소아 미추마취에 사용된 Lidocaine의 용량과 시간에 따른 혈중농도의 변화

제명대학교 의과대학 마취과학교실

김 광 인 · 최 규 택 · 전 재 규

= Abstract =

Changes of Plasma Concentration of Lidocaine Associated with Pediatric Caudal Anesthesia

Koang In Kim, M.D., Kyu Taek Choi, M.D. and Jae Kyu Cheun, M.D.

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

Caudal anesthesia appears to be a safe and reliable technique for surgical anesthesia as well as an alternative to narcotics for postoperative analgesia for procedures below the umbilicus. The caudal anesthesia might be particularly helpful in infants and children to avoid repetitive injections of narcotics to control postoperative pain. Advantages of caudal anesthesia for pediatric surgery i.e. clearly defined anatomic landmarks, a simplicity of the technique and high success rate have been reported. However, it has not been popular in clinical practice due to several reasons. First of all, small children do not cooperate with technical procedures. Therefore, an additional measure to provide a cooperative state is needed, such as pentothal or ketamine injection, or general anesthesia induced beforehand. Secondly, there is no clear determination or unanimity in anesthetic dosage according to the patient's age or body weight. Lastly, clinical experience and reports have not been enough for clinical practice.

The aim of this study was to determine whether commonly accepted dosages used in infants produce blood levels within a safe range.

This study was undertaken to measure changes of plasma concentration of lidocaine in patients with pediatric caudal anesthesia, and to check pain and motor scores and analgesic level at the recovery room.

The time courses of the plasma concentration were observed in 29 healthy children (0.5-13 yr) to whom were caudally injected with 1% lidocaine mixed 1:200,000 epinephrine (10 mg/kg). The plasma concentrations were measured by immunofluorescence assay at the intervals of 15, 30, 45, and 60 minutes. The values of plasma concentration were 1.67 ± 0.41 , 1.85 ± 0.61 , 1.73 ± 0.46 , 1.75 ± 0.29 mcg/ml (MEAN $\pm$ SD). The peak plasma concentration was 1.85 ± 0.61 mcg/ml at 30 minutes. However, there no significant differences during the first hour. No data exceeded 5 mcg/ml which is plasma toxic level of lidocaine, nor children had an experience of toxic complications.

When the pain and motor scores were checked in the recovery room, most children had no pain and were not able to stand but movable. Sensory levels were checked up to T₈, which were suitable for lower abdominal and perineal surgery.

These results indicate that the injection of 1% lidocaine 10 mg/kg with epinephrine in children is considered to be safe because plasma concentration dose not exceed the toxic levels.

Key Words: Lidocaine, Plasma concentration, Caudal anesthesia pediatric

의 정도를 조사하였다.

서 론

소아 미추마취는 성인에 비하여 시술이 쉽고 성공율이 높으며, 순환계에 미치는 영향이 경미하고^(1,3) 기관 내삽관으로 인한 합병증을 예방할 수 있으며, 수술후의 우수한 진통작용과 마약제 투여 감소 및 흥분방지 등의 장점이 있다^(3,4). 그럼에도 불구하고, 환자가 마취 시술에 협조하지 않고 계속 움직이므로 시술이 곤란하여 정맥마취 내지는 전신마취유도하에 미추천자를 해야하는 번거로움과 소아미추마취에 대한 막연한 두려움 그리고, 마취의사의 임상경험 부족 등⁽¹⁾의 이유로 1933년 Campbell⁽⁴⁾이 소아미추마취를 보고한 이래 널리 이용되지 않았다. 그러나 최근에 이르러 성인에서의 경험적적과 소아통증관리에 대한 관심고조 및 소아에 대한 국소마취제의 약력학과 약동학에 관한 이해의 증가로 한국에서도 점차 소아 미추마취시술이 증가되어가고 있는 추세이다^(2,3,5).

부위마취에 사용한 국소마취제의 전신중독반응은 주로 흡수된 국소마취제의 혈중농도에 의해 좌우된다. 국소마취제를 과량 투여함으로써 발생할 수 있는 높은 혈중농도는 생명을 위협하는 합병증을 유발할 수 있다. 그러나 소아의 미추마취시에는 국소마취제의 주입 용량을 결정하기 어려우며, 또한 주입된 국소마취제의 흡수와 약의 분포 및 독작용을 일으키는 혈중농도를 측정할 보고는 아직 한국에는 극히 드물다.

국소마취제의 전신흡수는 마취제의 약리학적 특성, 주입부위와 그곳의 혈관의 풍부성, 주입된 마취제량, 혈관수축제의 사용 여부에 따라 좌우되기 때문⁽⁹⁻¹⁵⁾에 이러한 요인을 염두에 두고 시술하여야 한다.

그러나 미추강 용량의 연령적 변화가 밝혀져 있지 않으며 미추강에 주입할 국소마취제의 최적용량과 농도 및 그에 따른 혈중농도에 관한 연구는 보고자에 따라^(2,3,5,6,8) 차이가 많다. 따라서 소아 미추마취 시술시에 국소마취제의 용량을 결정함에 있어서 안전하면서도 효과적인 기준과 주입된 국소마취제의 용량에 따른 마취 높이의 측정이 아직까지 확립되어 있지 않다. 이처럼 국소마취제의 혈중농도와 독작용은 밀접한 상관관계가 있으므로, 저자는 건강한 소아에게 lidocaine으로 미추마취를 시술하여 시간에 따른 혈중농도를 측정하고, 수술이 끝난 후 회복실에서 마취높이 및 통증

관찰대상 및 방법

1) 관찰대상

일반외과, 정형외과, 비뇨기과에 입원한 수술 환자중 미추마취가 적용되는 환자 29명을 대상으로 하였다. 이들은 모두 기왕력상 전신적 질병이 없었고, 수술전의 혈액화학검사, 흉부촬영검사 그리고 심전도검사 등에 이상소견이 없는 미국마취과학회 전신상태 분류 1군에 속하는 환자였다.

2) 방 법

마취 시술에 필요하다고 인정된 환자에게는 마취전 처치로 demerol 1, hydroxyzine 1 및 atropine 0.01 mg/kg를 수술 1시간전에 근주하였다. 수술실에 들어온 뒤 심박동은 심전도로 계속 측정되었고 혈압도 혈압계로 5분마다 측정되었으며 pulse oximeter에 의해 산소포화도도 계속 측정되었다. 마스크를 통하여 halothane, N₂O, O₂를 흡입하여 마취를 유도하고 정맥로를 확보한 뒤 1:3의 포도당 생리식염용액을 5 ml/kg/hr로 투여하였다. 환자를 좌측와위로 눕힌 뒤 천골 열공을 중심으로 천골전체를 소독하고 왼손 엄지 손가락으로 천골 열공을 촉진한다. 잘 촉진되지 않으면 양 후상 장골극(posterior iliac crest)과 정삼각형을 이루는 점을 찾거나 미골하단을 촉진하여 상방으로 1 cm올라가면 오목들어간 곳을 쉽게 찾을 수 있었다.

열공을 촉진하면 21 gauge침을 사용하여 천골의 평면에서 45도의 각을 이루고 천자하면 천골 인대를 찌르는 감각과 함께 압력의 소실을 느꼈다. 천자할 때의 촉감은 성인과는 달라 허공을 찌르는 것 같은 감을 주고 바늘의 각도 변동없이 2~3 cm 깊이로 쉽게 삽입할 수 있다. 주사기로 1~2 ml의 공기를 주입시켜 저항이 없으면 경막외강임을 확인하고 또한 혈액이나 뇌척수액이 유출되는지 흡입하여 확인한 후 1:200,000 epinephrine이 첨가된 1% lidocaine을 1 ml/kg (10 mg/kg)씩 투여했다.

국소마취제를 주입한 후 환자를 와위로하고 혈압과 맥박을 측정하였고 술중 환아는 pentothal sodium을 4 mg/kg정주하여 안정시켰으며 호흡억제에 의한

저산소증을 방지하기 위하여 마스크를 통하여 산소공급을 하였다.

22G 카테터로 정맥로를 통하여 약물 주입완료후 15, 30, 45 및 60분에 채혈하였고, 실온에서 수분간 방치한 후 원심분리한 혈청을 -20°C 에 보관하여 immunofluorescence assay(Abbort-TDX, Auto Fluorescence Immunoassay Analyzer)로 lidocaine의 농도를 측정하였다.

통계학적 검정은 SPSS-PC Program oneway ANOVA중 Duncan procedure를 이용하였으며 $p < 0.05$ 으로 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판명하였다.

수술후 회복실에서 통증지수와 동작지수 및 감각차단분절의 높이를 각각 측정하였다. 통증지수는 전혀 못느끼면 1, 통증이 있으나 비교적 견딜만하면 2, 계속 울면서 보채면 3으로 나타내었고 동작지수는 하지를 전혀 못움직이면 1, 움직일 수 있으면 2, 설수 있으면 3으로 나타내었다. 감각차단분절의 측정은 손가락으로 아프게 꼬집었을때 통증을 느끼는 부분을 채택하였다.

결 과

각 환자에서 시행된 수술의 종류는 Table 1에서 나타나듯이 대부분 탈장수술이었으며 나이는 4.4 ± 1.8 세

체중은 15.4 ± 1.8 kg이었다.

미추마취후 15분에 측정된 평균혈중농도는 1.67 ± 0.41 mcg/ml($0.86-2.54$ mcg/ml)이었고, 30분에는 1.85 ± 0.61 mcg/ml(0.97 ± 4.16 mcg/ml), 45분에는 1.73 ± 0.46 mcg/ml*($1.01-2.62$ mcg/ml), 1시간에는 1.75 ± 0.29 mcg/ml($1.32-2.43$ mcg/ml)로서 30분에 혈중농도가 제일 높은 것으로 나타났으나 1시간 동안의 평균농도의 차이는 통계적 유의성이 없었고, 미추

Table 1. Operatrion Performance with Caudal Analgesia

Type of operation	No. of patients
Inguinal herniorrhaphy	14
Orchiopexy	5
Plastic operation of penis and urethra	3
Skin plastic operation of lower limb	2
Anoplasty or rectal biopsy	1
Total	29

Table 2. Demographic Data

	Age(yr)	Weight(kg)
Mean	4.39 ± 1.83 (0.5-13)	18.8 ± 1.82 (5-37)

Table 3. Mean Values of Plasma Concentration of Lidocaine($\mu\text{g/ml}$) after Injection in Patients

	15 min	30 min	45 min	60 min
Number	15	28	11	7
Mean+SD	1.67 ± 0.41 (0.86-2.54)	1.85 ± 0.61 (0.97-4.16)	1.73 ± 0.46 (1.01-2.62)	1.75 ± 0.29 (1.32-2.43)

Table 4. Pain and Motor Scores, Level of Sensory Block Obtained

	Time(min)	Pain score	Motor score	Sensory level
Mean $\pm$ SD	85.12 ± 24.82	1.11 ± 0.65	1.95 ± 0.3	T ₉

*Pain score

1: no pain

2: pain but comfortable

3: pain with crying, restless

*Motor score

1: no move

2: move

3: able to stand

Fig. 1. Age distribution of patients.

Fig. 2. Plasma concentration of lidocaine according to the length of time.

Fig. 3. Mean plasma concentration of lidocaine according to the length of time in 29 patients. (value = mean $\pm$ SD)

마취후 1시간 동안에는 비슷한 농도를 유지하여 대부분 2 mcg/ml 이내로, 수술중 혈중농도가 전신 독작용을 나타낼 수 있는 5 mcg/ml를 넘지 않았다.

회복실에 도착한 시간은 평균 85.1 mcg/ml 24.8분이었으며, 이때 측정된 통증지수는 평균 1정도로 나타

났고 동작지수는 평균 2정도로 나타났다.

그리고 감각신경차단분절의 높이는 T₉(T₆-L₂)높이로 나타나 하복부이하의 수술에 적합한 높이로 마취가 유지되었음을 유추할 수 있었다.

어떤 환자에서도 미추마취와 연관된 국소 부작용이

나 전신부작용은 나타나지 않았으나 1예에서 수술후 30분에 혈중농도가 4.16 mcg/ml로 나타났으며, 회복실에서 환자는 매우 보채었다. 그때의 통증지수는 3, 동작지수는 2, 감각신경차단분절은 T₉이었다. 그의 다른 증상은 보이지 않았다.

고 찰

미추마취는 1901년 Cathelin에 의해서 처음으로 시작되어 1940년경에는 무통분만을 목적으로 산과 영역에서 성행하기 시작했다¹⁶⁾. 그 이후 미추마취는 시술이 쉽고 순환기계에 미치는 영향이 경미함으로 회음부수술과 무통분만을 목적으로 많이 이용되었다¹⁷⁾. 1977년에는 Hassan이 소아미추마취는 미추의 해부학적 경계가 뚜렷하고 시술방법이 쉽고 안전한 방법이라는 등의 장점을 발표한 후, 전등¹⁾은 다음과 같이 발표하였다. Epinephrine이 혼합된 lidocaine을 1.5%의 농도로 1 ml/kg 사용하였을 때 경련, 부정맥, 호흡정지, 회복실에서 흥분, 과민한 움직임 등이 8예가 있었고 1%의 농도에서는 전혀 합병증이 없었기 때문에 10 mg/kg의 용량을 주어서 필요한 부위의 마취를 얻는 데는 1%용액이 좋다고 결론을 얻어 1%용액의 사용을 추천하였다.

국소마취제를 안전하게 사용하기 위하여서는 약제의 독작용이 일어나지 않는 범위 내에서 써야 한다. 지금까지 소아 미추마취에 쓰이는 약제의 용량은 Table 5에서 보듯이 여러학자들이 주장해왔으나 시술자가 바라는 마취의 높이를 얻기 위한 용량결정이 명확하지 않고, 또한 독작용을 나타내지 않고 안전하게 사용할 수 있는 용량의 안전범위가 구체적으로 밝혀져 있지 않다.

따라서 lidocaine의 약역학적 성질을 알아야 할 필요성이 있다.

국소마취제의 마취효과에 영향을 끼치는 생리화학적 성질은 약제의 pKa, 지질용해성과 분자량, 단백결합력 등이다^{18,31)}. pKa는 약제의 이온화형과 비이온화형이 동량존재할 때의 pH치를 나타내는 것이다. 국소마취제의 비이온화형이 신경수초와 신경막을 잘 통과하여 확산하기 때문에, 이 수치는 마취의 시작에 바로 영향을 미친다. 마취작용의 시작은 염(base)의 형태로 존재하는 약의 양과 바로 연관이 되어 있는데

pH가 7.4인 조직내로 투여될 때 염의 형태로 존재하는 비율은 그 제재의 pKa에 반비례 한다.

Lidocaine, mepivacaine, prilocaine 등은 7.7 정도의 pKa를 가지며 이런 제재들은 pH 7.4인 조직으로 투여했을 때 약 65%가 이온화하고 35%가 비이온화 염의 형태로 존재하지만 8.6 정도의 pKa를 가진 tetracaine은 단지 5%만 비이온화 형태가 되고, 95%가 양이온을 띤 형태가 된다. 일반적으로 amide (7.6~8.2)형 제재는 ester형 제재(8.7~9.1)에 비해 pKa가 낮으며, 따라서 마취시작이 빠르다.

약제가 지용성 일수록 Fick's law에 의하여 생리적인 막을 투과하기가 쉽다. 지용성이 클수록 확산속도가 증가됨으로 인해 약제들의 세포막내로 유입이 촉진되는 것으로 생각된다. 이처럼 지용성이 커지면 수용체의 소수성분(hydrophobic point)을 향상시켜 약제의 강도와 작용시간이 증가된다. Lidocaine, mepivacaine 등은 중간 정도의 지질 용해성(1-3)을 가져서 효과적인 마취농도도 1~2%로 중간 정도의 마취강도를 가졌다. 또한 Fenstermacher¹⁸⁾은 혈장장벽을 통과하는 능력은 분자량과 반비례한다고 했는데 lidocaine은 분자량이 246으로서 bupivacaine(288), etidocaine(276) 등에 비해 비교적 작기 때문에 이런 장벽을 잘 통과한다. 대부분의 amide계 약제들은 ester계 약제들에 비해 혈장과 조직의 단백결합과 아주 잘 결합하는데 이런 단백결합능력은 막투과성과 수용체 결합을 촉진하여 약제들의 작용시간을 연장시킨다. 단백결합능에서 보면, lidocaine은 같은 amide 계열 제재인 etidocaine(94.0), bupivacaine(95.6)보다 적은 77.5를 가져서 작용시간은 짧은 편에 속한다.

국소마취제의 혈중농도에 영향을 끼치는 요소들은 투여부위, 사용된 약의 종류, adrenaline 첨가유무, 약의농도, 투여속도, 사용된 약의 양, 환자의 체중, 나이 등이다¹³⁾. 혈중농도는 투입장소의 혈류량과 밀접한 연관이 있으므로, 혈관이 풍부한 곳에서는 더욱 빨리 고농도에 도달한다. 경막외강은 혈관이 풍부한 곳으로 바로 이런 영향을 받을 수 있다. 사용된 약의 종류를 보면 lidocaine은 prilocaine에 비해 상대적으로 plasma/erythrocyte concentration이 크기 때문에 혈장농도가 더욱 잘 올라간다. 그리고 adrenaline은 국소혈관을 수축시키므로 국소마취제의 흡수를 연장시켜 혈중농도의 증가를 완하시킨다. 특히

경막외 마취시 lidocaine은 prilocaine보다 더욱 adrenaline의 영향을 받는다.

Lidocaine의 독성 반응을 나타내는 혈중농도는 정상 성인에서 5~100 mcg/ml, 전신 마취하에 있는 환자는 심혈관계 억제가 일어나는 농도인 10 mcg/ml 이상의 농도에 도달하지 않으면 독성의 징후가 나타나지 않는다고 알려져 있으며^{7~10)}, 성인에서 미추마취에 lidocaine을 사용하여 혈중농도를 측정한 예를 보면, epinephrine을 섞지 않은 군에서 3.30 ± 0.83 mcg/ml, lidocaine과 bicarbonate를 섞은 군에서 3.31 ± 0.81 mcg/ml, epinephrine을 섞은 군에서 1.86 ± 0.52 mcg/ml로 나타나 epinephrine을 혼주한 군의 혈중농도가 의의있게 낮게 나타났다고 보고하였다²⁹⁾.

Giasi등²³⁾이 성인에서 요부 경막외 마취시 lidocaine투여후 15분 정도에 최고 혈중농도를 보고한 바 있지만, epinephrine 첨가없이 lidocaine만으로 경막외 마취시 주사부위에 따라 동일용량을 투여하여도 혈중농도가 다를 수 있으며 Mayumi등²⁴⁾은 요부경막외 마취에서 lidocaine의 최고 혈중농도를 3.26 mcg/ml을 보고하고 있다. 또한 Scott등¹⁵⁾은 2% lidocaine 20 ml(400 mg)을 사용한 경막외 마취시 혈중 최고 농도가 4.27 mcg/ml였음을 보고하고, lidocaine에 epinephrine을 혼합 주사시는 lidocaine의 최고 혈중농도가 2.95 mcg/ml로서 epinephrine 첨가시 혈중농도가 매우 낮음을 보고하였다. 이와같은 관찰은 본 연구에서도 동일하게 나타나 투여부위는 다르지만 epinephrine을 첨가하지 않은 lidocaine을 쓴 다른 논문의 농도에 비해 낮은치(1.86 mcg/ml)를 보이고 있다.

일반적으로 농도를 증가시키면 독작용이 증가된다고 믿어왔지만 동일한 용량을 투여할 경우 농도차이에 의해 최고 혈중농도는 증가되지 않는다. 비록 최고 농도치는 크게 달라지지 않지만 급속투여시는 완속 투여시보다 다소 혈장농도를 증가시킨다. 많은 양을 줄수록 혈중농도는 증가되지만 반드시 정비례되는 관계는 아니다. 또한 약의 분포가 일정하면 체중이 증가할수록 혈장농도가 낮지만 실제로는 큰 연관이 없는 것으로 나타났다. 어릴때는 경막외강의 지방조직이 좀 더 영성하고 섬유화가 단단히 되어 있지 않기 때문에 투입된 약제가 더욱 넓게 퍼질 수 있다. 그러므로 약의 흡

수가 성인보다 빠르리라고 생각된다. 약역동적인 면에서 보면 배설이 간에서 이루어지므로 shock등에서 처럼 간 혈류량이 감소되면 혈장농도는 상대적으로 증가하게 된다¹³⁾.

전신중독 반응은 대부분 국소마취제 자체의 혈중농도가 증가하여 오지만 이들에 첨가된 혈관수축제 및 방부제에 의할 수도 있다¹⁶⁾.

전신중독반응은 중추신경계의 이상반응과 심혈관계의 이상 반응으로 나타나는데 구토, 입술의 무감각, 어지러움이며, 입에 이상한 맛 등이 느껴지는 중추신경계 이상반응이 먼저 나타나 영아나 진정제를 투여한 아이에서는 간과되기 쉽고, 후기 증상으로 뇨저류, 배뇨정지, 근육의 비틀림, 사지경련등이 나타나고 더욱 심해지면 혈압하강, 심전도상 QT간격의 연장, 부정맥, 심폐기능 부전, 심정지 등의 심각한 심혈관계 이상을 초래하게 된다²⁵⁾.

국소마취제의 전신중독반응과 혈중농도는 서로 밀접한 연관이 있으므로, 국소마취제의 혈중농도를 측정하여 약역학(pharmacokinetics)을 이해해야 안전한 부위마취를 시술할 수 있다. 그러나 neonate, infant, child, adult의 해부, 생리, 대사과정이 서로 상이하므로 약역학과 약동학(pharmacokinetics & pharmacodynamics)의 차이를 염두에 두고 마취시술에 임해야 한다.

Broadman과 Hannallah²⁸⁾은 체중 kg당 3 mg을 여러 다른 농도(0.25%, 0.3%, 0.5%)로 미추주입시 독 반응은 볼 수 없었다고 하였다. 문헌상 여러가지로 보고된 바 있으나, Yastea는 0.5% lidocaine을 5 mg/kg로 주어 30분에서 45분 사이에 최고 농도가 나타났으며, 최고 농도치는 2.0 ± 0.6 mcg/ml로 보고하였다.

아이들에 있어서 경막외강내에 지방질이 더 적기 때문에 수용성 제재인 lidocaine의 분포면적이 더 커서 배설이 늦다²²⁾. 그러므로 일회량으로 투여시는 별 큰 영향이 없으나 추가로 주입시는 쉽게 축적되므로 투여시 주의를 해야 한다. 일반적으로 소아에서 미추마취시 각 분절당 요구되는 마취약제량은 나이보다는 체중과 연관이 높다고 보고되었기에 이 실험에서도 체중에 따라서 약제를 투여하였다.

Ecoffy²²⁾는 어린이를 대상으로 미추마취시 1% lidocaine을 5 mcg/ml(98.6 ± 9.4 mg)을 1 ml/sec 속도로 투여하여 lidocaine의 약역동학을 연구하였는

데 최고혈중농도는 2.05 ± 0.08 mcg/ml였으며, 최고 농도발현시간은 28.2 ± 2.9 분이었다. 혈관흡수 반감기(half life of vascular absorption)는 8.9 ± 1.0 분으로 나타났는데 이 결과를 통하여 어린이에서 미추의 경막외강을 통하여 약제가 빨리 흡수됨을 알 수 있다. 배설에 있어 반감기는 155 ± 32 분으로 어른에서 보다 다소 늦게 나타났는데, 그 이유는 어린이에서 lidocaine의 배설속도가 감소되었거나, 분포면적이 크기 때문이라 생각된다. 전체 혈장제거 속도(total plasma clearance of lidocaine)는 15.4 ± 1.2 ml/min/kg로 성인과 비슷하게 나오며 분포면적은 3.05 ± 0.4 mg/kg로 크게 나와서 배설반감기가 길게 나타나게 했다.

이처럼 Ecoffey²²⁾는 소아에서 배설 반감기(elimination half life)가 조금 연장된 것을 제외하고 약역동학 변수(pharmacokinetic parameter)에 있어서 성인과 차이를 보이지 않는다고 보고했지만, 저자들은 1% lidocaine 1 mg/kg로 미추마취를 시행하면 전신 독성 반응을 유발하지 않는 안전한 마취용량이라는 점을 확인하였으나 약역학의 상세한 전모는 밝히지 못하였다.

Gregory³⁾는 예기치 않게 발생하는 경련을 예방하기 위하여 diazepam($0.1 \sim 0.2$ mg/kg)을 정맥주입할 것을 제의하였고, 본 실험에서는 수술중 수면유도의 필요성도 있어서 pentothal sodium 4 mg/kg을 정주하였고, 필요에 따라 추가 주사하였다. 그리고 가능한 한 주사바늘이 경막외정맥이 풍부한 천골의 앞쪽 부위를 너무 깊이 들어가지 않게 주의하여야 한다. 또한 신생아에서 경막낭이 S4까지 연장되어 있으며, 생후 2년이 되어 S3로 올라가기 때문에 반드시 주사기를 흡입하여 혈액이나, 뇌척수액이 되 나오는지 확인하고 약물을 투여하였다.

본 실험 결과로써, 15~60분의 lidocaine혈중농도는 전신독성반응을 일으키는 농도인 5 mcg/ml보다 훨씬 낮은 측정치를 보여 1% lidocaine 1 mg/kg의 용량으로 미추마취를 시행함이 안전한 방법임을 알 수 있다. 그러나 15분에 측정한 lidocaine의 혈중농도가 이미 최고혈중농도에 가까운 측정치를 보여 미추강을 통한 lidocaine의 흡수가 대단히 빨리 일어난다고 추정되며 60분까지 계속 비슷한 측정 농도를 보여 배설이 늦다는 것을 보여 주고 있다. Eyres²¹⁾는 epi-

nephine이 함유되지 않은 1% lidocaine 4 mg/kg로 미추마취후 10~20분 사이에 lidocaine의 최고혈중농도에 도달했으며 그 후 90분 동안 큰 변화없이 유지된다고 보고하여 본 실험과 비슷한 결과를 보임을 알 수 있다. 결과에서 보듯이, 대부분 환자들은 1.00~2.00 mcg/ml의 측정농도를 나타내 혈중농도의 큰 편차를 보이지는 않았으나 1예의 환자에서 예상밖의 측정 결과가 나타났는데, 30분에 4.16 mcg/ml의 혈중농도를 보였으며, 회복실에서 매우 자극에 민감하여 전신독작용의 일환으로 생각되었다. 이 환자의 혈중농도가 매우 높게 나타난 이유는 각환자에 고유한 흡수 속도 및 정도의 차이, 마취시술중 국소마취제 주입속도의 차이, 술중 수액공급에 의한 희석 가능성, 실험실 오차 등을 그 원인으로써 고려할 수 있는 사항이라고 사료된다.

본 실험에서는 혈중 lidocaine농도를 측정하기 위해 정맥혈을 채혈하였거나 전신독성반응 유발과도 밀접한 관련이 있는 동맥혈을 채혈, 측정함이 바람직하다고 생각된다. 그러나, lidocaine의 혈중농도가 조기 분포기를 지나 이미 안정된 혈중농도를 도달한 15분에 채혈; 측정하였으므로 동맥혈 lidocaine 농도와 큰 차이를 보이지 않는다고 사료된다.

소아미추마취에는 하복부, 회음부 및 하지의 수술에 대단히 유용하다고 알려져 있다¹⁻³⁾. 그러나 소아미추마취의 경험부족 및 성인과는 해부, 생리적인 차이로 인하여 국소마취제의 용량결정이 대단히 힘들다. 여러 가지 용량결정공식이 제안되어 있지만 환자간의 차이가 심하여 안전하고 효율적으로 적용하기 어렵다^{3,5,30)}. 용량의 결정에는 연령보다는 체중이 더 밀접한 관련이 있다고 알려져 있으나 체중에 따른 일률적인 용량결정은 위험을 초래할 가능성이 있으므로 수술부위, 수술의 종류 및 환자의 상태에 따라 용량을 결정함이 바람직할 것으로 사료된다. 저자들의 견해로는 국소마취제의 용량이 1 ml/kg인 경우 수술중 마취 높이가 T₉이상이 되며 경우에 따라서 상부흉부까지도 마취될 수 있음을 알았다. 따라서, 늑간근과 보조호흡근의 발육이 불충분한 유아에서 마취중 수면을 유도하는 경우 호흡곤란을 초래할 수 있다고 사료된다. 본 실험에서도 마취중 SaO₂가 90%까지 감소하는 경우가 많음을 알고서 이후는 모두 산소를 흡입하게 하였다.

Mazoit등¹⁸⁾은 6개월 미만의 소아에게 bupiva-

caine 미추마취후 자유기(free fraction)가 증가하여 bupivacaine 사용에 주의해야 한다고 했으며, Broadman²⁾도 6개월 미만의 소아에게 미추마취의 합병증이 더 잘 발생하므로 6개월 이상의 소아에게 미추마취를 시술할 것을 추천하고 있다. 그리고, 신생아에게서 albumin의 농도가 낮고 albumin의 약물에 대한 결합능력 및 친화성이 떨어져 있으면 혈중 FFA(free fatty acid), bilirubin, 다른 약물등의 영향으로 lidocaine의 단백질과 결합(albumin binding)이 감소되어 전신독성반응이 더 쉽게 유발되리라 추정되므로, 저자들은 특별한 금기사항이 없는 2개월 이상의 모든 소아에게 미추마취를 시술하여도 무방하리라 생각된다.

일반적으로 소아는 미추마취술에 협조하지 않고 계속 움직이므로 또 미추천자는 매우 아프기 때문에 전신마취, 또는 정맥마취하에 미추마취를 시술하여야 함이 불가피하고 번거롭다고 한다⁵⁾.

그러나 저자들은 경험상 얇은 전신마취하에 미추마취가 성공적으로 시술되면 환자를 정맥마취제로 하거나 필요에 따라 간헐적으로 전신마취를 동반하므로 마취유지에 불편함이 없고 전술한 장점을 살릴 수 있으므로, 소아미추마취방법을 더욱 널리 보급하여야 할 것이라고 사료된다.

요 약

미추마취를 시행받은 소아 29명을 대상으로 1:200,000 epinephrine을 혼합한 1% lidocaine 10 mg/kg로 주입하여 투여후 15, 30, 45 및 60분 시간에 따른 lidocaine의 혈중농도를 측정 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 소아 미추마취후 lidocaine의 혈중농도는 15분에 1.67 ± 0.41 mcg/ml, 30분에 1.85 ± 0.61 mcg/ml, 45분에 1.73 ± 0.46 mcg/ml, 60분에 1.75 ± 0.29 mcg/ml로서 30분에 혈중농도가 제일 높은 것으로 나타났으나 투여후 1시간 동안에 평균농도의 차이는 유의한 차이가 없었으며, 미추마취후 1시간 동안에는 비슷한 농도를 유지하여 모두 2 mcg/ml를 넘지 않았다.

둘째, 회복실에서 측정한 통증지수와 동작지수는 약제 투여후 90여분까지 거의 통증을 느끼지 않고 또한,

서지는 못하나 대부분 움직일 수는 있는 것으로 나타났다.

셋째, 측정된 마취의 높이는 T₉으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 1) 전재규, 정정길. 소아수술을 위한 미추마취. 대한마취과학회지 1980; 13: 63-269.
- 2) Broadman L. Regional anesthesia for pediatric patients. ASA Annual Refresher Course Lectures 1990; 1: 264.
- 3) Gregory GA. Pediatric anesthesia. 2nd ed, Churchill Livingstone. 1989; 654-658.
- 4) Campbel MF. Caudal anesthesia in children. Am J Urol 1933; 30: 245.
- 5) Dalens B, Hasanaoui A. Caudal anesthesia in pediatric surgery. Anaesth Analg 1989; 68: 83-89.
- 6) Busoni P, Andreuccetti T. The spread of caudal analgesia in children. Anaesth Intense Care 1986; 14: 140-144.
- 7) Foldes FOF, Molloy R, McNall PG, et al. Comparison of toxicity of intravenously given local anesthetic agents in man. JAMA 1960; 172: 14.
- 8) Bromage PR, Robson JG. Concentrations of lignocaine in the blood after intravenous, intramuscular, epidural and endotracheal administration. Anaesthesia 1961; 6: 461.
- 9) Brose WG, Cousins MJ. Subcutaneous lidocaine for treatment of neuropathic cancer pain. Pain 1991; 45: 145-148.
- 10) Covino BG. Clinical pharmacology of local anesthetic agents. Neural Blockade in clinical Anesthesia and Management of Pain Ch. 4, 1988.
- 11) Braid DP, Scott DB. The systemic absorption of local analgesic drugs. Br J Anaesth 1965; 37: 394.
- 12) Lond PC, Bush DF, Covino BG. Determinants of etidocaine concentration in the blood. Anesthesiology 1975; 42: 497.
- 13) Scott DB, Jebson PJR, fBraid DP, et al. Factors effecting plasma levels of lignocaine and prilocaine. Br J Anaesth 1972; 44: 1040.
- 14) Stanton-Hicks M, Murphy TM, Bonica JJ. Effects of peridural block: V. Properties, circulatory effects, and blood levels of etidocaine and lidocaine. Anesthesiology 1975; 42: 398.
- 15) Burfoot MF, Bromage PR. The effects of epinephrine on mepivacaine absorption from spinal epidu-

- ral space. *Anesthesiology* 1971; 35: 488.
- 16) Collins VJ. *Principles of anesthesiology*, 2nd ed, Philadelphia: Lea & Febiger Co. 1976; 1: 716.
- 17) Hassan SZ. Caudal anesthesia in infants. *Anesth Analg* 1977; 56: 636.
- 18) Fenstermacher JD, Rapoport SI. The blood-brain barrier. In *Handbook of physiology, The microcirculation*, ed, by EM Renkin, CC Michel, Washington DC, American Physiological Society 1984; 1: 969.
- 19) Tretjakoff D. Dae pidurale Fettgewebe. *Zeit f Anat* 1926; 79: 100-11.
- 20) Mayumi T, Dohi S, Takahashi T. Plasma concentrations of lidocaine with cervical, thoracic and lumbar epidural anesthesia. *Anesth Analg* 1983; 62: 578.
- 21) Eyres RL. Local anesthetic plasma level in children. *Anesthesia and Intense Care* 1978; 1: 243-247.
- 22) Ecoffey C. Pharmacokinetics of lidocaine in children caudal anaesthesia. *Br J Anaesth* 1984; 56: 1399-1402.
- 23) Giasi RM, Aostino ED, Covino BG. Absorption of lidocaine following subarachnoid and epidural administration. *Anesth Analg* 1979; 58: 360.
- 24) Moore DC, Bridenbaugh LD, Bagdi PA. Accumulation of mepivacaine during caudal block. *Anesthesiology* 1968; 29: 585.
- 25) Nimmo WS, G Smith G. Caudal extradural block. *Anesthesia* 1985
- 26) Cork RC. Discharge assessment on recovery room workshop work: Presented at 1980 recovery room workshop.
- 27) Mayumi. Dosage of lidocaine for caudal anesthesia in infants and children. *Anesthesiology* 1977; 47: 527-529.
- 28) Broadman LM, Hannallah RS, Norden JM. Kid-die caudals; Experience with 1154 consecutive cases without complications. *Anesth Anals* 1987; 66: S18.
- 29) 신양식, 조성국. 미추마취시 혈중 lidocaine의 농도. 마취과학회지 1988; 21: 325-330.
- 30) Wolf AR, Valley RD, Fear DW, et al. Bupivacaine for caudal analgesia in infants & children; The optimum effective concentration. *Anesthesiology* 1988; 69: 192-6.
- 31) Covino BG. Clinical pharmacology of local anesthetic agent. *Neural Blockade* 1982; 1: 111-115.