

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Facultad de Ciencias Médicas
Hospital Escuela Dr. Antonio Lenin Fonseca
Servicio Anestesiología



*Tesis monográfica para optar al título de especialista en
Anestesiología y Reanimación*

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral del Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a febrero del 2016.

Autor

Dr. Juan Manuel Sánchez Fuentes.
Médico Residente III, Anestesiología.

Tutor

Dr. Arístides Chevez Pastrana.
Especialista en Anestesiología
HEALF-Managua.

Managua, Febrero 2016

Opinión del tutor:

En el amplio que hacer diario de los anesthesiólogos durante la historia, se ha venido mejorando los equipos de monitoreo no invasivo, para la vigilancia de los pacientes durante el acto anestésico, así también se han descubierto fármacos anestésicos de corta acción con el objetivo de evitar complicaciones en el posquirúrgico inmediato dentro de los cuales tenemos la relajación residual, refentanilización, entre otros.

Como ya es conocido en nuestro hospital no posee todos los relajantes necesarios para los diferentes pacientes y cirugías que se realizan, contando como único relajante al pancuronio del cual sabemos es de acción prolongada y de eliminación organodependiente estando asociado a relajación residual, requiriendo muchas veces reversión con neostigmina la cual no está exenta de efectos indeseables (bradicardia), situación que sea agrava al no contar con un monitoreo neuromuscular adecuado(falta de equipos).

Por lo antes expuesto surgió la inquietud de este estudio, para reavivar el interés en el monitoreo neuromuscular como una forma eficaz, segura y lo más importante inocua para dosificar en forma correcta el pancuronio y evitarnos así complicaciones potencialmente fatales. Haciendo énfasis en una anestesia segura basada en un **completo monitoreo** de los fármacos administrados.

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

Felicito al **Dr. Juan M. Sánchez** por su preocupación y esfuerzo para llevar a cabo este estudio el cual cumple con los requisitos para ser presentado, esperando sea de utilidad para el servicio de anestesia, colegas y la institución donde fue llevado a cabo.

Dr. Arístides Chevez Pastrana.

Especialista en anestesiología y reanimación.

Medico de base de anestesiología del HEALF.

Agradecimientos:

A **Dios** primero y ante todo, único conocedor de las dificultades que he afrontado y he superado con su ayuda.

A mí amada madre **Felicita Alejandra Fuentes** por todo su apoyo, a mi esposa y compañera **Elizabeth Saiman** y al resto de mi familia que ha sido mi inspiración

A mi tutor, **Dr. Arístides Chevez Pastrana** el cual he tenido como maestro desde el primer día de mi estancia como residente por este centro, quien ha tenido la paciencia y la sabiduría de enseñarme el arte de la anestesia aceptando mis errores como propios y felicitándome en mis logros.

A mis docentes de anestesia: **Dr. Carlos Gutiérrez, Dra. Marianela Escoto, Dr. Santiago Ambota**, entre otros no menos importantes que me han tratado con respeto y me han guiado en mi lucha por aprender una ciencia, que es más bien un don, que solo pretende aliviar el dolor de los enfermos y protegerlos cuando más vulnerables se encuentran.

Resumen:

Este estudio fue realizado en el hospital Antonio Lenin Fonseca, entre los meses de octubre del 2015 a enero del 2016, contando con una muestra de treinta pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral, los cuales se les administro pancuronio (único relajante muscular no despolarizantes con el que se cuenta), además de ser divididos en dos grupos; una bajo monitorización y otro no.

Por medio de este ensayo clínico se trato, de demostrar la eficacia y seguridad del monitoreo de la relajación muscular con el uso de pancuronio, la información fue primaria, y los datos fueron procesados por medio del programa SPSS versión 23.

Se observó una población masculina, con edad promedio de 44 años, y clasificadas como ASA II en su mayoría, encontrándose una reducción significativa de complicaciones tales como relajación residual y bradicardia postreversion en pacientes monitorizados con TOF.

De los 30 pacientes estudiados, 5 presentaron algún grado de relajación, todos ellos pertenecientes al grupo de pacientes no monitorizados, las dosis total de relajantes musculares fue menor en el grupo monitorizados así mismo se encontró una prolongación en el tiempo necesario para el reforzamiento de la relajación, por tanto recomendamos el monitoreo en todos los pacientes que reciben pancuronio por los posibles beneficios que ofrece el monitoreo.

Contenido

Resumen.....	4
Introducción.....	7
Antecedentes.....	9
Justificación.....	11
Planteamiento del Problema.....	13
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	15
Hipótesis.....	16
Marco teórico.....	17
Diseño Metodológico.....	42
Operacionalización de las variables.....	47
Resultados.....	52
Discusión.....	56

Conclusiones.....	59
Recomendaciones.....	60
Bibliografía.....	61
Anexos.....	63

INTRODUCCION

Desde el advenimiento de los relajantes musculares a la práctica de la anestesia se convirtió, en un procedimiento más seguro, debido a una menor necesidad de anestésicos halogenados y opioides, permitiendo así planos quirúrgicos menos profundos sin llegar a la depresión bulbar o la toxicidad de estos. Pese a que el descubrimiento de los relajantes musculares data del siglo XV (sir Walter Raleigh) y su uso en clínica en el año 1942 (Griffith y Jhonstone) no se decide realizar monitoreo de su uso sino hasta 1954(Beecher Y Todd.) y 1968 (Wilson y Roberts) cuando luego de desafortunados eventos revelan lo toxicidad de la tubocurarina, y desde ese entonces en el ejercicio de la anestesia, el monitoreo muscular es obligatorio en papeles, pero una excepción en la práctica.

Diversos estudios en américa latina han revelado la alta incidencia de relajación residual, que compromete el bienestar postoperatorio inmediato de los pacientes, ya sea por ventilación inadecuada o abolición de reflejos protectores, en todo caso siendo de uso común los relajantes musculares en nuestra práctica diaria debemos tener esto presente y adoptar el monitoreo neuromuscular como una herramienta común y no como una excepción o solo para ciertos casos.

Pese a que en el mercado existen los nuevos relajantes neuromusculares como Rocuronio(1995), Atracurio, Vecuronio, etc., en nuestra unidad hospitalaria se sigue utilizando únicamente el pancuronio(1967), que como es sabido tiene una vida mayor y una eliminación órgano dependiente lo que constituye una desventaja que aunada a la no monitorización de su dosificación exponen probablemente a nuestros pacientes a efectos adversos tales como la relajación residual y/o efectos adversos por la reversión.

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

Por lo antes expuesto este estudio clínico tiene como propósito demostrar la eficacia del monitoreo muscular en el uso de bromuro de pancuronio en pacientes sometidos a cirugía de columna vertebral, pues habitualmente estos pacientes por la duración de dicho procedimiento ameritan dosis adicionales del fármaco, las cuales pueden no ser nocivas si se usa monitoreo adecuado.

ANTECEDENTES

En nuestro medio hospitalario no hay estudios similares al propuesto, sin embargo en la bibliografía internacional se describen abundantes estudios relacionados al monitoreo neuromuscular eficaz así como los avances en dicho campo, he aquí se describen algunos de esos:

1. Fabregat López, Joaquín y Candía Arana, Cesar. En su revisión sobre la monitorización neuromuscular y su importancia en el uso de los bloqueantes neuromusculares. revista colombiana de anestesiología. Elsevier Doyma.2012.pag.293_303.establecen que solo el 10% de 715 anesthesiólogos entrevistados usaban de forma rutinaria el Monitoreo neuromuscular y hasta más del 62 % nunca los usaban en sus procederes anestésicos, encontrando en estos mismos una alta prevalencia de relajación residual.
2. En España J. Ariño _Irujo. Monitorización del bloqueo neuromuscular. Revista española de anestesiología y Reanimación, Año 2010, vol57, pág. 153_160, determinan que hay una gran variabilidad en la respuesta a los RMND en los pacientes, así como un mejor control por parte del anesthesiólogo de la relajación bajo el monitoreo neuromuscular, constituyendo este un método no agresivo, ni peligroso para proveer una adecuada anestesia.
3. C, chamorro, J.A. Silva y El grupo de trabajo de analgesia y sedación de la SEMICYUC. Revista de medicina intensiva, suple. 32, Madrid, España, 2008. Afirman que los objetivos de la monitorización neuromuscular deben estar basados en los principios de efectividad (es decir usar la mínima dosis necesaria) y la seguridad es decir evitando la sobredosificación. Así mismo debe detectarse la relajación residual e instaurarse un

protocolo de monitoreo neuromuscular transquirugico a fin de evitar este desagradable evento.

4. Barajas Y Camarena. Determinación de la incidencia de parálisis residual postanestésica con el uso de agentes bloqueadores musculares en México. Revista mexicana de anestesiología, vol. 34 Julio a septiembre del 2011.pag,180_180.se incluyeron en el estudio a 822 pacientes sometidos a anestesia general y bajo relajación muscular con variados relajantes neuromusculares todos ellos de acción intermedio encontrando relajación muscular residual entre el 13 y 24%, promedio del 19%, siendo más evidente el problema para los RMND aminoesteroides(Rocuronio y Vecuronio), el método de determinación fue por aceleromiografía y TOFR (tren de cuatro Ratio) considerándose relajación residual a la presencia de un TOFR menor del 90%.

JUSTIFICACION

Debido a que el uso de relajantes neuromusculares es una práctica de rutina en el proceso anestésico y además que el único relajante usado es el pancuronio (relajante aminoesteroides de acción prolongada) para mantenimiento del plano anestésico, estamos expuestos a sus efectos adversos entre los cuales se detallan la relajación muscular residual y su afectación sobre la recuperación de los reflejos protectores de la vía aérea.

La relajación residual se debe a reversión incompleta del efecto del relajante neuromuscular, en alrededor del 15 al 80% de los pacientes trasladados a recuperación, desarrollando estas complicaciones posoperatorias respiratorias como obstrucción de la vía aérea superior e hipoxemia (30% en la reducción de la respuesta ventilatoria hipoxica) con una incidencia 1.3% y 6.9%, además de aumentar el riesgo de broncoaspiración, retraso en el tiempo de recuperación y egreso de la sala de cuidados postanestésicos, recordemos además que más de la mitad de las muertes por anestesia se deben a depresión respiratoria postanestésica, a la que aporta grandemente la relajación muscular postanestésica residual, como hemos comentado.

Múltiples estudios se refieren a esta complicación haciendo hincapié al hecho de que este fenómeno se puede presentar en relajantes muscular de acción intermedia aún más en los de acción prolongada como el pancuronio, que en el mejor de los casos nos puede llevar a reintubación del paciente con el correspondiente riesgo de traumas así como el recuerdo del evento traumático. Más expuestos estamos a esta reacción adversa por el hecho de no

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

contar con un monitoreo neuromuscular que aunque precario en nuestro medio puede ser de gran importancia en la dosificación del pancuronio que comúnmente usamos.

Por todo lo antes expuestos este estudio está diseñado más que a aportar un nuevo manejo, a reafirmar el hecho de que el monitoreo neuromuscular no debe ser un acápite optativo de la anestesia sino un parámetro de rigor a ser vigilado.

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la eficacia del monitoreo neuromuscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital escuela Antonio Lenin Fonseca en los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016?

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

Objetivo general

Conocer la eficacia del monitoreo de la relajación neuromuscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Escuela Antonio Lenin Fonseca en el periodo de octubre del 2015 a Febrero del 2016.

Objetivos específicos

1. Conocer las características sociodemográficas de la población a ser estudiada.
2. Describir el comportamiento hemodinámico de los pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral.
3. Determinar la incidencia de relajación residual en pacientes sometidos o no a monitoreo neuromuscular.
4. Comparar la dosis de pancuronio empleada en los pacientes monitorizados versus no monitorizados.
5. Determinar el tiempo necesario para redosificación del pancuronio en pacientes sometidos a cirugía de columna vertebral.
6. Identificar la incidencia de bradicardia en pacientes que recibieron reversión por uso de pancuronio.

HIPÓTESIS

Hipótesis verdadera:

El monitoreo neuromuscular es un método sencillo e inocuo de dosificar el pancuronio que reduce la incidencia de relajación muscular residual postanestésica.

Hipótesis nula:

La incidencia de relajación muscular residual postanestésica no se modifica con el empleo de monitoreo neuromuscular de la relajación.

MARCO TEORICO

- ❖ 1595- Sir Walter Raleigh comunica que las tribus indígenas de Orinoco utilizan flechas envenenadas.
- ❖ 1815- Watterton y Brodie muestran que el curare mata por afixia.
- ❖ 1856 -Claudie Bernard descubre la acción de la placa neuromuscular.
- ❖ 1934- Richard Gill explora el amazonas y arranca el secreto de las flechas envenenadas a los jibaros.
- ❖ 1935- King aisla la d- tubocurarina a partir de extractos.
- ❖ 1938- Bennett emplea curare crudo para evitar traumatismo durante convulsiones del electrochoque.
- ❖ 1939- Holaday estandariza las preparaciones.
- ❖ 1940 L. H. Wright concibe la idea de la utilización de curare para relajación quirúrgica.
- ❖ 1942- Griffith y Johnstone usan curare en clínica.
- ❖ 1942- Cullen desarrolla más aplicaciones clínicas del curare.
- ❖ 1946- Bovet sintetiza la Galamina.

La fascinante historia del curare, en especial su empleo, por los indígenas de Sudamérica y la investigación de sus fuentes botánicas fue descrito por Richard Gill.

Su interés clínico data de 1815, cuando Watterton y Brodie demostraron que el curare mata por afixia. 1856Claudie Bernard comunico las acciones fisiológicas especialmente del curare sobre la unión mioneural, y ese concepto fue la base para las investigaciones posteriores. Después se lograron avances importantes en su fisiología y farmacología y aplicaciones clínicas. Gracias a las expediciones e investigaciones de Gill se trajo a estados unidos un curare con acciones predecibles, en 1935 King aisló la d-tubocurarina del curare crudo. En 1938 Bennett lo utilizo para evitar traumatismo durante la terapéutica electroconvulsiva. Las preparaciones se estandarizaron con la prueba de caída de la cabeza del conejo, propuesta por Holaday. En 1942 por sugerencia de L. H. Wrigth, Griffith y Jonstone usaron curare por primera en Canadá. Este agente despejo el camino para avanzar con rapidez en el uso clínico de relajantes durante la anestesia. (1)

Relajantes como Auxiliares de la Anestesia

Un análisis de los agentes anestésicos y del gran número de técnicas disponibles revela las situaciones inadecuadas, sobre todo en cirugía intraabdominal. Se requieren algunos fármacos para vencer esas dificultades. Estos últimos son coadyuvantes de la anestesia. No pueden sustituir a una buena anestesia y tampoco son anestésico en sí. El anestésico debe apoyar en ellos para salir de las situaciones difíciles.

Las indicaciones anestésicas primarias son;

1. Relajar musculo esquelético
2. Reducir la cantidad del agente inhalado necesaria para un buen procedimiento.
3. Facilitar la intubación.
4. Suprimir el espasmo laríngeo.(4,5,12,14)

Consideraciones Fisiológicas

Sistema Musculoesqueletico

Unidad motora. La unidad funciona del sistema musculoesqueletico sistema motor, es la unidad motora, esta unidad consta de una motoneurona, situada en las células del asta anterior de la medula espinal, su axón, y el grupo de fibras musculares inervadas por dicho axón. Un axón puede inervar de 3 a 2000 fibras musculares según la función del musculo considerado.

Así, en un músculo para movimientos finos, una motoneurona inerva pocas fibras musculares para movimientos burdos y poderosos el número de fibras por unidad es muy grande. Considerándose los siguientes ejemplos;

1. En Laringe y Faringe los músculos están en relación de 2-3 fibras / unidad.
2. En músculos del ojo la proporción es de 10 fibras por unidad.
3. En el musculo gastrocnemio hay 2000 o más fibras.

De todas las fibras musculares casi 30 % lo constituyen fibras intrafusales provenientes del uso muscular.(1,2,4,5)

Sistema de fibras Delgada. La vía motora final común, desde las células del asta anterior hasta las fibras musculares, a través de la unión neuromuscular, está bien delineada. Son neuronas gruesas con fibras eferentes alfa de 4 u de diámetro, su velocidad de conducción es

elevada, 100m/seg en promedio. Además, hay otras fibras delgadas paralelas a las de la neurona principales, conocidas como fibras gamma eferentes. Estas miden 4u de diámetro y tienen velocidad de conducción más lenta. Terminan dentro de una periferia de una estructura especial, el uso muscular. A su vez este último se conecta mediante fibras eferentes gruesas a los nervios de la raíz posterior de la medula espinal.

Uso muscular. Paralela a las de las fibras musculo esquelético se observa una estructura alargada y encapsulada, el uso muscular, comparte las inserciones de la fibra muscular. En el uso hay fibras delgadas especiales conocidas como fibras intrafusibles unidas al polo del uso. En el centro del uso aparece un órgano anular enrollado en espiral. El uso muscular es un órgano sensor primario para detectar estiramiento o de acortamiento del musculo. Gracias a su conexión con una larga fibra nerviosa aferente transmite información en sentido retrograda a las células del asta anterior para incrementar o se regula el grado de actividad preciso para reducir rendimiento cuidadosamente ajustado a cada tarea muscular.

Las fibras aferentes gruesas de las células musculares también envían ramas de las células internunciales. Estas últimas están casi por completo bajo la influencia del cerebelo y pueden modular adicionalmente la actividad de las motoneuronas del asta anterior. Por lo último, la motoneurona principal, en su trayecto dentro de la sustancia blanca de la medula medula espinal.(1,6,7,13)

Bases fisiológicas de la actividad de los relajantes musculares

El tono muscular es mantenido, principalmente, por un reflejo monosináptico medular, con origen en el huso neuromuscular, y reconoce influencias espinales y supraespinales que lo modulan (sueño, vigilia, acción de diversos fármacos anestésicos o no anestésicos). La vía final común es la descarga de impulsos nerviosos por parte de las finas terminales nerviosas de los axones de motoneuronas en la unión o sinapsis neuromuscular. La liberación espontánea del neurotransmisor, si bien esencial para mantener el trofismo de la unión neuromuscular, no es importante respecto del tono muscular; pero sí lo son las descargas que se hacen sincronizadamente. Tanto en el nivel medular como en todas las terminales

nerviosas que corresponden a una unidad motora. y la acetilcolina (ACH) liberada como resultado de dicha activación.

Cuando el impulso nervioso llega a la terminal, el potencial de acción nerviosa ocasiona (mediante el acoplamiento éxito-secretorio) la liberación sincronizada de grandes cantidades de ACH a la hendidura sináptica. Con el estimulador de nervios periféricos se puede provocar, artificialmente, la llegada de solo un impulso (o uno cada 10 segundos o más tiempo) al terminal nervioso, y solamente se libera de forma sincronizada la ACH almacenada en los sinaptosomas (vesículas) situados en las cercanías de la membrana de dicho terminal. Esa fracción se conoce como «ACH fácilmente liberable». Este transmisor químico difunde en los elementos de la unión neuromuscular, y gran parte se fija a dos subunidades alfa de los receptores colinérgicos situados en los «hombros» de la hendidura postsináptica, en el nivel de la placa motora muscular, teniéndose, además, evidencia indirecta de que también lo hace en el nivel de los receptores localizados en la misma terminal nerviosa. En el nivel postsináptico, ocasiona un potencial de acción de la placa motora correspondiente (EPP), que si es superior a cierto umbral en el mamífero, se propaga como potencial de acción muscular (PAM) en el sarcolema de la miofibrilla¹. Debido a un proceso de acoplamiento éxito-contráctil con intervención fundamental del Ca^{++} del retículo sarcoplásmico, el PAM es seguido de la contracción de la miofibrilla; cuantas más miofibrillas se contraigan, mayor será la fuerza desarrollada por el músculo en una sacudida (twitch). Como con esta frecuencia lenta de estimulación se libera gran cantidad del transmisor químico, toda disminución en sucesivas contracciones musculares con estímulos aislados o provocados con intervalos de 10 segundos o más (0.1 hertz o menos) se considera que es originada exclusivamente por ocupación de receptores colinérgicos postsinápticos (en la placa motora muscular) por parte del relajante.(1,6,7,9)

La ocupación de receptores presinápticos por parte de la ACH liberada con cada impulso nervioso constituye un mecanismo de retroalimentación positiva, Ca^{++} dependiente, que resulta en la aceleración de la movilización de ACH desde depósitos secundarios de diferente nivel hacia la fracción fácilmente liberable de los sinaptosomas cercanos a la membrana del terminal nervioso. Este fenómeno permite que, a frecuencias fisiológicas de estimulación que

son mayores (30 a 50 hertz) o con el Tren de Cuatro (TOF) a 2 hertz, se logre una contracción muscular sostenida o bien se efectúe un movimiento coordinado, pues la fracción fácilmente liberable del transmisor químico no se agota después de los primeros estímulos. Varios agentes anestésicos, además de los RMND, y otros tipos de medicamentos pueden afectar esa función de retroalimentación, interfiriendo con la fijación de la ACH al receptor colinérgico presináptico o bien disminuyendo la sensibilidad de la membrana presináptica al alterar su balance electrolítico. En dichas circunstancias, se observa fallo para mantener igual fuerza de contracción ante estímulos de mayor frecuencia (50 hertz2 hertz), con caída paulatina de la fuerza de contracción o del PAM. Este fenómeno se conoce con el nombre de «fatiga » (tetánica o al TOF), y suele ser de más lenta instauración y recuperación que el bloqueo postsináptico (figuras 1 y 2).(8.11.17)

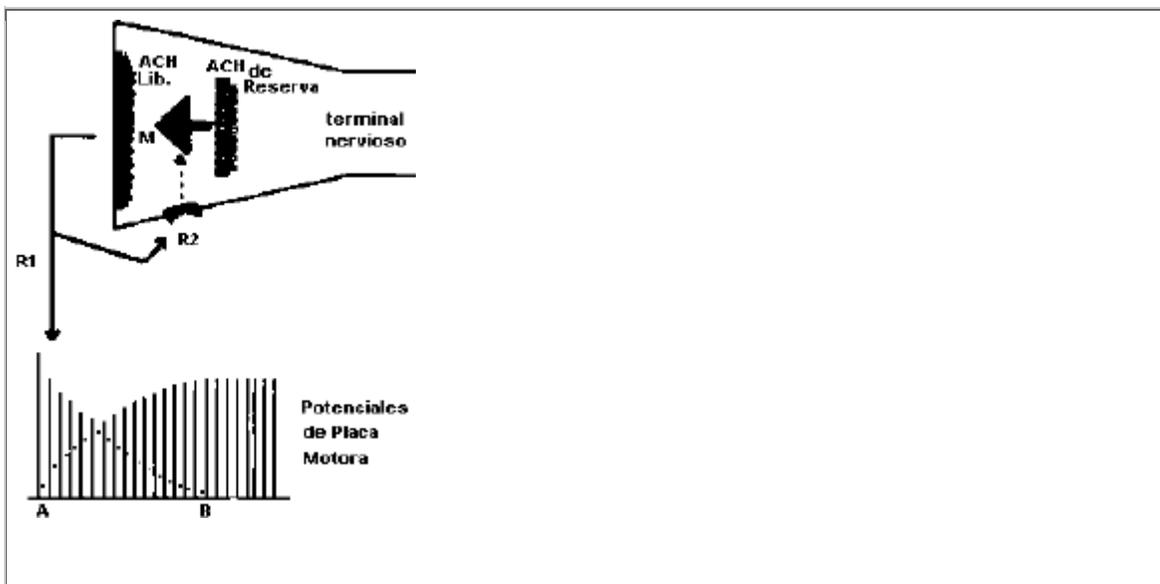


Figura 2: Con un impulso nervioso parte de la acetilcolina fácilmente liberable (ACH Lib.) se dirige al receptor colinérgico de la placa motora muscular (R1), y parte al receptor colinérgico del propio terminal nervioso (R2) ocasionando la movilización (M) del transmisor químico de reserva (ACH de Reserva) hacia la fracción fácilmente liberable, para evitar su agotamiento (B) que ocasionando fatiga. (A): comienzo de la movilización de depósitos de reserva, con trenes de

estímulos. (Ref.15, modif.)

Monitoreo neuromuscular y parálisis residual:

Se denomina parálisis residual postanestésica (PRPA) a la condición clínica determinada por la persistencia del efecto producido por los agentes bloqueadores neuromusculares no despolarizantes (ABND) al final del procedimiento anestésico y durante el período de recuperación).

La PRPA está asociada a una gran morbimortalidad y su incidencia después de la anestesia ha sido evaluada por diferentes autores con amplia variación de resultados (0 a 93%). La incidencia se correlaciona con la duración clínica del ABND utilizado: a mayor duración de acción, mayores la incidencia del fenómeno de PRPA. El impacto de la parálisis residual neuromuscular después de la cirugía ha sido poco estudiado; sin embargo, diversos estudios sugieren que los efectos residuales afectan negativamente la función respiratoria, deterioran los reflejos protectores de las vías respiratorias y producen síntomas desagradables por la debilidad muscular(4-6).

Aunque existe un gran interés en monitorizar la función neuromuscular, el uso de un estimulador de nervios periféricos (ENP) durante la anestesia es más una excepción que la regla en muchos departamentos de anestesia. El único método digno de confianza para el monitoreo de la función neuromuscular es la estimulación de un nervio periférico accesible y la medición de la respuesta evocada en el músculo-esquelético

inervado por dicho nervio. En contraste a los movimientos voluntarios, las respuestas evocadas no requieren la cooperación del paciente.

En la práctica habitual muchos anestesiólogos trabajan con evaluación táctil y visual del grado del bloqueo neuromuscular por medio de la estimulación de los nervios periféricos. Si bien se trata de un procedimiento sencillo, a este método le falta precisión, ya que la interpretación de las respuestas es subjetiva. Esta evaluación puede ser medida de manera objetiva con diversos métodos de registro, tales como mecanomiografía (tensión muscular evocada), electromiografía (potencial de acción muscular) y aceleromiografía (aceleración del pulgar)(8,9,10,11)

¿Cuáles son los factores que alteran la incidencia de la Parálisis residual postoperatoria?

La gran variabilidad se debe a los diferentes métodos utilizados, tales como: utilización de valor de la relación T4/T1 de 0,7; 0,8 ó 0,9 como criterio de PRPO 6,7(B); uso de diferentes BNM de corta, intermedia y larga duración 3(A),6,7(B); uso de dosis únicas o repetidas o de infusión continua de BNM 3(A),6,7,8(B); método de evaluación del BNM residual 1(D),9(A); reversión o no del bloqueo neuromuscular al final de la anestesia con anticolinesterásicos, con dosis e intervalo entre el uso de anticolinesterásicos y la evaluación del grado de bloqueo neuromuscular 3(A),4,6-8(B); edad 10(B); presencia de disfunción renal, hepática, cardíaca o neuromuscular 11(D); utilización de fármacos que pueden alterar la farmacodinamia y/o farmacocinética de los BNM (bloqueantes de canal de

Calcio, magnesio, litio, antibióticos, anestésicos locales, anestésicos inhalatorios, opioides, benzodiazepínicos) 11(D); y las alteraciones electrolíticas, acidosis metabólica o respiratoria e hipotermia.

La comparación de la incidencia y la duración de la PRPO después de la administración de las dosis múltiples de cisatracurio y de Rocuronio, constató que al final del procedimiento quirúrgico, la incidencia de PRPO es significativamente menor con el Rocuronio (44%) que con el cisatracurio (57%), pero el tiempo para alcanzar la relación $T4/T1 < 0,9$ después de la última dosis del BNM es significativamente mayor para el Rocuronio. La relación $T4/T1$ evaluada 5 minutos después del final del procedimiento quirúrgico es significativamente mayor en el grupo Rocuronio comparado con el grupo cisatracurio, pero al final de 10 minutos ya no hay más diferencia significativa entre los valores de relación $T4/T1$ para los dos BNM .

Cuando son utilizados BNM de larga duración, la incidencia de PRPO es significativamente menor en los pacientes bajo monitorización, mientras que entre los BNM de duración corta e intermedia no hay diferencia significativa 13(A).

La incidencia de PRPO en la entrada de la sala de recuperación postanestésica (SRPA) presenta también una gran variabilidad 4,14-16(B). La relación entre el tiempo de permanencia en la SRPA y PRPO, utilizando BNM de duración intermedia, muestra que la edad y la relación $T4/T1 < 0,9$ son variables independientes asociadas con el tiempo de permanencia en la SRPA, pero no con el tipo de BNM (Vecuronio y cisatracurio).

Recomendación: Como la PRPO puede ocurrir después de cualquier anestesia general en que fue utilizado BNM, recomendamos la monitorización del bloqueo neuromuscular durante y después de toda la anestesia general y en la recuperación postanestésica.(9,11,13,17,)

Test diagnósticos

¿Cuáles son los test diagnósticos de la Parálisis Residual Postoperatoria?

Los test diagnósticos son los clínicos, cualitativos y cuantitativos

Test clínicos

Varios test clínicos fueron preconizados para evaluar la reversión del bloqueo neuromuscular, todos en pacientes conscientes y cooperativos), tales como: capacidad de mantener por 5 segundos la cabeza levantada, un brazo o pierna elevados; abertura de los ojos bajo comando; protrusión o capacidad de retirar la lengua cuando se coge manualmente; mantenimiento de la contracción muscular de la mano (medida con el dinamómetro); presión inspiratoria máxima mayor que 25 cm H₂O; y capacidad vital mayor que 15mL.kg⁻¹.

Test cualitativos o subjetivos

Son la observación visual y/o táctil de la respuesta evocada a la estimulación eléctrica del nervio motor periférico. Se evalúa el número de respuestas y fatiga después de la SQE, o estimulación con *double burst* (DB) del músculo *adductor pollicis* del nervio cubital, o presencia de fatiga después de la estimulación tetánica (ET) con 50 Hz o 100 Hz, o el conteo posttetánico (CPT) que consiste en la aplicación de un estímulo simple estandarizado y continuo, entre 1 a 3 segundos después de la estimulación tetánica, contando el número de contracciones musculares.

Test cuantitativos u objetivos

Son los test en que se realiza la evaluación cuantitativa de la SQE (relación T4/T1), utilizando

como estándar la evaluación del músculo *adductor pollicis* del nervio cubital, por medio de la aceleromiografía, electromiografía, cinemiografía, fonomiografía y mecanomiografía. La monitorización con la SQE y la CPT permite la clasificación del bloqueo neuromuscular de acuerdo con su profundidad: bloqueo intenso es el período en que no hay respuesta de la CPT (CPT = 0) y de la relación T4/T1(0); bloqueo profundo es el período en que la respuesta de la CPT es mayor o igual a 1 (CPT \geq 1) y no hay respuesta de la relación T4/T1(0); y el bloqueo moderado se da cuando la relación T4/T1 queda entre T1 y T3. A partir del regreso de T4 hasta el estándar normal de la relación T4/T1 (> 0,9), el período se llama recuperación.(1,8,9,11)

Monitoreo de la función neuromuscular Estimuladores

Los estimuladores deben asegurar suficiente cantidad de corriente como para estimular simultáneamente todas las fibras del tronco nervioso escogido, cuando los electrodos son aplicados sobre la piel cercana a dicho tronco. Esto implica que las variaciones normales de resistencia eléctrica de la piel y demás tejidos no deben ser capaces de influir en la intensidad (miliAmperios) de corriente que llega al tronco nervioso, para lo cual la resistencia interna del aparato debe ser bastante superior a los valores de los tejidos antedichos. Esta condición se presenta en la gran mayoría de los estimuladores específicamente diseñados para monitoreo de los relajantes (impedancia superior a los 200 KOhm).

El pulso de estimulación también debe tener ciertas características respecto del tiempo, la fase y la frecuencia. La onda provista debe ser monofásica y de duración inferior a 0.3

milisegundos (mseg), pues si excede dicho tiempo puede ocasionar doble estimulación: una en el cambio de potencial dado por la fase ascendente del impulso y otra durante su fase descendente (en fisiología se lo denomina «fenómeno de cierre y apertura catódica»). La cantidad mínima de frecuencias disponibles para uso del operador deben ser las clásicamente utilizadas en el monitoreo clínico de la relajación muscular: 0.1 hertz (1 estímulo cada 10 segundos), 1 hertz (1 por segundo), 2 hertz (Tren de Cuatro o TOF), 50 hertz (tétanos) y estimulación de doble ráfaga (DBS), que son dos pulsos muy cortos (60 mseg c/u) de trenes tetánicos a frecuencia de 50 hertz, separados entre sí por 0.75 segundos.

Sitio De Estimulación

El electrodo negativo (cátodo) es el más activo en la estimulación y la latencia de la respuesta buscada siempre es menor que con el ánodo (positivo). La mejor colocación de los electrodos estimulantes es con un polo a cada lado del tronco nervioso, para poder cambiar la polaridad de los mismos en el momento en que sea necesario, sin afectar la distancia del electrodo más activo (cátodo) hasta el músculo cuya respuesta se desea observar. Esto es particularmente más útil cuando la detección de la respuesta muscular se hace por electromiografía (EMG) cruda (ver más adelante) que cuando se observa la fuerza de contracción o la aceleración. Si los electrodos estimulantes son agujas introducidas en el tejido celular, puede ocurrir que la estimulación repetida provoque, al cabo de cierto tiempo, un fenómeno de polarización de dichos electrodos, con lo cual la corriente entregada es cada vez menor; para evitar este fenómeno, se cambia la polaridad.

Cualquier conjunto nervio-músculo es apropiado para esta metodología, pero razones de localización anatómica de la intervención quirúrgica, así como de facilidad para los diversos

medios de detección empleados, han consagrado pocos lugares donde desarrollar ese procedimiento. Es deseable que la respuesta observada corresponda a un solo músculo, sin intervención de movimientos y/o potenciales de acción ocasionados por músculos vecinos, que pueden dificultar la interpretación de lo detectado; en consecuencia, el conjunto preferido es el nervio cubital-músculo aductor corto del pulgar. Otros sitios factibles de utilización clínica son el nervio facial-músculos de la cara, y el nervio tibial posterior-músculos extensores (flexión plantar) del pie.(2,8,9,11)

Detección De Las Respuestas

La detección de las respuestas a la neuroestimulación puede ser respecto de la actividad mecánica del músculo o bien del fenómeno eléctrico asociado a la misma (EMG). En el primer caso, pueden darse cuatro formas de observación de la contracción muscular:

1. La forma mecánica más elemental se reduce al sentido de la vista y/o del tacto del anesthesiólogo, quien observa los movimientos y/o aprecia groseramente la fuerza contráctil por medio de sus dedos aplicados en oposición a la aducción de las falanges distales del pulgar del paciente. Esta forma de proceder es muy útil clínicamente y significa un avance de magnitud frente a la ausencia de monitoreo de la función neuromuscular. Permite manejar los relajantes con más justeza en las dosis, ya que revela cuándo realmente se necesita reinyectar (2 respuestas al Tren de Cuatro. TOF. en apertura abdominal), y hacer diagnóstico postoperatorio de apnea de origen central o por insuficiente reversión (ausencia de respuestas o bien TOF con fatiga marcada). No es un método aplicable a la investigación de efectos del relajante y mucho menos de sus interacciones, pues, al no haber registro, carece de la

precisión necesaria. El TOF, si bien es útil durante la intervención para guiarse en las sucesivas administraciones de relajante, no tiene la misma utilidad cuando, al final de la operación, debe mostrar una relación entre la 4ª respuesta y la 1ª de valor superior al 80% o más (a menos que se cuente con un medio de graficación que permita observar dichos valores, pues la observación y aun la palpación de las sucesivas contracciones musculares no tienen el suficiente poder discriminativo como para distinguir entre un valor del 40-50% y del 100%). En dicho rango, el observador percibirá simplemente cuatro respuestas iguales en magnitud una a otra, sin poder asegurar la recuperación. Por esta razón, cuando la recuperación del bloqueo neuromuscular parece estar en cuatro respuestas iguales ante la palpación u observación, debe aplicarse DBS, que hace evidente si hay fatiga o no (figura 3)

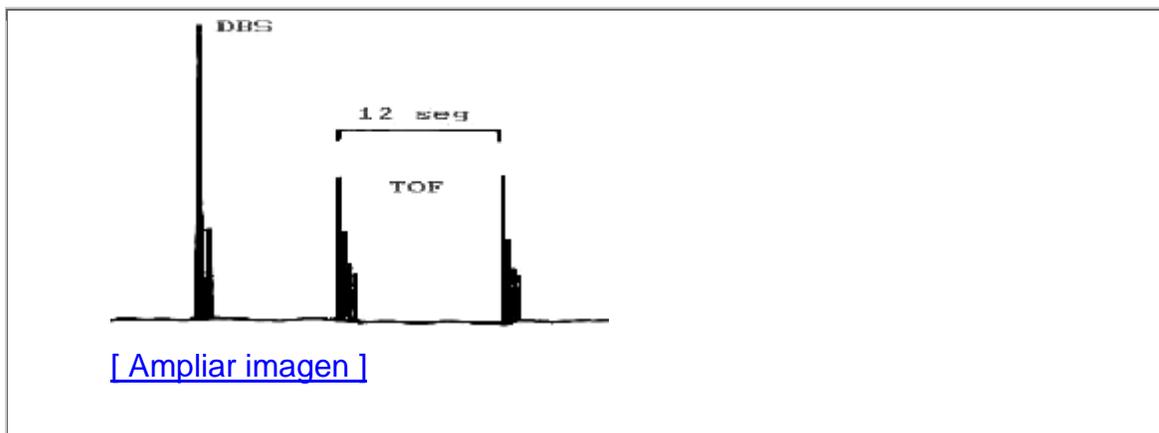


Figura 3: Respuesta mecánica (fuerza) al aplicar estimulación de doble ráfaga (DBS) con un TOF del 45%. La diferencia entre las dos respuestas del DBS es claramente superior a la diferencia entre la 4ta y 1ra respuestas del TOF. (reg.propio)

y permite seguir la evolución hasta obtener dos respuestas iguales².

Aspectos clínicos del monitoreo instrumental

Las respuestas a la neuroestimulación son bien definidas según se trate de un bloqueo despolarizantes o no despolarizantes. En el primer caso, no se evidencia fatiga al tétanos o al TOF tanto en la inducción de la relajación como durante el proceso de recuperación (figura 11a).

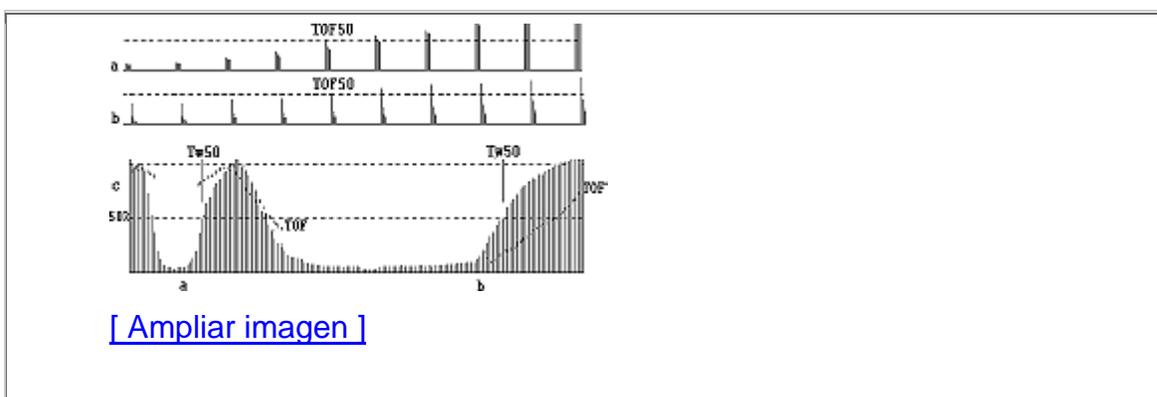
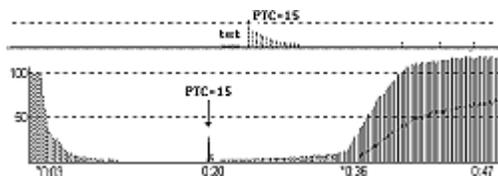


Figura 11: c: acelerometría comprimida de un paciente relajado inicialmente con 0.5 mg/kg de succinilcolina seguido luego de la recuperación espontánea por 0.05 mg/kg de cisatracurio: el cálculo del TOF se muestra en línea de puntos. En a comienza la recuperación espontánea del bloqueo despolarizantes (nótese en el trazado expandido superior el TOF sin fatiga); y en b comienza la reversión del bloqueo no despolarizantes por neostigmina (TOF con fatiga). (reg. propio)

Con relajantes musculares no despolarizantes, por el contrario, la fatiga está presente en ambos procesos, pero es más notoria a medida que pasa el tiempo desde la instauración del bloqueo, o sea, durante la recuperación (figura 11b). La relación de amplitud de la cuarta

respuesta respecto de la primera (fatiga) y del grado de bloqueo neuromuscular (primera respuesta del TOF aplicado cada 12 segundos o más) no es igual para todos los relajantes, ni aun con cada uno de ellos, variando en función de la instancia cinética (tiempo de bloqueo) en que se observe, de otros fármacos aplicados en la anestesia y estados patológicos diversos (diabetes, senilidad, hipo e hipertiroidismo, etc.). Pese a ello, la experiencia indica que, en caso de necesitarse, la reinyección de dosis suplementarias de relajante no despolarizantes en cirugía abdominal debe hacerse cuando reaparece la segunda respuesta al TOF, momento en que el bloqueo neuromuscular oscila entre el 85 y el 70% (recuperación del twitch del 15 al 30%).

Durante la parálisis completa, es factible estimar groseramente cuánto tiempo llevará hasta que aparezca la primera respuesta al TOF aplicando una estimulación tetánica de 50 hertz por espacio de 5 segundos, contando a continuación cuántas respuestas aparecen al cambiar la frecuencia a 1 hertz (1 por segundo) durante un tiempo mínimo de 15 segundos. Este fenómeno ha sido estudiado para el Vecuronio y el Atracurio, con curvas similares, pero es distinto según cuál sea el relajante. Cuanta más respuesta se observen, más rápido se presentará la recuperación inicial de la parálisis completa². El procedimiento se denomina Conteo Post-Tetánico (PTC es la sigla universal, que corresponde al nombre en inglés: Post Tetanic Count), y, durante su ejecución, es raro que se aprecie una respuesta al tétanos aplicado. Con el acelerómetro TofGuard^{NR}, el programa interno del equipo directamente suprime del registro cualquier eventual respuesta tetánica, permitiendo observar las respuestas del PTC, además de indicar en pantalla cuántas se han producido (figura 12).



[\[Ampliar imagen \]](#)

Figura 12: Acelerometría, Rocuronio 0.6 mg/kg. Trazado superior: expandido; inferior: comprimido. En ausencia de respuestas a la estimulación, a los 20 min. Se aplica tétanos de 50 Hz. por 5 seg.(tet). El conteo postetánico arroja 15 respuestas (traz.sup), con recuperación de las respuestas dentro del 1er minuto. A los 36 minutos reversión con neostigmina. (reg. .propio)

Este procedimiento también puede realizarse sin necesidad de aparatos de registro, con un neuroestimulador, pues sólo hay que contar las respuestas postetánicas. Algunos equipos, según la marca, tienen programada la duración de la estimulación posterior al tétanos por un lapso fijo, mientras que otros no.

Durante la fase final de la recuperación espontánea debe recordarse que el TOF apreciado sin el concurso de un registro gráfico u osciloscopio no es fidedigno en el rango de relación más útil para decidir si se inyecta o no neostigmina, o sea, entre el 50% y el 80%, cuando el observador siente o ve todas las respuestas como si fueran iguales aunque la fatiga esté presente, y, en consecuencia, sólo en dicha circunstancia se debe aplicar DBS tal cual se explicó más arriba.

Todo medio con registro es más útil que sin él. Los métodos de registro mecánico de las

respuestas, si bien exigen mayores cuidados, son a su vez superiores a los registros electromiográficos, por la ocurrencia de interferencias por el cauterio, por la termo variabilidad de éstos y por la posibilidad de efectos farmacológicos sobre el acoplamiento éxito-contráctil, circunstancia única en que se deben usar ambos métodos concomitantemente (fuerza y EMG). En tal caso, se debe prestar atención sólo a diferencias groseras (por ejemplo: intoxicación por Dantroleno), excepto cuando las observaciones son con un fin de estudios experimentales en el ser humano o en el animal. Pese a la antigüedad y a la susceptibilidad a interferencias del EMG procesado, este método es el más empleado en la administración automática de relajantes en lazo cerrado, simplemente por tener una interfase RS232 incorporada de fábrica. Ningún medio nuevo de monitoreo (por ejemplo: miograma acústico), cuya descripción excede a esta actualización, está indicado en dicho procedimiento hasta no ser consagrado por la experiencia.(2,8,9)

Al comparar la recuperación final del bloqueo neuromuscular observando la amplitud de los twitches, con acelerometría es muy común que, si al comienzo de la cirugía se ha fijado su valor en el 100% (o control), la recuperación supere dichos valores (110 a 150%) (Figura 6). Este fenómeno, de aparente origen facilitatorio muscular por la estimulación, se observa, aunque en escasa magnitud, con la medida directa de la fuerza en condiciones isométricas, y menos aún con el EMG, donde su origen admite diversas causas. Por ello, siempre que se hace referencia a magnitudes de bloqueo durante su proceso de instauración, los valores de las sucesivas respuestas se deben comparar contra el valor control previo o 100%. Pero las buenas normas de práctica de investigación requieren que la comparación de todos los parámetros registrados durante la recuperación se hagan respecto del valor final del twitch una vez recuperado del bloqueo, o sea, normalizando al 100% la magnitud de los twitches observados cuando el valor del TOF supere el 85-90%.

Rol de los medios de monitoreo conexos

Los medios de monitoreo conexos son aquellos medios de vigilancia de diversas funciones distintas de la transmisión neuromuscular, pero que, además de su especificidad, son necesarios para una correcta interpretación del monitoreo mioneural en el contexto del paciente anestesiado. En ausencia de patología agregada, los monitoreo más importantes son la temperatura central y la periférica cercana al sitio de mediciones de la transmisión neuromuscular, la capnometría-capnografía, la concentración inspirada-espirada del anestésico volátil y el débito urinario.

La temperatura central es importante en cuanto puede inferirse cualquier alteración metabólica y/o cinética del relajante administrado. El registro de la temperatura periférica cercana al sitio de mediciones de la transmisión neuromuscular debe mantenerse entre los 32 y los 36 °C para asegurar fidelidad a las observaciones. Su disminución ocasiona vasoconstricción con menor llegada y remoción del relajante, alterando los parámetros típicos de su perfil farmacocinético individual in situ (duración clínica, índice de recuperación), y también disminuye la secreción de acetilcolina por parte del terminal nervioso (aunque se retrasa su destrucción por efecto de la colinesterasa verdadera de la sinapsis), independientemente del resto del organismo, donde la situación puede ser diferente. Otro fenómeno producto de la hipotermia local es su efecto sobre la cinética de la contracción y de contracción muscular que resulta opuesto a la primera. En condiciones normales, y sin relajantes, el ciclo contracción-de contracción del aductor corto del pulgar dura 120 a 160

milisegundos⁵, aumentando a más del doble con el descenso de 10 °C, con lo cual también aumenta la altura de la respuesta (figura 13).

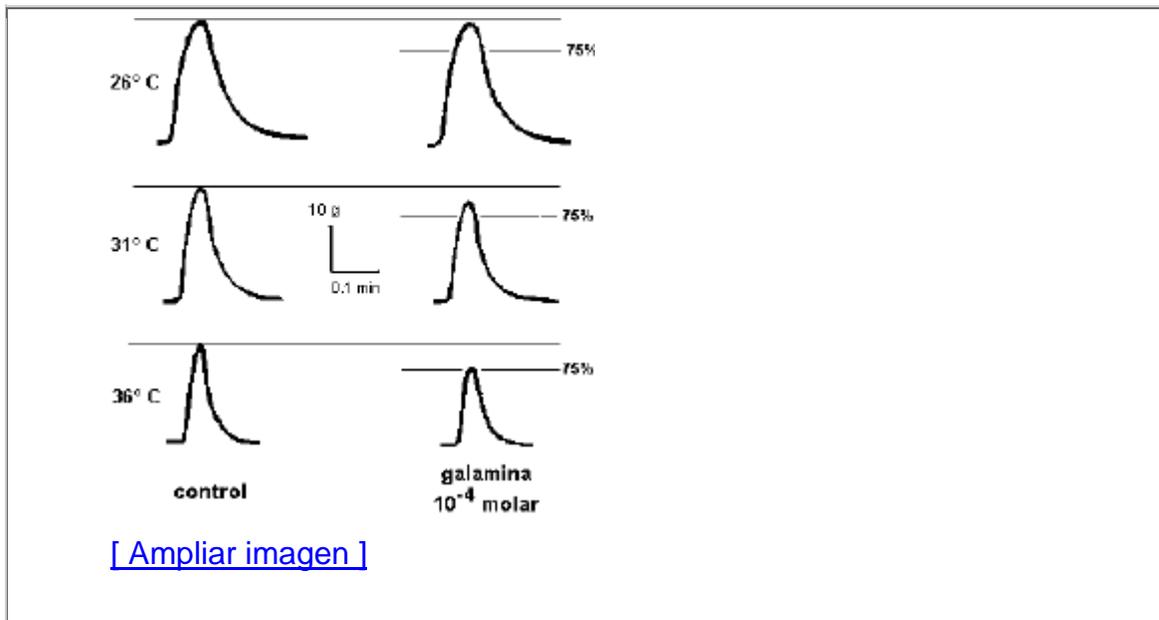


Figura 13: Efecto local de la temperatura sobre la fuerza de contracción en la preparación del hemidiafragma derecho con nervio frénico de la rata in vitro (estimulación a 0.1 hertz). Los trazados de la columna izquierda son recogidos en ausencia de relajante muscular (control); los de la columna derecha, en presencia de galamina 10^{-4} molar, que a 36 °C produjo un bloqueo neuromuscular del 25%. Nótese que, a medida que se reduce la temperatura, en ambos grupos (con y sin relajante) aumenta la amplitud de la contracción muscular, aunque lo hace más en presencia del relajante, llegando a equipararse con el grupo control a 26 °C (pseudo-reversión por hipotermia; q10: 25%). La duración del proceso de contracción-decontracción en el nivel del tiempo medio de desarrollo de la

fuerza aumenta el 150% por igual en ambos grupos. (Reg. propio: Research Fellow Thesis/1977.)

Del balance entre los dos efectos locales citados, surge una sobrestimación del grado de bloqueo si predomina el primer fenómeno (depresión), como en el caso de los relajantes esteroideos, o bien la subestimación de aquél con otros (galamina), induciendo al riesgo de sobredosificación a causa de la pseudo-reversión espontánea observada.

La capnometría es útil en cuanto, en ausencia de alteraciones serias de la diferencia alvéolo-arterial para el CO₂, permite inferir las variaciones de la paCO₂ arterial. Un aumento acentuado de sus cifras coincide, en la mayoría de los casos, con efectos más acentuados del relajante, y un descenso por debajo de etCO₂ 23 mmHg sostenido en el tiempo hace aumentar la acidosis y la vasoconstricción lo cal y general, con similar resultado. Además, las contracciones del diafragma, cuya recuperación siempre es precoz respecto de los músculos de la mano, son fácilmente apreciables en el capnograma. El efecto de los agentes inhalatorios potentes sobre la relajación muscular es conocido, y por ello el monitoreo de la concentración espirada del anestésico es importante. La medición del débito urinario, además de posibilitar un mejor manejo clínico de la reposición hidroelectrolítica, permite explicar variaciones en la duración del relajante, particularmente en los que se eliminan parcialmente por dicha vía.(1,2,4,13)

Implicancias del monitoreo en la reversión del bloqueo neuromuscular

La recuperación incompleta del bloqueo neuromuscular ha sido evaluada en diversos centros a nivel mundial y reconocida como entidad con potencial de generación de complicaciones

postoperatorias desde leves hasta fatales⁶. La vía final común a ellas ha sido tanto la insuficiencia ventilatoria (con producción de atelectasia, infección, etc.) como la debilidad muscular con incapacidad para evitar la obstrucción de la vía aérea (tapón mucoso) o la aspiración de contenido gástrico, así como las consecuencias del insuficiente intercambio gaseoso, con acumulación progresiva de CO₂ alterando la ecuación del gas alveolar con hipoxia progresiva. El rol fundamental en el reconocimiento del bloqueo neuromuscular residual y la prevención de las complicaciones compete tanto al anestesiólogo actuante en quirófano como al personal de la sala de recuperación anestésica. En ciertas circunstancias, sólo en este último ambiente se puede detectar reinstauración de la debilidad muscular luego de un tiempo desde la reversión farmacológica hecha correctamente en quirófano.

Dos conceptos básicos deben considerarse respecto de la adecuación de la función neuromuscular al final de una intervención quirúrgica. Uno de ellos es la ineludible necesidad de reconocer por un medio objetivo el estado actual de la transmisión neuromuscular. El otro es la consideración pronóstica de dicho estado, evaluando los factores incidentes en la farmacodinamia y la farmacocinética del relajante, que pueden o no atentar contra el sostenimiento del grado de recuperación observado en el momento de la transferencia a la sala de recuperación, o sea, el pronóstico más probable para la evolución ulterior del bloqueo.

El único medio idóneo para evaluar la función neuromuscular al final de la operación es el monitoreo de las respuestas musculares a la neuroestimulación de un tronco nervioso motor periférico. Las respuestas características de una recuperación adecuada son aquellas que exploran la capacidad de movilización de acetilcolina del terminal nervioso ante estímulos repetitivos^{3,4,7}, o sea, una respuesta al TOF superior al 70-80%, si se tiene registro, o, en su defecto, dos respuestas iguales al DBS tal cual se explicó más arriba. El método del DBS

tiene una precisión del 96% respecto del TOF^{8,9}; por lo tanto, tampoco es garantía absoluta de recuperación del 100%.

Es útil conocer la correlación entre distintas pruebas clínicas propuestas y la medida objetiva brindada por la neuroestimulación. A diferencia del procedimiento instrumental eléctrico, para todas las pruebas clínicas se requiere que el paciente esté completamente despierto, sin depresión central por narcóticos, sedantes o agentes anestésicos, y sin dolor o paresia localizados que impidan las maniobras que se soliciten. De las diferentes pruebas, la más sensible es la habilidad para mantener la cabeza sobreelevada sobre el plano de la camilla, con la boca cerrada, por espacio de 10 segundos, o bien con algo menos de sensibilidad sólo por 5 segundos. En pruebas realizadas con enfermos en recuperación, se ha podido observar que entre el 80 y el 100% de los pacientes pueden mantener su cabeza elevada entre 5 y 10 segundos, cuando el Tren de Cuatro es de entre el 70% y el 80%¹⁰. En el extremo inferior de la escala, se observa que a un Tren de Cuatro del 50%-60% le corresponde entre el 10% y el 50% de los pacientes que pueden mantener levantada la cabeza por 5 segundos, y cerca del 12% de éstos llegan a mantenerla elevada por espacio de 10 segundos. En consecuencia, aun con la prueba más exigente no se puede asegurar que el Tren de Cuatro esté adecuadamente recuperado. Las demás pruebas de fuerza muscular existentes (levantar la pierna, tragar, elevar la mandíbula, apretar la mano, etc.) son de menor poder predictivo.

Hay otras pruebas que vinculan la fuerza muscular a parámetros respiratorios (capacidad vital forzada, volumen espiratorio máximo forzado en un segundo, máximo esfuerzo inspiratorio ante la oclusión de la vía aérea). En la práctica clínica habitual, no se dispone en el área quirúrgica de elementos de medición para los primeros citados, que además son menos precisos que la medición del esfuerzo inspiratorio máximo, que sólo requiere de tres

elementos para realizarse: 1.- contar con un manovacuómetro; 2.- más importante aún, que el paciente tolere el tubo traqueal y no tenga dolor o inmovilización parcial que le impida hacer el esfuerzo de inspirar ante la oclusión y 3.- que esté en condición capaz de entender las órdenes que se le dan. La capacidad de mantener elevada la cabeza por espacio de 5 segundos se relaciona con esfuerzo inspiratorio máximo de 52 (± 8) cm de H₂ O.¹¹ Teniendo en cuenta que el esfuerzo inspiratorio máximo en sujetos no anestesiados es, en promedio, de 91 cm de H₂ O, resulta fácil concluir que los 25 cm de H₂ O de presión negativa máxima en la vía aérea, admitidos en la práctica como índice de mantenimiento de un volumen corriente ventilatorio adecuado, sólo representan eso, y bajo ningún concepto indican capacidad para esfuerzos mayores de protección de la vía aérea superior.

En caso de no llegar a obtener los valores citados para admitir la recuperación espontánea del bloqueo neuromuscular, corresponde revertir farmacológicamente la paresia residual con una anticolinesterasa. Las dosis a administrar de neostigmina están en función del nivel de relajación observado y de la naturaleza del relajante administrado. Para un bloqueo profundo, con una o dos respuestas visibles al TOF, una guía práctica es usar 0.05 mg/kg de peso ideal o magro si el relajante es de duración intermedia (0.07 mg/kg, si es de larga duración), que puede reducirse progresivamente a medida que el bloqueo a revertir sea más superficial (0.04 mg/kg para un TOF entre 3 respuestas y el 20%; 0.03 mg/kg, entre el 20% y el 40%; 0.02 mg/kg, entre el 40% y el 60%). Nunca debe intentarse la administración de neostigmina, salvo que se observe la recuperación de al menos una respuesta al TOF, o un Conteo Postetánico de 15 solamente si el relajante usado es de duración corta (mivacurio). La dosis elegida debe administrarse de una sola vez, y no en incrementos repartidos en el tiempo, ya que no se ha demostrado que el priming o cebado con anticolinesterasas ocasione una mejoría significativa. Si al cabo de 25 minutos de la administración de neostigmina no se obtiene la

recuperación del bloqueo, cabe considerar los siguientes factores antes de pensar en reinyectar una dosis adicional:

1. Profundidad del bloqueo en el momento de la inyección de neostigmina: Cuanto más profundo haya sido el mismo, más tiempo demandará su reversión farmacológica, en especial con los relajantes de larga duración (puede llevar hasta 40 minutos).
2. Tiempo durante el cual se ha administrado el relajante: Puede ser importante sólo en el caso de que coincida la necesidad de un nivel de bloqueo neuromuscular acentuado durante un tiempo superior a las cinco horas, con el uso de un relajante cuya finalización de efecto miorrresolutivo se haga por redistribución y no por eliminación de la molécula del organismo (esteroides).
3. Temperatura central y en el sitio objeto de observación: La hipotermia general demora la recuperación espontánea y la reversión farmacológica. La hipotermia local ocasiona el mismo fenómeno en el nivel del grupo muscular observado cuando la temperatura baja de 3128 °C, pero también puede mostrar una pseudorreversión (figura 13).
4. Estado ácido-base: La acidosis metabólica, y en menor medida la respiratoria, acentúan el bloqueo y dificultan la reversión.
5. Trastornos hidroelectrolíticos importantes: Hipocalcemia, hipermagnesemia, hiponatremia e hipo o hiperkalemia dificultan y retrasan la reversión.
6. Estados que afecten el proceso de eliminación: Colestasis o hepatopatía importante con los relajantes esteroideos; u homocigotas para colinesterasa anómala o hepatopatías con descenso importante de la actividad de la butirilcolinesterasa con el mivacurio y succinilcolina.

7. Posibilidad de interacciones entre medicación y el relajante: Antibióticos, medicación cardiovascular, terapia antineoplásica, ciertos anestésicos, etc.

Recién cuando todos los factores mencionados se han descartado o corregido, y pasados 25 minutos o más de la primera administración, es prudente reinyectar neostigmina. La vida media de esta anticolinesterasa es de 25 a 120 minutos; por lo que la nueva dosis a administrar será la mitad de la inicial, para evitar el riesgo de desensibilización del receptor colinérgico postsináptico por sobredosis, y la consecuente prolongación de la parálisis. En presencia de niveles altos y/o sostenidos del relajante en sangre, la neostigmina puede llegar a revertir transitoriamente el bloqueo simplemente por antagonismo competitivo y/o facilitación presináptica¹⁴. Esta situación es seguida en un lapso variable, luego de 25 a 40 minutos, por reaparición del bloqueo neuromuscular en sala de recuperación, donde debe ser reconocido y tratado.(3,4,8,9)

El seguimiento por monitoreo de la evolución del bloqueo neuromuscular durante toda la intervención quirúrgica permite hacer diagnóstico y corrección de muchos de los factores citados, a la par de brindar información que posibilita un mejor pronóstico de la evolución postoperatoria inmediata en relación con la posibilidad de sostenimiento de la reversión o la prevención por potenciales interurrencias.

MATERIAL Y MÉTODO

Tipo de estudio: ensayo clínico

Características: controlado, Prospectivo, comparativo, longitudinal.

Población a estudio

Todo paciente sometido a instrumentación de columna vertebral (mayor de dos Horas) en el HEALF que hayan recibido pancuronio para la inducción y mantenimiento del plano anestésico en el periodo del mes de octubre 2015 a enero del 2016.

Muestra

Todos los pacientes que hayan recibido anestesia para cirugía de columna vertebral en el HEALF en el periodo de estudio y que cumplan los criterios de inclusión, y clasificados en: A: bajo monitoreo neuromuscular. B: sin monitoreo neuromuscular

1. Muestra obtenida a través de la formula estadística $n = \frac{S^2}{v^2}$: varianza de la muestra/ varianza de la población.

Siendo que S: P (1-P) y P: 1-IC(alfa), V: error estándar prefijado de 0.01, que quiere decir que corremos un riesgo aproximado de no acertar en nuestra predicción del 1% con respecto a la muestra. Y se pretende tener una significancia del 95%, que no es más que la probabilidad de que ocurra el evento a estudiar.

2. Muestra obtenida de 0.0475/0.0001: 475 muestras que debe ser ajustada a la población estudiada.

n ajustada: $n/1+n/N$: $475/1+(475/33)$: $475/$: 15.4: 30

3. 30 serán la muestra que se monitorizaran, los primeros quince sin monitorización y los restantes quince con monitorización.

Criterios de inclusión

1. Pacientes mayores de edad.
2. Pacientes de ambos sexos
3. Pacientes ASA I y III (sin deterioro de la función renal)
4. Cirugías mayores de 2 horas.
5. Sin uso de otros relajantes a excepción de la succinilcolina.
6. Sin alergia conocida o contraindicación para el uso de pancuronio y su revertidor.
7. Pacientes sin lesión cervical que comprometa respuesta motora de miembros superiores.

Criterios de exclusión.

Que no cumpla los criterios de inclusión arriba descritos.

Asignación de las intervenciones (A y B)

Los pacientes seleccionados que cumplan con los criterios de inclusión serán distribuidos aleatoriamente en dos grupos (aquellos que recibirían la intervención A y aquellos que recibirían la intervención B), a través del siguiente procedimiento:

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

El presente estudio se realizara en sala de operaciones del Hospital Antonio Lenin Fonseca, en aquellos pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral.

Para el grupo A: serán sometidos previa monitorización estándar, a sedación ligera con Midazolam de 0.05 mg/kg de peso y fentanyl a 0.7 mcg/kg de peso, y se procederá a colocar los electrodos en la región palmar de la muñeca, sobre el recorrido del nervio cubital, de proximal (positivo, 3 cm proximal al distal) a distal (negativo, en la intersección del pliegue proximal de la muñeca con el borde radial del flexor del carpo) con una separación no mayor de 5 cm, luego se administrará un estímulo TOF de 30 mA para obtener una repuesta del adductor pollicis y confirmemos una adecuada colocación.

Durante todo el procedimiento quirúrgico se protegerá de la hipotermia, pues es bien conocida la reducción de esta por el frio.

Se tomara TOF a frecuencia de 15 minutos y se evaluara la respuesta por el método táctil, guiando bajo dichas respuesta la dosificación de pancuronio, en base a lo siguiente:

1. Sin respuesta alguna.....bloqueo profundo...no amerita mayor dosis.
2. Con dos respuestas.....bloqueo adecuado....no amerita dosis adicional.
3. Con tres respuestas.....bloqueo parcial.....amerita dosis adicional.
4. Con cuatro respuestas iguales....sin bloqueo aparente....verificar con DB no revertir si se obtienen dos respuestas iguales (no hay agotamiento).

Para los pacientes del grupo B o sin monitoreo:

El fentanyl será calculado igual que los pacientes de tipo A (5 mcg/kg) inducción y dosis adicionales cada 30 minutos, en cuanto la dosificación de pancuronio adicional estará en dependencia de las respuestas clínicas de reversión tal como: aumento de la presión de vía aérea, movimientos ventilatorios (oscilación del fuelle anormal).

La reversión se realizara con neostigmina 2.5mg mas una dosis de un miligramo de atropina previamente (, aumentando la dosis de ser necesario), en ambos grupos.

Recolección de la información

Se elaboró una ficha de recolección de la información en donde se recopilaron los datos de todas las variables en estudio.

Técnicas y procedimientos para analizar la información

Creación de la base de datos

La información obtenida fue introducida y analizada en una base de datos utilizando el programa SPSS 23.0 versión para Windows (SPSS Inc.).

Estadística descriptiva:

Se elaboraran tablas de frecuencia (absolutas y porcentajes) de las variables cualitativas (categóricas). Los datos serán presentados en forma de tablas de contingencia y gráficos de barras.

Para variables cuantitativas se determinará estadígrafos de tendencia central y de dispersión; las medidas utilizadas están en dependencia del tipo de distribución de los valores de la variable.

Estadística analítica

Análisis bivariado

Para estimar la asociación o evaluar diferencias significativas entre dos variables categóricas se utilizará la prueba de chi² (X²). Se considerará que una asociación o diferencia fue estadísticamente significativa, cuando el valor de p fue <0.05.

TEST DE FISHER: debido a que la muestra a ser estudiada será baja, (por la misma condición de infrecuencia), consideramos debe emplearse el test de Fisher en el programa SPSS 23

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	CONCEPTO	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
EDAD	Tiempo de vida en años de los pacientes	Cuantitativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. De 18 a 25 años 2. De 26 a 30 años. 3. De 31 a 35 años. 4. De 36 a 40 años. 5. Mayores de 40 años.
SEXO	Se refiere a las características fenotípicas	Cualitativa	<p>Masculino</p> <p>Femenino</p>
PESO	Unidad de medida de la masa corporal	Cuantitativa	Promedio+ DE
ASA	Clasificación del estado físico del paciente según la ASA (en este estudio se excluyó aquellos pacientes con deterioro renal aunque sea mínimo)	Cualitativa ordinal	<ol style="list-style-type: none"> I. Pacientes sin comorbilidades II. Pacientes con comorbilidades pero compensadas. III. Pacientes descompensados.

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

Presión arterial	Fuerza ejercida en las paredes vasculares por la columna sanguínea que se desplaza contenida en ellas y que es impulsada por el miocardio	Cuantitativa	Promedio + DE(unidad de medida mmHg)
Frecuencia cardiaca	Numero de Contracciones cardiacas eficaces en un minuto	Cuantitativa	Promedio + DE
Duración del procedimiento.	Tiempo de cirugía al que fue sometido el paciente.	Cuantitativa.	Promedio + DE.(unidad de medida Horas)
Dosis de pancuronio.	Cantidad en mg/kg de peso administrados.	Cuantitativa	Promedio+ DE.
Tiempo de redosificación	Tiempo en minutos transcurrido entre la dosis de inducción y la primera dosis adicional y entre esta y las subsecuentes.	Cuantitativa.	a. Promedio +DE

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

Monitoreo neuromuscular.	Método de monitoreo mediante estimulación eléctrica del bloqueo neuromuscular.	Cualitativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si, mediante TOF y DBS. 2. No, empírico.
Relajación residual.	<p>Presencia de signos de relajación, a saber:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incapacidad para levantar la cabeza por al menos cinco seg. 2. No apertura ocular. 3. No movimientos respiratorios adecuados, no habiendo otra causa aparente. 4. Otros. 	Cualitativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si. 2. No.
Bradycardia	Frecuencia cardiaca < 60 latidos por minutos	Cualitativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sí. 2. No.

Ficha de recolección de datos:

Eficacia del monitoreo de la relajación neuromuscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a cirugías prolongadas de columna vertebral en el HEALF de Octubre 2015 a Febrero del 2016.

I. *Datos generales;*

- 1) Numero de ficha. _____
- 2) Edad del paciente _____
- 3) Expediente _____
- 4) Sexo _____
- 5) Peso _____
- 6) ASA _____

II. *relajación muscular.*

- 1) Dosis total de pancuronio _____
- 2) Se realizó monitoreo neuromuscular _____
- 3) Duración del procedimiento(cirugía) _____
- 4) Requirió dosis adicionales de pancuronio(minutos) _____
1ra dosis _____. 2da dosis _____. 3ra. Dosis _____.
- 5) Criterios usado para dosis adicional _____

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

III. Comportamiento hemodinámico.

Hora	inicio	1	2	3	Final
P/A					
FC					
SO2					

IV. Emergencia de la anestesia.

- 1) Presento relajación residual_____
- 2) Presento bradicardia_____

RESULTADOS.

Resultados:

En estudio se evaluaron a 30 pacientes sometidos a instrumentación de la columna vertebral, divididos en dos grupos una con monitoreo de la relajación neuromuscular y otro no, con el propósito de determinar el impacto en la dosificación de pancuronio bajo el monitoreo, este estudio fue llevado a cabo en sala de operaciones en el quirófano cuatro propiamente dicho durante los meses de octubre del año 2015 a enero del año 2016.

Encontrándose una edad promedio para los monitorizados fue de 38 años y de 50 años para los no monitorizados (tabla 2) y un peso promedio 71 kg para los pacientes monitorizados y 79 kg para los pacientes sin monitorización neuromuscular.

En lo que respecta al sexo, predominó el masculino en el grupo monitorizado con un 73.3% (11 Pacientes), no habiendo una diferencia en el grupo no monitorizado donde se reparten en 53.3% para el sexo femenino y 46.7% para el masculino.(60% masculino en total del estudio, tabla 3).

En cuanto a la clasificación del estado físico según el ASA la mayoría de los estudiados fueron clasificados en riesgo grado II (60%, según la tabla 4),10 pacientes de los monitorizados(66.7%) y 8 pacientes de los no monitorizados (53.3%) no encontrándose en ninguno de ellos deterioro de la función renal demostrada por laboratorio.

En lo que concierne al comportamiento hemodinámico ambos grupos presentaron similares cifras tensionales, que discrepan levemente en favor de los pacientes monitorizados neuromusculares con una presión arteria sistólica media de inicio, igual a 126 mmHg respecto a los 147 mmHg que presentan los no monitorizados (tabla 5).

La presión arterial diastólica media presenta similar comportamiento en monitorizados y no monitorizados siendo de 75 y 84 mmHg respectivamente al inicio de la cirugía, esta discreta diferencia entre ambos se pierde hacia al final de la cirugía.(tabla y grafico No.6)

Los otros parámetros clínicos permanecieron casi inalterados durante la cirugía, demostrado por una frecuencia cardiaca inicial de 84 lpm para los monitorizados, y de 78 lpm para los pacientes no sometidos a monitoreo. Cifras casi idénticas a las que se presentaron al finalizar el procedimiento quirúrgico. (Tablas No. 7 y gráfico)

En cuanto al uso de pancuronio (dosificación) se demostró que sin apoyo del monitoreo neuromuscular se emplean dosis mayores, eso se puede inferir debido a que se encontró que en pacientes no monitorizados se emplearon dosis mayores de 0.12 mg/kg en 66.7%, y solo el 33.3% de los monitorizados se emplearon dosis similares (tabla y grafico No. 9), sin embargo esta asociación es estadísticamente débil,

Al centrarnos en el objetivo de este estudio determinamos que el monitoreo de la relajación neuromuscular es efectivo en la prevención de relajación neuromuscular residual, ya que todos los pacientes relajados residualmente pertenecen al grupo no monitorizados apoyado esto por un chi cuadrado y prueba exacta de Fisher menor de 0.05 (0.014 y 0.042 respectivamente).(tabla No. 8).lo mismo puede afirmarse en la prevención de bradicardia por el uso de neostigmina en el antagonismo de la relajación(chi cuadrado menor 0.05)(tabla No. 13)

Pudimos relacionar además que el monitoreo neuromuscular prolonga el tiempo de redosificación de pancuronio al usar monitorización neuromuscular, el tiempo promedio requerido entre dosis se prolongó de 77 minutos hasta 88 para la tercera dosis, (tabla12)en 10% de estos pacientes la dosis de refuerzo se aplicó más de 1.5 después de la inducción

(tabla 11) y las dosis de pancuronio requeridas fueron modestamente menores, siendo 6.4 mg la dosis para los pacientes bajo monitorización y 6.73 para los pacientes sin monitoreo de la relajación neuromuscular. (Cuadros 9 y 10).

Discusión de los resultados:

El monitoreo neuromuscular es una herramienta indispensable en la práctica diaria del anestesiólogo, esto por dos razones principales: primero el uso de relajantes es común en nuestro ejercicio diario y segundo la respuesta muscular es variable en cada individuo y no debe ser dogma la dosificación en base de características farmacocinéticas presuntas, (Ariño e Irujo, revisión de la monitorización del bloqueo neuromuscular.).

En base a lo antes expuesto pretendimos con este estudio demostrar la repercusión de la dosificación de pancuronio en nuestros pacientes así como mostrar las bondades del uso de monitorización para tal propósito, se tomó una muestra de 30 pacientes y se valoraron las variables debajo detalladas:

La población estudiada fue en su mayoría mayor de cuarenta años (63%), la edad promedio del grupo monitorizado fue de 38 años y de 50 años para los no monitorizados, esto pudo haber tenido una leve influencia en los resultados teniendo en cuenta que talvez los pacientes no monitorizados de mayor edad pudieran tener una mayor susceptibilidad a los efectos del pancuronio, de sexo masculino (60%), representando un 73% en los pacientes monitorizados y el 46 % en los no monitorizados, y clasificación ASA II (60%), distribuidos en 66% del grupo monitorizados y 53% en el grupo no monitorizado, el peso promedio encontrado fue de 71 kg para los pacientes y de 79kg para los no monitorizados, esta diferencia aunque menor pudo haber inferido en la necesidad de mayor cantidad de pancuronio, debe aclararse además que él pancuronio en pacientes obesos se calculó en base a peso ideal y no peso real, por lo que dicha diferencia de dosificación puede ser despreciada.

La incidencia global de algún grado de relajación residual en esta muestra fue del 16% del total de 30 pacientes estudiados, similar a los estudios fuera del país (Barajas y Camarena, determinación de parálisis residual postanestésica con el uso BNM en México.2011). Todos (100%) estos pacientes (5 en total,) pertenecían al grupo que no fue monitorizado y la dosificación del pancuronio era regida por métodos subjetivos como la referencia del cirujano, el aumento de la presión de la vía aérea entre otros, lo que valida nuestra hipótesis (y se rechaza la hipótesis nula)de que el monitoreo neuromuscular es efectivo en la prevención de la relajación residual postanestésica sin embargo debe recordarse que pese a este resultado la única forma de validarlo es usando métodos más específicos como aceleromiografía y mecanomiografía que revelen un TOFratio mayor de 0.9, que descarte con mayor seguridad la ausencia total de relajación residual postanestésica. .

Existe una alta variabilidad en la respuesta a los relajantes neuromusculares que solo puede ser en parte controlada por la monitorización, siendo así, se determinó una prolongación del tiempo necesario de redosificación a medida que se administraban dosis subsecuentes, iniciando con 77 minutos para la primera dosis, hasta 88 minutos para la tercera dosis en pacientes monitorizados no así los pacientes sin monitorización, cuya parámetro casi constante fue el tiempo promedio de acción que roda los 60 minutos, hecho que probablemente no sea una forma adecuada de administrar el pancuronio pues se corre el riesgo de acumular el fármaco y por ende se prolongue su efecto dando así como resultado relajación residual posoperatoria, esto se evidencia por el hecho de que 18 pacientes entre monitorizados y no monitorizados (60%) requirió una dosis de refuerzo entre 45 y 90 minutos, lo que coincide con la bibliografía (cadwell,1993), y solo un 10%(3 pacientes) todos monitorizados la dosis se postergo más de 90 minutos al no haber evidencia objetiva de recuperación del bloqueo ($tof < 3/4$),esto reafirma el hecho de que no todos los pacientes

responden igual y el monitoreo es capaz de discernir entre ambos grupos , por ende debe ser un método rutinario en el arsenal de monitorización. Debe hacerse notar que 9 pacientes a los que se podía reforzar el bloqueo no se les administro pancuronio adicional ya que la recuperación del bloqueo estaba muy próxima al término de la cirugía. (Tabla12)

En lo que respecta a la dosis empleada en los pacientes estudiados existe una leve diferencia a favor de los pacientes monitorizados, quienes recibieron una dosis media de 6,2 mg en comparación a los 6,73 mg de los pacientes sin monitorización, y en términos generales los pacientes no monitorizados emplearon dosis $> 0,12$ mg/kg en 66,7% respecto a los 33.3 % de los monitorizados lo que se asemeja a estudios hechos en otros países donde el uso de monitoreo se acompaña de una reducción de la dosificación del pancuronio.

La monitorización neuromuscular en este estudio redujo la incidencia de relajación residual en los pacientes estudiados así como también se asoció a un menor riesgo de presentar bradicardia por el uso de revertidores, si bien la bradicardia se debe a una discordancia entre la dosis de atropina y neostigmina debemos recordar que la dosificación de estos fármacos es dependiente del grado de relajación que el paciente presente al final de la cirugía, queremos aclarar además que pese a no observarse la bradicardia en el acápite de comportamiento hemodinámico, debemos recordar al lector que la frecuencia cardiaca observada en ambos grupos es una media, es decir una medida de frecuencia, lo que enmascara la frecuencia baja de unos pocos por la frecuencia normal o alta de los otros pacientes sometidos al estudio, por lo que se prefirió convertir en una variable cualitativa el evento, describiéndola pues como la existencia o no de bradicardia luego de la reversión.

Conclusiones:

- 1. Los pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral monitorizados o no, tuvieron un comportamiento hemodinámico estable en su transquirurgico.**
- 2. El empleo de monitorización neuromuscular redujo la incidencia de relajación residual y bradicardia.**
- 3. Con la monitorización neuromuscular se observa una discreta disminución en la dosis total de pancuronio utilizada.**
- 4. se observó una prolongación en el tiempo de redosificación en los pacientes sometidos a monitoreo.**

Recomendaciones:

- ***Utilizar el monitoreo neuromuscular en forma rutinaria en todos los pacientes que reciban relajantes neuromusculares, a fin de que podamos gozar de mano propia las bondades de este método no invasivo de dosificación de relajantes, aun mas sabiendo que contamos solo con pancuronio en nuestro arsenal.***

Bibliografía:

- 1) Collins. V. Texto de anestesia General y regional, 3ra edición, México. editorial interamericana 1996. cap29-32..
- 2) Morgan, E. Anestesiología clínica , 3ra Edicion,MexicoD.F,2003.Editorial el manual moderno.cap9, pp185-206.
- 3) Muñoz cuevas, j .Farmacología aplicada a la anestesia.. 2013, pp36, 69,322.editorial Alfil. México D.F.
- 4) Barash ,P. Cullen, P. Stoelting,R. Anestesia clinica,5ta edición. Cap.16.pp 421-449, editorial interamericana. México 2006.
- 5) Aldrete A. Guevara U. Texto de anestesiología teórico-práctico. 2da edición, Cap. 18,333-359. MEXICO, 2004 editorial El manual moderno.
- 6) Barret K, y Barman,s. fisiología medica de Ganong.23va edición. Editorial interamericana McGraw-Hill, México 2010.seccion 2, pp 79-149.
- 7) Guyton,A.C.-Hall. Tratado de fisiología médica. 11va edición. Unidad 2.editorial interamericana.2006, filadelfia.
- 8) Fabregat López. Candia Arana C.A. LA monitorización neuromuscular y su importancia en el uso de los bloqueantes neuromusculares. Revista colombiana de anestesiología, revisión. ELSEVIER. 5/julio del 2012. 40 (4) Pag293-303.
- 9) Arino-Irujo.J.J. Monitorización del bloqueo neuromuscular.1ERA parte .Revista Española de anestesiología y reanimación.2010; 57:153-160.

- 10)** Barajas, R. Camarena ,j. Determinación de la parálisis residual postanestésica con el uso de agentes bloqueadores neuromusculares en México. Revista Mexicana de anestesiología. 34(3) julio 2011.pag, 181-188.
- 11)** Téllez Mathias,LA. Gracco de Bernardis,R.C. Parálisis Residual Postoperatoria. Revista Brasileira de anestesiología.2012: 63:3:439-459.
- 12)** Dávila, E. Gómez, C . Anestesiología Clínica. Editorial ciencias médicas, La Habana, cuba, 2006. Cap. 9, pp 1-5.
- 13)** Duke, J. Anestesia Secretos. Editorial Elsevier.4ta edición, 2011,espain.pp 95-104
- 14)** Carbajal. F,B, Ocampo, .. Temas selectos en anestesia, Colombia..2006.cap 20,pp291-297.
- 15)** Giraldo, J. C .Vanegas, M.V. principios básicos de anestesiología.Colombia,2004.Cap.8,pp 86-95.
- 16)** Carrillo Esper,R. Tópicos selectos de anestesiología, México, editorial Alfil,2008.primera edición, cap. 15,pp 179-190.
- 17)** Chamorro, C. Silva,J.A. Monitorización del bloqueo neuromuscular. Medicina intensiva.2008, 32, Suple.pag53-58.
- 18)** Hernández Sampieri, R. Metodología de la investigación. México, editorial interamericana McGraw-Hill.1997. capitulo ocho.

ANEXOS.

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

1. Media de edad de los pacientes sometidos a instrumentación de columna con monitoreo y sin monitoreo de la relajación neuromuscular.

Informe			
edad real			
monitoreo neuromuscular	Media	N	Desviación estándar
Si	38.33	15	14.792
No	50.20	15	15.307
Total	44.27	30	15.974

Fuente: ficha de recolección de datos.

2. Peso de los pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a enero del 2016.

Informe			
peso en kg			
monitoreo neuromuscular	Media	N	Desviación estándar
si	71.07	15	8.049
no	79.93	15	12.332
Total	75.50	30	11.181

Fuente: ficha de recolección de datos.

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

3. Sexo de los pacientes instrumentados de la columna en el Hospital Antonio Lenin Fonseca en el periodo de estudio.

Tabla cruzada sexo*monitoreo neuromuscular								
			monitoreo neuromuscular				Total	
			Si		No			
Sexo	femenino	Recuento	4	26.7%	8	53.3%	12	40%
	masculino	Recuento	11	73.3%	7	46.7%	18	60%
Total		Recuento	15	100%	15	100%	30	100%

Fuente: Ficha de recolección de datos.

4. Clasificación ASA de los pacientes sometidos a anestesia para la realización de instrumentación vertebral de octubre del 2015 a enero del 2016.

Tabla cruzada ASA clasificación*monitoreo neuromuscular								
			monitoreo neuromuscular				Total	
			Si		No			
ASA clasificación	I	Recuento	3	20%	1	6.7%	4	13.3%
	II	Recuento	10	66.7%	8	53.3%	18	60.0%
	III	Recuento	2	13.3%	6	40%	8	26.7%
Total		Recuento	15	100%	15	100%	30	100%

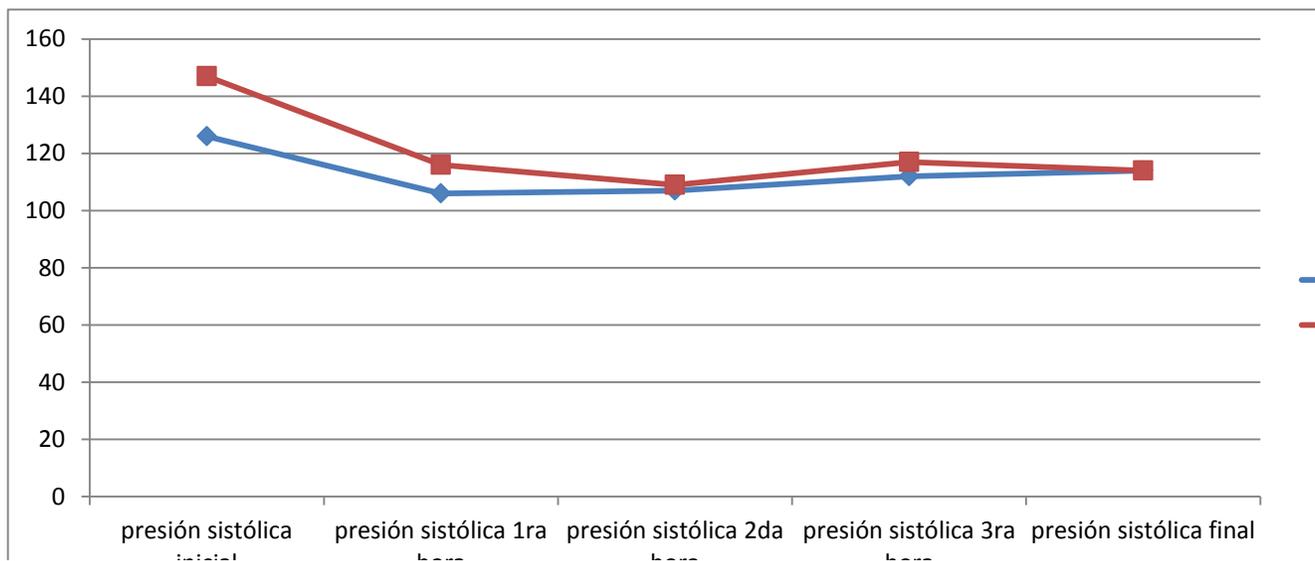
Fuente: ficha de recolección de datos.

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

5. Presiones sistólicas medias durante el transquirugico de los pacientes instrumentados de la columna en Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre 2015 a enero del 2016.

Informe					
Media					
monitoreo neuromuscular	presión sistólica inicial	presión sistólica 1ra hora	presión sistólica 2da hora	presión sistólica 3ra hora	presión sistólica final
Si	126.	106.	107.	112.	114.
No	147.	116.	109.	117.	114.
Total	137.	111.	108.	115.	114.

Fuente: ficha de recolección de datos



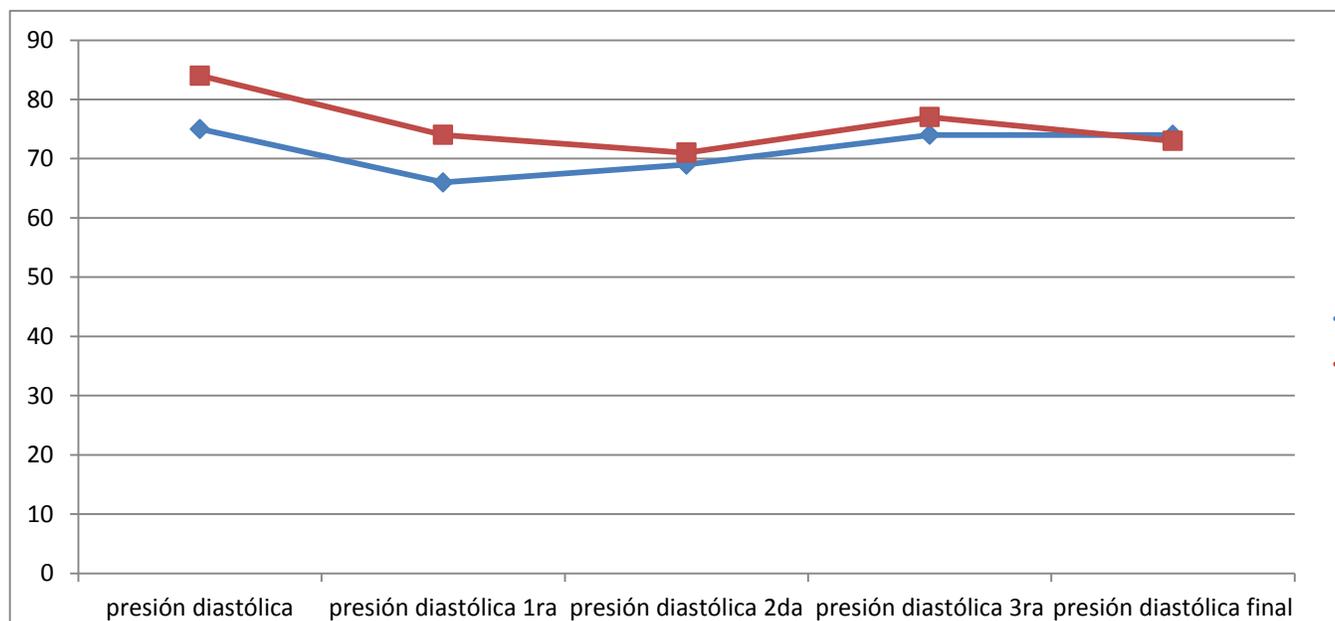
Fuente: tabla #5

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

6. Presión arterial diastólica media transquirurgica de los pacientes instrumentados de la columna en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante el periodo de estudio.

Informe					
Media					
monitoreo neuromuscular	presión diastólica inicial	presión diastólica 1ra hora	presión diastólica 2da hora	presión diastólica 3ra hora	presión diastólica final
Si	75.	66.	69.	74.	74.
No	84.	74.	71.	77.	73.
Total	79.	70.	70.	75.	74.

Fuente: ficha de recolección de datos.



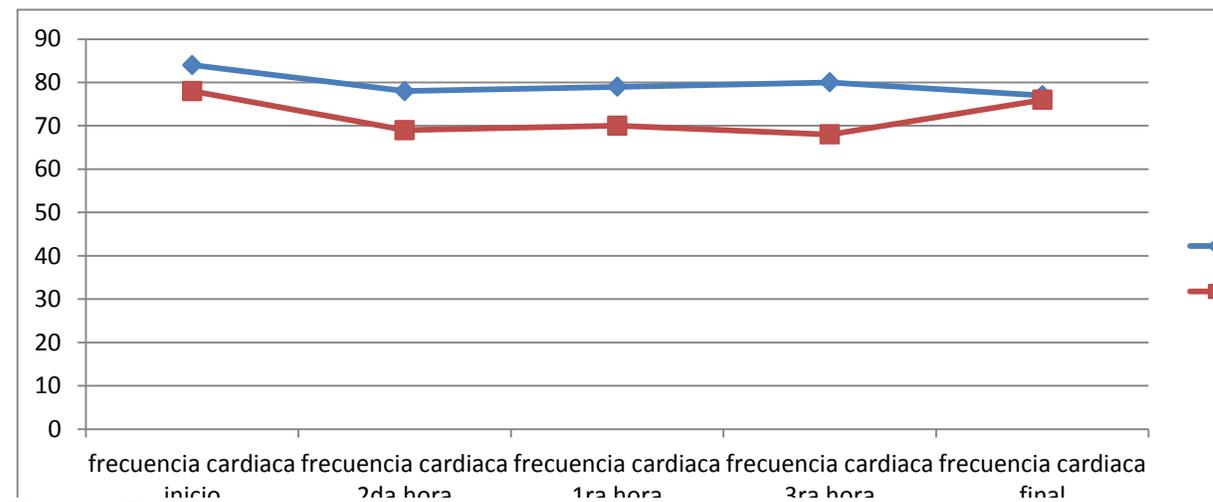
Fuente: tabla #6

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

7. Frecuencia cardiaca promedio transquirurgica de los pacientes a los que se le realizo instrumentación de columna vertebral en el H. Antonio Lenin Fonseca.

Informe					
Media					
monitoreo neuromuscular	frecuencia cardiaca inicio	frecuencia cardiaca 2da hora	frecuencia cardiaca 1ra hora	frecuencia cardiaca 3ra hora	frecuencia cardiaca final
Si	84.	78.	79.	80.	77.
No	78.	69.	70.	68.	76.
Total	81.	74.	74.	74.	77.

Fuente: ficha de recolección de datos.



Fuente: Tabla # 7

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

8. Efecto de la monitorización en la aparición de relajación neuromuscular por el uso de pancuronio en pacientes instrumentados de columna vertebral.

Tabla cruzada monitoreo neuromuscular*relajación residual								
			relajación residual				Total	
			Si		no			
monitoreo neuromuscular	si	Recuento	0	0%	15	100%	15	100%
	no	Recuento	5	33.3%	10	66.7%	15	100%
Total		Recuento	5	16.7%	25	83.3%	30	100%

Valor: $P < 0.05$.

Fuente: ficha de recolección de datos.

9. Dosis total (Mg/kg) de pancuronio usada en el mantenimiento de la relajación neuromuscular en pacientes instrumentados de la columna vertebral durante el periodo de octubre 2015 a enero del 2016.

Tabla cruzada monitoreo neuromuscular*dosis total de pancuronio							
			dosis total de pancuronio				Total
			0.08 a 0.12mg/kg		0.13 a 0.16 mg/kg		
monitoreo neuromuscular	si	Recuento	13	54.2%	2	33.3%	15
	no	Recuento	11	45.8%	4	66.7%	15
Total		Recuento	24	100%	6	100%	30

Fuente: ficha de recolección de datos.

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

10. Dosis promedio en miligramos de pancuronio entre pacientes sin monitoreo y bajo monitorización.

Informe			
mg total pancuronio			
monitoreo neuromuscular	Media	N	Desviación estándar
si	6.20	15	1.207
no	6.73	15	1.163
Total	6.47	30	1.196

Fuente: ficha de recolección de datos.

11. Tiempo transcurrido entre el la dosis inicial y la primera dosis de refuerzo de pancuronio en pacientes sometidos a estudio con y sin monitorización neuromuscular.

Tabla cruzada monitoreo neuromuscular*tiempo transcurrido de redosificación						
Recuento						
		tiempo transcurrido de redosificación				Total
		45 minutos a 1 hora	1 a 1,5horas	más de 1,5 horas	no se administro	
monitoreo neuromuscular	si	5	3	3	4	15
	no	6	4	0	5	15
Total		11	7	3	9	30

Fuente: ficha de recolección de datos.

Eficacia del monitoreo de la relajación muscular en el uso de pancuronio en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral en el Hospital Antonio Lenin Fonseca durante los meses de octubre del 2015 a Enero del 2016

12. Tiempo (minutos) promedio requerido para la administración de pancuronio adicional en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral con y sin monitoreo neuromuscular en el Hospital Antonio Lenin Fonseca.

Informe				
monitoreo neuromuscular		tiempo real 1ra dosis(minutos)	tiempo real 2da dosis(minutos)	tiempo real 3ra dosis(minutos)
Si	Media	77.73	77.00	88.33
	N	11	5	3
	Desviación estándar	33.494	28.196	40.415
No	Media	59.00	64.00	67.50
	N	10	5	4
	Desviación estándar	17.764	11.937	9.574
Total	Media	68.81	70.50	76.43
	N	21	10	7
	Desviación estándar	28.192	21.532	26.726

Fuente: ficha de recolección de datos.

13. Incidencia de bradicardia en pacientes sometidos a instrumentación de columna vertebral con y sin monitorización neuromuscular.

Tabla cruzada monitoreo neuromuscular*presencia de bradicardia							
			presencia de bradicardia				Total
			no		bradicardia		
monitoreo neuromuscular	si	Recuento	15	57.7%	0	0%	15
	no	Recuento	11	42.3%	4	100%	15
Total		Recuento	26	100%	4	100%	30

Valor de P <0.05.

Fuente: ficha de recolección de datos