

## 심혈관 질환이 없는 두 연령대의 성인에서 Esmolol이 대퇴, 요골동맥압 및 두 동맥압의 맥압에 미치는 영향 비교

연세대학교 의과대학 마취통증의학교실

곽영란 · 오영준 · 이종화 · 신혜란 · 이웅철 · 홍용우

### Age-Related Effects of Esmolol on Pressure and Pulse Pressure in the Femoral and Radial Arteries of Patients without Cardiovascular Disease

Young Lan Kwak, M.D., Young Jun Oh, M.D., Jong Hwa Lee, M.D., Helen Kisin Shin, M.D., Wong Cheol Lee, M.D., and Yong Woo Hong, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Background:** It has been known that radial artery pressure (RAP) some times underestimate the central pressure. In many studies, femoral artery pressure (FAP) and RAP have been considered as central and peripheral artery pressures, respectively and there might be a possibility that age and the change of blood pressure exert different effect on FAP and RAP. This study evaluated the effect of esmolol (E) on RAP and FAP and the changes in their pulse pressure (PP) in different age groups.

**Methods:** Fifty-one adult patients without cardiovascular disease were enrolled in this study. Twenty six patients were younger than 25 years (group 1) and 25 patients were older than 50 years (group 2). Radial and femoral arteries were cannulated and recorded before anesthesia. After induction of anesthesia, FAP, RAP and heart rate were recorded (T1) and then E was infused to decrease the FAP to 15% lower than its value of T1(T2). Variables were recorded 30 sec after the cessation of E infusion.

**Results:** Systolic pressure and PP of RAP were greater than of FAP in group 1, but those of FAP were greater than of RAP in group 2 before anesthesia. FAP was higher than RAP in both groups after anesthesia, regardless of the infusion of E. E infusion didn't change the pressure gradients between FAP and RAP in either group, except systolic pressure gradient in group 2. The PP of FAP was identical with of RAP in group 1 at both T1 and T2 but greater than of RAP in group 2 at both periods. E decreased the PP of both RAP and FAP in both groups.

**Conclusions:** RAP is lower than FAP, and the PP of both pressures are affected by age and esmolol after anesthesia. However, the differences between both pressures are maintained after E infusion. (Korean J Anesthesiol 2003; 45: 92~97)

**Key Words:** esmolol, femoral artery pressure, phenylephrine, pulse pressure, radial artery pressure.

### 서 론

직접적, 지속적 동맥압의 관찰은 현재 마취 중인 환자 또는 중환자 관리에 널리 이용되고 있는 환자 감시 방법이다. 요골동맥은 여러 혈압 감시 부위 중에서도 흔히 이용되고 있는데<sup>1)</sup> 이는 요골동맥 천자가 합병증의 발생빈도가 적고 수기가 간단하며 유지가 용이하면서도 대동맥압을 잘 반영한다고 알려져 있기 때문이다

논문접수일 : 2003년 1월 4일

책임저자 : 곽영란, 서울시 서대문구 신촌동 134

연세의료원, 우편번호: 120-752

Tel: 02-361-7224, Fax: 02-364-2951

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

본 연구는 2001년도 연세대학교 학술연구비 지원에 의해 이루어진 것임.

다.<sup>2,3)</sup> 그러나 최근 패혈성 쇼크 상태에 빠진 환자들에게서,<sup>4)</sup> 또는 심폐바이패스로부터의 이탈 시, 요골동맥압이 상행대동맥압 보다 낮아져 환자 관리에 지장을 초래한다는 보고들이 있어왔으며 이런 경우 요골동맥압을 대신하여 상행대동맥압을 관찰하는 것이 권장되고 있다.<sup>5-13)</sup> 특히 대퇴동맥압은 요골동맥압뿐만 아니라 상완동맥압에 비해서도 대동맥압과 더욱 근사하다고 Gravlee 등이<sup>8)</sup> 보고한 바 있으며, 앞서 언급된 상황에서 요골동맥압을 대신하여 환자 치료의 지침을 결정하는 기준으로 권장되고 있다.<sup>6,8,12,13)</sup>

Esmolol은 마취 유도 후 혈압 조절을 위해 사용되고 있는데, esmolol이 몇몇 상황에서와 같은 두 동맥압의 차이를 유발한다면 요골동맥압에 의존한 혈압의 조절은 혈압 변동이 심한 시기에 원치 않는 결과를 초래할 수도 있다고 본다. 또한 나이에 따른 동맥의 탄성의 변화는 두 동맥압의 맥압과 파형을 변화시키므로<sup>14,15)</sup> 혈관 긴장도에 영향을 주는 약제에 대한 두 동맥압의 반응이 나이에 따라 달라질 수도 있다고 생각한다. 이에 본 연구에서는 심장 질환이 없는 두 연령대의 성인 환자들을 대상으로, esmolol을 이용하여 혈역학을 변화시키면서 요골, 대퇴동맥압을 비교하여 보고 각 시기 두 동맥압의 차이의 변화 및 두 동맥압의 맥압의 변화를 비교하여 보았다.

### 대상 및 방법

흉곽 수술을 시행 받는 환자 중 관상동맥질환이나 관막질환 또는 대동맥 질환이 없는 환자 52명을 대상으로 하며 병원의 임상연구 내규에 근거하여 모든 환자에서 술 전에 연구에 대한 설명 후 동의서를 받고 연구를 진행한다. 대상 환자들 중 나이 18-25세의 성인을 1군으로 하며, 50세 이상의 환자를 2군으로 하여 연구를 진행하였다. 본 연구에서 환자의 나이를 50세를 기준으로 하여 두 군으로 나눈 것은 Kelly 등의<sup>16)</sup> 35세 이후로 대동맥의 수축기 동맥압이 반향파에 의해 증가되는 효과가 뚜렷해진다는 보고에 따라 나이에 따른 차이를 확실하게 얻기 위해서였다. 두 군 모두에서 심혈관질환, 말초혈관질환, 당뇨 또는 고혈압의 과거력이 있는 환자들은 제외 되었으며 demographic data는 Table 1과 같다.

환자들은 수술실 도착 1시간 전에 glycopyrrolate 0.2 mg을 근주 받았으며 수술실 도착 후 3개 lead의 심전도

를 부착한 후 lead II를 지속적으로 감시하였다. 자동혈압계를 부착하여 동맥천자 전까지 환자의 혈압을 감시하며 국소마취 하에 요골동맥과 대퇴동맥에 카테터를 삽입하였다. 이 때 두 곳 모두에서 2 inch 20 gauge의 teflon 카테터(Angiocth™ Plus, Becton Dickinson Korea, 대한민국)를 삽입하였다. 요골동맥과 대퇴동맥에 삽입한 카테터는 120 cm와 30 cm 길이의 low volume, high pressure tube 2개를 three-way-stopcocks를 이용하여 변환기에 연결시킨 일회용 연속관류카테터시스템(Pressure Monitoring Kit with Truwave™ Disposable Pressure Transducer, Baxter Healthcare Co., Irvine, CA, USA)을 각각 연결한 후 모니터(Anesthesia CMS 2001, Hewlett Packard Company, Andover, USA)에서 두 곳의 동맥압을 지속적으로 관찰하였다.

모든 준비가 완료되면 심박수와 두 동맥압을 기록하였다. 이 후 thiopental sodium 4-5 mg/kg, succinylcholine 1-1.5 mg/kg, fentanyl 100µg을 정주한 후 기관내 삽관을 시행하였다. 마취는 enflurane 1.5-2.0 vol%와 vecuronium 0.1 mg/kg 투여로 유지하였으며 이산화탄소 분압이 30-40 mmHg 사이로 유지되도록 환기 유지하였다. 기관내 삽관과 튜브 고정 후 변수들을 기록한 후 (T1) 평균 대퇴동맥압이 T1의 85% 미만으로 감소할 때까지 esmolol (1 mg/ml)을 점적주입 하고 점적주입 중단 30초 후에 변수들을 기록하였다(T2). Esmolol을 점적주입 시작한 후 10 분 이상 경과될 때까지 T1의 85% 이하로 동맥압이 감소하지 않으면 약물의 주입을 중단한 후 30초 후에 변수들을 기록하였다. 실험은 마취 유도 후부터 수술 체위를 잡기 전의 시기에 이루어졌다. 실험 기간 중 환자의 체온은 가온 매트, 가슴기, 수액 가온 등을 시행하여 비인두의 온도가 35°C 이상으로 유지되도록 하였다.

Table 1. Demographic Data

	Group 1	Group 2
Age (yr)	20.0 ± 3.3	57.8 ± 8.0*
Sex (M/F)	6/20	5/20
Body weight (kg)	57.3 ± 10.4	63.5 ± 6.4*
Height (cm)	172.9 ± 5.9	165.6 ± 7.8*
Amount of esmolol infused (ml)	9.9 ± 7.4	6.5 ± 4.9

Values are mean ± SD. \*: P < 0.05 compared with Group 1.

모든 결과는 평균 ± 표준편차로 표시하였다. 각 시  
기별 두 군 간 및 두 동맥압 간의 비교는 unpaired t-test  
를 이용하여 처리하였으며, 각 군에서 esmolol 투여 전,  
후의 측정치 간의 비교는 paired t-test를 이용하였다. P

값이 0.05 미만일 때 통계학적 의의가 있는 것으로 간  
주하였다.

결 과

**Table 2.** Femoral and Radial Artery Pressure and Pulse Pressure  
in Patients before Anesthesia

Variables	Group 1 (n = 26)	Group 2 (n = 25)
HR	82 ± 7	81 ± 21
Systole-F	131 ± 11 <sup>†</sup>	150 ± 20 <sup>*†</sup>
Systole-R	137 ± 16	145 ± 19
Diastole-F	71 ± 6	76 ± 10*
Diastole-R	70 ± 6	76 ± 10*
Mean-F	93 ± 8 <sup>†</sup>	104 ± 12*
Mean-R	91 ± 7	102 ± 12*
PG-Systole	-6 ± 11	5 ± 10*
PG-Diastole	1 ± 3	0 ± 4
PG-Mean	2 ± 3	2 ± 4
Pulse pressure-F	60 ± 9 <sup>†</sup>	74 ± 13 <sup>*†</sup>
Pulse pressure-R	67 ± 15	69 ± 15

Values are mean ± SD. Group 1: patients younger than 25 years, Group 2: patients older than 50 years, HR: heart rates (beats/min), Systole: systolic arterial blood pressure (mmHg), Diastole: diastolic arterial blood pressure (mmHg), Mean: mean arterial blood pressure (mmHg), F: femoral, R: radial, PG: pressure gradients (femoral arterial blood pressure-radial arterial blood pressure) (mmHg). \*: P < 0.05 compared with Group 1, †: P < 0.05 compared with radial arterial pressure.

환자들은 1군 27명, 2군 25명이었으며, 두 군간에 성  
별의 차이는 없었으나 2군 환자들의 키가 유의하게 작  
고, 체중이 유의하게 무거웠다. 투여된 총 esmolol의 양  
은 차이가 없었다(Table 1). 1군에서 1명의 환자에서 약  
물 주입 10분 경과 후에도 전신 동맥압의 감소가 관찰  
되지 않아 결과에서 제외하였다.

마취 유도 전 두 군의 심박수는 차이가 없었으나, 수  
축기 요골동맥압을 제외한 모든 혈압이 2군에서 유의  
하게 높았다. 마취 유도 전 1군에서 대퇴동맥의 수축기  
압이 요골동맥보다 낮았으며, 평균동맥압은 요골동맥  
압 보다 유의하게 높았으나 2군에서는 대퇴동맥의 수  
축기 압력이 요골동맥압 보다 유의하게 높았다. 또한  
마취 유도 전 수축기 대퇴동맥압과 요골동맥압의 차가  
1군에서는 음의 값을, 2군에서는 양의 값을 보여 군 간  
에 유의한 차이가 있었다. 마취 유도 전 1군에서는 대  
퇴동맥의 맥압이 요골동맥의 맥압보다 유의하게 작았  
으나 2 군에서는 반대로 대퇴동맥의 맥압이 요골동맥  
의 맥압보다 유의하게 컸으며, 요골동맥의 맥압은 군  
간의 차이가 없었으나, 대퇴동맥의 맥압은 2군에서 1군  
보다 유의하게 컸다(Table 2).

마취 유도 후 esmolol 투여에 따른 변화를 살펴 보

**Table 3.** Femoral and Radial Arterial Pressure before and after Esmolol Infusion

	Group 1 (n = 26)		Group 2 (n = 25)		% P	
	T1	T2	T1	T2	Group I	Group II
HR	108 ± 13	86 ± 10	94 ± 17	78 ± 18	79 ± 7	83 ± 7*
Systole-F	148 ± 24	106 ± 19 <sup>†</sup>	166 ± 28 <sup>*†</sup>	118 ± 17 <sup>*†</sup>	73 ± 13	73 ± 11
Systole-R	143 ± 21	102 ± 19	155 ± 27	110 ± 15	72 ± 12	72 ± 12
Diastole-F	92 ± 15	61 ± 11 <sup>†</sup>	96 ± 14 <sup>†</sup>	69 ± 9 <sup>*†</sup>	68 ± 13	73 ± 11
Diastole-R	87 ± 21	59 ± 10	94 ± 13	67 ± 9*	67 ± 13	73 ± 10
Mean-F	113 ± 17 <sup>†</sup>	78 ± 13 <sup>†</sup>	123 ± 19 <sup>*†</sup>	87 ± 13 <sup>*†</sup>	70 ± 11	71 ± 11
Mean-R	110 ± 17	74 ± 13	119 ± 18	84 ± 11*	68 ± 12	71 ± 11

Values are mean ± SD. Group 1: patients younger than 25 years, Group 2: patients older than 50 years, T1: before esmolol infusion, T2: after esmolol infusion, % P: percentage of T2 for T1, HR: heart rates (beats/min), Systole: systolic arterial blood pressure (mmHg), Diastole: diastolic arterial blood pressure (mmHg), Mean: mean arterial blood pressure (mmHg), F: femoral, R: radial. \*: P < 0.05 compared with Group 1, †: P < 0.05 compared with radial arterial blood pressure.

**Table 4.** Changes of Pressure Gradient and Pulse Pressure before and after Esmolol Infusion

	Group 1 (n = 26)		Group 2 (n = 25)	
	T1	T2	T1	T2
PG-Systole	5 ± 20	3 ± 7	10 ± 10	8 ± 8 <sup>*,†</sup>
PG-Diastole	5 ± 18	2 ± 2	2 ± 5	2 ± 3
PG-Mean	3 ± 4	4 ± 3	5 ± 5	3 ± 4
Pulse pressure-F	56 ± 14	43 ± 14 <sup>‡</sup>	70 ± 18 <sup>*,†</sup>	49 ± 11 <sup>†,‡</sup>
Pulse pressure-R	56 ± 23	43 ± 12 <sup>‡</sup>	62 ± 17	43 ± 10 <sup>‡</sup>

Values are mean ± SD. Group 1: patients younger than 25 years, Group 2: patients older than 50 years, T1: before esmolol infusion, T2: after esmolol infusion, PG: pressure gradients (femoral arterial blood pressure - radial arterial blood pressure) (mmHg), Systole: systolic arterial blood pressure (mmHg), Diastole: diastolic arterial blood pressure (mmHg), Mean: mean arterial blood pressure (mmHg), F: femoral, R: radial. \*: P < 0.05 compared with Group 1, †: P < 0.05 compared with radial arterial blood pressure, ‡: P < 0.05 compared with T1.

면, T1 시기에 1군에서는 평균 대퇴동맥압이 평균 요골동맥압 보다 유의하게 높았으며, 2군에서는 수축, 이완기 및 평균 대퇴동맥압이 모두 요골동맥압보다 유의하게 높았다. T2 시기에는 두 군 모두에서 수축, 이완기 및 평균 대퇴동맥압이 요골동맥압보다 유의하게 높았다. Esmolol에 의한 심박수의 감소 정도가 2군에서 작았으나 혈압의 감소 정도는 두 군간에 차이가 없었다 (Table 3).

Esmolol 투여에 따른 두 동맥압의 차이는 T2 시기에 수축기 압력차가 2군에서 1군보다 컸던 것을 제외하고는 두 군 모두에서 T1, T2 시기별 차이가 관찰되지 않았으며, 군 간 차이도 없었다. 맥압의 변화는 1군에서 T1, T2 시기 모두 두 동맥의 맥압의 유의한 차이가 없었던 반면, 2군에서는 두 시기 모두에서 대퇴동맥의 맥압이 요골동맥의 맥압보다 유의하게 컸다. T2 시기에 두 군 모두에서 대퇴, 요골동맥의 맥압이 T1 시기에 비하여 유의하게 감소하였다. 군 간 비교에서 T1 시기에 2군의 대퇴동맥 맥압이 1군의 대퇴동맥 맥압보다 유의하게 컸으나, T2 시기에는 군 간의 유의한 차이가 없었다 (Table 4).

고찰

본 연구는 심혈관계 질환이 없는 성인에서 첫째로 요골동맥압과 대퇴동맥압을 비교하고 esmolol이 두 동맥 및 맥압의 변화에 미치는 영향을 조사하며, 둘째로 이 때 나이가 요골-대퇴동맥압의 압력차와 맥압의 변화에 영향을 미치는가를 조사하여 보고자 하였다. 그 결과 요골동맥압과 대퇴동맥압 간에는 압력의 차이 및 맥압의 차이가 존재하며 나이에 따른 차이 또한 존재한다는 점과, esmolol의 사용이 두 동맥의 맥압에 영향을 미칠 수 있었다. 그러나 두 연령대 모두에서 esmolol에 의한 혈압의 변화에도 불구하고 두 동맥압 간의 차이는 변하지 않아 esmolol 사용 시 요골동맥압이 대퇴동맥압의 변화를 제대로 반영한다는 것을 또한 알 수 있었다.

본 연구 결과에서 흥미로운 것은 요골동맥과 대퇴동맥의 맥압이 대동맥과 말초동맥의 압력 및 맥압에서 관찰되었던 차이를 보이지는 않았다는 점이다. 일부 환자들에서 요골동맥압이 대동맥압 또는 대퇴동맥압에 비해 현저하게 낮아지는 경우가 발생하며 이 환자들을 요골동맥압에 근거하여 치료하는 것은 불필요한 약제의 사용과 그에 따른 부작용을 초래할 수 있음은<sup>4,6-13)</sup> 잘 알려진 사실이다. 이후 연구들에서 대퇴동맥압이 다양한 임상 상황에서 상행대동맥압과 가장 유사한 값을 보였다고 보고되었으며, 현재 대퇴동맥압은 대동맥압의 대치 압력으로 주로 사용되고 있다.<sup>6,8)</sup> 하지만 대퇴동맥압이 여러 상황에서 상행대동맥압과 유사한 압력 변화를 보인다는 보고들과 달리 실제로 대퇴동맥과 요골동맥압이 대동맥과 말초동맥압 사이에 존재하는 것과 같은 파형과 맥압의 차이를 나타내는가를 수치화하여 보고한 연구는 없었다. 몇몇 연구의 결과들을 간접적으로 살펴보면,<sup>6,8,12,13)</sup> 대부분 심장질환을 앓고 있는 환자들에서 두 동맥에 내경과 길이가 다른 카테터를 삽입하여 압력을 측정하기는 하였지만, 심폐바이패스 시행 이전의 대퇴, 요골동맥압 간에는 나이에 관계없이 맥압의 차이가 없어 보였다. 본 연구에서는 젊은 성인에서는 두 동맥의 압력과 맥압의 차이 값이 5 mmHg 미만으로 매우 근사한 값을 보인 반면에 2군에서는 수축기 대퇴동맥압이 요골동맥압보다 10 mmHg 가까이 높게 관찰되었으며, 맥압 또한 esmolol 사용 전후 모두에서 대퇴동맥에서 유의하게 높음을 관찰할 수

있었다. 이는 두 동맥압이 각각 이론적인 대동맥과 말초동맥압의 관계를 갖지 않음을 보여주는 결과라고 본다. 동맥 파형에 관한 연구들에 따르면 상행대동맥으로부터 멀어질수록, 세동맥 분지로 갈수록 동맥압의 맥압은 증가하며 이완기의 파형이 소실된다.<sup>17,18)</sup> 이는 동맥압의 파형이 좌심실로부터 분출되는 입사파(incident wave)와 말초세동맥으로부터 되돌아오는 반향파(reflected wave)의 간섭현상에 의해 파형이 결정되기 때문이다.<sup>19)</sup> 동맥압의 맥압은 첫째, 나이가 많아지고 고혈압, 동맥경화증으로 혈관의 탄성이 감소하는 경우, 키가 작은 환자, 심박동수가 증가되는 경우에 맥파(pulse wave)의 전달 속도가 빨라져 입사파와 반향파의 가중(summation)이 근위부대동맥에서 일어남으로써 근위부대동맥의 맥압이 증가하며, 둘째, 말초혈관이완이 일어나는 경우에는 입사파의 반향 정도가 감소하고 입사파와 반향파의 가중 현상이 감소하여 근위부 대동맥의 맥압이 감소한다고 한다.<sup>14,15)</sup> 동맥압을 비교한 연구들에 따르면 상완동맥에서의 맥압조차 상행대동맥의 맥압에 비해 증가되어 있음으로 미루어<sup>19)</sup> 요골동맥압의 맥압 또한 상행대동맥압에 비해 크게 증가될 것이라고 예측할 수 있다. 본 연구에서는 마취 전에 측정된 요골, 대퇴동맥압이 1군에서는 수축기 동맥압과 맥압이 요골동맥에서 더 컸으나 2군에서는 수축기 동맥압과 맥압이 대퇴동맥에서 더 컸는데 이는 나이가 많아짐에 따라 근위부대동맥의 맥압이 증가되기 때문인 것으로 생각되며, 2군에서 환자들의 키가 작았던 것도 두 군간의 차이를 강화시켜주는 요인으로 작용했다고 본다.

그러나 마취 유도 후에는 1군에서 관찰되었던 차이가 변화되어 대퇴동맥압과 요골동맥압의 차이가 양의 값을 보였으며 맥압의 차이는 소실되었다. 이의 가능한 원인으로는 마취 유도제 및 흡입 마취에 의한 말초혈관의 이완 효과를 생각할 수 있으며, T2의 시기까지 이러한 차이가 지속된 것으로 미루어 마취유도제 보다는 흡입마취제의 역할이 더 크다고 생각되나 흡입마취제가 두 동맥압에 미치는 영향에 대해서는 다른 연구가 필요하다고 생각된다. 두 동맥압 간에 압력차는 있었으나 본 연구에서 수축기, 이완기, 평균동맥압의 압력차는 모두 esmolol에 의한 혈압의 변화에 영향을 받지 않았다. 2군에서 esmolol 투여 후 수축기 압력차가 감소된 것은 심박수의 감소로 대퇴동맥에서의 augmentation 효과 감소 및<sup>20)</sup>  $\beta$ -수용체 차단 효과에 의한 심근수축력의 감소 효과가 합해졌기 때문으로 설명할 수 있

나 임상적으로 유의한 변화는 아니라고 본다. 두 동맥의 압력차가 혈압의 변화에 영향을 받지 않았던 것에 비하여 맥압의 차이는 영향을 받았는데, 두 군, 두 동맥 모두에서 esmolol 에 의해 혈압이 감소하면 맥압이 감소하였다. 요골, 대퇴동맥압을 비교한 최근의 임상 연구 결과에 따르면 당뇨 또는 고령화에 의한 말초혈관의 동맥경화나,<sup>21)</sup> 내재적 또는 외적 요소에 의한 카테콜라민 농도의 증가는<sup>20)</sup> 입사파의 반향이 빨라져 대동맥에서의 반향파의 가중 현상이 이완기가 아닌 수축기 말기에 일어나 대동맥 또는 대퇴동맥의 맥압을 증가시킨다고 하는데 esmolol의 사용은 이의 반대되는 작용을 유발한 것으로 생각된다. 그러나 요골동맥과 대퇴동맥의 맥압이 같은 변화를 보인 것은 본 실험의 결과만으로 설명하기는 어렵다고 본다.

본 연구에서는 환자의 체온이 압력차에 영향을 미치는 것을 피하기 위하여 실험 기간 동안 환자의 비인두의 온도가 35°C 이상으로 유지되도록 환자를 가온하였으나, 마취에 의한 말초체온의 변화까지는 측정하지 못하였다. Sessler 등의<sup>22)</sup> isoflurane마취 후 외과적 자극이 없는 상태의 환자에서 체온 하강에 의한 말초피부혈관의 수축은 34.6°C 전후로 유발이 되며, 말초피부혈관 수축이 발생하여도 혈액학적 변화는 발생하지 않았다는 보고로 미루어 본 연구에서 환자의 체온이 두 동맥압에 유의하게 다른 영향을 미치지 않는다고 생각되나 가능성을 완전히 배제할 수는 없다. 본 연구에서는 esmolol에 의한 혈압하강이 비교적 서서히 이루어졌는데, 급격한 혈압의 변화에서도 압력차의 의미 있는 변화가 없을 것인가에 대해서는 좀 더 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 본 연구에서 투여된 esmolol의 용량이 많지 않고, 혈압 하강의 시기가 마취 유도 후 환자가 안정기로 접어드는 시기였음을 생각할 때 본 연구 결과가 esmolol 뿐 만 아니라 enflurane의 효과도 함께 작용한 결과일 가능성이 높다는 점은 본 연구의 문제로 지적될 수 있겠다. 그러나 Yazigi 등의<sup>23)</sup> nicardipine을 이용하여 유도저혈압 마취를 시행하는 경우에도 요골동맥압과 대퇴동맥압의 차이가 영향을 받지 않았다는 보고와 본 연구의 결과 등을 볼 때 요골동맥압이 대퇴동맥압보다 낮으며, 특히 나이가 들면 그 차이가 커지게 된다는 사실을 염두에 둔다면 중대한 합병증 없이 손쉽게 시행할 수 있는 요골동맥압의 감시가 임상에서 환자의 혈압의 변화를 감시하는 데 있어 신빙성 있는 감시 장치로 이용될 수 있다고 생각한다.

결론적으로 심혈관 질환이 없는 두 연령대의 성인환자들의 enflurane 전신마취 시 요골동맥압과 대퇴동맥압을 esmolol의 사용 전 후로 관찰한 결과, 마취 후 요골동맥압은 대퇴동맥압에 비해 유의하게 낮았으며, 나아가 많은 군에서 이러한 차이는 더 심화되고 대퇴동맥의 맥압이 요골동맥의 맥압보다 커짐을 알 수 있었다. 또한 두 동맥압의 차이와 맥압의 차이는 esmolol 사용에 따른 혈압 변화의 영향을 받지 않으나, 두 동맥압의 맥압은 연령대와 무관하게 혈압이 감소하면 감소함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Mark JB, Slaughter TF, Reves JG: Cardiovascular monitoring. In: Anesthesia. 5th ed. Edited by Cucchiara RF, Miller ED, Jr., Reves JG, Roizen MF, Savarese JJ: Philadelphia, Churchill Livingstone. 2000, pp 1117-206.
2. Reich DL, Moskowitz DM, Kaplan JA: Hemodynamic monitoring. In: Cardiac Anesthesia. 4th ed. Edited by Kaplan JA, Konstlat SN, Reich DL: Philadelphia, W.B. Saunders Co. 1999, pp 321-58.
3. Slogoff S, Keats AS, Arlund C: On the safety of radial artery cannulation. Anesthesiology 1983; 59: 42-7.
4. Dorman T, Breslow MJ, Lipsett PA, Rosenberg JM, Balsler JR, Almog Y, et al: Radial artery pressure monitoring underestimates central arterial pressure during vasopressor therapy in critically ill surgical patients. Crit Care Med 1998; 26: 1646-9.
5. Stern DH, Gerson JI, Allen FB, Parker FB: Can we trust the direct radial artery pressure immediately following cardiopulmonary bypass? Anesthesiology 1985; 62: 557-61.
6. De Hert SG, Vermeyen KM, Moens MM, Hoffmann VL, Bataillie KJ: Central-to-peripheral arterial pressure gradient during cardiopulmonary bypass: relation to pre- and intraoperative data and effects of vasoactive agents. Acta Anaesthesiol Scand 1994; 38: 479-85.
7. Mohr R, Lavee J, Goor DA: Inaccuracy of radial artery pressure measurement after cardiac operations. J Thorac Cardiovasc Surg 1987; 94: 286-90.
8. Gravlee GP, Brauer SD, O'Rourke MF, Avolio AP: A comparison of brachial, femoral, and aortic intraarterial pressure before and after cardiopulmonary bypass. Anesth Intensive Care 1989; 17: 305-11.
9. Pauca AL, Hudspeth AS, Wallenhaupt SL, Tucker WY, Kon ND, Mills SA, et al: Radial artery-to-aorta pressure difference after discontinuation of cardiopulmonary bypass. Anesthesiology 1989; 70: 935-41.
10. Maruyama K, Horiguchi R, Hashimoto H, Ohi Y, Okuda M, Kurioka T, et al: Effect of combined infusion of nitroglycerine and nicardipine on femoral-to-radial pressure gradient after cardiopulmonary bypass. Anesth Analg 1990; 70: 428-32.
11. Rich GF, Lubanski RE Jr., McLoughlin TM: Differences between aortic and radial artery pressure associated with cardiopulmonary bypass. Anesthesiology 1992; 77: 63-6.
12. 곽영란, 유은숙, 배선준, 방서욱, 이춘수, 조범준 등: 유·소아에서 체외순환 전후의 요골·대퇴동맥압간의 차이의 변화 비교. 대한마취과학회지 1996; 30: 178-85.
13. 곽영란, 홍용우, 방서욱, 유은숙, 장정화, 한승연 등: 관상동맥 우회술 및 판막대치술환자에서 체외순환 전·후의 대퇴·요골동맥압간의 차이의 변화 비교. 대한마취과학회지 1997; 32: 260-6.
14. O'Rourke MF, Blazek JV, Morreels CL Jr., Krovetz LJ: Pressure wave transmission along the human aorta. Changes with age and in arterial generative disease. Circ Res 1968; 23: 567-79.
15. O'Rourke MF, Yaginuma T: Wave reflections and the arterial pulse. Arch Intern Med 1984; 144: 366-71.
16. Kelly R, Hayward C, Avolio A, O'Rourke M: Noninvasive determination of age-related changes in the human arterial pulse. Circulation 1989; 80: 1652-9.
17. O'Rourke MF: The arterial pulse in health and disease. Am Heart J 1971; 5: 687-702.
18. O'Rourke MF, Gallagher DE: Pulse wave analysis. J Hypertens 1996; 14: S147-57.
19. O'Rourke MF: Pressure and flow waves in systemic arteries and the anatomical design of the arterial system. J Appl Physiol 1967; 23: 139-49.
20. Brooks B, Molyneaux L, Yue DK: Augmentation of central arterial pressure in Type 1 diabetes. Diabetes Care 1999; 22: 1722-7.
21. Wilkinson IB, MacCallum H, Flint L, Cockcroft JR, Newby DE, Webb DJ: The influence of heart rate on augmentation index and central arterial pressure in humans. J Physiol 2000; 525: 263-70.
22. Sessler DI, McGuire J, Hynson J, Moayeri A, Heier T: Thermoregulatory vasoconstriction during isoflurane anesthesia minimally decreases cutaneous heat loss. Anesthesiology 1992; 76: 670-5.
23. Yazigi A, Madi-Jebara S, Haddad F, Hayek G, Jawish D: Accuracy of radial arterial pressure measurement during surgery under controlled hypotension. Acta Anaesthesiol Scand 2002; 46: 173-5.