



Uğur Koca

## Unutulmuş Hemodinamik Parametre “Ortalama Sistemik Dolum Basıncı”

### Forgotten Hemodynamic Parameter “Mean Circulatory Filling Pressure”

Geliş Tarihi/Received : 02.06.2017  
Kabul Tarihi/Accepted : 07.06.2017

©Telif Hakkı 2017 Türk Yoğun Bakım Derneği  
Türk Yoğun Bakım Dergisi, Galenos Yayınevi  
tarafından basılmıştır.

Uğur Koca,  
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji  
ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Uğur Koca (✉),  
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji  
ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

E-posta : ugur.koca@deu.edu.tr

Tel. : +90 505 831 23 83

ORCID ID: orcid.org/0000-0002-2949-4265

**ÖZ** Yoğun bakım hastalarında intravasküler volüm durumunu değerlendirmek zordur. Bu amaçla santral ven basıncı, pulmoner kapiller uç basıncı veya nabız basıncı değişikliği (pulse pressure variation) ve atım hacmi değişikliği gibi parametreler kullanılmaktadır. Fonksiyonel bir parametre olan “ortalama sistemik dolum basıncı” da volüm durumunu değerlendirmede kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Santral venöz basınç, ortalama sistemik dolum basıncı, venöz dönüş

**ABSTRACT** An accurate assessment of the intravascular volume status in critically ill patients is difficult. Central venous pressure, pulmonary capillary wedge pressure, pulse pressure variation, and stroke volume variation are used to assess intravascular volume status. A functional parameter “mean systemic filling pressure” can be used to assess volume status.

**Keywords:** Central venous pressure, mean systemic filling pressure, venous return

## Giriş

Intravasküler volüm durumunu belirlemede santral ven basıncı (CVP), pulmoner kapiller uç basıncı (PCWP) veya nabız basıncı değişikliği [pulse pressure variation (PPV)] ve atım hacmi değişikliği [stroke volume variation (SVV)] gibi dinamik parametreler kullanılmaktadır.

CVP ve PCWP volüm durumunu belirlemede yeterli olmayabilir. CVP sağ atriyum içi volüm, sağ atriyum kompliyansı, sağ atriyum dışı basınç ve sağ ventrikül performansı gibi faktörlerden etkilenir. Mekanik ventilasyonda inspirasyon sırasında CVP yükselir ve venöz dönüş, sağ ventrikül dolumu ve sağ ventrikül ejeksiyon volümü azalır. PPV ve SVV yüksek dolum basınçlarından korunmada uygun veri oluşturamayabilirler.

Venöz dönüşü periferik venler ve sağ atriyum arasındaki basınç gradiyenti belirler. Venöz sistem teorik olarak iki kompartmandan oluşur; sıkışmamış (unstressed) volüm

(Vo) ve sıkışmış (stressed) volüm (Ve). Vo; ven basıncının artmaya başladığı noktadaki venöz sistem volümüdür. Ve; ven duvarlarını gerip, elastik geri gelme kuvveti oluşturarak ven basıncı artışına neden olan venöz sistem volümüdür. Ortalama dolaşım dolum basıncı [mean circulatory filling pressure (Pmsf)] ventrikül fibrilasyonu veya başka bir neden ile kalbin pompa fonksiyonu durduğunda dolaşımın her yerinde kan akımı kesilir ve basınçlar eşitlenir. Bu dengelenmiş basınca Pmsf denir. Pmsf'nin normal düzeyi 8-10 mmHg'dir. Pmsf ile sağ atriyum basıncı arasındaki fark venöz dönüşün esas belirleyicisidir (1). Venöz sistem yüksek vasküler kapasiteye sahip olduğundan kan volümü artışı Pmsf'de göreceli olarak küçük değişiklikler oluşturur. Kalbin (özellikle perikardiyumun) gerilmeye karşı olan özelliği nedeniyle kalbin içindeki volüm arttıkça ventriküllerin diyastolik kompliyansı azalır. Bu nedenle yüksek volüm resüsitasyonlarında kardiyak dolum basınçları (özellikle sağ taraf, CVP) Pmsf'den daha hızlı yükselir, bu da venöz dönüş

için gereken basınç gradiyentini azaltır. Yüksek CVP, venöz dönüş için gereken basınç gradiyenti ve organ kan akımını azaltır. CVP, ortalama arter basıncı organların otonöregülasyon sınırları içindeyken, kapiller kan akımının esas belirleyicisidir.

Volüm durumunu değerlendirmek için fizyolojik ve fonksiyonel bir parametre olan "Pmsf" kullanılabilir. Kardiyak arrest ve ventriküler fibrilasyon gibi sistemik kan akımının durduğu anda dolaşım sisteminde basınçlar eşitlenir. Bu eşitlenmiş basınca Pmsf denir. Damar içindeki belirli bir volüme kadar damarda basınç artışı oluşmaz. Basınç artışına neden olmayan bu volüme  $V_0$  denir. Volüm artışı damar duvarında elastik distansiyon oluşturarak basınç artışına neden olur, bu volüme  $V_e$  denir. Bu basınç artışı damarın kompliyansı ile ters orantılıdır. Ortalama dolaşım kompliyansı 1-2 mL/kg/mmHg'dir (2). Ortalama kan volümü 5000 mL ve  $V_e$  1000 mL olarak düşünülür ise 70 kg ağırlık için Pmsf şöyle formülize edilebilir:

$$\text{Pmsf} = \frac{V_e}{C} = \frac{1000 \text{ mL}}{(2 \text{ mL/kg/mmHg} \times 70 \text{ kg})} = 7 \text{ mmHg}$$

Venöz dönüşü Pmsf ve CVP arasındaki basınç farkı belirler. Venöz dönüşün kalp debisine eşit olduğu düşünülerek venöz dönüş şöyle formülize edilebilir (3):

$$\text{Kalp debisi (CO)} = \frac{\text{Venöz dönüş (VR)} = \text{Pmsf} - \text{CVP}}{\text{venöz dönüş rezistans (Rvr)}}$$

Pmsf'yi tahmin etmek için şu metotlar kullanılabilir:

1. Mekanik ventilasyon uygulanan olgularda Pmsf, dolaşımı durdurmadan, artan basınçlarda yapılan inspirasyonda tutma manevraları sırasında, venöz dönüşün kalp debisine eşit olduğu varsayılarak, kalp debisi ve CVP ölçülerek oluşturulan venöz dönüş (kalp debisi - CVP) grafiğinden tahmin edilebilir (2). Bu grafik doğrusal özellik taşıdığından, elde edilen çizgi sıfır venöz dönüş değerine doğru ilerletilebilir. Venöz dönüşün olmadığı noktadaki (kalp debisi değeri sıfır iken) CVP değeri Pmsf'ye eşittir. Çünkü venöz dönüşü Pmsf ve CVP arasındaki basınç farkı belirler; akım yok ise bu iki değer birbirine eşittir.

Bu ölçüm metodu postoperatif kalp cerrahisi olgularında kullanılmıştır (3). Bu çalışmada 5, 15, 25, 35 cmH<sub>2</sub>O tepe basınçlarında, 12 saniye süre ile inspirasyonda tutma manevraları uygulanmıştır. Bu manevralar sırasında CO ve CVP ölçümleri yapılmıştır. Oluşturulan venöz dönüş grafiğinin doğrusal olduğu görülmüştür. Bazı hastalarda 35 cmH<sub>2</sub>O tepe basınçlarında kalp debisinin 0,5 L/dk'nın altına düştüğü görülmüştür (Şekil 1).

Maas ve ark. (4) kalp cerrahisi sonrası olgularda inspirasyonda tutma manevrası ile Pmsf'yi tahmin etmişlerdir. Bu hastalardaki hastalarındaki vasküler basınç gradiyentinin

"vasküler waterfall" fenomenini düşündürdüğünü ve bunun kalp debisinden etkilenmediğini belirtmişlerdir. Böylece sistemik damar direnci ölçümünün sistemik vazomotor tonusu belirlemede önemsiz hale gelebileceğini bildirmişlerdir.

2. Üst kol akım kesme tekniği: Radyal arter ve el üstü venine kanül yerleştirildikten sonra basınç monitörüne bağlanır. Arter ve ven basınçları gözlenir. Üst kola bir basınç manşonu yerleştirilir ve manşon sistolik basıncın üstünde 50 cmH<sub>2</sub>O ya kadar 30 sn süre ile şişirilir. Böylece alt kolda akım kesilerek arter ve venöz sistem arasında basınçlar eşitlenir. Bu basınç Pmsf'nin tahmini için kullanılır (5).

Geerts ve ark. (6) bu tekniği kalp cerrahisi sonrası olgularda kullanmışlar ve sonuç olarak bu tekniğin kalp debisi ölçümü gibi invazif bir işleme gerek kalmadan SVV ve PPV'ye göre daha iyi klinik avantajlar sağlayacağını belirtmişlerdir (7).

3. Model analog (Pmsa) tekniği kompliyant arter ve ven kompartmanları ve kan akımına karşı direnci içeren sistemik dolaşımın matematiksel bir modelidir. Şöyle formülize edilmiştir (5):

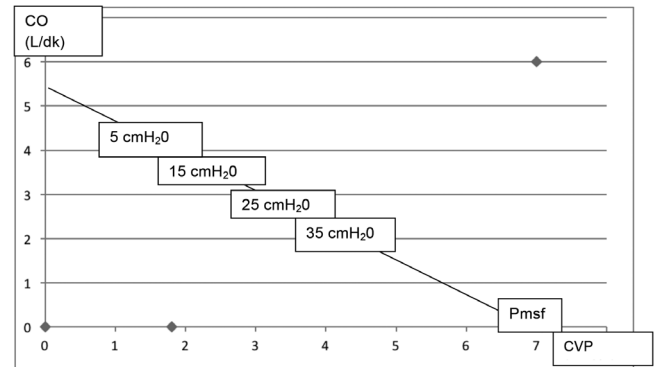
$$\text{Pmsa} = a \times \text{Pcv} + b \times \text{Pa} + c \times \text{CO}$$

**Pcv:** CVP, **Pa:** arter basıncı, **CO:** kalp debisi

$$(a+b=1, a=0,96, b=0,04)$$

$$c = 0,038 \times (94,17 + 0,193 \times \text{yaş}) / (4,5 \times [0,99^{(\text{age}-15)}] \times 0,007184 \times [\text{boy}^{0,725}] \times [\text{ağırlık}^{0,425}])$$

Klasik sıvı tedavisinin amacı kalbin atım volümünü artırmaktır. Oysa normovolemiyi aşan sıvı resüsitasyonu, aşırı damar içi sıvıyı elimine etmek için endojen kaskadları aktive eder. Natriüretik peptidlerin salımı artar ve endotelial glikokaliks yıkımı tetiklenir. Renin-anjiyotensin-aldosteron



**Şekil 1.** Inspiratuvar hold manevrası

Pmsf: Ortalama dolaşım dolun basıncı, CVP: Santral venöz Basıncı

sistemi baskılanır. Bu kaskadların aktive olması ile diürez, endotel permeabilitesinin artışı ve vazodilatasyon oluşur.

## Sonuç

İki yüz altmış iki sepsis olgusunu içeren bir çalışmada sistolik kardiyak disfonksiyondan çok diyastolik disfonksiyon saptanmıştır (6). Diyastolik disfonksiyonda aşırı sıvı tedavisi venöz dönüşü azaltır, natriüretik peptidlerin artışına neden olur.

Sıvı tedavisinde amaç agresif sıvı uygulaması ile CVP'yi artırmak değil 200-500 mL gibi düşük sıvı uygulamaları ile Pmsf ve CVP arasındaki farkı izlemek olmalıdır. Surviving sepsis kampanyasında önerilen 30 mL/kg gibi sıvı ile CVP değerini artırmak doğru bir yaklaşım olmayabilir.

Venler sempatik uyarıya arterlere göre daha duyarlıdır. Düşük doz alfa-1 agonistler kanı sıkışmamış depodan

hareketlendirerek venöz dönüşü ve kalp debisini artırır. Norepinefrinin Pmsf'yi artırarak venöz dönüşü artırdığı gösterilmiştir (8,9).

Optimal ön yükü aşan sıvı yüklemesinin sonucunda, natriüretik peptid salımı artar, interstisiyel alana sıvı şifiti oluşur, doku bütünlüğü, kapiller kan akımı ve lenfatik drenaj bozulur ve organların artan ven basıncı organın mikro dolaşım kan akımını ve fonksiyonunu bozar.

Agresif sıvı tedavisinin sonuçları göz önüne alındığında, sıvı tedavisinin fonksiyonel bir göstergesi olan Pmsf'nin izlenmesi önem kazanacaktır.

## Etik

**Hakem Değerlendirmesi:** Editörler kurulu tarafından değerlendirilmiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

## Kaynaklar

- Jansen JR, Maas JJ, Pinsky MR. Bedside assessment of mean systemic filling pressure. *Curr Opin Crit Care* 2010;16:231-6.
- Parkin WG. Volume status control - a new approach. *Crit Care Resusc* 1999;1:311-21.
- Maas J. Mean Systemic Filling Pressure: its measurement and meaning. *Neth J Crit Care* 2015;19:6-11.
- Maas JJ, Geerts BF, Van den Berg PC, Pinsky MR, Jansen JR. Assessment of Venous Return Curve and Mean Systemic Filling Pressure in Postoperative Cardiac Surgery Patients. *Crit Care Med* 2009;37:912-8.
- Maas JJ, de Wilde RB, Aarts LP, Pinsky MR, Jansen JR. Determination of vascular waterfall phenomenon by bedside measurement of mean systemic filling pressure and critical closing pressure in the intensive care unit. *Anesth Analg* 2012;114:803-10.
- Geerts BF, Maas J, de Wilde RB, Aarts LP, Jansen JR. Arm occlusion pressure is a useful predictor of an increase in cardiac output after fluid loading following cardiac surgery. *Eur J Anaesthesiol* 2011;28:802-6.
- Maas JJ, Pinsky MR, Geerts BF, de Wilde RB, Jansen JR. Estimation of mean systemic filling pressure in postoperative cardiac surgery patients with three methods. *Intensive Care Med* 2012;38:1452-60.
- Landesberg G, Gilon D, Meroz Y, Georgieva M, Levin PD, Goodman S, et al. Diastolic dysfunction and mortality in severe sepsis and septic shock. *Eur Heart J* 2012;33:895-903.
- Persichini R, Silva S, Teboul JL, Jozwiak M, Chemla D, Richard C, et al. Effects of norepinephrine on mean systemic pressure and venous return in human septic shock. *Crit Care Med* 2012;40:3146-53.