Tetracaine과 Bupivacaine을 이용한 척추마취시 지각 및 운동신경 차단효과에 관한 비교

고신대학교 의과대학 마취과학교실

김정윤 · 박원봉 · 김두식 · 장태호

= Abstract =

Comparison of Sensory and Motor Blockade Effect of Tetracaine and Bupivacaine in Spinal Anesthesia

Jeong Yun Kim, M.D., Won Bong Park, M.D., Doo Sik Kim, M.D.
and Tae Ho Chang, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine,
Kosin University, Pusan, Korea

Background: Tetracaine has been the most commonly used spinal anesthetic agent. Recently bupivacaine has been found to be a useful agent, and has been reported not to cause neurologic complications as well as being a better quality anesthetic. The purpose of this study was to compare the anesthetic effects of bupivacaine with that of tetracaine.

Methods: Forty patients undergoing lower abdomen and lower limb operation were randomly allocated to two groups. Group I (n=20) received 15mg, 0.5% tetracaine in 10% dextrose, while Group II (n=20) received 15mg, 0.5% bupivacaine in 8% dextrose. After intrathecal injection of the agent at the level of L₃₋₄ intervertebral space, the changes in sensory and motor block, blood pressure and heart rate were measured in two groups.

Results: The onset time of sensory block was more rapid in Group I than in Group II. Two segment regression time of sensory block was significantly longer in Group II than in Group I ($p < 0.05$). The time for maximum motor block was shorter in group I than in Group II ($p < 0.05$), but the duration of decreased motor block was significantly longer in Group I. The change of systolic blood pressure in Group II was less than the change in Group I.

Conclusions: Bupivacaine has a longer sensory block duration, a weaker, shorter motor block duration and yields a less change in systolic blood pressure than tetracaine in spinal anesthesia. (Korean J Anesthesiol 1998; 35: 696~703)

Key Words: Anesthesia: spinal. Anesthetics, local: tetracaine; bupivacaine.

논문접수일 : 1998년 6월 26일

책임저자 : 장태호, 부산시 서구 암남동 34, 고신대학교 의과대학 마취과학교실, 우편번호: 602-702

Tel: 051-248-5161

서 론

국소마취제인 tetracaine은 지방용해도가 크고 신경막을 쉽게 통과하여 매우 낮은 농도에서도 신경섬유를 차단하기 때문에 중추신경 마취에 많이 사용되고 있으나 혈중에서 분해속도가 느려 전신 중독 반응의 빈도가 높아 척추마취시에만 주로 사용되고 있다. 반면에 bupivacaine은 tetracaine과는 달리 낮은 농도에서는 운동신경을 거의 차단하지 않고 감각신경을 차단하는 특성이 있어 국소침윤, 말초신경 차단, 산과 영역이나 통증치료 영역 등 그 사용 범위가 넓다. bupivacaine은 척추마취보다는 경막외마취에 주로 사용되어 왔으나 척수강내 주입 시 강도와 지속시간이 tetracaine에 못지않은 효과가 있다는 보고^{1,2)} 이래 많은 연구가 되어 지고 있다.

이러한 국소마취제들은 특히 약제의 농도와 용량, 용액의 비중 등에 따라 약물확산 정도와 마취분포가 달라지기 때문에 지각신경 차단뿐 아니라 운동신경 차단에도 서로 다른 효과를 나타내는 것으로 볼 수 있다.³⁾ 특히 마취용액의 비중차이는 마취제의 확산작용에 많은 영향을 끼치게 되어 체온 37°C에서 뇌척수액의 정상비중인 1.005 ± 0.003 보다 높은 고비중(hyperbaric)의 약제를 사용할 때는 척추분절의 마취제 주입장소, 환자체위의 변동에 따라 마취높이를 쉽게 조절할 수 있는 이점도 있고^{4,5)} 또 같은 비중의 국소마취제를 사용함에도 불구하고 운동신경 차단은 감각신경 차단보다도 차단부위가 낮고 강도도 다르게 나타난다.

본 연구는 지금까지 척추마취에는 잘 사용하지 않던 0.5% bupivacaine이 8% dextrose에 혼합된 고비중 용액을 척추마취시 사용하여 전통적으로 사용하고 있는 tetracaine과의 지각 및 운동신경 차단효과를 비교하고, 심혈관계에 미치는 영향 등을 분석하여 임상적 이용가치를 평가하고자 본 연구에 임하였다.

대상 및 방법

1) 대 상

미국 마취과학회 신체분류상 I, II군에 속하고 주로 하복부와 하지수술을 요하는 환자중 20세에서 50세 사이의 환자를 남녀 구별없이 선택하였으며, 전신질

환 즉 당뇨병, 고혈압, 심장질환, 신장질환, 기타 혈액학에 영향을 줄 수 있는 내분비계 질환이 있는 환자들을 제외한 40예를 대상으로 tetracaine 척추마취군(이하 I군) 20예, bupivacaine 척추마취군(이하 II군) 20예로 나누어 구분하였다. 모든 환자는 술전 방문시 본 연구에 대한 설명후 동의를 구하였다.

2) 방 법

마취전처치로 수술 30분전 midazolam 0.05 mg/kg을 근육주하고, 수술실에 도착 후 하트만씨 용액 10 ml/kg 정도를 20~30분에 걸쳐 점적 주입하였으며, 혈압 및 맥박수, 심전도, 동맥혈 산소포화도(SaO_2) 등을 측정할 수 있는 감시장치와 술중 동맥혈 산소포화도와 혈압 감소에 대비하여 산소마스크 및 ephedrine 등의 승압제를 준비하고 마취제 주입 후 5분 간격으로 측정하였다. 요추천자는 환자를 측와위로 눕힌 후 제 3~4요추간에 정중선 접근방법으로 척추바늘 25G를 이용하여 경막천자 후 뇌척수액 유출을 확인한 다음 약물을 서서히 주입하였다. 뇌척수액보다 고비중인 용액으로 I군은 10% 포도당을 혼합하여 만든 0.5% tetracaine(Pantocaine® 대한약품) 15 mg을, II군에서는 8% 포도당이 혼합된 0.5% bupivacaine(Marcaine® 대한약품) 15 mg을 각각 3 ml씩 사용하였다. 약물주입 후 환자를 앙와위로 눕혀 적어도 30분 동안 움직이지 않게 하였다.

지각신경 차단효과는 두 군 모두에서 약물 주입 후 10초 간격으로 장골능 하단 7.5 cm와 외측 대퇴 피신경이 있는 피부영역을 알코올 스펀지로 문질러 지각소실이 될 때를 마취발현 시간으로 측정하였다. 약물 주입 후 5분 간격으로 마취높이를 측정하여 최대 마취높이에 도달할 때의 시간도 함께 측정하였으며, 이 때 5분 간격으로 혈압 및 심박수를 함께 측정하였으며 약물 주입전의 혈압 및 심박수를 기준으로 정하였다. 마취후 수액유지는 시간당 2 ml/kg로 주입하였으며 수축기 혈압이 마취전 기준치에 비해 30% 이상 감소된 경우 하트만씨 용액 300~500 ml와 ephedrine 5 mg으로 교정하였다. 또한 약물을 주입하고 최대 마취높이에 도달한 후부터는 30분 간격으로 마취 회복정도를 측정하면서 최대 마취높이에서 2 피부 분절이 회귀(two segment regression) 될 때를 만족할만한 지각신경 차단 지속시간으로 정하였다.

운동신경 차단효과는 약물주입 후 5분 간격으로 Logan등에⁶⁾ 의해 개조된 Bromage Scale(0: 운동신경 차단이 없는 상태, 1: 무릎은 움직일 수 있으나 편 다리를 올릴 수 없는 상태, 2: 무릎을 구부릴 수 없는 상태, 3: 발목관절을 구부릴 수 없는 상태)을 이용하여 최대 마취높이 때 운동신경 차단정도, 운동신경 완전차단 유무를 조사하였다. 그 후 30분 간격으로 측정하여 운동신경 차단이 회복되는 시간을 측정하여 Bromage Scale이 한 등급 떨어질 때의 시점을 운동신경 차단 회복시간으로 정하였다. 모든 측정치는 평균±표준편차로 하였으며 두 군 사이의 통계학적 처리는 unpaired Student's t-test를 이용하였으며, p값이 0.05 미만일 때 두 군사이에 통계학적 의의가 있는 것으로 간주하였다.

결 과

척추마취를 시행받은 40예 중 I군(20예)과 II군(20예)간의 연령, 체중, 신장은 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1).

1) 지각신경 차단효과

지각차단 발현시간은 I군과 II군에서 각각 42.3 ± 12.6 초, 46.6 ± 14.7 초로 I군(Tetracaine군)에서 빨랐으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2). 마취높이 변화는 약물주입 후 5분 간격으로 최대 마취높이에 도달할 때까지 측정하였으며(Fig. 1), 최대마취 높이는 I군에서 $T_{5.2 \pm 1.3}$, II군에서는 $T_{4.7 \pm 2.3}$ 으로 II군에서 더 높았으나 최대높이에 도달하는 평균시간은 I군과 II군에서 각각 16.3 ± 4.5 분, 18.2 ± 5.1 분으로

I군이 보다 짧았다. 지각신경차단의 2피부분절 회귀시간은 I군에서 90.3 ± 9.4 분, II군에서 116.5 ± 10.8 분으로 Tetracaine군에서 지각신경차단의 지속시간이 유의하게 짧았다($P < 0.05$)(Fig. 2).

Fig. 1. Segmental spread of anesthesia after intrathecal administration of 0.5% tetracaine 15 mg with 10% dextrose(Group I. n=20) and 0.5% bupivacaine 15 g with 8% dextrose(Group II. n=20). Each point represents mean±SD.

Table 2. Comparison of Sensory and Motor Block in Each Group

	Group I	Group II
Sensory blockade		
onset time(sec)	42.3 ± 12.6	46.6 ± 14.7
maximum level	$T_{5.2 \pm 1.3}$	$T_{4.7 \pm 2.3}$
time to max. level(min.)	16.3 ± 4.5	18.2 ± 5.1
2-segment regression time(min.)	90.3 ± 9.4	$116.5 \pm 10.8^*$
Motor blockade		
time to maximum block(min.)	7.8 ± 1.9	$12.6 \pm 3.4^*$
Bromage Scale	3	2.9
time to recovery(min.)	162.2 ± 20.5	124.3 ± 27.7

Table 1. Demographic Data

	Group I (n=20)	Group II (n=20)
Age (yr)	21 ~ 48	20 ~ 50
Sex (M/F)	8 / 12	7 / 13
Height (cm)	159.6 ± 3.42	157.8 ± 5.76
Weight (kg)	55.7 ± 7.17	57.3 ± 6.54

Group I: 0.5% tetracaine 15g with 10% dextrose
Group II: 0.5% bupivacaine 15g with 8% dextrose
Mean±SD except age, sex

Group I: 0.5% tetracaine 15 g with 10% dextrose
Group II: 0.5% bupivacaine 15 g with 8% dextrose
*: p value<0.05 vs Group I.

Fig. 2. Segmental spread of anesthesia after intrathecal administration of 0.5% tetracaine 15 mg with 10% dextrose(Group I, n=20) and 0.5% bupivacaine 15 mg with 8% dextrose(Group II, n=20). Each point represents mean $\pm$ SD.

Fig. 3. Changes in systolic arterial pressure and heart rate after intrathecal injection between the two groups. ◆: Group I(0.5% tetracaine 15 mmg with 10% dextrose), ●: Group II(0.5% bupivacaine 15 mg with 8% dextrose). In Group I, significant decrease (*: $p < 0.05$) in systolic pressure occurred at 10~15 min. after injection compared with baseline. there was a significant difference in the time to maximum decrease in systolic pressure between two groups.

2) 운동신경 차단효과

약물주입 후 5분 간격으로 지각신경 차단과 동시에 운동신경 차단효과를 Bromage Scale로 측정한 결

Table 3. Degree of Motor Block by Bromage Scale

	Bromage scale			
	0	1	2	3
Tetracaine(n=20)	0	0	0	20
Bupivacaine(n=20)	0	0	2	18

과 완전 운동신경이 차단될 때의 시간은 I군에서 7.8 ± 1.9 분, II군에서 12.6 ± 3.4 분으로 I군에서 짧았으며($P < 0.05$), 지각신경 차단이 최대 높이에 도달시 운동신경 차단은 I군에서 20예 모두 Bromage 등급이 3이었으며 II군에서는 20예 중 2예가 2로 나타나 II군에서 운동신경이 완전히 차단되지 않았다(Table 3). 운동신경차단의 회복시간은 I군에서 162.2 ± 20.5 분, II군에서 124.3 ± 27.7 분으로 Bupivacaine군에서 유의하게 짧았다($P < 0.05$)(Table 3).

3) 심혈관계의 변화

혈압과 심박수의 변화는 약물 주입전 기준치와 약물 주입 후 5분 간격으로 관찰하였던 바 I군에서 수축기혈압은 기준치 128.8 ± 12.1 mmHg에서 약물 주입 10분과 15분에서 104.4 ± 8.9 mmHg, 103.5 ± 12.3 mmHg로 유의하게 감소하였다($P < 0.05$). II군에서는 약물 주입전 130.3 ± 14.2 mmHg에서 20분과 30분에 112.8 ± 9.6 , 115.5 ± 10.9 mmHg로 감소하였다. 두 군 사이의 수축기 혈압감소에는 유의한 차이는 없었으나, 혈압이 최대로 떨어지는데 걸리는 시간은 I군에 비해 II군에서 유의하게 길었다($P < 0.05$)(Fig. 3). 수축기 혈압이 마취전 기준치에 비해 30% 이상 감소된 경우가 두 군에서 각각 1명씩 있었으나 수축기 혈압이 80 mmHg 이하의 심한 저혈압을 나타낸 경우는 없었다. 심박수는 시간이 지날수록 감소하는 양상을 보였으며, I군에서 약물 주입 10분과 15분 주입 전에 비해 약 6%정도 떨어졌고, II군에서는 10분과 15분에 2~4% 감소하고 20~30분 사이 5~8% 정도 감소하였다. 그러나 두 군간의 유의한 차이는 없었다.

고 찰

현재 척추마취에 널리 사용되고 있는 tetracaine은

작용 발현시간이 빠르고 지각신경 및 운동신경 차단효과가 뛰어난 장점이 있는 반면에 수술 후 장시간 지속되는 운동신경 차단으로 인한 환자의 불편함과 급격한 혈압하강 등의 문제가 제기되고 있다.⁷⁻⁹⁾ 한편 amide형의 국소마취제에 속하는 bupivacaine은 경막외강 주입으로 최근에는 마취뿐 아니라 통증조절에도 널리 이용되고 있으나 척추강내 주입에 의한 마취는 국내외적으로 아직 다양하게 연구되어지고 있고, 고비중의 bupivacaine은 혈압 하강이 상대적으로 적고 운동신경 차단기간이 짧다는 것이 알려져 있다.¹⁰⁾ 수술실내에서 척추마취제 중 분말로 된 tetracaine 보다는 용액으로 제조된 bupivacaine이 사용이 편리하고 tetracaine과는 달리 bupivacaine은 열, 냉 또는 빛에 변성이 일어나지 않는 안정성이 있다는 특징도 가지고 있다.²⁾ 일반적으로 척추마취에 사용되는 약제는 혼합하는 용매에 따라 뇌척수액의 비중과 다르다. 뇌척수액의 정상비중은 체온 37°C에서 1.005 ± 0.003 인데 국소마취제를 척수액 또는 고장(6~10%) 포도당액에 혼합하면 척수액보다 높은 고비중액이 되며 증류수에 혼합하면 용질과 용매의 과다에 따라 고비중, 등비중(isobaric) 또는 저비중(hypobaric)액이 될 수 있다. 이러한 마취제의 비중 차이에 의해 마취제의 분포방법이 달라지기 때문에 환자의 자세 변화와 함께 마취제의 확산작용에 영향을 끼쳐 지각차단 발현시간, 지각차단 분절 높이, 지속시간 등에 영향을 미친다.^{4,5)} 특히 고비중의 국소마취제는 약제의 분포를 조절하기 쉬워 등비중액 보다 널리 사용되는 이유가 되며 마취발현이 빠르고 감각소실의 분절높이가 높으며 작용시간이 짧은 것으로 알려져 있다.¹¹⁾ 마취제는 용액의 비중과 용량, 총 주입량에 따라 확산속도와 마취높이가 달리 나타나게 되므로 본 연구에서도 이들의 차이를 없애기 위해서 두군의 용량(mg)과 총 주입량(volume)을 동량으로 사용하였으며, tetracaine은 10% 포도당액, bupivacaine은 8% 포도당액이 첨가되어 뇌척수액보다 고비중으로 사용하였으며 지각차단 발현시간에 있어서는 I군에서 42.3 ± 12.6 초, II군에서 46.6 ± 14.7 초로 등비중과 고비중의 bupivacaine을 사용한 결과 고비중에서 빠름을 나타낸 Chambers등의¹²⁾ 연구와 유사하며, 본 연구의 I군과 II군의 비교에서는 bupivacaine군에서 다소 발현시간이 늦게 나타났다. 지주막하강내 주입된 국소마취제가 확산되면서

지각차단 발현시간을 확인하는 방법에는 T₁₂ 피부절에 감각소실이 일어난 시점과¹³⁾ Shesky등과¹⁴⁾ 같이 T₁₀ 피부절에 감각소실이 일어난 시점으로 간주하는 보고도 있고, 본 연구에서와 같이 장골능 하단 7.5 cm과 외측 대퇴피하신경이 있는 피부영역의 알코올 스펀지에 의한 감각소실로 정하는 방법¹²⁾ 있다. 또한 지각차단 높이에 영향을 미치는 인자에는 환자의 신장과 체위, 천자부위, 약물의 용량과 총 주입량, 천자바늘의 사단방향과 반복주사(barbotage), 마취제 농도와 용액비중, 주입 속도등을 들 수 있으며 이들 인자들은 마취시에 상호 복합적으로 작용하여 나타나기도 한다. 그 중에서도 약물의 용량과 총 주입량, 용액의 비중이 서로 다른 마취제를 사용할 때에는 환자의 체위가 중요한 요소로 작용하겠으며, 약물의 용량이 총 주입량 보다 더 주요 인자로 작용한다고 하였다.¹⁵⁾ 이것은 같은 총 주입량에서 약물의 용량이 적으면 약물의 확산 정도와 강도가 떨어져지고 그 만큼 회복도 빨라진다는 의미가 된다. Van Zundert등은¹⁶⁾ 0.5% bupivacaine 2.5 ml와 0.125% bupivacaine 10 ml로 같은 용량에서 약물을 희석시켜 총 주입량을 늘려 실험한 결과 지각소실의 발현시간이나, 약물의 확산과 강도에 큰 차이를 볼 수 없었고 약물의 지속시간만이 짧아졌다는 보고를 한 바 있다. 이것 역시 Gaggero등의¹⁵⁾ 보고와 일치한다고 볼 수 있다. 그러나 포도당을 혼합한 고비중의 bupivacaine에서 saline으로 희석시켜 포도당 농도가 떨어지면 비중이 감소되어 빠른 회복에 역작용을 하는데 Liu등은¹⁷⁾ 고비중의 lidocaine보다 포도당이 첨가되지 않은 lidocaine이 작용시간이 길다고 했고, Stienstra등은¹⁸⁾ 고비중의 bupivacaine보다 등비중의 bupivacaine에서 작용시간이 길다고 보고한 바 있다.

본 연구에서는 두군 모두에서 제 3~4요추간으로 천자부위가 같고 환자의 신장과 체위에 차이가 없으며, 또한 서로 비슷한 고비중의 용액, 약물의 용량과 총 주입량을 같이 사용하여 여러 요인으로 인한 복합적인 영향을 줄이고 순수한 두 약물에 의한 차이를 관찰해 보고자 한 것으로 I군의 지각소실의 최대높이는 T_{5,2}±1.3, II군의 최대높이는 T_{4,7}±2.3로 bupivacaine군에서 다소 높았으며, 이때 최대높이에 이르는 시간은 I군에서 16.3±4.5분, II군에서 18.2±5.1분으로 bupivacaine군에서 역시 길었다. 김등은¹⁹⁾ 0.5% tetracaine 15 mg과 0.5% bupivacaine 15 mg을 사용한

결과 지각차단 최대높이가 tetracaine군은 $T_{6.3 \pm 2.2}$, bupivacaine군은 $T_{5.2 \pm 1.4}$ 로 bupivacaine군이 다소 높았으나 통계적인 차이는 없었고, 최고높이에 이르는 시간은 각각 16분, 13분으로 tetracaine군에서 느렸으나 역시 유의성은 없었다고 하였으며 본 연구의 결과와는 상이하였다. 그러나 Moore등은²⁾ tetracaine과 bupivacaine을 각각 12 mg씩 주입한 결과 최대 마취 높이는 두군에서 T_4 로 같았으나 이에 도달시간은 8분과 10분으로 bupivacaine군에서 느렸다고 보고한 바 있다. 지각차단 지속시간의 측정은 대부분 최대 지각차단 분절높이에서 2피부분절 내려왔을 때(two segment sensory regression)와 S_2 피부분절의 지각소실이 완전히 회복될 때를 기준으로 하고 있으며 본 연구에서는 2피부분절 회귀시간으로 정하여 I군에서 90.3 ± 9.4 분, II군에서 116.5 ± 10.8 분으로 bupivacaine군에서 지속시간이 유의하게 길었다($P < 0.05$).

일반적으로 지각신경의 차단높이는 교감신경의 차단높이보다 두 분절 정도 낮고 운동신경 차단 높이보다 두 분절 정도 높은 것으로 알려져 있다. 이는 특정신경에 대한 신경차단에 필요한 약물의 최소농도의 차이가 있다는 것과 척수액에서 척수기질 내로 국소마취제가 섭취(uptake)되는 정도, 신경조직내의 혈관분포에 의한 제거율의 차이가 있기 때문인 것으로 설명되고 있다.²⁰⁾ 특히 bupivacaine은 사용 목적에 따라 용액의 농도를 달리하여 선택적으로 척수신경을 차단할 수 있고 신경에 섭취되는 정도에 따라 교감 및 감각, 운동신경의 차단높이가 달라지는 특성이 있다. 그러나 본 연구에서는 운동신경의 차단높이를 측정하지 않았고 Bromage Scale에 의한 차단정도를 측정하였으므로 Cummings등에¹³⁾ 의하면 하지의 운동차단 발현은 비중에 클수록 빠르고 차단 지속시간은 비중에 클수록 짧아지며 운동 차단 정도는 비중에 관계없이 비슷하다고 하였으며, Gielen등은¹⁰⁾ 8% 포도당이 포함된 고비중 0.5% bupivacaine과 tetracaine 및 등비중 0.5%, 0.75% bupivacaine용액에서 운동신경 차단시간은 0.5% 고비중 bupivacaine이 가장 짧았고 고비중 tetracaine이 운동신경 차단시간이 더 길고 더 높은 빈도의 완전운동신경차단을 보였다고 하였다. 본 연구에서 I군 20예 모두 완전운동신경 차단을 나타내었고 II군에서는 20예 중 2명이 완전 차단되지 않아 tetracaine군에서 더 현저한 차단정도를 보였고 Bigler등도²¹⁾ 고비중

bupivacaine보다 고비중의 tetracaine군에서 더 현저한 운동신경 차단을 초래하였다고 보고한 바 있다. 또한 김등에²²⁾ 의하면 1% tetracaine 2 ml와 0.5% bupivacaine 2 ml에 동량의 10% 포도당을 혼합한 고비중 용액간의 연구에서 운동신경 차단 발현은 평균 5분 이내였고 완전 운동신경 차단시간은 tetracaine군이 평균 10분 이내 bupivacaine군이 평균 15분으로 bupivacaine군에서 발현시간이 늦었으며, 운동신경차단 회복정도는 2시간 이내 완전 회복이 tetracaine군에서 10예 중 2예였고 bupivacaine군에서 10예 중 6예로 고비중의 bupivacaine군에서 고비중 tetracaine군보다 운동신경 차단회복이 더 빨랐다고 하였다. 본 연구에서도 최대 운동신경 차단 발현시간은 tetracaine군이 bupivacaine군에 비해 통계적으로 유의하게 빨랐으며 차단 지속시간도 길었으며 더 높은 빈도의 완전운동신경차단을 보여 상기 연구들과 유사한 결과를 얻었다.

저혈압은 척추마취 방법의 흔한 합병증의 하나로서 그 발생기전에 있어서 교감신경 차단에 의한 혈관확장으로 심장으로의 부적절한 정맥환류로 유발된 전부하(preload)의 감소가 중요한 역할을 한다는 것은 이미 잘 알려져 있으며,²³⁾ 이러한 저혈압을 예방하기 위해서 마취 전 수액요법을 하거나 또는 마취높이가 안정된 후 하지저상, 기타 승압제 등을 사용하기도 한다. 건강한 사람에서 수액주입으로 심장의 전부하를 증가시킬 경우 동맥혈압과 맥박수는 대동맥과 경동맥에 위치한 압수용체의 교감신경 및 미주신경을 통한 반사(baroreceptor reflex)에 의해 상호 역작용을 하여 혈압은 상승하고 심박수는 감소하게 된다.²⁴⁾ 본 연구에서 혈압과 심박수의 변화는 약물 주입 전과 약물주입 후 5분 간격으로 관찰하였던 바 I군에서 수축기혈압은 약물 주입 전 128.8 ± 12.1 mmHg에서 약물주입 10분과 15분에서 104.4 ± 8.9 mmHg, 103.5 ± 12.3 mmHg(19~20% 감소)로 가장 많이 떨어졌다. II군에서는 약물 주입 전 130.3 ± 14.2 mmHg에서 20분과 30분에 112.8 ± 9.6 , 115.5 ± 10.9 mmHg(11~13% 감소)으로 최대로 감소하였다. 두 군사이의 수축기 혈압감소에는 유의한 변화는 없었으나, 혈압이 최대로 떨어지는데 걸리는 시간은 I군에 비해 bupivacaine군에서 유의하게 길었다($P < 0.05$). 이러한 혈압감소를 예견하여 마취 전 하트만 씨 용액(10 ml/kg)을 주입하여 이를 예방하고자 하

였으나 실제 확장된 혈관용적을 충분히 채워주지는 못한 상태로 추측된다. 심박수의 변화는 I군에서 약물 주입 10분과 15분에 평균 84~85회/min.로 오히려 6%정도 감소하는 양상을 보였으며 II군에서는 2~4%정도 감소하여 두군간의 유의한 변화는 없었다. 이와 같이 혈압감소에도 불구하고 심박수의 유의있는 변화가 없었던 것은 Skretting등의²⁵⁾ 주장과 같이 척추마취 후 흉부 늑간신경의 높이까지 차단이 이루어 질 때 이차적으로 심장에 교감신경차단 작용이 영향을 끼친 결과로 생각되며, 마취높이가 낮더라도 심장으로의 정맥환류가 감소할 경우 bain-bridge반사에 의한 미주신경 긴장도의 증가에 의해 심박수가 감소하기도 한다고 보고한 바 있는 Baron 등의²⁶⁾ 설명에 그 원인이 있는 것으로 생각할 수 있겠다.

결론적으로 bupivacaine사용이 척추마취시 tetracaine에 비해 지각신경 차단 효과가 크며, 운동신경 차단 정도는 약하고 회복은 빨리 나타나 술 후 조기활동에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되며, 또한 약물 주입 후 혈압하강이 점차적으로 떨어져 시술자에게 대처할 수 있는 시간적 여유를 충분히 가질 수 있게 하는 장점들이 있다고 하겠다.

참 고 문 헌

- Pflug AE, Aasheim GM, Beck HA: Spinal anesthesia: Bupivacaine versus tetracaine. *Anesth Analg* 1976; 55: 489-92.
- Moore DC: Spinal anesthesia: Bupivacaine compared with tetracaine. *Anesth Analg* 1980; 59: 743-750.
- Greene NM: Distribution of local anesthetic solutions within the subarachnoid space. *Anesth Analg* 1985; 64: 715-30.
- Stienstra R, Greene NM: Factors affecting the subarachnoid spread of local anesthetic solutions. *Reg Anesth* 1991; 16: 1-6.
- Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK: Clinical Anesthesia. 2nd ed. Philadelphia, J.B. Lippincott Company. 1992, pp 809-40.
- Logan MR, McClure JH, Wildsmith JAW: Plain bupivacaine: An unpredictable spinal anesthetic agent. *Br J Anaesth* 1986; 58: 292-6.
- Longnecker DE, Murphy FL: Introduction to anesthesia. 8th ed. Philadelphia, WB Saunders. 1992, pp 195-212.
- Axelsson KH, Edstrom HH, Sundberg AEA, Widman GB: Spinal anaesthesia with hyperbaric 0.5% bupivacaine: effects of volume. *Acta Anaesthesiol Scand* 1982; 26: 439-45.
- Sundnes KO, Vaagenes P, Skretting P, Lind B, Edstrom HH: Spinal analgesia with hyperbaric bupivacaine. Effects of volume of solution. *Br J Anaesth* 1982; 54: 69-73.
- Gielen MJM, Degrood PMRM, Edstrom HH, Crul F: Comparison of bupivacaine and tetracaine for spinal anesthesia. *Reg Anesth* 1984; 9: 62-7.
- Brown DT, Wildsmith JAW, Covino BG, Scott DB: Effects of baricity on spinal anesthesia with amethocaine. *Br J Anaesth* 1980; 52: 589-95.
- Chambers WA, Edstrom HH, Scott DB: Effect of baricity on spinal anaesthesia with bupivacaine. *Br J Anaesth* 1981; 53: 279-82.
- Cummings GC, Bamber DB, Edstrom HH, Rubin AP: Subarachnoid blockade with bupivacaine; A comparison with cinchocaine. *Br J Anaesth* 1984; 56: 573-9.
- Shesky MC, Rocco AG, Bizzarri-Schmid M, Francis DM, Edstrom H, Covino BG: A dose response study of bupivacaine for spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1983; 62: 931-5.
- Gaggero G, Van Gessel E, Forster A, Gosteli P, Gammuein Z: Comparison of 5mg tetracaine diluted in 1 ml, 2 ml, and 4 ml of 10% glucose for spinal anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1993; 37: 697-701.
- Van Zundert AA, De Wolf AM: Extent of anesthesia and hemodynamic effects after subarachnoid administration of bupivacaine with epinephrine. *Anesth Analg* 1988; 67: 784-7.
- Liu S, Pollock JE, Mulroy MF, Allen HW, Neal JM, Carpenter RL: Comparison of 5% with dextrose, 1.5% with dextrose, and 1.5% dextrose free lidocaine solutions for spinal anesthesia in human volunteers. *Anesth Analg* 1995; 81: 697-702.
- Stienstra R, Van Poorten JF: Plain or hyperbaric bupivacaine for spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1987; 66: 171-6.
- 김효정, 송경상, 박경희, 김광성: 지주막하 마취에서 Bupivacaine과 Tetracaine의 비교. *대한마취과학회지* 1997; 33: 283-90.
- Greene NM: Uptake and elimination of local anesthetics during spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1983; 62: 1013-24.
- Bigler D, Hjortso NC, Edstrom HH, Christensen NJ, Kehlet H: Comparative effects of intrathecal bupivacaine and tetracaine on analgesia, cardiovascular

- function and plasma catecholamines. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986; 30: 199-203.
 22. 김태성, 이광식, 김용호, 황영희, 유희구, 정춘근, 등: Bupivacaine에 의한 지주막하강 마취의 임상적 연구. *대한마취과학회지* 1985; 18: 448-57.
 23. Longnecker DE, Murphy FL: *Introduction to anesthesia*. 8th ed. Philadelphia, WB Saunders. 1992, pp 220-1.
 24. Mohrman DE, Heller LJ: *Cardiovascular physiology*. 3rd ed. New York, McGraw-Hill. 1991, pp 138-60.
 25. Skretting P: Hypotension after intercostal nerve block during thoracotomy under general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1981; 53: 527-9.
 26. Baron JF, Decaux-Jacolot A, Edouard A, Berdeaux A, Samii K: Influence of venous return on baroreflex control of heart rate during lumbar epidural anesthesia in humans. *Anesthesiology* 1986; 64: 188-93.
-