





**BUAP**

**Facultad de Medicina  
Hospital Universitario de Puebla**

Nombre de la Tesis:

**EFICACIA DE LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DE LA VAINA DEL  
NERVIO ÓPTICO CON ULTRASONIDO PARA MONITOREO DE  
LA PRESIÓN INTRACRANEAL EN CIRUGÍAS LAPAROSCÓPICAS**

Tesis para Obtener el Diploma de  
Especialidad en:  
**Anestesiología**

Presenta:

**Dra. Sheila Cristel Romero Sernas**

Director/a:

**Dr. Julio César Pablo Yáñez**

Asesor/a:

**Dra. Cheryl Zilahy Díaz Barrientos  
Dr. Miguel Calva Maldonado**

Fecha:

**Puebla, Pue. Enero de 2022**





**BUAP**

**Facultad de Medicina  
Hospital Universitario de Puebla**

Nombre de la Tesis:

**EFICACIA DE LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DE LA VAINA DEL  
NERVIO ÓPTICO CON ULTRASONIDO PARA MONITOREO DE  
LA PRESIÓN INTRACRANEAL EN CIRUGÍAS LAPAROSCÓPICAS**

Tesis para Obtener el Diploma de  
Especialidad en:  
**Anestesiología**

Presenta:

**Dra. Sheila Cristel Romero Sernas**

Director/a:

**Dr. Julio César Pablo Yáñez**

Asesor/a:

**Dra. Cheryl Zilahy Díaz Barrientos  
Dr. Miguel Calva Maldonado**

Fecha:

**Puebla, Pue. Enero de 2022**



## DEDICATORIA

*A la vida, por una segunda oportunidad.*



**BUAP.**

**BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA  
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE PUEBLA  
SUBDIRECCION DE ENSEÑANZA, INVESTIGACION Y CAPACITACION EN SALUD**

**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS**

*Por este medio la Subdirección de Enseñanza, Investigación y Capacitación en Salud del Hospital Universitario de Puebla, para la evaluación de la tesis de la alumna **Sheila Cristel Romero Sernas**, manifiesta que después de haber revisado su tesis: "**Eficacia de la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico con ultrasonido para monitoreo de la presión intracraneal en cirugías laparoscópicas**" desarrollada bajo la dirección del **Dr. Julio César Pablo Yañez** y asesoramiento metodológico **Dra. Cheryl Zilahy Díaz Barrientos**, el trabajo se **ACEPTA** para proceder a su impresión.*

*Al cumplir con este último requisito, usted será considerado candidato a obtener el Diploma de la Especialidad en: **Anestesiología**.*

Emite su voto aprobatorio:

Atentamente  
"Pensar bien, para vivir mejor"  
H. Puebla de Z., a 19 de enero 2022

M.C. Margarita Serrano Mendoza  
Subdirectora de Enseñanza, Investigación y Capacitación en Salud  
Hospital Universitario de Puebla

## ÍNDICE.

|   |    |
|---|----|
| 1. Antecedentes.....  | 8  |
| 1.1 Antecedentes Generales.....                               | 8  |
| 1.2 Antecedentes Específicos.....                             | 13 |
| 2. Justificación.....   | 15 |
| 3. Planteamiento del problema.....                            | 16 |
| 4. Pregunta de investigación.....                             | 17 |
| 5. Objetivos.....   | 18 |
| 5.1 Objetivos Generales.....                                  | 18 |
| 5.2 Objetivos Específicos.....                                | 18 |
| 6. Material y métodos.....                                    | 19 |
| 6.1 Diseño del estudio.....                                   | 19 |
| 6.2 Ubicación Espacio – temporal.....                         | 19 |
| 6.3 Estrategia de trabajo.....                                | 19 |
| 6.4 Muestreo.....   | 19 |
| 6.4.1 Definición de la unidad de población.....               | 19 |
| 6.4.2 Selección de la muestra.....                            | 19 |
| 6.4.3 Criterios de selección de las unidades de muestreo..... | 19 |
| 6.4.3.1 Criterios de inclusión.....                           | 19 |
| 6.4.3.2 Criterios de exclusión.....                           | 20 |
| 6.4.3.3 Criterios de eliminación.....                         | 20 |
| 6.4.4 Diseño y tipo de muestreo.....                          | 20 |
| 6.4.5 Tamaño de la muestra.....                               | 20 |
| 6.4.6 Definición de las variables y escalas de medición.....  | 20 |
| 6.4.7 Métodos de recolección de datos.....                    | 25 |
| 6.4.8 Análisis de datos.....                                  | 25 |
| 7. Logística.....   | 25 |
| 7.1 Recursos humanos.....                                     | 25 |
| 7.2 Recursos materiales.....                                  | 26 |
| 7.3 Recursos financieros.....                                 | 26 |
| 8. Resultados.....  | 27 |
| 9. Discusión.....   | 45 |
| 10. Conclusiones.....   | 47 |
| 11. Conflicto de intereses.....                               | 48 |
| 12. Bibliografías.....  | 49 |
| 13. Anexos.....   | 52 |
| 13.1Cronograma de actividades.....                            | 52 |
| 13.2Bioética.....   | 53 |
| 13.3Formatos de consentimiento informado.....                 | 53 |
| 13.4Formatos de captura de datos.....                         | 55 |

## **RESUMEN**

### **EFICACIA DE LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DE LA VAINA DEL NERVIO ÓPTICO CON ULTRASONIDO PARA MONITOREO DE LA PRESION INTRACRANEAL EN CIRUGIAS LAPAROSCOPICAS**

**Hospital Universitario de Puebla**

Investigador: Dra. Sheila Cristel Romero Sernas

Asesor experto: Dr. Julio César Pablo Yañez

Co-asesor experto: Miguel Calva Maldonado

Asesor metodológico: Dra. Cheryl Zilahy Díaz Barrientos

#### **Introducción.**

El aumento de la presión intracraneal es uno de los cambios fisiológicos durante la cirugía laparoscópica, que se sabe que está asociado con cambios de posición. Los cambios de la presión intracraneal se pueden medir directamente mediante un método invasivo, pero se sabe que la medición ecográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico es una técnica de rápida aplicación para evaluar la presión intracraneal.

#### **Objetivos.**

Establecer si existen cambios en la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico para monitoreo de la presión intracraneal en cirugías laparoscópicas del Hospital Universitario de Puebla durante el periodo 2019-2020

## **Material y métodos:**

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, longitudinal, unicéntrico. Se incluyeron pacientes con estado físico ASA I- II, de ambos géneros, con rango de edad de 18 a 65 años, sometidos a cirugía laparoscópica, con firma hoja de consentimiento previamente informado y sometidos a cirugía programada de forma electiva. Se excluyeron pacientes ASA III y mayor, sometidos a cirugía de urgencia, con hipertensión arterial, diabetes Mellitus tipo 2, glaucoma o neuropatías. Se eliminaron pacientes con cirugías laparoscópicas que cambien a técnica abierta, que presenten descontrol hemodinámico durante la cirugía, que requieran apoyo con fármacos vasopresores durante el procedimiento, que presenten complicaciones durante el procedimiento quirúrgico-anestésico) que se utilice anestesia combinada para el procedimiento laparoscópico (anestesia general + anestesia regional). La muestra de estudio fue de 44 pacientes. La estrategia de trabajo fue el ingreso a quirófano para cirugía programada electiva, laparoscópica, se realizó monitorización básica (PANI, EKG, pulsioximetría), bajo anestesia general; posteriormente la toma de datos y medición del diámetro de la vaina del nervio óptico previo a inducción anestésica, transquirúrgico y en recuperación. Se utilizó la prueba estadística T de Student para comparar las medias entre mediciones, considerándose como significativo un valor p menor de 0.05

## **Resultados:**

El DNVO basal del ojo derecho tuvo una media de  $0.425 \pm 0.056$ , incrementándose de manera no significativa ( $p > 0.05$ ) al inicio del neumoperitoneo; para luego incrementarse significativamente ( $p < 0.05$ ) en todos los periodos medidos hasta el final de la anestesia a  $0.573 \pm 0.083$  ( $p = 0.000$ ). El DNVO basal del ojo izquierdo tuvo una media de  $0.441 \pm 0.050$ , incrementándose de manera no significativa ( $p > 0.05$ ) al inicio del neumoperitoneo incrementándose significativamente ( $p < 0.05$ ) en todos los periodos medidos hasta el final de la anestesia a  $0.575 \pm 0.083$  ( $p = 0.000$ ). Las mediciones del DNVO fueron mayores a 0.5 cm desde el final de la posición hasta el final de la anestesia.

**Conclusiones:**

A excepción del inicio del neumoperitoneo, todas las mediciones del diámetro de la vaina de nervio óptico mostraron incrementos significativos en todas las mediciones ultrasonográficas

## **1. ANTECEDENTES.**

### **1.1 ANTECEDENTES GENERALES.**

La cirugía laparoscópica es una técnica cómoda y ampliamente utilizada. Reduce el sangrado y el dolor, y da como resultado estancias hospitalarias más cortas y mejores resultados estéticos. Durante los procedimientos laparoscópicos, el neumoperitoneo inducido iatrogénicamente se establece en la cavidad peritoneal. Esto permite un espacio de trabajo suficiente para realizar tareas quirúrgicas con seguridad satisfactoria para el paciente y el cirujano. La presión normal de la cavidad abdominal en reposo es de entre 5 y 7 mmHg en decúbito supino. (Kara, 2020)

Las condiciones de neumoperitoneo y posición necesarias para obtener una mejor visión del campo quirúrgico pueden afectar las funciones respiratorias, hemodinámicas y cerebrales. Los cambios en la función respiratoria incluyen aumento de la presión de las vías respiratorias, disminución de la distensibilidad, mayor desajuste en la ventilación / perfusión e hipercapnia. Los cambios de la función hemodinámica incluyen disminución del retorno venoso y aumento de la resistencia vascular sistémica. Estas condiciones afectan la fisiología del sistema cerebral y conducen a un aumento de la presión intracraneal. (Yu, 2019)

#### Presión intracraneana

La presión intracraneal (PIC) es la presión dentro del cerebro. Su valor se hace referencia convencionalmente a la presión atmosférica y se expresa en milímetros de mercurio. La PIC normal varía con la edad y la postura corporal, pero se mantiene en el rango de 5 a 15 mmHg en adultos sanos en decúbito supino, de 3 a 7 mmHg en niños y de 1,5 a 6 mmHg en recién nacidos a término. El valor de la PIC está significativamente influenciado por el equilibrio de volumen dentro del cerebro (1100-1300 cm<sup>3</sup>), LCR (130-150 cm<sup>3</sup>) y sangre contenida en los vasos intracraneales (60-80 cm<sup>3</sup>). Teniendo en cuenta que el volumen cerebral es fijo, el LCR y la sangre son los dos factores determinantes más

importantes de la PIC. La PIC elevada se presenta en una variedad de afecciones médicas. Las causas frecuentes incluyen masas intracraneales, trastornos de la circulación del LCR como hidrocefalia, procesos patológicos más difusos y traumatismo craneoencefálico que provocan hematoma intracraneal o edema cerebral. La PIC elevada puede comprimir y dañar las estructuras cerebrales, causar una hernia cerebral y restringir el suministro de sangre al cerebro. (Zhang, 2017)

La presión intracraneana normal varía entre 7 y 15 mmHg en un adulto en decúbito supino. La presión por encima de 15 mmHg se considera anormal y por encima de 20 mmHg patológica. Se producen mayores fluctuaciones en la presión intracraneana durante la laringoscopia, neumoperitoneo, posición de Trendelenburg pronunciada, planos de luz de anestesia y extubación. El flujo sanguíneo cerebral aumenta en 1.8 ml / 100 g / min por cada aumento de 1 mmHg en la presión parcial de CO<sub>2</sub>. Además, la disección retroperitoneal aumenta la absorción de CO<sub>2</sub>. Un aumento de la presión intracraneana puede provocar una caída en la presión de perfusión cerebral que conduce a una isquemia del parénquima cerebral y un retraso en la recuperación de la anestesia. (Sujata, 2019)

### Posicionamiento del paciente en cirugía laparoscópica

Se pueden utilizar varias posiciones del paciente para la cirugía laparoscópica. Las posiciones de Trendelenburg (cabeza abajo), Trendelenburg inverso (cabeza arriba), litotomía y posiciones laterales se utilizan a menudo para facilitar el acceso quirúrgico. Las personas con un índice de masa corporal alto, enfermedades cardíacas y respiratorias graves y los ancianos pueden ser particularmente vulnerables a los cambios extremos de posición y los cambios fisiológicos cardiorrespiratorios asociados causados por la función de sus órganos ya comprometida.

### Posición de Trendelenburg

La posición de Trendelenburg disminuye la capacidad residual funcional. Cuando se usa junto con un neumoperitoneo, la posición de Trendelenburg disminuye aún más la

capacidad residual funcional, posiblemente a valores menores que la capacidad de cierre, causa colapso de las vías respiratorias y conduce a atelectasia. La atelectasia puede exacerbar cualquier desajuste existente entre ventilación y perfusión. La adición de presión positiva al final de la espiración durante la ventilación puede ayudar a prevenir esto. La ferulización diafragmática aumenta la presión intratorácica y reduce la distensibilidad. La intubación endobronquial o el desplazamiento de las vías respiratorias pueden ocurrir con el movimiento cefálico de los pulmones y también puede ocurrir edema de las vías respiratorias superiores con el movimiento repetido del tubo endotraqueal. La posición de Trendelenburg también puede causar aumento de la presión intracraneal, edema cerebral y quemosis subconjuntival, todo lo cual se ve agravado por la hipercapnia por absorción de CO<sub>2</sub> del neumoperitoneo.

#### Posición de Trendelenburg inversa

La posición de Trendelenburg inversa puede mejorar el desajuste ventilación-perfusión, reducir la presión intracraneal y disminuir la probabilidad de regurgitación pasiva. Sin embargo, puede causar una disminución del retorno venoso que resulte en hipotensión y potencialmente isquemia cerebral y cardíaca en pacientes vulnerables, por lo que cualquier hipovolemia preexistente debe corregirse preoperatoriamente. (Perrin, 2004)

#### Posición de litotomía

La colocación de litotomía en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica prolongada se ha asociado con la complicación rara pero significativa "síndrome del compartimento de la pierna sana". Este síndrome se asocia con un índice de masa corporal elevado, una pérdida importante de sangre, hipotensión y enfermedad vascular periférica. Se presenta con dolor severo posoperatorio en las extremidades inferiores, rabdomiólisis y lesión renal potencialmente aguda y mioglobinuria.

#### Posición lateral

La posición lateral se ha asociado con la mayor incidencia de complicaciones oculares, incluidas abrasiones corneales en ambos ojos. También se debe tener cuidado para

asegurarse de que no se aplique una presión excesiva a la cabeza, el cuello y la axila para evitar una lesión del plexo braquial. (Oti, 2016)

#### Efecto de la cirugía laparoscópica en la presión intracraneana

La necesidad de creación de neumoperitoneo pone a los pacientes en riesgo de diversas alteraciones hemodinámicas y metabólicas durante y después de la cirugía. El aumento de la presión intraabdominal puede estar asociado con compromiso cardiovascular, neurológico y respiratorio. Debido a los avances en el manejo anestésico perioperatorio, se están realizando cirugías más complejas con técnicas laparoscópicas. Las cirugías laparoscópicas complejas prolongadas se están convirtiendo en un factor de riesgo adicional para las complicaciones neurológicas. Se informa de una correlación positiva definida entre el aumento de la presión intracraneal y el aumento de la presión intraabdominal. La presión intracraneal elevada puede provocar complicaciones neurológicas graves durante la cirugía laparoscópica. (Yashwashi, 2020)

Los efectos del neumoperitoneo y la posición de Trendelenburg sobre la presión intracraneal están poco documentados, pero existe una creciente evidencia que demuestra una correlación positiva entre la presión intraabdominal y la presión intracraneal. En un modelo animal, la presión intracraneal aumentó significativamente durante el aumento de la presión intraabdominal (15 mm Hg) combinada con la posición de Trendelenburg. El efecto del neumoperitoneo y la posición de Trendelenburg sobre la presión intracraneal no se puede determinar fácilmente durante la cirugía ya que la monitorización invasiva de la presión intracraneal está contraindicada en este grupo de pacientes debido a las posibles complicaciones. (Robba, 2016)

#### Mecanismos del incremento de la presión intracraneana

El neumoperitoneo eleva la PIC debido al aumento de la presión abdominal y la PIC aumenta aún más en la posición de Trendelenburg. Se ha determinado que esto probablemente se deba a un drenaje de líquido cefalorraquídeo deficiente en el plexo

venoso lumbar. El aumento de la presión intraabdominal aumenta la resistencia venosa, lo que reduce el retorno de sangre al corazón. Sin embargo, en un estado hipervolémico, el aumento de la presión sistémica media anula la resistencia, lo que da como resultado un mayor retorno de sangre al corazón. El neumoperitoneo también aumenta el flujo sanguíneo cerebral debido a un aumento en el  $\text{CO}_2$  de presión parcial y un aumento en la liberación de catecolaminas independientemente de la presión parcial de  $\text{CO}_2$ . Todo esto da como resultado un aumento agudo de la PIC. (Sahay, 2018)

Durante la cirugía laparoscópica, la aplicación de presión posespiratoria final (PEEP) aumenta la capacidad residual funcional y disminuye la atelectasia posoperatoria al prevenir el colapso alveolar. Además, ayuda a resolver el desajuste ventilación-perfusión que se agrava durante el neumoperitoneo con posición de Trendelenburg pronunciada. Por el contrario, se ha propuesto que la PEEP puede provocar un aumento de la presión intraocular y la presión intracraneana. Y su posible mecanismo es que la PEEP puede aumentar la presión venosa central, que posteriormente puede inhibir la salida de sangre de los vasos intraoculares y, por lo tanto, aumentar la presión intraocular, y aumentar la presión intracraneana al impedir el flujo de salida del flujo cerebroespinal y el drenaje venoso cerebral. (You, 2019)

Se ha descrito el mecanismo de elevación de la presión intracraneal durante el neumoperitoneo por separado en las etapas temprana (0 a 30 minutos) y tardía (30 a 120 minutos). Un efecto intraabdominal y un efecto intratorácico contribuyen a la elevación de la presión intracraneal durante la etapa inicial. Durante el efecto intraabdominal, un aumento de la presión intraabdominal comprime la vena cava inferior, lo que da lugar a un aumento de la presión venosa central. Durante el efecto intratorácico, el movimiento craneal del diafragma durante el neumoperitoneo aumenta la presión intratorácica y comprime la aurícula derecha, elevando la presión de llenado y la presión venosa central en la vena cava superior. El aumento de la presión venosa central debido a ambos efectos reduce el drenaje venoso del plexo lumbar y del sistema nervioso central, lo que da como resultado un aumento de la presión intracraneana. Durante la etapa tardía, la presión intracraneana aumenta por la hipercapnia, que es causada por la absorción de  $\text{CO}_2$  a

través de la membrana peritoneal y por el desajuste de ventilación / perfusión en los pulmones como resultado de la compresión de los lóbulos inferiores. (Kim, 2017)

### Evaluación de la presión intracraneana

La monitorización directa intraoperatoria de la presión intracraneal no suele recomendarse debido a su carácter invasivo y las complicaciones asociadas. Es preferible la medición no invasiva de la presión intracraneal, pero aún no está estandarizada. Se han propuesto múltiples métodos no invasivos como el Doppler transcraneal, el desplazamiento de la membrana timpánica, la espectroscopia del infrarrojo cercano y el diámetro de la vaina del nervio óptico como modalidades alternativas para medir la presión intracraneal elevada. (Yashwashi, 2020)

Los métodos para la monitorización de la PIC se pueden dividir en enfoques invasivos y no invasivos. Los métodos invasivos incluyen sistemas basados en fluidos y micro-transductores implantables. De los métodos invasivos, la monitorización de la PIC mediante un drenaje ventricular externo (EVD) se considera el estándar de oro, no solo por su precisión, sino también porque además tiene un propósito terapéutico al permitir el drenaje del LCR. Los EVD permiten la monitorización basada en líquidos a medida que la presión en el catéter se equilibra con la presión intraventricular. Esta presión se transmite a un tubo externo lleno de solución salina a través de un transductor manómetro a partir del cual se mide la presión. La inserción de un EVD puede resultar difícil en pacientes con ventrículos de tamaño intrínsecamente pequeño o con compresión ventricular atribuible a una inflamación cerebral avanzada. Además, existe un riesgo de hemorragia del 5 al 7% durante la inserción. Los EVD no son adecuadas para la monitorización de la PIC a largo plazo, ya que el riesgo de infección intracraneal comienza a aumentar con un riesgo global estimado del 5% después de cinco días. Otro sistema basado en líquido es el tornillo subaracnoideo, que se inserta a través de un orificio perforado en el cráneo cuya punta se proyecta a través de la duramadre hacia el espacio subaracnoideo. Sin embargo, estos dispositivos no pueden drenar el líquido

cefalorraquídeo y tienen un riesgo considerable de infección local de la herida. (Harary, 2018)

### Doppler transcraneal

El Doppler transcraneal como herramienta para monitorizar la PIC fue descrito por primera vez por Klingelhöfer et al y básicamente hizo uso de las velocidades derivadas del Doppler transcraneal para predecir la distensibilidad intracraneal. El Doppler transcraneal se usa comúnmente para la insonación y se han explorado diferentes índices, como el índice de resistencia de Pourcelot y el índice de pulsatilidad de Gosling, para correlacionarlos con la PIC. El índice de Gosling se ha visto favorecido principalmente porque no se ve afectado por factores extraños como el ángulo de insonación. El hecho de que el Doppler transcraneal se utilice ampliamente en neurociencias ha dado lugar a muchos estudios que exploran la fiabilidad en términos de correlación con la PIC. Diversos estudios mostraron una buena correlación entre los valores de ICP y Doppler transcraneal, especialmente en valores más altos (ICP más de 20). Numerosos estudios basados en Doppler transcraneal han mostrado resultados ambiguos. Las revisiones de algunos investigadores incluso han cuestionado la utilidad clínica de esta modalidad para controlar la PIC. Se han observado resultados similares no alentadores en la población pediátrica. Por lo tanto, aunque el Doppler transcraneal se muestra prometedor como marcador sustituto, su uso rutinario como monitor de PIC no invasivo es controvertido. (Nag, 2019)

### Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO)

La vaina del nervio óptico contiene el nervio óptico y la vaina perióptica del nervio, que se continúa con la duramadre del cerebro. El líquido cefalorraquídeo está presente en el espacio subaracnoideo de la vaina del nervio óptico. Los aumentos en la presión intracraneana dan como resultado aumentos en el diámetro de la vaina del nervio óptico, especialmente a 3 mm detrás del margen del disco óptico, ya que esta área, que contiene

fibras delgadas e irregulares, es más sensible a los aumentos de la presión intracraneana. (Jun, 2018)

Hylkema (2016) citó un análisis integral de la precisión diagnóstica de la ecografía de la vaina de nervio óptico. Realizaron una revisión, sin restricción de idioma, que incluyó bases de datos electrónicas, así como una revisión manual de literatura y actas de congresos. Tres investigadores extrajeron los datos de forma independiente y realizaron un metanálisis y una metarregresión de efectos aleatorios. Después de revisar 699 artículos, se excluyeron 675 artículos después de revisar sus resúmenes. A partir de ahí, se seleccionaron 24 para una revisión completa y, posteriormente, se eligieron 6 artículos para el metanálisis. Los investigadores incluyeron 6 estudios transversales en los que participaron un total de 231 pacientes. En cada estudio se comparó la sensibilidad y la especificidad (comparando la presión intracraneana mediante ventriculostomía y ecografía de vaina de nervio óptico). Se determinó que la sensibilidad combinada en este estudio era del 90%. Eso sugeriría que hasta un 10% de los pacientes con aumento de la presión intracraneana pueden pasar desapercibidos.

Robba (2016) por medio de un estudio de cohorte retrospectivo de pacientes con traumatismo encefálico con monitorización continua de la presión intracraneana y tomografía cerebral simultánea, se encontró una fuerte correlación entre DVNO y la presión intracraneana ( $r = 0.74$ ,  $P = 0.001$ ); para DVNO, un punto de corte de 6.0 mm proporcionó una sensibilidad del 97% y una especificidad del 42%, con un valor predictivo positivo del 67% y un valor predictivo negativo del 92%. Los autores también evaluaron la precisión de los hallazgos radiológicos en las imágenes de tomografía computarizada de seguimiento, encontrando una mala correlación con la presión intracraneana ( $r^2 = 0.21$ ).

Se ha sugerido realizar la evaluación ecográfica del DVNO con los párpados abiertos, utilizando metilcelulosa y gotas anestésicas, para visualizar claramente el ojo y hacer que la orientación de la sonda sea mucho más precisa, evitando errores en la detección de la dirección de la mirada. (De Bernardo, 2019)

## 1.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Dip (2015) encontró que el DVNO medio fue de  $4.8 \pm 1.0$  mm al inicio,  $5.5 \pm 1.1$  mm a los 15 min,  $5.9 \pm 1.0$  mm a los 30 min y  $5.1 \pm 1.2$  mm después de la deflación del neumoperitoneo. El diámetro aumentó significativamente a los 15 min en una mediana de 0.6 mm (rango intercuartílico 0.3, 0.8;  $p < 0.0001$ ) y a los 30 min en una mediana de 1.0 mm (rango intercuartílico 0.7, 1.4;  $p < 0.0001$ ), volviendo cerca de la línea de base después de la deflación del neumoperitoneo. El DVNO aumentó desde el inicio hasta 15 minutos después de que el neumoperitoneo fue significativamente mayor en los hombres en comparación con las mujeres, aumentando en  $0.8 \pm 0.5$  mm y  $0.4 \pm 0.5$  mm, respectivamente;  $p = 0.03$ . No se determinó ninguna diferencia en el aumento de ONSD desde el inicio hasta la marca de 30 minutos entre hombres ( $1.1 \pm 0.6$  mm) y mujeres ( $1.1 \pm 0.5$  mm;  $p = 0.90$ ).

Blecha (2017) describió que durante la prostatectomía laparoscópica, la presión intraocular media se duplicó con creces entre T1 y T4 (15.9 a 33.9 mmHg), y el valor de presión intraocular más alto medido fue de 59.6 mmHg. Awad y col. también informó que la presión intraocular media era 5 mmHg más baja después de la inducción de la anestesia y había aumentado casi tres veces (10.7 a 29.0 mmHg) en posición de Trendelenburg al final de la cirugía. Esta media fue en promedio 13 mmHg más alta que los valores preanestésicos. En otro estudio, la presión intraocular media había aumentado después de la inducción de la anestesia de 9.8 mmHg a 24.2 mmHg al final de la posición de Trendelenburg.

Kamhawy (2019) por medio de la prueba ANOVA de medidas repetidas que comparó los valores de DVNO en diferentes puntos de tiempo mostró que no había diferencia significativa en DVNO entre los ojos derecho e izquierdo, pero la DVNO sagital y transversal en ambos ojos, derecho e izquierdo, fue significativamente mayor en todos los puntos medidos, con a excepción de la evaluación después de la inducción y 30 min después de la extubación. Estos últimos valores no difirieron significativamente de los valores iniciales. También mostró que, aunque los valores de DVNO después de la

inducción no fueron significativamente diferentes de los basales, la DVNO sagital y transversal en los ojos derecho e izquierdo aumentaron significativamente después de la insuflación y no regresaron a valores no significativamente diferentes hasta 30 minutos después de la extubación. Además, las lecturas a los 30 minutos después del punto de tiempo de insuflación fueron significativamente más altas que todos los puntos de tiempo (valor de  $p < 0.05$ ) excepto por los cambios 15 minutos después de la insuflación.

Colombo (2020) encontró que el DVNO aumenta significativamente durante la posición de Trendelenburg tanto en pacientes bajo anestesia general con neumoperitoneo hiperbárico como en voluntarios sanos despiertos. Sin embargo, la DVNO durante la cirugía no alcanzó valores compatibles con la PIC elevada. Después de volver a la posición neutra y la deflación del neumoperitoneo, el DVNO volvió a los valores iniciales en pocos minutos.

## JUSTIFICACIÓN

Existen reportes de riesgo de incremento de la presión intracraneal (PIC) durante la intervención quirúrgica laparoscópica.

La monitorización de la PIC transoperatoria es de gran ayuda para prevenir una lesión inminente y daños permanentes en el paciente.

Podemos utilizar esta medición para evaluar como una medida cualitativa la presencia o no de hipertensión endocraneana.

En el Hospital Universitario de Puebla se realizan procedimientos laparoscópicos, por lo cual la monitorización intraoperatoria de la PIC utilizando una evaluación no invasiva para prevenir complicaciones aumenta la calidad de atención y el margen de seguridad en este procedimiento.

Así mismo, dar un manejo multidisciplinario a pacientes en los que se sospeche hipertensión intracraneana.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La medición y evaluación del DVNO es una alternativa no invasiva para identificar cambios en la PIC, esto puede cambiar la conducta anestésica en pacientes con alto riesgo, mejora la capacidad del médico para mantener una PPC y una oxigenación adecuadas, también mejora la calidad del procedimiento anestésico.

La laparoscopia puede incrementar la presión intracraneal (PIC) por diferentes mecanismos, tales como la vasodilatación arteriolar cerebral por hipercapnia o la ingurgitación de las venas cerebrales por aumento de presión en vena cava.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son los cambios en la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico con ultrasonido para monitoreo de la presión intracraneal en cirugías laparoscópicas?

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Establecer si existen cambios en la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico para monitoreo de la presión intracraneal en cirugías laparoscópicas del hospital universitario de Puebla durante el periodo 2019-2020

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar las características demográficas

Registrar las características clínicas

Enumerar las características de la anestesia

Identificar las características del neumoperitoneo

Determinar los cambios del DNVO basal, al inicio del neumoperitoneo, al inicio de la posición, al final de la posición, al final del neumoperitoneo, al final de la anestesia.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **DISEÑO DEL ESTUDIO**

Observacional, descriptivo, retrospectivo, longitudinal, unicéntrico.

### **UBICACIÓN ESPACIO – TEMPORAL**

El estudio se llevó a cabo en el Hospital Universitario de Puebla en el periodo comprendido de agosto 2019 a enero del 2021.

### **ESTRATEGIA DE TRABAJO**

Primeramente, se contactó a los pacientes que cumplieran con los criterios de selección para invitarles a participar en el estudio y para la firma del consentimiento informado, una vez aceptada la participación se procedió a la valoración prequirúrgica donde se obtuvieron las variables demográficas y clínicas; seguidamente se realizó monitorización básica (PANI, EKG, pulsioximetría) bajo anestesia general. Seguidamente se realizó la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico previo a inducción anestésica, transquirúrgico y en recuperación. Una vez registrados los datos de las variables en estudio se analizaron los datos para la discusión de los resultados y generar, finalmente, las conclusiones del estudio.

### **MUESTREO**

#### **DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE POBLACIÓN**

La unidad de población se conformó por todos los pacientes que fueron programados a cirugía laparoscópica electiva.

## **SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

La selección de la muestra fue de manera consecutiva sin ceguedad.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Pacientes con estado físico ASA I- II

Pacientes de ambos géneros

Pacientes con rango de edad de 18 – 65 años.

Pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

Pacientes que firmen la hoja de consentimiento informado.

Pacientes con cirugía programada de forma electiva.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Pacientes con diabetes Mellitus tipo 2.

Pacientes con glaucoma.

Pacientes con neuropatías.

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

Cirugías laparoscópicas que cambien a técnica abierta.

Pacientes que presenten descontrol hemodinámico durante la cirugía.

Pacientes que requieran apoyo con fármacos vasopresores durante el procedimiento.

Pacientes en quienes se aplique anestesia combinada para el procedimiento laparoscópico (anestesia general + anestesia regional).

## **DISEÑO Y TIPO DE MUESTREO**

El tipo de muestreo empleado fue no probabilístico, ya que se incluyeron a todos los pacientes que cumplieron con los criterios de selección de la muestra.

## **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

El tamaño de la muestra fue de 44 pacientes.

## **DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES Y ESCALAS DE MEDICIÓN**

### **VARIABLES DE ESTUDIO**

Presión intracraneana elevada

Género

Edad

ASA

Peso

Talla

Intervención quirúrgica

Tipo de anestesia

Medicamentos transoperatorios

Presión del neumoperitoneo

Minutos de neumoperitoneo

Posición del paciente

Lateralidad de la posición

Minutos de posición

Diámetro de la vaina del nervio óptico

### OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

| <b>Variable</b>                      | <b>Definición conceptual</b>   | <b>Definición operacional</b>                   | <b>Indicador</b>      | <b>Tipo y Escala</b>   |
|--------------------------------------|--|---|-----------------------|------------------------|
| <b>Presión intracraneana elevada</b> | Medida en el interior de la cavidad craneal que es el resultado de la interacción entre el continente (cráneo) y el contenido (encéfalo, LCR y sangre) | Diámetro del nervio óptico mayor de 0.5 cm.     | Si<br>No              | Cualitativa dicotómica |
| <b>Género</b>                        | Conjunto de las peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos, y hacen posible                 | El especificado en la valoración pre-anestésica | Femenino<br>Masculino | Cualitativa dicotómica |

|              |  |  |                     |                        |
|--------------|--|--|---------------------|------------------------|
|              | una reproducción que se caracteriza por una diversificación genética   |  |                     |                        |
| <b>Edad</b>  | Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento  | Años cumplidos al momento de la cirugía              | Años                | Cuantitativa discreta  |
| <b>ASA</b>   | Sistema de clasificación que utiliza la American Society of Anesthesiologists (ASA) para estimar el riesgo que plantea la anestesia para los distintos estados del paciente. | El obtenido como tal en la valoración pre-anestésica | Clase I<br>Clase II | Cualitativa dicotómica |
| <b>Peso</b>  | Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo, por acción de la gravedad.   | El obtenido como tal en la valoración pre-anestésica | Kilogramos          | Cuantitativa continua  |
| <b>Talla</b> | Estatura de una persona, medida desde la planta del pie hasta el vértice de la cabeza  | El obtenido como tal en la valoración pre-anestésica | Centímetros         | Cuantitativa continua  |

|                                      |   |  |  |                        |
|--------------------------------------|---|--|--|------------------------|
| <b>Intervención quirúrgica</b>       | Es la operación instrumental, total o parcial, de lesiones causadas por enfermedades o accidentes, con fines diagnósticos, de tratamiento o de rehabilitación de secuelas                   | Intervención quirúrgica asentada en el registro quirúrgico | Colecistectomía<br>Histerectomía<br>Etc. | Cualitativa politómica |
| <b>Tipo de Anestesia</b>             | Acto médico controlado en el que se usan fármacos para bloquear la sensibilidad táctil y dolorosa de un paciente, sea en todo o parte de su cuerpo y sea con o sin compromiso de conciencia | Técnica anestésica empleada en la cirugía                  | General<br>Balanceada<br>Regional        | Cualitativa politómica |
| <b>Medicamentos transoperatorios</b> | Sustancia o preparado que tiene propiedades curativas o preventivas   | Medicamentos empleados en el intraoperatorio               | Rocuronio<br>Etc                         | Cualitativa politómica |
| <b>Presión del neumoperitoneo</b>    | Presencia de aire en la cavidad peritoneal.   | El especificado en el registro quirúrgico                  | mmHg                                     | Cuantitativa discreta  |
| <b>Minutos de neumoperitoneo</b>     | Periodo de tiempo que dura la presencia de  | El especificado en el registro quirúrgico                  | Minutos                                  | Cuantitativa discreta  |

|   |   |   |   |                        |
|---|---|---|---|------------------------|
|   | CO <sub>2</sub> en la cavidad peritoneal  |   |   |                        |
| <b>Posición del paciente</b>                  | Manera de estar colocado alguien o algo en el espacio, que se determina en relación con la orientación respecto a algo o con sus partes anterior, posterior y laterales | El especificado en el registro quirúrgico   | Trendelenburg<br>Trendelemburg inversa<br>Posición de litotomía<br>Posición lateral | Cualitativa politómica |
| <b>Lateralidad de la posición</b>             | Inclinación sistematizada a utilizar más una de las dos partes simétricas del cuerpo y uno de los órganos pares, como las manos, los ojos o los pies                    | El especificado en el registro quirúrgico   | Izquierda<br>Derecha  | Cualitativa dicotómica |
| <b>Minutos de posición</b>                    | Periodo de tiempo que dura el posicionamiento para la cirugía   | Minutos transcurridos desde el inicio de la posición hasta el final de la cirugía | Minutos   | Cuantitativa discreta  |
| <b>Diámetro de la vaina del nervio óptico</b> | Es la recta que cruza el centro de un círculo uniendo dos puntos de su perímetro y define el ancho  | El obtenido mediante la medición por ultrasonido                                  | Centímetros   | Cuantitativa continua  |

|  |                           |  |  |  |
|--|---------------------------|--|--|--|
|  | de una<br>circunferencia. |  |  |  |
|--|---------------------------|--|--|--|

## **MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recolección de datos se realizó por medio de una entrevista en la valoración pre-anestésica, mediante el registro quirúrgico y mediante registro directo de la evaluación por ultrasonido. Los datos fueron registrados en la hoja de recolección de datos.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

El análisis descriptivo se llevó a cabo con el cálculo de media y desviación estándar para las variables cuantitativas; y con el cálculo de frecuencia y porcentaje para las variables cualitativas. El análisis inferencial se llevó a cabo con la prueba T de Student para comparar las medias de las variables cuantitativas. Para la prueba estadística se consideró como significativo un valor p menor de 0.05. Los cálculos fueron realizados con el software IBM SPSS Statistics en su versión 25 para Windows.

## **LOGÍSTICA**

### **RECURSOS HUMANOS**

Tesista responsable de la investigación

Asesor experto

Asesor metodológico

## **RECURSOS MATERIALES**

Computadora de escritorio

Impresora

Fotocopiadora

Folders

Hojas de papel bond

Lapiceros

Clips

## **RECURSOS FINANCIEROS**

El recurso financiero para realizar la investigación fue proporcionado exclusivamente por la tesista responsable de la investigación, no existiendo financiamiento externo.

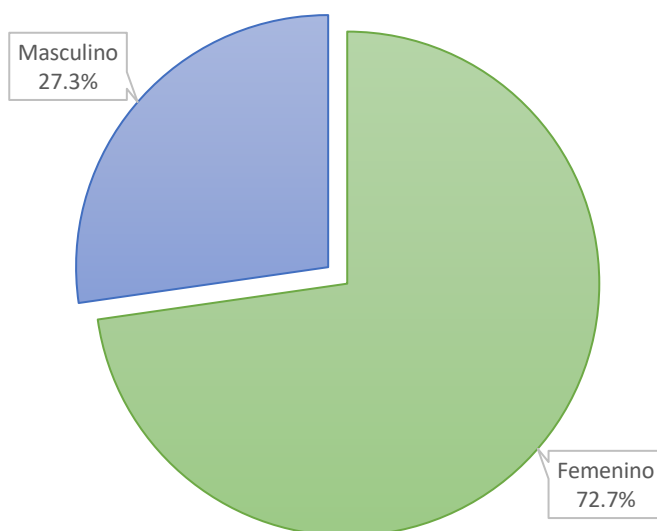
## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados del estudio de una población de 44 pacientes que fueron sometidos a cirugía laparoscópica.

Cuadro 1: Distribución del género de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|           | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Femenino  | 32         | 72.7%      |
| Masculino | 12         | 27.3%      |
| Total     | 44         | 100.0%     |

Gráfica 1: Distribución del género de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

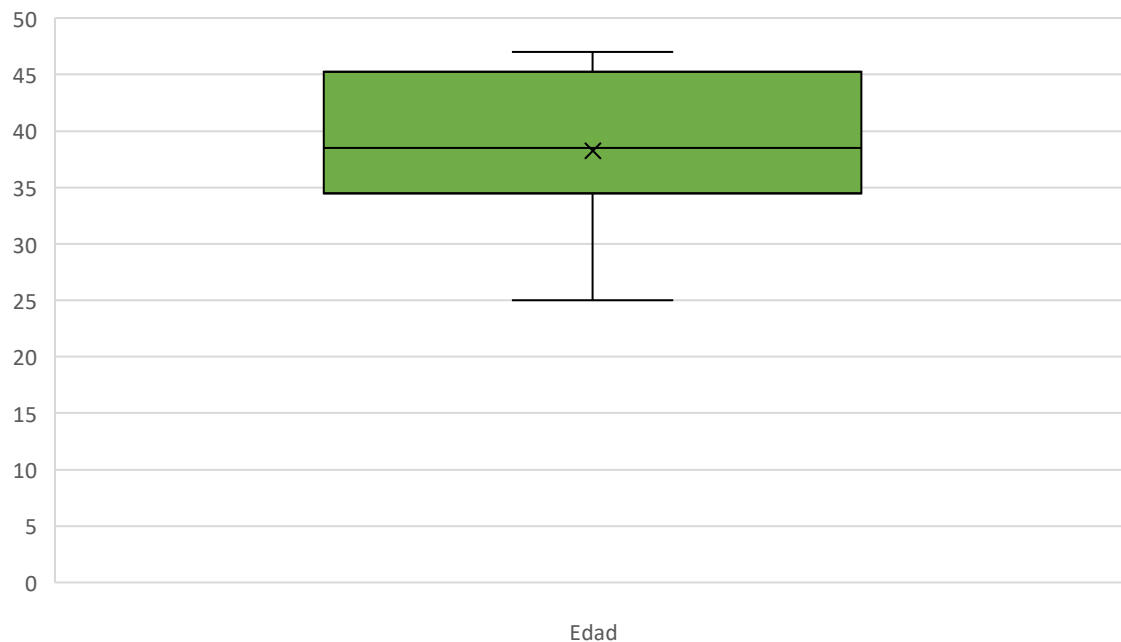


Fue más prevalente el género femenino con el 72.7% de la población, mientras que el masculino representó el 27.3%.

Cuadro 2: Estadísticos descriptivos de la edad de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|      | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|------|--------|--------|-------|---------------------|
| Edad | 25     | 63     | 46.36 | 10.173              |

Gráfica 2: Estadísticos descriptivos de la edad de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica



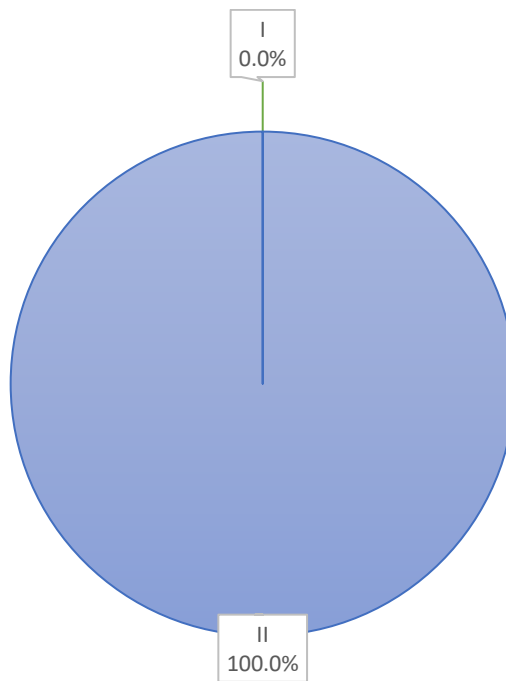
La edad mostró una media de  $46.36 \pm 10.17$  años, con un mínimo de 25 años y un máximo de 63 años.



Cuadro 3: Distribución del estado físico ASA de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|       | Frecuencia | Porcentaje |
|-------|------------|------------|
| I     | 0          | 0.0%       |
| II    | 44         | 100.0%     |
| Total | 44         | 100.0%     |

Gráfica 3: Distribución del estado físico ASA de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

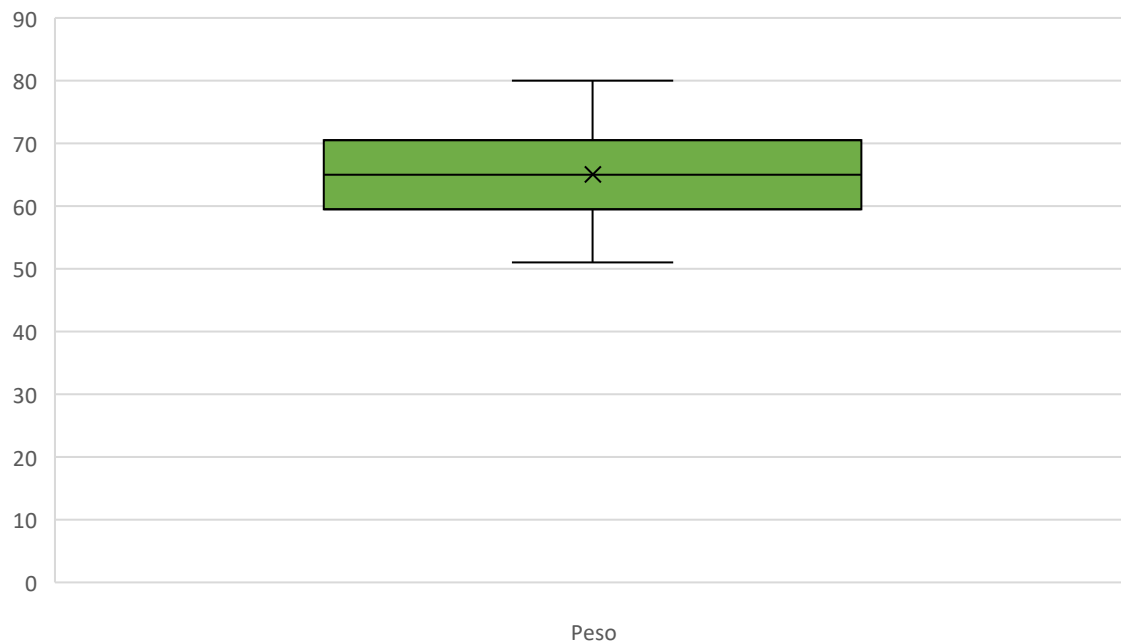


El estado físico ASA II se presentó en el 100% de pacientes estudiados.

Cuadro 4: Estadísticos descriptivos del peso de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|      | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|------|--------|--------|-------|---------------------|
| Peso | 49     | 80     | 64.55 | 7.315               |

Gráfica 4: Estadísticos descriptivos del peso de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica



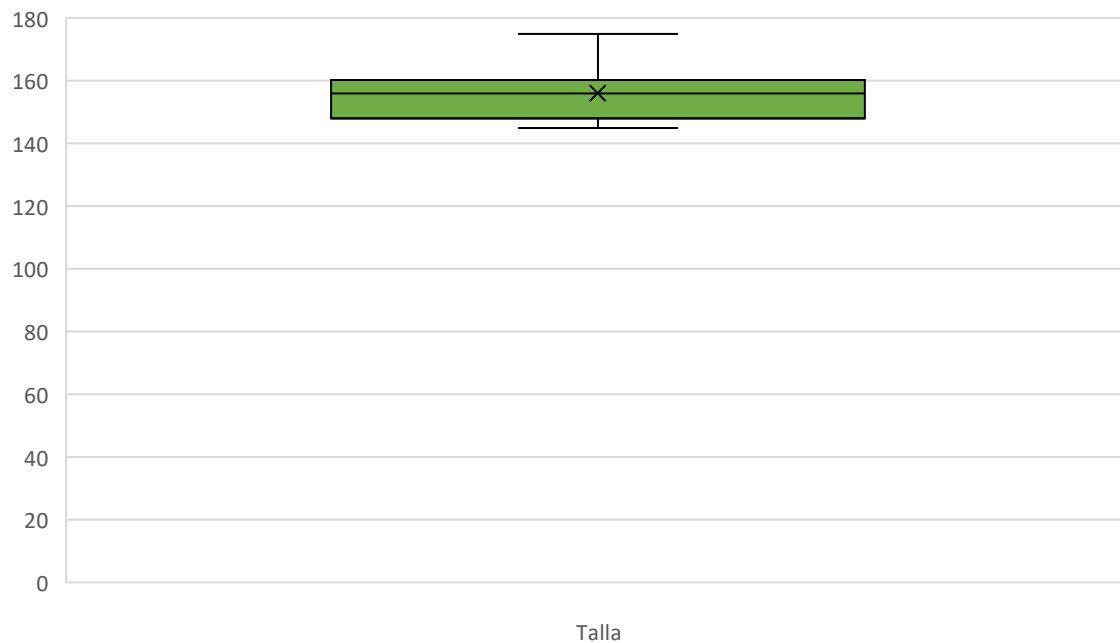
El peso mostró una media de  $64.55 \pm 7.31$  kilogramos, con un mínimo de 49 kilogramos y un máximo de 80 kilogramos.



Cuadro 5: Estadísticos descriptivos de la talla de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|       | Mínimo | Máximo | Media  | Desviación estándar |
|-------|--------|--------|--------|---------------------|
| Talla | 145    | 175    | 157.41 | 6.460               |

Gráfica 5: Estadísticos descriptivos de la talla de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

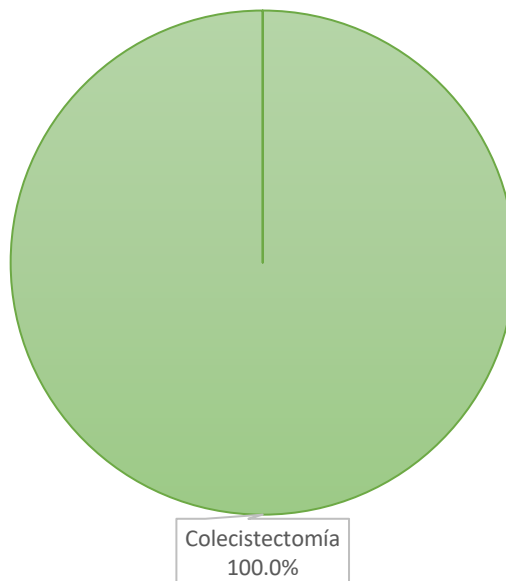


La talla mostró una media de  $157.41 \pm 6.46$  centímetros, con un mínimo de 145 centímetros y un máximo de 175 centímetros.

Cuadro 6: Distribución de la intervención quirúrgica en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|                 | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------------|------------|------------|
| Colecistectomía | 44         | 100.0%     |
| Total           | 44         | 100.0%     |

Gráfica 6: Distribución de la intervención quirúrgica en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica



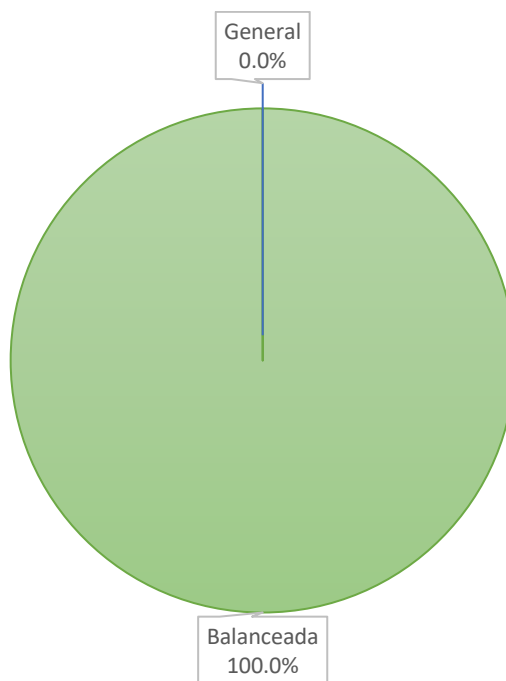
La intervención quirúrgica más frecuente fue colecistectomía que se realizó en el 100% de pacientes estudiados.



Cuadro 7: Distribución del tipo de anestesia en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|            | Frecuencia | Porcentaje |
|------------|------------|------------|
| Balanceada | 44         | 100.0%     |
| General    | 0          | 0.0%       |
| Total      | 44         | 100.0%     |

Gráfica 7: Distribución del tipo de anestesia en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica



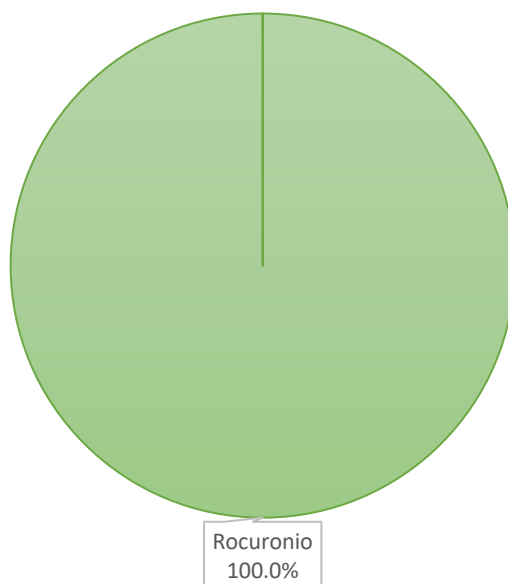
El tipo de anestesia más frecuente fue balanceada que se aplicó en el 100% de pacientes estudiados.



Cuadro 8: Distribución de los medicamentos utilizados en el transoperatorio en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|           | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Rocuronio | 44         | 100.0%     |
| Total     | 44         | 100.0%     |

Gráfica 8: Distribución de los medicamentos utilizados en el transoperatorio en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica



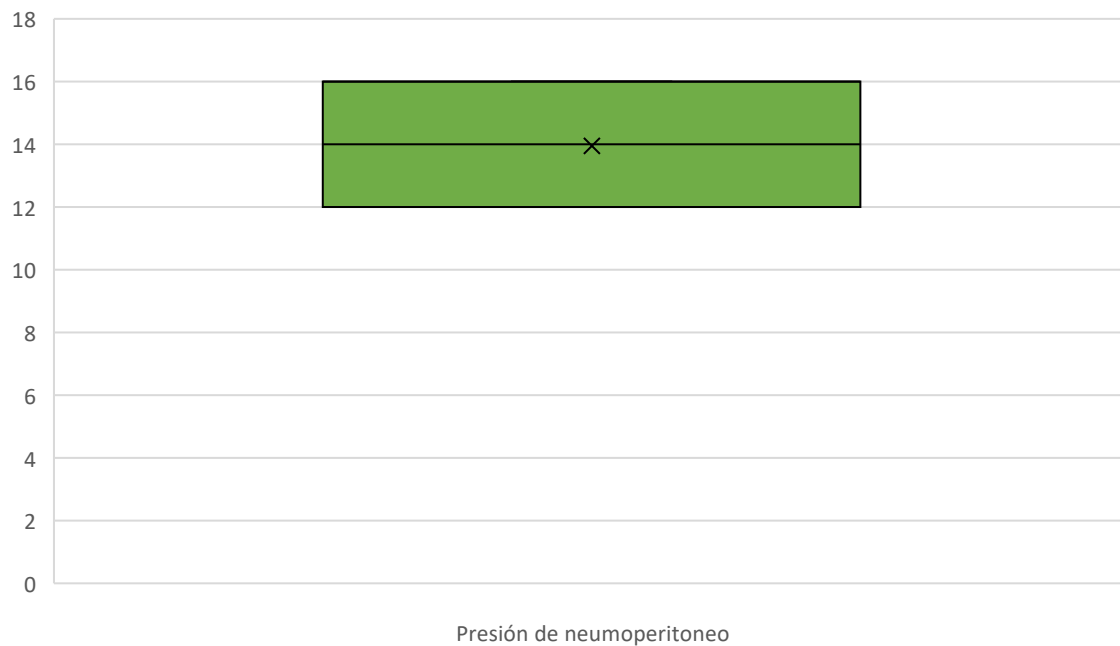
El medicamento utilizado en el transoperatorio más frecuente fue rocuronio que se utilizó en el 100% de pacientes estudiados.



Cuadro 9: Estadísticos descriptivos de la presión del neumoperitoneo de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|                           | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|---------------------------|--------|--------|-------|---------------------|
| Presión de neumoperitoneo | 12     | 16     | 13.91 | 1.460               |

Gráfica 9: Estadísticos descriptivos de la presión del neumoperitoneo de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

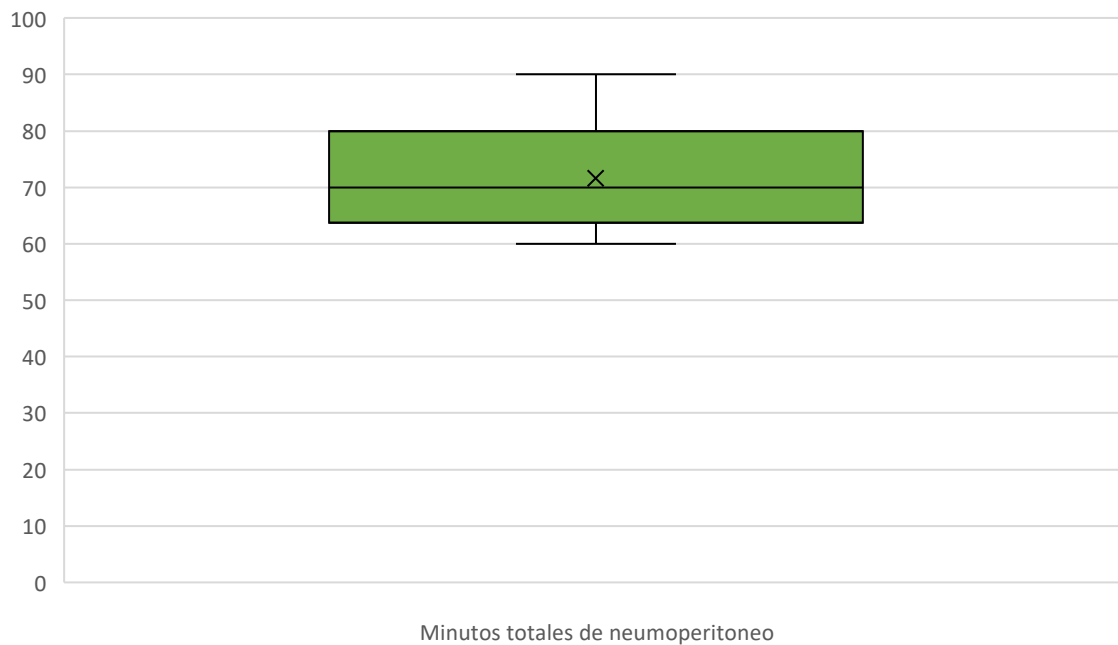


La presión de neumoperitoneo mostró una media de  $13.91 \pm 1.46$  mmHg, con un mínimo de 12 mmHg y un máximo de 16 mmHg.

Cuadro 10: Estadísticos descriptivos de los minutos de neumoperitoneo de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|                           | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|---------------------------|--------|--------|-------|---------------------|
| Minutos de neumoperitoneo | 55     | 98     | 72.59 | 10.274              |

Gráfica 10: Estadísticos descriptivos de los minutos de neumoperitoneo de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica



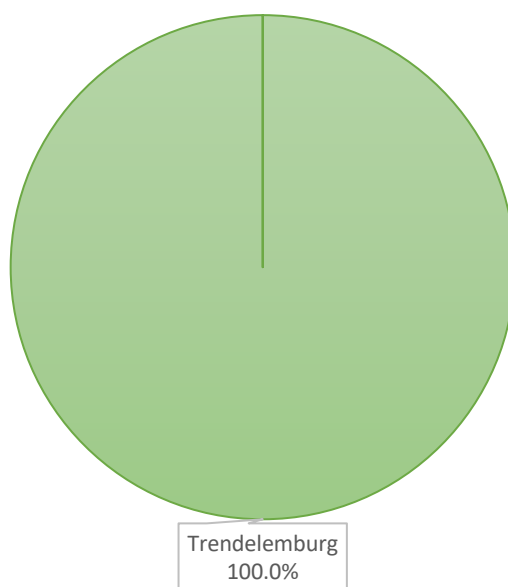
Los minutos totales de neumoperitoneo mostraron una media de  $72.59 \pm 10.27$ , con un mínimo de 55 y un máximo de 98.



Cuadro 11: Distribución de la posición de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|               | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------|------------|------------|
| Trendelemburg | 44         | 100.0%     |
| Total         | 44         | 100.0%     |

Gráfica 11: Distribución de la posición de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

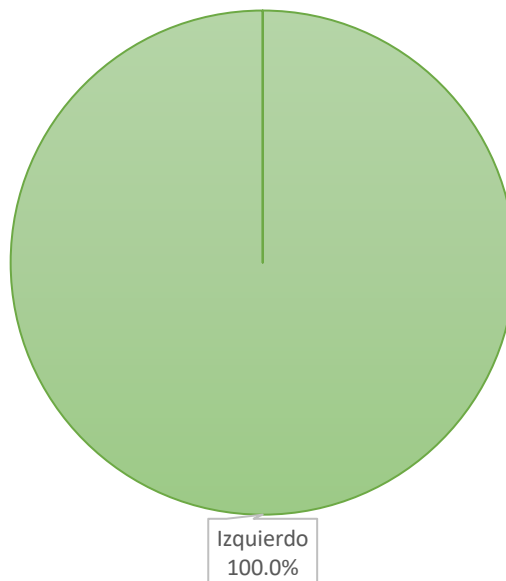


La posición de Trendelemburg se utilizó en el 100% de pacientes estudiados.

Cuadro 12: Distribución de la lateralidad de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|           | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Izquierdo | 44         | 100.0%     |
| Total     | 44         | 100.0%     |

Gráfica 12: Distribución de la lateralidad de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

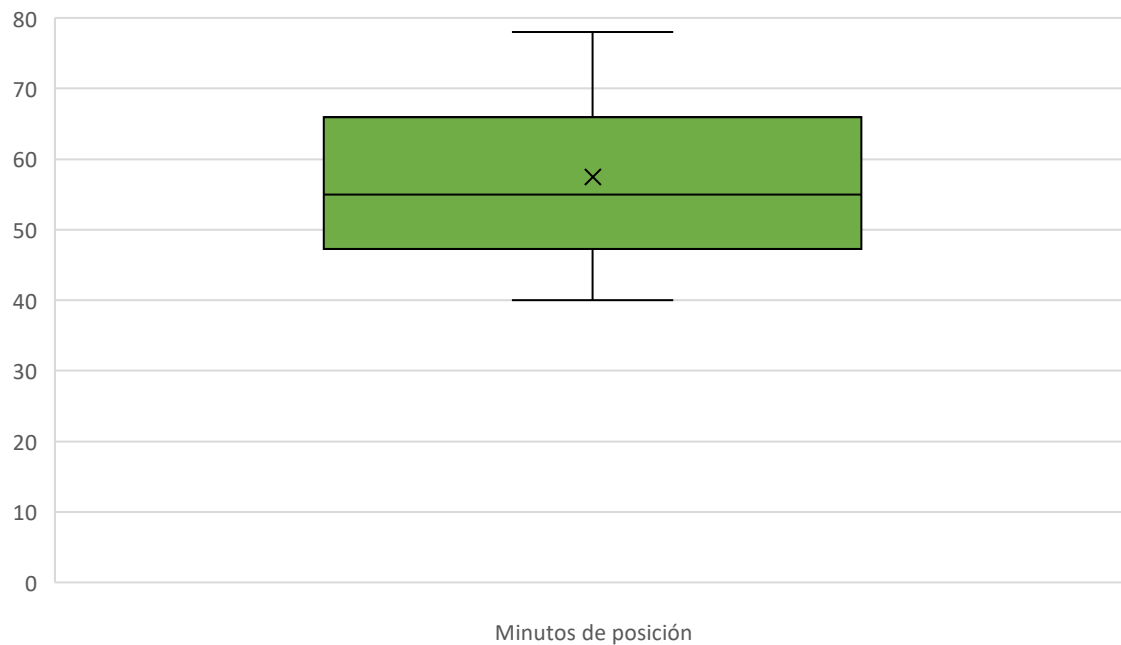


La lateralidad izquierda se utilizó en el 100% de pacientes estudiados.

Cuadro 13: Estadísticos descriptivos de los minutos de posición de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|                     | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|---------------------|--------|--------|-------|---------------------|
| Minutos de posición | 30     | 78     | 55.80 | 10.739              |

Gráfica 13: Estadísticos descriptivos de los minutos de posición de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica



Los minutos de posición presentaron una media de  $55.80 \pm 10.73$ , con un mínimo de 30 y un máximo de 78.



Cuadro 14: Estadísticos descriptivos del diámetro basal de la vaina del nervio óptico del ojo derecho de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|   | Mínimo | Máximo | Media  | Desviación estándar |
|---|--------|--------|--------|---------------------|
| DNVO del ojo derecho basal                        | 0.30   | 0.50   | 0.4252 | 0.05667             |
| DNVO del ojo derecho al inicio del neumoperitoneo | 0.30   | 0.50   | 0.4293 | 0.05900             |
| DNVO del ojo derecho al inicio de la posición     | 0.30   | 0.58   | 0.4427 | 0.06021             |
| DNVO del ojo derecho al final de la posición      | 0.40   | 0.70   | 0.5330 | 0.07322             |
| DNVO del ojo derecho al final del neumoperitoneo  | 0.40   | 0.75   | 0.5557 | 0.07940             |
| DNVO del ojo derecho al final de la anestesia     | 0.45   | 0.75   | 0.5739 | 0.08317             |

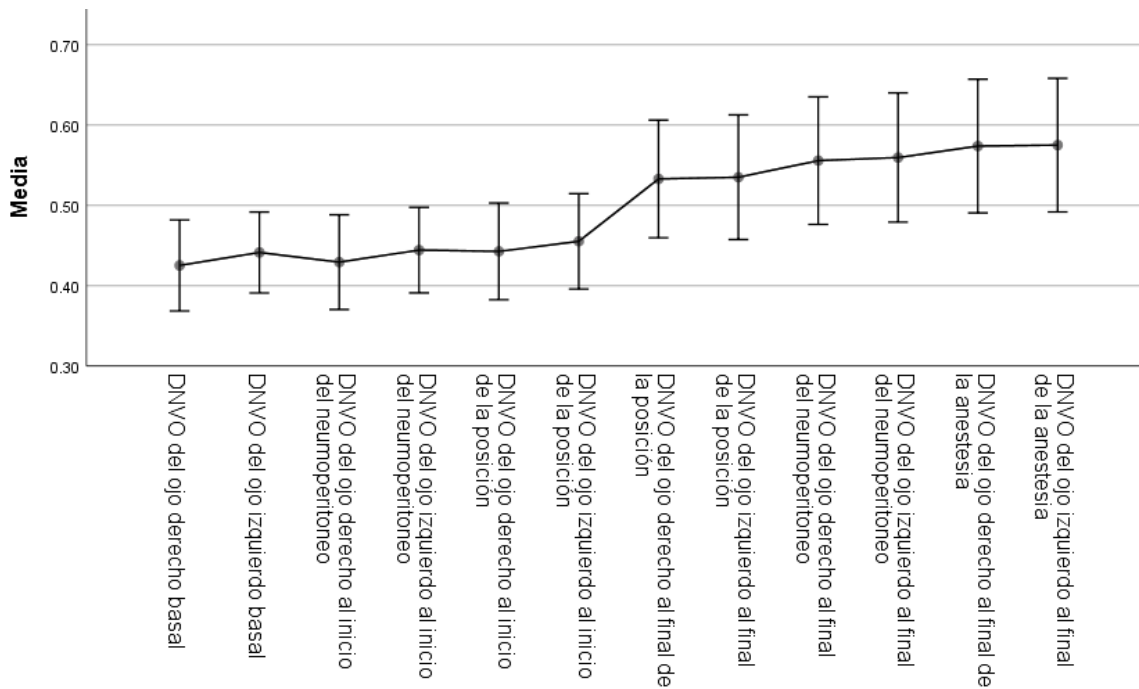
Se aprecia un aumento gradual del DVNO del ojo derecho a medida que transcurre la intervención quirúrgica hasta el final de la anestesia.

Cuadro 15: Estadísticos descriptivos del diámetro basal de la vaina del nervio óptico del ojo izquierdo de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica

|   | Mínimo | Máximo | Media  | Desviación estándar |
|---|--------|--------|--------|---------------------|
| DNVO del ojo izquierdo basal                        | 0.30   | 0.55   | 0.4414 | 0.05042             |
| DNVO del ojo izquierdo al inicio del neumoperitoneo | 0.30   | 0.55   | 0.4443 | 0.05320             |
| DNVO del ojo izquierdo al inicio de la posición     | 0.30   | 0.60   | 0.4552 | 0.05932             |
| DNVO del ojo izquierdo al final de la posición      | 0.40   | 0.70   | 0.5350 | 0.07759             |
| DNVO del ojo izquierdo al final del neumoperitoneo  | 0.45   | 0.75   | 0.5595 | 0.08046             |
| DNVO del ojo izquierdo al final de la anestesia     | 0.45   | 0.75   | 0.5750 | 0.08318             |

Se aprecia un aumento gradual del DVNO del ojo izquierdo a medida que transcurre la intervención quirúrgica hasta el final de la anestesia.

Gráfica 14: Análisis descriptivo de las diferencias con el punto de corte de 0.5 centímetros



Se aprecia que las mediciones medias que se encuentran por debajo del punto de corte de 0.5 centímetros fueron para ambos ojos: las mediciones basales, al inicio del neumoperitoneo, y al inicio de la posición. Mientras que las mediciones que se mostraron superiores al punto de corte de 0.5 centímetros para ambos ojos fueron: al final de la posición, al final del neumoperitoneo, y al final de la anestesia.



Cuadro 16: Análisis inferencial de las diferencias con la medición basal en el ojo derecho

| Mediciones de DNVO del ojo derecho                | Media | Desviación estándar | Valor p (T de Student) |
|---|-------|---------------------|------------------------|
| DNVO del ojo derecho basal                        | 0.42  | 0.05                | 0.121                  |
| DNVO del ojo derecho al inicio del neumoperitoneo | 0.42  | 0.05                |                        |
| DNVO del ojo derecho basal                        | 0.42  | 0.05                | 0.000                  |
| DNVO del ojo derecho al inicio de la posición     | 0.44  | 0.06                |                        |
| DNVO del ojo derecho basal                        | 0.42  | 0.05                | 0.000                  |
| DNVO del ojo derecho al final de la posición      | 0.53  | 0.07                |                        |
| DNVO del ojo derecho basal                        | 0.42  | 0.05                | 0.000                  |
| DNVO del ojo derecho al final del neumoperitoneo  | 0.55  | 0.07                |                        |
| DNVO del ojo derecho basal                        | 0.42  | 0.05                | 0.000                  |
| DNVO del ojo derecho al final de la anestesia     | 0.57  | 0.08                |                        |

Al comparar las medias de las mediciones en diferentes tiempos quirúrgicos con la medición basal, todas ellas muestran aumentos significativos ( $p < 0.05$ ) a excepción del

inicio del neumoperitoneo donde la diferencia con la medición basal no fue significativa ( $p=0.121$ ) por lo que en ese periodo no hubo cambios.

Cuadro 17: Análisis inferencial de las diferencias con el la medición basal en el ojo izquierdo

| Mediciones de DNVO del ojo izquierdo                | Media | Desviación estándar | Valor p (T de Student) |
|---|-------|---------------------|------------------------|
| DNVO del ojo izquierdo basal                        | 0.44  | 0.05                | 0.448                  |
| DNVO del ojo izquierdo al inicio del neumoperitoneo | 0.44  | 0.05                |                        |
| DNVO del ojo izquierdo basal                        | 0.44  | 0.05                | 0.006                  |
| DNVO del ojo izquierdo al inicio de la posición     | 0.45  | 0.05                |                        |
| DNVO del ojo izquierdo basal                        | 0.44  | 0.05                | 0.000                  |
| DNVO del ojo izquierdo al final de la posición      | 0.53  | 0.07                |                        |
| DNVO del ojo izquierdo basal                        | 0.44  | 0.05                | 0.000                  |
| DNVO del ojo izquierdo al final del neumoperitoneo  | 0.55  | 0.08                |                        |
| DNVO del ojo izquierdo basal                        | 0.44  | 0.05                | 0.000                  |
| DNVO del ojo izquierdo al final de la anestesia     | 0.57  | 0.08                |                        |

Al comparar las medias de las mediciones en diferentes tiempos quirúrgicos con la medición basal, todas ellas muestran aumentos significativos ( $p < 0.05$ ) a excepción del inicio del neumoperitoneo donde la diferencia con la medición basal no fue significativa ( $p = 0.448$ ) por lo que en ese periodo no hubo cambios.

## DISCUSION

Posterior al análisis de resultados, se encontró que el DNVO basal en ambos ojos se incrementó gradualmente durante la cirugía hasta el final de la anestesia. Estos incrementos (a excepción de la medición basal vs medición al inicio del neumoperitoneo en ambos ojos) se mostraron significativos, lo que demuestra que existe un aumento sostenido y gradual en las mediciones a lo largo de la cirugía, e incluso en la recuperación anestésica.

Este hallazgo se encuentra en concordancia con diversas publicaciones clínicas realizadas para determinar la relación entre el DNVO y el neumoperitoneo con CO<sub>2</sub> en la posición de Trendelenburg. Estos estudios sugirieron que la insuflación de CO<sub>2</sub> aumenta el flujo sanguíneo cerebral y eventualmente la presión intracraneana, porque el flujo sanguíneo cerebral cambia a 1.8 ml / 100 g / min por cada cambio de 1 mmHg en la PaCO<sub>2</sub>. Además, se ha sugerido que el mismo volumen corriente en la posición de Trendelenburg, en comparación con la posición supina, deriva una presión intratorácica más alta, que se transmite al espacio intracraneal y conduce a un aumento de la presión intracraneana. (Lee, 2019)

Dip (2016) demostró que el DNVO medio fue de  $4.8 \pm 1.0$  mm al inicio,  $5.5 \pm 1.1$  mm a los 15 min,  $5.9 \pm 1.0$  mm a los 30 min y  $5.1 \pm 1.2$  mm después de la deflación del neumoperitoneo. El diámetro aumentó significativamente a los 15 min en una mediana de 0.6 mm (rango intercuartílico 0.3, 0.8;  $p < 0.0001$ ) y a los 30 min en una mediana de 1.0 mm (rango intercuartílico 0.7, 1.4;  $p < 0.0001$ ), volviendo cerca del valor inicial después de la deflación del neumoperitoneo.

Un estudio de Blecha (2017) reportó que el DNVO aumentó en aproximadamente 0.2 mm después del inicio del capnoperitoneo. Durante la posición de Trendelenburg, el DNVO se mantuvo elevado y fue mayor al final de la cirugía que al nivel inicial.

El metanálisis realizado por Kim (2018) reveló que los valores de DNVO tanto en el período temprano (0-30 min) como en el período tardío (30-120 min) del neumoperitoneo con CO<sub>2</sub> fueron significativamente mayores que los de la inducción de la anestesia. Estos cambios en la DNVO parecían ser un fenómeno reversible durante los procedimientos laparoscópicos, dado que la DNVO volvió a su nivel original después de la desuflación de CO<sub>2</sub>. Más aumentos en el DNVO ocurrieron durante el período tardío, en comparación con el DNVO medido durante el período temprano; sin embargo, la diferencia en DNVO entre los dos períodos no alcanzó significación estadística.

En otro estudio muy parecido al actual, Kamhawy (2019) reportó los hallazgos de la medición en ambos ojos, encontrando que el diámetro de la vaina del nervio óptico para el ojo derecho fue: basal  $0.369 \pm 0.044$ , después de la inducción  $0.409 \pm 0.069$ , 5 minutos después de la insuflación  $0.486 \pm 0.095$ , 15 minutos después de la insuflación  $0.530 \pm 0.099$ , 30 minutos después de la insuflación  $0.557 \pm 0.102$ , justo antes de la extubación  $0.490 \pm 0.102$ , inmediatamente después de la extubación  $0.463 \pm 0.088$ , 30 minutos después de la extubación  $0.422 \pm 0.056$ . Para el ojo izquierdo: basal  $0.370 \pm 0.039$ , después de la inducción  $0.414 \pm 0.073$ , 5 minutos después de insuflaciones  $0.489 \pm 0.099$ , 15 minutos después de la insuflación  $0.529 \pm 0.109$ , 30 minutos después de la insuflación  $0.565 \pm 0.108$ , justo antes de la extubación  $0.499 \pm 0.103$ , inmediatamente después de la extubación  $0.470 \pm 0.090$  y 30 minutos después de la extubación  $0.415 \pm 0.056$ .

Estos incrementos tienen como origen hipotético el neumoperitoneo de dióxido de carbono y la posición pronunciada de Trendelenburg como los principales contribuyentes

a la presión intracraneana elevada durante la cirugía laparoscópica. Se ha encontrado que el nivel de dióxido de carbono se correlaciona con la presión intracraneana. El dióxido de carbono es un factor vasoactivo fuerte que aumenta rápidamente el volumen sanguíneo cerebral, contribuyendo a un aumento de la presión intracraneana. Además, se ha encontrado que el aumento de la presión intraabdominal durante el neumoperitoneo altera el drenaje de líquido cefalorraquídeo y aumenta la presión intracraneana. Se ha demostrado que los aumentos de la presión intracraneana se exacerban en la posición de Trendelenburg. Por lo tanto, tanto el neumoperitoneo con dióxido de carbono como la posición de Trendelenburg pronunciada pueden aumentar la presión intracraneana durante la cirugía laparoscópica. (Jun, 2018)

## **CONCLUSIONES**

Las mediciones basales, al inicio del neumoperitoneo y al inicio de la posición presentan valores menores a 0.5 centímetros; mientras que al final de la posición, al final del neumoperitoneo y al final de la anestesia fueron mayores de 0.5 centímetros.

Así mismo, a excepción del inicio del neumoperitoneo, todas las mediciones del diámetro de la vaina de nervio óptico mostraron incrementos significativos en todas las mediciones ultrasonográficas.

Estos hallazgos ponen de manifiesto las variaciones en la presión intracraneana que ocurren en diferentes tiempos durante la cirugía laparoscópica.

## **CONFLICTOS DE INTERESES**

La investigadora responsable declara no tener conflictos de intereses para la realización del presente estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Blecha S, Harth M, Schlachetzki F. (2017) Changes in intraocular pressure and optic nerve sheath diameter in patients undergoing robotic-assisted laparoscopic prostatectomy in steep 45° Trendelenburg position. *BMC Anesthesiology*, 17, 40
- Carrillo R. (2014). Evaluación ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) para la medición de la presión intracraneana (PIC). *Gaceta Médica de México*, 150, 6.
- Colombo R, Agarossi A, Borghi B. (2020) The effect of prolonged steep head-down laparoscopy on the optical nerve sheath diameter. *J Clin Monit Comput*, 34(6), 1295-1302
- De Bernardo M, Vitiello L, Rosa N. (2019) Ultrasound optic nerve sheath diameter evaluation in patients undergoing robot-assisted laparoscopic pelvic surgery. *J Robot Surg*, 3(5), 709-710
- Dip F, Nguyen D, Rosales A. (2016) Impact of controlled intraabdominal pressure on the optic nerve sheath diameter during laparoscopic procedures. *Surg Endosc*, 30(1), 44-49
- Girish PJ. (2020) Anesthesia for laparoscopic and abdominal robotic surgery in adults. *UpToDate*, 1, 40.
- Harary M, Dolmans RGF, Gormley WB. (2018) Intracranial Pressure Monitoring—Review and Avenues for Development. *Sensors*, 18, 465
- Hylkema C. (2016) Optic Nerve Sheath Diameter Ultrasound and the Diagnosis of Increased Intracranial Pressure. *Crit Care Nurs Clin N Am*, 28, 95–99
- Jun IJ, Kim M, Lee J. (2018). Effect of Mannitol on Ultrasonographically Measured Optic Nerve Sheath Diameter as a Surrogate for Intracranial Pressure During Robot-Assisted Laparoscopic Prostatectomy with Pneumoperitoneum and the Trendelenburg Position. *Journal of Endourology*, 32(7), 608–613

- Kamhawy GA, Khamis FM, El-Said GH. (2019) Can optic nerve sheath diameter assess increased intracranial pressure in pneumoperitoneum and trendelenburg position? *Egyptian Journal of Anaesthesia*, 35(1), 86-93
- Kamhawy GA, Khamis FM, El-Said GH. (2019) Can optic nerve sheath diameter assess increased intracranial pressure in pneumoperitoneum and trendelenburg position? *Egyptian Journal of Anaesthesia*, 35(1), 86-93
- Kara D, Sarikas CM. (2020) The effect of lower intra-abdominal pressure on intracranial pressure measured by optic nerve sheath diameter during laparoscopic surgery. *Medicine Science*, 9(3), 774-778
- Kim EJ, Koo BN, Choi SH. (2018) Ultrasonographic optic nerve sheath diameter for predicting elevated intracranial pressure during laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*, 32(1), 175-182
- Koht A. (2020) Neuromonitoring in surgery and anesthesia. JAN, 2020., de UpToDate, Inc. and/or its affiliates
- Lee YY, Lee H, Park HS. (2019) Optic nerve sheath diameter changes during gynecologic surgery in the Trendelenburg position: comparison of propofol-based total intravenous anesthesia and sevoflurane anesthesia. *Anesth Pain Med*, 14, 393-400
- Nag DS, Sahu S, Swain A. (2019) Intracranial pressure monitoring: Gold standard and recent innovations. *World J Clin Cases*, 7(13), 1535-1553
- Nano J. (2013) Anesthesia in abdominal laparoscopic surgery. *Anales de la Facultad de Medicina*, 74, 8.
- Ortega J. (2017) Monitoreo neurológico en el perioperatorio... más allá del bis. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 40, S220-S223.
- Oti C, Mahendran M, Sabir N. (2016). Anaesthesia for laparoscopic surgery. *British Journal of Hospital Medicine*, 77(1), 24–28

- Perrin M, Fletcher A. (2004) Laparoscopic abdominal surgery. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*, 4(4), 107–110
- Robba C, Bacigaluppi S, Cardim D. (2016) Non-invasive assessment of intracranial pressure. *Acta Neurol Scand*, 134, 4–21
- Robba C, Cardim D, Donnelly J. (2016) Effects of pneumoperitoneum and Trendelenburg position on intracranial pressure assessed using different non-invasive methods. *British Journal of Anaesthesia* 2016; 117(6), 783–791
- Sahay N, Sharma S, Bhadani UK. (2018) Effect of Pneumoperitoneum and Patient Positioning on Intracranial Pressures during Laparoscopy: A Prospective Comparative Study. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, 25(1), 147–152
- Sujata N, Tobin R, Tamhankar A. (2019). A randomised trial to compare the increase in intracranial pressure as correlated with the optic nerve sheath diameter during propofol versus sevoflurane-maintained anesthesia in robot-assisted laparoscopic pelvic surgery. *J Robot Surg*, 13(2), 267-273
- Waissbluth J. (2019) Ecografía ocular para la estimación de la presión intracraneal: estudio de la factibilidad de la técnica. *Revista Chilena de Anestesia*, 48, 57-61.
- Yashwashi T, Kaman L, Kajal K. (2020). Effects of low- and high-pressure carbon dioxide pneumoperitoneum on intracranial pressure during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*, 34(10), 4369-4373
- You AH, Song Y, Kim DH. (2019) Effects of positive end-expiratory pressure on intraocular pressure and optic nerve sheath diameter in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy A randomized, clinical trial. *Medicine*, 98, 14
- Yu J, Park JY, Kim DH. (2019) Dexmedetomidine attenuates the increase of ultrasonographic optic nerve sheath diameter as a surrogate for intracranial pressure in patients undergoing robot-assisted laparoscopic prostatectomy A randomized double-blind controlled trial. *Medicine (Baltimore)*, 98(33), e16772

Zepeda A. (2017) Medición ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico como marcador de hipertensión intracraneana. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 40, 3.

Zhang X, Medow JE, Iskandar BJ. (2017) Invasive and noninvasive means of measuring intracranial pressure: a review. *Physiological Measurement*, 38(8), R143–R182

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| <i>Actividades.</i>                                  | <i>Octubre -<br/>Diciembre<br/>2019</i> | <i>Enero -<br/>Febrero<br/>2020</i> | <i>Febrero –<br/>Diciembre<br/>2020</i> | <b><i>Diciembre<br/>2020-Enero<br/>2021</i></b> | <i>Enero<br/>2021-<br/>febrero<br/>2021</i> | <i>Febrero<br/>2021</i> |
|--|---|-------------------------------------|---|---|---|-------------------------|
| <i>Investigación bibliográfica.</i>                  | X                                       |                                     |   |   |   |                         |
| <i>Elaboración del proyecto de la investigación.</i> | X                                       | X                                   |   |   |   |                         |
| <i>Recolección de datos.</i>                         | X                                       | X                                   | X                                       |   |   |                         |
| <i>Análisis de datos.</i>                            |   |                                     |   | X   |   |                         |
| <i>Presentación de avance de la investigación</i>    |   |                                     |   |   | X   |                         |
| <i>Redacción de trabajo final.</i>                   |   |                                     |   |   |   | X                       |
| <i>Revisión y corrección del trabajo final.</i>      |   |                                     |   |   |   | X                       |
| <i>Presentación de tesis.</i>                        |   |                                     |   |   |   |                         |

## **ANEXO 2**

### **BIOÉTICA**

El estudio fue diseñado para apegarse a las normas bioéticas establecidas en los Principios de la declaración de Helsinki (con sus respectivas reformas en Tokio, Venecia, Hong Kong y Sudáfrica), así con el reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud.

según el REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE INVESTIGACION PARA LA SALUD, Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1987, última reforma publicada DOF 02-04-2014 el estudio se clasificó como “Investigación con riesgo mayor que el mínimo” ya que los pacientes fueron sometidos una intervención quirúrgica.

Por tal motivo, fue necesaria la firma de consentimiento informado previa explicación del procedimiento.

Los datos fueron confidenciales, no capándose datos sensibles que pudieran identificar a los pacientes participantes, siendo resguardados los datos de la investigación por el investigador responsable.

## ANEXO 3

### FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,

---

he sido invitado a participar en el estudio “EFICACIA DE LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DE LA VAINA DEL NERVIÓ ÓPTICO CON ULTRASONIDO PARA MONITOREO DE LA PRESION INTRACRANEAL EN CIRUGIAS LAPAROSCOPICAS”, he sido informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de intervención y evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a la Dra. Sheila Cristel Romero Sernas, residente de anestesiología del Hospital Universitario de Puebla, para la realización de las siguientes procedimientos:

- Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por medio de ultrasonido

Adicionalmente se me informó que:

Mi participación en esta investigación es completamente libre y voluntaria, estoy en libertad de retirarme de ella en cualquier momento.

No recibiré beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitirán mejorar los procesos de evaluación de pacientes con condiciones clínicas similares a las mías.

Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio será resguardado bajo la responsabilidad de la Dra. Sheila Cristel Romero Sernas.

Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas como empleadores, organizaciones gubernamentales, compañías de seguros u otras instituciones educativas. Esto también se aplica a mi cónyuge, a otros miembros de mi familia y a mis médicos.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea.

---

Firma

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

**ANEXO 4**

**HERRAMIENTA DE RECOLECCION DE DATOS**

GENERO: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_

ASA: \_\_\_\_\_

PESO (Kg) : \_\_\_\_\_

TALLA (Cm) : \_\_\_\_\_

TIPO DE CIRUGIA: COLECISTECTOMIA LAPAROSCOPICA, HERNIA LAPAROSCOPICA, APENDICECTOMIA LAPAROSCOPICA.

TECNICA ANESTESICA. : \_\_\_\_\_

TIPO DE RELAJANTE MUSCULAR. : \_\_\_\_\_

HORA INICIO NEUMOPERITONEO. : \_\_\_\_\_

PRESION INTRAABDOMINAL TRANSQUIRURGICO. : \_\_\_\_\_

| HORA | FINAL | NEUMOPERITONEO. |
|------|-------|-----------------|
|------|-------|-----------------|

|       |  |  |
|-------|--|--|
| _____ |  |  |
|-------|--|--|

MINUTOS TOTALES NEUMOPERITONEO. : \_\_\_\_\_

HORA INICIO POSICION. : \_\_\_\_\_

TIPO DE POSICION. : \_\_\_\_\_

HORA TERMINO POSICION. : \_\_\_\_\_

MINUTOS TOTALES DE POSICION. : \_\_\_\_\_

| OJO       | DVNO<br>BASAL | DVNO INICIO<br>NEUMOPERITONEO | DNVO<br>INICIO<br>POSICION | DNVO<br>FINAL<br>POSICION | DNVO FINAL<br>NEUMOPERITONEO | DNVO<br>RECUPERACION |
|-----------|---------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|
| DERECHO   |               |                               |                            |                           |                              |                      |
| IZQUIERDO |               |                               |                            |                           |                              |                      |