




İnferior vena kava kollapsibilite indeksi (İVCCİ), pasif bacak kaldırma testi (PBKT), santral venöz basınç (CVP), laktat ve veno-arterial karbondioksit farkının (ΔpCO_2) kritik yoğun bakım hastalarında korelasyonunun araştırılması

Investigation of correlation of inferior vena cava collapsibility index (IVCCI), passive leg raising test (PLRT), central venous pressure (CVP) and lactate and veno-arterial carbon dioxide difference (ΔpCO_2) for critical intensive care patients


Murat Arslan¹ 

Bedih Balkan¹ 

Abdulkadir Yektaş² 

Süleyman Sabaz¹ 

Kübra Yıldırım¹ 

Gülsüm Oya Hergünel¹ 

¹Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

²Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Diyarbakır, Türkiye

Öz

Amaç: Yoğun bakım ünitesinde yatan kritik hastalarda, hipovoleminin değerlendirmesi için kullandığımız inferior vena kava kollapsibilite indeksi (İVC_{Cl}), santral venöz basınç (CVP), pasif bacak kaldırma testi (PBKT), laktat ve veno-arterial karbondioksit farkı (ΔpCO_2) parametrelerinin birbiriyle korelasyonu ve ΔpCO_2 'in bu amaçla kullanılabilirliğini saptamak.

Gereç ve Yöntem: Hastalar supin-nötr pozisyondayken CVP ölçüldü. CVP'nin <8 mmHg değeri hipovolemi lehine değerlendirildi. Yine aynı pozisyonda ultrasonografi cihazının ekokardiyografi (ECHO) probu ile inferior vena kava (İVC) görüntülemesi yapıp İVC_{Cl} hesaplandı, İVC_{Cl}'nin >%45 değeri hipovolemi lehine değerlendirildi. Hastaya nabız basınç kontrollü PBKT uygulanıp sistolik tansiyonda >%12 artış pozitif olarak kabul edildi. Daha sonra hastalardan eş zamanlı santral venöz ve arteriel kan gazı çalışılarak ΔpCO_2 ve arteriyel laktat düzeyine bakıldı.

Bulgular: Çalışmamızda İVC_{Cl} ve CVP arasında orta derecede negatif korelasyon ($p=0,02$), İVC_{Cl} ile PBKT arasında orta derecede bir pozitif korelasyon ($p<0,001$) saptanırken, İVC_{Cl} ile laktat düzeyi arasında zayıf pozitif korelasyon saptandı ($p=0,032$). ΔpCO_2 ile diğer parametreler arasında herhangi bir korelasyon saptanmadı.

Sonuç: İVC_{Cl}'nin, non-invaziv bir yöntem olması ve aynı zamanda CVP, PBKT ve laktatla istatistiksel olarak korele olması nedenleriyle intravasküler sıvı volümü değerlendirmesinde kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar Sözcükler: Veno-arterial karbondioksit farkı, laktat, inferior vena kava kollapsibilite indeksi, pasif bacak kaldırma testi, santral venöz basınç, hipovolemi.

Abstract

Aim: Determination the correlation between inferior vena cava collapsibility index (IVC_{Cl}), passive leg rising test (PLRT), central venous pressure (CVP), and lactate and veno-arterial carbon dioxide difference (ΔpCO_2) parameters that are used for evaluating hypovolemia in critical patients in intensive care units and determining the disposability of ΔpCO_2 for this reason.

Materials and Methods: When patients were supine-neutral position, CVP was measured. CVP values less than 8 mmHg (CVP<8 mmHg) were evaluated as hypovolemia. When the patients were at the same position, with the echocardiography (ECHO) probe of ultrasonography device, inferior vena cava (IVC) was monitored and IVC_{Cl} values were calculated. IVC_{Cl} values larger than 45% (IVC_{Cl}>45%) were evaluated as hypovolemia. The patients were applied blood pressure-controlled passive leg lifting test (PLL), and >12% increase at systolic blood pressure was accepted as positive. After that, simultaneous central venous and arterial blood gas of patients were studied, and ΔpCO_2 and arterial lactate levels were controlled.

Yazışma Adresi: Abdulkadir Yektaş

Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Diyarbakır, Türkiye

E-posta: akyektas722000@yahoo.co.uk

Makalenin Geliş Tarihi: 13.12.2017 Kabul Tarihi: 05.02.2018

Results: As a result of our study, we have detected a medium level negative correlation ($p=0.02$) between IVC_{Cl} and CVP, and medium level positive correlation between IVC_{Cl} and PLLT. However, weak positive correlation ($p=0.032$) has been detected between IVC_{Cl} and lactate level. Any correlation detected between ΔpCO_2 and other parameters.

Conclusion: IVC_{Cl} can be used for volume evaluation of intravascular fluid since it is a noninvasive method and at the same time, it is statistically in correlation with CVP, PLLT and lactate.

Keywords: Venous-arterial carbon dioxide different (ΔpCO_2), lactate, inferior vena cava collapsibility index (IVC_{Cl}), Passive leg rising test (PLRT), Central venous pressure, hypovolemia.

Giriş

Yoğun bakım ünitesinde (YBÜ) takip edilen kritik hastalarda yeterli kardiyak debi (KD) ve yeterli doku oksijenizasyonunun sağlanması için intravasküler volüm (İVV) miktarı yeterli düzeyde olmalıdır. YBÜ'ye kabul edilen hastaların üçte birinin dolaşım şoku mevcuttur (1). Dolaşım şoku; hipovolemik, kardiyak, obstrüktif, vazomotor veya bunların kombinasyonu ile oluşabilir, sıklıkla çoklu organ yetmezliği ve yüksek mortalite ile birliktedir (2).

Hipovolemik şok çeşitli cerrahi ve tıbbi hastalıklar sonucu ortaya çıkabilen acil tıbbi bir sendromdur. Hemoraji ve akut sıvı kayıpları nedeni ile görülebileceği gibi septik şok, nörojenik şok, anafilaktik şok gibi vasküler tonus kayıplarında da göreceli bir hipovolemi söz konusudur. Erken tanı konulup tedavi edilmesi, hücre hasarı ve ölümünü engelleme açısından çok önemlidir (3).

İVV durumunun saptanması, bu volüm belli bir eşik altında ise sıvı verilmesi ve bunun KD'yi yükseltmesi kalbin *Frank-Starling* eğrisinde bulunduğu yere bağlıdır. *Frank-Starling* eğrisine göre İVV belli bir eşik değerinin altına düştüğünde (eğrinin dikey kısmında) kalbin ön yükü (preload) azalır, kardiyak debi düşer ve doku perfüzyonunun azalması sonucunda doku oksijenizasyonu bozulur. Aynı şekilde *Frank-Starling* eğrisine göre vücutta aşırı sıvı yükünün olması (eğrinin yatay kısmı) da kardiyak disfonksiyon ve yüklenme bulgularına yol açarak mortaliteyi artırır (4).

Şok tanısı klinik, hemodinamik ve biyokimyasal belirteçlerin kombinasyonuna dayanır. Şoklu hastanın fizik muayenesinde yetersiz doku perfüzyonu bulguları mevcuttur. Bozulmuş doku perfüzyonunu değerlendirmek için plazma laktat düzeyi, miks venöz oksijen saturasyonu ($ScvO_2$) ve veno-arteriel pCO_2 farkı (ΔpCO_2) gibi biyokimyasal belirteçler kullanılabilir. Düşük kan basıncının varlığı, şok tanısı için bir ön şart olmamalıdır, kompanse edici mekanizmalar vazokonstriksiyon yoluyla kan basıncını koruyabilir (2).

Şokta hipotansiyonu düzeltmek için sıvı resüsitasyonu ve vazopressör desteğine sıklıkla ihtiyaç duyulur. Doku perfüzyonunu iyileştirmek amaçlı kardiyak ön yükü artırma (sıvı) ve inotrop tedavinin yapılması gerekir.

Kardiyak ön yük tahmini amaçlı santral venöz basınç (CVP) ve pulmoner arter oklüzyon basıncı gibi statik parametrelerin yanında, ekokardiyografik olarak end-

ventriküler volümler ve inferior vena cava kollapsibilite indeksi (IVC_{Cl}), İVC distansibilite indeksi (IVC_{Di}), transpulmoner termodilüsyon yöntemi ile ölçüm ve pasif bacak kaldırma testi (PBKT) gibi dinamik parametreler de kullanılmaktadır (2).

Biz bu çalışmada, YBÜ'de yatan, KD'si normal olan ve spontan solunumu olup, asiste invaziv mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda; Hipovolemi değerlendirmesinde kullanılan IVC_{Cl} , CVP, PBKT, laktat düzeyi ve ΔpCO_2 arasında korelasyon olup olmadığını değerlendirmeyi, ΔpCO_2 'in hipovolemi tanısında kullanılabilirliğini ve serum laktat düzeyi ile korelasyonu olup olmadığını değerlendirmeyi ve vazopressör kullanımının; IVC_{Cl} , CVP, PBKT, ΔpCO_2 ve serum laktat düzeylerine etkisi olup olmadığını değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Prospektif, randomize ve gözlemsel olarak planlanan çalışma için T.C. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi yerel etik komitesinden (Onay no: 2017-04-41) izin ve çalışma yapılan hastaların yakınlarından yazılı aydınlatılmış onam alındı. Çalışmaya alınacak olgu sayısı www.samplesize.net-correlation-sample-size sitesinde daha önceden yaptığımız 31 olguluk pilot çalışmada IVC_{Cl} ve CVP değerleri arasındaki korelasyon hesaplamasında $r=0,465$ bulunup, r değeri kullanılarak $\alpha=0,050$ (*two tailed*), $\beta=0,050$ olarak kabul edildiğinde, *power* %95 olması için toplam örneklem hacmi 54 olarak hesaplandı.

Bu çalışmaya, YBÜ'de yatan hastalardan rastgele seçilen, 18-90 yaş aralığında, spontan solunumu bulunup asiste invaziv mekanik ventilasyon uygulanan, Ramsey sedasyon skalası (RSS) 5-6 olan, sıvı açığı olup olmadığı bilinmeyen hastalar dahil edildi. Hastalar vazopressör kullanıp kullanmamasına göre iki gruba ayrıldı: Grup-1 vazopressör kullanmayan grup ($n=30$); Grup-2 vazopressör kullanan grup ($n=24$). Ayrıca bu hastaların yaş, KTA (kalp tepe atımı), SAB (sistolik arteriyel basınç), DAB (diastolik arteriyel basınç), periferik oksijen saturasyonu (SpO_2) ve vücut ısısı değerleri hastalar YBÜ'ye yatar yatmaz sürekli olarak kaydedildi. Gruplar bu değerler açısından istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

1. Ciddi kardiyak hastalığı olanlar (kardiyak patoloji, pulmoner hipertansiyon)
2. İntra-abdominal basıncı >12 mmHg olan hastalar
3. Obez hastalar (Vücut kitle indeksi >30 olanlar)
4. VCİ görüntülenemeyen hastalar
5. Hipotansif seyreden hastalar (1µg/kg/dk üzerinde noradrenalin infüzyonuna rağmen SAB<90 mmHg olanlar)
6. Sinüs ritminde olmayan hastalar
7. Vücut sıcaklığı >37.5 °C olan hastalar
8. Spontan solunumu olmayan hastalar
9. PBKT yapılamayan kalça ameliyatlı ya da kalça protezi ameliyatı olmuş hastalar
10. Arter kan gazında CO₂ >60 mmHg olan hastalar
11. APACHE II skorları 35 in altında olan hastalar.

İşlem öncesi tüm hastaların demografik verileri ve yandaş hastalıkları kaydedildi.

Hemodinamik monitörizasyon

YBÜ'de yatan tüm hastalara rutin olarak uygulandığı şekilde supin pozisyonda *Nihon Kohden BSM-9101K* monitörü (*Nihon Kohden Europe GmbH; Raiffeisenstrasse 10, D-61191 Rosbach, Germany*) ile EKG, SpO₂, intra-arteriyel kanülasyon ardından devamlı invaziv arteriyel basınç ölçümü, ciltten periferik vücut sıcaklığı takibi monitörizasyonu ve santral venöz kateter ile CVP monitorizasyonu yapıldı. Hastalara VCİ görüntülemesi amaçlı YBÜ'de kullanmakta olduğumuz *GE Vivid e* Ultrasonografi cihazı (*United Medical Instruments; 832 Jury Court, San Jose, California 95112*) ile ECHO probu kullanılarak VCİ görüntülemesi yapıldı. Hastaların yaş, boy ve kiloları kaydedilerek vücut kitle indeksleri hesaplandı.

CVP Ölçümü

Hasta supin nötr pozisyona alındı. *Nihon Kohen BSM-9101K* monitörü ile CVP monitörizasyonu yapıldı ve santral kateterden yapılan tüm sıvı infüzyonu kesildi. Daha sonra hasta geçici olarak ventilatörden ayırıldı ve monitördeki basınç değeri mmHg olarak kaydedildi. Ölçülen CVP basınç değerinin <8 mmHg olması hipovolemi lehine değerlendirildi (5).

VCİ Ölçümü

Hastalar supin olarak nötr pozisyona alındı. Mekanik ventilatör PEEP değeri 5 cmH₂O olarak ayarlandı. *GE Vivid* Ultrasonografi cihazının ECHO probuyla, subksifoid pencereden önce B-Modu ECHO ile *out-plane* olarak VCİ, aorta ve vertebra görüntüldü (Şekil-1). ECHO probu bulunduğu nokta değiştirilmeden saat yönü tersine çevrilerek VCİ *in-plane* pozisyonda görüntüldü (Şekil-2).

VCİ'nin kalpten çıkışı ve hepatic ven görüntülenerek hepatic veni yaklaşık 1cm geçtikten sonraki kısma ECHO kursorü yerleştirildi ve M-Mod ECHO açıldı. Birkaç soluk periyodu boyunca VCİ çapı izlendi ve

ekran dondurularak VCİ çapının en dar olduğu ve en geniş olduğu yerlerden çap ölçümü yapıldı (Şekil-3).

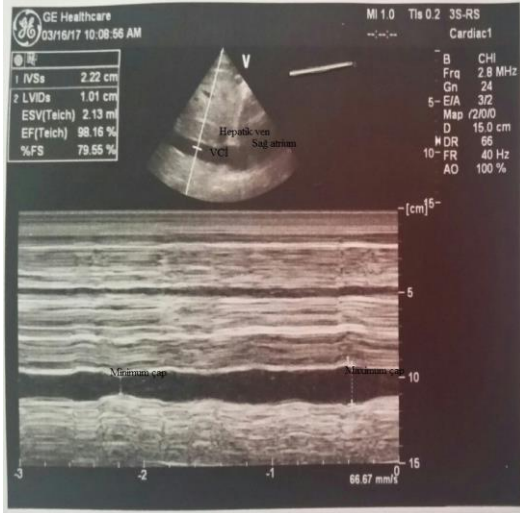
Her hastadan ayrı ayrı ekran çıktısı alındı. Her hasta için VCİ_{ci}, VCİ_{ci}=(V_{max}-V_{min})/V_{max} formülü kullanılarak hesaplandı. VCİ_{ci}'nin >%45 olması hipovolemi ile uyumlu olduğu şeklinde yorumlandı (6).



Şekil-1. Ultrasonografi cihazının ECHO probuyla, subksifoid pencereden B-Modu ECHO ile *out-plane* olarak VCİ, aorta ve vertebra'nın görüntülenmesi.



Şekil-2. ECHO probu bulunduğu nokta değiştirilmeden saat yönü tersine çevrilerek VCİ'nin *in-plane* pozisyonda görüntülenmesi.



Şekil-3. VCI çapının en dar olduğu ve en geniş olduğu yerlerden yapılan çap ölçümü yapıldı.

Pasif Bacak Kaldırma Testi

Hasta supin pozisyonda yatarken önce baş belden itibaren 45° yukarı kaldırıldı ve 2 dakika bu pozisyonda tutularak Nihon Kohden BSM-9101K monitöründeki SAB mmHg olarak kaydedildi. Daha sonra hasta tam tersine bacaklar belden itibaren 45° yukarı pozisyona alınarak 1 dakika sonra aynı şekilde monitördeki SAB mmHg olarak kaydedildi. Ölçülen SAB'de >%12'lik bir artış hipovolemi lehine değerlendirildi ve test pozitif kabul edildi (7).

Veno-Arteriel pCO₂ Farkı

CVP, VCI_{Cl} ve PBKT yapıldıktan sonra eş zamanlı olarak santral ven kateteri ve arteriyel kateterden iki ayrı kan örneği Rapidlab 1265 (Siemens; 22 Sawgrass Drive Bellport, NY 11713 USA) kan gazı analiz cihazında çalışıldı. Tüm hastaların veno-arteriyel pCO₂ farkı hesaplandı. Veno-arteriel pCO₂ değerleri arasında >6 mmHg fark olması hipovolemi lehine değerlendirildi (8).

İstatistiksel analiz

Tüm veriler SPSS for Windows 11.5 paket programı ile değerlendirildi. Verilerin normallik değerlendirmesi *sample size Kolmogorov-Smirnov* testi ile yapıldı. Normal dağılıma uyan veriler *Independent-Samples t*-testi ile karşılaştırıldı ve sonuçlar *mean±SD* olarak verildi. Kategorize veriler Ki-Kare testiyle karşılaştırıldı ve sonuçlar 'n' olarak verildi. Gruplara ait veriler arasındaki ilişki korelasyon testiyle incelendi. Gruplar arasındaki ilişkinin derecesi *Pearson* korelasyon katsayısı (r) değerine göre belirlendi. *Pearson* korelasyon katsayısı (r) değerinin yorumu:

1. r<0,2 ise çok zayıf ilişki ya da korelasyon yok
2. 0,2-0,4 arasında ise zayıf korelasyon
3. 0,4-0,6 arasında ise orta korelasyon
4. 0,6-0,8 arasında ise yüksek korelasyon
5. >0,8 ise çok yüksek korelasyon olduğu yorumu yapıldı.

Gruplardaki VCI_{Cl}, CVP, PBKT, laktat ve ΔpCO₂ değerlerinin iki grupta farklılık gösterip göstermediği regresyon testinin *Binary* Logistik yöntemiyle değerlendirildi. Tüm değerlendirmelerde p<0.05 değeri için istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu kabul edildi.

Bulgular

Bu çalışma, yaş ortalamaları 55,58±20,84 olan, 36'sı erkek, 18'i kadın olmak üzere toplam 54 hastada yapıldı. Hastaların yatış endikasyonları sırası ile 28'i travma, 15'i sepsis ve 11'i diğer nedenlerden (akut böbrek yetmezliği, diyabetik ketoasidoz, intoksikasyon) oluşmaktaydı.

Vazopressör almayan ve alan hastalarda yaş, kalp tepe atımı (KTA), sistolik arteriyel basınç (SAB), diastolik arteriyel basınç (DAB), ısı ve SpO₂ açısından yapılan istatistiksel karşılaştırmada; Grup-1 de sistolik tansiyon ve Grup-2 de KTA istatistiksel olarak anlamlı yüksekti (Tablo-1).

Tablo-1. Gruplardaki Yaş, KTA, SAB, DAB, Isı ve Spo₂ Değerlerinin Karşılaştırılması [Ortalama (±Standart Sapma)].

	Grup-1 (n:30)	Grup-2 (n:24)	p
Yaş (yıl)	51,73 (±20,78)	61,33 (±20,16)	0,093
KTA (atım/dk)	85,96 (±16,28)	98,0 (±17,51)	0,012*
SAB (mmHg)	132,93 (±22,95)	120,04 (±19,18)	0,032*
DAB (mmHg)	63,87 (±15,06)	61,29 (±12,51)	0,505
Isı (°C)	36,70 (±0,94)	36,59 (±1,19)	0,703
SpO ₂ (%)	96,80 (±4,53)	95,33 (±7,85)	0,394

*İstatistiksel olarak anlamlı fark.

Vazopressör almayan grup ile alan grup arasında CVP, İVC_{Cl}, ΔpCO₂, PBKT pozitifliği ve laktat parametreleri açısından yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görüldü (Tablo-2).

Tablo-2. Gruplardaki CVP, İVC_{Cl}, ΔpCO₂ ve Laktat Değerlerinin Karşılaştırılması [Ortalama (±Standart Sapma)].

	Grup-1 (n:30)	Grup-2 (n:24)	p
CVP (cmHO ₂)	6,77 (±4,68)	6,25 (±5,07)	0,70
VCI _{Cl}	26,49 (±16,70)	28,94 (±16,13)	0,595
ΔpCO ₂	8,14 (±4,27)	6,39 (±5,62)	0,201
Laktat	1,83 (±2,96)	2,0 (±1,53)	0,812

Hastaların ölçülen CVP, VCI_{Cl}, ΔpCO₂, PBKT pozitifliği ve laktat düzeyi arasındaki korelasyonunda (Tablo-3) CVP/ VCI_{Cl} arasında orta derecede negatif korelasyon vardı ve aradaki ilişki istatistiksel olarak anlamlıydı. VCI_{Cl}/PBKT arasında orta derecede pozitif korelasyon vardı ve aradaki ilişki istatistiksel olarak anlamlıydı. VCI_{Cl} ve laktat düzeyi arasında orta derecede pozitif korelasyon vardı ve aralarındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlıydı.

Tablo-3. CVP, VC_{Cl} , ΔpCO_2 , PBKT ve Laktat Düzeyleri Arasındaki Korelasyon.

CVP		VC_{Cl}	ΔpCO_2	PBKT	Laktat
CVP	r	-0,412	0,124	-0,183	-0,168
	p	0,02*	0,371	0,185	0,230
VC_{Cl}	r	-0,412	0,38	0,505	0,301
	p	0,02*	0,787	<0,001*	0,032*
ΔpCO_2	r	0,124	0,38	0,89	0,045
	p	0,371	0,787	0,522	0,751
PBKT	r	-0,183	0,505	-	0,80
	p	0,185	<0,001*	0,522	5,569
Laktat	r	-0,168	0,301	0,045	0,080
	p	0,230	0,032*	0,751	0569

*İstatistiksel olarak anlamlı fark.

Vazopressör almayan ve alan grupta ΔpCO_2 'in ≤ 6 ve > 6 mmHg değerleri için yapılan istatistiksel karşılaştırmada vazopressör alan grupta ΔpCO_2 'in ≤ 6 mmHg olması arasında yüksek düzeyde anlamlı ilişki vardı (Tablo-4).

Tablo-4. Gruplardaki ΔpCO_2 Değeri 6 mmHg'ya Küçük-Eşit ve 6 mmHg'dan Büyük Olan Olguların Sıklığının Karşılaştırılması.

	$\Delta pCO_2 \leq 6$	$\Delta pCO_2 > 6$	Toplam sayı	p
Grup-1	10	20	30	
Grup-2	17	7	24	*0,006
Toplam sayı	27	27	54	

*İstatistiksel olarak anlamlı fark.

Gruplardaki VC_{Cl} , PBKT, CVP, ΔpCO_2 ve laktat değerlerinin gruplara olan özgüllük ve duyarlılıklarını belirlemek için yapılan *Binary* logistik regresyon analizinde R değerinin kurulan modelin %13,8'ini tahmin ettiğini gördük. Testin özgüllüğünün %75,9 ve duyarlılığının %54,5 olduğunu gördük. Yapılan *Omnibus* testiyle modelimizin bağımsız değişkenlerinin genel olarak gruplara olan yığılımının anlamsız olduğunu gördük ($p > 0,05$).

ΔpCO_2 için $p = 0,043$ olduğu görüldü ve B katsayısının ΔpCO_2 için -0,162 olduğu görüldü. Bu durum ΔpCO_2 Grup-1 dense Grup-2'ye yönelimli olduğu şeklinde yorumlandı. ΔpCO_2 için Exp (B) değerinin 0.850 olduğu görüldü ve bu değer 1'e yakın olması ΔpCO_2 deki 1 birim artışın beklenen ΔpCO_2 değerinde 1 birim artışa neden olacağı ve bunun ΔpCO_2 deki artışın her iki grupta çok büyük bir anlam ifade etmediği şeklinde yorumlandı (Tablo-5). Yapılan ki-kare testiyle (Tablo-4) her ne kadar Grup-2 için ΔpCO_2 in daha fazla sayıda > 6 mmHg olması Grup-1'e göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek çıkarsa da, regresyon analiziyle ΔpCO_2 in gruplardaki dağılımının istatistiksel olarak anlamlı farklılığının olmadığını gördük; ΔpCO_2 değerlerinin her iki grubu belirlemede bir farkı yoktu.

Tablo-5. Gruplardaki VC_{Cl} , CVP, PBKT, ΔpCO_2 ve Laktat Değerlerinin Regresyon Analiziyle Gruplara Göre Dağılımının Karşılaştırılması.

	B	p	Exp (B)
VC_{Cl}	0,014	0,560	1,014
CVP	0,038	0,594	1,038
Step 1(a)	PBKT (1)	0,342	0,706
	ΔpCO_2	-0,162	*0,043
	LAKTAT	-0,040	0,757
	CONSTANT	0,358	0,751

*İstatistiksel olarak anlamlı fark.

Tartışma

Yaptığımız bu çalışmada hastalarda yaş, KTA, SAB, DAB, SpO_2 ve vücut ısısı açısından Grup-1 ve Grup-2 arasında istatistiksel fark olup olmadığına bakıldı. Grup-1'de SAB'yi ve Grup-2'de KTA'yı istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulduk. Fakat Grup-1 ile Grup-2 arasında VC_{Cl} , CVP, PBKT ve de laktat düzeyi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamadık. Grup-1'de SAB'nin yüksek olması bu grubun vazopressör ihtiyacı olmadığını açıklarken, Grup-2'de KTA'nın yüksek olması vazopressör ihtiyacı olduğunu açıklamaktadır.

Gui ve ark. (9), VC_{Cl} 'nin İVV değişimini erken saptamadaki etkinliği ile ilgili 2017 yılında 18 yaş ve üstü 145 gönüllü denekte yaptığı PBKT ile indüklenmiş VC_{Cl} 'deki değişimi inceleyen araştırmalarında, PBKT ile indüklenmiş VC_{Cl} 'nin İVV durumunun yeterliliğini öngörmek için yararlı olduğunu tespit etmişlerdir. VC_{Cl} 'nin bireysel özelliklerle ilişkisi olmadığını, artmış İVV değerini saptamada duyarlılığının zayıf olduğunu bildirmişlerdir. PBKT sonrası deneklerin sadece %50,3'ünde VC_{Cl} azalması %10'dan fazla olmuştur. Bizim yaptığımız çalışmada da VC_{Cl} ile CVP arasında orta derecede negatif korelasyon, PBKT ile orta derecede pozitif korelasyon ve laktat ile zayıf derecede pozitif korelasyon saptandığı için İVV'nin değerlendirilmesi amacı ile kullanımının yararlı olacağı görüşündeyiz.

Airapetian ve ark. (6) 2015 yılında spontan soluyan hastalarda VC_{Cl} 'nin sıvı yanıtılığını ön görme değerlendirmesinde, 59 hasta üzerinde prospektif olarak yaptığı çalışmada, PBKT ve 500 ml salin infüzyonundan sonra 29 hastada sıvı yanıtılılığı (sıvı infüzyonu sonrası CO 'da %10 artış) pozitif tespit edilmiştir. Sıvıya yanıtılı olanların, yanıt vermeyenlere göre daha düşük bir bazal IVC_{min} çap (11 ± 5 mm, 14 ± 5 mm, $p = 0,04$) ve daha belirgin VC_{Cl} varyasyonları (IVC_{Cl} : 35 ± 16 , 27 ± 10 , $p = 0,04$) vardı. VC_{Cl} ve VC_{min} 'i kullanarak sıvı yanıtılılığının öngörüsü düşüktü. Şüpheli hipovolemisi olan ve spontan soluyan hastada, VC_{Cl} sıvı yanıtını tahmin etmez. Buna karşın, %42'den daha fazla bir VC_{Cl} , sıvı infüzyonundan sonraki CO 'da bir artışı tahmin edebilir. Airapetian ve ark. (6) yaptığı bu çalışmada saptadığı şekilde şüpheli hipovolemisi olanlar ($VC_{Cl} < \%42$)'da VC_{Cl} 'nin duyarlılığı düşük olduğundan, bizim yaptığımız çalışmada $VC_{Cl} > \%45$ olanlar ciddi hipovolemik kabul edildi.

Ilyas ve ark. (5) 2017 yılında kritik hastalığı bulunan YBÜ'deki 100 hastada volüm durumunu tespit etmek için CVP, VC_{Cl} çapı ve VC_{Cl} arasındaki korelasyonu tespit amaçlı yaptığı bir çalışmada, ortalama CVP, $7,63 \pm 3,04$ mmHg ve VC_{Cl} , $30,68 \pm 10,93$ bulundu. Ortalama CVP ve VC_{Cl} arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki mevcut olup, CVP ve VC_{Cl} arasında güçlü bir negatif korelasyon bulundu. Aynı zamanda CVP ile maksimum ve minimum VC_{Cl} çapı arasında

güçlü bir pozitif korelasyon tespit edildi. Yaptığımız çalışmada da VC_{Cl} ve CVP arasında istatistiksel olarak anlamlı olan orta derecede negatif korelasyon vardı.

Thanakitcharu ve ark. (10) 2013 yılında yaptıkları 70 hastalık çalışmada (hastaların %64,3'ü entübe) CVP ile VC_{Cl} arasında korelasyon olduğunu gösterdiler. Çalışmamızda hastaların hepsi entübe ve spontan solunumları vardı. Biz de CVP ile VC_{Cl} arasında istatistiksel olarak anlamlı orta derecede negatif korelasyon olduğunu gördük.

Santral venöz kateteri olmayan hastalarda non-invaziv bir yöntem olmasından dolayı ekokardiyografik IVC_{Cl} görüntülemesinin CVP ölçümüne göre avantajlı olduğu bildirilmektedir (11). Yaptığımız çalışmada da VC_{Cl} ve CVP arasında istatistiksel olarak anlamlı orta derecede negatif bir korelasyon mevcut olup, ayrıca non-invaziv ve dinamik hemodinamik bir parametre olması nedeni ile VC_{Cl} , statik hemodinamik bir parametre olan ve invaziv bir işlem (santral ven kateterizasyonu) gerektiren CVP ölçümüne göre avantajlı bulunmuştur.

Mesquida ve ark. (12) PBKT ile ilgili 2017 yılında yayınlanan derleminde, PBKT'nin sıvı yanıtılığını değerlendirmek için uygulanması kolay ve güvenilir bir yöntem olduğu, ayrıca bu yöntemin diğer dinamik prediktif parametrelerin tutarlı olmadığı durumlarda, gereksiz hacim uygulamasını önlemek için geçerli bir alternatif oluşturduğu vurgulandı. Yaptığımız çalışmada da PBKT sıvı yanıtılığını değerlendirmek amacıyla kullanıldı ve PBKT ile VC_{Cl} arasında istatistiksel olarak anlamlı orta derecede pozitif korelasyon olduğu görüldü. Fakat PBKT testi ve CVP arasında istatistiksel olarak anlamlı bir negatif korelasyon yoktu. Bu durum bize PBKT sırasında kalbe dönen kan volümünün VC_{Cl} 'de VC_{Cl} 'yi düşürecek kadar anlamlı olduğu, ancak süperior vena cava ve sağ atrium bileşiminde CVP'yi arttıracak kadar anlamlı olmadığını düşündürdü. Ayrıca statik bir parametre olan CVP, övolemik hastalarda geniş bir aralıkta ölçülebilmekte ve bu durum PBKT ile korelasyonda anlamsızlığa neden olabilmektedir. CVP diğer dinamik parametreler ve hastanın kliniği ile birlikte değerlendirilmelidir.

PBKT'ye bağlı nabız basınç değişiklikleri her ne kadar CO değişikliği gibi güvenilirliği yüksek olmasa da sıvıya yanıtılığını değerlendirmek için kullanılmaktadır. 2006 yılında Monnet ve ark. (7) nabız basınç kontrollü (sistolik kan basıncında >%12 artış) PBKT'nin sıvı yanıtılığını tahmini ile ilgili yaptığı bir çalışmada duyarlılığı %60 ve özgüllüğü %85 öngörmektedir. Çalışmamızda da PBKT ile VC_{Cl} arasında istatistiksel olarak anlamlı olan orta derecede pozitif korelasyon vardı.

Caibao ve ark. (13) biyoreaktans bazlı PBKT'nin hacim-cevap değerlendirmesi amaçlı 2017 yılında yayınlanan bir çalışmada septik şoklu 50 yaşlı hastanın alındığı çalışmada tüm hastalara PBKT ve 250 ml salin solüsyonu ile sıvı yüklemesi yapıp CO, CVP, KTA, SAB, DAB ve OAB parametrelerine bakıldı. Sıvıya

yanıtılılık, sıvı infüzyonundan sonra CO'da >%10 artış olarak kabul edildi. 26 hasta sıvıya yanıtılı, 24 hasta yanıtısız bulundu. Sıvıya yanıtılı olanlarda, başlangıçtaki CO değeri ile birlikte SAB, DAB ve OAB açığa arttı (p <0,05). CO'da >%10'luk artış, %86'luk bir duyarlılık ve %79'luk bir özgüllük ile hipovolemiyi öngördü. Biyoreaktans temelli PBKT, yaşlı septik şok hastalarının sıvıya yanıtılılığını öngörebilirken, CVP öngörememiştir. Çalışmamızda da hastalarda PBKT sonrası SAB'de >%12 artış sıvıya yanıtılı olarak kabul edildi. PBKT ile CVP arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon görülmedi.

Arteriyel hipokseminin, düşük hemoglobin seviyelerinin, obstrüktif şokun ve septik şokun neden olduğu akut dolaşım yetmezlikli deney modellerinde, bölgesel mikrosirkülasyonun azalması, oksijen talebine göre azalmış oksijen sunumu gibi pek çok faktör laktat seviyelerinin artması ile karakterizedir (2). Yaptığımız çalışmada İVV değerlendirme parametrelerinin serum laktatı ile korelasyonuna bakıldı. VC_{Cl} ile laktat arasında istatistiksel olarak anlamlı olan zayıf bir pozitif korelasyon vardı (r=0,301, p=0,032). Fakat serum laktat düzeyi ile CVP ve PBKT arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı.

Nguyen ve ark. (14) yaptıkları çalışmada, serum laktat seviye yüksekliğinin karmaşık etiyojisi, makrovasküler dolaşımdan çok bölgesel veya total mikrovasküler dolaşım bozukluğu ve pek çok faktörden etkilenmesi nedeniyle İVV değerlendirme parametreleri ile kesin bir korelasyon beklenmediğini gördüler. Tedavi sonrası laktat düzeylerinde erken düşüş, global doku hipoksisinin çözümünü gösterir ve mortalitenin azalması ile ilişkilendirilir. Çalışmamızda VC_{Cl} ile laktat arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf pozitif korelasyon saptandı. Ancak laktatın diğer parametrelerle herhangi bir korelasyonu yoktu. Bu durum İVV eksikliğinde laktat klirensinin azalması nedeniyle, VC_{Cl} arttıkça laktat düzeyinin de arttığını düşündürdü.

Çalışmamızda ΔPCO_2 ile İVV göstergeleri olan VC_{Cl} , CVP ve PBKT arasında herhangi bir anlamlı ilişki saptanmadı. Daha önce bununla ilgili yapılmış bir araştırma olmamasına karşın, hipoperfüzyonun bir göstergesi olarak kabul edilen ΔPCO_2 ile hipovolemi göstergelerinden olan VC_{Cl} , CVP ve PBKT arasında herhangi bir ilişki saptanmaması beklenmedik bir durum değildi.

Mecher ve ark. (8), 1990 yılında yapmış olduğu bir çalışmada, ΔpCO_2 'nin >6 mmHg olduğu septik şoklu hastalarda, ΔpCO_2 'in ≤ 6 mmHg olan hastalara kıyasla ortalama CO'nun anlamlı olarak düşük olduğunu gözlemlemişlerdi. İki alt grup arasında kan laktat düzeylerinde herhangi bir fark bulunamadı. İlginç bir şekilde, hacim genişlemesi, yalnızca ΔpCO_2 seviyesinin yükseldiği hastalarda kardiyak çıktıda bir artışa bağlı olarak ΔpCO_2 'de bir azalma meydana getirdi. Dahası, hacim genişlemesi ile indüklenen CO

değişiklikleri ΔpCO_2 'deki değişikliklerle ($r=0,46$; $p<0,01$) koreleydi. Yazarlar, septik şoklu hastalarda yükselmiş ΔpCO_2 'nin azalmış bir sistemik kan akımı ile ilişkili olduğu sonucuna vardılar. Bizim yaptığımız çalışmada derin hipotansiyonu olan hastalar (SAB <90 mmHg) dahil edilmediği için ΔpCO_2 ile diğer İVV göstergesi olan parametreler arasında böyle bir korelasyon tespit edilememiş olabilir. Fakat bizim yaptığımız çalışmada vazopressör kullanan grupta ΔpCO_2 'i ≤ 6 olan hasta sayısının fazla olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Ancak yapılan regresyon analizinde ise ΔpCO_2 'in gruplardaki dağılımının istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığı olmadığını gördük. Grup-2 de doku perfüzyonunun bir göstergesi olarak kabul edilen ΔpCO_2 ≤ 6 olan hasta sayısının istatistiksel olarak anlamlı fazla olması vazopressör kullanımının doku perfüzyonunu iyileştirici etkisi olarak yorumlanabilir ancak regresyon analizinde ΔpCO_2 değerlerinin gruplara dağılımında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanamadı.

Deneysel ve klinik çalışmalar, ΔpCO_2 'nin doku hipoksisinin bir göstergesi olarak kullanılamayacağına dair kanıtları desteklemekte ve periferik dokular tarafından oluşturulan toplam CO_2 'yi yıkamak için venöz kanın yeterliliğinin bir göstergesi olarak görülmektedir. CO_2 çözünürlüğünün O_2 'nin yaklaşık 20 katı yüksek olması, iskemik dokulardan *efferent* damarlara yayılma özelliğinin olağanüstü olması onu hipoperfüzyonun son derece duyarlı bir göstergesi haline getirmektedir (15,16). Bu nedenle çalışmamızda ΔpCO_2 ile doku hipoksisinin göstergelerinden biri olan laktat ve İVV göstergesi olan parametreler arasında herhangi bir korelasyon saptamadık.

Laktat, şoka karşı son derece duyarlıdır ve klirensinin şok ve resüsitasyon durumunun yararlı bir göstergesi olduğu gösterilmiştir (17). Çalışmamızda laktat ve VC_{Cl} arasında istatistiksel olarak anlamlı olan zayıf pozitif korelasyon görüldü. Bu durum bize İVV yeterliliğinde laktat klirensinde düzelme olacağını düşündürdü.

Kaynaklar

1. Sakr Y, Reinhart K, Vincent JL. et al. Does dopamine administration in shock influence outcome? Results of the Sepsis Occurrence in Acutely Ill Patients (SOAP) Study. Crit Care Med 2006;34(3):589–597.
2. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M. et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. Intensive Care Med 2014;40(12):1795–1815.
3. Scerbo MH, Holcomb JB, Taub E. Et al. The trauma center is too late: Major limb trauma without a pre-hospital tourniquet has increased death from hemorrhagic shock. J Trauma Acute Care Surg 2017;83(6):1165-1172.
4. Marik PE, Linde-Zwirble WT, Bittner EA, Sahatilian J, Hansell D. Fluid administration in severe sepsis and septic shock, patterns and outcomes: an analysis of a large national database. Intensive Care Med 2017;43(5):625-632.
5. Ilyas A, Ishtiaq W, Assad S, et al. Correlation of IVC Diameter and Collapsibility Index With Central Venous Pressure in the Assessment of Intravascular Volume in Critically Ill Patients. Cureus. 2017 Feb 12;9(2):e1025. doi: 10.7759/cureus.1025.

Çalışmamızın bir sınırlılığı, hipovoleminin derecesini belirleyecek sınırları kendimizin belirlememiş olmasıdır. Daha önce yapılmış çalışmalarda belirlenen sınırları kıstas olarak aldık. Hem VC_{Cl} , hem de CVP ve arteriyel basınç kontrollü PBKT ile ilgili çalışmalarda bu parametrelerin hipovoleminin bir göstergesi olarak duyarlılıkları düşüktü, ancak ciddi hipovoleminin göstergesi olarak kullanılabilirliği önerilmekteydi. Biz sadece İVV parametreleri arasında korelasyon olup olmadığına ve ΔpCO_2 'nin İVV parametresi olup olamayacağına baktık. Bu parametrelere bakarken hastaların volüm durumlarını bilmiyorduk ve volüm durumlarını sınıflandırmadık. Grup-1 ile Grup-2'deki VC_{Cl} , CVP, PBKT, ΔpCO_2 ve laktat değerlerinin karşılaştırılmasında örneklem hacminin önceden belirlenmemiş olması bizim için bir sınırlılıktır. Bu sınırlılıklar göz önüne alınarak yeni prospektif, randomize ve tek kör çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç

VC_{Cl} 'nin CVP ile istatistiksel olarak anlamlı orta derecede negatif korelasyonu, PBKT ile istatistiksel olarak anlamlı orta derecede pozitif korelasyonu ve laktat ile istatistiksel olarak anlamlı zayıf derecede pozitif korelasyonu vardır. ΔpCO_2 ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyonu yoktur. Grup-2'de ΔpCO_2 ≤ 6 olan hasta sayısı Grup-1'e göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek olarak bulunmuş ancak regresyon analizinde ΔpCO_2 değerlerinin gruplara yığılımında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür. VC_{Cl} , CVP ve PBKT, İVV tahmininde kullanılabilir hemodinamik parametrelerdir. Laktat düzeyi hipovolemi varlığında klirensi azaldığı için yükselir ve bu durum VC_{Cl} ile istatistiksel olarak anlamlı zayıf pozitif korelasyona neden olur. ΔpCO_2 'in İVV tahmininde kullanılamayacağını düşünüyoruz. ΔpCO_2 doku perfüzyonunun bozulduğunun iyi bir göstergesidir. Vazopressör kullanımı sistolik tansiyonu artırarak ΔpCO_2 düzeyini düşürebilir. Volüm replasmanı ΔpCO_2 klirensini artırarak ΔpCO_2 düzeyini düşürebilir.

6. Airapetian N, Maizel J, Alyamani O. et al. Does inferior vena cava respiratory variability predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients? *Crit Care* 2015 Nov 13;19:400. doi: 10.1186/s13054-015-1100-9.
7. Monnet X, Rienzo M, Osman D, et al. Passive leg raising predicts fluid responsiveness in the critically ill. *Crit care Med* 2006;34(5):1402-7.
8. Mecher CE, Rackow EC, Astiz ME, Weill MH. Venous hypercarbia associated with severe sepsis and systemic hypoperfusion. *Crit Care Med* 1990;18(6):585-589.
9. Gui J, Yang Z, Ou B. et al. Is the Collapsibility Index of the Inferior Vena Cava an Accurate Predictor for the Early Detection of Intravascular Volume Change? *Shock* 2017 Jun 27. doi: 10.1097/SHK.0000000000000932.
10. Thanakitcharu P, Charoenwut M, Siriwiwatanakul N. Inferior Vena Cava Diameter and Collapsibility Index: A Practical Non-Invasive Evaluation of Intravascular Fluid Volume in Critically-Ill Patients. *J Med Assoc Thai* 2013;96(3):14-22.
11. L.Vinced, editors. Annual Update In Intensive Care and Emergency Medicine, 38th ISICEM International symposium on Intensive Care and Emergency Medicine;2017 March 20-23,Brussels, Belgium;Springer 2017.
12. Mesquida J , Gruartmoner G , Ferrer R. Passive leg raising for assessment of volume responsiveness: a review. *Curr Opin Crit Care* 2017;23(3):237-243.
13. Caibau Hu, Guolong Cai, Jing yan. Et al. Bioreactance-based passive leg raising test can predict fluid responsiveness in elderly patients with septic shock. *J Emerg Crit Care Med* 2017;1(7):1-6.
14. Nguyen HB, Rivers EP, Knoblich BP. et al. Early lactate clearance is associated with improved outcome in severe sepsis and septic shock. *Crit Care Med* 2004;32:1637–1642.
15. Mallat J, Lemyze M, Tronchon M, Vallet B, Thevenin D. Use of venous-to-arterial carbon dioxide tension difference to guide resuscitation therapy in septic shock. *World J Crit Care Med* 2016;5(1):47-56.
16. Lamia B, Monnet X, Teboul JL. Meaning of arterio-venous PCO2 difference in circulatory shock. *Minerva Anestesiol* 2006;72(6):597-604.
17. Johnson MC, Alarhayem A, Convertino V. et al. Comparison of compensatory reserve and arterial lactate as markers of shock and resuscitation. *J Trauma Acute Care Surg* 2017;83(4):603-608.