



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA**  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL GENERAL DR. DARÍO FERNÁNDEZ FIERRO.  
ISSSTE

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE CO2 VERSUS AIRE EN LA REALIZACIÓN  
DE COLONOSCOPIAS EN UN HOSPITAL DE SEGUNDO NIVEL : HG DARÍO  
FERNÁNDEZ FIERRO.**

NUMERO DE REGISTRO:  
125.2017

**TESIS DE POSGRADO**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
**ESPECIALISTA EN CIRUGIA GENERAL.**

**PRESENTA**  
DRA. MIRIAM MONSERRAT BARCENAS DIAZ

**ASESORES DE TESIS**  
DR. LUIS ALBERTO ESPINO URBINA  
DR. FRANCISCO JAVIER RAMIREZ AMEZCUA



ISSSTE

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MEXICO, JULIO 2017.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

**UNIDAD MÉDICA:**

ISSSTE. HOSPITAL GENERAL "DR DARÍO FERNÁNDEZ FIERRO"

**NO. DE REGISTRO:**

125.2017

**REALIZADORES:**

INVESTIGADOR RESPONSABLE:

DRA. MIRIAM MONSERRAT BARCENAS DIAZ

RESIDENTE DE CUARTO AÑO DE CIRUGIA GENERAL.

INVESTIGADORES ASOCIADOS:

DR. LUIS ALBERTO ESPINO URBINA

DR. FRANCISCO JAVIER RAMIREZ AMEZCUA

DR. JUAN JOSE ESPINOZA ESPINOSA

## **AUTORIZACIÓN DE TESIS.**

---

Dr. Fermín Aguirre Valdés  
Director del Hospital General Dr. Darío Fernández Fierro

---

Dr. Miguel Ángel Serrano Berrones  
Jefe de Servicios de Enseñanza e Investigación del ISSSTE

---

Dr. Emiliano Joaquín Santiago Ortiz  
Coordinador de Cirugía General

---

Dr. Luis Antonio Reyes Quijano  
Profesor Titular del Curso de Cirugía General

---

Dr. Luis Alberto Espino Urbina  
Asesor de tesis

---

Dr. Francisco Javier Ramírez Amezcua  
Asesor de tesis

## **DEDICATORIA:**

*A Dios y a mis padres.*

*Gracias Dios por escuchar mis oraciones en los momentos más difíciles, gracias por guiar mis pasos y cumplir los deseos de mi corazón.*

*A mi madre, Ma. Del Carmen Díaz Vázquez, porque ha seguido mis pasos desde el día que nací hasta el día de hoy sin descanso alguno. Gracias por estar siempre para mí, en los momentos de felicidad, en las horas infinitas de estudio, en las noches de desvelo, en mis lágrimas, en mis alegrías. Gracias por siempre estar dispuesta a escucharme, a darme una palabra de fuerza, un abrazo consolador y un beso de amor. Te debo la vida y lo que soy. Sin ti este sueño no lo hubiese logrado.*

*Gracias a mi padre, Rogelio Bárcenas Calaff, porque siempre me diste alas para volar, gracias porque con tu ejemplo de valor, carácter y esfuerzo, me diste la fortaleza para continuar una y otra vez, me enseñaste a creer en mí y en que no hay fronteras. Ahora sé que siempre estas a mi lado y que algún día nos volveremos a encontrar.*

## **AGRADECIMIENTOS:**

*A la Dr. Luis Alberto Espino Urbina, al Dr. Francisco Javier Ramírez Amezcua y al Dr. Juan José Espinoza por ser coparticipes en la realización de este proyecto, cada uno de ustedes formo parte fundamental del equipo.*

*Al Dr. Luis Antonio Reyes Quijano por su apoyo incondicional a lo largo de estos cuatro años, gracias por creer en mí en cada paso. Gracias por ser un tutor, maestro y amigo.*

*Gracias a todos mis maestros por su paciencia y por la enseñanza. Gracias por compartir su experiencia y gracias por brindarme su confianza.*

## **INDICE.**

|   |    |
|---|----|
| Introducción                            | 6  |
| I.    Título del trabajo                | 7  |
| II.   Definición del problema           | 8  |
| III.  Marco Teórico                     | 8  |
| IV.   Hipótesis                         | 13 |
| V.    Justificación                     | 13 |
| VI.   Objetivo General                  | 13 |
| VII.  Objetivos Específicos             | 14 |
| VIII.  Metodología de la investigación  | 14 |
| IX.   Recursos Humanos y Materiales     | 20 |
| X.    Aspectos Éticos y de Bioseguridad | 21 |
| XI.   Resultados                        | 22 |
| XII.  Conclusiones                      | 36 |
| XIII.  Bibliografía                     | 37 |

## **INTRODUCCIÓN.**

La colonoscopia es un procedimiento endoscópico altamente demandado por su utilidad diagnóstica, terapéutica y de vigilancia. Durante décadas se ha usado para el diagnóstico de angiodisplasias, enfermedad diverticular, tumoraciones, enfermedades inflamatorias intestinales, pólipos, colitis pseudomembranosas, entre otro número importante de patologías del tracto gastrointestinal bajo que son causa frecuente de diversos signos y síntomas como dolor, distensión abdominal, diarrea y sangrado.

Con el advenimiento de la cirugía de mínima invasión, el valor terapéutico de la colonoscopia se ha ampliado para toma de biopsias, colocación de clips, stents, inyección de sustancias vasoconstrictoras por mencionar algunos. Sin duda forma parte importante de la vigilancia de ciertas patologías como Crohn, Colitis ulcerativa, Cáncer colorrectal y síndromes polipósicos, entre otros.

Durante la colonoscopia, la insuflación de aire para distender la luz y facilitar la inspección cuidadosa así como la introducción del colonoscopio pueden inducir dolor y causar molestias, según se ha reportado de un 30-60% de los pacientes sometidos a colonoscopia con esta técnica. La insuflación con dióxido de carbono puede disminuir el dolor abdominal y malestar durante y después de la colonoscopia. La ventaja de la insuflación con CO<sub>2</sub> es la rápida absorción del gas a través del intestino. A pesar de los esfuerzos por minimizar el dolor post colonoscopias en la mayoría de los centros hospitalarios se sigue utilizando la insuflación con aire. Por lo que es importante en el presente estudio evaluar sistemáticamente la efectividad de la insuflación con CO<sub>2</sub> para la colonoscopia en comparación con la insuflación con aire en un hospital público de segundo nivel tomando en cuenta los recursos materiales y humanos así como el tipo de derechohabientes.

I. TITULO DEL TRABAJO:

**“Estudio comparativo del uso de CO2 versus aire en la realización de colonoscopias en un Hospital de segundo nivel: HG Darío Fernández Fierro”.**

## II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

La insuflación con aire ambiental durante las colonoscopias puede provocar una Prolongada distensión y dolor abdominal. El dióxido de carbono puede ser una alternativa aceptable para evitar estas complicaciones.

¿Para realizar una colonoscopia es mejor el uso de CO2 en comparación con la insuflación con aire al evaluar el dolor y tiempo de realización?

## III. MARCO TEÓRICO.

La colonoscopia es un procedimiento endoscópico extensamente usado para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del colon. Adecuadamente realizado es un procedimiento seguro, preciso y bien tolerado. La visualización de toda la mucosa del colon y del íleon terminal es posible durante la colonoscopia. La colonoscopia es el método de elección para evaluar a pacientes adultos con síntomas del intestino grueso, anemia ferropénica, anomalías del colon en estudios radiográficos, resultados positivos para cáncer colorrectal en estudios de screening, vigilancia en resecciones de pólipos y cáncer así como diagnóstico y vigilancia en enfermedad inflamatoria intestinal.

La calidad de la preparación intestinal afecta la examinación completa, la duración del procedimiento y la necesidad de cancelar o repetir el procedimiento. Una inadecuada preparación eleva los costos. Mientras que una meticulosa inspección y una salida larga están asociadas con un alto rango de detección de adenomas lo cual representa una detección y vigilancia segura. Así mismo una técnica óptima es necesaria para asegurar una alta probabilidad de diagnosticar displasia en enfermedad inflamatoria intestinal.

Finalmente los conocimientos técnicos y la experiencia ayudaran a prevenir los efectos adversos que deberán compensar los beneficios de reseca una lesión neoplásica.<sup>1</sup>

El grupo de calidad de la ASGE propuso que los endoscopistas deberían lograr canalizar la válvula ileocecal en 90% de todos los casos o más del 95% en las colonoscopias de screening.<sup>2</sup> Durante la fase de inserción en una colonoscopia, es necesario al menos una distensión parcial intraluminal para lograr una adecuada visualización para dirigir de

---

<sup>1</sup> Quality indicators for GI Endoscopic procedures. Gastrointestinal Endoscopy journal, 2014.

<sup>2</sup> Rex DK, Petrini JL, Baron TH, et.al. Quality indicators for colonoscopy. Am J Gastroenterol 2016; 101: 873-85.

manera segura el colonoscopio hasta el ciego. Durante la retirada una adecuada distensión intraluminal es importante para lograr una óptima inspección de la mucosa colónica. Numerosos gases y agentes líquidos han sido usados para la expansión intraluminal del colon. El agente ideal para la distensión del colon es aquel que facilite la canalización de la válvula ileocecal, provea una excelente visualización de la mucosa, limite el dolor pre y postprocedimiento, que sea seguro y barato.<sup>3</sup>

### **Insuflación con Aire.**

Las fuentes de luz endoscópicas comercialmente disponibles contienen una bomba de aire integrada. La insuflación de aire representa la técnica más comúnmente utilizada para distensión desde el advenimiento de la colonoscopia a finales de los 60's.<sup>4</sup> La tapa de la válvula de aire-agua se ocluye con la punta de los dedos desviando el aire a la punta del endoscopio a través del canal de aire del endoscopio. Las presiones máximas generadas por las bombas de aire de la fuente de luz endoscópica van de 300 a 375 mm Hg. Sin embargo, las presiones del endoscopio son típicamente del 30% al 40% menos. Esto corresponde a flujos de 1,8 a 2,7 l / min a presión ambiente, con flujos decrecientes cuando la presión externa al endoscopio aumenta (por ejemplo, dentro del colon distendido). Las nuevas bombas de aire integradas tienen ajustes variables para el la regulación del flujo de aire (por ejemplo, apagado, bajo, medio, alto). En un estudio de 34 pacientes sometidos a una colonoscopia de rutina con insuflación de aire, el promedio de aire intraluminal sostenido fue una Presión fue 22 mm Hg (rango 9-57 mm Hg). La media de aire insuflado en la colonoscopia de rutina Osciló entre 8.2 y 17.8 L.<sup>5</sup>

### **Insuflación con CO2.**

El uso de CO2 como insuflante para el intestino grueso fue propuesto inicialmente en 1953 como un método para prevenir explosiones de gas durante la eliminación electroquirúrgica de los pólipos. Además de no ser inflamable, el CO2 se absorbe a través de los intestinos 160 veces más rápidamente que Nitrógeno y 13 veces

---

<sup>3</sup> Methods of luminl distensión for colonoscopy. Vol 77, No.4: 2013. Gastrointestinal Endoscopy journal, 2013.

<sup>4</sup> [Filip Janssens](#), [Jacques Deviere](#), [Pierre Eisendrath](#), et. Al. Carbon dioxide for gut distension during digestive endoscopy: Technique and practice survey. [World J Gastroenterol](#). 2009 Mar 28; 15(12): 1475–1479.

<sup>5</sup> [Bretthauer M](#)<sup>1</sup>, [Hoff GS](#), [Thiis-Evensen E](#), [Huppertz-Hauss G](#), [Skovlund E](#). Air and carbon dioxide volumes insufflated during colonoscopy. [Gastrointest Endosc](#). 2003 Aug;58(2):203-6.

más rápidamente que el oxígeno, que son los principales componentes del aire.<sup>6</sup> Los estudios en animales también han demostrado que la insuflación de CO<sub>2</sub> atenúa la reducción flujo sanguíneo parietal visto con distensión del colon, ambos causada por una resolución más rápida de la distensión intestinal pero también por la vasodilatación causada por el CO<sub>2</sub>.<sup>7</sup> En los años 80, los endoscopistas comenzaron a evaluar la insuflación de CO<sub>2</sub> como método para reducir el dolor postcolonoscopia y la hinchazón. Más recientemente, la insuflación de CO<sub>2</sub> se ha evaluado en procedimientos endoscópicos incluyendo ERCP y Enteroscopia. Los resultados de estos estudios endoscópicos y las aplicaciones se resumen brevemente.

Hay 3 reguladores de CO<sub>2</sub> diseñados para su uso con Endoscopios aprobados por el Departamento de Alimentos y Administración en los Estados Unidos. Estos reguladores requieren una fuente de CO<sub>2</sub>, más comúnmente un cilindro de gas médico, aunque algunas unidades operativas o endoscópicas pueden estar equipados con un gasoducto médico para el CO<sub>2</sub>. Una botella de agua especial es necesaria, así como tubos de gas que transmitan CO<sub>2</sub> a la botella de agua. El botón de aire en la fuente de luz endoscópica debe estar apagada para que pueda ser usado. El propósito principal del regulador es gobernar el flujo de gas a niveles que son seguros para su uso en endoscopia, aunque las características adicionales están disponibles en varios modelos. Las características operativas de los reguladores endoscópicos de CO<sub>2</sub> disponibles en los Estados Unidos se muestran en la Tabla 1. Los volúmenes medios de CO<sub>2</sub> utilizados en la colonoscopia son similares a los utilizados para el aire, informó de 8,3 L a 14,0 L.

## **Seguridad.**

### **1. Perforación colónica.**

La tasa de perforación en la colonoscopia ha variado desde 0,05% a 0,3% en estudios grandes.<sup>8</sup> La perforación puede resultar por lesiones térmicas o mecánicas, pero también puede deberse a barotrauma por aire insuflado. Como presión intraluminal aumenta, el diámetro del colon derecho aumenta más que el colon izquierdo. Como tal, el lado derecho del colon (particularmente el ciego) es el más susceptible a perforación inducida por barotrauma, de acuerdo con la con la ley de Laplace. Riesgos potenciales

---

<sup>6</sup> Saltzman HA, Sieker HO. Intestinal response to changing gaseous environments: normobaric and hyperbaric observations. Ann N Y Acad Sci. 1968 Feb 26;150(1):31-9

<sup>7</sup> Yasumasa K, Nakajima K, Endo S, et al. Carbon dioxide insufflation attenuates parietal blood flow obstruction in distended colon: potential advantages of carbon dioxide insufflated colonoscopy. Surg Endosc 2006; 20:587-94.

<sup>8</sup> Arora G, Mannalithara A, Singh G, et al. Risk of perforation from a colonoscopy in adults: a large population-based study. Gastrointest Endosc 2009;69:654-64

para el barotrauma se refieren a aquellos factores que pueden perjudicar la descompresión del gas desde el colon proximalmente (por ejemplo, Enfermedad obstructiva, enfermedad ileal, válvula ileocecal excesivamente competente) o distal (Por ejemplo, disfunción y / o colon sigmoide deformado).<sup>9</sup>

**Table 1. Operating characteristics for endoscopic CO<sub>2</sub> regulators available in the United States**

| Vendor                                     | Model                     | CO <sub>2</sub> sources accepted | Maximum gas pressure | Variable gas flow  | Gas flow rates   | Safety features   | Price  |
|--|---------------------------|----------------------------------|----------------------|--|--|---|--------|
| Bracco Diagonistics, Inc.<br>Princeton, NJ | CO <sub>2</sub> EFFICIENT | gas cylinder                     | 375 mmHg             | No   | 3.4 L/min - "Managed flow" setting reduces gas flow from 3.4 L/min to <1 L/min after 10 seconds if air/water button is not touched | Mechanical pressure relief valve, electronic pressure relief valve, timed shut-off, volume shut-off, hydrophobic filter in gas tubing | \$7995 |
|  | CO <sub>2</sub> MPACT     | gas cylinder or gas line         | 375 mmHg             | Yes - 3 level flow - automated switch                                | High - 3.4 L/min<br>Medium - 2.9 L/min<br>Low - 2.0 L/min  | Mechanical pressure relief valve, mandatory variable timed shut-off, hydrophobic filter in gas tubing                                 | \$4995 |
| Olympus America, Inc.<br>Center Valley, PA | UCR                       | gas cylinder or gas line         | 338 mmHg             | Yes - 3 levels of flow - achieved by using different gas tubing kits | Standard gas tube - 1.5 L/min<br>Low flow gas tube - 1.2 L/min<br>Extra low flow gas tube - <1.2 L/min                             | Optional variable timed shut-off  | \$6200 |

La perforación en la colonoscopia con insuflación de CO<sub>2</sub> no se ha informado. Sin embargo, ha habido varios informes de perforación con insuflación colónica de CO<sub>2</sub> para CT, incluyendo ambos sistemas manuales de insuflación y, teóricamente, sistemas de entrega automatizados más seguros que se insuflan a una presión intraluminal especificada (por ejemplo, 25 Mm Hg).<sup>10</sup> Así aunque la rápida absorción del CO<sub>2</sub> reduce el riesgo de barotrauma en las colonoscopias, no se ha demostrado de manera definitiva.

## 2. Explosión Colónica.

La explosión de colon es una enfermedad grave, pero afortunadamente un evento raro de colonoscopia con electrocirugía (por ejemplo, Polipectomía o coagulación

<sup>9</sup> Kozarek RA, Earnest DL, Silverstein ME, et al. Air-pressure-induced colon injury during diagnostic colonoscopy. *Gastroenterology* 1980;78:7-14.

<sup>10</sup> Kozarek RA, Sanowski RA. Use of pressure release valve to prevent colonic injury during colonoscopy. *Gastrointest Endosc* 1980;26:139-42.

con plasma de argón). Para que la explosión ocurra, debe haber un gas combustible (ya sea Hidrógeno o metano) a niveles potencialmente explosivos, suficiente Oxígeno, y la presencia de una fuente de calor. Hidrógeno y el metano se producen por fermentación de materiales no absorbibles (Por ejemplo, lactulosa, manitol) o incompletamente absorbido (por ejemplo, lactosa, fructosa, sorbitol) por la flora colónica y son potencialmente explosivos a niveles de 4% (hidrógeno) y 5% (metano). Una adecuada preparación intestinal con polietilenglicol se ha asociado con niveles muy bajos de hidrógeno y metano, e insuflación del colon y succión durante el avance del colonoscopio que también servirá para diluir o eliminar cualquier residuo de estos gases. Los preparados de manitol se han asociado con una mayor frecuencia de niveles potencialmente explosivos de hidrógeno y metano. Debido a que el oxígeno es un requisito de explosión y el CO<sub>2</sub> no es inflamable el uso de CO<sub>2</sub> como gas de insuflación prácticamente elimina el riesgo de explosión de colon.

### **3. Hipercapnia.**

El CO<sub>2</sub> absorbido como resultado de la insuflación principalmente es eliminado por un aumento en la ventilación minuto. RCTs de CO<sub>2</sub> e insuflación de aire en la colonoscopia sin sedación, sedación moderada y sedación profundidad que han utilizado la técnica de marea final o monitorización transcutánea de CO<sub>2</sub> no ha demostrado diferencia en el aumento de los niveles de CO<sub>2</sub> para ambos grupos: aire y CO<sub>2</sub>. La mayoría de los estudios que usaron sedación demostró un pequeño aumento intraprocedimiento en CO<sub>2</sub> para los pacientes con insuflación de aire y de CO<sub>2</sub>. Aunque no se compararon directamente, pequeños estudios que realizaron Gas de sangre arterial pre y postcolonoscopia las mediciones experimentaron aumentos clínicamente PCO<sub>2</sub>, sin cambios en el pH, tanto en pacientes que se insuflación con CO<sub>2</sub> y el aire.<sup>11</sup> Los pacientes con Enfermedad pulmonar obstructiva están en un riesgo teóricamente mayor de hipercapnia con insuflación de CO<sub>2</sub>. Aunque no se han informado eventos en este subgrupo de pacientes, esta cuestión no ha sido estudiada adecuadamente.

---

<sup>11</sup> Bretthauer M, Lyngge AB, Thiis-Evensen E, et al. Carbon dioxide insufflation in colonoscopy: safe and effective in sedated patients. *Endoscopy* 2005;37:706-9.

#### **IV. HIPÓTESIS.**

Hipótesis de trabajo:

El CO<sub>2</sub> es un mejor método de insuflación para realizar colonoscopías con respecto al uso de aire existiendo diferencias estadísticas significativas entre ambos

Hipótesis alterna:

El CO<sub>2</sub> no es un mejor método de insuflación para realizar colonoscopías con respecto al uso de aire.

#### **V. JUSTIFICACIÓN.**

Con el advenimiento de la cirugía de mínima invasión, el valor terapéutico de la colonoscopia se ha ampliado no solo a tamizaje sino a diagnóstico, tratamiento y vigilancia. En un hospital de segundo nivel (HGDF) su uso se ha reportado de hasta 132 colonoscopias anuales.

Si bien, están bien establecidas las ventajas y desventajas del uso de CO<sub>2</sub> a nivel del tracto gastrointestinal alto en las panendoscopias, su uso en el tracto gastrointestinal bajo a través de las colonoscopias se ha descrito en diversos estudios experimentales con animales y con seres humanos donde se han reportado de manera aislada algunos beneficios. Sin embargo, no es un procedimiento que se realice de rutina con CO<sub>2</sub>.

Con este protocolo se busca la promoción del uso de CO<sub>2</sub> en un hospital de 2do nivel y así disminuir el dolor posterior al procedimiento en los pacientes que requieren de una colonoscopia comparando una técnica con otra. Así como una reducción significativa de recursos materiales al minimizar el tiempo de realización, tiempo de estancia en recuperación y menor utilización de analgésicos en los pacientes intervenidos. Se pretende que el presente trabajo sea una base para futuras líneas de investigación.

#### **VI. OBJETIVO PRINCIPAL.**

Comparar el uso de CO<sub>2</sub> versus aire ambiental en la realización de colonoscopias mediante la determinación del tiempo y evaluación del dolor

## VII. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Medir y comparar el tiempo requerido para realizar una colonoscopia completa (alcanzar el ciego  $\pm$  canalizar la válvula ileocecal) mediante el uso de CO<sub>2</sub> respecto a la insuflación con aire ambiente.
- Comparar la frecuencia del dolor post colonoscopia así como su intensidad mediante una escala del dolor, respecto al uso de una técnica y de otra.
- Registrar y comparar las complicaciones que susciten durante la realización de las colonoscopias mediante el uso del CO<sub>2</sub> en comparación con el uso de insuflación con aire.
- Evaluar, registrar y comparar las modificaciones cardiopulmonares con ambos procedimientos

## VIII. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.

### 1. Diseño y tipo de estudio:

Ensayo Clínico Aleatorizado, Ciego Simple (Solo paciente), Prospectivo y longitudinal.

### 2. Población de estudio:

Pacientes sometidos a colonoscopias de tamizaje o detección en el servicio de Endoscopia durante el mes de abril, mayo y junio del año 2017.

### 3. Tipo de muestreo:

Muestra (Muestreo simple aleatorizado- Muestreo Probabilístico): Se incluirán un total de 30 pacientes para cada grupo (A y B). El procedimiento de aleatorización se realizara mediante sobre cerrado el día del procedimiento. Posterior a la determinación por azar del procedimiento de insuflación a utilizar se dará la explicación pertinente y se llenará los consentimientos informados pertinentes para su inclusión en caso de aceptación por parte de los pacientes.

$$n = \frac{Z^2 * pq * N}{NE^2 + Z^2 * pq}$$

#### 4. Criterios de estudio:

- **Criterios de inclusión:** Pacientes entre 18-75 años sometidos a colonoscopia diagnóstica o de tamizaje, sin contraindicación en su valoración preoperatoria o para realizar dicho procedimiento.
- **Criterios de exclusión:** Contraindicaciones respiratorias, estenosis de la luz intestinal, sangrado activo, pacientes bajo ventilación mecánica invasiva, insuficiencia renal (K-DOKI mayor o igual a 3), inestabilidad hemodinámica, pacientes no derechohabientes, menores de 18 años de edad, pacientes mayores de 75 años de edad, no aceptación del procedimiento, coagulopatías.
- **Criterios de eliminación:** No cumpla protocolo, no desea participar en el estudio, se realice cambio de tipo de insuflación durante el procedimiento.

#### 5. Definición de las variables.

##### a) Variables Independientes.

| NOMBRE DE VARIABLE | DEFINICION CONCEPTUAL                                     | DEFINICION OPERACIONAL  | NATURALEZA                                  | NIVEL DE MEDICIÓN  | MANEJO ESTADÍSTICO   |
|--------------------|---|---|---|--|--|
| EDAD               | NÚMERO DE AÑOS CUMPLIDOS                                  | NÚMERO DE AÑOS CUMPLIDOS<br><br>(AÑOS REFERIDOS AL MOMENTO DEL ESTUDIO) | CUANTITATIVA<br><br>DISCRETA                | 1 A 100 AÑOS   | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br><br>Medidas de tendencia central: moda, mediana y moda |
| GENERO             | CONDICIÓN BIOLÓGICA QUE DISTINGUE DE FEMENINO Y MASCULINO | EL REFERIDO POR EL PACIENTE   | CUALITATIVA<br><br>NOMINAL<br><br>DICOTOMÍA | 1. FEM<br>2. MASC  | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br><br>Medidas de frecuencia                              |
| ASA                | ESTADO FÍSICO DEL PACIENTE AL MOMENTO DE SER VALORADO     | LA QUE RECIBIÓ EL PACIENTE POR QUIEN LO VALORÓ                          | CUANTITATIVA<br><br>DISCRETA                | I-VI<br><br>I-saludable<br><br>II-enfermedad sistémica leve, controlada, | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br><br>Medidas de frecuencia                              |

|                    |   |  |                        |  |   |
|--------------------|---|--|------------------------|--|---|
|                    |   |  |                        | <p>no incapacitante</p> <p>III-enfermedad sistémica grave no incapacitante</p> <p>IV-ESG e incapacitante</p> <p>V-enfermo terminal</p> <p>VI-muerte cerebral</p> |   |
| COMORBILIDADES     | ENFERMEDADES CRONICAS DEGENERATIVAS   | LA REFERIDA POR EL PACIENTE AL MOMENTO DEL ESTUDIO, SE CATEGORIZA DE ACUERDO AL INDICE DE CHARLSON | CUALITATIVA<br>NOMINAL | <p>1.BAJO (0 PUNTOS)</p> <p>2.MEDIO (1-2 PUNTOS)</p> <p>3.ALTO (3-4 PUNTOS)</p> <p>4.MUY ALTO (&gt; = 5 PUNTOS)</p>  | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br>Medidas de frecuencia |
| DIAGNOSTICO MÉDICO | ETIQUETA QUE SE OTORGA A DETERMINADA PATOLOGIA EN FUNCION DE SUS CARACTERISTICAS CLINICAS Y PARACLINICAS. | EL DIAGNOSTICO DETERMINADO POR EL MEDICO   | CUALITATIVA<br>NOMINAL | <p>1.ENFERMEDAD DIVERTICULAR</p> <p>2.CANCER</p> <p>3.ENFERMEDAD INTESTINAL INFLAMATORIA</p> <p>4.PÓLIPOS</p> <p>5.OTROS</p>                                     | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br>Medidas de frecuencia |

**b) Variables Dependientes.**

| NOMBRE DE VARIABLE                     | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | NATURALEZA               | NIVEL DE MEDICIÓN   | MANEJO ESTADÍSTICO  |
|--|---|---|--------------------------|---|---|
| DOLOR                                  | EXPERIENCIA SENSORIAL DESAGRADABLE ASOCIADO A DAÑO TISULAR REAL O POTENCIAL                                 | MEDIDA DE DOLOR SUBJETIVA REFERIDA POR EL PACIENTE MEDIANTE ESCALA DE EVA PO  | CUANTITATIVA<br>DISCRETA | 1-10  | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br><br>Medidas de frecuencia<br><br>Medidas de tendencia central: moda, mediana y moda<br><br>ESTADISTICA ANALITICA:<br>T DE STUDENT |
| TIEMPO DE REALIZACIÓN DE COLONOSCOPIA. | TIEMPO DE ENTRADA, TIEMPO DE LLEGADA AL CIEGO Y/O CANALIZACIÓN DE LA VÁLVULA ILEOCECAL, Y TIEMPO DE SALIDA. | MINUTOS QUE SE TARDA EL REALIZADOR DEL ESTUDIO EN AVANZAR HASTA EL CIEGO  | CUANTITATIVA<br>DISCRETA | MINUTOS   | ESTADISTICA ANALITICA:<br>T DE STUDENT  |
| COMPLICACIONES                         | EVENTOS ADVERSOS AL PROCEDIMIENTO   | EVENTOS ADVERSOS QUE PRESENTE EL PACIENTE POSTERIOR AL PROCEDIMIENTO, SE CLASIFICARA DE ACUERDO A LA CLASIFICACION DE DILDO | CUALITATIVA<br>NOMINAL   | I.SINTOMAS LEVES<br><br>II.SINTOMAS + INTERVENCIÓN DE FÁRMACOS<br><br>III.PERFORACIÓN + QX<br><br>IV.PERFORACIÓN + UTI<br><br>V. MUERTE | ESTADÍSTICA ANALÍTICA Y/O DESCRIPTIVA   |

|               |   |                              |                          |  |   |
|---------------|---|------------------------------|--------------------------|--|---|
| TA SISTÓLICA  | CORRESPONDE AL MAXIMO DE LA TENSION ARTERIAL EN SISTOLE                 | LA REPORTADA PRE, TRANS Y PO | CUANTITATIVA<br>DISCRETA | >/= 140 MMHG<br>91-139 MMHG<br></= 90 MMHG   | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br>Medidas de frecuencia<br><br>ESTADISTICA ANALITICA:<br>T DE STUDENT |
| TA DIASTÓLICA | CORRESPONDE AL VALOR MINIMO DE LA TENSION ARTERIAL EN DIASTOLE          | LA REPORTADA PRE, TRANS Y PO | CUANTITATIVA<br>DISCRETA | =/> 90 MMHG<br>61 – 89 MMHG<br>=/<br>60 MMHG | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br>Medidas de frecuencia<br><br>ESTADISTICA ANALITICA:<br>T DE STUDENT |
| TA MEDIA      | ES LA PRESIÓN MEDIA QUE IMPULSA TODA LA SANGRE AL SISTEMA CIRCULATORIO. | LA REPORTADA PRE, TRANS Y PO | CUANTITATIVA<br>DISCRETA | >110 MMHG<br>61-109 MMHG<br><60 MMHG         | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br>Medidas de frecuencia<br><br>ESTADISTICA ANALITICA:<br>T DE STUDENT |
| FC            | ES EL NUMERO DE CONTRACCIONES CARDIACOS POR MINUTO                      | LA REPORTADA PRE, TRANS Y PO | CUANTITATIVA<br>DISCRETA | >/=100 LPM<br>61-99 LPM<br></=60 LPM         | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br>Medidas de frecuencia<br><br>ESTADISTICA ANALITICA:<br>T DE STUDENT |

|                         |   |   |                          |   |   |
|-------------------------|---|---|--------------------------|---|---|
| SPO2                    | ES LA CANTIDAD DE O2 MEDIDA POR FOTOMETRÍA  | LA SATURACIÓN QUE TENGA EL PACIENTE PRE, TRANS Y PO | CUANTITATIVA<br>DISCRETA | 0-100%  | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br>Medidas de frecuencia<br><br>ESTADISTICA ANALITICA:<br>T DE STUDENT |
| ETCO <sub>2</sub>       | ES LA CANTIDAD DE CO2 MEDIDA AL FINAL DE LA ESPIRACIÓN NO FORZADA MEDIANTE ESPIROMETRÍA CONTINUA POR CAPNOGRAFO | LA MEDIDA PRE TRANS Y PO                            | CUANTITATIVA<br>DISCRETA | 0-60 MMHG<br>(25-35)  | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br>Medidas de frecuencia<br><br>ESTADISTICA ANALITICA:<br>T DE STUDENT |
| FRECUENCIA RESPIRATORIA | NUMER DE RESPIRACIONES POR MINUTO   | LA REPORTADA POR HOJA DE CONDUCCIÓN ANESTÉSICA      | CUANTITATIVA<br>DISCRETA | 1.NORMAL (FR 16-20)<br>2.BRADIPNEA (FR < 16)<br>3.TAQUIPNEA (>20) | ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:<br>Medidas de frecuencia<br><br>T DE STUDENT                           |

## 6. Procedimiento.

- a) Explicación pormenorizada del procedimiento a realizar, así como sus complicaciones y firma del consentimiento informado.
- b) Recolección de datos personales: nombre, registro, género, edad, comorbilidades y riesgo quirúrgico.
- c) Toma del perímetro abdominal.
- d) Colocación del paciente en decúbito dorsal e inicio de la anestesia mediante una técnica estandarizada.
- e) Realización de la colonoscopia mediante insuflación con aire ambiental o CO<sub>2</sub> dependiendo del grupo que corresponda.

- f) Registro de los tiempos del procedimiento: tiempo de entrada, canulación de la válvula ileocecal y tiempo de salida.
- g) Registro de la TA, Fc, Fr, SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> pre, trans y posterior al procedimiento.
- h) Toma del perímetro abdominal posterior al procedimiento.
- i) Evaluación del dolor abdominal a los 5 y a los 10 minutos.
- j) Evaluación y registro de las posibles complicaciones.

## **7. Análisis estadístico.**

Se utilizará estadística descriptiva para establecer medias, medianas y porcentajes con rangos. Las variables ordinales y nominales se analizarán según la prueba estadística pertinente (Chi-cuadrada, T de Student o Prueba exacta de Fisher). Se catalogará como significancia estadística valores de  $P < 0.05$ .

## **IX. RECURSOS HUMANO Y MATERIALES.**

### Recursos Humanos

- Endoscopista/ Coloproctólogo
- Técnico de vitalmex
- Enfermera asistente
- Anestesiólogo

### Recursos Materiales

- Torre de Endoscopía
- Colonoscopio
- Tanque de CO<sub>2</sub>
- Adaptador\*\*\*
- Medicamentos: anestésicos, analgésicos.
- Mascarillas laríngeas
- Capnógrafo
- Computadora personal
- Expediente clínico

## **X. ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD.**

NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos.

Código de Nuremberg (1946), la Declaración de Helsinki adoptada por la Asamblea Médica Mundial (1964)<sup>5</sup>, el documento de la Asociación Mundial de Médicos Tokio (1975), el informe de la Asociación Estadounidense de Enfermería (1975), el Código de Ética para Investigaciones Biomédicas y de la Conducta (1978), Belmont Report (1978), los principios éticos de la asociación psicológica (1982) y el código de ética de la asociación sociológica estadounidense (1984).

Belmont Report (1978). Por la naturaleza del ensayo no existen riesgos en la bioseguridad de los sujetos de investigación ni del personal de salud que interviene en el estudio

## XI. RESULTADOS.

Edad.

Para el grupo control a quienes se les insufló con aire durante la colonoscopia se identificó una media de edad de 60 años con una mediana de 50 años mientras que la moda encontrada fue de 56 años de edad. Para el grupo de CO2 la media fue prácticamente la misma que el grupo control en 60 años, la mediana 60 años mientras que la moda fue de 60 años, es decir, cuatro años más que el grupo control. Ver Tablas 1 y 2.

| Estadísticos    |                     |                 |
|-----------------|---------------------|-----------------|
| EDAD GRUPO AIRE |                     |                 |
| N               | Válido              | 31              |
|                 | Perdidos            | 0               |
|                 | Media               | 60.48           |
|                 | Mediana             | 59.00           |
|                 | Moda                | 56 <sup>a</sup> |
|                 | Desviación estándar | 12.212          |
|                 | Mínimo              | 32              |
|                 | Máximo              | 76              |

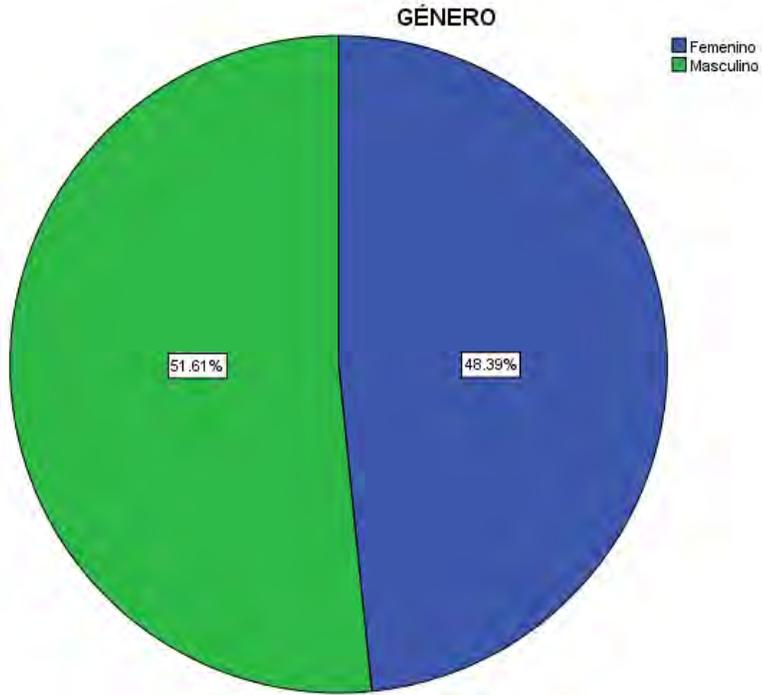
Tabla 1. Media, mediana y moda de la edad en el grupo control.

| Estadísticos   |                     |        |
|----------------|---------------------|--------|
| EDAD GRUPO CO2 |                     |        |
| N              | Válido              | 30     |
|                | Perdidos            | 0      |
|                | Media               | 59.70  |
|                | Mediana             | 60.00  |
|                | Moda                | 60     |
|                | Desviación estándar | 12.663 |
|                | Mínimo              | 36     |
|                | Máximo              | 83     |

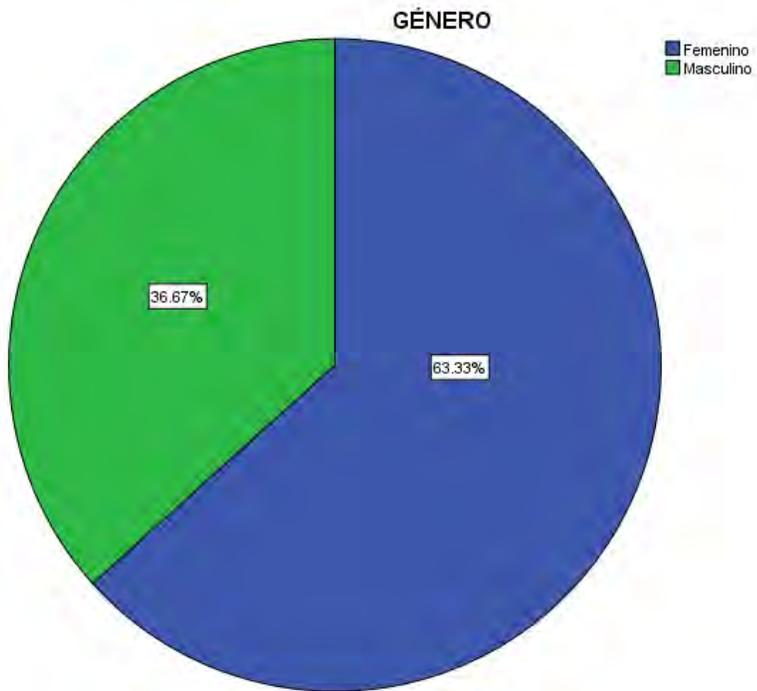
Tabla 2. Media, mediana y moda de la edad en el grupo con CO2.

Género.

El género más frecuente en el grupo control (insuflación con aire) fue el masculino con aproximadamente 3% más que el género femenino. Ver Gráfica 1. Mientras que para el grupo de CO2 el género Femenino fue el predominante. Ver Gráfica 2.



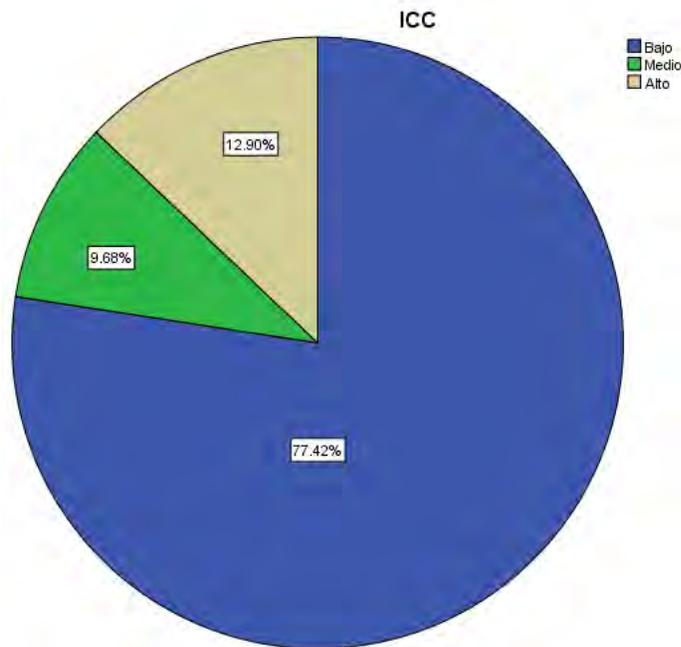
Gráfica 1. Porcentaje de género en el grupo control.



Gráfica 1. Porcentaje de género en el grupo con CO2.

## Comorbilidades.

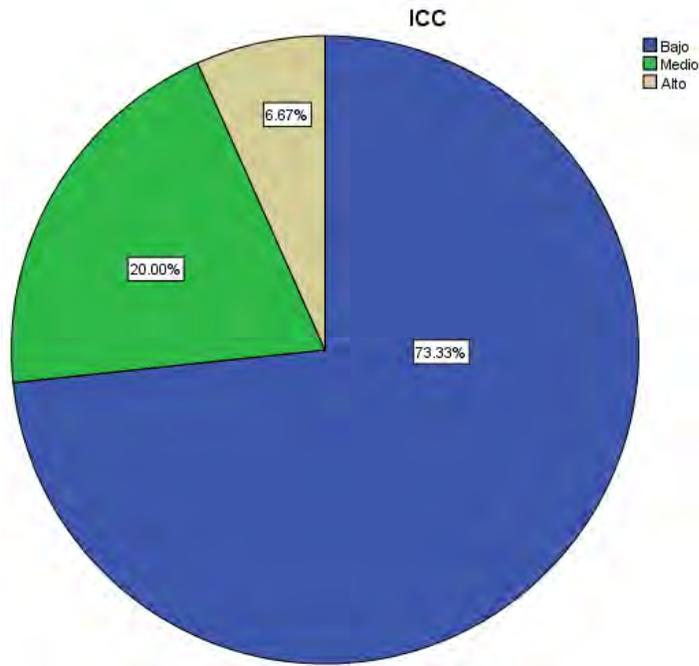
Para el estudio de las comorbilidades, usamos el Índice de Charlson el cual toma en cuenta múltiples enfermedades crónicas degenerativas y cáncer asignándoles una puntuación a cada una de ellas categorizándose así en 4 grupos: cero puntos como bajo, de 1 a 2 puntos como medio, 3 y 4 puntos como un índice alto y >5 puntos como un índice muy alto. Así del grupo control 77.4% no presentó ninguna comorbilidad mientras que el 12.9% fue categorizado como alto, es decir, de 3 a 4 puntos y solo el 9.6% medio. Ver Gráfica 3.



Gráfica 3. Índice de Charlson en el grupo control.

Para el grupo de CO2 predominó igualmente el grupo sin ninguna puntuación con un 73.3% seguido de pacientes con 1 o 2 puntos, es decir, de riesgo medio. Ver gráfica 4.

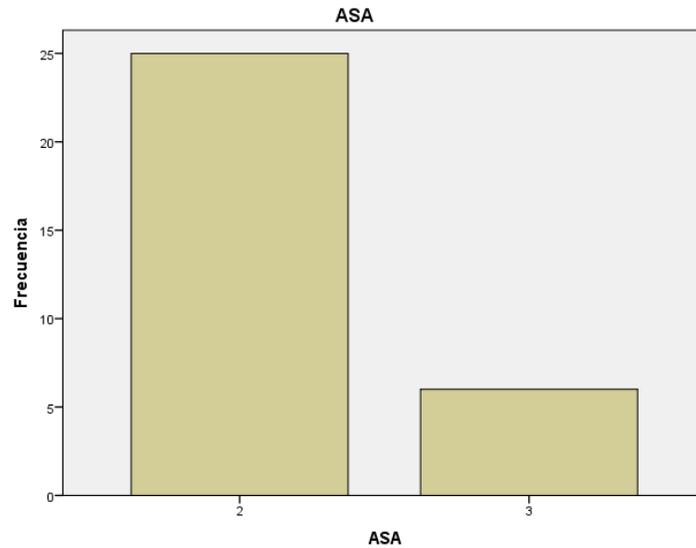
Gráfica 3. Índice de Charlson en el grupo control.



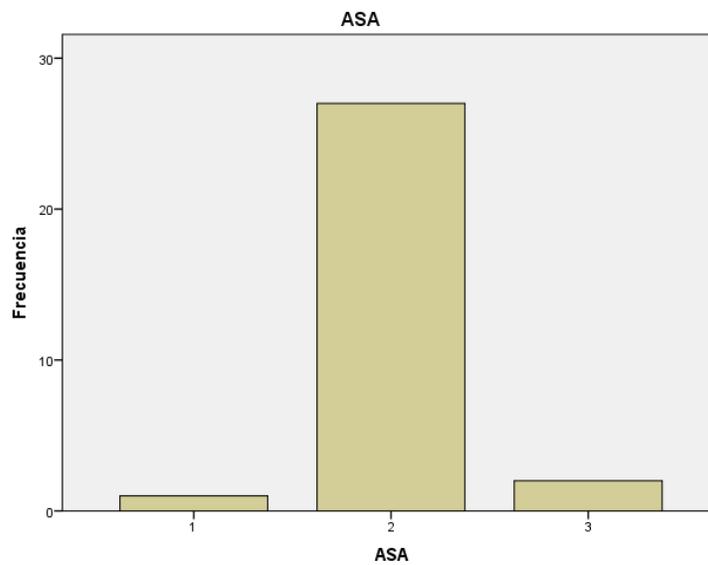
Gráfica 4. Índice de Charlson en el grupo control.

ASA.

Antes del procedimiento se registró el riesgo quirúrgico en cada uno de los pacientes de acuerdo a la clasificación de ASA asignándose ASA I a los pacientes saludables, II enfermedad sistémica leve controlada no incapacitante, III enfermedad sistémica grave no incapacitante, IV ESG incapacitante, V enfermo terminal y VI muerte cerebral. Del grupo control 25 pacientes fueron ASA II mientras que el resto fueron ASA III. Gráfica 5. Del grupo CO2, 27 pacientes tuvieron ASA II, mientras que 2 tuvieron ASA III y 1 tuvo ASA I. Gráfica 6.



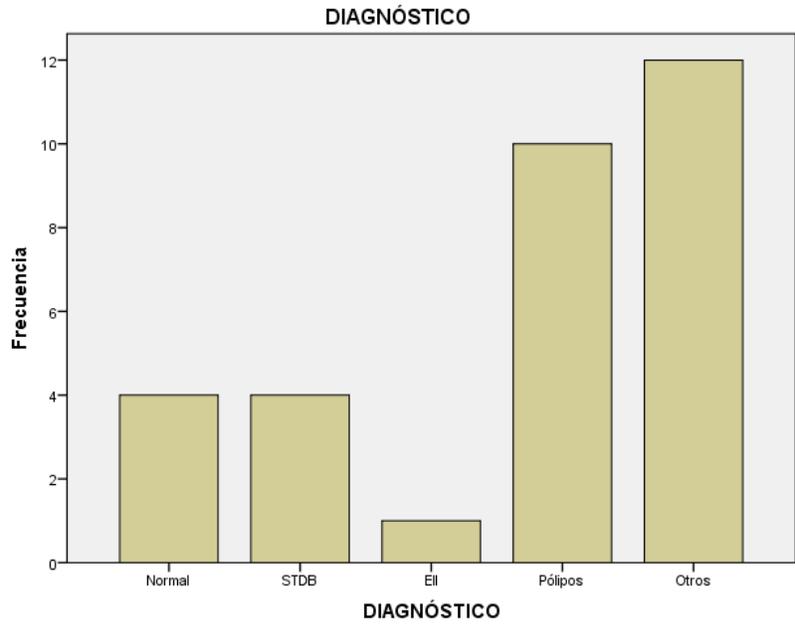
Gráfica 5. Frecuencia del ASA del grupo control.



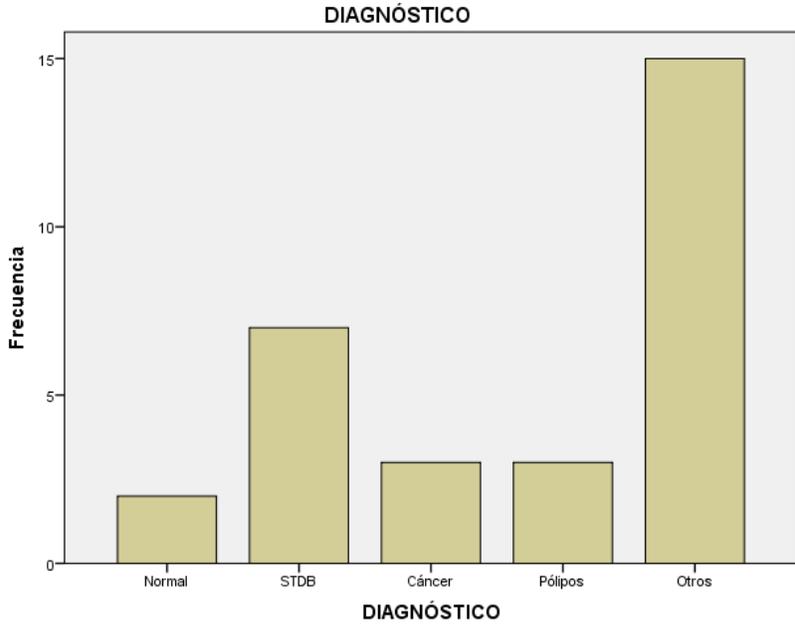
Gráfica 6. Frecuencia del ASA del grupo de CO2.

**Diagnóstico.**

De las 60 colonoscopias realizadas, 30 correspondientes al grupo control, de los cuales se registraron 10 casos de pólipos, 4 de STDB, 4 se diagnosticaron como colonoscopias normales, 1 caso de enfermedad intestinal inflamatoria y 12 casos con otros diagnósticos. Ver Gráfica 7. Del grupo de CO2 el diagnóstico más frecuente fue STDB con 7 casos, cáncer con 3 casos y pólipos en número de 3, 2 colonoscopias normales y 15 con otros diagnósticos. Ver Gráfica 8.



Gráfica 7. Diagnósticos postcolonoscopias en el grupo control.

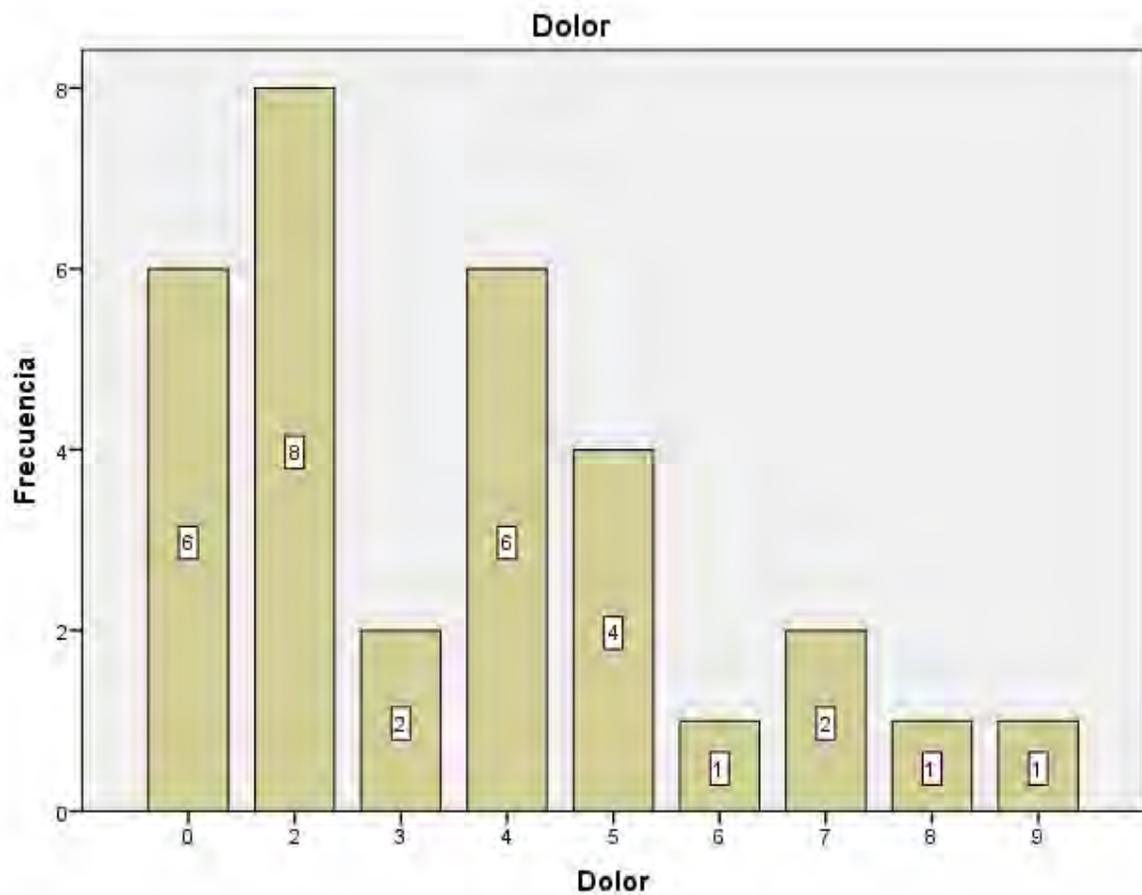


Gráfica 8. Diagnósticos postcolonoscopias en el grupo de CO2.

Dolor.

El dolor siendo uno de los objetivos principales a evaluar en este ensayo, es definida como aquella experiencia sensorial desagradable asociada a un daño tisular real o potencial. Se evaluó mediante una Escala Visual Análoga a los 5 minutos de terminado el procedimiento y se identificaron los siguientes hallazgos:

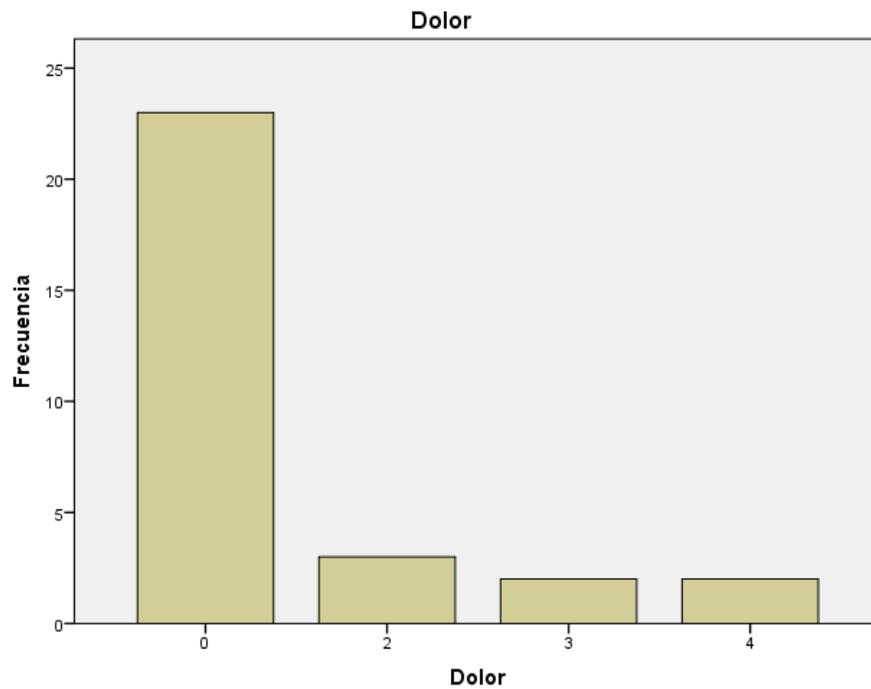
Del grupo control (aire) 5 pacientes de 30 no experimentaron dolor mientras que 8 pacientes manifestaron dolor con una intensidad de 2, es decir, leve; 6 pacientes refirieron una intensidad de 4 y 4 pacientes una intensidad de 5 mientras que solo 2 experimentaron dolor con una intensidad de 7 y tan solo 1 paciente padeció una intensidad de 8 y uno de 9. Ver Gráfica 9.



Gráfica 9. Evaluación del dolor mediante una Escala Visual Análoga en el grupo control.

En comparación con el grupo de aire donde se observa una intensidad de dolor muy distribuida desde 0 hasta 9 con cierta tendencia a un dolor leve moderado, en el grupo de insuflación con CO<sub>2</sub> de los 30 pacientes, 23 no experimentaron dolor mientras que 3

pacientes refirieron molestias con una intensidad de 2 y 2 pacientes mencionaron tener dolor leve con una intensidad de 3 y otros 2 con intensidad de 4. Gráfica 10.



Gráfica 10. Evaluación del dolor mediante una Escala Visual Análoga en el grupo de CO2.

De ambos grupos, se comparó la media del dolor siendo 5 veces mayor la intensidad del dolor para los pacientes que fueron insuflados con aire que los pacientes insuflados con CO2. El valor de moda de la intensidad en el grupo control fue de 2 y en el de CO2 de cero. Así mismo se hace notar de manera importante el valor máximo de dolor en los pacientes del grupo control reportándose una intensidad de 9 mientras que en el grupo de CO2 la máxima fue de 4. Ver tabla 3.

|         |          | Estadísticos |            |
|---------|----------|--------------|------------|
|         |          | Dolor CO2    | Dolor Aire |
| N       | Válido   | 30           | 31         |
|         | Perdidos | 1            | 0          |
| Media   |          | .67          | 3.32       |
| Mediana |          | .00          | 3.00       |
| Moda    |          | 0            | 2          |
| Mínimo  |          | 0            | 0          |
| Máximo  |          | 4            | 9          |

Tabla 3. Tabla comparativa de la media, mediana y moda del dolor.

Así mismo siendo el Dolor una de las variables principales de estudio, se dedujo mediante estadística analítica su significancia par este estudio, de tal forma que mediante la T de student se determinaron los siguientes valores:

**Prueba de muestras emparejadas**

|          |                           | Diferencias emparejadas |                        |                               |   | t      | gl     | Sig.<br>(bilateral) |          |
|----------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|---|--------|--------|---------------------|----------|
|          |                           | Media                   | Desviación<br>estándar | Media de<br>error<br>estándar | 95% de intervalo de<br>confianza de la diferencia |        |        |                     |          |
|          |                           |                         |                        |                               | Inferior  |        |        |                     | Superior |
| Par<br>1 | Dolor CO2 - Dolor<br>Aire | -2.767                  | 2.897                  | .529                          | -3.848  | -1.685 | -5.231 | 29                  | .000     |

Tabla 4. Estadística analítica para la evaluación del dolor mediante T de student.

Se comparó el dolor en el grupo que fue insuflado con CO2 durante la realización de las colonoscopias versus el grupo que fue insuflado con aire siendo estadísticamente significativo menor el dolor que presentaron los pacientes del grupo de CO2 con un valor de  $p < 0.05$  con un intervalo de confianza de 95%.

#### Perímetro Abdominal.

La evaluación del perímetro abdominal es uno de los parámetros importantes y determinantes para el dolor ya que se asocia el grado de distensión intestinal así como migración retrograda secundario a la insuflación del tubo digestivo. Así el grado de distensión dependerá de la cantidad de aire o CO2 insuflado y el grado de absorción de acuerdo a las propiedades de cada gas.

Para la determinación del perímetro abdominal se midió la circunferencia abdominal a nivel de la cicatriz abdominal con una cinta métrica y se reportó en centímetros antes del procedimiento en decúbito dorsal y la segunda medición se realizó al término del procedimiento en decúbito dorsal. El análisis estadístico mediante la T de student arrojo significancia estadística con un valor de  $p < 0.05$  determinando que el grupo que fue insuflado con CO2 presento tres veces menor distensión que el grupo que fue insuflado con aire. Ver tabla 5.

**Prueba de muestras emparejadas**

|   | Diferencias emparejadas |                        |                               |   |          | t      | gl | Sig.<br>(bilateral) |
|---|-------------------------|------------------------|-------------------------------|---|----------|--------|----|---------------------|
|   | Media                   | Desviación<br>estándar | Media de<br>error<br>estándar | 95% de intervalo de<br>confianza de la diferencia |          |        |    |                     |
|   |                         |                        |                               | Inferior  | Superior |        |    |                     |
| Diferencia PA CO2 -<br>Diferencia PA Aire | -3.9000                 | 3.1851                 | .5815                         | -5.0893   | -2.7107  | -6.707 | 29 | .000                |

Tabla 5. Estadística analítica para la evaluación del Perímetro Abdominal mediante T de student.

Tiempo de realización de Colonoscopia.

Como se mencionó en el marco teórico para la fase de inserción de una colonoscopia es necesario una distensión intraluminal parcial para lograr una adecuada visualización de la mucosa y dirigir de manera segura el colonoscopio disminuyendo así la incidencia de complicaciones transprocedimiento. Es importante determinar qué gas, aire o CO<sub>2</sub>, aporta mayor ventaja para la insuflación del tubo digestivo bajo en términos de tiempo tanto para la entrada como para la canulación de la válvula ileocecal y para el tiempo de retirada siendo este no menos importante si bien es una fase estratégica para la detección de patologías como pólipos, divertículos, tumores y lesiones vasculares.

Para la evaluación del tiempo de realización de una colonoscopia se dividió en tres fases: tiempo de entrada, tiempo de canulación de la válvula ileocecal y tiempo de retirada, siendo determinada cada fase en minutos y reportado por el endoscopista operador.

De acuerdo a la siguiente tabla no hubo diferencia estadísticamente significativa en cuanto el tiempo de entrada, tiempo de canulación de válvula ileocecal ni tiempo de salida entre el grupo control y el grupo que fue insuflado con CO<sub>2</sub>. Ver tabla 6.

Son muchos los factores que afectan el tiempo de realización de una colonoscopia dependiendo principalmente si su indicación es diagnóstica, terapéutica o de vigilancia. Entre otros factores y no menos importantes, la calidad de la preparación intestinal y el grado de habilidad y experiencia de cada endoscopista por lo que se determinó estos factores fueron sesgos para la evaluación de nuestras variables de tiempo.

| Prueba de muestras emparejadas |                                     |                         |                     |                         |  |          |       |    |                  |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|-------|----|------------------|
|                                |                                     | Diferencias emparejadas |                     |                         |  |          | t     | gl | Sig. (bilateral) |
|                                |                                     | Media                   | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |       |    |                  |
|                                |                                     |                         |                     |                         | Inferior                                       | Superior |       |    |                  |
| Par 1                          | Tiempo E CO2 - Tiempo E Air         | -1.533                  | 14.696              | 2.683                   | -7.021   | 3.954    | -.571 | 29 | .572             |
| Par 2                          | Tiempo V CO2 - Tiempo V Air         | .833                    | 4.426               | .808                    | -.819  | 2.486    | 1.031 | 29 | .311             |
| Par 3                          | Tiempo S CO2 - Tiempo S Air         | -1.133                  | 9.209               | 1.681                   | -4.572   | 2.305    | -.674 | 29 | .506             |
| Par 4                          | Tiempo Total CO2 - Tiempo Total Air | -1.833                  | 19.359              | 3.534                   | -9.062   | 5.395    | -.519 | 29 | .608             |

Tabla 6. Estadística analítica para la evaluación del tiempo mediante T de student.

#### Complicaciones.

Para evaluar el grado de complicaciones post colonoscopias se usó la clasificación de Dildo la cual categoriza las complicaciones en grado I para síntomas leves, grado II para síntomas que requieren intervención farmacológica, grado III para pacientes con perforación más intervención quirúrgica, grado IV pacientes con perforación más intervención a la UTI y grado V para muerte.

No fue necesario realizar análisis estadístico de esta variable ya que al 100% de los pacientes se les otorgo un grado I en la clasificación de Dildo por lo que se determina que la realización de colonoscopias mediante insuflación con aire o CO2 es un procedimiento seguro.

#### Parámetros Cardiovasculares.

Se estudió la Tensión Arterial Media en el grupo de insuflación con aire y el grupo con CO2 antes de la colonoscopia, durante y al término de la misma. Se asignó un valor de 1 a los pacientes que presentaron una TAM mayor de 110 mmHg, 2 a los que se les determinó una TAM de 60 a 109 mmHg y un valor de 3 para aquellos que se comportaron hipotensos con una TAM menor a 60 mmHg. Se identificó una diferencia estadísticamente significativa con un valor de  $P < 0.05$  en la TAM antes y durante la realización del

procedimiento con tendencia a la normotensión en el grupo de pacientes insuflados con CO2 e hipertensos a los pacientes insuflados con aire. No se reportó diferencia significativa en la TAM de salida.

En cuanto a la Frecuencia cardiaca se asignó un valor de 1 para los pacientes que se comportaron taquicardicos, es decir, una frecuencia cardiaca igual o mayor a 100 latidos por minuto, un valor de 2 para aquellos que se mantuvieron normocardicos con una frecuencia cardiaca de 61 a 99 latidos por minuto y un valor de 3 a los bradicardicos con 60 o menos latidos por minuto. Siguiendo la misma metodología se midió la frecuencia cardiaca antes, durante y después de la realización de cada colonoscopia. Se analizaron los datos obtenidos en ambos grupos de estudio arrojando los siguientes datos. Ver tabla 7. Hubo una diferencia estadísticamente significativa entre un grupo y otro reportándose tendencia a la taquicardia en los pacientes que fueron insuflados con aire antes, durante y al termino de las colonoscopias, mientras que los pacientes que fueron insuflados con CO2

Prueba de muestras emparejadas

|       |                        | Diferencias emparejadas |                     |                         |  | t    | gl    | Sig. (bilateral) |          |
|-------|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|------|-------|------------------|----------|
|       |                        | Media                   | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |      |       |                  |          |
|       |                        |                         |                     |                         | Inferior                                       |      |       |                  | Superior |
| Par 1 | TAM E CO2 - TAME AIRE  | .200                    | .484                | .088                    | .019   | .381 | 2.262 | 29               | .031     |
| Par 2 | TAM V CO2 - TAMV AIRE  | .133                    | .346                | .063                    | .004   | .262 | 2.112 | 29               | .043     |
| Par 3 | TAM S CO2 - TAM S AIRE | .033                    | .183                | .033                    | -.035  | .102 | 1.000 | 29               | .326     |
| Par 4 | FC E CO2 - FC E AIRE   | .567                    | .626                | .114                    | .333   | .800 | 4.958 | 29               | .000     |
| Par 5 | FC V CO2 - FC V AIRE   | .500                    | .630                | .115                    | .265   | .735 | 4.349 | 29               | .000     |
| Par 6 | FC S CO2 - FC S AIRE   | .300                    | .466                | .085                    | .126   | .474 | 3.525 | 29               | .001     |

Tabla 7. Estadística analítica para la evaluación de las variables cardiovasculares mediante T de student.

#### Parámetros Respiratorios.

Las variables respiratorias que se evaluaron entre ambos grupos de estudio fueron la frecuencia respiratoria, la Presión parcial de CO2 mediante capnografía y la Saturación de Oxígeno mediante oximetría de pulso, antes, durante y al término del procedimiento en estudio.

El capnógrafo es el instrumento encargado de medir la concentración numérica del CO2 basado en el principio de la absorción por parte del CO2. EL valor normal de la presión parcial de CO2 espirado es de 38 mmHg a una presión barométrica de 760 mmHg, y los

valores normales de presión arterial de dicho gas oscilan entre 36 y 44 mmHg con una media de 40 mmHg. Es por esta razón que a los pacientes que presentaron una ETCO<sub>2</sub> mayor a 40 mmHg, es decir, que se comportaron con hipercapnia, se les asignó un valor de 1 y a los que tuvieron una ETCO<sub>2</sub> igual o menor a 40 mmHg se les asignó el valor de 2 para su estudio. Los resultados obtenidos demuestran que el grupo que se insufló con aire tuvo mayor retención de CO<sub>2</sub> mostrando concentraciones mayores de la presión parcial de CO<sub>2</sub> mediante capnografía en comparación con los grupos insuflados con CO<sub>2</sub>. Sin embargo no se presentó ningún efecto adverso pulmonar. Para la evaluación de la frecuencia respiratoria, se determinó una fr mayor en el grupo control tanto a la entrada como a la salida del procedimiento endoscópico sin salir dentro de los parámetros normales, no así durante la canulación de la válvula ileocecal donde hubo cierta tendencia a la taquipnea en ambos grupos. Ver tabla 8.

Prueba de muestras emparejadas

|       |   | Diferencias emparejadas |                     |                         |  |          | t      | gl | Sig. (bilateral) |
|-------|---|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|--------|----|------------------|
|       |   | Media                   | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |        |    |                  |
|       |   |                         |                     |                         | Inferior                                       | Superior |        |    |                  |
| Par 1 | ETCO <sub>2</sub> E CO <sub>2</sub> - ETCO <sub>2</sub> E AIR | .433                    | .504                | .092                    | .245   | .622     | 4.709  | 29 | .000             |
| Par 2 | ETCO <sub>2</sub> V CO <sub>2</sub> - ETCO <sub>2</sub> V AIR | .400                    | .621                | .113                    | .168   | .632     | 3.525  | 29 | .001             |
| Par 3 | ETCO <sub>2</sub> S CO <sub>2</sub> - ETCO <sub>2</sub> S AIR | .467                    | .507                | .093                    | .277   | .656     | 5.037  | 29 | .000             |
| Par 4 | FR E CO <sub>2</sub> - FR E AIRE                              | -1.067                  | 2.227               | .407                    | -1.898   | -.235    | -2.623 | 29 | .014             |
| Par 5 | FR V CO <sub>2</sub> - FR V AIRE                              | -1.067                  | 3.258               | .595                    | -2.283   | .150     | -1.793 | 29 | .083             |
| Par 6 | FR S CO <sub>2</sub> - FR S AIRE                              | -.867                   | 2.145               | .392                    | -1.668   | -.066    | -2.213 | 29 | .035             |

Tabla 8. Evaluación de la presión parcial de CO<sub>2</sub> mediante capnografía y la frecuencia respiratoria al inicio, durante y al final de las colonoscopias en ambos grupos de estudio.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en los niveles de saturación de oxígeno medidos por oximetría de pulso en ambos grupos de estudio al inicio, durante y al final de cada colonoscopia. Los pacientes mantuvieron una adecuada saturación de oxígeno independientemente de la técnica de insuflación usada. Ver tabla 9.

**Prueba de muestras emparejadas**

|                                 | Diferencias emparejadas |                        |                               |   |          | t     | gl | Sig.<br>(bilateral) |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|---|----------|-------|----|---------------------|
|                                 | Media                   | Desviación<br>estándar | Media de<br>error<br>estándar | 95% de intervalo de<br>confianza de la diferencia |          |       |    |                     |
|                                 |                         |                        |                               | Inferior  | Superior |       |    |                     |
| Par 1 SO2 E CO2 - SO2 E<br>AIRE | .100                    | .845                   | .154                          | -.215   | .415     | .648  | 29 | .522                |
| Par 2 SO2 V CO2 - SO2 V<br>AIRE | .200                    | .714                   | .130                          | -.067   | .467     | 1.533 | 29 | .136                |
| Par 3 SO2 S CO2 - SO2 S<br>AIRE | -.033                   | .765                   | .140                          | -.319   | .252     | -.239 | 29 | .813                |

Tabla 9. Evaluación estadística de la SO2.

## **XII. CONCLUSIONES.**

Mediante el presente trabajo se pudo comprobar que el realizar colonoscopias mediante insuflación con CO<sub>2</sub> provoca menos distensión abdominal y menos dolor en comparación con los que son insuflados con CO<sub>2</sub>; esto, con independencia de las características demográficas de la población.

No se identificó ventaja alguna en el tiempo de realización de las colonoscopias insufladas con CO<sub>2</sub> en comparación con la técnica convencional. Es importante evaluar este parámetro de manera específica de acuerdo a la indicación de colonoscopia, es decir, determinar previo a la medición de este parámetro si el objetivo de dicho procedimiento es diagnóstico, terapéutico o de vigilancia ya que de acuerdo a esta categorización va a variar el tiempo de realización así como el grado de dificultad. Otros factores identificados como sesgos en este trabajo para la evaluación del tiempo fueron la calidad de la preparación intestinal, las habilidades y la experiencia de cada endoscopista operador.

En cuanto a las complicaciones no se presentó ninguna reacción adversa cardiovascular o respiratoria que requiriera intervención farmacológica o quirúrgica, por lo que podemos concluir que la realización de colonoscopias con CO<sub>2</sub> en un Hospital de segundo nivel es un procedimiento seguro que puede llevarse a cabo de manera ambulatoria reduciendo gastos intrahospitalario, tanto por la mínima necesidad de medicamentos como por la rápida recuperación de los pacientes lo cual se traduce en menor estancia intrahospitalaria.

A pesar de los beneficios y seguridad que ha demostrado el uso de CO<sub>2</sub> a nivel del tubo digestivo bajo para la insuflación durante las colonoscopias, no se ha homogenizado el uso de esta técnica. La explicación podría ser el bajo impacto económico que genera la implementación de estos dispositivos por las casas comerciales del mercado endoscópico. Sin embargo, mediante este ensayo se evidencia una alternativa de la técnica de insuflación con sus respectivas ventajas. Es importante realizar líneas de investigación futuras que demuestren un impacto económico para la promoción de esta técnica en beneficio de la calidad de vida de los pacientes.

### XIII. BIBLIOGRAFIA.

1. Quality indicators for GI Endoscopic procedures. *Gastrointestinal Endoscopy journal*, 2014.
2. Rex DK, Petrini JL, Baron TH, et.al. Quality indicators for colonoscopy. *Am J Gastroenterol* 2016; 101: 873-85.
3. Methods of luminal distension for colonoscopy. Vol 77, No.4: 2013. *Gastrointestinal Endoscopy journal*, 2013.
4. Filip Janssens, Jacques Deviere, Pierre Eisendrath, et. Al. Carbon dioxide for gut distension during digestive endoscopy: Technique and practice survey. *World J Gastroenterol*. 2009 Mar 28; 15(12): 1475–1479.
5. Bretthauer M1, Hoff GS, Thiis-Evensen E, Huppertz-Hauss G, Skovlund E. Air and carbon dioxide volumes insufflated during colonoscopy. *Gastrointest Endosc*. 2003 Aug;58(2):203-6.
6. Saltzman HA, Sieker HO. Intestinal response to changing gaseous environments: normobaric and hyperbaric observations. *Ann N Y Acad Sci*. 1968 Feb 26;150(1):31-9
7. Yasumasa K, Nakajima K, Endo S, et al. Carbon dioxide insufflation attenuates parietal blood flow obstruction in distended colon: potential advantages of carbon dioxide insufflated colonoscopy. *Surg Endosc* 2006; 20:587-94.
8. Arora G, Mannalithara A, Singh G, et al. Risk of perforation from a colonoscopy in adults: a large population-based study. *Gastrointest Endosc* 2009;69:654-64
9. Kozarek RA, Earnest DL, Silverstein ME, et al. Air-pressure-induced colon injury during diagnostic colonoscopy. *Gastroenterology* 1980;78:7-14.
10. Kozarek RA, Sanowski RA. Use of pressure release valve to prevent colonic injury during colonoscopy. *Gastrointest Endosc* 1980;26:139-42.
11. Bretthauer M, Lynge AB, Thiis-Evensen E, et al. Carbon dioxide insufflation in colonoscopy: safe and effective in sedated patients. *Endoscopy* 2005;37:706-9.
12. Kim HG. "Painless Colonoscopy: Available Techniques and instruments". *Clin Endosc*. 2016 sep; 49 (5): 444. Epub 2016 sep 30.
13. Michael Bretthaver, MD, PhD. "Who is for CO2? Slow Adoption of Carbon Dioxide Insufflation in Colonoscopy". *Ann Inter Med*. 2016; 165 (2): 145-146.
14. M.S. Sajid J. Cosuell. "Carbon dioxide insufflation vs conventional air insufflation for colonoscopy: a systemic review and meta – analysis of published randomized controlled trials". *Colorectal Disease* 2014. The Association of coloproctology of Great Britain and Ireland 17, 111-123.
15. Fernandez-Calderon M, Muñoz-Navas MA, Carrascosa-Gil J et al. Carbon dioxide vs. air insufflation in ileo-colonoscopy and in gastroscopy plus ileo-colonoscopy: a comparative study. *Rev Esp Enferm Dig* 2012; 104: 237–41
16. Becker GL. The prevention of gas explosions in the large bowel during electrosurgery. *Surg Gynecol Obstet* 1953; 97: 463–7.
17. Geyer M, Guiller U, Beglinger Ch. Carbon dioxide insufflation in colonoscopy is safe: a prospective trial of 347 patients. *Endosc* 2012; 69:2532.

18. Hussein AM, Bartram CI, Williams CB. Carbon dioxide insufflation for more comfortable colonoscopy. *Gastrointest Endosc* 1984; 30: 68–70
19. Williams CB. “Who’s for CO2?”. *Gastrointestinal Endosc* 1986; 32: 365-7.
20. García García José; Fiacro Jimenez Ponce. Et. Al. Metodología de la investigación bioestadística y bioinformática en ciencias medicas y de la salud. 2da edición. MC Graw Hill, 2014. HOSPITAL GENERAL DE MEXICO.
21. NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos.
22. Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*, (4ta ed). México: Limusa. Pp. 111-141
23. Hernández Sampieri R, Fernández – Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar. (2006). *Metodología de la investigación*. 4ta ed. México. Mc Graw Hil