

슬관절 전치환술 중 지속 정주한 Fentanyl이 압박띠로 인한 심혈관계 변화 및 수술 후 선행 진통에 미치는 효과

한양대학교 의과대학 마취통증의학교실

이종원 · 전종현 · 김영선 · 정미애 · 심재철 · 김교상

= Abstract =

Effect of Intraoperative Continuous I.V. Fentanyl on Tourniquet Induced Cardiovascular Changes and Postoperative Preemptive Analgesia in Total Knee Replacements

Jong Won Lee, M.D., Jong Hun Jun, M.D., Young Sun Kim, M.D.,
Mi Ae Cheong, M.D., Jae Chol Shim, M.D., and Kyo Sang Kim, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: It is difficult to treat tourniquet-induced hypertension despite adequate anesthesia, and the mechanism of that is not known. And it may be possible that intraoperative continuous infusion of opioid induces preemptive analgesia postoperatively. We investigated the effect of intraoperative continuous i.v. fentanyl on tourniquet induced cardiovascular changes and postoperative preemptive analgesia in total knee replacements.

Methods: Sixty patients were randomly assigned to two groups; In study group (1.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ loading and 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hr}$ continuous infusion of fentanyl before skin incision and tourniquet inflation) and control group (no treatment). Anesthesia was maintained with enflurane (1-2 MAC) and 50% nitrous oxide in oxygen. Arterial pressure and heart rate were compared between two groups. They received postoperative pain treatment with patient-controlled analgesia (PCA) with fentanyl during the postoperative 48 hours after total knee replacement. Visual analog scale (VAS) scores at either rest or movement were used to assess pain. Total fentanyl dose delivered, number of PCA requests, supplemental analgesics, overall satisfaction score and adverse events were evaluated.

Results: There were no significant differences between the two groups on cardiovascular changes by tourniquet induced pain effect. VAS, PCA delivered dose and PCA demands at movement in the 24-48 hour decreased in study group compared with control group ($P < 0.05$). But there were no significant differences between the two groups on the other time periods except 24-48 hour's patient satisfaction and adverse events.

Conclusions: We suggest that intraoperative continuous i.v. fentanyl infusion dose not affect cardiovascular change by tourniquet induced pain. But it may induce preemptive analgesia postoperatively. (Korean J Pain 2005; 18: 165-170)

Key Words: intraoperative continuous fentanyl infusion, postoperative preemptive analgesia, tourniquet induced cardiovascular change.

서 론

팔, 다리 수술에서 출혈을 최소화하고 수술시야를 좋게 하기 위해 압박띠를 사용한다. 그러나 시간이 지남에 따라 종종 압박띠를 가한 장소나 그 원위부에서 둔하게 쑤시는

압박띠 통증을 일으키며 압박띠 통증의 강도에 비례하여 진신 동맥혈압과 심박수의 점차적인 증가를 수반한다. 슬관절 전치환술에서 압박띠로 인한 통증은 진신마취를 함에도 불구하고 대개 심혈관계의 변화로 나타난다.¹⁾ 심혈관계의 변화는 압축 공기의 부풀림과 빼기와 관련이 있으며 건강 한 사람에서는 변화가 크지 않으나 심장의 여력이 부족한

접수일 : 2005년 9월 14일, 승인일 : 2005년 12월 8일

책임저자 : 전종현, (133-792) 서울시 성동구 행당동 17, 한양대학교 의과대학 마취통증의학교실

Tel: 02-2290-8680, 8692, Fax: 02-2290-0742, E-mail: jhjun@hanyang.ac.kr

석사학위 논문임.

Received September 14, 2005, Accepted December 8, 2005

Correspondence to: Jong Hun Jun, Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Hanyang University College of Medicine, 17 Haengdang-dong,

Seongdong-gu, Seoul 133-792, Korea. Tel: +82-2-2290-8680, 8692, Fax: +82-2-2290-0742, E-mail: jhjun@hanyang.ac.kr

This article is a thesis for the degree of master of medicine.

사람에서는 심혈관계의 상당한 부담을 줄 수 있다.²⁾ 압박띠의 가압으로 인한 통증의 원인은 명확하지 않으나 얇은 부위와 깊은 부위 양쪽의 허혈 및 신경압박과 관련이 있다고 생각한다.³⁾ 압박띠로 인한 침해 자극의 통증 경로는 가는 A δ 유수신경과 C 무수신경으로 전달되고 운동과 감각 신경이 적절하게 마취가 되어 있어도 압박띠로부터의 반복되는 자극에 의해 가는 섬유들은 잘 차단되지 않는다. 또한 이러한 가는 섬유는 억제성 조절을 갖는 굵은 A β 섬유의 영향을 잃게 하여 통증은 증가하게 된다.⁴⁾ 이러한 압박띠로 인한 심혈관계의 변화와 통증을 억제하기 위해 경피전기신경자극법,⁵⁾ 신경블록,⁶⁾ 국소마취제의 피하주입,⁷⁾ 약물요법^{8,9)} 등을 사용하고 있으나 완벽하게 차단하지 못하고 있다.

수술 후 통증의 양과 시간을 감소하기 위한 선행진통의 개념은 Woolf에 의해 1983년에 소개되었다.¹⁰⁾ 그는 동물실험을 통해 손상 후 통각과민성의 중추신경의 역할을 증명하였으며 그 후 많은 동물실험에서 손상 전에 다양한 항침해 방법이 손상 후에 이루어지는 것보다 효과적이라고 하였다.¹¹⁾ 이 가정을 임상에서 증명하려고 많은 연구가 이루어졌으나 아직도 논란이 많다. 선행진통은 통증을 일으킬 자극이 가해지기 전에 진통제를 투여하여 통증의 강도를 줄이는 현상이다. 비록 이러한 선행진통 효과에 대한 임상에서의 증명은 매우 적으나 넓은 의미로 수술 후에 과흥분의 발생을 막는 치료 등을 포함하고 있다.¹²⁻¹⁴⁾

수술 후 통증을 줄이기 위한 선행진통의 관한 연구에서 수술 전 혹은 중에 다양한 약물과 여러 가지 투여 방법에 대해 많은 임상 연구가 있으나 수술 중 fentanyl (구연산 펜타닐[®], 구주제약, 한국)의 지속적인 정맥 투여에 의한 선행진통에 관한 연구는 드물다. 본 연구는 압박띠를 사용한 슬관절 전치환술 환자에서 이중 맹검법으로 무작위 대조시험을 시행하여 압박띠를 가압하기 전부터 수술이 끝날 때까지 지속정주로 투여된 fentanyl이 압박띠로 인한 수술 중 심혈관계의 변화를 차단하는지, 선행 진통 효과가 있는지 알아보고자 이 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

퇴행성 혹은 류마티스양 관절염으로 슬관절 전치환술이 예정된 미국 마취과학회 신체등급 분류 1, 2, 3인 여성 환자를 대상으로 하였다. 정신질환이나 약물 남용의 과거력, 간, 신장 등의 질환이 있는 환자, 기타 자가 통증조절(patient controlled analgesia, PCA) 장치를 사용하는데 적합하지 않은 환자와 조사가 끝나기 전에 튜브가 막히거나 제거된 경우 등을 대상에서 제외하였다. 수술 전날 병실에서 환자와 보호자에게 헬싱키 선언에 입각하여 본 연구에서 일어날 수 있는 수술 후 통증치료 및 부작용 등에 대해 설명과 동의를 받았으며 PCA 장치(Walkmed[®], Medex, USA)의 사용 방법에 대한 교육을 하였다.

모든 환자에게 진정을 목적으로 midazolam 2-3 mg과 glycopyrrolate 0.2 mg을 수술실로 가기 전 병실에서 전투약으로 투여하였으며 수술실에서 마취는 흡입마취제인 enflurane (1-2 MAC)과 아산화질소(50%)를 사용하여 전신마취를 시행하였다. 환자를 무작위로 실험군과 대조군으로 나누고 실험군 30명은 수술 중 fentanyl을 1.5 μ g/kg의 부하용량과 PCA 장치를 사용하여 0.5 μ g/kg/hr의 정주 지속용량으로 수술이 끝날 때까지 투여하였으며 대조군 30명은 이를 투여하지 않았다. 수술중의 출혈량을 감소시키고 수술시야를 좋게 하기 위해 대퇴부 상단에 공기압 압박띠를 거치하여 절개 직전에 250 mmHg의 압력으로 팽창하였다. 수술 중 혈압과 심박수를 기록하였으며 공기압 압박띠의 공기를 뺄 때까지의 시간을 기록하고 공기 빼기 직전과 공기를 빼고 5분 후에 혈압과 심박수를 측정하여 심혈관계의 변화를 비교하였다.

수술 종료 후 회복실에서 환자가 통증을 호소시 실험군 및 대조군 모두에서 fentanyl 1.5 μ g/kg을 부하용량으로 투여하고 PCA 장치를 통해 10 μ g/ml의 fentanyl이 장착된 PCA 장치를 정맥로와 삼관(3 way cock)을 이용해 연결하였다. 모든 환자에서 PCA 장치의 설정은 fentanyl 10 μ g/ml의 농도로 생리식염수를 주입하여 백(bag)의 총량을 100 ml로 만들고 지속주입(basal infusion)은 하지 않고 일회 주입용량(bolus dose)은 1 ml, 폐쇄간격(lockout interval)은 10분, 시간당 제한수(one hour limit)는 6회로 하여 2일간 유지하였으며 필요에 따라 보충해서 쓰기도 하였다.

수술 후 정맥 PCA로 통증 조절이 안 되는 경우 일차로 비스테로이드성 소염 진통제를 정주하고 그래도 진통을 심하게 호소하면 이차로 meperidine을 추가 정주하였다. 모든 환자는 부하용량 투여 후 회복실을 떠나기 전과 수술 후 6시간, 24시간, 48시간에 이중 맹검법에 의해 조사하려는 환자가 어느 군에 속하는지 모르는 검사자가 환자를 방문하여 안정시와 수술 부위를 움직일 때 통증을 10 cm의 시각 통증 등급(visual analog scale, VAS)에 의한 통증 점수와 PCA 장치를 통한 진통제의 투여량으로 평가하였다. 또한 동시에 그 동안에 PCA 장치에 기억된 요구수와 환자 기록차트에 기재된 진통제의 추가 투여 횟수를 확인하였다. 그리고 전체적인 만족도를 48시간에 환자에게 직접 물어 진통효과를 4단계, 즉 매우 만족, 대체로 만족, 대체로 불만족, 매우 불만족 등으로 평가하였다. 부작용은 조사기간 동안 저혈압은 환자자신의 평균혈압보다 20% 이상 떨어졌을 때, 서맥은 50회/분 이하가 됐을 때, 그밖에 오심, 구토, 졸음, 호흡곤란 등은 환자가 호소할 때의 횟수를 기록하여 검토하였다.

모든 측정치는 평균 \pm 표준편차 혹은 빈도수 등으로 표시하였고 통계적 검증은 두 군 간의 통증점수, PCA 장치를 통한 진통제의 투여량 등의 비교는 unpaired t-test를 시행하였으며 PCA 요구수, 진통제 추가 투여수, 만족도, 부작용의 빈도 등을 비교할 때는 chi-square test를 이용하였으

며 P값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

Table 1. Demographic Data of Patients

Variables	Control (n=30)	Study (n=30)
Age (yr)	66.4 ± 6.4	65.6 ± 5.4
Weight (kg)	62.1 ± 4	59.2 ± 7.5
Height (cm)	151.4 ± 4.9	152.1 ± 5.8
Duration of surgery (min)	228.7 ± 41.6	221.7 ± 34.6

Values are mean ± SD or numbers.

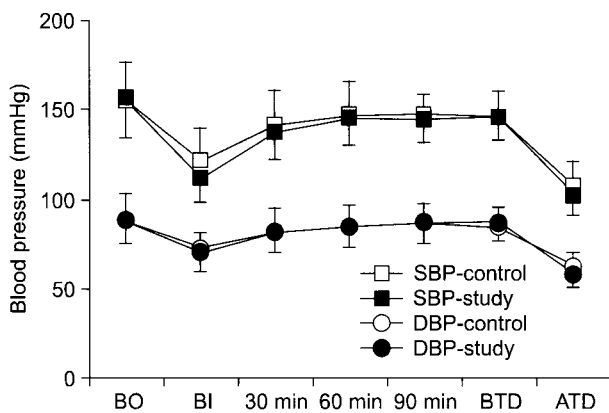


Fig. 1. Blood pressure changes in two groups. There are not significant blood pressure changes between two groups over the time course. BO: before operation, BI: before incision, 30 min: 30 minutes after incision, 60 min: 60 minutes after incision, 90 min: 90 minutes after incision, BTD: before tourniquet deflation, ATD: after tourniquet deflation, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure.

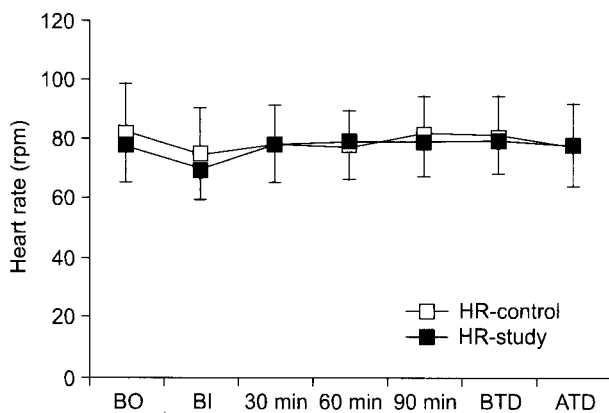


Fig. 2. Heart rate changes in two groups. There are not significant heart rate changes between two groups over the time course. BO: before operation, BI: before incision, 30 min: 30 minutes after incision, 60 min: 60 minutes after incision, 90 min: 90 minutes after incision, BTD: before tourniquet deflation, ATD: after tourniquet deflation, HR: heart rate, rpm = rate per minute.

결 과

대상 환자의 인구 통계학적 자료는 Table 1과 같으며 대조군과 실험군에서 압박띠를 사용한 시간은 116 ± 18분과 113 ± 20분이고 소요된 수술시간은 229 ± 42분과 222 ± 37분으로 차이는 없었다. 수술 중 압박띠로 인한 혈압과 심박수의 변화에서도 양 군 간의 차이가 없었다(Fig. 1, 2).

VAS에 의한 통증 점수는 대조군과 실험군에서 안정시의 수술 후 48시간(4.6 ± 2.0, 3.2 ± 1.7)에서와 움직임 때 수술 후 24시간(6.5 ± 2.2, 4.3 ± 1.8)과 48시간(5.6 ± 1.9, 4.4 ± 2.2)에서 통계적으로 대조군에 비해 실험군에서 의미 있게 감소하였다(P < 0.05) (Fig. 3, 4).

또한 수술 후 0-6, 6-24, 24-48시간 동안에 PCA에 의해 투여된 진통제의 양과 PCA 요구수 그리고 진통제의 추

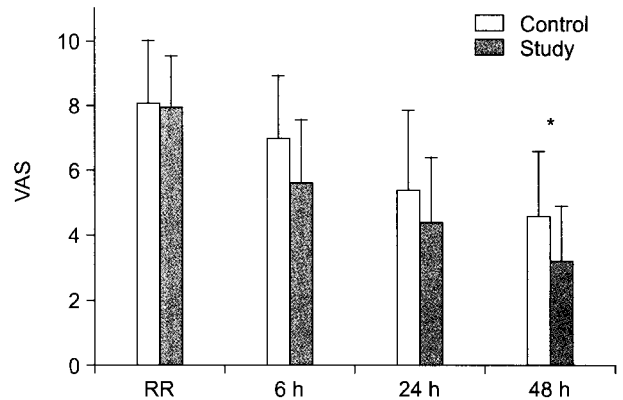


Fig. 3. Visual Analog Scale (VAS) pain scores of the two groups at rest as a function of time (postoperative hours). Pain scores range from 0 (no pain) to 100 (worst imaginable pain). RR: recovery room. *P < 0.05, compared with the control group.

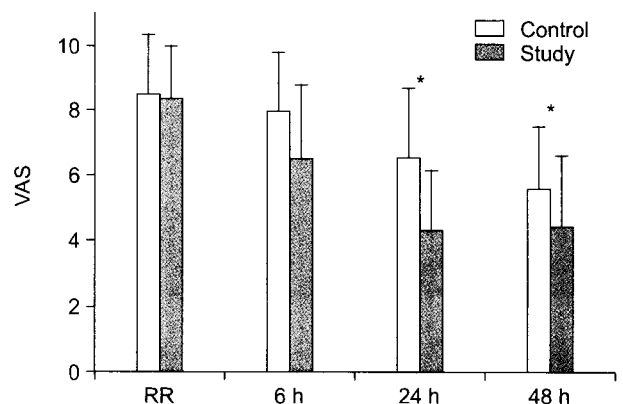


Fig. 4. Visual Analog Scale (VAS) pain scores of the two groups at movement as a function of time (postoperative hours). Pain scores range from 0 (no pain) to 100 (worst imaginable pain). *P < 0.05, compared with the control group.

Table 2. Postoperative Analgesic Requirements

Variables	Control (n=30)	Study (n=30)
Total fentanyl (1%) volume (ml) delivered		
0-6 h	10.4 ± 5.0	13.0 ± 10.5
6-24 h	15.7 ± 11.8	15.0 ± 12.6
24-48 h	18.8 ± 13.5	16.3 ± 14.7
Number of PCA requests (range)		
0-6 h	21.3 ± 8.2	19.1 ± 9.9
6-24 h	14.6 ± 9.7	17.6 ± 9.2
24-48 h	15.3 ± 10.3	17.7 ± 12.3
Supplemental analgesics (n)		
0-6 h	6	5
6-24 h	3	5
24-48 h	2	1

PCA: patient-controlled analgesia. Values are mean ± SD or numbers. There are no statistically significant differences between the two groups.

가 투여수는 Table 2와 같으며 수술 후 24-48시간에서 대조군과 실험군의 진통제의 양(46.3 ± 17.2 ml, 41.6 ± 20.4 ml)과 PCA 요구수(46.0 ± 12.8회, 39.9 ± 15.4회)에서 실험군이 대조군에 비해 의미 있게 감소하였다(P < 0.05).

수술 후 통증해소에 대한 환자의 전체적인 만족도도 통계적으로 차이가 없었으며(Table 3), 부작용으로 저혈압, 서맥, 오심, 구토, 졸림 및 호흡 곤란 등의 발생빈도에서도 통계적으로 의미 있는 차이가 없었다(Table 4). 호흡곤란을 보인 1례에서는 호흡 독려만으로 정상 호흡 양상으로 돌아왔다.

고 찰

압박띠에 의한 고혈압은 수술 중 적절한 마취가 이루어지지 않으면 적어도 1시간 이내에서 시작하여 점차적으로 증가한다. 전신마취에서 혼하며(53-67%), 척추 마취(2.7-6.7%)에서도 올 수 있고 팔보다 다리에서 많이 볼 수 있다.^{15,16)} 압박띠에 의한 통증과 고혈압의 기전은 확실히 알려지지 않았으나 Satsumae 등은⁹⁾ NMDA 수용체 길항제인 ketamine을 수술 전 0.25 mg/kg 이상 정주시 전신마취 하에 압박띠에 의한 고혈압을 막을 수 있었다고 하여 NMDA 수용체의 활성화에 의한 중추신경의 통각과민과 관련이 있다고 주장하였다. Tetzlaff 등은⁴⁾ 압박띠에 의한 고혈압이 norepinephrine의 혈중농도를 증가한다고 하여 교감신경계의 활성화와도 관련이 있다고 하였다. 압박띠에 의한 고혈압은 적절한 마취에도 불구하고 증가하며 특히 고혈압이나 허혈성 심질환 등 심혈관계의 문제를 가진 환자나 신경계 질환, 두개내 동맥류, 두개압 증가, 녹내장 등의 환자에서는 치료하기 매우 어렵다.⁹⁾ 본 연구에서 수술 중 fentanyl을 1.5 µg/kg의 부하용량과 PCA 장치를 사용하여 0.5 µg/kg/hr의 정주 지

Table 3. Overall Satisfaction Score in Postoperative Interviews

Group	Poor	Fair	Good	Very good
Control (n=30)	3	5	16	6
Study (n=30)	2	6	14	8

Values are numbers. There are no statistically significant differences between the two groups.

Table 4. Adverse Events

Variable	Control (n=30)	Study (n=30)
Hypotension	4	2
Bradycardia	3	2
Nausea	5	7
Vomiting	1	2
Drowsy	3	4
Dyspnea	0	1

Values are numbers. There are no statistically significant differences between the two groups.

속용량으로 수술이 끝날 때까지 투여하였는바 투여하지 않는 대조군과 의미 있는 차이가 없었다. 이와 같이 fentanyl과 같은 아편유사제가 압박띠에 의한 통증을 억제하지 못한 것으로 보아 그 원인이 중추신경계의 감작과 관련이 있다는 것을 추정할 수 있다.

압박띠에 의한 고혈압과 관련된 본 연구의 문제점으로 이 연구가 전신 마취 하에 이루어진 것이어서 압박띠에 의한 고혈압과 통증에 의한 관련성에 관한 연구가 뒷받침되어야 하나 이에 대한 연구는 거의 없다. 또한 마취의 깊이를 객관적으로 평가할 수 없어 흡입마취제의 투여농도를 1-2 MAC으로 일정하게 유지되도록 하였으나 마취제의 투여량이 결과에 영향을 어느 정도 미치는지는 알 수 없다.

선행진통의 정의는 다양하여 개념의 혼동과 오해를 일으킬 수 있다. 원래 동물 실험연구에서 통증을 일으킬 수 있는 자극 전에 진통제의 투여가 그 이후에 오는 통증의 강도를 감소한다고 하는 것이었으나 오늘날 넓은 의미로 수술 후 통각과민의 발생을 방지한다는 의미도 포함하게 되었다.¹⁷⁾ 이러한 선행진통은 임상에서 다양한 약물과 여러 가지 약물 투여 방법이 선행진통의 효과를 보기 위해 시도되었다. 비스테로이드소염제,^{18,19)} 아편유사제,^{20,21)} NMDA 수용체 길항제와^{22,23)} 같은 정주로 투여할 수 있는 많은 약물의 연구가 있으며 척추 혹은 경막의 마취를 이용한 진통법으로 국소마취제와 아편유사제를 일회 혹은 지속적으로 투여한 연구도 많다.^{24,25)} 또한 국소마취제를 이용한 상처 침윤 진통이나^{26,27)} 말초신경블록도^{28,29)} 있다.

수술 후에 통증과 관련된 대부분의 연구에서 수술 전에 혹은 수술 중에 투여된 진통제와 수술 후에 투여되는 진통

제의 투여시기의 시간차이가 선행진통의 효과에 영향을 줄 수 있다. 수술 전 혹은 중에 미리 투여된 진통제가 대사되어 수술 후에는 혈중농도가 수술 후에 진통제가 투여된 경우보다 감소될 수 있다.³⁰⁾ 이러한 것이 임상에서 선행진통의 효과를 모호하게 한다. 본 연구에서 수술 중 fentanyl을 부하용량과 함께 지속주입으로 정주하여 압박띠로 인한 통증과 수술 후 선행진통에 효과가 있는지 알아보려고 하였다. 이는 대부분의 연구에서 선행진통을 위해 손상 전에 일회 투여된 진통제가 수술 전 과정에 작용하지 못하여 충분한 진통을 얻을 수 없다고 생각하였으며, 본 연구에서 슬관절 전치환술 전 과정 동안 진통제를 지속 정주하여 이러한 단점을 극복하고자 하였다. 그러나 수술 후에 같은 용량을 같은 방법으로 진통제를 투여하여할 대조군에서 그와 같은 방법으로 투여하면 수술 후에 상당한 시간 동안 투여함으로 인해서 올 수 있는 진통제의 혈중농도 증가로 선행진통의 효과를 확인하기 위한 통증 정도를 평가하는데 영향을 미칠 수 있어 본 연구에서는 대조군에서 수술 후 진통제 투여를 하지 않았다. 저자의 연구에서 수술 후 0-6시간에서는 통증점수와 PCA 진통제 투여량, PCA 요구수에서는 양군 간의 차이가 없었으나 6-24시간의 일부분과 24-48시간의 전 부분에서 수술 중에 fentanyl을 투여한 실험군에서 의미 있는 차이로 감소하여 선행진통 효과를 볼 수 있었다.

선행진통과 관련된 연구에서도 몇 가지 고려하여야 할 문제점이 있다. 첫째, 엄밀한 의미의 선행진통의 효과를 검토하고자 하는 연구에서는 수술 전 혹은 수술 중과 수술 후에 진통제 투여를 비교해야 한다. 선행진통의 대조군에서 어떤 치료도 하지 않는 것은 적합지 않다는 것이다.³¹⁾ 수술 전에 투여된 진통제가 수술 후에도 계속 작용해서 대조군에 비해 효과가 높을 가능성이 있기 때문이다. 그러나 본 연구에서는 비교적 초기인 수술 후 6시간의 VAS와 PCA 장치를 통한 진통제의 투여량, PCA 요구수에서 양군 간에 차이가 없었고 수술 후 24시간부터 의미 있는 차이가 있었는데 이 때는 수술 중에 투여된 fentanyl의 작용시간이 지나 그 효과가 거의 사라졌기 때문에 결과에 영향을 미치지 않았다고 생각한다. 둘째, 수술 중에 투여된 fentanyl의 지속정주 용량이 충분한가 하는 것이다. 본 연구에서는 수술 중 fentanyl을 1.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 부하용량과 PCA 장치를 사용하여 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hr}$ 의 정주 지속용량으로 수술이 끝날 때까지 투여하였는데 이러한 투여량은 일반적으로 추천되는 전정맥마취나 균형마취에서 사용되는 용량보다 적은 것으로 단지 진통만을 위한 용량이다.³²⁾ 저자는 본 연구가 선행진통효과에 관한 연구임으로 수술 중에 지속 정주되는 fentanyl의 용량을 진통 효과를 일으킬 만한 정도로 하여 선행진통에 효과가 있는지 검토하여야 한다고 생각하였다. 그러나 흡입마취제가 결과에 영향을 미칠 수 있는 가능성이 있으므로 좀더 흡입마취제의 효과를 통제할 수 있는 방법의 연구가 따라야 한다고 본다. 셋째, 본 연구의 결과에서 VAS에 의한

통증 정도가 비교적 높다는 것이다. 일반적으로 3 이하가 통증 조절이 잘 이루어졌다고 보는데 본 연구에서는 통증 점수가 이보다 크게 나온 이유로 슬관절 전치환술의 수술 후 통증이 다른 수술에 비해 비교적 크고 환자의 통증정도를 비교적 정확하게 평가하는 PCA 장치에 의한 진통제 투여량과 PCA 요구수를 알아보기 위해 지속주입은 하지 않고 일회 주입만을 사용하였기 때문이라고 생각한다. 넷째, 통증 정도의 평가 척도로 VAS에 의한 통증점수와 PCA 장치의 진통제 투여량과 요구수의 실지 임상적인 의미의 차이는 무엇인지에 관한 것으로 이와 관련된 연구는 많지 않으며 더 연구가 필요하다고 본다.

본 연구에서 압박띠를 거치한 슬관절 전치환술 중 fentanyl 1.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 부하용량과 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hr}$ 의 정주 지속 투여한 결과 수술 중 압박띠로 인한 혈압과 심박수 변화의 차이는 없었다. 수술 후 통증 점수에서 안정시 24-48시간과 움직임 때 6-24, 24-48시간에서 의미 있게 감소하였고 수술 후 24-48시간의 PCA를 통한 진통제 투여량과 요구수도 의미 있게 감소하였다. 부작용과 만족도에서는 차이가 없었다. 이와 같은 결과로 슬관절 전치환술에서 수술 중 지속 정주되는 fentanyl이 압박띠로 인한 통증에는 효과가 없었으나 수술 후 통증 조절에는 효과가 있으며 이것이 선행진통의 효과 때문이라고 생각한다.

참 고 문 헌

- Hagenouw RR, Bridenbaugh PO, van Egmond J, Stuebing R: Tourniquet pain: a volunteer study. *Anesth Analg* 1986; 65: 1175-80.
- Bradford EM: Haemodynamic changes associated with the application of lower limb tourniquets. *Anaesthesia* 1969; 24: 190-7.
- Tschaikowsky K, Hemmerling T: Comparison of the effect of EMLA and semicircular subcutaneous anaesthesia in the prevention of tourniquet pain during plexus block anaesthesia of the arm. *Anaesthesia* 1998; 53: 390-3.
- Tetzlaff JE, Yoon HJ, Walsh M: Regional anaesthetic technique and the incidence of tourniquet pain. *Can J Anaesth* 1993; 40: 591-5.
- Rosenblatt RM, Hetherington A: Failure of transcutaneous electrical stimulation to alleviate experimental tourniquet pain. *Anesth Analg* 1981; 60: 720-2.
- Farah RS, Thomas PS: Sympathetic blockade and tourniquet pain in surgery of the upper extremity. *Anesth Analg* 1987; 66: 1033-5.
- Rouso M, Wexler MR, Weinberg H, Vatahsky E, Aronson B: Subcutaneous ring anaesthesia in the prevention of tourniquet pain in hand surgery. *Hand* 1978; 10: 317-20.
- Lurie SD, Reuben SS, Gibson CS, DeLuca PA, Maciolek HA: Effect of clonidine on upper extremity tourniquet pain in healthy volunteers. *Reg Anesth Pain Med* 2000; 25: 502-5.
- Satsumae T, Yamaguchi H, Sakaguchi M, Yasunaga T, Yamashita S, Yamamoto S, et al: Preoperative small-dose ketamine prevented tourniquet-induced arterial pressure increase in orthopedic patients under general anesthesia. *Anesth Analg* 2001; 92: 1286-9.
- Woolf CJ: Evidence for a central component of post-injury pain hypersensitivity. *Nature* 1983; 306: 686-8.
- Coderre TJ, Catz J, Vaccarino AL, Melzack R: Contribution of central

- neuroplasticity to pathological pain: review of clinical and experimental evidence. *Pain* 1993; 52: 259-85.
12. Woolf CJ, Chong MS: Preemptive analgesia: treating postoperative pain by preventing the establishment of central sensitization. *Anesth Analg* 1993; 77: 362-79.
 13. Dahl JB, Kehlet H: The value of pre-emptive analgesia in the treatment of postoperative pain. *Br J Anaesth* 1993; 70: 434-9.
 14. McQuay HJ: Pre-emptive analgesia: a systematic review of clinical studies. *Ann Med* 1995; 27: 249-56.
 15. Valli H, Rosenberg PH, Kytta J, Nurminen M: Arterial hypertension associated with the use of a tourniquet with either general or regional anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1987; 31: 279-83.
 16. Valli H, Rosenberg PH: Effects of three anaesthesia methods on haemodynamic responses connected with the use of thigh tourniquet in orthopaedic patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 1985; 29: 142-7.
 17. Kissin I: Preemptive analgesia: terminology and clinical relevance. *Anesth Analg* 1994; 79: 809-10.
 18. Romsing J, Ostergaard D, Walther-Larsen S, Valentin N: Analgesic efficacy and safety of preoperative versus postoperative ketorolac in paediatric tonsillectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998; 42: 770-5.
 19. Cabell CA: Does ketorolac produce preemptive analgesic effect in laparoscopic ambulatory surgery patients? *AANA J* 2000; 68: 343-9.
 20. Millar AY, Mansfield MD, Kinsella J: Influence of timing of morphine administration on postoperative pain and analgesic consumption. *Br J Anaesth* 1998; 81: 373-6.
 21. Griffin MJ, Hughes D, Knaggs A, Donnelly MB, Boylan JF: Late-onset preemptive analgesia associated with preincisional large-dose alfentanil. *Anesth Analg* 1997; 85: 1317-21.
 22. Menigaux C, Fletcher D, Dupont X, Guignard B, Guirimand F, Chauvin M: The benefits of intraoperative small-dose ketamine on postoperative pain after anterior cruciate ligament repair. *Anesth Analg* 2000; 90: 129-35.
 23. Dahl V, Ernoe PE, Steen T, Raeder JC, White PF: Does ketamine have preemptive effects in women undergoing abdominal hysterectomy procedures? *Anesth Analg* 2000; 90: 1419-22.
 24. Subramaniam B, Pawar DK, Kashyap L: Pre-emptive analgesia with epidural morphine or morphine and bupivacaine. *Anaesth Intensive Care* 2000; 28: 392-8.
 25. Flisberg P, Tornebrandt K, Walther B, Lundberg J: A comparison of the effects on postoperative pain relief of epidural analgesia started before or after surgery. *Eur J Anaesthesiol* 2000; 17: 627-33.
 26. Campbell WI, Kendrick RW: Pre-emptive analgesia using local anaesthesia: a study in bilaterally symmetrical surgery. *Br J Anaesth* 1997; 79: 657-9.
 27. Campbell WI, Kendrick RW, Ramsay-Baggs P, McCaughey W: The effect of pre-operative administration of bupivacaine compared with its postoperative use. *Anaesthesia* 1997; 52: 1212-6.
 28. Altintas F, Bozkurt P, Ipek N, Yucler A, Kaya G: The efficacy of pre- versus postsurgical axillary block on postoperative pain in paediatric patients. *Paediatr Anaesth* 2000; 10: 23-8.
 29. Doyle E, Bowler GM: Pre-emptive effect of multimodal analgesia in thoracic surgery. *Br J Anaesth* 1998; 80: 147-51.
 30. Norman PH, Daley MD, Lindsey RW: Preemptive analgesic effects of ketorolac in ankle fracture surgery. *Anesthesiology* 2001; 94: 599-603.
 31. Moiniche S, Kehlet H, Dahl JB: A qualitative and quantitative systematic review of preemptive analgesia for postoperative pain relief: the role of timing of analgesia. *Anesthesiology* 2002; 96: 725-41.
 32. Gignac E, Manninen PH, Gelb AW: Comparison of fentanyl, sufentanil and alfentanil during awake craniotomy for epilepsy. *Can J Anaesth* 1993; 40: 421-4.