

T.C
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

PREOPERATİF HIPOVOLEMİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİNDE İNFERİOR VENA
KAVA ULTRASONOGRAFİSİ

UZMANLIK TEZİ

DR. ŞEVKİ SARI

KONYA-2017

T.C
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

PREOPERATİF HIPOVOLEMİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİNDE İNFERİOR VENA
KAVA ULTRASONOGRAFİSİ

UZMANLIK TEZİ

DR. ŞEVKİ SARI

DANIŞMAN: PROF. DR. SEMA TUNCER UZUN

KONYA- 2017

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, üzerimizde büyük emekleri olan başta Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Sema Tuncer Uzun'a, kıymetli hocalarım; Prof. Dr. Şeref Otelcioğlu, Prof. Dr. Selmin Ökesli, Prof. Dr. Cemile Öztin Öğün, Prof. Dr. Alper Yosunkaya, Prof. Dr. Ruhiye Reisli, Prof. Dr. Aybars Tavlan, Prof. Dr. Atilla Erol, Doç. Dr. Ahmet Topal, Doç. Dr. Alper Kılıçaslan, Doç. Dr. Gamze Sarkılar, Yrd. Doç. Dr. Funda Gök, Yrd. Doç. Dr. Şule Arıcan ve Yrd. Doç. Dr. Gülçin Hacıbeyoğlu'na teşekkür ederim.

Yoğun çalışma temposunda beraber zevkle sevgi-saygı ve uyum içinde çalıştığım, dostluk ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli asistan arkadaşlarıma, Reanimasyon Ünitesi ve Ağrı Bilim Dalı ekibine, tüm ameliyathane personeline, bugünlere gelmemde en büyük destekleri olan anneme, babama en içten teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Aralık 2017

Dr. Şevki Sarı

ÖZET

PREOPERATİF HIPOVOLEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE İNFERİOR VENA KAVA ULTRASONOGRAFİSİ,

DR. ŞEVKİ SARI, UZMANLIK TEZİ, KONYA, 2017.

Amaç: Perioperatif hipovolemi, hipotansiyon, artmış bulantı kusma, yetersiz organ perfüzyonu ve azalmış doku oksijenasyonuna sebep olabilir. Preoperatif barsak hazırlığı sıvı kaybını artırmaktadır. İnférieur vena kava (İVK) ultrasonografisi, intravasküler volüm durumunun noninvaziv, kolay, hızlı ve güvenilir bir göstergesidir. Bu çalışmada, preoperatif İVK ultrasonografisinin anestezi indüksiyonu sonrası gelişen hipotansiyonu ön görmede ve barsak hazırlığı yapılan hastalarda oluşan hipovolemiyi tespit etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık.

Yöntem: Çalışma prospektif gözlemsel olarak planlandı. Genel anestezi altında gastrointestinal cerrahi operasyon geçirecek 18-65 yaş arası American Society of Anaesthesiologists physical status classification (ASA) I-II hastalar dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen 84 olgunun 42 sine barsak hazırlığı yapılmıştı. Hastaların inferior vena kava maksimum çapı (dİVKmaks) ve inferior vena kava minimum çapı (dİVKmin) ölçüldü. İnférieur vena kava kollapsibilite indeksi (İVK-Kİ) hesaplandı [(İVKmaks-İVKmin)/İVKmaks × 100%]. İndüksiyon öncesi bazal ortalama arter basıncı (OAB) ölçüldü. İndüksiyon sonrası cerrahi insizyona kadar hastaların kan basıncı ölçümleri her iki dakikada bir gerçekleştirildi. OAB'da %30'dan fazla düşüş, OAB < 60 mm hg veya vazopressör ilaç kullanımı hipotansiyon olarak kabul edildi.

Bulgular: Çalışmamızda 100 hasta değerlendirildi. 16 (%16) hasta yetersiz görüntü kalitesi nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya dahil edilen 84 hastanın 39'unda (% 46.4) genel anestezi indüksiyonundan sonra hipotansiyon gelişti. Olgularda hipotansiyon gelişimini öngörmede dİVKmaks ve İVK-Kİ nin tanısal bir değerinin olup olmadığı Receiver Operating Characteristics (ROC) eğrisi analizi ile incelendi. Eğri altında kalan alan (AUC):0.644, %95 CI:0.524-0.763, p<0.024). ROC eğrisi analizi ile dİVKmaks için cut-off değeri 15.750 mm olarak bulundu. 15.750 mm cut-off değeri için spesifite ve sensitivite sırasıyla %55.6-%71.8 olarak bulundu. AUC: 0.737, %95 CI:0.622-0.852, p<0.001). ROC eğrisi analizi ile İVK-Kİ için cut-off değeri 32.7460 olarak bulundu. 32.7460 cut-off değeri için spesifite ve sensitivite sırasıyla %83.3-%74.4 olarak bulundu. Hipotansiyon gelişen 39 olgunun 27'sinde (%64,3), hipotansiyon gelişmeyen 45 olgunun 15'inde (%35,7) barsak hazırlığı yapıldığı gözlemlendi ve istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu (p<0,05). dİVKmaks barsak hazırlığı yapılanlarda 13,99±2,85 mm iken, barsak hazırlığı

yapılmayanlarda $16,12 \pm 3,55$ mm idi. İstatistiksel anlamlı fark gözlemlendi ($p < 0,05$). İVK-Kİ barsak hazırlığı yapılanlarda $40,62 \pm 14,33$ iken, barsak hazırlığı yapılmayanlarda $26,12 \pm 12,87$ idi. İstatistiksel anlamlı fark gözlemlendi ($p < 0,05$).

Sonuç: Preoperatif hastalara uygulanan İVK ultrasonografisi ile elde edilen ölçümler (dİVKmaks, İVK-Kİ) anestezi indüksiyonu sonrası hipotansiyonu öngörmeye bilgi verebilir. Verilerimiz barsak hazırlığı yapılmayan hastalarla karşılaştırıldığında barsak hazırlığı yapılan hastalarda yüksek İVK-Kİ ve düşük dİVKmaks değerleri ve yüksek hipotansiyon insidansı görülmüştür. İVK ultrasonografisi barsak hazırlığı yapılan hastalarda preoperatif hipovolemiyi öngörmeye faydalı olabileceği kanaatindeyiz.

Anahtar kelimeler: Barsak hazırlığı, hipotansiyon, hipovolemi, ultrasonografi, inferior vena kava, inferior vena kava kollapsibilite indeksi



ABSTRACT

INFERIOR VENA CAVA ULTRASONOGRAPHY IN ASSESSMENT OF PREOPERATIVE HYPOVOLEMIA, DR. ŞEVKİ SARI, SPECIAL PROJECT, KONYA, 2017.

Aim : Perioperative hypovolemia may cause hypotension, increased nausea and vomiting, poor organ perfusion, and reduced tissue oxygenation. Preoperative bowel preparation increases fluid loss. Inferior vena cava (IVC) ultrasonography is a noninvasive, easy, fast and reliable indication of intravascular volume status. In this study, we aimed to demonstrate the effectiveness of preoperative IVC ultrasonography for predicting hypotension after induction of anesthesia and for detecting hypovolemia in patients undergoing bowel preparation.

Metod .: The study was planned prospectively and observationally. We included ASA (American Society of Anaesthesiologists physical status classification) I-II patients aged 18-65 years who underwent gastrointestinal surgery under general anesthesia. 42 of 84 patients included in the study were prepared for bowel preparation. Inferior vena cava maximum diameter (dIVKMax) and inferior vena cava minimum diameter (dIVCmin) were measured. The inferior vena cava collapsibility index (IVC-CI) was calculated $[(dIVCmax - dIVCmin) / dIVCmax \times 100\%]$. Baseline mean arterial pressure (MAP) was measured before induction. Blood pressure measurements of patients until surgical incision were performed every two minutes. More than 30% decreases or below 60 mmHg at MBP or vasopressor drug use was accepted as hypotension.

Results : In our study, 100 patients were evaluated. 16 (16%) patients could not be evaluated due to insufficient image quality. 39 (46.4%) of 84 patients included in the study developed hypotension after induction of general anesthesia. The presence of a diagnostic value of dIVCmax and IVC-CI in patients with hypotension development was analyzed by Receiver Operating Characteristics (ROC) curve analysis. Area under curve (AUC): 0.644, 95% CI: 0.524-0.763, $p < 0.024$). The ROC curve analysis showed that the cut-off value for dIVCmax was 15.750 mm. AUC: 0.737, 95% CI: 0.622-0.852, $p < 0.001$. The cut-off value for IVC-CI with ROC curve analysis was found to be 32.7460. Specificity and sensitivity for the cut-off value of 32.7460 were 83.3% -74.4% respectively. Bowel preparation was observed in 27 (64.3%) of the 39 cases with hypotension and in 15 of the 45 cases (35.7%) without hypotension and there was a statistically significant difference ($p < 0.05$). dIVCmax were $13,99 \pm 2,85$ mm in bowel preparation constructions and $16,12 \pm 3,55$ mm in non-bowel preparations. Statistically significant difference was observed (p

<0.05). IVC-CI was $40,62 \pm 14,33$ in bowel preparation, $26,12 \pm 12,87$ in non-bowel preparation. Statistically significant difference was observed ($p < 0.05$).

Conclusion: Measurements (dIVCmax, IVC-CI) obtained by IVC ultrasonography in preoperative patients may provide information on hypotension after anesthesia induction. Compared with patients without bowel preparation, our data showed high IVC-CI and low dIVKmax values and high incidence of hypotension in patients undergoing bowel preparation. IVC ultrasound may be useful in predicting preoperative hypovolemia in patients with bowel preparation.

Key words: Bowel preparation, Inferior vena cava collability index, hypotension, hypovolemia, ultrasonography



TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilen olguların demografik verileri (%) (Ort±SD)

Tablo.4.2. Çalışmaya dahil edilen hastaların hipotansiyon gelişimine göre verilerin değerlendirilmesi (Ort±SD)

Tablo 4.3. Hipotansiyon gelişen ve hipotansiyon gelişmeyen hastaların komorbid durumlarının ve kullandıkları ilaçların değerlendirilmesi

Tablo 4.4. Çalışmaya dahil edilen hastaların barsak hazırlığına göre verilerin değerlendirilmesi (Ort±SD)

Grafik 4.1. Hipotansiyon vena kava inferior maksimum ROC analizi

Grafik 4.2. Hipotansiyon kollapsibilite indeksinin ROC analizi

Şekil 4.1. İVK - Subksifoid transvers görüntü

Şekil 4.2. İVK - Subksifoid longitudinal görüntü

Şekil 4.3. İVK - Transvers görüntü - M mod

Şekil 4.4. İVK - Longitudinal görüntü - M mod

Şekil4.5. İVK - Büyük inspratuvar kollaps – Küçük Maksimum çap

Şekil 4.6. İVK - Minimal inspratuvar kollaps - Büyük Maksimum çap

KISALTMALAR

ADH	: Antidiüretik hormon
ANP	: Atrial natriüretik peptid
ASA	: American Society of Anaesthesiologists physical status classification
AUC	: Eğri altında kalan alan
CO	: Kalp debisi
CVC	: Santral venöz kateter
CVP	: Santral ven basıncı
DAB	: Diyastolik arter basıncı
DM	: Diyabetes mellitus
EVLW	: Ekstravasküler akciğer suyu
GFR	: Glomerüler filtrasyon hızı
HES	: Hidroksietil nişasta
İV	: İntravenöz
İVK	: İnférieur vena kava
İVK-Kİ	: İnférieur vena kava kollapsibilite indeksi
dİVKmaks	: İnférieur vena kava maksimum çapı
dİVKmin	: İnférieur vena kava minimum çapı
KAH	: Koroner arter hastalığı
LV	: Sol ventrikül
LVOT	: Sol ventrikül çıkış yolu
NIRS	: Yakın kızıl ötesi spektroskopisi
OAB	: Ortalama arter basıncı
PAC	: Pulmoner arter kateteri
PICCO	: Puls kontur kardiyak output
PLR	: Pasif bacak kaldırma
PP	: Nabız basıncı
PPV	: Nabız basıncı varyasyonu
PVI	: Pletismografik dalgaformu değişimi
RAAS	: Renin anjiyotensin aldosteron sistemi 1
ROC	: Receiver Operating Characteristics
RV	: Sağ ventrikül
SAB	: Sistolik arter basıncı
SIRS	: Sistemik inflamatuvar yanıt sendromu
StO	: Doku oksijen saturasyonu
SV	: Atım hacmi
SVV	: Atım hacmi varyasyonu
ScvO	: Santral venöz oksijen saturasyonu
SvO	: Mikst venöz oksijen saturasyonu
TEE	: Transözofageal ekokardiyografi
VOT	: Vasküler okluzyon testi
VKİ	: Vücut kitle indeksi
VTI	: Hız zaman integrali

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
TABLOLAR DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
3. MATERYAL VE METOD.....	26
4. BULGULAR.....	28
5. TARTIŞMA.....	37
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	42
7. KAYNAKLAR.....	43

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Perioperatif hipovolemi, hipotansiyon, artmış bulantı kusma, yetersiz organ perfüzyonu ve azalmış doku oksijenasyonuna sebep olabilir (Zubin 2009). Preoperatif barsak hazırlığı, oral alımın olmaması, ateş, yandaş hastalıklar, diüretik kullanımı, cerrahi kayıplar (buharlaştırma ve kan kaybı) gibi durumlar sıvı kaybını artırmaktadır (Barash 2013).

Barsak hazırlığı için çok sayıda metot tarif edilmiş ve uygulanmaktadır. Uzun süreli aç kalma ve sıvı diyet, sıvı enemalar ve rektal yıkama, pürgatifler, magnezyum tuzları, senna bileşikler ve oral mannitol belli başlı barsak temizlik metodlarıdır (Zmora 2001). Barsak hazırlığı sırasında, kolonun tamamen boşaltılması için büyük miktarda sıvı kaybedilir (Holte 2004). Barsak hazırlığı yapılan hastalarda, hipovolemi, elektrolit bozuklukları, akut böbrek yetmezliği gibi yan etkiler görülebilmektedir (Chan 1997).

Azalmış plazma volümü intraoperatif hipotansiyon riskini artırmaktadır (Reich 2005). Anestezi indüksiyonu sonrası, anestezi ajanlarının kardiyovasküler depresan ve vazodilatör etkisinden dolayı, cerrahi stimülasyon gerçekleşene kadar hipotansiyon riski daha da fazladır (Zhang 2016).

Preoperatif sıvı defisiti, hikaye, fizik muayene, hemodinamik ölçümler ve laboratuvar bulguları ile belirlenip düzeltilmelidir (Butterworth 2013).

İnferior vena kava ultrasonografisi, intravasküler volüm durumunun noninvaziv kolay hızlı ve güvenilir bir göstergesidir. İVK basınç ve volüm değişiklikleriyle uyumlu genişleyen ve kollabe olan bir yapıdadır. İVK çapı sağlıklı bireylerde değişmekle birlikte maksimum çapın hipovolemik hastalarda daha düşük olduğu gösterilmiştir (Dipti 2012). İVK kollabsibilitesi intravasküler volümün daha iyi bir göstergesidir. İnspiryumla beraber azalan intratorasik basınç nedeniyle venöz kan vücudun alt yarısından sağ atriuma dolar. Bu eylem İVK çapında geçici bir azalmaya sebep olur. Ekspiryumla beraber İVK çapı tekrar yükselir ve bazal değere döner. Inferior vena kava kollabsibilite indeksi maksimum (ekspiryum) ve minimum (inspiryum) İVK çapı arasındaki farkın maksimum çapa bölünmesi olarak tanımlanır. İVK-Kİ spontan soluyan hastalarda sağ atrial basıncın tahmininde kullanılır (Rudski 2010, Seif 2012).

Çalışmamızda, gastrointestinal cerrahi operasyon geçirecek barsak hazırlığı yapılan ve yapılmayan hastaların anestezi indüksiyonu sonrası gelişen hipotansiyonu ve intravasküler volüm durumunu tespit etmede İVK ultrasonografisinin (İVK-maks/İVK-Kİ) etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 İntravenöz Sıvılar

Belli türde sıvıların ve etkili dolaşım hacmini geri kazandıran, mikrosirkulatuvar akışı artırmak için geliştirilen alternatif solüsyonların risklerini ve yararlarını değerlendiren kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Tüm bu çabalara rağmen ideal bir resüsitasyon sıvısı tanımlanamamıştır (Navarro 2015).

Volüm durumunu optimize etmek için kullanılan sıvılar kristalloidler ve kolloidler gibi geniş olarak sınıflandırılırlar. Kristalloidler, elektrolitler ve steril suyun plazmaya göre izotonik, hipotonik veya hipertonic olabilecek (salin, ringer laktat) solüsyonudur. Kolloidler, insan plazma türevleri (insan albumin, taze donmuş plazma) ve yarı sentetik (dekstranlar, jelatinler ve hidroksietil nişasta) olarak sınıflandırılırlar. Kolloidler, izotonik salin içinde veya dengeli bir elektrolit çözeltisinde (plazmaya benzer elektrolit konsantrasyonu) eritilebilirler (Ertmer 2009).

2.1.1. Kristalloid Solüsyonlar

Kristalloidler, terleme, solunum ve idrar çıkışından kaynaklanan ekstrasellüler hacim kayıplarının yerini almak için en iyi elektrolit çözeltileridir. Kristalloidler vasküler hacmi artırmasına ve hemodinamiği iyileştirmesine rağmen, etkinlik geçici ve kolloid çözeltilerden daha azdır. Kristalloidler kompozisyonu ve ozmolalitesi ile sınıflandırılabilirler. Normal salin 308 mOsm/l'de hafif hipertonicdir ve laktat ringer, plazma ozmolalitesine kıyasla 273 mOsm/l'de biraz hipotoniktir. Plasmalyte en dengeli izotonik elektrolit çözeltisidir ve 294 mOsm/l ozmolaliteye sahiptir (Navarro 2015).

Plazmaya benzer bir elektrolit kompozisyonuna sahip ve çoğunlukla bir tampon (örneğin, laktat) ilavesiyle birlikte, dengeli elektrolit solüsyonları (örneğin, ringer laktat), geleneksel salin solüsyonlarına tercih edilerek operasyon odalarında yaygın şekilde kullanılırlar. Büyük miktarda normal (% 0.9) salin, hiperkloremik asidoza neden olabilir (Scheingraber 1999, Shaw 2012). Perioperatif sıvı resüsitasyonu için tamponlu ve tamponlu olmayan intravenöz sıvılarla yapılan randomize çalışmaların meta analizinde, tamponlanmış sıvıların verilmesi, özellikle hiperkloremi ve hafif metabolik asidoz gibi metabolik bozulmanın daha az olmasıyla sonuçlanmış, mortalite veya böbrek fonksiyonu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki görülmemiştir (Burdett 2012). Otuz binden fazla hastayla yapılan gözlemsel bir çalışmada, tamponlu çözeltilerin kullanımı ile daha düşük postoperatif komplikasyon oranları arasında ilişki bulunmuştur (Shaw 2012).

Plazma kompozisyonuyla karşılaştırıldığında, sık kullanılan intravenöz (İV) sıvılar ozmolalite, iyonik kompozisyon ve pH'da önemli farklılıklar gösterir. Kristalloid seçimi, bu

bileşenlerin klinik değerlendirmesi ile bireysel hasta ihtiyacına dayanmalıdır (Navarro 2015).

2.1.2 Kolloidler Solusyonlar

Kolloidler, makromoleküler çözeltilerin solüsyonudur. Mikrovasküler doku bariyeri boyunca osmotik basınç uygularlar ve intravasküler yatakta sıvı tutarlar. Kolloidler, hacim duyarlı hastalarda vasküler hacim, ön yük, kalp debisi ve doku perfüzyonunu verimli bir şekilde artırır. Hedefe yönelik tedavi çalışmalarının çoğunda, tekrarlayıcı infüzyonlarda kolloid kullanılması kristalloid tedavinin hemodinamik ve hacim geri kazanım etkileri ile karşılaştırıldığında, eşit etkili hacimlerde daha az kolloid kullanılması ile sonuçlanmıştır. Bu nedenle kolloid kullanımı, toplam hacmi sınırlamaya yönelik bir yaklaşım olarak kabul edilebilir ve daha iyi sonuçlara yol açabilir (Navarro 2015).

2.1.2.1 Hidroksietil Nişastalar

Hidroksietil nişastalar (HES), konsantrasyon, molekül ağırlığı ve molar ikameye karşılık gelen üç sayıyla tanımlanır. Örnek olarak, Hespan HES % 6'dır (600 / 0.75). Konsantrasyon ilk hacim etkisini etkiler (örneğin% 6 HES, izo-onkotiktir ve eşit miktarda kan kaybının yerini alır; % 10 HES hiperonkotiktir ve hacim etkisi yaklaşık yüzde 145'dir). Moleküler ağırlık, yıkılan ve böbreklerden atılan moleküllerin genişliğinin yaklaşık bir ortalamasıdır. Molar ikame (glikoz molekülü başına hidroksietil gruplarının sayısı), nişasta polimerinin enzimatik parçalanma oranına ilişkin olduğu için, klinik olarak en önemli rakamdır.

Hidroksietil nişastaların birçok versiyonu vardır; teorik olarak daha yeni nesiller, daha düşük bir molar ikameye sahip oldukları için eski kuşaklara kıyasla daha az toksiktirler (örneğin, eski hetastarch, 10 glukozda yedi ikameye sahiptir, 0.7 olarak kaydedilmiştir; en yeni tetrasark, dört ikameye sahiptir 0,4 olarak bilinir). Molar ikamesi fazla olan HES daha yavaş bozunur ve plazmada birikir, böylece hacim etkinliğini arttırmadan toksisitesi artar (Westphal 2009).

Hidroksietil nişastaların renal toksisitesi, spesifik üründeki molar ikame seviyesine bağlıdır ve bu nedenle, düşük ikame HES alan cerrahi hastalarda düşüktür. Cerrahi hastalarda yapılan randomize çalışmalara ait bir meta analizde, düşük ikameli HES (tetrasark) alan hastalar ile diğer sıvı terapisi alan hastalar arasında böbrek yetmezliği insidansında bir fark görülmemiştir (Van Der Linden 2013). Cerrahi hastalarda randomize çalışmaları içeren sistematik bir derlemede, nişasta çözeltileri ile nişasta harici sıvılar karşılaştırıldığında akut böbrek hasarında fark bulunamamıştır (Gillies 2014). Yoğun

bakım birimine kabul edilen hastaları içeren (n = 7000 hasta) bir çalışmada, renal replasman tedavisi insidansı, HES % 6 (130 / 0.4) ile resüsite edilenlerde, salın alan hastalara göre daha yüksekti (Myburgh 2012). HES ürünleri faktör 13 ve von Willebrand faktörünün dolaşımdaki plazma konsantrasyonunu düşürür ve trombositlerin reaktivitesini bozar, ancak düşük oranda ikame edilmiş HES solüsyonları (pentastarch ve tetrastarch) hemostaz üzerine minimal klinik etkiye sahiptir (Kozek-Langenecker 2005). Cerrahi sırasında düşük derecede ikame edilmiş HES% 6'ya (130 / 0.4) karşı daha yüksek derecede ikame edilmiş olan HES% 6 (200 / 0.5) kullanımını karşılaştıran yedi randomize çalışmanın analizinde, düşük moleküler ikame ürününün kullanımı daha düşük kan kaybı ve daha az transfüzyon ile ilişkiliydi (Kozek-Langenecker 2008).

2.1.2.2 Plazma ve Plazma Türevleri

Plazma türevleri (örneğin, taze donmuş plazma, kriyopresipitat) tam kan veya plazmanın santrifüjüyle hazırlanan biyolojik ürünlerdir. Plazma türevleri, bir plazma ayırma işlemi ile hazırlanır (örn. albümin, koagülasyon protein konsantreleri). Plazmadan ayrıştırılan albümin yerine sentetik albümin kullanımı tartışmalı olmaya devam etmektedir. İnsan albumini pahalıdır ve sentetik kolloidlerden (örn, hidroksietil nişasta) daha güvenli veya daha etkili olmayabilir (Opperer 2015).

2.1.2.3 Jelatinler

Jelatinlerin hacim etkisi %70-80'dir, ucuzdur, pıhtılaşma ve böbrek fonksiyonu üzerinde minimum etkiye sahiptir. Bununla birlikte, hızla idrarla atılırlar ve bu nedenle kısa bir etki süresine sahiptirler (2-3 saat), anafilaksiye neden olma potansiyelleri vardır (Ertmer 2009). Jelatin kullanımı sonrası akut böbrek hasarı artışı ile ilgili anlamlı bir artış bulunmamıştır (Thomas 2012).

2.1.2.4 Dekstranlar

Dekstran biyosentezi ticari olarak *Leuconostoc mesenteroides* bakterisiyle sukrozla yapılan semisentetik bir kolloiddir. Değişik moleküler ağırlıklara dayanarak iki sıklıkla seçilen dekstran vardır, bunlar dekstran 40 ve dekstran 70 dir. Daha küçük dekstran molekülleri bir kaç saat içinde hızlıca idrar yoluyla temizlenir, fakat geniş partiküllerin bir kaç gün yarı ömrü vardır. Bu yüzden dekstran 70 genel olarak hacim genişletici olarak tercih edilirken dekstran 40'ın muhtemelen kan viskozitesini düşürerek mikrosirkülasyonu arttırdığı düşünülür. Dekstran 40 vasküler anastomozların idamesi için sıklıkla kullanılır (Stoelting 2007).

2.2. Perioperatif Sıvı Tedavisi

En iyi perioperatif sonuçların elde edilmesi için intravasküler hacimlerin korunması önemlidir (Joshi 2005). İntraoperatif sıvı yönetimi, uygulanan sıvının bileşimi ve hacmi ile ilgili değişken tavsiyeler içermektedir. Bu durumun olası sebebi, klinik olarak en iyi sıvı yönetimi ile ilgili kanıtların sınırlı ve düşük kalitede olmasıdır (Soni 2009).

Sıvı durumunun anormallikleri (hem hipovolemi hem de hipervolemi) organ fonksiyonunu ve bu nedenle operatif sonucu olumsuz şekilde etkiler. İntraoperatif sıvı tedavisinin asıl amacı, intravasküler volüm durumunu ve atım hacmini optimize ederek ve ekstraselüler aşırı sıvı yüklenmesini önleyerek doku perfüzyonunu korumaktır. Sıvı tedavisine hazırlık, perioperatif periyodun (preoperatif, intraoperatif ve postoperatif dönemler) tamamı içermelidir (Navarro 2015).

2.2.1. Perioperatif Sıvı Kayıpları

2.2.1.1. Preoperatif Kayıplar

Hastalar, perioperatif döneme sıvı ve elektrolit dengesi bozukluklarıyla girebilir. Hepatik, renal ve kardiyak disfonksiyon, bozulmuş Na + dağılımı ile ilişkilidir. Bu organlar ekstraselüler sıvı hacmi üzerinde derin sekonder etkilere sahiptir. Oligoanürik son dönem böbrek yetmezliği olan hastalar sıvı alınması için diyalize bağımlıdır ve diyalizin cerrahiye göre zamanlaması kritik önem taşır. Kronik diüretik kullanımı elektrolit kayıplarına yol açabilir (Miller 2015).

Preoperatif açlık, sıvı dengesi üzerindeki etkileri belki abartılmış olmasına rağmen ameliyat öncesi göz önüne alınmalıdır. Gece boyunca açlık sonrası yapılan ölçümler dahi normal kan hacmi ile sonuçlanmıştır (Jacob 2008). Preoperatif dehidratasyon, açlık süresini sınırlayarak ve hastaların preoperatif iki saate kadar berrak partikülsüz sıvıları (örneğin su) tüketmelerini teşvik ederek önlenir (Miller 2015).

Mekanik barsak hazırlığı, gastrointestinal sistemden osmotik sıvı kaybıyla ilişkilidir. Barsak hazırlığı yüksek su ve potasyum ile beraber 1.5 ile 1.7 kg arasında bir kilo kaybına neden olabilir (Sanders 2001, Ackland 2008) . Barsak hazırlığının potansiyel zararlı etkileri, barsak preparatlarını mümkün olduğunca sınırlandırılarak ve K + takviyesiyle birlikte 1 ile 2 L kristaloid IV infüzyonu yapılarak telafi edilebilir. Bu müdahale hemodinamikleri iyileştirir ve serum kreatininini düşürür (Sanders 2001).

Gastrointestinal kanaldan sıvı kaybı bu kaybın gerçekleştiği bölgeye göre ekstraselüler sıvı azalması ve elektrolit kayıplarıyla sonuçlanır. Obstrüksiyon, kusma ve nazogastrik aspirasyonu nedeniyle aşırı gastrik kayıplar, Na +, K +, Cl- ve asit kaybına neden olur. İnce barsaktan gerçekleşen kayıplar, Na +, Cl- ve HCO₃⁻ 'yi yüksek kayıplara ve daha az K + kaybına neden olur. Diyare gibi geniş barsak kayıpları, büyük miktarlarda

K + 'yi Na + ve HCO₃⁻' den daha az kayıpla tüketir. Barsak lümeninde patolojik sıvı tutulumu, harici sıvı kaybı belirtileri olmadan da benzer etkilere sahip olabilir.

Cerrahi müdahale gerektiren akut hastalığı olan hastalarda daha şiddetli sıvı ve elektrolit dengesizlikleri ortaya çıkabilir. Şiddetli kanaması olan hipovolemik hastalarda, sıvı replasmanı yapılmadan önce kanamanın cerrahi kontrolü gerekebilir.

İntravasküler alandan ekstravasküler alana inflamasyon nedeniyle yeniden dağılım ve ödem, plevral efüzyon ve asit gibi fizyolojik üçüncü alanlara sıvı sekestrasyonu preoperatif sıvı kayıplarının diğer önemli nedenleri arasındadır (Miller 2015).

2.2.1.2 İntraoperatif Kayıplar

Nöroaksiyel anestezi sırasında sempatik blokaj nedeniyle oluşan venöz göllenmedeki artış ve sistemik vasküler rezistanstaki azalma hipotansiyona neden olabilmektedir. Bazı anestezi ve analjezik ilaçlar vazodilatasyona ve bunun sonucunda hipotansiyona neden olur (Connolly 2003). Bu durum, inhalasyon anesteziklerinin böbrekler üzerindeki etkileriyle ortaya çıkan sıvı tutulumuyla bir dereceye kadar hafifletilir. İndüklenmiş hipotansiyona yanıt olarak aşırı sıvı kullanımı, gereksiz derin genel anestezi uygulamaktan kaçınmak veya anesteziyle uyarılan vazodilatasyona karşı koymak için farmakolojik vazopressör (örn. Fenilefrin) uygulanması ile sınırlandırılabilir. Bununla birlikte, yüzeysel anestezi uygulaması, intraoperatif farkındalık riskini artırabilir ve vazopressörler barsak ve böbrekler gibi bazı organların perfüzyonunu bozabilir. Anestezi ajanlarından kaynaklanan vazodilatasyon hem venöz hem de arteriyel sistemleri etkiler ve kalp ön yükünü ve ard yükünü azaltabilir. Bu azalma, merkezi nöroaksiyel blokajın neden olduğu sempatik blokaj ile daha da kötüleşebilir ve anestezi ilaçlarının negatif inotropik etkisi ile kalp debisi de düşebilir. Vasküler sistem içindeki kan dağılımı, anestezinin neden olduğu organ yataklarındaki otonom regülasyon yanıtlarının difransiyel körelmesinden de etkilenir. Anestezi ile ilişkili mikrosirkulatuvar disfonksiyon ve cerrahiye verilen inflamatuvar yanıt, intravasküler sıvı tedavisine yanıt vermeyen, bozulmuş doku oksijen sunumuyla sonuçlanabilir. Mekanik ventilasyon uygulaması sıvı kaybına neden olur. Bu durum solunum devresinin nemlendirilmesi veya ısı nem değişim filtresi kullanılarak azaltılabilir. Ameliyat sırasındaki ani kanamalar akut olarak intravasküler hacmi azaltır. Cerrahi kan kaybının klinik bulgusu, kan kaybının hacmine ve zamana bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir. Dilüsyonel veya hipotermiye bağlı koagulopati kan kaybını artırır (Miller 2015).

Anatomik bölmelerin açılması mukozal yüzeylerden buharlaşmaya bağlı sıvı kaybına neden olur, ancak bu kayıp miktarının tahmin edilmesi zor olabilir. Çalışmalar,

barsakların büyük ölçüde açıkta bırakıldığı büyük bir laparotomi sırasında bile kaybın 1 mL / kg / sa kadar az olabileceğini göstermektedir (Lamke 1977).

Majör cerrahi, intravasküler kompartmandaki sıvının hücre dışı kompartmana yeniden dağılmasını indükleyen inflamatuvar bir cevap oluşturur. Bu genellikle postoperatif evrede ortaya çıkar, ancak yeterli büyüklükte ve süredeki cerrahi sırasında klinik olarak görünebilir (Miller 2015).

Böbrek idrar üretiminin baskılanması perioperatif antidiüretik hormon (ADH) sekresyonuna bağlıdır ve pozitif basınçlı ventilasyon uygulamasından da etkilenebilir. Artan intratorasik basınç venöz dönüşü ve kalp debisini düşürür. Sempatik aktivasyon ve atrial natriüretik peptid (ANP) salınımının baskılanması gibi çeşitli nörohumoral cevaplarla kombine olarak glomerüler filtrasyon hızı (GFR) ve idrar çıkışını azaltır (Koyner 2010). Sonuç olarak intraoperatif idrar çıkışı, verilen İV sıvının hacmine bakılmaksızın düşük olabilir (Mackenzie 1969).

Stres cevabının erken fazı majör cerrahi sırasında tetiklenir. İntraoperatif dönemde mutlak veya göreceli (yeniden dağılım) hipovolemi, kanın periferden hayati organlara doğru yeniden dağılımı, tuz ve su tutulumu gibi dolaşım hacmini korumak amacıyla bir dizi cevap oluşturur. Cerrahi doku travması da iyi tanımlanmış bir inflamatuvar ve immun cevabı tetikler ve bu değişiklikler postoperatif dönemde devam edebilir. Doku travmasıyla ortaya çıkan inflamatuvar cevap, hipotansiyon ve doku hipoperfüzyon periyotları ile şiddetlenebilir. İnférieur vena kava veya diğer büyük venlere yanlışlıkla bası uygulanması, venöz dönüşü önemli ölçüde düşürür ve belirgin bir hipovolemik duruma neden olabilir. Venöz dönüş, laparotomi sırasında abdominal insuflasyon ile geçici olarak azalabilir (Miller 2015).

2.2.1.3 Postoperatif Kayıplar

Preoperatif ve intraoperatif faktörlerin bir sonucu olarak, hastalar intravasküler hacim ve sıvı kompartman dağılımında belirgin bozulmalar ile postoperatif evreye başlayabilir. Cerrahi ile tetiklenen stres cevabı postoperatif sıvı dengesinde devam eden bir etkiye sahip olabilir (Miller 2015).

Doku yaralanması, lokal vazodilatasyona, endotelial geçirgenliğin artmasına ve hasar gören bölgeye lökosit akışına ve bunun sonucunda 72 saate kadar proinflamatuvar sitokinlerin (özellikle interlökin-1, TNF- α ve IL-6) üretilmesine, yol açar. Kardiyopulmoner bypas, geniş doku travması veya tümör ve enfeksiyon gibi subklinik preoperatif inflamasyonlu alanlarda cerrahi, postoperatif sistemik inflamatuvar yanıt sendromuna (SIRS) yol açabilir. SIRS için alternatif bir tetikleyici gastrointestinal

hipoperfüzyonudur. Hipovolemiye fizyolojik yanıt, kalp ve beyin perfüzyonunun böbrek, barsak ve periferik perfüzyon pahasına korunmasıdır. Barsak villusu, bu durumda mukozadan karşı akımlı bir kan kaynağına sahiptir ve mukozal nekroza ve lümendeki sindirim enzimleri ve bakterileri tarafından barsak bariyer fonksiyonunun daha da bozulmasına neden olur. Bu, barsak bakteri endotoksinin sistemik dolaşıma translokasyonuna izin verir ve sistemik inflamasyon için güçlü bir tetikleyici görevi yapar. Reperfüze barsaktan serbest bırakılan reaktif O₂ türleri, inflamatuvar kaskatını daha da ağırlaştırır (Mythen 1993).

Sistemik inflamasyon, endotel hücresi fenotipindeki değişiklikler, endoteldeki büyük gözeneklerdeki artışlar ve endotelial glikokalizin bozulması yoluyla endotel bariyer fonksiyonunu bozar (Levick 2010). Aşırı sıvı infüzyonundan kaynaklanan hipervolemi, kardiyak natriüretik peptitlerin salınmasına yol açar, bu da endotelial glikokaliksi daha da bozabilir. Şiddetli vakalarda, inflamasyona bağlı endotel disfonksiyonu, su, elektrolitler ve proteinlerin interstisyel boşluğa kaybolması ile birlikte kapiller kaçak sendromuna yol açarak akciğerler, barsak ve bağ dokusunda ödem oluşturur. Plazma onkotik basıncının azaltılması, ekstrasvasküler alana ilerleyen kapiller sıvı filtrasyonunu ve dolayısıyla hipovolemiyi kolaylaştırır (Bruegger 2005).

Doku hasarı ve akut inflamatuvar reaksiyon enerji ihtiyacını artırır. Bu metabolik kayma, katekolamin ve kortizol salınımı ile sağlanır ve kas protein katabolizması, hepatik glikoneogenez, akut faz protein üretimi ve hasarlı dokulara artan substrat iletimini içerir. Bazal metabolizma hızında ve yeterli dolaşım hacminde bir artış, artmış yakıt mobilizasyonu, işlemi ve sunumu gerektirir (Miller 2015).

Antidiüretik hormon (ADH) salınımı cerrahi sırasında indüklenmekte ve ameliyat sonrası su tutulmasına neden olmaktadır. Bu akut stres cevabının direkt bir sonucu olabilir ve IL-6 önemli anahtar aracı olarak gösterilmiştir. Buna ek olarak, hipovolemi ve hipotansiyon dönemleri ADH salınımını daha da tetikler, daha fazla su ve tuz tutulumu ile beraber renin anjiyotensin aldosteron sistemini (RAAS) etkinleştirir. Bu, dolaşım hacminin düzelmesine ve sürmekte olan sıvı enjeksiyonlarına bağlı olarak ameliyat sonrası sıvı aşırı yüklenmesi ve hiponatremi veya Na⁺ aşırı yüklenme riskine rağmen geçici bir oligüri dönemine neden olabilir. Postoperatif dönemde Na⁺ retansiyonu, majör cerrahiden sonra hiperkatabolik durumda daha belirgindir çünkü fazla nitrojen, renal atılım için Na⁺ ile rekabet eder. Postoperatif intravasküler sıvı dağılımı, ısınma, gelişen epidural sempatik blokaj veya sistemik inflamasyon ile ilişkili vasküler tonusta meydana gelen değişiklikler nedeniyle dinamik bir durumdur (Swart 2011).

2.2.2 Sıvı Stratejileri

İntraoperatif sıvı gereksinimleri, hastanın ameliyat öncesi hacim durumu, preoperatif komorbidite, yaş, anestezi tekniği ve ameliyatın niteliği gibi birden fazla faktöre bağlıdır. Sıvı tedavisi normovoleminin iyileştirilmesi ve sürdürülmesi amacını taşır. Ameliyathanedeki sıvı tedavisi, geleneksel olarak, önemli miktarlarda sıvıların uygulandığı sabit hacimli algoritmalar tarafından yönlendirilir; ancak, büyük cerrahi prosedürler için intraoperatif sıvı idaresinin kısıtlanması ve / veya bir hedefe yönelik yaklaşım perioperatif morbidite ve muhtemelen mortaliteyi azaltır (Navarro 2015).

Sıvı yönetimine dengeli bir yaklaşım, arzulanan etkiye bağlı olarak uygun bir sıvı (kristaloid veya kolloid) seçimiyle başlar. Örnek olarak, hemodinamik istikrarın korunması, plazma kayıplarının kolloid ile hacim bazında değiştirilmesiyle elde edilebilir. Dengeli bir elektrolit çözeltisi içeren kristalloidler ise hissedilmeyen kayıplar ile idame ve hedefe yönelik tedavi için kullanılabilir. Anatomik olmayan üçüncü boşluk kayıplarını yerine koymaktan ve istenmeyen aşırı kristaloid verilmesinden kaçınılmalı ancak intraoperatif hemodinamik instabilite veya idrar çıkışının azalması önlenmelidir (< 0.5/mL/kg_saat) (Soni 2009).

Sıvı tedavisi yönlendirmek için kalp hızı, arteriyel kan basıncı ve kardiyak dolum basınçları gibi 'statik' değişkenlerin sınırlamaları olduğunu anlamak önemlidir. Dolayısıyla, atım hacmi veya sistolik veya nabız basıncı değişimi gibi "dinamik" değişkenlerin kullanılması tercih edilir (Chappell 2008, Abbas 2008, Bundgaard-Nielsen 2009).

2.2.2.1 Sabit sıvı terapisi

Sabit hacimli sıvı yönetim algoritmalarının, aşırı sıvı yüküne neden olma eğilimi nedeniyle terk edilmesi gerektiği kabul edilmektedir (Brandstrup 2006, Lassen 2009, Lobo 2009). Sabit hacim algoritmaları, nöroaksiyel blokaj için sıvı ön yüklemesi ve üçüncü alan kayıplarının, bilinçsiz kayıpların ve idrar kayıplarının sıvı replasmanı gibi önceden belirlenmiş sıvı yönetim algoritmalarını kullanır. Sabit volüm rejimleriyle, başlangıç kan kaybı (genellikle 500 ile 1000 mL) kristalloidlerin üç katı ile yerine konur (yani, 1500 ile 3000 mL kristaloid). Anestetik ajanlara ve / veya nöroaksiyel blokaja bağlı hipotansiyonu tedavi etmek için sıvı ön yüklemesi yerine vazopressör ajanlar daha iyi bir yaklaşım olabilir (Bellomo 2003). Bununla birlikte, hipotansiyondan sıvı kaybı veya anestezi ajanlarının sorumlu olup olmadığını belirlemek zor olabilir (Soni 2009).

2.2.2.2 Restriktif sıvı terapisi

Major elektif cerrahi prosedürler için sıvı alımını en aza indirgeyen sıvı rejimleri sabit hacimli terapiden daha uygun olabilir (Lobo 2011, Rahbari 2009). Restriktif sıvı terapisinde sadece ameliyat sırasında kaybedilen sıvı replase edilerek sıvı yüklenmesi önlenir (Brandstrup 2006).

Vazopressör ajanlar, restriktif sıvı tedavisi sırasında daha sık uygulanabilir Olası bir dezavantajı, kısıtlayıcı bir sıvı rejiminin klinik açıdan değerlendirilemeyen hipovolemiye yol açabilmesidir (Abraham-Nordling 2012).

Majör abdominal cerrahi geçiren hastalarda kısıtlı sıvı tedavisinin pnömoni ve pulmoner ödem riskini önemli ölçüde azalttığı, barsak hareketlerinin geri dönüşünü iyileştirdiği hastanede kalış süresini kısalttığı gösterilmiştir (Corcoran 2012, Wuethrich PY 2014).

2.2.2.3 Hedefe yönelik sıvı terapisi

Hedefe yönelik sıvı terapisi belirli bir amaca ulaşmak için sıvıların uygulanmasını ifade eder (örn. Maksimum atım hacmi, kalp debisi). Bir izleme cihazı sürekli kalp performansını değerlendirmek ve sıvı yönetimini titre etmek için gerekli bilgileri sağlamak için kullanılır; vazoaktif ajanlar da verilebilir (Thiele 2015).

Hedefe yönelik terapi genellikle major cerrahi uygulan veya önemli kardiyovasküler hastalığı olan hastalarda kullanılır. Anestezi başlangıcında, bir arteriyel hat yerleştirilir ve atım hacmi sağlayan bir monitöre bağlanır; bazal atım hacmi elde edilir. İkiyüz ile ikiyüzelli mL'lik bir bolus verilir ve atım hacminde bazale göre meydana gelen değişiklik hesaplanır. Değişim yüzde 10 ile 15'ten fazla ise başka bir bolus verilir, ancak atım hacmindeki değişim yüzde 10 ile 15'ten düşükse, atım hacmi yeni bir taban değer olur. Atım hacmi, değişiklikler için sürekli olarak izlenir; Yüzde 10 ile 15 oranında düşerse bir bolus verilir. Sürekli izlem, ek sıvı bolus ihtiyacını belirler. Atım hacmindeki mutlak değerler yerine eğilimlerin kullanılması önemlidir. Bir kaç meta analizde hedefe yönelik sıvı tedavisi alan hastalar, diğer sıvı rejimleri uygulanan hastalara kıyasla solunum, böbrek ve gastrointestinal komplikasyonlar açısından daha düşük risk ve barsak fonksiyonunun daha hızlı dönüşü ve hastaneden taburcu olma zamanının kısalması gibi iyileşmiş klinik sonuçlara sahipti (Phan 2008, Giglio 2009, Corcoran 2012, Grocott 2013). Bir diğer meta analizde, hedefe yönelik sıvı terapisi alan hastalarda komplikasyon ve postoperatif enfeksiyon insidansında, 30 günlük mortalitede azalma eğilimi mevcuttu ancak hastanede kalış süresi hafifçe uzamıştı. Hedefe yönelik terapi ve kontrol gruplarının yönetimi açısından tanımlamalarda önemli derecede farklılık olmakla birlikte, komplikasyonlarda

sürekli olarak azalma ve çok az yan etki gözlemlendi (Pearse 2014).

Hedefe yönelik sıvı tedavisi ile intravasküler sıvı optimizasyonunun zamanlaması önemli bir faktör olabilir. Hedefe yönelik tedavi ile standart sıvı tedavisinin karşılaştırıldığı elektif kolorektal rezeksiyon geçiren randomize 108 hastalık bir çalışmada, hedefe yönelik tedavi grubunda ameliyat sonrası hastanede kalışta (7'ye karşı 9 gün), orta veya büyük postoperatif komplikasyonlarda (%2'ye karşı %15) ve oral başlama süresinde (2'ye karşı 4 gün) önemli azalmalar olmuştur. Gruplar arasında uygulanan toplam sıvı hacmi (kristalloid artı kolloid) benzer olmasına rağmen, hedefe yönelik yaklaşımda erken intraoperatif dönemde daha büyük bir kolloid hacmi uygulanmıştı, bu da erken optimizasyonun önem taşıdığını düşündürmektedir (Noblett 2006).

Hedefe yönelik tedaviyi değerlendiren çalışmaların çoğu intravasküler volümü optimize etmek için bolus kolloid kullanmıştır. Buna rağmen, elektif kolorektal cerrahi uygulanan yüksek riskli hastalarda %6 HES ile dengeli kristalloid solüsyonu arasında postoperatif komplikasyonlar açısından fark bulunamamıştır (Yates 2014).

2.2.2.4 Bir Strateji Seçme

Hedefe yönelik sıvı tedavisi veya restriktif sıvı tedavisini, sabit volüm rejimler ile karşılaştıran çalışmalarda, hastanede kalış süresi, barsak fonksiyonlarının geri dönüşü, komplikasyonlarda (örneğin; pnömoni) azalma gibi önemli gelişmelerin sağlandığı gösterilse de mortalite azalması sürekli olarak ispatlanamamıştır (Abraham-Nordling 2012, Corcoran 2012).

Çeşitli sıvı stratejilerini karşılaştıran mevcut çalışmaların kısıtlılıkları, çalışma dizaynı yetersizliği, küçük örneklem büyüklüğü, kontrol grubunun olmaması ve iyi tanımlanmış son noktaların eksikliği (yani spesifik komplikasyon veya sıvı tedavisi ile ilgili komplikasyonların grubu) içermektedir. Buna ek olarak, anestezi tekniği ve cerrahi ile ilgili bilgiler sınırlıdır. İntraoperatif sıvı yönetiminde, cerrahi prosedürün invazivliği temel alınabilir (Brandstrup 2006).

Önemli sıvı kaymaları veya kan kaybı (örneğin; ayaktan cerrahi prosedürler) ile ilişkili olmayan, minimal düzeyden orta dereceye invaziv, nispeten kısa cerrahi prosedür uygulanan erişkin hastaların çoğunda dengeli bir elektrolit çözeltisinin 1 ile 2 L'si (örneğin Ringer laktat solüsyonu) tipik olarak 30 dakikadan iki saate kadar ameliyat sırasında uygulanır. Bu gibi ampirik sıvı uygulaması preoperatif açlıktan kaynaklanan hafif dehidrasyonu düzeltir ve postoperatif daha az bulantı ve kusma ile birlikte daha az postoperatif ağrı ile ilişkilidir. Kalp yetmezliği ya da kronik obstrüktif akciğer hastalığı

öyküsü olan hastalarda, genellikle daha küçük bir sıvı hacmi uygundur (Lambert 2009, Gan 2014).

Perioperatif kolloid solüsyonlarının güvenilirliği ve etkinliği ile ilgili daha ileri çalışmalara ihtiyaç olmasına rağmen, önemli sıvı kaymaları ve kan basıncı değişkenliği olan major cerrahi prosedürler için, büyük miktarda kristaloidler zararlı olabilir (Opperer 2015). Kristaloidleri ve kolloidleri birleştiren bir yaklaşım, uygulanan sıvı miktarını sınırlamak için tercih edilebilir. Ne olursa olsun, sıvı kısıtlı bir yaklaşım veya hedefe yönelik sıvı tedavisi kullanılmalıdır. Sıvı tedavisine rehberlik etmek için dinamik parametrelerin kullanımı idealdir (Soni 2009).

Kristaloidler, sensible ve insensible kayıpların (saatte 0.5 ile 1 mL / kg) yerine konması için kullanılır. Dengeli elektrolit çözeltileri (örneğin, Ringer laktat çözeltisi) tercih edilir. Kolloidler, erken intraoperatif dönemde kan endike olana ve transfüzyon için hazır olana dek kan kaybı (bire bir) yerine kullanılabilir (Soni 2009).

Cerrahi hastalarda olağan intravenöz (İV) sıvı olarak normal salinden ziyade dengeli elektrolit solüsyonlarının (örn; Ringer laktat) kullanılması önerilmektedir. Minimal - orta derecede invaziv prosedürler uygulanan erişkin hastaların çoğunda, yeterli miktarda IV hidrasyon sağlamak için 1 ile 2 L dengeli elektrolit solüsyonu (örn; Ringer laktat solüsyonu) uygulanabilir. Büyük cerrahi prosedürler için sabit hacimli bir rejim yerine sıvı kısıtlı veya hedefe yönelik sıvı yaklaşımı önerilmektedir. Geleneksel olarak uygulanan sabit hacimli sıvı yönetimi terk edilmelidir. Kristaloidler (saatte 0.5 ile 1 mL / kg) sensible ve insensible kayıpların yerini almak üzere uygulanabilir ve kan kayıplarını yerine koymak için kolloidler kullanılabilir. Alternatif olarak, sıvı replasmanını yönlendirmek için dinamik parametreler kullanılabilir. İntravasküler hacmi izlemek için kullanılan parametreler mevcut ekipmana bağlıdır. Atım hacmi, sistolik veya nabız basıncı değişimi veya sol ventrikül kavite boyutundaki ekokardiyografi (TEE) değişiklikleri gibi dinamik indeksler, hacim yanıtını saptamak ve hedefe yönelik sıvı tedavisini yönlendirmek için daha iyidir (Soni 2009).

2.3.Hemodinamik Monitorizasyon

İntraoperatif sıvı tedavisinin asıl amacı intravasküler volüm durumunu ve atım hacmini optimize ederek doku perfüzyonunu sağlamaktır. Amelyathanedeki intravasküler volümün belirlenmesi başlıca anestezik ajanlara ve intraoperatif volüm kayıplarına bağlı hızla değişen kardiyovasküler cevap nedeniyle adeta bir meydan okumadır. Buna ek olarak, cerrahi müdahale ihtiyacına yol açan altta yatan durum, preoperatif yetersiz volüm durumuyla ilişkili olabilir. İntraoperatif volüm durumunun belirlenmesi ve izlenmesi,

temel olarak hemodinamik monitorizasyon üzerinden yapılmaktadır, zira volüm durumunu değerlendirmek için rutin olarak kullanılan diğer klinik yöntemler anestezi altındaki hastalarda mevcut değildir. Buna ek olarak, sıvı durumundaki akut değişimler, tipik laboratuvar parametrelerine hemen yansımaz (Soni 2009).

2.3.1. Statik Ölçümler

Klinik uygulamalarda, kalp hızı, arteriyel kan basıncı, santral venöz basınç, periferik oksijen saturasyonu ve idrar çıkışı gibi fizyolojik parametrelerin rutin olarak izlenmesi sıklıkla intravasküler hacim durumunu değerlendirmek ve sıvı tedavisine yön vermek için kullanılır. Bununla birlikte, bu parametreler perioperatif dönemde sık görülen subklinik hipovolemik veya hipervolemik durumları tespit etmeyebilir. Hastalar normal kalp hızı, kan basıncı ve idrar çıkışına sahip olmasına rağmen hipovolemik veya hipervolemik olabilirler. Santral ven basıncı ve pulmoner arter oklüzyon basıncı, kardiyak ön yükü saptamak için çoğu zaman yetersizdir ve hipervoleminin bir göstergesi olan yaklaşan pulmoner ödemi de tespit edemez. Sıvı tedavisini yönetmek için statik parametrelerin kullanılması hipovolemi veya hipervolemiye neden olabilir (Marik 2008, Cecconi 2014).

Oligüri (saatte 0.5 mL / kg'dan düşük idrar çıkışı) hipovoleminin bir göstergesi olarak yaygın olarak kullanılmasına rağmen, bu uygulamayı destekleyen herhangi bir kanıt bulunmamaktadır (Kheterpal 2007). İnhal anestezik ve cerrahi stres, normovolemi ve yeterli doku perfüzyonu olması durumunda bile idrar çıkışını azaltabilir (Connolly 2003). İntraoperatif oligüri akut böbrek hasarının bir göstergesi değildir. Dolayısıyla, sıvı tedavisi sadece idrar çıkışını artırmak amacıyla verilmemelidir ve sıvı yüklenmesine neden olabilir (Egal 2016).

Global oksijen tüketimini izlemeye yönelik mikst venöz oksijen saturasyonu (SvO) veya santral venöz oksijen saturasyonu (ScvO) gibi ölçümler sıvı tedavisini yönlendirmek için kullanılmıştır (Renner 2009). Bununla birlikte, perioperatif dönemde oksijen tüketimi değiştiği için bu göstergeler, her zaman oksijen sunumundaki değişimleri yansıtmamaktadır. SvO ve ScvO, kardiyak output veya doku oksijen sunumuyla orantılı olarak artarken, doku oksijen tüketimi arttıkça azalmaktadır (Knotzer 2007).

Santral venöz ve pulmoner arter kateterleri (PAC), geleneksel olarak hemodinamik izlem için kullanılan invaziv yöntemlerdir. Bununla birlikte, bu yöntemlerin dezavantajları ve hataları vardır. Uzun yıllar boyunca, hemodinamik takip için altın standart PAC idi. Bununla birlikte, birçok çalışma, pulmoner arter kateterinin kritik hastalardaki sonuçları iyileştirmede ve zarar ile ilişkili olabileceğini göstermiştir. 1990'ların sonlarında, santral venöz kateterizasyon (CVC) yoluyla santral ven basıncı (CVP) izlenmesi, daha az

invaziv bir alternatif olarak ortaya çıktı; Bununla birlikte, bu uygulama da sorgulanmıştır (Marik 2008).

Hem CVP hem de pulmoner alveoler oklüzyon basıncının sıvı yanıtını öngörmede zayıf prediktif değere sahip olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, CVP, kapak yetersizliği, sağ ventrikül disfonksiyonu, pulmoner hipertansiyon ve solunum ile intratorasik basıncın değişimi de dahil olmak üzere bir dizi fizyolojik bozukluklardan etkilenir (Coudray 2005, Osman 2007, Marik 2008).

Santral venöz kateterler ve pulmoner arter kateterleri, santral venöz erişimi gerektirir. Bu nedenle aritmiler, vasküler veya kardiyak yapıların yaralanması, kateterle ilişkili kan dolaşımı enfeksiyonu, pnömotoraks ve venöz tromboembolizm gibi bir dizi komplikasyon ile ilişkilendirilmiştir. CVC'ler ve PAC'lerden alınan veriler hem tekniğin standardizasyonu hemde hemodinamik karmaşıklığı nedeniyle yorumlanması zor olabilir (Gnaegi 1997).

Standart hemodinamik monitorizasyonlarla ilgili eksiklikleri gidermeyi amaçlayan birtakım teknikler geliştirilmiştir, bunların birçoğu volüm durumu ve sıvı cevabını, kalp debisini ve doku perfuzyonunu tahmin etmek için karmaşık görüntüleme teknolojisi ve bilgisayar algoritmaları kullanmaktadır. Bu konuda tartışılan cihazların bazı sınırlamaları vardır, bunların bazıları kullanımlarının yaygın olmama nedenini açıklar. Birincisi, bu araçların birçoğu tescilli algoritmalar ve görüntüleme teknolojisini kullanır ve bu da geçerliliklerini doğrulamasını zorlaştırmaktadır. İkincisi, bazı cihazlar, uzman klinisyenler için bile zorlu olabilecek karmaşık yorum gerektiren veriler üretir (Ansari 2016).

2.3.2 Dinamik Ölçümler

Hedefe yönelik tedavide hemodinamik cevabın değerlendirilmesinde statik parametrelerin sınırlamaları göz önüne alındığında dinamik parametrelerin kullanılması daha üstün olabilir (Marik 2008, Renner 2009, Thiele 2015).

Dinamik parametreler, sistolik basınç, nabız basıncı ve strok volüm varyasyonunu içerir. Transözofageal ekokardiyografi ile izlenen hastalarda sol ventrikül boşluğundaki nitel veya niceliksel değişiklikler sıvı yanıtını değerlendirmek için dinamik bir parametre olarak kullanılabilir. Dinamik parametreler statik parametrelere göre daha iyi görünse de, dinamik parametreleri kullanan herhangi bir yöntemin, intraoperatif sıvı tedavisine kılavuzluk etmek için diğerlerinden daha iyi olduğunu gösteren hiçbir kanıt bulunmamaktadır (Gutierrez 2013, Reeves 2013).

Hemodinamik monitorizasyon araçlarında ortak olan temel fizyolojik ilke kalp-akciğer etkileşimidir (Pinsky 2014). Pozitif basınçlı ventilasyonun inspiratuar fazı

sırasında, intratorasik basınç yükselir, pasif olarak sağ atriyum basıncını arttırır, venöz dönüşü azaltır ve vena kavada distansiyona yol açar. Hem sağ ventrikül (RV) hem de sol ventrikül (LV) sıvıya duyarlıysa, bu RV atım hacminin düşmesine neden olur ve iki veya üç kalp atışından sonra LV atım hacmini düşürür. Preload bağımlı hastalarda, sol ventrikül atım hacminde ve arteriyel nabız basıncında döngüsel değişiklikler görülür. Değişikliklerin büyüklüğü sıvı cevabıyla orantılıdır (Michard 2007, Pinsky 2014).

2.3.2.1 Solunum Varyasyonu (Puls Kontur Analizi)

Solunum varyasyonuna dayanan göstergeler intraoperatif sıvı terapisine rehberlik etmek için de kullanılmaktadır (Thiele 2012, Doherty 2012, Thiele 2015). Mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda, inspirasyon intratorasik basıncı artırır ve sırasıyla sağ ventrikül dolum volümünü, sağ ventrikül atım hacmini ve sol ventrikül atım hacmini azaltır. Ekspirasyon sırasında ters etki meydana gelir. Böylece, arteriyel vazomotor tonus ve kardiyak fonksiyonun sabit kaldığı varsayılırsa venöz dönüşteki değişiklikler atım hacminde, sistolik kan basıncında, nabız basıncında ve pletismografik dalga formunda değişimlere yol açar. Sistolik basıncın, nabız basıncının veya atım hacminin normal solunum varyasyonu, yüzde 10'un altındadır (Cannesson 2011). Daha fazla varyasyon, sıvı cevabı olacağıının göstergesidir (Marik 2009). Bu nedenle, solunum varyasyonu yüzde 10 ile 15'ten büyükse, sıvı bolusları uygulanır. Ayrıca nabız basınç değişimi ve atım hacmi değişimi, sıvı tedavisine hasta yanıtında gösterir (Biais 2010, Yang 2013).

Her dinamik indeksin (sistolik basınç değişimi, nabız basıncı değişimi ve atım hacmi değişimi) avantaj ve dezavantajları vardır. Solunum varyasyonuna bağlı parametreler manuel veya otomatik olarak hesaplanabilir olmasına rağmen, görsel tahmin sıvı tedavisine kılavuzluk etmek için yeterli olabilir. Bir çalışmada, sıvı bolusuna duyulan ihtiyaç arteriyel dalga formundan görsel olarak hesaplanan sistolik basınç değişimleri ve hesaplanmış değerlerle karşılaştırılmıştır; görsellere dayalı tedavi grubunun yalnızca yüzde 1 tahmini yanlıştı (Thiele 2012). Sıvı tedavisine rehberlik etmek için kullanılan solunum varyasyonunun bir miktar kısıtlaması vardır. Respiratuvar varyasyon spontan solunum yapan hastalarda, kardiyak aritmi varlığı, 8 mL / kg'dan daha düşük tidal volüm, yüksek pozitif ekspirum sonu basınç, vazoaaktif ilaç kullanımı, açık göğüs prosedürleri sırasında, yüksek karın içi basınç varlığında ve sağ ventrikül yetmezliği olan hastalarda kullanılmaz (Lansdorp 2012).

Nabız basıncı varyasyonu (PPV)

Nabız basıncı (yani, sistolik ve diyastolik arteriyel kan basıncı arasındaki fark), pozitif basınçlı ventilasyonun yol açtığı solunum ile değişir. Nabız basıncı varyasyonu (PPV=

Pulse Pressure Variation), kan hacminin veya kalp ön yükünün bir göstergesi değil, Frank-Starling eğrisindeki pozisyonun bir işaretidir. Artan ön yük PPV'de azalmaya neden olur. Eğrinin düz kısmında kalan hastalar mekanik ventilasyonun yol açtığı ön yük değişikliklerine karşı duyarsızdır ve dolayısıyla nabız basıncında düşük bir değişime sahiptir, bu da sıvı yanıtı vermemesi anlamına gelir. Aksine, eğrinin dik kesiminde kalan hastalar mekanik ventilasyonla başlatılan ön yükteki döngüsel değişikliklere duyarlıdır ve dolayısıyla nabız basıncında daha fazla değişiklik (yani sıvıya duyarlı) gösterirler (Michard 2007).

Birçok çalışma, en azından yüzde 13 ile yüzde 15'lik bir PPV'nin sıvı cevabı ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu göstermiştir (Michard 2002, Marik 2009). PPV, tipik olarak, en yüksek nabız basıncı ile en düşük nabız basıncı farkının ortalama nabız basıncına oranı olarak hesaplanır. Arteriyel kateter kullanımı bu ölçümlerin doğruluğunu artırır.

$$PPV = 100 \times (PP_{maks} - PP_{min}) / PP_{ort}$$

PPV'yi ölçebilen, bazı cihazlar ve monitörler mevcuttur, ek olarak atım hacmi (SV) ve kalp debisini (CO) hesaplamak için birçok kompleks özel algoritmalar kullanılmaktadır (Marik 2011).

Bu tekniğin kullanımı mekanik olarak ventile edilen, sinüs ritminde, ≥ 8 mL / kg'lık tidal hacim alan ve ventilatörü kendiliğinden tetiklemeyen hastalarla sınırlıdır. Bu da genel olarak uygulanabilirliğini engellemektedir (Pinsky 2014). Buna ek olarak, tidal hacim ≤ 6 mL / kg ile havalandırılan hastalarda ventilasyon ile indüklenen siklik değişiklikler daha az belirgin olduğu için sıvı cevabına duyarlılık azalır (De Backer 2005). İntraabdominal hipertansiyonlu hastalarda sıklıkla anormal solunum sistemi uyumu gözlenmesine rağmen, PPV'nin bu durumda doğru olduğu düşünülmektedir (Jacques 2011).

Atım Hacmi Varyasyonu (SVV) : Atım hacmi, nabız basıncı ile doğrusal olarak ilişkilidir. SVV, PPV ile aynı fizyolojik ilkedeki çalışır. Çalışmalar SVV'nin $>10\%$ 'unun sıvı duyarlılığı ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Biais 2008, Biais 2009, Jacques 2011, Pinsky 2014). Bir örnek olarak, mekanik ventilasyon uygulanan 40 karaciğer transplant hastasını içeren bir çalışmada SVV eşiği $>10\%$, sıvı duyarlı hastaları 94% 'lük sensitivite ve spesivite ile ayırt etmiştir (Biais 2008).

PPV'ye benzer şekilde, SVV, tipik olarak, maksimum (SVmaks) SV ile minimum SV'nin (SVmin) farkının ortalama SV'ye (SVmean) oranı olarak tanımlanır.

$$SVV = 100 \times (SV_{maks} - SV_{min}) / SV_{ort}$$

Arteriyel kompliyans ve sistemik vasküler direnç biliniyorsa, SV arteriyel basınç dalga formundan hesaplanabilir. SVV, tipik olarak piyasada bulunan birkaç cihazla ölçülür. SVV, özofagus doppler, biyoimpedans ve biyo-reaktans teknolojisi kullanılarak aortik kan akış hızının ölçülmesi ile de saptanabilir. SVV, PPV ile aynı sınırlamalara sahiptir. SVV'nin spontan solunum yapan hastalara da uygulanabileceğini gösteren kanıtlar olmasına rağmen, bu geçerli değildir (Lanspa 2013). Hasta pozisyonu SVV doğruluğunu etkileyebilir. Bir çalışmada, 30 derece baş yukarı pron pozisyon, azalmış SV artmış SVV ile ilişkilendirilmiştir (Daihua 2012). Bir başka çalışmada pulmoner arter kateterinin hacim durumunun değerlendirilmesi ile zayıf korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (Eiferman 2016).

Pletismografik dalgaformu değişimi: PPV ve SVV ile aynı ilkeleri kullanarak, puls oksimetrenin pletismografik dalga formundaki varyasyon, sıvı yanıtının bir öncüsü olarak önerilmiştir. Pletismografik dalgaformu değişimi (PVI= Pleth variability index), ameliyathanede sıvı duyarlılığını az miktarda öngören otomatik bir algoritmadır (Cannesson 2008, Keller 2008). PVI, iki yoğun bakım ünitesinde yapılan çalışmada sıvı yanıtı ile ilişkili değildi ve acil servis ortamında sistematik olarak çalışılmamıştır (Maughan 2015).

2.3.2.2 Pasif Bacak Kaldırma veya Sıvı Bolus Testi

CO, PPV veya SVV'yi ölçmek için kullanılan birçok cihaz, bir hastanın sıvıya duyarlı olup olmadığını değerlendirmek için provokatif bir manevra ile kombine edilebilir.

Intravenöz Sıvı Bolus - Bir hastanın sıvıya duyarlı olup olmadığını değerlendirmek için küçük bir "test" bolus intravenöz sıvı (250 ile 500 mL, 5 ile 10 dakika boyunca) uygulanır, öncesi ve sonrasında bu parametreler ölçülebilir.

Pasif Bacak Kaldırma (PLR) - PLR de hastanın kendi intravasküler kanının alt ekstremitelerinden toraksa vermesi düşünülmektedir.

PLR aşağıdaki adımlarla yerine getirilir:

- 1-) Baş ve gövde 45 dereceye yükseltilmiş olarak hastayı yarı-yatar konuma getirin.
- 2-) Bir temel ölçüm elde edin (örn., CO başlangıç değeri).
- 3-) Hastanın üst gövdesini ve başını yatay konuma indirin ve bacakları bir dakika boyunca 45 derece yukarı kaldırın ve tutun.
- 4-) Sonraki ölçümü yapın (Marik 2011).

Zayıf bir şekilde tanımlanmış olmasına rağmen, çeşitli çalışmalarda sıvı yanıtını öngörmek için % 10'luk bir artış gösterilmiştir (Monnet 2012, Duus 2015). Provokatif manevralar kullanıldığında sıvıya duyarlı olanlarda SVV ve PPV'de bir azalma beklenir.

PLR ile bağlantılı olarak CO gibi bir debi değişkeni kullanıldığında PLR'nin prediktif değeri daha iyidir (Cherpanath2016). PLR'nin CO ile (veya diğer ilgili parametrelerin) güçlendirilmesinin, fizik muayene, santral venöz basınç ve inferior vena kava çapı solunumsal varyasyonu da dahil olmak üzere sıvı duyarlılığının diğer ölçümlerinden daha iyi olduğunu bildirmiştir (Bentzer 2016).

2.3.2.3 Ultrasonografi

Vena kava değerlendirmesi

Vena kava çapı ve vena kava kollapsibilitesinin dinamik ölçümleri intravasküler hacim durumunu tahmin etmek için önerilmiştir. Vena kava ile sağ atrium arasında bir kapakçık olmadığından, vena kava dolgunluğunun artmış sağ atrial basınç ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (De Vecchis 2015). Spontan solunum esnasında, intratorasik basıncın inspirasyonla azalması, kalbe doğru venöz dönüşün artmasına ve vena kavanın kollapsına neden olur. Aksine, pozitif basınçlı ventilasyon sırasında, intratorasik basınç artışı, kanı kalpten vena kava içine iterek, gerilmesine yol açar. Bu değişikliklerin büyüklüğünün, intravasküler hacim durumu ve sıvı duyarlılığı ile korele olduğu ileri sürülmüştür. (Rudski 2010).

Akciğer ultrasonografisi

"Sıvı toleransı" kavramının savunucuları, pulmoner ödem gibi hacim aşırı yük bulguları gelişene kadar hastaların sıvı resüsitasyonu almaları gerektiğine inanmaktadır (Hollenberg 2004, Marik 2011). Pulmoner ödemin radyografik ve klinik bulguları volüm aşırı yük bulguları ve sıvı resüsitasyonu için kötü son noktalardır (Marik 2011). İnterstisyel veya alveoler pulmoner ödemin göstergesi olan B-çizgilerinin sonografik değerlendirmesi ve ekstravasküler akciğer suyunun (EVLW) ölçümü, erken volüm aşırı yükünün değerlendirilmesine yardımcı olabilecek tekniklerdir ancak çalışmalar yetersizdir (Lichtenstein 2012, Volpicelli 2014).

Femoral ven çapı

Mekanik ventilasyonlu hastalarda femoral ven çapını ölçmek için yapılan ön çalışmalar, santral venöz basınç ölçümleri ile kabul edilebilir korelasyon olduğunu ileri sürmüştür ancak bu bulguları doğrulamak için ilave çalışmalara gerek duyulmuştur (Cho 2016).

2.3.3 Kalp Debisi

2.3.3.1 Arteriyel nabız dalga formu analizi

Piyasada bulunan bazı cihazlar, arteryal bir kateterden türetilen arteryal puls dalga formuna

dayalı olarak CO hesaplamaktadır. Bu cihazların bir kısmını bir PAC kullanarak termodilüsyon yöntemiyle karşılaştıran bir çalışmada, cihazların benzer ortalama CO değerleri üretmesine rağmen, dinamik tepkileri ve eğilimleri birbirleriyle kötü korelasyon göstermiştir (Hadian 2010).

Lityum seyreltme esaslı cihazlar

Bu cihazlar kalibrasyon ve seri kalp debisi ölçümleri için lityum seyreltme yöntemini kullanırlar. Lityum merkezi veya periferik bir damar yoluyla enjekte edilir ve bir lityum analizörü arteryeal hatta bağlanır. Bu analizör pulmoner arter kateteri termodilüsyon eğrisine benzer bir eğri oluşturarak yıkama eğrisini zamanla ölçer. İlk kalibrasyon sonraki ölçümler için kullanılır, bu nedenle ilave lityum enjeksiyonu gerekmez. Lityum dilüsyonu ile termodilüsyon arasındaki korelasyonun kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir. Yeniden kalibrasyon, önemli hemodinamik değişikliklerden veya vasküler direnci değiştiren diğer müdahalelerden sonra yapılmalıdır (Bein 2004, Marik 2007).

Termodinülasasyona dayalı cihazlar

Bu cihazlar ilk kalibrasyon için aortik transpulmoner termodilüsyon eğrisinin puls kontur analizini kullanır. Tipik olarak, küçük miktarda soğuk salin, santral vene enjekte edilir. Bir arteriyel kateterin sıcaklık sensörü tarafından alınan kan sıcaklıklarındaki değişikliklerin analizi ile çeşitli hemodinamik parametreler elde edilebilir. Bu cihaz, sistolik arteriyel dalga formu altındaki alanı belirleyerek CO verilerini üretir; bazı kanıtlar, bunun bir PAC'den türetilen termodilüsyon ile karşılaştırılabileceğini göstermektedir (Halvorsen 2006, Ostergaard 2006). Bir örnek olarak subaraknoid kanama nedeni ile komplike olan Takatsubo kardiyomyopati 46 hastayı içeren retrospektif bir çalışmada puls kontur kardiyak output analizi (PICCO) tabanlı CO ve ekokardiyografi ölçümleri arasında iyi korelasyon bildirmiştir (Mutoh 2014). Bununla birlikte, postoperatif 25 hastayı içeren başka bir çalışmada, termodilüsyona dayalı ölçümler PAC ölçümleri ile iyi korelasyon göstermezken, zamanla CO'da güvenilir değişiklikler izlemiştir (Ostergaard 2006).

Arteriyel dalga formu tabanlı cihazlar

Bu cihazlar, arter basıncı eğrisi boyunca birden çok basınç noktasını dönüştürür ve vasküler direnç verileri (yaş, cinsiyet, boy, ağırlık ve vücut yüzey alanından hesaplanan) ile bu verileri kullanarak kardiyak indeksi hesaplar (Marik 2013). Bazı çalışmalar modern cihazların daha iyi performans gösterdiğini belirtse de (Thiele 2015, Slagt C 2015), birçok çalışma, sıvı bolusları veya vazoaaktif ajanlar alan hemodinamik durumu kötü hastalarda, CO, sıvı duyarlılığı ve SV'yi öngörmede tutarsız olarak göstermiştir (De Backer D 2011, Monnet 2012, Thiele 2015). Bu cihazların, kalp dışı yüksek riskli cerrahilerde intraoperatif

kullanılması umut verici olabilir (Benes J. 2010)

2.3.3.2 Aortik Doppler

Aortik Doppler, kör olarak özofagusa (özofagus doppler) sokulabilen veya ön göğüs duvarına (yani, transkutanöz doppler) yerleştirilebilen bir doppler probu vasıtasıyla aorttaki kan akış hızını ölçer. Özofagus doppleriyle (genellikle ventilasyon uygulanan bir hastada sedasyon altında yapılır) CO, aort çapına, CO'nun inen aortaya dağılımına ve aortadaki kan akış hızına bağlı olarak hesaplanır. Transkutanöz doppler cihazlar sol ve sağ ventrikül çıkış yollarındaki hız-zaman integrali (VTI) ölçümlerini belirleyen tescilli bir algoritma kullanarak CO hesaplarlar. Özofagus Doppler de benzer patent algoritmalarını kullanmaktadır. Özofagus Doppler, operasyon odasında sıvı yönetimini yönlendirmek için başarıyla kullanılmıştır (Noblett 2006, Marik 2013). Transkutanöz cihazın çalışmaları farklı sonuçlar vermiştir (Thom 2010, Beltramo 2016).

Bu teknolojinin en büyük kısıtlılığı, doppler dalga formunun kan akışının yönü ile iyi hizalanması gerektiğinden, doğru pozisyonlamaya oldukça bağımlı olmasıdır. Kötü konumlandırma gerçek CO'yu daha az ölçme eğilimindedir (Marik 2013).

2.3.3.3 Ekokardiyografi

Hemodinamik bozukluk gösteren hastalarda ventrikül ve kapak fonksiyonlarının global olarak değerlendirilmesine ek olarak, CO, yatakbaşı ekokardiyografi kullanılarak değerlendirilebilir.

Kardiyak output, en yaygın olarak doppler zarfının (veya tracing'in) hız-zaman integralini (VTI), sol ventrikül çıkış yolu (LVOT) düzeyinde belirleyerek hesaplanabilir. Çoğu aygıt, bu hesaplamaları otomatikleştiren yazılımlar içerir. Karotis arterinde benzer ölçümler yapılabilir. Eğitimli hekimler bu yöntemleri kullanarak makul güvenilirlikle CO belirleyebilirler (Noritomi 2010, De Backer 2014). Karotis kan akışını kullanarak CO tespitinin, kardiyak arrest de dahil olmak üzere, birçok hastalık halinde uygulanabilir olduğu gösterilmiştir (Gassner 2015, Weber 2016). Sıvı bolusundan önce ve sonra seri ölçümler hacim cevabı ile ilişkilendirilmiştir (Mandeville 2012).

Ekokardiyografi operatöre bağımlıdır. Seri ölçümler zor olabilir, zira hasta veya transdüser pozisyonundaki ufak değişiklikler ölçümlerde büyük farklılıklara neden olabilir (Noritomi 2010).

2.3.4. Doku Perfüzyonu

Şok durumunda, arteriyel basınç ve CO gibi makro dolaşım ölçümler, anormal oksijen sunumu ve kullanımı karşısında normal olabilir. Doku seviyesinde şok göstergelerini ölçmek için cihazlar geliştirilmiştir.

Doku oksijen saturasyonunun ölçümü

Yakın kızıl ötesi spektroskopiyi (NIRS) kullanarak doku oksijen saturasyonu (StO) ölçümü, mikrodolaşımı incelemek ve doku seviyesindeki oksijen sunum ve tüketim dengesini değerlendirmek için hemodinamik izleme aracı olarak önerilmiştir.

StO, belirli bir dalga boyu aralıklarında doku emilim değerlerini ölçen, piyasada bulunan birkaç cihaz aracılığıyla NIRS kullanılarak transdermal olarak ölçülür (Pinsky 2014).

Vasküler oklüzyon testi (VOT) ile StO'nun, iki küçük çalışmada sepsis ve konjestif kalp yetmezliği olan hastalarda sonuç ve organ işlev bozukluğunu öngördüğü gösterilmiş ve ön çalışmalar, travma hastalarında yararlılığını göstermiştir (Creteur 2007, Guyette 2012, Masip 2013).

Bununla birlikte, StO değeri sınırlıdır, çünkü şok oldukça ilerlemiş olana kadar StO normal aralıkta kalır. Vasküler oklüzyon testi (VOT; kısa, belirlenmiş aralıklarla sistolik arter basıncının üzerine bir turnike veya sfigmomanometre uygulaması gibi) gibi dinamik bir iskemik zorlama eklenmesi StO'nun doku hipoperfüzyonunu tanımlama yeteneğini artırabilir (Gómez 2008).

Mikrosirkülasyon kan akışının ölçülmesi

Şok kaynaklı mikrosirkülasyonu disfonksiyon üzerine özellikle sepsis hastalarında önemli bir ilgi vardır. Dil altı mukozası embriyolojik kökeni splanknik dolaşım ile paylaştığı ve yatakbaşı kolaylıkla erişilebildiği için kritik hastalarda mikrosirkülasyonu değerlendirmek için tercih edilen araçtır. Sublingual mikrovaskülarizasyonun görüntülenmesi tipik olarak, NIRS gibi gelişmiş mikroskopik teknikler kullanılarak elde edilir (De Backer 2013).

Erken yapılan çalışmalar sepsis ve kardiyojenik şok hastalarında mikrovasküler akım değişikliklerini göstermiştir (De Backer 2002, De Backer 2004). Dil altı mikrosirkülasyonu kan akışındaki değişikliklerin septik şoklu hastalar arasındaki kötü sonuç ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Trzeciak 2008, Arnold 2012).

2.4 Vena Kava Ultrasonografisi

Ultrasonografi, anatomik anomalileri değerlendirmek için kullanılmıştır. Bununla birlikte özellikle hipovolemik hastaların bakımında meydana gelen fizyolojik değişimlerin değerlendirilmesi değer taşır. Tedavi öncesi ultrasonografi kullanımı arttıkça, noninvaziv intravasküler hacim durumunun değerlendirilmesinde kılavuzluk etmek için daha fazla kullanılmaktadır. İntravenöz sıvı replasmanı hipotansif hastalarda başlangıç tedavisi olmakla birlikte, agresif sıvı resüsitasyonu bazı hastalarda ve bazı şok tiplerinde zararlı

olabilmektedir (Dipti 2012).

Santral venöz basınç takibi sıvı yönetimine kılavuzluk etmek için uzun zamandır kullanılmaktadır. Bununla birlikte yoğun bakım hastalarında santral venöz basınç verilerinin intravasküler hacimle korelasyon göstermediği ve dahası invaziv hemodinamik monitorizasyonun hastalara ek fayda sağlamadığı gösterilmiştir (Marik 2008).

Preoperatif intravasküler volümün belirlenmesinin önemi göz önüne alındığında, hızlı sonografik inceleme, kritik hastaların tedavisine yön vermede faydalı olabilir (Shah 2005).

2.4.1 Fizyoloji

İVK kollapsibilitesi intravasküler volüm durumunun daha iyi bir göstergesidir. İnciriyumla beraber azalan intratorasik basınç nedeniyle venöz kan vücudun alt yarısından sağ atriuma dolar. Bu eylem İVK çapında geçici bir azalmaya sebep olur. Ekspiryumla beraber İVK çapı tekrar yükselir ve bazal değere döner. İncirior vena kava kollapsibilite indeksi (İVK-Kİ=Kaval indeks) maksimum (ekspiryum) ve minimum (inspiriyum) İVK çapı arasındaki farkın maksimum çapa bölünmesi olarak tanımlanır. İVK-Kİ spontan soluyan hastalarda sağ atrial basıncın tahmininde kullanılır (Kircher 1990, Yildirimturk 2011).

Minimal respiratuar kollaps olan hastalarda kuvvetli bir inspiriyum yaptırılması, zayıf inspiratuar efor ile artmış sağ atriyal basınç arasında ayırım yapar. Bununla birlikte, normal solunum sırasında alınan ölçümlerde makul derecede doğrudur (Brennan 2007).

Amerikan Ekokardiyografi Derneği güncel kılavuz bilgileri İVK çapı ve kollapsibilitesinin volüm durumunun değerlendirilmesinde kullanımını desteklemektedir (Rudski 2010). Çalışmalar volüm durumunun değerlendirilmesi için spesifik İVK çapı ve kaval indeks kullanımını önermiştir (Kircher 1990, Brennan 2007). Bir çalışmada maksimum İVK çapı için katof değeri 2 cm kullanıldığında yüksek sağ atriyum basıncını öngörmeye sensitivite ve spesivitesi yüksek bulunmuştur (Brennan 2007). %50 den büyük kaval indeks özellikle küçük İVK çapı ile kombine edildiğinde düşük volüm durumunu göstermektedir. Tersine düşük kaval indeks ve büyük İVK çapı yüksek volüm durumunu göstermektedir (Dipti 2012).

İncirior vena kava çapı mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda sağ atriyal basınçların tahmininde kullanılamaz (Jue 1992). Mekanik ventilasyon solunum döngüsü sırasındaki venöz dönüş hemodinamiğini tersine çevirir. Pozitif basınç esnasında, intratorasik basınç yükselir ve İVK'den sağ atriuma venöz dönüş engellenir. Ekspirasyon sırasında, intratorasik basınç daha düşüktür ve venöz dönüş artar. Normal sağ atriyum

basıncına sahip bir hastada, bu periyodik venöz dönüş, solunum döngüsü boyunca İVK boyutunda çok az değişiklik oluşturur. Ancak bir hastada intravasküler hacim azaldığında, sağ atriyum ve İVK daha uyumlu hale gelir ve İVK boyutu pozitif basınçlı inspirasyonla artar. Mekanik olarak ventilasyon uygulanan hastalarda İVK değerlendirmesi, sıvı yüklemesinin atım hacmi ve kalp debisini artırmasını beklendiğini durumları öngörmek için kullanılmıştır. İVK distensibilite indeksi olarak bilinen pozitif basınçlı ventilasyondaki İVK varyasyonu, minimum ve maksimum İVK çap farkının minimum çapa bölünmesiyle elde edilir. Volüm durumunu belirten İVK kollabsibilite özelliğinin aksine, distensibilite indeksi, ön yük bağımlılığını değerlendirmek ve sıvı cevabını tahmin etmek için kullanılmıştır, böylece solunum varyasyonlarının olmaması, volüm ekspansiyonunun muhtemelen etkili olmayacağını gösterir (Barbier 2004, Feissel 2004). Solunumla % 12-18 oranı arasında İVK çapında değişiklik, mekanik olarak ventile edilen hastalarda sıvı yanıtıyla (sıvı bolus sonrası CO'nun % 15'in üzerinde bir artış olarak tanımlanmaktadır) ilişkilidir (Barbier 2004, Feissel 2004).

2.4.2 Anatomi ve tarama tekniği

Aortun sağında retroperitonda konumlanan İVK'yı değerlendirmek için düşük frekanslı (3.5-5 MHz) bir transduser (konveks veya sektör prob) kullanılır. İnce duvarları ve solunum varyasyonu ile ayırt edilir. İVK karaciğer arkasından geçer, hepatik venler toraks boşluğuna girmeden önce İVK' ya katılır ve İVK sağ atriuma drene olur. Literatürde İVK çapının ölçülmesi gereken yere ilişkin önemli farklılıklar mevcuttur. Çoğu çalışma, ölçümün sağ atrium ile olan kavşaktan uzak ve bu noktadan 3 cm içeride olması gerektiğini kabul eder (Kircher 1990, Brennan 2007, Feissel 2004, Sefidbakht 2007, Weekes 2011). Diğer çalışmalar, hepatik venlerle olan kavşakta veya yakınında İVK'yi ölçmektedir (Lyon 2005, Akilli 2010). Sıklıkla ölçülen yerleri karşılaştıran bir çalışma, İVK'nın sağ atriyum ile olan bağlantısında meydana gelen varyasyonun, hepatik venlerden uzaktaki bölgelerdeki varyasyonla korelasyon göstermediğini bulmuştur (Wallace 2010). Amerikan Ekokardiyografi Derneği rehberi, İVK'nın sadece sağ atriyumdan yaklaşık 0,5 ile 3 cm uzaklıkta, hepatik venlerin yakınında değerlendirmesini önermektedir (Rudski 2010). İVK'yı görüntülemek, sağ ventrikül ve sağ atriymu tanımlamak için prob işareti lateralde olacak şekilde, subksifoid 4 odacıklı konuma yerleştirilir. Prob sefale doğru ilerledikçe İVK'nın sağ atriyma yakınsaması görülecektir. İVK, özellikle İVK ile hepatik venlerin birleşimini gösterbilmek için, aşağı doğru takip edilmelidir. İVK, longitudinal düzlemde de değerlendirilebilir. Bu görüş açısında, prob uzunlamasına bir yönelim ile, 4 boşluk

subksifoidden 2 boşluk subksifoid yöne döndürülür. Bu görünüm, İVK'nin hepatic segment boyunca görselleştirilmesine imkan tanısa da, silindir teğet etkisi olarak bilinen yaygın bir hataya bağlı olarak İVK'nın gerçek boyutu daha düşük ölçümle sonuçlanabilir. Bu etki, ultrason ışınının merkezden uzaktaki bir düzlemde uzunlamasına olarak damar boyunca ilerlemesi durumunda oluşur. İVK boyutunu hatalı ölçmeden kaçınmanın bir yolu, en büyük boyut belirlenene kadar probu lateral ve medial açıda yönlendirmektir. İVK'nın çapı, inspiryum sonunda ve ekspiryum sonunda İVK'nın uzun eksenine dik olarak ölçülmelidir. Küçük çaplı İVK ile büyük inspiratuar kollaps (yüksek kaval indeks), düşük hacimli durumlarla ilişkilidir. Tersine, minimal kollaps olan (düşük kaval indeks) büyük bir İVK, kardiyojenik veya obstrüktif şok gibi yüksek hacimli bir durumu göstermektedir. Diyaframın, özellikle kuvvetli inspirasyon veya koklama esnasında hareketi İVK'yı proba göre yerinden ederek aynı yerde karşılaştırmalı ölçümler elde etmeyi zorlaştırabilir. Kısa ekseninde, ekspirasyon sırasında ölçülen bölgenin konumlandırılması için inspirasyon esnasında probun aşağıya doğru açılması gerekebilir. Uzun ekseninde, solunumla İVK'nin yer değiştirmesi nedeniyle, doğru ölçüm için aşağı veya yana doğru açılma gerektirebilir (teğetsel ölçümü önlemek için). Her iki yönlendirmede de, İVK'nin değişik solunum döngüleri boyunca gözlemlenmesi önerilir. İVK'nın M mod doppler sonografisi, kısa ve uzun eksenlerde hastanın solunum döngüsü sırasında İVK çapındaki mutlak boyut ve dinamik değişiklikleri grafik olarak belgelemek için kullanılabilir. Bununla birlikte, M mod sonografi ile inspirasyon sırasında İVK'nın proba göre yer değiştirmesinden dolayı yanlış ölçümler yapabileceğini unutulmamalıdır. İVK hareket ile M-mod imlecinin düzleminden uzaklaşması, M-mod trasesinde damar kollapsı gibi görünebilir. Bu nedenle, damar boyutunun ve kollapsının yanlış tahmin edilmesini önlemek için İVK varyabilitesi yeterince gözlemlendikten sonra M-mod sonografinin kullanılması önerilir (Seif 2012).

2.4.3 Kanıt

Çap, kollapsibilite ve distensibilite (mekanik ventilasyonlu hastalarda) gibi normal İVK parametrelerini tanımlamak için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. İVK kollapsibilitesinin değerlendirilmesi, kaval indeksi uç noktalara yaklaşan kritik hastalarda yararlıdır. Ayrıca, bu parametrelerin iyileştirilmesini değerlendirmek için resüsitasyon sırasında kaval sonografi tekrar edilebilir. İVK değerlendirilmesinin, hipotansiyonun ayırıcı tanısında hekimin tanısal doğruluğunu iyileştirdiği gösterilmiştir (Jones2004). Yakın zamanda yapılan prospektif bir çalışmada, sepsis şüphesi olan hastalarda kardiyak kontraktilite ve İVK kollapsibilitesini değerlendiren sonografinin hekimin kesinliğini arttırdığı ve tedavi planlarının % 50'sinden

fazlasını değiştirdiği gösterilmiştir (Haydar 2012). Sıvı tedavisine rağmen İVK'nin yetersiz genişlemesi travma hastalarında hipovoleminin belirlenmesi için kan basıncından daha duyarlı olduğu gösterilmiştir (Yanagawa 2007). Travma hastalarında yapılan bir başka çalışmada, kritik hastaların sıvı durumunun ve resüsitasyonunun değerlendirilmesinde yatak başı kaval sonografinin değeri gösterilmiştir (Ferrada 2012). Akut dispne nedeniyle acil servise başvuran hastalarda yapılan bir alışma, İVK sonografinin konjestif kalp yetmezliği ve hacim aşırı yükü olan hastaları hızla tanımladığını göstermiştir (Blehar 2009).



3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, 2016/761 sayılı Etik Kurul onayı alındıktan sonra, Ocak 2017- Haziran 2017 tarihleri arasında Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Ameliyathanesinde Helsinki deklarasyonuna uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Katılımcılar, çalışma öncesinde, çalışma ile ilgili tüm detaylar hakkında hem sözel hem de yazılı olarak bilgilendirildi ve katılımcılar için aydınlatılmış onam belgesi düzenlendi.

Örneklemin boyutunu belirlemek için G Power Software kullandık. *F* testi için% 90 güç,% 5 tip I hata düzeyi ve% 25 etki boyutu ile iki grubu karşılaştırmak için toplam 84 hastanın (her bir grup için 42 hasta) gerekli olduğunu hesapladık. Dışlama olasılığını hesaba katarak 100 hasta kayıt ettik. Çalışma prospektif gözlemsel olarak planlandı.

Genel anestezi altında gastrointestinal cerrahi operasyon geçirecek 18-65 yaş arası American Society of Anaesthesiologists physical status classification (ASA) I-II, barsak hazırlığı yapılan (n=42) ve barsak hazırlığı yapılmayan (n=42) toplam 84 hasta dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen 84 olgunun 42'sine kolesistektomi operasyonu, diğer 42 olguya kolorektal cerrahi uygulanmıştır. Kolorektal cerrahi planlanan hasta grubuna preoperatif olarak barsak hazırlığı yapılmıştır. Hastalara barsak hazırlığı işleminden iki gün önce berrak diyetle başlanması, 24 saat önce 20 ml Sennozit A-B ve kalsiyum tuzunu içeren laksatif solüsyon ve 8 saat arayla sulu lavman şeklinde uygulanmıştır.

İntraabdominal basınç artışı, kalp yetmezliği, zor havayolu, kronik obstruktif akciğer hastalığı, diüretik kullanımı, ACE-ARB kullanımı, gebelik, periferik vasküler hastalık, pulmoner hipertansiyon öyküsü bulunan hastalar çalışma dışı bırakıldı

Genel anestezi altında gastrointesitinal cerrahi operasyon geçirecek çalışma kapsamındaki hastaların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, boy, kilo, BMI), mekanik barsak hazırlığı yapıp yapılmadığı, ASA sınıflaması, yandaş hastalıkları, preoperatif kullandığı ilaçlar, preoperatif açlık süresi, cerrahi tipi kaydedildi.

Rutin monitorizasyon ve premedikasyon sonrası kan basıncı, kalp atım hızı bazal değerleri ölçülerek kaydedildi.

İVK ultrasonografi ölçümleri genel anestezi öncesinde, supin pozisyonda, spontan solunum esnasında yapıldı.

Mindray M7 ultrason makinesi, abdominal mod, sektör prob kullanıldı.

Ultrasonografi işlemi usg eğitimi alan daha önceden 30 dan fazla ölçüm yapan deneyimli anestezi uzmanları tarafından gerçekleştirildi.

Her hasta için İVK ultrasonografisi Amerikan Ekokardiografi tarafından tanımlan metodolojiye göre subkostal bir yaklaşımla ara median long-axis eksenli bir görüntü kullanılarak gerçekleştirildi. İlk olarak başlangıç sağ atrium olacak şekilde İVK' nın 2 boyutlu görüntüsü elde edildi. Pulse wave dopler aortadan İVK yı ayırt etmek için kullanıldı. Solunum ile İVK çapındaki değişkenlerin ölçümü sağ atrium 2-3 cm distalinden yapıldı. M- mod kullanılarak en az üç kere ekspiryum (İVK maks) ve inspiryum (İVK min) çapları ölçülüp kollapsibilite indeksi (İVK-Kİ) hesaplandı . $İVK-Kİ = (İVK maks-İVK min)/İVK maks \times 100$.

Herhangi 2 görüntü arasında İVK maks ölçümlerinde 0,2 cm den fazla farklılık varsa hastanın verileri çalışma dışı bırakıldı.

Çalışma dışındaki bir anestezi uzmanları tarafından standart, rutin genel anestezi induksiyonu gerçekleştirildi. İndüksiyon da kullanılan ajanlar ve dozları kayıt altına alındı. Kan basıncı ölçümleri noninvaziv osilometrik veya invaziv arter monitorizasyonu kullanılarak yapıldı. İndüksiyon sonrası hipotansiyon nedeniyle vazoaaktif ilaç kullanılan hastalar ve ilaç miktarı kayıt altına alındı. İndüksiyon sonrası cerrahi insizyona kadar hastaların kalp atım hızı ve kan basıncı ölçümleri her iki dakikada bir gerçekleştirildi. Cerrahi insizyonla beraber çalışma sonlandırıldı.

Ortalama arter basıncında %30 dan fazla düşüş, ortalama arter basıncı < 60 mm hg veya vazopressor ilaç kullanımı hipotansiyon olarak kabul edildi.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Toplanan verilerin analizi için SPSS 20.00 (*Statistical Package for Social Sciences, Inc., Chicago, IL*) programı kullanıldı. Elde edilen sürekli değişkenler ortalama \pm SD veya sayı (%) olarak belirtildi. Kategorik değişkenlerin sunumunda sayı ve % değerleri kullanıldı. Elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu "*Kolmogorov-Smirnov testi*" kullanılarak yapıldı. Nonparametrik değişkenleri "*Mann-Whitney-U*" testi kullanılarak değerlendirildi. İki grup karşılaştırılmasında ve kategorik değişkenlerin incelenmesinde "*Ki Kare testi*" kullanıldı. Grupların hipotansiyonu doğru bir şekilde tahmin etmeye yönelik prediktif yeteneği, *ROC (Receiver operating characteristic) eğrisi ve eğri altında kalan alan (AUC)* hesaplayarak değerlendirildi. Barsak hazırlığı ile ultrason ölçüm değerleri ve hipotansiyon arasındaki korelasyon katsayıları ve istatistiksel anlamlılık Pearson testi ile hesaplandı. Analizlerde anlamlılık düzeyi için p değeri 0,05'ten küçük olan değerler kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışma anestezi induksiyonu öncesi inferior vena kavanın, ultrasonografi ile değerlendirildiği gastrointestinal cerrahi operasyon geçiren 100 hastada gerçekleştirildi. 16 (%16) hasta yetersiz görüntü kalitesi nedeniyle final analizine dahil edilmedi.

Çalışmaya dahil edilen 35'i erkek (%41,7) ve 49'u kadın (%58,3), toplam 84 olgunun demografik verileri tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo4.1. Çalışmaya dahil edilen olguların demografik verileri (%) (Ort±SD)

	Sayı (%)-(Ort±sd) (N=84)
Cinsiyet(Erkek/Kadın)	35 (%41,7)/ 49 (%58,3)
ASA (I/ II)	28 (%33,3)/ 56 (%66,7)
Boy (m)	1,65±0,86
Ağırlık (kg)	78,69±14,80
Yaş (yıl)	50,83±12,35
VKİ (kg/m²)	28,86±5,49

Çalışmaya dahil edilen 84 hastanın komorbid durumları değerlendirildiğinde olguların 7'sinde koroner arter hastalığı (KAH), 16'sında diyabetes mellitus (DM) ve 19'unda hipertansiyon öyküsü mevcuttu. Bu hasta grubunun 13'ü beta bloker, 14'ü antidiyabetik, 6'sı kalsiyum kanal blokeri, 5'i antiagregan, 3'ü antidepresan ilaç kullanım hikayesi mevcuttu.

Çalışmaya dahil edilen 84 hastanın 39'unda (% 46.4) genel anestezi induksiyonundan sonra hasta çalışma kriterlerine göre hipotansiyon gelişti.

Hipotansiyon gelişen hastaların 13'ünde ortalama arter basıncının 60 mmHg'nın altına düştüğü gözlemlendi. Bu 13 olgunun 9 una vazopressör olarak efedrin uygulanmıştı. Kalan 4 hasta anestezi derinliği azaltılarak tedavi edilmişti.

Çalışmaya dahil edilen hipotansiyon gelişen (% 46.4) ve hipotansiyon gelişmeyen (% 53.6) olguların yaş, cinsiyet, BMİ, boy, kilo, ASA fiziksel durumu, açlık süresi ve kalp hızı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi (p>0,05). (Tablo 4.2).

Hipotansiyon gelişen olgularda dİVKmaks 15,81±3,25 mm, İVK-Kİ %40,41±16,74 iken, hipotansiyon gelişmeyen olgularda sırasıyla 14,18±3,34 mm ve % 27,27±11,04 idi. Bu iki grup arasında İstatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu (p<0,05).

Hipotansiyon gelişen olgularda bazal sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB), ve ortalama arter basıncında (OAB) düşüş yüzdesi hipotansiyon gelişmeyen olgulara göre daha yüksek olarak gözlemlendi ve iki grup arasında İstatistiksel olarak anlamlı fark söz konusu idi (p<0,05).

En düşük ortalama arter basıncı değeri hipotansiyon gelişen olgularda 62,20±11,02 mmHg iken, hipotansiyon gelişmeyen olgularda 71,48±7,39 mmHg olarak gözlemlendi ve istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu (p<0,05).

Hipotansiyon gelişen olgularda propofol dozu ortalaması 1,62±0,481 mg iken, hipotansiyon gelişmeyen olgularda 1,82±0,446 mg idi ve istatistiksel anlamlı fark mevcuttu (p<0,05) (Tablo 4.2).

Tablo.4.2. Çalışmaya dahil edilen hastaların hipotansiyon gelişimine göre verilerin değerlendirilmesi (Ort±sd)

	Hipotansiyon Gelişmeyen Hastalar (n=45)	Hipotansiyon Gelişen Hastalar (n=39)	P değeri
Yaş (yıl)	49,02±12,043	52,92±12,541	0,150
Cinsiyet (E/K)	17(48,6)/28(57,1)	18(51,4)/21(42,9)	0,437
VKİ (kg/m ²)	28,14±5,189	29,71±5,785	0,193
Boy (cm)	1,65±,081	1,65±,09	0,881
Kilo (kg)	76,66±14,40	81,02±15,11	0,180
ASA (I/II)	19(67,9)/26(46,4)	9(32,1)/30(53,6)	0,063
Açlık süresi (saat)	10,33±2,47	11,46±2,67	0,061
Propofol dozu (mg/kg)	1,82±0,446	1,62±0,481	0,047*
KH (atım/dk)	83,57±11,120	78,87±11,61	0,062
SAB bazal (mmHg)	129,46±14,87	141,48±19,86	0,002*
DAB bazal (mmHg)	71,88±8,54	78,17±10,00	0,003*
OAB bazal (mmHg)	91,88±8,65	102,69±13,15	0,000*
OAB (mmHg) en düşük	71,48±7,39	62,20±11,02	0,000*
OAB (mmHg) düşüş yüzdesi	21,98±6,77	39,38±7,58	0,000*
İVK-Kİ	27,27±11,04	40,41±16,74	0,000*
dİVKmaks (mm)	15,81±3,25	14,18±3,34	0,027*

*p<0,05 gruplar arası anlamlı fark

Çalışmaya dahil edilen hipotansiyon gelişen 39 olgu ile hipotansiyon gelişmeyen 45 olgunun komorbid durumları ve kullandıkları ilaçlar karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlenmedi ($p>0,05$). (Tablo)

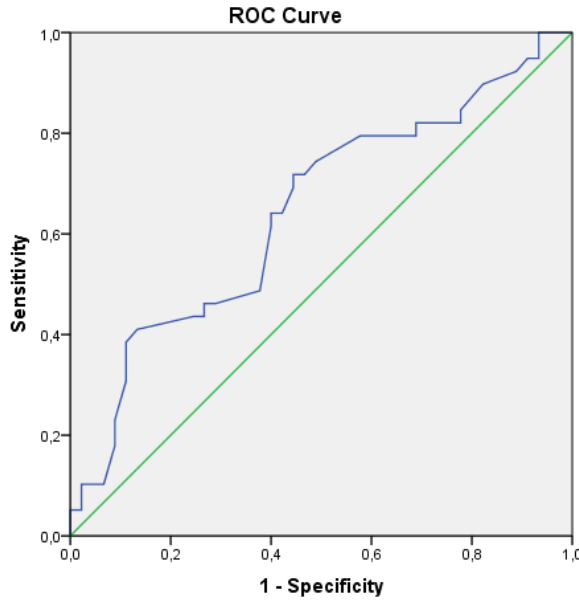
Hipotansiyon gelişen 39 olgunun 27'sinde (%64,3), hipotansiyon gelişmeyen 45 olgunun 15'inde (%35,7) barsak hazırlığı yapıldığı gözlendi ve istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu ($p<0,05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Hipotansiyon gelişen ve hipotansiyon gelişmeyen hastaların komorbid durumlarının ve kullandıkları ilaçların değerlendirilmesi

	Hipotansiyon Gelişmeyen Hastalar (n=45)	Hipotansiyon Gelişen Hastalar (n=39)	P Değeri
Koroner arter hastalığı	2 (4,4)	5 (12,8)	0,166
Diyabetus mellitus	9(20,0)	7(17,9)	0,811
Hipertansiyon öyküsü	8(17,8)	11(28,2)	0,255
Kalsiyum kanal blokeri	2(4,4)	4(10,3)	0,302
Barsak hazırlığı	15(35,7)	27(64,3)	0,010*

* $p<0,05$ gruplar arası anlamlı fark

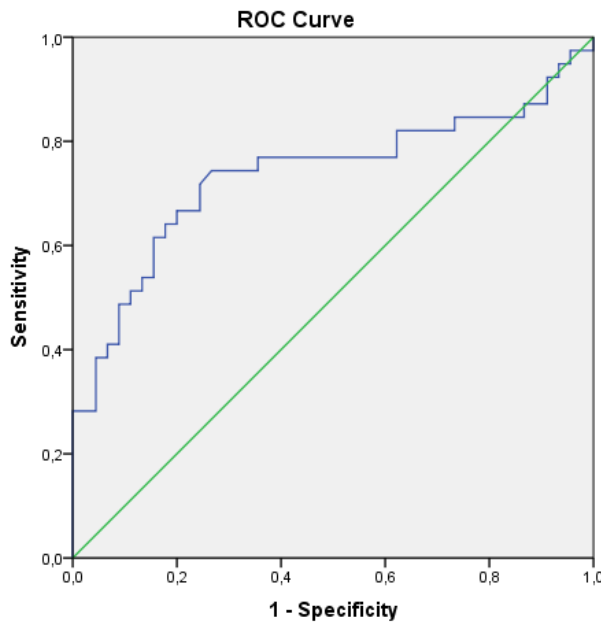
Grafik 4.1. Hipotansiyon vena kava inferior maksimum ROC analizi



Olgularda hipotansiyon gelişimini öngörmeye vena kava inferior maksimum değerlerinin tanısal bir değerin olup olmadığı Receiver Operating Characteristics (ROC)

eğrisi analizi ile incelendi. ROC analizi ile yapılan değerlendirme de olguların vena kava inferior maksimum değerlerinin hipotansiyon gelişimini öngörmeye tanısal değeri olduğu saptandı. Eğri altında kalan alan (AUC):0.644, %95 CI:0.524-0.763, $p<0.024$). ROC eğrisi analizi ile vena kava inferior maksimum değerlerinin için cut-off değeri 15.750 olarak bulundu. 15.750 cut-off değeri için spesifite ve sensitivite sırasıyla %55.6-%71.8 olarak bulundu (Grafik 4.1).

Grafik 4.2. Hipotansiyon kollabsibilite indeksinin ROC analizi



Olguların hipotansiyon gelişimini öngörmeye kollabsibilite indeksinin tanısal bir değerinin olup olmadığı Receiver Operating Characteristics (ROC) eğrisi analizi ile incelendi. ROC analizi ile yapılan değerlendirme de hastaların kollabsibilite indeksinin hipotansiyon gelişimini öngörmeye tanısal değeri olduğu saptandı. AUC(Eğri altında kalan alan):0.737, %95 CI:0.622-0.852, $p<0.001$). ROC eğrisi analizi ile Kollabsibilite indeksi için cut-off değeri 32.7460 olarak bulundu. 32.7460 cut-off değeri için spesifite ve sensitivite sırasıyla %83.3-%74.4 olarak bulundu (Grafik 4.2).

Hipotansiyon dİVKmaks arasındaki korelasyon negatif ters yönlü ($r=-0,242$) gözlenmekle birlikte, istatistiksel olarak anlamlı idi ($p=0,013$). Hipotansiyon İVK-Kİ arasındaki korelasyon ise pozitif yönlü ($r= 0,429$) ve istatistiksel olarak anlamlı idi ($p=0,000$). Barsak temizliği dİVKmaks arasında ki korelasyon negatif ters yönlü yönlü ($r=-0,318$) ve istatistiksel olarak anlamlı idi ($p=0,002$).

Çalışmaya dahil edilen barsak hazırlığı yapılan (42) ve barsak hazırlığı yapılmayan (42) hastaların yaş, boy, VKİ, kilo, ASA, kalp hızı, SAB, DAB, OAB bazal değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$). (Tablo 4.4).

Barsak hazırlığı yapılan olgularda açlık süresi ortalama $11,90\pm 2,69$ saat iken, barsak hazırlığı yapılmayan olgularda $9,80\pm 2,09$ saat idi. İstatistiksel anlamlı fark gözlendi ($p<0,05$).

dİVKmaks barsak hazırlığı yapılanlarda $13,99\pm 2,85$ mm iken, barsak hazırlığı yapılmayanlarda $16,12\pm 3,55$ mm idi. İstatistiksel anlamlı fark gözlendi ($p<0,05$).

dİVKmin barsak hazırlığı yapılanlarda $8,45\pm 3,296$ mm iken, yapılmayanlarda $12,11\pm 3,86$ mm idi. İstatistiksel anlamlı fark gözlendi ($p<0,05$).

Barsak hazırlığı yapılan olgularda en düşük OAB $67,07\pm 14,60$ mmHg iken, barsak hazırlığı yapılmayan olgularda $70,14\pm 8,91$ mmHg idi. İstatistiksel anlamlı fark gözlendi ($p<0,05$).

OAB düşüş yüzdesi barsak hazırlığı yapılanlarda $34,60\pm 11,57$ iken, barsak hazırlığı yapılmayanlarda $25,52\pm 8,98$ idi. İstatistiksel anlamlı fark gözlendi ($p<0,05$).

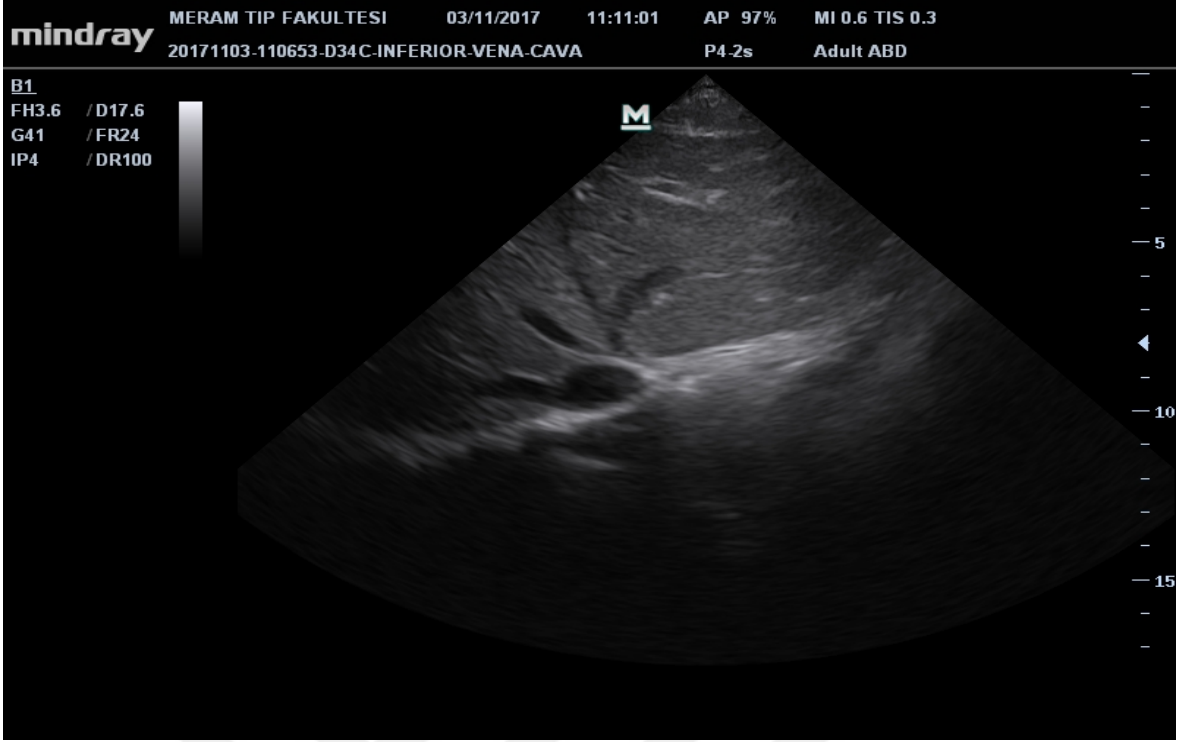
İVK-Kİ barsak hazırlığı yapılanlarda $40,62\pm 14,33$ iken, barsak hazırlığı yapılmayanlarda $26,12\pm 12,87$ idi. İstatistiksel anlamlı fark gözlendi ($p<0,05$).

Barsak hazırlığı yapılan olgularda kullanılan propofol dozu ortalaması $1,62\pm 0,48$ iken, hazırlık yapılmayan olgularda $1,84\pm 0,43$ idi. İstatistiksel anlamlı fark gözlendi ($p<0,05$) (Tablo 4.4).

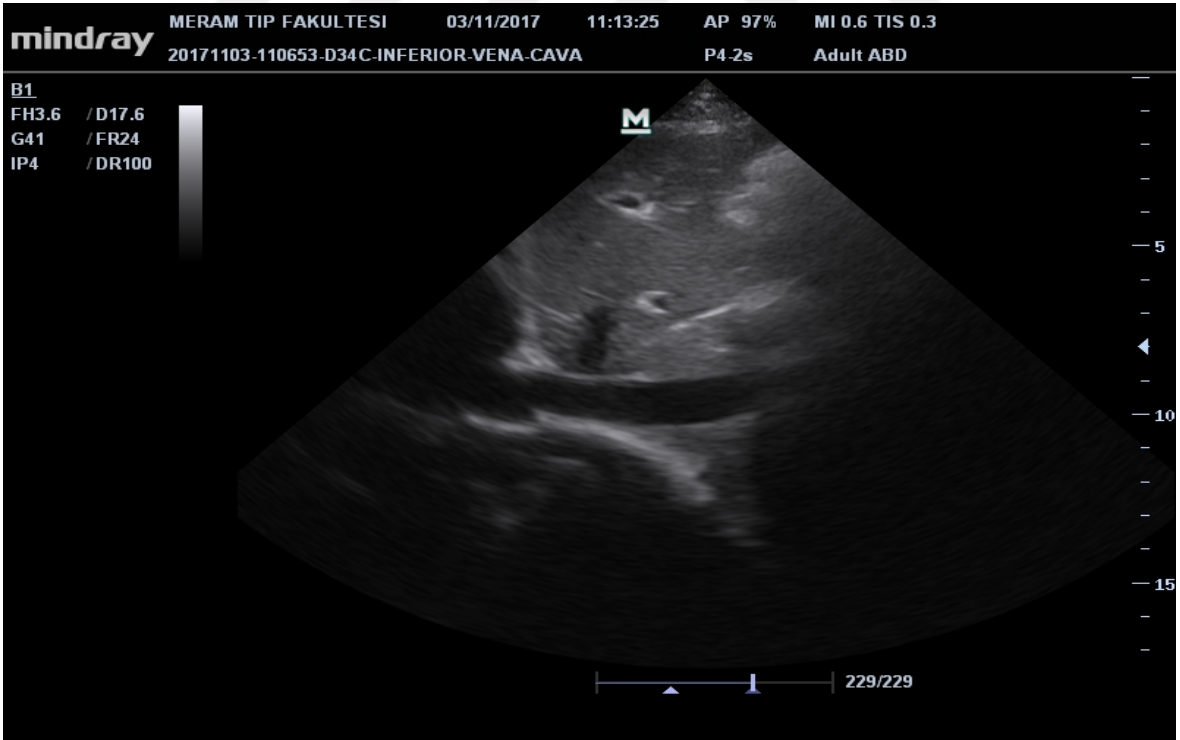
Tablo 4.4.Çalışmaya dahil edilen hastaların barsak hazırlığına göre verilerin değerlendirilmesi (Ort±SD)

	Barsak hazırlığı YOK (n=42) (Ort±SD)	Barsak hazırlığı VAR (n=42) (Ort±SD)	P Değeri
Yaş (yıl)	48,62±11,49	53,05±12,92	0,101
Cinsiyet (E/K)	12(34,4)/25(67,6)	23(48,9)/24(51,1)	0,128
VKİ (kg/m²)	29,83±5,84	27,90±5,01	0,108
Boy (cm)	1,63±,076	1,67±,09	0,052
Kilo (kg)	79,54±15,38	77,83±14,33	0,599
ASA (I/II)	17(40,5)/25(59,5)	11(26,2)/31(73,8)	0,165
Açlık süresi (saat)	9,80±2,09	11,90±2,69	0,000*
dİVKmaks (mm)	16,12±3,55	13,99±2,85	0,003*
dİVKmin (mm)	12,11±3,86	8,45±3,296	0,000*
İVK-Kİ (%)	26,12±12,87	40,62±14,33	0,000*
KH (atım/dk)	82,59±20,02	83,45±11,53	0,811
SAB bazal (mmHg)	132,50±17,64	137,59±18,76	0,204
DAB bazal (mmHg)	74,11±8,97	75,50±10,47	0,518
OAB bazal (mmHg)	94,76±11,40	99,04±12,67	0,107
OAB En düşük (mmHg)	70,14±8,91	67,07±14,60	0,008*
OAB düşüş yüzdesi (mmHg)	25,52±8,98	34,60±11,57	0,000*
Propofol dozu (mg/kg)	1,84±0,43	1,62±0,48	0,034*

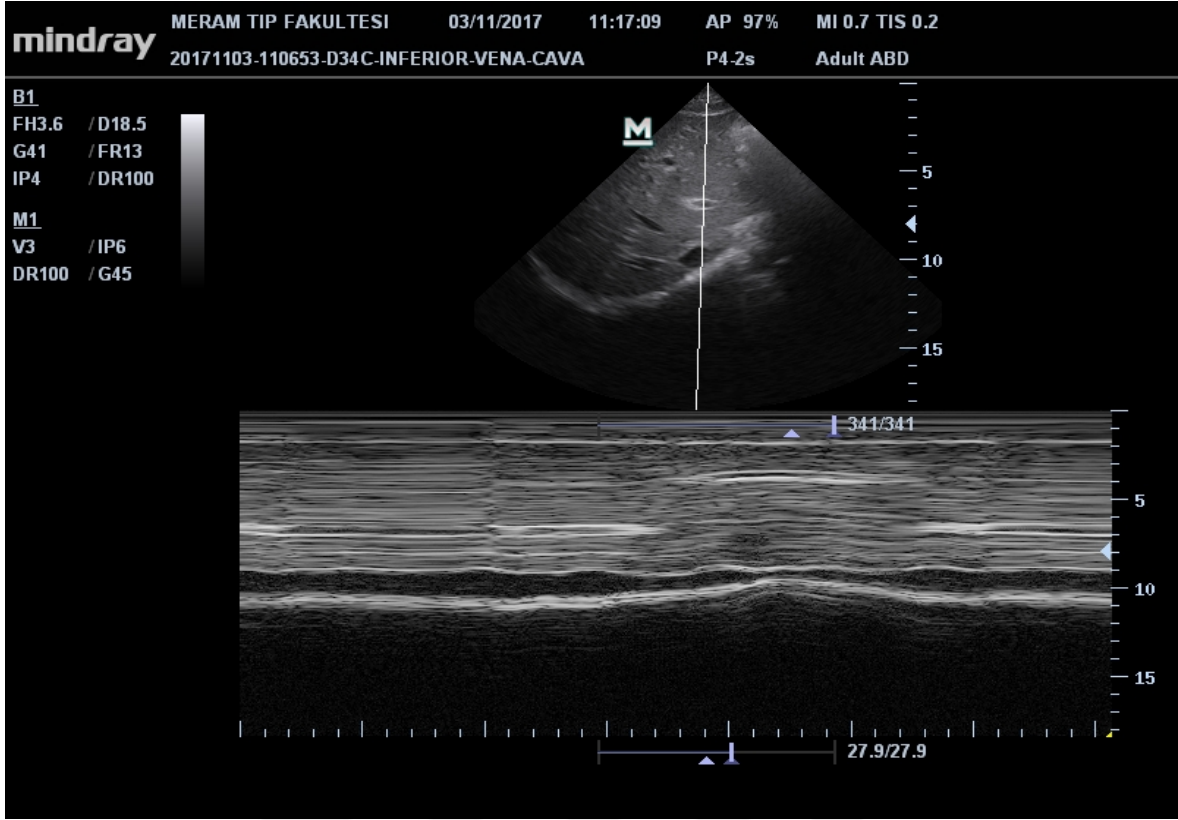
*p<0,05 gruplar arası anlamlı fark



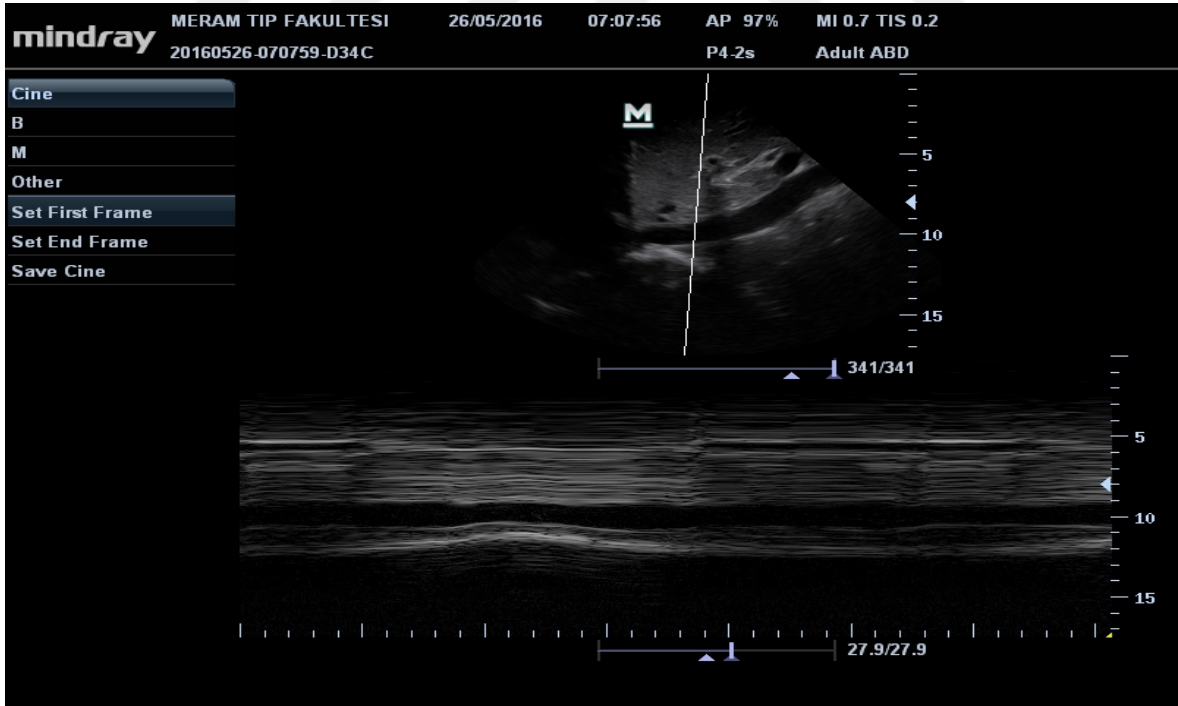
Şekil 4.1. İVK - Subksifoid transvers görüntü



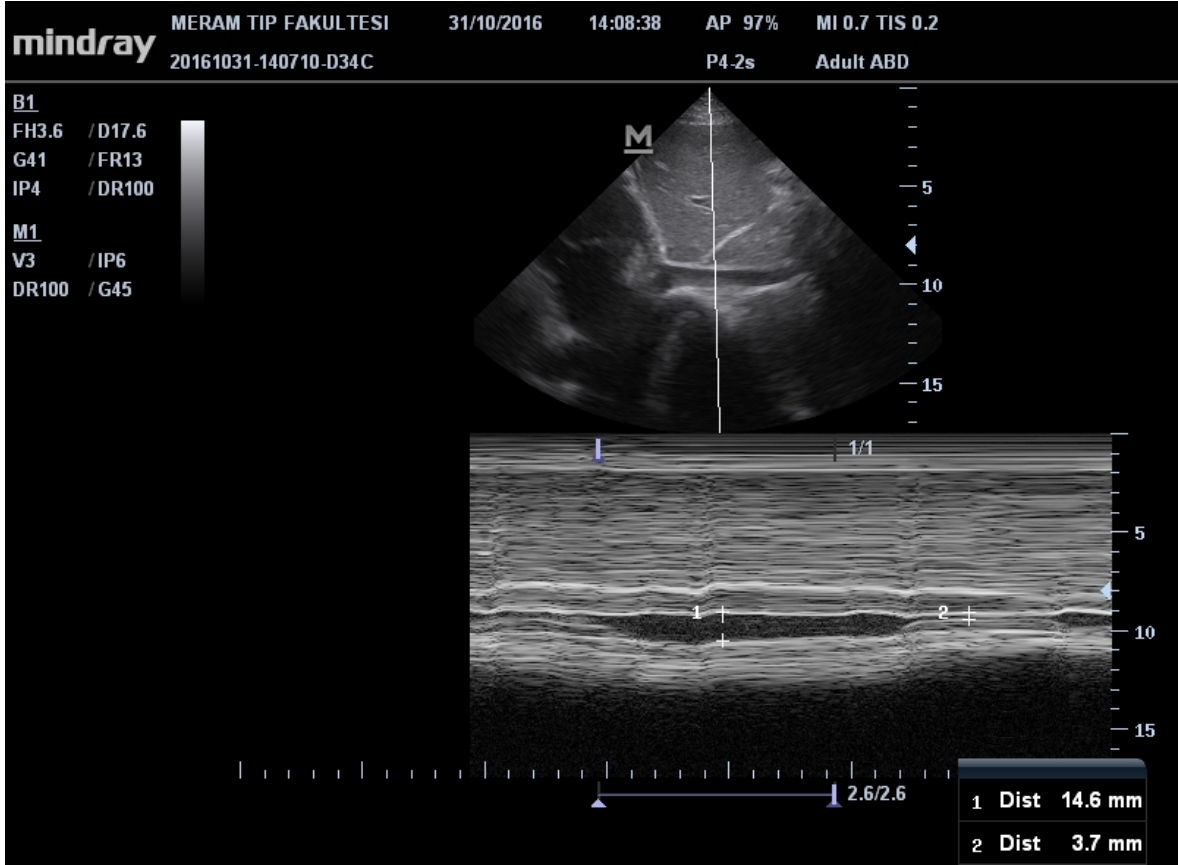
Şekil 4.2. İVK - Subksifoid longitudinal görüntü



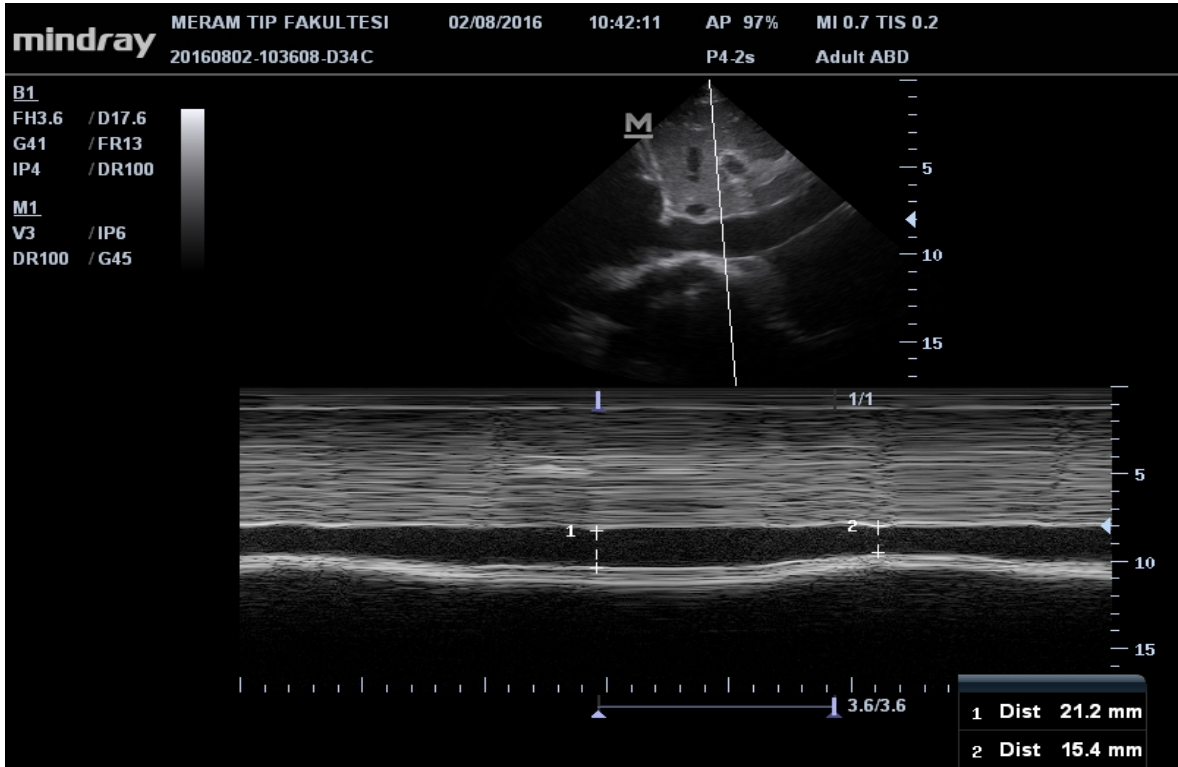
Şekil 4.3. İVK - Transvers görüntü - M mod



Şekil 4.4. İVK - Longitudinal görüntü - M mod



Şekil4.5. İVK - Büyük inspratuvar kollaps – Küçük Maksimum çap



Şekil 4.6. İVK - Minimal inspratuvar kollaps - Büyük Maksimum çap

5.TARTIŞMA

İnferior vena kava ultrasonografisi, intravasküler volüm durumunun değerlendirilmesine kılavuzluk etmek için son dönemde daha fazla kullanılan noninvaziv ve kolay uygulanabilen bir hemodinamik monitorizasyon yöntemidir. Preoperatif volüm durumunun belirlenmesinin önemi göz önüne alındığında, hızlı sonografik inceleme, kritik hastaların tedavisine yön vermede faydalı olabilir (Dipti 2012).

Biz çalışmamızda preoperatif hipovolemi açısından yetersiz hidrasyon durumunda özellikle risk altında bulunan barsak hazırlığı yapılan hastaların tespitinde İVK ultrasonografisinin etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık.

Ultrasonografi ile İVK değerlendirmesinin güvenilirliği, operatörün ekokardiyografi deneyim seviyesine bağlı değildir (Duwat 2014). Brennan ve arkadaşları yaptığı çalışmada 20 klinik olgu ile kısa bir eğitim süresi sonrası, kursiyerler vasküler aşırı yük tanısını önemli ölçüde geliştirmiştir (Brennan 2007).

Zhang ve ark. 104 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada anestezi öncesi İVK ultrasonografi taramasında 14 (%13,5) hasta yetersiz görüntü kalitesi nedeniyle değerlendirilememiş ve çalışma dışı bırakılmıştır (Zhang 2016). Duwat ve arkadaşlarının yaptığı 114 yoğun bakım hastası üzerindeki çalışmada 17 (%13,5) hasta değerlendirilememiştir (Duwat 2014). Çalışmamızda 100 hasta üzerinden 16 (%16) hasta yetersiz görüntü kalitesi nedeniyle değerlendirilememiştir. Görüntü kalitesini engelleyen en önemli faktörün gaz artefaktları olduğunu düşünmekteyiz.

Walsh ve ark. intraoperatif 55 mmHg'den daha düşük ortalama arter basıncının kısa sürelerde bile akut böbrek hasarı ve miyokard hasarıyla ilişkili olduğunu göstermiştir (Walsh 2015). İntraoperatif hipotansiyon anestezinin sık görülen bir yan etkisidir, ancak klinik çalışmalarda tanımı değişir. Bijker ve ark. literatürde 140 tanım buldular, bu da farklı hipotansiyon vakaları ile sonuçlandı (Bijker 2007). Çalışmamızda hipotansiyonu % 30'dan daha büyük bir bazal ortalama arter basıncında azalma veya 60 mmHg'den düşük ortalama arter basıncı olarak tanımladık. Hipotansiyon insidansı % 46 idi. Fakat bu olguların sadece 13'ünde ortalama arter basıncı 60 mmHg'nin altında idi. 9'una vazopressör olarak efedrin uygulanmıştı. Kalan 4 hasta anestezi derinliği azaltılarak tedavi edilmişti. Hipotansiyon gelişen olguların ortalama arter basınçları 60 mmHg altına düşmezken bazal ortalama arter basıncından %30 dan fazla düşüş gerçekleşmiştir.

Anestezi sırasında hemodinamik dalgalanmaların olumsuz sonuçlara etkisi önemli bir klinik sorundur (Jain 1997, Raich 1999). Hipotansiyonun yaygın olduğu genel anestezi aralıklarından biri, anestezi indüksiyonundan sonra ancak cerrahi stimülasyon başlamadan

önceki dönemdir. Bu dönem özellikle anestezi uygulayıcıları için artan iş yükü nedeniyle hemodinamik değişikliklere karşı dikkatin azalması, cerrahi uyarının olamaması ve elle yazılan anestezi kayıtlarındaki hatalar nedeniyle özellikle yatkındır (Weinger 1994, loeb 1993). Anestezi indüksiyonunda propofol kullanımı takiben hipotansiyon, sistemik vasküler dirençte azalma, kalp debisinde düşüş, baroreseptör mekanizmasında bozulma ve kardiyak kontraktilitede depresyon sonucu meydana gelir (Robinson 1997). Reich ve arkadaşları anestezi indüksiyonundan sonra hipotansiyonun prediktörlerini, ASA III ve IV fiziksel durum, başlangıçtaki ortalama arter basıncının 70 mmHg'nın altında olması, 50 yaşın üstünde yaş, propofol kullanımı ve yüksek fentanil dozu olarak tespit etmişlerdir (Reich 1999).

Çalışmamızın süresi, cerrahi insizyona kadar sürdü ve bu süre boyunca hastalarımızda trakeal entübasyon dışında hemodinamik değişiklik oluşturacak herhangi bir uyarın gözlenmedi.

Kardiyovasküler hastalığın varlığından bağımsız olarak, propofol aracılı hipotansiyon insidansı % 25 ile % 67.5 arasında bulunmuştur (Claeys 1988, Bano 2007, Larsen 1988). Zhang ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada hipotansiyon oranı genel anestezi indüksiyonundan sonra % 46.7 idi. Bu çalışmada indüksiyon ajanı olarak etomidat kullanılmıştı ve olguların %50 sinde komorbidite olarak kardiyovasküler hastalık mevcuttu (Zhang 2016).

Çalışmamıza dahil edilen olguların anestezi indüksiyonunda propofol ve remifentanil, idame de ise inhalasyon anestezikleri ve remifentanil uygulanmıştı. Remifentanil uygulaması 1mcg/kg bolus ve 0,2 mcg/kg/dk ile sabit dozda verilirken, propofol hastanın hemodinamik cevabı ve anestezi derinliğine göre çalışma dışındaki anestezi tarafından titre edilerek uygulanmıştı.

Çalışmamızdaki hipotansiyon gelişen olgularda propofol kullanımı 1,62mg/kg, gelişmeyen olgularda 1,82mg/kg idi ($p<0,05$), hipotansiyon gelişen olgularda propofol kullanımı anlamlı olarak daha azdı. Bu durumun indüksiyonu uygulayan anesteziistin, seri tansiyon ölçümleri ile hipotansiyon gelişimini öngörerek, propofol dozunu azaltmış olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Reich ve ark. yaptıkları çalışmada 50 yaş üstü hastaları hipotansiyon gelişimi için prediktör olarak belirtmişdir (Reich 1999). Zang ve ark. yaptığı çalışmada ise hipotansiyon gelişen olgular daha yaşlı idi.

Bizim çalışmamızda hipotansiyon gelişen ve gelişmeyen olgular arasında anlamlı yaş farkı yoktu. Bu durumun sebebini 65 yaş üstü hastaları çalışma dışı bırakmamız olduğu düşüncesindeyiz.

Hipertansiyonlu hastaların çoğu anestezi indüksiyonuna belirgin bir hipotansif yanıt izler (Charlson 1989, Balick Weber 2011). İndüksiyondaki hipotansif yanıt anestezik ve antihipertansif ajanların eklenen sirkülatuar depresan etkilerini yansıtabilir. Birçok hipertansif hastanın volümü zaten azalmıştır. Sempatolitik ajanlar aynı zamanda normal koruyucu refleksleri sempatik tonus azalışı ve vagal aktivite artışına götürecektir şekilde zayıflatır (Morgan 2013).

Bizim çalışmamızda hipotansiyon gelişen hastaların bazal sistolik, diyastolik ve ortalama arter basınçları anlamlı olarak daha yüksekti. Hipotansiyon gelişen olguların en düşük ortalama arter basınçları ise anlamlı olarak daha düşük idi. Bu durumun sebebini tanı konulmamış hipertansif hastalar ve yetersiz premedikasyon nedeniyle gelişen anksiyete ve sempatik aktivasyon nedeniyle olabileceğini düşünmekteyiz.

Preoperatif açlık, sıvı dengesi üzerindeki etkileri belki abartılmış olmasına rağmen ameliyat öncesi göz önüne alınmalıdır. Jacop ve ark. yaptıkları çalışmada 10 saat açlık sonrası ölçümler de dahi kardiyopulmoner olarak sağlıklı hastalarda normal kan volumu ile sonuçlanmıştır (Jacop 2008). Bizim çalışmamızda da hipotansiyon gelişen ve gelişmeyen olgular arasında açlık süresi olarak anlamlı fark yoktu.

Kanıtlar İVK çapının hacim durumunun güvenilir bir göstergesi olduğunu ve sıvı yanıt vermeyi tahmin ederken solunumsal varyasyonun değerli olduğunu düşündürmektedir. Daha büyük bir kollapsibilite indeksi, özellikle küçük bir İVK çapıyla beraber düşük hacim statüsünü göstermektedir (Seif 2012).

Çalışmamızda hipotansiyon gelişen olgularda inferior vena kava maksimum çapı anlamlı olarak daha düşük, kollapsibilite indeksi ise daha yüksek idi. Hastalar arasında anlamlı yaş farkı olmaması, hipotansiyon gelişen olgularda daha az propofol kullanılmış olması ve çalışmaya ASA 3,4 hasta dahil edilmemesi nedeniyle, çalışmamızda hipotansiyonu tetikleyen en önemli faktörün hastaların intravasküler hacim durumu olduğunu düşünmekteyiz.

Amerikan ekokardiyografi derneğinin kılavuzları İVK çap ve kollapsibilitesinin volüm durumunun değerlendirilmesinde kullanımını desteklemektedir. Nagdev ve ark. dehidratasyon hastalarında İVK-Kİ % 50 den fazla olmasını CVP < 8 mm Hg ile korele olduğunu bulmuşlardır (Nagdev 2010). Muller ve ark. %40'dan daha fazla bir kollapsibilite indeksinin sıvı tedavisine yanıtı öngördüğünü bulmuşlardır. Airapetian ve ark. yoğun

bakım hastalarında yaptıkları çalışmada İVK' nin sadece % 42 veya daha fazla inspirasyon varyasyonunun, sıvı infüzyonundan sonra CO artışını doğru olarak tahmin edebildiğini göstermişlerdir (Airapetian 2015). Zhang ve ark. genel anestezi indüksiyonu öncesi İVK ölçümlerinin indüksiyon sonrası hipotansiyon için cut off değerleri İVK-Kİ için % 43 ve dİVKmaks için 1.8 cm bulmuş, İVK-Kİ nin, dİVKmaks dan daha prediktif olduğunu göstermiştir. Bizim çalışmamızda da İVK taramasından indüksiyon sonrası hipotansiyonun cut-off değerleri İVK-Kİ için % 32 spesifite ve sensitivite sırasıyla %83.3-%74.4 , ve dİVKmaks için 1.5 cm spesifite ve sensitivite sırasıyla %55.6-%71.8 olarak bulundu. Çalışmamızda indüksiyon sonrası hipotansiyon için İVK-Kİ, mevcut literatür değerlerinden daha düşüktü. Literatürdeki çalışmalar İVK-Kİ ile santral venöz basınç korelasyonu veya sıvı cevabına kalp debisinde artış karşılaştırılmıştı. Normovolemik hastalarda dahi anestezi indüksiyonu sonrası hipotansiyon gelişebilmesi bu düşüklüğün sebebini açıklamaktadır.

Hem intravasküler hacim durumu, hem de normovolemiyi elde etmek için gereken infüzyon hacmi, ortalama arter basıncı, kalp hızı ve santral venöz basınç veya idrar çıkışı gibi konvansiyonel hemodinamik verilere dayanarak yapıldığı takdirde genellikle yanlış yorumlanabilmektedir (Junghans 2002). Bizim çalışmamızda da barsak hazırlığı yapılan ve yapılmayan olgular arasında kalp hızı ve ortalama arter basıncı arasında anlamlı fark yoktu.

Sıvı tedavisi, İVK çapını ve CVP'yi artırmanın etkili bir yoludur. İVK ve RV çaplarının ultrasonografik ölçümleri, preoperatif hastalarda intravasküler hacim durumunun değerlendirilmesi ve sıvı tedavisine cevabın değerlendirilmesi için noninvaziv araçlardır. İnvasküler hacmi değerlendirmek, gastrointestinal cerrahi yapılan hastalarda anestezi indüksiyonu sırasında önemlidir çünkü hipovolemi, düşük kan basıncına, düşük organ perfüzyonuna ve daha sonra doku oksijen sunumunda yetersizliğe yol açar (Brienza 2009). Gastrointestinal cerrahi uygulanan hastalarda preoperatif açlık ve barsak hazırlığı sıklıkla hipovolemiye neden olur ve CVP'nin düşük olmasına yol açar (Sanders 2001, Holte 2002).

Ackland ve ark. yaptıkları çalışmada barsak hazırlığı yapılan olgularda 1.5 ile 1.7 kg arasında bir kilo kaybı tespit etmişlerdir (Ackland 2008). Junghans ve ark. kolorektal cerrahi geçirecek barsak hazırlığı yapılmış hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada anestezi

indüksiyonundan önce yaklaşık 1500 mL intravenöz sıvı replasmanının, hipovolemiye bağlı klinik semptomları iyileştirmiştir (Junghans 2006). Zhang ve ark. yaptıkları çalışmada barsak hazırlığı yapılan olguların dİVKmaks değeri kontrol grubundan daha düşük, kollabsibilite indeksini ise daha yüksek bulmuş, 8ml/kg HES replasmanı sonrası İVK maksimum çapın yükseldiğini, kollabsibilite indeksinin azaldığını göstermişlerdir (Zhang 2014). Lyon ve ark. kan donörleri üzerinde yapılan prospektif gözlemsel bir çalışmada, İVK çapının ölçümünün, küçük miktarlarda (450 mL'de) bile, kan kaybının güvenilir bir göstergesi olduğunu göstermişlerdir (Lyon 2005). Bizim çalışmamıza dahil edilen 84 olgunun 42'sine barsak hazırlığı yapılmış, diğer 42 hasta ise barsak hazırlığı yapılmadan gününbirlik cerrahi operasyon için hazırlanmıştı. İVK-Kİ, barsak hazırlığı yapılanlarda daha yüksek (%40,6 ya karsın %26), dİVKmaks (13,99 ye karsın 16,12) ve dİVKmin (12,11 ye karsın 8,45) ise daha düşüktü. Hipotansiyon insidansı ise barsak hazırlığı yapılan olgularda %64 e karsın %35 ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek idi. Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlarda barsak hazırlığı uygulanan hastaların kolonun tamamen boşaltılması ve yetersiz hidrasyon nedeniyle hipovolemi açısından artmış risk altında olduğunu göstermektedir.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Barsak hazırlığı yapılan hastaların preoperatif dönemde operasyon odasında İVK ultrasonografisi ile taranması, hipovolemiye bağlı artmış komplikasyon riskinin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması için yol gösterici olabilir. İVK ölçümleri için kesin cutoff değerlerinin bulunmaması nedeniyle klinik hikaye, semptom ve hemodinamik verilerle İVK ultrasonografisi ölçümlerinin beraber değerlendirilmesi daha faydalı olabilir. Statik hemodinamik veriler ile İVK ölçümleri arasında korelasyon olmaması nedeniyle, İVK ölçümleri ile dinamik hemodinamik monitorizasyon yöntemlerinin beraber değerlendirildiği çalışmalar daha faydalı olabilir. Yine barsak hazırlığı uygulanan hastalarda İVK seri ölçümleri ile preoperatif intavenöz sıvı replasmanı uygulanması intraoperatif hipovolemiye bağlı komplikasyon riskini azaltabileceği kanaatindeyiz.

İVK ultrasonografi taraması, resüsitasyon ve yoğun bakım ortamlarında sıvı tedavisine rehberlik etmek için sıvı tedavisine yanıt vermeyi tahmin etme kabiliyetini araştırmıştır. Ultrason teknikleri periferik sinir blokları, santral ven kateterizasyonu ve transtorasik ekokardiyografi gibi klinik anestezi uygulamaları boyunca gittikçe daha çok kullanılmaktadır. Ameliyathanede ultrason teknolojisinin kullanımının yaygınlaşması sayesinde gününbirlik anestezi uygulamalarında tarama noktasına dahil etmek daha kolay hale gelmiştir. Bu nedenle, hipotansiyon gelişme riski altındaki, özellikle yaşlılar, barsak hazırlığı yapılmış, uzun açlık süresi ve oral alımı olmayan ve hipovolemiden şüphelenilen hastaları taramak için genel anesteziden önce İVK ultrasonografisi uygulanabilir. İntraoperatif hipovolemiden ve hipotansiyondan kaynaklanan komplikasyon riski yüksek olan hastalarda İVK-Kİ ölçümü klinik olarak faydalı bilgiler sağlayabilir. İVK ultrasonografisinin dezavantajı ise hipovolemi, normovolemi ve hipervolemi için kesin değerlerin bulunmaması, ölçümlerin operatör bağımlı olmasıdır.

7.KAYNAKLAR

- Abbas SM, Hill AG. Systematic review of the literature for the use of oesophageal Doppler monitor for fluid replacement in major abdominal surgery. *Anaesthesia*. 2008 Jan;63(1):44-51.
- Abraham-Nordling M, Hjern F, Pollack J, Prytz M, Borg T, Kressner U. Randomized clinical trial of fluid restriction in colorectal surgery. *Br J Surg* 2012;99(2):186-91.
- Ackland GL, Harrington J, Downie P, Holding JW, Singh-Ranger D, Griva K, et al. Dehydration induced by bowel preparation in older adults does not result in cognitive dysfunction. *Anesth Analg*. 2008 Mar;106(3):924-9.
- Airapetian N, Maizel J, Alyamani O, Mahjoub Y, Lorne E, Levrard M, et al. Does inferior vena cava respiratory variability predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients? *Crit Care*. 2015 Nov 13;19:400.
- Akilli B, Bayir A, Kara F, Ak A, Cander B. Inferior vena cava diameter as a marker of early hemorrhagic shock: a comparative study. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2010; 16:113–118.
- Ansari BM, Zochios V, Falter F, Klein AA. Physiological controversies and methods used to determine fluid responsiveness: a qualitative systematic review. *Anaesthesia* 2016; 71:94
- Arnold RC, Dellinger RP, Parrillo JE, Chansky ME, Lotano VE, McCoy JV, et al. Discordance between microcirculatory alterations and arterial pressure in patients with hemodynamic instability. *J Crit Care* 2012; 27:531. e1-7
- Balick Weber CC, Brillouet Banchereau AC, Blanchet AD, Blanchet P, Safar ME, Stephan F. General Anesthesia in Hypertensive Patients: Impact of Pulse Pressure but not Cardiac Diastolic Dysfunction on Intraoperative Hemodynamic Instability. *Journal of anaesthesia and clinical research*. 2011;2:114.
- Bano F, Zafar S, Sabbar S, Aftab S, Haider S, Sultan ST. Intravenous ketamine attenuates injection pain and arterial pressure changes during the induction of anesthesia with propofol: A comparison with lidocaine. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2007 Jul;17(7):390-3.
- Barash PG, Cullen BF, Stoelting SK, Cahalan MK, Stock MC, Ortega R. *Clinical Anesthesia* 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013
- Barbier C, Loubières Y, Schmit C, Hayon J, Ricôme JL, Jardin F, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med*. 2004 Sep;30(9):1740-6.
- Bein B, Worthmann F, Tonner PH, Paris A, Steinfath M, Hedderich J, et al. Comparison of esophageal Doppler, pulse contour analysis, and real-time pulmonary artery thermodilution for the continuous measurement of cardiac output. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2004 Apr;18(2):185-9.
- Bellomo R. Noradrenaline: friend or foe? *Heart Lung Circ* 2003; 12 Suppl 2:S42.

- Beltramo F, Menteeer J, Razavi A, Khemani RG, Szmuszkovicz J, Newth CJ, et al. Validation of an Ultrasound Cardiac Output Monitor as a Bedside Tool for Pediatric Patients. *Pediatr Cardiol.* 2016 Jan;37(1):177-83.
- Benes J, Chytra I, Altmann P, Hluchy M, Kasal E, Svitak R, et al. Intraoperative fluid optimization using stroke volume variation in high risk surgical patients: results of prospective randomized study. *Crit Care.* 2010;14(3):R118.
- Bentzer P, Griesdale DE, Boyd J, MacLean K, Sirounis D, Ayas NT. Will This Hemodynamically Unstable Patient Respond to a Bolus of Intravenous Fluids? *JAMA.* 2016 Sep 27;316(12):1298-309.
- Biais M, Nouette-Gaulain K, Cottenceau V, Revel P, Sztark F. Uncalibrated pulse contour-derived stroke volume variation predicts fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing liver transplantation. *Br J Anaesth.* 2008 Dec;101(6):761-8.
- Biais M, Nouette-Gaulain K, Rouillet S, Quinart A, Revel P, Sztark F. A comparison of stroke volume variation measured by Vigileo/FloTrac system and aortic Doppler echocardiography. *Anesth Analg.* 2009 Aug;109(2):466-9.
- Biais M, Bernard O, Ha JC, Degryse C, Sztark F. Abilities of pulse pressure variations and stroke volume variations to predict fluid responsiveness in prone position during scoliosis surgery. *Br J Anaesth.* 2010 Apr;104(4):407-13.
- Bijker J, van Klei W, Kappen T, van Wolfswinkel L, Moons K, Kalkman C. Incidence of intraoperative hypotension as a function of the chosen definition. *Anesthesiology.* 2007 Aug;107(2):213-20.
- Blehar DJ, Dickman E, Gaspari R. Identification of congestive heart failure via respiratory variation of inferior vena cava diameter. *Am J Emerg Med.* 2009 Jan;27(1):71-5.
- Brandstrup B. Fluid therapy for the surgical patient. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2006 Jun;20(2):265-83.
- Brennan JM, Blair JE, Goonewardena S, Ronan A, Shah D, Vasaiwala S, et al. Reappraisal of the use of inferior vena cava for estimating right atrial pressure. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007 Jul;20(7):857-61.
- Brennan JM, Blair JE, Goonewardena S, Ronan A, Shah D, Vasaiwala Si et al. A comparison by medicine residents of physical examination versus hand-carried ultrasound for estimation of right atrial pressure. *Am J Cardiol.* 2007 Jun 1;99(11):1614-6.
- Brienza N, Giglio MT, Marucci M, Fiore T. Does perioperative hemodynamic optimization protect renal function in surgical patients? a meta-analytic study. *Crit Care Med.* 2009 Jun;37(6):2079-90.
- Bruegger D, Jacob M, Rehm M, Loetsch M, Welsch U, Conzen P, et al: Atrial natriuretic peptide induces shedding of endothelial glycocalyx in coronary vascular bed of guinea pig hearts. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2005 Nov;289(5):H1993-9.
- Bundgaard-Nielsen M, Secher NH, Kehlet H. 'Liberal' vs. 'restrictive' perioperative fluid therapy--a critical assessment of the evidence. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2009 Aug;53(7):843-51.

- Burdett E, Dushianthan A, Bennett-Guerrero E, Cro S, Gan TJ, Grocott MP, et al. Perioperative buffered versus non buffered fluid administration for surgery in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012 Dec 12;12:CD004089.
- Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. *Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology*, 5th ed. New York: Lange Medical Books/ McGraw-Hill; 2013
- Cannesson M, Desebbe O, Rosamel P, Delannoy B, Robin J, Bastien O, 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 Aug;101(2):200-6.
- Cannesson M, Le Manach Y, Hofer CK, Goarin JP, Lehot JJ, Vallet B, et al. Assessing the diagnostic accuracy of pulse pressure variations for the prediction of fluid responsiveness: a "gray zone" approach. *Anesthesiology*. 2011 Aug;115(2):231-41
- Cecconi M, Aya HD. Central venous pressure cannot predict fluid-responsiveness. *Evid Based Med*. 2014 Apr;19(2):63.
- Chan A, Depew W, Vanner S. Use of oral sodium phosphate colonic lavage solution by Canadian colonoscopists: pitfalls and complications. *Can J Gastroenterol* 1997; 11:334–338
- Chappell D1, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, Conzen P, Rehm M. A rational approach to perioperative fluid management. *Anesthesiology*. 2008 Oct;109(4):723-40.
- Charlson ME, MacKenzie CR, Gold JP, Ales KL, Topkins M, Fairclough GP, et al. The preoperative and intraoperative hemodynamic predictors of postoperative myocardial infarction or ischemia in patients undergoing noncardiac surgery. *Ann Surg*. 1989 Nov; 210(5): 637–648.
- Cherpanath TG, Hirsch A, Geerts BF, Lagrand WK, Leeftang MM, Schultz MJ, et al. Predicting Fluid Responsiveness by Passive Leg Raising: A Systematic Review and Meta-Analysis of 23 Clinical Trials. *Crit Care Med*. 2016 May;44(5):981-91.
- Cho RJ, Williams DR, Leatherman JW. Measurement of Femoral Vein Diameter by Ultrasound to Estimate Central Venous Pressure. *Ann Am Thorac Soc*. 2016 Jan;13(1):81-5
- Claeys MA, Gepts E, Camu F. Haemodynamic changes during anaesthesia induced and maintained with propofol. *Br J Anaesth*. 1988 Jan;60(1):3-9
- Connolly CM, Kramer GC, Hahn RG, Chaisson NF, Svensén CH, Kirschner RA, et al. Isoflurane but not mechanical ventilation promotes extravascular fluid accumulation during crystalloid volume loading. *Anesthesiology*. 2003 Mar;98(3):670-81.
- Corcoran T, Rhodes JE, Clarke S, Myles PS, Ho KM. Perioperative fluid management strategies in major surgery: a stratified meta-analysis. *Anesth Analg*. 2012 Mar;114(3):640-51.
- Coudray A, Romand JA, Treggiari M, Bendjelid K. Fluid responsiveness in spontaneously breathing patients: a review of indexes used in intensive care. *Crit Care Med*. 2005 Dec;33(12):2757-62.
- Creteur J, Carollo T, Soldati G, Buchele G, De Backer D, Vincent JL. The prognostic value of muscle StO₂ in septic patients. *Intensive Care Med*. 2007 Sep;33(9):1549-56.

- Daihua Y, Wei C, Xude S, Linong Y, Changjun G, Hui Z. The effect of body position changes on stroke volume variation in 66 mechanically ventilated patients with sepsis. *J Crit Care*. 2012 Aug;27(4):416.e7-12.
- De Backer D, Creteur J, Preiser JC, Dubois MJ, Vincent JL. Microvascular blood flow is altered in patients with sepsis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Jul 1;166(1):98-104.
- De Backer D, Creteur J, Dubois MJ, Sakr Y, Vincent JL. Microvascular alterations in patients with acute severe heart failure and cardiogenic shock. *Am Heart J*. 2004 Jan;147(1):91-9.
- De Backer D, Heenen S, Piagnerelli M, Koch M, Vincent JL. Pulse pressure variations to predict fluid responsiveness: influence of tidal volume. *Intensive Care Med*. 2005 Apr;31(4):517-23.
- De Backer D, Marx G, Tan A, Junker C, Van Nuffelen M, Hüter L., et al. Arterial pressure-based cardiac output monitoring: a multicenter validation of the third-generation software in septic patients. *Intensive Care Med*. 2011 Feb;37(2):233-40.
- De Backer D, Donadello K, Sakr Y, Ospina-Tascon G, Salgado D, Scolletta S, et al. Microcirculatory alterations in patients with severe sepsis: impact of time of assessment and relationship with outcome. *Crit Care Med*. 2013 Mar;41(3):791-9.
- De Backer D. Ultrasonic evaluation of the heart. *Curr Opin Crit Care* 2014; 20:309
- De Vecchis R, Baldi C. Inferior Vena Cava and Hemodynamic Congestion. *Res Cardiovasc Med*. 2015 Aug 1;4(3):e28913.
- Dipti A, Soucy Z, Surana A, Chandra S. Role of inferior vena cava diameter in assessment of volume status: a meta-analysis. *Am J Emerg Med* 2012; 30:1414–1419.e1.
- Doherty M, Buggy DJ. Intraoperative fluids: how much is too much? *Br J Anaesth*. 2012 Jul;109(1):69-79.
- Duus N, Shogilev DJ, Skibsted S, Zijlstra HW, Fish E, Oren-Grinberg A, et al. The reliability and validity of passive leg raise and fluid bolus to assess fluid responsiveness in spontaneously breathing emergency department patients. *J Crit Care*. 2015 Feb;30(1):217.e1-5.
- Duwat A, Zogheib E, Guinot P, Levy F, Trojette F, Diouf M, et al. The gray zone of the qualitative assessment of respiratory changes in inferior vena cava diameter in ICU patients. *Crit Care*. 2014 Jan 14;18(1):R14.
- Egal M, Erler NS, de Geus HR, van Bommel J, Groeneveld AB. Targeting Oliguria Reversal in Goal-Directed Hemodynamic Management Does Not Reduce Renal Dysfunction in Perioperative and Critically Ill Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Anesth Analg*. 2016 Jan;122(1):173-85.
- Eiferman DS, Davido HT, Howard JM, Gerckens J, Evans DC, Cook CH, et al. Two Methods of Hemodynamic and Volume Status Assessment in Critically Ill Patients: A Study of Disagreement. *J Intensive Care Med* 2016; 31:113.
- Ertmer C, Rehberg S, Van Aken H, Westphal M. Relevance of non-albumin colloids in intensive care medicine. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2009; 23(2):193-212.

- Feissel M, Michard F, Faller JP, Teboul JL. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med.* 2004 Sep;30(9):1834-7.
- Ferrada P, Anand RJ, Whelan J, Aboutanos MA, Duane T, Malhotra A, et al. Qualitative assessment of the inferior vena cava: useful tool for the valuation of fluid status in critically ill patients. *Am Surg.* 2012 Apr;78(4):468-70.
- Gan TJ, Diemunsch P, Habib AS, Kovac A, Kranke P, Meyer TA, et al. Consensus guidelines for the management of postoperative nausea and vomiting. *Anesth Analg.* 2014 Jan;118(1):85-113.
- Gassner M, Killu K, Bauman Z, Coba V, Rosso K, Blyden D. Feasibility of common carotid artery point of care ultrasound in cardiac output measurements compared to invasive methods. *J Ultrasound.* 2014 Nov 12;18(2):127-33.
- Giglio MT, Marucci M, Testini M, Brienza N. Goal-directed haemodynamic therapy and gastrointestinal complications in major surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth.* 2009 Nov;103(5):637-46.
- Gillies MA, Habicher M, Jhanji S, Sander M, Mythen M, Hamilton M, et al. Incidence of postoperative death and acute kidney injury associated with i.v. 6% hydroxyethyl starch use: systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2014 Jan;112(1):25-34.
- Gnaegi A, Feihl F, Perret C. Intensive care physicians' insufficient knowledge of right-heart catheterization at the bedside: time to act? *Crit Care Med.* 1997 Feb;25(2):213-20.
- Gómez H, Torres A, Polanco P, Kim HK, Zenker S, Puyana JC, et al. Use of non-invasive NIRS during a vascular occlusion test to assess dynamic tissue O₂ saturation response. *Intensive Care Med.* 2008 Sep;34(9):1600-7.
- Grocott MP, Dushianthan A, Hamilton MA, Mythen MG, Harrison D, Rowan K. Perioperative increase in global blood flow to explicit defined goals and outcomes after surgery: a Cochrane Systematic Review. *Br J Anaesth.* 2013 Oct;111(4):535-48.
- Gutierrez MC, Moore PG, Liu H. Goal-directed therapy in intraoperative fluid and hemodynamic management. *J Biomed Res.* 2013 Sep; 27(5): 357–365.
- Guyette FX, Gomez H, Suffoletto B, Quintero J, Mesquida J, Kim HK, et al. Prehospital dynamic tissue oxygen saturation response predicts in-hospital lifesaving interventions in trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012 Apr;72(4):930-5.
- Hadian M, Kim HK, Severyn DA, Pinsky MR. Cross-comparison of cardiac output trending accuracy of LiDCO, PiCCO, FloTrac and pulmonary artery catheters. *Crit Care.* 2010;14(6):R212.
- Halvorsen PS, Espinoza A, Lundblad R, Cvancarova M, Hol PK, Fosse E, et al. Agreement between PiCCO pulse-contour analysis, pulmonal artery thermodilution and transthoracic thermodilution during off-pump coronary artery by-pass surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2006 Oct;50(9):1050-7.
- Haydar S, Moore ET, Higgins GL III, Irish CB, Owens WB, Strout TD. Effect of bedside ultrasonography on the certainty of physician clinical decisionmaking for septic patients in the emergency department. *Ann Emerg Med.* 2012 Sep;60(3):346-58.e4

- Hollenberg SM, Ahrens TS, Annane D, Astiz ME, Chalfin DB, Dasta JF, et al. Practice parameters for hemodynamic support of sepsis in adult patients: 2004 update. *Crit Care Med*. 2004 Sep;32(9):1928-48.
- Holte K, Kehlet H. Compensatory fluid administration for preoperative dehydration—does it improve outcome? *Acta Anaesthesiol Scand*. 2002 Oct;46(9):1089-93.
- Holte K, Nielsen KG, Madsen JL, Kehlet H. Physiologic effects of bowel preparation. *Dis Colon Rectum*. 2004 Aug;47(8):1397-402.
- Jacob M, Chappell D, Conzen P, Finsterer U, Rehm M. Blood volume is normal after pre-operative overnight fasting. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2008 Apr;52(4):522-9.
- Jacques D, Bendjelid K, Duperret S, Colling J, Piriou V, Viale JP. Pulse pressure variation and stroke volume variation during increased intra-abdominal pressure: an experimental study. *Crit Care*. 2011;15(1):R33.
- Jain U, Laflamme CJ, Aggarwal A, Ramsay JG, Comunale ME, Ghoshal S, et al. Electrocardiographic and hemodynamic changes and their association with myocardial infarction during coronary artery bypass surgery. *Anesthesiology*. 1997 Mar;86(3):576-91.
- Jones AE, Tayal VS, Sullivan DM, Kline JA. Randomized, controlled trial of immediate versus delayed goal-directed ultrasound to identify the cause of nontraumatic hypotension in emergency department patients. *Crit Care Med*. 2004 Aug;32(8):1703-8.
- Joshi GP. Intraoperative fluid restriction improves outcome after major elective gastrointestinal surgery. *Anesth Analg*. 2005 Aug;101(2):601-5.
- Jue J, Chung W, Schiller NB. Does inferior vena cava size predict right atrial pressures in patients receiving mechanical ventilation? *J Am Soc Echocardiogr*. 1992 Nov-Dec;5(6):613-9.
- Junghans T, Böhm B, Haase O, Fritzmann J, Zuckermann-Becker H. Conventional monitoring and intravascular measurement can lead to different therapy after upper gastrointestinal tract surgery. *Intensive Care Med*. 2002 Sep;28(9):1273-5.
- Junghans T1, Neuss H, Strohauer M, Raue W, Haase O, Schink T, et al. Hypovolemia after traditional preoperative care in patients undergoing colonic surgery is underrepresented in conventional hemodynamic monitoring. *Int J Colorectal Dis*. 2006 Oct;21(7):693-7.
- 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.
- Kheterpal S, Tremper KK, Englesbe MJ, O'Reilly M, Shanks AM, Fetterman DM, et al. Predictors of postoperative acute renal failure after noncardiac surgery in patients with previously normal renal function. *Anesthesiology*. 2007 Dec;107(6):892-902.
- Kircher BJ, Himelman RB, Schiller NB. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol*. 1990 Aug 15;66(4):493-6.
- Knotzer H, Hasibeder WR. Microcirculatory function monitoring at the bedside—a view from the intensive care. *Physiol Meas*. 2007 Sep;28(9):R65-86.

- Koyner JL, Murray PT. Mechanical ventilation and the kidney. *Blood Purif.* 2010;29(1):52-68.
- Kozek-Langenecker SA. Effects of hydroxyethyl starch solutions on hemostasis. *Anesthesiology.* 2005 Sep;103(3):654-60.
- Kozek-Langenecker SA, Jungheinrich C, Sauermann W, Van der Linden P. The effects of hydroxyethyl starch 130/0.4 (6%) on blood loss and use of blood products in major surgery: a pooled analysis of randomized clinical trials. *Anesth Analg.* 2008 Aug;107(2):382-90.
- Lambert KG, Wakim JH, Lambert NE. Preoperative fluid bolus and reduction of postoperative nausea and vomiting in patients undergoing laparoscopic gynecologic surgery. *AANA J.* 2009 Apr;77(2):110-4.
- Lamke LO, Nilsson GE, Reithner HL. Water loss by evaporation from the abdominal cavity during surgery. *Acta Chir Scand.* 1977;143(5):279-84.
- Lansdorp B, Lemson J, van Putten MJ, de Keijzer A, van der Hoeven JG, Pickkers P. Dynamic indices do not predict volume responsiveness in routine clinical practice. *Br J Anaesth.* 2012 Mar;108(3):395-401.
- Lanspa MJ, Grissom CK, Hirshberg EL, Jones JP, Brown SM. Applying dynamic parameters to predict hemodynamic response to volume expansion in spontaneously breathing patients with septic shock. *Shock.* 2013 Feb;39(2):155-60.
- Larsen R, Rathgeber J, Bagdahn A, Lange H, Rieke H. Effects of propofol on cardiovascular dynamics and coronary blood flow in geriatric patients. A comparison with etomidate. *Anaesthesia.* 1988 Mar;43 Suppl:25-31.
- Lassen K. Intravenous fluid therapy. *Br J Surg.* 2009 Feb;96(2):123-4.
- Levick JR, Michel CC. Microvascular fluid exchange and the revised Starling principle. *Cardiovasc Res.* 2010 Jul 15;87(2):198-210.
- Lichtenstein D. Fluid administration limited by lung sonography: the place of lung ultrasound in assessment of acute circulatory failure (the FALLS protocol). *Expert Rev Respir Med.* 2012 Apr;6(2):155-62.
- Lobo DN. Fluid overload and surgical outcome: another piece in the jigsaw. *Ann Surg.* 2009 Feb;249(2):186-8.
- Lobo SM, Ronchi LS, Oliveira NE, Brandão PG, Froes A, Cunrath GS, et al. Restrictive strategy of intraoperative fluid maintenance during optimization of oxygen delivery decreases major complications after high-risk surgery. *Crit Care.* 2011;15(5):R226.
- Loeb RG. A measure of intraoperative attention to monitor displays. *Anesth Analg* 1993;76:337-41.
- Lyon M, Blaivas M, Brannam L. Sonographic measurement of the inferior vena cava as a marker of blood loss. *Am J Emerg Med.* 2005 Jan;23(1):45-50.
- Lyon, M., M. Blaivas, and L. Brannam, Sonographic measurement of the inferior vena cava as a marker of blood loss. *Am J Emerg Med*, 2005. 23(1): p. 45-50

- Mackenzie AI, Donald JR. Urine output and fluid therapy during anaesthesia and surgery. *Br Med J*. 1969 Sep 13;3(5671):619-22.
- Mandeville JC, Colebourn CL. Can transthoracic echocardiography be used to predict fluid responsiveness in the critically ill patient? A systematic review. *Crit Care Res Pract*. 2012;2012:513480.
- Marik PE, Baram M. Noninvasive hemodynamic monitoring in the intensive care unit. *Crit Care Clin*. 2007 Jul;23(3):383-400.
- 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 Jul;134(1):172-8.
- 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 Sep;37(9):2642-7.
- Marik PE, Monnet X, Teboul JL. Hemodynamic parameters to guide fluid therapy. *Ann Intensive Care*. 2011 Mar 21;1(1):1.
- Marik PE. Noninvasive cardiac output monitors: a state-of the-art review. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2013 Feb;27(1):121-34.
- Masip J, Mesquida J, Luengo C, Gili G, Gomà G, Ferrer R, et al. Near-infrared spectroscopy StO₂ monitoring to assess the therapeutic effect of drotrecogin alfa (activated) on microcirculation in patients with severe sepsis or septic shock. *Ann Intensive Care*. 2013 Sep 4;3(1):30.
- Maughan BC, Seigel TA, Napoli AM. Pleth variability index and fluid responsiveness of hemodynamically stable patients after cardiothoracic surgery. *Am J Crit Care*. 2015 Mar;24(2):172-5.
- Michard F, Lopes MR, Auler JO Jr. Pulse pressure variation: beyond the fluid management of patients with shock. *Crit Care*. 2007;11(3):131.
- Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. *Chest*. 2002 Jun;121(6):2000-8.
- Monnet X, Bleibtreu A, Ferré A, Dres M, Gharbi R, Richard C. et al. Passive leg-raising and end-expiratory occlusion tests perform better than pulse pressure variation in patients with low respiratory system compliance. *Crit Care Med*. 2012 Jan;40(1):152-7.
- Mutoh T, Kazumata K, Terasaka S, Taki Y, Suzuki A, Ishikawa T. Impact of transpulmonary thermodilution-based cardiac contractility and extravascular lung water measurements on clinical outcome of patients with Takotsubo cardiomyopathy after subarachnoid hemorrhage: a retrospective observational study. *Crit Care*. 2014 Aug 12;18(4):482.
- Myburgh JA, Finfer S, Bellomo R, Billot L, Cass A, Gattas D, et al. Hydroxyethyl starch or saline for fluid resuscitation in intensive care. *N Engl J Med*. 2012 Nov 15;367(20):1901-11

- Mythen MG, Purdy G, Mackie IJ, McNally T, Webb AR, Machin SJ. Postoperative multiple organ dysfunction syndrome associated with gut mucosal hypoperfusion, increased neutrophil degranulation and C1-esterase inhibitor depletion. *Br J Anaesth.* 1993 Dec;71(6):858-63.
- Nagdev AD, Merchant RC, Tirado-Gonzalez A, Sisson CA, Murphy MC. Emergency department bedside ultrasonographic measurement of the caval index for noninvasive determination of low central venous pressure. *Ann Emerg Med.* 2010 Mar;55(3):290-5.
- Navarro LH, Bloomstone JA, Auler JO Jr, Cannesson M, Rocca GD, Gan TJ, et al. Perioperative fluid therapy: a statement from the international Fluid Optimization Group. *Perioper Med (Lond).* 2015 Apr 10;4:3.
- Noblett SE, Snowden CP, Shenton BK, Horgan AF. Randomized clinical trial assessing the effect of Doppler-optimized fluid management on outcome after elective colorectal resection. *Br J Surg.* 2006 Sep;93(9):1069-76.
- Noritomi DT1, Vieira ML, Mohovic T, Bastos JF, Cordioli RL, Akamine N, et al. Echocardiography for hemodynamic evaluation in the intensive care unit. *Shock.* 2010 Sep;34 Suppl 1:59-62
- Opperer M, Poeran J, Rasul R, Mazumdar M, Memtsoudis SG, et al. Use of perioperative hydroxyethyl starch 6% and albumin 5% in elective joint arthroplasty and association with adverse outcomes: a retrospective population based analysis. *BMJ* 2015; 350:h1567.
- Osman D, Ridel C, Ray P, Monnet X, Anguel N, Richard C, et al. Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge. *Crit Care Med.* 2007 Jan;35(1):64-8
- Ostergaard M, Nielsen J, Rasmussen JP, Berthelsen PG. Cardiac output--pulse contour analysis vs. pulmonary artery thermodilution. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2006 Oct;50(9):1044-9.
- Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N, Gillies MA, Blunt M, Ackland G, et al. Effect of a perioperative, cardiac output guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *JAMA.* 2014 Jun 4;311(21):2181-90.
- Phan TD, Ismail H, Heriot AG, Ho KM. Improving perioperative outcomes: fluid optimization with the esophageal Doppler monitor, a metaanalysis and review. *J Am Coll Surg.* 2008 Dec;207(6):935-41.
- Pinsky MR. Functional haemodynamic monitoring. *Curr Opin Crit Care.* 2014 Jun;20(3):288-93.
- Rahbari NN, Zimmermann JB, Schmidt T, et al. Meta-analysis of standard, restrictive and supplemental fluid administration in colorectal surgery. *Br J Surg.* 2009 Apr;96(4):331-41.
- Reeves ST, Finley AC, Skubas NJ, Swaminathan M, Whitley WS, Glas KE, et al. Special article: basic perioperative transesophageal echocardiography examination: a consensus statement of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *Anesth Analg.* 2013 Sep;117(3):543-58.
- Reich DL, Bodian CA, Krol M, Kuroda M, Osinski T, Thys DM. Intraoperative hemodynamic predictors of mortality, stroke and myocardial infarction following coronary artery bypass surgery. *Anesth Analg.* 1999 Oct;89(4):814-22.

- Reich DL, Hossain S, Krol M, Baez B, Patel P, Bernstein A, et al. Predictors of hypotension after induction of general anesthesia. *Anesth Analg* 2005; 101:622–8
- Renner J, Scholz J, Bein B. Monitoring fluid therapy. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2009 Jun;23(2):159-71.
- Robinson BJ, Ebert TJ, O'Brien TJ, Colenco MD, Muzi M. Mechanisms whereby propofol mediates peripheral vasodilation in humans. Sympathoinhibition or direct vascular relaxation? *Anesthesiology*. 1997 Jan;86(1):64-72.
- Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010 Jul;23(7):685-713; quiz 786-8.
- Sanders G, Mercer SJ, Saeb-Parsey K, Akhavan MA, Hosie KB, Lambert AW Randomized clinical trial of intravenous fluid replacement during bowel preparation for surgery. *Br J Surg*. 2001 Oct;88(10):1363-5.
- Scheingraber S, Rehm M, Sehmisch C, Finsterer U. Rapid saline infusion produces hyperchloremic acidosis in patients undergoing gynecologic surgery. *Anesthesiology* 1999; 90(5):1265-70.
- Sefidbakht S, Assadsangabi R, Abbasi HR, Nabavizadeh A. Sonographic measurement of the inferior vena cava as a predictor of shock in trauma patients. *Emerg Radiol*. 2007 Jul;14(3):181-5. Epub 2007 Jun 1.
- Seif D, Mailhot T, Perera P, Mandavia D. Caval sonography in shock: A noninvasive method for evaluating intravascular volume in critically ill patients. *J Ultrasound Med* 2012; 31:1885–90
- Shah MR, Hasselblad V, Stevenson LW, Binanay C, O'Connor CM, Sopko G, et al. Impact of the pulmonary artery catheter in critically ill patients: meta-analysis of randomized clinical trials. *JAMA*. 2005 Oct 5;294(13):1664-70.
- Shaw AD, Bagshaw SM, Goldstein SL, Scherer LA, Duan M, Schermer CR, et al. Major complications, mortality, and resource utilization after open abdominal surgery: 0.9% saline compared to Plasma-Lyte. *Ann Surg* 2012; 255(5):821-9.
- Slagt C, Helmi M, Malagon I, Groeneveld AB. Calibrated versus uncalibrated arterial pressure waveform analysis in monitoring cardiac output with transpulmonary thermodilution in patients with severe sepsis and septic shock: an observational study. *Eur J Anaesthesiol*. 2015 Jan;32(1):5-12.
- Soni N. British Consensus Guidelines on Intravenous Fluid Therapy for Adult Surgical Patients (GIFTASUP): Cassandra's view. *Anaesthesia*. 2009 Mar;64(3):235-8.
- Stoelting RK, Miller, RD., editors. *Basics of Anesthesia*. 5th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone Publishing Compan; 2007.
- Miller RD, Cohen NH, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Young WL. *Miller's Anesthesia* 8th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier; 2015

- Swart RM, Hoorn EJ, Betjes MG, Zietse R. Hyponatremia and inflammation: the emerging role of interleukin-6 in osmoregulation. *Nephron Physiol.* 2011;118(2):45-51.
- Thiele RH, Colquhoun DA, Blum FE, Durieux ME. The ability of anesthesia providers to visually estimate systolic pressure variability using the "eyeball" technique. *Anesth Analg.* 2012 Jul;115(1):176-81
- Thiele RH, Bartels K, Gan TJ. Inter-device differences in monitoring for goal-directed fluid therapy. *Can J Anaesth.* 2015 Feb;62(2):169-81.
- Thom O, Taylor DM, Wolfe RE, Myles P, Krum H, Wolfe R. Pilot study of the prevalence, outcomes and detection of occult hypoperfusion in trauma patients. *Emerg Med J.* 2010 Jun;27(6):470-2.
- Thomas-Rueddel DO1, Vlasakov V, Reinhart K, Jaeschke R, Rueddel H, Hutagalung R, et al. Safety of gelatin for volume resuscitation -a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2012 Jul;38(7):1134-42.
- Trzeciak S, McCoy JV, Phillip Dellinger R, Arnold RC, Rizzuto M, Abate NL, et al. Early increases in microcirculatory perfusion during protocol-directed resuscitation are associated with reduced multi-organ failure at 24 h in patients with sepsis. *Intensive Care Med.* 2008 Dec;34(12):2210-7.
- Van Der Linden P, James M, Mythen M, Weiskopf RB. Safety of modern starches used during surgery. *Anesth Analg* 2013; 116:35.
- Volpicelli G, Skurzak S, Boero E, Carpinteri G, Tengattini M, Stefanone V, et al. Lung ultrasound predicts well extravascular lung water but is of limited usefulness in the prediction of wedge pressure. *Anesthesiology.* 2014 Aug;121(2):320-7.
- Wallace DJ, Allison M, Stone MB. Inferior vena cava percentage collapse during respiration is affected by the sampling location: an ultrasound study in healthy volunteers. *Acad Emerg Med.* 2010 Jan;17(1):96-9.
- Walsh M, Devereaux PJ, Garg AX, Kurz A, Turan A, Rodseth RN, et al. Sessler DI. Relationship between intraoperative mean arterial pressure and clinical outcomes after noncardiac surgery: Toward an empirical definition of hypotension. *Anesthesiology.* 2013 Sep;119(3):507-15
- Weber U, Glassford NJ, Eastwood GM, Bellomo R, Hilton AK. A Pilot Assessment of Carotid and Brachial Artery Blood Flow Estimation Using Ultrasound Doppler in Cardiac Surgery Patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016 Jan;30(1):141-8.
- Weekes AJ, Tassone HM, Babcock A, Quirke DP, Norton HJ, Jayarama K, et al. Comparison of serial qualitative and quantitative assessments of caval index and left ventricular systolic function during early fluid resuscitation of hypotensive emergency department patients. *Acad Emerg Med.* 2011 Sep;18(9):912-21.
- Weinger MB, Herndon OW, Zornow MH, Paulus MP, Gaba DM, Dallen LT. An objective methodology for task analysis and workload assessment in anesthesia providers. *Anesthesiology.* 1994 Jan;80(1):77-92.

- Westphal M, James MF, Kozek-Langenecker S, Stocker R, Guidet B, Van Aken H. Hydroxyethyl starches: different products--different effects. *Anesthesiology*. 2009 Jul;111(1):187-202.
- Wuethrich PY, Burkhard FC, Thalmann GN, Stueber F, Studer UE. Restrictive deferred hydration combined with preemptive norepinephrine infusion during radical cystectomy reduces postoperative complications and hospitalization time: a randomized clinical trial. *Anesthesiology*. 2014 Feb;120(2):365-77.
- Yanagawa Y, Sakamoto T, Okada Y. Hypovolemic shock evaluated by sonographic measurement of the inferior vena cava during resuscitation in trauma patients. *J Trauma*. 2007 Dec;63(6):1245-8; discussion 1248.
- Yang SY, Shim JK, Song Y, Seo SJ, Kwak YL. Validation of pulse pressure variation and corrected flow time as predictors of fluid responsiveness in patients in the prone position. *Br J Anaesth*. 2013 May;110(5):713-20.
- Yates DR, Davies SJ, Milner HE, Wilson RJ. Crystalloid or colloid for goal-directed fluid therapy in colorectal surgery. *Br J Anaesth*. 2014 Feb;112(2):281-9.
- Yildirimturk O, Tayyareci Y, Erdim R, Ozen E, Yurdakul S, Aytakin V, et al. Assessment of right atrial pressure using echocardiography and correlation with catheterization. *J Clin Ultrasound* 2011; 39:337–343.
- Zhang X, Luan H, Zhu P, Feng J, Cui J, Zhao Z. Does ultrasonographic measurement of the inferior vena cava diameter correlate with central venous pressure in the assessment of intravascular volume in patients undergoing gastrointestinal surgery? *J Surg Res*. 2014 Oct;191(2):339-43.
- Zhang J, Critchley LA. Inferior Vena Cava Ultrasonography before General Anesthesia Can Predict Hypotension after Induction *Anesthesiology*. 2016;124(3):580-9.
- Zmora O, Pikarsky AJ, Wexner SD. Bowel preparation for colorectal surgery. *Dis Colon Rectum*. 2001; 44(10):1537-49.
- Zubin MB, Liliana B. Perioperative Fluid Management. *Clin Colon Rectal Surg*. 2009; 22(1): 28–33.