견관절경 수술 후 관절강 내 및 정맥 내 자가 통증조절의 효과 비교

가톨릭대학교 의과대학 마취통증의학교실, *정형외과학교실, †울산대학교 의과대학 서울아산병원 마취통증의학과

임경실 · 권용순[†] · 정현주 · 이재명 · 김종분 · 박 훈 · 심진철 · 권오수*

Comparison of Intra-articular versus Intra-venous Patient Controlled Analgesia (PCA) following Arthroscopic Shoulder Surgery

Kyung Sil Im, M.D., Yong Soon Kwon, M.D.[†], Hyun Ju Jung, M.D., Jae Myeong Lee, M.D., Jong Bun Kim, M.D., Kuhn Park, M.D., Jin Cheol Sim, M.D., and Oh Soo Kwon, M.D.*

Departments of Anesthesiology and Pain Medicine and *Orthopedic Surgery, College of Medicine, The Catholic University of Korea; †Department of Obstetrics and Gynecology, Asan Medical center, College of Medicine, University of Ulsan, Seoul, Korea

Background: The purpose of this study was to compare the postoperative analgesic effects and side effects of an intra-articular PCA infusion of bupivacaine and morphine using an intravenous PCA infusion of morphine following arthroscopic shoulder surgery.

Methods: Seventy-one patients, undergoing arthroscopic shoulder surgery under general anesthesia, were randomly assigned to one of two groups. In group 1 (n = 32), morphine and ondansetron, 8 and 4 mg, respectively, were intravenously injected following surgery, with the subsequent infusion of normal saline 100 ml, including morphine and ondansetron, 32 and 12 mg, respectively, through an intra-venous PCA catheter. In group 2 (n = 39), 0.25% bupivacaine, 40 ml, including an intra-articular injection of morphine, 3 mg, followed by an infusion of 0.25% bupivacaine, 100 ml, including morphine, 5 mg, were administered through an intra-articular PCA catheter. In groups 1 and 2, the PCA infusion rate was 2 ml/h, with a bolus dose of 0.5 ml, with a lock out time of 8 min. The VAS for pain at rest, and the range of motion (ROM) exercise and side effects were assessed 0.5, 1, 2, 4, 12, 18 and 24 h postoperatively.

Results: The patients in group 2 had significantly lower VAS for pain for the ROM than those in group 1 30 min postoperatively. However, the VAS for pain at rest was significantly lower in group 1 than 2 after 18 and 24 h, but the VAS for pain for the ROM was significantly lower in group 1 than 2 24 h postoperatively. There was no significant difference in the side effects between the two groups, with the exception of dizziness, which was more severe in group 2 at 1, 2 and 4 h postoperatively.

Conclusions: An intra-articular PCA infusion of bupivacaine and morphine is no more effective than an intra-venous PCA infusion of morphine and ondansetron with respect to postoperative analgesia and side effects. (Korean J Anesthesiol 2007; 53: 72~8)

Key Words: analgesia, arthroscopic shoulder surgery, bupivacaine, morphine.

서론

견관절경 수술은 심한 통증을 유발하므로 수술 후 통증 조절은 환자의 편안함과 빠른 회복과 재활을 위해 매우 중요하다. 상박 신경총 차단(brachial plexus block), 어깨 위 신

경차단(suprascapular nerve block), 액와 신경차단(axillary nerve block)¹⁻⁴⁾ 또는 견관절 내 국소마취제의 단독 또는 아편유사제와 병용투여, 아편유사제의 정맥 내 투여 등 많은 방법들이 통증 조절을 위해 사용되고 있다.

아편유사제의 정맥 내 투여는 오심, 구토, 어지러움, 호흡 억제 등의 부작용이 나타나는 단점이 있으며 신경차단법은 심각한 합병증의 가능성이 있고,¹⁻³⁾ 수술 부위 근위부에 주사침을 삽입하며 진통효과를 제공하는 동안 전체 팔에 신경과 근육의 기능을 차단하여 수술 후 신경학적 평가를 방해하는 단점이 있다.³⁾

관절강 내 등의 말초조직에서 아편제 수용체의 존재가 면역학적,⁵⁾ 기능적으로⁶⁾ 증명되고 슬관절 수술 시 슬관절강

논문접수일 : 2007년 4월 3일

책임저자 : 김종분, 경기도 의정부시 금오동 65-1

가톨릭대학교 의과대학 의정부성모병원 마취통증의학과
우편번호: 480-130

Tel: 031-820-3596, Fax: 031-847-3449

E-mail: jbkim@catholic.ac.kr

내 아편유사제를 소량 주입하여 관절 내의 아편제 수용체를 활성화시킴으로써 비교적 장시간 효과적인 진통효과를 얻을 수 있음이 여러 저자에 의해 증명되었으나⁷⁾ 견관절경 수술 후 관절 내 투여된 morphine의 진통효과에 대해서는 상반된 보고가 있다.^{8,9)} 국소 마취제를 관절 내로 일시에 단일 주입하였을 경우 주위연부조직으로 국소마취제가 빠르게 제거되고 관절강 내 남아 있는 세척액에 희석됨으로써 적절한 진통효과가 없다는 보고가 있으며¹⁰⁾ bupivacaine이나 ropivacaine을 일시에 단일 주입하면 통증을 감소시키나 수술 직후 기간 동안만이며 수술 후 아편양 제제의 사용량이나 환자의 편안함에는 영향이 없다는 보고도 있다.⁸⁾

그러나 지속적으로 관절강 내 bupivacaine,^{11,12)} lidocaine¹³⁾ 또는 ropivacaine을¹⁴⁾ 투여하면 통증이 감소되고 보조적 진통제 투여가 감소되며, 국소마취제와 morphine의 혼합투여 또한 진통효과가 있다는 보고가 있다.¹⁵⁾

저자들은 자가통증조절 장치를 이용하여 지속적으로 관절강 내로 국소마취제 및 morphine의 혼합 투여와 정맥 내로 morphine을 투여한 경우에서 수술 후 진통효과와 부작용을 비교해 보았다.

대상 및 방법

본 연구는 회전근개 파열(rotator cuff tear), 상부 관절 테두리 손상(superior labrum anterior to posterior lesion, SLAP lesion), 유착성 관절낭염(adhesive capsulitis) 등으로 전신마취하에 견관절경 수술이 예정된 미국마취과학회 신체등급분류 1 또는 2에 해당하는 환자 71명을 대상으로 하였고 관절혈적으로 수술을 시행하거나 수술 도중 관절혈적 방법으로 수술이 전환된 경우와 국소 마취제, 아편유사제에 과민성 반응을 보인 과거력이 있는 환자, 배액관이 필요했던 환자는 연구에서 제외하였다. 수술적 치료는 견관절경하에서 회전근개 봉합술, 변연 절제술, 관절낭 이완술 등이 한 명의 술자에 의해서 시행되었다.

환자를 무작위로 두 군으로 나누고 수술 직후 초회량을 투여한 후 PCA 장치(Accufuser plus®, 우영메디칼, 대한민국)를 이용하여 자가 통증조절을 시행하였다.

정맥 내 자가통증조절군(1군, n = 32)은 수술 직후에 초회량으로 morphine 8 mg과 ondansetron 4 mg을 정맥 투여하고 morphine 32 mg과 ondansetron 12 mg을 혼합한 생리식염수 100 ml를 PCA 장치를 이용하여 2 ml/h의 주입속도로 지속 주입하였고 지속적 자가통증 조절장치의 추가용량 단추를 누를 때 일시 주입량은 0.5 ml, 폐쇄 간격은 8분으로 하여 자가 통증조절을 시행하였다.

관절강 내 자가통증조절군(2군, n = 39)은 수술 종료 직전에 관절경 시하에서 경막외 카테터(epidural catheterization set,

Arrow Co, USA)를 어깨 관절의 봉우리 밑 공간(subacromial space)이나 위팔 어깨 관절(glenohumoral joint) 내로 삽입하고 관절경 삽입구를 봉합하였다. 수술 직후에 초회량으로 morphine 3 mg이 혼합된 0.25% bupivacaine 40 ml를 투여하고 morphine 5 mg이 혼합된 0.25% bupivacaine 100 ml를 PCA 장치를 이용하여 2 ml/h의 주입속도로 지속 주입하였고 지속적 자가통증 조절장치의 추가용량 단추를 누를 때 일시 주입량은 0.5 ml, 폐쇄 간격은 8분으로 하여 자가 통증조절을 시행하였다.

수술 전과 수술 후 30분, 1시간, 2시간, 4시간, 12시간, 18시간, 24시간에 휴식 시와 운동 시(range of motion, ROM) 통증을 조사하였고 통증의 정도는 시각언속 척도표(visual analogue scale, VAS)를 이용하여 통증이 전혀 없는 상태를 0, 가장 심한 상태를 10으로 하여 환자에게 설명하고 질문하여 기록하였다. 추가 진통제로 diclofenac sodium (Valentac®) 75 mg을 환자가 견딜 수 없는 통증을 호소하고 추가 진통제 투여를 요구할 경우 근주하도록 하였으며 진통제의 사용 여부와 총 투여한 진통제의 양을 위와 같은 시간 간격으로 조사하였다. 또한 국소마취제나 아편유사제의 부작용으로 생각되는 오심, 구토, 어지러움, 가려움증, 호흡억제, 요 저류 등을 조사하였다. 오심, 구토가 없는 경우는 0, 가벼운 오심으로 10분 이내이며 항구토제가 필요 없는 경우는 1, 구토하거나 중등도 이상의 구역으로 항구토제가 필요한 경우는 2, 2회 이상 구토하거나 2회 이상 중등도 이상의 구역이 있고 항구토제가 반드시 필요한 경우를 3으로 하여 오심, 구토의 정도를 조사하였으며 환자가 오심 구토를 호소하고 항구토제를 요구하는 경우 metoclopramide hydrochloride (Meccool®) 10 mg을 정주하도록 하고 항구토제의 사용 여부와 총 투여한 항구토제의 양을 위와 같은 시간 간격으로 조사하였다.

통계학적 검정은 SPSS 13.0 version으로 시행하였다. 두 군 간 나이, 성별, 체중, 수술시간, 마취시간, 수술 전 휴식 시와 운동 시 VAS는 Student's test와 교차분석으로 비교하였고 수술 후 VAS와 부작용의 비교는 Repeated Measure ANOVA test로 검정하였다. 통계학적으로 P < 0.05의 가능성이 있을 때 의미 있는 것으로 보았다.

결 과

두 군 간에 환자의 나이, 성별, 진단명, 수술명, 수술시간, 마취시간, 수술 전 휴식 시와 운동 시 통증 정도에는 차이가 없었다(Table 1, 2).

두 군 간 비교에서 수술 후 휴식 시 통증은 수술 후 18시간, 24시간에서만 VAS 통증점수가 1군이 2군보다 통계적으로 유의하게 낮았으며(P = 0.04, P = 0.009), 그 외 측정 시간에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Fig. 1). 운동

Table 1. Demographic Data

	Group 1 (n = 32)	Group 2 (n = 39)
Age (yr)	49 ± 10	50 ± 13
Sex (M/F)	21/11	24/15
Weight (kg)	66 ± 10	64 ± 12
Duration of surgery (min)	91 ± 43	82 ± 39
Duration of anesthesia (min)	115 ± 41	109 ± 40
Preop. VAS for pain at rest (mm)	26 ± 23	26 ± 22
Preop. VAS for pain at ROM (mm)	61 ± 22	60 ± 25

Values are mean ± SD or number. Group 1: intravenous PCA, Group 2: intraarticular PCA. VAS: visual analogue scale.

Table 2. Distribution of Disease and Procedures

	Group 1 (n = 32)	Group 2 (n = 39)
Disease (number)		
Frozen shoulder	1	2
Adhesive capsulitis	7	7
Banker lesion	1	2
PTRCT	9	12
FTRCT	9	8
SLAP	5	8
Procedures (number)		
A/S debridement	6	8
A/S capsular release	7	7
Banker repair	1	2
A/S RC repair	13	14
SLAP repair	5	8

Group 1: intravenous PCA, Group 2: intraarticular PCA, PTRCT: partial thickness rotator cuff tear, FTRCT: full thickness rotator cuff tear, SLAP: superior labrum anterior to posterior, A/S: arthroscopic, RC: rotator cuff.

시 통증은 수술 후 30분에는 VAS 통증 점수가 2군이 1군보다 통계적으로 유의하게 낮았으나($P = 0.031$), 수술 후 24 시간에는 1군에서 VAS 통증점수가 통계적으로 유의하게 낮았다($P = 0.01$, Fig. 2). 추가 진통제는 2군에서 수술 후 12시간에 1명이 diclofenac sodium 75 mg을 근주하였다. 수술 후 오심은 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Fig. 3). 수술 후 구토는 1군에서 7명, 2군에서 7명이 발생하였다(Table 3). 항구토제는 1군에서 수술 후 30분에 1명, 12시간에 3명이 metoclopramide hydrochloride 10 mg을 정주하였다. 수술 후 어지러움은 두 군에서 모두 정도의 어지러움이 발생하였고 2군이 1군보다 수술 후 1시간, 2시간, 4시간에 통

Fig. 1. Comparison of postoperative VAS for pain at rest. Values are mean ± SD. Group 1: intravenous PCA, Group 2: intraarticular PCA. *: $P < 0.05$ compared with group 2.

Fig. 2. Comparison of postoperative VAS for pain at ROM. Values are mean ± SD. Group 1: intravenous PCA, Group 2: intraarticular PCA. *: $P < 0.05$ compared with group 1, †: $P < 0.05$ compared with group 2.

계적으로 유의하게 발생 빈도가 높았다($P = 0.039$, $P = 0.002$, $P = 0.011$, Table 4). 수술 후 가려움이나 호흡 억제, 요 저류는 없었다.

고 찰

견관절경 수술은 수술 후 심한 통증을 일으키므로 효과적인 진통을 위해 많은 방법들이 사용되고 있다. 이중 정맥 내로의 아편유사제의 사용이 흔히 사용되고 있으나 구역, 구토 등의 합병증이 빈번하고 항구토제의 투여가 필요한 경우가 많은 단점이 있다.^{16,17)}

Fig. 3. Comparison of nausea. Incidence (%) = (number of patient with nausea scores/total number of patient within group) × 100. Nausea scores: 0-no nausea, 1-mild, 2-moderate, 3-severe. Group 1: intravenous PCA, Group 2: intraarticular PCA. There was no statistical significance between two groups.

Table 3. Comparison of Vomiting

	Group 1	Group 2
Postop. 30 min	1	0
Postop. 1 h	0	0
Postop. 2 h	0	0
Postop. 4 h	1	1
Postop. 12 h	4	4
Postop. 18 h	0	1
Postop. 24 h	1	1

Values are number of the patients. Group 1: intravenous PCA, Group 2: intraarticular PCA.

Table 4. Comparison of Dizziness

	Group 1	Group 2
Postop. 30 min	3	11
Postop. 1 h	5	14*
Postop. 2 h	4	18*
Postop. 4 h	7	20*
Postop. 12 h	5	11
Postop. 18 h	3	7
Postop. 24 h	1	5

Values are number of the patients. Group 1: intravenous PCA, Group 2: intraarticular PCA. *: p < 0.05 compared with group 1.

또한 카테터를 관절강 내에 거치하여 지속적으로 국소마취제를 투여하거나 아편유사제와 혼합 투여하는 방법이 효과적인 진통을 제공한다는 보고가 있다.¹⁵⁾ 저자들은 자가통증 조절 장치를 사용하여 지속적으로 정맥 내 아편유사제를 항구도제와 혼합 투여함으로써 구역, 구토 등의 합병증을 줄이면서 진통 효과를 제공하는 경우와 관절강 내로 국소마취제와 아편유사제를 혼합 투여하는 경우의 부작용과 진통효과를 비교하고자 하였다.

관절강 내 등의 말초 조직에서 3가지의 아편유사제 수용체(mu, delta, kappa)가 면역조직화학적으로, 기능적으로 증명되었다. 아편유사제는 후근신경절, 일차성 구심 섬유의 중추성 말단과 말초 감각 신경 섬유와 그것의 말단에 존재하는 수용체에 결합한다. 말초 신경의 아편유사제 수용체를 활성화시켜서 진통작용을 나타내는 기전은 아편유사제가 감각 신경 세포체에서 칼슘 전류를 증가시키고 칼슘 전류를 감소시켜^{18,19)} 신경 섬유의 흥분과 신경전달 물질의 유리를 억제하는데 이 과정이 말초 신경 섬유에서 일어나서 말초 통각 신경 말단의 흥분성과 활동 전위의 파급을 억제한다.

다.^{20,21)}

아편유사제의 항염증 작용은 아편유사제가 말초 감각 신경 말단에서 흥분성, 전구 염증성 물질(substance-p)의 칼슘 의존성 유리를 억제하여 일어난다.^{22,23)} 말초성 아편 유사제의 효과는 정상 조직에서는 나타나지 않고 염증 반응이 시작된 몇 분에서 몇 시간 후에 나타난다. 아편유사제는 일차성 구심 섬유의 흥분성을 감소시킬 수 있는데 이것은 cAMP의 신경원성 농도가 증가되면 더 현저해지고, 이것은 염증반응 시 흔히 일어난다.

또한 아편유사제의 결합 부위가 면역 세포에 존재하여 아편유사제가 이들 세포의 증식과 화학 주성(chemotaxis), superoxide의 생성, 비만 세포의 탈과립화 등의 세포 기능을 조절한다. Corticotrophin-release hormone, interleukin-1β와 다른 cytokine들은 염증 조직에서 강력한 진통효과를 가진다.^{24,25)} 이들 물질이 면역세포에서 아편유사성 펩타이드의 유리를 자극하고 감각신경의 아편 수용체를 활성화시켜 통증을 억제한다.

관절강 내 morphine은 적어도 24시간까지 장시간 진통을

제공한다.^{7,26)} Morphine은 친수성이고 지방 용해도가 낮으므로 활막의 통과가 늦고 혈관 내로의 흡수도 늦어 천천히 제거되므로 장시간 효과가 지속되고 morphine의 효과 발현도 늦는데 수술 후 염증 반응이 지연되어 나타나거나 마취제나 전처치의 잔여효과가 이에 기여한다.^{26,27)}

국소마취제는 말초신경의 신경막에서 활동 전위의 생성과 과급을 억제하여 구심성 자극의 발현을 차단시켜 진통 효과를 나타낸다. 관절강 내의 투여한 bupivacaine은 비교적 지질에 잘 녹기 때문에 작용 발현 시간이 빠르고 쉽게 혈관 내로 흡수되어 대사되기 때문에 지속시간이 짧다.

본 연구에서 수술 후 30분에 휴식 시보다 통증이 더욱 극심한 운동 시에서 관절강 내 bupivacaine과 morphine의 혼합 투여가 정맥 내 morphine의 투여보다 통계적으로 유의하게 통증점수가 낮았다. 이는 bupivacaine의 빠른 효과 발현과 연관이 있을 것으로 생각된다.

Mallon과 Thomas는²⁸⁾ 2% lidocaine을 사용한 PCA를 통한 통증조절이 효과적이라고 보고하였고 bupivacaine을 사용한 Savoie 등의¹¹⁾ 연구에서도 견관절 수술 후 통증조절에 효과적이라고 하였다. 그러나 Boss 등의²⁹⁾ 연구에서는 0.25% bupivacaine을 지속 주입하였을 때 효과가 없었다고 보고하였다. Park 등의¹²⁾ 연구에서는 관절강 내로 bupivacaine과 morphine을 혼합하여 지속적으로 투여한 경우 휴식 시 통증을 감소시키고 보조적 진통제 요구량을 감소시켰으나 운동시 통증에는 효과가 없었다고 하였다.

본 연구에서는 관절강 내로 bupivacaine과 morphine을 혼합하여 PCA를 통한 지속 주입을 하였는데 수술 직후에 운동 시 통증을 제외하고는 정맥 내 morphine 투여보다 진통 작용이 효과적이지 않았다. 정맥 내 morphine 투여는 운동 시 통증완화에는 미흡하였으나 수술 후 4시간 후부터 휴식 시 통증점수 $VAS \leq 4$ 이하로 휴식 시 통증완화에 도움이 되었으며 수술 후 18시간 후부터는 휴식 시와 운동 시 모두에서 관절강 내로 bupivacaine과 morphine의 혼합투여보다 진통작용이 더 우수하였다.

관절강 내 bupivacaine과 morphine의 혼합투여와 정맥 내 morphine 투여 모두에서 수술 후 2시간까지 $VAS \geq 5$ 이상으로 심한 통증이 있었으나 추가 진통제를 요구한 환자는 없었다. PCA의 추가 용량을 늘리거나 추가 용량의 시간 간격을 조절하는 것이 필요했던 것으로 생각된다. 관절강 내 morphine이 전신순환으로 천천히 morphine을 유리시키기 위한 저장소로 작용할 수 있다.

Dahlstrom 등은³⁰⁾ morphine의 최소 진통 농도(minimal analgesic concentration)는 16 ± 9 ng/ml이고 평균 효과 농도(average effective concentration)는 21 ± 12 ng/ml라고 보고하였다. Nayman 등은³¹⁾ 17 ng/ml이상에서 훌륭한 진통 효과를 보인다고 하였다.

Joshi 등의³²⁾ 연구에서는 5 mg의 morphine을 관절강 내로 투여한 후 morphine과 morphine-3-glucuronide, morphine-6-glucuronide을 혈장에서 투여 4시간 후까지 측정하였는데 10 ng/ml 이하이며 3명의 환자에서는 측정되지 않았고 2명의 환자에서는 30분에 914.3 ng/ml, 4시간에 470.8 ng/ml로 매우 높게 나타났다. Richardson 등은³³⁾ 정맥 내와 관절강 내로 morphine 5 mg을 각각 투여한 후 혈장 농도를 조사하였는데 2시간 후 관절강 내 투여에서의 농도(3.5 ng/ml)가 정맥 내 투여 농도(6.3 ng/ml)의 50%였다고 한다. Morphine-3-glucuronide는 90-120분에 13 ng/ml였다.

오심을 나타내는 기전에 대해 설명한 보고는 거의 없으며 환자 간에 다양성이 매우 커서 16 ng/ml보다 적은 농도에서도 오심이 나타나는 경우도 있고 64 ng/ml의 고농도에서도 나타나지 않는 경우도 있다.³⁴⁾ Richardson 등의³³⁾ 연구에서는 오심과 혈장 농도 사이에 연관성이 없었다고 보고하였다.

국소 마취제의 혈중농도 상승이 일어나 부작용이나 독성 반응이 일어날 수 있는데 대부분 연구에서 관절강 내 bupivacaine 투여 시 한 시간 이내에 혈중 최고 농도에 도달하지만 독성 반응을 일으키는 2.0µg/ml에는 미치지 못한다고 한다.^{35,36)}

본 연구에서는 정맥 내로 아편유사제 투여 시 오심 구토가 빈번하여 정맥 내로 morphine을 투여한 군에서 항구토제를 혼합 투여하였고 관절강 내로 bupivacaine과 morphine을 혼합한 경우 오심, 구토 등의 부작용이 적었음이 보고되어^{9,12)} 항구토제를 혼합투여하지 않았다. 두 군 간에 수술 후 오심, 구토는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 만약 항구토제를 혼합 투여하였다면 오심, 구토의 부작용 및 VAS통증점수에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

수술 후 어지러움은 수술 후 4시간까지 관절강 내 bupivacaine과 morphine을 혼합 투여한 군에서 정맥 내로 morphine을 투여한 군보다 통계적으로 유의하게 발생 빈도가 높았다. 이는 bupivacaine과 morphine의 전신 작용으로 생각된다.

결론적으로, 본 연구에서는 bupivacaine과 morphine을 혼합하여 PCA를 통한 관절강 내 지속 주입이 항구토제를 혼합하여 morphine을 정맥 내로 지속 주입한 경우에 비해 수술 후 오심, 구토는 차이가 없으나 수술 후 어지러움은 더 심하였고 수술 직후에 운동 시 통증을 제외하고는 정맥 내 morphine 투여보다 진통 작용이 효과적이지 않았다.

참 고 문 헌

1. Conn RA, Cofield RH, Byer DE, Linstromberg JW: Interscalene block anesthesia for shoulder surgery. Clin Orthop Relat Res 1987; (216): 94-8.

2. Dorman BH, Conroy JM, Duc TA, Haynes GR, Friedman RJ: Postoperative analgesia after major shoulder surgery with interscalene brachial plexus blockade: etidocaine versus bupivacaine. *South Med J* 1994; 87: 502-5.
3. Mitchell EI, Murphy FL, Wyche MQ, Torg JS: Interscalene brachial plexus block anesthesia for the modified Bristow procedure. *Am J Sports Med* 1982; 10: 79-82.
4. Ritchie ED, Tong D, Chung F, Norris AM, Miniaci A, Vairavanathan SD: Suprascapular nerve block for postoperative pain relief in arthroscopic shoulder surgery: a new modality? *Anesth Analg* 1997; 84: 1306-12.
5. Bartho L, Stein C, Herz A: Involvement of capsaicin-sensitive neurones in hyperalgesia and enhanced opioid antinociception in inflammation. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol* 1990; 342: 660-70.
6. Stein C, Hassan AH, Przewlocki R, Gramsch C, Peter K, Herz A: Opioids from immunocytes interact with receptors on sensory nerves to inhibit nociception in inflammation. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1990; 87: 5935-9.
7. Joshi GP, McCarroll SM, O'Brien TM, Lenane P: Intraarticular analgesia following knee arthroscopy. *Anesth Analg* 1993; 76: 333-6.
8. Scoggin JF 3rd, Mayfield G, Awaya DJ, Pi M, Prentiss J, Takahashi J: Subacromial and intra-articular morphine versus bupivacaine after shoulder arthroscopy. *Arthroscopy* 2002; 18: 464-8.
9. Muittari PA, Nelimarkka O, Seppala T, Kanto JH, Kirvela OA: Comparison of the analgesic effects of intrabursal oxycodone and bupivacaine after acromioplasty. *J Clin Anesth* 1999; 11: 11-6.
10. Singelyn FJ, Lhotel L, Fabre B: Pain relief after arthroscopic shoulder surgery: a comparison of intraarticular analgesia, suprascapular nerve block, and interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg* 2004; 99: 589-92.
11. Savoie FH, Field LD, Jenkins RN, Mallon WJ, Phelps RA 2nd: The pain control infusion pump for postoperative pain control in shoulder surgery. *Arthroscopy* 2000; 16: 339-42.
12. Park JY, Lee GW, Kim Y, Yoo MJ: The efficacy of continuous intrabursal infusion with morphine and bupivacaine for postoperative analgesia after subacromial arthroscopy. *Reg Anesth Pain Med* 2002; 27: 145-9.
13. Niiyama Y, Omote K, Sumita S, Kawamata T, Okamura K, Namiki A: The effect of continuous intra-articular and intra-bursal infusion of lidocaine on postoperative pain following shoulder arthroscopic surgery. *Masui* 2001; 50: 251-5.
14. Axelsson K, Nordenson U, Johanson E, Rawal N, Ekback G, Lidegran G, et al: Patient-controlled regional analgesia (PCRA) with ropivacaine after arthroscopic subacromial decompression. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003; 47: 993-1000.
15. Joshi GP, McCarroll SM: Intra-articular morphine for the management of frozen shoulder. *Anaesthesia* 1992; 47: 627.
16. Horn EP, Schroeder F, Wilhelm S, Wappler F, Sessler DI, Uebe B, et al: Wound infiltration and drain lavage with ropivacaine after major shoulder surgery. *Anesth Analg* 1999; 89: 1461-6.
17. Watcha MF, White PF: Postoperative nausea and vomiting. Its etiology, treatment, and prevention. *Anesthesiology* 1992; 77: 162-84.
18. Werz MA, MacDonald RL: Opioid peptides selective for mu- and delta-opiate receptors reduce calcium-dependent action potential duration by increasing potassium conductance. *Neurosci Lett* 1983; 42: 173-8.
19. Schroeder JE, Fischbach PS, Zheng D, McCleskey EW: Activation of mu opioid receptors inhibits transient high- and low-threshold Ca^{2+} currents, but spares a sustained current. *Neuron* 1991; 6: 13-20.
20. Andreev N, Urban L, Dray A: Opioids suppress spontaneous activity of polymodal nociceptors in rat paw skin induced by ultraviolet irradiation. *Neuroscience* 1994; 58: 793-8.
21. Russell NJ, Schaible HG, Schmidt RF: Opiates inhibit the discharges of fine afferent units from inflamed knee joint of the cat. *Neurosci Lett* 1987; 76: 107-12.
22. Yaksh TL: Substance P release from knee joint afferent terminals: modulation by opioids. *Brain Res* 1988; 458: 319-24.
23. Barber A, Gottschlich R: Opioid agonists and antagonists: an evaluation of their peripheral actions in inflammation. *Med Res Rev* 1992; 12: 525-62.
24. Schafer M, Carter L, Stein C: Interleukin 1 beta and corticotropin-releasing factor inhibit pain by releasing opioids from immune cells in inflamed tissue. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1994; 91: 4219-23.
25. Czlonkowski A, Stein C, Herz A: Peripheral mechanisms of opioid antinociception in inflammation: involvement of cytokines. *Eur J Pharmacol* 1993; 242: 229-35.
26. Allen GC, St Amand MA, Lui AC, Johnson DH, Lindsay MP: Postarthroscopy analgesia with intra articular bupivacaine/morphine. A randomized clinical trial. *Anesthesiology* 1993; 79: 475-80.
27. Raja SN, Dickstein RE, Johnson CA: Comparison of postoperative analgesic effects of intraarticular bupivacaine and morphine following arthroscopic knee surgery. *Anesthesiology* 1992; 77: 1143-7.
28. Mallon WJ, Thomas CW: Patient-controlled lidocaine analgesia for acromioplasty surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; 9: 85-8.
29. Boss AP, Maurer T, Seiler S, Aeschbach A, Hintermann B, Strebel S: Continuous subacromial bupivacaine infusion for postoperative analgesia after open acromioplasty and rotator cuff repair: preliminary results. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13: 630-4.
30. Dahlstrom B, Tamsen A, Paalzow L, Hartvig P: Patient-controlled analgesic therapy, Part IV: pharmacokinetics and analgesic plasma concentrations of morphine. *Clin Pharmacokinet* 1982; 7: 266-79.
31. Nayman J: Measurement and control of postoperative pain. *Ann R Coll Surg Engl* 1979; 61: 419-26.
32. Joshi GP, McCarroll SM, Cooney CM, Blunnie WP, O'Brien TM, Lawrence AJ: Intra-articular morphine for pain relief after knee arthroscopy. *J Bone Joint Surg Br* 1992; 74: 749-51.
33. Richardson MD, Bjorksten AR, Hart JA, McCullough K: The efficacy of intra-articular morphine for postoperative knee arthroscopy analgesia. *Arthroscopy* 1997; 13: 584-9.
34. Coda BA, Mackie A, Hill HF: Influence of alprazolam on opioid

- analgesia and side effects during steady-state morphine infusions. *Pain* 1992; 50: 309-16.
35. Wasudev G, Smith BE, Limbird TJ: Blood levels of bupivacaine after arthroscopy of the knee joint. *Arthroscopy* 1990; 6: 40-2.
36. Solanki DR, Enneking FK, Ivey FM, Scarborough M, Johnston RV: Serum bupivacaine concentrations after intraarticular injection for pain relief after knee arthroscopy. *Arthroscopy* 1992; 8: 44-7.
-