

성상신경절차단시 주입된 1% Lidocaine 양에 따른 혈중 Lidocaine 농도 변화

영남대학교 의과대학 마취과학교실

송 선 옥 · 서 영 호

= Abstract =

Changes of Plasma Lidocaine Concentrations after Stellate Ganglion Block according to Volume-changes of 1% Lidocaine

Sun Ok Song, M.D., and Yung Ho Suh, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

Background: Sympathetic blocks with local anesthetics are used to differentiate sympathetically-maintained pain (SMP) from sympathetically-independent pain (SIP). However, systemic lidocaine is also used in the management of neuropathic pain. Therefore, there may be possibility of a false positive response in relieving their pain by systemic absorption of lidocaine following a diagnostic sympathetic block in patients with SIP. In this study, we measured the plasma lidocaine concentrations after a stellate ganglion block (SGB) using three volumes of 1% lidocaine.

Methods: This prospective, crossover study was performed in 3 patients who experience sudden hearing loss and in 4 volunteers. Each person received SGB three times using three different volumes (6 ml, 12 ml and 16 ml) of 1% lidocaine at one week intervals. SGB was performed using a 23 G butterfly needle via a paratracheal approach by two persons. Two ml of venous blood was obtained from a prepared contra-lateral sided venous route at 1, 3, 5, 7, 10, 20 and 60 min after SGB. Plasma lidocaine level was analyzed by immunoassay.

Results: Mean plasma lidocaine concentrations correlated well with the volumes of 1% lidocaine used in SGB; larger volumes showed higher concentrations ($P < 0.01$). Mean peak plasma concentrations were 1.08 ± 0.18 in 6 ml, 1.90 ± 0.47 in the 12 ml and $2.74 \pm 0.67 \mu\text{g/ml}$ in the 16 ml groups ($P < 0.01$). The mean time to reach peak plasma concentration was not significantly different between the three groups.

Conclusions: The peak plasma lidocaine concentrations in SGB using large volume were found to be similar to that of IV lidocaine infusion in the management of neuropathic pain. These data suggest that diagnostic sympathetic block may result in many false positive responses for SMP. Part of its effect may be related to systemic local anesthetic absorption and not to a sympathetic block. Therefore, physicians may be required to use optimal volumes and minimal concentration of local anesthetic in diagnostic sympathetic block procedures and also make a careful assessment of the performance of a permanent sympathetic block.

Key Words: Lidocaine, Neuropathic pain, Plasma concentration, Stellate ganglion block

책임저자 : 송선옥, 대구시 남구 대명동 317-1, 영남대학교병원 마취과, 우편번호: 705-717

Tel: 053-620-3365, 3166, Fax: 053-626-5275, E-mail: sosong@med.yu.ac.kr

이 논문은 2000년도 영남대학교 학술연구조성비 지원에 의한 것임.

서 론

만성통증 특히 신경병증성 통증은 교감신경 의존성 통증(sympathetically-maintained pain, SMP)과 비의존성 통증(sympathetically-independent pain, SIP)으로 구분되고 각 환자에서 통증의 주된 성분이 SMP 혹은 SIP 인지여 따라 치료 방향이 달라진다.^{1,2)} 이를 구별하기 위해 교감신경차단, phentolamine 정주,³⁾ nor-epinephrine이나 phenylephrine의 경피주사 혹은 clonidine 팹트 등이 이용되고 있다. 이들 중 교감신경차단이 흔히 이용되고 있는데 교감신경차단 후 통증이 경감되면 SMP로 진단하고 이런 환자들의 치료는 교감신경차단을 반복하거나 clonidine이나 prazosin 등의 교감신경차단 약제를 사용하며 반복적인 신경차단 후에도 통증이 지속되면 신경과피제를 사용하여 영구 교감신경차단이나 교감신경절제술 등의 침습적인 방법도 이용한다.^{1,2,4,5)} 이와는 달리 교감신경차단에도 통증이 경감되지 않는 SIP의 경우 항우울제, 항경련제나 국소마취제, gabapentin 혹은 마약성 약제 등의 약물요법을 시행한다.^{1,2)}

국소마취제인 lidocaine은 정맥주사시 신경병증성 통증의 완화 효과가 있는데⁶⁻¹¹⁾ 저자들도 신경병증성 통증 환자들에게 lidocaine (5 mg/kg)을 약 40분에 걸쳐 정맥주사 한 결과, 81%의 환자에서 정주 시작시보다 정주 후의 통증점수가 반 이상 감소되어 전신적 국소마취제의 뚜렷한 통증 완화 효과를 경험할 수 있었고 이때의 혈중 lidocaine 농도는 2 µg/ml 정도였다.⁸⁾

두경부 및 상지 통증에 대한 교감신경차단은 성상신경절차단(stellate ganglion block, SGB)이 이용되는데^{12,13)} 특히 상지에 발병된 통증을 위한 SGB의 경우는 두경부 통증시 보다 더 많은 양(volume)의 국소마취제 사용을 추천하고 있다.^{2,14,15)} 그러므로 많은 양의 국소마취제 사용 후 전신 흡수로 lidocaine의 혈중 농도가 높아진다면 흡수된 lidocaine에 반응하는 통증이 SGB에 반응하는 통증(SMP)으로 잘못 판단되게 되고 이런 위양성(false positive) 환자의 경우 향후 치료 방향 결정에 중대한 오류를 범하게 된다. 즉, SGB에 효과가 있으므로 신경차단을 반복하게 되고 증상 호전이 일시적이면 신경과피제로 교감신경차단을 시행하거나 교감신경절제술을 시행하게 되

는데, 위양성 환자의 경우 이런 침습적인 방법에도 환자의 통증은 호전되지 않고 불필요한 침습적 시술만 받게 된다.

이에 본 연구에서는 실제 임상에서 SGB에 이용되는 1% lidocaine을 주입하는 양을 달리 하여 주입 양에 따른 혈중 lidocaine 농도를 측정하였고, 얻어진 결과치가 정맥내 lidocaine 점적주사시의 혈중 농도와 비교하여 위양성 가능성이 있는지를 평가해 보았다.

대상 및 방법

본 연구의 목적을 이해하고 연구 참여에 동의하며 미국마취과학회 신체등급분류 1급에 해당하는 4명의 돌발성난청환자와 3명의 자원자를 대상으로 하였다. 각 대상자에게 전향적 교차시험 방법(prospective crossover study)으로 SGB에 사용되는 1% lidocaine 양(volume)만을 달리하여 각각 3회씩 시행하였다. 실험군은 6 ml, 12 ml 및 16 ml 군으로 동일인이 1주 간격으로 1회씩 각각 3회 SGB를 받았다.

우측 팔에 반복적인 채혈을 위한 정맥로를 확보한 후 좌측 SGB를 시행했다. SGB 방법은 양와위에서 어깨 밑에 얇은 베개를 넣고 목을 신전한 후 입을 약간 벌리게 하고 통상적인 전방 기관 측부접근법(anterior paratracheal approach)으로 23 G 나비바늘을 사용하여 제6경추(C6) 횡돌기 전면에 닿으면 1-2 mm 뒤로하여 고정하고 보조자가 흡인 후 0.5 ml을 주입하고 혈관이나 지주막하 주입이 아님을 확인한 후 흡인과 주입을 반복하면서 2 ml씩 서서히 주입하였다. 주입 후 환자는 약 15 cm 높이의 베개를 베고 안정을 취하였다. 성공적인 차단은 호너증후군으로 확인하였다.

혈중 lidocaine 농도를 측정하기 위해 1% lidocaine 주입 후 1, 3, 5, 7, 10, 20 및 60분에 반대편 우측 팔에 미리 확보된 정맥로를 통하여 2 ml씩 정맥혈을 채혈하였다. 채혈 시험관들을 모아 채혈 2시간 내 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈장만을 새 시험관에 옮기고 밀봉 한 후 -70°C에서 냉동 보관하였다.

혈중 lidocaine 농도 측정은 Lidocaine kit (Abbott Laboratories, IL, USA)를 사용하여 TDx Lidocaine 분석기(TDx[®]/TDxFLx[®], Abbott Laboratories, IL, USA)에서 형광편광면역분석법(fluorescence polarization immu-

noassay)으로 혈장 농도를 측정하였다.

측정된 값들은 평균 ± 표준편차로 표시하였다. 각 용량에서 세 군간의 각 시간대별 혈중 lidocaine 농도 변화는 repeated measures ANOVA test로 비교하였고, 최고 혈중 농도에 도달되는 시간은 Kruskal-Wallis test로 비교하였다. P값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다.

결 과

대상환자들의 성별, 나이, 신장 및 몸무게는 Table 1 과 같다.

SGB 후 혈중 lidocaine 농도는 국소마취제 양이 많은 경우 평균 혈중 lidocaine 농도가 약제 주입 5 분 후부터 유의하게 높았다(P < 0.05, Table 2). 16 ml 군의 경우 SGB 후 5분, 7분, 10분 후의 평균 혈중 lidocaine 농도가 2.04 ± 1.04, 2.43 ± 0.83, 2.42 ± 0.61 µg/ml로 5분에서 10분 사이의 평균 혈중 농도가

Table 1. Demographic Data

Patient/volunteer (No.)	4/3
Sex (male/female)	5/2
Age (year)	31.1 ± 10.7 (20-59)
Height (cm)	167.6 ± 3.8 (160-170)
Weight (kg)	59.6 ± 5.2 (50-66)

Values of age, height and weight are mean ± SD (range).

Table 2. Changes of Plasma Lidocaine Concentration Following SGB (µg/ml)

	Group 6 ml	Group 12 ml	Group 16 ml
1 min	0.16 ± 0.14	0.48 ± 0.45	0.64 ± 0.65
3 min	0.68 ± 0.44	1.05 ± 0.66	1.34 ± 0.8
5 min	0.83 ± 0.33	1.5 ± 0.74*	2.04 ± 1.04* [†]
7 min	0.92 ± 0.2	1.7 ± 0.62**	2.43 ± 0.83** ^{††}
10 min	0.9 ± 0.21	1.8 ± 0.41**	2.42 ± 0.61** ^{††}
20 min	0.72 ± 0.17	1.39 ± 0.3**	1.85 ± 0.49** ^{††}
60 min	0.30 ± 0.08	0.74 ± 0.13**	0.89 ± 0.17** [†]

Values are mean ± SD. SGB: stellate ganglion block. *P < 0.05 compared to 6 ml group (**P < 0.01). [†]P < 0.05 compared to 12 ml group (^{††}P < 0.01).

2 µg/ml 이상이였다. 최고 혈중 lidocaine 농도는 6 ml 군이 1.08 ± 0.18 (0.78-1.26), 12 ml군이 1.90 ± 0.47 (1.51-2.91), 16 ml군이 2.74 ± 0.67 (1.86-3.84) µg/ml 로 주입된 lidocaine의 양이 많을수록 최고 혈중 농도도 유의하게 높았다(P < 0.01, Table 3). 16 ml의 경우 1예를 제외한 6예 모두 최고 혈중 농도가 2 µg/ml 보다 높았다.

최고 혈중 농도에 도달되는 시간은 6 ml군이 8.9 ± 5.6분(3-20), 12 ml군이 9.6 ± 6.1분(5-20), 16 ml 군이 9.1 ± 5.4분(5-20)으로 각 군간에 최고 농도에 도달되는 시간은 의미있는 차이가 없었다(Table 3).

고 찰

본 연구에서 SGB시 주입하는 lidocaine 양이 많을 수록 최고 혈중 lidocaine 농도가 높고 또한 SGB에 주입되는 용량이 많은 경우 얻어진 최고 혈중 lidocaine 농도가 신경병증성 통증에서 lidocaine을 정맥 주사로 주입하여 통증이 조절되는 농도와 비슷하거나 더 높음을 알 수 있었다.

약제 주입 후 약제의 혈중 농도는 약제의 흡수, 분포, 배설과 관련이 있다.¹⁶⁾ 혈중 lidocaine의 최고 농도는 주입된 약제의 용량(양과 농도), 주입 장소, 주입 속도, 환자의 몸무게와 연령, 혈장단백과 세포 외액량 및 간기능과 간혈류 등이 연관이 있는데,¹⁷⁾ 본 연구에서는 동일한 환자에서 1% lidocaine 양만을 다르게 하여 동일한 방법으로 SGB를 반복 시술하는

Table 3. Peak Plasma Lidocaine Concentration and Time to Reach Peak Concentration Following SGB

	Peak concentration (µg/ml)	Time to reach peak concentration (min)
Group 6 ml	1.08 ± 0.18 (0.78-1.26)	8.9 ± 5.6 (3-20)
Group 12 ml	1.90 ± 0.47 (1.51-2.91)*	9.6 ± 6.1 (5-20)
Group 16 ml	2.74 ± 0.67 (1.86-3.84)* [†]	9.1 ± 5.4 (5-20)

Values are mean ± SD (range). SGB: stellate ganglion block. *P < 0.01 compared to 6 ml group. [†]P < 0.01 compared to 12 ml group.

교차시험 방법을 택하였으므로 혈중 농도에 영향을 미치는 다른 요소들을 배제할 수 있어 주입된 양이 혈중 농도에 미치는 영향을 정확히 볼 수 있었다. 주입량이 6 ml인 경우는 최고 혈중 lidocaine 농도가 높지 않았으나 12 ml는 $2 \mu\text{g/ml}$ 에 근접했고 16 ml인 경우는 최고 혈중 lidocaine 농도가 $2 \mu\text{g/ml}$ 이상이었으며 대상환자 7예 중 1예를 제외하고는 모두 $2 \mu\text{g/ml}$ 을 넘었다. 16 ml의 경우 평균 혈중 lidocaine 농도도 SGB 5분 후와 7분 및 10분 후의 결과치가 모두 $2 \mu\text{g/ml}$ 을 넘었는데 이는 16 ml의 경우 대부분이 신경병증성 통증에서 정맥내 lidocaine 정주시 통증이 조절되는 농도($2 \mu\text{g/ml}$)보다^{6,8)} 더 높은 농도에 도달된다는 것을 알 수 있다.

SGB 후 lidocaine 혈중 농도가 높은 것은 SGB 시술 중 자주 흡인하여 혈관내 주사를 방지하지만 약제가 주입되는 경부조직에 혈관 분포가 많으므로 주입된 약제의 혈관 흡수가 많은 것이 그 원인인 것 같다. Yokoyama 등도¹⁷⁾ 1% lidocaine 6 ml로 SGB, 늑간신경차단, 경막외차단을 시행한 후 혈중 lidocaine 농도를 측정된 결과, SGB 후가 가장 혈중 농도가 높았다고 하였다. 통상적으로 동일한 용량으로 신경차단시 늑간신경차단이 국소마취제의 혈중 농도가 가장 높은 것으로 알려져 왔으나²⁾ 이들이 SGB가 더 높은 혈중 농도에 도달됨을 보고하였다. 본 연구에서도 SGB 후 얻어진 혈중 농도가 높아 이들의 결과를 뒷받침 해주고 있다.

Yokoyama 등이¹⁷⁾ 1% lidocaine 6 ml로 SGB 후 측정된 최고 혈중 lidocaine 농도는 평균 $1.65 (1.3-2.0) \mu\text{g/ml}$ 이었는데, 본 연구에서는 같은 용량에서 $1.08 (0.78-1.26) \mu\text{g/ml}$ 로 이들의 결과보다 훨씬 낮았다. 동일한 용량에서 혈중 농도가 낮았던 원인을 분석해보면 SGB 방법에서 차이가 있었는데 이들은 C6 횡돌기 전면에 닿으면 약제를 주입하였으나 저자들은 1-2 mm 후퇴하여 약제를 주입하였고 또한 저자들은 약제 주입 시 시술자가 바늘을 고정하고 있고 보조자가 약제를 주입하였으므로 주사바늘의 고정으로 약제의 혈관 흡수가 적었을 가능성도 배제할 수 없다. 또 다른 원인으로는 본 연구의 대상 환자들이 몸무게는 비슷하나 젊은 환자들이므로 빠른 대사에 의해 최고 혈중 농도가 낮았던 것 같다.

본 연구에서 주입된 양에 따라 최고 농도는 차이가 있었으나 최고 농도에 도달되는 시간은 세 용량

모두 비슷하게 평균 약 9분 정도였다. Yokoyama 등은¹⁷⁾ 최고 농도에 도달되는 시간이 평균 3.4분이었다고 하였으나 Hardy와 Williams는¹⁸⁾ 0.25% bupivacaine 10 ml로 SGB 후 10분 정도였다고 하여 본 연구와 비슷한 결과를 보고하였다. 최고 농도에 도달되는 시간의 차이도 최고 농도에서 전술하였듯이 방법의 차이로 볼 수 있는데 Hardy와 Williams는 저자들과 같이 C6 횡돌기 전면에 주사바늘이 닿으면 0.5 cm 뒤로하여 약제를 주입하였다. 국소마취제의 최고 혈중 농도에서 보더라도 SGB시 C6 횡돌기 전면에 바늘이 닿으면 수 mm 뒤로하여 약제를 주입하는 것이 국소마취제의 전신 흡수를 줄여 혈중 농도가 빠르게 높아지는 것과 최고 농도가 높아짐을 방지할 수 있는 안전한 방법으로 사료된다.

본 연구의 결과와 Yokoyama 등이나¹⁷⁾ Hardy와 Williams의¹⁸⁾ 결과를 보더라도 SGB 후 국소마취제의 최고 혈중 농도는 상당히 높다는 것을 알 수 있다. 신경병증성 통증에서 SMP와 SIP를 구별하기 위한 방법으로 교감신경차단을 시행하고 있는데 교감신경차단 후 통증이 완화되면 SMP로, 통증 완화가 뚜렷하지 않으면 SIP로 구분하여 치료하게 된다. 이러한 진단적 교감신경차단시 위양성 반응들이 있을 수 있다. 위양성 반응의 원인으로는 교감신경차단시 체성신경차단에 의한 통증 완화나 시술을 받음에 의한 위약효과(placebo effect) 및 교감신경차단시 주입하는 국소마취제가 전신적으로 흡수되어 나타나는 위양성 반응 등이 있을 수 있다. 본 연구에서는 국소마취제 흡수에 의한 위양성 반응이 어느 정도인지를 추정하기 위하여 SGB 후 혈중 농도를 측정하여 본 결과, 예상했던 결과보다 훨씬 높은 최고 혈중 lidocaine 농도에 도달됨을 알 수 있었다. 신경병증성 통증에서 통증이 완화되기 시작하는 혈중 lidocaine 농도(치료역치)가 $2 \mu\text{g/ml}$ 이상이었다는 결과를 저자들이 보고하였고⁸⁾ 이 결과는 $1.5-2.0 \mu\text{g/ml}$ 이라는 Boas 등의⁶⁾ 보고와 비슷한 결과였다. Ferrante 등도⁹⁾ 신경병증성 통증에서 통증 완화가 시작되는 농도가 평균 $2.43 (0.97-3.79) \mu\text{g/ml}$ 이라 하였다. 본 연구에서 1% lidocaine 6 ml인 경우는 높은 농도에 도달되지 않았으나 16 ml를 사용한 경우는 대부분 치료역치를 넘는 혈중 lidocaine 농도에 도달되었다. 그러므로 많은 양의 국소마취제로 SGB를 시행하는 경우는 통증 완화 효과가 교감신경차단에 의한 통증 완화보다 혈중 lido-

caïne에 의한 통증 완화로 위양성 반응의 가능성이 있고, 그 빈도는 본 연구의 결과로 유추해 보면 특히 다량의 국소마취제를 사용하는 SGB의 경우 생각보다 상당히 많다고 볼 수 있다.

한편, 상지 통증을 위해서는 두경부 통증보다 SGB시 국소마취제의 양(volume)을 더 많이 사용해야 한다.^{2,14,15)} 저자들은 SGB 후 동측 상지 피부온도를 측정하여 본 결과, SGB 양이 6 ml인 경우는 17.6%, 10 ml는 52.2%, 12 ml는 73.9%에서 피부온도가 상승하므로¹⁴⁾ 상지 통증을 위한 SGB시는 두경부보다 국소마취제 양을 더 많이 사용할 것을 추천하였고 Raj도¹⁵⁾ 10 ml가 필요하다고 하였다. Hardy와 Wells는¹⁹⁾ C6에서 0.5% bupivacaine 10 ml와 20 ml로 SGB 후 약제의 퍼짐을 관찰한 결과, 상경부신경(C1-6) 차단은 차이가 없으나 하경부신경(C7-T1) 차단은 20 ml에서 유의하게 많아 국소마취제 양에 따라 확산의 차이가 많음을 보고한 바 있다. 실제 임상에서도 상지 통증에 다량의 국소마취제를 사용하고 있으므로 SGB 후 조절되는 통증이 SGB에 의한 통증 완화가 아닌 국소마취제에 의한 통증 완화일 가능성이 있으며 통증이 조절되는 시간 또한 SGB 후 최고 농도에 도달되는 시간이 본 연구에서 3-20분 사이이므로 정맥내 lidocaine 점적에 의해 통증이 완화되기 시작하는 시간과^{7,8)} 비슷하여 그 구분이 어렵다.

그렇다면 위양성 반응을 줄이는 방법으로 SGB시 우선 국소마취제의 용량을 줄여야 하는데 상지의 경우 많은 양이 필요하므로 약제의 농도를 줄여야 한다. 통상적으로 1% lidocaine을 쓰고 있지만 위양성 반응을 고려하면 교감신경차단을 유발하는 최소 농도를 사용하는 것이 이상적이다. 신경차단에 필요한 국소마취제의 적정 농도는 신경차단의 종류와 사용되는 약제에 따라 달라진다. 진단적 지주막하차단에 이용되는 procaine의 경우는 운동신경차단에 1%, 지각신경차단에 0.5%, 교감신경차단에 0.2%가 필요하다고 하나²⁰⁾ lidocaine의 경우는 강도(potency)가 비슷하므로 0.2%를 사용할 수 있지만 이에 대한 뚜렷한 연구 결과는 보고되어 있지 않다. SGB의 경우도 0.5% lidocaine 10-15 ml에서 교감신경이 차단된다고 하지만²⁰⁾ 임상에서는 1% lidocaine을 많이 사용하고 있어서 진단적 차단에서 교감신경차단을 유발하는 lidocaine의 최소 적정 농도에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다. 교감신경차단의 위양성을 줄

이는 또 다른 방법으로는 교감신경차단과 정맥내 lidocaine 점적주사, phentolamine 정주 등 여러 방법을 이용하여 평가하는 것이 위양성 반응을 줄일 수 있는 방법일 것 같다. 특히 신경과피제를 사용하는 교감신경과피술이나 외과적 교감신경절제술 여부를 결정하는 진단적 경우는 최소 농도의 국소마취제를 적정량 사용하여 교감신경차단을 시행하고 아울러 다양한 방법으로 통증 완화 효과를 관찰하여 종합적으로 평가하는 것이 필요하겠다.

결론적으로, 본 연구에서 1% lidocaine을 이용한 SGB 후 혈중 lidocaine 농도를 측정한 결과, 12 ml 이상의 lidocaine을 사용하는 경우 얻어진 최고 혈중 lidocaine 농도가 신경병증성 통증에서 정맥내 lidocaine 점적주사에 의해 통증이 완화되는 혈중 lidocaine 농도와 유사하거나 상회하는 결과였다. 이는 SGB에 의한 진단적 차단시 위양성 반응 즉 교감신경차단에 의한 통증 완화가 아니라 전신 흡수된 혈중 lidocaine에 의한 치료 효과일 수 있는데 본 연구에서 얻어진 SGB 후의 혈중 농도를 감안하면 이러한 위양성 반응은 드물지 않음을 유추할 수 있다. 따라서 진단적 교감신경차단 시에는 최소량의 국소마취제를 사용하여야 하고 특히 많은 양이 요구되는 상지 통증의 경우 SGB시 최소 농도의 lidocaine을 사용하는 것이 좋겠으며 향후 교감신경차단에 필요한 최소 적정 농도에 대한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Wall PD, Melzack R: Textbook of pain. Edinburgh, Churchill Livingstone. 1999, pp 839-47.
2. Cousins MJ, Bridenbaugh PO: Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain. 3rd ed. Philadelphia, Lippincott-Raven. 1998, pp 865, pp 427-30, pp 115.
3. Raja SN, Treede RD, Devis KD, Campbell JN: Systemic alpha-adrenergic blockade with phentolamine: a diagnostic test for sympathetically maintained pain. *Anesthesiology* 1991; 74: 691-8.
4. Mockus MB, Rutherford RB, Rosales C, Pearce WH: Sympathectomy for causalgia. Patient selection and long-term results. *Arch Surg* 1987; 122: 668-72.
5. AbuRahma AF, Robinson PA, Powell M, Bastug D, Boland JP: Sympathectomy for reflex sympathetic dystrophy: factors affecting outcome. *Ann Vasc*

- Surg 1994; 8: 372-9.
6. Boas RA, Covino BG, Shahnarian A: Analgesic responses to IV lignocaine. *Br J Anaesth* 1982; 54: 501-5.
 7. 송선옥, 육군용, 박대팔: 만성통증을 위한 lidocaine의 정맥내 점적효과. *대한마취과학회지* 1995; 28: 835-41.
 8. 송선옥, 전동석, 최세영: 만성 통증관리를 위한 정맥내 Lidocaine 점적주사시 Lidocaine 혈중 농도, 제통 효과 및 부작용 관찰. *대한마취과학회지* 1999; 37: 459-66.
 9. Ferrante FM, Paggioli J, Cherukuri S, Arthur GR: The analgesic response to intravenous lidocaine in the treatment of neuropathic pain. *Anesth Analg* 1996; 82: 91-7.
 10. Mao J, Chen LL: Systemic lidocaine for neuropathic pain relief. *Pain* 2000; 87: 7-17.
 11. Rowbotham MC, Reisner-Keller LA, Fields HL: Both intravenous lidocaine and morphine reduce the pain of postherpetic neuralgia. *Neurology* 1991; 41: 1024-8.
 12. Reuben SS, Rosenthal EA, Steinberg RB: Surgery on the affected upper extremity of patients with a history of complex regional pain syndrome: a retrospective study of 100 patients. *J Hand Surg* 2000; 25: 1147-51.
 13. 송선옥, 김성기: 상지의 반사성 교감신경 위축증에 대한 성상신경절 차단 치료효과. *대한마취과학회지* 1997; 33: 1176-84.
 14. 송선옥, 조영우: 성상신경절 차단시 주입된 국소마취제 양이 동측 상지 피부온도 상승에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1999; 37: 233-9.
 15. Raj PP: *Practical management of pain*. 2nd ed. St. Louis, Mosby Yearbook. 1992, pp 787.
 16. Scott DB, Jebson PJR, Braid DP, Ortengren B, Frisch P: Factors affecting plasma levels of lignocaine and prilocaine. *Br J Anaesth* 1972; 44: 1040-9.
 17. Yokoyama M, Mizobuchi S, Nakatsuka H, Hirakawa M: Comparison of plasma lidocaine concentrations after injection of a fixed small volume in the stellate ganglion, the lumbar epidural space, or a single intercostal nerve. *Anesth Analg* 1998; 87: 112-5.
 18. Hardy PAJ, Williams NE: Plasma concentrations of bupivacaine after stellate ganglion block using two volumes of 0.25% bupivacaine plain solution. *Br J Anaesth* 1990; 65: 243-4.
 19. Hardy PAJ, Wells JCD: Extent of sympathetic blockade after stellate ganglion block with bupivacaine. *Pain* 1989; 36: 193-6.
 20. Cousins MJ, Bridenbaugh PO: *Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain*. Philadelphia, Lippincott. 1980, pp 619-20.