



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
COORDINACION DE UNIDADES MEDICAS DE ALTA ESPECIALIDAD
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA "DR. SILVESTRE FRENK FREUND"
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

**"COMPORTAMIENTO HEMODINÁMICO Y VENTILATORIO EN PACIENTES
MENORES DE UN AÑO DE EDAD, SOMETIDOS A CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA
EN LA UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA DEL CMN SIGLO XXI"**

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALIDAD EN
ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRIACA

PRESENTA:

DRA. RIVAS VEGA LADY LAURA

ASESOR PRINCIPAL

M en C. Marisa Josefina Guerrero Pesina

UMAE Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI

CO- ASESOR

Dra. Milagros Vázquez Pulido

UMAE Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI

ASESOR METODOLÓGICO

Dra. Amanda Idaric Olivares Sosa

División De Educación

UMAE Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX.

JULIO 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



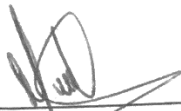
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

HOJA DE FIRMAS



PRESIDENTA

DRA. MILAGROS VAZQUEZ PULIDO
MÉDICO ANESTESIOLOGO PEDIATRA
ADSCRITO AL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA CMN SIGLO XXI



SECRETARIO

DRA. AMANDA IDARIC OLIVARES SOSA
MÉDICO ANESTESIOLOGO PEDIÁTRA
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA CMN SIGLO XXI



VOCAL

DRA. SANDRA GERARDO DE LA CRUZ
MÉDICO ANESTESIOLOGO PEDIATRA
ADSCRITO AL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA CMN SIGLO XXI

1/10/2015

Carta Dictamen

MÉXICO
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
CONTRATO DE LA REPUBLICA



Dirección de Prestaciones Médicas
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud
Coordinación de Investigación en Salud



"2015, Año del Generalísimo José María Morelos y Pavón".

Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3603
HOSPITAL DE PEDIATRÍA, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI, D.F. SUR

FECHA 01/10/2015

DRA. MARISA JOSEFINA GUERRERO PESINA

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

"COMPORTAMIENTO HEMODINÁMICO Y VENTILATORIO EN PACIENTES MENORES DE UN AÑO DE EDAD, SOMETIDOS A CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA EN LA UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA DEL CMN SIGLO XXI"

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

| |
|------------------|
| Núm. de Registro |
| R-2015-3603-85 |

ATENTAMENTE

DR.(A). HERMILO DE LA CRUZ YÁÑEZ

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3603

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

HOJA DE DATOS

| | |
|---|---|
| 1.DATOS DEL ALUMNO | |
| Apellido paterno: Apellido materno: Nombre: Dirección: Telefono: Correo electrónico: Universidad: Facultad o escuela: Carrera: No. de cuenta | Rivas Vega Lady Laura Tamaulipas 531, Col. Santa María Tulpetlac, Ecatepec, Estado de México 55 57 75 28 83 Lauriv87@hotmail.com Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Medicina Anestesiología Pediátrica 406014520 |
| 2.DATOS DEL ASESOR | |
| ASESOR PRINCIPAL Apellido Paterno: Apellido Materno: Nombre: | Guerrero Pesina Marisa Josefina |
| ASESOR CLÍNICO Apellido Paterno: Apellido Materno: Nombre: | Vázquez Pulido Milagros |
| ASESOR METODOLÓGICO Apellido Paterno: Apellido Materno: Nombre: | Olivares Sosa Amanda Idaric |
| 3.DATOS DE LA TESIS | |
| Título | “Comportamiento hemodinámico y ventilatorio en pacientes menores de un año de edad, sometidos a cirugía laparoscópica en la UMAE Hospital de Pediatría del CMN Siglo xxi” |
| Numero de paginas | 51 p. |
| Año | 2016 |
| No. de Registro | R-2015-3603-85 |

AGRADECIMIENTOS

A mis padres quienes con amor, paciencia y entrega han acompañado mi vida y apoyado mis sueños; sin importar cuan arduo se tornará el camino, permanecieron a mi lado.

A mis hermanos que son para mi inspiración y alegría; llenan mis días de fuerza y motivación.

A mi tío Pedro cómplice y aliado en innumerables proyectos emprendidos.

A mi asesora, maestra y amiga, la Dra. Marisa Guerrero Pesina, por confiar en este proyecto, por su entrega, su tiempo y corazón.

A mis hermanos por elección Anaid y Enrique, por sus palabras de aliento, las risas y aventuras vividas; los mejores compañeros y amigos.

A la Dra. Aline Nieto por su disposición y aportaciones desde el comienzo de este estudio.

A mis profesores de la UMAE por sus enseñanzas y tiempo compartido, así como el apoyo para la realización de este trabajo.

A Rodrigo quien de una manera atemporal intensifica mi pasión por la vida, acompaña mis días, amorosamente camina junto a mí en los momentos difíciles y perpetua los instantes de dicha. Te amo.

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|--------------------|---|
| CO ₂ | Dióxido de carbono |
| GC | Gasto cardiaco |
| TA | Tensión arterial |
| TAM | Tensión arterial media |
| PIA | Presión intraabdominal |
| PaCO ₂ | Presión arterial de Dióxido de carbono |
| PaO ₂ | Presión arterial de Oxígeno |
| EtCO ₂ | Presión de Dióxido de carbono espirado |
| PEEP | Presión positiva al final de la espiración |
| FC | Frecuencia cardiaca |
| FR | Frecuencia respiratoria |
| FiO ₂ | Fracción inspirada de oxígeno |
| SPO ₂ | Saturación parcial de oxígeno |
| RN | Recién Nacido |
| VSC | Volumen sanguíneo circulante |
| VC | Volumen corriente |
| P _{insp.} | Presión inspiratoria |
| P _{max} | Presión máxima |
| C _p | Concentración plasmática |

ÍNDICE

| | |
|----------------------------------|----|
| RESUMEN | 10 |
| MARCO TEÓRICO..... | 11 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 17 |
| JUSTIFICACIÓN | 18 |
| HIPOTESIS | 19 |
| OBJETIVOS..... | 20 |
| MATERIAL Y METODOS..... | 21 |
| ANALISIS ESTADISTICO | 27 |
| ASPECTOS ETICOS | 27 |
| RECURSOS..... | 28 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 45 |
| ANEXOS | 48 |

CONTENIDO DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Variables Independientes | 23 |
| Tabla 2. Variables hemodinámicas | 24 |
| Tabla 3. Variables ventilatorias | 24 |
| Tabla 4. Variables gasométricas | 25 |
| Tabla 5. Variables demográficas | 25 |
| Tabla 6. Duración de neumoperitoneo y presión de insuflación | 30 |
| Tabla 7. Análisis de varianza SPO2..... | 33 |
| Tabla 8. Análisis de varianza PEEP | 34 |
| Tabla 9. Análisis de varianza VC | 35 |
| Tabla 10. Análisis de varianza FR | 36 |
| Tabla 11. Análisis de varianza P _{insp} | 37 |
| Tabla 12. Comparación de EtCO ₂ vs PaCO ₂ | 39 |

CONTENIDO DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Características demográficas de pacientes incluidos en el estudio, grupo completo y dividido por peso..... | 30 |
| Cuadro 2. Análisis de varianza de Tensión Arterial Media | 31 |
| Cuadro 3. Cálculo para dosis de carga y perfusiones del mantenimiento, Servicio de Anestesiología del Hospital General de México..... | 51 |

CONTENIDO DE GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| Gráfica 1. Medias de TAM..... | 31 |
| Gráfica 2. Medias de FC | 32 |
| Gráfica 3. Medias de TEMP | 32 |
| Gráfica 4. Medias de SPO ₂ | 33 |
| Gráfica 5. Medias de PEEP..... | 34 |

| | |
|----------------------------------|----|
| Gráfica 6. Medias de VC..... | 35 |
| Gráfica 7. Medias de FR | 36 |
| Gráfica 8. Medias de PINSP..... | 37 |
| Gráfica 9. Medias de ETCO2 | 38 |

CONTENIDO DE FIGURAS

| | |
|-------------------------------------|----|
| Figura 1 . Flujo de pacientes | 29 |
|-------------------------------------|----|

RESUMEN

Introducción: La insuflación de CO₂ en la cavidad abdominal puede condicionar inestabilidad hemodinámica y falla cardíaca que aunado al sistema cardiovascular inmaduro de neonatos y lactantes los hace más susceptibles. A nivel respiratorio se genera un patrón restrictivo, con retención de CO₂, hipoxemia e incluso acidosis respiratoria. Los cambios en la mecánica ventilatoria y hemodinámicos reportados en la literatura se espera sean más importantes en pacientes con comorbilidades preexistentes, tiempos quirúrgicos prolongados y en menores de un año de edad sometidos a presiones intra-abdominales mayores a 6mmHg. **Objetivo:** Determinar los cambios hemodinámicos y de la mecánica ventilatoria secundarios a la insuflación de CO₂ durante la cirugía laparoscópica electiva en pacientes menores a 1 año de edad. en la UMAE Hospital de Pediatría del CMN Siglo XXI. **Metodología:** Estudio longitudinal y descriptivo, para evaluar a través del registro de FC, PAM, SpO₂, en diferentes tiempos, así como de la presión de insuflación durante la cirugía, parámetros de ventilación mecánica: presión inspiratoria, volumen corriente, frecuencia respiratoria, fracción inspirada de oxígeno y CO₂ espirado. Se tomó muestra sanguínea para gasometría arterial basal, a los 60 minutos de iniciada la insuflación y al finalizar el procedimiento quirúrgico. El análisis estadístico se realizó con SPSS (v24) mediante medidas de tendencia central y de dispersión, para las variables de respuesta, análisis de varianza de medidas repetidas. **Resultados:** Del 1ero. de octubre del 2015 al 30 de mayo del 2016 se realizaron 45 procedimientos electivos, se incluyeron un total de 23 pacientes (12 hombres y 11 mujeres) no se eliminaron o perdieron pacientes en seguimiento. Se obtuvo diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.017$) en el peso de los pacientes. La presión de insuflación de CO₂ en la cavidad abdominal fue de ≤ 6 mmHg en 10 pacientes y de ≥ 7 mmHg en los restantes 13; la duración del neumoperitoneo registrado fue de 70 a 180 min. El comportamiento hemodinámico únicamente reporto cambios estadísticamente significativos de la TAM a los 120 minutos de neumoperitoneo respecto a la TAM basal, al inicio de la insuflación y a lo 10 minutos de este. Las variables ventilatorias registraron los siguientes cambios a los 60 y 120 min de neumoperitoneo en relación a la medición basal: PEEP incremento del 12.5% y 15%, VC 15% y 18%, FR 24.5% y 32%, P_{insp} 28% y 34%, respectivamente. La evaluación del comportamiento del CO₂ por capnografía vs gasometría mostró diferencia estadísticamente significativa en las 3 determinaciones. Mientras la EtCO₂ no reporto ningún cambio, la PaCO₂ presentó un incremento del 21% a los 60 minutos respecto a la basal con aumento en el gradiente EtCO₂/PaCO₂ basal de 11.23 ± 3.2 y a los 60 minutos de 14.21 ± 5.9 . **Conclusiones:** Únicamente la TAM mostró cambios significativo a los 120 minutos del neumoperitoneo en un 14.7%. Los cambios en los parámetros de ventilación mecánica secundarios a la insuflación de la cavidad abdominal presentaron relación directamente proporcional con el tiempo de neumoperitoneo. Es conveniente la determinación gasométrica del CO₂ al menos a los 60 minutos posterior a iniciada la insuflación independientemente de las comorbilidades del paciente, dado el incremento en la amplitud del gradiente PaCO₂-ETCO₂ que podría limitar el uso de la capnografía como herramienta aislada para guiar el manejo ventilatorio.

MARCO TEÓRICO

La laparoscopia consiste en la exploración visual de la cavidad abdominal por medio de instrumentos ópticos de pequeño calibre, previa insuflación regularmente con dióxido de carbono, lo que ha permitido realizar cirugías de complejidad creciente sin necesidad de realizar grandes incisiones. En 1920, Kellig visualizó los órganos abdominales de un perro utilizando cistoscopia, desarrollando el concepto de laparoscopia. Para 1923, Jacobeus publicó su experiencia en humanos, utilizando aire atmosférico para insuflar la cavidad abdominal a través de jeringas que atravesaban la misma por orificios hechos para este fin. Sin embargo en 1933 Fereaus recomendó el uso de CO₂ como agente de insuflación.^{1, 2.}

Se reconoce al Dr. Ganz, médico estadounidense, como el padre de la Laparoscopia Pediátrica, a partir de la publicación en 1971 del artículo "Advance in endoscopy of infants and children". En España, desde 1992 se empezó a utilizar el abordaje laparoscópico en pacientes pediátricos, para procedimientos diagnósticos, terapéuticos abdominales o tomas de biopsias. En México la primera publicación sobre este tema apareció en 2001, por el Dr. Granados con el reporte "Colelitiasis en pacientes pediátricos y adolescentes y su tratamiento: reporte de dos centros hospitalarios de tercer nivel", en la Revista Mexicana de Cirugía endoscópica.^{1, 2.}

La cirugía mínimamente invasiva es uno de los avances más importantes en la cirugía; actualmente por técnicas laparoscópicas se realizan procedimientos de manera rutinaria en pacientes pediátricos; donde la talla, el peso o la edad, no han demostrado ser limitantes para su uso.

Con el incremento de procedimientos laparoscópicos se ha buscado determinar los cambios fisiológicos relacionados con la insuflación, comúnmente realizada con CO₂, durante el procedimiento anestésico a fin de reconocer los beneficios potenciales y compararlos con las posibles complicaciones. Estos cambios pueden ser generados principalmente por el neumoperitoneo, pero también en cierta medida por la posición del paciente, el instrumental utilizado (el número y calibre de los puertos de acceso) o el tiempo de intervención, que no se dan en cirugía abierta

y que es preciso conocer para indicar correctamente la técnica y minimizar complicaciones.^{3,4}

El abordaje laparoscópico en el paciente menor de un año ha sido criticado por la necesidad de realizarse bajo anestesia general con relajación neuromuscular, en procedimientos como funduplicaturas, plastías inguinales o pilorotomías; las cuales al realizarse con técnica abierta pudieran efectuarse con anestesia regional o anestesia combinada, sin requerirse relajación neuromuscular. Lo anterior es relevante en aquellos pacientes en los que sus enfermedades coexistentes condicionen mayor riesgo de complicaciones hemodinámicas y/o ventilatorias, en el trans-operatorio como en el posquirúrgico, asociadas tanto a la técnica anestésica como quirúrgica debido al incremento de la presión intraabdominal por la insuflación.^{3,4}

Desde el punto de vista hemodinámico, el incremento inicial en la presión intraabdominal se traduce en un aumento del retorno venoso, con la consiguiente elevación del gasto cardiaco (GC) y la tensión arterial (TA). Esta respuesta, no obstante, se invierte al incrementar la presión por arriba de los 8 mmHg, porque a estos niveles se dificulta el retorno venoso y, por tanto, disminuye el GC y la TA.⁵

Otro aspecto que afecta la respuesta hemodinámica es la posición quirúrgica. La posición de Trendelenburg, necesaria en ocasiones en este tipo de cirugía, dificulta aún más el retorno venoso, por lo que hay que elevar al paciente lo mínimo indispensable para una adecuada exposición, y a ser posible, mantenerlo con una inclinación neutra.⁶

El aumento de la presión intraabdominal puede asociarse a la dificultad para la ventilación mecánica, debido a una disminución en la capacidad funcional residual y la complianza pulmonar, además de un aumento de resistencia de la vía aérea; consecuentemente de la presión pico inspiratoria y la presión meseta. Se produce una redistribución del flujo sanguíneo a zonas pobremente perfundidas durante la ventilación mecánica, con el aumento del shunt o cortocircuito intrapulmonar y del espacio muerto. También se ha observado un aumento en el gradiente de presión arterial de CO₂ (PaCO₂), presión espirada de CO₂ (EtCO₂) y disminución de pH arterial. Estas alteraciones se pueden corregir con aumento del 15-20% del volumen minuto y con ajustes en la presión positiva al final de la espiración (PEEP). Sin

embargo estas maniobras pueden no ser suficientes o adecuados para mantener en niveles normales la PaCO₂, generando hipercapnia y acidosis respiratoria. ⁷.

Bergesio y colaboradores realizaron un estudio en 11 pacientes pediátricos ASA I y II, de entre 8 meses y 11 años, que fueron intervenidos con cirugía laparoscópica abdominal, donde se registró un incremento del 26% en la presión máxima (Pmax), la resistencia de la vía aérea tuvo un aumento del 39.8%.⁸

El incremento en las cifras de EtCO₂ es atribuible a la absorción peritoneal que se produce al iniciar el neumoperitoneo, siendo más alta durante los primeros diez minutos, pasando este tiempo tiende a estabilizarse, considerando que cuando la presión intraabdominal supera la presión de perfusión capilar en la superficie peritoneal, la absorción se estabiliza y los incrementos en la PaCO₂ son atribuibles a la influencia de la presión intraabdominal en la mecánica ventilatoria.⁹

Las alteraciones de la función renal también son generadas por el incremento de la presión intraabdominal, que conduce a elevación de la presión venosa renal, la cual genera aumento de la presión capilar intraglomerular y como consecuencia disminuye la presión de perfusión renal. Se ha detectado una disminución del flujo plasmático renal y la tasa de filtración glomerular. En los casos de insuficiencia renal y ante laparoscopias prolongadas puede haber deterioro de la función renal. El aumento de la presión intraabdominal no afecta la función tubular de intercambio iónico, aclaración y absorción de agua libre. ¹⁰.

El impacto de los cambios antes descritos varía de acuerdo al estado físico del perioperatorio del paciente, el tipo de procedimiento, la presión intraabdominal y el tiempo quirúrgico, de acuerdo a los hallazgos en los estudios previos. Fuentes y colaboradores realizaron un estudio retrospectivo en 2012 en niños sanos, donde analizaron los expedientes de 55 pacientes entre 13 y 107 días de edad, sometidos a pilorotomía laparoscópica con anestesia general y bloqueo regional y duración quirúrgica de 30 a 50 minutos, no reportaron cambios significativos en frecuencia cardíaca (FC), TA o episodios de desaturación, con FiO₂ del 35-40% y permitiendo picos de presión de entre 18-20 mmHg, pero con evidencia de un incremento en la media de EtCO₂ tras la inducción del neumoperitoneo que se corrigió tras la retirada del mismo, éste dato no tuvo significancia estadística, no obstante, clínicamente sí, ya que el nivel normal de EtCO₂ oscila entre los 35 a 45mmHg y los investigadores

registraron incrementos hasta los 50 mmHg en 5 pacientes. En el 100% de los pacientes incrementaron la frecuencia respiratoria (FR), logrando en el 91% (50 individuos) obtener niveles por debajo de los 45 mmHg. ¹¹

Por otro lado existen reportes de grandes cambios cardiorespiratorios durante el abordaje laparoscópico, caracterizados por reducción de la saturación de oxígeno (SPO₂), incremento en el EtCO₂ e incremento de la presión de la vía aérea. La importancia de estos hallazgos consiste en clarificar el margen de seguridad de los infantes, sobre todo por la fisiología propia de la edad, donde el gasto cardiaco es dependiente de la frecuencia cardiaca y la complianza torácica esta alterada; además de poseer musculatura fácilmente fatigable. Halachmi y cols. analizaron de manera retrospectiva los registros de 62 pacientes sometidos a cirugía urológica laparoscópica, con edades entre 2 y 7 años; la presión intraabdominal durante la insuflación de 12±1.5mmHg, y tiempos quirúrgicos de 3.6±1 hr; donde observaron un aumento significativo del EtCO₂ en un 9% con respecto a la basal, siendo más importante en aquellos que se encontraban en decúbito lateral izquierdo; así como incremento de la resistencia de la vía aérea en un 23% tras la insuflación de la cavidad abdominal con CO₂. Se observó además una disminución de la SPO₂ de 99.6% (DE±0.6) previo a la insuflación a 98.7%(DE±7.1) posterior a la misma y por ultimo una reducción de la FC de 116 lpm (DE±19) a 113 lpm (DE±18) respectivamente. Estas alteraciones se asociaron con el incremento de la presión de insuflación por arriba de 12mmHg así como un incremento en el tiempo quirúrgico mayor a 3hrs.¹²

Burgemeier determinó la frecuencia de complicaciones cardiorespiratorias en niños de término y pretermino sometidos a plastia inguinal laparoscopica, donde incluyó 336 recién nacidos (RN), 199 de término y 137 pretermino. Encontró que en el grupo de término el 5.5% presentaron complicaciones: leves en el 3% que incluye broncoespasmo, apnea o desaturación, y severas en el 1.5% que requirió reintubación y soporte ventilatorio prolongado. En los RN de término, el 18.2% presentó enfermedades concomitantes como malformación de Arnold Chiari o foramen oval permeable. Sin embargo en el 54% de los que presentaron complicaciones no se encontró una enfermedad preexistente. En el grupo de prematuros 109 de 137 bebés (79,6 %) tuvieron un postoperatorio sin complicaciones, 28 recién nacidos prematuros (20,4 %) desarrollaron complicaciones postoperatorias, siete de ellos (5,1%) presentaron complicaciones respiratorias graves. Enfermedades

preexistentes fueron identificadas como un factor influyente en 22 recién nacidos prematuros, los autores concluyeron que la inestabilidad generada por la laparoscopia era menor a la desencadenada por la anomalía cardíaca ya existente.¹³

Shier describe que anteriormente una contraindicación relativa para esta técnica quirúrgica eran los pacientes con cardiopatía congénita, esto en relación a que el incremento de la presión intraabdominal y la hipercapnea secundaria a la insuflación de CO₂ conduce a inestabilidad hemodinámica y falla cardíaca. Sin embargo, Shier en 2013, realizó un estudio retrospectivo en 131 pacientes con cardiopatía congénita como comunicación interauricular, conducto arterioso persistente, comunicación interventricular, insuficiencia valvular pulmonar o tetralogía de Fallot y encontró complicaciones en 2.3% de los pacientes, es decir solo 3 niños de 131; entre ellas inestabilidad hemodinámica, falla cardíaca derecha, distres respiratorio que requirió de ventilación mecánica de alta frecuencia.¹⁴

El monitoreo de rutina debe incluir electrocardiograma continuo, medición de la presión arterial no invasiva automatizado, oximetría de pulso, concentración de oxígeno inspirado, mediciones ETCO₂ y temperatura. La monitorización hemodinámica invasiva de la presión sanguínea arterial y la presión venosa central no se utiliza rutinariamente a menos que se indique por el estado clínico del paciente. Idealmente, un catéter venoso se inserta por encima del diafragma (extremidad superior) para evitar las consecuencias de la elevada presión intraabdominal, que comprime la vena cava inferior y se puede bloquear el acceso de los fármacos y fluidos a la circulación sistémica a partir de los puntos de acceso en las piernas. Se debe tener una fluidoterapia adecuada.¹⁵

La Insuflación continua de grandes volúmenes de CO₂ frío, no humidificado en la cavidad abdominal durante largos períodos de tiempo asociado con una relación de área de superficie corporal aumentada y poca grasa subcutánea contribuye al desarrollo de la hipotermia grave en lactantes y neonatos. Diferentes medidas se pueden tomar para prevenir la hipotermia perioperatoria, por ejemplo, el aumento de la temperatura de la sala de operaciones para 25-26.8°C, calefacción y humidificación de los gases inspirados, utilizar una manta de calentamiento activo, un sistema de calefacción por convección forzada de aire o un calentador radiante de infrarrojos y el calentamiento de la solución utilizada para el riego intra-operatoria.¹⁶

Otra de las recomendaciones es colocar una sonda orogástrica para permitir la aspiración del estómago con el fin de mejorar la visualización de los contenidos abdominales y para reducir el riesgo de perforación accidental. Por las mismas razones, la vejiga debe vaciarse. En situaciones hemodinámicas críticas, el uso de ecocardiograma transesofágico representa un método preciso de seguimiento de la función ventricular izquierda en los niños.¹⁶

La confianza en el uso del EtCO₂ como una indicación de la PaCO₂ puede ser inexacta en los recién nacidos, lactantes pequeños y también en niños con cardiopatía congénita cianógena. El EtCO₂ a menudo subestima PaCO₂ hasta en 8,8 mmHg y, por lo tanto, el análisis de gases en sangre arterial se debe realizar durante los procedimientos largos para evitar la hiperventilación. Este aspecto se encuentra documentado por Mark en su investigación realizada en pacientes con edad entre 1 y 36 meses, portadores de cardiopatía congénita cianógena (ventrículo izquierdo hipoplásico, tetralogía de Fallot, arco aórtico hipoplásico, ventrículo derecho hipoplásico, transposición de grandes arterias, doble salida de ventrículo derecho, canal AV), ya sometidos a cirugía paliativa o correctiva; en el que incluyó 7 individuos sometidos a funduplicatura laparoscópica, donde determinó los niveles de EtCO₂ y PaCO₂ pre insuflación y pos insuflación, encontrando que el gradiente se modificó, registrando pre insuflación una media de PaCO₂ de 38mmHg y EtCO₂ 33.2mmHg y pos insuflación PaCO₂ de 51.4mmHg y EtCO₂ 38mmHg. Estos datos sugieren que el EtCO₂ no es un adecuado predictor de la PaCO₂ en pacientes con cardiopatía cianógena sometidos a insuflación abdominal; sin embargo la limitante de éste estudio es su tamaño muestral insuficiente.¹⁷

Los pacientes con flujo pulmonar disminuido son muy sensibles a los cambios en la PaCO₂ y el pH. Estos niños dependen de shunts o cortos circuitos quirúrgicos para contar con flujo pulmonar; si se incrementa la resistencia vascular pulmonar secundaria al aumento en la PaCO₂, se reduce el flujo en estos shunts, con la posibilidad de que se formen coágulos en éstos, con consecuencias fatales. No está claro porque se vuelve inexacto el EtCO₂, se considera multifactorial, incluyendo la absorción de CO₂ a través del peritoneo, aumento del espacio muerto causado por la reducción de la capacidad residual funcional, alteración del flujo pulmonar, disminución de la precarga y del gasto cardiaco secundario al neumoperitoneo.¹⁷

De acuerdo a lo reportado en la literatura los cambios en la mecánica ventilatoria y hemodinámicos se espera sean más importantes en pacientes de menor edad, así como en aquellos con comorbilidades preexistentes, tiempos quirúrgicos prolongados o sometidos a presiones intraabdominales mayores a 6mmHg en el caso de los neonatos y de 8mmHg en lactantes.¹⁸⁻¹⁹. Todas éstas características se presentan comúnmente en los pacientes que conforman la población intervenida por cirugía laparoscópica en ésta unidad hospitalaria, sin embargo los estudios existentes se tratan de reportes que no incluyen individuos con comorbilidades cardiorespiratorias o se trata de poblaciones mayores a un año de edad, incluso solo limitados a complicaciones respiratorias o cardíacas de manera aislada pero no a su comportamiento durante el transanestésico; lo que motivó la realización del presente estudio y nos planteamos lo siguiente:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál será el comportamiento hemodinámico y ventilatorio en pacientes menores de un año de edad, sometidos a cirugía laparoscópica electiva en la UMAE Hospital de Pediatría del CMN Siglo XXI?

JUSTIFICACIÓN

Actualmente la edad, el peso y la talla no son factores limitantes para el abordaje laparoscópico. Sin embargo no existen suficientes reporte con alto nivel de evidencia sobre el efecto cardiovascular de la insuflación de CO₂ en niños sanos; más aún en menores de 1 año y sobre todo en pacientes con comorbilidades.

Los cambios fisiológicos durante los procedimientos laparoscópico son evidentes y el sistema cardiovascular inmaduro de los neonatos y lactantes puede ser hacerlos más susceptibles a éstos. El incremento de la presión intraabdominal secundaria a la insuflación de CO₂ produce disminución de la precarga que puede condicionar inestabilidad hemodinámica y falla cardiaca. A nivel respiratorio se genera un patrón restrictivo dificultando la ventilación, con aumento de la presión de la vía aérea, disminución de la capacidad residual funcional, de la complianza torácica; ocasionado retención de CO₂, hipoxemia, condicionado incluso acidosis respiratoria.

Los niños sanos al ser sometidos a estos procedimientos, se ven beneficiados de una rápida recuperación, menor incidencia de dolor posoperatorio, menor estancia intrahospitalaria. Como tendencia histórica la cirugía mínimamente invasiva se encuentra relativamente contraindicada en pacientes con cardiopatías; sin embargo en esta unidad de tercer nivel existe un alto porcentaje de pacientes con cardiopatías congénitas o con múltiples comorbilidades; que son sometidos a procedimientos laparoscópicos, lo que motivó la realización de este estudio, con la finalidad de determinar cuáles son los cambios hemodinámicos y de la mecánica ventilatoria secundarios a la insuflación de la cavidad abdominal con CO₂.

HIPOTESIS

Si bien los estudios descriptivos no incluyen hipótesis se podría agregar la siguiente en base a los antecedentes:

La insuflación de CO₂ durante la cirugía laparoscópica produce disminución del 26% de los valores basales en la frecuencia cardiaca, tensión arterial media y de la saturación de oxígeno, así como incremento del CO₂ espirado en 9% con respecto a la medición basal, en pacientes menores a 1 año de edad sometidos a cirugía laparoscópica electiva, con comorbilidades cardiacas y respiratorias, con tiempos quirúrgicos mayores a 60 minutos y en los que la presión intraabdominal supere los 8mmHg.^{12,18.}

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar los cambios hemodinámicos y de la mecánica ventilatoria secundarios a la insuflación de CO₂ durante la cirugía laparoscópica electiva en pacientes menores a 1 año de edad de la UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la variación hemodinámicas durante el transanestésico (FC, TAM, SPO₂ y temperatura) de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica electiva en pacientes menores a 1 año de edad de la UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.
2. Determinar los cambios en los parámetros de ventilación mecánica: Presión inspiratoria (P_{insp.}), volumen corriente (V_t), frecuencia respiratoria (FR) y FiO₂ durante la cirugía laparoscópica electiva en pacientes menores de 1 año de edad de la UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.
3. Determinar el comportamiento de EtCO₂ durante la cirugía laparoscópica electiva en pacientes menores de 1 año de edad de la UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.
4. Describir las diferencias observadas entre los parámetros gasométricos basales y los determinados a los 60 minutos de iniciado el procedimiento laparoscópico y al finalizar el mismo, en pacientes menores de 1 año de edad de la UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.

MATERIAL Y METODOS

UNIVERSO DE TRABAJO: Pacientes menores de 1 año de edad sometidos a cirugía laparoscópica electiva en la UMAE Hospital de Pediatría del CMN Siglo XXI.

DISEÑO DEL ESTUDIO: Serie de casos (prospectivo, longitudinal, descriptivo).

CRITERIOS DE INCLUSION

1. Pacientes menores a 1 año de edad sometidos a procedimientos laparoscópicos electivo en el Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI
2. Pacientes cuyos padres hayan firmado la carta de consentimiento informado para la participación en el estudio.

CRITERIOS DE EXCLUSION

1. Pacientes mayores a 1 año de edad
2. Pacientes con cardiopatía cianógena sin cirugía paliativa.

CRITERIOS DE ELIMINACION

- 1.- Pacientes que requieran cambio de técnica quirúrgica, es decir cambio a cirugía abierta.
- 2.- Pacientes que presenten inestabilidad hemodinámica por complicaciones de la técnica quirúrgica, específicamente lesión vascular con sangrado masivo, definido por pérdida de más del 15% del VSC.
- 3.- Pacientes que presenten compromiso ventilatorio y hemodinámico secundario a complicaciones de la técnica quirúrgica, específicamente embolismo gaseoso.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

FÓRMULA

Calculo de Muestra para Poblaciones Finitas

$$n = \frac{z^2(p)(q) N}{Ne^2 + z^2(p)(q)}$$

Donde:

N= Total de la Población

z= 1.96

p=proporción=0.26 (de acuerdo al cambio reportado en la presión inspiratoria máxima en el único estudio que reporta proporciones y que se incluye en el marco teórico)¹²

q=1-p= 1-0.26= 0.74

e= 0.05

Sustituyendo:

$$n = \frac{(1.96)^2(0.26)(0.74)26}{(26)(0.05)^2 + 2^2(0.26)(0.74)}$$

N = 26 pacientes (el total de pacientes sometidos a cirugía laparoscópica anualmente en esta unidad), con un Intervalo de Confianza del 95% y un error alfa del 0.05%

n= 23 pacientes

VARIABLES

INDEPENDIENTES

1.- Presión de insuflación de CO2

2.- Tiempo de neumoperitoneo

DEPENDIENTE

1. HEMODINAMICAS
 - a. FRECUENCIA CARDIACA
 - b. PRESION ARTERIAL MEDIA
 - c. SATURACION DE OXIGENO POR PULSIOXIMETRIA

2. VENTILATORIAS
 - a. VOLUMEN CORRIENTE
 - b. CO2 ESPIRADO
 - c. FRECUENCIA RESPIRATORIA
 - d. FRACCION INSPIRADA DE OXIGENO
 - e. PRESION INSPIRATORIA MÁXIMA

3. GASOMETRICAS
 - a. PaO₂
 - b. PaCO₂
 - c. pH arterial

VARIABLES DEMOGRAFICAS

1. EDAD
2. GENERO
3. PESO
4. TALLA
5. ENFERMEDADES PREEXISTENTES

Tabla 1. VARIABLES INDEPENDIENTES

| VARIABLE | Definición conceptual | Definición operacional | Escala de medición | Unidad de Medición |
|---|--|---|--------------------------|--------------------|
| PRESIÓN INTRAABDOMINAL POR INSUFLACIÓN DE CO₂ | Presión generada en la cavidad abdominal secundaria a la insuflación de CO ₂ a un flujo determinado | Valor programado en el equipo de insuflación de CO ₂ | CUANITATIVA CONTINUA | mmHg |
| TIEMPO QUIRÚRGICO | Tiempo que transcurre desde el inicio del procedimiento hasta el cierre del último punto cutáneo. | Se determinará la duración del procedimiento en minutos | CUANTITATIVA CONTINUA | Minutos |

VARIABLES DEPENDIENTES

Tabla 2. VARIABLES HEMODINAMICAS

| ARIABLE | Definición conceptual | Definición operacional | Escala de medición | Unidad de Medición |
|---|--|---|--------------------------|--------------------|
| FRECUENCIA CARDIACA | Es el número de contracciones del corazón por minuto. | Se tomará de la cifra arrojada por el monitoreo electrocardiográfico. | CUANTITATIVA CONTINUA | Latidos por minuto |
| PRESION ARTERIAL MEDIA | Promedio de la presión de la sangre de las arterias a lo largo del ciclo cardíaco. | Determinada con baumanómetro automatizado | CUANTITATIVA CONTINUA | mmHg |
| SATURACION DE OXIGENO POR OXIMETRIA DE PULSO | Es el contenido de oxígeno unido a la hemoglobina expresado como porcentaje. | Determinada por oximetría de pulso | CUANTITATIVA CONTINUA | % |

Tabla 3. VARIABLES VENTILATORIAS

| VARIABLE | Definición conceptual | Definición operacional | Escala de medición | Unidad de Medición |
|--------------------------------------|---|--|--------------------------|--------------------------|
| VOLUMEN CORRIENTE | Volumen de aire que circula entre una inspiración y espiración normal sin realizar un esfuerzo adicional | Se registrará en el monitoreo de con el monitor del ventilador mecánico. | CUANTITATIVA CONTINUA | Mililitros |
| CO2 ESPIRADO | Presión parcial o concentración máxima de dióxido de carbono al final de la espiración. | Determinado mediante capnografo | CUANTITATIVA CONTINUA | mmHg |
| FRECUENCIA RESPIRATORIA | Numero de ciclos respiratorios completos realizados por minuto. | Mediante el monitor de ventilación mecánica | CUANTITATIVA CONTINUA | respiraciones por minuto |
| FRACCION INSPIRADA DE OXIGENO | Fracción de oxígeno al mezclar oxígeno al 100% y aire. | Se registra el programado en el ventilador mecánico. | CUANTITATIVA CONTINUA | % |
| PRESION INSPIRATORIA | Presión que refleja la impedancia total impuesta a la ventilación por el sistema respiratorio al ingreso del volumen. | Medida con el monitor de ventilación mecánica | CUANTITATIVA CONTINUA | cmH2O |

Tala 4. VARIABLES GASOMÉTRICAS

| VARIABLE | Definición conceptual | Definición operacional | Escala de medición | Unidad de Medición |
|--------------------|--|---|--------------------------|--------------------|
| PACO2 | Determina la cantidad de CO2 presente en la sangre arterial | Se tomara de la determinación inicial y final de gases arteriales | CUANTITATIVA CONTINUA | mmHg |
| PAO2 | Determina la cantidad de oxigeno presente en la sangre arterial | Se tomara de la determinación inicial y final de gases arteriales | CUANTITATIVA CONTINUA | mmHg |
| PH ARTERIAL | Logaritmo Negativo En Base 10 De La Concentración De Hidrogeniones | Se tomara de la determinación inicial y final de gases arteriales | CUANTITATIVA CONTINUA | Escala de 0 a 14 |

Tabla 5. VARIABLES DEMOGRÁFICAS

| VARIABLE | Definición conceptual | Definición operacional | Escala de medición | Unidad de Medición |
|---|---|---|---------------------------|------------------------|
| EDAD | Tiempo comprendido desde el nacimiento del paciente hasta que se realiza la cirugía. | En base a la fecha de nacimiento registrada en el expediente clínico | CUANTITATIVA DISCRETA | Días |
| GENERO | Variable biológica y genética que divide a los seres humanos en hombre o mujer. | Lo especificado en el expediente clínico | CUALITATIVA DICOTOMICA | MASCULINO/ FEMENINO |
| PESO | La fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo | Se documenta del último registro en el expediente clínico. | CUANTITATIVA CONTINUA | Gramos |
| TALLA | Medida de la estatura del cuerpo desde los pies hasta el techo de la bóveda craneana. | Se documenta del último registro del expediente clínico | CUANTITATIVA CONTINUA | Centímetros |
| ENFERME- DADES PRE- EXISTENTES | Antecedente de enfermedades cardiacas y respiratorias preexistentes | Diagnóstico registrado de los antecedentes patológicos en el expediente clínico | CUALITATIVA DICOTOMICA | SI/NO |

DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

Previa aceptación por el Comité de Ética local, ingresaron al estudio todos aquellos pacientes que requirieron de cirugía laparoscópica abdominal electiva, con valoración preanestésica completa (interrogatorio, exploración física, evaluación del estado físico respecto a la ASA (Anexo 3). Se explicó a los padres o tutores del paciente en que consistía el presente estudio, dándoles el consentimiento informado para su aceptación (Anexo 2 – Clave 2810-009-013).

Ingresó el paciente a sala se instaló monitoreo de los signos vitales de forma no invasiva: Presión arterial no invasiva (con manguito marca Critikon modelo Classic - Cuff neonatal y lactante), Frecuencia cardiaca por cardioscopio, saturación de oxígeno por oximetría de pulso y CO₂ espirado con capnografo (estos parámetros mediante monitor de anestesia Datex Ohmeda S/5, f-cu8-10-vg2). La ventilación mecánica se otorgó con ventilador mecánico de máquina de anestesia Datex-Ohmeda modelo Aespire-7100 en modalidad presión control garantizando volumen corriente entre 6-7ml/kg, frecuencia respiratoria que permitiera normocapnia y FiO₂ ajustada a SpO₂ por arriba de 90%.

El manejo anestésico incluyó premedicación con Midazolam 100mcg/kg/IV. La medicación anestésica se llevó a cabo de la siguiente manera: Inducción: Fentanil 3-5mcg/kg/IV, Propofol 1.5-3mg/kg/IV, relajación neuromuscular con Cisatracurio a 100-120mcg/kg/IV. Todos asistidos con ventilación manual con mascarilla facial por 3 minutos, una vez terminada la latencia del relajante neuromuscular se realizó laringoscopia directa con hojas rectas 0 ó 1 según correspondió, realizando intubación orotraqueal convencional con tubo endotraqueal de acuerdo a la edad, verificando adecuada ventilación, se fijó sonda endotraqueal y se conectó a circuito semicerrado pediátrico.

En aquellos pacientes que no ingresaron con vía venosa previamente instalada, se realizará inducción inhalatoria con Sevoflorano a 4V%, O₂ 3lpm con FiO₂ 100% y mascarilla fácil, con reducción gradual a 2V% al obtener vía periférica permeable, posteriormente se continuó con manejo ya mencionado.

En el paciente que ingresó previamente intubado, se verificó permeabilidad adecuada de tubo orotraqueal, así como adecuado posicionamiento y ventilación de ambos hemitórax con auscultación con estetoscopio precordial, posteriormente se continuó con manejo ya descrito.

Mantenimiento: Fentanil en perfusión continua endovenosa a concentración plasmática 0.006-0.007mcg/ml, relajante neuromuscular en perfusión con Cisatracurio a concentración plasmática 0.5-0.6mcg/ml. Sevoflorano a 1 CAM con vaporizador Baxter 2000.

Se registró FC, PAM, SpO₂ en la hoja de recolección de datos (ANEXO 1) en los siguientes tiempos: T0 o basal, posterior a la inducción anestésica (T1), al inicio de la insuflación de neumoperitoneo (T2), a los 10 minutos de la insuflación (T3) y cada 60 minutos después de iniciada la insuflación de CO₂ (T4.....), al término de la insuflación (TX), 10 minutos posteriores al término de la insuflación (TY). Se registró la Presión de insuflación durante la cirugía en los momentos descritos previamente.

Se anotaron los parámetros de ventilación mecánica programados al inicio del procedimiento anestésico: P insp., VC, FR, FiO₂ y CO₂ espirado de acuerdo a los tiempos registrados.

Se tomó una gasometría arterial como monitoreo ya establecido y de rutina, antes de la insuflación, a los 60 minutos de iniciada la insuflación y por último al finalizar el procedimiento. Esta se realizó por punción en arteria radial derecha o izquierda de acuerdo a accesibilidad, previa prueba de Allen; el volumen total de las tres muestras tomadas fue de <1ml. Posteriormente se analizaron con gasómetro marca Epocal Inc. Modelo EPOC.

ANALISIS ESTADISTICO

El análisis descriptivo se llevó a cabo mediante medidas de tendencia central y de dispersión, de acuerdo con la escala de medición de las variables, en las cualitativas, frecuencias simples y porcentaje, mientras que en las cuantitativas medianas e intervalos intercuartílicos, de acuerdo con el tipo de distribución libre respectivamente. Para las variables de respuesta se realizó el análisis de varianza de medidas repetidas; todo lo anterior con el programa SPSS versión 24.

ASPECTOS ETICOS

Previa aceptación del Comité Local de Investigación del Hospital de Pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freund” CMN Siglo XXI. Se solicitó la firma de consentimiento informado (ANEXO 2) a los padres de los pacientes que cumplieron con los criterios para participar en este protocolo de estudio.

Este protocolo se diseñó con base en el Reglamento de Investigación de la Ley General de Salud con la última reforma publicada el 2 de abril del 2014. Los procedimientos que integraron este protocolo de estudio como el registro de las variables hemodinámicas y de ventilación mecánica durante el procedimiento quirúrgico; así como la toma de gasometría arterial, forman parte del manejo anestésico cotidiano otorgado a los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica. De acuerdo al título segundo capítulo 1 artículo 17 corresponde a un riesgo mínimo porque consistió en extracción de 1.5ml cantidad que no rebasa el 2% del volumen sanguíneo circulante del paciente además de que la toma de gasometría arterial forma parte del manejo habitual del paciente.²⁰

Se encuentra dentro de las normas éticas y del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la salud y con la declaración de Helsinki de 1975 enmendada en 1989 así como de códigos y normas internacionales vigentes en las buenas prácticas de la investigación clínica.

Se tuvo estricto cuidado de la seguridad y bienestar de los pacientes, garantizando la confidencialidad de sus datos personales, expresado claramente en la carta del consentimiento informado.

RECURSOS

Recursos humanos: Asesores e Investigador

Recursos materiales: Equipo de cómputo, hojas blancas, bolígrafos.

Recursos financieros: No requirió de financiamiento.

RESULTADOS

Del 1ero. de octubre del 2015 al 30 de mayo del 2016 se realizaron 45 procedimientos electivos de cirugía laparoscópicas en pacientes pediátricos en la UMAE Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social, se incluyeron un total de 23 pacientes. No se incluyeron 22 pacientes por incumplir los criterios, no se eliminaron ni perdieron pacientes en seguimiento (Figura 1).

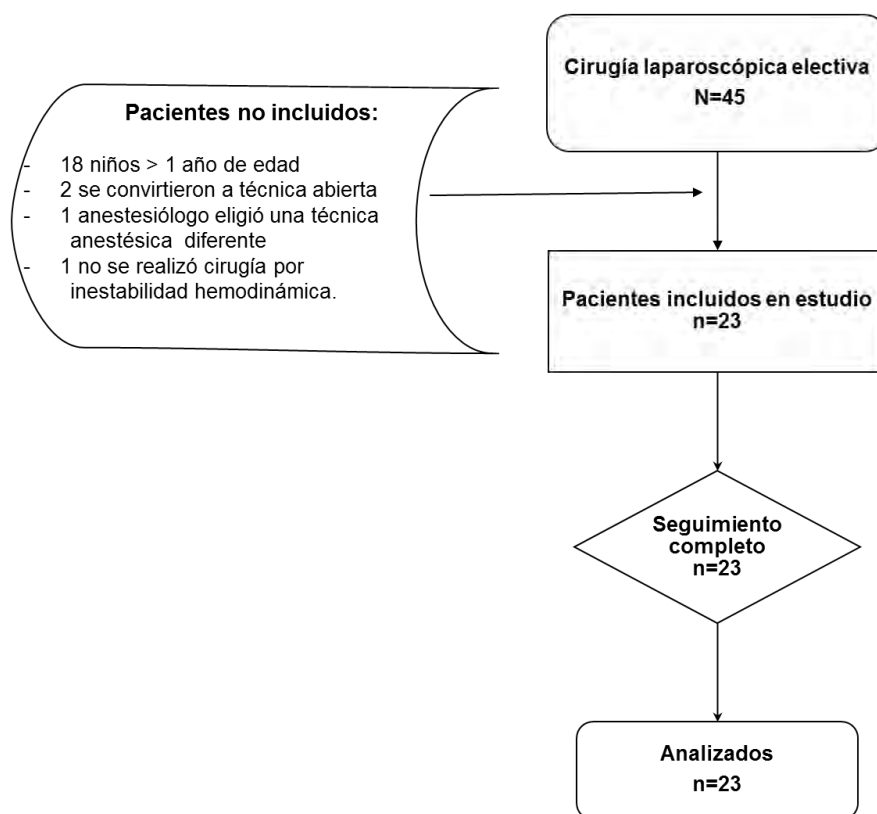


Figura 1. Flujo de pacientes quirúrgicos pediátricos de la UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI IMSS, durante el periodo de octubre del 2015 a mayo del 2016, no incluidos, incluidos, división por tratamiento y seguimiento

Las características sociodemográficas de la muestra se ven representadas en la Cuadro 1, conformada por 12 hombres y 11 mujeres. Se obtuvo diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.017$) en el peso de los pacientes, por lo que se detallan las características de la población tomando como punto de corte el peso de 5 kilogramos.

Cuadro 1. Características demográficas de pacientes incluidos en el estudio, grupo completo y dividido por peso.

| <i>Variable</i> | <i>Grupo Completo</i> <i>(mediana; rango)</i> | <i>P*</i> | <i>Menor de 5 kg</i> <i>n = 15</i> <i>(mediana; rango)</i> | <i>Mayor de 5 kg</i> <i>n = 8</i> <i>(mediana; rango)</i> |
|-----------------------------|--|--------------|--|---|
| Edad (días) | 120 (7-330) | 0.152 | 90 (7-210) | 270 (90-330) |
| Género masculino (%) | 12(52.1%) | 0.200 | 5(21.7%) | 7(30.4%) |
| Peso (Kg) | 3800 (2400-10 000) | 0.013 | 3.2 (2.4 – 4.9) | 7.2 (5.6 – 10) |
| Talla (cm) | 55 (40-81) | 0.387 | 49 (40-62) | 67.5 (60-80) |

* Shapiro-Wilk

La enfermedad por reflujo gastro-esofágico fue el diagnóstico más frecuente en 17 de 23 pacientes (73.9%). Respecto al tipo de procedimiento quirúrgico, la funduplicatura se realizó en un 73.9% (17 de 23) y la funduplicatura con gastrostomía en dos pacientes que equivale al 8.6%. Las patologías asociadas por orden de frecuencia fueron cardiopatía aislada en siete pacientes (30.4%), en el 26% cardiopatía con neumopatía (seis pacientes) y en 4 sujetos (17.3%) con enfermedad renal crónica estadio II-III.

La presión de insuflación de CO₂ en la cavidad abdominal, así como la duración del neumoperitoneo registrados durante los procedimientos quirúrgicos se describen en la Tabla 6.

Tabla 6. Duración de Neumoperitoneo y presión de insuflación.

| Pacientes | Tiempo de neumoperitoneo | Presión de insuflación de CO₂ | |
|------------------|---------------------------------|---|---------------------|
| 5 (21.7%) | 70-119 minutos | 3 pacientes ≤6mmHg | 2 pacientes ≥7mmHg |
| 15 (65.3%) | 120-179 minutos | 7 pacientes ≤ 6mmHg | 8 pacientes ≥ 7mmHg |
| 3 (13%) | ≥ 180 minutos | ≥ 10mmHg. | |

Cambios hemodinámicos

De acuerdo al análisis de varianza de medidas repetidas para la variable de tensión arterial media se encontraron cambios estadísticamente significativos en tres tiempos diferentes que incluyen de la medición basal a los 120min de neumoperitoneo, del inicio de la insuflación a los 120 minutos de neumoperitoneo y de los 10 minutos pos-insuflación a los 120 minutos de neumoperitoneo como se indican en el cuadro 2 y el gráfico 1.

Cuadro 2. Análisis de varianza de la Tensión Arterial Media

| <i>Variable</i> | <i>Media ±SD mmHg</i> | <i>Diferencia de medias MmHg</i> | <i>P</i> |
|---|---------------------------|--|----------|
| TAM basal/ TAM 120min de Neumoperitoneo | 69.9±17 /59.8±12 | 10.3 | 0.046 |
| TAM al inicio de insuflación/ TAM 120min de Neumoperitoneo | 65.3±13 /59.8±12 | 5.6 | 0.039 |
| TAM a los 10 min pos-insuflación/ TAM 120min de Neumoperitoneo | 65.1±14/59.8±12 | 5.5 | 0.025 |

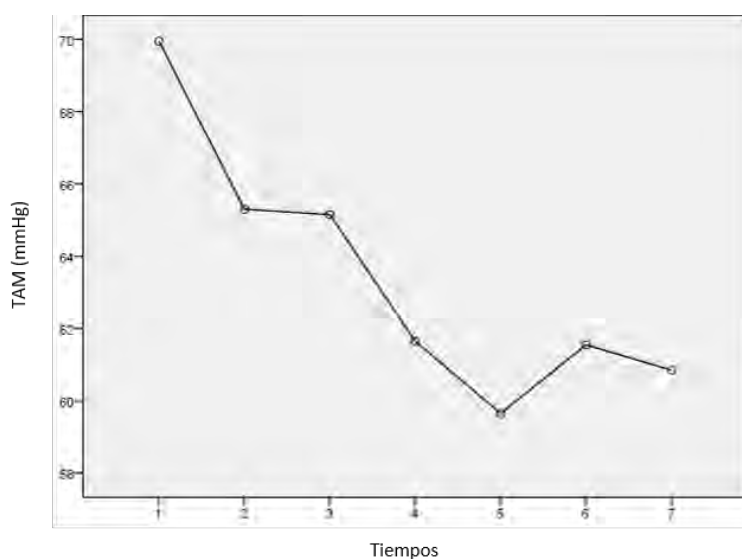


Gráfico 1. Medias de TAM en los diferentes tiempos, donde 1= basal, 2= inicio de insuflación, 3= a los 10 minutos pos-insuflación, 4= a los 60 minutos pos-insuflación, 5= a los 120 minutos pos-insuflación, 6= al finalizar el neumoperitoneo, 7 = a los 10 minutos pos-insuflación.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las variaciones de las medias de frecuencia cardíaca ni de temperatura en los distintos tiempos registrados (gráfico 2 y 3). Por el contrario, las medias de varianzas de Saturación de oxígeno si demostraron cambios estadísticos significativos como se demuestra en la Tabla 7 y el gráfico 4.

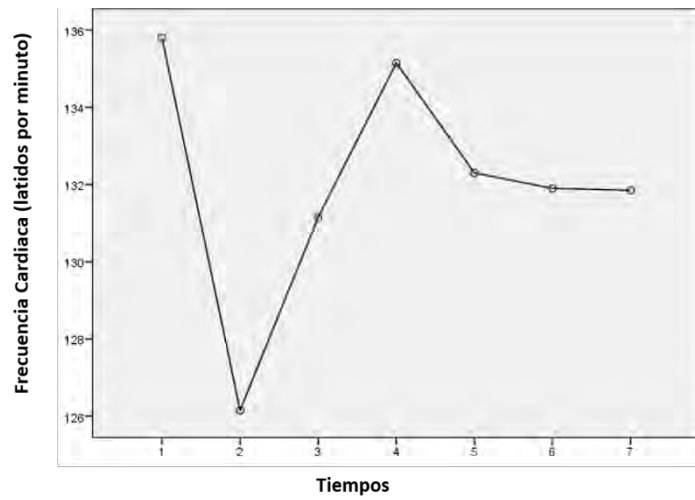


Gráfico 2. Medias de FC en los diferentes tiempos, donde 1= basal, 2= inicio de insuflación, 3= a los 10 minutos pos-insuflación, 4= a los 60 minutos pos-insuflación, 5= a los 120 minutos pos-insuflación, 6= al finalizar el neumoperitoneo, 7 = a los 10 minutos pos-insuflación

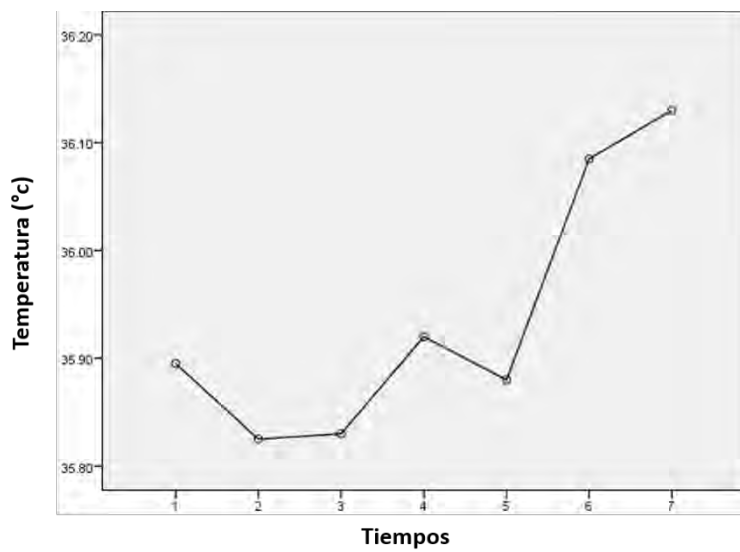


Gráfico 3. Medias de Temperatura en los diferentes tiempos, donde 1= basal, 2= inicio de insuflación, 3= a los 10 minutos pos-insuflación, 4= a los 60 minutos pos-insuflación, 5= a los 120 minutos pos-insuflación, 6= al finalizar el neumoperitoneo, 7 = a los 10 minutos pos-insuflación.

Tabla 7. Análisis de varianza SPO2.

| Variable | Medias \pm SD (%) | Diferencias de Medias | P |
|---|---------------------------------------|------------------------------|----------|
| SPO2 basal / SPO2 inicio de insuflación | 90.4 \pm 7 / 96 \pm 4 | 6 | 0.020 |
| SPO2 basal / SPO2 a los 10 minutos pos-insuflación | 90.4 \pm 7 / 96 \pm 4 | 5.6 | 0.041 |
| SPO2 basal / SPO2 a los 60 minutos pos-insuflación | 90.4 \pm 7 / 95.8 \pm 3.7 | 5.7 | 0.020 |
| SPO2 basal / al finalizar neumoperitoneo | 90.4 \pm 7 / 96.9 \pm 2.7 | 6.4 | 0.006 |

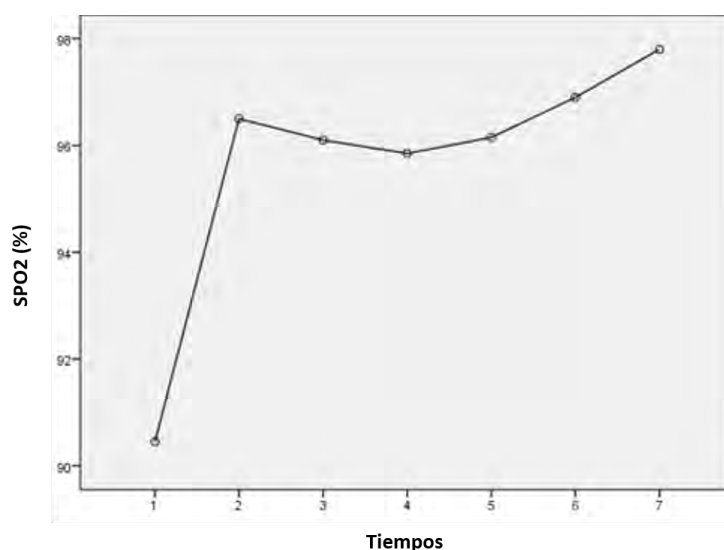


Gráfico 4. Medias de SPO2 en los diferentes tiempos, donde 1= basal, 2= inicio de insuflación, 3= a los 10 minutos pos-insuflación, 4= a los 60 minutos pos-insuflación, 5= a los 120 minutos pos-insuflación, 6= al finalizar el neumoperitoneo, 7 = a los 10 minutos pos-insuflación.

Cambios Ventilatorios

Dentro de los cambios ventilatorios se registró y analizó el comportamiento de las variables PEEP, volumen corriente, frecuencia respiratoria, presión inspiratoria máxima, CO2 espirado, fracción inspirada de oxígeno. Se encontraron resultados estadísticamente significativos tras el análisis de varianza de medidas repetidas entre los valores de PEEP posterior a la intubación a los 60 minutos de neumoperitoneo y de posterior a la intubación y a los 120 minutos de neumoperitoneo (Tabla 8 y gráfico 5).

Tabla 8. Análisis de varianza PEEP.

| <i>Variable</i> | <i>Medias ± SD (%)</i> | <i>Diferencias de Medias</i> | <i>P</i> |
|--|------------------------|------------------------------|----------|
| PEEP pos-intubación/ PEEP a los 60 minutos pos-insuflación | 4±0.5 / 4.6±0.4 | 0.5 | 0.044 |
| PEEP pos-intubación/ PEEP a los 120 minutos pos-insuflación | 4±0.5 / 4.5±0.74 | 0.6 | 0.024 |

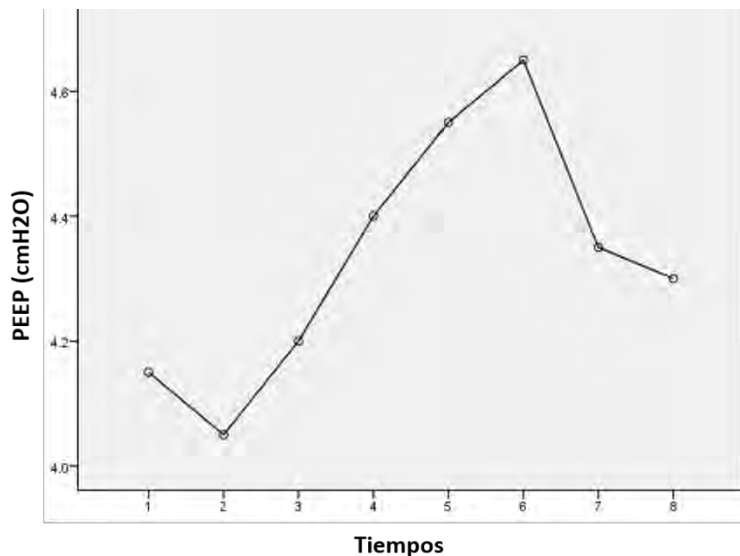


Gráfico 5. Medias de PEEP en los diferentes tiempos, donde 1= basal, 2= posterior a la intubación, 3= inicio de insuflación, 4= a los 10 minutos pos-insuflación, 5= a los 60 minutos pos-insuflación, 6= a los 120 minutos pos-insuflación, 7= al finalizar el neumoperitoneo, 8 = a los 10 minutos pos-insuflación.

El volumen corriente registró significancia estadística de la varianza de los parámetros del inicio de la ventilación mecánica a los 120 minutos pos insuflación, al finalizar el neumoperitoneo y a los 10 minutos posteriores al término del neumoperitoneo. Así mismo del volumen registrado a los 10 minutos pos-insuflación a los 120 minutos de neumoperitoneo, al finalizar este y a los 10 minutos del término de la insuflación. (Tabla 9 y gráfico 6).

Tabla 9. Análisis de varianza VC.

| Variable | Medias ± SD (%) | Diferencias de Medias | P |
|--|------------------------|------------------------------|----------|
| VC pos-intubación/ VC a los 120 minutos pos-insuflación | 33±16.27 / 39.9±16.88 | 6 | 0.008 |
| VC pos-intubación/ VC al término del neumoperitoneo | 33±16.27 / 39.15±17 | 5.65 | 0.004 |
| VC pos-intubación/ VC a los 10 minutos del término del neumoperitoneo | 33±16.27 / 38.4±17.04 | 4.9 | 0.006 |
| VC a los 10 minutos de iniciada la insuflación/ VC a los 120 minutos pos-insuflación | 34.1 ± 17 / 39.5±16.88 | 5.4 | 0.022 |
| VC a los 10 minutos de iniciada la insuflación / VC al término del neumoperitoneo | 34.1 ± 17 / 39.15±17 | 5.05 | 0.043 |
| VC a los 10 minutos de iniciada la insuflación / VC a los 10 minutos del término del neumoperitoneo | 34.1 ± 17 / 38.4±17.04 | 4.3 | 0.014 |

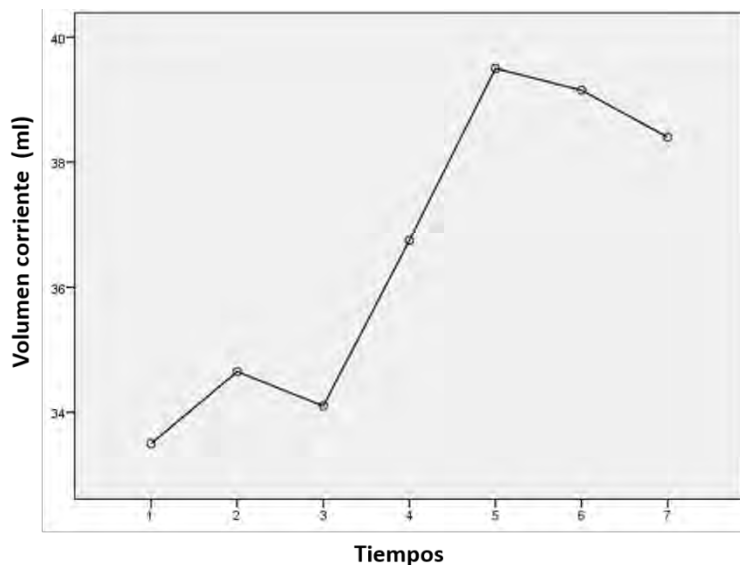


Gráfico 6. Medias de volumen corriente en los diferentes tiempos, donde 1= al inicio de la ventilación mecánica, 2= inicio de insuflación, 3= a los 10 minutos pos-insuflación, 4= a los 60 minutos pos-insuflación, 5= a los 120 minutos pos-insuflación, 6= al finalizar el neumoperitoneo, 7 = a los 10 minutos pos-insuflación.

Con respecto a la frecuencia respiratoria el análisis de varianza mostró diferencia significativa entre lo registrado posterior a la intubación y los siguientes momentos: a los 10 minutos de iniciado el neumoperitoneo, a los 60 minutos, a los 120 minutos y al termino de este. Así como del inicio del neumoperitoneo a los 60 minutos pos-insuflación y a los 120 minutos (Tabla 10 y gráfico7). Cambios igualmente presentes en la presión inspiratoria en estos tiempos, únicamente se agrega diferencia significativa del inicio de la insuflación a los 10 minutos de neumoperitoneo. (Tabla 11 y gráfico 8)

Tabla 10. Análisis de varianza FR.

| Variable | Medias \pm SD (%) | Diferencias de Medias | P |
|--|---------------------------------------|------------------------------|----------|
| FR pos-intubación/ FR a los 10 minutos pos-insuflación | 33.47 \pm 6.4 / 40.47 \pm 8.5 | 7 | 0.002 |
| FR pos-intubación/ FR a los 60 minutos de neumoperitoneo | 33.4 \pm 6.4 / 41.74 \pm 9.34 | 8.2 | 0.002 |
| FR pos-intubación/ FR a los 120 minutos de neumoperitoneo | 33.47 \pm 6.4 / 44 \pm 12.76 | 10.52 | 0.007 |
| FR pos-intubación/ FR al finalizar neumoperitoneo | 33.47 \pm 6.4 / 41.42 \pm 9.05 | 7.94 | 0.007 |
| FR al inicio de la insuflación / FR a los 60 minutos de neumoperitoneo | 37.53 \pm 8.97/ 41.74 \pm 9.34 | 4.21 | 0.007 |
| FR al inicio de la insuflación / FR a los 120 minutos de neumoperitoneo | 37.53 \pm 8.97 / 44 \pm 12.76 | 6.47 | 0.008 |

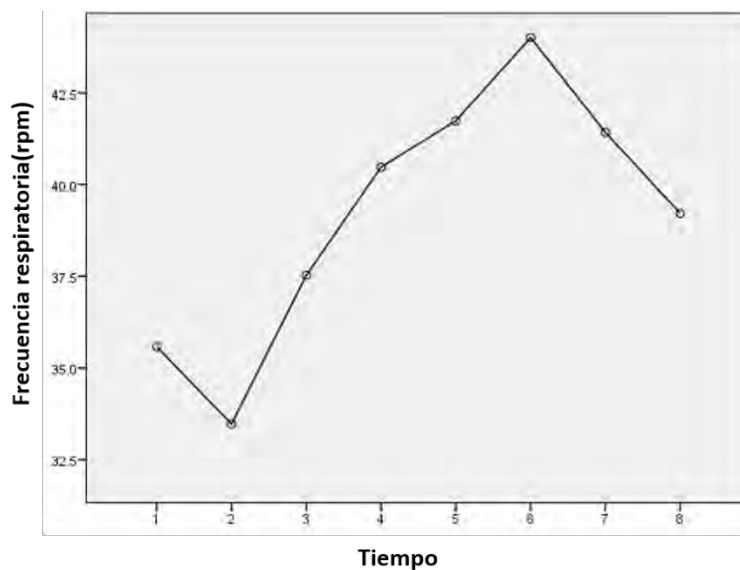


Gráfico 7. Medias de FR en los diferentes tiempos, donde 1= basal, 2= posterior a la intubación, 3= inicio de insuflación, 4= a los 10 minutos pos-insuflación, 5= a los 60 minutos pos-insuflación, 6= a los 120 minutos pos-insuflación, 7= al finalizar el neumoperitoneo, 8 = a los 10 minutos pos-insuflación.

Tabla 11. Análisis de varianza P_{insp}.

| Variable | Medias ± SD (%) | Diferencias de Medias | P |
|--|---------------------------|------------------------------|----------|
| PINSP pos-intubación/ PINSP a los 10 minutos pos-insuflación | 14.21±4.03 / 19.74±4.30 | 5.5 | 0.001 |
| PINSP pos-intubación/ PINSP a los 60 minutos de neumoperitoneo | 14.21±4.03 / 20.63±4.6 | 6.42 | 0.000 |
| PINSP pos-intubación/ PINSP a los 120 minutos de neumoperitoneo | 14.21± 4.03 / 22.16±5.65 | 7.94 | 0.000 |
| PINSP pos-intubación/ PINSP al finalizar neumoperitoneo | 14.21 ± 4.03 / 18.74±5.37 | 4.5 | 0.015 |
| PINSP al inicio de la insuflación / PINSP a los 10 minutos de neumoperitoneo | 16.89± 3.91/ 19.74±4.30 | 2.84 | 0.001 |
| PINSP al inicio de la insuflación / PINSP a los 60 minutos de neumoperitoneo | 16.89± 3.91/ 20.23±4.6 | 3.7 | 0.000 |
| PINSP al inicio de la insuflación / PINSP a los 120 minutos de neumoperitoneo | 16.89± 3.91 / 22.16±5.65 | 5.2 | 0.001 |

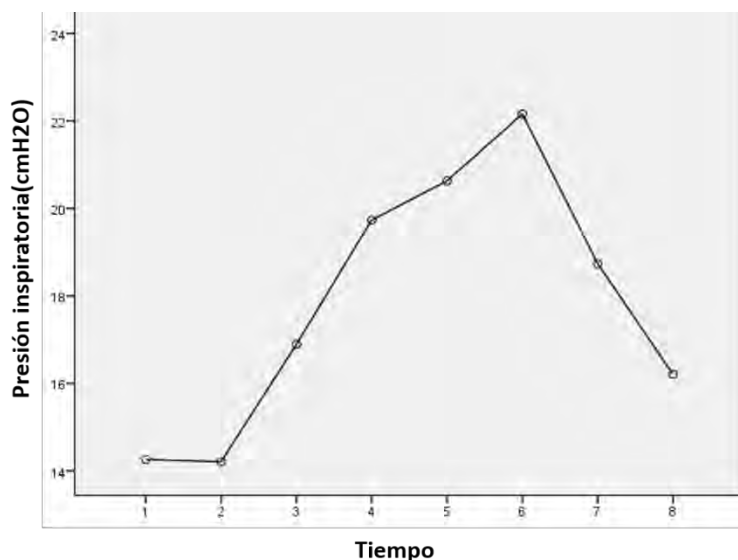


Gráfico 8. Medias de P_{insp} en los diferentes tiempos, donde 1= basal, 2= posterior a la intubación, 3= inicio de insuflación, 4= a los 10 minutos pos-insuflación, 5= a los 60 minutos pos-insuflación, 6= a los 120 minutos pos-insuflación, 7= al finalizar el neumoperitoneo, 8 = a los 10 minutos pos-insuflación.

Se observó un incremento de los valores de CO₂ espirado a los 10 minutos de iniciada la insuflación (38.95 ± 10.71), con respecto a la medición basal (34 ± 7.3), reportándose valores a los 60 minutos de laparoscopia de 36.16 ± 8.18 y a los 120 de neumoperitoneo 36.12 ± 7.99 , sin encontrarse diferencias significativas con respecto al tiempo (Gráfico 9).

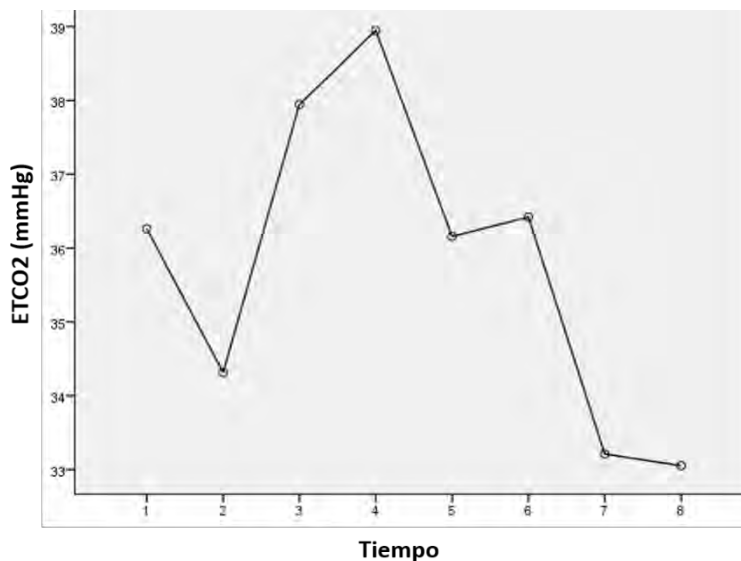


Gráfico 9. Medias de ETCO₂ en los diferentes tiempos, donde 1= basal, 2= posterior a la intubación, 3= inicio de insuflación, 4= a los 10 minutos pos-insuflación, 5= a los 60 minutos pos-insuflación, 6= a los 120 minutos pos-insuflación, 7= al finalizar el neumoperitoneo, 8 = a los 10 minutos pos-insuflación.

Variables gasométricas

Por medio del análisis de varianza de las variables gasométricas se encontró una diferencia significativa ($p = 0.001$) en el pH a los 60 minutos (7.25 ± 0.12) y el final (7.35 ± 0.85), con una diferencia de medias de 0.1. Los resultados de PaCO₂ mostraron significancia estadística ($p=0.008$) a los 60 minutos (50.56 ± 13.37) con respecto a la medición final (41.43 ± 8.94) con una diferencia de medias de 9.

En el análisis comparativo de las medias para ETCO₂ con PaCO₂ se reporta una diferencia estadísticamente significativa ($p= 0.000$) en los tres tiempos medidos (basal, a los 60 minutos de neumoperitoneo y a los 10 minutos del término de la insuflación). (Tabla 12)

Tabla 12. Comparación de ETCO₂ vs PaCO₂

| <i>Tiempo</i> | <i>ETCO₂</i> | <i>PaCO₂</i> | <i>p*</i> |
|---|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
| Basal | 36.09±8.57 | 47.32±11.77 | 0.000 |
| <i>60 minutos pos-insuflación</i> | 36.35±7.47 | 50.56±13.37 | 0.000 |
| <i>10 minutos del término de la insuflación.</i> | 33.9±4.76 | 41.43±5.32 | 0.000 |

DISCUSIÓN

La utilización del abordaje laparoscópico en pacientes pediátricos, para procedimientos diagnósticos o terapéuticos abdominales, en conjunto con cirugía mínimamente invasiva es uno de los avances más importantes en la cirugía rutinaria de pacientes pediátricos, donde la talla, el peso o la edad, no han demostrado ser limitantes para su uso^{1,2}. Lo que ha permitido incrementar los procedimientos quirúrgico-anestésicos realizados, sin embargo, es importante determinar los cambios fisiológicos relacionados con la insuflación (habitualmente con CO₂) durante el procedimiento anestésico a fin de reconocer los beneficios potenciales y compararlos con las posibles complicaciones^{3,4}. El propósito del estudio es determinar los cambios hemodinámicos y de la mecánica ventilatoria secundarios a la insuflación de CO₂ durante la cirugía laparoscópica electiva en pacientes menores a 1 año de edad, evaluados a través del monitoreo hemodinámico, parámetros de ventilación mecánica y gasométricos además del comportamiento de EtCO₂ durante la cirugía laparoscópica electiva en pacientes menores de 1 año de edad.

De acuerdo a los resultados del estudio en relación a la presión de insuflación abdominal sólo 10 de los 23 pacientes mantuvieron ≤ 6 mmHg, de acuerdo a lo reportado por De Wall y cols. (2003) los rangos adecuados de presión intraabdominal para cirugía laparoscópica van de 4 a 6 mmHg, lo que concluyó a partir de un estudio realizado en pacientes de 6 a 36 meses de vida (n= 30 niños) sin reportar cambios hemodinámicos estadísticamente significativos con dichas presiones de insuflación⁵. De los restantes 13 pacientes en nuestro estudio, 3 iniciaron y mantuvieron cifras de ≥ 10 mmHg. Con respecto a estos rangos de presión autores como Banister quien realizó un estudio en 19 pacientes menores a un año de edad en el que manejaron

PIA > 12mmHg para los menores de 5kg y > 15mmHg para los mayores de 5kg, reportando cambios ventilatorios en la PINSP, VC y SPO₂.⁷ Sosa y colaboradores definen hipertensión abdominal al incremento de la presión intrabdominal por encima de 10cmH₂O (7.35mmHg), catalogando a la cirugía laparoscópica como una de las causas de hipertensión abdominal aguda al superar estas presiones, con los consecuentes cambios fisiopatológicos hemodinámicos, ventilatorios y renales.²⁶ A pesar de lo anterior, parámetros hemodinámicos como la frecuencia cardiaca y temperatura, no reportaron cambios durante estos periodos de insuflación, a diferencia de los resultados obtenidos en la TAM que demuestran un descenso de 5 a 10mmHg, al comparar las medias de la medición basal, al inicio de insuflación, a los 10 min de inicio de neumoperitoneo contra los 120 minutos de incremento en la presión intraabdominal pos-insuflación de CO₂ y si bien estadísticamente representan una diferencia, pudiera no representar una alteración que conlleve una traducción clínica; en el análisis de la SPO₂ se encontró diferencia significativa en la comparación de las medias basal contra las de los diferentes tiempos registrados, con una mejoría entre 5 y 6 puntos para mantener una SPO₂ de ≥ 95%, lo que puede ser explicado por el incremento en la FiO₂ de la mezcla de gases al mantenerse entre 40 y 63%; maniobra similar a lo reportado por Fuentes y cols, en un estudio retrospectivo realizado en 55 pacientes con edad entre 13 y 107 días donde mantuvieron saturaciones de oxígeno por arriba de 90% con incremento de FiO₂ del 35 al 40%.¹¹

Respecto a las variables ventilatorias analizadas en nuestro estudio, la PEEP presento un incremento del 12.5% de la media después de 60 minutos y del 15% a los 120 minutos de iniciado neumoperitoneo, en comparación con la media registrada al inicio de la insuflación con CO₂, al mantener una media de PEEP de 5 (±0.5)

cmH₂O, lo cual corresponde con lo reportado por Neira y colaboradores quienes sugieren la necesidad de mantener una PEEP al menos de 5cmH₂O para mejorar la complianza y garantizar un volumen corriente entre 6-10ml/kg. La presión inspiratoria reportada por este autor tuvo un incremento del 26% tras el inicio de la insuflación con respecto a su medición basal, sin especificar el tiempo de neumoperitoneo; a diferencia de nuestros registros donde se evidenció un incremento del 28% a los 60 minutos y 34% a los 120 minutos de iniciada la insuflación.²⁷

Durante la realización del presente estudio la modalidad de ventilación mecánica utilizada en todos los pacientes fue ciclada con presión control, con el objetivo de mantener o garantizar niveles basales de ETCO₂ <35mmHg, a través de ajustes en la P_{insp} para un VC de 6-10ml/kg y de la FR, como medida preventiva al incremento esperado del ETCO₂ una vez iniciada la insuflación y en el periodo de neumoperitoneo los incrementos en la presión inspiratoria no evidenciaron disminución en el VC a diferencia de lo reportado por otros autores (Neira, Banister), que registraron un descenso del 33-43% sobre el VC basal desde el inicio de la insuflación independientemente del tiempo de su duración y de incremento de la presión inspiratoria, maniobra elegida para mantener ETCO₂<45mmHg.^{12,27}

En nuestro trabajo de investigación se tomó gasometría arterial en tres tiempos (basal, a los 60 minutos de insuflación y a los 10 minutos de finalizada esta) el comportamiento del pH a través del tiempo fue de 7.31± 0.104, 7.25±0.12 y 7.35±0.85 respectivamente, mostrando descenso del pH tras el neumoperitoneo. Los resultados de PaCO₂ fueron: 47.32±11.77, 50.56±13.37, 41.43±8.94, para los tres tiempos con incremento del 21% a los 60 minutos de neumoperitoneo. Para PaO₂ de 156.87±73.68, 146.88±68.73, 151.74±52.63, no se encontraron diferencias significativas estadísticamente para esta variable, con un descenso del 6% con

respecto a los valores basales. Con retorno a valores muy similares a los basales una vez terminado el neumoperitoneo. Se observó una discrepancia importante en los valores de ETCO₂-PaCO₂, con gradiente basal de 11.23 ± 3.2 , a los 60 minutos de neumoperitoneo 14.21 ± 5.9 y en la determinación final de 7.53 ± 0.56 . Meininger y cols. realizó determinaciones de los valores gasométricos durante la cirugía laparoscópica en pacientes pediátricos sanos de entre 8-16 años (basal, 10, 30, 60 y 90 minutos de neumoperitoneo y al finalizar), reportó incremento en los valores de PaCO₂ a través del tiempo siendo el momento con mayor incremento en los valores es a los 60 minutos (40mmHg), así mismo refiere un incremento del gradiente PaCO₂- ETCO₂ con respecto al tiempo basal 1.7 ± 1.3 con rango de 0.1-4.3mmHg, posterior a la insuflación 3.2 ± 2.9 con rango de 0.3 ± 10.9 .²⁸ En otro estudio realizado por Wulkan y cols. cuya muestra comparte características con la nuestra reportaron un incremento en dicho gradiente de 5.7mmHg en el registro basal en comparación con la medición de 13.4 mmHg posterior a la insuflación de CO₂, en un estudio realizado en 7 pacientes pediátricos con edad entre 1 y 35 meses, portadores de cardiopatía congénita cianógena con manejo quirúrgico previo, paliativo o correctivo, a la cirugía laparoscópica.¹⁷

CONCLUSIONES

- 1.- La única variable hemodinámica que mostró cambios significativo fue la TAM y solo a los 120 minutos del neumoperitoneo en un 14.7% respecto a la medición basal.
- 2.- Los cambios en los parámetros de ventilación mecánica secundarios a la insuflación de la cavidad abdominal presentaron relación directamente proporcional con el tiempo de neumoperitoneo.
- 3.- El comportamiento del EtCO₂ no reporto ningún cambio en relación a la insuflación de la cavidad abdominal, sin embargo, la PaCO₂ presentó un incremento del 21% a los 60 minutos de neumoperitoneo respecto a la basal con aumento en el gradiente EtCO₂/PaCO₂ basal de 11.23 ± 3.2 y a los 60 minutos de 14.21 ± 5.9 .
- 4.- Es conveniente la determinación gasométrica del CO₂ al menos a los 60 minutos posterior a iniciada la insuflación independientemente de las comorbilidades del paciente, dado el incremento en la amplitud del gradiente PaCO₂-ETCO₂ que podría limitar el uso de la capnografía como herramienta aislada para guiar el manejo ventilatorio.

LIMITACIONES Y/O NUEVAS PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Se requeriría ampliar el tamaño de la muestra para determinar el tamaño del efecto sobre las variables hemodinámicas. Dentro de los parámetros ventilatorios, la medición de la complianza y la resistencia de la vía aérea no realizada en este estudio, dado que no se contó con el monitoreo para estas variables y que podrían aportar datos útiles en la evaluación de la mecánica ventilatoria de los pacientes sometidos a la cirugía laparoscópica y así permitir que los ajustes no dependan únicamente de la capnografía (EtCO₂).

BIBLIOGRAFÍA

1. Olivares P, Tovar J, Cirugía laparoscópica en niños, *Anales de Pediatría*, 1998; 48,6.
2. García D, Ramirez L, Hernández D, Consideraciones anestésicas en cirugía laparoscópica en el paciente pediátrico, *Revista Mexicana de Anestesiología*, 2012; 31,1.
3. Craven PD, Bawadi N, Henderson- Smart DJ. Regional (spinal, epidural, caudal) versus general anaesthesia in preterm infants undergoing inguinal herniorrhaphy in early infancy. *Cochrane Database Systematic Review* 2003.
4. Lorenzo A, Cengiz K, Hemodynamic and Respiratory Effects of Pediatric Urological Retroperitoneal Laparoscopic Surgery: A Prospective Study, *Journal of Urology*, Abril 2006; 175:1461-1465.
5. De Waal EEC, Kalkman CJ. Haemodynamic changes during lowpressure carbon dioxide pneumoperitoneum in young children. *Paediatr Anaesth*. 2003; 13: 18-25.
6. Veyckemans F. Celioscopic surgery in infants and children: the anesthesiologist's point of view. *Paediatr Anaesth*. 2004; 14: 424-32.
7. Bannister CF, Brosius KK, Wulkan M. The effect of insufflation pressure on pulmonary mechanics in infants during laparoscopic surgical procedures. *Paediatr Anaesth*. 2003; 13: 785-9.
8. Bergesio R, Habre W, Lantery C, Changes in Respiratory Mechanics during Abdominal Laparoscopic Surgery in Children, *Anesth Intensive Care* 1999, 27:245-248.
9. Barczynski M, A prospective randomized trial on comparison of low pressure and estándar pressure pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy, *Surgical Endoscopy*, 2003; 17: 533-538.
10. O'Malley C, Cunningham AJ, Cambios fisiológicos durante la laparoscópica. *Clínicas Anestesiológicas de Norteamérica*, 2001;1:1-18.
11. Fuentes S, Cano I, Garcia A, Cambios cardiovasculares y ventilatorios durante la laparoscopia en neonatos y lactantes pequeños, *Cirugía Pediátrica*, 2012; 25:126-128.

12. Halachmi S, Ghoneimi A, Bissonnette B, Zaarour C, Hemodynamic and respiratory effect of pediatric urological laparoscopic surgery: a retrospective study. *Journal of Urology* 2003;170: 1651.
13. Burgmeier C, Schier F, Cardiorespiratory complication after laparoscopic hernia repair in term and preterm babies, *Journal of pediatric surgery* 2013; 48: 1972-1976.
14. Burgmeier C, Shier F, Hemodynamic effects of laparoscopic surgery in term and preterm infants with cardiac anomalies, *Pediatric Surgery*, 2003; 29:587-590.
15. Cote. *A Practice of Anesthesia for Infants and Children*, Fourth edition, Elsevier, 2009.
16. Smith, *Anesthesia for Infants and Children*, Eighth edition, Elsevier, 2011.
17. Mark L, Wulkan A, Is End-Tidal CO₂ an Accurate Measure of Arterial CO₂ During Laparoscopic Procedure in children and Neonates With Cyanotic Congenital Heart Disease? *Journal of Pediatric Surgery*, 2001; 36:8, 1234-1236.
18. Baroncini S, Gentili A, Anesthesia for laparoscopic surgery in paediatrics, *Minerva Anesthesiology*, 2002;68:406-13.
19. Roland P, Britta S, The neonatal lung – physiology and ventilation. *Pediatric Anesthesia* 24 (2014) 10–21.
20. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html>.
21. Owens WD. American Society of Anesthesiologists Physical Status classification system is not a risk classification system [correspondence]. *Anesthesiology*. 2001;94:378.
22. American Society of Anesthesiologists [página inicial]: ASA Physical Status Classification System; 2005 Sep 21. (Disponible en <http://www.asahq.org/clinical/physicalstatus.htm> Consultado en 20 de julio 2015)
23. Sidi A, Lobato EB, Cohen JA. The American Society of Anesthesiologists' Physical Status: Category V revisited. *J.Clin Anesth*. 2000 Jul;12 (4):328-34.
24. Reyes PJA: ¿Cómo hacer TIVA manual? *Rev Mex Anest* 2006; 29: 131-136.

25. Garrido AE, Nava LJA: Sistemas de perfusión y conceptos básicos de anestesia total intravenosa en Anestesia Total Intravenosa, Clínicas Mexicanas de Anestesiología, 2014;22: 1-12.
26. Sosa HR, Sánchez PC, Hernández SS, Presión intraabdominal y síndrome compartimental en cirugía, Artículo de revisión., Revista de Ciencias Médicas, Abril 2007;(11) 1.
27. Neira VM, Thomas KM, The impact of pneumoperitoneum and Trendelenburg positioning on respiratory system mechanics during laparoscopic pelvic surgery in children: a prospective observational study, Canadian Journal of Anesthesia, 2015, 62:789-806.
28. Meininger D, Bryhahn C, Mierdl S, Hemodynamic and respiratory effects of robot assisted laparoscopic fundoplication in children, World Journal of Surgery, 2005, 29(5): 615-619.

ANEXOS

ANEXO 1. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nombre: _____ NSS: _____

Edad: _____ Sexo: _____ Peso: _____ Talla: _____

Diagnóstico: _____

Cirugía programada: _____

Cirugía realizada: _____

| | T0BASAL | T1 | T2 | T3 | T4 | TX | TY |
|-------|---------|----|----|----|----|----|----|
| TAM | | | | | | | |
| FC | | | | | | | |
| SPO2 | | | | | | | |
| TEMP | | | | | | | |
| PIA | | | | | | | |
| VC | | | | | | | |
| FR | | | | | | | |
| Pinsp | | | | | | | |
| FiO2 | | | | | | | |
| EtCO2 | | | | | | | |
| PIA | | | | | | | |

GASOMETRIA ARTERIAL

| | BASAL | 60 MIN | FINAL |
|-------------|-------|--------|-------|
| Ph arterial | | | |
| PaCO2 | | | |
| PaO2 | | | |

DURACIÓN DEL NEUMOPERITONEO: _____

TIEMPO QUIRÚRGICO: _____

TIEMPO ANESTÉSICO: _____

ANEXO 2. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE SALUD
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
(NIÑOS Y PERSONAS CON DISCAPACIDAD)

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

México, D.F. a _____ de _____ de 2015.

Por medio de la presente se me invita a autorizar la participación de mi hijo en el trabajo de investigación que lleva por nombre: "Comportamiento hemodinámico y ventilatorio en pacientes menores de un año de edad sometidos a cirugía laparoscópica en la UMAE Hospital de Pediatría del CMN Siglo XXI", el cual se encuentra registrado y autorizado por el Comité Nacional de Investigación con número de registro R-_____.

Su objetivo es investigar cuáles son los cambios en la frecuencia de los latidos del corazón, la presión arterial, la cantidad de oxígeno y dióxido de carbono en sangre, así como la modificación de la respiración artificial que sustituye la respiración normal de los pacientes que se encuentran bajo anestesia general y a quienes se realiza alguna cirugía laparoscópica.

Los resultados que deriven de este estudio en un futuro podrían ayudar a optimizar el manejo anestésico otorgado a los niños que requieren este tipo de cirugías. Me han explicado ampliamente que el proyecto consiste en registrar los signos vitales de mi hijo y los cambios de la respiración artificial durante la cirugía. Así como en la toma de 3 muestras de sangre que en total serán 1.5 mililitros, para hacer las determinaciones de la cantidad de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre arterial, al inicio de la laparoscopia, durante la laparoscopia y al finalizar esta. No existe algún riesgo adicional por el estudio, ya que esta determinación sanguínea forma parte del manejo anestésico habitual de los pacientes que son operados mediante esta técnica, ya que permiten ajustar la respiración artificial a las necesidades de cada paciente. El investigador principal Dra. Rivas Vega Lady Laura se ha comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que se le plantee sobre los procedimientos que se llevarán a cabo en todo momento y los beneficios derivados de la participación en éste estudio y los posibles daños así como alternativas al tratamiento que benefician a mi hijo. Los resultados de los estudios de laboratorio se anotarán en el expediente de mi hijo. Si no deseo que se le tomen todas las muestras de sangre a mi hijo, el tratamiento que se le ha estado proporcionando en el Instituto no se verá afectado ni modificado por mi decisión. Finalmente, entiendo que conservo el derecho de retirar a mi hijo (a) del estudio en el momento que considere conveniente. Se me reitera que no se identificara a mi hijo(a) en las presentaciones que se deriven de este estudio y que los datos relacionados con su privacidad serán manejados de forma confidencial.

En caso de dudas relacionadas con el estudio podrá comunicarse los investigadores responsables: Dra. Marisa Guerrero Pesina Tel. (55) 56 27 69 00 Ext. y Dra. Rivas Vega Lady Laura Tel. 5519583341.

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores, México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: comision.etica@imss.gob.mx

Nombre y firma de la madre o el padre,
Tutor o representante legal

Nombre de quien obtuvo el consentimiento

TESTIGO 1

TESTIGO 2

ANEXO 3. CLASIFICACIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE ACUERDO CON LA AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGY (ASA)

ASA 1 .- Paciente sano sin alteraciones físicas ni metabólicas.

ASA 2.- Paciente con enfermedad sistémica controlada, con alteración leve a moderada. También se incluyen los pacientes menores de 1 año de edad.

ASA 3.- Paciente con enfermedad sistémica severa,

ASA 4.- Paciente con trastornos severos, con peligro constante para la vida

ASA 5.- Paciente moribundo con pocas expectativas de vida en las próximas 24hrs, sea ó no intervenido quirúrgicamente.

ASA 6.- Paciente con muerte cerebral, posible donador cadavérico.

La clasificación del estado físico de la ASA, desarrollada para proporcionar una terminología común y facilitar la recopilación de datos estadísticos, fue comunicada originalmente por Saklad en 1941. ^{21,22,23.}

ANEXO 4. PERFUSIONES DEL MANTENIMIENTO ANESTÉSICO

Cuadro 3. Cálculo para dosis de carga y perfusiones del mantenimiento, Servicio de Anestesiología del Hospital General de México.²⁴⁻²⁵

| LD= Cp (mcg/ml)*Vd (ml/kg) | | | MIR= Cp (mcg/ml) * Cl (ml/kg/mn) | | |
|----------------------------|----------------|---------------|----------------------------------|-----------|--------------|
| Fármaco | Cp (mcg/ml) | Cl (ml/kg/mn) | Vd (ml/kg) | Ke0 (min) | T½ Ke0 (min) |
| Tiopental | 5 – 20 | 3 | 400 | 0.59 | 1.17 |
| Propofol | 1 – 10 | 30 | 300 | 0.2 | 3.5 |
| Midazolam | 0.05 – 1 | 7 | 400 | 0.14 | 4.8 |
| Etomidato | 1 – 1.5 | 17 | 4 | | |
| Ketamina | 0.5 – 2.5 | 18 | 0.3 | 1.03 | 0.67 |
| Fentanil | 0.002 – 0.035 | 13 | 600 | 0.1 | 6.6 |
| Remifentanil | 0.0001 – 0.020 | 40 | 200 | 0.6 | 1.16 |
| Sufentanil | 0.0002-0.002 | 11 | 100 | 0.11 | 6.2 |
| Rocuronio | 1.25 – 5 | 4 | 0.21 | | |
| Cisatracurio | 0.5 – 1.4 | 5.1 | 0.156 | | |

| Fentanyl Cl: 13 Vd: 600 | | |
|---------------------------------|----|----------------|
| LD: Cp (mcg/ml) x Vd (ml/kg) | | |
| MIR: Cp (mcg/ml) x Cl(ml/kg/mn) | | |
| Cp | Cl | MIR |
| 0.002 | 13 | 0.026mcg/kg/mn |
| 0.003 | 13 | 0.039 |
| 0.004 | 13 | 0.052 |
| 0.005 | 13 | 0.065 |
| 0.006 | 13 | 0.078 |
| 0.007 | 13 | 0.091 |
| 0.008 | 13 | 0.104 |
| 0.009 | 13 | 0.117 |
| 0.01 | 13 | 0.13 |
| 0.02 | 13 | 0.26 |
| 0.03 | 13 | 0.39 |

| Cisatracurio Cl: 5.1 Vd: 0.156 | | |
|---------------------------------|-----|----------------|
| LD: Cp (mcg/ml) x Vd (ml/kg) | | |
| MIR: Cp (mcg/ml) x Cl(ml/kg/mn) | | |
| Cp | Cl | MIR |
| 0.5 | 5.1 | 2.55 mcg/kg/mn |
| 0.6 | 5.1 | 3.06 |
| 0.7 | 5.1 | 3.57 |
| 0.8 | 5.1 | 4.08 |
| 0.9 | 5.1 | 4.59 |
| 1 | 5.1 | 5.1 |
| 1.1 | 5.1 | 5.61 |
| 1.2 | 5.1 | 6.12 |
| 1.3 | 5.1 | 6.63 |
| 1.4 | 5.1 | 7.14 |