

제왕절개술을 위한 경막외 2% Lidocaine 용액의 알카리화

제명대학교 의과대학 마취과학교실

김애라 · 김홍란

=Abstract=

Alkalization of Epidural 2% Lidocaine Solution for Cesarean Section

Ae Ra Kim, M.D., Hong Ran Kim, M.D.,

Department of Anesthesiology, Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea

Sixty parturients scheduled for elective cesarean section at term under epidural anesthesia were randomly divided into one of two groups. Group 1 patients were given a prepared 2% lidocaine solution with 1:200,000 epinephrine plus 1ml of normal saline per 10ml of lidocaine; the solution pH was 2.45. Group 2 patients were given a prepared 2% lidocaine solution with 1:200,000 epinephrine plus 1ml(1mEq) NaHCO₃ per 10ml of lidocaine; the solution pH was 7.20. Just before injection, either 2ml normal saline(group 1) or 2ml(2mEq) 8.4% NaHCO₃ solution(group 2) was added to 20ml 2% lidocaine hydrochloride with 1:200,000 epinephrine. The time to onset of the T5 sensory block (time between completion of injection and loss of cold sensation at T5 dermatome) was significantly more rapid in the group 2 that received the pH-adjusted solution. The mean onset time was 4.9±1.3 min in the group 2 and 6.4 ± 2.0 min in the group 1. The time to peak level was also significantly more rapid in the group 2 at 10.5±2.7 min and group 1 at 13.3±4.0 min. But the peak level was not statistically significant between the two groups. The spread of sensory blockade was significantly more rapid in the pH-adjusted group at 5, 10 and 15 min after epidural injection. Incidence of maternal hypotension during the operation did not differ significantly between the two groups. The time from end of injection to Bromage scale 0 did not differ significantly between the two groups.

Key Words : Cesarean section, Epidural block, Lidocaine, Sodium bicarbonate

서 론

일반적으로 사용되는 국소마취제는 약제의 용해성과 안정성을 유지하기 위해 염(salt)의 형태로 되어 있으며 모든 염은 산성이다. 이러한 국소마취제에 경막외마취시 epinephrine이 첨가되면 이 epinephrine은 산화(oxidation)를 방지하기 위해 산성용액

으로 되어 있으므로 약제는 더욱 산성이 된다¹⁾.

1910년 임상에서는 처음으로 Gros²⁾는 국소마취제의 pH를 증가시키므로 신경차단의 작용발현을 빠르게 할 수 있다고 보고하였다. Lidocaine은 pH 6 이하의 산성용액에는 1% 이하에서 비이온화 형태로 되어 있으나 pH 7에서는 11%에서 비이온화 형태로 존재한다. 이와 같이 국소마취제의 pH를 생

리적 범위(7.0~7.4)내로 알카리화시키면 지방용해성 인 비이온화된 염기가 증가되므로 신경초(neural sheath)와 신경막을 쉽게 통과하여 작용부위에 빨리 도달할 수 있어 작용발현 시간을 단축시킨다.

본 연구에서는 제왕절개술을 위한 경막외마취시 2% lidocaine 용액에 sodium bicarbonate를 첨가하여 pH를 증가시켜 사용하므로서 경막외마취에 미치는 영향에 관해 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

미국 마취과학회 분류상 1급에 속하며 신장이 155~165cm인 선택적 제왕절개술을 받을 산과 환자 60명을 대상으로 하였다. 대상환자 모두 마취전 처치는 하지 않았고, 마취전 수술실에서 약 500~700ml의 하트만씨 용액을 정주하였다. 경막외마취는 체위를 좌위로 하여 제 2~3이나 3~4 요추간에 18G Tuohy 바늘을 사용해서 식염수를 이용한 저항 소실법으로 경막외강을 확인하고 카테터를 두부 방향으로 3~4cm 더 삽입한 후 환자의 등에 고정하였다. 환자는 양와위 저혈압 증후군을 예방하기 위해 오른쪽 둔부에 쇄기를 반복 자궁을 왼쪽으로 기울여지게 하였다. 환자들은 30명씩 무작위로 선택하여 두군으로 나누어서 제1군(조절군)은 1:200,000 epinephrine이 혼합된 2% lidocaine hydrochloride 10ml당 생리적 식염수 1ml를, 제2군(pH를 증가시킨 군)은 1:200,000 epinephrine이 혼합된 2% lidocaine hydrochloride 10ml당 8.4% sodium bicarbonate (증외제약) 1ml(1mEq)를 주입직전에 혼합하여 총 용량 22ml(lidocaine 400mg)를 경막외 카테터를 통해 주입하였다. 환자군에 따른 마취용액 중 3ml를 미리 시험량으로 주입 후 지주막하강이나 혈관내 삽입된 증상이 없음을 2분동안 관찰하여 확인한 후 나머지 19ml를 3분동안 서서히 주입하였다. 약제주입을 완료한 시간을 0로 정하고 그 이후부터 30초 간격으로 양쪽 쇄골중앙선(midclavicular line)을 따라 얼음주머니를 이용하여 냉각소설의 분율을 측정하였다. T5 분절에 감각소설이 일어난 시

간을 측정하였고 양쪽이 동일하지 않을 경우에는 차단이 높은 분절을 이용하였으며, 약제주입 완료후부터 5분 간격으로 30분동안 감각소설의 높이를 측정하였다. 감각차단이 T5에 도달한 후에 수술을 시작하였으며 술중 통증을 호소한 환자는 mild, moderate 그리고 severe로 분류하였다. 수술시작시간, 분만시간, 분만후 1분과 5분의 Apgar지수 그리고 수술기간등을 각각 기록하였다. 혈압의 측정은 약제주입을 완료한 후부터 분만까지는 1분 간격으로 그리고 분만 후에는 5분 간격으로 자동혈압기로 수축기혈압을 측정하였으며, 저혈압은 술전 혈압의 20% 이상 감소될 때나 100mmHg 이하일 때로 간주하고 이때는 ephedrine 8mg을 정주하였으며 필요시 반복 투여하였다. 산소는 6L/min로 산소마스크를 통해 수술이 끝날 때까지 공급하였다. 술중 환자의 불안을 해소하기 위해서는 midazolam 1mg을 분만전에 그리고 분만 후에는 2~3mg을 추가하였다. 회복실에서는 약제 주입완료에서 Bromage scale 0 (0점은 운동신경차단이 없는 것)까지를 운동신경이 완전히 회복되는 시간으로 측정하였다.

모든 관찰 결과의 통계처리는 student t-test와 chi-square test를 이용하여 p 값이 0.05이하인 경우를 유의성이 있는 것으로 판단하였다.

결 과

각 군에서 연령, 체중, 신장 및 임신기간등에는 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1). 각 군에서 사용한 lidocaine의 농도는 양 군 모두 동일하게 1.82%였으나 pH는 1군에서는 2.45였으며 2군에서는 7.20이었다(Table 2). 감각차단이 T5분절에 도달하는 시간은 1군(조절군)의 6.4 ± 2.0 분에 비해 2군(pH를 증가시킨 군)에서는 4.9 ± 1.3 분으로 유의하게 빨랐으며(Table 3), 감각소설이 최고 높이에 도달하는 시간 역시 2군에서 10.5 ± 2.7 분으로 1군의 13.3 ± 4.0 분에 비해 유의하게 빨랐다(Table 3, Fig 2). 그러나 감각소설의 최고 높이는 1군에서는 T3. 3 ± 0.5 였으며 2군에서는 T3.1 ± 0.6 로 유의한 차이는

없었다(Table 3, Fig. 3). 약제 주입후 5분 간격으로 15분동안 측정한 감각소실의 높이는 2군에서는 각각 $T4.6 \pm 1.0$, $T3.7 \pm 0.6$ 그리고 $T3.1 \pm 0.6$ 으로 1군의 $T5.6 \pm 1.3$, $T3.9 \pm 0.8$ 그리고 $T3.5 \pm 0.6$ 에 비해 유의하게 국소마취제의 확산이 빨리 일어났으며 15

Table 1. Patient Characteristics

	Control Group (n=30)	pH-adjusted Group (n=30)
Age(yr)	31 ± 4	31 ± 5
Height(cm)	158 ± 3	159 ± 4
Weight(kg)	64 ± 6	66 ± 8
IUP(wk)	39 ± 1	39 ± 1

Values are mean \pm SD : no significant differences

IUP : Intrauterine period

Table 2. Anesthetic Mixture, PH and Concentration of the Solution

	Control Group	pH-adjusted Group
No. of patients	30	30
Anesthetic mixture	2% lidocaine with 1:200,000 epinephrine and $1\text{mL}/10\text{mL}$ added normal saline	2% lidocaine with 1:200,000 epinephrine and $1\text{mL}/10\text{mL}$ added NaHCO_3
Concentration(%)	1.82	1.82
pH	2.45	7.20

Table 3. Clinical Effects of Plain and pH-adjusted Lidocaine

	Control Group (n=30)	pH-adjusted Group (n=30)
Time to T5(min)	6.4 ± 2.0	4.9 ± 1.3
Time to peak level(min)	13.3 ± 4.0	10.5 ± 2.7
Peak level	$T3.3 \pm 0.5$	$T3.1 \pm 0.6$
Hypotension(number)	6	11
Recovery from motor blockade(min)	90.7 ± 25.5	102.5 ± 34.5

분이후에는 두 군사이에 유의성은 없었다(Fig. 1). 15분 이후의 감각소실의 높이는 1군에서는 20분에 $T3.3 \pm 0.5$ 였고 그 이후는 동일하였으며 2군에서는 15분의 $T3.1 \pm 0.6$ 와 동일하였다(Fig. 1).

수술 시작시간, 분만시간 그리고 수술기간등(Table 4)에는 양군사이에 유의한 차이가 없었으며 Apgar 지수는 양군에서 모두 1분에는 9(8~10) 그리고 5분에는 10(9~10) 이였다.

분만전 저혈압의 빈도는 1군에서는 30명중 6명(20%)이였으며 2군에서는 11명(37%)이였고(Table 3), 가장 낮게 측정된 수축기 혈압의 평균치는 각각 80.7mmHg 와 81.0mmHg 였으며 투여한 ephedrine의 양도 9.3mg 과 10.2mg 으로 양 군사이에 유의한 차이는 없었다.

술중 불편함의 호소는 대부분이 분만전 이였으며 분만 후에는 거의 없었다. 1군에서는 전혀 불편감이 없었던 환자는 13명이며, 통증은 없으나 분만전 복막 전인시 약간 불편감을 호소한 환자(mild)는 7명, 약간 통증을 호소한 환자(moderate)는 7명 그리고 심한 통증을 호소한 환자(severe)는 3명이였다. 그러나 2군에서는 전혀 통증이 없었던 환자는 20명, mild는 8명, moderate는 2명이 있었으나 severe에 속하는 환자는 한명도 없었고 양 군사이의 통계학적인 유의성은 없었다(Table 5).

Modified Bromage scale을 이용한 운동신경의 회복은 임상적으로는 2군에서 1군에 비해 회복이 느린듯 하였으나 1군에서는 90.7 ± 25.6 분이였으며 2군

Table 4. Time Interval of Beginning, Delivery and End of Operation

	Time(min)	Control Group (n=30)	pH-adjusted Group (n=30)
Beginning of operation	8.2 ± 2.6	6.4 ± 2.6	
Delivery	13.3 ± 3.0	13.9 ± 4.0	
End of operation	51.0 ± 11.8	54.8 ± 11.4	

Values are mean \pm SD : no significant differences

Teh end of drug injection is set at time 0.

에서는 102.5 ± 34.5 분으로 유의성은 없었다(Table 3).

고 안

국소마취제는 신경막에서 이온화된 양이온과 비이온화된 유리 염기로 존재하며 국소마취제 용액의 pH에 따라 일정한 비율로 유지된다. 이온화와 비이온화 형태의 측정은 Henderson-Hasselbach equation을 이용하여 간단히 계산할 수 있으며 이온화된 양이온과 비이온화된 염기의 농도가 같을 때의 pH를 각 국소마취제의 pKa라 한다. 그 중에서 지방용 해성인 비이온화 형태만이 신경초(nerve sheath)와 신경막을 자유로이 통과할 수 있으므로 작용 부위에 빨리 도달한다. 그러므로 국소마취제 용액의 pH를 증가시키면 비이온화 형태가 증가하여 신경차단의 작용발현이 빨라진다^{3,4)}.

시판되고 있는 대부분의 국소마취제는 용해성을 좋게하기 위해 약한 산성의 hydrochloride salt로 되어있다. 이러한 약제가 체내로 주입되면 조직에서 생리적 pH로 완충되어야 축삭막(axonal membrane)을 확산할 수 있는 비이온화된 염기의 양이 증가하게 된다. Ritchie 등^{5,6)}은 실험실에서 분리된 토끼의 미주신경은 신경초가 존재할 때는 알카리용액에 노출시킬 때 신경차단의 작용발현이 빨랐으나 신경초를 제거한 후에는 산성용액에서(이온화된 양이온의 양이 더 많아짐) 국소마취제의 활동이 증가되었다. 이상의 결과로 이온화된 양이온 보다 비이

Tabel 5. Number of Patients Complained Discomfort before Delivery

	Control G. (n=30)	pH-adjusted G. (n=30)
None	3명	20명
Mild	7명	8명
Moderate	7명	2명
Severe	3명	0명

There were on significant differences between groups.
 χ^2 test

온화된 염기 형태가 결합조직(connective tissue)에 용해성이 더 크므로 쉽게, 빨리 신경초를 통과해 확산되나 일단 확산이 일어나고 나면, 양성으로 이온화된 양이온이 수용체와 결합하고 신경전도를 차단한다. Hillie⁷⁾의 가설에 의하면 역시 국소마취제의 작용은 비이온화된 약물에 의한 신경막 침투에 의해 결정되며 신경막을 침투한 후에 비이온화된 약물은 이온화된 약물과 비이온화된 약물로 다시 해리되며 각각의 비율은 축삭원형질(axoplasm)의 pH에 따라 변한다. 그러므로 실질적인 신경차단은 신경막의 축삭원형질측에 존재하는 sodium channel내의 수용체에 이온화된 국소마취제가 결합하여 sodium channel을 차단하여 일어난다.

본 연구의 결과를 보면 1:200,000 epinephrine이 혼합된 2% lidocaine 용액의 pH는 2.5이나 sodium bicarbonate를 첨가하여 7.2로 증가시킴으로 T5 분절에 감각차단의 발현이 빨라졌으며 감각소실이 최고 높이에 도달하는 시간은 빨랐으나 최고 높이는 변화가 없었다. 2군에서 1군에 비해 감각차단이 T5에 도달된 시간은 빨랐으나 수술 시작시간에 차이가 없었던 이유는 술자에 의해 수술이 지연된 경우가 있었기 때문으로 사료된다. Difazio 등⁸⁾은 lidocaine을 알카리화하므로 L2 부위의 감각소실의 작용발현이 빨랐고, 본 실험의 결과와 동일하게 5분, 10분 그리고 15분에 측정한 감각차단이 2% lidocaine을 사용한 경우보다 유의하게 높았다. 그러나 국소마취제의 알카리화가 경막외마취의 작용발현과 작용시간에 미치는 영향은 약제에 따라 일정하지 않다. 비록 lidocaine의 알카리화는 더 빠른 감각차단의 작용발현을 보이지만 알카리화된 bupivacaine은 저자에 따라 일정하지 않은 결과를 보고했다. Hilgier 등⁹⁾은 상완신경총차단시 1:200,000 epinephrine이 함유된 0.5% bupivacaine(pH 3.9)에 sodium bicarbonate를 첨가시키므로(pH 6.4) 작용발현이 빨라졌을 뿐만 아니라 작용시간도 연장되었다고 했다. McMorland 등¹⁰⁾도 산모들의 분만통을 제거하기 위한 경막외마취시 0.25% bupivacaine에 sodium bicarbonate를 첨가하여 pH를 5.65에서 7.26으로 알카리화 시킨 결과 작용발현이 빨랐으며 작용시간도

연장되었다고 했다. 그러나 Verborgh 등¹¹⁾, Stevens 등¹²⁾ 및 Benhamou 등¹³⁾은 0.5% bupivacaine을 알카리화하여도 경막외마취의 작용 발현시간이나 작용시간에는 별다른 차이가 없었다고 했다.

최근 Benzon 등¹⁴⁾의 보고에 의하면 경막외마취시 일반적으로 L5와 S1 분절의 차단이 지연되거나 불완전하므로 국소마취제의 알카리화로 L5와 S1 신경근의 차단을 더 빠르게 하며 L5와 S1 분절의 SSEP(somatosensory evoked potential)의 저하가 더 크고 그리고 하지의 운동신경 차단이 더 강하므로 하지 수술을 위한 경막외마취시에는 추천할만한 방법이라고 했다. Galindo 등¹⁵⁾은 1.5% lidocaine이 S3~5분절을 차단하는데는 10.5분이 소요된데 비해 S1 분절은 21분이 소용되었다고 했으며 이는 S5 신경근의 직경이 평균 1mm인데 비해 S1 신경근은 3.8mm로 유의하게 굵기 때문이라고 했다.

Galindo¹⁶⁾는 국소마취제를 알카리화 시키므로 차단의 양상을 개선시킨다고 하였으며 본 연구에서는 유의성은 없었으나 임상적으로 술중 통증의 빈도는 알카리화 시킨 lidocaine의 사용으로 감소되었으며 분만 후에는 제 2군의 severe의 한명을 제외하고는 양군 모두에서 좋은 진통효과를 나타냈다.

제왕절개술을 위한 경막외마취의 장점은 저혈압이 척추마취처럼 급작스럽거나 심하게 유발되지 않는 반면에 쉽게 예방되거나 치료될 수 있으며, 차단되는 부위를 예상할 수 있고 그리고 술후 통증을 치료할 수 있다는 것이다. Parnass 등¹⁷⁾은 제왕절개술을 위한 경막외마취시 lidocaine의 알카리화는 신경차단의 작용 발현시간을 빠르게 하므로 저혈압의 발생빈도가 더 높고, 감소되는 수축기 혈압의 폭이 더 크므로 자궁태반 관류를 감소시킬 수 있어 주의해야 한다고 했으며 이는 약제를 소량씩 나누어 서서히 주입하면 저혈압의 빈도를 감소시킬 수 있다고 했다. 본 연구에서는 주입시간을 5분에 걸쳐 주입하였으므로 저혈압의 발생빈도와 수축기 혈압의 감소폭은 두군사이에 유의성은 없었으나 Parnass 등¹⁷⁾은 5ml씩을 20초에 걸쳐 Tuohy바늘을 통해 빨리 주입하였기 때문에 저혈압의 발생빈도가 증가한 것으로 사료된다.

Difazio 등⁸⁾은 제왕절개술을 위한 경막외마취시 알카리화된 lidocaine의 사용으로 혈중 lidocaine 농도를 측정한 결과 비알카리화 용액과 비교시 유의한 차이는 없음을 증명하였다. 이론적으로는 국소마취제의 pH를 증가시키므로 유리 염기가 증가되어 주입부위에서 혈관내 침투가 증가되므로 혈액내 국소마취제의 농도가 상승되고 심한 경우 전신증독작용도 유발될 수 있다고 생각할 수 있지만 Difazio 등⁸⁾의 연구결과에 의해 이를 배제할 수 있게 되므로 제왕절개술을 위한 경막외마취시 국소마취제의 알카리화는 산모에게나 태아에게 큰 문제점이 없는 것으로 사료된다.

결 론

선택적 제왕절개술을 받는 60명의 산모를 대상으로 하여 1:200,000 epinephrine을 함유한 2% lidocaine 20ml에 주입 직전에 1군은 생리적 식염수 2ml를 그리고 2군에서는 sodium bicarbonate 2ml (2mEq)를 첨가하여 경막외강으로 투여후 두 군을 비교한 결과는 다음과 같다.

1) T5 분절에 감각차단의 작용발현이 알카리화된 lidocaine을 사용한 2군에서 유의하게 빨리 나타났다.

2) 약제 주입 완료후 5분, 10분 그리고 15분에 감각차단의 높이는 2군에서 유의하게 높았으나 20분부터는 양 군에 유의한 차이가 없었다.

3) 감각차단이 최고 높이에 도달하는 시간은 2군에서 유의하게 빨랐으나 최고 높이는 양 군에서 유의한 차이가 없었다.

4) 저혈압의 발생빈도는 양 군에서 유의한 차이가 없었다.

5) 운동신경의 회복은 임상적으로는 2군에서 연장을 보이는 듯 했으나 통계학상 유의성은 없었다.

제왕절개술을 위한 경막외마취시 알카리화된 lidocaine의 사용으로 T5 분절에 감각소실의 발현시간을 빠르게하므로 약제 주입완료후 부터 수술 시작시간을 단축시킬 수 있으며 약제를 경막외강으로

서서히 주입하므로 혈압의 저하를 예방하여 자궁태반 관류의 감소를 방지할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 1) Moore DC. *The pH of local anesthetic solutions.* Anesth Analg 1981; 63: 833-4.
- 2) Gros O. *Uiber die narkotica und lokal anasthetica.* Arch Exper Path Pharmakol 1910; 63: 80-106. in: Difazio CA, Carron H, Grosslight KR, Mosckcki JC, bolding WR, Johns RA. Comparison of pH-adjusted lidocaine solutions for epidural anesthesia. Anesth Analg 1986; 65: 760-4.
- 3) Ritchie JM, Ritchie B, Greengard P. *The effect of the nerve sheath on the action of local anesthetics.* J Pharmacol Exp Ther 1965; 150: 160-4. in: Difazio CA, Carron H, Grosslight KR, Mosckcki JC, Bolding WR, Johns RA. Comparison of pH-adjusted lidocaine solutions for epidural anesthesia. Anesth Analg 1986; 65: 760-4.
- 4) Strobel GE, Bianchi CP. *The effects of pH gradients on the uptake and distribution of C14-procaine and lidocaine in intact and desheathed sciatic nerve trunks.* J Pharmacol Exp Ther 1970; 172: 18-32. in: Difazio CA, Carron H, Grosslight KR, Mosckcki JC, Bolding WR, Johns RA. Comparison of pH-adjusted lidocaine solutions for epidural anesthesia. Anesth Analg 1986; 65: 760-4.
- 5) Richie JM, Ritchie B, Greengard P. *The active structure of local anesthetics.* J Pharmacol Exp Ther 1965; 150: 152-3. in: McMorland GH, Douglas MJ, Jeffery WK, Ross PLE, Axelson JE, Gambling DR, et al. Effect of pH-adjustment of bupivacaine on onset and duration of epidural analgesia in parturients. Can Anesth Soc J 1986; 33: 537-41.
- 6) Ritchie JM, Ritchie B, Greengard P. *The effect of the nerve sheath on the action of local anesthet-*

- ics. *J Pharmacol Exp Ther* 1965; 150: 160-2. in:
McMorland GH, Douglas MJ, Jeffery WK, Ross
PLE, Axelson JE, Gambling DR, et al. Effect of
pH-adjustment of bupivacaine on onset and dura-
tion of epidural analgesia in parturients. *Can
Anesth Soc J* 1986; 33: 537-41.
- 7) Hille B. Local anesthetic. *Hydrophilic and
hydrophobic pathways for the drug receptor action.*
J Gen Physiol 1977; 69: 497-501. in: Difazio
CA, Carron H, Grosslight KR, Mosckcki JC,
Bolding WR, Johns RA. Comparison of pH-
adjusted lidocaine solutions for epidural anesthe-
sia. *Anesth Analg* 1986; 65: 760-4.
- 8) Difazio CA, Carron H, Grosslight KR, Mosckcki
JC, Bolding WR, Johns RA. Comparison of pH-
adjusted lidocaine solutions for epidural anesthe-
sia. *Anesth Analg* 1986; 65: 760-4.
- 9) Hilgier M. Alkalization of bupivacaine for bra-
chial plexus block. *Reg Anesth* 1985; 10: 59-61.
- 10) McMorland GH, Douglas MJ, Jeffery WK, Ross
PLE, Axelson JE, Gambling DR, et al. Effect of
pH-adjustment of bupivacaine on onset and dura-
tion of epidural analgesia in parturients. *Can
Anesth Soc J* 1986; 33: 537-41.
- 11) Verborgh C, Claeys MA, Camu F. Onset of epi-
dural blockade after plain or alkalinized 0.5%
bupivacaine. *Anesth Analg* 1991; 73: 401-4.
- 12) Benhamou D, Labaille T, Bonhomme L and
Perrachon N. Alkalization of epidural 0.5%
bupivacaine for cesarean section. *Reg. Anesth*
1989; 14: 240-3.
- 13) Stevens RA, Chester WL, Grueter JA, Schubert
A, Brandon D, Clayton B, et al. *The Effect of
pH-adjustment of 0.5% bupivacaine on the latency
of epidural anesthesia.* *Reg Anesth* 1989; 14: 236
-9.
- 14) Benzon HT, Toleikis JR, Dixit P, Goodman I,
Hill JA, *Onset, intensity of blockade and
somatosensory evoked potential changes of the lum-
bosacral dermatomes after epidural anesthesia with
alkalinized lidocaine.* *Anesth Analg* 1993; 76: 328
-32.
- 15) Galindo A, Hernandez J, Benavides O. *Quality of
spinal extradural anesthesia: The influence of spi-
nal nerve root diameter.* *Br J Anesth* 1975; 47:
41-7. in: Benzon HT, Toleikis JR, Dixit P, Good-
man I and Hill JA. *Onset, intensity of blockade and
somatosensory evoked potential changes of the lum-
bosacral dermatomes after epidural anesthesia with
alkalinized lidocaine.* *Anesth Analg* 1993; 76: 328
-32.
- 16) Galindo A. *pH-adjusted local anesthetics: Clinical
experience.* *Reg Anesth* 1983; 8A: 35-6.
- 17) Parnass SM, Curran MJA and Becker GL. *Incidence of hypotension associated with epidural anes-
thesia using alkalinized and nonalkalinized lido-
caine for cesarean sectino.* *Anesth Analg* 1987;
66: 1148-50.