

심폐소생술시 Isosorbide Dinitrate(Isoket[®])가 관상 동맥 관류압에 미치는 효과

제명대학교 의과대학 마취과학교실 및
¹포항선린병원 마취과학교실

전재규 · 장영호 · 김진모 · 천범수¹

= Abstract =

Effects of Isosorbide Dinitrate(Isoket[®]) on Coronary Perfusion Pressure during the Cardiopulmonary Resuscitation

Jae Kyu Cheun, M.D., Young Ho Jang, M.D., Jin Mo Kim, M.D.
and Bum Soo Cheun, M.D.¹

Department of Anesthesiology, School Medicine, Keimyung University, Taegu

¹Department of Anesthesiology, Presbyterian Hospital, Pohang, Korea

Background: Coronary perfusion pressure(CPP) is the most important factor for the success of cardiopulmonary resuscitation(CPR). Therefore, CPP must be optimized during the resuscitation. The purpose of this study is to investigate the effects of isosorbide dinitrate(Isoket[®]) on CPP during CPR.

Methods: 10 Korean dogs were divided into two groups: Group I(N=5) was resuscitated with infusion of isosorbide dinitrate(1 µg /kg/min) and Group II(N=5) was resuscitated without using isosorbide dinitrate. Following CPR, the heart rate(HR), blood pressure(BP), pulmonary capillary wedge pressure, cardiac output(CO), CPP and endocardial viability ratio(EVR) were measured repeatedly.

Results: The changes in HR were not significantly different between the two groups but systolic and diastolic BP, CO, CPP and EVR were well maintained in group 1.

Conclusions: These results suggest that the usual dosage of isosorbide dinitrate is effective in improving CPP and EVR on CPR after impending cardiac arrest. (Korean J Anesthesiol 1998; 35: 252~258)

Key Words: Heart: cardiopulmonary resuscitation; coronary perfusion.

서 론

심폐소생술(cardiopulmonary resuscitation, CPR) 시 행 방법은 그 원인에 따라 다소의 차이는 있으나 기본적인 원칙은 심장 압박과 환기에 의하여 주요 장기로의 산소 공급을 원활히 할 수 있게 하는 것

논문접수일 : 1998년 3월 23일

책임저자 : 전재규, 대구광역시 중구 동산동 194번지, 제
명대학교 의과대학 마취과학교실, 우편번호:
700-310, Tel: 053-250-7240, Fax: 053-7240

이다. 심폐소생술의 기본 목적이 인체의 중요 장기
에 산소를 공급하기 위한 것이므로 심장 기능의 회
복이 성공적인 심폐소생술의 가장 기본적인 요건이
된다. 그러므로 심장 기능의 회복을 위해서는 관상
동맥 관류가 적절히 이루어져야 하며 이것이 적절
치 못할 경우에는 당연히 심기능 부전으로 인하여
성공적인 심폐소생술이 이루어지지 않게 된다. 심폐
소생술시 성공적인 생존을 위하여 최소 15 mmHg
이상의 관상 동맥 관류압(coronary perfusion pressure,
CPP)이 요구되며¹⁾ 이를 위하여 대량의 epinephrine
투여가 효과적임이 입증되었지만²⁾ 이때 심근 산소

소모량이 증가하기 때문에 epinephrine 투여 효과를 보다 향상시키기 위하여 본 실험은 관상 동맥을 확장시켜 심근으로의 국소 혈류 분포를 향상시키는 isosorbide dinitrate(Isoket[®])를 경용하여 투여함에 따른 관상 동맥 관류압에의 효과를 보고자 하였다.

본 실험은 동물 모델을 이용하여 유도된 무호흡에 의한 심정지 임박 상태(impending cardiac arrest) 및 심정지 상태에서 심폐소생술 시행과 함께 관상 동맥 확장제인 isosorbide dinitrate를 점적 정주함으로써 나타나는 혈역학적 변화, 관상 동맥 관류압 및 endocardial viability ratio(EVR)의 변화를 관찰함으로써 심폐소생술시 심근으로의 혈류 공급에 isosorbide dinitrate가 얼마나 영향을 미칠 수 있는가를 살펴보자 하였다.

대상 및 방법

1) 동물의 마취 및 감시장치

암수 구별 없이 18~20 kg의 한국산 잡견 18마리를 대상으로 우측 혹은 좌측 전지 정맥에 혈관 카테타를 거치 한 후 thiopental sodium 20 mg/kg를 정주한 다음 앙와위로 하여 근육이완제의 도움 없이 기관내삽관을 실시하였고 기관내튜브를 인공호흡기(V10KG respirator, Narco Biosystem, USA)에 연결하여 호흡수를 15회/min, 일회 환기량을 15~20 ml/kg 정도로 하여 호기말 탄산ガ스분압이 35~40 mmHg가 되도록 환기량을 조절하였다. 마취 유지를 위하여 할로탄과 100% 산소를 공급하면서 mass spectrometer인 Sara respiratory monitor(Biomedical systems, USA)로 흡입산소농도(F_iO_2)와 할로탄의 흡입농도를 측정하여 할로탄의 흡입농도는 1 vol%, 흡입산소농도는 100%가 되도록 조절하였다.

무호흡을 유도하기 위하여 pipecurium bromide 4 mg을 정맥으로 통하여 주입하였으며 Lactated Ringer solution은 유지 용량의 수액만을 정주하였다. 피하조직에 바늘형 심전도 전극(lead II)을 부착하여 심전도를 지속적으로 감시함과 동시에 체온 감소를 방지하기 위하여 동물의 등밑에 가온메트를 깔아 체온을 37°C 내외로 유지하였다.

혈역학적 감시를 위하여 좌측 대퇴동맥에 20G 카테타를 거치 하여 지속적으로 동맥압을 감시하였으며 우측 하악부 정맥을 절개하여 7F Swan-Ganz 카

테타(SP5107H, Ohmeda, Singapore)를 폐동맥 내에 거치 하여 폐동맥압(pulmonary arterial pressure, PAP)과 폐모세혈관 췌기압(pulmonary capillary wedge pressure, PCWP), 심박출량 (cardiac output, CO)을 측정하였다. 심박출량의 측정은 5% 포도당액 5 ml를 Swan-Ganz 카테타의 우심방 개구부로 일정한 속도로 주입하여 측정하였으며 3회 반복하여 나온 값의 평균 값을 대표값으로 인정하였다. 좌심실 이완말기압(left ventricular end-diastolic pressure, LVEDP)을 측정하기 위하여 우측 대퇴동맥을 절개하여 5F pigtail(Cordis, USA)를 좌심실 내에 주입하였다.

Swan-Ganz 카테타에 의한 혈역학적 수치와 좌심실압의 측정을 위해서는 Hewlett-Packard multi-channel recorder(USA)를 이용하여 인쇄하였으며 지속적 동맥압의 감시는 Spacelab patient monitor(90623A Spacelab, USA)를 이용하여 측정하였다.

2) 연구 방법

한국산 잡견을 대상으로 모든 감시장치의 거치가 완료된 후 pipecurium bromide 2 mg을 추가로 정주하였으며 동물에게 심정지 및 심정지 임박 상태 유도를 위한 무호흡을 유발하기 위하여 V10KG respirator의 작동을 중단시킨 후 산소와 할로탄의 동물 폐로의 확산을 방지하기 위하여 기관내튜브와 인공호흡기와의 연결을 단절시켰다. 동물을 두 군으로 분류하여 제 1군(N=5)은 심폐소생술시 isosorbide dinitrate를 사용한 군, 제 2군(N=5)은 isosorbide dinitrate를 사용하지 않은 군으로 구분하여 두 군에서의 혈역학적 변화와 관상 동맥 관류압 및 EVR의 변화를 각각 측정 및 계산하여 서로 비교하였으며 심폐소생술을 시행한 후 소생되지 않은 8마리는 실험에서 제외하였다.

심폐소생술의 시작 시점은 다음의 경우에서 실시하였다. 그 판단 기준으로는 1) 심전도상 평탄화의 출현, 2) 빈조기심실수축, 3) 심실 빈맥, 4) 심실 세동, 5) 분당 40회 이하의 동성 서맥, 6) 1분 간격으로 열회석법에 의한 심박출량 측정시 심박출량의 감소가 현저하여 Hewlett-Packard recorder상 심박출량의 측정이 불가능한 심한 저심박출량 상태 등의 경우 중 어느 한가지 상태라도 발생하면 심폐소생술을 실시하였다.

심폐소생술은 두 군 모두 동일하게 epinephrine 0.3

mg을 정주하고 단절된 호흡회로를 다시 연결하여 100% 산소만 투여하면서 기계적 호흡을 실시하였으며 필요에 따라 흉부압박법에 의한 심장 압박을 실시하였다. 심폐소생술이 실시되면서 epinephrine의 투여와 동시에 제 1군에서는 1 µg/kg/min의 용량으로 isosorbide dinitrate를 지속적으로 정주하였으며 심폐소생술 실시 후 심전도상 정상 동성 리듬으로 회복되는 시간을 기준으로 1, 5, 10, 20 및 30분 후의 혈역학적 변화와 관상 동맥 관류압 및 EVR의 변화를 관찰하였다.

3) 혈역학적 측정 및 계산 방법

동맥내 거치된 카테터를 이용하여 수축기 혈압(systolic blood pressure, SBP) 및 이완기 혈압(diastolic blood pressure, DBP)을 측정하였으며 Swan-Ganz 카테터를 이용하여 각 측정 시간대별로 폐동맥압, 폐모세혈관 쇄기압 및 심박출량을 측정하였다.

관상 동맥 관류압의 측정을 위하여 좌심실 이완말기압을 측정하였다. Hewlett-Packard multi-channel recorder 화면에 나타난 좌심실 파형을 인쇄하여 좌심실 이완말기의 시점을 확인한 후 이 시점에서의 압력을 좌심실 이완말기압으로 인정하였으며 관상 동맥 관류압은 다음의 공식에 의하여 구하였다.

Coronary perfusion pressure(CPP)

$$\text{CPP} = \text{DBP} - \text{LVEDP}$$

심근으로의 혈류 공급의 적절성을 평가하기 위하여 EVR을 측정하여 두 군을 서로 비교하였다. EVR은 정하여진 시간대에서의 심전도를 이용하여 심전도상 단일 주기(one cycle)에서의 수축기 시간과 이완기 시간을 구한 후 이를 DPTI(diastolic pressure-time index)와 TTI(tension-time index)의 관계를 이용하여 산출하였으며 이용된 공식은 다음과 같다.

$$\text{EVR} = \frac{\text{DPTI}}{\text{TTI}} = \frac{\text{DBP} \times \text{DT}}{\text{SBP} \times \text{ST}}$$

DT; diastolic time, ST; systolic time

모든 결과치의 통계적 처리는 Mann-Whitney U test를 이용하여 검정하였으며 p값이 0.05 미만인 경우를 의의 있는 값으로 인정하여 isosorbide dinitrate

를 사용한 군과 사용하지 않은 군을 서로 비교하였다.

결 과

유도된 저산소증 후 발생된 심정지 임박 상태 및 심정지의 형태와 심폐소생술 후 소생된 동물의 수는 Table 1과 같다.

심박동수는 isosorbide dinitrate의 사용 유무에 따라 동성 리듬으로 소생된 후 두 군간의 차이는 나타나지 않았다(Fig. 1). 수축기 혈압은 소생 20분 후와 30분 후에서 isosorbide dinitrate를 사용하지 않은 2군에 비하여 isosorbide dinitrate를 사용한 1군에서 상대

Table 1. The patterns of Impending Cardiac Arrest after Apnea in Animal Model

Patterns of impending cardiac arrest	Number of case	Number of successful resuscitation
Standstill	0	0
Multiple PVC	3	1
Ventricular tachycardia	2	1
Ventricular fibrillation	3	0
Severe bradycardia	6	5
Uncheckable cardiac output	4	3
Total	18	10

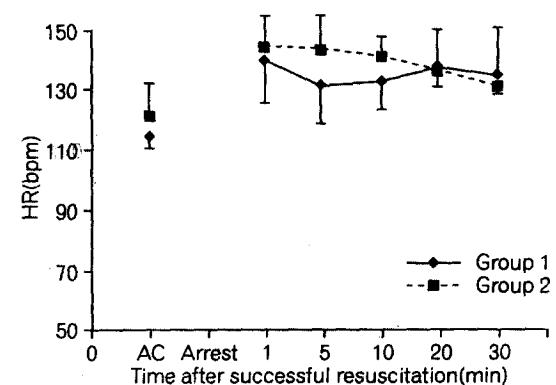


Fig. 1. The changes in heart rate(HR) were not significantly different between the two groups. Group 1 is isosorbide dinitrate group. Group 2 is control group. AC; after catheterization for monitoring, * p < 0.05 compared to group 2.

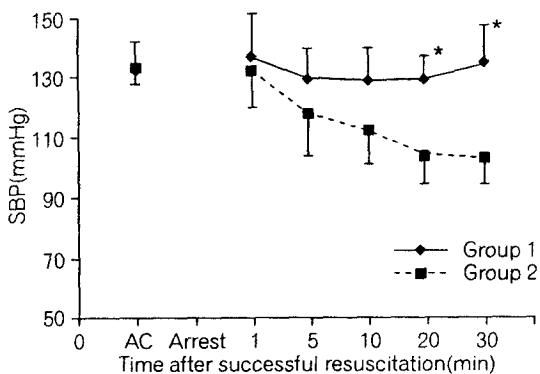


Fig. 2. The changes in systolic blood pressure(SBP) were well maintained in group 1. Group 1 is isosorbide dinitrate group. Group 2 is control group. AC; after catheterization for monitoring, *p<0.05 compared to group 2.

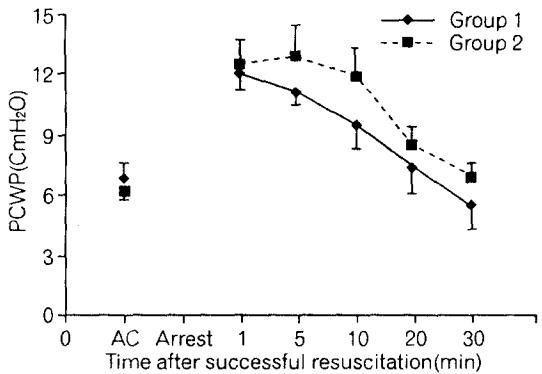


Fig. 4. The changes in pulmonary capillary wedge pressure(PCWP) were not significantly different between the two groups. Group 1 is isosorbide dinitrate group. Group 2 is control group. AC; after catheterization for monitoring, *p<0.05 compared to group 2.

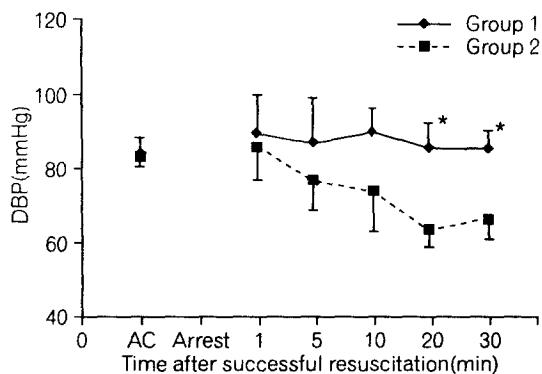


Fig. 3. The changes in diastolic blood pressure(DBP) were well maintained in group 1. Group 1 is isosorbide dinitrate group. Group 2 is control group. AC; after catheterization for monitoring, *p<0.05 compared to group 2.

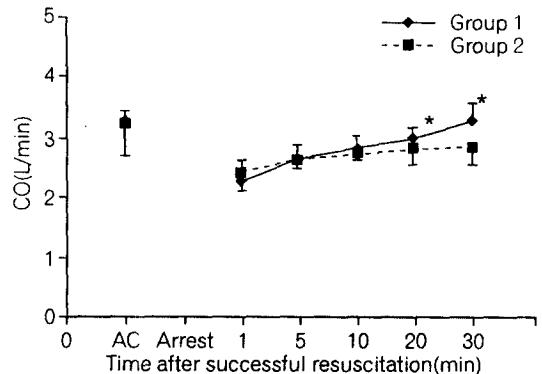


Fig. 5. The changes in cardiac output(CO) were well maintained in group 1. Group 1 is isosorbide dinitrate group. Group 2 is control group. AC; after catheterization for monitoring, *p<0.05 compared to group 2.

적으로 적절히 유지될 수 있었다($p=0.012$, 0.016 , Fig. 2). 이완기 혈압의 경우 역시 2군에 비하여 1군이 20분 및 30분 후에서 적절히 유지($p=0.016$, 0.008)되는 양상을 보였다(Fig. 3).

폐모세혈관 죄기압은 두 군간의 차이는 나타나지 않았으나 심박출량은 소생 20분 후와 30분 후의 경우에서 2군에 비하여 1군에서 적절히 유지되었다($p=0.016$, 0.036 , Fig. 4, 5). 이완기 혈압과 좌심실 이완말기압을 이용하여 구하여진 관상 동맥 관류압의 변화는 소생 20분 후와 30분 후에서 2군에 비하여

1군에서 적절히 유지되었으며($p=0.028$, 0.036) 1군에서 심정지 및 심박출 임박 상태 이전의 값 수준으로 적절히 유지됨을 보였다(Fig. 6).

각 시간대에서 EVR의 변화를 조사한 결과 소생 20분 후에 2군에 비하여 1군에서 의미 있게 증가하였으며($p=0.028$) isosorbide dinitrate를 사용하지 않은 2군의 경우 5분 후에 EVR이 심내막 하혈 상태임을 의미하는 0.7이하로 감소되어 있는 결과를 보였다(Fig. 7).

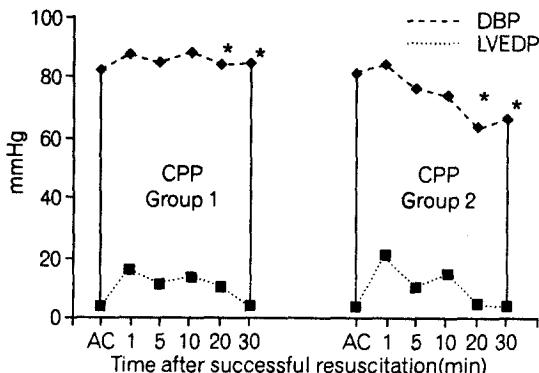


Fig. 6. The changes in coronary perfusion pressure(CPP) were well maintained in group 1. CPP is the difference with DBP and LVEDP. Group 1 is isosorbide dinitrate group. Group 2 is control group. AC; after catheterization for monitoring, *p<0.05 compared to group 2.

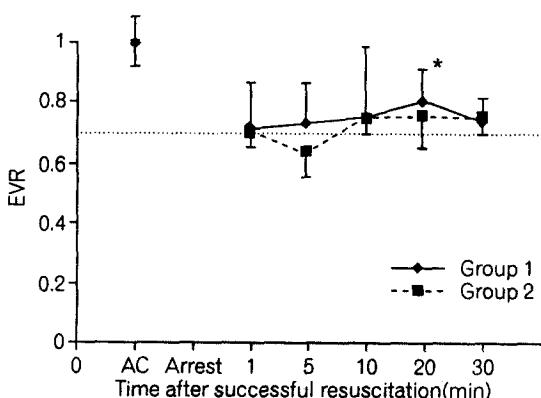


Fig. 7. The changes in endocardial viability ratio(EVR) were well maintained in group 1. Group 1 is isosorbide dinitrate group. Group 2 is control group. AC; after catheterization for monitoring, *p<0.05 compared to group 2.

고 찰

Isosorbide dinitrate는 말초 혈관 특히 정맥계에 주로 작용하여 혈관을 확장시키며 관상 동맥질환자에게서 심근 혈류의 국소 분포를 향상시키는 약제로서³⁾ 심폐소생술시 이차적으로 이용될 수 있는 약제이다. 따라서 본 연구는 상용량 ($1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$)의 isosorbide dinitrate를 심폐소생술과 동시에 투여함으로써 이 약물에 따른 심폐소생술 후의 관상 동맥 관

류압 향상 효과를 살펴보고자 하였다.

관상 동맥 관류압은 심장의 이완기 동안 대동맥과 우심장에서의 압력 차이로서 $60\sim70 \text{ mmHg}$ 가 정상치이며 성공적인 소생술을 위한 가장 기본적인 요소가 된다.⁴⁾ 이러한 관상 동맥 관류압의 중요성은 심폐소생술 후 자발 순환의 회복과 생존율을 향상시키는데 밀접한 관계가 있다.⁵⁾ 결국 관상 동맥 관류압의 감소로 인한 관상 동맥 혈류의 결핍은 많은 경우에서 심정지의 주요인이 되는 요소이며 심폐소생술을 성공적으로 수행하기 위해서는 관상 동맥 관류압이 적절히 유지되어야 한다.^{5\sim8)}

성공적인 심폐소생술을 위하여 epinephrine은 주요한 약물로 이용된다. Epinephrine은 α_1 , α_2 아드레날린성 효과와 β_1 및 β_2 수용체 자극 효과를 가지나 심폐소생술시에는 전적으로 α 수용체 자극에 의한 영향으로 혈압 상승 효과를 위하여 사용하게 된다. 그러나 대량의 epinephrine을 투여함으로써 이완기 혈압의 증가에 의하여 관상 동맥 관류압과 관상 동맥 혈류를 향상시키는 효과가 있지만¹⁾ 이는 심실 세동 동안의 심근의 산소 소모량을 증가시키는 결과를 나타낸다.⁹⁾ 이러한 이론을 근거로 본 연구에서는 심폐소생술 시작시 epinephrine과 isosorbide dinitrate를 함께 투여하여 epinephrine에 의한 심근 산소 소모량의 증가를 isosorbide dinitrate 사용에 따른 관상 동맥 혈류 증가에 의한 심근으로의 산소 공급량의 보상 가능성을 확인코자 하였다. 본 연구 결과 심폐소생술 시작 20분 후와 30분 후에 isosorbide dinitrate를 사용한 군에서 관상 동맥 관류압이 보다 적절히 유지되었으며 EVR의 측정에서도 isosorbide dinitrate를 사용한 군에서 심근으로의 혈류가 효과적임을 알 수 있었다.

EVR은 DPTI/TTI의 비율로 구하여지며 심근의 산소 요구량에 대한 심근 공급의 관계로서 심내막하 혈류를 의미한다. 이때 DPTI는 산소 공급을 TTI는 산소 소모를 반영하며 정상 상태의 심장에서는 EVR이 1.0 이상이 되나 0.7 이하일 경우 심내막하 혈류를 의미한다.¹⁰⁾ 이러한 정의에 의하면 본 연구 결과 isosorbide dinitrate를 사용하지 않은 군에서는 심폐소생술 시작 5분 후에서 EVR이 0.7 이하로 감소되어 심내막하 혈류 가능성을 시사하였으며 20분 후에서는 isosorbide dinitrate를 사용하지 않은 군에 비하여 isosorbide dinitrate를 사용한 군에서

EVR이 상대적으로 통계적인 의의가 있는 우수한 결과를 나타내었다. 이는 심폐소생술시 isosorbide dinitrate를 사용함으로써 심내막하 혈류의 증가를 기대할 수 있음을 의미한다. 또한 isosorbide dinitrate를 사용한 후 관상 동맥 관류압과 EVR의 유의한 증가 효과로 인하여 심박출량이 증가되었으며 이로 인하여 혈압의 증가가 나타났으리라 생각된다.

심실 세동이 동반된 경우 심폐소생술시 흉부 압박 시기에는 관상 동맥에서 대동맥으로 관상 동맥 혈류의 역류 현상이 발생되나 이완 시기에는 관상 동맥 혈류가 정상적으로 흐르게 된다. 이러한 심장 이완 시기시의 관상 동맥 혈류는 대동맥과 우심방 사이의 압력 차이가 커질수록 증가되며 Karl등은¹¹⁾ 이를 positive diastolic perfusion pressure gradient라 하였다.

본 연구에서 심폐소생술 시행시 인공순환을 위하여 경구에 따라 흉부 압박법을 병행하였다. 흉부 압박법을 시행하게 되면 흉곽내압의 증가나 심실 압박으로 인하여 전신으로의 혈류 공급이 발생되기는 하지만 심근이 압박되고 심실의 형태적 변화가 동반되게 된다. 이는 심실내압과 심근내압의 증가를 가져오게 되며 이 압력은 대동맥 압력과 유사하게 된다. 결국 대동맥내 저항이 관상 동맥내 저항보다 적게되며 이로 인하여 좌심실에서 대동맥으로 혈류 형성뿐만이 아니라 관상 동맥에서 대동맥으로 혈류가 역류하는 결과를 가져오게 되기도 한다.¹¹⁾

Isosorbide dinitrate는 nitroglycerine과 유사한 organic nitrate 유도체로서 주로 정맥 혈관을 이완시켜 심실 충만압을 감소시키며 심박동수는 정상 혹은 약간의 증가를 초래하는 약물이다. 그러나 이 약물을 대량으로 급속히 투여할 경우에는 수축기 혈압, 이완기 혈압 및 심박출량의 감소를 초래하기에¹²⁾ 본 연구에서는 심폐소생술시 상용량(1 µg/kg/min)의 isosorbide dinitrate를 사용하여 연구하였다. 심박동수는 isosorbide dinitrate의 사용 유무에 따라서 차이는 나타나지 않았으나 수축기 혈압과 이완기 혈압은 성공적인 심폐소생술 20분 후 및 30분 후에 isosorbide dinitrate를 사용한 군에서 효과적으로 유지된 결과를 나타내었다. Isosorbide dinitrate는 일반적으로 전부하를 감소시키는 효과가 있으나^{13,14)} 본 연구에서 epinephrine과 함께 사용한 심폐소생술의 경우에서는 isosorbide dinitrate 사용 유무에 따른 폐모세혈관 쇄

기압의 감소는 나타나지 않았다. 심박출량의 증가 원인을 보기 위하여 관상 동맥 관류압과 EVR을 구하여 본 결과 성공적인 심폐소생술이 이루어진 후 isosorbide dinitrate를 사용한 군에서는 20분 및 30분 후에 isosorbide dinitrate를 사용하지 않은 군에 비하여 우수한 효과가 나타났으며 이는 관상 동맥 혈류의 증가에 의해 나타난 결과일 것이며 이것이 심박출량을 증가시켜 주는 요인이 되었을 것이다. EVR은 성공적인 심폐소생술 20분 후에 isosorbide dinitrate를 사용한 군에서 의의 있는 효과를 보여 주었으며 isosorbide dinitrate를 사용하지 않은 군에서는 5분 후의 EVR이 0.64 ± 0.9 로 심내막하 혈류 상태임을 보여주었다.

결론적으로 심폐소생술시 epinephrine 투여와 함께 상용량의 isosorbide dinitrate를 투여함으로써 혈압과 심박출량의 상대적인 우수한 효과를 얻을 수 있었으며 이는 관상 동맥 관류압의 상대적인 증가로 인한 심근으로의 관상 동맥 혈류 즉, 산소 공급량이 증가되었기에 나타난 결과로 판단된다. 따라서 심폐소생술시 심근의 산소 소모량이 증가된 상태에서 상용량의 isosorbide dinitrate를 투여함으로써 심기능의 증가와 심근으로의 산소 공급량이 증가할 수 있다고 판단되며 이 경우 적절한 용량을 사용하지 않고 과량 정주시에는 isosorbide dinitrate 자체의 부작용인 혈압 및 심박출량의 감소가 가능할 수 있기에 세심한 주의를 기울여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- Paradise NA, Martin GB, Rivers EP, Goetting MG, Appleton TJ, Feingold M, et al: Coronary perfusion pressure and return of spontaneous circulation in human cardiopulmonary resuscitation. JAMA 1990; 263: 1106-13.
- Paradise NA, Martin GB, Rosenberg J, Rivers EP, Goetting MG, Appleton TJ, et al: The effect of standard-and high-dose epinephrine on coronary perfusion pressure during prolonged cardiopulmonary resuscitation. JAMA 1991; 265: 1139-44.
- Stoelting RK: Pharmacology and physiology in anesthetic practice. 2nd ed. Philadelphia, Lippincott. 1991, pp335-7.
- Dantzker DR: Cardiopulmonary critical care. 2nd ed. Philadelphia, Saunders. 1991, pp410-2.

5. Sanders AB, Ewy GA, Taft TV: Prognostic and therapeutic importance of the aortic diastolic pressure in resuscitation from cardiac arrest. Crit Care Med 1984; 12: 871-3.
6. Kern KB, Ewy GA, Voorhees CF, Babbs CF, Tacker WA: Myocardial perfusion pressure; a predictor of 24-hour survival during prolonged cardiac arrest in dogs. Resuscitation 1988; 16: 241-50.
7. Eldor J: A new proposal of CPR based on coronary perfusion pressure. Resuscitation 1992; 23: 71-6.
8. Planta IV, Wagner O, Planta MV, Scheidegger D: Coronary perfusion pressure, end-tidal CO₂ and adrenergic agents in hemodynamic stable rats. Resuscitation 1993; 25: 203-17.
9. Ditchey RV, Lindenfeld J: Failure of epinephrine to improve the balance between myocardial oxygen supply and demand during closed-chest resuscitation in dogs. Circulation 1988; 78: 382-9.
10. Kaplan JA: Cardiac anesthesia. 3rd ed. Philadelphia, Saunders. 1993, pp291.
11. Kern KB, Hilwig R, Ewy GA: Retrograde coronary blood flow during cardiopulmonary resuscitation in swine: intracoronary Doppler evaluation. Am Heart J 1994; 128: 490-9.
12. Goodman LS, Gilman AG: The pharmacological basis of therapeutics. 7th ed. New York, Macmillan. pp 806-16.
13. 이유미, 이은주, 조명원: 심폐체외순환시 sodium nitroprusside, nitroglycerine 및 isosorbide dinitrate의 혈관 이완효과. 대한마취과학회지 1994; 27: 1125-31.
14. 양거정, 배승환, 정찬종, 진영준: 체외순환중 nitroglycerine, isosorbide dinitrate, chloropromazine의 혈관확장효과. 대한마취과학회지 1995; 29: 518-23.