

하지 수술을 받는 환아에서 요추 접근법을 통한 수술 후 경막외 자가 통증 조절의 유용성

김현우 · 김호중 · 한수봉 · 박희완 · 심재광*

연세대학교 의과대학 정형외과학교실, 마취통증의학교실*

목 적 : 하지 수술을 받는 소아 환자들의 수술 후 통증 조절을 위하여, 요추 접근법으로 bupivacaine과 fentanyl을 경막외 투여하는 자가 통증 조절 요법의 안정성과 유용성에 대하여 보고 한다.

대상 및 방법 : 5세에서 12세 사이의 환아 40명을 대상으로 수술 후 ketorolac (1 mg/kg t.i.d)과 meperidine (0.5 mg/kg p.r.n.)을 근주한 대조군 및 0.1% bupivacaine과 fentanyl 2 µg/mL을 생리 식염수 100 mL에 혼합하여 0.1 mL/kg/hr의 속도로 지속적으로 주입된 실험군으로 나누었다. 통증의 정도는 병실 도착 직후, 6시간 후 및 24시간 후 시각 통증 등급으로 측정하였으며 통증 조절에 따른 부작용 발생 유무를 관찰하였다.

결 과 : 경막외 주입군에서 모든 측정시기에 유의하게 낮은 통증 점수를 보였으며 부작용도 경미하였다($p<0.01$). 경막외 추가 주입 일회 용량의 횟수와 오심/구토의 빈도 사이에서는 유의한 상관관계를 보였다($p<0.01$).

결 론 : 하지 수술을 시행 받는 환아에 있어서 요추 접근법을 통한 fentanyl 경막외 자가 통증 조절 요법은 고식적인 진통제 근주에 비해 효과적이고 안전한 수술 후 통증 조절 방법으로 사료되었다.

색인 단어 : 소아, 하지수술, 경막외 자가 통증 조절

Efficacy of Postoperative Patient Controlled Epidural Analgesia via the Lumbar Approach in Pediatric Patients Undergoing Lower Extremity Surgery

Hyun-Woo Kim, M.D., Ho-Joong Kim, M.D., Soo-Bong Hahn, M.D., Hui-Wan Park, M.D., and Jae-Kwang Sim, M.D.*
Departments of Orthopedic Surgery, and Anesthesiology and Pain Medicine*, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea

Purpose : To evaluate the safety and efficacy of postoperative patient controlled epidural analgesia via the lumbar approach in children undergoing lower extremity surgery.

Materials and Methods : 40 patients between the ages of 5 and 12 years were randomly allocated into two groups; one group received conventional pain medications (intramuscular injection of ketorolac 1 mg/kg t.i.d. and meperidine 0.5 mg/kg p.r.n.) and the other group received patient controlled epidural analgesia. The composition of the analgesics in the experimental group was 0.1% bupivacaine +fentanyl 2 µg/mL in 100 mL of normal saline. Pain scores were measured 3 times using a standardized pain scale containing questions regarding side effects - upon arrival at the ward, 6 hours thereafter and 24 hours after the first measurement.

Results : Pain scores were significantly lower in the epidural group with minimal side effects requiring no further treatment ($p<0.01$). A significant correlation was found between the number of boluses and the incidence of nausea/vomiting in epidural group ($p<0.01$).

Conclusion : This study demonstrates the safety and efficacy of patient controlled epidural analgesia using low concentrations of bupivacaine and fentanyl, in pediatric patients undergoing lower extremity surgery.

Key Words : Pediatrics, Lower extremity surgery, Patient controlled epidural analgesia

과거 소아들은 통증에 대해 성인만큼 느끼지 못하고 통증을 기억할 수 없다는 인식이 있었으나 최근 이들도 성인과 유사한 정도의 고통과 생리적 변화가 일어난다는 것이 밝혀졌다¹⁻³. 몇몇 저자들은 소아 환자들의 수술 후 통증 조절에 있어서 고식적인 진통제 근주에 비해 경막외 약물 주입을 통한 통증 조절이 더 효과적이라고 제시하였지만^{2,18} 마약성 진통제의 부작용과 경막

외 카테터(catheter)의 위치와 관련된 기술적인 어려움 그리고 이에 따른 합병증 등으로 인해 시행이 제한되어 왔다^{2,4,6,7,9,14,19}. 또한 이러한 연구들은 여러 척추 분절을 차단해야 되는 척추 수술 혹은 복강내 수술을 대상으로 하였으며 미추 접근법(caudal approach)에 의한 morphine투여가 주로 사용되었다^{2,7,9,14,18}. 본 연구는 정형외과 하지 수술을 받는 환아들을 대상으로 해당 척

통신저자 : 박 희 완
서울특별시 강남구 도곡동 146-92
연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 정형외과
TEL : 02-3497-3410 · FAX : 02-573-5393
E-mail : hwpark@yumc.yonsei.ac.kr

Address reprint requests to
Hui Wan Park, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Yongdong Severance Hospital
146-92 Dogok-dong, Kangnam-gu, Seoul 135-720, Korea
Tel : +82.2-3497-3410, Fax : +82.2-573-5393
E-mail: hwpark@yumc.yonsei.ac.kr

수 분절에 정확히 국한하여 bupivacaine과 fentanyl을 경막의 투여함으로써 수술 후 통증을 효과적으로 차단하고 마약제의 부작용도 줄일 수 있는 요추 접근법을 시도하여, 이 방법의 안전성과 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2001년 7월부터 2001년 10월까지 정형외과 하지수술을 받은 5세에서 12세 사이의 ASA (American Society of Anesthesiology) class I (normal healthy patient) 또는 II (patient with mild systemic disease and no functional limitations)의¹⁰⁾ 환자 40명을 대상으로 마취에서 깨어난 직후 진통제가 투여되었다. 무작위로 두 개의 군으로 나누어, 수술 후 ketorolac (1 mg/kg t.i.d)과 meperidine (0.5 mg/kg p.r.n.)을 근주한 경우를 대조군으로, 0.1% bupivacaine과 fentanyl 2 μ g/mL를 생리 식염수 100 mL에 혼합하여 0.1 mL/kg/hr의 속도로 지속적으로 주입된 경우를 실험군으로 하였다. 수술 전날 환아와 부모에게 표준화된 통증 지수를 사용한 질문서²⁾(Fig. 1)에 대해 설명하였으며, 수술 후 3회에 걸쳐, 즉, 병실에 도착한 직후, 이후 6시간 및 24시간 후 통증 정도를 기록하였다. 부모들은 약물의 추가 주입 회수와 부작용에 대해 기록하였으며, 대조군에서는 meperidine의 추가적인 근주 회수를 경막외 군의 약물 추가 주입 회수로 간주하였고, 수술 후 2일째 되는 날 질의서를 다시

수거하였다.

모든 환아는 전신 마취 하에서 경막외 카세트의 삽입을 위해서 좌측 양와위 자세를 취하였다. 20 gauge 다공성 경막외 카세트가 있는 18 gauge Tuohy needle를 사용하였으며 needle은 제 2-3, 3-4, 4-5 요추간 혹은 제 5 요추-제 1 천추 사이를 통하여 삽입하였다. 수술을 시행하는 피부 분절에 카세트의 끝을 위치시키기 위해 카세트는 머리나 다리쪽을 향하는 방향으로 경막외 공간 안으로 3 내지 5 cm 깊이로 위치시켰다. 약물의 주입을 위해 aimplus infusion pump[®] (ABBOTT, Chicago, IL, USA)를 사용하였으며 각각 fentanyl 2 μ g/mL와 0.1% bupivacaine을 생리 식염수 100 mL에 섞어 지속적으로 주입하였다. 처음 추가 주입시 약물의 구성은 위와 동일하였으며 마취가 끝나자마자 바로 투여하였다. 처음 추가 주입하는 약물의 양은 5세에서 10세 사이의 환아에 대해서는 척추 한 분절 당 1 mL로 하였으며, 10세 이상의 환아에서는 (연령)×mL/10으로 하였다. 지속적인 주입 속도는 0.1 mL/kg/hr였으며 환자가 조절하는 추가 주입의 양은 0.05 mL/kg였고 잠금(lock-out)시간은 30분으로 하였다. 경막외 진통제의 지속적인 주입을 시작한 후 호흡 곤란이나 저혈압 징후의 발생을 관찰하기 위해 모든 환아들은 회복실에서 혈압계와 산소 분압계를 사용하여 주의 관찰되었다. 통계는 SPSS 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 Chi-square test와 t-test를 시행하였으며 p value가 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

대상 환자들의 연령, 나이, 몸무게, 수술 시간 및 추가 약물의 주입 회수는 양 군 사이 차이가 없었으며(Table 1), 피부에서 경막외 공간까지의 깊이는 1.7 cm 내지 2.8 cm였다. 경막외 카세트 삽입과 관련된 경막 파열 등의 합병증은 없었으며 경막외 약물 주입군에서 회복실에서 관찰되는 동안 호흡 장애나 저혈압이 발생한 예도 없었다. 경막외 주입 군에서 통증 지수는 모든 경우에서 대조군보다 의미있게 낮은 점수를 나타내었다(Fig. 2-4). 소양증, 오심, 구토, 배뇨 장애 등은 양 군 사이에 통계학적으로 의미가 없었으며 추가적인 치료가 필요한 경우도 없었다(Table 2). 경막외 주입군에서 배뇨 장애가 발생한 환자는 없

Pain Scale

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

No pain Worst possible pain

Data: Begin of the surgery/end of the surgery:
 Unit no: Name: Sex/Age:
 Wt./Ht.: Dx.: OP name:
 Catheter at L / . Upward/downward cm.
 Composition: 0.1% bupivacaine+fentanyl 2 μ g/cc
 Basal rate: 0.1% mL/kg/hr, Bolus: 0.05 mL/kg (lock time: 30 min)
 Initial bolus (injected after emergence): 1 mL/segment (5-10 year-old), (Age in years) mL/10/segment (>10 year-old)

• Scoring according to the pain scale:
 1) Upon arrival at the ward: (at rest , moving)
 2) After 6 hours: (at rest , moving)
 3) After 24 hours: (at rest , moving)
 • Pruritus: Y/N: if yes → is further treatment necessary? Y/N
 • Nausea/Vomiting: Y/N: if yes → is further treatment necessary? Y/N
 • Voiding difficulty: Y/N
 • Time and number of boluses:

Fig. 1. The pain scale and questionnaire used for postoperative pain assessment.

Table 1. Demographic data of patients

| | Control group (n=20) | Epidural group (n=20) | p value |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------|
| Age (years) | 7.30±2.13 | 7.75±2.45 | NS* |
| Weight (kg) | 28.65±8.43 | 28.85±9.82 | NS |
| Height (cm) | 120.00±12.74 | 124.40±16.43 | NS |
| Duration of Op. (min) | 182.30±22.01 | 187.00±25.21 | NS |
| Number of bolus [†] | 2.00±1.49 | 1.95±2.560 | NS |

NS*: Not significant. [†]; Bolus consists of 0.5 mL/kg of 0.1% bupivacaine+fentanyl 2 μ g/mL in the epidural group and meperidine 0.5 mg/kg i.m. in the control group.

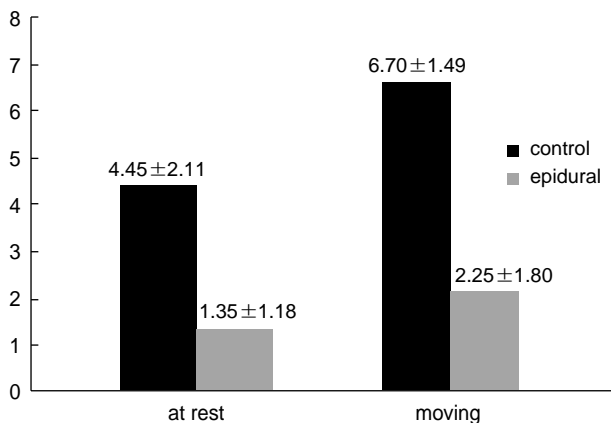


Fig. 2. Comparison of pain scores upon arrival at the ward. Values are mean ± SD.

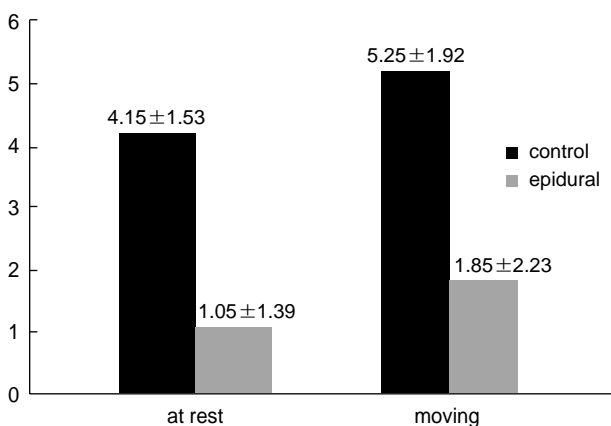


Fig. 3. Comparison of pain scores 6 hours after the first measurement. Values are mean ± SD.

Table 2. Incidence of complications related to analgesics

| | Control group (n=20) | Epidural group (n=20) | p value |
|--------------------|----------------------|-----------------------|---------|
| Pruritus | 4 | 5 | NS* |
| Nausea/Vomiting | 3 | 6 | NS |
| Voiding difficulty | 2 | 0 | NS |

NS*: Not significant.

있으며 대조군에서는 수술 후 첫째날 배뇨 장애 2예가 발생하였으나 meperidine의 추가 근주 횡수와는 통계학적으로 의미있는 관계를 보이지 않았다. 경막외 주입군에서는 추가적인 약물 주입과 오심 및 구토의 발생이 의미있는 상관관계를 보였다.

고 찰

소아 환자의 수술 후 통증 조절을 위하여, 마약제의 정주나 경막외 진통제 투여 등으로 관리할 수 있지만, 우리나라에서는 경막외 투여의 기술적 어려움과 마약제와 관련된 부작용에 대한 두려움 등으로 인해 마약제 근주를 선호하는 경향이 일반적이다.

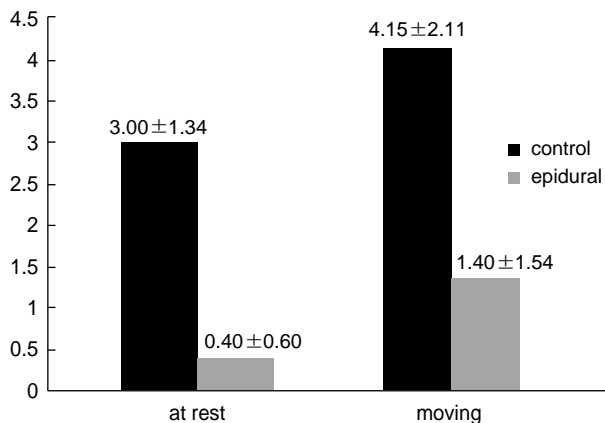


Fig. 4. Comparison of pain scores 24 hours after the first measurement. Values are mean ± SD.

최근 10여년 동안 소아 환자를 대상으로 경막외 진통제의 투여에 대한 유용성과 안정성에 대한 몇가지 연구가 있었고^{2,4,7,9,19)} 하지 수술을 시행받는 환아들에 대한 저자들의 결과 역시 부작용은 거의 없으면서 의미 있는 통증 완화를 보였다.

경막외 통증 조절의 특별한 적응증은 없고, 금기증은 경막외 마취와 동일한데, 카테터 삽입 부위의 감염, 혈액 응고 장애, 뇌압의 증가, 대동맥 판막이나 승모판의 심한 협착 등을 들 수 있다¹⁰⁾.

저자들이 하지 수술을 받는 소아 환자를 선택한 이유는 제 1요추에서 제 1천추까지의 국소적인 피부 분절의 차단만이 필요하며 경막외 카테터의 정확한 위치와 적절한 진통제의 투여 용량으로 수술 후 부작용 없이 통증을 완화시킬 수 있을 것이라는 이론적인 기대 때문이었다. 흔히 사용되는 미추 접근법(caudal analgesia) 또한 기술적인 용이함으로 선호될 수 있으나, 카테터가 빠지거나 마약제를 사용할 경우 천추 신경총의 차단으로 배뇨 장애가 생길 수 있는 단점이 있다^{2,4,7,9,12,15,17-19)}. 경막내 술기는 척수의 높이 고려가 필요하지만 경막외 마취의 경우는 척수의 위치와 상관없이 시행할 수 있다. 따라서, 요추 추체 사이의 공간에 카테터를 정확히 위치시켜 척추 분절을 선택적으로 차단하기 때문에, 천추 신경총이 차단되지 않고 해당 부위만 효과적인 진통의 효과를 얻을 수 있다.

본 연구의 경우 경막외 공간으로 주입되는 진통제 투여 양의 결정이 매우 중요한 문제가 되었다. 경막외 주입 방법을 사용할 경우 척추 한 분절 당 진통제의 양에 대한 몇몇 연구가 있었는데^{15,17)}, 저자들은 Schulte-Steinberg formulae¹⁵⁾를 사용하여 배뇨 장애 없이 충분한 진통 효과를 얻었다. 마약제의 약동학 관점에 있어서, 지질 용해도가 낮으면 발현이 늦고 작용시간이 길며 뇌척수액내에서 상부방향으로 이동한다. 반면에 지질 친화력이 높으면 빠르게 뇌척수액내로 운반, 척수 조직으로 스며들게 된다¹¹⁾. 저자들은 fentanyl이 고 지용성(high-lipophilic)제제이기 때문에 morphine대신 사용함으로써 더 제한된 척추 분절에 훨씬 효과적인 차단 효과를 볼 수 있었으며¹³⁾, 0.1% bupivacaine과 fentanyl 2 µg/mL의 혼합제를 통상 사용되는 주입물의 최

소 주입률로 투여하였다⁵⁾. 이상 언급된 접근법을 통해 저자들은 경막의 진통제를 사용한 군에서 마약제의 부작용을 최소화하면서 통증 지수가 훨씬 더 의미 있게 저하된 결과를 얻을 수 있었으며, 추가적인 치료나 용량의 증가 혹은 감소도 필요 없었다.

소아에게서 통증을 측정하는 방법에 대한 연구는 많으며, 5세 이상의 소아에서는 숫자로 나타내는 통증 지수가 신뢰성이 있다^{1,3,8,16)}. 따라서 저자들은 5세 이상의 소아들을 연구 대상으로 하였으며 표준화된 통증 지수를 사용하였다. 본 연구의 경우 20명의 환자 중 2명은 부모와 치료자들이 보기에는 만족스러워 보였지만 통증 지수는 5와 8사이로 응답하였으며 이것이 전체적인 p 값에 영향을 주지는 못한다 하더라도 통증의 정도를 측정하는데 부모의 의견을 물어보는 등의 보다 객관적인 방법이 필요하리라 사료되었다.

단지 2-3개 척추 분절의 차단을 필요로 하는 고관절이나 족관절수술을 받은 경막의 주입군중 8명은 추가적인 약물의 주입 없이 통증 지수 0점에서 2점을 기록하는 완벽한 진통 효과를 얻은 반면, 제 1 요추에서 제 1 천추 피부 분절까지의 피부 절개를 요하는 구축(contracture) 유리술시에는 수술 후 첫번째 측정에서 통증 지수가 2점에서 8점을 기록하였고 6-8회의 추가 주입이 필요하였다. 이들은 소양증이나 오심, 구토 혹은 두가지 모두를 호소하였으며 경막외로 약물을 추가로 주입하는 회수와 오심, 구토의 발생과는 매우 높은 상관 관계를 보였다. 따라서 다섯 피부분절 이상의 차단이 필요한 하지 수술에서는 fentanyl이 없는 진통제를 추가 주입하는 것이 마약제의 부작용을 막는데 훨씬 적합할 것으로 생각되었다. 또한 경막의 마취에서 통상 약제의 주입 속도와 마약제의 구성 성분을 결정하는데는 차단이 필요한 척추 분절의 수가 아니라 몸무게에 의해서 정해지기 때문에, 부작용 없이 완전한 진통 효과를 얻기 위해서는 차단이 필요한 척추 분절의 범위에 따라 마약제의 양과 주입 속도를 증례별로 조절해야 할 것으로 사료되었다.

결론

하지 수술을 시행받는 소아정형외과 환자들에 있어서, 요추 접근법을 통해 수술 부위에 해당되는 척추 분절에 선택적으로 위치시킨 경막의 카세트 삽관을 통한 fentanyl 자가 통증 조절요법은 고식적인 근주에 비해 효과적이고 안전한 방법임을 알 수 있었다. 또한 경막 외로 추가 주입된 회수와 오심, 구토의 발생은 상관 관계가 있고, 수술 후 부작용 없는 완벽한 진통 효과를 얻기 위해서는 경막의 마취제와 그 용량을 수술에 따라서 개인 별로 조절해야 할 것으로 사료되었다.

참고문헌

1. AbuSaad H and Holzemer WL: *Measuring children's self-assessment of pain. Issues Compr Pediatr Nurs*, 5: 337-349, 1981.
2. Arms DM, Smith JT, Osteeye J and Gatrell A: *Postoperative epidu-*

- ral analgesia for pediatric spine surgery. Orthopedics*, 21: 539-544, 1998.
3. Bieri D, Reeve RA and Champion GD: *The faces pain scale for the self-assessment of the severity of pain experienced by children. Pain*, 41: 139-150, 1990.
4. Caudle CL, Freid EB, Bailey AG, Valley RD, Lish MC and Azizkhan RG: *Epidural fentanyl infusion with patient-controlled epidural analgesia for postoperative analgesia in children. J Pediatr Surg*, 23: 554-558, 1993.
5. Goldschneider KR, Mancuso TJ and Charles BB: *Pain and its management in children. In : Loeser JD ed. Bonica's management of pain. 3rd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins: 803-880, 2001.*
6. Kafiluddi R and Hahn MB: *Epidural neural blockade. In: Raj PP ed. Practical management of pain. 3rd ed. St. Louis, Mosby Inc: 646-650, 2000.*
7. Kester K: *Epidural pain management for the pediatric spinal fusion patient. Orthopaedic Nursing*, 16: 61-62, 1997.
8. McGrath PA, Seifert CE and Speechley KN: *A new analogue scale for assessing children's pain: an initial validation study. Pain*, 64: 435-443, 1996.
9. Molik KA, Engum SA, Rescorla FJ, West KW, Scherer LR and Grosfeld JL: *Pectus excavatum repair: Experience with standard and minimal invasive techniques. J Pediatr Surg*, 36: 324-328, 2001.
10. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ: *Clinical Anesthesiology. 3rd ed. McGraw-Hill: 8, 262, 2002.*
11. **The Korean Pain Society:** *Pain medicine. 2nd ed. Koonja publishing Company: 294-296, 491-492, 2000.*
12. Payne KA, Hendrix MR and Wade WJ: *Caudal bupivacaine for postoperative analgesia in pediatric lower limb surgery. J Pediatr Surg*, 28: 155-157, 1993.
13. Raj PP and Anderson SR: *Continuous regional analgesia. In: Waldman SD ed. Interventional pain management. 2nd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company: 424-425, 2001.*
14. Rawal N: *Spinal opioids for acute pain management. In: Raj PP ed. Practical management of pain. 3rd ed. St. Louis, Mosby Inc: 698-702, 2000.*
15. Schulte-Steinberg O: *Regional anesthesia for children. Ann Chir Gynaecol*, 73: 158, 1984.
16. Scott PJ, Ansell BM and Huskisson EC: *Measurement of pain in juvenile chronic polyarthritis. Ann Rheum Dis*, 36: 186-187, 1977.
17. Takasaki M, Dohi S, Kawabata Y and Takahashi T: *Dosage of lidocaine for caudal anesthesia in infants and children. Anesthesiology*, 47: 527-529, 1977.
18. Wolf AR, Eyres RL, Laussen PC, et al: *Effect of extradural analgesia on stress responses to abdominal surgery in infants. Br J Anaesth*, 70: 654-660, 1993.
19. Wolf AR and Hughes D: *Pain relief for infants undergoing abdominal surgery: comparison of infusions of i.v. morphine and extradural bupivacaine. Br J Anaesth*, 70: 10-16, 1993.