



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE MEDICINA  
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA  
HOSPITAL "DR. MIGUEL PÉREZ CARREÑO"

**RECUPERACIÓN DEL BLOQUEO NEUROMUSCULAR: PARÁMETROS  
CLÍNICOS, VENTILATORIOS Y USO DE LA ACELEROMIOGRAFÍA EN  
PACIENTES SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL INHALATORIA.**

Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al Título de Especialista en  
Anestesiología

Karla Nohelia Romero Chacón

Ninoska Fabiola Hernández Alvarado

Tutor: Wilfredo Ruíz

Caracas, mayo 2013



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE MEDICINA  
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: **KARLA NOHELIA ROMERO CHACÓN, C.I. 17.701.285**, bajo el título "**RECUPERACIÓN DEL BLOQUEO NEUROMUSCULAR: PARÁMETROS CLÍNICOS, VENTILATORIOS Y USO DE LA ACELEROMIOGRAFÍA EN PACIENTES SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL INHALATORIA**", a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA - HMPC**, dejan constancia de lo siguiente:

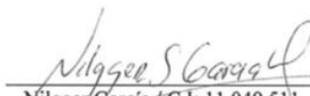
1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día **16 de mayo de 2013** a las **9:00 am**, para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que ésta hizo en el **HOSPITAL DR. MIGUEL PÉREZ CARREÑO**, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.


2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **APROBARLO**, por considerar, sin hacerse solidario con la ideas expuestas por **la autora**, que **cumplió** a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado

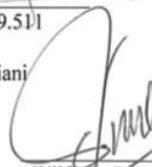
Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado **cumple con todos los requisitos exigidos por la Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Medicina para su aprobación.**

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de **EXCELENTE**, al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad, siendo de gran aporte para futuras investigaciones y por cumplir los requisitos técnicos y científicos exigidos.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los **16** días del mes de **mayo** del año **2013**, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como **Coordinador** del jurado Wilfredo Ruíz.

  
Nilger García / C.I: 11.049.511  
Anestesiólogo  
Hospital Dr. Domingo Luciani

  
Silvana Duperret Karduss / C.I: 13.337.955  
Anestesiólogo  
Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño

  
Wilfredo Ruíz / C.I: 8.788.708  
Anestesiólogo  
Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño  
Tutor

K.R./16-05-2013





UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE MEDICINA  
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: **NINOSKA FABIOLA HERNÁNDEZ ALVARADO**, C.I. 16.032.598, bajo el título "**RECUPERACIÓN DEL BLOQUEO NEUROMUSCULAR: PARÁMETROS CLÍNICOS, VENTILATORIOS Y USO DE LA ACELEROMIOGRAFÍA EN PACIENTES SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL INHALATORIA**", a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA - HMPC**, dejan constancia de lo siguiente:


1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día **16 de mayo de 2013** a las **9:00 am**, para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que ésta hizo en el **HOSPITAL DR. MIGUEL PÉREZ CARREÑO**, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

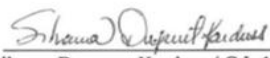
2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **APROBARLO**, por considerar, sin hacerse solidario con la ideas expuestas por **la autora**, que **cumplió** a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado

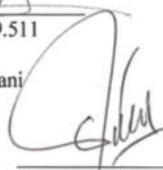
Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado **cumple con todos los requisitos exigidos por la Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Medicina para su aprobación.**

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de **EXCELENTE**, al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad, siendo de gran aporte para futuras investigaciones y por cumplir los requisitos técnicos y científicos exigidos.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los **16 días** del mes de **mayo** del año **2013**, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como **Coordinador** del jurado Wilfredo Ruíz.

  
Nilgger García / C.I: 11.049.511  
Anestesiólogo  
Hospital Dr. Domingo Luciani

  
Silvana Duperret Karduss / C.I: 13.337.955  
Anestesiólogo  
Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño

  
Wilfredo Ruíz/ C.I: 8.788.708  
Anestesiólogo  
Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño  
Tutor

N.H./16-05-2013



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
SISTEMA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA, HUMANÍSTICA Y TECNOLÓGICA (SICHT)

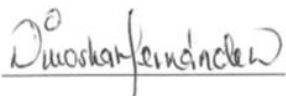
FECHA: 16 de mayo de 2013

**AUTORIZACIÓN PARA LA DIFUSIÓN ELECTRÓNICA DE LOS TRABAJOS DE  
LICENCIATURA, TRABAJO ESPECIAL DE GRADO, TRABAJO DE GRADO Y TESIS  
DOCTORAL DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.**

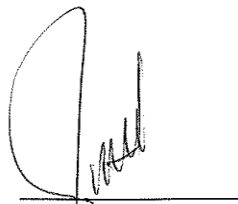
*Nosotras* Karla Nohelia Romero Chacón y Ninoska Fabiola Hernández Alvarado, *autoras del trabajo*: "RECUPERACIÓN DEL BLOQUEO NEUROMUSCULAR: PARÁMETROS CLÍNICOS, VENTILATORIOS Y USO DE LA ACELEROMIOGRAFÍA EN PACIENTES SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL INHALATORIA", *presentado para optar* al Título de Especialista en Anestesiología.

Autorizamos a la Universidad Central de Venezuela, a difundir la versión electrónica de este trabajo, a través de los servicios de información que ofrece la Institución, sólo con fines académicos y de investigación, de acuerdo a lo previsto en la Ley sobre Derecho de Autor, Artículo 18, 23 y 42 (Gaceta Oficial N°4.638 Extraordinaria, 01-10-1993).

<input checked="" type="checkbox"/>	Si Autorizamos
<input type="checkbox"/>	Autorizamos después de un año
<input type="checkbox"/>	No Autorizamos
<input type="checkbox"/>	Autorizamos difundir sólo algunas partes del trabajo
Indique:	


  
Ninoska Fabiola Hernández Alvarado  
C.I: N° 16.032.598  
e-mail: [ninoskahernandez83@gmail.com](mailto:ninoskahernandez83@gmail.com)

  
Karla Nohelia Romero Chacón  
C.I: N° 17.701.285.  
e-mail: [hibrid5@gmail.com](mailto:hibrid5@gmail.com)



**Wilfredo Ruíz**

**Tutor**



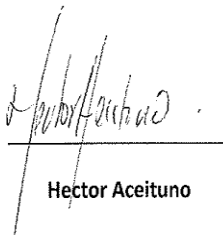
**Mohamed Sánchez**

**Director del Curso de Especialización**



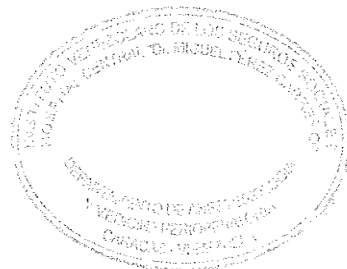
**Royisbel Farías**

**Coordinador Académico del Curso de Especialización**



**Hector Aceituno**

**Asesor Estadístico**



## ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	1
Introducción	3
Métodos	19
Resultados	22
Discusión	25
Referencias	32
Anexos	37

RECUPERACIÓN DEL BLOQUEO NEUROMUSCULAR: PARÁMETROS CLÍNICOS,  
VENTILATORIOS Y USO DE LA ACELEROMIOGRAFÍA EN PACIENTES  
SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL INHALATORIA.

**Ninoska Fabiola Hernández Alvarado**, C.I. 16.032.598. Sexo: Femenino,  
E-mail: [ninoskahernandez83@gmail.com](mailto:ninoskahernandez83@gmail.com). Telf: 0212-5613558/0412-2676187. Dirección:  
Hospital Central Miguel Pérez Carreño. Especialización en Anestesiología.

**Karla Nohelia Romero Chacón**, C.I. 17.701.285. Sexo: Femenino, E-mail:  
[hibrid5@gmail.com](mailto:hibrid5@gmail.com). Telf: 0414-2013619/0412-013846. Dirección: Hospital Central Miguel  
Pérez Carreño. Especialización en Anestesiología.

Tutor: **Wilfredo Ruiz**, C.I.8,788,708. Sexo: Masculino,  
E-mail: [ruizmwilfredo@hotmail.com](mailto:ruizmwilfredo@hotmail.com). Telf: 0416-6209009 Dirección: Hospital Central  
Miguel Pérez Carreño. Especialista en Anestesiología.

## RESUMEN

Objetivo: Determinar cuáles parámetros clínicos y ventilatorios de recuperación del bloqueo neuromuscular, uso monitorización de la relajación neuromuscular emplean los especialistas en anestesiología de los siguientes centros hospitalarios: Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño”, Hospital “Dr. Domingo Luciani”, Hospital “Dr. Carlos Arvelo” y Hospital Universitario de Caracas, en pacientes sometidos a anestesia general inhalatoria y relajación neuromuscular con bromuro de rocuronio. Método: Se realizó una encuesta a los anesthesiólogos y se midieron los valores de aceleromiografía (tren de cuatro) al momento de la extubación. Resultados: 82 anesthesiólogos (95,3%) utilizaron al menos un parámetro clínico y/o ventilatorio. Ninguno de los encuestados utilizó los 9 parámetros clínicos. La monitorización de la relajación neuromuscular es utilizada por 18 (20,9%) de los anesthesiólogos. De los anesthesiólogos que no utilizan la monitorización de la relajación neuromuscular, 64 (74,4%) explican que la falta de uso es porque no se dispone de este sistema de monitorización en la institución. Únicamente 11 pacientes (12,8%) fueron extubados con un TOF de 90 o más. 33 (38,4%) fueron extubados con un TOF de 70 y 10 pacientes (11,8%) con un TOF de menos de 50. Conclusiones: Los parámetros clínicos son usados por casi la mayoría de los especialistas en anestesiología para determinar la recuperación del bloqueo neuromuscular. La monitorización de la relajación

neuromuscular es usada por un bajo porcentaje de anestesiólogos de manera rutinaria. La inmensa mayoría de los pacientes fueron extubados con un TOF menor de 0,9.

**Palabras clave:** bloqueo neuromuscular, aceleromiografía, parámetros clínicos, monitorización neuromuscular.

## **ABSTRAC**

### **RECOVERY FROM NEUROMUSCULAR BLOCKADE:**

#### **PARAMETERS CLINICAL, VENTILATORYS AND USE TRAIN OF FOUR IN PATIENTS UNDERGOING INHALATIONAL ANESTHESIA.**

**Objective:** To determine clinical and ventilatory parameters of recovery from neuromuscular blockade, monitoring use of neuromuscular relaxation attachments anesthesiologists use the following hospitals: Hospital "Dr. Miguel Perez Carreno" Hospital Dr. Domingo Luciani "Hospital" Dr. Carlos Arvelo "and Hospital Universitario de Caracas, in patients undergoing general inhalational anesthesia and neuromuscular relaxation with rocuronium bromide. **Method:** We conducted a survey of anesthesiologists and measured values acceleromyography (train of four) at the time of extubation. **Results:** 82 anesthesiologists (95.3%) used at least one clinical parameter and / or ventilation. None of the respondents used the 9 clinical parameters. Monitoring of neuromuscular relaxation is used by 18 (20.9%) of anesthesiologists attachments. Of anesthesiologists do not use attachments that monitoring of neuromuscular relaxation, 64 (74.4%) explained that the lack of use is because there is no monitoring of this system in the institution. Only 11 patients (12.8%) were extubated with a TOF of 90 or more. 33 (38.4%) were extubated with a TOF of 70 and 10 patients (11.8%) with a TOF of less than 50. **Conclusions:** The clinical parameters are used by almost all of the attachments to determine the recovery of neuromuscular blockade. Monitoring of neuromuscular relaxation is used by a small percentage of anesthesiologists routinely. The vast majority of patients were extubated with a TOF less than 0.9.

**Keywords:** neuromuscular blockade, acceleromiography, clinical parameters, neuromuscular monitoring.

## INTRODUCCIÓN

Los agentes bloqueantes neuromusculares son empleados durante la anestesia para facilitar la intubación endotraqueal, la ventilación artificial apoyada en dispositivos mecánicos y para el desarrollo de procedimientos quirúrgicos. El cese de la actividad de estas moléculas bloqueantes sobre la placa neuromuscular con el consecuente flujo y actividad de la acetilcolina se define como reversión del bloqueo neuromuscular, el cual se desarrolla tomando en consideración la farmacodinamia del agente bloqueante.<sup>(1)</sup> En ocasiones es necesario suspender la actividad de estos agentes y es donde cobran importancia los agentes anticolinesterásicos con la intención de reanudar el funcionamiento contráctil de la musculatura. La finalización de esta actividad puede ser evaluada a través de criterios clínicos de reversión neuromuscular o monitoreo específico directo de la función neuromuscular.

La vigilancia del bloqueo neuromuscular es imperiosa para evitar la parálisis neuromuscular residual<sup>(1)</sup>. Además los límites de seguridad son reducidos y variados ya que el bloqueo se produce con un margen estrecho de receptores ocupados, al igual que existe una variabilidad interpersonal importante a una misma dosis del agente bloqueante neuromuscular<sup>(2)</sup>.

El riesgo de desarrollar parálisis neuromuscular residual puede reducirse con la utilización de fármacos que revierten el bloqueo neuromuscular, tales como los anticolinesterásicos, como son neostigmine y edrofonio, con el riesgo de producir efectos adversos colinérgicos serios de tipo cardiovasculares y/o gastrointestinales que obligan a la administración de agentes muscarínicos como atropina o glicopirrolato. Además, el neostigmine deja de ser efectivo en la presencia de bloqueos profundos, lo cual obliga a la vigilancia de los pacientes por un tiempo de haber sido administrado<sup>(2)</sup>.

Actualmente, se ha demostrado que los criterios clínicos y los test cualitativos no son suficientemente sensibles para evaluar la recuperación del bloqueo neuromuscular<sup>(3)</sup>. Por tanto, la utilización de la aceleromiografía cuantitativa es imprescindible para asegurar la recuperación del bloqueo neuromuscular durante la emergencia de la anestesia y realizar la extubación orotraqueal.

## **Planteamiento del problema**

La monitorización del bloqueo neuromuscular es poco utilizada por los anestesiólogos, una inmensa mayoría prefiere guiarse por test clínicos para determinar la recuperación del bloqueo neuromuscular, a pesar de existir una clara evidencia de que estos test clínicos son insuficientes para excluir presencia de relajación residual, ya que ninguno se relaciona con un valor de 0.9 o más cuando se evalúan junto con la monitorización del bloqueo neuromuscular<sup>(2)</sup>. Definiendo ausencia de parálisis residual cuando la recuperación de la transmisión neuromuscular sea suficiente y efectiva, en el paciente se puede observar al momento de la extubación orotraqueal una respiración normal, adecuado manejo de secreciones, apertura ocular, movimientos corporales, seguimiento de órdenes, así como el mantenimiento de una vía aérea permeable, sin embargo estudios como el de Debaene han demostrado presencia de parálisis residual minutos después de la extubación orotraqueal en el área de cuidados postanestésicos<sup>(3)</sup>.

Existen pocos estudios que determinen el valor de la monitorización neuromuscular al momento de la extubación orotraqueal. A pesar, de las consecuencias que pueden presentarse en el paciente si hay parálisis residual que pueden ir desde debilidad muscular, desaturación, ausencia de los reflejos protectores de la vía aérea, obstrucción de la vía aérea superior, disminución de la respuesta ventilatoria hipóxica, hasta colapso pulmonar y falla respiratoria aguda causando daños severos y permanentes a nivel cerebral e inclusive la muerte<sup>(4)</sup>. Es por ello, que debería existir una mayor motivación para el uso de la monitorización del bloqueo neuromuscular, asegurando de esta manera una emergencia de la anestesia sin riesgos de parálisis residual.

Por tanto, se determinará el uso de la monitorización neuromuscular en pacientes sometidos a anestesia general por los especialistas en anestesiología de los hospitales “Dr. Miguel Pérez Carreño”, “Dr. Domingo Luciani”, “Dr. Carlos Arvelo” y Hospital Universitario de Caracas, y el valor de la monitorización al momento de la extubación orotraqueal.

## **Justificación del problema**

Múltiples estudios han documentado la presencia de parálisis residual en el área de recuperación anestésica, a pesar del uso de agentes anticolinesterásicos en la emergencia de la

anestesia. La frecuencia de este fenómeno, que ha sido llamado curarización residual, bloqueo neuromuscular residual o parálisis residual, es de 4 a un 50%, ya que depende de los criterios diagnósticos, del tipo de bloqueante neuromuscular empleado, de la administración de la reversión y del uso de la monitorización neuromuscular<sup>(4,5,6)</sup>. Los anestesiólogos no emplean la monitorización de la relajación neuromuscular de rutina, empleando para ellos métodos cualitativos, parámetros clínicos que no son objetivos y por ende, poco fiables<sup>(6)</sup>.

Hay una clara evidencia que la función neuromuscular cuando es monitorizada por la aceleromiografía cuantitativa y alcanza valores mayores de 0.9, no es necesario la administración de anticolinesterásicos, de lo contrario, se deben administrar de rutina<sup>(3)</sup>.

Actualmente, es aceptado que los criterios clínicos y los test cualitativos (TOF cualitativo, estímulo de doble ráfaga) no son suficientemente sensibles para evaluar la recuperación del bloqueo neuromuscular, por tanto, en caso de no emplear una monitorización cuantitativa de la relajación neuromuscular se sugiere usar agentes anticolinesterásicos, a pesar de la dosis y el tiempo de vida media de eliminación<sup>(3)</sup>.

Murphy y colaboradores, en su estudio publicado en el 2005, sugieren que los anestesiólogos son incapaces de detectar parálisis residual en el quirófano, empleando los criterios clínicos, y un mínimo bloqueo neuromuscular puede afectar adversamente la función de los músculos faríngeos y respiratorios. Además, los test clínicos son muy pocos sensibles en detectar los valores de TOF que se encuentran entre el rango de 0.5 a 1. En este estudio ciego, los anestesiólogos no conocían el valor del TOF al momento de la extubación, y encontraron que sólo un 12% de los pacientes se extubaron con valores mayores a 0.9. La incidencia y severidad de la parálisis residual en el momento de la extubación orotraqueal no ha sido bien estudiada. La parálisis residual severa (TOF menor o igual a 0.7) fue observada en un 58% de los pacientes<sup>(7)</sup>.

Debaene y colaboradores, recientemente sugirieron que la evaluación cuantitativa del TOF es obligatoria previo a la extubación orotraqueal<sup>(3)</sup>.

Por otra parte, otros estudios han confirmado que la elevación de la cabeza por más de 5 segundos y la presión palmar fue observada con TOF que iban de 0.25 a 0.4<sup>(8,9)</sup>.

El período de mayor vulnerabilidad para la aparición de complicaciones respiratorias es entre el tiempo de extubación orotraqueal y la completa recuperación del bloqueo neuromuscular<sup>(10)</sup>. Durante el postoperatorio inmediato, la obstrucción de la vía aérea, la aspiración de contenido gástrico y la depresión respiratoria, son las tres causas más comunes de complicaciones anestésicas severas<sup>(11)</sup>. Por ende, es necesario hacer énfasis en el uso de la monitorización del bloqueo neuromuscular para evitar complicaciones atribuidas a parálisis residual en el periodo postoperatorio inmediato.

### **Antecedentes**

Con la introducción de la aceleromiografía en 1970, la estimulación aplicada al nervio ulnar, que origina como respuesta la aducción del pulgar, nos refleja una adecuada función respiratoria. Basados en la evidencia, estudios previos demostraron que un valor de 0,7 de TOF reflejaba una adecuada recuperación del bloqueo neuromuscular. A mediados de 1970, Ali y colaboradores, establecen que con valores de TOF de 0.6 la capacidad vital, el esfuerzo inspiratorio y el flujo espiratorio pico tenían valores aceptables<sup>(12)</sup>. Brand y colaboradores, confirman que con un TOF de 0.7 todos los pacientes tenían apertura ocular sostenida, presión palmar por más de 15 segundos, protrusión lingual y sostén cefálico<sup>(13)</sup>. No obstante, en 1990, múltiples estudios como el de Eriksson confirman que con valores de TOF de 0,7 el paciente no había alcanzado una adecuada recuperación del bloqueo neuromuscular, ya que la habilidad para deglutir estaba ausente o era inefectiva con valores de TOF menores a 0.9<sup>(1)</sup>. Queda establecido que con valores de TOF mayores de 0.9 se alcanza una adecuada recuperación del bloqueo neuromuscular. La función del músculo del masetero, evaluada por la habilidad para mantener un depresor lingual entre los dientes contra resistencia, no regresa a sus valores normales hasta que el TOF alcance valores de 0.8 a 0.89<sup>(2)</sup>.

Actualmente, en la era de la cirugía ambulatoria, donde los pacientes egresan el mismo día posterior al acto quirúrgico, el anestesiólogo debe asegurarse de que no este presente relajación residual<sup>(13)</sup>.

En el trabajo publicado por Kopman y colaboradores, en pacientes despiertos, colaboradores a los cuales se les administró una infusión de mivacurio, el test de depresión lingual fue positivo cuando los pacientes presentaban un TOF mayor o igual de 0.86 (0.68-0.95), de igual forma, la

elevación de la cabeza y miembros inferiores se presentó con valores de TOF que iban desde 0.48 hasta 0.75. Con valores de TOF de 0,7 se evidenció la presencia de presión palmar por más de 15 segundos. Los pacientes refirieron sentirse incómodos con valores de TOF menores de 0.75, requerían un gran esfuerzo para tragar y para hablar<sup>(14)</sup>.

En el trabajo de Eriksson y colaboradores, demostraron que con un valor de TOF menor de 0.9 existe deterioro de la función de los músculos faríngeos y del esfínter esofágico superior, disminuyendo la probabilidad de protección de la vía aérea y aumentando el riesgo de regurgitación y aspiración, también demostraron que el sostén cefálico por 5 segundos se correlaciona con un TOF de 0.75 y por 10 segundos con un TOF de 0.85. También demostró que la función faríngea no retorna a la normalidad hasta que no se alcanza un TOF de 0.9 con el aductor del pulgar<sup>(15)</sup>.

En el trabajo de Kopman se corrobora que el test de depresión lingual, que evalúa la fuerza del masetero, es el criterio más sensible para evaluar la recuperación del bloqueo neuromuscular<sup>(14)</sup>. Sin embargo, Smith y colaboradores plantearon la hipótesis que la recuperación de la función muscular del aductor del pulgar, no implica una recuperación completa del músculo masetero<sup>(16)</sup>. Luego de un bloqueo neuromuscular utilizando un relajante no despolarizante, el retorno de la función neuromuscular de los músculos de la cara ocurre más tempranamente que la de la aductor del pulgar<sup>(15)</sup>. Múltiples estudios, han comparado la efectividad de la monitorización neuromuscular empleando el músculo orbicular del parpado y el aductor del pulgar, teniendo resultados controversiales, ya que no se ha determinado el sitio ideal. Sin embargo, algunos sugieren que la monitorización del orbicular del parpado resulta en una medida subestimada del bloqueo neuromuscular.

El sostén cefálico ha sido estudiado extensivamente y este corresponde a valores de presión inspiratoria máxima que van de un rango de 50-53cmH<sub>2</sub>O en pacientes no anestesiados<sup>(17)</sup>. El sostén cefálico tiene una sensibilidad de aproximadamente el 10% pero una especificidad del 87%, lo cual indica que la parálisis residual es probable en pacientes que son incapaces de mantener un sostén cefálico por más de 5 segundos. La sensibilidad del test de depresión lingual es del 13% y la especificidad de un 90%<sup>(18)</sup>.

Cuando el sostén cefálico y el test de depresión lingual están presentes, no se puede excluir un cierto grado de parálisis residual, por eso el uso de la monitorización es imperativo. La limitación que presentan estos test, es que los pacientes anestesiados o con efectos residuales de anestésicos dificultan su realización.

Shorten y colaboradores, establecieron que el uso de un estimulador de nervio periférico convencional reduce la aparición de relajación residual en un 32%. Estudios observacionales han notado, que el uso del TOF cualitativo no estuvo asociado a una reducción en la incidencia de parálisis residual. Por otro lado, el uso del TOF cuantitativo es el monitoreo más adecuado para la monitorización de la relajación neuromuscular<sup>(19)</sup>. De igual forma, Naguib y colaboradores, confirmaron la superioridad de la aceleromiografía cuantitativa en relación a la cualitativa<sup>(20)</sup>.

Puede ocurrir parálisis residual luego de la colocación de una dosis simple de relajante no despolarizante de acción intermedia, en la unidad de cuidados postanestésicos hasta dos horas después de su administración. Los relajantes no despolarizantes muestran una gran variabilidad interindividual, y su acción se puede prolongar en una gran cantidad de pacientes sin correlacionarse con los tiempos de vida media establecidos en la bibliografía<sup>(3)</sup>.

En un estudio publicado por Baillard y colaboradores, encontraron que 239 de 568 (42%) pacientes, tenían un TOF menor de 0.7 en la unidad de cuidados postanestésicos cuando no se usaba el monitoreo de bloqueo neuromuscular ni la reversión<sup>(21)</sup>.

Hayes y colaboradores, proponen en su estudio que la administración de las drogas empleadas para la reversión del bloqueo neuromuscular no garantiza la pérdida de la parálisis residual en todos los pacientes cuando ingresan a la unidad de cuidados postanestésicos. Además, refieren que no hubo diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la aparición de parálisis residual usando anticolinesterásicos<sup>(22)</sup>.

## **Marco teórico**

La capacidad de movimiento ha sido y es el factor primordial e indispensable para el desarrollo del ser humano. Este movimiento se realiza gracias al sistema músculo-esquelético, mediante la actuación de las fuerzas musculares sobre las palancas óseas y el desplazamiento

de éstas sobre sus ejes articulares. Para que se produzca el movimiento es necesario que se realice el mecanismo de contracción muscular, que depende de la transformación de energía química, almacenada en forma de ATP, a energía mecánica. Los músculos de contracción voluntaria, se denominan músculos estriados o esqueléticos y están formados por células multinucleadas que están inervadas por neuronas motoras<sup>(23)</sup>.

La unión neuromuscular está formada por el extremo nervioso y muscular donde se reciben los mensajes químicos y se transmiten al músculo para que ocurra la contracción del mismo. Está formada por la terminación nerviosa, la placa terminal y la hendidura sináptica. La terminación nerviosa es la parte terminal y especializada del axón, cubierta por células de Schwann no mielinizadas donde se encuentran las vesículas sinápticas de acetilcolina (Ach), receptores nicotínicos presinápticos (formados por cadenas alfa y beta) y la zona activa donde se abrirán las vesículas sinápticas y se liberará su contenido, Ach. La placa terminal, es el área especializada del extremo muscular, cuya particular superficie membranosa plegada presenta la mayor concentración de receptores postsinápticos (formados por cadenas alfa, beta, delta y epsilon). En dicha zona, se halla la mayor concentración de Acetilcolinesterasa, enzima encargada de la degradación de la Ach. La hendidura sináptica, es la biofase o el espacio que será recorrido por el agonista fisiológico de la transmisión neuromuscular<sup>(24)</sup>.

Cuando un potencial de acción del nervio despolariza su terminal, la afluencia de iones calcio a través de los canales de calcio entran al interior del citoplasma del nervio permitiendo que, las vesículas que contienen Ach se fusionen con la membrana terminal y liberen su contenido de Ach, cuyas moléculas difunden a través de la hendidura sináptica para unirse a los receptores colinérgicos nicotínicos en la placa motora terminal<sup>(25)</sup>.

Los cationes fluyen a través del canal abierto de los receptores de Ach (entra sodio y calcio y sale potasio), generándose un potencial de acción en la placa terminal. Cuando se ocupa una cantidad suficiente de receptores con Ach, el potencial de acción en la placa terminal será lo suficientemente fuerte como para despolarizar la periferia de la membrana de unión. Los canales de sodio dentro de esta porción de la membrana neuromuscular se abren cuando se desarrolla un voltaje umbral a través de ellos. El potencial de acción resultante se propaga a lo largo de la membrana neuromuscular y de los sistemas de túbulos T para abrir canales de

sodio y liberar calcio del retículo sarcoplásmico. Este calcio intracelular permite que las proteínas contráctiles actina y miosina interactúen y produzcan la contracción del músculo. La Ach se hidroliza con rapidez en acetato y colina por acción de la acetilcolinesterasa. Por último, se cierran los canales iónicos de los receptores lo que causa repolarización de la placa terminal. Cuando cesa la generación del potencial de acción, también se cierra los canales de sodio en la membrana muscular. El calcio es secuestrado en el retículo sarcoplásmico y la célula muscular se relaja<sup>(25)</sup>.

Los relajantes neuromusculares son un grupo de fármacos sintéticos empleados en la anestesiología y en las unidades de cuidados intensivos, desarrollados a partir de los venenos vegetales utilizados por los indígenas americanos en sus flechas. A pesar que son conocidos desde fines del siglo XV (el curare) no fue sino hasta 1942 que se incluyeron en la práctica anestesiológica. En 1946 se comenzaron a utilizar fármacos semi-sintéticos (metocurina y alcuronio), a partir de aquel entonces nuevos relajantes musculares de estructura sintética fueron surgiendo (moléculas esteroideas y bencilisoquinolinicas), entre sus usos más importantes se encuentran la facilitación de la intubación orotraqueal, parálisis muscular durante el mantenimiento de la anestesia y mejor adecuación de la ventilación mecánica<sup>(24)</sup>.

Los bloqueantes neuromusculares se dividen en dos tipos: Relajantes neuromusculares de tipo despolarizantes (RNMD) y relajantes neuromusculares de tipo no despolarizantes (RNMND). Los RNMD semejan a la Ach, ya que rápidamente se ligan a los receptores de Ach generando un potencial de acción muscular; sin embargo, estos fármacos no son metabolizados por la acetilcolinesterasa y sus concentraciones en la hendidura sináptica no caen tan rápidamente, lo que resulta en una despolarización prolongada de la placa terminal neuromuscular. La despolarización continua de la placa terminal causa relajación muscular debido a que la abertura de la puerta inferior de los canales de sodio está limitada por tiempo. Después de la excitación y abertura inicial, estos canales se cierran y no se pueden abrir de nuevo hasta que la placa terminal se repolarice. La placa terminal no se puede repolarizar mientras que el RNMD continúe unido a los receptores de Ach. Los RNMND se unen a receptores de Ach pero no pueden inducir el cambio conformacional necesario para que el canal iónico se abra. Este tipo de relajantes actúan como antagonistas competitivos del receptor de Ach<sup>(25)</sup>.

Entre los RNMD tenemos la succinilcolina y entre los RNMND: mivacurio, cisatracurio, pancuronio, vecuronio, rocuronio, entre otros. El bromuro de rocuronio, es un análogo esteroide monocuaternario del vecuronio, fue diseñado para proporcionar un rápido inicio de acción, se metaboliza y elimina por vía hepática y en menor cantidad por los riñones, su vida media es de 40-60min y su aclaramiento es de 3,7ml/Kg/min, pero la duración de su efecto se ve alterada en caso de insuficiencia hepática severa y embarazo <sup>(24,25)</sup>.

Los RNMND dependen de la distribución, metabolismo gradual y excreción del relajante por el organismo o de la administración de un antagonista específico (inhibidores de la acetilcolinesterasa), ya que esta inhibición aumenta la cantidad de Ach disponible en la unión neuromuscular y puede competir con el agente no despolarizante. Este inhibidor de acetilcolinesterasa, Neostigmine, se utiliza a dosis de 0,04 a 0,08mg/kg de peso. Su tiempo de vida media es de 24 a 80 min. La biotransformación es 50% enzimática y 50% hepática. Su inicio de acción es a los 3 min y su duración de acción es de 60 a 80 min. Si empleando dosis máximas su efecto no se revierte en 10 min la recuperación total de la relajación neuromuscular dependerá del agente no despolarizante usado y de la intensidad del bloqueo. Para disminuir los efectos secundarios que causa este fármaco se emplean antagonistas de los receptores muscarínicos (atropina o glicopirolato). La atropina se emplea a dosis de 0,015 a 0.03mg/kg de peso y glicopirolato a dosis de 0,01 mg/kg de peso <sup>(26)</sup>.

A pesar de la administración del inhibidor de la acetilcolinesterasa (neostigmine), no todos los pacientes alcanzan una adecuada recuperación del bloqueo neuromuscular, por lo tanto, los anestesiólogos a lo largo de los años han empleado criterios cualitativos y cuantitativos para inferir la recuperación del bloqueo neuromuscular. Diversos estudios de investigación han determinado como criterios cualitativos los test clínicos, entre ellos tenemos <sup>(27)</sup>:

### **Respiratorios:**

-Volumen Corriente: Es el volumen que ingresa a los pulmones con una respiración normal.<sup>17</sup> Sus valores normales van de 5 a 10ml/kg de peso. Como test clínico de recuperación del bloqueo neuromuscular es la ventilación espontánea <sup>(27)</sup>.

-Capacidad Vital: Es el volumen máximo de gas que puede exhalarse después de una inspiración máxima. Depende del hábito corporal, la fortaleza de los músculos respiratorios y

la adaptabilidad del tórax pulmón<sup>(25)</sup>. Como test clínico de recuperación del bloqueo neuromuscular es la habilidad de tener respiraciones profundas (15ml/kg)<sup>(27)</sup>.

-Presión inspiratoria máxima: Es la habilidad que tiene el paciente para generar >30-50cmH20 de presión negativa<sup>(27)</sup>.

#### **Misceláneos:**

-Sostén cefálico: Es la habilidad del paciente para sostener la cabeza contra gravedad por más de 5 segundos<sup>(27)</sup>.

-Elevación de miembros inferiores: Es la habilidad del paciente para elevar y sostener contra gravedad los miembros inferiores durante 5 segundos<sup>(27)</sup>.

-Test de depresión lingual: Es la habilidad para mantener un objeto entre los dientes mientras alguien intenta removerlo<sup>(27)</sup>.

-Apertura ocular: Es la habilidad para elevar el parpado superior durante la recuperación del bloqueo neuromuscular.

-Presión palmar: Es la habilidad para mantener un objeto entre los dedos mientras alguien intenta removerlo.

-Deglución: Es la habilidad para deglutir, tragar o ingerir las secreciones salivales.

Dentro de los criterios cualitativos neuromusculares:

-Aceleromiografía: Es la evaluación táctil o visual del número de respuestas y desvanecimiento después de la estimulación con el TOF del nervio ulnar<sup>(27)</sup>.

-Estímulo de doble ráfaga: Es la evaluación táctil o visual del desvanecimiento del estímulo de doble ráfaga del pulgar<sup>(27)</sup>.

-Respuesta tetánica 50Hz: Es la evaluación táctil o visual del desvanecimiento luego de la estimulación con 50Hz por 5 segundos<sup>(27)</sup>.

-Respuesta tetánica 100Hz: Es la evaluación táctil o visual del desvanecimiento luego de la estimulación con 100Hz por 5 segundos<sup>(27)</sup>.

Dentro de los criterios cuantitativos neuromusculares:

-TOFR: Es la medida cuantitativa de la aceleromiografía del dedo pulgar<sup>(27)</sup>.

Pacientes con bloqueo parcial pueden tener una adecuada ventilación y un adecuado volumen corriente pero los reflejos protectores de la vía aérea y la habilidad para toser pueden estar suprimidas<sup>(28)</sup>.

### **Principios de la estimulación nerviosa**

Los estimuladores de nervios generan un impulso eléctrico que estimula una fibra nerviosa por medio de electrodos o agujas colocadas en la superficie de la piel o en el tejido subcutáneo. El objetivo del estimulador es inducir grados iguales de despolarización nerviosa todo el tiempo, esto es alcanzado utilizando un estímulo supra máximo que activa todas las fibras del nervio. Utilizando electrodos de superficie amerita de 30 a 50mA para alcanzar el estímulo supra máximo, mientras que utilizando electrodos subcutáneos este valor es de aproximadamente 10 mA. La producción de un potencial de acción depende de la energía aplicada por el estimulador y no del voltaje. La ley de Ohm estipula que la cantidad de energía que fluye a través de un cuerpo es igual al voltaje dividido entre la resistencia eléctrica. Algún cambio en la impedancia de la piel requiere un cambio proporcional en el voltaje aplicado para asegurar una energía constante y un nivel constante de despolarización nerviosa. La resistencia en la piel es reducida aplicando soluciones de conducción (plata y gel de cloruro de plata) y debe ser colocada en una piel seca. La impedancia en el transoperatorio puede cambiar debido a electrodos que no posean gel, en los pacientes hipotérmicos o por movilidad de los electrodos. Existen algunos elementos que pudieran alterar la transmisión del estímulo, como son: la obesidad y el aumento de la impedancia en la piel. Otro factor importante del estímulo eléctrico emitido por el estimulador es la forma de la onda y su duración. El estímulo debe ser monofásico porque las ondas bifásicas pueden causar disparos del nervio repetitivos. La intensidad del estímulo (mA) requieren iniciar los disparos nerviosos incrementándolos exponencialmente y disminuyendo la duración del estímulo, es decir, un impulso corto requiere alta energía para causar el disparo del nervio. Sin embargo, si el impulso excede los 0.5 mseg, la estimulación del músculo o los disparos del nervio pueden resultar repetitivos. La amplitud de la respuesta evocada muestra un pequeño cambio cuando la duración de los

impulsos excede los 0.1 mseg si la intensidad de la energía se mantiene constante. La amplitud del impulso que se encuentra entre 0.1 y 0.3 mseg son las usualmente empleadas, y este el rango óptimo para evaluar la profundidad del bloqueo neuromuscular<sup>(28)</sup>.

La aplicación de un estímulo al nervio está influenciada por la respuesta evocada, durante la estimulación suprafisiológica de la unión neuromuscular (70 a 200 Hz) puede causar fatiga en el músculo. Esta fatiga es debida a la inhabilidad para movilizar suficiente Ach del terminal presináptico. Una estimulación tetánica corta (50 a 100 Hz) resulta en una contracción sostenida sin desvanecimiento, esta característica es utilizada en el tren de cuatro y la estimulación tetánica empleada en la evaluación en el bloqueo neuromuscular<sup>(28)</sup>.

## **Monitorización de la respuesta de la estimulación nerviosa**

### **Medidas subjetivas**

#### **Evaluación táctil y visual**

Es el método más popular de monitorización neuromuscular en respuesta al TOF, El observador debe estar colocado a un ángulo de 90 grados del músculo a evaluar. Para la evaluación táctil el pulgar debe estar colocado en abducción máxima y el dedo del observador debe estar colocado en la falange distal Sin embargo, esta es una evaluación subjetiva que no permite evaluar desvanecimiento<sup>(28)</sup>.

### **Medidas objetivas**

#### **Mecanografía**

Evalúa la respuesta mecánica utilizando un monitor que mide la tensión del músculo. La contracción isométrica del músculo en respuesta a la estimulación es traducida como una señal eléctrica. La señal eléctrica es analizada y cuantificada por un monitor de presión y la amplitud de la señal es proporcional a la fuerza de la contracción del músculo. Utilizando el T4/T1, el grado de desvanecimiento tiene un registro exacto. Se debe mantener la mano inmovilizada para reducir los artefactos de movimientos durante el registro<sup>(28)</sup>.

#### **Electromiografía**

Se encarga de evaluar la actividad eléctrica del músculo. La señal obtenida depende de la localización de los electrodos, los electrodos deberían ser colocados en la porción media del músculo y el otro sobre el tendón de inserción del músculo. Después de la estimulación del nervio, la actividad eléctrica del músculo es inversamente proporcional al grado de relajación neuromuscular<sup>(28)</sup>.

### **Aceleromiografía**

Está basada en la Ley de Newton. Si la masa es constante, la fuerza es directamente proporcional a la aceleración. La aceleración del pulgar es directamente proporcional a la fuerza de contracción. Un pequeño transductor es colocado al pulgar, cuando el pulgar no se mueve un voltaje es generado y la altura de este es proporcional al grado de la aceleración angular. La señal es amplificada y procesada por un monitor<sup>(28)</sup>.

### **Los patrones de estimulación nerviosa**

#### **Simple twitch:**

Es cuando el estímulo supramáximo es aplicado sobre el nervio previo a la administración del relajante neuromuscular y de esta forma se mide la amplitud de base establecida para el valor del Twitch. El grado de bloqueo producido por el relajante puede ser evaluado comparando la respuesta subsecuente al Twitch y la altura en relación a la línea de base. La frecuencia con que se aplica el estímulo afecta la respuesta del músculo con la estimulación del Twitch. El estímulo supramáximo tarda 0.2 mseg con una frecuencia de 0.1 Hz. Sin embargo, una frecuencia entre 0.1 y 1 puede ser seleccionada. La respuesta al Twitch simple desaparece completamente cuando el 90 al 95% de los receptores están bloqueados, pero está no se reduce hasta que el 75 a 85% de los receptores estén ocupados. Este rango de bloqueo neuromuscular detectado por el Twitch simple es estrecho, limitando su uso clínico. Otros factores que limitan su uso, son: la sensibilidad, las variaciones de energía, la temperatura de la piel, la tensión muscular. Otra desventaja, es el registro exacto de la línea de base y su altura para poderlo comparar con otros Twitch. La altura se evalúa visualmente o por palpación, pero las respuestas subsecuentemente son difíciles de ver y evaluar. No diferencia entre el bloqueo despolarizante y no despolarizante<sup>(28)</sup>.

### **Accleromiografía (tren de cuatro)**

En este método se aplican cuatro estímulos supramáximos a una frecuencia de 2 Hz. En la presencia del bloqueo no despolarizante esta frecuencia está asociada con respuestas musculares separadas que exhiben desvanecimiento. El grado de desvanecimiento es proporcional a la extensión del bloqueo neuromuscular. La amplitud de la cuarta respuesta en relación a la primera respuesta estima la extensión del bloqueo neuromuscular no despolarizante (T4/T1). Previo la colocación del RNMND la relación T4/T1 tiene un valor de 1.0. Durante el bloqueo parcial, la altura del Twitch es reducida según la extensión del grado de relajación. Durante el bloqueo no despolarizante parcial la amplitud de la cuarta respuesta empieza a disminuir cuando se ocupan del 70 al 75% de los receptores, la primera respuesta no declina hasta que la relación T4/T1 caiga por valores inferiores a 0.7. Cuando la cuarta respuesta se pierde completamente, aproximadamente el 80% de los receptores están bloqueados. La desaparición de la tercera respuesta y la segunda respuesta corresponde al 85% y 85-90% de los receptores ocupados. Cuando el 90-95% de los receptores están bloqueados desaparece la primera respuesta. La amplitud va desapareciendo a medida que aumentan los receptores ocupados. entre sus características produce menos dolor que la estimulación tetánica y puede ser usada en pacientes despiertos, diferencia entre el bloqueo despolarizante y no despolarizante, no induce una potenciación o una respuesta subsecuente o recuperación y no necesita de una respuesta de base (pre-relajante)<sup>(28)</sup>.

### **Estímulo de doble ráfaga**

- Dos estímulos tetánicos cortos (2 o 3 impulsos) separados por 750 mseg.
- La evaluación clínica (visual y táctil) es superior al TOF al detectar desvanecimiento.
- No se necesita una línea de base control.
- Puede inducir una potenciación o respuestas subsecuentes.
- Produce dolor en pacientes despiertos.

### **Estimulación tetánica**

- 50 Hz por 5 seg.
- Diferencia el bloqueo despolarizante del no despolarizante.
- Puede inducir una estimulación muscular directa.

- Dolorosa.
- Estimula respuestas subsecuentes y recuperación.
- El grado de desvanecimiento varia con la frecuencia y duración del estímulo aplicado.

### **Conteo post-tetánico**

- Es un estímulo tetánico (50 Hz por 5seg) seguido de un estímulo supramáximo de 1 Hz, 3 segundos después.
- Evalúa el bloqueo profundo.
- Utilizado para asegurar un bloqueo completo.
- Depende de muchas variables (duración y frecuencia del estímulo tetánico, período de latencia entre el estímulo tetánico y el estímulo simple y la frecuencia de los twich simples).
- El estímulo tetánico antagoniza el bloqueo neuromuscular aparente.

### **Sitios de estimulación**

La estimulación superficial de los nervios, entre ellos el ulnar, es la más usada y se evalúa la respuesta del aductor del pulgar. Para estimular el nervio ulnar, un electrodo es colocado en el lado radial del tendón del flexor cubital del carpo, un centímetro proximal a la muñeca. El otro electrodo puede ser colocado 3 a 4 cm distal al electrodo proximal o sobre la ranura del nervio ulnar que pasa a través del epicondilo medial del codo. La polaridad de los electrodos no es importante cuando ambos están colocados a la proximidad de la muñeca<sup>(28)</sup>.

Los grupos musculares difieren en su sensibilidad a los relajantes neuromusculares. La causa exacta de estas diferencias es multifactorial y no ha sido bien descrita. Los mecanismos propuestos son: flujos sanguíneos regionales diferentes, diferencias en la temperatura muscular, diferencia en la densidad de receptores, variación de los márgenes de seguridad de la unión neuromuscular y la diferencia en la composición de las fibras muscular. Comparando el músculo aductor del pulgar, el diafragma requiere de más dosis de relajante neuromuscular para alcanzar el bloqueo, debido a la resistencia que este posee a los RNMD y RNMND. Después de un bolus de relajante, el diafragma y los músculos de la vía aérea superior inician y recuperan el bloqueo neuromuscular más rápido que los músculos periféricos, esto es debido al alto flujo sanguíneo de estos músculos. La diferencia en cuanto a la sensibilidad de los relajantes en relación a su inicio de acción tiene implicaciones clínicas cuando los sitios

periféricos son monitorizados. Cuando se administran altas dosis de relajantes neuromusculares (2 veces la DE95) se observa un rápido inicio de acción del bloqueo en el diafragma antes que el visto en el aductor del pulgar. La respuesta del orbicular del párpado (nervio facial) se correlaciona con la musculatura de la vía aérea. Los electrodos se colocan 2 o 3 cm posterior al borde lateral de la orbita <sup>(28)</sup>.

### **Objetivo general:**

-Determinar cuáles parámetros clínicos y ventilatorios de recuperación del bloqueo neuromuscular emplean los especialistas en anestesiología de los siguientes centros hospitalarios: Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño”, Hospital “Dr. Domingo Luciani”, Hospital “Dr. Carlos Arvelo” y Hospital Universitario de Caracas, para interrumpir el soporte ventilatorio en pacientes sometidos a anestesia general inhalatoria y relajación neuromuscular con bromuro de rocuronio.

### **Objetivos específicos:**

-Determinar cuáles de los siguientes parámetros clínicos: sostén cefálico, presión palmar, apertura ocular, test de depresión lingual, elevación de miembros inferiores, deglución y otros, emplean los especialistas en anestesiología para evaluar la recuperación del bloqueo neuromuscular para la interrupción del soporte ventilatorio en pacientes sometidos a anestesia general inhalatoria y relajación neuromuscular con bromuro de rocuronio.

-Establecer cuáles de los siguientes parámetros ventilatorios: volumen corriente, presión inspiratoria negativa y otros, emplean los especialistas en anestesiología para evaluar la recuperación del bloqueo neuromuscular para la interrupción del soporte ventilatorio en pacientes sometidos a anestesia general inhalatoria y relajación neuromuscular con bromuro de rocuronio.

-Establecer cuántos parámetros clínicos y/o ventilatorios emplean los especialistas en anestesiología para decidir la interrupción del soporte ventilatorio en pacientes sometidos a anestesia general inhalatoria y relajación neuromuscular con bromuro de rocuronio.

-Determinar cuántos especialistas en anestesiología utilizan la monitorización de la relajación neuromuscular para decidir la interrupción del soporte ventilatorio en pacientes sometidos a anestesia general y relajación neuromuscular.

-Determinar la frecuencia del uso de la monitorización de la relajación neuromuscular por los especialistas en anestesiología para decidir la interrupción del soporte ventilatorio en pacientes sometidos a anestesia general y relajación neuromuscular.

-Establecer el valor de la relación T4/T1 de la aceleromiografía en el momento de la interrupción del soporte ventilatorio realizada por los especialistas en anestesiología.

## **MÉTODOS**

### **Tipo de estudio**

Se realizó un estudio clínico, multicéntrico, prospectivo, descriptivo y ciego. Se incluyeron los especialistas en anestesiología del Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño” (n=39), Hospital “Dr. Domingo Luciani” (n=15), Hospital “Dr. Carlos Arvelo” (n=17) y Hospital Universitario de Caracas (n=15), y pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión, se registró por medio de una entrevista los parámetros clínicos, ventilatorios, uso y frecuencia de uso de la aceleromiografía para evaluar la recuperación del bloqueo neuromuscular en los pacientes sometidos a anestesia general inhalatoria y relajación neuromuscular con bromuro de rocuronio, en el período comprendido entre enero y abril de 2011.

**Población:** Especialistas en anestesiología del distrito capital que laboren en los siguientes centros hospitalarios: Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño”, Hospital “Dr. Domingo Luciani”, Hospital “Dr. Carlos Arvelo” y Hospital Universitario de Caracas.

**Muestra:** Estuvo constituida por 86 especialistas en anestesiología y 87 pacientes, con un status físico (ASA) I y II, planificados para procedimientos quirúrgicos electivos y sometidos a anestesia general inhalatoria con sevoflurano y bloqueo neuromuscular con bromuro de rocuronio. Criterios de inclusión: especialistas en Anestesiología del Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño”, Hospital “Dr. Domingo Luciani”, Hospital “Dr. Carlos Arvelo” y Hospital Universitario de Caracas. Pacientes ASA I y II, con edades comprendidas entre 18 y 60, sometidos a anestesia general inhalatoria y relajación neuromuscular. Criterios de exclusión:

residentes del curso de especialización en anestesiología, pacientes con patologías neuromusculares, con alteraciones psiquiátricas, neurológicas y cognitivas, con enfermedad renal o hepática, pacientes embarazadas, pacientes con IMC mayor o igual a 30, estómago lleno, pacientes que reciben tratamiento con aminoglucósidos y sulfato de magnesio y pacientes con vía aérea difícil predicha.

## **Procedimiento**

Se incluyeron todos los especialistas en anestesiología del Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño” (n=39), Hospital “Dr. Domingo Luciani” (n=15), Hospital “Dr. Carlos Arvelo” (n=17) y Hospital Universitario de Caracas (n=15) y pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión. Previo al ingreso del paciente a quirófano se le explicó al adjunto que estaba asignado a dicho caso el procedimiento a realizar conjuntamente con la firma del consentimiento informado. En el área de preanestesia se le explicó al paciente el procedimiento a realizar durante el acto anestésico, se solicitó simultáneamente firma del consentimiento informado y se tomó una vía periférica, y se administró Midazolam a dosis de ansiólisis de 0,04mg/kg,. Al ingreso a quirófano se realizó monitorización ASA estándar más calibración del dispositivo del TOF-Watch el cual fue colocado en el antebrazo en donde no tenía la vía periférica, los electrodos fueron colocados en el territorio del nervio ulnar (región de la muñeca) y el aceleromiógrafo en el dedo pulgar. La inducción anestésica se realizó con los siguientes fármacos: Fentanil a dosis de 2 mcg/Kg, Lidocaina 1% a dosis de 1,5 mg/Kg, Propofol: 2,5 mg/kg, Bromuro de rocuronio a dosis de 0.6 mg/Kg y dosis de refuerzo a 0,15 mg/Kg en caso de ser necesario. El halogenado utilizado fue sevofluorane. Al culminar la cirugía se procedió al cierre del halogenado, y el anestesiólogo decidía el momento de la administración de la reversión (neostigmine a dosis de 0,04 a 0,08 mg/kg de peso más atropina de 0,015 a 0,03 mg/kg de peso). Se excluyeron los pacientes que presentaran bradicardia o alteraciones hemodinámicas, que no respondieran al uso de fármacos. Posteriormente, se aplicó el instrumento de recolección de datos (entrevista) al anestesiólogo adjunto. Seguidamente, el investigador registraba el valor de la relación T4/T1 del TOF- Watch al momento de retirar el tubo endotraqueal y el soporte ventilatorio. Dicho valor fue desconocido por el anestesiólogo adjunto. Las mediciones fueron registradas por los investigadores del estudio, los datos se recolectaron en cuadros y se representaron en gráficos.

La muestra se consideraría fallida si se presentaba interferencia de otro adjunto o residente de anestesiología en el momento de la realización de la entrevista y pacientes que no cumplieran con los criterios de interrupción de soporte ventilatorio.

### **Registro de datos**

Se utilizó como método de recolección de datos una entrevista que se le realizaba al anestesiólogo adjunto. Se registró el valor de la relación T4/T1 de la aceleromiografía medido al momento de la interrupción del soporte ventilatorio. (Ver anexo 1 y 2)

### **Tratamiento estadístico**

La base de datos fue registrada en el programa SPSS 13.0 para Windows. Los datos fueron expresados en frecuencias, medias, desviaciones estándar, intervalos de confianza, coeficiente de correlación. El análisis de los resultados se realizó con T de student, Chi<sup>2</sup>, Valores de  $p < 0,05$  se consideraron estadísticamente significativos.

### **Recursos administrativos**

**Institucionales:** Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño”, Hospital “Dr. Domingo Luciani”, Hospital “Dr. Carlos Arvelo” y Hospital Universitario de Caracas

**Humanos:** Investigadores, especialistas en anestesiología, colaboradores: pacientes, personal de enfermería, asesor metodológico y estadístico.

**Equipos y Fármacos e Instrumentos:** Monitorización neuromuscular a través de la aceleromiografía, drogas y halogenados empleados en anestesia general inhalatoria, Bromuro de Rocuronio, atropina, Neostigmine. Consentimiento informado por escrito. Instrumento de recolección de datos: Entrevista realizada por el investigador.

**Financiamiento:** Será de carácter mixto: propio e institucional.

## RESULTADOS

Se estudiaron en total 4 hospitales con una muestra de 86 especialistas en anestesiología que fueron incluidos en el estudio, de los cuales, 39 (45,35%) fueron del Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño”, 17 (19,77%) del Hospital “Dr. Carlos Arvelo”, 15 (17,44%) del Hospital “Dr. Domingo Luciani” y 15 (17,44%) del Hospital Universitario de Caracas. (Gráfico 1).

Con respecto a los años de experiencia el promedio para los anestesiólogos del Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño” fue de  $X=10,38 \pm 9,01$  ( $r=1-35$ ) años, para el Hospital “Dr. Domingo Luciani”  $X=8,6 \pm 8,14$  ( $r=1-25$ ) años, para el Hospital “Dr. Carlos Arvelo”  $X=6,44 \pm 7,63$  ( $r=1-30$ ) años y para el Hospital Universitario de Caracas  $X=7 \pm 7,18$  ( $r=1-27$ ). (Gráfico 2)

Hubo un total de 86 pacientes evaluados, de los cuales 39 (45,35%) fueron del Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño”, 17 (19,77%) del Hospital “Dr. Carlos Arvelo”, 15 (17,44%) del Hospital “Dr. Domingo Luciani”, y 15 (17,44%) del Hospital Universitario de Caracas. En total se evaluaron 44 (51,2%) masculinos, y 42 (48,8%) femeninos (Gráfico 3). El promedio de edad de los pacientes estudiados, fue  $X=34,94 \pm 11,73$  ( $r=18-59$ ) años, con un peso  $X=68,21 \pm 11,00$  ( $r=49-95$ ) Kg, y con una talla  $X=166,13 \pm 8,21$  ( $r=145-185$ ) cm. (Gráficos 4, 5 y 6).

Las cirugías tuvieron una duración en promedio de  $X=106,27 \pm 41,84$  ( $r=45-240$ ) minutos (Gráfico 7), y se utilizaron como dosis total de Bromuro de Rocuronio  $X=49,24 \pm 15,56$  ( $r=20-90$ ) miligramos.

En la evaluación de los parámetros clínicos que utilizan los especialistas en anestesiología para determinar la recuperación del bloqueo neuromuscular se observó que el sostén cefálico es utilizado por 57 (63,3%) de los especialistas en anestesiología ( $p=0,003$ ), la presión palmar 17 (19,8%) ( $p<0,005$ ), la apertura ocular 50 (58,1%) ( $p=0,131$ ), el test de depresión lingual 3 (3,5%) ( $p<0,005$ ), la elevación de miembros inferiores 30 (34,9%) ( $p=0,005$ ), la fuerza del masetero 4 (4,7%) ( $p<0,005$ ) y la deglución 29 (33,7%) ( $p=0,003$ ). La distribución según Hospitales se pueden observar en los gráficos 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

En la estimación de los parámetros ventilatorios que utilizan los especialistas en anestesiología para determinar la recuperación del bloqueo neuromuscular, el volumen corriente lo utilizan

64 (74,4%) ( $p < 0,005$ ), y la presión inspiratoria negativa 32 (37,2) ( $p = 0,018$ ). La distribución según Hospitales se observa en los gráficos 15 y 16.

De los especialistas en anestesiología, 73 (84,9%) toman en consideración otros criterios individuales para determinar la recuperación del bloqueo neuromuscular, entre los que se pueden mencionar: estado de conciencia, seguir ordenes, capnografía y capnometría, saturación de oxígeno, expansibilidad torácica, frecuencia respiratoria adecuada, y recuperación de reflejos protectores de la vía aérea.

Del total de especialistas en anestesiología, 82 (95,3%) utilizaron al menos un parámetro clínico y/o ventilatorio. Ninguno de los encuestados utilizó los 9 parámetros, 19 (22,1%) utilizaron 5 parámetros, 18 (20,9%) utilizaron 4 parámetros, 18 (20,9%) utilizaron 2 parámetros, 6 (7%) utilizaron 1 parámetro, 3 (3,5%) utilizaron 6 parámetros, 1 (1,2%) utilizó 7 parámetros y 4 (4,7%) no utilizaron ninguno.

La monitorización de la relajación neuromuscular es utilizada por 18 (20,9%) de los especialistas en anestesiología. La distribución según Hospital se observa en el gráfico 17. De estos especialistas, siempre lo utilizan 2 (2,3%), casi siempre 2 (2,3%) y pocas veces 14 (16,3%). La distribución según Hospital se observa en el gráfico 18.

De los especialistas en anestesiología que no utilizan la monitorización de la relajación neuromuscular, 58 (85,29%) explican que la falta de uso es porque no se dispone de este sistema de monitorización en la institución, 5 (7,35%) no les parece útil y 5 (7,35%) no lo saben utilizar. La distribución según Hospital se puede observar en el gráfico 19.

De la muestra 13 de los 18 especialistas en anestesiología que utilizan la monitorización tienen menos de 15 años de experiencia.

De la muestra de especialistas en anestesiología 85 (98,8%) conoce el concepto de relajación residual (Gráfico 20) y de estos, 66 (76,7%) respondieron la pregunta sobre el valor del TOF para determinar la recuperación del bloqueo neuromuscular, con un  $X = 76,67 \pm 22,07$  ( $r = 10-95$ ). (Gráfico 21). Sólo 38 (44,2%) indicaron un valor de TOF mayor o igual a 90 para asegurar recuperación del bloqueo neuromuscular.

El TOF extubación fue en  $X= 70,91 \pm 14,73$  ( $r=20-100$ ) ( $p<0,005$ ). La distribución según Hospital se observa en el gráfico 22.

Únicamente 11 pacientes (12,8%) fueron extubados con un TOF de 90 o más. 33 (38,4%) fueron extubados con un TOF de 70 y 10 pacientes (11,8%) con un TOF de menos de 50. (Gráfico 23).

Se demuestra que los años de experiencia no tienen relación con el valor de TOF al momento de la extubación.

## DISCUSIÓN

Los estudios han demostrado que los parámetros clínicos y ventilatorios empleados para evaluar la recuperación del bloqueo neuromuscular no se correlacionan con los valores de TOF que eviten la presencia de relajación residual<sup>(30)</sup>.

El bloqueo residual al final del procedimiento quirúrgico es un asunto que hace mucho tiempo ha venido preocupando a los anestesiólogos<sup>(31)</sup>. Los estudios demuestran que la relación T4/T1 menor de 0,9 está asociada al empeoramiento de la respuesta ventilatoria a la hipoxia y de la función de los músculos de la faringe y del esfínter esofágico superior, predisponiendo la aspiración pulmonar y las complicaciones ventilatorias<sup>(2, 31-33)</sup>.

Naguib y col, realizó un estudio donde se encuestaron 2636 anestesiólogos europeos y americanos, encontró que el 43% de los europeos y el 68% de los americanos consideran que la elevación de la cabeza por más de 5 segundos es un parámetro confiable de recuperación de bloqueo neuromuscular<sup>(34)</sup>. El Mikatti en un estudio de 7 voluntarios despiertos, que se les administró dosis creciente de pipecuronio, reportándose que 6 de los 7 pacientes lograron sostener su cabeza más de 5 segundos con valores de TOF de 0.5, lo cual corrobora la falta de relación entre la elevación de la cabeza y la recuperación total del bloqueo neuromuscular<sup>(35)</sup>.

En este estudio se evidenció que los parámetros clínicos son empleados con mayor frecuencia que la monitorización objetiva, siendo el sostén cefálico el parámetro clínico más utilizado por los especialistas en anestesiología de los centros estudiados, seguido de la apertura ocular. Sin embargo, los especialistas en anestesiología no emplean todos los parámetros, a pesar de que estas pruebas son imprecisas, subjetivas y de uso limitado, ya que ameritan que el paciente este despierto; y el hecho de que puedan ser realizadas por el paciente, no excluye la presencia de cierto grado de parálisis residual<sup>(36-38)</sup>. Se evidenció que un 95,3% de los especialistas empleaba al menos 1 parámetro clínico de recuperación del bloqueo neuromuscular, y ninguno reportó emplear todos los parámetros, lo cual explica que existe más riesgo de desarrollar parálisis neuromuscular residual y sus consecuencias, haciendo énfasis entre la gran variabilidad y amplia gama entre los valores objetivos a relacionar con cada signo clínico<sup>(36)</sup>. Además, se describieron criterios que no forman parte de los parámetros que evalúan la

recuperación del bloqueo neuromuscular, esto pone en evidencia el déficit de conocimiento en este tópico que forma parte fundamental del manejo anestésico de los pacientes.

En Venezuela no se han publicado estudios donde se cuantifique el uso de la monitorización neuromuscular. En México, solo un 2% de los anesthesiólogos utiliza monitorización neuromuscular<sup>(38)</sup>. En Uruguay, la monitorización es clínica en 87% de los casos, y solo 7% utiliza la electromiografía para monitorización de la relajación neuromuscular<sup>(39)</sup>. En Dinamarca y Alemania, los anesthesiólogos utilizan la monitorización neuromuscular en un 43% y 28% respectivamente<sup>(40-42)</sup>. En Francia, un 52% de los anesthesiólogos utiliza la monitorización de la relajación neuromuscular<sup>(43)</sup>.

En este estudio, solo el 20,9% de los anesthesiólogos especialistas utilizan la monitorización neuromuscular, y de estos solo el 2,3% lo utilizan siempre. En relación a los que no utilizan la monitorización, un 79%, la mayoría se justifican por no contar con dicho sistema de monitorización en sus instituciones.

En el estudio de Naguib, se evidencio que el 19% de los anesthesiólogos europeos encuestados y 9,4% de los estadounidenses nunca usan la monitorización de la relajación neuromuscular y un 5% y 8% respectivamente, reporto que no era necesario el monitoreo del TOF y un 11% y 2% de los encuestados mencionaron que era innecesario. Además, Naguib reporto que un 29,8% de europeos y un 77% de los estadounidenses no contaban con este sistema de monitorización en su institución<sup>(32)</sup>. En un estudio realizado en Alemania por Fuchs-Buder, fueron encuestados 2182 anesthesiólogos, 54% de centros privados y 46% de centros públicos. Solo el 43,3% de los centros privados contaban con monitoreo neuromuscular y un 87,9% de los centros públicos, sin embargo, los signos clínicos fueron el criterio aplicado con mayor frecuencia para la evaluación de la recuperación del bloqueo neuromuscular<sup>(42)</sup>. Resultados similares a los obtenidos en nuestro estudio.

La Asociación de Anesthesiólogos de Inglaterra e Irlanda, en las recomendaciones acerca de la monitorización de la relajación neuromuscular publicadas en el año 2007, de los 702 anesthesiólogos encuestados, solo 9% empleaba la aceleromiografía de rutina. Las razones por las cuales no lo empleaban fueron: conocimiento acerca de la farmacocinética de los relajantes neuromusculares, la creencia de que el uso de monitores promueve el uso de relajante

neuromusculares y que los parámetros clínicos son adecuados. En nuestro estudio, la principal razón de los especialistas en anestesiología para justificar el no uso de la monitorización de la recuperación del bloqueo neuromuscular fue la no disponibilidad de dicho sistema de monitorización en las instituciones donde trabajan.

Murphy y col, al igual que Debane y col, sugieren el uso de la monitorización de la función neuromuscular de forma obligatoria, ya que reduce la incidencia de bloqueo residual, por tanto, existe la necesidad de utilizar la monitorización, que, objetivamente, cuantifique el grado de bloqueo neuromuscular, particularmente en su fase final de recuperación, que puede ser variable en cada paciente, llegando incluso hasta dos horas<sup>(3,7)</sup>.

El término relajación residual, lo conocen 98,8% de los anestesiólogos encuestados, pero solo 44, 2% indicaron que un valor de TOF mayor o igual a 90 asegura la recuperación del bloqueo neuromuscular. En Italia, Di Marco, reportó que un 73% de los anestesiólogos encuestados utilizan los test clínicos para determinar la recuperación del bloqueo neuromuscular, el TOF fue utilizado por el 35% de forma rutinaria y 24% de los anestesiólogos respondió que el valor del TOF al momento de la extubación debe ser igual o mayor a 0.9.<sup>(44)</sup>

Un estudio realizado en Dinamarca mostró que 91% de los anestesiólogos subestimaron la incidencia de relajación residual después del bloqueante neuromuscular de acción intermedia, 45% sabían que un valor de TOF > 0,9 excluye la relajación residual y un 13% nunca monitorizaban el grado de bloqueo<sup>(45)</sup>. En Brasil, 92% de los anestesiólogos consideran que el paciente ha recuperado el bloqueo neuromuscular mediante signos clínicos, un 53% nunca utiliza la monitorización neuromuscular y un 45% usa la reversión con neostigmina como rutina<sup>(46)</sup>. Resultados que se pueden correlacionar con este estudio.

La relajación residual siempre había sido evaluada en el área de recuperación, existen muy pocos trabajos publicados que evalúen los valores del TOF al momento de la extubación, sin embargo, la recuperación completa del bloqueo neuromuscular es necesaria al momento de la extubación para reducir el riesgo de eventos respiratorios. Eikermann y col. determinaron que alteraciones en el flujo inspiratorio y obstrucción de la vía aérea superior pueden estar presentes con valores de TOF de 0.83, así como la respuesta ventilatoria hipóxica se altera en

un 30% con valores de TOF de 0.7<sup>(47,48)</sup>. El periodo de mayor vulnerabilidad es durante la extubación endotraqueal y la recuperación completa del bloqueo neuromuscular, ya que es el momento donde más ocurren los eventos respiratorios como obstrucción de la vía aérea, aspiración de contenido gástrico y depresión ventilatoria<sup>(47)</sup>.

A pesar de que la incidencia de bloqueo neuromuscular residual no fue objetivo de nuestro estudio, se sabe que la misma, tiene un amplio rango de valores en distintos estudios que oscilan entre 2-64%, por varios factores como: diversidad de criterios sobre el valor que se considera relajación residual, ya que algunos autores mantienen que valores menores de 0,7 son lo que definen dicho concepto, el tipo de método de evaluación del tren de cuatro, el tipo de relajante muscular utilizado, el tipo de reversión, entre otros<sup>(47,48)</sup>. En nuestro estudio, se demostró que existe un porcentaje de especialistas en anestesiología que aun siguen manejando valores errados de definición objetiva de recuperación del bloqueo neuromuscular, refiriendo que el valor es 0,7.

En un estudio publicado por Bertrand, mencionan que el porcentaje de relajación residual presentado en la unidad de cuidados postanestésicos puede ser superior a 60% después de una única dosis de relajante neuromuscular no despolarizante de acción intermedia, por tanto, la recuperación total del bloqueo neuromuscular no se puede confirmar sólo por exámenes clínicos, se requiere el uso de la monitorización del bloqueo neuromuscular si se desea disminuir la incidencia de bloqueo residual<sup>(48)</sup>. Kopman y col. registraron que en el área de recuperación 17% de los pacientes presentaban relajación residual 30 minutos después de haber colocado la reversión neuromuscular<sup>(49)</sup>.

La sociedad americana de anestesiología, publica en el 2008 una editorial de datos recopilados durante 5 años, donde opinan que se debería incluir la monitorización neuromuscular objetiva en todas las salas de operaciones donde sea utilizado un agente bloqueante neuromuscular no despolarizante<sup>(50)</sup>, este sistema de monitorización debe estar siempre disponible, aunque no se utilice de forma rutinaria<sup>(51)</sup>.

Murphy realiza un estudio para demostrar que el uso de la monitorización neuromuscular intraoperatoria reduce la incidencia de efectos adversos respiratorios en el postoperatorio inmediato, demostrando que el uso de parámetros clínicos tienen una relación inexacta con

valores de TOF adecuados para la extubación, y que hay una amplia evidencia de bloqueo neuromuscular residual insospechada en el postoperatorio inmediato<sup>(54)</sup>.

En este estudio, el TOF al momento de la extubación fue en promedio de  $70,91 \pm 14,73$ , lo que permite inferir que un porcentaje de pacientes presentó relajación residual.

En el estudio publicado por De Sousa el valor promedio del TOF en el momento de la extubación fue 0,58% con rangos que iban de 0,17-0,78, y casi todos los niños que presentaban  $T4/T1 < 0,9$  al momento de la extubación habían recibido una dosis promedio de 0,03 mg/kg de neostigmina para la reversión del bloqueo<sup>(55)</sup>. Meretoja y Wirtavuori también estudiaron la recuperación de la función neuromuscular después de la administración de atracurio en niños, 15 minutos antes del final de la anestesia. Todos los niños recibieron 50 µg/kg de neostigmina para la reversión del bloqueo neuromuscular, el tiempo promedio de recuperación de  $T4/T1 \geq 0,9$  después de la reversión fue de 10 minutos, el valor promedio de  $T4/T1$  al momento de la retirada de la cánula endotraqueal fue igual a  $0,51 \pm 0,18$  y cuando llegaban a la sala de recuperación postanestésica, el valor era inferior a 0,9 ( $0,81 \pm 0,14$ )<sup>(56)</sup>.

Murphy en un estudio para determinar la parálisis residual al momento de la extubación, realizado en 120 pacientes en los cuales se utilizó bromuro de rocuronio para la intubación, y una vez concluida la cirugía se utilizaba neostigmine para revertir los efectos del relajante no despolarizante, el TOF inmediato al momento de la extubación fue en un 58% menor a 0.7 y en un 88% el valor era menor a 0.9, además determinaron que sólo el 12% de los pacientes tenían un TOF mayor de 0.9 al momento de la extubación<sup>(7)</sup>. Datos que se pueden relacionar con este estudio, donde se obtuvo que en sólo 11 pacientes (12,8%) fueron extubados con un TOF de 90 o más. Por ende, se puede deducir que un número importante de pacientes pudo haber presentado algún grado de bloqueo residual posterior a la extubación a pesar del uso de test clínicos y el uso de reversión del bloqueo neuromuscular.

La reversión de rutina del bloqueo neuromuscular al final de la anestesia no es una garantía del restablecimiento de la función neuromuscular al momento de la retirada de la cánula endotraqueal. El retorno de la función neuromuscular después de la administración de la neostigmina es la suma de la recuperación espontánea del bloqueo neuromuscular y de su aceleración por el anticolinesterásico. Así, la velocidad de restauración de la función

neuromuscular después de la administración de la neostigmina está afectada por la intensidad del bloqueo al momento de la reversión y por la dosis administrada del anticolinesterásico<sup>(55-57)</sup>. Corroborando esos datos, un estudio demostró que, en 40 adultos que recibieron rocuronio o cisatracurio, apenas uno en cada grupo presentaba TOF igual o mayor de 0,9 después de 15 minutos de la reversión con 0,05 mg/kg de neostigmina administrada cuando el bloqueo alcanzaba el valor de T1 = 6%. Después de 20 minutos de la reversión, la relación T4/T1 promedio era de 0,83 y 0,79 para los que recibieron cisatracurio o rocuronio, respectivamente<sup>(58)</sup>.

### **Limitaciones**

Las limitaciones de la investigación se circunscriben:

1. Muestra pequeña sobre todo relacionada a los hospitales ‘Dr. Domingo Luciani’, ‘Dr. Carlos Arvelo’ y Hospital Universitario de Caracas.
2. Ausencia o no publicación de trabajos de investigación en el uso de la monitorización neuromuscular al momento de la extubación en el país y pocos realizados en el exterior.
3. Poca o ninguna disponibilidad del TOF en los centros hospitalarios estudiados en relación a la cantidad de quirófanos en cada institución.
4. Tiempos quirúrgicos prolongados.

### **Recomendaciones**

1. Realizar nuevas investigaciones relacionadas con el uso de la monitorización neuromuscular con el fin de resaltar su importancia y relacionar sus resultados con disminuciones en la incidencia de relajación residual tanto al momento de la extubación como en las unidades de cuidados postanestésicos.
2. Incentivar a las instituciones médicas públicas y privadas a disponer de sistemas de monitorización de la relajación neuromuscular, ya que el ASA aunque no lo indica como obligatorio, recomienda que debe disponerse en cada quirófano.
3. Promover a los especialistas de los servicios de anestesiología a utilizar estos sistemas de monitorización.

4. Insistir en el uso de reversiones como neostigmine y sugammadex, más aun si no se utiliza monitorización de la recuperación del bloqueo neuromuscular.
5. Fomentar sistemas de educación continua sobre el uso, manejo, interpretación y evolución en el manejo de sistemas de monitorización de la relajación muscular.

### **Conclusiones**

1. Hasta el momento, dentro de la investigación en Venezuela no se había publicado un estudio en el que se evaluara la relajación neuromuscular al momento de la extubación.
2. Los parámetros clínicos son usados por la mayoría de los anestesiólogos para determinar la recuperación del bloqueo neuromuscular. Existe una amplia variedad de estos, sin embargo, los anestesiólogos emplean sólo algunos de ellos al momento de la extubación.
3. Un gran porcentaje reconoce otros parámetros que no se consideran como parte de recuperación del bloqueo neuromuscular, según la literatura, son parte de criterios individuales o de extubación.
4. La monitorización de la relajación neuromuscular es usada por un bajo porcentaje de anestesiólogos de manera rutinaria. la razón principal es que no disponen de este sistema de monitorización en las instituciones médicas.
5. A pesar de que la mayoría de los especialistas en anestesiología conoce el término de relajación residual, no todos conocen el valor de tren de cuatro que tienen que alcanzar los pacientes para decir que se han recuperado del bloqueo neuromuscular.
6. La inmensa mayoría de los pacientes fueron extubados con un TOF menor de 0,9, por tal motivo monitorizar la función neuromuscular es importante no solo para evitar el bloqueo residual y sus consecuencias, sino también porque evita la reversión innecesaria y sus posibles efectos perjudiciales.

## REFERENCIAS

1. Lennmarken C, Eriksson L, Wyon N, Johnson A. Attenuated ventilatory response to hypoxaemia at vecuronium induced partial neuromuscular block. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 1992; 36:710–5
2. Murphy R, Glenn S, Szokol A, Joseph W, Marymont L, Jesse H, et al. Intraoperative acceleromyographic monitoring reduces the risk of residual neuromuscular blockade and adverse respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesthesiology* 2008; 109:389–98
3. Debaene B, Plaud B, Dilly M. Residual Paralysis in the PACU after a Single Intubating Dose of Nondepolarizing Muscle Relaxant with an Intermediate Duration of Action *Anesthesiology* 2003; 98:1042–8.
4. Divatia JV, Kulkarni KP, Kerhalkar DP, Kakodkar PS. Residual Neuromuscular Blockade in the Recovery Room. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 1998;14:161-67.
5. Hassan H, Savarese A, John J. Monitoring of neuromuscular function. *Anesthesiology* 1976; 45: 2-10.
6. Accounting for perioperative deaths. *Lancet* 1987;330:1369-71.
7. Murphy M, Glenn S, Szokol H, Joseph W, Marymont L, Jesse H, et al. Residual Paralysis at the Time of Tracheal Extubation. *Anesth Analg* 2005;100:1840–5.
8. Pedersen T, Viby-Mogensen J, Bang U. Does perioperative tactile evaluation of the train-of-four response influence the frequency of postoperative residual neuromuscular blockade. *Anesthesiology* 1990; 73:835–9.
9. Beecher HK, Todd DP. A study of the deaths associated with anesthesia and surgery: based on a study of 548 anesthetics in ten institutions 1948-1952, inclusive. *Ann Surg* 1954; 140:2-35.
10. Lunn JN, Hunter AR, Scott DB. Anesthesia-related surgical mortality. *Anaesthesia* 1983; 38:1090–6.
11. Viby-Mogensen J, Chraemmer JB, Ording H. Residual curarization in the recovery room. *Anesthesiology*, 1979; 50:539-541.
12. Wilson R, Ali H, Savarese J, Kitz M. The effect of tubocurarine on indirectly elicited train-of-four muscle response and respiratory measurements in humans. *Br J Anaesth* 1975; 47:570-4.

13. Cullen DJ, Brand JB, Wilson L, Ali HH: Spontaneous recovery from nondepolarizing neuromuscular blockade: Correlation between clinical and evoked responses. *Anesth Analg* 1977; 56:55-8.
14. Kopman R, Aaron F, Yee L, Pamela D, Neuman B, George G. Relationship of the Train-of-four Fade Ratio to Clinical Signs and Symptoms of Residual Paralysis in Awake Volunteers. *Anesthesiology* 1997 April 86; 4:765-771
15. Nilsson L, Eriksson F, Olsson R, Witt H, Kuylenstierna R, Ekberg O. Videoradiographical computerized manometry in assessment of pharyngeal function in partially paralysed humans. *Anesthesiology* 1995; 83: 886.
16. Smith CE, Donati F, Bevan DR. Differential effects of pancuronium on masseter and adductor pollicis muscles in humans. *Anesthesiology* 1989; 71:57-61.
17. Pavlin EG, Holle RH, Schoene R. Recovery of airway protection compared with ventilation in humans after paralysis with curare. *Anesthesiology* 1989; 70:381-5.
18. Debaene B, Plaud B, Dilly MP. Residual paralysis in the PACU after a single intubating dose of nondepolarizing muscle relaxant with an intermediate duration of action. *Anesthesiology* 2003; 98:1042-8
19. Shorten GD, Merk H, Sieber T. Perioperative train-of-four monitoring and residual curarization. *Can J Anaesth* 1995; 42:711-5
20. Naguib M, Kopman AF, Ensor JE. Neuromuscular monitoring and postoperative residual curarization. *Br J Anaesth* 2007; 99:297-9.
21. Baillard C, Gehan G, Reboul-Marty J. Residual curarization in the recovery room after vecuronium. *Br J Anaesth* 2000; 84:394-5.
22. Hayes AH, Mirakhur RK, Breslin DS. Postoperative residual block after intermediate-acting neuromuscular blocking drugs. *Anaesthesia* 2001; 56:312-8.
23. Lozano J, Galindo J, García JC. *Bioquímica para ciencias de la salud*. España (Madrid): McGraw-Hill Interamericana; 1995. p. 461-470.
24. Aldrete M, Guevara A, Uriah C, Emilio M. *Texto de anestesiología teórico-práctica*. 2 ed. México: Editorial El anual moderno; 2004. p. 95-116.
25. Morgan G, Mikhail E, Maged S, Murray M, Michael J. *Anestesiología clínica*. 4 ed. México: Editorial El anual moderno; 2007. p. 199-220.
26. Sota Omoigui's. *Anesthesia Drugs Handbook*. 3 ed. USA; 1999. p. 195.
27. Benoît P, Debaene B, Donati F. Residual paralysis after emergence from anesthesia. *Anesthesiology* 2010; 112:1013-22.

28. Beecher HK, Todd DP. A study of the deaths associated with anesthesia and surgery: based on a study of 548 anesthetics in ten institutions 1948-1952, inclusive. *Ann Surg* 1954; 140:2-35.
29. Ansermino JM, Sanderson PM, Bevan JC, et al. Acceleromyography improves detection of residual neuromuscular blockade in children. *Can J Anaesth* 1996;43:589-94.
30. Kopman AF, Eikermann M. Antagonism of non-despolarising neuromuscular block: current practice. *Anaesthesia* 2009; 64:22-30.
31. Kopman AF, Kopman DJ. Antagonism of profound cisatracurium and rocuronium block: the role of objective assessment of neuromuscular function. *J Clin Anesth* 2005; 17:30-35.
32. Naguib M. A survey of current management of neuromuscular block in the United States and Europe. *Anest and Analg* 2010; 111:110-9.
33. El Mikatti. Pulmonary function and head lift during spontaneous recovery from pipecuronium neuromuscular block. *Br J anesth* 1995; 74:16-9.
34. Kopman AF. Neuromuscular blocking agents: new insights and old controversies. *Sem Anesth Perioperat Med Pain* 2002; 21:75-85.
35. Viby-Mogensen J. Is postoperative residual curarizations still a problem? *Sem Anesth Perioperat Med Pain* 2002; 21: 130-134.
36. Bevan D. Recovery from neuromuscular block and its assessment. *Anesth Analg*. 2000; 90 (5): 7-13.
37. Kopman A. undetected residual neuromuscular block has consequences. *Anesthesiology* 2008; 109: 363-364.
38. Nava A, Ramirez JC, Moyao D, Garduno J, Salmeron J. Preferences of Mexican anesthesiologists for vecuronium, rocuronium, or other neuromuscular blocking agents: a survey. *BMC Anesthesiol* 2002; 2:2.
39. Saralegui J, Olazabal R. Encuesta sobre el uso de relajantes neuromusculares en Uruguay. *Anesth Analg Reanim* 1999 Dic 2; 347: 284-7.
40. Sorgenfrei IF, Viby-Mogensen J, Swiatek FA. Does evidence lead to a change in clinical practice? Danish anaesthetists and nurse anesthetists clinical practice and knowledge of postoperative residual curarization. *Ugeskr Laeger* 2005;167: 3878-82.
41. Fuchs T, Hofmockel R, Geldner G, Diefenbach C, Ulm K, Blobner M. The use of neuromuscular monitoring in Germany. *Anaesthetist* 2003; 52:522-6.

42. Fuchs T. Application of neuromuscular monitoring in Germany. *Anesthesist* 2008; 57(9): 908-14.
43. Fuchs T. Monitoring of neuromuscular block and prevention of residual paralysis. *Ann Fr Anesth Reanim* 2009; 28(2):54.
44. Di marco L. Knowledge of residual curarization: an Italian survey. Department of anesthesia and intensive care medicine. *Acta anaesthesia scand* 2010; 54(3):307-12.
45. Sorgenfrei I, Viby-Mogensen J, Swiatek S. Forer evidens til ændret klinisk praksis? Danske anæstesi-lægers og anæstesi-plejerskers kliniske praksis og viden om postoperativ restkurarisering. *Ugeskr Læger* 2005; 167:3878-3882.
46. Almeida M. Uso de bloqueadores neuromusculares Brasil. *Rev Bras Anesthesiol* 2004; 54:850-864.
47. Eikermann M, Groeben H, Husing J, Peters J. Accelerometry of adductor pollicis muscle predicts recovery of respiratory function from neuromuscular blockade. *Anesthesiology* 2003; 98:1333-7.
48. Bessinger U, Schimek F, Lenz G. Postoperative residual paralysis and respiratory status: a comparative study of pancuronium and vecuronium. *Physiol Res* 2000;49:455-62.
49. Ansermino J, Sanderson P, Bevan J, Bevan D. Acceleromyography improves detection of residual neuromuscular blockade in children. *Can J Anaesth* 1996;43:589-94.
50. Sorin J, Glenn M. Residual Neuromuscular Block: Lessons Unlearned. Part II: Methods to Reduce the Risk of Residual Weakness. *Anesth Analg* 2010;111:129-40.
51. Kopman A, Eikermann M. Antagonism of non-despolarising neuromuscular block: current practice. *Anaesthesia* 2009; 64(1):22-30.
52. The American Society of Anesthesiologists. Undetected Residual Neuromuscular Block Has Consequences. *Anesthesiology* 2008; 109:363-4.
53. The American Society of Anesthesiologists. Practice guidelines for postanesthetic care. *Anesthesiology* 2002; 96:742-52.
54. Murphy G, Szokol J, Marymont H, Greenberg S, Avram M, Vender J, et al. Intraoperative acceleromyography monitoring reduces the risk of residual neuromuscular blockade and adverse respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesthesiology* 2008; 109:389-98.

55. De Souza C, Romero F, Tardelli M. Evaluación del Bloqueo Neuromuscular en Niños al Momento de la Reversión del Bloqueo y de la Retirada de la Cánula Endotraqueal. *Rev Bras Anesthesiol* 2011; 61(2): 78-83.
56. Meretoja O, Wirtavuori K. Influence of age on the dose-response relationship of atracurium in paediatric patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 1988; 32:614-618.
57. Kopman A, Eikermann M. Antagonism of non-despolarising neuromuscular block: current practice. *Anaesthesia*, 2009;64 (1):22-30.
58. Kopman A. Neuromuscular blocking agents: new insights and old controversies. *Semin Anesth Perioperat Med Pain* 2002; 21:75-85.
59. Bevan J, Collins L, Fowler C. Early and late reversal of rocuronium and vecuronium with neostigmine in adults and children. *Anesth Analg* 1999; 89:333-339.
60. Kopman A, Kopman D. Antagonism of profound cisatracurium and rocuronium block: the role of objective assessment of neuromuscular function. *J Clin Anesth* 2005; 17:30-35.

## **ANEXO 1**

### **Entrevista**

**Fecha:**

**-Datos del Adjunto:**

Hospital:

Año (s) de experiencia:

**-Datos del Paciente:**

Sexo:

Edad:

Peso:

Talla:

**-Duración de la cirugía:**

**-Dosis total de rocuronio:**

**1. Cuál o cuáles de los siguientes parámetros clínicos y ventilatorios utiliza usted para determinar que el paciente se ha recuperado del bloqueo neuromuscular:**

- a. Sostén cefálico
- b. Presión palmar.
- c. Apertura ocular.
- d. Test de depresión lingual.
- e. Elevación de miembros inferiores.
- f. Fuerza del masetero.
- g. Deglución.
- h. Otros parámetros clínicos.
- i. Volumen corriente.
- j. Presión inspiratoria negativa.
- k. Otros parámetros ventilatorios.

**2. Usted utiliza la monitorización de la relajación neuromuscular?**

- a. Si:            b. No:

**3. Si la respuesta fue afirmativa, con cuál frecuencia usted utiliza la monitorización de la relajación neuromuscular?**

- a. Siempre
- b. Casi siempre
- c. Pocas veces

**4. Si su respuesta fue negativa, cuál sería la causa?**

- a. No lo sabe utilizar.
- b. No dispone de este sistema de monitorización en la institución.
- c. No me parece útil.

## ANEXO 2

<b>Años de Experiencia</b>	<b>Valor (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
0 a 3 años		
4 a 7 años		
8 años o más		

<b>Sexo</b>	<b>Valor (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Femenino		
Masculino		
Duración de la cirugía		
Dosis total de bromuro de rocuronio		

<b>Parámetros</b>	<b>Valor (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Sostén cefálico		
Presión palmar.		
Apertura ocular.		
Test de depresión lingual.		
Elevación de miembros inferiores.		
Fuerza del masetero.		
Deglución.		
Otros parámetros clínicos.		
Volumen corriente.		
Presión inspiratoria negativa.		
Otros parámetros ventilatorios.		

<b>Uso de tren de cuatro</b>	<b>Valor (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Si		
No		

<b>Frecuencia de Uso del Tren de cuatro</b>	<b>Valor (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Siempre		
Casi siempre		
Pocas veces		
Nunca		

<b>Valor del Tren de cuatro</b>	<b>Valor (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
0.1		
0.2		
0.3		
0.4		
0.5		
0.6		
0.7		
0.8		

0.9		
1		

### ANEXO 3

#### FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: \_\_\_\_\_

Datos de identificación

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_

Historia clínica \_\_\_\_\_

Nombre del procedimiento que se va a realizar \_\_\_\_\_

Declaración del paciente

Me han explicado y he comprendido satisfactoriamente la naturaleza y propósitos de este procedimiento. También me han aclarado todas las dudas y me han dicho los posibles riesgos y complicaciones. Doy consentimiento para que me efectúen el procedimiento descrito arriba y los procedimientos complementarios que sean necesarios, a juicio de los profesionales que lo llevan a cabo. Doy mi consentimiento para que se administre la anestesia señalada arriba, así como las medidas complementarias que se estimen oportunas.

Firma del paciente

\_\_\_\_\_

Firma de los investigadores

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO 4

### FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: \_\_\_\_\_

Datos de identificación

Nombre del anestesiólogo: \_\_\_\_\_

Me han explicado y he comprendido satisfactoriamente la naturaleza y propósitos de este estudio. Todos los datos expresados serán confidenciales. Doy consentimiento para que se realice la entrevista, y que los resultados de esta pueda ser publicada, sin que se revele la identidad de los participantes.

Firma del adjunto

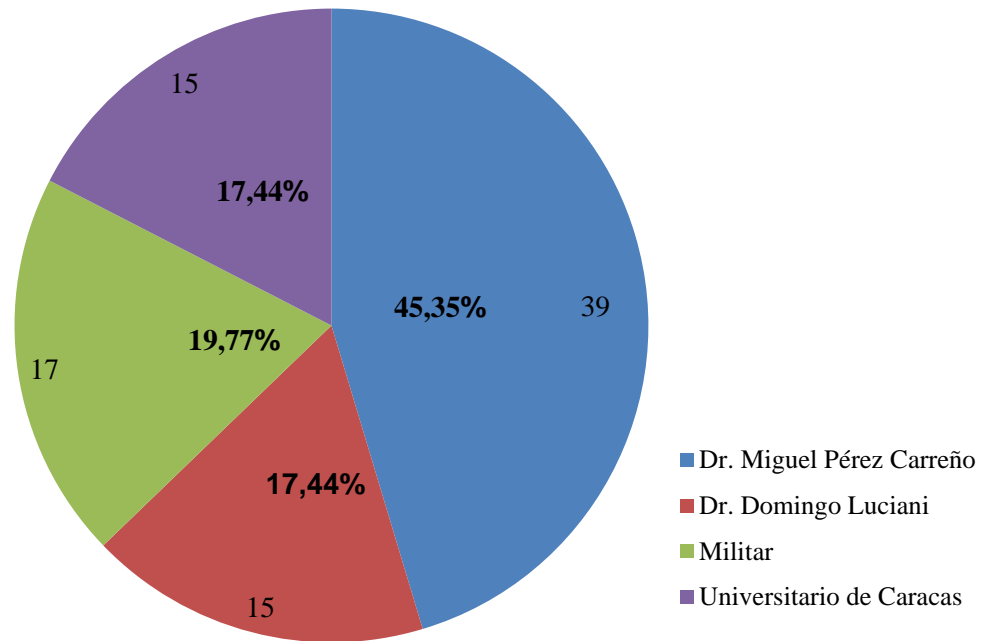
\_\_\_\_\_

Firma de los investigadores

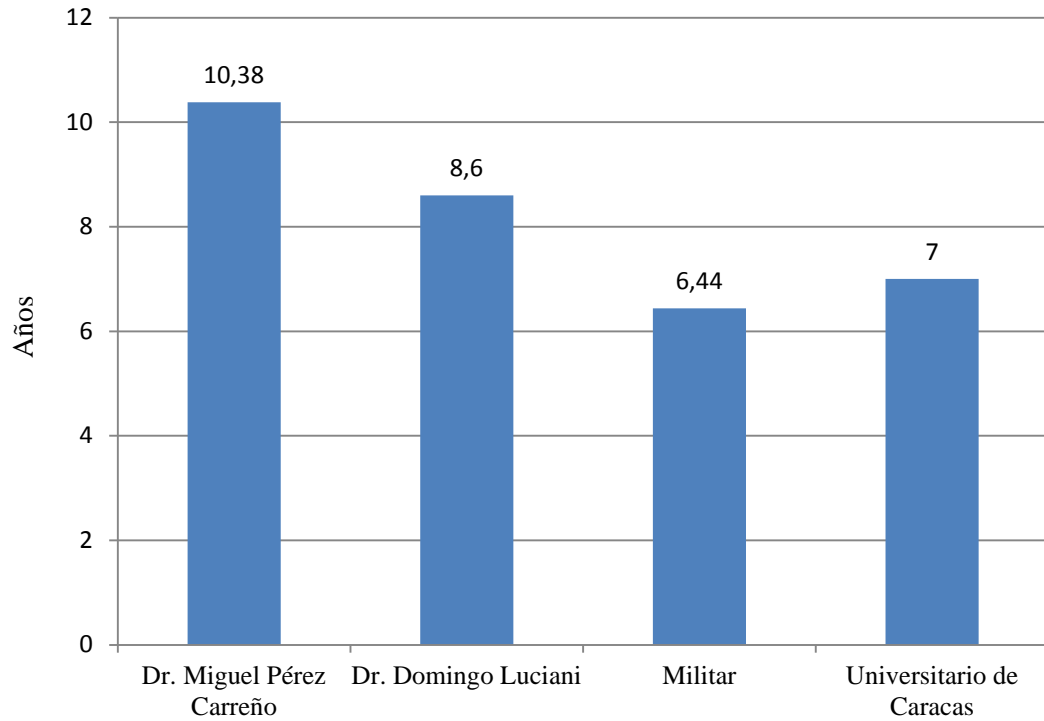
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

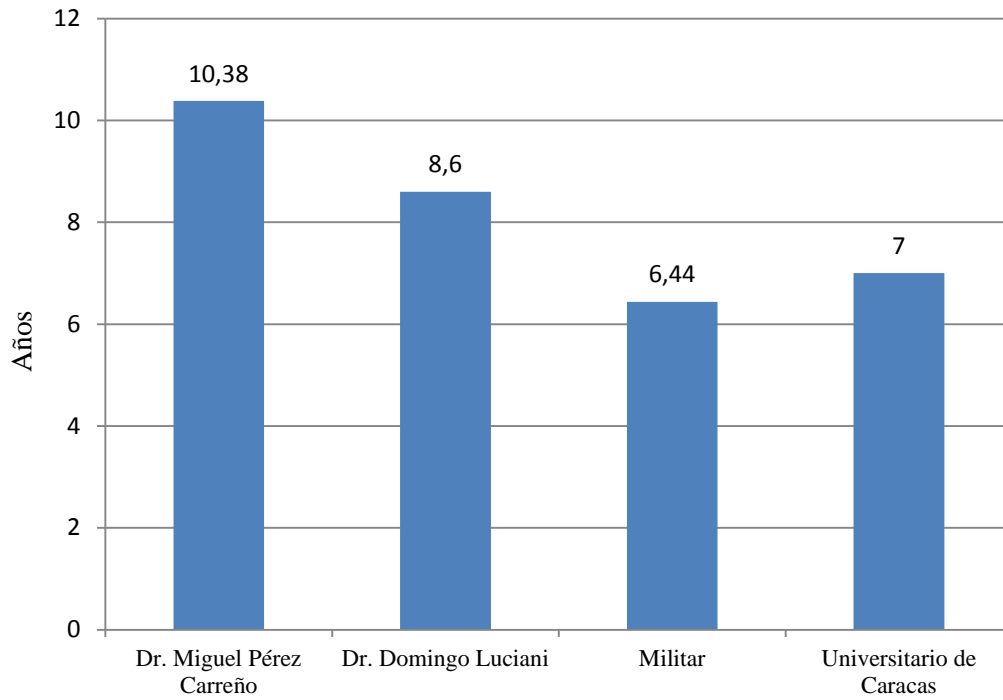
**Gráfico N° 1. Distribución por Hospital de los anesthesiólogos participantes del estudio sobre el uso de la monitorización de la recuperación del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



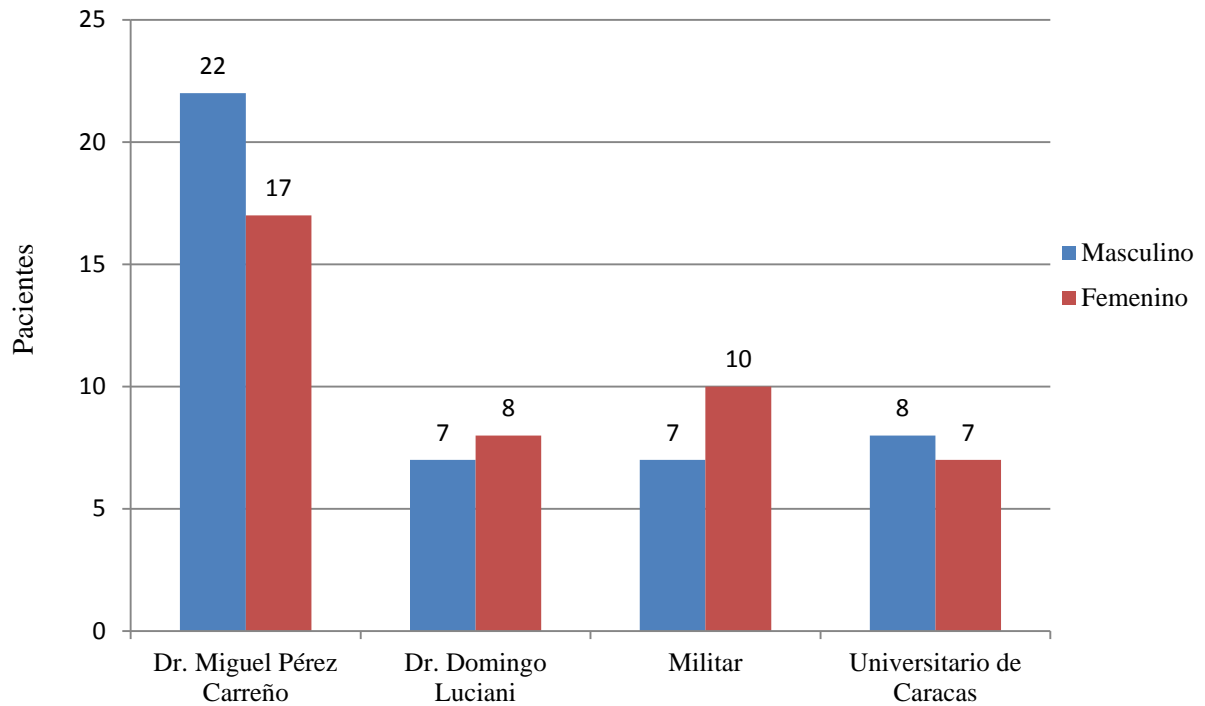
**Gráfico N° 2. Distribución por hospital y promedio de años de experiencia de lo adjuntos anesestesiologos participantes del estudio sobre la monitorizacion de la recuperacion del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



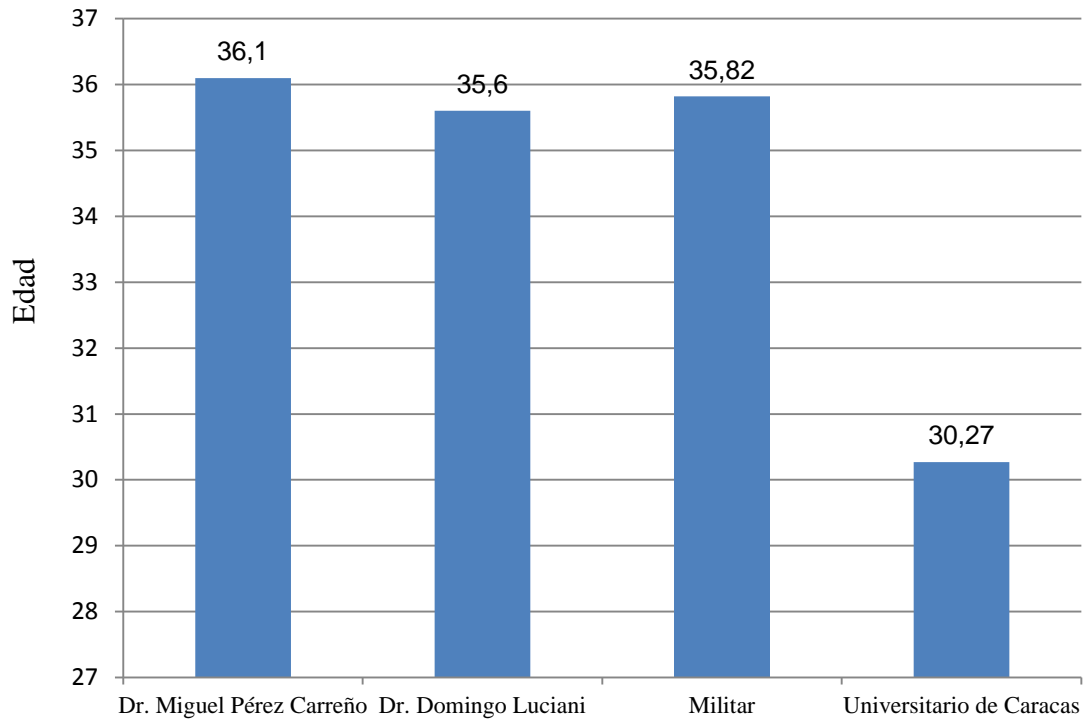
**Gráfico N° 2. Distribución por hospital y promedio de años de experiencia de lo adjuntos anesthesiologos participantes del estudio sobre la monitorizacion de la recuperacion del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



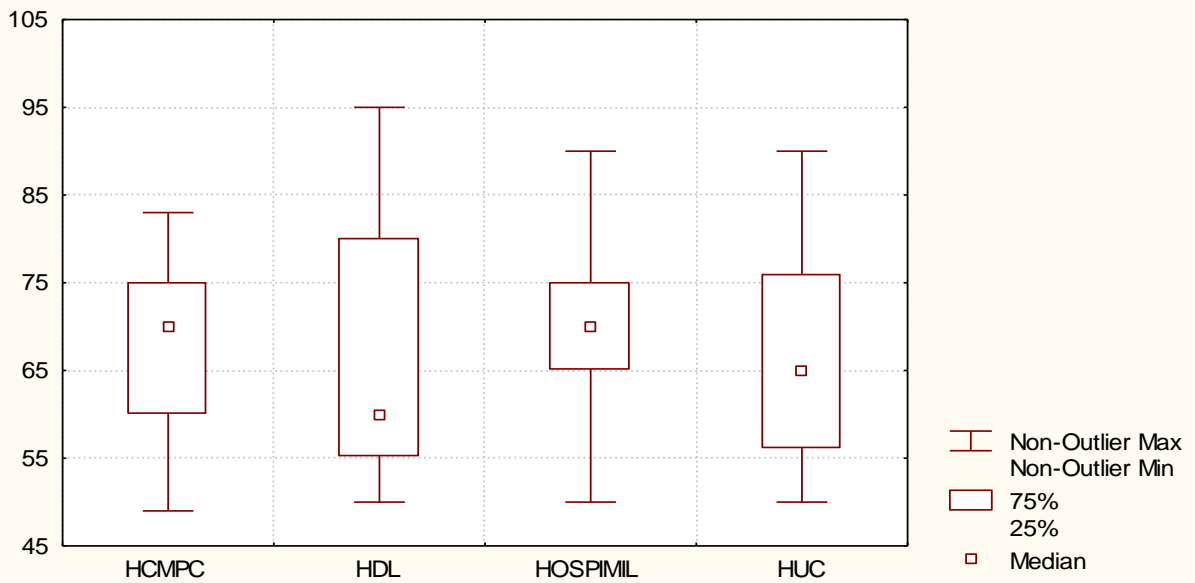
**Gráfico N° 3. Distribución por hospital y sexo de los pacientes participantes del estudio sobre monitorización de la recuperación del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



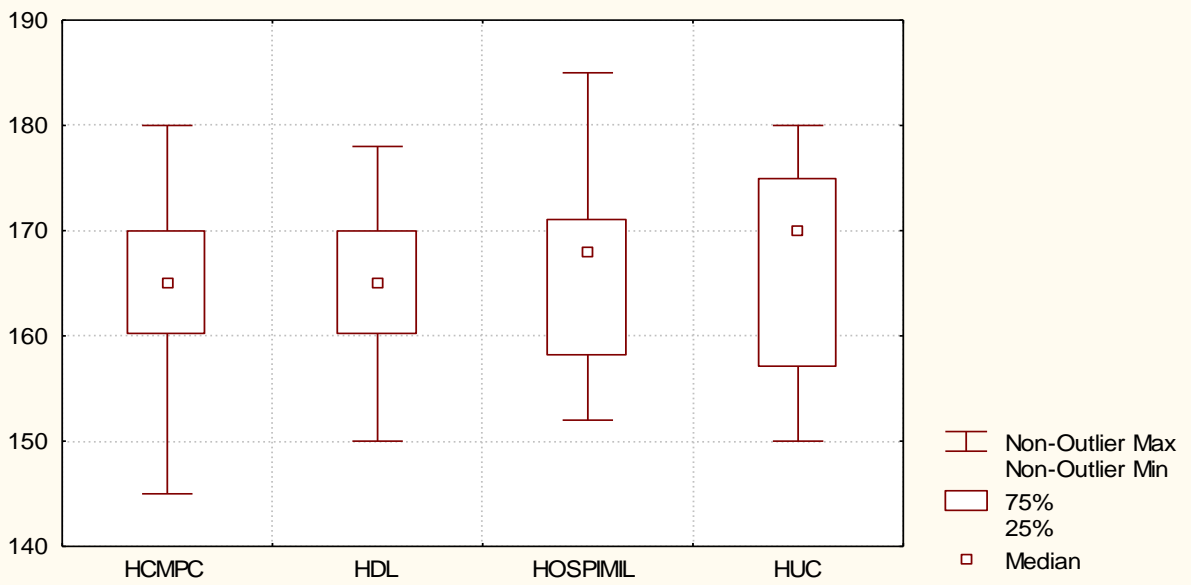
**Gráfico N° 4. Promedio de edad de los pacientes del estudio sobre monitorización de la recuperación del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



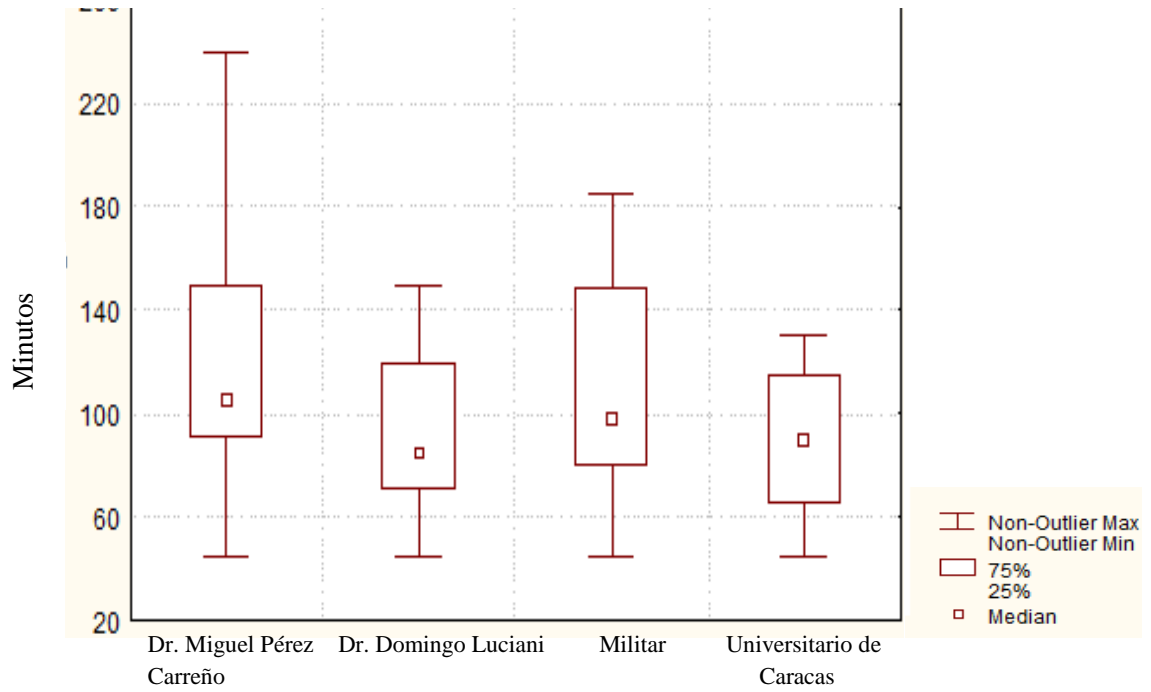
**Gráfico Nº 5. Distribución por peso de los pacientes estudiados sobre recuperación del bloqueo neuromuscular, Caracas 2011.**



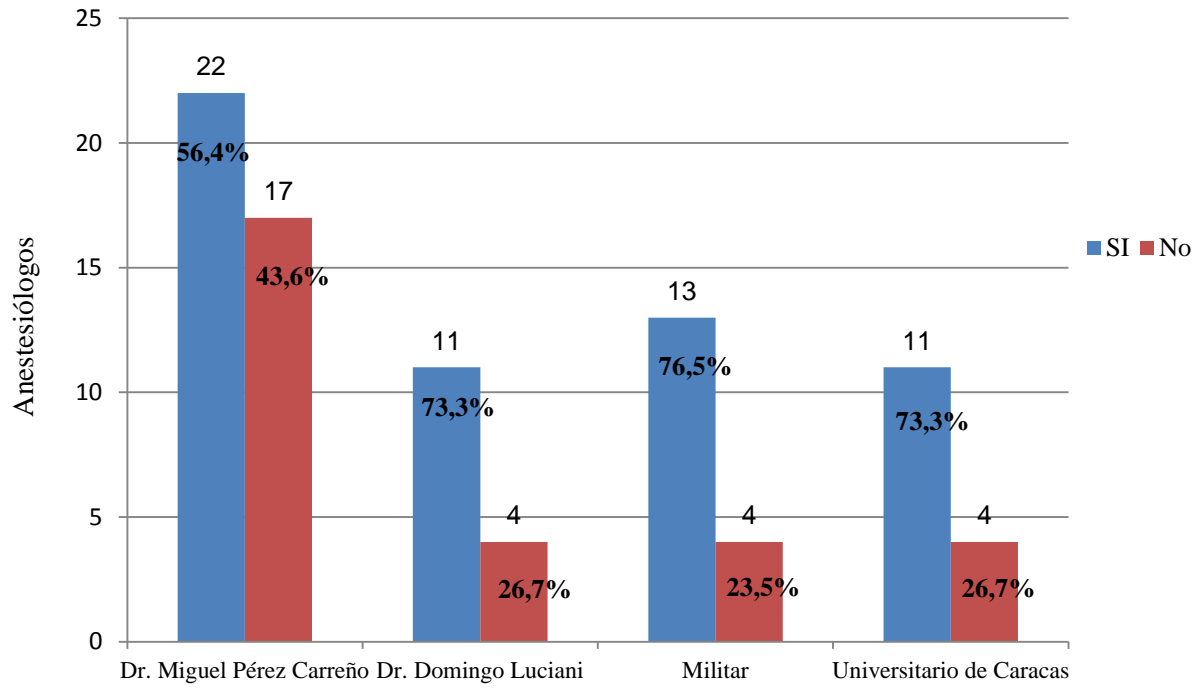
**Gráfico Nº 6. Distribución por Talla de los pacientes del estudio sobre recuperación del bloqueo neuromuscular, Caracas 2011.**



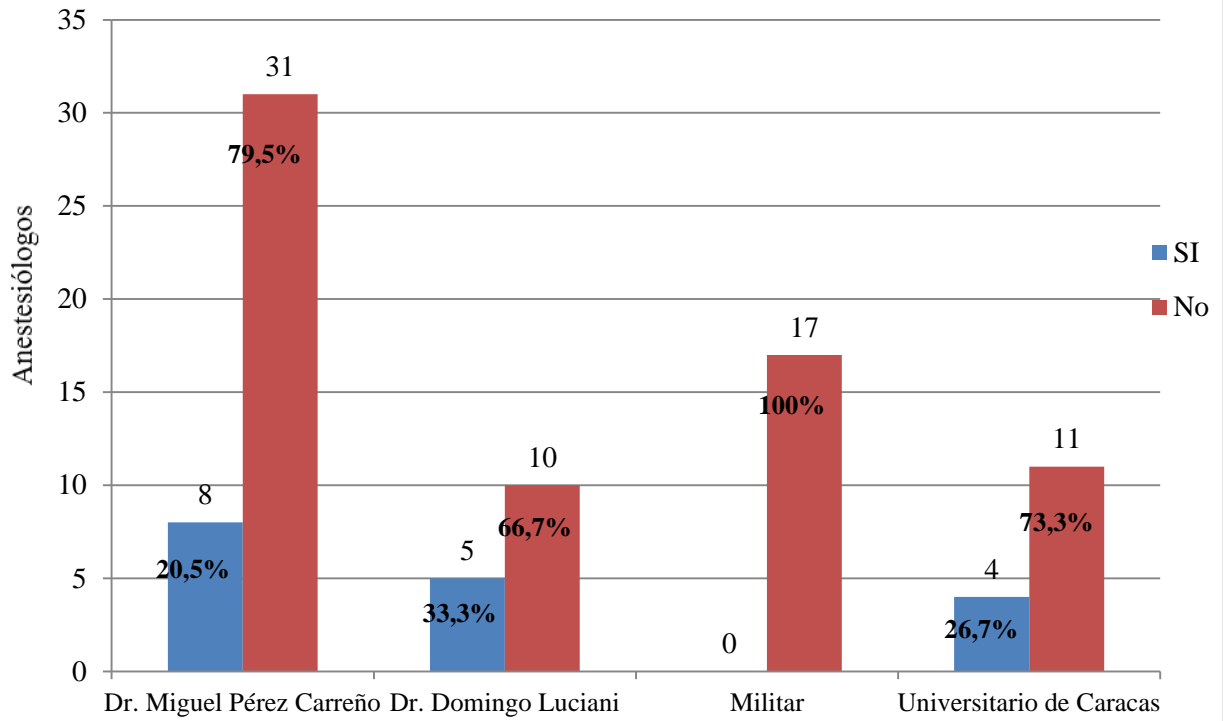
**Grafico N° 7. Duración de la cirugía en minutos del estudio sobre monitorización de la recuperación del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011**



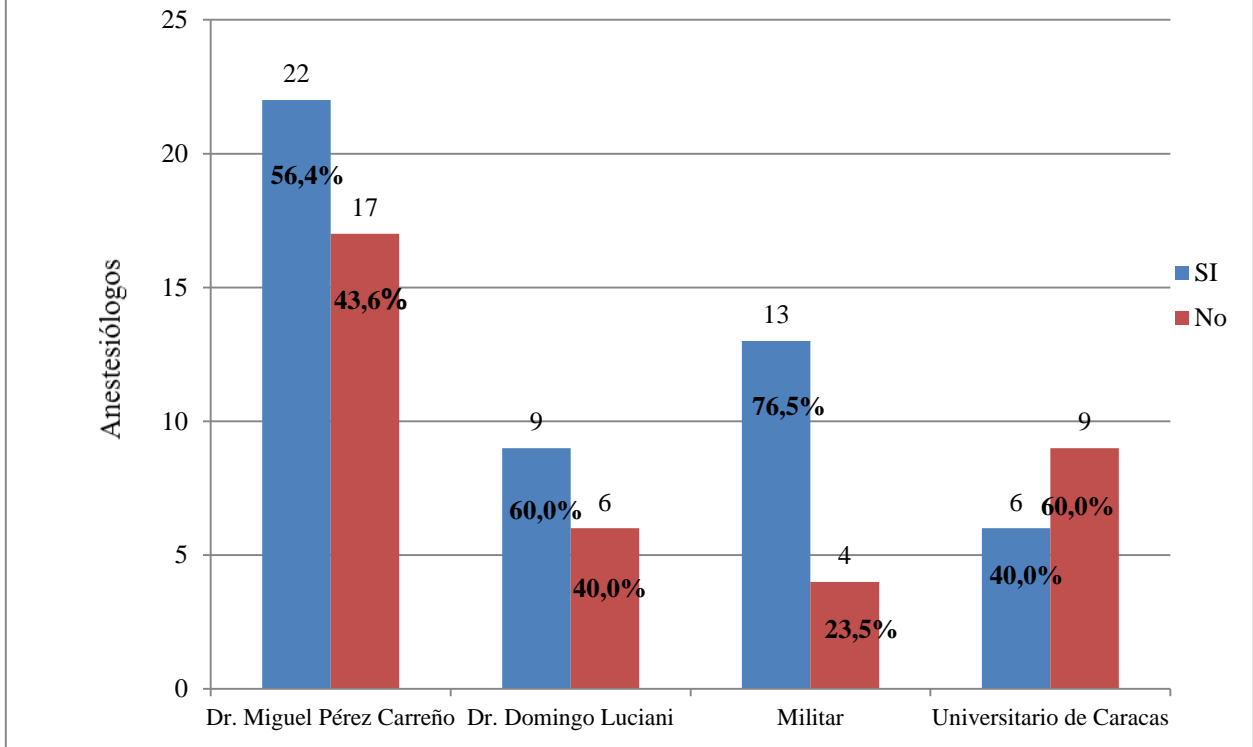
**Gráfico N° 8. Empleo del sostén cefálico como criterio clínico de la recuperación del bloqueo neuromuscular.  
Caracas 2011.**



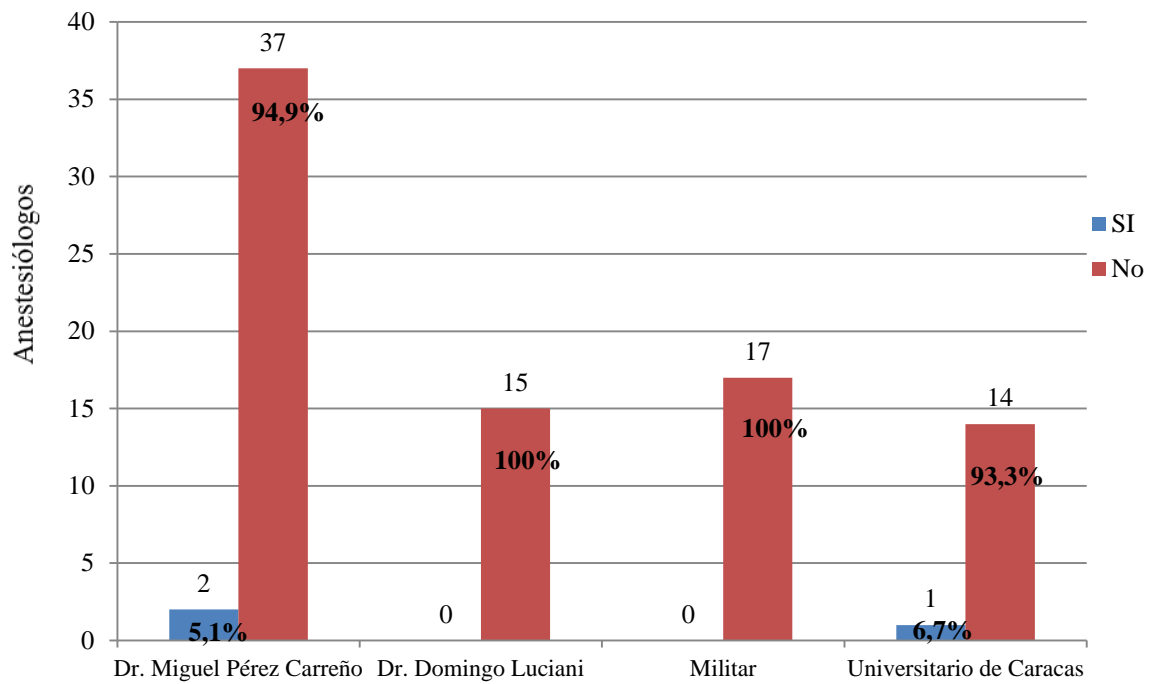
**Gráfico N° 9. Empleo de la presión palmar como criterio clínico de la recuperación del bloqueo neuromuscular.  
Caracas 2011.**



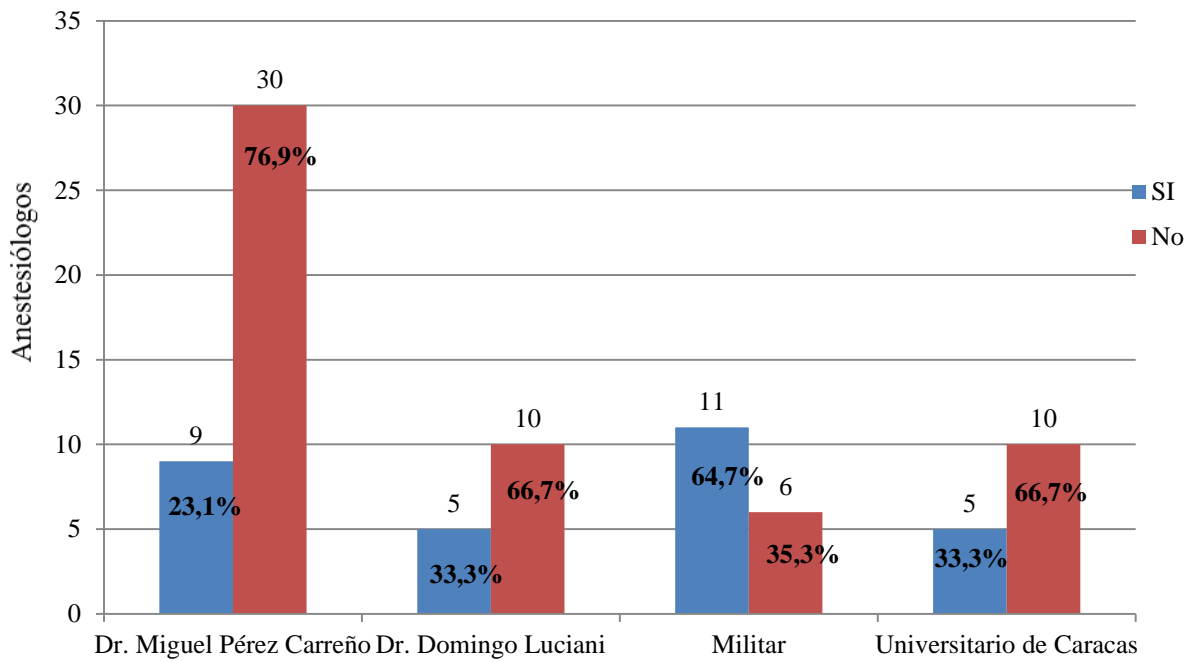
**Gráfico N° 10. Empleo de la apertura ocular como criterio clínico de la recuperación del bloqueo neuromuscular.  
Caracas 2011.**



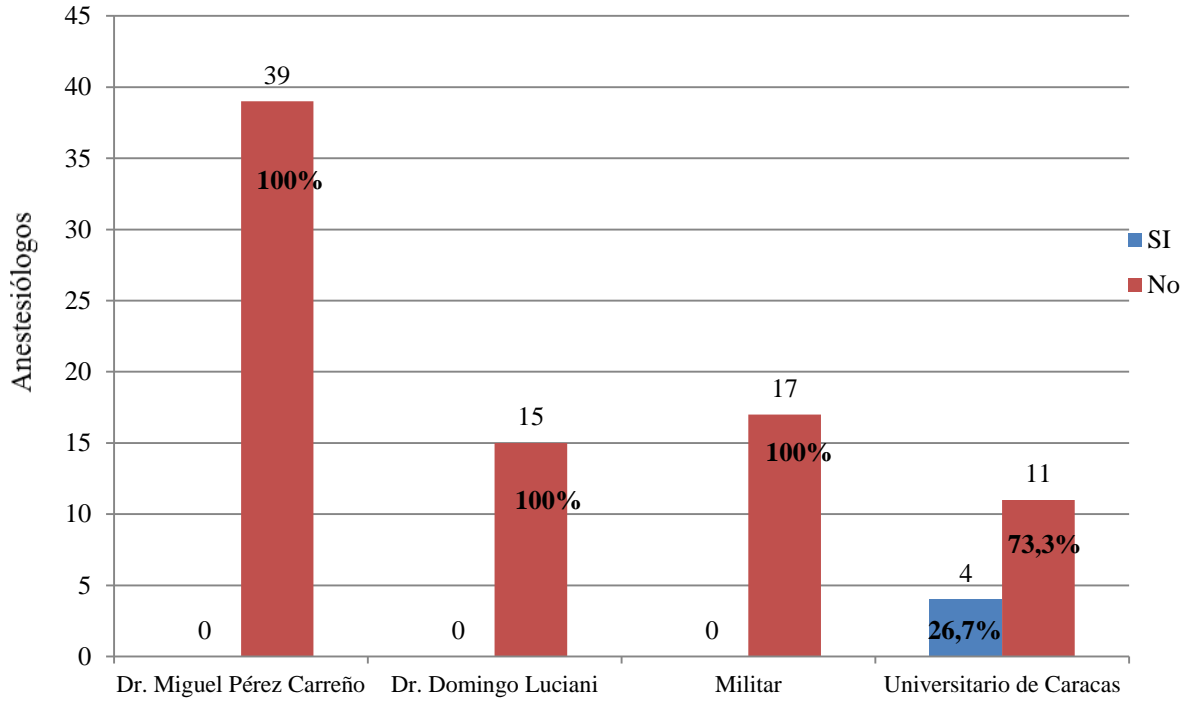
**Gráfico N° 11. Empleo del test de depresión lingual como criterio clínico de la recuperación del bloqueo neuromuscular.  
Caracas 2011.**



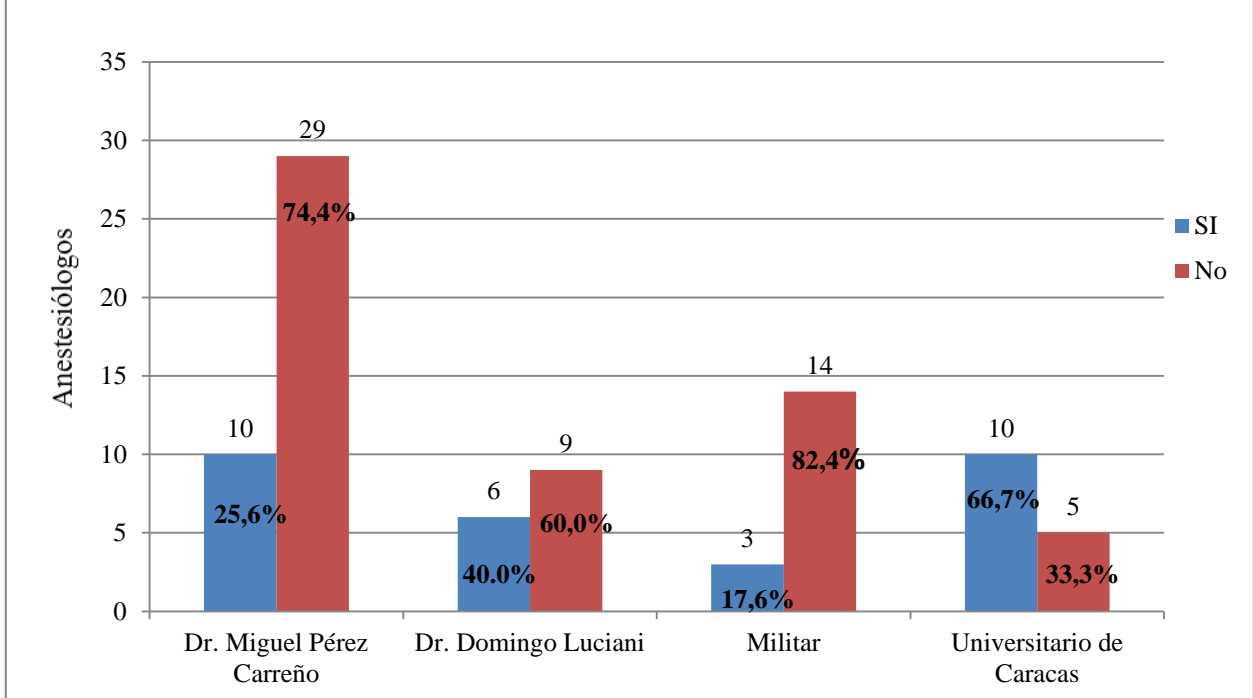
**Gráfico N° 12. Empleo de la elevación de miembros inferiores como criterio clínico de la recuperación del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



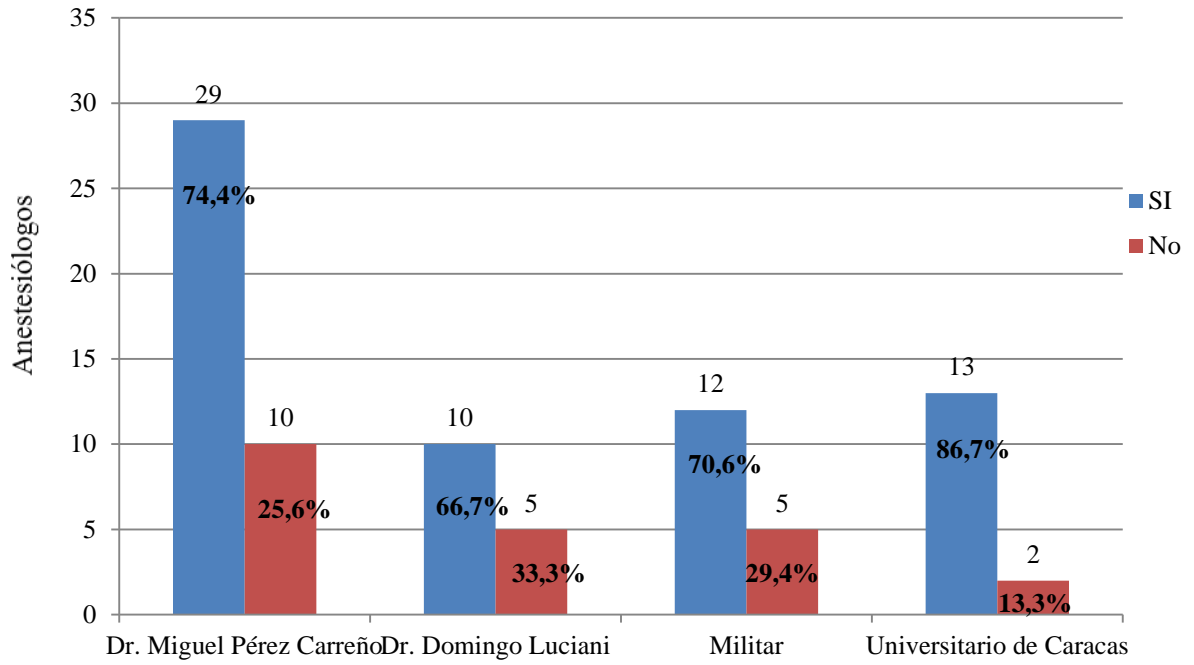
**Gráfico N° 13. Empleo de la fuerza del masetero como criterio clínico de la recuperación del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



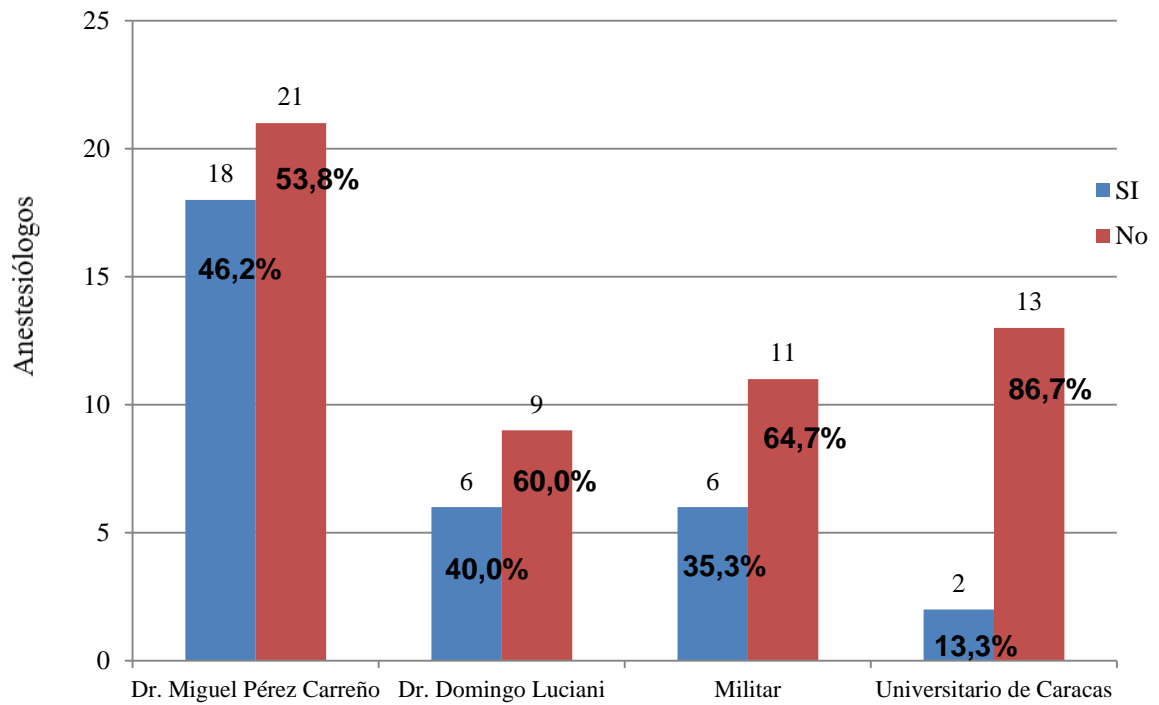
**Gráfico N° 14. Empleo de la deglución como criterio clínico de la recuperación del bloqueo neuromuscular.  
Caracas 2011.**



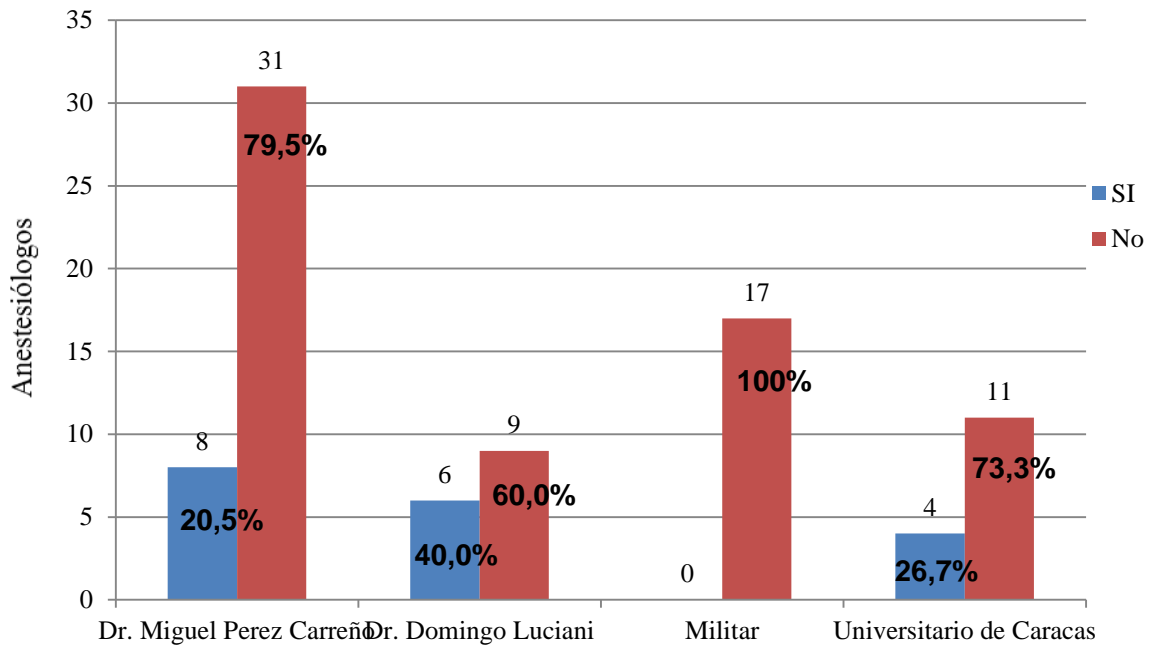
**Gráfico N° 15. Empleo del volumen corriente como criterio clínico de la recuperación del bloqueo neuromuscular.  
Caracas 2011.**



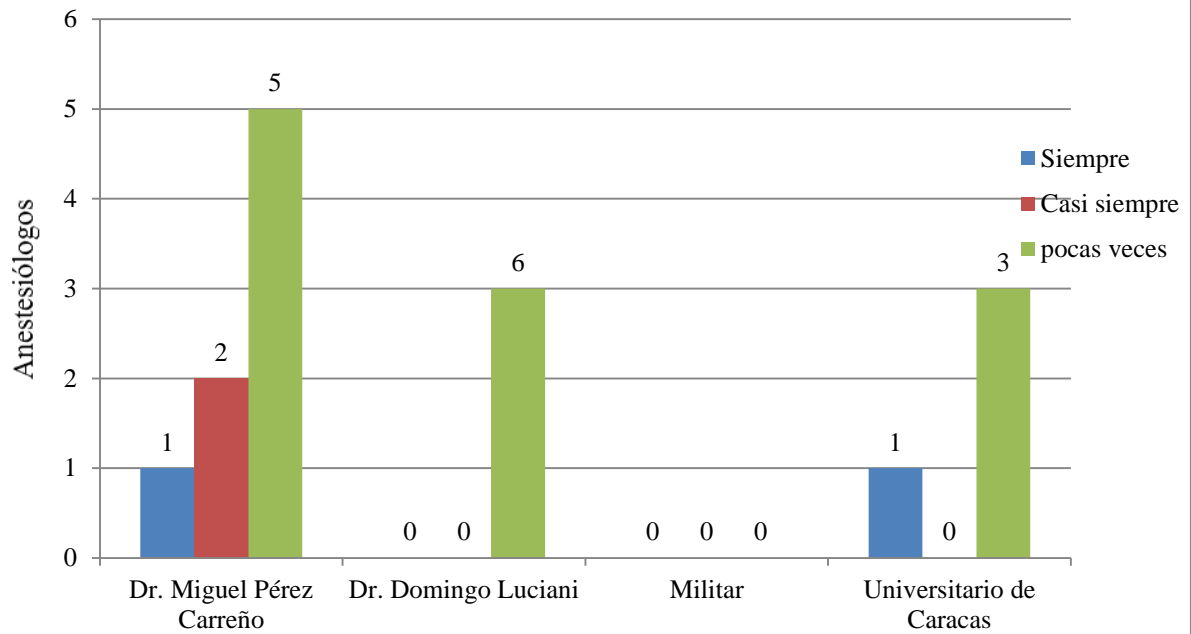
**Gráfico N° 16. Empleo de la presión inspiratoria negativa como criterio clínico de la recuperación del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



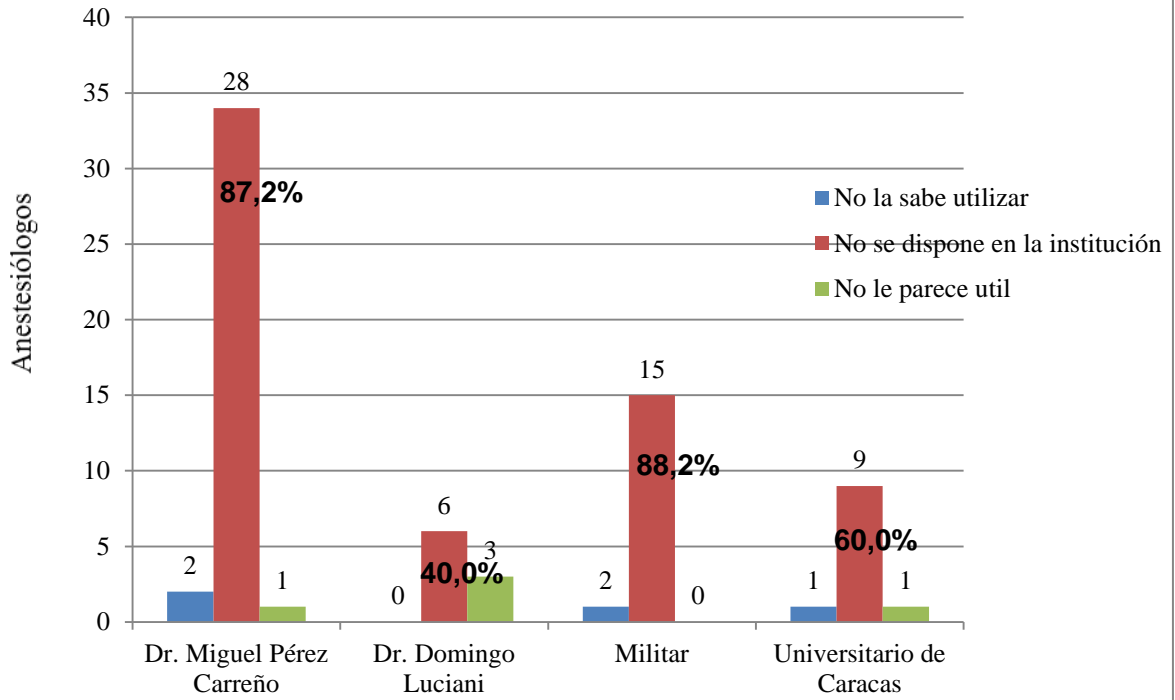
**Gráfico N° 17. Empleo de la Monitorización de la recuperación del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



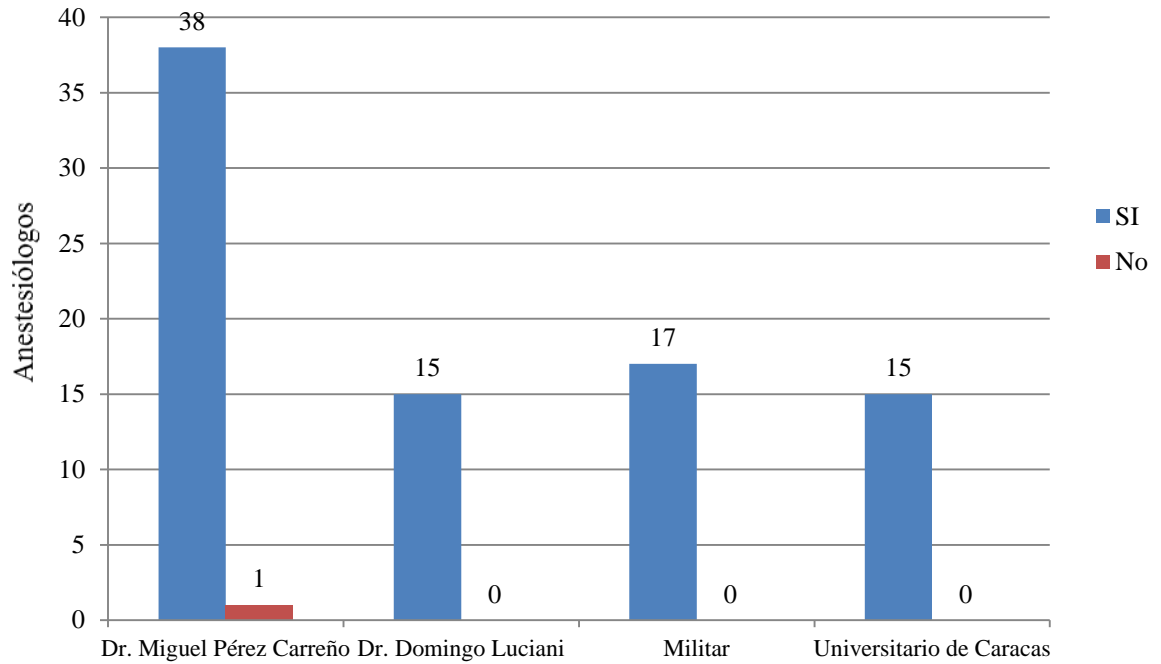
**Gráfico N° 18. Frecuencia de uso de la monitorización en la recuperación del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



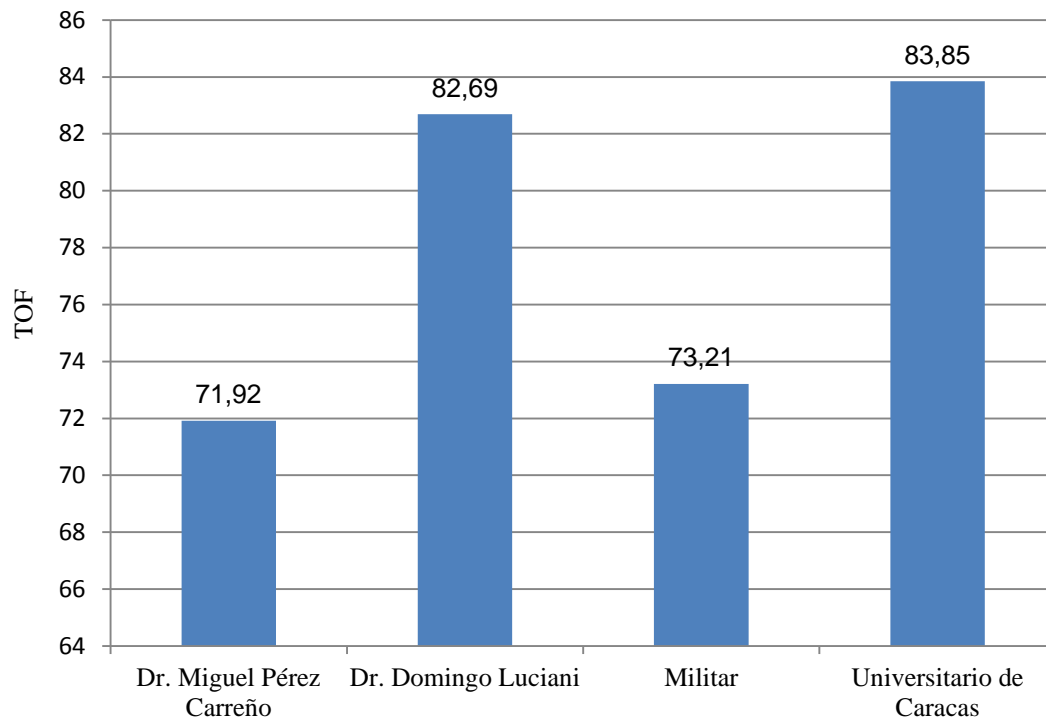
**Gráfico N° 19. Causa de la no utilización de la monitorización en la recuperación del bloqueo neuromuscular.  
Caracas 2011.**



**Gráfico N° 20. Conocimiento del concepto de relajación residual.  
Caracas 2011.**



**Gráfico N° 21. Promedio del valor de TOF indicado por los anestesiólogos para recuperación del bloqueo neuromuscular. Caracas 2011.**



**Gráfico N° 22. Promedio del valor de TOF en la extubación orotraqueal.  
Caracas 2011.**

