

The Perioperative Effect of Increased Body Mass Index on Peripheral Nerve Blockade: an Analysis of 528 Ultrasound Guided Interscalene Blocks

Kristopher Schroeder¹, Adin-Cristian Andrei², Meghan J Furlong³, Melanie J Donnelly¹, Seungbong Han⁴, Aimee M Becker¹

Summary: Schroeder K, Andrei AC, Furlong MJ, Donnelly MJ, Han S, Becker AM – The Perioperative Effect of Increased Body Mass Index on Peripheral Nerve Blockade: an Analysis of 528 Ultrasound Guided Interscalene Blocks.

Background and objectives: Obese patients can pose a unique perioperative anesthetic challenge, making regional anesthetic techniques an intriguing means of providing analgesia for this population. Ultrasound guidance has been touted recently as being beneficial for this population in which surface landmarks can become obscured. In this study, the effect of increased Body Mass Index (BMI) on ultrasound guided interscalene peripheral nerve blockade is investigated.

Material and methods: This study is a retrospective review of 528 consecutive patients who received preoperative ultrasound-guided interscalene nerve blocks at the University of Wisconsin Hospital and Clinics. We examined the association between BMI and the following parameters: time required for block placement; presence of Postoperative Nausea and Vomiting (PONV); postoperative Post Anesthesia Care Unit (PACU) pain scores; volume of local anesthetic injected; acute complications; and opioid administration preoperatively, intraoperatively, and postoperatively. Univariate and multivariate least squares and logistic regression models were used.

Results: An elevated BMI was associated with an increased: time required for block placement (p-value = 0.025), intraoperative fentanyl administration (p-value < 0.001), peak PACU pain scores (p-value < 0.001), PACU opioid administration (p-value < 0.001), PACU oral opioid administration (p-value < 0.001), total PACU opioid administration (p-value < 0.001) and incidence of PACU nausea (p-value = 0.025)

Conclusions: Ultrasound guided interscalene nerve blocks for perioperative analgesia can be safely and effectively performed in the obese patient but they may be more difficult to perform and analgesia may not be as complete.

Keywords: Nerve Block; Body Mass Index; Ultrasonography.

©2012 Elsevier Editora Ltda Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

INTRODUCTION

As of 2005, the World Health Organization (WHO) estimated that 1.6 billion adults were overweight with more than 400 million being obese. By 2015, WHO predicts that 2.3 billion adults will be overweight with 700 million obese. Body Mass Index (BMI) is calculated by dividing the body weight in kilograms by the square of the height in meters and has been divided into five categories: < 25 kg.m⁻² = normal, 25-30 kg.m⁻² = overweight, > 30 kg.m⁻² = obesity, > 35 kg.m⁻² = morbid obesity,

> 55 kg.m⁻² = super morbid obesity¹. Obese individuals undergoing surgery pose specific challenges for anesthetic management. People with increased BMI are at higher risk for intraoperative and postoperative pulmonary atelectasis². They also often suffer from obstructive sleep apnea (OSA) predisposing them to desaturation, hypoxemia and difficult intubation^{3,4}. Additionally, overweight and obese people are more likely to have underlying cardiovascular diseases such as hypertension and congestive heart failure than non-obese⁵.

Regional anesthesia techniques have been gaining popularity in the obese and normal weight patient populations for many reasons. Most noteworthy among these reasons are that regional anesthesia is associated with improved postoperative pain control. Reduced pain results in decreased opioid administration. A benefit of this is less antiemetic use secondary to decreased postoperative nausea and vomiting (PONV), and decreased time in post anesthesia care units (PACU) leading to increased patient satisfaction^{6,7}. The combination of increasing numbers of obese patients with their unique underlying medical problems and the growing popularity of regional anesthesia makes the use of regional anesthetic techniques in the obese population a topic that warrants further investigation.

Received from University of Wisconsin School of Medicine and Public Health, USA.

1. MD; Assistant Professor, Department of Anesthesiology, University of Wisconsin School of Medicine and Public Health, Madison, Wisconsin, USA

2. PhD; Senior Biostatistician, Northwestern University

3. MD; Resident Physician, Department of Anesthesiology, University of Colorado, Denver, Colorado, USA

4. PhD; Statistician, Asan Medical Center, South Korea

Submitted on March 6, 2011.

Approved on May 19, 2011.

Correspondence to:

Kristopher Schroeder MD

University of Wisconsin, School of Medicine and Public Health

Department of Anesthesiology B6/319 CSC

600 Highland Avenue Madison, WI 53792 USA

E-mail: kmschro1@wisc.edu

Few studies have thoroughly investigated the impact of obesity on the success rate of regional anesthesia. Thus, in most of the studies either paresthesia or nerve stimulator techniques for nerve localization have been used. Ultrasound guidance for interscalene brachial plexus nerve blocks (ISBN) in particular has been demonstrated to result in a high success rate and superior results when compared to nerve stimulation alone^{8,9}. Ultrasound guidance is an attractive tool in overweight and obese patients as surface landmarks are often obscured and difficult to palpate. A small study of 70 patients evaluated the impact of obesity on ultrasound guided interscalene blocks and reported that being overweight was only associated with increased time for block placement. This study could not detect an increase in block failure rate in the obese population¹⁰. The goal of our study was to analyze a large group of patients presenting for shoulder arthroscopy using an interscalene block for postoperative analgesia to determine if increased BMI impacts block success via a variety of clinical parameters.

MATERIALS AND METHODS

Following approval by the Institutional Review Board at the University of Wisconsin, Madison, the medical records of 605 patients who underwent preoperative interscalene nerve blockade for shoulder surgery between the dates of 12/7/2006 and 9/16/2008 were reviewed. Minors, security patients, and those undergoing arthroplasty or hemiarthroplasty were excluded from analysis resulting in a total of 529 patients.

All patients underwent preoperative ultrasound guided single-injection interscalene nerve blocks in a room dedicated to performing regional anesthesia. Blocks were performed by mid to senior level anesthesia residents under the supervision of four faculty anesthesiologists trained in regional anesthesia. Standard monitors were applied and patients were sedated with midazolam and/or fentanyl. Ultrasound guidance was then used to localize the brachial plexus in the interscalene groove. A stimulating needle was then inserted either "in-plane" or "out-of-plane" to the ultrasound beam. Current was applied to the needle and an attempt was made to obtain either a biceps or deltoid contraction at a current of approximately 0.5 mA prior to injecting local anesthetic. Local anesthetic was injected and the needle redirected until good spread of local anesthetic was visualized around the brachial plexus. No formal testing of motor or sensory blockade took place following block placement. Patients were then transported to the operating room where they underwent general anesthesia with endotracheal intubation for their surgical procedure. Intraoperative opioids and antiemetics were provided at the discretion of the in-room anesthesia personnel. Following the surgical procedure, patients were transported to the PACU.

Patient data extracted from the medical record included age, gender, ASA score, date of surgery, surgical procedure, height, weight, preoperative opioid use, time for block placement, medications required for block placement, volume of

local anesthetic injected for block, intraoperative fentanyl use, intraoperative and postoperative hydromorphone use, postoperative intravenous (IV) and oral (PO) opioid administration, immediate and peak PACU postoperative pain, presence of postoperative PACU nausea, and presence of acute complications. Pain scores were patient reported subjective numerical rating scores (NRS) between zero and 10 where zero represented no pain and 10 represented the worst pain imaginable. Acute complications included seizure, need for immediate postoperative intubation, unanticipated inpatient admission, or note of a failed block in the PACU notes.

In our statistical analyses, univariate and multivariate least squares and logistic regression models were constructed to describe how BMI is associated with: time required for the block placement, amount of fentanyl administered for block placement, intraoperative fentanyl administration, intraoperative hydromorphone administration, postoperative hydromorphone administration, total PACU opioid administration, immediate PACU postoperative pain score, peak PACU postoperative pain score, and nausea. Adjustments were made for conversion to an open procedure, age, sex, preoperative opioid consumption and ASA score.

RESULTS

Five hundred and twenty-nine ultrasound-guided interscalene nerve blocks were analyzed. One patient's height measurement was missing, hence so was the BMI. Throughout, we have used information from 528 participants. Table I summarizes demographic and other baseline characteristics, including preoperative opioid usage, ASA score and incidence of arthroscopic procedure being converted to open procedure. Table II summarizes outcome data across the different BMI categories. Table III presents univariate and multivariate least squares regression model results for the post- or intra-operative outcomes of interest. No difference in volume of local anesthetic injected was noted between groups. An increased BMI was associated with statistically significant increases in each of the following outcomes (p-values in univariate and multivariate models, respectively, are shown):

- (a) peak PACU pain scores (p-values: < 0.001 and < 0.001),
- (b) time for ISNB placement (p-values: 0.018 and 0.025),
- (c) intraoperative fentanyl administration (p-values: 0.004 and < 0.001),
- (d) PACU opioid administration (p-values: < 0.001 and < 0.001),
- (e) PACU oral opioid administration (p-values: 0.003 and < 0.001) and
- (f) PACU total opioid administration (p-values: < 0.001 and < 0.001).

Table I – Patient Characteristics (N = 528)

Variable	Mean (SD*)			
	Normal (BMI < 25) (N = 124)	Overweight (25 ≤ BMI < 30) (N = 216)	Obese (BMI ≥ 30) (N = 188)	Entire Cohort (N = 528)
Age (years)	40.98 (16.48)	48.41 (14.57)	48.30 (13.59)	46.69 (15.06)
BMI	22.90 (1.62)	27.37 (1.38)	34.76 (4.22)	28.94 (5.42)
Frequency				
Preoperative narcotic usage				
Yes	29	59	41	129
No	95	157	147	399
Gender				
Male	58.06%	78.24%	70.21%	70.70%
Female	41.94%	21.76%	29.79%	29.30%
ASA score				
I	31.45%	23.15%	13.30%	21.55%
II	62.90%	67.59%	76.60%	69.75%
III	5.65%	9.26%	10.10%	8.70%
Open surgery				
Yes	21	20	22	63
No	103	196	166	465

* SD: Standard Deviation.

Table II – Summary for Outcome Variables by BMI Category

Outcome Variable	Mean (SD) by BMI Category		
	Normal (BMI < 25) (N = 124)	Overweight (25 ≤ BMI < 30) (N = 216)	Obese (BMI ≥ 30) (N = 188)
Immediate postoperative Pain (NRS 0-10)	0.27 (1.24)	0.19 (1.07)	0.33 (1.44)
Peak postoperative Pain (NRS 0-10)	1.10 (2.07)	0.90 (1.91)	1.84 (2.63)
Time required for ISNB placement (min)	15.42 (6.80)	14.85 (7.04)	16.69 (6.45)
Fentanyl required for ISNB placement (µg)	44.15 (23.23)	41.90 (24.19)	39.89 (28.63)
Intraoperative fentanyl (µg)	67.94 (46.59)	73.15 (50.89)	83.42 (50.71)
Intraoperative hydromorphone (µg)	0.09 (0.27)	0.10 (0.27)	0.09 (0.25)
Postoperative. Hydromorphone (µg)	0.78 (2.54)	0.39 (1.65)	1.65 (4.24)
Other postoperative opioids (mg)+	0.43 (1.34)	0.30 (2.01)	0.13 (0.64)
Postoperative oral Opioids (mg)+	0.62 (1.51)	0.77 (1.71)	1.07 (1.84)
Total postoperative Opioids (mg)+	1.83 (3.71)	1.46 (3.50)	2.85 (5.22)
Local anesthetic volume injected for ISNB placement (mL)	24.96 (5.32)	25.49 (5.19)	26.2 (5.16)
Postoperative Nausea (%)	17.7	13.9	26.1
Complications (%)	0.8	0.5	2.2

+ Expressed as IV morphine equivalents in mg.

THE PERIOPERATIVE EFFECT OF INCREASED BODY MASS INDEX ON PERIPHERAL NERVE BLOCKADE:
AN ANALYSIS OF 528 ULTRASOUND GUIDED INTERSCALENE BLOCKS

Table III – Univariate and Multivariate Least Squares Regression Analyses Exploring the Association Between Outcome Variables on the First Column and BMI

Outcome Variables	Mean (SD*)	Univariate			Multivariate		
		Coef (SD)	t-value	p-value	Coef (SD)	t-value	p-value
Immediate PACU Pain (NRS 0-10)	0.260 (1.250)	0.012 (0.010)	1.210	0.227	0.010 (0.010)	1.004	0.316
Peak PACU Pain (NRS 0-10)	1.283 (2.264)	0.093 (0.018)	5.259	< 0.001	0.099 (0.018)	5.588	< 0.001
Time required for ISNB placement (min)	15.646 (6.813)	0.130 (0.055)	2.368	0.018	0.127 (0.056)	2.254	0.025
Fentanyl required for ISNB placement (µg)	41.714 (25.655)	-0.431 (0.205)	-2.097	0.037	-0.341 (0.211)	-1.616	0.106
Intraoperative fentanyl (µg)	75.569 (50.133)	1.145 (0.401)	2.856	0.004	1.416 (0.047)	3.483	< 0.001
Intraoperative hydromorphone (mg)	0.094 (0.265)	0.001 (0.002)	0.327	0.744	0.002 (0.002)	0.711	0.478
PACU hydromorphone (mg)	0.140 (0.458)	0.019 (0.004)	5.260	< 0.001	0.018 (0.003)	5.087	< 0.001
Other PACU opioids +	0.270 (1.490)	-0.021 (0.012)	-1.721	0.086	-0.016 (0.012)	-1.328	0.185
PACU oral opioids+	0.839 (1.718)	0.041 (0.014)	3.023	0.003	0.045 (0.014)	3.250	0.001
Total PACU opioids+	2.042 (4.271)	0.147 (0.033)	4.347	< 0.001	0.151 (0.034)	4.485	< 0.001
Local anesthetic volume injected for ISNB placement (mL)	25.611 (5.222)	0.078 (0.043)	1.794	0.073	0.074 (0.043)	1.696	0.091

*SD: Standard Deviation.

+ Expressed as IV morphine equivalents in mg. Multivariate model has been adjusted for age, sex, preoperative narcotic usage and ASA score.

Table IV – Univariate and Multivariate Logistic Regression Analyses Exploring the Association Between Outcome Variables on the First Column and BMI

Outcome Variable	Category		Univariate			Multivariate		
	No (%)	Yes (%)	Coef (SD*)	Z value	p value	Coef (SD)	Z value	p value
Nausea	430 (81.43%)	97 (18.37%)	0.040 (0.020)	2.038	0.042	0.046 (0.020)	2.243	0.025
Complications	520 (98.48%)	6 (1.13%)	0.126 (0.062)	2.030	0.042	0.110 (0.067)	1.631	0.103

*SD: Standard Deviation.

Multivariate model has been adjusted for age, sex, preoperative narcotic usage and ASA score.

In Table IV, logistic regression models adjusting for age, sex, preoperative opioid usage and ASA indicate that BMI is associated with the presence of nausea (p-value = 0.025). However, there is a lack of association between BMI and the presence/absence of complications (p-value = 0.103).

DISCUSSION

This retrospective review of 528 ultrasound-guided interscalene nerve blocks for shoulder arthroscopy demonstrated that increased BMI was associated with statistically signifi-

cant increased time required for ISNB placement, increased intraoperative opioid consumption, increased peak PACU postoperative pain, increased postoperative opioid administration, increased intraoperative fentanyl administration and increased PACU nausea. This information is becoming increasingly more clinically relevant in the setting of an obesity epidemic.

An early study by Conn et al.¹¹ that used either paresthesia or nerve stimulation to identify the brachial plexus determined that BMI had no impact on interscalene brachial plexus block success rates. Carles et al.¹² studied the brachial plexus block at the humeral canal in 1,417 patients and found that

BMI had no impact on block success. Our results are similar to a prospective study of 9,342 blocks placed utilizing nerve stimulator technique by Cotter et al.¹³ In this study, all blocks completed in an ambulatory procedure center were analyzed and increased BMI and ASA IV were associated with a higher block failure rate. Nielsen et al.¹⁴ evaluated the same database as Cotter et al.¹³ but used a slightly different definition of block failure in addition to breaking down weight distribution even further. They were able to demonstrate that both block failure and complication rates were significantly higher in those with increased BMI. One major difference between our study and the Franco et al.¹⁵, Cotter et al.¹³, and Nielsen et al.¹⁴ studies is that all of our nerve blocks were placed under ultrasound guidance with peripheral nerve stimulation while theirs were done with the assistance of a nerve stimulator alone.

Franco et al.¹⁵ retrospectively reviewed the results of 2,020 supraclavicular blocks placed utilizing peripheral nerve stimulation. They determined that obesity was associated with a decrease in block placement success rate but no increase in complications. Anesthesia residents were also able to complete a lower percentage of supraclavicular nerve blocks in the obese population compared to patients of normal weight suggesting an increased level of difficulty.

Our results differ from a study by Schwemmer et al.¹⁰ that evaluated the impact of obesity on ultrasound guided interscalene blocks. This study evaluated 70 patients scheduled for shoulder surgery with a preoperative interscalene block. Their study demonstrated a small increase in the time required to identify nerve structures in the obese patient but were unable to identify any difference in block success rates between weight classes.

Determining what constitutes a successful block is somewhat of a controversial subject. We do not routinely test for motor or sensory blockade when blocks are placed for perioperative analgesia. We have therefore evaluated other clinically relevant perioperative variables (i.e. pain scores, opioid consumption, opioid related side effects, etc.) to determine block success. In some studies, Cotter et al.¹³ for example, a block was considered to be a failure if a single attempt at placing a block failed to result in a complete sensory, motor, and sympathetic block. If any supplemental local anesthetic was required intraoperatively, the block was also considered a failure. In our study, all patients underwent a planned general anesthetic and the block was therefore used predominately for intraoperative opioid sparing effect and postoperative analgesia. This may explain why in our study, despite significant differences in postoperative pain scores, pain control remains quite satisfactory even in patients with an elevated BMI. In our study, secondary perioperative outcomes like increased postoperative nausea and vomiting in the obese population may offer a holistic vision of how increased pain and opioid consumption can lead to adverse clinical outcomes.

Ultrasound guidance for interscalene brachial plexus blockade has been shown to result in improved success rates, decreased number of needle passes, and faster setup times when compared to nerve stimulation^{16,17}. Ultrasound imaging may have increased value in the obese population where surface landmarks can be difficult to either see or palpate. Unfortunately, increased adiposity also increases the depth to various targets seen on ultrasound imaging which then necessitates an increase in the angle of incidence of the needle in relationship to the ultrasound probe. This can make needle visualization more difficult and could therefore be reasonably expected to result in an increased rate of incomplete blocks if the needle tip is unable to be positioned with precise accuracy. It is unknown what impact recently introduced echogenic needles might have on the problem of difficult needle visualization in the obese population. The patients in this study had ultrasound imaging used in addition to peripheral nerve stimulation. It is unclear how this dual endpoint technique might have impacted block success rates especially in the obese population where needle tip positioning and peripheral nerve imaging can be difficult. For infraclavicular blocks, the addition of nerve stimulation to ultrasound guidance did nothing to improve block success rate or onset time¹⁸. For popliteal sciatic nerve blocks, combined ultrasound and neurostimulation guidance did result in improved block success rates¹⁹.

When using ultrasound guidance for brachial plexus blocks, the impact of obesity on normal anatomy may make interscalene blocks more difficult to perform than other approaches to the brachial plexus. When utilizing ultrasound guidance for supraclavicular blocks, the brachial plexus lies immediately lateral to the subclavian artery which is a clearly defined anatomic landmark. Despite the fact the brachial plexus can often be found at the level of the cricoid cartilage by following it cephalad from the supraclavicular position, obesity may play a larger role in increasing the difficulty of interscalene brachial plexus blocks secondary to the lack of an immediately adjacent vascular landmark.

This study has limitations that require discussion. The patients did not receive formal motor and sensory testing to evaluate the success of the interscalene nerve block. In addition, the statistically significant differences in opioid consumption may not be clinically significant especially when one considers that healthcare providers may routinely give greater doses of opioids to larger patients. Larger patients may also require greater doses of opioids to achieve similar levels of analgesia.

In summary, we believe this study demonstrates that ultrasound guided interscalene nerve blocks can be safely and effectively performed in the obese patient but that they may be more difficult to perform and analgesia may not be as complete. Therefore the incidence of opioid analgesic complications such as nausea may be increased.

Efeito Perioperatório do Índice de Massa Corporal Elevado no Bloqueio do Nervo Periférico: uma análise de 528 Bloqueios Interescalênicos Guiados por Ultrassom

Kristopher Schroeder¹, Adin-Cristian Andrei², Meghan J Furlong³, Melanie J Donnelly¹, Seungbong Han⁴, Aimee M Becker¹

Resumo: Schroeder K, Andrei AC, Furlong MJ, Donnelly MJ, Han S, Becker AM – Efeito Perioperatório do Índice de Massa Corporal Elevado no Bloqueio do Nervo Periférico: uma análise de 528 Bloqueios Interescalênicos Guiados por Ultrassom.

Justificativa e objetivos: Os pacientes obesos podem representar um desafio anestésico perioperatório único, tornando as técnicas anestésicas regionais um meio desafiador de oferecer analgesia para esta população. A orientação por ultrassom foi recentemente elogiada como sendo benéfica para esta população na qual os limites anatômicos de superfície podem ser obscurecidos. Neste estudo, é investigado o efeito do Índice de Massa Corporal (IMC) elevado no bloqueio interescalênico do nervo periférico guiado por ultrassom.

Material e métodos: Este estudo é uma análise retrospectiva de 528 pacientes consecutivos que receberam bloqueios nervosos interescalênicos pré-operatórios guiados por ultrassom no Hospital e Clínica da *University of Wisconsin*. Examinamos a associação entre IMC e os parâmetros: tempo exigido para localização do bloqueio; presença de náuseas e vômitos pós-operatórios (NVPO); pontuações de dor pós-operatória na sala de recuperação pós-anestésica (SRPA); volume de anestésico local injetado; complicações agudas; e administração de opioides antes, durante e depois da cirurgia. Foram utilizadas regressões univariada e multivariada com estimativa dos mínimos quadrados e logística.

Resultados: Um IMC elevado foi associado a maiores: tempo exigido para localização do bloqueio ($p = 0,025$), administração de fentanil durante a cirurgia ($p < 0,001$), pico de pontuações de dor em SRPA ($p < 0,001$), administração de opioide na SRPA ($p < 0,001$), administração oral de opioide na SRPA ($p < 0,001$), administração total de opioide na SRPA ($p < 0,001$) e incidência de náusea em SRPA ($p = 0,025$).

Conclusões: Os bloqueios nervosos interescalênicos guiados por ultrassom para analgesia perioperatória podem ser executados de forma segura e efetiva em pacientes obesos, mas o procedimento pode ser mais difícil e a analgesia talvez não seja completa.

Unitermos: EQUIPAMENTOS, Ultrassom; TÉCNICAS ANESTÉSICAS, Regional, plexo braquial; TÉCNICAS DE MEDIÇÃO, Índice de massa corporal.

©2012 Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND

INTRODUÇÃO

A partir de 2005, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estimou que 1,6 bilhão de adultos estava acima do peso e mais de 400 milhões eram obesos. Até 2015, a OMS prevê que 2,3 bilhões de adultos estarão acima do peso e 700 milhões serão obesos. O Índice de Massa Corporal (IMC) é calculado dividindo o peso em quilogramas pelo quadrado da altura em

metros e foi dividido em cinco categorias: $< 25 \text{ kg.m}^{-2}$ = normal, $25\text{-}30 \text{ kg.m}^{-2}$ = acima do peso, $> 30 \text{ kg.m}^{-2}$ = obesidade, $> 35 \text{ kg.m}^{-2}$ = obesidade mórbida, $> 55 \text{ kg.m}^{-2}$ = obesidade supermórbida¹. As pessoas obesas submetidas à cirurgia representam desafios específicos para o manejo anestésico. As pessoas com IMC elevado correm maior risco de atelectasia pulmonar durante a cirurgia e no pós-operatório². Muitas vezes, também sofrem de apneia obstrutiva do sono (AOS) predispondo-os a dessaturação, hipoxemia e difícil intubação^{3,4}. Além disso, pessoas acima do peso e obesas têm maior probabilidade de ter doenças cardiovasculares latentes como hipertensão e insuficiência cardíaca congestiva que pessoas não obesas⁵.

As técnicas de anestesia regionais vêm ganhando popularidade em populações de pacientes tanto obesos como de peso normal por vários motivos. Os mais notáveis são o fato de a anestesia regional estar associada ao controle aprimorado da dor pós-operatória. A dor reduzida dá lugar à administração de menos opioide. Um benefício disso é o menor uso de antiemético associado à diminuição de náuseas e vômitos pós-operatórios (NVPO) e menor tempo na sala de recuperação pós-anestésica (SRPA), levando à maior satisfação do paciente^{6,7}. A combinação de números crescentes de

Recebido da *University of Wisconsin School of Medicine and Public Health, EUA*.

1. Doutor em Medicina; Professor Assistente do Departamento de Anestesiologia, *University of Wisconsin School of Medicine and Public Health, Madison, Wisconsin, EUA*.

2. Doutor; Bioestatístico Sênior, *Northwestern University*

3. Doutor em Medicina; Médico Residente, Departamento de Anestesiologia, *University of Colorado, Denver, Colorado, EUA*

4. Doutor; Estatístico, *Asan Medical Center, Coreia do Sul*

Submetido em 06 de março de 2011.

Aprovado para publicação em 19 de maio de 2011.

Correspondência para:

Kristopher Schroeder, PhD, MD

University of Wisconsin School of Medicine and Public Health, EUA.

Departamento de Anestesiologia B6/319 CSC

600 Highland Avenue Madison, WI 53792 USA

E-mail: kmschro1@wisc.edu

pacientes obesos com seus problemas médicos exclusivos e a maior popularidade da anestesia regional fizeram com que o uso de técnicas anestésicas regionais na população obesa seja um tópico que merece mais investigações.

Poucos estudos investigaram a fundo o impacto da obesidade no índice de sucesso da anestesia regional. Assim, a maior parte dos estudos utilizou técnicas de parestesia ou estimulador de nervo para localização do nervo. A orientação por ultrassom para bloqueios nervosos interescalênicos do plexo braquial (BNI), em particular, foi demonstrada em um alto índice de sucesso e com resultados superiores quando comparada apenas à estimulação do nervo^{8,9}. A orientação por ultrassom é uma ferramenta atraente em pacientes acima do peso e obesos, já que os limites anatômicos de superfície são muitas vezes obscurecidos e difíceis de palpar. Um pequeno estudo com 70 pacientes avaliou o impacto da obesidade nos bloqueios interescalênicos guiados por ultrassom e relatou que estar acima do peso estava associado apenas ao tempo maior para localização do bloqueio. Este estudo não conseguiu detectar um aumento no índice de falhas do bloqueio na população obesa¹⁰. O objetivo do nosso estudo foi analisar um grande grupo de pacientes para artroscopia de ombro utilizando um bloqueio interescalênico para analgesia pós-operatória a fim de determinar se o IMC elevado afeta o sucesso do bloqueio através de vários parâmetros clínicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Após aprovação da Comissão de Avaliação Institucional da University of Wisconsin, Madison, os prontuários médicos de 605 pacientes que foram submetidos ao bloqueio nervoso interescalênico pré-operatório para cirurgia de ombro entre os dias 7/12/2006 e 16/9/2008 foram analisados. Pacientes menores de idade, sob custódia e aqueles submetidos à artroplastia ou hemiartroplastia foram excluídos da análise produzindo um total de 529 pacientes.

Todos os pacientes passaram por injeção única de bloqueios nervosos interescalênicos pré-operatórios guiados por ultrassom em uma sala exclusiva para aplicação da anestesia regional. Os bloqueios foram feitos por residentes em anesthesiologia, de nível médio a sênior, sob a supervisão de quatro anestesistas da instituição com treinamento em anestesia regional. Foram aplicados aparelhos de monitoramento convencionais e os pacientes foram sedados com midazolam e/ou fentanil. A orientação por ultrassom foi então utilizada para localizar o plexo braquial no sulco interescalênico. Uma agulha de estimulação foi posteriormente inserida no feixe do ultrassom “em plano” ou “fora de plano”. A corrente foi aplicada na agulha e foi feita uma tentativa de obter uma contração do biceps ou deltoide com uma corrente de aproximadamente 0,5 mA, antes de injetar anestésico local. O anestésico local foi injetado e a agulha redirecionada até ser visualizado um bom volume de anestésico local em volta do plexo braquial. Nenhum teste formal de bloqueio motor ou sensorial ocorreu depois da localização do bloqueio. Em seguida, os pacientes foram transportados para a sala de cirurgias onde foram

submetidos à anestesia geral com intubação endotraqueal para o procedimento cirúrgico. Foram oferecidos opioides e antieméticos durante a cirurgia a critério da equipe de anestesia na sala de cirurgia. Após o procedimento cirúrgico, os pacientes foram transportados para a Sala de Recuperação Pós-Anestésica (SRPA).

Os dados dos pacientes extraídos dos prontuários médicos incluíram a idade, sexo, classificação ASA, data da cirurgia, procedimento cirúrgico, altura, peso, uso de opioide antes da cirurgia, tempo para localização do bloqueio, medicações utilizadas durante a localização do bloqueio, volume de anestésico local injetado para o bloqueio, uso de fentanil durante a cirurgia, uso de hidromorfona durante e depois da cirurgia, administração intravenosa e oral de opioide, dor pós-operatória imediata na SRPA, pico de dor pós-operatória na SRPA, presença de náusea pós-operatória na SRPA e de complicações agudas. As pontuações da dor foram de índices numéricos subjetivos (INS) relatados pelo paciente entre zero e dez, onde zero não representava dor e dez representava a pior dor imaginável. As complicações agudas incluíram convulsão, necessidade de intubação imediata depois da cirurgia, internação imprevista do paciente ou nota de bloqueio mal sucedido nas notas SRPA.

Em nossas análises estatísticas, foram construídas regressões univariada e multivariada com estimativa dos mínimos quadrados e modelos de regressão logística para descrever como IMC está associado ao: tempo exigido para localização do bloqueio, quantidade de fentanil administrada para localização do bloqueio, administração de fentanil durante a cirurgia, administração de hidromorfona durante a cirurgia, administração de hidromorfona depois da cirurgia, administração total de opioide na SRPA, pontuação de dor pós-operatória imediata na SRPA, pico de pontuação de dor pós-operatória na SRPA e náusea. Foram feitos ajustes para conversão em procedimento aberto, idade, sexo, consumo de opioide antes da cirurgia e classificação ASA.

RESULTADOS

Foram analisados 529 bloqueios nervosos interescalênicos guiados por ultrassom. Faltou a medição de altura de um paciente e seu IMC. Utilizamos informações de 528 participantes ao longo de toda análise. A Tabela I resume as características demográficas e outros dados de referência, incluindo o uso de opioide antes da cirurgia, classificação ASA e incidência do procedimento artroscópico ser convertido para um procedimento aberto. A Tabela II resume os resultados nas diferentes categorias de IMC. A Tabela III apresenta os resultados de modelo de regressão de mínimos quadrados univariada e multivariada para os resultados de interesse depois ou durante a cirurgia.

Não foi observada nenhuma diferença entre os grupos no volume de anestésico local injetado. Um IMC elevado está associado a aumentos estatisticamente significativos em cada resultado seguinte (são mostrados valores p em modelos de apenas uma variável e muitas variáveis, respectivamente):

EFEITO PERIOPERATÓRIO DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL ELEVADO NO BLOQUEIO DO NERVO PERIFÉRICO:
 UMA ANÁLISE DE 528 BLOQUEIOS INTERESCALÊNICOS GUIADOS POR ULTRASSOM

Tabela I – Características do Paciente (N = 528)

Variável	Média (desvio-padrão)			
	Normal (IMC < 25) (N = 124)	Acima do peso (25 ≤ IMC < 30) (N = 216)	Obeso (IMC ≥ 30) (N = 188)	Coorte Inteiro (N = 528)
Idade (anos)	40,98 (16,48)	48,41 (14,57)	48,30 (13,59)	46,69 (15,06)
IMC	22,90 (1,62)	27,37 (1,38)	34,76 (4,22)	28,94 (5,42)
Frequência				
Uso de narcótico antes da cirurgia				
Sim	29	59	41	129
Não	95	157	147	399
Sexo				
Masculino	58,06%	78,24%	70,21%	70,70%
Feminino	41,94%	21,76%	29,79%	29,30%
Classificação ASA				
I	31,45%	23,15%	13,30%	21,55%
II	62,90%	67,59%	76,60%	69,75%
III	5,65%	9,26%	10,10%	8,70%
Cirurgia aberta				
Sim	21	20	22	63
Não	103	196	166	465

Tabela II – Resumo para Variáveis de Resultado por Categoria de IMC

Variável de Resultado	Média (DP) por Categoria de IMC		
	Normal (IMC < 25) (N = 124)	Acima do peso (25 ≤ IMC < 30) (N = 216)	Obeso (IMC ≥ 30) (N = 188)
Dor pós-operatória imediata (INS 0-10)	0,27 (1,24)	0,19 (1,07)	0,33 (1,44)
Pico de dor pós-operatória (INS 0-10)	1,10 (2,07)	0,90 (1,91)	1,84 (2,63)
Tempo exigido para a localização BNI (min)	15,42 (6,80)	14,85 (7,04)	16,69 (6,45)
Fentanil exigido para a localização BNI (µg)	44,15 (23,23)	41,90 (24,19)	39,89 (28,63)
Fentanil durante a cirurgia (µg)	67,94 (46,59)	73,15 (50,89)	83,42 (50,71)
Hidromorfona durante a cirurgia (µg)	0,09 (0,27)	0,10 (0,27)	0,09 (0,25)
Hidromorfona depois da cirurgia (µg)	0,78 (2,54)	0,39 (1,65)	1,65 (4,24)
Outros opioides depois da cirurgia (mg)+	0,43 (1,34)	0,30 (2,01)	0,13 (0,64)
Opioides orais depois da cirurgia (mg)+	0,62 (1,51)	0,77 (1,71)	1,07 (1,84)
Total de opioides depois da cirurgia (mg)+	1,83 (3,71)	1,46 (3,50)	2,85 (5,22)
Volume de anestésico local injetado para localização BNI (µg)	24,96 (5,32)	25,49 (5,19)	26,2 (5,16)
Naúsea depois da cirurgia (%)	17,7	13,9	26,1
Complicações (%)	0,8	0,5	2,2

+ Expressos como IV equivalentes da morfina em mg.

Tabela III – Análise de Regressão por Mínimos Quadrados de Apenas uma Variável e Muitas Variáveis Explorando a Associação entre Variáveis de Resultado na Primeira Coluna e IMC

Variáveis de Resultado	Média (DP)	Uma Variável			Muitas Variáveis		
		Coef (DP)	valor t	valor p	Coef (DP)	valor t	valor p
Dor SRPA Imediata (INS 0-10)	0,260 (1,250)	0,012 (0,010)	1,210	0,227	0,010 (0,010)	1,004	0,316
Pico de Dor na SRPA (INS 0-10)	1,283 (2,264)	0,093 (0,018)	5,259	< 0,001	0,099 (0,018)	5,588	< 0,001
Tempo exigido para a localização BNI (min)	15,646 (6,813)	0,130 (0,055)	2,368	0,018	0,127 (0,056)	2,254	0,025
Fentanil exigido para a localização BNI (µg)	41,714 (25,655)	-0,431 (0,205)	-2,097	0,037	-0,341 (0,211)	-1,616	0,106
Fentanil durante a cirurgia (µg)	75,569 (50,133)	1,145 (0,401)	2,856	0,004	1,416 (0,047)	3,483	< 0,001
Hidromorfona durante a cirurgia (mg)	0,094 (0,265)	0,001 (0,002)	0,327	0,744	0,002 (0,002)	0,711	0,478
Hidromorfona SRPA (mg)	0,140 (0,458)	0,019 (0,004)	5,260	< 0,001	0,018 (0,003)	5,087	< 0,001
Outros opioides + SRPA	0,270 (1,490)	-0,021 (0,012)	-1,721	0,086	-0,016 (0,012)	-1,328	0,185
Opioides + orais SRPA	0,839 (1,718)	0,041 (0,014)	3,023	0,003	0,045 (0,014)	3,250	0,001
Total de opioides + SRPA	2,042 (4,271)	0,147 (0,033)	4,347	< 0,001	0,151 (0,034)	4,485	< 0,001
Volume de anestésico local injetado para localização BNI (mL)	25,611 (5,222)	0,078 (0,043)	1,794	0,073	0,074 (0,043)	1,696	0,091

+ Expressos como IV equivalentes da morfina em mg. O modelo com muitas variáveis foi ajustado para uso de acordo com a idade, sexo, uso de narcótico antes da cirurgia e classificação ASA.

Tabela IV – Análise de Regressão Logística de apenas uma Variável e Muitas Variáveis Explorando a Associação entre as Variáveis do Resultado na Primeira Coluna e IMC

Resultado Variável	Categoria		Uma Variável			Muitas Variáveis		
	Não (%)	Sim (%)	Coef (DP)	valor z	valor p	Coef (DP)	valor z	valor p
Naúseas	430 (81,43%)	97 (18,37%)	0,040 (0,020)	2,038	0,042	0,046 (0,020)	2,243	0,025
Complicações	520 (98,48%)	6 (1,13%)	0,126 (0,062)	2,030	0,042	0,110 (0,067)	1,631	0,103

O modelo com muitas variáveis foi ajustado para uso de acordo com a idade, sexo, uso de narcótico antes da cirurgia e classificação ASA.

- (a) pico de pontuações de dor SRPA (valores p: < 0,001 e < 0,001),
- (b) tempo para localização BNI (valores p: 0,018 e 0,025),
- (c) administração de fentanil durante a cirurgia (valores p: 0,004 e < 0,001),
- (d) administração de opioide SRPA (valores p: < 0,001 e < 0,001),
- (e) administração oral de opioide SRPA (valores p: 0,003 e < 0,001) e
- (f) administração total de opioide SRPA (valores p: < 0,001 e < 0,001).

Na Tabela IV, os modelos de regressão logística ajustados a idade, sexo, uso de opioide antes da cirurgia e ASA indicam que o IMC está associado a presença de náusea (p = 0,025). Entretanto, há uma falta de associação entre IMC e a presença/ausência de complicações (p = 0,103).

DISCUSSÃO

Esta análise retrospectiva de 528 bloqueios nervosos interescalênicos guiados por ultrassom para artroscopia de ombro demonstra que IMC alto está significativamente associado a: maior tempo para localização do BNI, maior consumo

de opioide durante a cirurgia, pico de dor pós-operatória na SRPA, administração de opioide elevada após a cirurgia, maior administração de fentanil durante a cirurgia e náusea elevada na SRPA. Essas informações vêm se tornando cada vez mais relevantes sob o ponto de vista clínico no cenário de uma epidemia de obesidade.

Um estudo pioneiro de Conn e col.¹¹ que utilizou parestesia ou estimulação de nervo para identificar o plexo braquial determinou que o IMC não tinha influência sobre os índices de sucesso no bloqueio interescalênico do plexo braquial. Carles e col.¹² estudaram o bloqueio do plexo braquial no canal do úmero em 1.417 pacientes e descobriram que o IMC não tinha influência sobre o sucesso do bloqueio. Nossos resultados são semelhantes a um estudo prospectivo de 9.342 bloqueios feitos com a técnica de estimulador do nervo de Cotter e col.¹³ Neste estudo, todos os bloqueios concluídos no centro de procedimento ambulatorial foram analisados e IMC elevado e ASA IV foram associados à maior incidência de falha no bloqueio. Nielsen e col.¹⁴ avaliaram o mesmo banco de dados que Cotter e col.¹³ mas utilizaram uma definição um pouco diferente de falha no bloqueio além de decompor mais ainda a distribuição de peso. Eles conseguiram demonstrar que a falha no bloqueio e os índices de complicação eram significativamente mais altos nos pacientes com IMC elevado. Uma grande diferença entre o nosso estudo e os estudos de Franco e col.¹⁵, Cotter e col.¹³, e Nielsen e col.¹⁴ é que todos os nossos bloqueios nervosos foram colocados sob orientação de ultrassom com estimulação do nervo periférico, enquanto os outros foram feitos apenas com o auxílio do estimulador do nervo.

Franco e col.¹⁵ analisaram retrospectivamente os resultados de 2.020 bloqueios supraclaviculares localizados utilizando a estimulação do nervo periférico. Eles determinaram que a obesidade estava associada à diminuição no índice de sucesso da localização do bloqueio, mas não aumentava as complicações. Os residentes em anestesiologia também conseguiram concluir uma porcentagem mais baixa de bloqueios nervosos supraclaviculares na população obesa comparado com pacientes de peso normal, indicando um nível maior de dificuldade.

Nossos resultados diferem do estudo de Schwemmer e col.¹⁰ que avaliou o impacto da obesidade nos bloqueios interescalênicos guiados por ultrassom. Este estudo avaliou 70 pacientes que fizeram cirurgias de ombro programadas com bloqueio interescalênico antes da cirurgia. O estudo desses especialistas demonstrou um pequeno aumento no tempo exigido para identificar as estruturas nervosas no paciente obeso, mas não conseguiram identificar qualquer diferença nos índices de sucesso do bloqueio entre as classes de peso.

Determinar o que constitui um bloqueio bem sucedido é um assunto de certa forma polêmico. Não costumamos testar o bloqueio motor ou sensorial quando os bloqueios são colocados para analgesia perioperatória. Por isso, avaliamos outras variáveis perioperatórias relevantes sob o ponto de vista clínico (isto é, pontuações de dor, consumo de opioides, efeitos colaterais relacionados ao opioide, etc.) para determinar

o sucesso do bloqueio. Em alguns estudos, como em Cotter e col.¹³ por exemplo, um bloqueio foi considerado mal sucedido se a tentativa única de executar o bloqueio deixou de promover um bloqueio sensorial, motor e simpático completo. Se foi exigido qualquer anestésico local complementar durante a cirurgia, o bloqueio também foi considerado malsucedido. Em nosso estudo, todos os pacientes foram submetidos à anestesia geral sendo que o bloqueio foi predominantemente usado para limitar o uso do opioide durante a cirurgia bem como para analgesia pós-operatória. Isso talvez explique porque em nosso estudo, apesar das diferenças significativas nas pontuações da dor pós-operatória, o controle da dor continua bastante satisfatório até mesmo em pacientes com IMC elevado. Em nosso estudo, os resultados perioperatórios secundários como náusea e vômito pós-operatório elevados na população obesa podem oferecer uma visão holística do quanto a dor e o consumo elevado de opioide podem levar a resultados clínicos adversos.

Foi demonstrado que a orientação por ultrassom para o bloqueio do plexo braquial pela via interscalênica dá lugar a melhores índices de sucesso, menor número de perfurações por agulha e tempos mais rápidos de ajuste quando comparado a estimulação do nervo^{16,17}. As imagens por ultrassom podem ser mais valiosas para a população obesa, em que os limites anatômicos de superfície podem ser difíceis de ver ou palpar. Infelizmente, a adiposidade elevada também aumenta a profundidade dos vários alvos vistos nas imagens de ultrassom que em seguida precisam de aumento no ângulo de incidência da agulha em relação à sonda de ultrassom. Isso pode dificultar a visualização da agulha e, então, talvez seja esperado ter como resultado um índice elevado de bloqueios incompletos se a ponta da agulha não for posicionada com a devida precisão. Não se sabe qual impacto as agulhas ecogênicas lançadas recentemente podem ter sobre o problema da dificuldade de visualização da agulha na população obesa. Nos pacientes deste estudo foram usadas imagens por ultrassom além da estimulação do nervo periférico. Ainda é incerto como esta dupla técnica de localização pode influenciar os índices de sucesso do bloqueio, sobretudo na população obesa, onde o posicionamento da ponta da agulha e as imagens do nervo periférico podem ser difíceis. Para bloqueios infraclaviculares, o acréscimo da estimulação do nervo a orientação por ultrassom não fez nada para melhorar o índice de sucesso do bloqueio ou o tempo de início¹⁸. Para os bloqueios ciáticos poplíteos, a orientação conjunta por ultrassom e neuroestimulação deu lugar a melhores índices de sucesso do bloqueio¹⁹.

Ao utilizar a orientação por ultrassom para bloqueios do plexo braquial, a influência da obesidade sobre a anatomia normal pode dificultar a execução dos bloqueios interescalênicos que outras abordagens do plexo braquial. Ao utilizar a orientação por ultrassom para bloqueios supraclaviculares, o plexo braquial está imediatamente lateral a artéria subclávia, que é um limite anatômico claramente definido. Apesar do plexo braquial muitas vezes ser achado no nível da cartilagem cricoide seguindo-a em direção cefálica a partir da

posição supraclavicular, a obesidade pode ter um importante papel aumentando a dificuldade dos bloqueios do plexo braquial, pela via interscalênica, secundários a falta de um limite vascular imediatamente adjacente.

Este estudo tem limitações que exigem discussão. Os pacientes não receberam testes motores e sensoriais para avaliar o sucesso do bloqueio nervoso interscalênico. Além disso, as diferenças estatisticamente significativas no consumo de opioide podem ser clinicamente significativas, sobretudo quando se considera que os profissionais de saúde podem rotineiramente dar doses maiores de opioides para pacientes de maior peso. Pacientes de maior peso também podem exigir doses maiores de opioides para obter níveis semelhantes de analgesia.

Em resumo, acreditamos que este estudo demonstra que os bloqueios nervosos interescalênicos guiados por ultrassom podem ser executados de forma segura e efetiva em pacientes obesos, mas o procedimento pode ser mais difícil e a analgesia talvez não seja completa. Por isso, a incidência de complicações analgésicas como náusea pode aumentar.

REFERÊNCIAS / REFERENCES

1. Bray GA. Pathophysiology of obesity. *Am J Clin Nutr*, 1992;55:488S-494S.
2. Eichenberger A, Proietti S, Wicky S et al. – Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesth Analg*, 2002;95(6):1788-1792.
3. Sinha AC – Some anesthetic aspects of morbid obesity. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2009;22(3):442-446.
4. Bryson GL, Chung F, Finegan BA et al. – Patient selection in ambulatory anesthesia - an evidence-based review: part I. *Can J Anaesth*, 2004;51(8):768-781.
5. Bryson GL, Chung F, Cox RG et al. – Patient selection in ambulatory anesthesia - an evidence-based review: part II. *Can J Anaesth*, 2004;51(8):782-794.
6. Liu SS, Strodbeck WM, Richman JM et al. – A comparison of regional versus general anesthesia for ambulatory anesthesia: a meta-analysis of randomized controlled trials. , 2005;101(6):1634-42.
7. McCartney CJ, Bruhl R, Chan VW et al. – Early but no long-term benefit of regional compared with general anesthesia for ambulatory hand surgery. *Anesthesiology*, 2004;101(2):461-467.
8. Davis JJ, Swenson JD, Greis PE et al. – Interscalene block for postoperative analgesia using only ultrasound guidance: the outcome in 200 patients. *J Clin Anesth*, 2009;21:272-277.
9. Kapral S, Greher M, Huber G et al. – Ultrasonographic guidance improves the success rate of interscalene brachial plexus blockade. *Reg Anesth Pain Med*, 2008;33:253-258.
10. Schwemmer U, Papenfuss T, Greim C et al. – Ultrasound-guided interscalene brachial plexus anaesthesia: differences in success between patients of normal and excessive weight. *Ultraschall Med*, 2006;27:245-250.
11. Conn RA, Cofield RH, Byer DE et al. Interscalene block anesthesia for shoulder surgery. *Clin Orthop Relat Res*, 1987;216:94-98.
12. Carles M, Pulcini A, Macchi P et al. – An evaluation of the brachial plexus block at the humeral canal using a neurostimulator (1417 patients): the efficacy, safety, and predictive criteria of failure. *Anesth Analg*, 2001;92:197-198.
13. Cotter JT, Nielsen KC, Guller U et al. – Increased body mass index and ASA physical status IV are risk factors for block failure in ambulatory surgery - an analysis of 9,342 blocks. *Can J Anaesth*, 2004;51(8):810-816.
14. Nielsen KC, Guller U, Steele SM et al. – Influence of obesity on surgical regional anesthesia in the ambulatory setting: an analysis of 9,038 blocks. *Anesthesiology*, 2005;102(1):181-187.
15. Franco CD, Gloss FJ, Voronov G et al. – Supraclavicular block in the obese population: an analysis of 2020 blocks. *Anesth Analg*, 2006;102:1252-1254.
16. Kapral S, Greher M, Huber G et al. – Ultrasonographic guidance improves the success rate of interscalene brachial plexus blockade. *Reg Anesth Pain Med*, 2008;33:253-258.
17. Liu S, Zayas V, Gordon M et al. A prospective, randomized, controlled trial comparing ultrasound versus nerve stimulator guidance for interscalene block for ambulatory shoulder surgery for postoperative neurological symptoms. *Anesth Analg*, 2009;109:265-271.
18. Dingerms E, Williams S, Arcand G et al. Neurostimulation in ultrasound-guided infraclavicular block: A prospective randomized trial. *Anesth Analg*, 2007;104:1275-1280.
19. Dufour E, Quennesson P, Van Robais A et al. – Combined ultrasound and neurostimulation guidance for popliteal sciatic nerve block: a prospective, randomized comparison with neurostimulation alone. *Anesth Analg*, 2008;106:1553-1558.