



## Comparación entre la técnica de multi-inyección y la inyección única con localización del nervio mediano en el bloqueo infraclavicular para cirugía del miembro superior

### Multi-injection vs. single injection technique with localization of the medial nerve for infraclavicular block for upper limb surgery

Reinaldo Grueso Angulo\*, Alejandra Sanín Hoyos\*\*, Antonio J. Bonilla Ramírez\*\*, Andrés García Carreño\*\*\* y Javier Cubillos Salcedo\*\*\*.

Recibido: enero 27 de 2010. Enviado para modificaciones: febrero 9 de 2010. Aceptado: febrero 16 de 2010.

#### RESUMEN

**Introducción.** El propósito de este experimento clínico aleatorizado controlado y ciego para el observador es comparar la efectividad del bloqueo del plexo braquial por la vía infraclavicular guiado por neuroestimulador luego de usar dos técnicas diferentes: la técnica de inyección múltiple con localización de tres cordones diferentes y la técnica de inyección única con localización del cordón medial.

**Métodos.** Doscientos sesenta (260) pacientes programados para cirugía de miembro superior con anestesia regional fueron asignados de manera aleatoria en dos grupos: inyección múltiple IM (129) o inyección única IU (128). El desenlace primario que se evaluó fue la efectividad del bloqueo, entendida como la ausencia de sedación fuera de unos límites establecidos o la necesidad de administrar anestesia general. Otros desenlaces evaluados fueron la satisfacción de los pacientes y la presencia de efectos secundarios.

#### ABSTRACT

**Introduction.** The purpose of this, randomized, controlled, observer-blind clinical trial, was to compare the efficacy of the neurostimulator-guided infraclavicular block of the brachial plexus, using two different techniques: multiple injection with localization of three different cords and the single injection technique with localization of the medial cord.

**Methods.** Two hundred and sixty (260) patients scheduled for upper limb surgery under regional anesthesia were randomly distributed into two groups: multiple injection (MI) (129) or single injection (SI) (128). The primary outcome assessed was the efficacy of the block, meaning the absence of sedation beyond some established margins or the need to administer general anesthesia. Other outcomes measured were patient satisfaction and the presence of side effects.

\* Departamento de Anestesiología. Hospital Universitario San Ignacio. Profesor asistente, Facultad de Medicina Pontificia Universidad Javeriana. E-mail: rgrueso@javeriana.edu.co

\*\* Anestesióloga/o Hospital Universitario de San Ignacio, Profesor(a) Instructor(a), Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

\*\*\* Anestesiólogo Hospital Universitario de San Ignacio, Bogotá.

**Resultados.** Los grupos fueron comparables en sus características de base. El tiempo de colocación del bloqueo fue de 9,6 minutos ( $\pm 5,9$ ) en IU vs. 10,4 minutos ( $\pm 3,8$ ) en IM, el cual no fue clínicamente diferente. El desenlace primario mostro 7 fallas de 129 pacientes (5,43 %) en IM, mientras que en IU fueron 27 fallas de 128 pacientes analizados (21,09 %). Esta diferencia entre las dos técnicas da como resultado un RR: 3,89 con un IC (1,76 - 8,6) con una  $p < 0,0002$ .

**Conclusiones.** Sobre una muestra significativa de pacientes y en un escenario controlado, se demostró que el bloqueo de plexo braquial realizado con la técnica convencional de inyección múltiple con uso de estimulador de nervio periférico es superior en efectividad a la técnica de inyección única guiada por estimulador de nervio periférico con localización del cordón medial.

**Palabras clave:** Anestesia regional, Bloqueo nervioso, bloqueo infraclavicular, Plexo braquial (Fuente: DeCS, BIREME)

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la práctica quirúrgica se ha encaminado hacia el manejo de los pacientes en forma ambulatoria. Esto ha llevado al perfeccionamiento de técnicas anestésicas que promuevan una rápida recuperación del paciente y que estén asociadas con una mínima cantidad de efectos secundarios. A la altura del espacio infraclavicular, el plexo braquial se encuentra dividido en tres cordones, que están íntimamente relacionados con los vasos subclavios, organizados de manera compacta, con distancias muy cortas entre cada uno de ellos, lo cual hace posible que luego de inyectar un volumen de solución de anestésico local esta tenga contacto con cada uno de ellos de manera uniforme. (1,2,3,4,5).

El cordón medial, del cual se origina el nervio mediano, tiene la localización más central dentro del paquete vasculo-nervioso. Por esta razón, la solución de anestésico local se puede diseminar de manera más uniforme hacia los otros dos cordones (lateral y posterior) si se hace la inyección luego de encontrar la respuesta al estímulo del cordón medial que si se hace luego de encontrar la respuesta al estímulo del cordón lateral, del cual se origina el nervio músculo cutáneo, que es

**Results.** Both groups had comparable baseline characteristics. The time for administering the block was 9,6 minutes ( $\pm 5,9$ ) for SI vs. 10,4 minutes ( $\pm 3,8$ ) for MI, which was not clinically different. The primary outcome showed 7 failures in 129 MI patients (5,43 %) and 27 (21,09 %) of the SI 128 patients studied. This difference between the two techniques results in a RR of 3,89 with a CI (1,76 - 8,6) and  $p < 0,0002$ .

**Conclusions.** In a significant sample of patients and within a controlled environment, the effectiveness of the brachial plexus block using the conventional multiple injections technique with peripheral nerve stimulator was superior to stimulator-guided peripheral nerve single injection technique with localization of the medial cord.

**Keywords:** Regional anesthesia, nerve block, infraclavicular block, brachial plexus (Source: Mesh, NLM)

## INTRODUCTION

During the last few decades, surgery has focused on managing patients on an ambulatory basis. This has led to the improvement of anesthetic techniques that promote fast recovery times for the patient with minimum side effects. At the level of the infraclavicular space, the brachial plexus is divided into three cords that are closely related to the subclavian vessels, organized in a compact arrangement and at very short distances from one another; so, upon injecting a particular volume of local anesthesia, the anesthetic agent spreads out evenly (1,2,3,4,5).

The medial cord that originates at the medial nerve is the most centrally localized nerve within the vascular-nerve bundle. Therefore, the local anesthetic solution is more evenly distributed to the other two cords (lateral and posterior) when the injection is administered upon eliciting the response to the medial cord stimulus than if the injection is administered after eliciting the response to the stimulus of the lateral cord which originates at the musculocutaneous nerve and is more superficially localized and further away from the rest. It is

más superficial y que está separado de los otros; de igual manera, se conoce que este nervio puede abandonar en algunos casos el paquete vasculo-nervioso antes de la región infraclavicular, lo cual puede ocasionar que la inyección de la solución quede por fuera del paquete. (1,2,3,6).

Existen varios estudios donde se comparan las técnicas de inyección múltiple con las técnicas de inyección única. Ellos presentan datos controversiales sobre las tasas de éxito y se observan deficiencias en los diseños de investigación y en el análisis de los datos, lo cual impide obtener conclusiones validas (7,8,9,10,11,12). De la misma manera, en los grupos de inyección única la solución anestésica se inyecta luego de encontrar la primera respuesta motora, sin ser esta específica para el nervio mediano, y sin que se reporte el uso de una técnica uniforme para todos los pacientes. (5,6,13).

El propósito de este estudio es demostrar, mediante un experimento clínico, que en pacientes programados para cirugía de miembro superior la tasa de éxito de la técnica de bloqueo infraclavicular mediante inyección única guiada por estimulador de nervio periférico buscando el nervio mediano se aproxima en efectividad a la tasa de éxitos de la técnica de inyección múltiple, que es la más frecuentemente utilizada.

## MÉTODOS

El reclutamiento de los pacientes para este experimento clínico controlado y aleatorizado se realizó en el Hospital Universitario de San Ignacio en el periodo de tiempo comprendido entre Octubre del año 2005 y Noviembre del año 2007. Los pacientes fueron elegibles si iban a ser sometidos a cirugía ortopédica del miembro superior unilateral, si el tiempo estimado de cirugía era mayor de treinta minutos, si estaban clasificados como ASA I, II ó III y si su edad era mayor de 18 años. El comité de ética del Hospital Universitario San Ignacio aprobó el protocolo del estudio y todos los participantes del estudio dieron su consentimiento informado por escrito.

Los pacientes con cualquiera de las siguientes características fueron excluidos de este estudio: pacientes con alguna contraindicación para anestesia regional, tal como infección del sitio de punción

also known that in some cases this nerve may leave the vascular nerve bundle before the infraclavicular region, which may lead to injecting the anesthetic solution outside the nerve bundle (1,2,3,6).

There are several studies comparing multiple vs. single injection techniques. The success rates in these trials are controversial and no valid conclusions can be derived because some deficiencies have been identified in terms of their research design and the analyses of the data (7,8,9,10,11,12). Moreover, in the single injection groups, the anesthetic agent is administered upon eliciting the first motor response but this response is not medial nerve specific; furthermore, the use of a standard technique for all patients is not reported (5,6,13).

The purpose of this study is to show with a clinical trial that in patients scheduled for upper limb surgery the success rate of the stimulator-guided peripheral nerve infraclavicular block single injection technique, targeting the medial nerve, is similar in effectiveness to the success rate of the more commonly used multiple injection technique.

## METHODS

Patients for this randomized, controlled clinical trial were recruited at the San Ignacio University Hospital from October 2005 to November 2007. The patients were eligible if they were going to undergo unilateral orthopedic surgery of the upper limb, the estimated surgical time exceeded thirty minutes, if they were classified as ASA I, II or III and were over 18 years old. The ethics committee of the San Ignacio University Hospital approved the study protocol and all the participants submitted their informed consent in writing.

Patients with any of the following were excluded: any contraindication for regional anesthesia (i.e.: injection site infection or anticoagulation; history of alcohol abuse or psychoactive drugs; peripheral neuropathy or brachial plexus injury in the opposite side; patients allergic to

ó anticoagulación; pacientes con historia de abuso de alcohol o de drogas psicoactivas; pacientes con neuropatía periférica o lesión del plexo braquial del lado contrario; pacientes alérgicos a alguna de las medicaciones utilizadas en el estudio; pacientes que no tuvieran la capacidad mental para responder al interrogatorio; y pacientes que rechazaran la técnica de anestesia regional.

### PROCEDIMIENTOS

Una vez firmado el consentimiento informado, los pacientes fueron asignados de manera aleatoria a un grupo de intervención usando sobres sellados y opacos.

Los pacientes fueron monitorizados con presión arterial no invasiva, registro electrocardiográfico continuo y oximetría de pulso. Se les canalizó una vena periférica con un catéter No. 18 o 20 y recibieron oxígeno suplementario por cánula nasal a 2 L/min. Los pacientes fueron sedados con Midazolam 0,03 mg/kg.

A los pacientes asignados al grupo 1 (Inyección Múltiple-IM) se les realizó la punción utilizando una aguja aislada de 50 mm (stimuplex® Braun), la cual estaba conectada a un estimulador de nervio periférico que se programó con una corriente de salida inicial de 1,0 mA y una duración de 0,1 segundo. Se avanzó la aguja hasta encontrar como respuesta el primer estímulo del nervio mediano (flexión de los dedos y pronación del antebrazo); posteriormente, se disminuyó la salida del estimulador hasta 0,5 mA y si se encontraba persistencia del movimiento se realiza la primera inyección. Luego, se aumentó la potencia del estimulador hasta 5,0 mA y se movilizó la aguja hasta localizar otros movimientos de la mano, encontrando así el nervio radial, el nervio cubital o el nervio musculocutáneo, y se realizó una nueva inyección; este procedimiento se repitió una vez más. Es decir, en total se inyectó el anestésico local con tres movimientos diferentes; siempre como primero el mediano, y luego otros dos movimientos diferentes que indicaran la ubicación de un nervio del plexo braquial. Se inyectó un volumen total de 40 cc de solución anestésica.

En el grupo 2 (Inyección Única-IU), se localizó el nervio mediano (flexión de los dedos y pronación

any of the study drugs; patients who were mentally disabled to respond to the questions and patients who rejected the regional anesthesia technique.

### PROCEDURES

Upon signing the informed consent, the patients were randomly assigned to an intervention group using sealed opaque envelopes.

Non-invasive arterial blood pressure monitoring was used, in addition to continuous EKG recordings and pulse oximetry. A peripheral vein was catheterized with an 18 or 20-gauge catheter and patients received oxygen supplementation through a nasal tube at a rate of 2 L/min. Midazolam 0,03 mg/kg was used for sedation.

Patients who were assigned to group 1 (Multiple Injections-MI) received a puncture with an insulated 50 mm needle (stimuplex® Braun), that was connected to a peripheral nerve stimulator programmed for an initial outflow current of 1,0 mA for 0,1 sec. The needle was advanced until the first medial nerve response was elicited (finger flexion and forearm pronation); then the stimulator outflow was cut down to 0,5 mA but if persistent movement continued, the first injection was administered. Then the stimulator power was raised up to 5,0 mA and the needle was mobilized until other hand movements were localized, identifying the radial nerve, the ulnar nerve or the musculocutaneous nerve and a new injection was administered. This procedure was repeated one more time. So, the local anesthetic agent was injected with three different movements in total: the first was always the medial nerve and then two other different movements to mark the location of a brachial plexus nerve. A total volume of 40 cc of anesthetic solution was injected.

In group 2 (Single Injection-SI) the medial nerve was localized (finger flexion and forearm pronation) with an outflow current between 0,4 - 0,5 mA, and 40 cc of anesthetic solution were injected.

del antebrazo) con una corriente de salida entre 0,4 y 0,5 mA, y se inyectaron 40 cc de solución anestésica.

Después del bloqueo se realizó una evaluación clínica para determinar el éxito o el fracaso de la técnica. Se consideró falla de la técnica anestésica regional si el paciente presentaba uno o más de los siguientes criterios: no toleraba la incisión quirúrgica; no toleraba el torniquete; requería infiltración de anestésico local adicional; o requería medicación adicional con Fentanyl mayor a 1,5 mcg/kg en el transoperatorio.

### POSTOPERATORIO

Al finalizar el procedimiento quirúrgico, los pacientes fueron trasladados a la sala de recuperación postanestésica (fase II de recuperación) y cuando cumplieron con los criterios de salida fueron dados de alta o transferidos a su habitación.

El desenlace primario que se evaluó fue el éxito de la técnica de bloqueo infraclavicular y se comparó la técnica de inyección múltiple con la de inyección única en el territorio del nervio mediano.

Se registraron además otras variables demográficas, tales como edad, sexo, peso y talla de los pacientes. Se describió la frecuencia de los efectos secundarios a corto plazo y, por último, se aplicó una encuesta de satisfacción a los pacientes con la técnica anestésica en el momento de ser dados de alta de la sala de recuperación. Se utilizó una escala verbal en la que el paciente calificó la técnica como excelente, buena, regular o mala. No se aplicaron cuestionarios adicionales.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El desenlace primario de efectividad (éxito del bloqueo) fue analizado mediante el enfoque de intención de tratar. El tamaño de la muestra calculado fue de 260 pacientes, para alcanzar un poder del 80% y para detectar diferencias significativas entre los dos grupos con un valor de  $p$  de 0,05 a una cola. El tamaño de la muestra se basó en una tasa de éxitos del 95% en el grupo control y de 85% en el grupo experimental. El análisis se realizó mediante una prueba de hipótesis para la diferencia entre dos proporciones de las dos poblaciones. No se realizaron análisis por subgrupos.

A clinical evaluation was performed after the block to determine the success or failure of the technique. The regional anesthetic technique was considered a failure if the patient met one or more of following criteria: intolerance to the surgical incision, tourniquet intolerance; additional infiltration of local anesthetic or required additional Fentanyl exceeding 1,5 mcg/kg during the trans-operator.

### POST-OPERATORY

At the end of the surgical procedure patients were transferred to the post-anesthesia recovery room (recovery phase II) and were discharged or moved to their room upon meeting the criteria for discharge.

The primary outcome assessed was success of the infraclavicular block technique and a comparison was made of the multiple-injection vs. the single-injection technique around the medial nerve area.

Other demographic variables were recorded such as age, gender, weight and size; the frequency of short and long-term side effects was described and finally a patient satisfaction survey was administered at the time of discharge from the recovery room, using a verbal scale with which the patient rated the technique as excellent, good, fair or poor. No additional questionnaires had to be answered.

### STATISTICAL ANALYSIS

The primary efficacy outcome (successful block) was analyzed with an intention-to-treat approach. The estimated sample size was 260 patients to achieve 80 % power and to detect significant differences between the two groups with a 0,05 one-tailed  $p$ -value. The size of the sample was based on a 95 % success rate for the control group and 85 % for the experimental group. The analysis was based on a hypothetical test for the difference between two proportions of the two populations. No sub-group analyses were done.

Los datos para variables categóricas fueron presentados como tasas de incidencia. Las variables continuas fueron presentadas como promedios  $\pm$  DE.

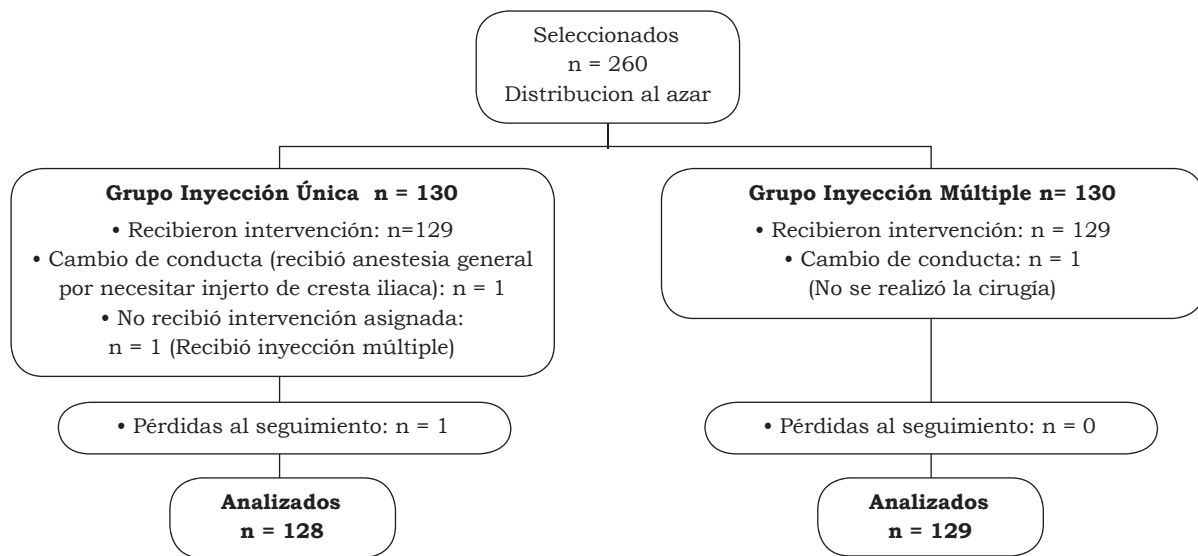
## RESULTADOS

Fueron incluidos de manera aleatoria al estudio 260 pacientes, de los cuales pudieron ser analizados para el desenlace final 257 (98,8 %). No se obtuvo información de 2 pacientes asignados al grupo de inyección única y 1 paciente asignado al grupo de inyección múltiple no se incluyó porque el procedimiento quirúrgico fue cancelado (ver figura 1).

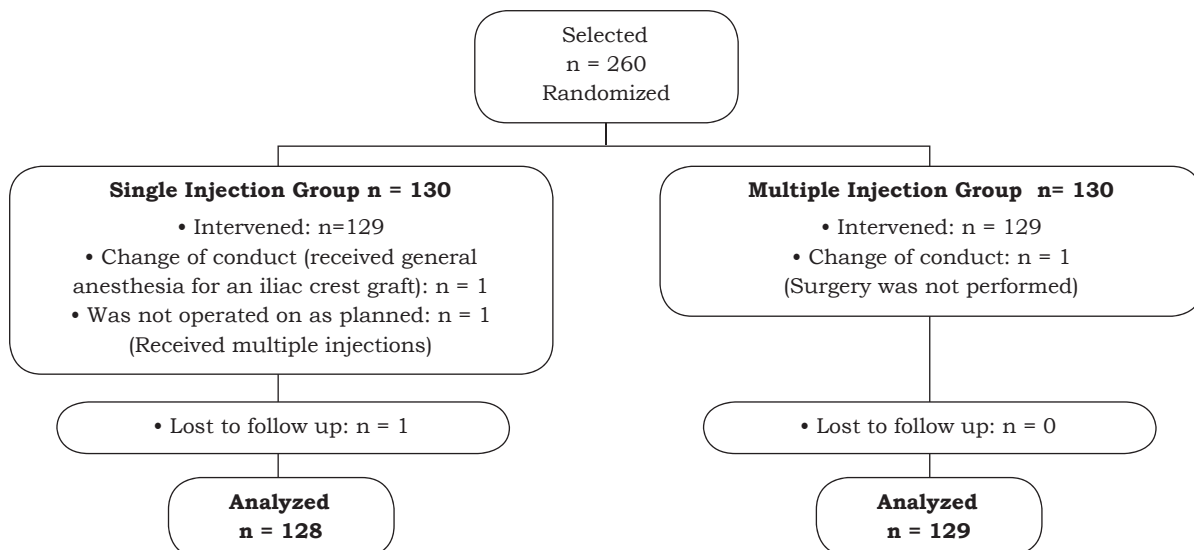
The data for categorical variables were presented as incidence rates. The continuous variables were presented as  $\pm$ SD averages.

## RESULTS

260 patients were randomly included in the trial; 257 of them (98,8 %) were analyzed for final outcome. No information was made available for two patients assigned to the single injection group and 1 patient assigned to the multiple injection group was excluded because the surgery was cancelled (See figure 1).



**Figura 1.** Flujo de Pacientes.



**Figure 1.** Flow chart of patients

### Características de los pacientes

Como puede observarse en la tabla 1, las características generales de los dos grupos de pacientes son similares. Se observó una leve diferencia en la clasificación de A.S.A. que se debió a un incremento en el número de pacientes clasificados como A.S.A. II en el grupo de inyección múltiple.

**Tabla 1.** Características generales de los pacientes

| Características                                 | Grupo Inyección Única  | Grupo Inyección Múltiple |
|-------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Mujeres (x-%)                                   | 44 (34,9 %)            | 38 (29,7 %)              |
| Edad (x-máx-mín-DE)                             | 38 (18-70) ± 12,2      | 38 (19-85) ± 12,7        |
| Peso (Kg) (x-máx-mín-DE)                        | 66,5 (39-90) ± 9,8     | 68,3 (40-104) ± 12,8     |
| Índice de Masa Corporal (I.M.C.) (x-máx-mín-DE) | 24,4 (17,3-33,3) ± 3,1 | 24,3 (15,6-36,8) ± 3,5   |
| A.S.A. I (%)                                    | 103 (81,7 %)           | 96 (75 %)                |
| A.S.A. II (%)                                   | 23 (18,3 %)            | 32 (25 %)                |

Con respecto al tiempo promedio de colocación del bloqueo, no se observó ninguna diferencia relevante entre los dos grupos, pues fue de 9,6 minutos ( $\pm 5,9$ ) en el grupo de inyección única y de 10,4 minutos ( $\pm 3,8$ ) en el grupo de inyección múltiple.

Con respecto al desenlace primario, definido como éxito del bloqueo, se tuvieron 7 fallas de 129 pacientes (5,43 %) en el grupo de técnica de inyección múltiple, mientras que en el grupo de inyección única se tuvieron 27 fallas de 128 pacientes analizados (21,09 %). Esta diferencia entre las dos técnicas da como resultado un RR: 3,89 con un I.C. (1,76 – 8,6) con una  $p < 0,0002$ .

De los pacientes que fueron considerados como falla de la técnica anestésica, es importante anotar que en el grupo de inyección múltiple (IM) 3 de los 7 pacientes (43 %) requirieron anestesia general y que en el grupo de inyección única (IU) 11 de los 27 pacientes (41 %) necesitaron anestesia general para la realización de su procedimiento quirúrgico. La mayoría de los demás pacientes requirió infiltración de anestésico local.

### Patients' Characteristics

As shown in Table 1, the overall characteristics of the two groups of patients are similar. There was a minor difference in the ASA classification due to a larger number of patients classified as ASA II in the multiple injection group.

**Table 1.** General Characteristics of Patients

| Characteristics                      | Single Injection Group | Multiple Injection Group |
|--------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Women (x-%)                          | 44 (34,9 %)            | 38 (29,7 %)              |
| Age (x-max-min-SD)                   | 38 (18-70) ± 12,2      | 38 (19-85) ± 12,7        |
| Weight (Kg) (x-max-min-SD)           | 66,5 (39-90) ± 9,8     | 68,3 (40-104) ± 12,8     |
| Body Mass Index (BMI) (x-max-min-SD) | 24,4 (17,3-33,3) ± 3,1 | 24,3 (15,6-36,8) ± 3,5   |
| A.S.A. I (%)                         | 103 (81,7 %)           | 96 (75 %)                |
| A.S.A. II (%)                        | 23 (18,3 %)            | 32 (25 %)                |

With regards to the average time for administering the block, no relevant differences were found between the two groups: 9,6 minutes ( $\pm 5,9$ ) in the single injection group and 10,4 minutes ( $\pm 3,8$ ) in the multiple injection group.

In terms of the primary outcome - defined as a successful block - there were 7 failures in 129 patients (5,43 %) in the multiple injection technique group while in the single injection group there were 27 failures in 128 patients studied (21,09 %). The difference between both techniques results in an RR value of 3,89 and a CI (1,76 – 8,6) with  $p < 0,0002$ .

It should be noted that of the patients considered a failure of the anesthetic technique, 3 (43 %) of the 7 patients in the multiple injection (MI) group required general anesthesia and in the single injection (SI) group, 11 of the 27 patients (41 %) required general anesthesia for their surgery. Most of the other patients required local anesthetic infiltration.

Para el análisis descriptivo del desenlace en lo que hace referencia a los efectos secundarios se obtuvo información de 124 pacientes en el grupo de inyección única. Entre, 23 pacientes presentaron un efecto secundario y 3 pacientes presentaron 2 efectos secundarios. En el grupo de inyección múltiple se obtuvo información de 126 pacientes, entre los cuales 26 pacientes presentaron un efecto secundario y 2 pacientes presentaron 2 efectos secundarios. En ambos grupos, el efecto secundario más común fue la punción vascular, seguido por la presencia de síndrome de Horner incompleto y sólo se presentó un caso de hematoma, el cual fue reportado en el grupo de inyección única. No se presentó ningún neumotórax entre los pacientes de este estudio.

Con respecto a la satisfacción manifestada por los pacientes con la técnica anestésica, se obtuvieron los siguientes datos: la técnica de inyección múltiple (IM) fue calificada como “excelente” por 66,7 % y como “buena” por 27,9 % de los pacientes; en el grupo de inyección única (IU), la técnica anestésica fue calificada como “excelente” en 58,6 % de los casos y en 30,5 % fue considerada “buena”. En general, la anestesia regional de miembro superior tuvo buena aceptación, siendo considerada como una técnica anestésica adecuada y a la cual volverían a someterse aproximadamente el 90 % de los pacientes.

## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio se analizaron sobre una muestra significativa de pacientes. Se demostró que el bloqueo de plexo braquial que se realiza con la técnica de inyección múltiple mediante el uso de un estimulador de nervio periférico para localizar los tres cordones es superior en efectividad a la técnica de inyección única guiada por la localización del cordón medial.

La tasa de éxito en el grupo de inyección múltiple fue del 95 % (122/129) y en el grupo de inyección única fue del 79 % (101/128). Este porcentaje de éxito con anestesia regional periférica para bloqueo de miembro superior es comparable a la de otras instituciones donde la anestesia regional periférica es una técnica frecuente, lo cual permite que los resultados de este estudio sean aplicables en este tipo de escenarios.

With regards to side effects, the descriptive analysis of outcomes provided information on 124 patients in the single injection group. 23 patients exhibited one side effect and three patients exhibited 2 side effects. In the multiple injection group, information was available from 126 patients, of which 26 showed one side effect while 2 patients showed 2 side effects. The most frequent side effect in both groups was vascular puncture, followed by incomplete Horner's Syndrome; there was just one case of hematoma reported in the single injection group. There were no reports of pneumothorax among the patients participating in the trial.

In terms of patients' satisfaction with the anesthetic technique, the following data were collected: 66,7 % rated the multiple injection (MI) technique as “excellent”; 27,9 % “good”. 58,6 % of the single injection (SI) group said the technique was “excellent”, while 30,5 % said it was “good”. In general, the upper limb regional anesthesia was well accepted and considered an adequate technique; around 90 % of the patients said they would be willing to go through that experience again.

## DISCUSSION

The results of the trial were analyzed on a significant number of patients. It showed the superior efficacy of the brachial plexus block with the multiple injection technique, using the peripheral nerve stimulator to localize the three cords, as compared to the guided medial cord localization single injection technique.

The success rate in the multiple injection group was 95 % (122/129) while in the single injection group was 79 % (101/128). This success rate with peripheral regional anesthesia for upper limb block is comparable to the results achieved at other institutions where regional peripheral anesthesia is a usual technique. This makes the results of this trial applicable in this type of scenarios.

The single injection technique showed a 3,88 times higher risk for anesthetic failure. The need for a protocol to define failure criteria should

Se encontró que al utilizar la técnica de inyección única se tiene un riesgo 3,88 veces mayor de falla de la técnica anestésica. Es importante enfatizar el hecho de que se exige un protocolo para definir los criterios de falla. En este protocolo en particular se consideraba como falla cualquier dosis adicional de fentanyl por encima de 1,5 mcg/Kg y también la necesidad de infiltración adicional con anestésico local en el sitio quirúrgico.

En el grupo de la técnica de inyección múltiple solo el 43 % de las fallas (3/7) requirieron anestesia general para la realización de la cirugía y en el grupo de inyección única el 41 % de las fallas (11/27) requirieron anestesia general. Sabemos que en la práctica clínica la anestesia regional periférica habitualmente se acompaña de dosis mayores de medicamentos sedantes para obtener niveles más profundos, lo cual disminuye la necesidad de administrar una anestesia general. Por este motivo, consideramos que al evitar los niveles de sedación profunda este estudio permite realizar una evaluación real de la efectividad de la anestesia regional para la realización de procedimientos quirúrgicos en ambos grupos.

Con respecto a desenlaces secundarios que exploramos en este estudio, no hubo diferencia en el tiempo de colocación del bloqueo, porque el promedio en ambos grupos fue de 10 minutos. Consideramos que este es un tiempo eficiente para el inicio de una anestesia, incluso es comparable con el tiempo de inducción para la anestesia general. Por otra parte, la ubicación del estímulo del cordón medial para la técnica de inyección única puede ser difícil en algunos casos y por eso el tiempo promedio fue similar al de la técnica de inyección múltiple.

La satisfacción de los pacientes con ambas técnicas anestésicas fue calificada como excelente o buena en la mayoría de los casos, con valores alrededor del 90 % en los dos grupos. Si bien este no fue el desenlace primario, proporciona información interesante sobre la aceptación de la técnica por los pacientes, y debe ser considerado como un estímulo importante para los grupos de anestesiólogos que implementan cada vez más las técnicas de anestesia regional periférica.

then be emphasized. A fentanyl dose above 1,5 mcg/kg or the need for additional infiltration with local anesthetic agent at the surgical site, were considered failures according to this particular protocol.

Only 43 % (3/7) of the failures in the multiple injection group required general anesthesia to do the surgery, while in the single injection group the percentage was 41 % (11/27). We know that in clinical practice, regional peripheral anesthesia is usually accompanied by higher doses of sedatives to achieve deeper levels and this reduces the need for general anesthesia. For this reason we felt that by avoiding deep sedation levels, this trial allows for a realistic assessment of the effectiveness of regional anesthesia for surgical procedures in both groups.

In terms of the secondary outcomes observed in this trial, there were no differences in the time of administration of the block since the average for both groups was 10 minutes. We feel that this is an efficient time for the onset of anesthesia, comparable to the induction time in general anesthesia. On the other hand, the localization of the medial cord stimulus for the single injection technique can be difficult in some cases and this is why the average time was similar to the multiple injection technique.

In most cases, patient satisfaction using both techniques was rated as excellent or good in around 90 % of the cases in both groups. While this was not the primary outcome, it is indeed interesting information about the acceptance of the technique by patients and should be considered an important driver for those groups of anesthesiologists who are increasing using the regional peripheral anesthetic techniques.

Despite the fact that the study limited the number of operators to a minimum, one of the disadvantages of this type of trials is the inter-individual variability when administering the block that could bias the results. However, this is an uncontrolled patient randomization factor.

A pesar de que en este estudio se restringió al máximo el número de operadores, una de las limitaciones de este tipo de estudios es la variabilidad interindividual al momento de realizar el bloqueo, lo cual en alguna medida podría sesgar los resultados. De cualquier forma, éste es un factor que la aleatorización de los pacientes no controla.

Los efectos secundarios que se encontraron en este estudio son los mismos que se reportan como más frecuentes en la literatura, los cuales son de baja complejidad y de manejo expectante. La frecuencia de estos efectos secundarios fue similar en ambos grupos, y en promedio estuvo alrededor del 20 %. El aumento de las punciones vasculares en el grupo de inyección múltiple puede ser explicada por la cercanía anatómica del plexo braquial con las estructuras vasculares en la zona infraclavicular y por la redirección de la aguja para ubicar los diferentes cordones. Resulta interesante el hallazgo, rara vez reportado en la literatura, de la presencia de bloqueo simpático cervical en ambos grupos, que corresponde a diseminación proximal de la solución anestésica y que en el grupo de inyección única se presentó con mayor frecuencia. Probablemente esto se debe a que el volumen de la solución se inyecta en un solo compartimento, y por ello puede alcanzar una mayor presión, lo cual a su vez puede facilitar su diseminación cefálica.

Basados en nuestros resultados, recomendamos el uso de la técnica de inyección múltiple sobre la inyección única. No obstante, vale la pena recalcar la alta tasa de éxito en ambos grupos, especialmente si se tiene en cuenta el bajo porcentaje de pacientes que requirió anestesia general en ambos grupos (2,3 % en grupo de múltiple y 8,5 % en grupo de única).

Consideramos que este estudio se realizó con altos estándares metodológicos, lo cual nos permite asumir que sus resultados son confiables y pueden ser utilizados en la práctica de anestesia regional periférica.

The side effects identified in the trial are the same side effects most frequently reported in the literature, which are uncomplicated and manageable. The frequency of these side effects was similar for both groups and the average was around 20 %. The higher proportion of vascular punctures in the multiple injection group may be explained by the anatomic proximity of the brachial plexus to the vascular structures in the infraclavicular region and by the direction of the needle to localize the various cords. An interesting finding seldom reported in the literature was the presence of cervical sympathetic block in both groups; this responds to the proximal dissemination of the anesthetic agent and was more frequent in the single injection group. Probably this is due to the fact that the volume of the anesthetic solution is injected at one single compartment and hence may develop a higher pressure and facilitate its cephalic dissemination.

On the basis of our results we recommend the use of the multiple injection technique; however, the success rate in both groups should be noted, particularly taking into account the small number of patients that required general anesthesia in both groups (2,3 % of the multiple injection group and 8,5 % of the single injection group).

In our opinion this trial followed high methodological standards and this leads to the assumption that its results are reliable and can be used in the practice of regional peripheral anesthesia.

## REFERENCES

1. Gerancher JC., Upper extremity nerve blocks. *Anesthesiology Clinics of North America*. 2000; 14 (2): 297-319.
2. Hadzic A, Vloka JD., *Infraclavicular brachial plexus block*, en *Peripheral Nerve Blocks*. McGraw-Hill, New York; 2004. Páginas 131-140.
3. Raj PP., Montgomery SJ., nettles d et al. *Infraclavicular brachial plexus block : a new approach*. *Anesth Analg* 1973; 52: 897-904.
4. Rodriguez J., Bárcena M., *Restricted infraclavicular distribution of the local anesthetic solution after Infraclavicular brachial plexus block*. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. 2003; 28 (1): 33-36.
5. Wilson JL., Brown DL., Wong GY., et al. *Infraclavicular braquial plexus block: parasagital anatomy important to the coracoide technique*. *Anesth Analg* 1998; 87: 870-3.
6. Sandhu N., Capan L., *Ultrasound-guided Infraclavicular brachial plexus block*. *Br J Aneaesth*, 2002; 89: 254-9.
7. Borgeat A., Ekatodramis G., dumont ch. *An evaluation of the infraclavicular block via a modified approach of the Raj technique*. *Anesth Analg* 2001; 93: 436-441.
8. Gaertner E., Estebe J.P., *Infraclavicular plexus Block: Multiple injection versus single injection*. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. 2002; 27,(6): 590-594.
9. Rodriguez J, Bárcena M. *A Comparison Of Single versus Multiple Injections on the extent of Anesthesia withn Coracoid Infraclavicular Brachial Plexus Block*. *Anesth Analg* 2004; 99: 1225-30.
10. Rodriguez J., Taboada-Muñiz M . *Median Versus Musculocutaneous Nerve Response with Single-Injection Infraclavicular Coracoid Block*. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 2004; Vol 29, No 6 (November-December),: 534-538.
11. Rodriguez J., Bárcenas M., *Increased Success Rate with Infraclavicular Brachia Plexus Block Using a Dual Injection Technique*. *Journal of Clinical Anesthesia* , 2004; 16: 251-256.
12. Wiffler K.,. *Coracoid block: a safe and easy technique*. *Br J Anaesth* 1981; 53: 845-48.
13. Rodriguez J., Bárcenas M., *Infraclavicular Brachial Plexus Block Effects on respiratory function and extent of the block*. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 1998; 23(6): 564-568.

**Conflicto de intereses:** ninguno declarado.