

Morphine과 Fentanyl이 포함된 환자조절진통이 Atracurium에 의한 근이완의 회복에 미치는 영향

김세환, 김정호, 김두식, 류시정, 장태호, 김경한, 한옥식*

고신대학교 의과대학 마취통증의학교실 *왈세스 기념 침례병원 마취통증의학과

Influence of Patient-Controlled Analgesia with Morphine and Fentanyl on the Recovery of Atracurium Block

Se Hwan Kim, M.D., Jung Ho Kim, M.D., Doo Sik Kim, M.D., Sie Jeong Ryu, M.D.,
Tae Ho Chang, M.D., Kyung Han Kim, M.D and Ok Sik Han M.D.*

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Kosin University College of Medicine, Busan,;
**Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Wallace Memorial Baptist Hospital, Busan, Korea*

Abstract

Background : Even minor degrees of residual neuromuscular block can compromise the muscles involved in maintaining patency of the airway, and can attenuate the ventilatory response to hypoxia. Opioids in patient-controlled analgesia (PCA) may also cause respiratory problem. The purpose of this study is to evaluate the influence of PCA on the SpO₂, TOF(train-of-four) ratio and head-raising tests following intraoperative atracurium blocks. **Methods** : 60 patients aged from 20 to 65 in ASA class I and II were divided into control and PCA groups. Patients received atracurium for tracheal intubation(0.5 mg/kg) and maintenance of relaxation (0.2-0.3 mg/kg/hr). Pyridostigmine 0.15 mg/kg and glycopyrrolate 0.2 mg for reversal of block. PCA group received infusion of drug-mixture(80 ml) 1 ml hourly after bolus dose of morphine 5 mg. Drug-mixture consisted of fentanyl 600 ug, morphine 30 mg, ketorolac 90 mg and saline for vehicle. The results of SpO₂, TOF ratio and 5 sec-head raising tests 20min after administration of reversal drugs were evaluated. **Results** : IV-PCA with morphine and fentanyl did not depress the SpO₂, TOF ratio and the ability to raise the head. **Conclusions** : IV-PCA with morphine and fentanyl shows no deleterious effects on the recovery of atracurium block.

Key words : atracurium, head-raising test, fentanyl, morphine, patient-controlled analgesia, train-of-four ratio

I. 서 론

작용시간이 긴 근이완제가 수술 후 잔여신경근차단을 일으킬 수 있음이 처음 알려진 후,¹⁾ 근래에는 작용시간

이 중간정도이거나 짧은 근이완제를 주로 사용하므로 잔여신경근차단의 발생빈도는 감소하였으나 이에 대한 관심과 중요성은 여전하다.²⁻⁴⁾

잔여신경근차단은 조금만 있어도 기도를 안전하게 유지하는데 관련된 근육에 장애가 올 수 있고,⁵⁾ 저산소증에 대한 호흡반응성도 약화시킬 수 있으며,⁶⁾ 이로 인해 수술후 호흡기계의 부작용이 발생하기 때문에^{2,3)} 수술 후에는 잔여신경근차단을 최소화하는 것이 대단히 중요하다. 환자조절진통(patient-controlled analgesia, PCA)에

교신저자 : 김 세 환
주소: 602-703, 부산광역시 서구 암남동 34번지
고신대학교 의과대학 마취통증의학교실
TEL. 051-990-6263
E-mail: kshwan@ns.kosinmed.or.kr

· 본 연구는 고신대학교 의과대학 연구비 일부 지원에 의해 이루어짐

사용되는 마약도 호흡억제 등의 문제를 야기할 수 있다.^{2,7,8)}

근이완제를 사용한 환자에서 근이완의 회복정도는 수의근의 기능검사를 통해서 간접적으로도 평가할 수 있으나,⁹⁾ 의식이 없는 환자나 협조가 잘 되지 않는 환자에게는 말초운동신경을 자극하여 해당 근육의 연축반응을 측정함으로써 객관적이고 정확하게 평가할 수 있기 때문에¹⁰⁾ 이러한 신경근기능의 감시장치를 이용함으로써 수술 후 잔여신경근차단을 많이 감소시키고 있다.¹¹⁾

현재 임상에서 atracurium과 같은 작용시간이 중간정도인 근이완제가 주로 사용되고 있고, 통증 치료를 위해 약물을 안전하고 효과적으로 투여할 수 있는 PCA를 많이 사용하고 있다.^{8,12-14)}

그러나 PCA에 사용되는 morphine 이나 fentanyl이 근이완제와의 상호작용에 관한 연구는 별로 없다. 그래서 본 연구는 중간정도의 작용시간을 갖는 근이완제중 Hofmann식 체내대사를 하는 atracurium을 사용한 환자가 회복하는 동안 근이완제의 잔여효과에 대한 정맥로를 이용한 PCA (intravenous PCA, IV-PCA)의 영향을 평가해보기 위해 본 연구를 시행하였다.

II. 대상 및 방법

본 연구는 부속병원에 입원한 환자 중 미국 마취과학회 신체상태 분류법에 따른 신체등급 1내지 2급에 속하며, 계획수술이 예정된 20세에서 65세 사이의 남녀 중 마취 전에 연구과정을 설명하고 동의를 얻은 60명의 환자를 선택하여 IV-PCA 시술 여부에 따라 30명씩 대조군과 PCA 군으로 나누었다. 맥박산소포화도(oxygen saturation by pulse oximeter, SpO₂), TOF 비(train-of-four ratio), 5초간 머리 들어 올리기(5-sec head raising test)를 검사하여 atracurium에 기인한 잔여신경근차단과 관련된 지표가 IV-PCA 시술에 따른 차이가 있는지를 알아보았다.

본 연구에서는 비만환자, 호흡기계 및 신장 질환이나 신경근기능에 장애가 의심되는 환자는 대상에서 제외하였다.

환자는 8시간 이상 금식하고 수술실에 도착한 후 안정을 취한 후 propofol 1.5 mg/kg을 정주하여 마취유도

후 atracurium(aculex[®], Korea) 0.5 mg/kg으로 삽관하고 마취유지는 휘발성마취제(enflurane, sevoflurane) 와 더불어 N₂O와 O₂를 분당 2 L 씩 사용하였고, 수술 중 근이완의 유지를 위해서 시간당 0.2-0.3 mg/kg의 atracurium을 사용하였다. 마취약제의 농도가 0.2% 이하가 되고 근이완으로부터 자발호흡이 돌아온 후에 pyridostigmine 0.15 mg/kg 과 glycopyrrolate 0.2 mg을 함께 투여하여 근이완을 길항시킨 후 발관하여 호흡이 충분하다고 생각되면 환자를 회복실로 이동시켰다.

근이완을 회복시키기 위해 pyridostigmine을 주사한 후 20분후에 회복실에서 산소계측기(Datex · Ohmeda Pulse Oximetry, USA)로 SpO₂를, TOF Watch[®] (Organon, Ireland Limited, Island)로 TOF 비를 측정하였고, 5초간 머리를 들어 올릴 수 있는지를 측정하였다.

수술 후 통증조절을 위해 사용한 정맥로를 이용한 PCA 약제는 마취 종료 20분전에 초회량으로 morphine 5 mg을 준 후, 10분이 경과한 후부터 fentanyl 600 µg, morphine 30 mg, ketorolac 90 mg을 생리식염수와 함께 총 80 ml로 만들어 PCA pump에 넣고 정맥로를 통하여 기본투여량 1 ml/h, 추가용량 0.5 ml, 폐쇄간격 15분으로 설정하여 주입하기 시작하였다.

통계적 분석은 두 군 간의 맥박산소포화도와 TOF 비의 비교는 Student-t test를 시행하였으며 TOF 비에서 구간의 빈도 및 5-sec head raising test의 두 군 간의 비교는 χ^2 -test를 시행하였다. 이때 P 값이 0.05 미만일 때 유의한 차이로 인정하였다.

III. 결 과

대상 환자의 평균연령, 체중, 회복실에서의 체온, 마취 시간 및 atracurium의 술 중 사용량은 대조군과 PCA군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

근이완의 회복을 위해 pyridostigmine 0.15 mg/kg과 glycopyrrolate 0.2 mg을 투여하고 20분후에 측정한 검사 결과는 다음과 같다.

1. 맥박산소포화도의 비교: 회복실에서 맥박산소포화도는 대조군(96.5%)과 PCA군(95.8%)군 간에 유의한 차이가 없었다 (Table 2).

Table 1. Demographic Data

	PCA Group (n=30)	Control group(n=30)
Sex (M/F)	14/16	14/16
Age (yrs)	39.7 ± 10.3	39.2 ± 14.8
Weight (kg)	60.2 ± 9.9	59.9 ± 11.4
Temperature in Recovery Room (°C)	35.6 ± 0.2	35.6 ± 0.3
Duration of surgery (min)	134.3 ± 45.1	132.0 ± 82.5
Atracurium (mg)	57 ± 15.2	49.3 ± 18.4

Values are mean ± SD.

PCA: Intravenous patient-controlled analgesia

P values are not significant between two groups.

2. TOF 비의 비교: 회복실에서 TOF 비는 대조군(79.6%)과 PCA군(78.3%)간에 유의한 차이가 없었다(Table 2).

Table 2. Comparison of SpO₂, TOF Ratio and Positive Head-Raising

Tests 20 min. after Reversal of Muscle Relaxation

	PCA Group	Control Group
SpO ₂ (%)	95.8 ± 1.5	96.5 ± 1.7
TOF ratio (%)	78.3 ± 6.6	79.6 ± 6.8
Head-raising (n)	6	13

Values are mean ± SD.

P values by Student-t test for SpO₂, TOF ratio are not significant,

P value by x²-test for number of head-raising is 0.096.

3. 5-sec head-raising test 결과의 비교: 회복실에서 5초간 머리를 들어 올릴 수 있는 환자는 총 19명(31.7%)이며 PCA군은 6명으로 대조군의 13명과 통계적으로 유의한 차이가 없었다(P = 0.096)(Table 2).

4. TOF 비로 판정한 잔여신경근차단의 발생빈도 비교: 회복실에서 측정된 TOF 비가 전통적인 회복기준인 0.7에 미달하는 경우는 총 7명(11.6%)이며 대조군(3명)과 PCA군(4명) 간에 유의한 차이가 없었고, 0.8을 기준으로 할 때에도 총 23명(38.3%)이며 대조군(11명)과 PCA군(12명) 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 3).

Table 3. TOF Ratio and Distributions 20 min after Reversal of Muscle Relaxation

	TOF ratio level	PCA Group	Control Group
	TOF ratio <0.70	4	3
0.70 ≤	TOF ratio <0.80	8	8
0.80 ≤	TOF ratio <0.90	18	18
	TOF ratio ≥0.90	0	1

P value (control vs PCA) by x²-test is not significant

IV. 고 찰

정맥로를 이용한 환자조절진통은 환자 개인 간의 차이가 있을지라도 약물의 혈중농도의 변화를 최소화하여 술 후 진통효과와 만족도를 높이고 전체적인 진통제의 사용량을 줄임으로써 이로 인한 부작용을 최소화할 수 있다.⁸⁾

본 연구에서 사용된 ketorolac은 진통용량이나 그 이상에서도 호흡억제가 거의 없지만, morphine이나 fentanyl을 정맥으로 투여하면 호흡억제가 대체로 5-30분 사이에 최고에 달한다.¹⁵⁾

그러나 본 연구에서 회복실에서 측정된 맥박산소포화도를 보면 대조군과 PCA군 간에 유의한 차이가 없었다. 본 연구에서 회복실에서 맥박산소포화도를 측정할 때까지 투여된 morphine과 fentanyl의 용량은 초회량을 포함하여도 morphine은 6 mg 이하, fentanyl은 10 ug 이하이므로 이러한 용량은 성인 일반 환자에게 임상적 호흡억제 효과를 나타내기에는 적은 용량이라고 생각된다.

Duke 등¹⁶⁾도 morphine 0.5 mg/kg를 정맥으로 투여 후 1시간동안 호흡억제의 임상적 소견은 없었다고 보고하였다. 그러나 호흡억제를 알기 위해 맥박산소포화도 대신에 동맥혈액을 채취하여 산소분압이나 이산화탄소분압을 측정하였다면 미세한 호흡억제까지도 밝힐 수 있었겠지만 현실적인 어려움으로 혈액가스분석을 통해 확인하지 못한 것이 본 연구의 설계상 제한점이라 할 수 있다.

한편 근이완제를 사용한 환자가 5초간 머리를 들어 올릴 수 있으면 근력의 회복이라는 측면에서 간접적이지만 충분히 회복된 것으로 간주되어왔다.^{5,17)} Viby-Mogensen 등¹⁾이 장시간 작용하는 근이완제를 사용한 후

회복실에서 TOF 비가 0.7 미만인 환자가 42%였고 심지어 의식이 회복된 환자 중에서도 24%가 5초간 머리를 들 수 없었다는 보고 이후 잔여신경근차단의 위험성에 대한 많은 관심과 연구가 있었다.²⁻⁵⁾

그러나 Kopman 등¹⁸⁾이 연구한 바에 따르면 TOF 비가 0.75 미만에서는 모든 대상자가 불편하다고 느끼며, 심지어 0.9일지라도 시각적 장애가 있다고 하여 근이완제를 사용한 후 신경근기능이 충분히 회복되었는지를 판단하는데 대한 더 엄격한 기준의 필요성이 제안되기도 했다.

본 연구에서는 회복실에서 측정할 때 TOF 비가 일반적으로 잔여신경근차단의 기준이 되는 0.7이하가 11.6% (7명)였고 0.8이하가 38.3%(23명)였지만 두 군 간에 유의한 차이가 없었고, TOF 비 및 TOF 비의 분포에도 두 군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 2, 3). 이러한 결과는 잔여신경근차단의 빈도 및 TOF 비가 PCA를 통해 통상적으로 투여되는 용량의 morphine이나 fentanyl에 영향을 받지 않는다는 증거이다. Ali 등¹⁹⁾의 보고에서도 전 처치 및 술중 사용된 마약이 TOF 비에는 영향을 미치지 않았다고 했으며, 호흡 및 수의근의 운동기능에는 억제적으로 작용할 수 있음을 보여주었다.

본 연구에서는 작용시간이 중간정도인 atracurium을 삽관용뿐만 아니라 근이완의 유지에도 사용하였는데, Kopman²⁰⁾은 atracurium을 지속적으로 주입하여 단순연축 반응을 대조치의 10%가 되도록 유지하다가 neostigmine 0.05 mg/kg으로 길항시키니 10명중 9명이 15분 후에 TOF 비가 0.80 이상이라고 하였고, Bevan 등⁴⁾은 atracurium을 사용하여 TOF 비가 0.7 이하의 잔여신경근차단의 빈도가 4.3% 라고 보고하여 본 연구에서의 잔여신경근차단의 빈도가 이들의 보고보다 크게 높았다.

Rupp 등²¹⁾은 atracurium을 사용하여 연축반응이 대조치의 10% 이하가 되는 심한 근이완 상태에서 neostigmine 0.04 mg/kg으로 길항시켜 연축반응을 90%이상으로 회복시키려면 8.5분 소요된다고 했다.

본 연구에서는 항 cholinesterase로서 neostigmine보다 발현시간이 느리지만 작용시간이 길며 투여 15-20분 후에 효과가 최고에 달하는 pyridostigmine²²⁾을 모든 환자에게 0.15 mg/kg을 TOF 자극에 대한 연축반응을 확인하지 않고 자발호흡이 돌아왔을 때 투여하였으므로 검사

를 할 당시에는 길항약제의 효과가 충분히 나타날 수 있는 시간이지만, 다른 여러 연구자의 결과와 차이가 나는 것은 이러한 길항제의 종류, 용량, 투여시기, 및 개인 차이에 기인했을 것으로 생각된다.

TOF 비가 0.75일 때는 환자가 눈을 크게 뜰 수 있고, 혀를 내밀 수 있으며, 충분한 기침을 할 수 있고, 머리를 5초간 들어 올릴 수 있다고 한다.²³⁾ 그러나 Engbaek 등²⁴⁾은 TOF 비가 0.75-0.80이 되어야 모든 환자가 5초간 머리를 들 수 있기에 0.8 이상일 때만 atracurium에 의한 잔여신경근차단을 배제할 수 있다고 했다.

일반적으로 TOF 비가 0.7 이상일 때는 근이완제의 영향으로부터 충분히 회복되었다고 인정은 되지만,²³⁾ TOF 비가 0.9가 될 때까지는 시각장애, 약력감소, 삼키는 반사의 억제와 같은 심각한 잔여신경근차단의 효과가 지속된다.^{18,25)}

한편 5초간 머리를 들 수 있으면 근력이 충분히 회복되어 기도를 안전하게 유지할 수 있다고 했으나⁵⁾, TOF Watch로 TOF 비가 0.8까지는 흡입 장애와 상기도 폐쇄가 흔하며 또한 5초간 머리를 들 수 있어도 반수 이상이 음식물을 삼키는데 장애가 있다는 보고도 있다.²⁶⁾

Morphine과 fentanyl이 포함된 PCA를 사용한 본 연구에서는 PCA 군이 대조군에 비해 5초간 머리 들기 능력이 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았지만 (P=0.096) PCA 군에서 이 능력이 억제되는 경향이 있었으므로 차후에 많은 환자를 대상으로 이를 확인할 필요가 있다고 생각된다.

TOF 비가 0.9 이하인 잔여신경근차단은 인두와 상부 식도에 기능적 장애를 초래하며²⁵⁾ 이로 인해 위내용물의 역류와 흡인의 위험이 있다고 한다.³⁾

Mechanomyography와 accelerography를 이용하여 TOF 비를 비교 연구한 결과는 TOF 비가 0.7까지는 두 검사의 결과에 차이가 없으나 그 이상에서는 accelerography로 측정한 TOF 비가 과대평가된다고 한다.²⁷⁾ 이러한 TOF 검사기계의 차이가 본 연구에서 머리 들기와 혀 내밀기의 수행 능력이 이전의 다른 연구자들보다 낮은 비율로 나타난 이유 중의 하나가 될 수 있지만 accelerography의 일종인 TOF Watch 한 가지 종류의 감시 기계를 이용하여 두 군의 결과를 비교한 본 연구에서 결과의 해석에는 측정기계의 차이가 영향을 미치지 않

았으리라 생각된다.

술 후 환자의 근력회복이 충분치 못할 경우에도 말초 신경자극기로 TOF 비를 측정하여 잔여신경근차단의 가능성을 배제한 후에는 수술중 사용한 마약의 영향도 그 원인으로 고려해봐야 하겠다. 그래서 마취과 의사는 근이완의 회복을 판정할 때는 한 종류의 검사에만 의지하지 말고 실행 가능한 여러 검사를 함께 사용하여 판정하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

결론적으로, 수술중 morphine과 fentanyl이 포함된 정맥로를 이용한 PCA를 사용하여도 atracurium을 사용한 환자에서 근이완을 길항시킨 후 20분에 측정한 SpO₂, TOF 비 및 5초간 머리를 들어 올리는 능력에는 영향을 미치지 않았다. 그러나 5초간 머리를 들어 올리는 능력이 통계적으로 유의하지는 않지만 억제되는 경향이 있고 본 연구의 설계상 제한점도 있기 때문에 이를 보완하기 위해서는 향후 연구에서 고 위험 군을 포함하여 대상 환자수를 증가시키고 이러한 변수에 대한 측정시간을 다양하게 한다면 더 확실한 결론을 얻을 수 있을 것으로 생각한다.

참고문헌

1. Viby-Mogensen J, Jorgensen BC, Ording H: Residual curarization in the recovery room. *Anesthesiology* 50: 539-541, 1979
2. Pederson T, Viby-Mogensen J, Ringsted C: Anaesthetic practice and postoperative pulmonary complications. *Acta Anaesthesiol Scand* 36: 812-818, 1992
3. Berg H, Viby-Mogensen J, Roed J, Mortensen CR, Engbaek J, Skovgaard LT, Krintel JJ: Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. A prospective, randomised, and blinded study of postoperative pulmonary complications after atracurium, vecuronium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 41: 1095-1103, 1997
4. Bevan DR, Smith CE, Donati F: Postoperative neuromuscular blockade: a comparison between atracurium, vecuronium, and pancuronium. *Anesthesiology* 69: 272-276, 1988
5. Pavlin EG, Holle RH, Schoene RB: Recovery of airway protection compared with ventilation in humans after paralysis with curare. *Anesthesiology* 70: 381-385, 1989
6. Eriksson LI, Lennmarken C, Wyon N, Johnson A: Attenuated ventilatory response to hypoxaemia at vecuronium-induced partial neuromuscular block. *Acta Anaesthesiol Scand* 36: 710-715, 1992
7. Etches RC: Respiratory depression associated with patient-controlled analgesia: A review of eight cases. *Can J Anaesth* 41: 125-132, 1994
8. Bennet RL, Batenhorst RL, Bivins RM, Graves DA, Foster TS, Wright BD, Griffen WO: Patient-controlled analgesia: A new concept of postoperative pain relief. *Ann Surg* 195: 700-705, 1982
9. Ali HH, Savarese JJ: Monitoring of neuromuscular function. *Anesthesiology* 45: 216-249, 1976
10. Viby-Morgensen J: Neuromuscular monitoring. In: *Miller's anesthesia*. 6th ed. Edited by Miller RD: USA, Elsevier Churchill Livingstone, 2005, 1551-1569
11. Gatke MR, Viby-Mogensen J, Rosenstock C, Jensen FS, Skovgaard LT: Postoperative muscle paralysis after rocuronium: less residual block when acceleromyography is used. *Acta Anaesthesiol Scand* 46: 207-213, 2002
12. Keeri-Szanto M, Heaman S: Postoperative demand analgesia. *Surg Gynecol Obstet* 134: 647-651, 1972
13. Graves DA, Foster TS, Batenhorst RL, Bennett RL, Baumann TJ: Patient-controlled analgesia. *Ann Inter Med* 99: 360-366, 1983
14. White PF: Use of patient-controlled analgesia for management of acute pain. *JAMA* 259: 243-247, 1988
15. Corssen G, Reves JG, Stanley TH: *Intravenous anesthesia and analgesia*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1988, 47-49
16. Duke PC, Johns CH, Pinsky C, Goertzen P: The effect of morphine on human neuromuscular transmission. *Can Anaesth Soc J* 26: 201-205, 1979
17. Johansen SH, Jorgensen M, Molbech S: Effect of tubocurarine on respiratory and nonrespiratory muscle power in man. *J Appl Physiol* 19: 990-994, 1964
18. Kopman AF, Yee PS, Neuman GG: Relationship of the train-of-four fade ratio to clinical signs and symptoms of residual paralysis in awake volunteers. *Anesthesiology* 86: 765-771, 1997
19. Ali HH, Kitz RJ: Evaluation of recovery from non-depolarizing neuromuscular block, using a digital neuromuscular transmission analyzer: preliminary report. *Anesth Analg* 52: 740-745, 1973
20. Kopman AF: Recovery times following edrophonium and neostigmine reversal of pancuronium, atracurium, and vecuronium steady-state infusions. *Anesthesiology* 65: 572-578, 1986
21. Rupp SM, McChristian JW, Miller RD, Taboada JA, Cronnelly R: Neostigmine and edrophonium antagonism of varying intensity neuromuscular blockade induced by atracurium, pancuronium, or vecuronium. *Anesthesiology* 64: 711-717, 1986
22. Ferguson A, Egerszegi P, Bevan DR: Neostigmine, pyridostigmine, and edrophonium as antagonists of pancuronium. *Anesthesiology* 53: 390-394, 1980
23. Brand JB, Cullen DJ, Wilson NE, Ali JJ: Spontaneous recover from non-depolarizing neuromuscular blockade: Correlation between clinical and evoked responses. *Anesth Analg* 56: 55-58, 1977

24. Engbaek J, Ostergaard D, Viby-Mogensen J, Skovgaard LT: Clinical recovery and train-of-four ratio measured mechanically and electromyographically following atracurium. *Anesthesiology* 71: 391-395, 1989
25. Eriksson LI, Sundman E, Olsson R, Nilsson L, Witt H, Ekberg O, Kuylenskierna R: Functional assessment of the pharynx at rest and during swallowing in partially paralyzed humans: simultaneous videomanometry and mechanomyography of awake human volunteers. *Anesthesiology* 87: 1035-1043, 1997
26. Eikermann M, Groeben H, Husing J, Peters J: Accelerometry of adductor pollicis muscle predicts recovery of respiratory function from neuromuscular blockade. *Anesthesiology* 98: 1333-1337, 2003
27. Viby-Mogensen J, Jensen E, Werner M, Nielsen HK: Measurement of acceleration: anew method of monitoring neuromuscular function. *Acta Anaesthesiol Scand* 32: 45-48, 1988