, pozitif kestirim değeri %100, negatif kestirim değeri %41,7' dir. Eğri altında kalan alan 0.807 olarak bulunmuş olup, bu değer istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (AUC:0.807; %95 KI:0.571-0.946; p:0.045)

5. TARTIŞMA

Kritik hastaların damar hacmini perioperatif ortamda ve yoğun bakım ünitesindeki tedavileri sırasında değerlendirebilmek, yatak başında doğrudan ölçüm yapmak mümkün olmadığından zor bir iştir. Bu nedenle genellikle cilt turgoru, kan basıncı, kalp hızı ve idrar çıkışı gibi klinik değerlendirilmeler yapılır. Ancak, bu klinik değerlendirmeler çoğunlukla güvenilir değildir. Özellikle kardiyak rezervi kısıtlı hastalarda sıvı durumunu değerlendirmek kritik derecede önemlidir. Bu durumda bu değerlendirme hassasiyet içinde sağlanmalıdır.

İntravasküler hacim durumunu değerlendirmek için çeşitli statik ve dinamik ölçümler kullanılmaktadır. Geçmiş yıllarda yapılan farklı çalışmalar, santral venöz basınç (SVB) ve pulmoner arter kama basıncı (PAKB) gibi statik ölçümlerin ne ön yükü belirlemede, ne de sıvı cevaplı ya da cevapsız olmayı ayırt etmede başarılı olmadığını göstermişlerdir. Nabız basıncı değişiklikleri (PPV), sistolik basınç değişiklikleri (SPV), atım hacmi değişiklikleri (SVV), pletismografik dalga biçimi amplitüdündeki solunumsal değişiklikler (Δ POP), pleth variability index (PVI) gibi kardiyopulmoner etkileşimlere dayanan dinamik ölçümlerin ise özellikle mekanik ventilasyon uygulanan hastaların sıvı cevabını öngörmeye en iyi göstergeler olduğu bildirilmektedir.

İntravasküler sıvı durumunu değerlendiren tüm yöntemler, hemodinamisi bozulmuş olan hastalarda altta yatan nedenin etiyolojisini doğru saptamayı hedeflemelidir. Böylece hedefe yönelik tedavi planlaması da en güvenilir şekilde sağlanacaktır. Bu nedenle çalışmamızda intravasküler volüm durumunu öngörmeye bu yöntemlerden hangisinin performansının daha üstün olduğunu tespit etmeyi amaçladık.

Hasta volüm durumunu değerlendirmede temel hemodinamik parametrelerden kısmen faydalanabildik. KB, KAH, gibi parametrelerle özellikle anestezi altında çok fazla parametreden etkilenmekte, pozitif veya negatif yalancı pozitif sonuçlar vermektedir. Çalışmamızda, intravasküler sıvı durumunu değerlendirmek için, kardiyak cerrahi hastalarında pompa öncesi, sıvı cevabını değerlendirmek için statik yöntemlerden SVB, PAKB, LVEDV, RVEDV, VKİ çapı ve dinamik yöntemlerden PVI kullanıldı. Bu ölçümlerin her birini anestezi indüksiyonu sonrasında, öncelikle hastaların stabil olduğu yatay düzlemde (T0), daha sonra her iki alt ekstremitenin 45 derece kaldırılması (pasif ayak kaldırma) sonrasında (3 dk beklenecek) (T1) ve son olarak 250 ml kristaloid infüzyonu (5 dk'da) sonrasında (T2) olmak üzere 3 dönemde gerçekleştirdik. Çalışmamız sonunda aynı zamanda anlamlı volüm cevabı sağlamada pasif ayak kaldırma ve sıvı yükleme yöntemlerinden hangisinin daha etkin olduğunu da ortaya koymayı amaçladık.

Çalışmamızda, hastaları kardiyak indeksteki artışlarına göre iki gruba ayırdık. %15' ten daha fazla Kİ artışı sıvı cevaplı grup olarak değerlendirmeye alırken, kardiyak indeksteki %15' ten daha az artışı sıvı cevapsız grup olarak değerlendirdik.

Biz çalışmamızda PVI in sıvı cevabını öngörmeye diğer parametrelere göre daha etkin bir parametre olduğunu tespit ettik.

Çalışmamızda sıvı cevabını öngörmeye PVI, VKİ çapı, LVEDV ve RVEDV için ROC eğrileri analiz edildi. Sadece PVI (p:0.045) parametresi için ROC eğrisi altında kalan alan 0.5' ten anlamlı şekilde yüksek bulundu (p<0.01; p<0.05). Cevaplı tanısında PVI kestirim değerleri ROC grafiği ile değerlendirildi. Cevaplı olmayı tahmin etmede PVI için en iyi kesim noktası 19 olarak tespit edildi. Bu değer, yukarıda bahsedilen çalışmalardan yüksek olarak tespit edildi. Bu noktanın duyarlılığı %53, özgüllüğü %100, pozitif kestirim değeri %100, negatif kestirim değeri %41.7' dir. Eğri altında kalan alan 0.807 olarak bulunmuş olup, bu değer istatistiksel olarak anlamlı bulundu (AUC:0.807; %95 Kİ:0.571-0.946; p:0.045; p<0.05).

Başlangıçtaki PVI ortalaması, ayak kaldırma sonrası (p:0.001) ve sıvı yükleme sonrasında (p:0.001) ayrıca Sıvı yükleme sonrası PVI ortalaması, ayak kaldırma sonrasında istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksektir bulunmuştur (p:0.015; p<0.05).

Gruplarda ayrı ayrı başlangıç-ayak kaldırma sonrası ve başlangıç-sıvı yükleme sonrası parametrelerin değerlendirilmesinde; cevapsız grubunda, başlangıçtaki PVI ortalaması, ayak kaldırma sonrasında (p:0.020; p<0.05), ve başlangıçtaki PVI ortalaması, sıvı yükleme sonrasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p:0.011; p<0.05). Cevaplı grupta; başlangıçtaki PVI ortalaması, ayak kaldırma sonrasında (p:0.002; p<0.01) ve başlangıçtaki

PVI ortalaması, sıvı yükleme sonrasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p:0.005; p<0.01).

Başlangıç-ayak kaldırma sonrası yüzde değişim ve başlangıç-sıvı yükleme sonrası yüzde değişim miktarlarının değerlendirilmesinde başlangıca göre ayak kaldırma sonrası PVI düzeylerinde görülen azalma yüzdeleri, başlangıca göre sıvı yükleme sonrası görülen azalma yüzdelerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p.0.007; p<0.01)

PVI ve Δ POP arasındaki ilişkiyi ilk olarak tespit eden Cannesson ve arkadaşlarıdır (28). 27 koroner bypass hastasında anestezi indüksiyonu sonrası cerrahiye başlamadan önce anti trendelenburg ve trendelenburg pozisyonlarında nabız basıncı (PP), Δ POP ve PVI gibi hemodinamik ölçümleri değerlendirmişlerdir. Bu çalışma PVI' in vücut pozisyonundaki değişikliklere göre verdiği cevabın pletismografik dalga formlarındaki değişimlerle korele olduğunu tespit etmişlerdir.

Cannesson ve arkadaşlarının bu çalışmanın devamı olan diğer bir çalışmasında PVI in operasyon odasında sıvı cevabını öngörmedeki başarısını test etmişlerdir (7). Anestezi altındaki mekanik ventilasyon uygulanan 25 koroner arter bypass hastasında volüm ekspansiyonu öncesi ve sonrası PPV, Δ POP, PVI ve diğer invaziv hemodinamik parametreleri kaydetmişlerdir (7). Δ POP ve PVI arasında volüm ekspansiyonu öncesinde ve sonrasında güçlü bir kolerasyon görülmüştür. Yüzde 14 ün üzerindeki PVI değeri, cevaplı ve cevapsız grup arasında %81 sensitivite ve %100 spesifite göstermiştir. Bu çalışma, PVI' in genel anestezi altındaki mekanik ventile hastalarda sıvı cevabını öngörmedeki başarısını direkt olarak gösteren ilk çalışmaydı. Bu çalışma aynı zamanda SVB ve Kİ gibi statik ölçümlerin aynı klinik koşullara sahip hastalarda PVI gibi dinamik ölçümlere göre öngörü başarısının düşük olduğunu göstermesi açısından da önemliydi.

Loupec ve arkadaşları dolaşım yetmezliği olan 40 mekanik ventile yoğun bakım hastasında PVI in kesim değerini %17 bularak cevaplı ve cevapsız grup arasında % 95 sensitivite ve %91 spesifiteye sahip olduğunu tespit etmiştir (29). Aynı çalışmada cevaplı ve cevapsız grup arasında SAB, OAB, DAB, KAH ve kardiyak debi gibi statik ölçümlerde hiçbir anlamlı farklılık tespit edilmezken PP gibi dinamik ölçümde cevaplı, cevapsız grup arasında, % 100 sensitivite ve % 95 spesifiteyle PP' nin kesim değerini % 10 olarak tespit etmişlerdir (29).

Benzer bir çalışmada Zimmermann ve arkadaşları 20 abdominal cerrahi hastasında PVI, SVB ve SVV' nin sıvı cevabını öngörmedeki kabiliyetini değerlendirmişlerdir (30) . PVI için sıvı cevabını öngörmedeki kesim değeri % 9.5, SVV için % 11 olarak etkin bir öngörmeye sahip olduklarını tespit etmişlerdir. SVB nin ise zayıf öngörü değeri olduğunu bulmuşlardır.

Altı çalışmanın değerlendirildiği bir meta-analizde ise kolloid infüzyonu alan hastalarda PVI in sıvı cevabını öngörmeye % 84 sensitivite ve % 81 spesifite gösterdiğini (31), başka bir çalışmada ise % 93 sensitivite ve % 100 spesifiteye sahip olduğunu rapor etmişlerdir (30).

Tablo 13: Mekanik ventile yetişkin hastalarda PVI’ın sıvı cevabını öngörme kabiliyetini değerlendiren çalışmalar

Çalışma	Hasta (n)	Eğim Altındaki Alan (95%Kİ)	Kesim Değeri (%)	Sensitivite (%)	Spesifite (%)
Haas ve ark. 2012 (32)	Kardiyak Cerrahi (18)	0.95 (nr)	≥ 16	100	89
Fu ve ark. 2012(33)	Tümör Cerrahisi(51)	0.79 (0.65-0.92)	≥ 13.5	77	80
Monnet ve ark. 2012 (34)	YBÜ (42)	0.68 (nr)	16	47	90
Hoiseth ve ark. 2012(35)	Laparoskopik cerrahi (20)	0.71 (0.48-0.88)	$KI \geq 15$	nr	nr
Hood ve ark. 2011(36)	Kolorektal cerrahi (25)	0.96 (0.88-1.00)	≥ 10	86	100
Broch ve ark. 2011(37)	KABG (81)	0.60 (0.47-0.72)	≥ 14	41	72
Loupec ve ark. 2011(29)	YBÜ (45)	0.88 (0.74-0.96)	≥ 17	95	91
Biais ve ark. 2011(38)	YBÜ (67)	0.80±0.06	≥ 11	70	71
Desgranges ve ark. 2011(39)	Kardiyak cerrahi (28)	0.84 (0.69 – 0.99)	≥ 12	74	67
Cai ve ark. 2010(40)	Genel cerrahi (25)	0.93 (0.83-1.04)	≥ 15.5	88	88
Zimmermann ve ark. 2010(30)	Genel cerrahi (20)	0.97 (0.91 -1.00)	$SVI \geq 9.5$	93	100
Cannesson ve ark. 2008(7)	KABG (25)	0.93 (0.83 – 1.03)	≥ 14	81	100

Birçok çalışma cerrahi sırasında ve yoğun bakımda dinamik parametrelerin hastalarda hedefe yönelik sıvı tedavisini belirlemek amacıyla kullanımında, sonuçların daha iyi olduğunu göstermiştir.

Forget ve arkadaşları PVI ile yönetilen sıvı tedavilerinin sonuçları iyileştirdiğini ilk gösteren çalışmayı yapmışlardır (41). Randomize kontrollü çalışmada majör abdominal cerrahi uygulanan 82 hastada PVI ile hedefe yönelik uygulanan sıvı yönetiminde intraoperatif uygulanan sıvı miktarının azaldığını, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında intraoperatif ve postoperatif laktat düzeylerinin düşük bulunduğu tespit edilmiştir (41).

PVI' in sıvı yönetimi ve hasta sonuçlarını iyileştirmek için hastane protokollerine entegre edilmesini konu edinen birçok çalışma da yapılmıştır. Çalışmamızın temel amacı volüm durumunu en iyi gösteren yöntemi belirlemek olduğundan sıvı yönetimi klavuzu olarak yöntem seçimi ve sağ kalım üzerine etkilerini çalışmadık.

Çalışmanın bir diğer amacı olarak damar yatağını doldurmada etkin olan yöntemi saptamaktır. Diğer çalışmalarda sıvı yükleme ya da pasif ayak kaldırma durumları ayrı ayrı değerlendirilmişken, biz her iki durumu da kıyaslamalı olarak ve hangisinin daha etkin şekilde damar yatağını doldurduğunu karşılaştırma imkanı elde ettik.

Bulgularımızda, başlangıca göre ayak kaldırma sonrası OAB, SVB, PAB, PAKB, SVR, KD, Kİ, Pİ, LVEDV, RVEDV, VKİ capı düzeylerinde görülen artış yüzdeleri, başlangıca göre sıvı yükleme sonrası görülen artış yüzdelerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir (p.0.001; p<0.01). Başlangıca göre ayak kaldırma sonrası PVI düzeylerinde görülen azalma yüzdeleri, başlangıca göre sıvı yükleme sonrası görülen azalma yüzdelerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksekti (p.0.007; p<0.01).

Cannesson ve arkadaşları spontan solunumdaki 25 hastada kardiyak debi ve PVI değişikliklerini vücut pozisyonuna göre durumunu araştırmışlardır (42). Hastalarda başlangıç pozisyonu 45 derece baş yukarda sonra 45 drece pasif ayak kaldırma ve son olarak yeniden 45 derece baş yukarda pozisyonunda ölçümler yapılmış. Hastalarda PVI' in hemodinamik değişimleri tespit edebildiğini, ancak hastalarda spontan solunumda PVI in sıvı cevabını öngörmeye zayıf olduğunu bildirmişlerdir (42).

Brandon ve arkadaşları 24'ü mekanik ventile 23'ü spontan solunumda olan 47 kardiyak cerrahi sonrası hasta ile yaptıkları çalışmada termodilüsyon yöntemi kullanılarak pulmoner arter kateteri aracılığı ile yapılan ölçümlerle karşılaştırıldığında PVI' in sıvı cevabını öngörmeye yeterli olmadığını, her iki grupta da öngörü değerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmişlerdir (43).

Çalışmamızda statik ve dinamik parametrelerdeki değişimlerin pasif ayak kaldırma sonrası ölçümlerinde sıvı yüklemeye göre karşılaştırıldığında daha belirgin olmasının sebebi, pasif ayak kaldırma ile santral kompartmana geçen volümün verdiğimiz 250 ml sıvıdan daha fazla olduğunu desteklemektedir. Yapılan çalışmalarda pasif ayak kaldırma ile hızlı ve geçici olarak

300 ml hacmin santral kompartmana geçişinin saptandığı bildirilmektedir (42). Yaygın olarak ilk basamak tedavide sıvı replasmanı uygulanmaktadır. Ancak yüklenme ihtimali olan kardiyak yetmezlikli olgularda bu geri dönüşü olmayan sonuçlara yol açabilmektedir. Gündelik pratikte çok sık uygulanmayan pasif ayak kaldırma yöntemiyle yeterli miktardaki sıvı hızla ve geri dönüşümlü olarak santral kompartmana geçirilebilmektedir. Çalışmamızda bunu destekler nitelikte sonuçlar elde ettik. Bu sonuçlara dayanarak ilk basamak olarak düşünülen sıvı replasmanı yerine pasif ayak kaldırmanın daha sıklıkla klinik rutine alınmasını önermekteyiz.

Çalışmamızda, ayak kaldırma sonrası SVB ortalaması, başlangıç ve sıvı yükleme sonrasında anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.01$). Sıvı yükleme sonrası SVB ortalaması, başlangıç değerinden anlamlı şekilde yüksekti ($p:0.001$; $p<0.01$).

Statik nitelikleri nedeniyle SVB ve PAKB' nin ön yükü öngörmeye güvenilir olmadığı önceki yapılan çalışmalarda bildirilmiştir.

Marik PE ve arkadaşlarının yaptıkları 803 hastanın dahil edildiği derlemede, SVB ve kan hacmi arasında zayıf bir ilişki olduğu, bunun yanında sıvı müdahalesine hemodinamik cevabı tahmin etmede SVB/delta SVB' nin yetersiz olduğu gösterildi (5). Nihai olarak SVB' nin sıvı yönetimi ile ilgili klinik kararlarda kullanılmaması gerektiği şeklinde öneride bulunulmuştur.

TÖE ile ölçülen LVEDV ile RVEDV ün istatistiksel analizinde ayak kaldırma sonrası RVEDV ve LVEDV ortalaması, başlangıç ($p:0.001$) ve sıvı yükleme sonrasında ($p:0.001$) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.01$). Sıvı yükleme sonrası RVEDV ve LVEDV ortalaması, başlangıçtan anlamlı şekilde yüksektir ($p:0.001$; $p<0.01$). Ayrıca sıvı cevabını öngörmeye PVI, VKİ, LVEDV ve RVEDV için ROC eğrileri analiz edildi ve LVEDV, RVEDV, VKİ çapının sıvı cevabını öngörmeye zayıf parametreler olduğu tespit edildi. Ancak LVEDV ün sıvı cevabını öngörmeye bir kısım değişiklikler gösterebilir istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

Belloni ve arkadaşları 19 hastada yaptıkları çalışmada pulmoner arter kateteri, LİDCO ve tranözofageal ekokardiyografi parametrelerini karşılaştırmışlardır (44). Sıvı cevabını öngörmeye LİDCO ile yapılan ölçümler yüksek derecede sensitif bulunurken, TÖE ile yapılan statik ölçümlerin (LVEDA, LVEDV) değişiklikler yansıtmasına rağmen sıvı cevabını öngörmeye zayıf prediktörler olarak değerlendirilmiştir (44).

Toraks dışında yer alan VKİ' de ise tam tersine inspiyum esnasında venöz dönüşün artan plevral basınçla engellenmesine bağlı distansiyon gelişir. VKİ, TTE ile subkostal pencereden görüntülenerek inspiyumda gerçekleşen distansiyon derecesine bakarak sıvı açığı ve sıvı yükseklmesine alınacak yanıtın öngörülmesi mümkündür (27). Çap artışının solunuma bağlı

olarak %12 ve üzerinde olması, sıvı tedavisine olumlu yanıt alınacağıının göstergesi olarak kabul edilir (27).

Çalışmamızda VKİ çapı ekspiryum sırasında tek seferde ölçülmüştür. İntravasküüler volüm durumunu öngörmede etkin bulunmamıştır. Çalışmamızın kısıtlamalarından biri de, VKİ çapının hem inspiryum hem ekspiryum sırasında değerlendirilip, çap değişimlerinin hesaplanmamasıdır.



6. SONUÇ

Sıvı cevabını öngörmeye kullanılan statik parametreler, güvenilir değerlendirme sağlamamaları, invaziv girişimler olmaları ve birçok komplikasyona yol açmaları sebebiyle kullanım alanları her geçen gün daralmaya başlamıştır. Bu durum yatak başı, kolay uygulanabilir, non- invaziv yöntemlerin arayışına yol açmaktadır.

Dinamik bir parametre olan PVI' in non- invaziv, kolay uygulanılabilir olması, sıvı cevabını öngörmeye ve hedefe yönelik sıvı tedavisini yönetmede daha etkin olması nedeniyle rutin pratikte daha sık kullanılması gerektiği kanaatine vardık.

Ayrıca gündelik pratikte çok sık uygulanmayan pasif ayak kaldırma yöntemiyle yeterli miktardaki sıvının hızla ve geri dönüşümlü olarak santral kompartmana geçirilebildiğini ve ciddi volüm kaybı durumlarında ilk basamak olarak düşünülen sıvı replasmanı yerine pasif ayak kaldırmanın daha sıklıkla klinik rutine alınmasını önermekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Morgan & Mikhail' s Clinical Anesthesiology, 5th edition. John F. Butterworth, David C. Mackey, John D. Wasnick, Mc Graw Hill, Lange, 2015
2. Peri-operatif Hedefe Yönelik Tedavi (PGDT) Kılavuzu, TARD Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği, Aralık, 2014
3. Garcia-Miguel FJ, Serrano-Aguilar PG, Lopez-Bastida J. Preoperative assessment. Lancet 2003; 362:1749-57., King MS. Preoperative evaluation. Am Fam Physician 2000
4. King MS. Preoperative evaluation. Am Fam Physician 2000; , Johnson RK, Mortimer AJ. Routine pre-operative blood testing: is it necessary? Anaesthesia 2002; 57:914-7. , Ameliyat öncesi değerlendirme ve hazırlık. Kayhan Z. Klinik Anestezi. 2. Baskı. Logos Yayıncılık, 1997; 13-26.) 62:387-96.
5. Marik PE, Baram M, Vahid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares. Chest. 2008;134:172-8.
6. 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;37:2642-7.
7. Cannesson M, Desebbe O, Rosamel P, et al. Pleth variability index to monitor the respiratory variations in the pulse oximeter plethysmographic waveform amplitude and predict fluid responsiveness in the operating theatre. Br J Anaesth. 2008;101:200-6.
8. Le Manach Y, Hofer CK, Lehot JJ, et al. Can changes in arterial pressure be used to detect changes in cardiac output during volume expansion in the perioperative period? Anesthesiology. 117:1165-74.

9. Cannesson M, Attof Y, Rosamel P, et al. Respiratory variations in pulse oximetry plethysmographic waveform amplitude to predict fluid responsiveness in the operating room. *Anesthesiology*. 2007;106:1105-11.
10. Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. *Chest*. 2002;121:2000-8.
11. Hofer CK, Muller SM, Furrer L, Klaghofer R, Genoni M, Zollinger A. Stroke volume and pulse pressure variation for prediction of fluid responsiveness in patients undergoing offpump coronary artery bypass grafting. *Chest*. 2005;128:848-54.
12. Marik PE, Monnet X, Teboul JL. Hemodynamic parameters to guide fluid therapy. *Ann Intensive Care*. 1:1.
13. Hughes RE, Magoven GJ (1959) The Relationship between right atrial pressure and blood volume. *Arch Surg* 79:238.
14. Wilson JN, Grow JB, Demong CV, Prevedel AE, Owens JC. Central venous pressure in optimal blood volume maintenance. *Archives of surgery*. 1962 Oct;85:563-78.
15. Graham AS, Ozment C, Tegtmeyer K, Lai S, Braner DA. Videos in clinical medicine. Central venous catheterization. *The New England journal of medicine*. 2007 May 24;356(21):e21.
16. Ronald D. Miller LIE, Lee A Fleisher, Jeanine P. Wiener-Kronish, William L. Young. Miller's Anesthesia Seventh Edition. In: Miller RD, editor. Miller's Anesthesia Seventh Edition 2009. p. 1285-97.
17. Doerfler ME, Kaufman B, Goldenberg AS. Central venous catheter placement in patients with disorders of hemostasis. *Chest*. 1996 Jul;110(1):185-8.
18. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *American journal of infection control*. 2011 May;39(4 Suppl 1):S1-34.
19. Firek AF, Cutler RE. (1987) St. John Hammond PG: Reappraisal of femoral vein cannulation for temporary hemodialysis vascular access. *Nephron* 47:227
20. Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, et. AI (2001) Complications of femoral and subclavian venous catheterization critically ill patients. *JAMA* 286:700.
21. Karnachow PN (1986) Cardiac tamponade from central venous catheterization. *Can Med Assoc J*; 135: 1 145-7
22. Purdue GF, Hunt JL (1991) Placement and complications of monitoring catheters. *Surg Clin North Am*; 71:723-31.

23. Swan HJ, Ganz W, Forrester J, Marcus H, Diamond G, Chonette D. Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter.
24. *Turkiye Klinikleri J Pulm Med-Special Topics* 2015;8(1)
25. Scheinman MM, Abbot JA, Rapaport E. Clinical uses of a flow-directed right heart catheter. *Arch Intern Med* 1969;124(1):19-24.
26. Viellard Baron superior vena cava collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients int 2004.
27. Preisman S, Kogan S, Berkenstadt H, Perel A., Predicting fluid responsiveness in patients undergoing cardiac surgery: functional haemodynamic parameters including the Respiratory Systolic Variation Test and static preload indicators., *Br J Anaesth.* 2005 Dec;95(6):746-55.
28. Cannesson M, Delannoy B, Morand A, Rosamel P, Attouf Y, Bastien O, Lehot J. Does the pleth variability index indicate the respiratory induced variation in the plethsmogram and arterial pressure waveform? *Anesthesia and Analgesia.* 2008;1606:1189-94.
29. Loupec T, Nanadoumgar H, Frasca D, et al. Pleth variability index predicts fluid responsiveness in critically ill patients. *Crit Care Med.* 2011.
30. Zimmermann M, Feibicke T, Keyl C, et al. Accuracy of stroke volume variation compared with pleth variability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing major surgery. *European Journal of Anaesthesiology.* 2010;27:555-61.
31. Yin JY, Ho KM. Use of plethysmographic variability index derived from the Masimo® pulse oximeter to predict fluid or ö n yük responsiveness: a systematic review and metaanalysis. *Anaesthesia.* 2012;67:777-83.
32. Haas S, Trepte C, Hinteregger M, et al. Prediction of volume responsiveness using pleth variability index in patients undergoing cardiac surgery after cardiopulmonary bypass. *J Anesth.* 2012.
33. Fu Q, Mi WD, Zhang H. Stroke volume variation and pleth variability index to predict fluid responsiveness during resection of primary retroperitoneal tumors in Hans Chinese. *Biosci Trends.* 2012;6:38-43.
34. Monnet X, Guerin L, Jozwiak M, et al. Pleth variability index is a weak predictor of fluid responsiveness in patients receiving norepinephrine. *Br J Anaesth.*

35. Hoiseth LO, Hoff IE, Myre K, Landsverk SA, Kirkeboen KA. Dynamic variables of fluid responsiveness during pneumoperitoneum and laparoscopic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2012;56:777-86.
36. Hood JA, Wilson RJ. Pleth variability index to predict fluid responsiveness in colorectal surgery. *Anesth Analg.* 2011;113:1058-63.
37. Broch O, Bein B, Gruenewald M, et al. Accuracy of the pleth variability index to predict fluid responsiveness depends on the perfusion index. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011.
38. Biais M, Cottenceau V, Petit L, Masson F, Cocharde JF, Sztark F. Impact of norepinephrine on the relationship between pleth variability index and pulse pressure variations in ICU adult patients. *Critical Care.* 2011;15:R168.
39. Desgranges FP, Desebbe O, Ghazouani A, et al. Influence of the site of measurement on the ability of plethysmographic variability index to predict fluid responsiveness. *Br J Anaesth.* 2011;107:329-35.
40. Cai QF, Mi WD, Yuan WX. The ability of pleth variability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients under general anaesthesia. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 48:1628-32.
41. Forget P, Lois F, de Kock M. Goal-directed fluid management based on the pulse oximeter-derived pleth variability index reduces lactate levels and improves fluid management. *Anesth Analg.* 2010;111:910-4.
42. Keller G, Cassar E, Desebbe O, Lehot JJ, Cannesson M., Ability of pleth variability index to detect hemodynamic changes induced by passive leg raising in spontaneously breathing volunteers., *Crit Care.* 2008;12(2):R37. doi: 10.1186/cc6822. Epub 2008 Mar 6.
43. Keller G, Cassar E, Desebbe O, Lehot JJ, Cannesson M., Ability of pleth variability index to detect hemodynamic changes induced by passive leg raising in spontaneously breathing volunteers., *Crit Care.* 2008;12(2):R37. doi: 10.1186/cc6822. Epub 2008 Mar 6.
44. Belloni L, Pisano A, Natale A, Piccirillo MR, Piazza L, Ismeno G, De Martino G., Assessment of fluid-responsiveness parameters for off-pump coronary artery bypass surgery: a comparison among LiDCO, transesophageal echocardiography, and pulmonary artery catheter., *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2008 Apr;22(2):243-8. doi: 10.1053/j.jvca.2007.07.007. Epub 2007 Oct 29.