



## Peroperatif Sıvı Dengesinin PVI (Pleth Variability Index) ile Değerlendirilmesi ve NIRS (Near Infrared Spectroscopy) ile Korelasyonu

Evaluation of Peroperative Fluid Balance with PVI (Pleth Variability Index) and Correlation with NIRS (Near Infrared Spectroscopy)

Cana Melis Çelik<sup>1</sup>, Sermin Altunbaş<sup>2</sup>, Yücel Karaman<sup>3-4</sup>

<sup>1</sup>Ödemiş Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>İzmir Şehir Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İzmir, Türkiye

<sup>3</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İzmir, Türkiye

<sup>4</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmada; majör abdominal cerrahi operasyonlarda yapılan sıvı tedavisinin pleth variability indeks (PVI) ile değerlendirilmesi ve near-infrared spectroscopy (NIRS) ile korelasyonunun izlenmesi amaçlandı.

**Gereç ve Yöntemler:** Prospektif, gözlemsel olarak tasarlanan bu çalışmaya, majör abdominal cerrahi geçirecek ASA fiziksel durum skoru I-II-III olan 86 hasta dahil edildi. Tüm olgulara anestezi öncesi standart ASA monitörizasyonuna ek olarak PVI ve NIRS monitörizasyonu yapıldı. Arteriyel kanülasyon yapılmış olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastaların demografik ve hemodinamik verileri, sağ/sol serebral oksijen satürasyon değerleri ve PVI değerleri induksiyon öncesi bazal, induksiyon sonrası 5. dakika, 1., 2., 3., 4., 5. saat ve cerrahi işlem bitiminde kayıt altına alındı.

**Bulgular:** Çalışmamızda sağ ve sol serebral oksijen satürasyonunun hemoglobin, end-tidal karbondioksit (EtCO<sub>2</sub>) ve parsiyel karbondioksit basıncı (pCO<sub>2</sub>) ile korele olduğu saptandı. Benzer korelasyonun EtCO<sub>2</sub> ve PVI arasında da olduğu ancak PVI değerinin hemoglobin ile korelasyonunun olmadığı saptandı. PVI'nin sistolik arterial basınç ve bazal sağ serebral oksijen satürasyonu ile korelasyonu saptandı.

**Sonuç:** Majör abdominal cerrahi girişimlerde sıvı tedavisi PVI ve NIRS ile birlikte değerlendirildiğinde; serebral oksijen satürasyonunun literatürle uyumlu olacak şekilde, hemoglobin, EtCO<sub>2</sub> ve pCO<sub>2</sub> değerleri ile korelasyon gösterdiği, buna karşılık PVI ile NIRS arasında ise istatistiksel bir korelasyon göstermediği saptanmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Kızıl ötesi spektroskopi; pleth variability indeks; majör abdominal cerrahi

### Abstract

**Aim:** This study aimed to evaluate fluid therapy in major abdominal surgery with PVI (Pleth Variability Index) and to monitor its correlation with NIRS (Near-Infrared Spectroscopy).

**Materials and methods:** This prospective, observational study included 86 patients with ASA physical status scores I-II-III who were undergoing major abdominal surgery. In addition to standard ASA monitoring before anesthesia, PVI and NIRS monitoring were performed on all patients. Patients who underwent arterial cannulation were included in the study. Demographic and hemodynamic data, right/left cerebral oxygen saturation values, and PVI values were recorded at baseline before induction, at 5 minutes, 1, 2, 3, 4, and 5 hours after induction, and the end of surgery.

**Results:** In our study, it was found that right and left cerebral oxygen saturation was correlated with hemoglobin, end-tidal carbon dioxide (EtCO<sub>2</sub>), and partial carbon dioxide pressure (pCO<sub>2</sub>). It was found that a similar correlation was found between EtCO<sub>2</sub> and PVI, but PVI value was not correlated with hemoglobin. PVI was correlated with systolic arterial pressure and basal right cerebral oxygen saturation.

**Conclusion:** When fluid therapy was evaluated together with PVI and NIRS in major abdominal surgical procedures, it was found that cerebral oxygen saturation was correlated with hemoglobin, EtCO<sub>2</sub>, and pCO<sub>2</sub> values, in line with the literature, whereas there was no statistical correlation between PVI and NIRS.

**Keywords:** Near-infrared spectroscopy; pleth variability index; major abdominal surgery

**Sorumlu yazar:** Sermin Altunbaş

İzmir Şehir Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İzmir

E-posta: drsermin@hotmail.com

Geliş ve Kabul Tarihi: 02.06.2024/13.08.2024

## GİRİŞ

Peroperatif sıvı yönetimi ve hemodinamik monitörizasyon, anestezi pratiğinde intravasküler volüm durumunu optimize etmek, postoperatif organ yetmezliklerini önlemek ve komplikasyonları azaltmak açısından oldukça önemlidir (1).

Mide, barsak rezeksiyonu ve anastomozlarını veya uzun süren hepatobiliyer cerrahi operasyonları içeren, genelde kan kaybının eşlik ettiği majör abdominal cerrahi operasyonlar peroperatif sıvı yönetimi açısından özellikli cerrahilerdir. Bu nedenle peroperatif sıvı yönetimini bu cerrahi sınıf üzerinden inceleyen pek çok çalışma vardır (2-4).

Anestezi pratiğinde santral venöz kateterizasyon yöntemleri ile sağ atriyum basınçlarını ölçerek hastanın volüm durumunu tahmin etmeye çalışmak, pulmoner arter kateterizasyonu ile sol atriyum önyükünü tahmin etmek yıllarca uygulanan yöntemlerdir. Bu ölçekler, hastaların kardiyak durumlarının ve değişebilen kompliyanslarının bu değerleri saptırabileceğinin görülmesi nedeniyle güvenilirliğini yitirmeye başlamıştır (5,6).

Dalga değişkenlik indeksi (PVI) spontan solunum eforu olmayan, mekanik ventilatörde pozitif basınçlı ventilasyon ile solutulan bir hastada sıvı durumunu tahmin etmekte güvenilir bir yöntem olarak gözükmektedir (2,7,8).

Near-infrared spectroscopy (NIRS) ölçümü yakın kızılötesi ışık teknolojisi ile çalışan ve bölgesel, özellikle frontal lob oksijen saturasyonunu gösteren non invaziv cihazlar ile yapılmaktadır. Serebral iskemi ve hipoksemiye genel anestezi altındaki hastada takip edebilmek amacıyla pek çok cerrahi sırasında kullanılırlar (9).

Çalışmamızda; majör abdominal cerrahi geçirecek hastalarda peroperatif optimal sıvı yönetiminin serebral oksijenizasyona etkisi ve PVI ile NIRS arasındaki korelasyonunun incelenmesi amaçlanmıştır.

## GEREÇ ve YÖNTEMLER

Bu çalışma; 2019/9-20 nolu yerel etik kurul onayı alındıktan sonra, 2019 Haziran-2020 Mayıs tarihleri arasında, 18-75 yaş arası, ASA I-II-III majör abdominal cerrahi geçirecek 86 hastada gerçekleştirildi. Peroperatif verilen optimal sıvı tedavisinin PVI ve NIRS ile korelasyonu ve serebral oksijenizasyona etkisinin gösterilmesinin amaçlandığı prospektif, tanımlayıcı bir çalışma olarak yürütüldü.

Çalışmaya; 18-75 yaş arası, ASA I-II-III, mide, kolon, rektum ve hepatobiliyer gibi majör abdominal cerrahi geçirecek, arterial kan gazı örnekleri alabilmek için radyal arter kanülasyonu yapılmış ve çalışmaya katılmayı kabul etmiş hastalar dahil edilmiştir. Ejeksiyon fraksiyonu %30 ve altında, kardiyak ritim

bozukluğu, mekanik ventilasyon sırasında 8 ml/kg tidal volüme ulaşamayan, nörolojik hastalığı (iskemik vasküler hastalık, karotis arter stenozu vb) olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Premedikasyon yapılmadan operasyon masasına alınan hastalara, standart ASA monitorizasyonu (EKG, SpO2, NİKB) yapıldı. Hastaların yaş, cinsiyet, boy, kilo ve ek hastalıkları ile geçirilecek abdominal cerrahi kaydedildi.

Serebral oksimetre (Radical-7 Pulse CO-Oximeter® Irvine, California) probu sağ ve sol olmak üzere frontal bölgeye yapıştırıldı. İndüksiyonda 1-2 mcg / kg fentanil, 2mg / kg propofol, 0,6 mg / kg rokuronyum uygulanarak hastalar orotrakeal entübe edildi. EtCO2 33-36 mmHg olacak şekilde ventilasyon değerleri ayarlandı ve VC (volüm kontrol) moduna alındı. Nabız oksimetre probu (Radical-7 Pulse CO-Oximeter®, Irvine, California) standart olarak sol elin yüzük parmağına yerleştirildi. Ortam ışığının etkisi önlenerek şekilde etrafı kapatıldı. Anestezi idamesi sevofluran %2 ve remifentanil 0,05-0,015 mcg/kg/dk infüzyon ile sağlandı.

Optimal sıvı tedavisi için 4-2-1 kuralı uygulandı, sıvı ve kan ürünleri kayıpları ayrıca replase edildi ve kaydedildi. Bazal (T0), indüksiyondan 5 dk sonra (İ5), sonrasında saat başı olmak üzere (T1-T5) ve cilt kapanma (Tkapama) zamanlarında; PVI, NIRS, kalp atım hızı (KAH), sistolik (SAB), diastolik (DAB), ortalama arter basınçları (MAP), oksijen saturasyonu (SpO2), end-tidal karbondioksit (EtCO2), parsiyel oksijen basıncı (pO2), parsiyel karbondioksit basıncı (pCO2), laktat, hemoglobin ve idrar çıkışı değerleri kaydedildi.

## İstatistiksel analiz

Verilerin analizi SPSS 25 programı ile yapılmış ve %95 güven düzeyi ile çalışılmıştır. Kategorik (nitel) değişkenler için frekans (n) ve yüzde (%), sayısal (nicel) değişkenler için ortalama (X), standart sapma (ss) kullanılmıştır.

Çalışmada ölçümlerin ilişkisi Pearson/Spearman korelasyon testi ile, PVI ölçümü ortalama altı ve ortalama üstü gruplamasında farklılık göstermesi ise bağımsız gruplar t/Mann Whitney testi ile analiz edilmiştir.

Ölçümler için çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenmiştir. Ölçümlerin normallik varsayımını sağladığı kabul edilmiş, analizlerde parametrik yöntemler kullanılmıştır. Bununla birlikte 4. ve 5. saat ölçümlerinde gözlem sayısı düşük olduğu için (30<) parametrik olmayan yöntemler kullanılmıştır.

## BULGULAR

Çalışmamızda diyabet (%27,9), hipertansiyon (%40,7), sigara içiciliği (%26,7) en sık rastlanan ek hastalıklar olmuştur. Hepatobiliyer cerrahiler en sık olmak üzere

(%33,7), mide operasyonları, kolon operasyonları ve rektum operasyonları olan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Operasyon süresi, replase edilen kristaloid, kolloid miktarları ve kanama miktarının minimum, maksimum ve ortalama değerleri tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Operasyon Süresi, Kanama, Kristaloid, Kolloid İstatistikleri

	n	Min - Maks.	Ort ± ss
Operasyon süresi (dk)	86	120-540	254,59±94,38
Kanama miktarı (mL)	86	0-3500	423,02±524,1
Kristaloid miktarı (mL)	86	1300-8500	3406,98±1485,6
Kolloid miktarı (mL)	86	0-1000	313,95±297,5

Bazal RS02 sağ ölçümü ile SAP ölçümü arasında bazal ve 2. saatte zayıf negatif istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). rS02 sağ ölçümü ile diğer ölçümlerin ilişkisi tablo 2’de gösterilmiştir.

Tüm ölçümlerde RS02 sağ ölçümü ile PC02, Hb ölçümleri arasında pozitif yönlü, istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). 1.,2.,4. ve 5. saatler ile kapamada RSO2 sağ ölçümü ile ETCO2 arasında pozitif yönlü anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Birinci ve 2. saatlerde RSO2 sağ ölçümü ile Ph arasında; 3. ve 4. saatlerde laktat ile negatif yönlü anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Kapama RS02 sağ ölçümü ile idrar ölçümü arasında negatif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Bazal RS02 sol ölçümü ile ölçümler arasında istatistiksel anlamlı ilişki bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). rS02 sol ölçümü ile diğer ölçümlerin ilişkisi tablo 3’de gösterilmiştir.

Beşinci dk’da rS02 sol ölçümü ile pC02, Hb ölçümleri arasında pozitif yönlü, Ph, İdrar ölçümü arasında negatif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Birinci saatte rS02 sol ölçümü ile p02 ölçümleri arasında pozitif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). İkinci saatte rS02 sol ölçümü ile EtC02, pC02 ve Hb ölçümleri arasında pozitif yönlü, Ph ölçümü ile arasında negatif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Üçüncü saatte rS02 sol ölçümü ile DAP, pC02 ölçümleri arasında pozitif yönlü, Ph ölçümü ile arasında negatif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Dördüncü saatte rS02 sol ölçümü ile EtC02 ölçümü arasında pozitif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Beşinci saatte rS02 sol ölçümü ile pC02 ölçümü arasında pozitif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Kapama rS02 sol ölçümü ile pC02, Hb ölçümü arasında pozitif yönlü, Ph ölçümü ile arasında negatif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

End tidal CO2 ve rS02 ile PVI ve rSO2 arasında lineer ilişki gözlemlenmektedir. Beşinci dk’da ve 2. saatte PVI ile tüm ölçümlerde istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Birinci, 3. ve 4. saatlerde ise PVI ile pO2 bakımından istatistiksel anlamlı fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Beşinci saatte PVI ile DAP ve EtC02 ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Kapamada PVI ile SP02, EtC02, rS02 sağ ve idrar ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). End tidal CO2, rS02 ve PVI minimum, median ve maksimum değerlerinin zaman ile ilişkisi grafik 1’de gösterilmiştir.

Beşinci dk’da rS02 sol ölçümü ile pC02, Hb ölçümleri arasında pozitif yönlü, Ph, İdrar ölçümü arasında negatif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Birinci saatte rS02 sol ölçümü ile p02 ölçümleri arasında pozitif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). İkinci saatte rS02 sol ölçümü ile EtC02, pC02 ve Hb ölçümleri arasında pozitif yönlü, Ph ölçümü ile arasında negatif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Üçüncü saatte rS02 sol ölçümü ile DAP, pC02 ölçümleri arasında pozitif yönlü, Ph ölçümü ile arasında negatif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Dördüncü saatte rS02 sol ölçümü ile EtC02 ölçümü arasında pozitif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Beşinci saatte rS02 sol ölçümü ile pC02 ölçümü arasında pozitif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Kapama rS02 sol ölçümü ile pC02, Hb ölçümü arasında pozitif yönlü, Ph ölçümü ile arasında negatif yönlü istatistiksel anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

**Tablo 2.** rS02 sağ ölçümü ile ölçümlerin ilişkisi

	Bazal	5. dk	1. sa	2. sa	3. sa	4. sa	5. sa	Kapama
KAH	0,120	0,046	-0,002	0,051	-0,020	-0,219	-0,198	0,153
SAP	-0,214*	-0,050	0,094	0,243*	0,155	0,303	0,425	0,071
DAP	-0,131	0,022	0,080	0,170	0,164	0,128	-0,253	0,050
MAP	-0,136	-0,022	0,074	0,176	0,100	0,281	-0,010	-0,004
Sp02	-0,002	-0,049	0,035	-0,136	-0,224	-0,362	-0,271	-0,047
EtC02	x	0,137	0,358**	0,342**	0,239	0,633**	0,686**	0,336**
Ph	x	-0,047	-0,278**	-0,231*	-0,266	-0,269	-0,396	-0,296**
p02	x	0,042	-0,053	-0,264*	-0,111	-0,324	-0,385	0,019
pC02	x	0,298**	0,453**	0,429**	0,533**	0,441*	0,690**	0,380**
Laktat	x	-0,031	-0,131	-0,130	-0,283*	-0,411*	-0,389	0,013
Hb	x	0,361**	0,460**	0,392**	0,431**	0,516**	0,737**	0,313**
İdrar	x	-0,135	-0,206	-0,163	0,015	-0,159	-0,417	-0,239*

\*\*p<0,01, \*p<0,05 anlamlı ilişki var, p>0,05 anlamlı ilişki yok

Korelasyon katsayısı güç düzeyleri; 0<r<0,299 zayıf, 0,300<r<0,599 orta, 0,600<r<0,799 güçlü, 0,800<r<0,999 çok güçlü

**Tablo 3.** rS02 Sol Ölçümü ile Ölçümlerin İlişkisi

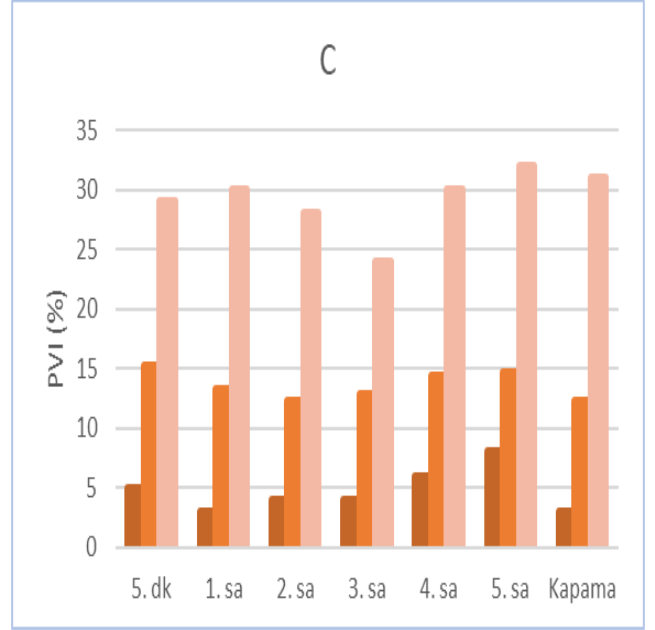
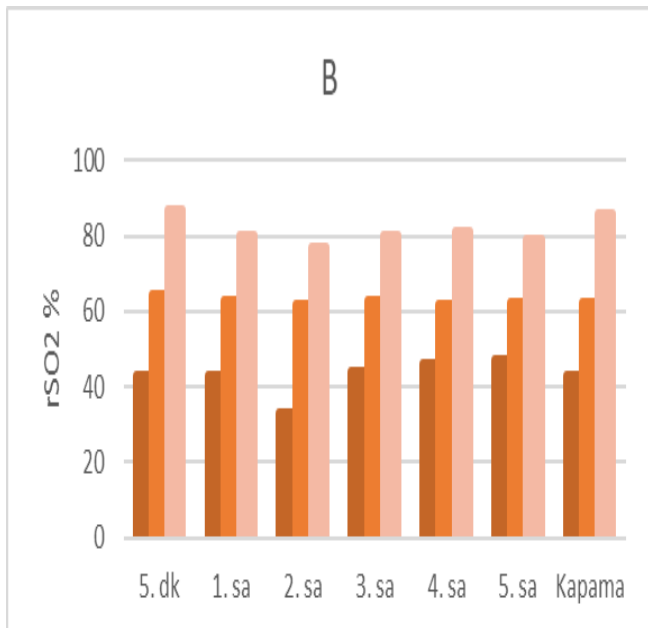
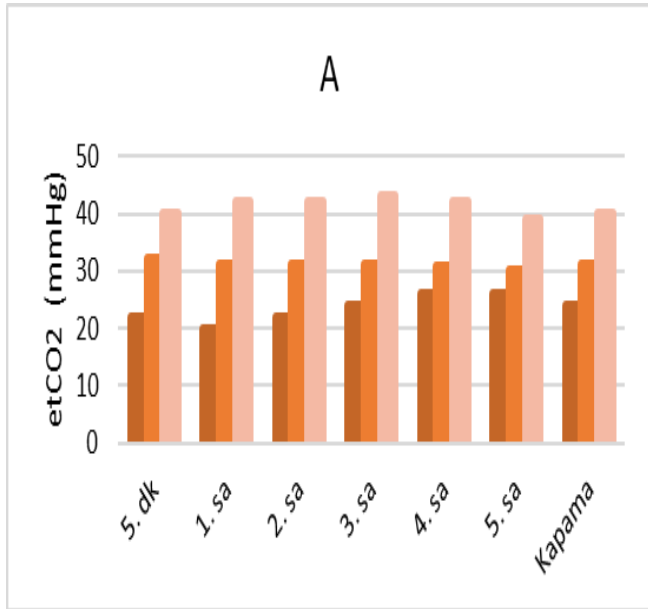
	Bazal	5. dk	1. sa	2. sa	3. sa	4. sa	5. sa	Kapama
KAH	0,104	0,111	0,193	0,163	0,165	-0,005	0,101	0,255*
SAP	-0,013	-0,053	-0,063	0,129	0,255	0,259	0,095	0,050
DAP	0,058	-0,023	-0,037	0,108	0,308*	0,370	-0,084	0,131
MAP	0,106	-0,021	-0,099	0,050	0,264	0,374	-0,089	0,080
Sp02	-0,124	0,023	-0,079	0,076	0,008	-0,084	-0,018	0,038
EtC02	x	0,122	-0,037	0,381**	0,349*	0,449*	0,387	0,133
Ph	x	-0,235*	0,206	-0,482**	-0,415**	-0,359	-0,291	-0,276*
p02	x	0,062	0,243*	-0,113	0,061	-0,293	-0,209	0,091
pC02	x	0,312**	-0,055	0,467**	0,566**	0,307	0,545*	0,233*
Laktat	x	-0,080	0,130	-0,036	0,013	-0,160	-0,351	0,104
Hb	x	0,349**	-0,001	0,303**	0,250	0,276	0,523	0,291**
İdrar	x	-,327**	0,095	-0,184	-0,111	-0,265	-0,011	-0,192

\*\*p<0,01 , \*p<0,05 anlamlı ilişki var , p>0,05 anlamlı ilişki yok

Korelasyon katsayısı güç düzeyleri; 0<r<0,299 zayıf, 0,300<r<0,599 orta, 0,600<r<0,799 güçlü, 0,800<r<0,999 çok güçlü

End tidal CO<sub>2</sub> ve rSO<sub>2</sub> ile PVI ve rSO<sub>2</sub> arasında lineer ilişki gözlemlenmektedir. Beşinci dk'da ve 2. saatte PVI ile tüm ölçümlerde istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05). Birinci, 3. ve 4. saatlerde ise PVI ile pO<sub>2</sub> bakımından istatistiksel anlamlı fark bulunmaktadır (p<0,05). Beşinci saatte PVI ile DAP ve EtCO<sub>2</sub> ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmaktadır (p<0,05). Kapamada PVI ile SP0<sub>2</sub>, EtCO<sub>2</sub>, rSO<sub>2</sub> sağ ve idrar ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmıştır (p<0,05). End tidal CO<sub>2</sub>, rSO<sub>2</sub> ve PVI minimum, median ve maksimum değerlerinin zaman ile ilişkisi grafik 1'de gösterilmiştir.

**Grafik 1.** EtCO<sub>2</sub>, rSO<sub>2</sub> ve PVI minimum, median ve maksimum değerlerinin zaman ile ilişkisi.



(A) EtCO<sub>2</sub> (mmHg) ve zaman ilişkisi.

(B) rSO<sub>2</sub> (%) ve zaman ilişkisi.

(C) PVI (%) ve zaman ilişkisi.

Tablolardaki sütunlar minimum, median ve maksimum değerleri göstermektedir.

#### TARTIŞMA

Perioperatif dönemde optimal sıvı yönetiminin sağlanması hipovolemi ve hipervoleminin sistemler üzerinde oluşturacağı olumsuz etkileri engellemekte olup bu yönde birçok parametre üzerinde araştırmalar halen devam etmektedir (10,11). PVI; perioperatif sıvı optimizasyonunun sağlanmasında önemli yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu araştırmada konvansiyonel sıvı tedavisinin PVI yöntemi ve PVI ile serebral doku perfüzyonunu gösteren NIRS değerleri arasındaki korelasyon incelenmiştir.

Mousa ve arkadaşlarının hiperkapni ile PVI arasındaki ilişkiyi inceleyen bir araştırmasında hiperkapninin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde PVI değerlerini düşürdüğü saptanmıştır. Hiperkapninin bu etkisi; sempatoadrenal sistem aktivasyonu, sistemik vasküler direncin artması ve sistemik vazokonstriksiyon ile açıklanmıştır (12). Araştırmamızda da sonuçlar benzer şekilde EtCO<sub>2</sub>'in istatistiksel olarak anlamlı yüksek olduğu dönemlerde PVI değerleri de cutt-of değerimiz olan 13'ün altında bulundu. Aynı şekilde EtCO<sub>2</sub> değeri yüksek olduğunda, rSO<sub>2</sub> ölçümlerimiz de yüksek olarak saptandı. Bu durum hiperkapninin serebral vazodilatasyon etkisi ile açıklanabilir (13). Benzer bir ilişki Kim ve arkadaşlarının sezlong pozisyonu ile anestezi alacak hastalarında incelenmiş, EtCO<sub>2</sub> yükselişinin rSO<sub>2</sub> yükselişi ile birlikteliği gösterilmiştir (14). Çalışmamızda hem EtCO<sub>2</sub> hem de

pCO<sub>2</sub> değerleri rSO<sub>2</sub> ile koreledir. pCO<sub>2</sub> değerinin değişimi serebral kan akımının en önemli modülatörüdür ve pCO<sub>2</sub> 20-75 mmHg değerleri arasındayken serebral kan akımı ile lineer ilişki içindedir. Hiperkapninin sistemik ve serebral vasküler sistem üzerindeki farklı etkileri; çalışmamıza göre hiperkapni ile PVI ve PVI ile NIRS arasındaki anlamlı korelasyon ile uyumludur.

Arieff ve arkadaşlarının kalp hızı, sistolik ve ortalama arter basınçları ile üriner outputu yakın takip ederek sıvı tedavisi uyguladığı bir çalışmada, bu parametrelerin postoperatif pulmoner ödemi tahmin etme ve engellemede yetersiz olduğu özetlenmiştir (15). Moller ve arkadaşları, benzer şekilde sıvı yönetiminin üriner output göz önüne alınarak yapılmasının postoperatif pulmoner komplikasyonlar ile ilişkili olduğundan bahsetmiştir (16). Joshi ve arkadaşlarının çalışmasında ise, idrar çıkışı ve 3. boşluk kayıpları hesaplanarak yapılan sıvı tedavilerinin postoperatif mortalite ve morbidite ile ilişkisi vurgulanmış, statik parametrelerin tek başına kullanılmaması önerilmiştir (17).

Çalışmamızda da PVI değerinin bazı zaman dilimlerinde, statik hemodinamik monitorizasyonlar ile (OAB, SAP, DAP, KAH, üriner output gibi) beklenen aksine bir ilişki içinde olması veya istatistiksel anlamlı bir ilişkinin bulunmaması, bu statik parametrelerin peroperatif hemodinamik değerlendirmelerde güvenilir olmayışı ile ilişkili olabilir. Statik hemodinamik monitorizasyonlar göz önüne alınarak yapılan sıvı tedavileri ne yazık ki mortalite ve morbidite ile yakın ilişkili gözükmemektedir. Bu durum özellikle cerrahi stres yanıtı olan ve genel anestezi altında olan hastalarda daha da ön plana çıkmaktadır. Bir çok hasta cerrahi stres nedeniyle oligourikse dahi, normovolemik olabilir. Bu gibi sebeplerle, çalışmamızda PVI değeri ile bu statik hemodinamik monitorizasyon yöntemlerinin korelasyonu gözlemlenmemiş olabilir.

Çalışmamızda bu parametrelerin NIRS ile korelasyonu da çalışılmış olup, SAP ile bazal rSO<sub>2</sub> değerleri anlamlı bir ilişki göstermiştir. Eyeington ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada kardiyak indeks ve MAP ile bazal NIRS değerlerinin birbiri ile uyumlu olduğu görülmüştür (18). Bu kardiyopulmoner bypass geçirecek kalp yetmezlikli hastalarda bazal rSO<sub>2</sub> değerlerinin sağlıklı gönüllülerden daha düşük olmasını destekler nitelikte gibi görünmektedir (19). Ancak çalışmamızda OAB, SAP, DAP, KAH, üriner output değerleri için NIRS ve PVI arasında anlamlı korelasyon saptanmıştır.

Kardiyopulmoner bypass operasyonu geçirecek 14 hastada yapılan bir çalışmada, Lassnigg ve arkadaşları dilüsyonel anemi sonrası hemoglobin konsantrasyonu düşüşü ile NIRS değerlerindeki düşüşün korele olduğunu bildirmişlerdir (20). Çalışmamızda da

hemoglobin değerleri ile sağ ve sol rSO<sub>2</sub> değerleri arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Ancak bu ilişkiyi PVI ve hemoglobin arasında ve PVI ile NIRS arasında gözlemlenemedik.

Vital bulgular ve kan kaybı gibi parametrelerin doku oksijenizasyonunu göstermede yetersiz kalması sonucu, özellikle son yıllarda NIRS'ın bu alanda kullanımını ile ilgili görüşler ortaya çıkmıştır. Hemoglobin düşüşünün rSO<sub>2</sub> değerlerine diğer monitorizasyonlardan daha hızlı yansması kalp damar cerrahisi anesteziinde kullanılabilir. NIRS değerlerinin hemoglobin düşüşünü erken tespit edeceğine yönelik bu tip çalışmalar mevcuttur (21,22). Çalışmamızda konvansiyonel sıvı tedavisi verildiğinde gözlenen PVI ile NIRS arasındaki ilişkiyi ve bu tedavilerin serebral perfüzyona etkilerini araştırmayı amaçladık. Etkin sıvı tedavisi verildiğinde ve PVI değerleri normalleştiğinde, rSO<sub>2</sub> değerlerinin de iyileşmesi; sıvı tedavisinin bölgesel end organ koruması sağlama açısından başarılı olduğunu gösterebilir. Daha önce sıvı tedavisi ve laktat arasındaki ilişkileri inceleyen araştırmalarda; laktat global bir iyilik hali olarak kullanılmış ve sıvı tedavisi ile ilişkisi özellikle son dönemde PVI değerleri kullanılarak incelenmiştir (23-26). Bu araştırmada ise; serebral korunmanın gösterilmesi için rSO<sub>2</sub> değerleri baz alınmıştır.

Pulse oksimetre cihazı (Masimo, Radical-7 Pulse CO-Oximeter®, Irvine, California) ile ölçülen PVI değeri, birçok faktörden etkilenebilir (27,28). Hipotermi bu faktörler içerisinde, özellikle uzun saatler süren majör abdominal cerrahilerde, öne çıkan bir faktördür. Çalışmamızda en uzun operasyon 540 dk olmak üzere, ortalama 254 dk süren ameliyatlara, ısıtıcı battaniyelere rağmen hipotermi riskini artırmaktadır. Ayrıca hastalara primer klinisyenin öngördüğü şekilde ve hastane protokolüne uygun sıvı tedavisi uygulanmıştır, bu 86 hasta için ortalama 3406 cc kristaloid ve 313 cc kolloid olarak hesaplanmıştır. Oda ısısındaki yüksek miktarda sıvının iv olarak verilmesi hastanın hipotermik sürecine katkıda bulunabilmektedir. Hastanemizde az sayıda ısı probu bulunması nedeniyle bu operasyonlarda ısı monitorizasyonu yapılamamıştır. Prabnu ve arkadaşları, majör abdominal cerrahilerde PVI'nin güvenilirliğini ve SVV (atım hacim değişkenliği) ile korelasyonunu araştırmışlardır. 15 major abdominal cerrahi geçirecek hastada yaptıkları prospektif bu çalışmada, SVV ile PVI değeri korele bulunmamıştır. PVI'nin birçok faktörden etkilenebilmesi nedeniyle uzun süren majör abdominal cerrahilerde yanıtıcı olabileceği belirtilmiştir (27). Benzer bir çalışma majör karaciğer operasyonu geçiren hastalarda yapılmış, pletismografik dalganın; humoral ve nörojenik faktörlerden etkilenebildiğini, diğer dinamik monitorizasyonlar gibi sıvı yanıtı ile korele olmadığını

belirtmiştir (29). Çalışmamızda; NIRS monitörizasyonu ile literatüre uygun korelasyon gösteren sonuçlar bulmamıza karşın, PVI değeri ile korele olması beklenen laktat, hemoglobin, SAP, MAP, DAP, idrar çıkışı gibi değerler için istatistiksel anlamlı sonuçlar gözlemedik.

Hipotermi, vazokonstriksiyon ve hipotansiyonun pulse oksimetre ile ilişkisini inceleyen bir başka çalışma Lima ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Azalmış periferel perfüzyona sahip yoğun bakım hastalarında yaptıkları bu çalışmada PI (perfüzyon indeksi) değeri 1.4 ve altı hastaların düşük periferel perfüzyona sahip oldukları sonucuna varmıştır. PI değeri pulsatil kan akımı ve pulsatil olmayan kan akımının birbirine oranının bir yüzdesi olduğundan, bir hipoperfüzyon durumunda; pulsatil olmayan kısım deri ve diğer dokular sayesinde kısmen sabitken, pulsatil kısım azalacak ve PI düşecektir. Bu yüzden bu değer; düşük kardiyak output, vasküler hastalıklar, otonom sinir sistemi gibi etkenlerden de etkilenir. Pulsatil komponentin bu gibi sebeplerle azalması, pulse oksimetre sinyalinin amplifiye edilmesi ile tolere edilir. Majör cerrahilerde pulse oksimetre dalga formu ve PVI, sıvı yanıtı için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu sinyalin amplifiye edilmesi gereken durumlar, PVI güvenilirliğini sınırlayabilir (30). Çalışmamızda gözlediğimiz PVI değerlerinin, kaydetmediğimiz halde azalmış PI değerleri nedeniyle, güvenilirliğinin azalmış olabileceği görüşündeyiz.

PVI değerinin doğru ölçümünü etkileyen bir diğer faktör, vasküler tonustur. Vasküler tonus ağrı, ölçüm yeri ve herhangi bir sebeple gelişecek vazokonstriksiyondan (hipotermi gibi) etkilenecektir. Anestezi altında majör cerrahi geçiren hastalarda bu tür değişiklikler yaygındır. Norepinefrin, efedrin gibi ajanların eklenmesi, periferel vasküler tonusu yükselterek PVI ölçümlerini etkileyebilmektedir (31). Çalışmamızda 2 hastaya norepinefrin infüzyonu uygulanmıştır.

Kulak ve alın bölgesi vasküler tonus değişikliklerine parmaktan daha dirençlidir. Özellikle kritik hasta bakımı veya yüksek riskli operasyon geçirecek hastalara bu bölgeden PVI monitörizasyonu yapılmasının daha doğru olabileceği, yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (32). Çalışmamızda da ölçüm yeri olarak parmak kullanılmıştır. Hipotermik ameliyathane odaları şartlarında, uzun süren operasyonlar hastaların parmak ucu perfüzyonlarının bozulmasına ve yanlış PVI değerleri okumalarına sebep olmuş olabilir.

PVI değerlerinin bu gibi faktörlerden etkilenmesi, yapılan çalışmalarda bir cut off değer bulmanın zorluğunu da beraberinde getirmiştir. %8-20 arası değişebilen değerlerle yapılan çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada, %13 değeri cut-off olarak kullanılmıştır.

Benzer şekilde PI değeri için bir 'normal' değer belirtilmemekte, düşük ve yüksek perfüzyon indeksi kavramı belirtilmektedir. 0.3-10 arası değerler düşük ve yüksek perfüzyon yorumları için sınır değerler olarak belirtilmiştir. PI değerinin kritik hasta bakımında veya ameliyathane şartlarında belirlenmesini kapsayan yayınlar bulunmaktadır.

2011 yılında Brosh ve arkadaşları tarafından yapılan, koroner arter bypass operasyonuna girecek hastalarda bir çalışmada, anestezi induksiyonu sonrası pasif bacak kaldırma testi (PLR) uygulanmıştır. Bu çalışmada PVI ölçümünün PI ile ilişkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. SVV ve PVI testi, PLR öncesi ve sonrası kaydedilmiştir. PVI; düşük PI değerlerinde sıvı yanıtını tahmin etmede yetersiz kalmıştır. PI değeri %4 ve üzeri olduğunda PVI değerinin doğru tahminlerde bulunabileceğine değinilmiştir (28). Düşük PI değerleri, daha önce bahsedilen hipotermi, hipotansiyon ve periferel vazokonstriksiyon ile ilişkili gözükmektedir. Brosh ve arkadaşlarının 'normal değer' olarak bulduğu %4 PI değeri çoğu majör cerrahide gözlemlenmesi zor, yüksek bir değer olarak gözükmektedir. Ancak hem PI, hem de PVI değerlerinin normal değerlerini tanımlamak için halen daha fazla veriye ihtiyaç duyulmaktadır.

## SONUÇ

Bu çalışmada; majör abdominal cerrahi operasyonlarında konvansiyonel olarak sağlanan sıvı dengesinin PVI ile serebral fonksiyonları değerlendiren NIRS arasındaki korelasyonun araştırılması hedeflenmiştir.

Çalışmanın sonucunda; major abdominal cerrahi operasyonlarında PVI ile standart hemodinamik monitorizasyon değerleri arasında anlamlı bir ilişki gözlemlenmemiştir. NIRS monitörizasyonunun litatürle uyumlu bir şekilde EtCO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub> ve hemoglobin ile korelasyonu saptanmış olmakla birlikte PVI ile NIRS arasında da istatistiksel bir korelasyon saptanmamıştır. Mevcut sonuçların nedeni; standart hemodinamik monitörizasyon değerlerinin peroperatif sıvı dengesini tam olarak yansıtamadığı ve PVI ile NIRS ölçümlerinin mevcut teknoloji ile halen birçok faktörden etkilenmesi ile açıklanabilir. Araştırma grubu olan major abdominal cerrahilerde operasyonun uzun sürmesine bağlı periferik dolaşımın etkilenmesi, parmak ucu probunun kullanılması ve hipotermi gibi faktörler PVI ve NIRS monitörizasyonunun perfüzyon düşüşünü doğru olarak yansıtamayabileceğini düşündürmektedir. Bu çalışmanın sonuçları literatürdeki benzer çalışmaların sonuçlarını destekler niteliktedir. Teknolojinin ilerlemesi ve bu alanda yapılacak çalışmaların artması ile gelecekte noninvaziv monitörizasyon teknikleri ile çok daha doğru sonuçlar elde edilebilecektir.

## Yazar Deklarasyonları

Yazarların herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Çalışmada hiçbir hibe veya destek kullanılmamıştır.

Tüm yazarlar çalışmanın tüm aşamalarında katkıda bulduklarını beyan etmişler ve makalenin son halini onaylamışlardır.

Yazarlar bu çalışmanın başka bir dergide yayınlanmadığını ve başka bir derginin incelemesinde olmadığını beyan ederler.

Bu makale; 28-31 Ekim 2021 tarihleri arasında gerçekleştirilen Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği 55. Ulusal Kongresinde E-poster olarak sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

1. Wakeling HG, McFall MR, Jenkins CS, Woods WGA, Miles WFA, Barclay GR, et al. Intraoperative oesophageal Doppler guided fluid management shortens postoperative hospital stay after major bowel surgery. *Br J Anaesth.* 2005;95:634-42.
2. Warnakulasuriya SR, Davies SJ, Wilson RJT, Yates DRA. Comparison of esophageal Doppler and plethysmographic variability index to guide intraoperative fluid therapy for low-risk patients undergoing colorectal surgery. *J Clin Anesth.* 2016;34:600-8.
3. Yu Y, Dong J, Xu Z, Shen H, Zheng J. Pleth variability index-directed fluid management in abdominal surgery under combined general and epidural anesthesia. *J Clin Monit Comput.* 2015;29:47-52.
4. Zimmermann M, Feibicke T, Keyl C, Prasser C, Moritz S, Bernhard MG, et al. Accuracy of stroke volume variation compared with pleth variability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing major surgery. *Eur J Anaesthesiol.* 2010;27:555-61.
5. Sondergaard S, Parkin G, Aneman A. Central venous pressure: We need to bring clinical use into physiological context. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2015;59:552-60.
6. Gelman S. Venous function and central venous pressure: A physiologic story. *Anesthesiology.* 2008;108:735-48.
7. Chu H, Wang Y, Sun Y, Wang G. Accuracy of pleth variability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Monit Comput.* 2016;30:265-74.
8. Forget P, Lois F, De Kock M. Goal-directed fluid management based on the pulse oximeter-derived pleth variability index reduces lactate levels and improves fluid management. *Anesth Analg.* 2010;111:910-4.
9. Murkin JM, Arango M. Near-infrared spectroscopy as an index of brain and tissue oxygenation. *Br J Anaesth.* 2009;103 Suppl 1:i3-13.
10. Thacker JKM, Mountford WK, Ernst FR, Krukas MR, Mythen MG. Perioperative fluid utilization variability and association with outcomes. *Ann Surg.* 2016;263:502-10.
11. Shin CH, Long DR, McLean D, Grabitz SD, Ladha K, Timm FP, et al. Effects of intraoperative fluid management on postoperative outcomes: A hospital registry study. *Ann Surg.* 2018;267:1084-92.
12. Mousa WF. Effect of hypercapnia on pleth variability index during stable propofol: Remifentanyl anesthesia. *Saudi J Anaesth.* 2013;7:234-7.
13. Greene NH, Lee LA. Modern and evolving understanding of cerebral perfusion and autoregulation. *Adv Anesth.* 2012;30:97-129.
14. Kim SY, Chae DW, Chun YM, Jeong KH, Park K, Han DW. Modelling of the effect of end-tidal carbon dioxide on cerebral oxygen saturation in beach chair position under general anaesthesia. *Basic Clin Pharmacol Toxicol.* 2016;119:85-92.
15. Arieff AI. Fatal postoperative pulmonary edema: Pathogenesis and literature review. *Chest.* 1999;115:1371-7.
16. Moller AM, Pedersen T, Svendsen PE, Engquist A. Perioperative risk factors in elective pneumonectomy: The impact of excess fluid balance. *Eur J Anaesthesiol.* 2002;19:57-62.
17. Joshi GP. Intraoperative fluid restriction improves outcome after major elective gastrointestinal surgery. *Anesth Analg.* 2005;101:601-05.
18. Eyeington CT, Ancona P, Osawa EA, Cutuli SL, Eastwood GM, Bellomo R. Modern technology-derived normative values for cerebral tissue oxygen saturation in adults. *Anaesth Intensive Care.* 2019;47:69-75.
19. Vretzakis G, Georgopoulou S, Stamoulis K, Stamatiou G, Tsakiridis K, Zarogoulidis P, et al. Cerebral oximetry in cardiac anesthesia. *J Thorac Dis.* 2014;6 Suppl 1:S60-9.
20. Lassnigg A, Hiesmayr M, Keznickl P, Müllner T, Ehrlich M, Grubhofer G. Cerebral oxygenation during cardiopulmonary bypass measured by near-infrared spectroscopy: Effects of hemodilution, temperature, and flow. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1999;13:544-8.
21. Soller BR, Yang Y, Soyemi OO, Ryan KL, Rickards CA, Walz JM, et al. Noninvasively determined muscle oxygen saturation is an early indicator of central hypovolemia in humans. *J Appl Physiol.* 2008;104:475-81.



22. Sabuncu Ü, Özgök A. Serebral oksijen satürasyonu monitörizasyonunun reyonel doku hipoksisini tespit etmedeki yeri. *GKDA Derg.* 2016;22:125-27.
23. Sandroni C, Cavallaro F, Marano C, Falcone C, De Santis P, Antonelli M. Accuracy of plethysmographic indices as predictors of fluid responsiveness in mechanically ventilated adults: A systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2012;38:1429-37.
24. Lopes MR, Oliveira MA, Pereira VOS, Lemos IPB, Auler JOC, Michard F. Goal-directed fluid management based on pulse pressure variation monitoring during high-risk surgery: A pilot randomized controlled trial. *Crit Care.* 2007;11:R100.
25. 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;101:200-6.
26. Piskin O, Oz II. Accuracy of pleth variability index compared with inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients. *Medicine (Baltimore).* 2017;96:e8889.
27. Prabhu SP, Nileshwar A, Krishna HM. Stroke volume variation and pleth variability index. Are they two faces of the same coin? *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* 2019;13:1-5.
28. Broch O, Bein B, Gruenewald M, Höcker J, Schöttler J, Meybohm P, et al. Accuracy of the pleth variability index to predict fluid responsiveness depends on the perfusion index. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011;55:686-93.
29. Solus-Biguenet H, Fleyfel M, Tavernier B, Kipnis E, Onimus J, Robin E, et al. Non-invasive prediction of fluid responsiveness during major hepatic surgery. *Br J Anaesth.* 2006;97:808-16.
30. Lima AP, Beelen P, Bakker J. Use of a peripheral perfusion index derived from the pulse oximetry signal as a noninvasive indicator of perfusion. *Crit Care Med.* 2002;30:1210-3.
31. Biais M, Cottenceau V, Petit L, Masson F, Cochard JF, Sztark F. Impact of norepinephrine on the relationship between pleth variability index and pulse pressure variations in ICU adult patients. *Crit Care.* 2011;15:R168.
32. Shelley KH, Jablonka DH, Awad AA, Stout RG, Rezkanna H, Silverman DG. What is the best site for measuring the effect of ventilation on the pulse oximeter waveform? *Anesth Analg.* 2006;103:372-7.