

수술 중 사용한 Remifentanil 지속 정주가 수술 후 요축적 발생에 미치는 영향

순천향대학교 의과대학 마취통증의학교실, *비뇨기과학교실

김문규 · 김순임 · 두승환* · 옥시영 · 김선종 · 양원재*

Effect of intraoperative remifentanil infusion on postoperative urinary retention

Mun-Gyu Kim, M.D., Soon Im Kim, M.D., Seung Whan Doo, M.D.*, Si-young Ok, M.D., Sun Chong Kim, M.D., and Won Jae Yang, M.D.*

Departments of Anesthesiology and Pain Medicine, and *Urology, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: Urinary retention is a common post-operative complication that has been associated with opioid therapy. In this study, we investigated whether an intraoperative remifentanil infusion increased postoperative urinary retention in patients undergoing general anesthesia.

Methods: Sixty-two healthy patients having elective minor surgery under general anesthesia were enrolled in this prospective, randomized, double-blind study. Anesthesia was maintained with either sevoflurane (S group, n = 31) alone or with sevoflurane combined with a remifentanil infusion (0.1–0.2 μ g/kg/min) (RS group, n = 31). Bladder urine volume and voiding difficulty were evaluated at 2 and 6 hours after the operation.

Results: The incidence of urinary retention was 13% in the S group and 6% in the RS group at 2 hours after operation, which was not a significant difference. The total incidence of urinary retention was 13% in both groups at 6 hours after operation.

Conclusions: Intraoperative remifentanil infusion did not increase the postoperative urinary retention. (*Korean J Anesthesiol* 2008; 55: 15~9)

Key Words: postoperative urinary retention, remifentanil.

서 론

요축적(urinary retention)은 수술 후 발생할 수 있는 흔한 증상 중의 하나로서 그 자체는 심각한 합병증은 아니다. 그러나 이로 인해 방광이 과팽창 되면 배뇨근 수축력 변화로 배뇨기능이 저하되어 도뇨관 삽입이 필요할 경우가 있고, 그로 인해 요로감염, 요도협착 등의 합병증이 발생할 수 있다.¹⁻³⁾

전통적으로 요축적은 환자의 증상 호소나 하복부 촉진으로 진단하나 이 방법은 애매하고 방광내 요량을 정확히 측정할 수 없고, 확진은 도뇨에 의해 이루어지는 단점이 있었다. 최근에는 휴대용 초음파기의 소개로 방광내 요량을 빠

르고 정확하며 비침습적으로 간단하게 측정할 수가 있다.⁴⁾

Remifentanil은 μ -수용체에 작용하는 강력한 초단기 작용 아편유사제로 30초에서 90초 이내에 발현효과가 신속히 나타나고, 조직과 혈장 내 비특이적인 esterase에 의해 빠르게 분해되어 작용시간이 짧으며 간 기능과 신장 기능 장애 환자에서도 안전하게 사용할 수 있다. 또한 체내 축적 작용이 없어 투여 중단 후 3–5분 내에 호흡 억제와 지연 없이 빠른 마취회복으로 현재 수술 중 많이 사용되고 있다.^{5,6)}

대부분의 아편유사제(opioid)는 방광의 배뇨근의 수축력을 감소시키고, 괄약근을 긴장시키며, 방광 감각의 감소로 요축적을 일으키는 것으로 알려져 있으나,^{7,8)} remifentanil의 배뇨기능에 대한 영향에 대한 연구는 드물다. Rosow 등은⁹⁾ 자인자 대상으로 remifentanil 지속 정주에 의한 요류역동학 변화(urodynamic change)를 관찰한 연구에서 remifentanil 지속 정주 10분 후에 요축적이 나타나고 자가 배뇨(self voiding)를 할 수가 없었으나, 지속 정주 투여 중지 후에는 20분 이내에 배뇨기능이 회복이 되어 전원 자가 배뇨가 가능했다는 보고를 하였다. 하지만 전신 마취 중 사용한

논문접수일 : 2008년 3월 3일

책임저자 : 김순임, 서울시 용산구 한남동 657

순천향대학병원 마취통증의학과, 우편번호: 140-743

Tel: 02-709-9294, Fax: 02-790-0394

E-mail: soonim@hosp.sch.ac.kr

remifentanil 지속 정주가 수술 후 배뇨기능에 미치는 영향에 대한 논문은 아직 없었다.

따라서, 저자들은 수술 중 시용한 remifentanil 지속정주가 수술 후 요추적에 미치는 영향을 알아보기 위해서 초음파 잔뇨계를 이용한 측정방법으로 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

전신 마취하에 소 수술을 시행 받을 18세 이상 60세 이하의 성인 환자 중 미국마취학회 신체등급 분류 1, 2에 속하는 건강한 환자 62명을 대상으로 하였다. 본 병원 윤리위원회의 승인을 받은 후 환자들에게 수술 전 연구목적과 방법에 대해 설명하고 동의를 받고 연구를 시행하였다. 과거력에 요로계통 및 신경계통에 질환이 있거나, 배뇨곤란에 영향을 미칠 수 있는 골반 내 장기 수술, 항문 수술 및 탈장 교정술을 시행 받는 환자, 술 전 요검사서 요로감염이 있거나 수술 전이나 수술 중에 도뇨를 시행한 사람은 제외하였고, 모든 환자는 수술 전에 자가 배뇨(self voiding)를 하였다. 수술종류는 관절경 수술, 힘줄봉합술, 신경연결술, 나사제거술 등의 상하지 수술, 얼굴과 목의 흉터성형술, 눈확골절교정술, 폐쇄코뼈골절교정술, 고실성형술, 레이저 점막하절제술, 그리고 유방중양절제술이 포함되었다.

환자의 군 분류는 무작위 배정봉투를 통해 두 군으로 나누어, 마취를 sevoflurane으로 한 군을 S 군, sevoflurane에 remifentanil을 병용 투여한 군을 RS 군으로 하였으며, 두 군 간에 연령, 성별, 체중 및 수술 종류는 유의한 차이가 없었다(Table 1). Propofol (2 mg/kg)과 rocuronium bromide (0.6 mg/kg)로 마취를 유도한 후, S 군은 N₂O (50%), sevoflurane을 사용하여, RS 군은 N₂O (50%), sevoflurane에 remifentanil 지속 정주(0.1-0.2 μg/kg/min)를 병용 투여하여 마취를 시행하였다. 수액 투여는 하트만 용액으로 술전 부족량을 수술 2시간에 나누어 보충하고, 수술중 수분 유지량은 체중에 따른 수분 요구량{60 ml/h + 1 ml × (환자체중 - 20 kg)/h}에 의해 투여하였으며, 출혈량은 대부분 200 ml 이하로 임상적으로 의미 없을 정도이었으며, 이것은 4배의 수액으로 계산하여 투여하였다. 수술 후 통증 감소를 위하여 수술 종료 30분 전쯤에 ketorolac (0.5-1 mg/kg)을 투여하였다. 방광내 요량은 휴대용 초음파 잔뇨계(BladderScan™BVI 3000, Diagnostic Ultrasound Co, USA)를 사용하여 회복실과 병실에서 측정하였다. 회복실에서 수술 종료 후 2시간까지 각성상태에서 방광내 요량을 측정하였고, 하복부 팽만감 유무를 기록하였다. 이때 방광내 요량이 500 ml 이상일 경우, 자가 배뇨(self voiding)를 유도하였으며, 자가 배뇨 실패 시 요추적으로 정의하였다. 자가 배뇨 실패 시, 도뇨를 유도하였으며, 환자가 거부할 경우에는 병실에서 자가 배뇨를 유도하

Table 1. Demographic Data and Patient's Characteristics

	S group (n=31)	RS group (n=31)
Age (yr)	33.6 ± 11.2	34.9 ± 11.9
Sex (M/F)	18/13	19/12
Weight (kg)	64.4 ± 13.5	66.5 ± 11.4
Site of operation		
Extremities	11	16
Head & neck	17	11
Breast	3	4
Duration of operation (min)	64.7 ± 42.2	57.7 ± 40.6
Duration of anesthesia (min)	101.1 ± 50.5	95.2 ± 48.0
Fluid amount (ml)	835.5 ± 329.2	828.1 ± 399.3

Values are mean ± SD or number of patients. S group: anesthesia was maintained with sevoflurane. RS group: anesthesia was maintained with sevoflurane and remifentanil infusion. There is no significant difference between the two groups.

였다. 수술 후 6시간 경과 후 병실에서 자가 배뇨 유무를 확인하고, 하복부 팽만감, 방광내 요량을 측정하고, 이때까지 요추적이 있는 환자는 도뇨를 시행하였고, 자가 배뇨 후 잔뇨량이 100 ml 이상인 환자는 수술 후 다음 날까지 관찰하였다. 회복실에서는 군 분류를 모르는 지정된 마취과 전공의가, 병실에서는 비뇨기과 전공의가 측정하였다. 각각의 측정치는 평균 ± 표준편차로 표시하였다. 통계적 분석은 SPSS version 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여, 두군 간의 성별, 수술 부위 및 요추적 발생의 유무의 비교는 chi-square test로, 연령, 체중, 수술시간, 마취시간 및 수액투여량은 student's t-test로 시행하였으며, 요추적 발생에 대한 연령, 성별, 수술시간 및 수액투여량의 연관관계는 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. P값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

두 군 간 수술시간, 마취시간 및 수액 투여량은 유의한 차이가 없었다(Table 1).

수술 후 2시간까지 요추적이 발생한 환자는 S 군에서 4명(13%), RS 군에서 2명(6%)으로 두 군 간에 유의한 차이는 없었으며, 수술 후 6시간까지 요추적이 발생한 총 환자수도 S 군에서 4명(13%), RS 군에서 4명(13%)으로 차이가 없었다. 그리고 수술 후 1일에는 모든 환자가 자가 배뇨를 하였다(Table 2).

요추적 발생에 수술 시간이 유의한 연관성을 보였다(P < 0.05)(Table 3, 4).

Table 2. Incidences of Postoperative Urinary Retention during 6 Hours after Operation

	S group (n=31)	RS group (n=31)
0-2 h	4 (12.9)	2 (6.5)
2-6 h	0 (0)	2 (6.5)
Total (0-6 h)	4 (12.9)	4 (12.9)

Data are presented as number of patients (%). S group: anesthesia was maintained with sevoflurane. RS group: anesthesia was maintained with sevoflurane and remifentanil infusion. There is no statistically significant difference between the two groups.

Table 3. Comparison between Patients with Urinary Retention (UR) and Those without UR

	Patients with UR (n=8)	Patients without UR (n=54)	P value
Age (yr)	34.6 ± 11.7	34.2 ± 11.5	0.9220
Sex (M/F)	5/3	32/22	0.8616
Site of operation			0.8970
Extremities	4	23	
Head & neck	3	25	
Breast	1	6	
Duration of operation (min)	91.9 ± 51.8	56.7 ± 37.9	0.0344
Fluid amount (ml)	1075.0 ± 435.9	795.7 ± 341.0	0.0518

Values are mean ± SD or number of patients.

고 찰

본 연구에서는 수술 후 6시간까지 요축적이 13% 환자에서 발생하였으며, remifentanil을 병용 투여 하여도 sevoflurane 만 단독 투여한 군과 차이가 나타나지 않았다.

요축적은 수술 후 발생할 수 있는 흔한 합병증으로 방광의 과팽창으로 인한 수축력의 변화로 지속적인 도뇨관 삽입이 필요할 수 있고, 이로 인한 요로감염, 요도협착, 재원 기간 연장 및 영구적인 배뇨근 손상까지 유발할 수 있다.

방광이 과팽창으로 물리적 한계를 넘어서 신장되면 방광벽의 혈류가 감소되고 신경섬유가 손상을 받을 수 있고, 이로 인해 배뇨근 손상이 초래될 수 있다. 그리고 방광이 과팽창 시 방광내 요량과 팽창된 기간이 배뇨근 손상의 중요한 인자로서 방광내 요량이 많을수록, 과팽창 기간이 길수록 배뇨근 손상이 일어나기 쉬우므로 방광의 과팽창을 가능한 빨리 진단하고 치료하면 배뇨근 손상을 예방할 수가 있다.^{1,4)}

Table 4. Multivariate Analysis for Predictive Factors of Postoperative Urinary Retention

	Odds ratio	95% confidence interval	P value
Age (yr)			
<40			
≥40	2.3821	0.481-11.808	0.288
Sex			
Male			
Female	0.7470	0.142-3.938	0.731
Duration of operation (min)			
<60			
≥60	6.8524	1.016-46.232	0.048
Fluid amount (ml)			
<1,000			
≥1,000	0.6303	0.105-3.792	0.614

요축적은 보통 환자의 증상 호소나 하복부 촉진에 의해 진단이 이루어지나 수술 후에는 방광이 과팽창 되어도 환자가 감각을 느끼지 못하는 경우들이 있어 진단이 늦어지고 촉진에 의한 진단도 정확하지가 않다. 따라서 확진은 도뇨에 의해 이루어지나 이 방법은 요도 손상과 감염을 야기할 수 있고, 침습적이어서 환자에게 통증 및 불편감을 유발한다. 그러나 최근 임상에서 사용하고 있는 이동식 초음파 잔뇨계는 시행이 간편하고 신속하며 비침습적이어서 환자에게 부담을 주지 않으며, 높은 민감도와 정확한 특이도를 보여 정확하게 방광내 요량을 측정할 수가 있어 요축적을 진단하는데 유용하게 사용할 수가 있다.^{4,10)}

요축적은 방광이 충만된 상태인데도 배뇨를 하지 못하는 것으로,²⁾ 요축적을 정의하는 방광내 요량은 연구들마다 측정방법 및 측정량 기준에 따라 차이가 있다. Stallard와 Prescott¹¹⁾ 마취 시작 후 12시간까지 자가 배뇨를 할 수 없고, 도뇨에 의해 요량이 500 ml 이상으로 측정될 때로 정의하였다. 그러나 최근에는 초음파 측정기를 이용하여 방광내 요량을 측정하며, Lamonerie 등은¹²⁾ 방광내 요량이 500 ml 이상에서, Keita 등과³⁾ Pavlin 등은¹³⁾ 600 ml 이상에서, Mulroy 등은¹⁴⁾ 400 ml 이상에서 자가 배뇨를 할 수 없을 경우로 정의하였다. 따라서 본 연구에서는 상기 연구들을 참조하여 요축적 기준을 방광내 요량이 500 ml 이상이지만, 환자가 자가 배뇨를 하지 못할 경우로 선택하였다.

요축적의 발생률도 연구들마다 측정량 기준, 측정 방법, 측정 시간, 수술종류, 마취방법 등이 다르고 일관되지 않아서 0.8-25%로 다양하게 보고되어 있다.^{2,13)} Keita 등은³⁾ 313명 성인에서 회복실에서 초음파기로 측정한 수술 후 초기 요축적의 발생률이 16%이라 하였고, Pavlin 등은¹³⁾ 외래수

술 환자에서 척추나 경막외 마취 환자에서 13%, 탈장/항문 수술 환자에서 17% 발생하였으나 요추적 위험인자가 없는 환자들은 0.8%에서만 발생하였다고 하였다.

수술 후 요추적에 영향을 미치는 인자로는 환자의 성별과 나이, 수술종류, 마취방법, 수술 중 투여된 수액량, 수술 시간, 통증 및 불안 및 수술 전 배뇨장애 등이 있다. 이 중 가장 흔한 원인은 수술 전 배뇨장애 전력으로 수술 전 이 점을 확인하는 것이 필요하다고 하였다.²⁾ 그리고 흉 복부 수술, 고관절내 인공삽입물 수술, 탈장 수술, 항문이나 직장 수술 환자에서 요추적 발생이 높고, 연령이 증가 할수록, 투여 받은 수액량이 증가 할수록, 수술시간이 길수록 요추적의 발생빈도가 증가한다고 하였다.^{1-3,12,15)} 본 연구에서는 수술 전 배뇨장애가 없는 18-60세의 건강한 환자를 대상으로 하였고, 요추적 발생률이 높은 수술들을 제외한 간단한 수술을 대상으로 하였기 때문에 환자의 성별과 연령, 수술 부위, 수액 투여량에 따른 차이를 보이지 않았으나, 수술시간이 긴 경우 요추적 발생이 높은 것으로 나타났다. 이것은 수술시간이 길수록 수액투여량이 증가되고, 이와 아울러 생성되는 소변량이 증가되어 오는 것으로 보고 있으나¹²⁾ 본 연구에서는 수액량과 요추적 발생과 연관성을 보이지 않아 이에 관해서는 좀 더 많은 연구가 필요하겠다.

아편유사제가 배뇨기능에 영향을 미쳐 요추적을 일으킬 수 있는 것은 잘 알려진 사실로서, 특히 경막외 morphine 투여 시에는 요추적이 흔하게 발생한다. 아편유사제가 요추적을 일으키는 기전은 완전히 알려져 있지 않지만, 배뇨근의 수축력 감소, 방광 감각의 감소로 배뇨 욕구 반사의 방해, 배뇨 괄약근 긴장도의 증가 등에 의해 오는 것으로 생각되고 있으며, 작용부위는 주로 척수와 뇌의 mu 수용체와 delta 수용체에 작용하는 것으로 알려져 있다.^{7,8,11)}

Stallard와 Prescott¹¹⁾ 전신마취로 수술 받은 환자에서 통증조절을 위해 아편유사제를 사용한 환자(8%)에서 사용하지 않은 환자(3%)에 비해 요추적이 많이 발생한다고 하였고, O'Riordan 등은¹⁶⁾ 하지관절 치환술을 받은 환자에서 수술 후 통증을 위해 자가 조절 진통(patient-controlled analgesia, PCA)을 통해 morphine을 투여 받은 환자에서 요추적이 많이 발생한다고 하였다. 또한 수술 후 통증치료를 위해 iv-PCA를 이용한 morphine 투여와¹⁷⁾ buprenorphine 설하 투여 후에 요추적이 발생 한 증례들이 보고된 바 있다.⁸⁾

Kuipers 등은¹⁹⁾ 45명의 건강한 자원자에서 morphine과 sufentanil을 지주막하강으로 투여하였더니 용량 의존적으로 배뇨근 수축을 방해하고 배뇨 욕구 감각을 감소시켜 요추적을 초래하였다고 하였고, Rawal 등은²⁰⁾ 경막외강으로 morphine 투여는 투여 후 15분 이내에 용량과 관계없이 배뇨근 이완을 초래하고 요추적이 14-16시간 동안 지속된다고 하였으며, Petros 등은²¹⁾ morphine PCA를 정맥으로 사용

한 경우에는 요추적이 13배 높게 발생하여 64% 환자에서 발생했다고 하였다. Loper 등은²²⁾ 술후 통증 치료를 위해 fentanyl 지속 정주를 한 환자에서 요추적이 40%에서 발생하였고 이것은 경막외로 지속정주한 군과 비슷하였다고 하였다. 그리고 Malinovsky 등은⁷⁾ 건강한 젊은 남성 환자에서 수술 후 진통제로 사용하는 μ -작용제 (fentanyl, morphine), 부분적 μ -작용제 (buprenorphine), μ -대항제, k-작용제 (nalbuphine), 비스테로이드성 항염증제(ketoprofen)을 정맥 주사 후 요류역동학 변화를 측정하였다. 이 연구에서 ketoprofen은 배뇨기능에 영향을 미치지 않지만, nalbuphine을 제외한 아편유사제들은 요추적을 발생시켰다고 하였고, morphine은 22%, buprenorphine은 50%, 그리고 fentanyl은 40% 환자에서 요추적을 발생시켰다고 하였다.

그러나 최근 임상 마취에서 많이 사용하고 있는 초단기 작용 아편 유사제인 remifentanil이 배뇨기능에 미치는 영향은 잘 알려져 있지 않고 이에 대한 연구도 찾아보기 힘들다. Rosow 등은⁹⁾ 13명의 건강한 젊은 자원자 실험에서 1주일 간격으로 2회 remifentanil 지속 정주에 의한 요류역동학 변화를 관찰하였는데 remifentanil 지속 정주 10분 후에 84% (21/25 session)에서 배뇨근 수축력이 감소되고, 72% (18/25 session)에서 배뇨 능력이 완전히 상실되어 요추적을 초래하였고, 32%에서는 방광이 750 ml로 팽창되어도 배뇨 욕구가 없었다. 그러나 remifentanil을 투여하다가 중지한 후에는 20분 안에 모두 자가 배뇨가 가능했다고 하였다.

본 연구에서는 전신마취를 받는 환자를 대상으로 sevoflurane과 병용하여 remifentanil을 지속 정주한 군에서 수술 후 요추적 발생을 비교한 것으로 sevoflurane만 단독 투여한 군에 비해 요추적 발생이 증가하지 않는 결과로 나타났다. 이것은 remifentanil은 투여 중에는 배뇨 장애가 일어난다고 하더라도, 작용기간이 초단기이고, 회복 시간이 빠른 약리적 특성 때문에 remifentanil의 투여 중지 후에는 배뇨 작용에 대한 회복도 신속히 나타나서⁹⁾ 수술 후 요추적 발생에 영향을 미치지 않은 것으로 생각되었다.

결론적으로, 수술 후 6시간 내에 발생한 요추적 발생률은 13%이었으며, 수술 중 사용한 remifentanil 지속 정주는 수술 후 요추적의 발생빈도를 증가시키지 않는다.

참 고 문 헌

1. Tammela T, Kontturi M, Lukkarinen O: Postoperative urinary retention. II. Micturition problems after the first catheterization. Scand J Urol Nephrol 1986; 20: 257-60.
2. Tammela T, Kontturi M, Lukkarinen O: Postoperative urinary retention. I. Incidence and predisposing factors. Scand J Urol Nephrol 1986; 20: 197-201.
3. Keita H, Diouf E, Tubach F, Brouwer T, Dahmani S, Mantz J,

- et al: Predictive factors of early postoperative urinary retention in the postanesthesia care unit. *Anesth Analg* 2005; 101: 592-6.
4. Rosseland LA, Stubhaug A, Breivik H: Detecting postoperative urinary retention with an ultrasound scanner. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002; 46: 279-82.
 5. Glass PS, Gan TJ, Howell S: A review of the pharmacokinetics and pharmacodynamics of remifentanil. *Anesth Analg* 1999; 89: S 7-14.
 6. Burkle H, Dunbar S, Van Aken H: Remifentanil: a novel, short-acting, mu-opioid. *Anesth Analg* 1996; 83: 646-51.
 7. Malinovsky JM, Le Normand L, Lepage JY, Malinge M, Cozian A, Pinaud M, et al: The urodynamic effects of intravenous opioids and ketoprofen in humans. *Anesth Analg* 1998; 87: 456-61.
 8. Jaffe JH, Martin WR: Opioid analgesics and antagonists. In: Goodman & Gilman's the Pharmacological Basis of Therapeutics. 8th ed. Edited by Goodman Gilman A, Rall TW, Nies AS, Taylor P: New York, Pergamon Press. 1991, pp 485-521.
 9. Rosow CE, Gomery P, Chen TY, Stefanovich P, Stambler N, Israel R: Reversal of opioid-induced bladder dysfunction by intravenous naloxone and methylalntrexone. *Clin Pharmacol Ther* 2007; 82: 48-53.
 10. Kim JH, Kim JH, Choi YD: The accuracy of portable ultrasound scanning in the measurement of residual urine volume. *Korean J Urol* 2002; 43: 933-7.
 11. Stallard S, Prescott S: Postoperative urinary retention in general surgical patients. *Br J Surg* 1988; 75: 1141-3.
 12. Lamonerie L, Marret E, Deleuze A, Lembert N, Dupont M, Bonnet F: Prevalence of postoperative bladder distension and urinary retention detected by ultrasound measurement. *Br J Anaesth* 2004; 92: 544-6.
 13. Pavlin DJ, Pavlin EG, Gunn HC, Taraday JK, Koerschgen ME: Voiding in patients managed with or without ultrasound monitoring of bladder volume after outpatient surgery. *Anesth Analg* 1999; 89: 90-7.
 14. Mulroy MF, Salinas FV, Larkin KL, Polissar NL: Ambulatory surgery patients may be discharged before voiding after short-acting spinal and epidural anesthesia. *Anesthesiology* 2002; 97: 315-9.
 15. Petros JG, Rimm EB, Robillard RJ: Factors influencing urinary tract retention after elective open cholecystectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1992; 174: 497-500.
 16. O'Riordan JA, Hopkins PM, Ravenscroft A, Stevens JD: Patient-controlled analgesia and urinary retention following lower limb joint replacement: prospective audit and logistic regression analysis. *Eur J Anaesth* 2000; 17: 431-5.
 17. Hodsman NBA, Kenny GNC, McArdle CS: Patient controlled analgesia and urinary retention. *Br J Surg* 1988; 75: 212.
 18. Murray K: Acute urinary retention associated with sublingual buprenorphine. *Br Med J* 1983; 286: 763-4.
 19. Kuipers PW, Kamphuis ET, van Venrooij GE, van Roy JP, Ionescu TI, Knape JT, et al: Intrathecal opioids and lower urinary tract function. *Anesthesiology* 2004; 100: 1497-503.
 20. Rawal N, Möllerfors K, Axelsson K, Lingårdh G, Widman B: An experimental study of urodynamic effects of epidural morphine and of naloxone reversal. *Anesth Analg* 1983; 62: 641-7.
 21. Petros JG, Mallen JK, Howe K, Rimm EB, Robillard RJ: Patient-controlled analgesia and postoperative urinary retention after open appendectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1993; 177: 172-5.
 22. Loper KA, Ready LB, Downey M, Sandler AN, Nessly M, Rapp S, et al: Epidural and intravenous fentanyl infusions are clinically equivalent after knee surgery. *Anesth Analg* 1990; 70: 72-5.