

MED. GRAL. JOSE JAVIER LOPEZ GARCIA

Comparación de la presión de neumatapomamiento medido con manómetro electrónico contra manómetro analógico, en pacientes sometidos a anestesia general

2024



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

“Comparación de la presión de neumatapomamiento medido con manómetro electrónico contra manómetro analógico, en pacientes sometidos a anestesia general”

Tesis

Que como parte de los
requisitos para obtener el
Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGIA

Presenta:

Med. Gral. José Javier López García

Dirigido por:

Med. Esp. Claudia Castañón Garay
Med. Esp. Gerardo Enrique Bañuelos Díaz

Querétaro, Qro., Junio 2024.

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad en Anestesiología

**“COMPARACIÓN DE LA PRESIÓN DE NEUMOTAPONAMIENTO MEDIDO CON
MANÓMETRO ELECTRÓNICO CONTRA MANÓMETRO ANALÓGICO, EN
PACIENTES SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL”**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Anestesiología

Presenta:

Dr. José Javier López García

Dirigido por:

Med. Esp. Claudia Castañón Garay
Med Esp. Gerardo Enrique Bañuelos Díaz

Sinodales:

Presidente: Med. Esp. Claudia Castañón Garay
Secretario: Med Esp. Gerardo Enrique Bañuelos Díaz
Vocal: Med. Esp. Iván Manzo García
Suplente: Med. Esp. Rodrigo Arteaga Villalba
Suplente: Med. Esp. Juan Carlos Delgado Márquez

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Junio 2024
México

RESUMEN

Antecedentes: La presión del balón de neumotaponamiento debe estar en un rango que reduzca el riesgo de aspiración de secreciones orofaríngeas, que permita la ventilación con presión positiva y no comprometa la perfusión de la mucosa traqueal. Múltiples estudios han determinado como óptimo una presión dentro del rango de 20 a 30 cm H₂O. Aun en la actualidad, la medición de la presión del balón de neumotaponamiento en la sala quirúrgica durante una anestesia general, no es una práctica rutinaria, esto debido principalmente a la falta de dispositivos en las unidades y su alto costo. **Objetivo general:** Comparar la medición de la presión del neumotaponamiento en pacientes sometidos a anestesia general, con el uso de un manómetro electrónico y un manómetro analógico. **Material y métodos:** Se trata de un estudio observacional, analítico y prospectivo en pacientes sometidos a intubación endotraqueal para anestesia general en el Hospital General Regional No. 1 Querétaro. Después de la intubación endotraqueal, se tomó la presión del balón de neumotaponamiento dentro de los 10 minutos posteriores a la insuflación del balón, utilizando un manómetro analógico (VBM®) y un manómetro electrónico de tipo jeringa (AG CUFFIL®). Cuando la presión se encontró fuera de los límites recomendados como óptimos, fue comunicado el médico anesthesiólogo a cargo de la sala quirúrgica, para tomar la decisión sobre la corrección del hallazgo. **Resultados:** El 45.1% de los pacientes presentaron una presión óptima del balón. No se observaron diferencias significativas entre el uso de un manómetro analógico y uno electrónico para medir la presión del balón, observándose una correlación muy alta (0.976). La diferencia media entre ambos manómetros fue de 1.9 ± 1.44 mmHg, y la mayoría de las diferencias estuvieron dentro del rango de 1.00 a 3.00 mmHg. La palpación digital fue la técnica de medición más utilizada, representando el 73.3% de los casos. **Conclusiones:** La presión del neumotaponamiento de la sonda endotraqueal medida por el manómetro electrónico es igual a la medición de la presión hecha por el manómetro analógico en pacientes sometidos a anestesia general, en el Hospital General Regional No.1, Querétaro.

Palabras clave: Anestesia, Endotraqueal, Manómetro.

SUMMARY

Background: The cuff pressure of endotracheal tubes should be within a range that reduces the risk of oropharyngeal secretion aspiration, allows ventilation with positive pressure, and does not compromise tracheal mucosal perfusion. Multiple studies have determined an optimal pressure within the range of 20 to 30 cm H₂O. However, measuring cuff pressure in the operating room during general anesthesia is not a routine practice due to the lack of devices and their excessive cost. **General Objective:** To compare cuff pressure measurement in patients undergoing general anesthesia using an electronic manometer and an analog manometer. **Material and Methods:** This was an observational, analytical, and prospective study conducted in patients undergoing endotracheal intubation for general anesthesia at Regional General Hospital No. 1, Querétaro. Cuff pressure was measured within 10 minutes of cuff inflation using an analog manometer (VBM®) and a syringe-type electronic manometer (AG CUFFIL®). When pressure was found outside the recommended optimal limits, it was communicated to the anesthesiologist in charge of the operating room for corrective action. **Results:** 45.1% of patients exhibited optimal cuff pressure. There were no significant differences between using an analog or electronic manometer to measure cuff pressure, with an exceedingly high correlation (0.976) observed. The mean difference between the two manometers was 1.9 ± 1.44 mmHg, with the majority falling within the range of 1.00 to 3.00 mmHg. Digital palpation was the most used measurement technique, representing 73.3% of cases. **Conclusions:** Cuff pressure of the endotracheal tube measured by the electronic manometer is equivalent to pressure measurement made by the analog manometer in patients undergoing general anesthesia at Regional General Hospital No. 1, Querétaro.

Keywords: Anesthesia, Endotracheal, Manometer.

DEDICATORIAS

A mi esposa con mucho amor, que como compañera de vida a pesar de las adversidades ha estado a mi lado en los momentos importantes y difíciles, con su paciencia y amor me motiva cada día a ser mejor.

A mi madre querida que supo formarme con buenos hábitos y valores, lo cual gracias a sus enseñanzas me ha llevado a culminar este camino lleno de retos. Su apoyo incondicional ha sido parte fundamental en cada etapa de mi vida.

A mi hermano, que siempre ha estado brindandome su apoyo. Este es un logro más y como todo lo bueno que he realizado, espero siga motivandolo y poder ser el mejor ejemplo para él.

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa y madre que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir este gran objetivo personal y académico. Con cariño siempre me han impulsado a seguir mis metas.

A mis maestros todos y cada uno, en especial a la Dra. Maribel Escorcía, que han sido parte muy importante de mi enseñanza, agradecido por que compartieron su conocimiento y experiencia para hoy poder estar aquí al final de este largo camino.

A mis asesores la Dra. Claudia Castañón Garay y el Dr. Gerardo Enrique Bañuelos Díaz, les agradezco enormemente aceptar asesorarme y brindarme su dedicación y apoyo, gracias a su orientación este proyecto llegó a buen término.

ÍNDICE

RESUMEN	iii
SUMMARY	iv
DEDICATORIAS	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ABREVIATURAS Y SIGLAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. ANTECEDENTES	5
V. HIPÓTESIS	13
VI. OBJETIVOS	14
VI.1 OBJETIVO GENERAL	14
VI.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
VII. MATERIAL Y MÉTODOS	15
VII.1. Diseño de la investigación	15
VII.2. Definición de la población	15
VII.3. Lugar de la investigación	15
VII.4. Tiempo programado para realizar el estudio	15
VII.5. Grupos de estudio	15
VII.6. Criterios de selección	15
VII.7. Tamaño de muestra	16
VII.8 Variables	17
VII.9. Técnica muestral	19
VII.10. Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.	19
VII.11. Procesamiento de datos y análisis estadístico.	20
VIII. RESULTADOS	21
IX. DISCUSIÓN	27
X. CONCLUSIONES	30
XI. BIBLIOGRAFÍA	31
XII. ANEXOS	34

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

Tabla I. Correlación entre variables de presión y características físicas de 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal Hospital General Regional No.1.....	25
Tabla II. Presión de neumotaponamiento según sexo y técnica empleada en 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal, clasificados de acuerdo con el uso de manómetro analógico o electrónico.....	26
Tabla III. Presión de neumotaponamiento según sexo y técnica empleada en 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal, clasificados de acuerdo con el uso de manómetro analógico o electrónico.....	27
Tabla IV. Diferencia de la presión de neumotaponamiento tomada con manómetro analógico y electrónico en 195 pacientes sometidos a cirugía electiva.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Población por sexo de 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal en el Hospital General Regional No.1.....	22
Figura 2. Distribución de edad de 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal Hospital General Regional No.1.....	23
Figura 3. Presión de neumotaponamiento en 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal, clasificados de acuerdo con el uso de manómetro analógico o electrónico.....	23
Figura 4. Correlación de presión medida con manómetro analógico y electrónico en 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal Hospital General Regional No.1.....	25

ABREVIATURAS Y SIGLAS

CE: Comisión Europea

cmH₂O: Centímetros de agua

FDA: Food and Drug Administration

Fr: French (unidad de medida de diámetro de catéteres y tubos, equivalente a 0.33 mm)

IET: Intubación Endotraqueal

Kg: Kilogramos

MA: Manómetro Analógico

ME: Manómetro Electrónico

mmHg: Milímetros de mercurio

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos

I. INTRODUCCIÓN

La intubación endotraqueal (IET) es un procedimiento vital utilizado en anestesia y reanimación para asegurar la permeabilidad de las vías respiratorias y permitir la ventilación mecánica. Desde sus primeros registros en la historia de la medicina hasta su evolución moderna, la IET ha sido fundamental en la atención perioperatoria y en situaciones críticas donde el control de la vía aérea es crucial. A lo largo del tiempo, se han desarrollado diversos dispositivos y técnicas para mejorar la seguridad y eficacia de este procedimiento, incluyendo el uso de balones de neumotaponamiento para sellar la tráquea y evitar la aspiración de contenido gástrico.

Sin embargo, la presión puede variar considerablemente y mantenerla dentro de un rango óptimo es fundamental para prevenir complicaciones como la isquemia de la mucosa traqueal o la microaspiración. En la práctica clínica, la medición precisa de esta presión es esencial, pero suele ser subjetiva y poco precisa.

En este contexto, surge la necesidad de comparar diferentes métodos de medición de la presión, como los manómetros analógicos (MA) y electrónicos (ME), con el fin de determinar su eficacia y fiabilidad en la práctica clínica. Este estudio busca analizar la correlación entre estos dispositivos y promover la incorporación de la medición rutinaria de la presión de neumotaponamiento en la atención perioperatoria, contribuyendo así a una mayor seguridad y calidad en el manejo de las vías respiratorias durante la intubación endotraqueal. Para lo anterior, se empleó el software SPSS versión 25, se llevaron a cabo análisis estadísticos, como la correlación de Spearman, la prueba t de Student pareada e independiente, el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de chi-cuadrado (χ^2), empleando un nivel de significancia de $p < 0.05$.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestra institución el inflado del neumotaponamiento del tubo endotraqueal se realiza habitualmente con una jeringa desechable, y dicha presión se evalúa con técnicas subjetivas como digitopalpación o técnica de fuga mínima, al no existir algún instrumento de medición de la presión del neumotaponamiento, se presta poca atención a conocerla con precisión después de la intubación endotraqueal, aumentando así el riesgo de complicaciones y morbilidad para los pacientes sometidos a anestesia general.

Los estudios realizados demuestran que son considerablemente frecuentes las presiones de neumotaponamiento fuera del rango considerado como aceptable. Ninguna de las técnicas empíricas puede garantizar el adecuado inflado y sello del tubo endotraqueal contra las paredes traqueales.

Actualmente, gracias al avance tecnológico, además de los tradicionales manómetros analógicos, existen diversos dispositivos, desde los elaborados “artesanalmente” hasta electrónicos; los cuales son portátiles, novedosos y simples, que proporcionan una lectura digital de la presión del neumotaponamiento, traducándose en un método sencillo e incluso más accesible en cuanto a costo para conocer con exactitud la presión del neumotaponamiento.

Tomando en consideración que debemos mantener una presión de neumotaponamiento dentro de un rango óptimo para así evitar complicaciones debidas a un inflado excesivo o insuficiente, debe ser necesaria la correcta medición y vigilancia de esta presión en todos los procedimientos en el que el paciente sea sometido a anestesia general bajo intubación endotraqueal.

Debido a que en nuestra institución no se realiza rutinariamente la medición de la presión del neumotaponamiento del tubo endotraqueal, este trabajo de investigación se enfoca en la necesidad de una medición correcta de dicha presión de neumotaponamiento.

Es conocido que las complicaciones laríngeas, traqueales y pulmonares después de una intubación endotraqueal se relacionan con la presión del neumotaponamiento

ejercida sobre la tráquea, por lo que es categórico emplear métodos confiables y seguros para su correcta medición, como el ya conocido manómetro aneroide, además de otras opciones novedosas actualmente disponibles como el manómetro electrónico de tipo jeringa, manteniendo así una presión óptima y prevenir morbilidad en el paciente. Además de establecer el uso de estos dispositivos como punto de buena práctica en nuestro ejercicio diario.

Por todo lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la correlación entre la presión medida por manómetro electrónico versus manómetro analógico del neumotaponamiento de la sonda endotraqueal, en pacientes bajo a anestesia general?.

III. JUSTIFICACIÓN

El inflado del balón de neumotaponamiento del tubo endotraqueal sella la tráquea, para mantener la ventilación mecánica con presión positiva y reducir la posibilidad de microaspiración del contenido gástrico. La presión del balón de neumotaponamiento del tubo endotraqueal se determina regularmente mediante métodos como dígito-palpación del balón o la técnica de fuga mínima, entre otros, y la presión que se obtiene dentro del mismo no se mide con exactitud. Es frecuente que las presiones sean excesivas (mayor a 30 cmH₂O) e incluso menores (por debajo de 20 cmH₂O), lo que conlleva riesgos de compromiso de la circulación de la mucosa traqueal, pudiendo llegar hasta la isquemia y por otro lado el riesgo de microaspiración y neumonitis. Debido a que en nuestro medio no se cuenta con instrumentos para medición del neumotaponamiento después de la intubación endotraqueal en pacientes bajo anestesia general. Éste trabajo tiene como fin comparar la presión del neumotaponamiento utilizando un manómetro electrónico de tipo jeringa (AG CUFFIL®) y un manómetro analógico (VBM®), ambos comerciales, pero con diferentes características y costos. Además de fomentar en nuestra práctica clínica la incorporación de la medición rutinaria de la presión del neumotaponamiento con diferentes dispositivos actualmente disponibles.

IV. ANTECEDENTES

Intubación endotraqueal

La intubación traqueal es una técnica de anestesia o de reanimación. Consiste en introducir en la tráquea a través del orificio glótico un tubo cuyo extremo superior sale por la boca (intubación orotraqueal) o por una narina (intubación nasotraqueal). Este procedimiento asegura la libertad y hermeticidad de las vías aéreas y permite la ventilación mecánica.¹

El manejo de las vías respiratorias es de importancia fundamental en la atención perioperatoria. La Intubación endotraqueal es el método de elección para el control de la vía respiratoria, de esta manera se establece una vía aérea definitiva proporcionando protección para la aspiración del contenido gástrico.¹

Esta comienza en 1542 con Andrea Vesalio, al introducir un trozo de caña en la tráquea de un cordero moribundo, para mantener la ventilación del animal. Las primeras intubaciones endotraqueales fueron utilizadas en la reanimación de víctimas de ahogamiento y difteria. En 1788, Charles Kite utilizó por primera vez tubos endotraqueales en este tipo de pacientes y describió su uso por vía oral o nasal.²

Trendelemburg en el año 1871, en Alemania, realizó la primera anestesia endotraqueal en un ser humano, a través de una traqueostomía. Joseph O'Dwyer diseñó el precursor del tubo endotraqueal actual en la década de 1880. A William Macedow se le atribuye la primera intubación orotraqueal para un procedimiento electivo. Veinte años más tarde, el Dr. Franz Kuhn, otorrinolaringólogo alemán, elaboró un tubo flexometálico que se podía adaptar a la anatomía de las vías respiratorias superiores.²

Fue hasta el año de 1910, en el que Dorrance utilizó un manguito inflable en el tubo endotraqueal. Años más tarde, en 1928 Ralph Waters y Guedel desarrollaron el primer tubo endotraqueal con manguito, esto marcó el nacimiento del tubo endotraqueal moderno.⁶

Durante la Primera Guerra Mundial Magill junto a Rowbotham realizaron varias intubaciones endotraqueales para anestesia en soldados. Estas acciones marcaron a Magill como uno de los pioneros de la anestesia moderna y ayudaron a convertirla en una especialidad médica independiente. Con el paso de los años se utilizaron diferentes cánulas endotraqueales de diversos materiales como caucho y cobre, a través de los cuales se administró anestesia inhalatoria.³

Tubos endotraqueales

Los tubos endotraqueales modernos son tubos de plástico, comúnmente de cloruro de polivinilo, de un solo uso y desechables, diseñado para introducirse por la nariz o la boca, existen diferentes tipos, pero con características comunes, como un conector universal de 15 mm, un globo en su porción distal para mantener un sello entre la luz de la tráquea y el tubo cuando es insuflado, tienen punta biselada y una abertura distal adicional conocida como ojo de Murphy.⁴

Hay dos tipos de tubos endotraqueales, con balón de neumotaponamiento y sin balón. Actualmente se utilizan con mayor frecuencia los tubos con balón de neumotaponamiento. Históricamente los tubos sin balón se habían utilizado en niños debido a al tamaño y anatomía de la vía aérea, recientemente esta práctica ha sido desafiada para que en la actualidad sean utilizados los tubos con balón en los pacientes pediátricos.⁵

El calibre de los tubos endotraqueales tiene un diámetro interno que va de 2.5 a 10.0 mm, habitualmente se elige el tamaño del tubo en base al género, talla y edad del paciente, sin embargo, puede realizarse la elección al llevar a cabo la laringoscopia.⁴

Los tubos endotraqueales más nuevos han incorporado novedosas intervenciones para reducir la aspiración de secreciones, como la incorporación de balones de alto volumen y baja presión, puertos de drenaje de secreciones y luz de tubo recubierto (por ejemplo, de plata).⁷

Balón de Neumotaponamiento

Es un balón inflable que rodea al eje del tubo cerca de su extremo distal, de un material elástico que expande simétricamente en todo su diámetro para ocluir la vía aérea.¹³

El tubo endotraqueal con balón de neumotaponamiento se utiliza comúnmente para proporcionar ventilación mecánica en salas de operaciones, salas de emergencias y unidades de cuidados intensivos (UCI). Como protección de las vías respiratorias, el tubo tiene este balón alrededor de su porción distal el cual debe inflarse a través de una válvula piloto para sellar el espacio entre el tubo y las paredes de la tráquea. El incumplimiento de la presión recomendada puede provocar complicaciones.⁶

Están diseñados para prevenir la aspiración y permitir la ventilación con presión positiva, siempre que se mantenga una presión adecuada del manguito. A pesar de las complicaciones relacionadas con la presión de neumotaponamiento, no existen directrices sobre la presión óptima, la frecuencia y los métodos de medición de la presión.⁷

Existen 2 tipos de balones de neumotaponamiento: Los de alta presión y bajo volumen, anteriormente fabricados de goma, los cuales requieren presiones mayores de 100 cmH₂O, asociados a mayores lesiones traqueales. Y los balones de alto volumen y baja presión, utilizados en la actualidad, produciendo una baja presión sobre la mucosa traqueal.¹³

Además, estos balones son elaborados de diferentes materiales. Los tubos con balones de poliuretano, en comparación con los tubos con balones de polivinilo protegen de manera más eficiente contra la microaspiración, esto debido a que el poliuretano cubre los contornos irregulares de la mucosa traqueal, sin dejar espacios donde puedan almacenarse dichas secreciones.¹⁴

Presión de Neumotaponamiento

Es la presión otorgada por el aire dentro del globo del tubo endotraqueal, la cual es recomendada desde 20 a 30 cmH₂O. La presión del balón de neumotaponamiento debe estar en un rango que garantice la entrega del volumen tidal establecido para la ventilación mecánica, reduzca el riesgo de aspiración de secreciones que se acumulan por encima del balón y que no comprometa la perfusión de la mucosa traqueal.⁸

La presión puede verse afectada por varios problemas; factores del paciente (el tamaño de la tráquea y la posición del balón en la tráquea), factores anestésicos (uso intraoperatorio de alta presión en las vías respiratorias y uso de óxido nitroso) y factores relacionados con el balón (diferencias en el diámetro, el grosor la forma y la distensibilidad de este).¹¹

Los principales síntomas relacionados con la intubación endotraqueal son dolor de garganta, ronquera y disfagia. Se cree que el daño de la mucosa a nivel del manguito es una causa importante de morbilidad traqueal.⁹

El dolor de garganta postoperatorio se considera una complicación menor, que resuelve espontáneamente en días, pero causa angustia y disminuye la calidad de la recuperación y el grado de satisfacción del paciente. Diversos estudios demuestran que la medición y el ajuste de la presión de neumotaponamiento con manómetro comparado con las técnicas convencionales, disminuye esta complicación, además de la tos y ronquera.¹³

La presión por arriba de 30 cmH₂O durante un tiempo significativo causará daño isquémico en la mucosa traqueal debido a la oclusión de los capilares de la mucosa. Si esta isquemia persiste por tiempo prolongado, puede causar cicatrices que progresarán a estenosis subglótica y traqueal.⁸

Una presión baja del neumotaponamiento, menor de 20 cmH₂O puede causar aspiración. Esto indica que se requiere una inflación óptima del balón para evitar

complicaciones. Una presión de neumotaponamiento óptima, oscila entre 20 y 30 cmH₂O. Este límite de presión se determina en parte por la presión de perfusión capilar de la tráquea (48 cm H₂O) y la presión de oclusión mínima requerida para la ventilación con presión positiva.¹⁰

Por ejemplo, en la cirugía laparoscópica existen cambios fisiológicos, que alteran la presión del neumotaponamiento, debido a factores como la posición del paciente, los efectos de la presión del gas en una cavidad cerrada y los efectos sistémicos del dióxido de carbono. El monitoreo y ajuste de la presión de neumotaponamiento utilizando un manómetro se recomienda en todas las cirugías laparoscópicas debido a las fluctuaciones que existen durante los diferentes momentos de este tipo de abordaje quirúrgico.⁹

Además, se ha demostrado que los cambios de posición en los pacientes bajo intubación endotraqueal alteran la posición del tubo en la tráquea, lo que resulta en cambios en la presión del balón.¹¹ Cambiar la posición de la cabeza causa el desplazamiento del tubo endotraqueal. Levantar la cabeza afecta la presión al influir en la posición del cuello.¹⁶

Con la mezcla de gases anestésicos se produce un aumento de la presión del balón de neumotaponamiento, eso se asoció a mayor dolor de garganta en el periodo postoperatorio.¹⁵

La mayoría de los helicópteros de uso sanitario no están presurizados. Los gases se expanden con la altitud porque desciende la presión barométrica (1000 pies). Durante el transporte aéreo este aumento de presión genera puede generar complicaciones isquémicas. Ya que es necesario mantener siempre una presión óptima es indispensable regular la cantidad de aire o inflar el balón con un líquido.²¹

Técnicas de inflado del balón de neumotaponamiento

Son técnicas que se emplean para insuflar el globo del tubo endotraqueal, estas pueden ser subjetivas o con dispositivos destinados para este fin.²

A pesar de las posibles consecuencias conocidas, la medición de la presión del balón de neumotaponamiento dentro de la sala de operaciones no es rutinaria, por lo que esta se evalúa de forma subjetiva. Entre los diversos métodos de inflado del neumotaponamiento para sellar las vías respiratorias, se encuentran:¹²

1. Técnica de volumen oclusivo mínimo: Utiliza la auscultación, en función de cuanto volumen se requiere para eliminar fugas sonoras.
2. Técnica del espirómetro: Mide directamente los volúmenes de inspiratorios y espiratorios.
3. Técnica de mínima fuga: Volumen de aire inyectado que se requiere para auscultar una pequeña fuga al final de la inspiración.
4. Técnica de volumen predeterminado: Inyección de un volumen de aire predeterminado por el operador para inflar el balón de neumotaponamiento.
5. Técnica de digito-palpación: Palpación del globo piloto después de inflar el manguito endotraqueal para estimar la presión.¹²

La mayoría de los anestesiólogos comprueban el sellado del balón a través de la palpación manual del globo piloto del tubo. Se deja de inflar el globo piloto cuando sienten que está lo suficientemente rígido. Sin embargo, esta técnica se correlaciona mal con la presión del balón medida, generalmente se subestiman causando sobre inflación. Sobre la base de diversos estudios, se recomienda utilizar un manómetro adecuadamente calibrado para controlar la presión y evitar el uso de métodos convencionales, que no son fiables.¹⁶

Manómetro

Son dispositivos que se utilizan para inflar y monitorizar la presión de las mascarillas laríngeas y de los tubos endotraqueales.¹⁷

Desde hace varias décadas se dispone de manómetros para evaluar y mantener las presiones recomendadas del globo endotraqueal. Se recomienda que se utilice siempre durante el inflado del neumotaponamiento para que las presiones estén dentro del rango recomendado.²⁰

El manómetro aneroide es el dispositivo más utilizado para controlar la presión del neumotaponamiento. Existen diferentes tipos y marcas comerciales como VBM, Posey Cufflator, Ambu, entre otros. Son considerados reutilizables, proporcionan una medición analógica, y tienen zonas marcadas con código de colores para mejor identificación, cuentan con mango de inflación y válvula de liberación.¹⁹

Estos manómetros y otros dispositivos no están disponibles en todos los lugares. Se han llegado a crear y utilizar métodos accesibles para esta medición, como el uso de un manómetro de presión arterial y un conector de tres vías. Esta medición será expresada en mmHg y deberán convertirse en cmH₂O, usando la fórmula $1 \text{ mmHg} = 1.35 \text{ cmH}_2\text{O}$.¹⁷

Aunque el uso de manómetros no es común en la práctica clínica, la disponibilidad de nuevos dispositivos, que además son compactos y portátiles permite una fácil integración en la práctica diaria y puede ayudar a reducir la incidencia de complicaciones postoperatorias.¹⁸

Actualmente, existen diferentes dispositivos comerciales de tipo jeringa diseñados específicamente para el inflado del neumotaponamiento. La jeringa Tru-Cuff, la cual mediante bandas de colores indica la presión a la que se encuentra el balón de neumotaponamiento. La jeringa AG Cuffill está fabricada con un sensor de presión en el dispositivo y es capaz de mostrarla de manera digital en la pantalla durante el inflado. Ambos dispositivos están aprobados por la FDA y la Comisión Europea (CE) para su uso en seres humanos.¹⁹

La jeringa AG Cuffill en estudios in vitro e in vivo han demostrado adecuada correlación con los manómetros estándar. Es significativamente menos costoso que un manómetro estándar, 8 a 10 dólares frente a 300 dólares. Dado su costo, ambos dispositivos pueden satisfacer la necesidad tanto en el quirófano como en los diferentes lugares donde se realiza una intubación endotraqueal.²⁰

Epidemiología

De acuerdo con las cifras internacionales y nacionales la intubación endotraqueal es un procedimiento común que ocurre aproximadamente 15 a 20 millones de veces al año en los Estados Unidos. La presión de neumotaponamiento habitualmente están fuera del rango recomendado, entre el 60 y 80% de las veces.⁵ El uso generalizado de los manómetros se ve limitado por su alto costo de venta y la baja conciencia sobre el uso de estos dispositivos. Los trabajadores de la salud que inflan el balón de neumotaponamiento sin la ayuda de un manómetro de presión utilizan el 98% de las veces distintos métodos para determinar el adecuado sello del neumotaponamiento, siendo estos subjetivos y poco precisos.¹⁰ La mayoría de los anesthesiólogos comprueba la presión del balón de neumotaponamiento utilizando la palpación manual del globo piloto del tubo endotraqueal, usualmente causando sobre inflación y posibles complicaciones de la vía aérea.¹² Se ha informado de que la incidencia de dolor de garganta postoperatorio tiene una incidencia del 17 al 26 % de los pacientes postoperados, aunque algunos estudios han informado incidencia de hasta el 50%.¹⁸ No existen estudios en México y Latinoamérica que comparen la presión de neumotaponamiento entre ambos dispositivos.

V. HIPÓTESIS

La presión del neumotaponamiento de la sonda endotraqueal medida por el manómetro electrónico es igual a la medición de la presión hecha por el manómetro analógico en pacientes sometidos a anestesia general, en el Hospital General Regional No.1, Querétaro.

Ho: La correlación entre la presión del neumotaponamiento de la sonda endotraqueal medida por el manómetro electrónico versus manómetro analógico es igual o menor a 0.8, en pacientes bajo a anestesia general.

Ha: La correlación entre la presión del neumotaponamiento de la sonda endotraqueal medida por el manómetro electrónico versus manómetro analógico es mayor a 0.8, en pacientes bajo a anestesia general.

La presión del neumotaponamiento medida por manómetro analógico, es mayor a la presión óptima recomendada, en pacientes bajo a anestesia general.

Ho: La presión del neumotaponamiento medida con manómetro analógico, es igual o menor a la presión óptima recomendada, en pacientes bajo anestesia general.

Ha: La presión del neumotaponamiento medida con manómetro analógico, es diferente a la presión óptima recomendada, en pacientes bajo anestesia general.

La presión del neumotaponamiento medida con manómetro electrónico, es mayor a la presión óptima recomendada, en pacientes bajo a anestesia general.

Ho: La presión del neumotaponamiento medida con manómetro electrónico, es igual o menor a la presión óptima recomendada, en pacientes bajo anestesia general.

Ha: La presión del neumotaponamiento medida con manómetro electrónico, es igual o menor a la presión óptima recomendada, en pacientes bajo anestesia general.

VI. OBJETIVOS

VI.1 OBJETIVO GENERAL

- Comparar la presión del neumotaponamiento, utilizando un manómetro electrónico versus manómetro analógico, en pacientes sometidos a anestesia general.

VI.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir la presión del neumotaponamiento con manómetro analógico, en pacientes sometidos a anestesia general.
- Medir la presión del neumotaponamiento con manómetro electrónico, en pacientes sometidos a anestesia general.

VII. MATERIAL Y MÉTODOS

VII.1. Diseño de la investigación

Estudio observacional, analítico y prospectivo.

VII.2. Definición de la población

Pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital General Regional No.1 del Instituto Mexicano del Seguro Social de Querétaro.

VII.3. Lugar de la investigación

Hospital General Regional No. 1 del Instituto Mexicano del Seguro Social de Querétaro.

VII.4. Tiempo programado para realizar el estudio

6 meses.

VII.5. Grupos de estudio

Pacientes programados para cirugía electiva, sometidos a anestesia general bajo intubación endotraqueal.

VII.6. Criterios de selección

a) Criterios de inclusión

- Pacientes ASA 1, 2 y 3.
- Pacientes para cirugía electiva, que requieran anestesia general con intubación endotraqueal.
- Pacientes mayores de 18 años.

b) Criterios de exclusión

- Mujeres embarazadas.
- Pacientes con antecedente de traqueostomía.
- Pacientes con antecedente de intubación prolongada.
- Pacientes con tumoraciones de cuello.

- Pacientes con alteraciones anatómicas laríngeas o traqueales.

c) Criterios de eliminación

- Pacientes que presenten intubación difícil.
- Pacientes que presenten complicaciones anestésicas durante la inducción o intubación.

VII.7. Tamaño de muestra

De acuerdo con el libro “Muestreo y tamaño de muestra. Una guía práctica para personal de salud que realiza investigación”, se obtiene de la tabla VII. Tamaño de muestra para estudios de correlación simple, de acuerdo con el nivel de significación de 0.025 a 0.05, con un valor de poder de r de 0.20, correspondiente a 195 pacientes.

Tabla VII. Tamaño de muestra para estudios de correlación simple

α Unilateral α Bilateral	0.01			0.025			0.05		
	70	80	90	70	80	90	70	80	90
Poder r									
0.05	3248	4010	5201	2467	3137	4198	1882	2471	3422
0.10	810	990	1296	616	782	1046	470	617	853
0.15	358	442	572	273	348	462	209	273	377
0.20	200	246	319	154	195	258	117	154	212
0.25	127	156	202	98	124	164	75	98	135
0.30	88	107	139	68	85	113	52	68	93
0.35	64	78	120	49	62	82	38	49	67
0.40	48	59	75	38	47	62	29	38	53
0.45	37	46	58	29	37	48	23	29	40
0.50	30	36	46	24	29	38	19	24	32
0.55	24	29	37	19	24	30	15	19	25
0.60	20	24	30	16	19	25	13	16	21
0.65	16	20	25	13	16	20	11	13	17
0.70	14	16	20	11	14	17	9	11	14
0.75	12	14	17	10	11	14	8	10	12
0.80	10	11	14	8	10	12	7	8	10
0.85	8	9	11	7	8	10	6	7	8
0.90	7	8	9	6	7	8	5	6	7
0.95	5	6	7	5	5	6	4	5	6

Para determinar el tamaño de muestra, es necesario ubicar en las columnas el nivel de significación y poder del estudio que requiere y cruzar con la fila donde se encuentre el valor de la correlación que se espera encontrar en el estudio.

VII.8 Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Fuente de información	Unidad de medida
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Años cumplidos al momento del estudio.	Cuantitativa discreta	Paciente	Años
Sexo	Características biológicas, anatómicas, fisiológicas y cromosómicas de la especie humana.	Condición biológica que distingue entre masculino y femenino.	Cualitativa nominal dicotómica	Paciente	Masculino/ Femenino
Talla	Estatura de una persona.	Estatura en centímetros, sin zapatos, en posición recta.	Cuantitativa continua	Paciente	Metros
Peso	Masa corporal total de un individuo.	Cantidad medida de gramos de masa corporal.	Cuantitativa discreta	Paciente	Kilogramos
Presión de neumotaponamiento	Presión ejercida sobre las paredes de la tráquea, otorgada por el aire contenido en balón del tubo endotraqueal.	Presión del balón de neumotaponamiento medida con manómetro.	Cuantitativa discreta	Manómetro	cmH ₂ O

Medición de presión de neumotaponamiento con manómetro analógico	Cifra de presión, ejercida sobre las paredes de la tráquea, otorgada por el aire contenido en balón del tubo endotraqueal, obtenida por manómetro analógico.	Presión medida con manómetro analógico.	Cuantitativa discreta	Manómetro analógico	cmH ₂ O
Medición de presión de neumotaponamiento con manómetro electrónico	Cifra de presión en, ejercida sobre las paredes de la tráquea, otorgada por el aire contenido en balón del tubo endotraqueal por manómetro electrónico.	Presión medida con manómetro electrónico.	Cuantitativa discreta	Manómetro electrónico	cmH ₂ O

VII.9. Técnica muestral

Se realizó muestreo no probabilístico por conveniencia en el cual se incluyeron pacientes sometidos a anestesia general que cumplan los criterios de inclusión.

VII.10. Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.

Una vez obtenida la autorización por el comité local de ética e investigación, se solicitó permiso a las autoridades correspondientes del Hospital General Regional No.1, IMSS Querétaro, para realizar la investigación en el servicio de anestesiología. Después de obtener el consentimiento informado de los pacientes, se llevó a cabo el procedimiento de anestesia general. La laringoscopia, la intubación traqueal y el inflado del balón de neumotaponamiento fueron realizadas por el médico anestesiólogo o médico residente de anestesiología en sala quirúrgica. El inflado del balón de neumotaponamiento se llevó a cabo mediante la técnica establecida por quien llevó a cabo el procedimiento anestésico. Posteriormente, se midió la presión del balón de neumotaponamiento dentro de los 10 minutos posteriores a la insuflación del balón, comparando dicha presión utilizando un manómetro electrónico de tipo jeringa (AG CUFFIL®) y un manómetro analógico (VBM®). Los datos obtenidos se registraron en el formulario de recolección de datos. Cuando la presión se encontró fuera de los límites recomendados como óptimos, fue comunicado el médico anestesiólogo a cargo de la sala quirúrgica, para tomar la decisión sobre la corrección del hallazgo a una cifra dentro de los límites óptimos 20 a 30 cmH₂O.

VII.11. Procesamiento de datos y análisis estadístico.

La información recolectada se organizó en una base de datos para facilitar el análisis estadístico en el software SPSS V.25, se empleó estadística descriptiva para las variables cuantitativas de medida de tendencia central. Se empleó la media si es que los datos tuvieron una distribución normal, si es que no tuvieron una distribución normal mediana y rangos. Se llevaron a cabo diversos análisis estadísticos, incluyendo la correlación de Spearman, la prueba t de Student pareada e independiente, el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de chi-cuadrado (χ^2), utilizando como criterio de significancia un valor $p < 0.05$. Los resultados obtenidos se representaron en cuadros y gráficas, realizándose la redacción de la tesis correspondiente.

VIII. RESULTADOS

En el estudio participaron 195 pacientes sometidos a cirugía electiva y anestesia general con intubación endotraqueal en el Hospital General Regional No.1 del Instituto Mexicano del Seguro Social de Querétaro. La mayoría fueron mujeres, representando el 54.9% (n=107), mientras que los hombres constituyeron el 45.1% (n=88). De los 195 pacientes, 88 (45.1%) presentaron una presión óptima (Figura 1).

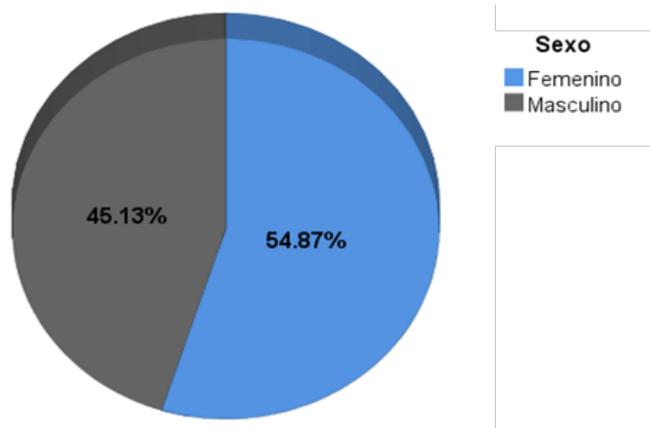


Figura 1. Población por sexo de 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal en el Hospital General Regional No.1.

La edad media de los participantes fue de 46.2 ± 17.4 años, con un rango de 19 a 89 años (Figura 2). El peso promedio fue de 70.6 ± 11.3 kg. La cantidad de aire en el neumotaponamiento fue de 2.9 ± 1.01 cm (en un rango de 1 a 7 cm) y el tamaño del tubo fue en promedio de 7.6 Fr, con un rango de 6.5 a 9 Fr.

Tras medir la presión de neumotaponamiento con el manómetro analógico, el valor promedio fue de 29.6 mmHg con una desviación estándar de 7.0 mmHg, y un rango de presión mínima y máxima de 10 a 46 mmHg. Por otro lado, con el manómetro electrónico, el valor promedio de presión es ligeramente menor, con 27.6 mmHg y una desviación estándar de 6.8 mmHg. El rango de presión mínima y máxima también es algo más estrecho, de 9 a 44 mmHg. No obstante, no se encontraron diferencias significativas entre los dos métodos de medición. Lo que sugiere que ambos métodos

pueden ser igualmente válidos para medir la presión, aunque puede haber pequeñas diferencias en los valores medidos (Figura 3).

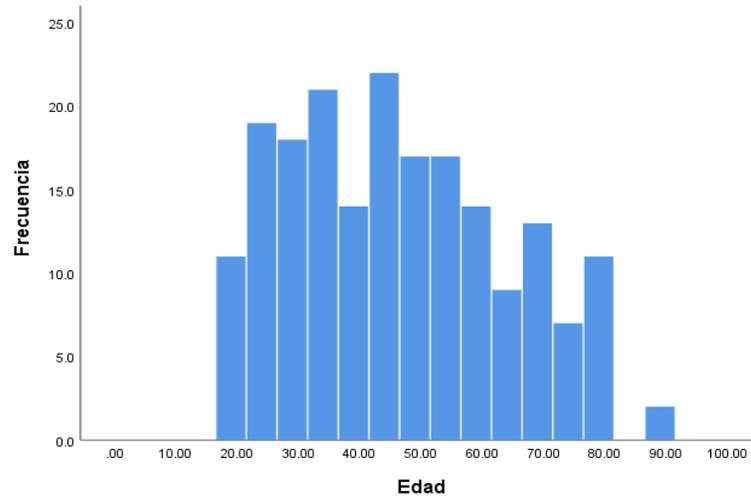


Figura 2. Distribución de edad de 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal Hospital General Regional No.1.

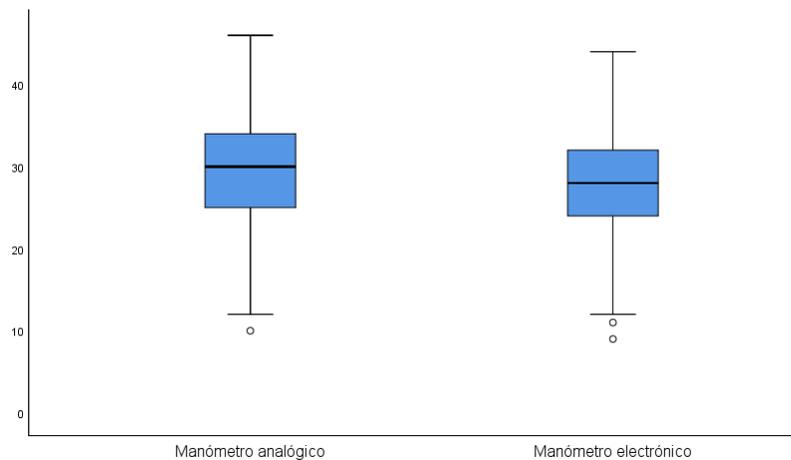


Figura 3. Presión de neumotaponamiento en 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal, clasificados de acuerdo con el uso de manómetro analógico o electrónico.

La Tabla I proporciona información sobre la relación entre las diferentes variables medidas, indicando la fuerza y dirección de las correlaciones.

La medición de presión con manómetro analógico y electrónico está altamente correlacionada (0.976**), indicando una fuerte concordancia entre ambos métodos.

Para proporcionar una representación visual de esta correlación, se presenta una gráfica que ilustra la relación entre las variables mencionadas. En la gráfica, la fuerte concordancia entre las mediciones de presión con manómetro analógico y electrónico se refleja en la proximidad de los puntos en un gráfico de dispersión (Figura 4).

La medición de presión con manómetro analógico y electrónico también está significativamente correlacionada con el aire en neumotaponamiento (0.439** y 0.424** respectivamente) (Tabla I).

Como es de esperarse, el número de tubo muestra correlaciones significativas con la mayoría de las variables antropométricas, como lo son talla (0.689**), y peso (0.587**).

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de sexo con respecto a la presión de neumotaponamiento, tanto en manómetro analógico como electrónico. Respecto a las técnicas de medición, aunque los valores promedio difieren ligeramente entre ellas, no hay evidencia estadística que indique una diferencia significativa en la presión medida mediante digitopalpación, manómetro, mínima fuga o volumen predeterminado (Tabla II).

Tabla I. Correlación entre variables de presión y características físicas de 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal Hospital General Regional No.1.

		Medición de presión con manómetro analógico	Medición de presión con manómetro electrónico	Aire en neumatoponamiento	Número de tubo	Edad	Talla	Peso
Medición de presión con manómetro analógico	Coeficiente	1.000	.976**	.439**	0.079	-0.013	0.048	-0.019
	Sig.		0.000	0.000	0.270	0.859	0.502	0.797
Medición de presión con manómetro electrónico	Coeficiente	.976**	1.000	.424**	0.071	-0.007	0.040	-0.036
	Sig.	0.000		0.000	0.323	0.927	0.581	0.618
Aire en neumatoponamiento	Coeficiente	.439**	.424**	1.000	0.032	-.149*	0.122	0.125
	Sig.	0.000	0.000		0.661	0.038	0.089	0.081
Número de tubo	Coeficiente	0.079	0.071	0.032	1.000	-0.012	.689**	.587**
	Sig.	0.270	0.323	0.661		0.865	0.000	0.000
Edad	Coeficiente	-0.013	-0.007	-.149*	-0.012	1.000	-.144*	0.086
	Sig.	0.859	0.927	0.038	0.865		0.045	0.233
Talla	Coeficiente	0.048	0.040	0.122	.689**	-.144*	1.000	.374**
	Sig.	0.502	0.581	0.089	0.000	0.045		0.000
Peso	Coeficiente	-0.019	-0.036	0.125	.587**	0.086	.374**	1.000
	Sig.	0.797	0.618	0.081	0.000	0.233	0.000	

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

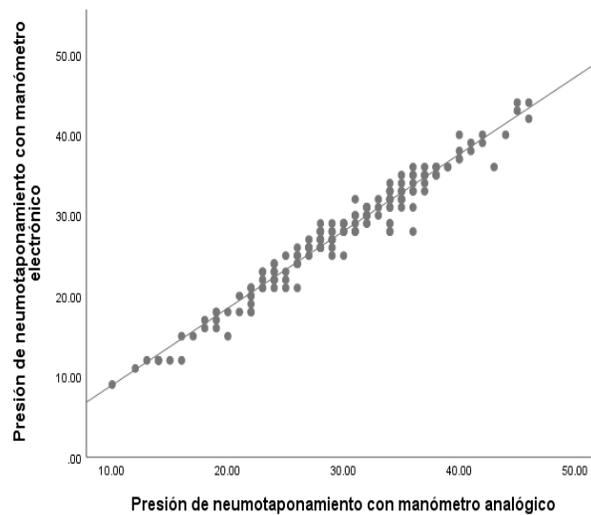


Figura 4. Correlación de presión medida con manómetro analógico y electrónico en 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal Hospital General Regional No.1.

Tabla II. Presión de neumataponamiento según sexo y técnica empleada en 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal, clasificados de acuerdo con el uso de manómetro analógico o electrónico.

Presión con manómetro				
	Analógico	p	Electrónico	p
Presión	29.6 ± 7.0 (10-46)		27.6 ± 6.8 (9-44)	
Sexo				
Femenino	28.9 ± 6.9 (12-46)	0.139	27.1 ± 6.9 (11-44)	0.201
Masculino	30.4 ± 7.0 (10-46)		28.3 ± 6.7 (9-42)	
Técnica empleada				
Digitopalpación	29.7 ± 6.8 (10-46)	0.767	27.8 ± 6.6 (9-44)	0.689
Manómetro	26.2 ± 2.3 (23-28)		24.7 ± 2.2 (22-27)	
Mínima fuga	30.5 ± 6.6 (18-40)		28.9 ± 6.5 (16-38)	
Volumen predeterminado	29.4 ± 8.3 (14-45)		27.0 ± 8.1 (12-43)	

Los resultados se presentan en media ± desviación estándar (edad). $p \leq 0.05$

El 73.3% (n=143) de los pacientes fueron evaluados mediante digitopalpación, mientras que el 18.5% se sometió a medición con volumen predeterminado. Además, 12 pacientes (6.2%) fueron evaluados mediante mínima fuga, y el 2.1% mediante el uso de un manómetro (Tabla II).

El 45.1% (n=88) de los individuos tenían presión óptima (Tabla III), mientras que el 54.9% (n=107) no, de éstos, al 92,7% (102 / 107) se les realizó ajuste de presión. Las presiones por debajo del rango óptimo fueron observadas en un total de 17 pacientes (8.7%), mientras que las presiones por encima del rango óptimo se observaron en 90 pacientes en total (46.2%). Es relevante señalar que la presión óptima se registró en el 46.9% de los pacientes evaluados mediante digitopalpación, el 100% de aquellos con manómetro, 41.7% mediante mínima fuga y 33.3% mediante volumen predeterminado. Se observó una tendencia general hacia presiones superiores a la óptima en las diferentes técnicas.

Tabla III. Presión de neumotaponamiento según sexo y técnica empleada en 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal, clasificados de acuerdo con el uso de manómetro analógico o electrónico.

	Total N=195 (100%)	Digitopalpación n=143 (73.3%)	Manómetro n=4 (2.1%)	Mínima fuga n=12 (6.2%)	Volumen predeterminado n=36 (18.5%)	<i>p</i>
Presión						
Menor a 20 cm H ₂ O	17 (8.7%)	10 (7.0%)	0 (0.0%)	1 (8.3%)	6 (16.7%)	0.155
Entre 20 y 30 cm H ₂ O	88 (45.1%)	67 (46.9%)	4 (100%)	5 (41.7%)	12 (33.3%)	
Mayor a 30 cm H ₂ O	90 (46.2%)	66 (46.2%)	0 (0.0%)	6 (50.0%)	18 (50.0%)	

Los resultados se presentan en frecuencias y porcentajes absolutos. $p \leq .05$

La diferencia media entre ambos manómetros tuvo un valor promedio de 1.9 ± 1.44 , variando de 0 a 6 mmHg. La mayoría de las diferencias se sitúan en el rango de 1.00 a 3.00, abarcando el 80.3% de las observaciones. El 9.7% de las veces no se encontró diferencia entre las mediciones de ambos tipos de manómetros. Esto sugiere una consistencia general en las mediciones, aunque existe una variabilidad entre los diferentes instrumentos (Tabla IV).

Tabla IV. Diferencia de la presión de neumotaponamiento tomada con manómetro analógico y electrónico en 195 pacientes sometidos a cirugía electiva con intubación endotraqueal.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulativo
.00	19	9.7	9.7	9.7
1.00	57	29.2	29.2	39.0
2.00	68	34.9	34.9	73.8
3.00	33	16.9	16.9	90.8
4.00	9	4.6	4.6	95.4
5.00	6	3.1	3.1	98.5
6.00	3	1.5	1.5	100.0
Total	195	100.0	100.0	

IX. DISCUSIÓN

Se realizó un estudio con la participación de 195 pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital General Regional No.1 del Instituto Mexicano del Seguro Social de Querétaro. En este estudio, se comparó la presión del neumotaponamiento utilizando tanto un manómetro electrónico de tipo jeringa (AG CUFFIL ®) y un manómetro analógico (VBM). Los resultados revelaron una fuerte correlación positiva entre las mediciones de presión con ambos tipos de manómetros (0.976), lo que indica una concordancia significativa entre los métodos. Además, se encontró que la medición de presión con manómetro analógico y electrónico también está significativamente correlacionada con el aire en neumotaponamiento (0.439 y 0.424 respectivamente).

Los resultados obtenidos revelaron que ambos métodos de medición proporcionaron resultados similares, aunque con ligeras variaciones en los valores registrados. Se observó que la diferencia media entre los dos tipos de manómetros fue de 1.9 mmHg, y la mayoría de las discrepancias se ubicaron en un rango de 1.00 a 3.00 mmHg. Además, no se detectaron diferencias significativas entre los grupos de sexo en cuanto a la presión medida por los manómetros. Tampoco se encontró evidencia estadística que indique una discrepancia significativa en la presión medida mediante diferentes técnicas, como digitopalpación, mínima fuga o volumen predeterminado. Las técnicas de inflado del balón de neumotaponamiento son esenciales para garantizar un sellado adecuado del tubo endotraqueal durante los procedimientos quirúrgicos.¹² Aunque la palpación manual del balón del tubo es común, estudios previos han demostrado que esta técnica puede subestimar la presión del balón, lo que potencialmente conduce a la sobre inflación y complicaciones.¹⁶ Por lo tanto, se recomienda el uso de manómetros adecuadamente calibrados para garantizar una presión óptima.²⁰ Aunque el uso de manómetros no sea una práctica común en la clínica habitual, la disponibilidad de dispositivos compactos y portátiles facilita su integración en la rutina diaria, lo que puede contribuir significativamente a la reducción de complicaciones postoperatorias.¹⁸

En este estudio, se observó que el 45.1% de los individuos tenían una presión óptima. De este grupo, el 92.7% recibió ajuste de presión. Se detectaron presiones por debajo del rango óptimo en un 8.7%, mientras que el 46.2% presentaba presiones por encima del rango óptimo. Es relevante mencionar que se registró una presión óptima en el 46.9% de los pacientes evaluados mediante digitopalpación, en el 100% de los casos en los que se utilizó un manómetro, en un 41.7% mediante mínima fuga y en un 33.3% mediante volumen predeterminado. Se observó una tendencia general hacia presiones superiores a las óptimas en las diferentes técnicas.

Este hallazgo coincide con un estudio realizado por Merlos-Villegas *et al.* (2022),²² en el cual se evaluó la presión del neumotaponamiento en tubos endotraqueales en pacientes adultos atendidos en el servicio de urgencias. Los resultados revelaron que la presión del neumotaponamiento inflado de manera empírica en estos pacientes excede los límites normales.

Mas aún, se ha documentado que la presión del neumotaponamiento suele estar fuera del rango recomendado entre el 60% y el 80% de las veces.⁵ Factores como el tamaño y la posición de la tráquea, así como el uso de anestésicos y las características del balón, pueden influir en la presión del neumotaponamiento.⁸ Las complicaciones asociadas con la intubación endotraqueal, como dolor de garganta, ronquera y disfagia, pueden ser atribuidas en gran medida al daño en la mucosa traqueal, lo que constituye una causa significativa de morbilidad.⁹

Por consiguiente, ajustar la presión utilizando un manómetro puede mitigar estas complicaciones, así como reducir la incidencia de tos y ronquera. Es importante señalar que mantener una presión por encima de 30 cmH₂O puede ocasionar daño isquémico en la mucosa traqueal, mientras que una presión inferior a 20 cmH₂O incrementa el riesgo de aspiración.^{8,10}

En esta investigación se observa una consistencia en la medición de la presión entre los manómetros analógicos y electrónicos. Esta coherencia es esencial para garantizar

la seguridad y eficacia del procedimiento, ya que una presión inadecuada del neumotaponamiento puede resultar en complicaciones como la aspiración o lesiones traqueales. Si bien se observó una tendencia hacia presiones superiores al rango óptimo con las técnicas empíricas, tanto en el total de pacientes como en los evaluados mediante diferentes técnicas de medición, no se encontraron diferencias significativas entre los métodos utilizados. Este hallazgo sugiere que, independientemente de la técnica empleada para medir la presión, es crucial mantener una vigilancia constante y ajustar la presión de forma individualizada para optimizar los resultados clínicos. Además, la pequeña variabilidad observada en la diferencia media entre los manómetros subraya la importancia de la supervisión cuidadosa y la capacitación adecuada del personal médico para garantizar una práctica clínica precisa y segura.

X. CONCLUSIONES

En esta investigación, se llevó a cabo una comparación de los métodos de medición de presión en neumotaponamiento durante la intubación endotraqueal en 195 pacientes bajo anestesia general. Se encontró una correlación sólida entre los manómetros analógicos y electrónicos utilizados, lo que respalda la fiabilidad de ambos métodos.

Tanto el manómetro analógico como el electrónico ofrecieron mediciones similares de presión, aunque con pequeñas discrepancias en los valores registrados. La presión óptima se registró en el 46.9% de los pacientes evaluados mediante digitopalpación, el 100% de aquellos con manómetro, 41.7% mediante mínima fuga y 33.3% mediante volumen predeterminado. A pesar de la tendencia hacia presiones superiores al rango óptimo en los métodos empíricos, no se encontraron diferencias significativas entre la técnica empleada ni entre los grupos de sexo, lo que indica una consistencia en las mediciones de presión independientemente de los factores considerados.

Si bien, este estudio se llevó a cabo en un único centro médico en México, lo que limita la generalización de los resultados a otras poblaciones o entornos clínicos, resalta la importancia de mantener una práctica clínica precisa y segura durante la intubación endotraqueal, mediante una supervisión cuidadosa y una capacitación adecuada del personal médico.

Se sugiere considerar la incorporación de manómetros en los protocolos estándar de intubación endotraqueal para mejorar la seguridad y la calidad del manejo de las vías respiratorias durante los procedimientos quirúrgicos. Los hallazgos respaldan la equivalencia entre las mediciones de presión realizadas por el manómetro electrónico y el manómetro analógico en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital General Regional No.1 de Querétaro.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Miller RD, Cohen NH, Eriksson L, Fleisher L, Kronish JW, Young W. Miller Anestesia. 9na Ed: Elsevier; 2021.1665-1677.
2. López-Herranz GP. Intubación endotraqueal: importancia de la presión del manguito sobre el epitelio traqueal. Revista Médica del Hospital General de México. 2013;76(3):153-161.
3. Pieters BM, Eindhoven GB, Acott C, van Zundert AA. Pioneers of laryngoscopy: indirect, direct, and video laryngoscopy. Anaesth Intensive Care. 2015;43 Suppl:4-11.
4. Delgado F, Athié J, Díaz C, Delgado F. Evaluación de la presión del globo traqueal insuflado por técnica de escape mínimo en el Hospital Ángeles Mocel. Acta Médica Grupo Ángeles. febrero de 2017;15(1):8-12.
5. Moon KM, Donaworth S, Hagele MS, Kim SS, Willer BL, Tobias JD. Endotracheal Tube Cuff Pressures in the Operating Room of a Pediatric Hospital: A Quality Improvement Initiative. Pediatr Qual Saf. 2022;7(6):e619.
6. Duarte N, Caetano AMM, Arouca GO, Ferreira AT, Figueiredo JL. Subjective method for tracheal tube cuff inflation: performance of anesthesiology residents and staff anesthesiologists. Prospective observational study. Braz J Anesthesiol. 2020;70(1):9-14.
7. Kumar CM, Seet E, Van Zundert T. Measuring endotracheal tube intracuff pressure: no room for complacency. J Clin Monit Comput. 2021;35(1):3-10.
8. Selman Y, Arciniegas R, Sabra JM, Ferreira TD, Arnold DJ. Accuracy of the minimal leak test for endotracheal cuff pressure monitoring. Laryngoscope. 2020;130(7):1646-50.

9. Saxena D, Raghuwanshi J, Dixit A, Chaturvedi S. Endotracheal tube cuff pressure during laparoscopic bariatric surgery: highs and lows. *Anesth Pain Med (Seoul)*. 2022;17(1):98-103.
10. Satya Prakash MVS, Aravind C, Mohan VK. Comparative evaluation of three methods of endotracheal tube cuff inflation for adequacy of seal. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2022;38(4):588-93.
11. Park JH, Lee HJ, Lee SH, Kim JS. Changes in tapered endotracheal tube cuff pressure after changing position to hyperextension of neck: A randomized clinical trial. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(29):e26633.
12. Park HY, Kim M, In J. Does the minimal occlusive volume technique provide adequate endotracheal tube cuff pressure to prevent air leakage?: a prospective, randomized, crossover clinical study. *Anesth Pain Med (Seoul)*. 2020;15(3):365-70.
13. Ganason N, Sivanaser V, Liu CY, Maaya M, Ooi JSM. Post-operative Sore Throat: Comparing the Monitored Endotracheal Tube Cuff Pressure and Pilot Balloon Palpation Methods. *Malays J Med Sci*. 2019;26(5):132-8.
14. Kumar P, Abhilasha, Sharma J, Kaur K, Bharadwaj M, Singh A. Evaluation of audible leak versus pressure volume loop closure for polyvinyl chloride cuff and polyurethane microcuff in endotracheal tube inflated with air: a prospective randomized study. *Med Gas Res*. 2021;11(1):6-11.
15. Johny P, Segaran S, Vidya MV, Zachariah M, Koshy SG. A Comparative Study of Cuff Pressure Changes of Endotracheal Tube with the Use of Air Versus Nitrous Oxide in the Anaesthetic Gas Mixture During Laparoscopic Surgery. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2022;50(4):261-6.

16. Jalali A, Maleki Z, Dinmohammadi M. The Effect of Different Body Positions on Endotracheal Tube Cuff Pressure in Patients under Mechanical Ventilation. *J Caring Sci.* 2022;11(1):15-20.
17. Bloria S, Chauhan R, Luthra A, Bloria P, Kataria K. Monitoring endotracheal tube cuff pressure using a blood pressure manometer. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2022;38(2):318-9.
18. Fritz AV, Mickus GJ, Vega MA, Renew JR, Brull SJ. Detrimental Effects of Filling Laryngotracheal Airways To Excessive Pressure (DEFLATE-P): a quality improvement initiative. *BMC Anesthesiol.* 2020;20(1):46.
19. Hung WC, Ko JC, Weil AB, Weng HY. Evaluation of Endotracheal Tube Cuff Pressure and the Use of Three Cuff Inflation Syringe Devices in Dogs. *Front Vet Sci.* 2020;7:39.
20. Konner ME, Mattaliano G. Disposable Airway Pressure Manometers for Endotracheal Tube Cuff Inflation. *Animals*, 2023. 13(3);475.
21. Delorenzo A, Shepherd M, Andrew E, Jennings P, Bernard S, Smith K. Endotracheal Tube Intracuff Pressure Changes in Patients Transported by a Helicopter Emergency Medical Service: A Prospective Observational Study. *Air Med J.* 2021;40(4):216-9.
22. Merlos-Villegas C.J, Bañuelos-Huerta R, García-Machorro J, y León-Vázquez M.L. Presión con manómetro del neumotaponamiento del tubo endotraqueal en pacientes adultos en el servicio de urgencias. *Rev Educ Investig Emer.* 2022;4(1):5-10.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de Recolección de datos



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

Folio: _____

NSS: _____

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

Técnica empleada para inflado del neumotaponamiento:

Digitopalpación	Volumen oclusivo mínimo	Volumen Predeterminado	Mínima fuga	Técnica del espirómetro	Manómetro

Aire en neumotaponamiento	_____ cm
Presión de neumotaponamiento medida con manómetro anáeroide	_____ cmH ₂ O
Presión de neumotaponamiento medida con manómetro electrónico	_____ cmH ₂ O
Diferencia de presión medida entre ambos manómetros	_____ cmH ₂ O
Presión de neumotaponamiento óptimo	Si: _____ No: _____
Número de tubo endotraqueal utilizado	_____ Fr
Ajuste de Presión	Si: _____ No: _____

Realiza: Dr. José Javier López García

Anexo 2. Imágenes de Manómetros utilizados



Manómetro electrónico AG Cuffill



Manómetro Analógico VBM

Anexo 3. Consentimiento informado



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

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del estudio:	Comparación de la presión de neumotaponamiento medido con manómetro electrónico contra manómetro analógico, en pacientes sometidos a anestesia general
Patrocinador externo (si aplica):	No aplica
Lugar y fecha:	Santiago de Querétaro, Hospital General Regional No. 1, Querétaro, 2023
Justificación y objetivo del estudio:	En una anestesia general se debe medir la presión del globo del tubo en su vía respiratoria para evitar que existan complicaciones si está poco inflado o muy inflado, es por eso por lo que se va a medir la presión del globo con dos aparatos, uno electrónico y otro manual, para ver si registran lo mismo.
Procedimientos y duración:	Cuando se encuentre dormido por la anestesia y con el tubo colocado, se medirá con los dos aparatos la presión del globo en su vía respiratoria. Lo cual durará menos de 1 minuto.
Posibles riesgos y molestias:	No tiene ningún riesgo. Debido a que solo se va a medir de la presión del globo con los dos aparatos, no presentará ninguna molestia.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Con estas mediciones, se podrá saber la presión exacta en el globo que está en su vía respiratoria, y podrá ser ajustada a lo normal, para disminuir el riesgo de que tenga molestias o complicaciones en su vía respiratoria.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Si usted lo requiere, podrá conocer los resultados de sus mediciones al terminar el estudio, por lo que deberá ponerse en contacto con el Dr. José Javier López García, al correo electrónico: dr.javierlopezgarcia@gmail.com o con la Dra. Claudia Castañón Garay, al correo electrónico: claumajeredoc@gmail.com
Participación o retiro:	Su participación es voluntaria. Puede decidir su salida en cualquier momento sin que esto afecte su tratamiento presente o futuro.
Privacidad y confidencialidad:	Los datos que se recaben de las preguntas, expediente clínico y mediciones realizadas, serán conocidos por los investigadores, quienes estamos comprometidos con guardar sus datos personales. Toda la información será utilizada únicamente con fines científicos y académicos.

En caso de colección de material biológico (si aplica):

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

No autoriza que se tome la muestra.

Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.

Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros.

Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (si aplica): No aplica

Beneficios al término del estudio: Informar sobre los resultados obtenidos.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a: (Investigadores Responsables del proyecto de investigación)

Colaboradores: Dra. Claudia Castañón Garay y Dr. José Javier López García

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comité de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS; localizado en la Coordinación Clínica de Educación e Investigación en Salud del Hospital General Regional No. 1, ubicado en avenida 5 de Febrero 102, Colonia centro, CP 76000, Querétaro, Querétaro, de lunes a viernes de 08 a 16 horas. Teléfono 442 2112337 en el mismo horario o al correo electrónico: comiteticainvestigacionhgr1@gmail.com

Nombre y firma del Participante

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Nombre y firma del Testigo 1

Clave: 2810-009-013