Tetracaine과 Bupivacaine을 이용한 척추마취시의 임상적 비교

대림성모병원 마취과학교실, *중앙대학교 의과대학 마취과학교실

하동춘 · 정용훈* · 이영희 · 정병연

- Abstract -

Comparative Study of 0.5% Hyperbaric Bupivacaine and 0.5% Hyperbaric Tetracaine in Spinal Anesthesia

Dong Choon Ha, M.D., Yong Hun Jung, M.D.*, Young Hi Lee, M.D.
and Byoung Youn Jeoung, M.D.

Department of Anesthesiology, Dae Rim St. Mary's Hospital, Seoul, Korea

*Department of Anesthesiology, College of Medicine, Chung-Ang University, Seoul, Korea

Background: Marcaine is a recently introduced hyperbaric bupivacaine. The aim of this study was to compare the difference in hemodynamic change and sensory or motor block between 0.5% hyperbaric bupivacaine and 0.5% hyperbaric tetracaine in spinal anesthesia.

Methods: Thirty patients belonging to ASA classes I and II were divided into either a tetracaine (Group I) or bupivacaine (Group II). All patients received an infusion of lactated Ringer's solution (1,000 ml). We standardized techniques and injected equal doses (12 mg) in equal volume (2.4 ml) intrathecally for spinal anesthesia. After intrathecal injection of the agents, we measured the blood pressure, heart rate, change of sensory block level according to pinprick test and motor block by the modified Bromage score until fixation was achieved.

Results: The onset time of sensory block was more rapid in Group I than in Group II. There was no difference in the level of sensory block between Group I and Group II. The time for maximum motor block was significantly shorter in Group I than in Group II ($p < 0.05$). The change in systolic and mean blood pressure in Group II was less than the change in Group I.

Conclusions: Bupivacaine has a longer sensory block duration, a weaker intensity and shorter duration of motor block and yields less change in blood pressure than tetracaine in spinal anesthesia. Therefore, we concluded that spinal anesthesia with hyperbaric bupivacaine may be used more safely in comparison with hyperbaric tetracaine in hemodynamically troublesome cases. (Korean J Anesthesiol 2000; 38: 1002~1008)

Key Words: Anesthetic technique: spinal. Anesthetics, local: bupivacaine; tetracaine. Surgery: lower extremity.

서 론

척추마취는 경막외마취와 함께 부위마취에서 가장

많이 사용되고 있는 마취 방법이다. 척추마취시 주로 사용하는 국소마취제로는 lidocaine, tetracaine등이 있으며 이들 약제는 뇌척수액의 비중과 비교하여 저 비중, 등비중, 고비중 국소마취제로 나누어지는 데, 고비중 국소마취제가 약제의 분포를 조절하기 쉬워 주로 사용되고 있다.¹⁻³⁾

이들 약제들 중 tetracaine은 지방용해도가 크고 신경막을 쉽게 통과하여 매우 낮은 농도에서도 신경섬

논문접수일 : 2000년 2월 21일

책임저자 : 정병연, 서울시 영등포구 대림 1동 978-13

대림성모병원 마취과, 우편번호: 150-071

Tel: 02-8299-000, Fax: 02-8299-299

유가 차단되나 혈중에서 분해속도가 느려 전신 중독 반응의 빈도가 높아 척추마취시에만 사용되고 있다. Bupivacaine은 tetracaine과 달리 낮은 농도에서는 운동신경을 거의 차단하지 않고 감각신경만을 차단하는 장점이 있어 국소 침윤, 말초신경 차단, 산과 영역이나 통증치료 영역 등에 사용되어지고 있다. Bupivacaine은 척추마취보다는 경막외마취에 주로 사용되어 왔으나 척추강내 주입시 강도와 지속시간이 tetracaine에 못지않은 효과가 있다는 보고이래^{4,5)} 많은 연구가 행해지고 있다.

이러한 국소마취제들은 특히 약제의 농도와 용량, 용액의 비중 등에 따라 약물확산 정도와 마취분포가 달라지기 때문에 지각신경 차단 뿐 아니라 운동신경 차단에도 서로 다른 효과를 나타내는 것으로 볼 수 있다.⁶⁾

이에 저자들은 일반적으로 마취범위에 영향을 주는 다른 요인들을 한정시키고 bupivacaine과 tetracaine의 주입할 때의 지각신경 차단과 운동신경 차단 및 혈액학적 변화에 대해 비교 분석해 보기로 하였다.

대상 및 방법

미국 마취과학회 신체분류상 1, 2군에 속하고 하지 수술을 받는 정형외과 환자중 나이가 20세에서 60세 사이인 척추마취에 절대적 혹은 상대적 금기가 없는 30명의 환자를 대상으로 본 실험에 대하여 설명을 한 다음 동의하는 환자들에게 시행하였다.

이들 환자를 무작위로 15명의 tetracaine 군(Group I)과 15명의 bupivacaine 군(Group II)으로 나누었다. 모든 환자들에게 수술 30분 전 midazolam 0.05 mg/kg을 근육주사하고 수술실에 도착한 후 혈압 및 맥박수, 심전도, 동맥혈 산소포화도 등을 측정할 수 있는 감시장치를 부착하고 Hartmann 용액을 빠르게 1000 ml

를 정주하였다. 술중 혈압 감소와 동맥혈 산소포화도의 감소에 대비하여 승압제와 산소마스크를 준비하였다.

요추천자는 환자를 측와위로 한 후 제3-4 요추간에서 척추바늘 25 G를 이용하여 정중 접근법으로 경막천자후 뇌척수액 유출을 확인한 다음 Group I은 고비중 0.5% tetracaine(Pantocaine® 20 mg + 10% 포도당 용액 4 ml) 12 mg (2.4 ml)을, Group II는 고비중 0.5% bupivacaine (Marcaine®, 한국아스트라) 12 mg (2.4 ml)을 1분에 걸쳐서 반복 혼합없이 주입하였다. 마취제 주입 후 처음 10분 동안은 2분 간격으로 그 후로는 5분 간격으로 50분 동안 혈압과 맥박을 측정하였다. 수술실에 도착한 후 마취 전에 측정 한 혈압과 맥박을 대조치로 하였다.

감각 소실은 약물 주입 후 23 G 주사침을 이용하여 pinprick 검사로 감각소실 분절의 높이와 소요시간을 측정하였다. 운동 차단은 Logan 등에⁷⁾ 의해 수정된 Bromage score (0점: 무릎과 발을 완전히 굴곡시킬 수 있는 마비되지 않은 상태, 1점: 무릎만 굴곡시킬 수 있음, 2점: 무릎을 굴곡시킬 수 없고 발목만 굴곡시킬 수 있음, 3점: 발목도 굴곡시킬 수 없음)를 이용하여 약물 주입 후 처음 10분간은 2분 간격으로 그 후로는 5분 간격으로 완전한 차단에 도달할 때까지 측정하였다.

활력 증후에서의 실험치와 대조치의 비교는 paired Student's t-test를 사용하였고 tetracaine과 bupivacaine 군 간의 감각소실과 운동차단에 대한 실험치의 비교와 두 군간의 활력증후의 비교는 unpaired Student's t-test로 처리하였으며 $P < 0.05$ 를 유의 있는 차이로 간주하였다.

결 과

하지 수술을 받는 환자 30명을 대상으로 본 실험

Table 1. Demographic Data

	Age	Height (cm)	Weight (kg)
Tetracaine (n = 15)	42 ± 10.0	169.8 ± 5.5	65.3 ± 7.2
Bupivacaine (n = 15)	41 ± 10.5	168.9 ± 6.5	65.7 ± 7.1

All value are expressed as mean ± standard deviation.

Table 2. Anesthetic Results between Two Anesthetics

	Maximal sensory block level	Maximal sensory block time (min)	Complete motor block time (min)	2-segment regression time (min)
Tetracaine (n = 15)	T5.3 $\pm$ 1.6	9.8 $\pm$ 4.2	5.5 $\pm$ 1.7	92.3 $\pm$ 8.8
Bupivacaine (n = 15)	T6.5 $\pm$ 1.8	12.0 $\pm$ 6.5	16.7 $\pm$ 7.6*	117.8 $\pm$ 10.5*

All values are expressed as mean $\pm$ standard deviation.

*: $p < 0.05$ compared with tetracaine group.

Table 3. Regression of Motor Block by Bromage Scale

	Bromage scale			
	0	1	2	3
Tetracaine (n = 15)	0	0	0	15
Bupivacaine (n = 15)	0	0	2	13

을 하였으며 두 군 사이에는 나이, 신장, 체중 등에서 유의한 차이는 없었다(Table 1).

최대 감각 소실분절의 높이는 tetracaine 군에서는 평균 T5.3 $\pm$ 1.6이었고, 이 분절 높이까지 마취되는데 소요된 시간은 평균 9.8 $\pm$ 4.2분이었다. Bupivacaine 군에서는 최대 감각 소실분절의 높이는 평균

T6.5 $\pm$ 1.8이었고, 이 분절 높이까지 마취되는데 소요된 시간은 평균 12.0 $\pm$ 6.5분이었다. 감각 소실분절과 소요된 시간은 두 군 사이에서 유의한 차이는 없었다. 그러나 2-segment regression time은 bupivacaine 군에서는 117.8 $\pm$ 10.5분으로 tetracaine 군의 92.3 $\pm$ 8.8분에 비해 유의한 차이를 보였다(Table 2).

운동차단의 정도는 tetracaine 군에서는 평균 5.5 $\pm$ 1.7분, bupivacaine 군에서는 평균 16.7 $\pm$ 7.6분에서 완전한 운동차단이 이루어졌으며 두 군 사이에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$)(Table 2). Tetracaine 군에서는 대상환자 15명 모두 완전차단이 되었으나 bupivacaine 군에서는 2명의 환자가 Bromage scale 2의 운동차단이 되었다(Table 3).

심혈관계 변화는 수축기 혈압은 tetracaine 군에서는 약물 주입 후 대조치에 비하여 6분부터 40분까지

Fig. 1. Changes in systolic blood pressure during anesthesia (mean $\pm$ SD). Significant decrease ($p < 0.05$) in systolic blood pressure compared with control values occurred in the bupivacaine group from 10 to 55 minutes, and in the tetracaine group from 6 to 40 minutes after intrathecal injection. There was significant difference ($p < 0.05$) between bupivacaine group and tetracaine group in systolic blood pressure from 6 to 30 minutes after intrathecal injection. *: $p < 0.05$ compared to control value. †: $p < 0.05$ compared bupivacaine group with tetracaine group.

유의한 감소를 보였고($p < 0.05$), bupivacaine 군은 약물 주입 후 10분부터 55분까지 대조치에 비하여 유의한 감소를 보였으며($p < 0.05$), 두 군간의 비교에 있어서 tetracaine 군이 bupivacaine 군에 비해 약물 주입 후 6분에서 30분 까지에서 유의한 감소를 보였다($p < 0.05$)(Fig. 1).

이완기 혈압은 두 군 모두 약물 주입 후 4분에서 대조치에 비하여 유의한 감소($p < 0.05$)를 보이기 시작하여 tetracaine 군은 45분까지, bupivacaine 군은

40분까지 유의한 감소가 지속되었지만 두 군 사이에서 유의한 차이는 없었다(Fig. 2).

평균 동맥압은 두 군 모두 약물 주입 후 4분에서 대조치에 비하여 유의한 감소($p < 0.05$)를 보이기 시작하여 tetracaine 군에서는 45분까지, bupivacaine 군에서는 40분까지 유의한 감소를 보였으며($p < 0.05$), tetracaine 군이 bupivacaine 군에 비해 약물 주입 후 6분에서 20분까지 유의한 감소를 보였다($p < 0.05$)(Fig. 3).

Fig. 2. Changes in diastolic blood pressure during anesthesia (mean $\pm$ SD). Significant decreases ($p < 0.05$) in diastolic blood pressure compared with control values occurred in the bupivacaine group from 4 to 40 minutes, and in the tetracaine group from 4 to 45 minutes after intrathecal injection. No significant difference between bupivacaine and tetracaine group. *: $p < 0.05$ compared to control value.

Fig. 3. Changes in mean arterial pressure during anesthesia (mean $\pm$ SD). Significant decreases ($p < 0.05$) in mean arterial pressure compared with control values occurred in the bupivacaine group from 4 to 40 minutes, and in tetracaine group from 4 to 45 minutes after intrathecal injection. There was significant difference ($p < 0.05$) between bupivacaine group and tetracaine group in mean arterial pressure from 6 to 20 minutes. *: $p < 0.05$ compared to control value. †: $p < 0.05$ compared bupivacaine group with tetracaine group.

Fig. 4. Changes in heart rate during anesthesia (mean $\pm$ SD). Significant decreases ($p < 0.05$) in heart rate compared with control values occurred in the bupivacaine group from 10 to 60 minutes, and in tetracaine group from 8 to 60 minutes after intrathecal injection. No significant difference between bupivacaine and tetracaine group. *: $p < 0.05$ compared to control value.

맥박은 대조치에 비하여 tetracaine 군에서는 약물 투여 후 8분부터, bupivacaine 군에서는 약물 투여 후 10분부터 유의하게 감소하여 두 군 모두 약물 투여 후 60분까지 유의하게 감소하였으며($p < 0.05$), 두 군 사이에 유의한 차이는 없었다(Fig. 4).

본 실험에서 수술중 합병증은 tetracaine 군에서 심한 저혈압 및 서맥이 2명에서 발생되어 ephedrine으로 치료하였으며 bupivacaine 군에서는 심한 저혈압이나 서맥이 나타난 환자는 없었다.

고 찰

척추마취는 1885년 Corning이 처음으로 cocaine을 사용하여 시도한 후 현재는 다양한 국소마취제의 등장으로 더욱 보편화되었으며 주로 사용되는 약제는 lidocaine, tetracaine, bupivacaine 등이 있다. 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 혈압 하강 등의 문제가 제기되고 있다.⁸⁻¹⁰⁾

한편 amide형의 국소마취제에 속하는 bupivacaine은 경막외강 주입으로 최근에는 마취 뿐 아니라 통증조절에도 널리 이용되고 있으나 척추강내 주입에 의한 마취는 국내외적으로 아직 다양하게 연구되고 있으며 고비중의 bupivacaine은 혈압 하강이 상대적

으로 적고 운동신경 차단시간이 짧은 것으로 알려져 있다.¹¹⁾ 수술실내에서 척추마취제 중 분말로 된 tetracaine보다는 용액으로 제조된 bupivacaine은 열, 냉 또는 빛에 변성이 일어나지 않는 안전성이 있다는 특징도 갖고 있다.⁹⁾

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 종류수에 혼합하면 저비중액이 되므로 용질과 용매에 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.^{2,3)} 특히 고비중의 국소마취제는 약제의 분포를 조절하기 쉬워 등비중액 보다 널리 사용되며 마취발현이 빠르고 감각소실의 분절높이가 높으며 작용시간이 짧다. 반면 등비중 국소마취제는 마취의 발현이 느리고 작용시간이 길다고 한다.¹²⁾ 마취제는 용액의 비중과 용량, 총 주입량에 따라 확산속도와 마취높이가 달리 나타나게 되는데¹²⁾ 본 연구에서도 이들의 차이를 없애기 위해서 두 군의 용량(mg)과 총 주입량(volume)을 동량으로 사용하였으며, tetracaine은 10% 포도당액, bupivacaine은 8% 포도당액이

첨가되어 뇌척수액보다 고비중으로 사용하였다. 최대 감각 소실 분절은 김효정 등은¹³⁾ 0.5% tetracaine 15 mg과 0.5% bupivacaine 15 mg을 사용한 결과 지각차단 최대 높이가 tetracaine 군은 $T6.3 \pm 2.2$, bupivacaine 군은 $T5.2 \pm 1.4$ 로 bupivacaine 군에서 다소 높았으나 통계적인 차이는 없었고, 최고높이에 이르는 시간은 각각 16분, 13분으로 tetracaine 군에서 느렸으나 역시 유의성이 없었다고 하였으며, Moore는⁵⁾ tetracaine과 bupivacaine을 각각 12 mg씩 주입한 결과 최대 마취높이는 두군에서 T4로 같았으나 이에 도달한 시간은 8분과 10분으로 bupivacaine 군에서 느렸다고 보고한 바 있다. 본 연구에서는 최대 감각 소실 분절의 평균치는 tetracaine 군은 $T5.3 \pm 1.6$, bupivacaine 군은 $T6.5 \pm 1.8$ 이었고 발현시간은 tetracaine 군에서 9.8 ± 4.2 , bupivacaine 군은 12.0 ± 6.5 이었다.

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 흡수되는 정도, 신경조직내의 혈관분포에 의한 제거율의 차이가 있기 때문인 것으로 설명되고 있다.¹⁴⁾ Gielen 등은¹¹⁾ 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 완전운동 신경차단을 보였다고 하였다. Bieger 등도¹⁵⁾ 고비중 bupivacaine보다 고비중의 tetracaine에서 더 현저한 운동신경 차단을 초래한다고 보고한 바 있으며, 또한 김태성 등에¹⁶⁾ 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 차단은 tetracaine이 평균 10분 이내 bupivacaine이 평균 15분으로 bupivacaine 군에서 발현시간이 늦었으며 운동신경 차단 회복 정도는 2시간 이내 완전 회복이 tetracaine 군에서 10예 중 2예였고 bupivacaine 군에서 10예 중 6예로 고비중의 bupivacaine 군에서 tetracaine 군보다 운동신경 차단회복이 빨랐다고 하였다. 완전한 운동신경 차단의 발현 시간은 고비중 0.5% tetracaine 13-

14 mg을 사용한 김용기 등은¹⁷⁾ 약 5분에 발생한다고 하였고 본실험에서는 tetracaine 군에서 평균 5.3 ± 1.9 분이 소요되었다. Bupivacaine 군에서의 운동신경 차단시간은 Axelsson 등에서는¹⁸⁾ 고비중 0.5% bupivacaine을 사용한 군에서는 완전한 운동신경 차단의 발현 시간은 10 mg 사용한 군은 20분, 15 mg 사용한 군은 13분으로 관찰되었으며 본 실험에서는 평균 16.7 ± 7.6 분이 걸렸으며 두 군 간에는 통계학적인 유의성이 있었다.

심혈관계 변화는 김용기 등과¹⁷⁾ 임경준 등은¹⁹⁾ 0.5% tetracaine 13-14 mg을 사용한 후 수축기 혈압은 4분에서 유의있는 감소를 보이기 시작하여 30분경에 최저 혈압에 도달하였고 이완기 혈압은 10분에 유의한 감소를 보이기 시작하여 40분에 최저 혈압을 보였으며 맥박은 15분에 유의한 감소를 보이기 시작하여 35분에 최저 맥박을 보였다고 한다. 본 실험에서도 위의 결과와 유사한 혈압과 맥박의 변화를 보였다. 본 실험에서 bupivacaine 군의 수축기 혈압은 약물 주입후 10분부터 통계학적으로 유의한 감소를 보이기 시작하여 55분까지 지속되었지만 tetracaine 군에 비하여 혈압의 감소가 늦게 나타났으며, 평균 동맥압은 두 군 모두 약물 주입후 4분부터 감소하기 시작하였으나 tetracaine 군에서 감소의 폭이 컸다. 이완기 혈압과 맥박은 두 군 모두 유사한 감소를 보였다.

결론적으로 척추마취시 bupivacaine 사용이 tetracaine에 비해 감각 소실 범위와 발현 시간은 유의한 차이는 없으면서 운동 신경 차단은 약하고 회복은 빨리 나타나므로 술 후 조기활동에 도움이 될 것으로 생각되며 전반적인 심혈관계 저하는 약물주입 후 tetracaine에 비해 점차적으로 나타나므로 심혈관계 저하를 예방하고 대처하는데 시간적 여유를 가질 수 있는 장점이 있다고 생각된다. 척추마취시 bupivacaine사용이 점점 증가하는 추세이므로 사용 용량에 따른 차단 높이에 관한 연구가 더욱 활발하게 진행되어 수술부위, 키 또는 연령의 차이에 따라 적정의 용량이 사용되도록 해야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 대한마취과학회 교과서편집위원회 편저: 마취과학. 3판. 서울, 여문각. 1994, pp 192-209.

2. Stienstra R, Grene NM: Factors affecting the subarachnoid spread of local anesthetic solution. *Reg Anesth* 1991; 16: 1-6.
3. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK: Clinical Anesthesia. 2nd ed. Philadelphia, J.B. Lippincott Company. 1992; pp 824-8.
4. Pflug AE, Aasheim GM, Beck HA: Spinal anesthesia: Bupivacaine versus tetracaine. *Anesth Analg* 1976; 55: 489-92.
5. Moore DC: Spinal anesthesia: Bupivacaine compared with tetracaine. *Anesth Analg* 1980; 59: 743-50.
6. Greene NM: Distribution of local anesthetic solutions within the subarachnoid space. *Anesth Analg* 1985; 64: 715-30.
7. Logan MR, McClure JH, Wildsmith JAW: Plain bupivacaine: An unpredictable spinal anaesthetic agent. *Br J Anaesth* 1986; 58: 292-6.
8. Longnecker DE, Murphy FL: Introduction to anesthesia. 8th ed. Philadelphia, WB Saunders. 1992, pp 195-212.
9. 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.
10. 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.
11. Gielen MJM, Degrood PMRM, Edstrom HH, Crul F: Comparison of bupivacaine and tetracaine for spinal anaesthesia. *Reg Anesth* 1984; 9: 62-7.
12. Brown DT, Wildsmith JAW, Covino BG, Scott DB: Effect of baricity on spinal anesthesia with amethocaine. *Br J Anaesth* 1980; 52: 589-2.
13. 김효정, 송경상, 박경희, 김광성: 지주막하강 마취에서 bupivacaine과 tetracaine의 비교. *대한마취과학회지* 1997; 33: 283-90.
14. Greene NM: Uptake and elimination of local anesthetics during spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1983; 62: 1013-24.
15. Bieger 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.
16. 김태성, 이광식, 김용호, 황영희, 유희구, 정춘근 등: Bupivacaine에 의한 지주막하강 마취의 임상적 연구. *대한마취과학회지* 1985; 18: 448-57.
17. 김용기, 유병식, 박은주, 정종달, 김용일, 채종환: 0.5% 등비중 bupivacaine과 고비중 T-Caine에 의한 척추마취의 비교. *대한마취과학회지* 1990; 23: 769-74.
18. Axelsson KH, Edstrom HH, Sundberg AAA, Widman GB: Spinal anaesthesia with hyperbaric 0.5% bupivacaine: Effect of volume. *Acta Anaesthesiol Scand* 1982; 26: 439-45.
19. 임경준, 유병식, 박은주, 정종달, 김용일, 채종환: 0.25% 고비중 bupivacaine에 의한 척추마취의 효과. *대한마취과학회지* 1990; 23: 763-8.