Sodium nitroprusside에 의한 유도저혈압시 혈장 catecholamine 치의 변화

가톨릭대학 의학부 마취과학교실

문 정 현 · 김 승 록 · 민 경 신
정 동 석 · 문 세 호 · 정 윤 혁

— Abstract —

Changes in Plasma Concentration of Catecholamine during Sodium Nitroprusside-induced Hypotension

Jung Hyun Moon, M.D., Seung Rock Kim M.D., Kyung Sin Min, M.D.
Dong Suk Chung, M.D., Se Ho Moon, M.D. and Woon Hyok Chung, M.D.

Department of Anesthesiology, Catholic University Medical College, Seoul, Korea

Sodium nitroprusside is used to induce hypotension to decrease bleeding in operation site.

Sodium nitroprusside decrease vascular resistance by directly relax arteriolar and venous smooth muscle, to a lesser extent.

Hypotension stimulate baroreceptors and increase sympatho-adrenal activity. The function of sympatho-adrenal mdullary system may be monitored by the changes of plasma concentrations of epinephrine and norepinephrine.

To study the relationship between induced hypotension and the catecholamine release, the plasma epinephrine and norepinephrine concentration were measured before, during and after infusion of sodium nitroprusside to rabbits.

The results were as follows:

1) The mean arterial blood pressure decreased significantly after SNP infusion (5.0 ug/kg/minute) from the control value of 98.1 ± 11.9 mmHg to 66.3 ± 16.2 , 57.9 ± 17.9 mmHg in 10 and 20 minutes after SNP infusion ($P < 0.01$) and 78.8 ± 12.5 mmHg after discontinuation of SNP infusion.

2) The heart rate increased significantly after SNP infusion from the control value of 149.8 ± 12.8 beat/minute to 166.5 ± 10.8 , 190.4 ± 17.6 beats/minute in 10 and 20 minutes after SNP infusion ($P < 0.05$, $P < 0.01$) and the heart rate increased after discontinuation of SNP infusion.

3) The plasma epinephrine concentration increased significantly after SNP infusion from the control value of 181.2 ± 91.9 pg/ml to 547.5 ± 163.2 , 837.5 ± 253.6 pg/ml in 10 and 20 minutes after SNP infusion and continued to increase of epinephrine after discontinuation of SNP infusion.

4) The plasma norepinephrine concentration increased significantly after SNP infusion from the control value of 566.2 ± 92.6 pg/ml to 1131.3 ± 424.7 , 1432.5 ± 479.2 pg/ml 10 and 20 minutes after SNP infusion and continued to increase after discontinuation of SNP infusion.

There was a highly significant correlation between decrease in mean arterial pressure and increase in plasma epinephrine and norepinephrine concentrations.

Key Words: Sodium nitroprusside, Epinephrine, Norepinephrine

서 론

Sodium nitroprusside (SNP)에 의한 유도저혈압은 동맥혈압의 감소로 수술중 출혈을 감소시켜서 미세수술 시 용이한 시야를 얻는 방법으로 신경외과 마취에서 이용하기 시작한 것은 1962년 Moraca 등에 의해서였다¹⁾.

SNP의 작용은 동맥 평활근에 직접 작용하여 혈관저항을 감소시키며 정맥에도 적게 작용하여 혈압을 하강시키는 것으로 알려졌고, SNP에 의한 유도저혈압시 reninangiotensin, aldosterone, vasopressin, catecholamine 등이 분비된다고 한다²⁾.

저혈압이 되면 압수용체를 자극하고 이것이 교감-부신계의 기능을 활성화시킨다고 하며, 교감-부신계의 기능 정도는 간접적으로 혈압과 심박수의 변화로, 직접적으로는 혈장내의 epinephrine과 norepinephrine 치를 측정하여 알 수 있다고 한다³⁾.

특히 저혈압 마취중의 catecholamine 농도의 변화에 대한 보고는 측정방법이 어려워서 우리나라에서는 전무한 실정이었으며, 최근에 면역분석법으로 catecholamine의 혈중농도를 측정할 수 있게 되었다.

저자들은 가토에서 SNP 투여 전, 중, 후의 혈액학적 변화와 혈장 epinephrine, norepinephrine 치의 변화를 측정함으로써, SNP 투여에 의한 유도저혈압이 교감-부신계의 기능에 미치는 영향을 관찰하고자 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

1) 실험동물 및 방법

체중 2.6~3.3 kg의 성숙한 가토 8마리를 암수 구별 없이 실험 4~5일 전부터 규정된 사료로 사육하였다. Urethane 12 g을 40 ml의 증류수에 녹여서 10 ml씩 복강내 주사하여 마취시킨 후 양와위로 고정하고, 1% xylocaine 2 ml로 대퇴내측에 국소마취하여 피부를 절개하였으며 대퇴동맥을 분리노출하여 폴리에틸렌 카테터(내경 0.6 mm, 외경 1.0 mm)를 삽입하여 혈압측정기(Datascope 870 monitor, Datascope Co., U.S.A.)에 연결하여 평균 동맥압과 심박수를 지속적으로 측정하였으며, 동맥혈 응고를 방지하기 위해 생리식염수 500 ml에 heparin 1000 U를 섞어 2~3분마다 세척하였다. 이

과정에서는 19 G 나비침을 삽입하여 SNP를 투여하였는데, SNP 25 mg을 5%포도당 용액 500 ml에 희석하여 점적주입기(IVAC 230, IVAC Co., U.S.A.)를 사용하여 5.0 ug/kg/분의 속도로 점적하였다.

가토의 호흡상태를 관찰하기 위해 Capnometer (Datex Normocap, Finland)를 사용하였으며 호기말 탄산가스 분압은 15~20 mmHg로 유지되었다.

SNP 투여 전과 투여시작후 10분, 20분 및 투여중지후 20분에 혈장 Catecholamine 치를 측정하기 위해 혈액 5 ml씩을 채혈하였다.

2) 혈장 Catecholamine 치의 측정

동맥혈 5 ml를 EDTA 튜브에 넣어 4°C에서 15분간 2000 g로 원심분리하여 혈장을 분리한 후 영하 20°C에서 냉동 보관하였다. 녹인 냉동혈장 2 ml를 15 mg의 alumina가 들어있는 5 ml 튜브에 넣은 후 620 pg의 DHBA (3,4-dihydroxy benzylamine) 표준액과 1 ml의 Tris buffer를 10분간 섞었으며, 다시 10분간 2000 g로 원심분리하여 상층액을 버리고 1 ml의 찬물로 alumina를 3회 씻었다. 그후 125 ul의 perchloric acid 용액을 첨가하여 Vortex mixer로 5분간 혼합하였으며 원심분리하여 상층액을 얼음상태로 유지하였다가 100 ul HPLC (High performance liquid chromatography, Hitachi, Japan)를 주입하였으며, peak graph가 나오면 표준액의 peak area와 비교하여 농도를 계산하였다. 검출기는 fluorspectrophotometer (Hitachi, Japan)을 사용하였다.

3) 통계방법

모든 성적은 평균±표준편차로 표시하였으며 SNP 투여 전 성적을 대조치로 하였고, 투여시작후 10분, 20분 및 투여중지 후 20분의 성적을 실험치로 하였으며, 시간에 따라 변화는 paired, unpaired student's T test를 하였다.

성 적

1) 평균 동맥압의 변화

SNP 투여전 대조치의 평균 동맥압은 98.1 ± 11.9 mmHg였으며 투여시작 후 10분에는 66.3 ± 16.2 mmHg로 대조치에 비해 28% 감소하였으며, 20분에는

Fig. 1. Change in blood pressure and heart rate in rabbits during SNP-induced hypotension (5 μ g/kg/min) (n=8)
 * $P<0.01$ ** $P<0.05$
 + $P<0.01$ ++ $P<0.05$
 SNP: sodium nitroprusside

57.9 $\pm$ 17.9 mmHg로 41% 감소하여 각각 유의하게 하강하였으며($p<0.01$), 투여중지 후 20분에는 78.8 $\pm$ 12.5 mmHg로 SNP 투여중 보다는 증가하였으나, 대조치보다는 유의한 하강을 보였다($p<0.01$) (그림 1).

2) 심박수의 변화

SNP 투여전 대조치의 심박수는 분당 149.8 $\pm$ 12.8회였으며 SNP 투여 후 10분에는 166.5 $\pm$ 10.8로 대조치에 비해 12% 증가하였고($p<0.05$), 20분에는 190.4 $\pm$ 17.6으로 29% 증가하였으며($p<0.01$), 투여중지 후 20분에는 161.6 $\pm$ 12.2로 대조치에 비해 9% 증가하였으나 유의한 변화는 보이지 않았다(Fig. 1).

3) 혈장 Epinephrine 치의 변화

SNP 투여전 epinephrine의 대조치는 181.2 $\pm$ 91.9 pg/ml였으며 SNP 투여 후 10분에는 547.5 $\pm$ 163.2 pg/ml로 대조치보다 3배 증가하였으며($p<0.01$), 20분에는 837.5 $\pm$ 253.6 pg/ml로 4.6배 유의하게 증가하였으며($p<0.01$), SNP 투여중지 후 20분에는 330.0 $\pm$ 180.4 pg/ml로 유의하게 증가하였다(Fig. 2).

4) 혈장 Norepinephrine 치의 변화

SNP 투여전 norepinephrine의 대조치는 566.2 $\pm$ 92.6 pg/ml였으며 SNP 투여 후 10분에는 1131.3 $\pm$ 424.7 pg/ml로 대조치보다 2배 유의하게 증가하였고

Fig. 2. Change in plasma epinephrine and norepinephrine in rabbits during SNP-induced hypotension (5 μ g/kg/min) (n=8)
 * $P<0.01$ ** $P<0.05$
 + $P<0.01$ ++ $P<0.05$
 SNP: sodium nitroprusside

($p<0.01$), 20분에는 1432.5 $\pm$ 479.2 pg/ml로 2.5배 증가하였으며($p<0.01$), SNP 투여중지 후 20분에는 910.0 $\pm$ 311.4 pg/ml로 1.6배 유의하게 증가하였다($p<0.05$) (Fig. 2).

5) 혈압 및 심박수의 변화와 혈장 catecholamine 증가와의 상관관계

혈압감소 비율과 혈장 epinephrine의 증가비율과의 상관관계는 $r=0.98$ ($a=-30.83$, $b=0.96$)이며, norepinephrine 증가비율과의 상관관계는 $r=0.99$ ($a=-26.73$, $b=0.95$)로 상관도가 높았다.

심박수 증가와 혈장 epinephrine 증가비율의 상관관계는 $r=0.2$ ($a=26.176$, $b=0.01$)이며, norepinephrine 증가비율과의 상관관계는 $r=0.15$ ($a=18.96$, $b=0.03$)로 상관도가 낮았다.

고 찰

Sodium nitroprusside에 의한 유도저혈압은 혈관의 평활근을 직접 이완시킴으로서 일어나며, 저혈압에 대

한 보상반응으로 자율신경계의 반사작용이 활성화되고 stress hormone인 catecholamine, renin, angiotensin, aldosterone, vasopressin, cortisol 등의 분비가 증가한다⁴⁾.

SNP는 처음에는 동맥혈관에 직접 작용하여 이완시켜서 전신 혈관저항을 감소시켜 혈압을 떨어뜨리며, 용량이 많아지면 정맥을 확장시켜서 정맥에 혈액을 축적시키며 정맥환류를 감소시킨다²⁾. SNP에 의한 직접적인 혈관 이완은 자율신경계의 활동증가, catecholamine의 분비증가, Angiotensin II의 활성화에 의해 지장을 받으며 고혈압 환자에서는 SNP에 대한 반응이 나빠서 8 ug/kg/분으로 주어도 혈압하강이 일어나지 않았으며, 신경절 차단제인 phentolanium을 투여한 후 혈압이 떨어졌는데, 이는 혈장 catecholamine과 renin 및 angiotensin II의 농도가 떨어짐으로서 일어난 것이라고 하였다⁵⁾.

저혈압에 대한 반사반응으로 교감신경계 원심성 섬유의 작용이 활성화되며 심장의 미주신경 작용이 약화된다고 한다. 교감신경계의 원심성반응은 혈장의 epinephrine과 norepinephrine 치의 현저한 증가로 나타나며 혈장 catecholamine 치의 증가비율과 중심동맥압의 감소비율 사이에는 SNP 투여속도와 상호연관이 깊으며, 중심동맥압의 감소가 교감-부신계의 작용을 증가시켜 혈장 catecholamine 치를 증가한다.

SNP에 의한 저혈압 때 빈맥을 볼수 있는데 이것은 저혈압에 대한 압수용체의 반응에 의한 것으로 생각되며⁶⁾ 혈압이 떨어지는 것을 감지하는 압수용체는 경동맥궁, 대동맥궁, 쇄골하동맥 등에 분포되어있다⁷⁾.

마취 및 수술 중 교감-부신계는 심혈관계의 기능을 조절하는데 가장 중요하다. 마취과외사는 혈압 및 심박수의 변화로 교감신경계의 기능을 간접적으로 평가하며, 직접적으로는 epinephrine, norepinephrine, dopamine, dopamine- β -hydroxylase 등을 측정함으로써 알 수 있다⁸⁾.

혈액 및 체액의 catecholamine과 그 대사산물의 정량 분석은 교감신경계의 활성도를 규명하는데 대단히 중요하며 또한 갈색종의 진단에 도움이 된다⁹⁾.

Catecholamine 측정방법으로 방사선 동위원소 분석법에는 double-isotope 법과 single-isotope 법이 있고 double-isotope 법보다는 single-isotope 법이 더 정확도가 높다고 하며⁹⁾, 최근에는 high performance liq-

uid chromatography (HPLC) 법을 이용하는데, 정확도가 높아서 항고혈압제인 methyl dopa, propranolol, labetalol, hydrochlorothiazide 등에 의해서도 영향을 받지 않는다고 한다¹⁰⁾.

Catecholamine의 분비를 변화시키는 요인은 여러가지가 있는데, 정신적 육체적 활동이 증가하면 혈장과 소변의 norepinephrine 치가 증가한다고 하며¹¹⁾, 나이가 많아짐에 따라^{12,13)} 양외위에서 좌위로 자세가 변할때¹⁴⁾, 산혈증¹⁵⁾, 저체온^{16,17)} 등에 의해서도 catecholamine 치를 증가시킨다고 한다.

마취약제 중 halothane이 수술에 의한 교감신경계의 반응을 억제한다고 알려져 왔으나¹⁸⁾ Roizen 등은 halothane 마취 중 혈장의 catecholamine 치의 변화가 없다고 하며, enflurane 마취 중에는 catecholamine의 분비를 억제한다고 한다¹⁹⁾.

한편 항고혈압제인 L-dopa, clonidine, reserpine 등은 혈장의 norepinephrine 치를 감소시킨다고 하며, hydralazine과 hydroxychlorothiazide는 혈장의 norepinephrine 치를 증가시킨다고 한다²⁰⁾.

저자들의 실험에서 epinephrine의 대조치는 181.2 ± 91.9 pg/ml로 Perry 등²¹⁾의 성적보다 약간 높는데 이는 수술조작으로 인한 stress에 의한 것으로 생각되며, SNP 투여 후 10분에 epinephrine 치가 증가하였는데 이는 혈압하강에 의한 교감-부신계의 반응으로 생각되었고, 혈장 catecholamine 치의 증가는 혈압하강과 SNP 투여속도와는 밀접한 상관관계가 있다고 한다²²⁾.

SNP 투여 후 20분에 epinephrine 치는 대조치에 비해 현저히 증가하였는데 이것 역시 혈압의 급격한 하강에 따른 반사작용으로 생각되며, SNP 투여중지후 epinephrine 치는 대조치에 비해 유의한 증가를 보였는데 SNP는 주입되지 않지만 혈압하강과 과도한 체혈에 의한 stress 반응으로 생각된다. Rawlinson²³⁾ 등은 SNP 투여 중단 15분 후에 혈장 epinephrine 치가 기준치에 비해 증가됨을 보고하였으며, Knight 등²⁴⁾은 SNP 투여 중단후 epinephrine 치가 기준치보다 약간 상승되었다가 마취 및 수술후 회복기에 epinephrine 치가 현저히 증가하는 것을 보고하였다.

혈장내 norepinephrine 대조치는 566 ± 92.6 pg/ml로 정상범위에서 약간 상승되어 있는데 이것 역시 수술조작에 의한 것으로 생각되며, SNP 투여 10분후 norepinephrine 치의 유의한 상승은 평균 동맥압 하강

에 따른 반응으로 보이며, Maktabi²⁴⁾등, Knight²³⁾, Rawlinson²²⁾의 보고보다는 높게 나왔는데 혈압하강이 이들의 실험에서보다 더 심한 것으로 생각된다.

SNP 투여 20분후 norepinephrine 치는 최고로 증가하는데 이것 역시 혈압의 급격한 하강에 의하며 Maktabi²⁴⁾, Knight²³⁾, Rawlinson²²⁾보다는 많이 증가되었고, Perry²¹⁾과는 비슷하였다. SNP 투여 중지후 norepinephrine 치는 910 ± 311.4 pg/ml로 역시 높은데 혈압하강 및 채혈에 의한 stress로 생각되며, Rawlinson²²⁾, Maktabi²⁴⁾의 보고에서도 SNP 중단후 혈장 norepinephrine 치가 기준치 보다 높다고 하였다.

이와같은 혈장 catecholamine의 증가는 혈압하강에 따른 교감-부신계의 보상반응으로 말초혈관 저항을 유지하려는 신체의 항상성 기전으로 생각된다.

혈압하강 비율과 epinephrine 상승비율 사이에는 상관계수(r)가 0.98이었으며 norepinephrine 상승비율과는 상관계수(r)가 0.99의 높은 상관관계를 보여주고있는데 혈압하강과 epinephrine, norepinephrine 분비에는 밀접한 상관관계가 있는 것으로 생각된다²²⁾.

본 실험에서 심박수의 변화와 혈장 catecholamine 치의 변화 사이에는 상관관계가 낮았는데($r=0.2, 0.15$) 이것은 심박수의 증가가 29%로 낮았기 때문으로 생각되며 Rawlinson²²⁾들의 보고에서는 10%, Schlant²⁵⁾에서는 16.7%의 심박수 변화를 보고하고 있는데 이같은 심박수 변화는 확실치는 않으나 미주신경 억제 또는 심장의 pacemaker 조직에 직접 작용하여 일어나는 것으로 생각하고 있다²⁶⁾.

이상으로 보아 SNP에 의한 혈압하강과 epinephrine과 norepinephrine의 증가 사이에는 밀접한 상관이 있다는 것을 확인하였다.

결 론

Sodium nitroprusside 투여에 따른 유도저혈압시 나타나는 평균 동맥압, 심박수의 변화와 이에따른 혈장 epinephrine, norepinephrine 치의 변화관계를 알아보기 위해 가토에서 sodium nitroprusside 5.0 ug/kg/min를 투여하여 시간경과에 따라 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 평균 동맥압은 sodium nitroprusside 투여시작 후

10분, 20분에 대조치인 98.1 ± 11.9 mmHg로 부터 66.3 ± 16.2 mmHg와 57.9 ± 17.9 mmHg로 유의한 감소를 하였으며, 투여중지 후 20분에는 78.8 ± 12.5 mmHg로 유의한 감소를 보였다.

2) 심박수는 sodium nitroprusside 투여시작후 10분, 20분에 대조치인 분당 149.8 ± 12.8 회에서 166.5 ± 10.8 회, 190.4 ± 17.6 회로 유의한 증가를 하였으며, 투여중지 후 20분에는 161 ± 12.2 회로 증가 하였으나 유의하지는 않았다.

3) 혈장 epinephrine치는 sodium nitroprusside 투여시작후 10분, 20분에 대조치인 181.2 ± 91.9 pg/ml에서 547.5 ± 163.2 pg/ml, 837.5 ± 253.6 pg/ml로 유의한 증가를 하였으며 SNP 투여중지 후 20분에는 330.0 ± 180.4 pg/ml로 증가하였다.

4) 혈장 norepinephrine 치의 증가는 SNP 투여시작 후 10분, 20분에 대조치인 566.2 ± 92.6 pg/ml에서 1131.3 ± 424.7 pg/ml, 1432.5 ± 479.2 pg/ml로 유의한 증가를 보였으며, 투여중지 후 20분에도 910.0 ± 311.4 pg/ml로 유의한 증가하였다.

5) 이상의 결과로 보아 sodium nitroprusside 투여후 20분에 평균동맥압이 최대의 하강이 일어났고 심박수는 최대로 증가하였으며 혈장 epinephrine, norepinephrine치의 상승에는 혈압하강이 밀접한 상관관계가 있으며, 혈압하강에 따른 교감-부신계의 보상반응으로 생각되었다.

참 고 문 헌

- 1) Moraca PP, Bitte EM, Hale DE, et al: *Clinical evaluation of sodium nitroprusside as a hypotensive agent. Anesthesiology* 23:193, 1962
- 2) Tinker JH, Michenfelder JD: *Sodium nitroprusside: Pharmacology, toxicology and therapeutics. Anesthesiology* 45:340, 1976
- 3) Nikki P, Takki S, Tammisto T, et al: *Effect of operative stress on catecholamine levels. Ann Clin Res* 4:146, 1972
- 4) Errington ML, Silva MR: *On the role of vasopressin and angiotensin in the development of irreversible haemorrhagic shock. J Physiol* 242:119, 1974
- 5) Jones RM, Hantler CB, Knight PR: *Use of pentolinium in postoperative hypertension resistant to sodium nitroprusside. Br J Anaesth* 53:1151, 1981

- 6) Schlant RC, Tsagaris TS, Robertson RJ Jr.: *Studies on the acute cardiovascular effects of intravenous sodium nitroprusside. Am J Cardiol* 9:51, 1962
- 7) Chalmers JP, Korner PI, White SW: *Effects of haemorrhage on the distribution of the peripheral blood flow in the rabbit. J Physiol* 192:561, 1967
- 8) Muldoon SM, Moss J, Freas W, et al: *The effects of anaesthetics on the sympathoadrenal system. Clin Anaesth* 2:289, 1984
- 9) Cryer PE, Santiago JV, Shah S: *Measurement of norepinephrine and epinephrine in small volumes of human plasma by a single isotope derivative method: Response to the upright posture. J Clin Endocrinol Metab* 39:1025, 1974
- 10) Foti A, Kimura S, De Quattro V, et al: *Liquid-chromatographic measurement of catecholamines and metabolites in plasma and urine. Clin Chem.* 33:2209, 1987
- 11) Levin BE, Rappaport, M, Natelson BH: *Ultradian variation of plasma noradrenaline in humans. Life Sci* 25:621, 1979
- 12) Lake CR, Zeigler MG: *Effect of acute volume alterations on norepinephrine and dopamine- β -hydroxylase in normotensive and hypotensive subjects. Circulation* 57:774, 1978
- 13) Esler M, Skew H, Leonard P, et al: *Age-dependence of noradrenaline kinetics in normal subjects. Clin Sci* 60:217, 1981
- 14) Lake CR, Chernow B, Goldstein DS, et al: *Plasma catecholamine levels in normal subjects and in patients with secondary hypertension. Federation Proceedings* 43:72, 1984
- 15) Barton M, Lake CR, Rainey TG, et al: *Is catecholamine release PH mediated? Crit Care Med* 10: 751, 1982
- 16) Johnson DG, Hayward JS, Jacobs TP, et al: *Plasma norepinephrine response of man in cold water. J Appl Physiol* 43:216, 1977
- 17) Chrenow B, Lake CR, Zaritsky A, et al: *Sympathetic nervous system "switch off" with severe hypothermia. Crit Care Med* 11:677, 1983
- 18) Roizen MF, Moss J, Henry DP, et al: *Effects of halothane on plasma catecholamines. Anesthesiology* 41:482, 1984
- 19) Brown FF, Owen WD, Felts JA, et al: *Plasma epinephrine and norepinephrine levels during anesthesia: Enflurane- N_2O - O_2 compared with fentanyl- N_2O - O_2 . Anesth Analg* 61:366, 1982
- 20) Chernow B, Lake CR, Coleman, MD, et al: *Effect of antihypertensive therapy on sympathetic nervous system activity in patients with essential hypertension. Federation Proceeding* 43:72, 1984
- 21) Perry LB, Weinshilboum RM, Theye RA: *Plasma dopamine- β -hydroxylase activity and catecholamine levels in anesthetized dogs following acute hemorrhage. Anesthesiology* 43:518, 1975
- 22) Rawlinson WAL, Loach AB, Benedict CR: *Changes in plasma concentration of adrenaline and noradrenaline in anesthetized patients during sodium nitroprusside-induced hypotension. Br J Anaesth* 50: 937, 1978
- 23) Knight PR, Lane GA, Hensinger RN: *Catecholamine and renin-angiotensin response during hypotensive anesthesia induced by sodium nitroprusside or trimethaphan camsylate. Anesthesiology* 59:248, 1983
- 24) Maktabi M, Warner DS, Sokoll MD: *The effect of hypotension induced by sodium nitroprusside and isoflurane on serum catecholamine and plasma renin activity. Anesthesiology* 65:A578, 1986
- 25) Adams AP, Clarke TNS, Edmonds-Seal J, et al: *The effect of sodium nitroprusside on myocardial contractility and haemodynamics. Br J Anaesth* 45: 807, 1974