

저혈량 상태인 관상동맥질환 환자에서 중심정맥압을 대신할 수 있는 혈역학적 감시항목으로서 말초정맥압의 가능성

연세대학교 의과대학 마취통증의학교실, *마취통증의학연구소,
† 인하대학교 의과대학 마취통증의학교실

이종화* · 광영란* · 오영준* · 신혜란† · 김승호 · 이강훈 · 방서욱*

The Potential of Peripheral Venous Pressure as a Substitutional Hemodynamic Parameter of Central Venous Pressure in Hypovolemic Patients with Coronary Artery Disease

Jong Hwa Lee, M.D.*, Young Lan Kwak, M.D.*, Young Jun Oh, M.D.*, Helen Ki Shinn, M.D.†, Seung Ho Kim, M.D., Kang Hun Lee, M.D., and Sou Ouk Bang, M.D.*

Departments of Anesthesiology & Pain Medicine and *Anesthesia & Pain Research Institute, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, † Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, Inha University, Incheon, Korea

Background: Peripheral venous pressure (PVP) was known to have significant correlation with central venous pressure (CVP) in patients with normal and abnormal cardiac function. The purpose of this study is to evaluate the possibility of PVP as a substitute of CVP for volume status monitoring.

Methods: 41 hypovolemic patients with pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) below 10 mmHg, scheduled for elective coronary artery bypass graft were included. CVP and PVP were measured from proximal port of pulmonary artery (PA) catheter and antecubital vein, respectively. Each was connected to the same monitoring system by rigid tubes of same length. Measurements were performed as follows: after PA catheter insertion; after increasing PCWP above 10 mmHg by I.V. fluid infusion; and after anesthesia induction. Hemodynamic variables were recorded at end-expiration after stabilizing for 5-10 minutes. For statistical analysis, Bland and Altman plot was created.

Results: The overall mean bias between CVP and PVP was -0.7 mmHg (95% confidence interval, -1--0.5). Limits of agreement of mean bias was 2.1--3.6 mmHg. 118 out of 121 PVP measurements were within the ranges of CVP \pm 3 mmHg (98%). The direction of CVP change was predicted by PVP in 68%. However, larger changes of PVP (\geq 2 mmHg) predicted the changes of CVP with increased accuracy (90%). There were only 5 cases that CVP and PVP had changed in opposite direction.

Conclusions: In conclusion, PVP has a potential to be a substitutional hemodynamic parameter of CVP. (Korean J Anesthesiol 2004; 47: 69~74)

Key Words: central venous pressure, coronary artery disease, hypovolemia, peripheral venous pressure.

서 론

중심정맥압은 전신용적상태의 혈역학적 감시항목으로서

지난 수 십년간 마취관리 및 중환자 관리 분야에서 광범위하게 쓰여왔다. 최근 몇몇 연구에 의해 정상심장기능을 가진 다양한 환자군에서 수술 중 마취관리 및 수술 후 회복관리 그리고 중환자실에서 환자관리에 있어 말초정맥압이 중심정맥압을 대신하여 전신용적상태의 감시항목으로서 쓰일 수 있는 가능성이 제기된 바 있으며¹⁻³⁾ 심장질환이 있는 환자에서도 이러한 가능성이 보고된 바가 있다.⁴⁾ 기존의 것보다 덜 침습적이고 더 안전한 혈역학적 감시항목의 개발은 마취 및 중환자 관리의 비용 대비 효과를 제고할 수 있을 것이다 이를 위해서는 다양한 환자군에서의 세분화된

논문접수일 : 2004년 3월 31일

책임저자 : 방서욱, 서울특별시 서대문구 신촌동 134
연세의료원 심장혈관병원 마취통증의학과
우편번호: 120-752

Tel: 02-361-7200, Fax: 02-364-2951

E-mail: sokbang@yumc.yonsei.ac.kr

평가를 통해 보편성을 획득하는 것이 필요할 것이다. 본 연구의 목적은 관상동맥질환을 가진 저혈량 상태의 환자들에서 중심정맥압과 말초정맥압을 비교하고 말초정맥압이 중심정맥압을 대신하여 전신용적상태의 감시항목으로서 사용될 수 있을지를 평가하는 것이다.

대상 및 방법

선택수술로서 관상동맥우회로술을 시행받는 환자들 중에서 마취유도 전에 측정된 폐모세혈관쇄기압이 10 mmHg 미만인 환자를 대상으로 연구가 이루어졌으며, 대상 환자군의 인구학적 특성 및 과거력상 특이사항은 Table 1에서 보는 바와 같다. 모두 41명의 환자가 연구에 포함되었으며, 심장관막질환이나 대혈관질환이 합병되어 있거나, 수술 전 시행한 심초음파검사상 박출계수(ejection fraction)가 40% 미만인 경우, 상지의 정맥로 확보가 어려운 경우 그리고 마취유도 전 국소마취 하에서 폐동맥 카테터나 요골동맥 카테터의 삽입을 견디지 못하는 경우에는 대상에서 제외하였다. 본 연구는 임상실험연구위원회(Institutional Review Board)의 승인을 받은 후 모든 대상 환자의 동의하에 이루어졌다.

수술 전 투약으로서 morphine 0.1 mg/kg을 수술실에 도착하기 전에 근주하였고, 수술실 도착 후에는 5개의 심전도 전극을 사지 및 전흉부에 부착하여 lead II 및 V₅의 심전도 파형을 지속적으로 감시하였다. 국소마취하에 요골동맥에 20 Gauge (G) 카테터(B-D Angiocath[®], Becton Dickinson Infusion Therapy Systems, Inc., USA)를 삽입하여 동맥압을 지속적으로 감시하였고, 폐동맥 카테터(Swan-Ganz catheter, Edwards Life Sciences, USA)를 우측 내경정맥을 통해 삽입하여 중심정맥압, 폐동맥압, 폐모세혈관쇄기압의 감시 및 열회석법을 이용한 심박출량의 측정에 사용하였다. 압력 감시에 사용되는 압력변환기(TruWave[®] transducer sets, Edwards Life Sciences, USA)는 흉부의 중앙에 위치하도록 중간액와선에 일치하게 위치시켰고 실내대기를 향해 열어서 영점을 조절하였다. 전체 실험기간 동안 환자감시장치(CMS[®], Hewlett-Packard, USA)의 화면에 실시간으로 나타나는 압력파형 및 압력값을 지속적으로 감시하였다. 이상의 모든 과정이 끝난 뒤 폐모세혈관쇄기압을 측정하여 10 mmHg 미만으로 저혈량 상태인 것이 확인되면 말초정맥압 측정을 위해 상지의 전주와에 18 G 카테터를 삽입하였다. 말초정맥 카테터는 폐동맥 카테터의 근위부와 동일한 3-way stopcock 및 tube를 사용하여 압력변환기에 연결되었으며 다른 혈액학적 감시항목들과 마찬가지로 말초정맥압도 실시간으로 감시되도록 하였다. 말초정맥압 감시를 위한 정맥로가 확보된 상지는 전체 실험기간 동안 중간거드랑선을 기준으로 흉부의 중앙에 위치하도록 하였고, 팔고정대(arm board)를

이용하여 굽혀지지 않도록 하였다. 모든 카테터들은 압력변환기의 압박주입 백을 이용하여 헤파린이 함유된 관주액이 매시간 일정량(2 ml/h)이 주입되어 개방상태를 유지하도록 하였다.

카테터의 삽입을 마친 후 환자를 5-10분 간 안정시킨 뒤 저혈량 상태에서의 중심정맥압 및 말초정맥압의 측정을 시행하였다(T1). 이후 폐모세혈관쇄기압이 10 mmHg 이상이 되도록 정맥로로 정질용액(하트만 용액)과 교질용액(Pentapan[®], 제일약품, 대한민국)을 동시에 주입하였으며, 수액을 주입하는 동안 폐모세혈관쇄기압을 2분 간격으로 측정하여 10 mmHg 이상이 되면 수액주입을 중단하고 용적주입 상태에서의 변수들을 측정하고 주입된 수액의 양을 기록하였다(T2). 마취유도 후 5-10분간 안정시킨 뒤에 다시 변수들을 측정하였다(T3). 평균동맥압, 평균폐동맥압, 폐모세혈관쇄기압 그리고 심박출량 등 다른 혈액학적 지수들도 함께 측정하였다. 심박출량은 2회 측정하여 평균을 구하였으며, 심박출지수를 계산하여 비교하였다. 이상의 혈액학적 지수들 중 압력값들은 모두 호기말에 측정하였으며, 환자감시장치의 화면에 나타나는 압력파형과 수치를 프린터로 실시간으로 출력한 결과를 보고 기록하였다.

마취유도는 midazolam 2-3 mg, fentanyl 10-20µg/kg 또는 sufentanil 1.5-2µg/kg 그리고, vecuronium (0.1 mg/kg)이나 rocuronium (0.6 mg/kg)을 사용하여 시행하였다. 기관내삽관 후에 마취환기기에 연결하여 흡기산소분율 0.6의 의료

Table 1. Demographic Characteristics and Co-morbid Factors (n = 41)

Sex (M/F)	33/8
Age (yr)	61 ± 9
Weight (kg)	67 ± 8
Height (cm)	164 ± 6
BSA (m ²)	1.73 ± 0.13
Preoperative EF (%)	60 ± 12
Number of diseased vessels	3 ± 1
DM	17 (41)
Hypertension	19 (46)
β-blocker	24 (59)
Co-morbid factors (%)	
α, β-blocker	10 (24)
Ca ²⁺ channel blocker	23 (56)
ACE inhibitor	31 (76)
Diuretics	7 (17)
Nitrates	5 (12)
Antianginal drug	34 (83)
Right coronary lesion	35 (85)

Values are mean ± SD or number of patients (%). BSA: body surface area, EF: ejection fraction, DM: diabetes mellitus, ACE: angiotensin converting enzyme.

용 산소-공기 혼합기체로 기계환기를 하였으며 호기말 이산화탄소 분압을 30-35 mmHg 정도로 유지하도록 일회호흡량 및 분당 호흡수를 조절하였다. 마취유지는 fentanyl이나 sufentanil을 지속정주하면서 필요한 때마다 저농도의 isoflurane (0.2-0.6 vol%)을 간헐적으로 흡입시켰고, 수술조작 및 기계환기를 위한 근이완은 vecuronium을 지속정주(2-4 mg/h)하여 유지하였다.

모든 측정값들은 평균 ± 표준편차(standard deviation, SD)로 표시하였으며, 명목값은 해당 환자수(백분율)로 표시하였다. 중심정맥압과 말초정맥압 사이의 일치(agreement) 정도를 평가하기 위해 Bland and Altman analysis를 시행하였는데, 이 분석법을 사용하여 동시에 측정된 두 측정치의 차이와 평균값 사이의 관계를 그래프로 나타냈으며, 두 측정치 간의 차이(bias)의 평균(mean bias)과 표준편차를 사용하여 두 측정방법의 limits of agreement (mean bias ± 2 SD) 및 평균 차이의 95% 신뢰구간을 구하였다. Bland and Altman analysis를 이용하여 구한 결과가 임상적으로 의미를 가지는데 대한 판단의 근거를 마련하기 위해 본 연구에서는 앞선 다른 연구자들의 결과를 바탕으로 말초정맥압에 대해서 중심정맥압 ± 3의 범위를 미리 정해놓고 분석에 이용하기로 하였다.¹⁻⁴⁾ 또한 측정시점간의 변화를 보기 위해 연속된 두 측정시점 간에 중심정맥압과 말초정맥압의 변화 방향이 같은 경우가 전체에서 차지하는 비율을 정확도로 정의하여 계산하였다.³⁾ 측정시점 간의 연속변수의 비교는 반복측정 분산분석을 이용하였으며, P < 0.05인 경우를 통계적으로 유의있는 것으로 간주하였다.

Table 2. Hemodynamic Profiles and the Amount of Volume Infusion

	T1	T2	T3
HR (beats/min)	64 ± 12	63 ± 10	66 ± 11
MAP (mmHg)	89 ± 12	89 ± 12	78 ± 13 [†]
MPAP (mmHg)	13 ± 3	15 ± 2*	14 ± 3 [†]
PCWP (mmHg)	7 ± 2	10 ± 1*	8 ± 2 [†]
CVP (mmHg)	3 ± 2	4 ± 2*	6 ± 2 [†]
PVP (mmHg)	4 ± 2	5 ± 2*	6 ± 2 [†]
CI (L/min/m ²)	3 ± 0.8	3.2 ± 0.8	3.2 ± 0.7
Amount of volume infusion (ml)		354 ± 171	91 ± 57

Values are mean ± SD. T1: hypovolemia (PCWP < 10 mmHg), T2: after volume infusion, T3: after induction of anesthesia, HR: heart rate, MAP: mean arterial pressure, MPAP: mean pulmonary arterial pressure, PCWP: pulmonary capillary wedge pressure, CVP: central venous pressure, PVP: peripheral venous pressure, CI: cardiac index. *: P < 0.01 compared to T1, [†]: P < 0.01 compared to T2.

결 과

전체 41명의 환자에서 중심정맥압과 말초정맥압을 동시에 측정하는 것은 총 121회였으며 실험기간 동안 양성변력보조를 받거나 혈관수축제를 사용했던 환자는 없었다. 각 측정시점의 혈액학적 지수 및 정맥 주입된 수액의 양은 Table 2와 같다. 수액주입에 의해 평균폐동맥압, 폐모세혈관쇄기압, 중심정맥압, 말초정맥압은 증가하였으나(P < 0.01), 심박동수, 평균동맥압, 심박출지수 등은 유의한 변화가 없었다. 마취유도 후에는 평균동맥압, 평균폐동맥압, 폐모세혈관쇄기압 등이 수액주입 후에 비해 감소하였으나(P < 0.01) 심박출지수는 유의한 변화가 없었으며 중심정맥압과 말초

Table 3. Mean Bias, Standard Deviation (SD) of Difference, 95% CI of Mean Bias and Limits of Agreement between CVP and PVP

	n	Mean bias	SD	95% CI of mean bias	Limits of agreement (mean bias ± 2 SD)
T1	40	-0.8	1.5	-1.3- -0.3	-3.7-2.1
T2	40	-1.0	1.4	-1.4- -0.5	-3.7-1.7
T3	41	-0.4	1.4	-0.9 - 0	-3.1-2.3
Overall	121	-0.7	1.4	-1- -0.5	-3.6-2.1

T1: hypovolemia (PCWP < 10 mmHg), T2: after volume infusion, T3: after induction of anesthesia, CI: confidence interval, SD: standard deviation.

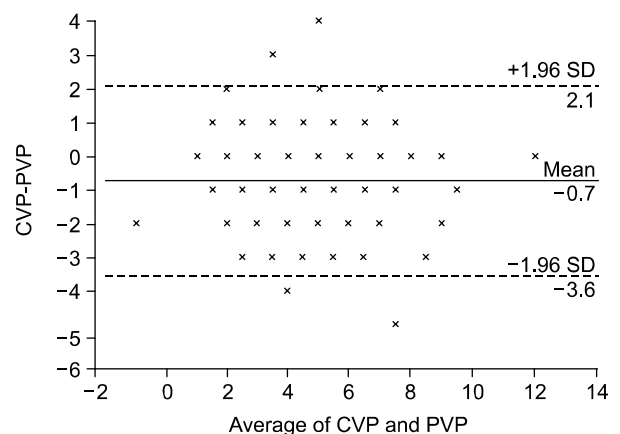


Fig. 1. Bland and Altman plot of differences between overall simultaneous CVP and PVP readings (CVP-PVP) against the average pressure ((CVP + PVP)/2) demonstrated mean bias (-0.7) and limits of agreement of mean bias (-3.6-2.1). CVP: central venous pressure, PVP: peripheral venous pressure.

Table 4. Accuracy of the Direction of PVP Change in Predicting the Direction of CVP Change

Absolute PVP change	n	%
0	3	25
1	20	63
2	20	91
3	6	100
4	5	71
0 or 1	23	52
≥ 2	31	89
≥ 3	11	85
Overall	54	68

CVP: central venous pressure, PVP: peripheral venous pressure.

정맥압은 증가하였다($P < 0.01$). 각각의 측정시점 및 전체 환자군에 대한 중심정맥압, 말초정맥압 간 차이의 평균값과 표준편차, 평균차이의 95% 신뢰구간 그리고 두 측정치 간의 limits of agreement는 Table 3과 같다. 전체 환자들에서 중심정맥압과 말초정맥압 간의 평균 차이는 -0.7 mmHg 이었으며 95% 신뢰구간은 -1 - -0.5 였다. Fig. 1은 전체 환자들을 대상으로 Bland and Altman analysis를 이용하여 구한 plot으로서 두 측정치 간 평균 차이의 limits of agreement가 2.1 - -3.6 mmHg 인 것을 나타내고 있다. 이러한 limits of agreement를 미리 정해놓은 범위인 $\text{CVP} \pm 3$ 과 비교해 보았을 때 큰 차이를 보이지 않았으며, 전체 121회의 측정 횟수 중에서 118회에서의 말초정맥압이 동시에 측정한 중심정맥압 ± 3 의 범위에 들어갔다(98%). 또한 말초정맥압의 측정시점간 변화를 본 결과 전체적으로 68%에서 중심정맥압의 변화와 일치하였으며 이러한 정확도는 말초정맥압의 변화가 클수록 더 큰 것을 볼 수 있었다(Table 4). 전체 79회의 측정시점 간 변화에 있어서 중심정맥압과 말초정맥압의 변화가 서로 반대방향이었던 것은 5회였다.

고 찰

본 연구를 통해 저혈량 상태인 관상동맥질환 환자에서 말초정맥압이 전신용적상태의 감시항목으로서 중심정맥압을 대신하여 사용될 수 있는 가능성이 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서 대부분(98%)의 말초정맥압 측정치가 동시에 측정한 중심정맥압의 $\pm 3 \text{ mmHg}$ 범위 내에 있었으며, 측정시점 간의 변화를 보았을 때에도 중심정맥압과 말초정맥압의 변화방향은 대부분 일치하였다.

중심정맥압은 체내 용적 변화가 심할 것으로 예상되는 대수술을 시행할 때 전신용적상태 및 심장기능을 감시하기

위해 널리 쓰이는 침습적 혈역학 감시항목으로서 중심정맥 카테터를 통한 수액이나 혈액의 신속한 주입을 위한 경로로도 사용된다. 중심정맥 카테터의 삽입은 일정 수준 이상의 숙련도를 필요로 할 뿐만 아니라, 카테터 삽입을 위한 정맥 천자와 카테터 거치 자체에 의한 합병증의 발생을 완벽하게 피하기는 어렵다.^{5,6)} 그래서, 중심정맥압을 대신해서 전신용적상태를 반영해 줄 수 있는 감시항목으로서 덜 침습적이며 합병증의 발생 가능성이 적고, 더 안전한 방법을 찾기 위한 연구가 많이 시행되었고, 말초정맥압과 중심정맥압의 관계에 대해서도 많은 연구가 이루어졌다.⁷⁻¹¹⁾ 초기의 연구결과는 혈역학적 감시장비의 기술이 현재에 비해 많이 뒤떨어졌던 까닭에 실험개체마다 변이가 커서 임상적으로 널리 사용될 만한 근거를 제시하지 못하였으나, 최근 비심장수술 시의 마취 및 회복실과 중환자실에서 환자관리에 있어서 심장기능이 정상인 환자들을 대상으로 시행된 연구들에서 말초정맥압과 중심정맥압 사이에 유의한 상관관계가 있다는 것이 보고되고 있다. Munis 등에¹⁾ 의하면 신경외과수술을 받는 환자들을 대상으로 수술시간 동안 중심정맥압과 말초정맥압을 동시에 지속적으로 감시한 결과 중심정맥압과 말초정맥압 사이에는 통계적으로 유의한 상관관계가 존재하며, 특히 출혈량이 많거나 혈역학적으로 불안정한 경우에 상관관계가 더 커진다고 하였다. 또한 뇌기저동맥의 거대동맥류 수술을 위해 심폐외회술 및 극저체온 순환정지를 시행한 중례에서 평균동맥압 및 중심정맥압이 하강하면서 말초정맥압과 같게 되는 것을 볼 수 있었으며, 말초정맥압은 심장기능의 영향을 받지 않고 전신 용적상태를 보여주는 혈역학적 지수라고 하였다. Amar 등에²⁾ 의하면 심장질환의 과거력이 없는 환자들에서 시행한 비심장수술의 마취 및 수술 후 회복과정에서 중심정맥압과 말초정맥압은 서로 유의한 상관관계를 보이며, 간 절제를 시행한 소집단에서 2 L의 용적부하를 한 경우에도 두 측정치는 동일한 정도로 증가하는 것을 관찰할 수 있었다고 하였다. 또한 말초정맥압은 중심정맥압보다 2 mmHg 높은 값을 보이는 관계를 가지며 이를 이용하여 중심정맥압을 임상적으로 유용한 범위에서 예측할 수 있다고 하였다. 위의 연구들을 통해서 심장기능의 이상이 없는 환자군에서 말초정맥압이 중심정맥압을 대신할 수 있는 혈역학적 감시항목으로서의 가능성을 보여주었다고 할 수 있다. Desjardins 등은⁴⁾ 심장수술을 받는 환자들을 대상으로 한 연구에서 말초정맥압이 중심정맥압을 대체할 수 있는 혈역학적 지수임을 보고하였으며 이러한 관계는 심실기능의 저하(박출계수 50% 미만), 용적부하 그리고 혈관작용약물의 투여 등에 의해서도 영향을 받지 않는다고 하였다. 하지만 Munis 등에¹⁾ 의한 연구에서는 중심정맥압과 말초정맥압의 비교에 있어서 통계학적 방법으로 단지 상관계수만을 구하였을 뿐 본 연구에서와 같

이 Bland and Altman analysis를 사용하지 않았으며, Amar 등의²⁾ 연구에서는 Bland and Altman analysis를 사용하여 비교하기는 했지만 말초정맥압의 측정을 위한 정맥내 카테터의 삽입위치 및 카테터의 크기를 표준화하지 않았다는 문제점을 안고 있다. 또한 Desjardins 등은⁴⁾ 심장수술을 받는 환자들을 대상으로 하면서 상이한 혈액학적 특성을 보이는 관상동맥질환과 심장판막질환을 가진 환자들을 모두 포함 시킴으로써 전체적인 관계를 보는 데는 어느 정도 성과를 보였으나 각각의 질환이 어떤 영향을 미치는가를 구별하기는 힘들다. 또한 대상환자들의 박출계수의 분포가 22-75%에 이를 정도로 환자 간의 변이가 커서 심장기능에 이상이 있는 환자들에게 일률적으로 적용하는 데에는 문제가 있을 것으로 생각된다. Amar 등은²⁾ 정맥내 카테터의 삽입 위치나 크기가 결과에 거의 영향을 미치지 않았다고 하였으나, 본 연구에서는 결과에 미치는 영향을 최대한 배제하기 위해 말초정맥내 카테터의 삽입위치를 상완의 전주와에 한정시켰고 카테터의 크기도 모두 18 G로 표준화하였다. 또한 대상환자군을 관상동맥질환을 가진 집단으로 제한하고 심실기능이 심하게 저하되어 있는 경우는 제외시켜서 다른 요인에 의한 영향을 최소화하였다. 다른 연구들에서는 대상환자들의 기초자료로서 전신용적상태를 언급하지 않거나 저혈량상태와 용적과부하상태의 환자들을 모두 포함시킨 경우가 많아서 전신용적상태가 미치는 영향을 평가하는 데에는 어려움이 있었다. 본 연구에서는 폐모세혈관쇄기압의 측정을 통해 저혈량상태에 있음이 확인된 환자들을 대상으로 하여 저혈량상태 및 용적과부하에 의한 영향만을 선별적으로 알아보고자 하였다.

어떤 측정치를 얻는데 있어서 먼저 개발되어 많이 쓰이는 방법과 새로 개발된 방법을 비교하는 경우에 지금까지는 관습적으로 두 측정치 간의 상관계수를 구하고 선형 회귀방정식을 이용하는 것이 일반적이었다. 그러나 상관계수는 두 변수간의 관계의 강도(strength)를 의미할 뿐이며 표본양의 범위에 의해 영향을 받기 때문에 두 측정치 간의 차이와 평균값 사이의 관계를 관찰하여 두 변수 사이의 일치(agreement) 정도를 구하는 Bland and Altman analysis를 사용하는 것이 더 타당하다는 것이 널리 받아들여지고 있다.^{12,13)} Bland and Altman analysis는 두 측정치의 차이와 평균값간의 관계를 그림으로 나타내면서 두 측정치 간 차이의 평균값 및 표준편차를 가지고 limits of agreement를 구할 수 있는데, 이것은 측정치 간 차이가 정규분포를 따르는 것으로 가정하는 경우 95%는 여기에 포함된다는 것을 의미하며, 이 범위가 임상적으로 중요하지 않다고 판단되면 두 측정 방법은 호환성이 있는 것으로 볼 수 있다. 이때, 미리 임상적인 판단의 근거가 될 수 있는 허용범위(본 연구의 경우 PVP에 대해 CVP \pm 3 mmHg)를 정해놓는 것이 도움이 되

며 Bland and Altman analysis에서 구한 limits of agreement가 미리 정해놓은 허용범위에서 크게 벗어나지 않는다면 두 측정치 사이의 차이로 인해 임상적으로 문제를 일으킬 확률은 낮은 것으로 간주할 수 있다.¹²⁾ 본 연구에서 말초정맥압과 중심정맥압 간의 평균 차이는 용적 주입 상태에서 -1.0로 가장 컸고 전체적으로는 -0.7로 다른 연구들에 비해 적었으며, limits of agreement도 미리 정해놓은 \pm 3 범위를 크게 벗어나지 않았다. 또한 평균 차이의 95% 신뢰구간 역시 모든 경우에서 1 이하여서 임상적으로 납득할 만한 수준이었다. 중심정맥압이나 여타 다른 혈액학적 지표들은 모두 전신용적상태나 심장기능을 예측할 수 있는 추정치일 뿐 절대적인 값은 아니기 때문에 측정치 자체보다는 시간흐름에 따른 변화양상을 관찰하는 것이 임상적으로 의의가 있다는 것은 잘 알려진 사실이다.^{14,15)} 그래서 본 연구에 있어서도 중심정맥압과 말초정맥압의 측정 시점 간의 변화를 관찰하였는데, 두 측정치의 변화방향이 일치한 경우가 차지하는 비율이 전체적으로는 68%였다. 또한 말초정맥압의 변화가 2 이상인 경우 정확도는 89%로 증가하는 등 말초정맥압의 변화가 클수록 정확도가 더욱 높아졌는데, 이것은 Charalambous 등의³⁾ 연구에서 보고된 것과 일치하였다.

Table 1에서 볼 수 있듯이 대상환자들이 당뇨, 고혈압 등의 질환들을 동반하고 있는 경우가 많고 심혈관계 약물을 복용하고 있는 경우가 많았으나 중심정맥압과 말초정맥압 간의 차이에 통계적으로 유의하게 영향을 미치지 않았다.

그러나 말초체온(특히, 상지나 수지의 피부체온)을 측정하지 않아서 체온변화에 의한 영향을 고려하지 않은 점은 본 연구가 지닌 약점이라고 할 수 있다. 또한 대상 환자 수가 다른 연구에 비해 적은 것도 본 연구의 결과를 일반화하여 적용하는 데에 제한점으로 작용할 것으로 생각되나 그럼에도 불구하고 앞서의 다른 연구들과는 달리 좀 더 선별된 환자군을 대상으로 단일 인자에 의한 영향을 평가한 것은 본 연구의 성과라고 생각된다.

결론적으로 저혈량상태가 의심되는 관상동맥질환 환자에서 중심정맥압과 말초정맥압을 동시에 측정하여 비교해 본 결과 유의한 수준의 일치(agreement)를 보였으므로, 말초정맥압이 중심정맥압을 대신하여 전신용적상태의 추정치로서 사용될 수 있는 가능성을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Munis JR, Bhatia S, Lozada LJ: Peripheral venous pressure as a hemodynamic variable in neurosurgical patients. *Anesth Analg* 2001; 92: 172-9.
2. 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: 40-3.
3. Charalambous C, Barker TA, Zipitis CS, Siddique I, Swindell R, Jackson R, et al: Comparison of peripheral and central venous pressures in critically ill patients. *Anaesth Intensive Care* 2003; 31: 34-6.
 4. Desjardins R, Denault AY, Belisle S, Carrier M, Babin D, Levesque S, et al: Can peripheral venous pressure be interchangeable with central venous pressure in patients undergoing cardiac surgery? *Intensive Care Med* 2003; 30: 627-32.
 5. Sznajder JJ, Zveibil FR, Bitterman H, Weiner P, Bursztein S: Central vein catheterization: failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med* 1986; 146: 259-61.
 6. Connors AF Jr, Speroff T, Dawson NV, Thomas C, Harrell FE Jr, Wagner D, et al: The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. SUPPORT investigators. *J Am Med Assoc* 1996; 276: 889-97.
 7. Holt JP: The effect of positive and negative intrathoracic pressure on peripheral venous pressure in man. *Am J Physiol* 1943; 139: 208-11.
 8. Sheldon CA, Balik E, Dhanalal K, Belani K, Marino J, Leonard AS: Peripheral postcapillary venous pressure-a new hemodynamic monitoring parameter. *Surgery* 1982; 92: 663-9.
 9. Sheldon CA, Cerra FB, Bohnhoff N, Belani K, Frieswyk D, Dhanalal K, et al: Peripheral postcapillary venous pressure: a new, more sensitive monitor of effective blood volume during hemorrhagic shock and resuscitation. *Surgery* 1983; 94: 399-406.
 10. Wolf WM, Synder CL, Porter J, Saltzman DA, Chen S, Leonard AS: Cuff-occluded rate of rise of peripheral venous pressure: a new, highly sensitive technique for monitoring blood volume status during hemorrhage and resuscitation. *Surgery* 1987; 101: 304-9.
 11. Synder CL, Saltzman D, Happe J, Eggen MA, Ferrel KL, Leonard AS: Peripheral venous monitoring with acute blood volume alteration: cuff-occluded rate of rise of peripheral venous pressure. *Crit Care Med* 1990; 18: 1142-5.
 12. Bland JM, Altman DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-10.
 13. Mantha S, Roizen MF, Fleisher LA, Thisted R, Foss J: Comparing methods of clinical measurement: reporting standards for bland and altman analysis. *Anesth Analg* 2000; 90: 593-602.
 14. Kelman GR: Interpretation of CVP measurements. *Anaesthesia* 1971; 26: 209-15.
 15. Mark JB: Central venous pressure monitoring: clinical insights beyond the numbers. *J Cardiothorac Vasc Anaesth* 1991; 5: 163-73.
-