

전자궁적출술시 전신마취와 경막외마취가 혈역학에 미치는 영향의 비교

계명대학교 의과대학 마취과학교실

유 한 목·전 재 규·김 애 라

= Abstract =

Comparision of Hemodynamic Changes in Patients Undertaking Hysterectomies under General and Epidural Anesthesia

Han Mok You, M.D., Jae Kyu Cheun, M.D. and Ae Ra Kim, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine,
Keimyung University, Taegu, Korea

Background: The purpose of the study was to evaluate the effect of postural change on hemodynamics using thoracic eletrical bioimpedance (TEB) device during general anesthesia with enflurane-N₂O-O₂ and lumbar epidural anesthesia. The TEB device is safe, reliable and non-invasive way to measure hemodynamic values continuously.

Methods: General anesthesia (twenty patients) was induced by administration of pentotal sodium 5 mg/kg and succinylcholine 1 mg/kg intravenously, and was maintained with 1 vol% of enflurane, N₂O-O₂ (2 l/min-2 l/min) and vecuronium 0.1 mg/kg. Epidural anesthesia (twenty patients) was performed at the level of L_{3,4} epidural space using 20 ml of 2% xylocaine mixed with epinephrine (5 μg/ml). Hemodynamic changes were measured before induction, 1 and 5 minutes after intubation or epidural injection, 1, 5, 10, 20, 30 minutes after head-down tilt and 1, 5, 10 minutes after returning to the supine position.

Results: HR and LWSWI were minimally affected in group E with epidural anesthesia compared to group G with general anesthesia. BP (SBP, DBP, MAP) and SVRI were remarkably increased in group G compared to group E. BP and SVRI showed rapid increase 1 minutes after head-down tilt in group G ($p < 0.01$) and decreased gradually thereafter. SI and CI were decreased significantly in group G compared to group E ($p < 0.001$). SI was unchanged but CI was decreased significantly after head-down tilt in group E ($p < 0.05$). EDI and ACI showed lower values decreased in general significantly in group G compared to group E ($p < 0.05$).

Conclusions: All hemodynamic changes were more predictable, gradual, less variable, and stable in the group with epidural anesthesia compared to the group with general anesthesia for hysterectomy. (Korean J Anesthesiol 1999; 36: 808~817)

Key Words: Anesthesia: epidural; general. Heart: hemodynamics. Position: supine; Trendelenburg.

논문접수일 : 1999년 3월 3일

책임저자 : 전재규, 대구시 중구 동산동 194번지, 계명대학교 의과대학 마취과학교실, 우편번호: 700-712
Tel: 053-250-7235, Fax: 053-250-7240

서 론

자궁근종 또는 난소암 등의 부인과 수술환자에게 전자궁적출술을 시행함에 있어 흡입마취제를 이용한 전신마취는 기관내 삼관 및 발관시 교감신경계를 자극하여 고혈압, 빈맥, 부정맥 등 현저한 혈역학적 변화를 초래한다. 또한 국소마취제를 이용한 경막외 및 쇄추마취는 기능상으로 모든 구심성 및 원심성 신경의 전도를 차단하므로 수술로 인한 통증 임펄스가 대뇌에 전달되지 않으며 특히 교감신경계를 차단하여 전신혈관저항이 감소하고 혈압이 하강하게 한다.

전자궁적출술중에 앙와위(supine position)에서 두부하위(minimal head-down tilt position)로, 두부하위에서 앙와위로 체위를 변동시켜 수술하는 경우가 많다. 이러한 두부하위는 수술시야를 좋게 하며 수술부위의 출혈량을 감소시키고 출혈된 혈액을 쉽게 흡인하여 배출시킬수 있으므로 일반적으로 부인과 수술시에 선호되고 있다. 두부하위는 19세기 중반 Bardenhower에 의해 비뇨기과 수술을 하면서 골반부위를 들어올리고 무릎은 굽혀 수술을 용이하게 하기 위해 서 이용하다가 Trendelenburg에 의해 상용화되었고, 1873년 Esmarch에 의해 Trendelenburg position으로 명명하게 되었다.¹⁾ 두부하위는 1차 세계대전 당시에 혈압과 뇌혈류를 개선시키기 위하여 속의 치료목적으로도 이용되었으나, 이후 여러 연구자들에^{2~6)} 의하여 두부하위가 혈역학적 안정에 유익하지 않으며, 속 치료의 금기로 보고되기도 하였다. 이는 앙와위에서 두부하위로 환자의 체위가 바뀌면 초기에는 혈액이 심장으로 이동하여 혈압과 심박출량이 증가하지만 동맥압수용체 및 심폐압력수용체의 반사작용으로 서맥, 혈관의 확장, 심박출량의 감소 및 주요장기의 관류장애를 초래하기 때문이다. 임상에서는 주로 중심정맥압 카테터의 거치, 실신(syncope), 수술시야확보, 저혈량증 등의 환자에서 일시적으로 사용하고 있다.

이 연구는 전자궁적출술을 시행한 환자를 대상으로 전신마취 및 경막외마취하에서 마취유도, 유지 및 체위변화(昂와위에서 두부하위, 두부하위에서 앙와위로)시 심혈관계 변화를 비교하여 이를 임상에 이용하고자 하였다.

대상 및 방법

고혈압과 관상동맥질환등의 심혈관 질환, 뇌혈관 질환, 그리고 내분비 기능의 장애가 없고 미국마취과학회(ASA) 분류법에 의한 신체등급 제 1군에 속한 환자로서 전자궁적출술이 계획된 산부인과 수술환자 중에서 전신마취를 실시한 환자 20명과 경막외마취를 실시한 환자 20명을 대상으로 하였다 (Table 1).

수술실 도착 30분전에 마취 전 처치로 nalbuphine 0.1 mg/kg, midazolam 0.05 mg/kg, glycopyrrolate 0.2 mg/kg를 근주하였다. 수술실에 도착한후 심전도 전극을 부착하고 제 2유도에서 심전도를 관찰하였으며 비침습 자동혈압 측정기(vital sign monitor 8100, Criticon사, U.S.A.)를 이용하여 동맥압을 측정하고, Bio-impedance법을 이용한 비침습 심박출감시기(Cardio-dynamics Bioz System, CardioDynamics사, U.S.A.)를 이용하여 심박수, 일회박출지수, 심박출지수, 좌심실 이완기말지수, 좌심실 일회박출 작업지수, 전신혈관저항지수와 심근수축력을 나타내는 혈류가속지수를 측정하였다.

이 실험에서 이용한 비침습 심박출감시기의 원리는 다음과 같다. 경부 및 흉부에 각각 2쌍의 전극을 붙이고, 일정한 교류전류(70 KHz, 4 mA)를 내측의 경부 및 흉부 전극사이로 통과시키면 흉곽내의 저항변동이 생겨 외측의 전극사이에서 감지되는 전압에 변동이 생긴다. 즉 흉곽내로 유입되는 혈액의 양에 따라 교류저항이 달라지게 되며, 이때 측정된 전압의 변동으로 흉곽내 교류저항을 계산하고, 다음의

Table 1. Physical Characteristics of Subjects

	General anesthesia	Epidural anesthesia
Number	20	20
Age (year)	45.4 ± 6.85	42.1 ± 8.82
Height (cm)	158.8 ± 4.58	157.6 ± 3.84
Weight (kg)	57.7 ± 8.45	57.2 ± 7.05
BSA (m ²)	1.58 ± 0.12	1.57 ± 0.11

Note: All the values are expressed as mean ± S.D. BSA: body surface area.

공식에 의해 일회박출량을 측정하였다.^{7,8)}

$$SV = \delta \times \frac{(0.17H)^3}{4.2} \times TLVE \times \frac{(dZ/dt)_{MAX}}{Zo}$$

SV = 일회박출량, δ = 체중보정지수, H = 신장,

TLVE = 좌심실 구혈시간, Zo = 흉곽교류저항

$(dZ/dt)_{MAX}$ = 전기저항의 변화를 시간으로 미분한 최대치

전신마취군은 마취유도로 thiopental 5 mg/kg을 정주하여 의식이 소실한 후 succinylcholine 1mg/kg을 정주하고 기관내 삽관을 시행하였다. 마취유지는 N₂O-O₂ (2 l/min-2 l/min)와 enflurane 1 vol%로 유지하였고 vecuronium 0.1 mg/kg을 정주하여 근이완 시킨 후 조절호흡을 하였다. 마취유지하에서 수술의 경과에 따라 환자의 체위를 양화위에서 두부하위로 그리고 두부하위에서 양화위로 변동시키고 그 때의 혈역학적 변화를 측정하였다. 경막외마취군은 경막 외로 카테터를 L₃₋₄에 거치한 후 epinephrine 1 : 200,000이 혼합된 2% xylocaine 3 ml를 경막외강으로 주사하여 척수강 혹은 혈관내로의 주사여부를 확인하고, 2% xylocaine (epinephrine 1 : 200,000) 20 ml와 sodium bicarbonate 2 mEq을 혼합하여 경막외강에 주사하였다.

수술 진행에 따라 양화위에서 두부하위 및 두부하위에서 양화위로 체위를 변동시키고 이에 따른 혈역학적 변화를 측정하였다. 심혈관 지수의 측정은 마취유도전, 기관내 삽관후 혹은 경막외 주사후 각각 1분과 5분, 두부하위후 1분, 5분, 10분, 20분, 30분에, 그리고 양화위 후 1분, 5분, 10분에서 각각 측정하였다.

이 실험의 모든 측정치는 평균과 표준오차로 표시하였다. 통계처리는 SPSS프로그램을 이용하였으며, 각 군내의 변화는 paired t-test, 두 군간의 비교는 GLM repeated measure를 이용하였다. P<0.05시 통계학적으로 의의있는 차이를 보이는 결과라고 판정하였다.

결 과

전신마취를 시행한 군과 경막외마취를 시행한 군

에 있어서 두 군간에 나이, 신장, 체중, 체표면적은 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

심박수는 전반적으로 두 군간에 유의한 차이가 없었으나, 전신마취군은 마취 유도전 92회/분에서 기관내삽관 1분에 101회/분으로 유의하게 증가한 후($p < 0.05$), 기관내삽관 5분에는 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 두부하위 및 양화위로의 체위변동시 심박수의 유의한 변동은 없었다. 경막외마취군은 마취 유도전 87회/분에서 경막외주사후 1분에 92회/분으로 일시적

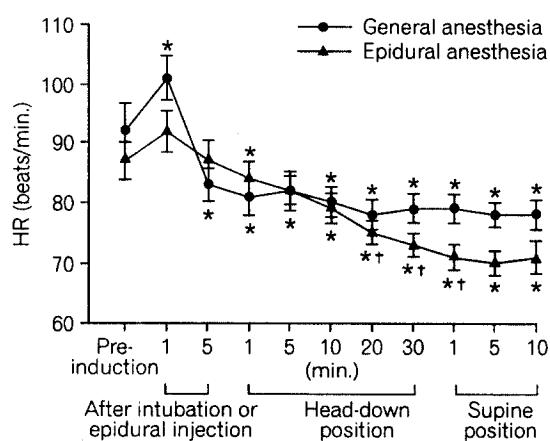


Fig. 1. Changes in heart rate (HR) during general or epidural anesthesia. * $p < 0.05$: compared to the value of pre-induction; † $p < 0.05$: compared to the value of 5 minutes after intubation or epidural injection.

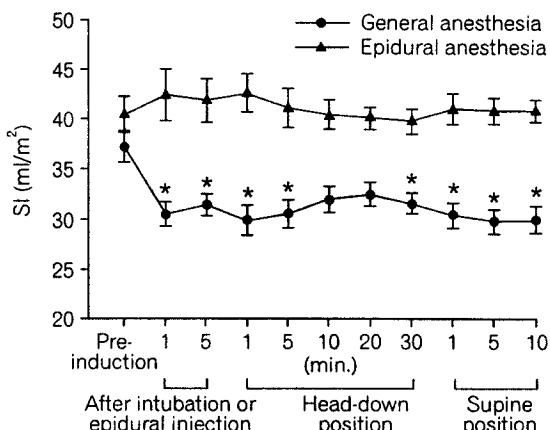


Fig. 2. Changes in stroke index (SI) during general or epidural anesthesia. * $p < 0.05$: compared to the value of pre-induction.

으로 증가하였고, 경막외주사후 5분에 87회/분으로 감소한 후 두부하위후 5, 10, 20, 30분에서 각각 82, 79, 75, 73회/분으로 지속적으로 감소하였다($p < 0.05$, Fig. 1).

일회박출지수와 심박출지수는 전반적으로 경막외마취군 보다 전신마취군에서 현저하게 감소하여 두 군간에 차이가 있었다. 전신마취군에서 일회박출지수는 마취유도전 37.2 ml/m²에서 기관내 삽관후 유

의하게 감소한 후($p < 0.05$), 두부하위후에는 기관내 삽관 5분과 거의 비슷한 수준에서 유지되었으며, 심박출지수도 이와 유사하였다. 경막외마취군에서 일회박출지수는 마취유도전 40.5 ml/m²에서 경막외 주사후와 체위변동 동안 유의한 변동이 없이 거의 일정한 값을 나타내었으며, 심박출지수는 마취유도전 3.48 liter/min · m²에서 경막외 주사후 5분에 3.59 liter/min · m²으로 유의한 변동은 없었고, 두부하위후

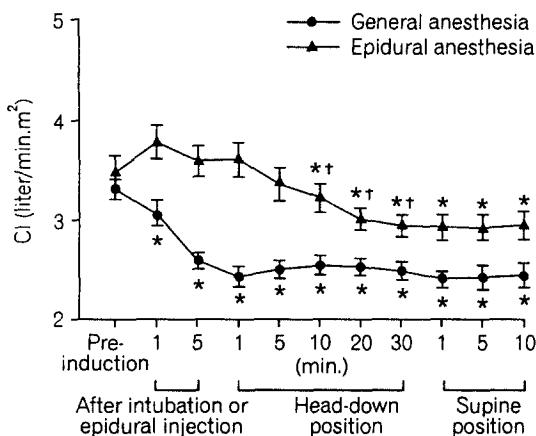


Fig. 3. Changes in cardiac index (CI) during general or epidural anesthesia. * $p < 0.05$: compared to the value of pre-induction; † $p < 0.05$: compared to the value of 5 minutes after intubation or epidural injection.

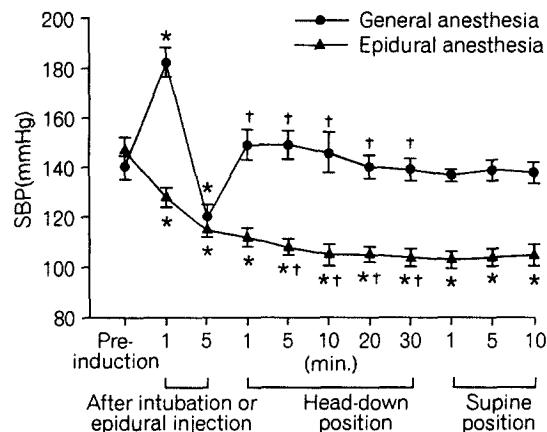


Fig. 4. Changes in systolic blood pressure (SBP) during general or epidural anesthesia. * $p < 0.05$: compared to the value of pre-induction; † $p < 0.05$: compared to the value of 5 minutes after intubation or epidural injection.

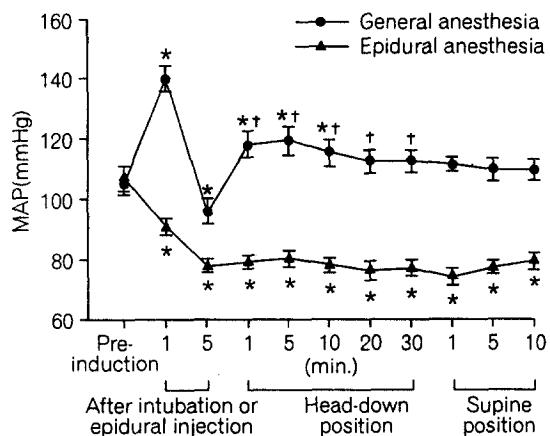


Fig. 5. Changes in mean blood pressure (MAP) during general or epidural anesthesia. * $p < 0.05$: compared to the value of pre-induction; † $p < 0.05$: compared to the value of 5 minutes after intubation or epidural injection.

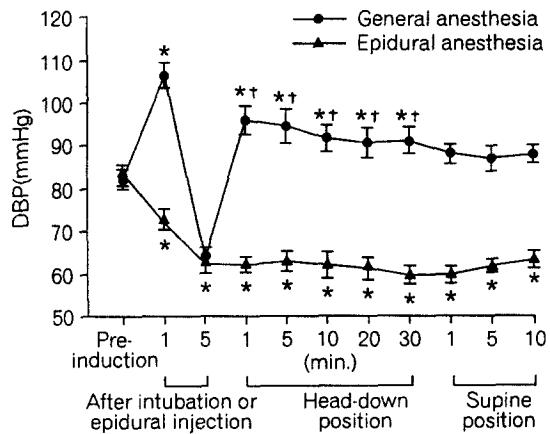


Fig. 6. Changes in diastolic blood pressure (DBP) during general or epidural anesthesia. * $p < 0.05$: compared to the value of pre-induction; † $p < 0.05$: compared to the value of 5 minutes after intubation or epidural injection.

10, 20, 30분에 3.21, 3, 2.93 liter/min · m²으로 점진적으로 감소하였지만($p<0.05$) 양와위시에는 전신마취군에 비하여 높은상태로 유지되었다(Fig. 2, 3).

동맥압(수축기, 이완기, 평균)과 전신혈관저항지수는 전반적으로 경막외마취에서는 유의하게 감소하여 유지되었으나, 전신마취하에서는 유의하게 증가하여 두 군간에 차이가 있었다. 전신마취군에서 동맥압과 전신혈관저항지수는 마취유도전과 비교해서 기관내 삽관후 1분에서 유의하게 증가한 후($p<0.05$), 기관내 삽관후 5분에서 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 기관내 삽관후 5분과 비교해서 두부하위 1, 5, 10, 20, 30분에 다시 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 경막외마취군에서 동맥압과 전신혈관저항은 마취유도전과 비교해서 경막외 주사후 초기에는 유의하게 감소한후($p<0.05$), 체위변동시 동맥압은 변동없이 유지되는 양상을 보였고, 전신혈관저항은 서서히 증가하였으나 유의한 변동은 아니었다(Fig. 4~7).

좌심실 이완기말지수(end-diastolic index)는 전반적으로 전신마취보다 경막외마취하에서 유의하게 증가하여 두 군간에 차이가 있었다. 두 군 모두에서 마취유도 후 감소한 다음 두부하위후에는 점차 증가하는 양상은 보였지만 전신마취군에서는 체위변화시 유의한 변동이 없었음에 비하여, 경막외마취군은 경막외 주사후 5분의 66 ml/m²에 비해 두부하위후 1,

5, 10, 20, 30분에 각각 71, 74, 75, 76, 76 ml/m²으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$, Fig. 8).

좌심실 일회박출 작업지수(left ventricular stroke work index)는 두 군간에 유의한 차이가 없었으나, 전신마취군은 기관내삽관시 자극에 따라 기복이 심하였던 반면에 경막외마취군은 마취후 초기에는 점차 감소하였다($p<0.05$). 전신마취군은 기관내 삽관

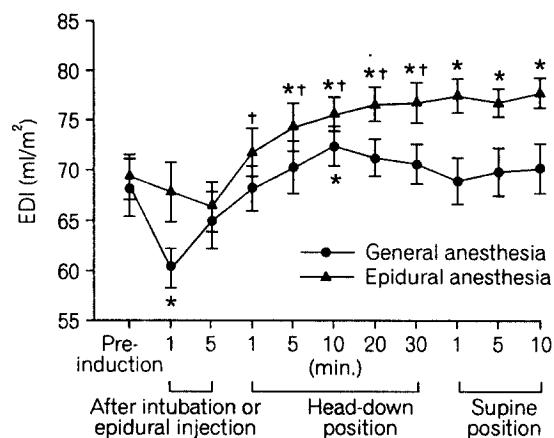


Fig. 8. Changes in end-diastolic index (EDI) during general or epidural anesthesia. * $p<0.05$: compared to the value of pre-induction; † $p<0.05$: compared to the value of 5 minutes after intubation or epidural injection.

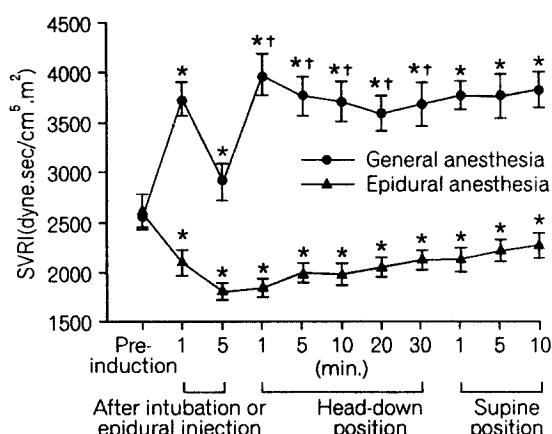


Fig. 7. Changes in systemic vascular resistance index (SVRI) during general or epidural anesthesia. * $p<0.05$: compared to the value of pre-induction; † $p<0.05$: compared to the value of 5 minutes after intubation or epidural injection.

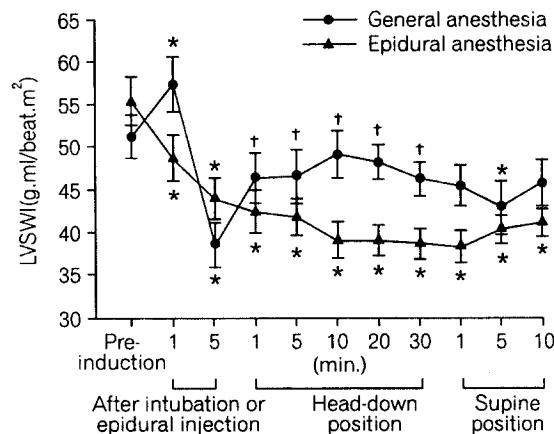


Fig. 9. Changes in left ventricular stroke work index (LVSWI) during general or epidural anesthesia. * $p<0.05$: compared to the value of pre-induction; † $p<0.05$: compared to the value of 5 minutes after intubation or epidural injection.

후 5분의 $38.5 \text{ gm} \cdot \text{m}/\text{beat} \cdot \text{m}^2$ 에서 두부하위후 1, 5, 10, 20, 30분에 $46.3, 46.5, 49.1, 48.2, 46.2 \text{ gm} \cdot \text{m}/\text{beat} \cdot \text{m}^2$ 으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 경막외마취군은 경막외 주사후 5분전과 비교해서 두부하위에 약간 감소하여 안정된 상태로 유지되었다(Fig. 9).

혈류가속지수(acceleration index)는 전반적으로 경막외마취·보다 전신마취하에서 더 감소하여 양군간에 차이가 있었다. 전신마취군은 기관내삽관후 감소하여 기관내삽관후 5분에 $0.86/\text{sec}^2$ 였고, 두부하위후에도 $0.76/\text{sec}^2$ 까지 유의하게 감소한 다음($p<0.05$) 유지되는 양상을 보였다. 경막외마취군은 경막외 주사후 초기에 일시적으로 증가하였으며($p<0.05$), 경막외 주사후 5분의 $1.36/\text{sec}^2$ 에서 두부하위후 10분에 $1.03/\text{sec}^2$ 까지 유의하게 감소한 후($p<0.05$) 유지되었다(Fig. 10).

고 출

마취 중 양상위에서 두부하위로의 체위변화는 외과, 산부인과, 비뇨기과 등의 영역에서 사용되고 있으며 두부하위는 정수압에 의해 하지의 혈액을 신체상부로 이동시킨다. 이러한 신체하부에서 상부로의 혈액의 이동 및 간질액의 혈관내로의 이동으로 1.5~3 l의 혈액이 신체상부로 이동하여 일시적으로 일회박출량과 심박출량이 증가하게 된다.^{9,10)} 정맥환류량

증가에 대한 심혈관계 조절은 동맥압수용체들 경유하는 함유한 경동맥동 및 대동맥궁의 압력을 증가시키고 반사에 의해 부교감신경을 활성화시켜 심박수를 감소시킨다.¹¹⁾ 이러한 혈압과 심박수 사이의 반비례적인 상관관계를 심장의 Marey 법칙이라 하는데, 혈압의 변동으로 유발되는 심박수의 변화에는 경동맥동과 대동맥궁에 존재하는 원주 수용체(circumferential receptor)와 종축격 수용체(longitudinal receptor)가 작용하며, 이 두 수용체는 각각 설인신경과 미주신경의 구심성 섬유를 따라 연수의 심혈관종축의 고속핵(nucleus tractus solitarius)으로 보내져서 반응하게 된다.¹²⁾ 또 다른 압력수용체인 심폐압력수용체는 일종의 용적(volume) 및 신장 수용체(stretch receptor)로서 중심성혈액량의 변동에 반응하는데, 심방에 분포하는 수용체는 정맥환류량의 증가로 심방이 확장되어 일시적으로 심박수를 증가시키나, 심실 및 폐혈관에 있는 수용체는 심박수를 감소시킨다.^{12,13)}

두부하위는 1890년 임상적으로 처음 도입된 후 일반적으로 속의 치료로 널리 이용되어온 방법으로,⁵⁾ 신체하부에서 신체상부로 혈액의 이동이 정맥환류량을 증가시켜 일시적으로 혈압을 상승시키는 효과가 있는 것으로 보고되었다.¹⁴⁾ 이런 점에서 두부하위는 척추 및 경막외마취하에서 일어나는 저혈압의 치료목적으로 이용되어 왔다. 그러나 Guntheroth 등은⁵⁾ 급성 출혈후 30° 두부하위는 혈압상승과 뇌혈류 증가에 도움이 되지 않는다고 하였고, Sibbald 등에¹⁵⁾ 의하면 정상환자의 경우 $15\sim20^\circ$ 두부하위시 전부하(좌 및 우심실) 및 심박출량은 증가하고 전신혈관저항은 감소하였으나, 저혈량증 환자의 경우 전부하의 증가없이 오히려 후부하는 약간 증가하고 심박출량은 오히려 감소하였다. Sing 등에¹⁶⁾ 의하면 수술후 저혈량증 환자를 대상으로 10분간 15° 두부하위 자세를 취했을 때 평균동맥압과 전신혈관저항은 유의하게 증가하나, 혈류와 조직산소화($\text{DO}_2, \text{VO}_2, \text{O}_2\text{ER}$)는 개선되지 않았다. Gentili 등에¹⁷⁾ 의하면 평균연령이 68.4세인 고령환자 22명을 대상으로 수술후 12° 두부하위시 15분 동안 평균동맥압, 심박출지수, 좌 및 우심실 일회박출작업지수는 유의하게 증가하였으나, $\text{pH}, \text{PaO}_2, \text{PaCO}_2, \text{MVO}_2, \text{Qs}/\text{Qt}$, 산소포화도는 거의 변화가 없었다. Reich 등에¹⁸⁾ 의하면 관상동맥 질환자를 대상으로 20° 두부하위후 3분에서 우심실 박출계수는 감소하나, 평균 폐동맥압, 폐모세혈관 죄기압,

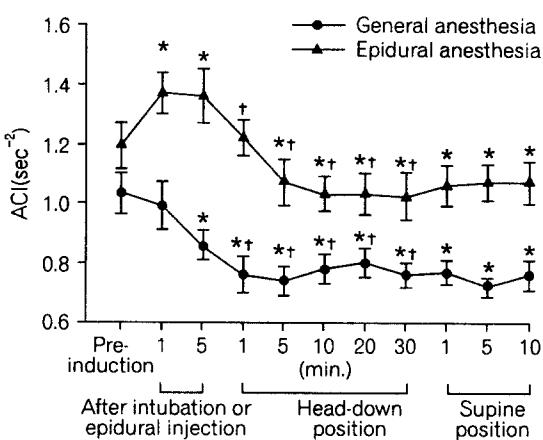


Fig. 10. Changes in acceleration index (ACI) during general or epidural anesthesia. * $p<0.05$: compared to the value of pre-induction; † $p<0.05$: compared to the value of 5 minutes after intubation or epidural injection.

센트율은 각각 증가하였다. Schulz등에¹⁹⁾ 의하면 6° 두부하위후 20분에 폐혈류량은 증가(22%)하고 기능적 잔기량은 감소(33%)하였고, Loepkky등에²⁰⁾ 의하면 신체상부의 혈류증가로 인한 폐혈류 증가 및 폐 혈관저항의 변화가 폐가스교환과 역의 상관관계에 있다 하였다. Fahy등에²¹⁾ 의하면 두부하위가 흡기시 폐와 흥벽의 저항을 증가시켜 폐용적의 감소와 미세 무기폐(microatelectasis)를 야기시키는데 이는 임상적으로 폐질환 및 비만환자와 관련있다고 하였다. 또한 Reich등에¹⁸⁾ 의하면 20° 두부하위 3분에서 평균 동맥압(5.7%), 심박출량(7%)은 증가하여 심혈관계에 도움이 되나, 우심실 수축기말 용적(22.5%), 우심실 이완기말 용적(16.6%), 폐 동맥압(17.3%), 센트율(12.5%)은 증가하고 우심실 박출계수(9%)는 감소하여 우심실 및 폐 기능을 저하시켰다고 하였다. Abel등에²²⁾ 의하면 morphine과 nembutal 마취하에 30° 두부하위 및 두부상위시 경동맥의 혈류량이 감소하였다. 또한 Guntheroth등은⁵⁾ 마취된 개에서 30° 두부하위시 출혈 후 보다 출혈전에서 경동맥의 혈류량을 감소시켰다.

전신마취는 후두경을 이용한 기관내삽관 및 발판 시 교감신경계를 자극하여 심박수 및 혈압 상승 등으로 혈역학적 변화를 초래한다.^{23~25)} 이 실험에서도 기관내 삽관직후 심박수, 동맥압과 전신혈관저항지수 등의 증가가 관찰되었다. 전신마취시 사용하는 흡입마취제는 첫째는 직접적인 심근수축력의 억제,^{26,27)} 둘째는 압수용체 반사의 억제,^{28~32)} 셋째는 혈관 평활근을 이완시켜 혈관저항의 감소로^{33,34)} 전반적으로 심혈관계 반응을 억제시킨다. Calverley등에³⁵⁾ 의하면 1 MAC의 enflurane 마취하에서 심박출량은 25.9%, 일회박출량은 39.6%, 전신혈관저항은 16.1% 감소 하였으며, 심박수는 22.4% 증가하나 평균동맥압은 36% 감소하였다. Kotly 등에³¹⁾ 의하면 압수용체 반사는 1.25 MAC의 halothane과 enflurane에 의해 거의 억제되고, isoflurane 1 MAC과 1.5 MAC에서 각각 30% 와 56% 억제되었다. Morton등에³⁰⁾ 의하면 1 MAC의 enflurane 마취시 혈압 변화에 대한 압수용체 반사의 억제로 심박수가 거의 변화되지 않았다. 이 실험에서는 마취 유도전과 비교해서 기관내 삽관후 5분에서 심박수는 10%, 일회박출지수는 17%, 심박출지수는 25%, 평균동맥압은 9%, 혈류가속지수는 17%로 각각 감소하였다.

선종진등에³⁶⁾ 의하면 halothane을 이용한 전신마취

시 양와위에서 두부하위후 5분에서 심박수가 약간 감소하였고, 이 실험에서도 양와위에서 두부하위로 체위변화시 심박수가 약간 감소하였다. 이는 두부하위시 심장으로의 정맥환류량의 증가에 의한 압수용체 반사, 심방 및 심실 압력수용체 작용과 흡입마취제 효과로 심박수가 감소하였으리라 생각된다.

그러나, 척추 또는 경막외마취시의 심혈관계 반응은 혈관에 작용하는 교감신경의 광범위한 차단으로 동맥 및 총 혈액양의 약 75%를 차지하는 정맥의 확장으로 혈액이 하지에서 저류되어 심장으로 정맥환류량의 감소로 심박출량 및 혈압을 감소시키는 것으로 알려져 있다.³⁷⁾ Greene등은³⁸⁾ 정상인에서 척추 및 경막외 마취후 감각차단이 T₆ 이상이면 심계축진섬유(cardioaccelerator fiber)의 차단 및 우심방 충진의 감소로 우심방의 intrinsic chronotropic stretch receptors의 작용으로 심박수가 감소한다고 하였다. 또한 척추 및 경막외마취시 교감신경의 차단은 감각차단 높이보다 2~6 피부절(dermatome) 이상까지 차단 된다고 하였다. 이 실험에서는 L_{3,4}경막외 마취후 T_{4-T₆} 피부절까지 감각이 차단되었는데, 따라서 교감신경 차단은 최소 T₄ 이상 되었으리라 생각된다. Covino 등에³⁹⁾ 의하면 교감신경 차단은 주요장기의 혈류량을 감소시키는데, 즉 마취 높이가 T₅와 T₁일 때 심박출량은 최고 10%와 39%, 관상동맥 혈류량은 최고 25%와 55%, 뇌 혈류량은 최고 20%와 35%, 간 혈류량은 최고 20%와 40%, 신 혈류량은 최고 25%와 35%로 감소하나 차단된 아래부위의 하지 혈류량은 오히려 증가시키고, 혈장 cortisol, aldosterone, renin, epinephrine 및 norepinephrine의 분비를 억제시킨다고 하였다.

이상철등에⁴⁰⁾ 의하면 수액(10 ml/kg/hr)을 정주하면서 고비중 국소마취제를 이용한 척추마취시 척추를 수평하게 위치시킨 상태에서 단순히 하지만을 거상시킨다면 Trendelenburg 체위에서처럼 약제가 뇌척수액 내에서 고위로 퍼져나가는 것을 막을 수 있으며, 교감신경차단에 의한 혈관확장으로 하지의 혈액이 저류되는 현상을 해소시켜 심장으로의 정맥환류량이 증가되므로 혈압의 하강을 어느정도 예방할 수 있을 것으로 예상했으나 10°, 20°, 30° 하지거상에서 측정한 심박수와 혈압은 각각에서 유의하게 감소하였다. 이는 하지거상 및 수액공급에 의한 정맥환류량을 증가시켜도 척추마취시 교감신경차단으로 발생하는 심

장으로의 정맥환류량 감소를 막지 못하였으며, Bainbridge 반사로 일정기간 동안 심박수와 혈압이 감소되었다고 하였다. 이 실험에서는 경막외마취시 수액(10 ml/kg/hr)을 정주하여 전부하(이완기말 지수)는 두부하위후 점차 증가하였으나, 심박수는 두부하위 후 점차 감소하였다. 이는 이상철등이⁴⁰⁾ 보고한 Bainbridge 반사에 의해서 심박수가 감소한 것이 아니라, 광범위한 교감신경 차단에 의한 심계축진섬유의 차단으로 심박수가 점진적으로 감소하며, 전부하의 증가로 일회박출지수는 유지되나 심박수 감소에 의해 심박출지수가 감소하였고, 그러나 체위변화시 전신 혈관저항은 서서히 증가하여 동맥압은 일정수준에서 유지되었으리라 생각된다. Engberg등에⁴¹⁾ 의하면 국 소마취제를 이용한 척추 또는 경막외 마취에 의한 혈압하강을 예방과 치료는 하지거상이나 두부하위 뿐만 아니라 충분한 수액의 보충과 ephedrine과 같은 약제를 이용하면 혈압과 심박출량의 증가에 도움이 된다고 하였다.

Terai등에⁴²⁾ 의하면 two dimensional echocardiography를 이용하여 앙와위에서 10° 두부하위시 1분 후에는 일회박출량과 심박출량이 유의하게 증가하였으나($p<0.05$), 10분후에는 앙와위 상태로 회복되었다. Butler등에⁹⁾ 의하면 thoracic bioimpedance법을 이용하여 6° 두부하위시 두부하위 1분에서 일회박출량(54%)과 심박출량(26%)이 각각 증가하였다. Soubiran 등에¹⁰⁾ 의하면 thoracic bioimpedance법을 이용하여 기립위(stand-up position)에서 6° 두부하위 1분에서 일회박출량이 100% 증가하였다가 점차 감소하였으며, 심박출량도 이와 비슷하였으나, 심박수는 최고 25% 감소하였다. 선종신등에³⁶⁾ 의하면 halothane와 N₂O/O₂을 이용한 전신마취시 앙와위에서 두부하위 5°, 10°, 15°에서 심박출지수가 각각 증가하는데 이중 두부하위 10°에서 증가 폭이 제일 커다. 그리고 15° 두부하위가 10° 두부하위에 비해 심박출지수가 오히려 하강한 것은 많은 혈류량이 중심순환으로 유입되어 심장에 부담을 주어 심근 수축력의 약화에 기인한다고 하였다. 그러나, 이 실험에서는 유의성은 없지만 전신마취군은 두부하위후 1분에서 심박출지수가 오히려 감소하였는데 이는 흡입마취제에 의한 심근수축력의 감소로 일회박출량의 감소와 심박수의 감소 때문이라고 생각된다. 경막외마취군은 일회박 출지수는 두부하위시 거의 앙와위 상태로 유지되나

심박출지수가 앙와위에서 두부하위후 5, 10, 20, 30 분에서 감소하는데 이는 심박수의 감소 때문이다.

채의업등은¹³⁾ 전신혈관저항이 두부하위 15°, 30°에서 앙와위 보다 각각 14% 및 17% 감소하였고($p<0.05$), Tomaselli등은⁴³⁾ 6° 두부하위시 두부하위 1분에서 전신혈관저항이 감소한 후 점차 증가하였다. Nagaya등은⁴⁴⁾ 두부하위 15°, 30°에서 전신혈관저항이 각각 유의하게 감소하였고, 전신혈관저항과 근교감 신경 활성도(muscle sympathetic nerve activity)사이에는 $r=0.529$ 의 상관관계를 보았다. Charib등은⁴⁵⁾ 좌위에서 앙와위로, 좌위에서 10° 두부하위시 norepinephrine이 감소(앙와위 25%, 두부하위 20%)되고 epinephrine은 두부하위에서만 감소되었는데, 이는 좌위에서 두부하위뿐 아니라 좌위에서 앙와위로의 체위 변화시에도 교감신경계를 억제함을 나타낸다. 하지만 본 실험에서 전신마취하에 두부하위시 전신혈관 저항이 오히려 증가함을 볼수 있는데 이는 흡입마취제에 의해 동맥압 수용체의 억제와 심폐압력수용체가 억제됨에도 불구하고 전신혈관저항이 오히려 증가한 것은 부적절한 마취의 깊이 및 수술중 외과적 요인이 관여 되었으리라 사료된다.

이상의 결과에서 전신마취군은 마취유도시 유도전에 비하여 심혈관지수가 전반적으로 감소되어 있고, 기관내 삽관시 혈역학적으로 기복이 심하며, 앙와위에서 두부하위로의 체위변화후 심박출지수는 비교적 변화가 적으나 동맥압과 전신혈관저항지수는 급격히 증가하였다. 그러나 경막외마취군은 마취유도, 유지 및 체위를 변동시켜도 전반적으로 심혈관계 지수의 변화의 폭이 적으므로 전자궁적출술을 시행하는 환자에서는 경막외마취가 유익하리라 사료된다.

참 고 문 헌

- Martin JT, Warner MA: Positioning in anesthesia and surgery. 3rd ed., Philadelphia, WB Saunders, 1997, pp 95-7.
- Weil MX: Current concept on the management of shock. Circulation 1957; 16: 1097-105.
- Weil MH, Udhoji VN, Allen KS: The head down position in treatment of shock. Sur Gyn Obst 1963; 116: 669-72.
- Weil MH, Whigham H: Head down (Trendelenburg) position for treatment irreversible hemorrhage short:

- experimental study in rat. Ann Surg 1965; 162: 905-9.
5. Guntheroth WG, Abel FL, Mullin GL: The effect of trendelenburg's position on blood pressure and carotid flow. Surg Gyn Obst 1964; 119: 345-8.
 6. Tayer J, Weil MX: Failure of the trendelenburg position to improve circulation during clinical shock. Surg Gyn Obst 1967; 124: 1005-10.
 7. Bernstein DP: Continuous noninvasive real-time monitoring of stroke volume and cardiac output by thoracic electrical bioimpedance. Crit Care Med 1986; 14: 898-901.
 8. Bernstein DP: A new stroke volume equation for thoracic electrical bioimpedance; Theory and rationale. Crit Care Med 1986; 14: 904-9.
 9. Butler GC, Xing H, Hughson RL: Cardiovascular response to 4 hours 6° head-down tilt or of 30° head-up tilt bed rest. Aviat Space Environ Med 1990; 61: 240-6.
 10. Soubiran C, Harant I, Glizezinski ID, Beauville M, Crampes F, Riviere D et al: Cardio-respiratory changes during the onset of head-down tilt. Aviat Space Environ Med 1996; 67(7): 648-53.
 11. Enderly GEH, Eckenhoff JE: Hypertensive anesthesia. 1st ed., NY, Churchill livingstone, 1985, p23.
 12. Berne RM, Levy MN: Cardiovascular Physiology. St Louis, CV Mosby, 1977, pp 159-63.
 13. 채의업, 서영성, 박원균, 송대규: 수동적 체위변동과 경사도에 따른 혈역학적 반응. 계명의대 논문집 1992; 11: 195-202.
 14. Pricolo VE, Burchard KW, Singh AK, Moran JM, Gann DS: Trendelenburg versus PASGF application-hemodynamic response in man. J Trauma 1986; 26: 718-26.
 15. Sibbald WJ, Paterson NAM, Holliday RL, Baskerville J: The trendelenburg position: hemodynamic effect in hypotensive and normotensive patients. Crit Care Med 1979; 7: 218-24.
 16. Sing RF, O'Hara D, Sawyer MA, Sawyer MAJ, Marino PL: Trendelenburg position and oxygen transport in hypovolemic adult. Ann Emerg Med 1994; 23: 564-67.
 17. Gentili DR, Benjamin E, Berger SR, Iberti TJ: Cardiopulmonary effect of the head-down tilt position in elderly postoperative patients. Southern Med J 1988; 81: 1258-60.
 18. Reich DL, Konstadt SN, Raissi S, Hubbard M, Thy DM: Trendelenburg position and passive leg raising do not significantly improve cardiopulmonary performance in the anesthetized patient with coronary artery disease. Crit Care Med 1989; 17: 313-7.
 19. Schulz H, Hillebrecht A, Karemaker JM, Harkel T: Cardiopulmonary function during 10 days of head-down tilt bedrest. Acta Physiol Scand 1992; 144: 23-33.
 20. Loeppky JA, Hirshfield DW, Eldridge MW: The effect of head-down tilt on carotid blood flow and pulmonary gas exchange. Aviat Space Environ Med 1987; 47: 637-44.
 21. Fahy B, Barnas G, Nagloe S, Flower J, Njoku M, Agarwal M: Effect of trendelenburg and reverse trendelenburg position on lung and chest wall mechanics. Anesthesiology 1995; 83: A1223.
 22. Abel FL, Pierce Jh, Guntheroth WG: Baroreceptor influence on postural changes in blood pressure and carotid blood flow. Am J Physiol 1963; 205: 360-4.
 23. Fox EJ, Sklar GS, Hill Ch: Complication related to the pressor response to endotracheal intubation. Anesthesiology 1977; 47: 524-5.
 24. Russell WJ, Morris RG, Frewin DB: Change in catecholamine concentration during endotracheal intubation. Br J Anaesth 1981; 53: 837-9.
 25. Derbyshire Dr, Chamieiewski A, Fell D: Plasma catecholamine response to tracheal intubation. Br J Anaesth 1983; 55: 855-69.
 26. Su JY, Bell JG: Intracellular mechanism of action of isoflurane and halothane on striated muscle of the rabbit. Anesth Analg 1986; 65: 457-62.
 27. Lynch C, Vogel S, Pratila MG: Enflurane depression of myocardial slow action potentials. J Pharmacol Exp Ther 1982; 222: 405-9.
 28. Skovsted P, Price HL: The effects of ethrane on arterial pressure, preganglionic sympathetic activity and barostatic reflexes. Anesthesiology 1972; 36: 257-62.
 29. Duke PC, Fownes D, Wade JG: Halothane depresses baroreflex control of heart rate in man. Anesthesiology 1977; 46: 184-7.
 30. Morton M, Duke OC, Ong B: Baroreflex control of heart rate in man awake and during enflurane and enflurane-nitrous oxide anesthesia. Anesthesiology 1980; 52: 221-3.
 31. Kotly KJ, Ebert TJ, Vucins E, Igler FO, Barney JA, Kampine JP: Baroreceptor reflex control of heart during isoflurane anesthesia in human. Anesthesiology 1984; 60: 173-9.
 32. Stadnicka A, Flynn NM, Bosnjak ZJ, Kampine JP: Enflurane, halothane, and isoflurane attenuate contractile responses to exogenous and endogenous norepinephrine in isolated small mesenteric vein of the

- rabbit. Anesthesiology 1993; 78: 326-34.
33. Uggeri MJ, Proctor GJ, Johns RA: Halothane, enflurane, and isoflurane attenuate both receptor and non-receptor-mediated EDRF production in rat thoracic aorta. Anesthesiology 1992; 76: 1012-7.
 34. Stadnicka A, Stekiel TA, Bosnjak ZJ, Kampine JP: Inhibition by enflurane of baroreflex mediated mesenteric vasoconstriction in the rabbit ileum. Anesthesiology 1993b; 78: 928-36.
 35. Calverley RK, Smith NT, Cedric PR, Eger EI, Jone CW: Cardiovascular effect of enflurane anesthesia during controlled ventilation in man. Anesth Analg 1978; 57: 619-28.
 36. 선종진, 위금량, 박찬진, 정성수: 체위변동에 따른 혈역학적 변화에 관하여. 대한마취과학회지 1990; 23: 401-6.
 37. Miller RD: Anesthesia. 4th ed, New York, Churchill Livingstone, 1994, pp 1381-3.
 38. Greene NM: Preganglionic sympathetic blockade in man: A study of spinal anesthesia. Acta Anesthesiol Scand 1981; 25: 463-9.
 39. Covino BG, Scott DB: Handbook of Epidural Anesthesia and Analgesia. Boston, Grune & Stratton, 1985, pp 47-55.
 40. 이상철, 흥명기, 이관우: 고비중 척추마취시 하지 거상이 마취 높이 및 혈력증상에 미치는 영향. 대한마취과학회지 1995; 28: 440-6.
 41. Engberg G, Wiklung L: The use of ephedrine for prevention of arterial hypotension during epidural blockade. Acta Anaesthesiol Scand 1978; 66: 1-26.
 42. Terai C, Anada H, Matsushima S, Kawakami M, Okada Y: Effect of trendelenburg versus passive leg raising: autotransfusion in human. Inten Care Med 1995; 22: 613-4.
 43. Tomaselli CM, Kenney RA, Bassett MA, Hofflower GW: Cardiovascular dynamics during the intial period of head-down tilt. Aviat Space Environ Med 1987; 42: 3-8.
 44. Nagaya K, WAda F, Nakamitsu S, Sagawa S, Shiraki K: Responses of the circulatory system and muscle sympathetic nerve activity to head-down tilt in human. Am J Physiol 1995; 268: 1289-94.
 45. Charib C, Gauquelin G, Pequignot JM, Geelen G, Bizollon CA, Guell A: Early hormonal effect of head-down tilt (-10°) in human. Aviat Space Environ Med 1988; 59: 624-9.
-