

KLİNİK ÇALIŞMA / CLINICAL RESEARCH

**KONJENİTAL KALP CERRAHİSİNDE PERİFERİK VENÖZ BASINÇ
SANTRAL VENÖZ BASINCA ALTERNATİF OLABİLİR Mİ?****PERIPHERAL VENOUS PRESSURE IN CONGENITAL HEART SURGERY
MAY BE AN ALTERNATIVE TO CENTRAL VENOUS PRESSURE****Onur IŞIK¹, Cengiz SAHUTOĞLU², Zeliha KORKMAZ DIŞLI³, İsmail AYTAÇ¹
Olca Murat DIŞLI⁴, Ali KUTSAL¹**¹Dr Sami Ulus Kadın Doğum Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hastanesi Kalp Damar Cerrahisi²Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Anestezi ve Reanimasyon Kliniği³Malatya Devlet Hastanesi Anestezi ve Reanimasyon Kliniği⁴İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi¹Sami Ulus Women's and Children's Health and Diseases Hospital Cardiovascular Surgery, Ankara, Turkey²Ege University Medical Faculty Anesthesiology and Reanimation Clinic, Izmir, Turkey³Malatya State Hospital Anesthesiology and Reanimation Clinic, Malatya, Turkey⁴Inonu University Medical Faculty Department of Cardiothoracic Surgery, Malatya, Turkey**ÖZET**

Amaç: Biz bu çalışma ile konjenital kalp cerrahisinde periferik venöz basınç (PVB) ölçümünün santral venöz basınç (SVB) ölçümüyle korelasyonunu ve SVB'ye alternatif olup olamayacağını araştırmayı amaçladık.

Yöntem: Etik kurul raporu alındıktan sonra, tam düzeltim operasyonu geçiren toplam 35 infant ve pediatrik kardiyak hastanın kalp cerrahisi yoğun bakım yatışları boyunca alınan SVB ve PVB ölçümleri prospektif olarak değerlendirildi. Çalışmamızdaki hastalar sıvı açığı, ateş, taşikardi, triküspit yetmezliği olup olmadığına göre 4 gruba, branül çapına göre, yaş gruplarına göre ayrıldı ve gruplar arası PVB ile SVB korelasyonu arandı. Hastaların yaşı, cinsiyeti, kiloları, vücut yüzey alanı, konjenital kalp hastalığı tanıları, periferik venöz yol olarak kullanılan branül çapı, postoperatif transtorasik ekokardiyografi tetkikindeki triküspit yetmezliği derecesi, kalp hızı, ateş, sıvı dengesi, SVB ve PVB ölçümleri postoperatif yoğun bakım döneminde yapıldı. Bu ölçümler entübe1 (1.saat), entübe2 (2.saat), ekstübe1 (1.saat), ekstübe2 (2.saat) olmak üzere 4 farklı randomize zamanda yapıldı. Entübe ölçümler ekspirasyon periyodunun sonunda pozitif basınçlı ventilasyon periyodunda yapıldı. Kava pulmoner şant operasyonu yapılan hastalar, prematür hastalar, palyatif operasyon yapılan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Bulgular: PVB ve SVB nin dört farklı zamanda korele olduğu saptandı. Hastaya yapılan ameliyat, hastaların yaş grupları ve vücut kitle indeksleri, taşikardinin olup, sıvı dengesi, ateş, ve triküspit yetmezlik derecesi SVB ile PVB korelasyonunu etkilemedi.

Sonuç: Pediatrik kardiyak yoğun bakımda ameliyat öncesi dönemde ve diğer pediatri kliniklerinde volüm yükünün değerlendirilmesinde ve SVB takip edilmesi gereken olgularda daha az invazif olması nedeniyle antekübital bölgeden PVB ölçümünün tercih edilebileceği kanısındayız.

ANAHTAR KELİMELEER: Santral venöz basınç, Periferik venöz basınç, Konjenital Kalp Cerrahisi

SUMMARY

Objective: This study aims to investigate the correlation of peripheral venous pressure (PVP) measurement with central venous pressure (CVP) measurement in congenital cardiac surgery, and whether it can be an alternative to CVP.

Method: After obtaining ethics committee report, CVP and PVP measurements taken during cardiac surgery intensive care hospitalization, of 35 infants and pediatric cardiac patients who underwent total correction surgery were prospectively assessed. The patients were divided into four groups according to their fluid balance, body temperature, cardiac rate, and the degree of tricuspid insufficiency, and into age groups considering their iv catheter diameter, and correlation of PVB and SVB between the groups was sought. Their ages, gender, weight, body surface area, congenital cardiac disease diagnoses, size of catheters used as peripheral venous lines, the degree of tricuspid insufficiency in postoperative transthoracic echocardiography examination, cardiac rate, body temperature, fluid balance, CVP and PVP measurements were taken in the postoperative intensive care period at four randomized times: CVP and PVP measurements were taken at four randomized times: intubated1 (1. hour), intubated2(1. hour), extubated1(1. hour), extubated2(2. hour), intragroup correlation was sought. Intubated measurements were taken at the end of expiration period, during the positive pressured ventilation period. Patients who underwent cava pulmonary shunt operations, premature patients, and patients who received palliative surgeries were excluded from the study.

Results: PVP and CVP were found to be correlated at four different time points. The patients' surgeries, age groups, body surface areas, presence or absence of tachycardia, a negative or positive fluid balance, presence or absence of fever, and the tricuspid level of the patient had no effects on CVP and PVP correlation.

Conclusion: The researchers concluded that being less invasive; PVP measurement in the antecubital region may be preferable during the preoperational period in pediatric cardiac intensive care, in assessing volume loading in other pediatric clinics, and in cases whose CVP measurements have to be followed.

KEY WORDS: Central venous pressure, Peripheral venous pressure, Congenital heart surgery

Çıkar çatışması/Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir./ Authors do not report any conflict of interest.

Geliş tarihi/Received: 07/01/2014

Kabul tarihi/Accepted: 05/03/2014

Yazışma Adresi (Correspondence):

Dr. Zeliha Korkmaz Disli, Malatya Devlet Hastanesi, PK 44300, Malatya, Türkiye

E-posta (E-mail): zelihakorkmazdisli@hotmail.com

GİRİŞ

Konjenital kalp cerrahisi geçiren hastalarda kardiyak fonksiyonları, volüm durumunu değerlendirmek ve daha hızlı müdahale etmek amacıyla her hastaya santral venöz kateter takılmaktadır (1). Bu hastaların takibinde düşük santral venöz basınç (SVB) değeri genellikle hipovolemi ile ilişkilendirilirken yüksek SVB değerleri nedenleri arasında artmış sağ atriyum basıncı, sağ ventrikül yetmezliği, aşırı volüm yükü, triküspit yetmezliği, vena kava obstrüksiyonu, pulmoner hipertansiyon, konstrüktif perikardit gibi nedenler öne çıkmaktadır (2).

Pediyatrik kalp cerrahisi hastalarında sıvı ihtiyacının değerlendirilmesinde yol gösterici olan SVB monitörizasyonu sıklıkla tercih edilmesine rağmen; pediyatrik popülasyonda kateter uygulamalarında zorluklar ve ciddi komplikasyonlar daha sık ortaya çıkmaktadır. Literatürde erişkin hasta gruplarında SVB ve periferik venöz basınç (PVB) ölçümleri korelasyonu hakkında birçok çalışma olmasına rağmen pediyatrik kalp cerrahisi hasta popülasyonundaki çalışmalar sınırlıdır (3).

Biz bu çalışma ile konjenital kalp cerrahisinde PVB ölçümünün SVB ölçümüyle korelasyonunu ve SVB'ye alternatif olup olmayacağını araştırmayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Etik kurul onayı Dr. Zekai Tahir Burak Kadın Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulundan 16/10/2012 tarih ve 70 sayılı olarak alındı. 2012 ve 2013 yıllarında yapılan araştırmada hasta ve/veya aileleri çalışma hakkında bilgilendirildikten sonra yazılı onam formu alındı. Dr. Sami Ulus Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Yoğun Bakım Ünitesinde çalışma süresi boyunca tam düzeltim ameliyatı uygulanmış postoperatif takibi yapılan 38 olgu çalışmaya dahil edildi. Kava pulmoner şant operasyonu yapılan hastalar, prematür hastalar, palyatif operasyon yapılan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmamızda kliniğimize yatan ve tam düzeltim operasyonu geçiren infant ve pediyatrik kardiyak hastanın pediyatrik kalp cerrahisi yoğun bakım yatışları sırasında SVB ve PVB ölçümleri prospektif olarak değerlendirildi. Anestezik indüksiyon ve endotrakeal entübasyondan sonra 4, 5 veya 6 french üç lümenli santral kateterler ile hastalar internal juguler ven yoluyla perkütan olarak seldinger tekniği kullanılarak katerize edildi. Tüm çalışmaya alınan hastalar da radyografi ile santral venöz kateterin ucunun kava-pulmoner bileşkede veya sağ atrium da olduğu doğrulandı. PVB ölçümleri standart iv kateter (16, 24 gauge) kullanılarak antekübital bölgeden sağlandı. PVB ölçümleri inspiratuar efor sırasında ve periferik kateterin yerleştirilmiş olduğu ekstre-

mitenin kateter seviyesinin üzerinden oklüzyonu sonrasında yapıldı. SVB ve PVB her ölçümünde transdüserler midaksiller hatta ve 4. interkostal aralıkta flebostatik ak-siste sıfırlandıktan sonra yapıldı. SVB ve PVB ölçümleri için basınç dayanıklı hat ve Edwards/Baxter Pressure Transducer kullanıldı. Eşzamanlı PVB ve SVB ölçümleri yoğun bakımda entübe olarak takibinin 1. Saatinde (entübe 1), entübe olarak takibinin 2. saatinde (entübe 2), ekstübe olarak takibinin 1. saatinde (ekstübe1), ve ekstübe olarak takibinin 2. saatinde (ekstübe 2) olmak üzere 4 farklı randomize zamanda yapıldı. Beraberinde kalp hızı, ateş, sıvı dengesi kaydedildi. Hızlı sıvı ve ilaç uygulamaları sırasında ölçüm yapılmadı.

Hastaların yaşı, cinsiyeti, kiloları, vücut yüzey alanı, konjenital kalp hastalığı tanıları, periferik venöz yol olarak kullanılan kateter çapı, postoperatif transtorasik eko-kardiyografi tetkikindeki triküspit yetmezliği derecesi, kalp hızı, ateş, sıvı dengesi, postoperatif yoğun bakım döneminde SVB ve PVB ölçümleri kaydedildi.

Çalışmamızdaki hastalar sıvı açığı olan ve olmayan; ateşi olan ve olmayan; taşikardi olan ve olmayan olarak ve triküspit yetmezliğine göre (4 gruba), branül çapına göre (22 G veya 24 G), yaş gruplarına göre ayrıldı. Gruplar arası PVB ile SVB korelasyonu arandı.

İstatistiksel Analiz

Sonuçlar SPSS 21 software (SPSS Inc., Chicago, IL) kullanılarak analiz edildi. Veriler ortalama $\pm$ standart sapma (SS) şeklinde ifade edildi. İstatistiksel analizlerde niceliksel değişkenler için bağımsız örnekli t testi ve Mann-Whitney U testi; gruplar arası karşılaştırmalarda kategorik değişkenler için ANOVA testi; SVB/ PVB korelasyon analizleri için ise Sperman's Rho testi kullanıldı. Sonuç değerlendirmesinde $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmamıza alınan 38 hastadan, SVB ile PVB ölçümleri arasında anlamsız farklılık olan 3 hasta çalışma dışında bırakıldı. Kalan 35 hastanın 15'i (%43) erkek, 20'si (%57) kadındı. Ortalama yaşları 7 ay ile 192 ay, kiloları 5,3 kg ile 44 kg ve vücut yüzey alanları (BSA) 0,29 ile 1,36 metrekare arasında idi. Hastalarımızdan sadece 5'i 10 yaşın üzerinde idi. Hastalarımızın tümüne antekübital bölgeden olmak üzere 29 hastaya 22 G, 6 hastaya 24 G periferik venöz kateter uygulandı. Hastaların demografik verileri ve tanıları Tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Ortalama PVB değeri $7,37 \pm 4,01$ mm Hg iken; ortalama SVB ise $6,85 \pm 4$ mm Hg olarak kaydedildi. Entübe1, entübe2, ekstübe1, ekstübe2 SVB ortalama değeri-

Tablo 1: Hastaların demografik verileri

		Sayı	Ortalama (Ay)	Standart Sapma	Aralık (min.-maks.) (Ay)
Yaş (Ay)	0-12	6	9,17	1,60	4 (7- 11)
	13-60	18	38,33	22,65	59 (13-72)
	61-120	6	87,83	19,82	49 (65-114)
	120 üzeri	5	156	25,45	60 (132-192)
	Toplam	35	58,63	50,84	185 (7- 192)
K/E		20/15			
Ağırlık (Kg)			16,07	9,23	38,7 (5,3- 44)
BSA (m ²)			0,64	0,27	1,07 (0,29- 1,36)
Triküspit Yetmezliği	0/1/2 (Derece)	16/12/7			
Branül çapı	22/24 (Gauge)	29/6			

Tablo 2: Hastaların tanı grupları

Tanı	Non-Siyanotik	Siyanotik	Yüzde(%)
Atriyal Septal Defekt	11		31,4
Ventriküler Septal Defekt	2		5,7
Fallot Tetralojisi		5	14,3
Büyük Arter Transpozisyonu		5	14,3
Atriyo ventriküler Defekti		4	11,4
Polmoner Venöz Dönüş Anomalisi		2	5,7
Pulmoner Stenoz	3		8,6
Aort ve Mitral Kapak stenozu	3		8,6
Toplam	19	16	35

leri sırasıyla $6,57 \pm 4,13$; $6,37 \pm 4,16$; $7,26 \pm 3,73$ ve $7,23 \pm 3,96$ mm Hg olarak ölçüldü. PVB-SVB farkı ise aynı zamanlar için $0,49 \pm 0,65$; $0,34 \pm 0,64$; $0,51 \pm 0,85$; $0,74 \pm 0,88$ mm Hg olarak ölçüldü. Dört farklı zamanda ortalama PVB değerleri ve branül çapı ile ilişkisi Tablo 3'te gösterilmiştir. PVB ve SVB korelasyonu Sperman's rho testi ile analiz edildi; dört farklı zamanda korele olduğu saptandı. Verileri Tablo 4'de sunulmuştur. Bu verilere göre enPVB1 ile enSVB 1, en PVB2, en CVB2, ex CVB1, ex PVB2 ve ex CVB2 değişkenleri arasında po-

zitif yönde önemli ilişki vardır. Benzer şekilde enCVB1 ile enPVB2, enCVB2, exCVB1, exPVB2, ve exCVB2 değişkenleri arasında pozitif yönde önemli ilişki vardır. ($p < 0,05$) Bu bulgulara göre enPVB2 ile enCVB2, enCVB1, exCVB1, exCVB2, exPVB2 değişkenleri arasında pozitif yönde önemli ilişki vardır. ExPVB1 ile exCVB1, exPVB2, exCVB2 arasında pozitif yönde önemli ilişki vardır. ExCVB1 ile exPVB2 ve exCVB2 arasında pozitif yönde önemli ilişki vardır. Son olarak exPVB2 ile exCVB2 arasında pozitif yönde çok güçlü ve oldukça

Tablo 3: Branül çapının PVB ölçümüne etkisi (Mann-Whitney U testi)

	Entübe1	Entübe2	Ekstübe1	Ekstübe2
22 gauge /29 hasta	$6,38 \pm 3,41$	$6,17 \pm 3,49$	$7,62 \pm 3,69$	$7,86 \pm 3,95$
24 gauge/6 hasta	$10,33 \pm 5,92$	$9,33 \pm 5,57$	$8,50 \pm 4,55$	$8,50 \pm 4,68$
P	0,158	0,219	0,311	0,454
Ortalama	$7,06 \pm 4,13$	$6,71 \pm 4,01$	$7,77 \pm 3,79$	$7,97 \pm 4,01$
Minumum	1	1	1	1
Maksimum	19	18	20	21

Tablo 4: SVB ile PVB korelasyonunun dört farklı zamanda analizi (Spearman's rho testi, (**) : Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır). enSVB1: Entübe ilk ölçülen santral venöz basınç, enSVB2: Entübe ikinci ölçülen santral venöz basınç, exSVB1: Ekstübe olarak ilk ölçülen santral venöz basınç, exSVB2: Ektübe olarak ikinci ölçülen santral venöz basınç, enPVB1: Entübe ilk ölçülen periferik venöz basınç, enPVB2: Entübe ikinci ölçülen periferik venöz basınç, exPVB1: Ekstübe ilk ölçülen periferik venöz basınç, exPVB2: Ektübe ikinci ölçülen periferik venöz basınç.

		enPVB1	enPVB2	exPVB1	exPVB2
enSVB1	Korelasyon Katsayısı	0,983(**)			
	Sig. (2-tailed)	,000			
	Hasta Sayısı	35			
enSVB2	Korelasyon Katsayısı		0,981(**)		
	Sig. (2-tailed)		0,000		
	Hasta Sayısı		35		
exSVB1	Korelasyon Katsayısı			0,950(**)	
	Sig. (2-tailed)			0,000	
	Hasta Sayısı			35	
exSVB2	Korelasyon Katsayısı				0,952(**)
	Sig. (2-tailed)				0,000
	Hasta Sayısı				35

anamlı ilişki vardır. (Spearman Rho korelasyon = 0,95, $p < 0,0001$) Hastaya yapılan ameliyat (ANOVA testi $p > 0,05$), hastaların yaş grupları ve BSA'sı (ANOVA testi $p > 0,05$), taşikardinin olup olmaması (bağımsız T testi, $p > 0,05$), sıvı dengesinin negatif yada pozitif olması (bağımsız T testi, $p > 0,05$), ateşin olup olmaması (Mann-Witney U Testi $p > 0,05$), hastanın triküspit derecesi (ANOVA testi $p > 0,05$) SVB ile PVB korelasyonunu etkilemedi.

TARTIŞMA

SVB ve PVB arasındaki ilişkisi ilk olarak 20. yüzyılın başlarında tanımlanmıştır. Winsor ve Burgh preklinal konjestif kalp yetmezliğini saptamak amacıyla hastalarında üst ekstremitelerinden PVB ölçümü yapmışlar ve bu ölçümlerin sağ atriyum basıncını yansıttığını savunmuşlardır (4). Erişkin hasta grubunda SVB ve PVB arasında güçlü bir korelasyonun fark edilmesinin ardından kalp cerrahisi dışı pek çok hasta grubunda intraoperatif, postoperatif dönemlerde yapılan entübe ve ekstübe ölçümler ile bu bilginin doğruluğu netleştirilmiştir (5-7). Bu çalışma konjenital kalp cerrahisi geçirmiş pediatrik hastalarda PVB ölçümleriyle SVB değerlerinin tahmin edilebileceğini göstermiştir. Bu konu ile ilgili çocuk ve erişkin hastalar hakkında çalışmalar literatürde bulunmasına karşın çalışmamızda ölçümlerin ve korelasyonun pediatrik kalp cerrahisi yoğun bakım ünitesinde yapılmış olması çalışmayı diğerlerinden farklı tutmaktadır.

Amoozgar ve arkadaşlarının konjenital kalp hastası 1-18 yaş arası çocuklarda femoral veni kullanarak yaptıkları SVB ve el üzerini kullandıkları PVB ölçümleri-

nin karşılaştırılmasında, PVB'nin SVB'ye anlamlı olarak alternatif olabileceğini bulmuşlar (8). Aynı şekilde biz de çalışmamızda dört farklı zamanda yapılan randomize PVB ve SVB ölçümleri arasında güçlü korelasyon bulduk. Ortalama PVB ölçümleri ortalama SVB ölçümlerinden daha yüksek olarak bulundu. Bunun nedeninin venlerin büyüklükleri ile dirençlerinin ters orantılı olmasına bağlıyoruz.

Baty ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada; 3 gün-14 yaş arası 29 infant ve çocukta, kardiyo pulmoner by-pass sonrası SVB ve PVB karşılaştırılmış ve uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Yine aynı çalışmada PVB'nin inspirasyondan, tıkanıklıktan ve valsalva gibi manevralardan dolayı yükselebileceği vurgulanmıştır (9). Bizim çalışmamızda tüm hastaların periferik venöz ölçüm sırasındaki monitörizasyonunda sinüzoidal basınç trasesini izledik. Periferik venöz kateterin çalışmasında sorun olmadığı halde basınç trasesi izlenemeyen durumları periferik venöz vazokonstriksiyona veya venöz yol seyrinde herhangi bir noktada darlığa bağladık.

Çalışmamızda değerler arasındaki korelasyonun periferik kateterin boyutu, yaş, vücut yüzey alanı, konjenital kalp defektinin türü ile ilgisinin olmadığını saptadık. Tüm ölçümlerimizde PVB değerlerini SVB değerlerinden yüksek olarak bulduk. Fakat Fontan türevi ameliyatlardan sonrası yapılan periferik venöz basınç ölçümü ile santral venöz basınç değeri arasındaki korelasyonun kaybolacağını düşündüğümüz için bu hastayı çalışma dışı bıraktık. Bu hasta grubunda ameliyat sonrası dönemde periferik venöz basıncın pulmoner arter basıncı ile olan korelasyonunun daha güçlü olacağı kanısında-

yız. Milhoan ve ark. kavapulmoner anastomoz ve Fontan ameliyatı geçirmiş hasta grubunda yaptığı benzer çalışma da düşüncemizi destekleyen niteliktedir (10). Tobias ve arkadaşlarının 1-12 yaş arası postkardiyak cerrahiden sonra 29 hastada yaptıkları çalışmada SVB ve PVB arasında uyumu anlamlı bulmuşlar fakat PVB'nin hastanın el hareketlerinden ve tıkanıklardan etkilendiğini hatta 5 hastanın çalışma dışı bırakıldığını vurgulamışlardır (11). Aynı mantık çerçevesinde periferik venöz damarların seyri boyunca herhangi bir darlık veya girişim öyküsü saptandığında da elde edilen PVB verilerinin sağlıklı olmayacağını düşünüyoruz. Bu nedenle sağlıklı ölçüm sonucuna ulaşmak amacıyla daha önce subklaviyen venden herhangi bir girişim yapılan ve antekübital bölgeyi de içine alan tromboflebit öyküsü bulunan hastalarda korelasyonun anlamlı olmayacağını düşünmekteyiz. Bu hastaları çalışmaya alamamamız, olguların çocuk olup tekrarlayan girişimlerin yapılması ve hareket kontrollerinin tam olamaması çalışmayı kısıtlayan bazı nedenlerdir.

Sonuç olarak antekübital bölgeden PVB ölçümü konjenital kalp hastalığı nedeniyle tam düzeltim ameliyatı geçirmiş yoğun bakım takibindeki hasta grubunda uygulanabilir, daha az invazif ve geçerli bir yöntemdir. Pediatrik kardiyak yoğun bakımda ameliyat öncesi dönemde ve diğer pediatri kliniklerinde volüm yükü açısından hasta değerlendirilmesinde ve SVB takip edilmesi gereken olgularda daha az invazif olması nedeniyle PVB'nin tercih edilebileceği ve daha fazla sayı ile yapılacak çalışmaların bu konuya daha iyi açıklık getireceği kanısındayız.

KAYNAKLAR

1. Tobias JD, Johnson JO. Measurement of central venous pressure from a peripheral vein in infants and children. *Pediatr Emerg Care* 2003; 19: 428-430.
2. Drazner MH, Rame JE, Dries DL. Third heart sound and elevated jugular venous pressure as markers of the subsequent development of heart failure in patients with asymptomatic left ventricular dysfunction. *Am J Med* 2003; 114: 431-437.
3. Sznajder JI, Zveibil FR, Bitterman H, Weiner P, Bursztein S. Central vein catheterization. Failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med* 1986; 146: 259-261.
4. Winsor T, Burch GE. Use of the phlebomanometer; normal venous pressure values and a study of certain clinical aspects of venous hypertension in man. *Am Heart J* 1946; 31: 387-406.
5. Amar D, Melendez JA, Zhang H, Dobres C, Leung DH, Padilla RE. Correlation of peripheral venous pressure and central venous pressure in surgical patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2001; 15: 40-43.
6. Munis JR, Bhatia S, Lozada LJ. Peripheral venous pressure as a hemodynamic variable in neurosurgical patients. *Anesth Analg* 2001; 92: 172-179.
7. Anter AM, Bondok RS. Peripheral venous pressure is an alternative to central venous pressure in paediatric surgery patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004; 48: 1101-1104.
8. Amoozgar H, Behniafard N, Borzoe M, Ajami GH. Correlation between peripheral and central venous pressures in children with congenital heart disease. *Pediatr Cardiol* 2008; 29: 281-284.
9. Baty L, Russo P, Tobias JD. Measurement of central venous pressure from a peripheral intravenous catheter following cardiopulmonary bypass in infants and children with congenital heart disease. *J Intensive Care Med* 2008; 23: 136-142.
10. Milhoan KA, Levy DJ, Shields N, Rothman A. Upper extremity peripheral venous pressure measurements accurately reflect pulmonary artery pressures in patients with cavopulmonary or Fontan connections. *Pediatr Cardiol* 2004; 25: 17-19.
11. Tobias JD, Johnson JO. Measurement of central venous pressure from a peripheral vein in infants and children. *Pediatric Emerg Care* 2003; 19: 428-430.