제왕 절개술시 경막외마취가 산모 자궁동맥과 태아제대동맥의 도플러 파형에 미치는 영향

한림대학교 의과대학 마취과학교실

손두식 · 정배희 · 이은미 · 정미화 · 원임수

= Abstract =

The Effects of the Epidural Anesthesia for Cesarean Section on Maternal Uterine and Fetal Umbilical Blood Flow Velocity Waveform

Doo Sick Son, M.D., Bae Hee Chung, M.D., Eun Mi Lee, M.D.
Mi Hwa Chung, M.D. and Rim Soo Won, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Hallym University, Seoul, Korea

Background: Doppler ultrasound has recently been used to assess change in blood velocity in the uterine and umbilical arteries. Alterations in the ratio of systolic to diastolic velocity (= S/D ratio) are believed to reflect changes in placental vascular resistance. We have used this technique to assess potential beneficial or detrimental effects of epidural anesthesia on blood flow to the placenta.

Methods: Continuous wave Doppler ultrasound was used to measure the S/D ratio in the uterine and umbilical arteries of 40 patients undergoing epidural anesthesia prior to elective cesarean section. Left uterine displacement was employed throughout. Doppler ultrasound obtained at the level of umbilical artery and uterine artery. Prior to induction of anesthesia each patient received 800~1,000 ml of lactated Ringer's solution within 20~30 minutes. For epidural anesthesia 2% lidocaine 10 ml and 0.5% bupivacaine 10 ml were used. An upper level of sensory anesthesia to at least T10 was confirmed before umbilical and uterine artery waveform measurement.

Results Epidural anesthesia was followed by a reduction in umbilical artery systolic : diastolic ratio from 2.48 ± 0.5 to 2.24 ± 0.40 ($p < 0.05$) and in uterine artery systolic : diastolic ratio from 2.29 ± 0.41 to 1.96 ± 0.25 ($p < 0.05$).

Conclusions: Epidural anesthesia for cesarean section resulted in a significant decrease in the maternal uterine artery S/D ratio and fetal umbilical artery S/D ratio. This study suggests beneficial fetal effect from the improved maternal uterine perfusion after epidural anesthesia. (Korean J Anesthesiol 1997; 32: 85~90)

Key Words: Anesthetic technique: epidural. Surgery: obstetric. Monitoring: doppler

서 론

제왕절개술을 위한 산과마취는 임신중 산모의 생

리변화와 태아에게 미치는 문제점을 고려하여 산모의 상태, 수술자 및 마취과의사의 숙련도에 따라 가장 안전한 마취방법을 선택하여 산모와 태아의 사망율과 이환율을 최소로 감소시켜야 함은 주지의 사실이다¹⁾.

근래에 선택적 제왕절개술시 경막외 마취가 널리

사용되고 있는데, 전신마취에 비하여 산모의 각성 상태가 유지되어 신생아를 곧 접촉 할 수 있고, 위 내용물의 폐흡인(pulmonary aspiration)의 위험성을 최소화하여 수술후 이환율을 감소시키며, 신생아에 대한 약물 작용을 감소시키는 장점이 있다²⁾. 또한 경막의 마취는 자율신경계를 차단시켜 자궁태반과 태아제대혈관의 혈류의 변화를 야기시킬 수 있다³⁾.

이러한 변화는 도플러 초음파를 이용하여 자궁태반순환(uteroplacental circulation)과 태아태반 순환(fetoplacental circulation)상태를 비침습적으로 동맥의 도플러 파형을 통하여 평가할 수 있다⁴⁾. 수축기 대 이완기비(systolic to diastolic ratio; 이하 S/D ratio)를 측정함으로써 두 가지 순환상태에서의 저항지수를 산출해 내어 임상적으로 이용하며 정상 임신시 S/D ratio는 재태연령(gestational age)이 증가함에 따라 감소하게 되는데 S/D ratio가 증가된다는 것은 순환의 감소와 연관이 있는 것으로 추정된다^{4,5)}.

이에 저자들은 제왕절개술시 경막의 마취가 산모의 자궁동맥순환과 태아제대동맥순환에 어떠한 영향을 미치는가를 도플러 초음파를 이용하여 검사하였다.

대상 및 방법

본 연구는 1995년 1월부터 7월까지 선택적 제왕절개술이 예정된 산모 중 미국 마취과 학회 신체 상태 분류상 1급, 혹은 2급에 해당하며, 과거 병력상 특이한 사항이 없고 산과적 합병증이 없으며, 자궁이상(uterine abnormality)이나 태아성장의 이상이 없고 요추부 경막외마취를 시행하는데 지장이 없는 40명의 만삭 정상 산모를 대상으로 하여 환자와 보호자의 동의하에 시행하였다. 산모의 연령, 체중, 키, 임신주수, 출산 경력은 Table 1과 같다.

40명의 만삭 정상 산모에서 경막의 마취시행전 20~30분에 걸쳐 800~1,000 ml의 lactated Ringer's solution을 전부하시키고, 산모의 우좌골능(right iliac crest)밑에 모래주머니를 넣어서 자궁을 좌측으로 전위시키고 마취전 산모자궁동맥, 태아제대동맥의 도플러 파형(Doppler wave form)을 도플러 초음파(Mutigon 500A, 4MHz, Panasonic video monitor model WV-5370A, Japan)를 이용하여 검사하였다. 제 2-3 혹은 제 3-4 요추간을 16 gauge Tuohy 바늘로 천자한 후 저항소실

Table 1. Demographic Characteristics of the Patients

Age(years)	27.4 ± 0.6
Weight(kg)	66.9 ± 2.0
Height(cm)	162.0 ± 0.1
Gestational age(wks)	38.7 ± 0.1
Parity	Nullipara 16 Multipara 24

Values are expressed as mean ± SD.

법에 의해 경막외강을 확인하였다. 마취약제로는 2% lidocaine 10 ml와 0.5% bupivacaine 10 ml를 경막외강으로 투여하고 경막외 카테테르를 거치하였다.

환자는 처음 5분간은 1분마다, 그 이후는 2분마다 양쪽 쇄골중심부선을 따라 pinprick검사를 시행하여 감각차단높이를 조사하였으며, 흉추 10번 분절까지 감각 차단되었을 때 경막외마취 후 산모자궁동맥, 태아제대동맥의 도플러 파형을 경막외 마취전과 동일한 방법으로 검사하였고, 감각 차단이 흉추 4번-6번 분절에 도달하였을 때 수술을 시작하였다.

산모는 지속적인 심전도 감시로 맥박수를 측정하였고 자동 혈압기(automatic sphygmomanometer, Hewlett-Packard, Waltham, Germany)를 이용하여 수축기, 이완기 및 평균동맥압을 측정하였다. 또한 맥박산소측정기(pulse oximeter)로 산소포화도를 지속적으로 감시하였다. 흉추 10번 분절 높이까지 감각차단 되었을 때, 혈압을 마취 후의 혈압으로 채택하였다.

모든 자료는 평균 ± 표준편차로 나타내었고, 통계 처리는 paired Student t-test를 시행하여 $p < 0.05$ 을 통계적으로 의미있는 것으로 하였다.

결 과

1) 산모의 혈압과 맥박수의 변화

경막외 마취전 산모의 수축기 혈압은 124 ± 13 mmHg, 경막외 마취 후 수축기 혈압은 122 ± 12 mmHg로써 두 군간 통계적으로 유의 있는 차이는 없었으며, 이완기말 혈압은 경막외 마취전이 74 ± 11 mmHg, 경막외 마취후 72 ± 11 mmHg로 두 군간 통계적으로 유의 있는 차이는 없었다.

또한 경막외 마취 전 후의 평균 동맥압은 마취전

Table 2. Maternal and Fetal Hemodynamic and Doppler Velocimetric Observations

Variables	Pre-Ane(n=40)	Post-Ane#(n=40)
SBP (mmHg)	124 ± 13	122 ± 12
DBP (mmHg)	74 ± 11	72 ± 11
MABP (mmHg)	90 ± 10	89 ± 10
PR (Beats/min)	83 ± 9	88 ± 9*
UMB S/D ratio	2.48 ± 0.50	2.24 ± 0.40*
UA S/D ratio	2.29 ± 0.41	1.96 ± 0.25*

Values are mean ± SD, SBP:systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, MABP: mean arterial blood pressure, PR:pulse rate, UMB: umbilical artery UA: uterine artery, Pre-Ane:preanesthesia, Post-Ane: postanesthesia, #: when the sensory block level reach to T10, *:p<0.05 compared with Pre-Ane vs Post-Ane.

Fig. 1a. The individual uterine artery S/D ratio changes according to epidural anesthesia. S/D ratio: systolic: diastolic ratio, Pre-Ane: preanesthesia, Post-Ane: postanesthesia.

Fig. 1b. This figure represents uterine artery S/D ratio before epidural anesthesia..

이 90 ± 10 mmHg, 마취후가 89 ± 10 mmHg로 역시 두 구간 통계적으로 유의 있는 차이는 없었다.

맥박수는 경막외 마취전이 분당 83 ± 9 회, 경막외 마취후가 분당 88 ± 9 회로서 마취 후에 통계학적으로 유의있게 증가하였다($p < 0.05$) (Table 2).

2) 산모자궁동맥과 태아제대동맥의 S/D ratio의 변화

경막외 마취전 산모자궁동맥의 S/D ratio는 2.29 ± 0.41 , 경막외 마취 후는 1.96 ± 0.25 로서 통계적으로 유의있게 감소하였고($p < 0.05$) (Table 2, Fig. 1a, Fig.

Fig. 1c. This figure represents uterine artery S/D ratio after epidural anesthesia.

Fig. 2a. The individual umbilical artery S/D ratio changes according to epidural anesthesia.

Fig. 2c. This figure represents umbilical artery S/D ratio after epidural anesthesia.

고 찰

임신 중 자궁태반과 태아태반의 혈류상태 평가는 오랜동안 산과영역에서 관심의 대상이었으나, 인간에서는 그 혈관으로의 직접 접근이 곤란하여 주로 동물 실험에 의존하여 왔다. 1977년 Fitzgerald와 Drumm⁶⁾이 지속적 파형(continuous wave)의 도플러 초음파를 이용하여 제대동맥의 혈류속도 파형을 관찰할 수 있다고 보고한 이래 그 동안 접근이 어려웠던 태아와 태반의 혈류 상태를 비침습적인 방법으로 측정하여 평가할 수 있게 되었다.

도플러 초음파에 의한 검사방법에는 혈류의 양을 측정하는 정량적인 방법(quantitative method)과 혈류속도파형(blood flow velocity waveform)을 분석하는 정성적인 방법(qualitative method)이 있다. 그러나 혈류량의 측정방법은 여러가지 측정오차가 생길 소지가 많아서 혈류속도 파형을 정성적으로 분석하는 방법이 많이 사용된다.^{5,6)} 본 연구에서도 선택적 제왕

Fig. 2b. This figure represents umbilical artery S/D ratio before epidural anesthesia.

1b, Fig. 1c), 경막외 마취전 태아제대 동맥의 S/D ratio는 2.48 ± 0.50 , 경막외 마취 후가 2.24 ± 0.40 로서, 마취후에 통계적으로 유의있게 감소되었다($p < 0.05$) (Table 2, Fig. 2a, Fig. 2b, Fig. 2c).

절개술을 받는 만삭정상산모 40명을 대상으로 경막외 마취전과 마취후에 도플러초음파의 방법을 이용하였다. 혈류파형속도를 분석하기 위해 임상적으로 사용되는 지표로는 산모의 심주기(cardiac cycle)에 따른 수축기에 대한 이완기의 비율(systolic : diastolic ratio), pourcelot ratio 및 저항지수(resistance index)등이 사용되나, 본 연구에서는 S/D ratio를 이용하여 비교 조사하였다.

혈류속도 파형으로부터 산출한 S/D ratio는 혈관저항(vascular resistance)의 평가를 가능하게 한다⁷⁾. S/D ratio 변화는 혈관저항의 변화를 반영하며, 이 값의 감소는 혈관저항이 감소되어 혈류순환을 호전시키는 반면, 이 값의 증가는 혈관저항을 증가시켜 혈류 순환이 악화됨을 나타낸다^{3,8)}.

자궁태반혈류에 영향을 미치는 것은 혈관저항뿐만 아니라, 관류 수액(perfusion fluid)의 점성(viscosity)과도 연관이 있다. 그럼에도 불구하고 Steel등⁹⁾은 점성의 변화는 자궁태반 순환으로 부터 얻어진 혈류속도 파형에 단지 10% 정도 영향을 미친다고 하였으며, Giles와 Trudinger¹⁰⁾은 환자의 체내 혈액의 점성의 변화에 의해서 야기된 혈류속도 파형의 차이를 증명할 수 없다고 하였다. 본 연구에서는 경막외 마취시행 전 20~30분간 lactated Ringer's solution으로 800~1,000 ml 전부주사시켰으며, 이차적인 혈액희석(hemodilution)으로 인한 혈액점성의 감소로 S/D ratio가 감소 했다고 추정하기는 어려울 것으로 사료된다.

자궁태반 혈류에 영향을 미치는 또 하나의 요소는 자궁의 관류압(perfusion pressure)인데¹¹⁾, 본 연구에서 40명의 산모에서 우장골능에 모래 주머니를 넣어 자궁을 좌측으로 전위시켜 대동정맥압박(aorta-caval compression)을 예방하여 자궁태반순환에 영향을 미치지 않게 하였다.

경막외 마취가 선택적인 제왕절개술을 시행받는 산모에게 미치는 영향은 분만중의 산모에게 미치는 영향과는 다른데 이는 산모가 진통이 없으며 자궁은 수축되지 않은 상태이며 내분비적 환경(hormonal environment)이 차이가 있으며 좀 더 많은 양의 마취제가 투여되기 때문이다¹²⁾.

제왕절개술에 대한 고위 경막외 차단(high level of epidural blockade)은 자궁혈류를 개선시킬 수 있다^{8,13)}. 이것은 순환카테콜아민(circulating catecholamine)의 감소와 교감신경차단(sympathetic blockade)이 혈관수

축을 감소시키기 때문이다^{8,14)}. Giles등¹⁵⁾은 0.5% bupivacaine 20~30 ml를 경막외 주입 후 자궁동맥의 S/D ratio가 감소되었지만 경막외 마취 시행 후 30분까지는 의미있는 감소가 없었다고 보고하였으며 대부분의 제왕절개술시 30분 이내에 태아가 분만되므로 S/D ratio의 개선은 임상적으로 치료효과가 없다고 하였다. 본 연구에서는 경막외 마취 후 흉추 10번 분절까지 감각 차단되었을 때, 산모자궁동맥, 태아제대동맥의 도플러 파형을 통해 혈류속도 파형을 검사하였는데 유의하게 S/D ratio가 감소되었다.

태아제대 동맥의 혈류는 태아의 혈액학적 상태의 지표가 된다. 2% chloroprocaine 8ml 또는 1.5% lidocaine 8 ml의 경막외 투여는 분만 진통중의 환자에서 태아제대동맥의 S/D ratio를 감소시켜 혈류 순환을 호전시킨다고 한다^{8,10)}. 이러한 변화의 기전은 동통경감과 관련이 있을 수 있지만 선택적인 제왕절개술시는 산모가 동통이 없으므로 고려할 사항은 아니다. Morrow등¹²⁾은 계획된 제왕절개술에 있어 경막외 마취 후 태아제대동맥의 S/D ratio에 유의한 변화가 없다고 하였으며, Linblad등¹⁶⁾은 태아 대동맥 또는 제대동맥의 혈류가 경막외 마취동안에 변화하지 않는 것으로 보아 태아 순환이 유지된다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 경막외 마취 후 제 10 흉추분절까지 감각 소실되었을 때, 태아제대동맥의 S/D ratio는 유의하게 감소되었으며 이는 태아제대 순환상태가 호전되었음을 암시한다고 본다.

Epinephrine은 태아제대동맥의 S/D ratio가 이미 비정상적인 진통중의 산모에서 태아제대동맥의 혈류에 나쁜 영향을 미친다고 알려져 있지만¹⁷⁾ Morrow등¹²⁾은 1:200,000 epinephrine이 정상적인 태아제대동맥의 혈류속도파형을 나타내는 환자에게 투여되었을 때는 S/D ratio의 증가가 없음을 보고하였다. 본 연구에서는 epinephrine을 사용하지 않았다.

이 연구 결과 경막외 마취는 산모자궁동맥과 태아제대동맥의 혈액 순환을 호전시켜, 유익한 영향을 미치리라 여겨지며, 향후 이에 관한 더 많은 연구가 있어야 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 이영진, 홍기혁, 김순일, 노강희: 제왕절개술시 마취의 임상적 고찰. 대한마취과학회지 1988; 21: 742-7.
2. Shnider SM, Levinson G: Anesthesia for obstetrics.

- 3rd ed. Baltimore, Williams and Wilkins Co. 1993, pp 211-2.
 3. Hollmen A, Jouppilla R, Jouppilla P, Koivula A, Vierola H: Effect of extradural analgesia using bupivacaine and 2-chloroprocaine on intervillous blood flow during normal labour. *Br J Anaesth* 1982; 54: 837-42.
 4. Giles WB, Trudinger B, Baired P: Fetal artery flow velocity waveform and placental resistance: pathological correlation. *Br J Obstet Gynecol* 1985; 92: 31-8.
 5. Trudinger BJ, Giles WB, Cooke CM, Bombadieri J, Collins L: Fetal umbilical artery flow waveform and placental resistance ; Clinical significance. *Br J Obstet Gynaecol* 1985; 92: 23-30.
 6. Fitz Gerald DE, Drumm JE: Non-invasive measurement of human fetal circulation using ultrasound: a new method. *Br Med J* 1977; 2: 1450.
 7. Erskine RLA, Ritchie JWK: Umbilical artery blood flow characteristics in normal and growth retarded fetus. *Br J Obstet Gynaecol* 1985; 92: 605-10.
 8. Marx GF, Patel S, Berman JA: Umbilical blood flow velocity waveform in different material position and with epidural analgesia. *Obstet Gynaecol* 1986; 68: 61-4.
 9. Steel S, Pearce J, Nash G, Christopher B, Dormandy J: Maternal blood flow velocity waveform in normal and complicated pregnancy. *Br J Obstet Gynecol* 1986; 95: 747-52.
 10. Giles W, Trudinger B: Umbilical cord whole blood viscosity and the umbilical artery flow viscosity waveform: a correlation. *Br J Obstet Gynecol* 1986; 93: 466-70.
 11. Turner GA, Newnham JP, Johns C, Westmore M: Effect of extradural anesthesia on umbilical and uteroplacental arterial flow velocity waveform. *Br J Anaesth* 1991; 67: 306-9.
 12. Morrow RJ, Rolbin SH, Ritchie JWK: Epidural anesthesia and blood velocity in mother and fetus. *Can J Anaesth* 1989; 36: 519-22.
 13. Taylor JW, Burn PN, Woodcock JD: Blood flow in deep abdominal and pelvic vessel ultrasonic pulsed-Doppler analysis. *Radiology* 1985; 154: 487-93.
 14. Jouppilla R, Puolakka J, Kaupilla A, Hollman A: Maternal and umbilical cord plasma noradrenaline concentrations during labour with and without segmental extradural analgesia and during caesaren section. *Br J Anaesth* 1986; 50: 211-5.
 15. Giles WB, Lah FX, Trudinger BJ: The effect of epidural anesthesia for caesaren section on maternal uterine and fetal umbilical arterial blood flow velocity waveform. *Br J Obstet Gynaecol* 1987; 94: 55-9.
 16. Linblad A, Marsal K, Verherssou E, Renck HJ: Circulation during epidural analgesia for caesaren section. *Br Med J* 1984; 288: 1329-30.
 17. Marx GF, Schuss M, Anyaegbunam A, Fleischer A: Effect of epidural block with lidocaine and lidocaine-epinephrine on umbilical blood flow velocity waveform. *Anesthesiology* 1986; 65: A377.
-