



## 제왕절개술을 위한 부위마취 시 저혈압 예방 및 치료

건양대학교 의과대학 마취통증의학교실

지영석

### Management of hypotension after spinal anesthesia administered for caesarean section

Young Seok Jee

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Konyang University College of Medicine, Daejeon, Korea

Spinal anesthesia is widely used for parturients undergoing scheduled elective caesarean section. Hypotension associated with spinal anesthesia is a major concern in obstetrics. Preventive methods for post-spinal hypotension include intravenous fluid preloading, bolus or continuous injection of vasopressors. Intravenous fluid preloading reduces the incidence and severity of maternal hypotension during spinal anesthesia administered for caesarean section. Although fluid preloading prevents maternal hypotension, it is not advisable to delay spinal anesthesia for preloading a fixed volume of intravenous fluid. Ephedrine, the drug of choice to prevent maternal hypotension during spinal anesthesia for caesarean delivery, acts by maintaining the uteroplacental blood flow. Phenylephrine is also effective in reducing maternal hypotension during this procedure. Both the vasopressors are acceptable for preventing hypotension. However, in the absence of maternal bradycardia, phenylephrine is the preferred drug for the management of hypotension during regional anesthesia for caesarean section, because of its improved fetal acid-base status. (*Anesth Pain Med* 2017; 12: 97-102)

**Key Words:** Caesarean section, Ephedrine, Hypotension, Phenylephrine, Spinal anesthesia.

Received: January 10, 2017.

Revised: 1st, January 13, 2017; 2nd, January 13, 2017.

Accepted: January 17, 2017.

Corresponding author: Young Seok Jee, M.D., Ph.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Konyang University College of Medicine, 158, Gwanjeodong-ro, Seo-gu, Daejeon 35365, Korea. Tel: 82-42-600-9319, Fax: 82-42-600-9398, E-mail: jisaac@naver.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### 서 론

무통분만의 안전성이 입증되면서 진통을 겪는 임산부를 인도적인 차원에서 극심한 통증에서 벗어나게 해야 한다는 미국산부인과 학회의 가이드라인에 따라 경막외무통법이 증가하여 산과마취영역에서 전신마취에 비해 부위마취가 증가하게 되었다[1]. 전신마취는 부위마취에 비해 기관내삽관과 흡인성폐렴의 위험, 흡입마취제에 의한 태아억제 등으로 인해 비교위험도가 16배정도 높은 것으로 알려져 있어서 제왕절개술을 위한 마취방법으로 부위마취가 선호되어 왔다. 그러나 산소포화도 감시, 호기말 이산화탄소 분압 측정 등 감시장치의 발달과 기도확보의 어려움이 예상되는 알고리즘의 표준화 등으로 기관내삽관의 실패나 환기의 어려움으로 인한 사망률이 감소하여서 최근 부위마취에 대한 비교위험도가 1.7배까지 낮아졌다. 특히 제왕절개술 마취 시 기관내삽관 실패율은 과거와 차이가 없으나 모성사망률은 현저하게 감소한 이유는 후두마스크의 발달 및 기타 기도확보를 위한 장비의 발달에 의한 것으로 생각된다[2]. 제왕절개술을 위한 부위마취가 전신마취에 비해 상대적 비교위험도의 장점이 희석되었다고 할지라도 부위마취를 시행할 경우 각성 상태에서 출산의 기쁨을 누릴 수 있고, 수술 후 통증이 많이 경감되고 심폐기능에 부담이 적은 장점이 있어 아직 전신마취에 비해 부위마취가 더 선호되고 있다. 특히 척추 마취는 경막외 마취에 비해 마취의 질이 좋고 신속한 작용 발현이 가능하여 무통분만으로 이미 카테터가 거치된 경우를 제외하고 현재 제왕절개술을 위한 부위마취는 척추마취가 더 선호되고 있다. 이러한 장점에도 불구하고 부위마취 특히 척추마취 후 저혈압 관리가 제왕절개술을 위한 마취관리에서 주요한 관심사이다.

### 기 전

#### 대동정맥 압박(Aortocaval compression)

임산부는 양와위 자세에서 임신한 자궁이 대동정맥을 압

박하여 혈압을 감소시킨다. 임신말기 약 15% 임신부에서 나타나는 양와위저혈압증후군(supine hypotensive syndrome)은 평균동맥압 15 mmHg 이상 감소, 심박수 분당 20회 이상 증가로 정의된다. 대부분 하대정맥이 막혀서 하지로부터 오는 복귀정맥혈(venous return)이 감소하여 일회박출량과 심박출량이 10~20%까지 감소한다. 대장골동맥(aortoiliac artery)이 함께 눌리면 더욱 감소하기도 하지만 대부분 경막외 정맥(epidural vein), 홀정맥(azygos vein), 척추정맥(vertebral vein) 등 결순환(collateral circulation)으로 보상되기 때문에 양와위저혈압으로 인한 증상이 잘 일어나지 않는다. 또한 교감신경계의 증가로 전신혈관저항을 증가시켜서 동맥압이 유지가 되기 때문이기도 하다[3].

### 교감신경차단

부위마취로 인한 교감신경차단 효과는 전신혈관저항을 감소시킨다. 특히 척추마취 후 교감신경차단이 심하여서 양와위로 했을 때 저혈압이 악화된다. 임신된 자궁이 하부대동맥을 압박하기 때문에 상지 혈압은 정상 범위로 측정되며 산모는 증상이 없을 수 있으나[4], 태아로 가는 혈류량은 현저히 감소하기 때문에 저혈압을 적절히 치료하지 않으면 태아산증을 유발할 수 있어서 주의를 기울여야 한다[5].

그러므로 무통분만을 위해 경막외진통법을 하거나 제왕절개술을 위한 부위마취를 할 때 가급적 양와위는 피해야 한다. 약간 왼쪽으로 기울여서(left sided tilting) 하대정맥과 복부 대동맥 압박을 완화시키면 저혈압의 정도를 완화시킬 수 있고 자궁이나 태아로 가는 혈류량을 유지하는 데 도움을 줄 수 있다.

### 일반적인 예방요법

임산부에서 양와위저혈압증후군을 예방하기 위하여 하대정맥의 압박을 감소시키려면 왼쪽으로 자궁을 기울이게 하는 여러 가지 방법이 있는데 오른쪽 엉덩이 밑에 웨지를 고여서 10~15 cm 올리는 방법, 양다리를 올리고 왼쪽으로 기울이는 방법(tilt-bend position) [6], 특수 제작된 기구로 미치는 방법 등이 있다[7]. 또한, 하대정맥의 압력을 높여주는 방법으로 압박붕대로 두 다리를 감싸는 방법[8] 앞으로 살 퍼볼 수액의 전부하(fluid loading)시키는 것과 자궁의 좌측 이동(left uterine displacement)를 함께 동시에 해주는 것[9] 등이 저혈압 예방에 도움된다고 할 수 있다.

## 수액요법

### 정질액 전부하(Preloading of crystalloid solution)

1960년대 제왕절개술을 위한 척추마취가 유행하고 그에 따른 임신부의 저혈압의 치료방법으로 승압제가 개발되던

서 관심을 끌었다. 승압제가 임신부의 평균동맥압은 올려주지만 자궁혈류량은 그만큼 개선하지 못한다는 사실에 관심을 두기 시작해서 Greiss 등[10]은 임신말기 양양(full term ewe)을 대상으로 척추마취 후 저혈압을 유도 후 승압제 페닐에프린과 정질액이나 교질액으로 수액을 투여한 군으로 나누어 연구하였다. 평균동맥압이 회복되었을 때 투여를 중단하고 자궁혈류량을 측정하였더니 페닐에프린군은 감소하고 수액을 투여한 군에서는 자궁혈류량이 유지되는 것을 보고 척추마취 후 저혈압 예방으로 수액 전부하가 태아의 안녕을 위해 추천된다고 하였다. 이후 임신말기 임신부를 대상으로 정질액을 전부하시킨 군과 전부하지키지 않은 군으로 나누어 척추마취 후 평균동맥압을 측정한 결과 전부하시킨 군이 전부하지키지 않은 군보다 높았다[11]. 그 후로 척추마취에 의한 교감 신경 차단의 효과로 혈관이 확장되어 상대적 저혈량증으로 혈압이 떨어지므로 이를 예방하고자 제왕절개술을 위한 척추마취 시 정질액 전부하 시키는 것이 일반화되기 시작했다.

1990년대에 들어서면서 수액을 전부하 시키는 것의 효과에 대한 의문을 제기하기 시작했다. 수액의 전부하는 중심정맥압을 올리지만 임신부의 척추마취 후 저혈압을 예방하지 못한다고 하였고[12] 수액을 kg당 20 ml까지 올려보지만 효과가 없었다고 하였다[13]. 정질액은 혈관 내 반감기가 짧아 투여 즉시 조직 내 재분포(redistribution)되므로 혈액량이나 심박출량을 늘이는 데 효과적이지 못하기 때문이다. Ueyama 등[14]은 indocyanine green을 포함한 수액을 정주로 전부하시키고 맥박 분광광도법(pulse spectrophotometry)을 사용하여 이의 혈중 농도를 측정함으로써 혈관 내 잔류 수액의 양을 밝혔는데 투여 30분 후에 링거젖산용액(lactated Ringer solution)은 투여 용적의 28%만이 혈관 내에 남아있는데 반해 hydroxyethyl starch는 100%가 혈관 내 잔류함을 보였다. 정상산모에게서는 심혈관계의 기능이 정상으로 유지되어서 중심정맥압 증가가 별문제를 일으키지 않지만 임신성 고혈압 환자나 심근기능이 저하된 환자에서는 분만 후 수축된 자궁으로부터 자가수혈(autotransfusion)로 전투여된 수액과 함께 급격한 중심 정맥압을 증가시켜서 심근의 부담 증가, 폐부종의 위험, 소변량의 증가로 수술 후 방광 팽창과 방광 기능 저하 등의 위험성이 있을 수 있다. 임신부는 출산직후 혈액량이 급격히 증가하여서 중심정맥압이 증가하는데 폐부종을 유발할 정도는 아니지만 폐실질의 안전역(margin of safety)은 감소한다. 실제로 임신성 고혈압이나 심부전증이 있는 산모들은 임신 전보다 폐부종에 빠질 위험성이 높다고 볼 수 있다[15]. 그래서 이러한 임신부들은 폐혈관압이나 심박출량이 증가하거나 다량의 수액이 투여되면 해로울 수 있다.

저자도 정질액을 전부하시킨군과 시키지 않은 군으로 나누어 척추마취 전후 혈압의 변화를 보았는데 별 차이가 없

는 것으로 보아 정질액 전부하는 효과가 없는 것을 확인하였다[16]. 따라서 전부하시키는 것이 저혈압 예방효과가 의문시되기 때문에 일정용량이상 투여할 때까지 기다릴 필요는 없고 척추마취 시 동시에 수액을 투여하는 정도가 좋고 임신중독이나 심부전 산모는 폐부종의 위험이 증가하므로 이를 제한하는 것이 바람직하다.

#### 교질액 전부하(Preloading of colloid solution)

수액 중 정질액을 투여한 경우 심박출량의 증가가 없고 혈장량에 대한 효과가 일시적인데 반하여 교질액은 혈장량과 심박출량이 증가하였으며 저혈압도 감소한다고 하였다. 5% 알부민 군과 5% 포도당링거수액군의 비교에서 교질액인 5% 알부민군이 저혈압의 빈도가 의미 있게 낮았고 1분 및 5분 아프가점수도 5% 알부민군에서 의미 있게 높아서 5% 알부민 교질액이 정질액 수액보다 태아와 임산부 모두에게 유익한 결과를 가져왔다. 다만 5% 알부민 용액의 가격이 비싸므로 비슷한 효과를 얻기 위해서 경제적인 dextran이나 hydroxyethyl starch를 권고한다. 그러나 이들 대체 교질액들은 아나필락시스 등의 단점이 있다[17].

또한, 1 L의 링거젖산용액에 500 ml의 6% hetastarch를 혼합투여군과 2 L의 링거젖산용액만 투여한 군의 척추마취 후 저혈압 발생빈도를 비교하였는데 6% hetastarch를 섞은 군의 저혈압 발생률이 낮았다[18].

그리고 1.5 L 링거젖산용액, 500 ml의 6% hydroxyethylstarch, 1 L의 6% hydroxyethylstarch 3군을 비교연구에서는 정질액 투여군에 비해 교질액 투여군이 심박출량이 의미 있게 증가하였고 저혈압 발생빈도는 각각 75%, 58%, 17%로 정질액에 비해 교질액이 저혈압 발생빈도가 낮았으며 교질액도 투여량이 많으면 많을수록 발생빈도가 더 낮았다고 하였으며[14], kg당 15 ml의 10% pentastarch와 하트만용액과 비교하였는데 저혈압 발생빈도가 12.5%, 47.5%로 교질수액의 전처치가 저혈압 예방효과가 더 좋았다고 보고하였다[19]. 또한, 500 ml dextran 40군과 1,000 ml 링거젖산용액의 저혈압 발생빈도를 비교하였는데 26.7%, 53.3%로 역시 교질용액의 전처치가 정질수액의 전처치보다 저혈압 예방에 효과적이었다고 하였다[20]. Kim 등[21]은 제왕절개술을 위한 척추마취 시 저혈압을 예방하기 위해 교질용액으로 전부하시키고 국소마취제의 영향을 최소화하기 위해서 아편유사제를 섞고 척추경막외 병용마취를 시행하여 저혈압 발생률을 연구하였다. 이들은 500 ml의 교질용액을 투여 후 정질액 500-1,000 ml를 추가로 투여하고 부피바카인을 최소용량을 투여하기 위해 아편유사제를 섞고 경막외강으로 부피바카인 10 ml를 추가로 주입하여 신경차단분절을 높이기 위해 척추경막외 병용마취를 시행하였어도 저혈압 발생을 18-20%는 예방하지 못했다. 즉 교질액을 쓰고 아편유사제나 척추경막외 병용마취로 국소마취제 용량을 줄여도 완전히 저혈압을 예

방할 수 없었다. 이와 같이 교질수액으로 전부하 시키는 것이 정질 수액으로 전부하 시키는 것보다 제왕절개술 후 척추마취 시 임산부의 저혈압을 예방하는데 더 효과적이기는 하지만 저혈압 예방을 완벽하게 하지는 못하기 때문에 수액요법 이외의 다른 방법 즉 승압제 투여를 고려해야 한다.

제왕절개술을 위한 척추마취 시 임산부의 저혈압 예방을 위해 수액을 전부하시켜왔다. 그러나 최근 수액을 전부하지 키지 않은 군과 비교하여 수액전부하지했을 때 임산부의 저혈압 발생빈도에 관한 무작위대조시험연구들의 결과가 상반되는 소견을 보였다. 최근 미국마취과학회의 가이드라인에 따르면 수액 전부하가 임산부의 저혈압 발생빈도를 어느 정도 감소시키지만 척추마취 전 정해진 양의 수액을 투여하기 위해서 일정 시간을 기다릴 필요는 없다고 하였다[22].

#### 승압제 (Vasopressor)

##### 에페드린(Ephedrine)

임신한 양을 이용한 동물 실험을 통해 베타 아드레날린성 작용제( $\beta$ -adrenergic agonist)인 에페드린이 다른 승압제들에 비해 자궁혈류를 유지하면서 모체의 혈압을 증가시키는데 있어서 훨씬 효과적이라는 동물실험보고[23] 이후 산과 마취에서 승압제로 에페드린이 가장 광범위하게 사용되었다.

앞서 언급한 바와 같이 척추마취나 경막외마취 등 부위마취는 자주 저혈압을 일으킨다. 주로 교감신경계 차단에 의한 저혈압은 심한 경우 심근이나 뇌에 허혈을 일으키고 태아산증도 유발한다. 제왕절개술을 위한 척추마취 시 저혈압 예방과 치료에 있어서 승압제가 가장 효과적이다. 그중 에페드린이 태아를 고려해야 할 산과마취 영역에서 우선 선택되는 약물이었다[24]. 하지만 에페드린이 제왕절개술 척추마취 후 저혈압을 예방하는데 가장 이상적인 약제인지에 대하여 의문을 제기하는 연구들이 있다. King과 Rosen은[25] 에페드린 일회 주입군(10 mg)과 지속주입군(20  $\mu$ g over 12 min) 모두에서 약 50%에서 저혈압이 발생하여 에페드린이 예방의 효과가 없다고 보고하였으며, Tsen 등[26]은 에페드린 일회 주입량(10 mg)을 주었을 때 70%의 산모에서 저혈압이 발생하여 저혈압 예방에 효과가 없다고 보고하였다. 그리고 Ngan Kee 등[27]은 에페드린 10 mg과 20 mg의 일회 주입량에서는 각각 85%, 80%에서 저혈압이 발생하여 예방에 효과가 없었으며 30 mg의 일회 주입량에서만 35%로 저혈압 발생률을 낮추었다고 보고하였다. Lee 등[28]이 시행한 선택제왕절개술을 위한 척추마취 시 저혈압예방을 위한 에페드린 예방적 정주의 용량반응 메타분석을 보면 예방적 에페드린 투여는 더 이상 추천되지 않는다. 소량에서는 효과가 불분명하고 고용량에서는 저혈압을 예방하기보다는

오히려 고혈압을 일으킬 가능성이 더 크기 때문이다. 또한, 다른 승압제에 비해 에페드린이 산모에서 유리하다는 것은 동물이 아닌 사람에서는 아직 정확하게 입증되지 않았으며, 최근에는 오히려 태아의 산 염기 균형에 있어서 다른 약제에 비해서 좋지 않다는 연구 결과들이 있다.

### 페닐에프린(Phenylephrine)

Lee 등[29]은 제왕절개술을 위한 척추마취 시 저혈압 예방과 치료를 위한 에페드린과 페닐에프린의 효과와 안전성을 비교하기 위해 체계적 분석하였는데 임산부 저혈압치료와 예방을 위해 에페드린과 에페드린과의 차이는 없었고 (relative risk [RR] of 1.00; 95% CI, 0.96-1.06). 임산부 서맥은 에페드린군보다 페닐에프린군에서 더 많이 발생한다(RR of 4.79; 95% CI, 1.47-15.60). 페닐에프린을 투여받은 산모에서 태어난 신생아 제대동맥혈 pH가 에페드린을 투여 받은 산모에서 태어난 신생아의 제대동맥혈의 pH보다 더 높았다 (weighted mean difference of 0.03; 95% CI, 0.02-0.04). 두군 간의 태아산중의 빈도와 1분 및 5분 아프가점수는 차이가 없었다(umbilical arterial pH value of < 7.2; RR of 0.78; 95% CI, 0.16-3.92). 이 체계적인 분석은 에페드린이 제왕절개술을 위한 척추마취 시 발생하는 임산부의 저혈압을 관리하는 데 더 효과적이라는 전통적인 개념을 지지하지 않는다.

Ngan Kee 등[30]은 제왕절개술을 위한 척추마취 시 저혈압을 예방하기 위해 페닐에프린을 예방적으로 지속정주하고 무작위 이중맹검법을 이용한 대조연구를 하였다. 척추강내의 약물주입 후 즉시 페닐에프린을 100 µg/min의 속도로 지속정주한 군과 기저 수축기 혈압이 15% 이상 감소한 경우 페닐에프린을 100 µg을 정주한 대조군으로 나누었다. 페닐에프린 지속주입군의 저혈압 발생률 빈도 정도가 대조군에 비해 의미 있게 낮았고 심박수는 대조군에 비해 지속주입군이 의미 있게 적었다. 대조군에 비해 주입된 페닐에프린의 총량이 지속주입군이 더 많았지만 제대혈동맥가스분석과 아프가점수는 두 군간의 차이는 없어서 페닐에프린의 지속정주가 제왕절개술을 위한 척추마취 시 동맥혈압을 유지하는 데 안전하고 효과적인 방법이라고 제시하였다.

최근 연구를 종합해 보면 태아를 고려해야 하는 산과마취영역에서 1차 약물로 에페드린보다는 페닐에프린을 추천하고자 하는 움직임이 있다고 볼 수 있다. 페닐에프린과 에페드린 둘 다 제왕절개술을 위한 척추 마취 시 동맥혈압을 유지하는데 유용하다. 페닐에프린은 동맥혈압을 올리는 데 효과적이거나 서맥의 부작용이 있고 에페드린은 서맥을 유발하지는 않으나 동맥혈압을 올리는 데 효과적이지 못하다. 따라서 척추마취하 계획 제왕절개술이 예정된 임산부에서 두 약물의 각각의 단점을 보완하는 것이 효과적이지를 비교하기 위하여 에페드린, 페닐에프린 각각의 약물을 지속해

서 단독투여한 군과 이 두약물을 혼합투여한 군 나누어 비교한 연구들이 있었는데, 혼합투여군이 각 약물의 단독투여군보다 산모의 저혈압을 효과적으로 예방하면서 서맥도 나타나지 않았다[31,32]. Ngan Kee 등[33]은 혼합약물의 이상적인 비율이 어떤 것인가를 찾는 연구를 시행하였다. 페닐에프린 100 µg과 에페드린 8 mg을 동일 역가로 보았을 때 페닐에프린의 동일 역가의 100%, 75%, 50%, 25% or 0%와 역시 동일 역가의 에페드린 0%, 25%, 50%, 75% or 100% 순으로 섞어서 혼합약물의 비율을 비교하는 연구를 하였다. 이들은 이 연구에서 페닐에프린의 비율이 줄어들고 에페드린의 비율이 늘어날수록 저혈압과 오심구토의 발생율이 증가하였고 임산부의 맥박은 빨라졌고 태아 pH와 염기과잉 (base excess)은 감소하였고 제대동맥혈의 산소함량과 제대정맥혈의 산소분압은 증가하였다. 즉 페닐에프린의 비율이 줄어들고 에페드린의 비율을 늘릴수록 혈액동학적 불안정하였고 태아의 산염기 상태는 바람직하지 못한 상태를 이루었다. 제왕절개술을 위한 척추 마취 시 페닐에프린과 에페드린의 혼합 투여가 페닐에프린 단독투여 보다 아무런 장점이 없다고 하였다.

이는 제왕절개술을 위한 척추 마취 시 페닐에프린과 에페드린의 태반통과와 태아의 몸속에서 대사과정이 달라서 생기는 현상이라고 설명되었다. 에페드린은 페닐에프린에 비해 상당한 정도의 양이 태반을 통과하고 태아 내에서 대사나 재분포가 덜 되기 때문이다. 태아내의 잔류한 에페드린의 효과로 젖산 포도당 카테콜아민 등이 증가된다. 이러한 결과들은 에페드린이 태아 몸에 오래 남아 태아의 베타아드레날린성 수용체를 자극하여 대사의 증가로 태아산증을 유발한다는 가설을 지지한다. 조직학적으로 보면 에페드린이 자궁과 태반의 혈류량을 더 좋게 해주는 것처럼 보이지만 태아의 산소 공급과 수요의 균형을 맞추는 면에서는 페닐에프린이 더 나을 수 있다[34].

이상 문헌을 종합해보면 제왕절개술을 위한 척추마취 시 저혈압을 예방하는데 에페드린을 지지하는 논문도 있고 페닐에프린이 더 효과적이라는 논문도 있어서 논란이 있어 보인다. 미국마취과학회 가이드라인에 따르면 제왕절개술을 위한 부위마취 시 저혈압 예방에 에페드린과 페닐에프린 모두 효과가 있다고 하였고 산모가 심전도 검사상 서맥이 없다면 태아의 산 염기 균형에 더 좋은 페닐에프린을 조심스럽게 추천하였다[22].

## 결론

제왕절개술을 위한 부위마취가 비교위험도가 비교적 낮아 부위마취가 선호되었고, 그중 척추마취가 확실하고 믿을 만한 신경차단을 제공하므로 일반적으로 선택되었다. 그러나 척추마취 후 오는 저혈압이 흔하며, 이를 해결하려는 노

력이 산과마취 영역에서 큰 관심사이다. 이를 해결하는 방법으로는 수액의 전부하와 승압제의 사용이 대표적이다. 수액의 전부하는 정질용액보다는 교질 용액이 더 효과적이거나 척추마취 시 저혈압을 완전히 예방하지는 못한다. 정질용액을 전부하시키는 것은 효과가 미미해서 회의적이며 일정 용량의 수액을 전부하시키려고 척추마취의 시작을 늦출 필요는 없다. 승압제로는 전통적으로 자궁혈류량을 유지하는 에페드린이 선택되었지만 태아의 산증을 잘 유발한다. 임신 부에게 서맥을 일으키는 단점이 있지만 태아의 산-염기 균형에 더 안정적인 페닐에프린을 최근 더 선호하고 있다.

## REFERENCES

- Goetzel LM. ACOG Practice Bulletin. Clinical Management Guidelines for Obstetrician-Gynecologists Number 36, July 2002. Obstetric analgesia and anesthesia. *Obstet Gynecol* 2002; 100: 177-91.
- Hawkins JL, Chang J, Palmer SK, Gibbs CP, Callaghan WM. Anesthesia-related maternal mortality in the United States: 1979-2002. *Obstet Gynecol* 2011; 117: 69-74.
- Kinsella SM, Lohmann G. Supine hypotensive syndrome. *Obstet Gynecol* 1994; 83: 774-88.
- Eckstein KL, Marx GF. Aortocaval compression and uterine displacement. *Anesthesiology* 1974; 40: 92-6.
- Hughes SC, Levinson G, Rosen MA. Shnider and Levinson's anesthesia for obstetrics. 4th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2002, pp 136-7.
- Clemetson CA, Hassan R, Mallikarjuneswara VR, Wallace G. Tilt-bend cesarean section. *Obstet Gynecol* 1973; 42: 290-8.
- Colon-Morales MA. A self-supporting device for continuous left uterine displacement during cesarean section. *Anesth Analg* 1970; 49: 223-4.
- Bhagwanjee S, Rocke DA, Rout CC, Koovarjee RV, Brijball R. Prevention of hypotension following spinal anaesthesia for elective caesarean section by wrapping of the legs. *Br J Anaesth* 1990; 65: 819-22.
- Clark RB, Thompson DS, Thompson CH. Prevention of spinal hypotension associated with Cesarean section. *Anesthesiology* 1976; 45: 670-4.
- Greiss FC, Crandell DL. Therapy for hypotension induced by spinal anesthesia during pregnancy: observations on gravid ewes. *JAMA* 1965; 191: 793-6.
- Wollman SB, Marx GF. Acute hydration for prevention of hypotension of spinal anesthesia in parturients. *Anesthesiology* 1968; 29: 374-80.
- Jackson R, Reid JA, Thorburn J. Volume preloading is not essential to prevent spinal-induced hypotension at caesarean section. *Br J Anaesth* 1995; 75: 262-5.
- Rout CC, Akojee SS, Rocke DA, Gouws E. Rapid administration of crystalloid preload does not decrease the incidence of hypotension after spinal anaesthesia for elective caesarean section. *Br J Anaesth* 1992; 68: 394-7.
- Ueyama H, He YL, Tanigami H, Mashimo T, Yoshiya I. Effects of crystalloid and colloid preload on blood volume in the parturient undergoing spinal anesthesia for elective Cesarean section. *Anesthesiology* 1999; 91: 1571-6.
- MacLennan FM, MacDonald AF, Campbell DM. Lung water during the puerperium. *Anaesthesia* 1987; 42: 141-7.
- Jee YS, Hong JY, Yoon HJ, Kim MJ, Lee JY. The effects of volume preloading on spinal anesthesia for elective caesarean section. *Anesth Pain Med* 2006; 1: 40-3.
- Mathru M, Rao TL, Kartha RK, Shanmugham M, Jacobs HK. Intravenous albumin administration for prevention of spinal hypotension during cesarean section. *Anesth Analg* 1980; 59: 655-8.
- Riley ET, Cohen SE, Rubenstein AJ, Flanagan B. Prevention of hypotension after spinal anesthesia for cesarean section: six percent hetastarch versus lactated Ringer's solution. *Anesth Analg* 1995; 81: 838-42.
- French GW, White JB, Howell SJ, Popat M. Comparison of pentastarch and Hartmann's solution for volume preloading in spinal anaesthesia for elective caesarean section. *Br J Anaesth* 1999; 83: 475-7.
- Lin CS, Lin TY, Huang CH, Lin YH, Lin CR, Chan WH, et al. Prevention of hypotension after spinal anesthesia for cesarean section: dextran 40 versus lactated Ringer's solution. *Acta Anaesthesiol Sin* 1999; 37: 55-9.
- Kim CS, Ahn HJ, Shin SH, Choi DH. Prevention of hypotension with crystalloid versus colloid during spinal or combined spinal-epidural anesthesia for cesarean delivery. *Korean J Anesthesiol* 2004; 46: 408-13.
- Practice Guidelines for Obstetric Anesthesia: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Obstetric Anesthesia and the Society for Obstetric Anesthesia and Perinatology. *Anesthesiology* 2016; 124: 270-300.
- Ralston DH, Shnider SM, DeLorimier AA. Effects of equipotent ephedrine, metaraminol, mephentermine, and methoxamine on uterine blood flow in the pregnant ewe. *Anesthesiology* 1974; 40: 354-70.
- Morgan P. The role of vasopressors in the management of hypotension induced by spinal and epidural anaesthesia. *Can J Anaesth* 1994; 41: 404-13.
- King SW, Rosen MA. Prophylactic ephedrine and hypotension associated with spinal anesthesia for cesarean delivery. *Int J Obstet Anesth* 1998; 7: 18-22.
- Tsen LC, Boosalis P, Segal S, Datta S, Bader AM. Hemodynamic effects of simultaneous administration of intravenous ephedrine and spinal anesthesia for cesarean delivery. *J Clin Anesth* 2000; 12: 378-82.
- Ngan Kee WD, Khaw KS, Lee BB, Lau TK, Gin T. A dose-response study of prophylactic intravenous ephedrine for the prevention of hypotension during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesth Analg* 2000; 90: 1390-5.
- Lee A, Ngan Kee WD, Gin T. A dose-response meta-analysis of prophylactic intravenous ephedrine for the prevention of hypotension during spinal anesthesia for elective cesarean delivery.

- Anesth Analg 2004; 98: 483-90.
29. Lee A, Ngan Kee WD, Gin T. A quantitative, systematic review of randomized controlled trials of ephedrine versus phenylephrine for the management of hypotension during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesth Analg* 2002; 94: 920-6.
  30. Ngan Kee WD, Khaw KS, Ng FF, Lee BB. Prophylactic phenylephrine infusion for preventing hypotension during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesth Analg* 2004; 98: 815-21.
  31. Jung SW, Kim EJ, Min BW, Ban JS, Lee SG, Lee JH. Comparison of maternal and fetal effects of ephedrine and phenylephrine infusion during spinal anesthesia for cesarean section. *Korean J Anesthesiol* 2006; 51: 335-42.
  32. Mercier FJ, Riley ET, Frederickson WL, Roger-Christoph S, Benhamou D, Cohen SE. Phenylephrine added to prophylactic ephedrine infusion during spinal anesthesia for elective cesarean section. *Anesthesiology* 2001; 95: 668-74.
  33. Ngan Kee WD, Lee A, Khaw KS, Ng FF, Karmakar MK, Gin T. A randomized double-blinded comparison of phenylephrine and ephedrine infusion combinations to maintain blood pressure during spinal anesthesia for cesarean delivery: the effects on fetal acid-base status and hemodynamic control. *Anesth Analg* 2008; 107: 1295-302.
  34. Ngan Kee WD, Khaw KS, Tan PE, Ng FF, Karmakar MK. Placental transfer and fetal metabolic effects of phenylephrine and ephedrine during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesthesiology* 2009; 111: 506-12.