0.5% Plain Bupivacaine의 온도 및 환자의 체위변화가 척추마취에 미치는 영향

동아대학교 의과대학 마취과학고실

이창열 · 이정유 · 박한석 · 이수일

= Abstract =

Spinal Anesthesia with 0.5% Plain Bupivacaine: Effects of Patient's Posture and the Temperature of Bupivacaine

Chang Yeol Lee, M.D., Chung Yoo Lee, M.D., Han Suk Park, M.D. and Soo Il Lee, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Dong-A University, Pusan, Korea

Background: Many factors determine the distribution of local anesthetics in the subarachnoid space. These major factors are dosage of local anesthetics, baricity of local anesthetics, position of patient, contour of vertebral column. The temperature of local anesthetics alters the baricity of local anesthetics. At 20°C, the density of 0.5% plain bupivacaine is 1.0003 and generally act as isobaric solution in the CSF. As its temperature lowers, its baricity increases.

Methods: Forty patients(A.S.A I and II) scheduled for lower extremity operation under spinal anesthesia were randomized into four groups; group I(37°C 0.5% bupivacaine, sitting position), group II(37°C 0.5% bupivacaine, 15° head-down position), group III(4°C 0.5% bupivacaine, sitting position), group IV(4°C 0.5% bupivacaine, 15° head-down position). The patients were placed in the sitting position(Group I, III) or lateral decubitus(Group II, IV) and dural puncture was performed at the L3-4 interspace using a midline approach(25-gauge Quincke spinal needle). A free flow of clear cerebrospinal fluid was obtained before administration of drug(37°C 0.5% bupivacaine in Group I, II and 4°C 0.5% bupivacaine in Group III, IV). Patients remained in the sitting position or 15° head-down position for 3 minutes after injection. Patients in each group received a solution that had been previously equilibrated in a stove to 37°C and in a refrigerator to 4°C for more than 1 day. Syringes used to administer the bupivacaine solution were also equilibrated to 37°C and 4°C, respectively. We checked sensory block level using pin-prick test at every 5 minutes.

Results: There was statistic significance in sensory block level between Group I, IV and Group II, III. The maximum sensory block level and the time to maximum cephalad spread of analgesia was the T4 level and 9.6 minutes in Group I, the T5 level and 13.5 minutes in Group IV compared to the T9 level and 21 minutes in Group II, the T10 level and 18 minutes in Group III.

Conclusions: The temperature of 0.5% plain bupivacaine affects sensory block level and time to block. It is concluded that the temperature of the injected solution plays an important role in the sensory spread of 0.5% plain bupivacaine. (Korean J Anesthesiol 1997; 33: 79~83)

Key Words: Anesthetics, local: bupivacaine, Physics, specific gravity: temperature of bupivacaine.

서 론

척추마취시 감각신경의 차단높이에 영향을 미치는 많은 인자들이 알려져 있다¹⁾. 이들 중 주된 영향을 미치는 인자로는 국소마취제의 비중(baricity) 및 용량, 마취시 환자의 체위, 척수강의 형태등이다. 0.5% plain bupivacaine을 사용한 척추마취시 차단되는 최대 감각신경의 높이는 고비중 tetracaine의 마취시와는 분명한 차이가 있으며 또한 그 마취높이를 조절, 예측하기가 상당히 어려웠던 것으로 알려져 왔다²⁾. Stienstra등^{3,4)}은 bupivacaine의 온도가 척추마취시 감각차단높이에 영향을 미친다고 하였으며 이러한 사실의 설명은 주로 온도차로 인한 bupivacaine의 baricity의 변화로 설명되어졌다. 37°C에서 척수액의 비중은 1.0003인데 비하여 37°C에서 bupivacaine의 밀도는 0.9970으로서 hypobaric하고 4°C에서는 bupivacaine의 밀도가 1.0040으로서 hyperbaric한 것으로 알려져 있다(courtesy of Astra co., Netherlands).

이에 본 연구자는 온도에 따른 bupivacaine의 baricity의 영향을 보다 잘 규명하기 위해 환자의 체위를 좌위와 15° 두부하강체위로 하여 각 체위에 대해 37°C와 4°C의 bupivacaine을 주입하여 감각신경차단높이와 이러한 차단에 이르는 시간을 각 군간에 비교해 본 결과 bupivacaine의 온도 변화가 척추 마취시 감각 신경의 차단 높이에 영향을 미칠 수 있음을 확인하고 문헌고찰과 더불어 보고하는 바이다.

대상 및 방법

척추 마취하에 하지 수술을 받기로 예정된 신체 건강한(ASA I, II) 남, 여 환자 40명을 선택하여 술 전방문시 환자에게 실험에 대한 설명을 하여 동의를 얻었으며 무작위로 네 군의 환자군중 한 군에 임의로 배정하였다.

모든 대상환자들은 수술시작 1시간 전에 diazepam 0.1 mg/kg를 경구 투여하였고 nalbuphine 0.1 mg/kg를 근육주사하였다. 척추마취전에 하트만 용액 500 ml를 30분에 걸쳐 주입한 후 척추마취를 시행하였으며 1분간격으로 27G needle로 pinprick test에 의해 감각신경의 차단높이를 평가하였다. 각 환자군은 10명의 환자로 구성되어졌고 모든 환자는 제 3, 4 요추간부

에 25G Quincke needle을 사용하여 천자를 하였고 척수액의 배출을 확인한 후 0.5% plain bupivacaine 3 ml(15 mg)을 30초에 걸쳐 척수강내로 주입하였다. I 군에 속하는 환자들은 좌위를 취한 상태에서 척추천자후 37°C plain bupivacaine을 주입하였고 완전주입후 3분간 좌위상태를 유지한 후 양와위를 취하였다. II군에 속하는 환자들은 측와위를 취한 상태에서 15° 두부를 하강시킨 다음 척추천자하여 37°C bupivacaine을 주입하였고 주입 즉시 양와위를 취하였으나 두부하강상태는 3분간 유지한 후 정상위를 취하였다. III군에 속하는 환자들은 I군과 동일한 체위를 취하였으나 4°C bupivacaine을 사용하였고 마지막으로 IV군의 환자들에게는 4°C의 bupivacaine을 사용한 후 II군과 동일한 체위를 취하도록 하였다. 이때 사용한 37°C와 4°C의 bupivacaine은 최소한 24시간이상 37°C로 조정된 온상고와 4°C로 조정된 냉장고에 보관한 후 척수강 주입 직전에 사용하였다. 척수강내 bupivacaine의 주입시 사용되는 주사기도 각각 37°C와 4°C로 보관한 후 사용하였다.

모든 측정치는 평균±표준편차로 표시하였고, 통계처리는 환자들의 신체적 변수를 ANOVA로 감각신경의 차단높이와 차단시간에 대한 평가는 Tukey's test로 처리하였으며 p치가 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

대상 환자들의 나이, 체중, 신장등은 각군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 1).

각 군에 있어서 최대 감각신경차단높이는 I, IV군이 II, III군에 비해 유의성 있는 차이를 보여주었고 최대 감각신경차단에 이르는 시간은 I군은 II, III군에 비해 IV군은 II군에 비해 유의성 있는 차이를 보였다. I군에 있어서 최대 감각차단높이와 차단시간은 제 4 흉추신경과 9.6분으로 II군과 III군에 비해 유의성있게 차이를 보였으며 IV군에 있어서 최대 감각차단높이는 제 5 흉추신경절로 II, III군에 비해 유의성있게 높았으며 이때의 차단시간은 13.5분으로 II군에 비해 유의성있는 차이를 보였다(Table 2).

5분간격으로 조사한 감각차단높이는 30분까지 관찰하였으며 bupivacaine의 주입후 각 시간대 마다 측정된 감각신경차단높이는 I군과 IV군이 II군과 III군

Table 1. Demographic Data

	Group I	Group II	Group III	Group IV
Age(yrs)	35.5 ± 16.4	41.8 ± 14.0	41.7 ± 15.6	36.0 ± 20.3
Sex(male/female)	5/5	6/4	5/5	6/4
Height(cm)	166.8 ± 7.9	164.1 ± 8.9	163.5 ± 7.8	165.9 ± 8.0
Weight(kg)	62.1 ± 9.7	60.6 ± 10.5	60.7 ± 8.7	64.9 ± 8.9

All data except for sex are expressed as mean ± SD. No statistical difference among these four groups.

Table 2. Maximal Sensory Block

	Group I	Group II	Group III	Group IV
Maximal sensory spread				
level(thoracic)	T3.9 ± 1.0*	T9.4 ± 3.4	T10.2 ± 2.2	T5.0 ± 1.0*
time(min)	9.6 ± 3.3*	21.0 ± 9.7	18.0 ± 5.9	13.5 ± 3.4*

Data are expressed as mean ± SD. *: p<0.05 vs. group II, III. #: p<0.05 vs. group II.

Table 3. Sensory Block Level at Every 5 Minutes

Group	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min
I	6.6 ± 2.5*	4.2 ± 2.0*	3.7 ± 1.2*	3.7 ± 1.2*	3.7 ± 1.2*	4.0 ± 1.3*
II	14.5 ± 2.8	12.8 ± 3.9	11.1 ± 3.8	10.0 ± 4.2	9.7 ± 3.7	9.5 ± 3.5
III	14.0 ± 2.8	11.8 ± 2.9	11.0 ± 2.9	10.5 ± 2.5	10.1 ± 2.2	10.1 ± 2.2
IV	9.0 ± 1.3*	6.4 ± 1.2*	5.3 ± 0.9*	5.1 ± 1.0*	5.1 ± 1.0*	5.1 ± 1.0*

Data are expressed as mean ± SD. *: p<0.05 vs. group II, III.

에 비해 유의하게 높았다(Table 3).

고 찰

국소마취제를 척수강 내 주입한 후 척추 마취의 특징을 결정짓는 주된 세가지 요소는 첫째 변형된 신경 기능의 범위를 결정하는 척수강 내 국소마취제의 분포, 둘째 어떤 기능이 영향을 받는 지를 결정짓는 신경세포에 의한 섭취, 그리고 셋째 변형된 신경기능의 작용시간을 결정하는 국소마취제의 제거율로서 이러한 요소를 좌우하는 인자는 여러 문헌에서 고찰된 바 있다.^{5,6)}

척수강 내 국소마취제의 주입 후 이들의 분포를 가장 정확하게 알 수 있는 방법은 정해진 시간마다

서로 다른 척수 높이에서 척수액을 채취하여 국소마취제의 농도를 측정하는 방법이겠으나 이것은 동물 실험에서 허용되는 이상적 방법이겠고 임상적으로 가장 정확히 국소마취제의 척수강내 분포를 짐작할 수 있는 것은 pintrick test에 의한 감각 신경의 차단 높이일 것이다. 일반적으로 감각 신경의 차단 높이는 교감신경의 차단 높이 보다 두 분절 정도 낮고 운동 신경의 차단 높이보다 두 분절 정도 높은 것으로 알려져 있다. 이러한 각 신경 기능의 변경에 차이가 있는 것은 각 신경의 신경 차단 최소농도(Cm: minimum concentration)의 차이와 척수액에서 척수 기질 내로 국소마취제가 섭취(uptake)되는 정도의 차이일 것이다. 동물 실험에 의하면 국소마취제의 주입후 30분에서 척수의 각 부위마다의 농

도는 측주(lateral column), 후주(posterior column)에서 가장 높았으며 경막, 후근, 전주, 후각 회백질, 회백질, 전근, 척주, 경막외 지방, 전각 회백질, 후근 신경절의 순으로 국소마취제의 농도가 낮았다. 이러한 차이는 농도차에 의한 척수액에서 신경 기질로의 확산의 정도와 spaces of Virchow-Robin에 의한 척수액과 신경조직과의 거리의 근접 정도 그리고 신경조직 내의 혈관분포에 의한 제거율의 차이에 의한 것으로 설명되어 지고 있다⁶⁾.

척수강내 국소마취제의 주입후 국소마취제의 입자가 어느 범위까지 운동 혹은 확산해 가는 지는 확인하기 어렵지만 대부분의 국소마취제가 분포하여 신경학적 변화를 일으키는 범위가 임상에게 중요하며 이러한 범위를 결정짓는 가장 중요한 인자는 국소마취제의 용량, 국소마취제의 비중, 국소마취제가 척수액과 비중이 같지 않을 때 환자의 체위도 포함될 것이다¹⁾. 1899년 Bier에 의해 척수마취가 임상에 도입된 이래 Barker등⁷⁻⁹⁾은 고비중 국소마취제를 사용할 때 환자의 체위를 이용하여 신경차단의 높이를 조절하려는 시도를 해왔다.

고비중의 tetracaine을 사용한 척추마취와는 달리 0.5% plain bupivacaine을 이용한 척추마취시 감각신경의 차단높이는 예측하기가 까다롭고 작용시간이 긴 것이 단점으로 지적되어져 왔다^{2,10-12)}. 이러한 예측을 어렵게 하는 인자들로서는 20°C의 plain bupivacaine은 척수액에 비해 약간 저비중이어서 좌위를 취한 환자에서는 고위마취가 이루어지게 되고 엄밀한 의미의 등비중의 국소마취제는 중력에 의한 영향은 전혀 받지 않기 때문이다. 또한 0.5% plain bupivacaine은 식염수나 포도당액으로 준비된 동일한 등비중이나 고비중 bupivacaine에 비해 점도가 낮기 때문에 확산능이 커게 된다. 그래서 예기치 않은 고위차단이 올 수 있으며 또한 bupivacaine은 1% 이상의 농도에서는 척수액내에서 불용성의 염기나 침전물이 되기 때문에 이를 피하기 위해 낮은 농도의 bupivacaine을 사용하게 되면 마취용량을 맞추기 위해 상대적으로 많은 부피를 주입하여야 한다. 이러한 상대적 많은 부피는 척수액의 전이(displacement) 정도를 더욱 많이 유발하여 신경차단의 높이를 예측하기 어렵게 만든다.

척수액의 비중은 사람에 따라 차이가 있으며 문헌에 의하면 37°C에서 1.0003 ± 0.0003 g/ml으로 알려

져 있다^{5,13)}. 이러한 변이 때문에 한 사람에게 등비중인 국소마취제가 모든 사람에게 등비중이지는 않게 되는 것이다. 또한 0.5% plain bupivacaine도 0.997에서 1.0021의 다양한 비중을 가지고 있으며 온도에 따른 bupivacaine의 비중은 37°C에서 0.998, 4°C에서 1.004으로 알려져 있다. 그래서 37°C와 4°C의 bupivacaine은 일반적으로 각각 저비중과 고비중으로 작용한다. 그리고 체온과 다른 온도의 bupivacaine이 체내 주입시 체온으로 온도가 평형화되는 시간은 1~3분 정도이다^{14,15)}. 본 연구에서 좌위에서 37°C의 bupivacaine을 주입한 경우 주입 후 즉시 두부로 확산되어 갈 것이며 좌위에서 4°C의 bupivacaine을 주입한 경우는 20°C의 등비중이 된 이후 부터 두부로 확산되어 갈 것이다. 물론 좌위를 취하는 시간이 본 연구에서는 3분으로 정하였으므로 37°C의 bupivacaine을 주입한 군보다 두부로 확산 정도는 낮을 것이며 본 연구에서도 유의성있는 차이를 보여주고 있다. 양와위에서 제일 낮은 척추 부위는 제 5 흉추 부로서 고비중의 국소마취제를 사용하는 경우 대개 제 5 흉추 부위까지 신경차단이 이루어지는 것이 일반적이며 본 연구에서 4°C의 plain bupivacaine을 사용한 군이 15" 두부하강체위시 제 5 흉추 분절까지 신경차단이 일어나는 것과 또한 일치한다. 다만 15"의 두부하강이 제 5 흉추부 이상의 신경차단을 만들어 주는 지는 확신하기 힘들다. 본 연구에서 0.5% plain bupivacaine을 사용한 척수마취시 좌위에서 37°C의 0.5% bupivacaine을 주입한 군과 4°C의 0.5% bupivacaine을 주입한 후 15" 두부하강 체위를 취한 군이 보다 빠른 감각 신경차단과 예전할 수 있는 마취 높이를 얻었으나 실제 임상에서 적용하여 사용하기에는 번거로움과 불편함이 따른다. 다만 수술방의 온도가 시기에 따라 차이가 많이 나는 경우 미지의 온도인 0.5% plain bupivacaine의 사용은 환자의 체위에 따라 예측할 수 없는 감각신경차단 높이를 초래할 수 있다는 사실을 염두에 두어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Stienstra R, Greene NM: Factors affecting the subarachnoid spread of local anesthetic solutions. *Regional Anesthesia* 1991; 16: 1-6.
2. Logan MR, McClure JH, Wildsmith JAW: Plain bu-

- pivacaine; an unpredictable spinal anaesthetic agent. *Br J Anaesth* 1986; 58: 292-6.
 3. Stienstra R, Van Poorten JF: The temperature of bupivacaine 0.5% affects the sensory level of spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1988; 67: 272-6.
 4. Stienstra R, Gielen M, Van Poorten F, Kroon JW: Spinal anesthesia with plain bupivacaine 0.5%: Regression of sensory and motor blockade with different temperatures of the anesthetic solution. *Anesth Analg* 1989; 69: 593-7.
 5. Greene NM: Distribution of local anesthetic solutions within the subarachnoid space. *Anesth Analg* 1985; 64: 715-29.
 6. Greene NM: Uptake and elimination of local anesthetics during spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1983; 62: 1013-24.
 7. Barker AE: A report on clinical experiences with spinal analgesia in 100 cases. *Br Med J* 1907; 1: 665-74.
 8. Barker AE: A second report on clinical experiences with spinal analgesia with a second series of 100 cases. *Br Med J* 1908; 1: 244-9.
 9. Barker AE: A third report on clinical experiences with spinal analgesia. *Br Med J* 1908; 2: 453-5.
 10. Cameron AE, Arnold RW, Ghoris MW, Jamieson V: Spinal analgesia using bupivacaine 0.5% plain: Variation in the extent of the block with patient age. *Anaesthesia* 1981; 36: 318-22.
 11. Chambers WA, Edstrom HH, Scott DB: Effect of baricity on spinal anaesthesia with bupivacaine. *Br J Anaesth* 1981; 53: 279-82.
 12. Pitkanen M, Haapaniemi L, Tuominen M, Rosenberg PH: Influence of age on spinal anaesthesia with isobaric 0.5% bupivacaine. *Br J Anaesth* 1984; 56: 279-84.
 13. Levin E, Muravchick S, Gold MI: Density of normal cerebrospinal fluid and tetracaine solutions. *Anesth Analg* 1981; 60: 814-7.
 14. Davis H, King WR: Densities of common spinal anesthetic solutions at body temperature. *Anesthesiology* 1952; 13: 184-8.
 15. Ernst EA: In vitro changes of osmolality and density of spinal anesthetic solutions. *Anesthesiology* 1968; 29: 104-9.
-